

773

122/75

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

I

O-122/75

Orklavassdraget

Vurdering av foreliggende observasjonsmateriale og behov for tilleggsundersøkelser sett i relasjon til eventuelle reguleringsinngrep i vassdraget.

Blindern, 7. april 1976

Saksbehandler: Cand.real. Hans Holtan

Instituttetsjef: Kjell Baalsrud

## INNHOLDSFORTEGNELSE

|  | Side |
|--|------|
| 1. INNLEDNING  | 3    |
| 2. GENERELT OM VASSDRAGSREGULERINGER OG REGULERINGSEFFEKTER  | 3    |
| 2.1 Innledning   | 3    |
| 2.2 Virkninger av reguleringsinngrep   | 4    |
| 2.3 Positive virkninger av reguleringer  | 7    |
| 2.4 Negative virkninger av reguleringer  | 8    |
| 3. MÅLSETTING - BEHOV FOR UNDERSØKELSER  | 14   |
| 4. UNDERSØKELSE SOPPLEGG   | 15   |
| 4.1 Generelt   | 15   |
| 4.2 Registreringsdata  | 16   |
| 4.3 Fysisk-kjemiske undersøkelser  | 16   |
| 4.4 Biologiske undersøkelser   | 17   |
| 4.5 Bakteriologiske undersøkelser  | 18   |
| 5. FORELIGGENDE UTREDNINGER OG OBSERVASJONSRESULTATER  | 18   |
| 6. BEFARING  | 22   |
| 7. FORELIGGENDE OBSERVASJONS- OG REGISTRERINGSMATERIALE SETT I RELASJON TIL EN EVENTUELL VASSDRAGSUNDERSØKELSE | 25   |
| 8. SYNSPUNKTER PÅ NØDVENDIGHETEN AV FORTSATTE UNDERSØKELSER  | 27   |

## FIGURFORTEGNELSE

|  |    |
|--|----|
| Fig. 1 Skjematisk fremstilling av vassdragsreguleringens virkning på økosystemet.          | 6  |
| Fig. 2 Skjematisk fremstilling av aktivitetskurver for stenoterme og euryterme organismer. | 10 |
| Fig. 3 Prøvetakingsstasjoner ved befaring 3.-4. november 1975.                             | 20 |

## TABELLFORTEGNELSE

|  |    |
|--|----|
| Tab. 1 Oppstilling av noen av de viktigere planteplanktonarters temperaturoptimum i naturen. | 10 |
| Tab. 2 Fysisk-kjemiske analyseresultater.  | 21 |
| Tab. 3 Kjemiske komponenter i mekv./l.   | 23 |

## 1. INNLEDNING

Kontaktutvalget for koordinering av vassdragsundersøkelser (KKV) arrangerte den 25. september 1975 et møte i Miljøverndepartementet hvor vassdragsproblemer i forbindelse med reguleringsinngrep i Orkla-vassdraget ble diskutert. På dette møte deltok representanter fra Miljøverndepartementet, Statens Forurensningstilsyn, Vassdragsdirektoratet, Sør-Trøndelag fylke (utbyggingsavdelingen), Hedmark fylke (utbyggingsavdelingen), Direktoratet for vilt- og ferskvannsfiske, Sør-Trøndelag kraftselskap og Norsk institutt for vannforskning (NIVA).

På møtet var det enighet om at NIVA burde få i oppdrag å gjennomgå allerede foreliggende materiale for derved å komme frem til behovet for eventuelle ytterligere undersøkelser i vassdraget.

I brev av 7. oktober 1975 fra Kraftverkene i Orkla ble NIVA bedt om å avggi en slik uttalelse snarest mulig samt utarbeide et forslag til program for eventuelle nye undersøkelser.

Forutsetningen for at NIVA kunne påta seg denne oppgaven var at det ble gitt muligheter for en befaring langs vassdraget. Denne befaring fant sted den 3. og 4. november 1975. Ved siden av Kraftverkene i Orkla og NIVA, var også Sør-Trøndelag fylke og Museet i Trondheim representert ved denne befaring.

I denne fremstilling er det først gitt en generell orientering om hvilke virkninger et reguleringsinngrep kan bety for de fysisk/kjemiske og biologiske forhold i et vassdrag. Videre er de forskjellige komponenter som bør inngå i en vassdragsundersøkelse av denne art kommentert. Til slutt er det foreliggende observasjonsmateriale og behovet for ytterligere undersøkelser diskutert.

## 2. GENERELT OM VASSDRAGSREGULERINGER OG REGULERINGSEFFEKTER

### 2.1 Innledning

Ethvert inngrep i naturen eller utnyttelse av naturressurser har konsekvenser for naturmiljøet. I prinsippet gjelder dette alle typer tiltak som f.eks. industrilokalisering, skogbruk, jordbruk, gruvedrift, grustak, vannforsyning, avfallshåndtering, vassdragsregulering, kraftverksutbygging osv. Inngrepets størrelse og art er bestemmende for hvor omfattende konsekvensene vil bli.

Et omfattende reguleringsinngrep i et vassdrag representerer et naturinngrep som kan få vidtrekkende konsekvenser for vassdraget som naturelement og for de mangeartede interesser som knytter seg til det. Konsekvensene behøver ikke bare være negative. Flomdemping, utjevning av vannføring o.l. kan i mange tilfeller være verdifulle virkninger med stor praktisk betydning.

Konsekvensenes betydning og omfang er imidlertid hittil i liten grad blitt undersøkt og utredet i sin fulle bredde, Når det gjelder selve vassdragene, er det gjerne fiskeforholdene som hittil har tiltrukket seg størst oppmerksomhet og som i noen grad er undersøkt.

Parallelt med at behovet for å bruke vassdragene som resipient, som vannkilde osv, øker, vokser det naturlig nok frem et stadig større behov for kunnskaper om vassdraget og vannets kvalitet. Bruken av vannforekomster som resipienter for avløpsvann, nedsetter deres verdi for mange andre bruksformål (drikkevann, badevann, fiske osv.). Belastningens størrelse i forhold til den vannmengde som står til rådighet er avgjørende for vannforekomstens tilstand og utviklingsforløp. Tiltak i nedbørfeltet som berører vannets kvalitet vil derfor i forurensningssammenheng kunne få stor betydning.

## 2.2 Virkninger av reguleringsinngrep

Et reguleringsinngrep kan som nevnt få til dels vidtrekkende konsekvenser for det vassdragssystem det gjelder. Dette har sammenheng med at vannføringsforholdene er bestemmende for vassdragets karakter - for miljøforholdene til organismelivet og for samspillet mellom de forskjellige organismsamfunn.

Et hvert vassdrag har sitt eget særpreg som funksjon av sitt nedbørfelt og beliggenhet. Ved inngrep eller påvirkning av en eller annen art vil vegetasjon og fauna og/eller biotopen komme ut av sin naturlige balanse, og det blir satt i gang en utvikling som etter hvert kan endre forholdene i vassdraget. Dette behøver nødvendigvis ikke føre til vesentlig sjenanse for den praktiske bruk av vassdraget i første omgang. Men i et system som er ute av sin naturlige balanse eller likevekt, kan uheldige utviklingstendenser lett forplante seg og medføre forandringer som er uønsket.

Ved å redusere vannføringen i et vassdrag blir f.eks. vassdraget mindre egnet som resipient for avløpsvann, og en økt saprobiering ved siden av en akselererende eutrofieringsutvikling kan bli resultatet. Særlig kan det sistenvnte bli tilfelle hvis et forurenset vassdrag overføres til en renvannslokalitet. Ved siden av at saprobiering og en eutrofierende utvikling kan bli til stor sjenanse for de fleste praktiske bruksinteresser som knytter seg til vassdraget, vil den også i det lange løp ha avgjørende betydning for fiskeforholdene i vannforekomsten idet edlere fiskearter (aure, harr, sik o.l.) f.eks. kan utkonkurreres av såkalt "skrapfisk" (abbor, mort o.l.), der hvor slike forekommer.

Reguleringer og overføringssystemer kan muliggjøre spredning av uønskede organismer, f.eks. fisk, parasitter og smittestoffer av enhver art.

Hvis høyfjellsvann i perioder blir holdt tilbake fra et vassdragssystem, vil nødvendigvis vannføringen bli mindre. Men samtidig vil vannmassenes kvalitative egenskaper normalt bli endret. Dette kan ha sammenheng med endring i den partikulære materialtransport, men ofte er endringen i vannets kjemiske egenskaper av større betydning. Normalt vil nemlig slike vassdrag i de aktuelle perioder i større grad enn tidligere, bli preget av grunnvannstilsig. Mens høyfjellsvannet som regel er meget bløtt og saltfattig, er grunnvannet normalt rikere på mineralsalter som f.eks kalsium, magnesium, jern og svovelforbindelser - ofte er også næringssaltinnholdet høyt i slike vanntyper. Dette vil kunne føre til en endring av organismesamfunnenes artssammensetning, og innebære muligheter for økt begroing o.l.

Flommer er ofte av stor betydning for å rense og omlagre bunns substrat. Samtidig omlagres og fordeles oppsamlet organisk materiale ved siden av at nytt organisk materiale tilføres vassdraget. Dette har virkninger for organismelivets struktur og produksjonsevne. Videre er mange fiskearters vandringer intimt knyttet sammen med variasjoner i vannføring. Eksempelvis kan laksens og sjøaurens gytevandringer være regulert av større eller mindre flommer på en måte som kan variere fra elv til elv.

Den naturlige økologiske balanse i vassdrag er nettopp tilpasset det forhold at vannføringen varierer i løpet av året. Et reguleringsinngrep som i større grad endrer vannføringsmønsteret, medfører således markerte

forandringer av denne balanse. Hel utjevning av vannføring over året kan gi skadevirkninger i biologisk sammenheng, men naturlige storflommer i elver medfører også store praktiske skadevirkninger.

Vannføringsforholdene i et vassdrag er bestemende for den fysisk-kjemiske vannkvalitet og for organismelivet som er knyttet til vannforekomsten. I et balansert system er det ikke mulig å endre en faktor uten at det får konsekvenser for andre.

Virkningene av vassdragsreguleringer kan således være både direkte og indirekte slik følgende diagram (fig. 1) viser:

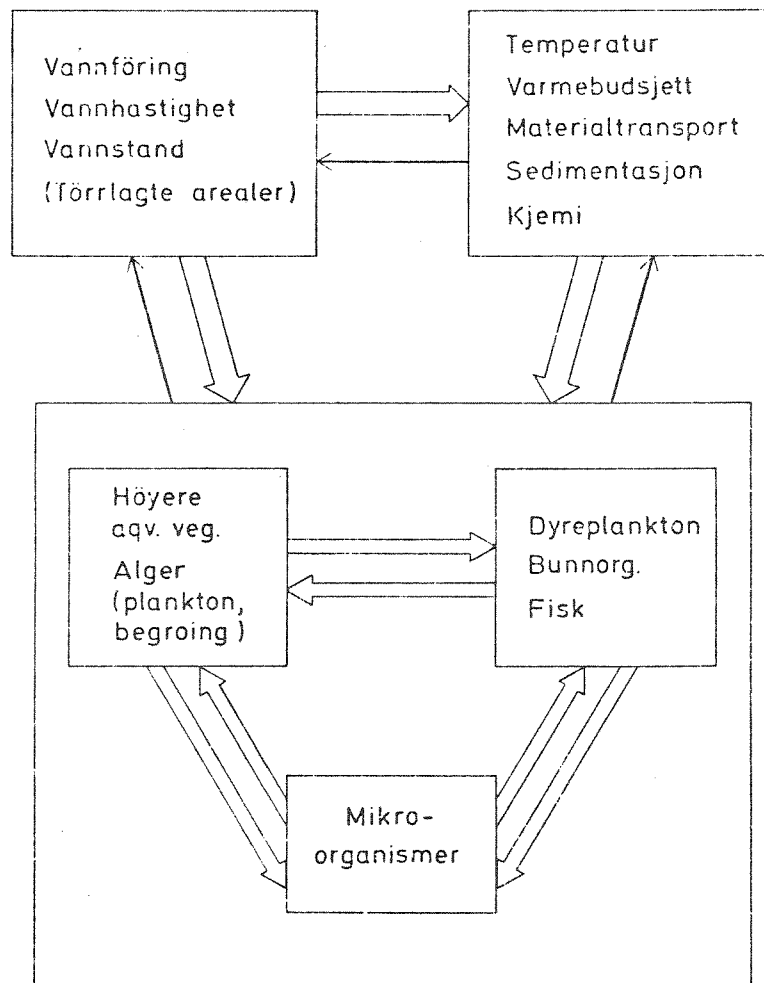


Fig. 1 Skjematisk fremstilling av vassdragsreguleringens virkning på økosystemet.

Figuren illustrerer hvordan vannstand og vannføringsforhold virker inn på fysisk-kjemiske faktorer så vel som biologiske. De fysisk-kjemiske forhold utgjør en viktig del av organismesamfunnenes livsmiljø. Ved at miljøfaktorene blir endret, oppstår det videre forstyrrelser innenfor det biologiske system som igjen i noen grad kan virke tilbake på de fysiske forhold (tynne piler).

Endringenes størrelse og betydning er selvfølgelig avhengig både av reguleringsinngrepets omfang og av de generelle naturgitte forhold i vedkommende vassdrag.

### 2.3 Positive virkninger av reguleringer

Vassdragene kan fra naturens side være lunefulle. Under snøsmeltingen om våren og ellers ved kraftig nedbør, forekommer det relativt ofte at vassdrag, særlig når lavlandsflom og høyfjellsflom faller sammen, flommer ut over sine bredder og i løpet av kort tid medfører skader med store økonomiske og praktiske konsekvenser. Åker og eng blir satt under vann, hus og redskap o.l. rives med strømmen og ødelegges, kjellere blir fylt med vann osv. Ved siden av at slike tilstander medfører økonomiske tap og er til stor skade spesielt for jordbruket, men også for andre aktiviteter som er knyttet til eller foregår i vassdragets umiddelbare nærhet, kan slike tilstander være til skade også for vannforekomsten som miljøskapende faktor så vel som for selve organismelivet. Oversvømmelser fører nemlig til at søppel og skrot som er henlagt langs vassdraget, blir ført med elva. Jordpartikler, gjødselstoffer o.l. som i betydelig grad kan vaskes ut, vil også føre til en økt forurensningsbelastning på vassdraget. Denne effekt vil først og fremst gjøre seg gjeldende i en begynnende flom - etter hvert som flommen vedvarer vil medrivningen av slike komponenter avta. Det er særlig for innsjøer og stilleflytende partier lengre nede i elvesystemet hvor de partikulære komponenter sedimenterer, denne transport har betydning. Store flommer kan også bevirke at bunnssubstratet struktureres, nye elveløp dannes osv.

Reguleringsinngrep, kanalisering o.l. har i lang tid vært praktisert som forebyggende tiltak mot oversvømmelser. Slike flomsikringstiltak har i den senere tid blitt stadig mer utbygd. Reguleringsinngrep i forbindelse med kraftverkutbygging har i mange vassdrag vist seg å være effektive tiltak for å styre vannføringen i vassdragene, og skadevirkningene er på denne måten sterkt redusert.

I enkelte tilfeller og på visse elvestrekninger har reguleringsinngrep ført til høyere minstevannføring. Sett både fra et resipient- og produksjonssynspunkt er dette av stor betydning. Dermed kan de mest ekstreme forurensningssituasjoner i vassdraget unngås, samtidig som f.eks. fiskens oppvekst og livsvilkår bedres.

En økt vintervannføring i kombinasjon med en viss temperaturøkning kan i visse elver og elveavsnitt, og da særlig i elver med ekstremt lav vintervannføring, bidra til større overlevingsmuligheter for de fleste organismer. På denne måte kan vassdragets produksjonskapasitet høynes bl.a. når det gjelder fiske. Men det kan også innebære større tilgroingsproblemer.

I elver og elveavsnitt der brepåvirkningen vesentlig nedsetter vassdragets og/eller innsjøenes produksjonsnivå, kan en oppdemming og magasinering av brevannet i sommerperioden bidra til en økt produksjonskapasitet som bl.a. kan komme fisket til gode. En stor del av bre-slammene vil nemlig komme til å sedimentere i reguleringsmagasinene samtidig som kaldt vann holdes tilbake i produksjonsperioden.

Hvis en reduksjon av slammengden ikke fører til uheldige biologiske situasjoner, vil en eventuell senkning av vannets slam eller partikkelinnhold øke dets verdi som drikkevann, badevann o.l. Dessuten vil vannforekomstens verdi i rekreasjons- (turisme)-sammenheng øke.

## 2.4 Negative virkninger av reguleringer

### Temperatur

Temperaturforholdene i et vassdrag er en viktig produksjonsregulerende faktor. Dette gjelder sommer så vel som vinter. Dessuten er temperaturen en viktig faktor for selvrensingsforløpet, dvs. vassdragets evne som resipient.

Temperaturforholdene i et vassdrag er styrt av varmetilførsel og varmeomsetning i vedkommende vannforekomst. De viktigste faktorer som styrer varmeomsetningen, er inn- og utgående strålingsenergi, fordunstning, konveksjon, refleksjon, oppvarming av sedimenter, grunnvannstilførsler o.l. Fallforholdene spiller også en viss rolle, idet et fall på 427 meter



representerer en oppvarming på  $1^{\circ}\text{C}$  (uavhengig av vannmassen). Varmeomsetningen og strålingsbalansen vil således være avhengig av vannoverflatens størrelse i forhold til volumet, vannhastigheten på elveavsnittet, omblandingsforholdene o.l.

Ved reguleringsinngrep blir ofte forholdsvis kaldt høyfjellsvann holdt tilbake i magasinene om sommeren. Elven vil dermed relativt sett få tilførsel av kjølig grunnvann, men på grunn av at vannmengdene reduseres, vil de bli mer følsomme for oppvarming resp. avkjøling. Videre vil vannets oppholdstid forlenges, noe som også vil føre til en økt oppvarming om sommeren. Varmetilførselens størrelse er dessuten avhengig av temperaturforskjellen mellom luft og vann.

Om vinteren (når som regel kraftverkene er i full drift) har gjerne utløpsvannet fra kraftverkene en noe høyere temperatur enn elvevannet. Vannets temperatur er for øvrig avhengig av uttaksdypet i magasinet.

Enhver endring av vannets temperatur i et vassdrag kan ha betydning for den biologiske aktivitet og vekst. Alle organismegrupper eller arter har sine særegne toleranseområder og optimale veksttemperaturer (tabell 1 og fig. 2). Utpregede kaldtvannsalger vil f.eks. dø ut når temperaturen blir for høy (f.eks. over  $15^{\circ}\text{C}$ ), mens andre arter har sine optimale vekstbetingelser ved høyere temperaturer. Visse insektlarver (bl.a. de fleste steinfluelarver) har sin maksimale tilvekst i vinterperioden, mens andre har sin største om sommeren. De ulike insektenes utklekkingsperioder er nær sammenbundet med tilveksthastighet og gunstig temperatur. Selv små forandringer av det naturlige temperaturregime kan derfor lett føre til betydelige forandringer når det gjelder så vel sammensetning av disse dyresamfunn som de ulike artenes tilvekst - utklekkingsperioder.

Tabell 1 Oppstilling av noen av de viktigere planteplanktonarters  
temperaturoptimum i naturen (etter Holmgren 1972).

|   |      |
|---|------|
| <i>Peridinium aciculiferum</i>                  | 4°C  |
| <i>Mallomonas akrokomos</i>                     | 4°C  |
| <i>Oscillatoria rubescens</i>                   | 5°C  |
| <i>Melosira islandica</i> var. <i>helvetica</i> | 7°C  |
| <i>Stephanodiscus astraea</i>                   | 7°C  |
| <i>Cyclotella comta</i>                         | 7°C  |
| <i>Synedra acus</i> var. <i>delicatissima</i>   | 10°C |
| <i>Synura uvella</i>                            | 10°C |
| <i>Asterionella formosa</i>                     | 15°C |
| <i>Fragilaria crotonensis</i>                   | 15°C |
| <i>Tabellaria flocculosa</i>                    | 15°C |
| <i>Gomphosphacria lacustris</i>                 | 15°C |
| <i>Cloeococcus schroeteri</i>                   | 17°C |
| <i>Anabaena flos-aquae</i>                      | 17°C |
| <i>Gloeotrichia echinulata</i>                  | 20°C |
| <i>Microcystis</i> spp.                         | 20°C |
| <i>Ceratium hirundinella</i>                    | 20°C |

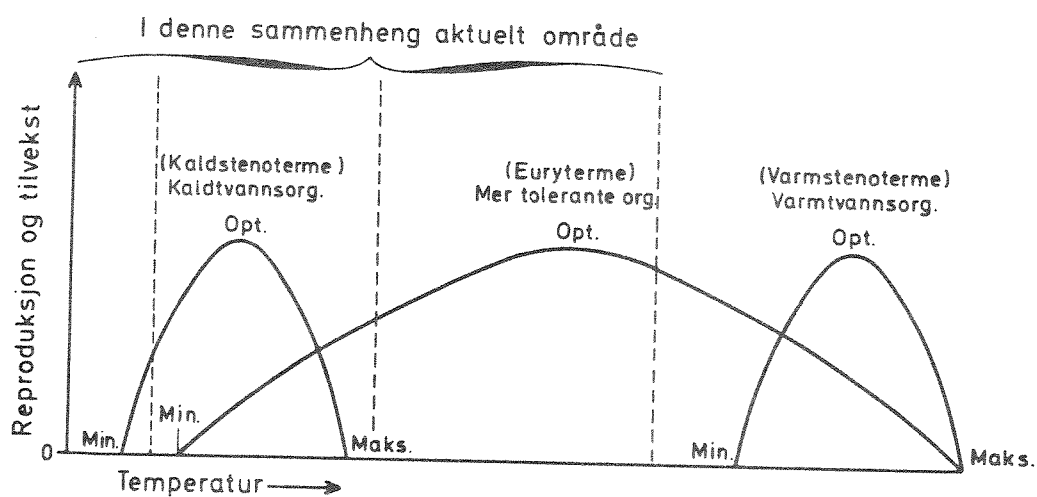


Fig. 2 Skjematisk fremstilling av aktivitetskurver for stenoterme og euryterme organismer

(Etter Ruttner 1964)

Laksefisker som aure, røye, sik og lagesild gyter om høsten, og rognen klekkes ut neste vår. For at rognen skal klekkes er det nødvendig med en viss varmemengde. Hvis man ved en regulering endrer vannets vintertemperatur, må man regne med en forskyvning av utklekkingsperioden i tid. Dette kan føre til uheldige kombinasjoner med variasjonsmønsteret for elvens vannføring, slik at selve klekkeprosessen og fiskeungelens livsvilkår kan bli forstyrret (for lav temperatur, liten nærings-tilgang o.l.). Generelt sett kan endringer av temperaturforholdene få alvorlige konsekvenser for organismesamfunnenes sammensetning og struktur.

Isleggingstidspunkt og isdannelse i så vel innsjøer som vassdrag avhenger av vannets temperatur i kombinasjon med vannføringsforholdene. Begge deler kan som nevnt bli endret ved et reguleringsinngrep. For innsjøenes vedkommende innebærer dette enten at islegging delvis eller helt kan utebli og at visse områder får dårligere is til skade for allmenn ferdsel og ved utøvelse av vinterfiske eller at isforholdene bedres (tidligere isdannelse, tykkere is). For innsjøenes dyreliv kan dette få konsekvenser, bl.a. kan fisk ansamles i åpne områder om vinteren.

I elvene består den største skadeeffekt i at foss- og strykpartier for en stor del går åpne i vinterhalvåret. Under kuldeperioder, særlig i perioder med klart vær og stor utstråling, oppstår betydelige sarr og bunnisproduksjon som kan føre til betydelige isdemninger og senere besværlige isganger. Ved siden av de praktiske problemer dette medfører vil det også ha negativ effekt på dyre- og vekstlivet i vassdraget.

Endrede temperaturforhold kan på denne måte få spesielt stor betydning for reproduksjonsforholdene, organismesamfunnets struktur, selvrensings- evne og produksjonskapasitet (bl.a. eutrofieringseffekten) i vassdraget.

#### Slamtransport

Vannføringsendringer vil kunne ha innflytelse på slamtransporten i vassdrag - den kan bli mindre resp. større alt etter som erosjonsbetingelsene arter seg. Senkninger av vannstanden kan føre til utglidninger og

erosjon i strandområdene av innsjøer og elver, slik at den partikulære påvirkning og materialtransport blir større i perioder. I andre tilfeller kan slåmbelastet vann bli holdt tilbake i magasinene, slik at slamtransporten blir mindre.

Ved siden av at slammet eller partiklene kan ha innvirkning på organismelivet direkte ved fysiologiske forstyrrelser, avslipningseffekter o.l., vil det innvirke på lysforholdene i en vannforekomst. Slamavsetninger på elvebunnen kan også by på problemer, som f.eks. overdekning av gyteplasser for fisk, næringssubstrat osv. Ofte kan partikkelinnholdet ha betydning som adsorbsjonskjerner for løste kjemiske komponenter i vann, bl.a. fosfor og tungmetaller. Dermed vil den partikulære materialtransport spille en rolle i selvrensningssammenheng.

Av ovenfor nevnte grunner virker vannets innhold av partikler normalt begrensende på alge- og mosevekst. Dette bevirker at produksjonskapasiteten i sin helhet senkes, og den biologiske respons av eventuell forurensningseffekt dempes.

#### Vannstand og vannhastighet

Endringer av vannstanden i et vassdrag har betydning for bunnarealenes utstrekning og dermed for selvrensings- og produksjonsforholdene. Produksjonen er igjen bl.a. relatert til fiskens næringsforhold og dermed til fiskeavkastningen. Videre kan fiskens gytemuligheter berøres både ved vannstandsendringer og ved strømmingssituasjonen i vassdraget. Endret vannstand medfører også endrede lysforhold, som i sin tur påvirker vegetasjonsbeltenes utbredelse. Endring i strømhastighet har også stor betydning i denne sammenheng. Økt vannstand vinterstid øker overlevingsmulighetene vesentlig både for så vel alger som høyere vegetasjon som på denne måten unngår isen og kuldens negative påvirkning. Et karakteristisk trekk er at begroingen av alger samt bestanden av høyere vegetasjon øker i de vassdrag som er blitt berørt av reguleringsinngrep.

Korttidsreguleringer med hurtige vekslinger i så vel vannstand som strømhastighet er spesielt uheldig for plante- og dyrelivet og kan i betydelig grad nedsette produksjonsnivået i et vassdrag. Endringer av strømm-

situasjonen rokker videre ved tilpasningsevnen for de fleste organismer ved at biotopen og næringstilgangen forandres. Organismer som lever i rennende vann vil i motsetning til organismer i stillestående vannforekomster, få en kontinuerlig tilførsel av næringsstoffer.

#### Vannets kjemiske sammensetning

Ved at høyfjellsvann (som regel saltfattig smeltevann) i perioder blir holdt tilbake fra vassdrag, vil elvevannet nedenfor i de samme periodene bli sterkere preget av saltrikere grunnvann. I andre perioder når magasintappingen foregår, vil det motsatte bli resultatet. Grunnvannets betydning for variasjonsmønsteret av vannkvaliteten i et vassdrag burde i reguleringssammenheng bli inngående undersøkt. Eventuelle innvirkninger på vannets kjemiske kvalitet kan selvsagt medføre store påvirkninger av vassdragets biologiske status.

Vannets kjemiske kvalitet i selve innsjømagasinene kan endres ved reguleringsinngrep. Dette har sammenheng med vannføringsreglementet (magasineringsperioden), varierende vannstand og endrede utløpsforhold (dypvannsuttak). Dette vil selvsagt også ha betydning for utløpsvannets kjemiske kvalitet.

Overføring av vann fra et vassdragsavsnitt til et annet, vil også kunne få store konsekvenser både for den kjemiske vannkvalitet og dermed for de biologiske forhold. Det er grunn til å være spesielt oppmerksom på dette forhold hvis det gjelder overføring av forurenset vann med relativt høyt innhold av næringssalter som virker vekstfremmende for alger og høyere vegetasjon. Endringer i vannets kvalitet i et vassdrag kan også ha betydning for fiskens vandringer - spesielt gytevandring.

#### Resipientforhold

For forureningsbelastede elvestrekninger som blir influert av reguleringer, er det særlig forandringene av fortynningsmulighetene og innflytelsen på selvrensingsprosessene som har betydning for elvenes videre brukbarhet som resipient for avløpsvann. En mindre vannføring i et vassdrag betyr en forsterkning av forurenningenes gjødselvirkninger på vannmassene, samtidig som forekomst av sopp, bakterier og protozoer knyt-

tet til saprobe miljøer vil tilta. Dette vil gjøre seg gjeldende så vel i områder med strømmende vann som i innsjøer. Reduserte muligheter for å benytte vassdragets evne til selvrensing betyr generelt at tekniske tiltak må gjennomføres i større utstrekning for å oppnå tilfredsstillende løsninger av forurensningsproblemene. Kravene til vannets kvalitet og vannkildenes brukbarhet til en rekke formål (drikkevann, badevann, rekreasjon o.l.) skjerpes med tiden i samsvar med utviklingen av vårt moderne samfunn.

Erfaringene har vist at forholdene kan forandre seg hurtig i vassdrags-system - dette som følge av klimatiske endringer, forurenset nedbør og tilførsler av forurensninger. Det vil bli nødvendig å ha denne utvikling under oppsikt, slik at enhver utnyttelsesplanlegging og en allsidig bruk av vassdragene kan avstemmes etter vassdragstilstanden, dvs. en optimalisering av vassdragsbruken må tilstrebes.

### 3. MÅLSETTING - BEHOV FOR UNDERSØKELSER

For å kunne vurdere virkningene og foreta en helhetsbehandling av reguleringsinngrep på et vassdragssystem, er det nødvendig å foreta grundige og systematiske fysisk-kjemiske og biologiske undersøkelser i vassdraget samt en registrering og analyse av den foreliggende forurensningssituasjon og de forurensningsskapende aktiviteter i dalføret.

Undersøkelsen må ha som primært mål å tilveiebringe et materiale som angir vassdragets nåværende vannkvalitet sett i relasjon til årstider, sesongbetonte aktiviteter o.l. Materialet må være av en slik art at det gir holdepunkter for bestemmelse av virkningene av eventuelle reguleringsinngrep. Minstevannsføringsproblematikken blir sentral i denne vurdering eller diskusjon. Det er videre påkrevd å vurdere inngrepets virkninger i sammenheng med vannforsynings- og avløpsproblematikken langs vassdraget. Fiske-, rekreasjons- og andre bruksinteresser i vassdraget må det bli tatt tilbørlig hensyn til ved gjennomføringen av undersøkelsen.

Konkretisering av målsettingen:

Undersøkelsen må legges opp og gjennomføres på en slik måte at observasjonsmaterialet gir grunnlag for å vurdere:

- vassdragets vannkvalitet og biologiske tilstand i henhold til forskjelligeartede hydrologiske og klimatiske situasjoner, aktiviteter i nedbørfeltet o.l.,
- forurensningssituasjonen i vassdraget sett i relasjon til eventuelle reguleringsinngrep,
- minstevannføringen på de mest utsatte elvestrekningene,
- vassdragets brukbarhet som drikkevannskilde og som resipient for kommunalt og industrielt avløpsvann - nå og i fremtiden,
- innflytelse av en eventuell regulering på forholdene i vassdraget i rekreasjonssammenheng (bading, turisme o.l.),
- endring av vassdragets økologiske tilstand som følge av et eventuelt reguleringsinngrep,
- omfang og art av forurensningsbegrensende tiltak.

#### 4. UNDERSØKELSESOPPLEGG

##### 4.1 Generelt

Som nevnt varierer både de fysiske-kjemiske og biologiske forhold i et vassdrag med tiden. Det gjør seg gjeldende både sesong-, år- og langtidsvariasjoner. Dette har sammenheng med endringer i klimatiske og hydrologiske forhold samt sesongbetonte aktiviteter og utslipp (forskjellige jordbruksaktiviteter, sesongbetont industri o.l.). En vassdragsundersøkelse må derfor spenne over et relativt langt tidsrom med relativt hyppige observasjoner slik at forholdene under de forskjellige situasjoner kan bli tilstrekkelig dokumentert.

Undersøkelsesopplegget må etter vår mening inneholde følgende momenter:

#### 4.2 Registreringsdata:

En helhetsvurdering av vassdragssituasjonen må bl.a. hvile på et registreringsmateriale, dvs. en kartlegging og analyse av en rekke forhold og aktiviteter som virker inn på vannets kvalitative tilstand. Med slike registreringsdata forstås:

- geologi og kvartærgeologi
- arealutnyttelse
- bosetting og menneskelige aktiviteter
- industri- og gruvevirksomhet o.l.
- vannforsyning, utslippssteder og -anordninger
- reguleringsinngrep
- nedbør og klimaforhold i de forskjellige områder
- dreneringsforhold (overflatevann/grunnvann)
- vannføringsforhold nå og i fremtiden (med og uten ytterligere reguleringer).

Dette materialet må systematiseres og bearbeides på en slik måte at det er mulig å anvende det ved beregning av forurensningsbelastninger på de forskjellige elveavsnitt.

#### 4.3 Fysisk-kjemiske undersøkelser:

Fra et sett stasjoner som er omhyggelig valgt ut fra hydrologiske forhold, forurensningsutslipp o.l., samles det rutinemessig inn prøver etter en på forhånd fundert prøvetakingsfrekvens. I denne sammenheng vil det også bli behov for referansestasjoner.

Prøvetakingsfrekvensen og analyseparametrene må velges slik at observasjonsmaterialet gir tilstrekkelig informasjon om:

- variasjonsmønsteret for vannets generelle kjemiske kvalitet
- " i elvens partikulære materialtransport
- " for vannets innhold av næringssalter
- " for vannets innhold av organisk stoff
- " for vannets innhold av tungmetaller.



Materialet må være av en slik art at det gir grunnlag for statistiske beregninger eller forståelse av utviklingstendensen på lang sikt.

#### 4.4 Biologiske undersøkelser

Floraens og faunaens kvalitative og kvantitative sammensetning i et vassdrag gir et integrert og nyansert bilde av miljøforholdene eller tilstanden i vassdraget. Organismesamfunnets sammensetning og struktur avspeiler forurensningsbelastning og andre inngrep som virker inn på vassdragstilstanden gjennom en lengre periode. Dertil kommer at organismelivet er en følsom parameter, dvs. at organismene reagerer på f.eks. forurensninger og ytre forandringer før disse kan påvises ved kjemiske metoder. Ved denne undersøkelse vil det i første rekke bli lagt vekt på å belyse økosystemets struktur (dvs. biomasse, artssammensetning osv.), men det er også viktig å få belyst funksjonelle sider som produksjon, næringskjeder, næringsaltsyklus som er viktige parametre ved vurdering av vassdragssystemet og eventuelle endringer i produksjonsforhold o.l. på grunn av reguleringsinngrep.

Et biologisk observasjonsmateriale vil være av stor verdi ved tolking og vurdering av virkninger av forurensningsutslipp. Videre er det de biologiske forhold i vassdragene som oftest direkte berører brukerinteressene.

I praksis må undersøkelsen gjennomføres ved at det på et sett utvalgte stasjoner (fortrinnsvis de samme områder som det samles inn fysisk-kjemiske prøver fra) relativt ofte foretas kvalitative og kvantitative undersøkelser av begroingsutvikling, høyere vannvegetasjon og bunnfauna. Hensikten med disse undersøkelsene er å fremskaffe dokumentasjonsmateriale om organismesamfunnets variasjonsmønster (kvalitativt og kvantitativt) med tiden. Samtidig må det også bli samlet inn prøver (kvalitativt og kvantitativt) av driftorganismer. I innsjøer må det samles inn kvantitative prøver av plante- og dyreplankton.

Under spesielle vannføringssituasjoner bør det samles inn prøver for algetesteksperiment. Ved disse forsøk vil veksthemmende og vekstfremmende egenskaper ved vannet bli bestemt. Resultatene av disse under-

søkelser vil kunne anvendes ved vurdering av hvilke krav man må stille ved utslipp av avløpsvann til vassdraget.

#### 4.5 Bakteriologiske undersøkelser

Bakteriologiske analyser (koliforme bakterier og kimtall) gir opplysninger om i hvilken grad vannet er forurenset med kloakkvann og naturgjødselstoffer. Slike opplysninger er av vesentlig betydning ved vurdering av vannets kvalitet i hygienisk sammenheng (drikkevann for mennesker og dyr, vannets (vassdragets) kvalitet i rekreasjonssammenheng o.l.). Arbeidet på dette felt må koordineres med helsemyndighetenes undersøkel- sesopplegg eller undersøkelsesbehov.

### 5. FORELIGGENDE UTREDNINGER OG OBSERVASJONSRESULTATER

Av foreliggende utredninger og observasjonsresultater som har stor betydning ved vurdering av forurensningssituasjonen i Orkla, kan nevnes:

#### Klima - meteorologi - hydrologi:

1. Kvifte, G. og Opsahl, B. 1973. Uttalelse om reguleringen av Øvre Orkla. Rapport fra Utvalg for landbruksmeteorologisk forskning, Ås, november 1973.
2. Kanavin, E.V. 1974. Hydrologiske forhold om vinteren i Orkla. Vurdering av de endringer man kan vente i temperatur- og isforhold ved den planlagte regulering og utbygging av vassdraget. NVE-rapport mai 1974. (Bilag 1)
3. Kraftverkene i Orkla: Utbyggingsplan og konsesjonssøknad.
4. Kraftverkene i Orkla 1974: Vassføringskurver for årene 1942-1966. KVO-rapport oktober 1974 (Bilag 3).
5. Aamot, Tor: Limnigrammer 1974 for Børset vannmerke. Kopi av limnigrammer fra NTH, Inst. for vassbygging (brev av 6. des- 1975).

#### Kartlegging av aktiviteter, arealbruk o.l.:

1. Selmer-Olsen, R. 1974. Ingeniørgeologisk oversikt. Utredning i forbindelse med utbygging av Orkla-vassdraget. Trondheim 4. og 10. juni 1974 (Bilag 2).

2. Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, Utbyggingsavdelingen 1974.  
Orkla-vassdraget. Resipientstudier. Rapport nr. 1. Registrering av bruksinteresser (Bilag 11).

Fysisk-kjemiske undersøkelser:

1. Snekvik, E. 1967. Vassdrag i Trøndelag., gruveforurensningsproblemer og fisket. Vann nr. 2, 1967.
2. Snekvik, E. 1967. Orkla- metallforurensninger. Ås 4. oktober 1967.
3. Snekvik, E. 1969. Kadmium i Orkla-serien 7. februar 1969.  
Ås 17. april 1969.
4. Snekvik, E. 1969. Orkla-vassdraget - prøvetaking og analyser av månedlige prøver fra 8 lokaliteter i 1968/1969. Vollebekk 29. mai 1969.
5. Snekvik, E. 1974. Forestående utbygging av Orkla-vassdraget. Utbyggingens virkninger på den lakseførende del av Orkla-vassdraget.  
Ås 4. desember 1974.
6. Snekvik, E. 1975. Kraftutbyggingens virkninger på den lakseførende del av Orkla-vassdraget. Foreløpig vurdering av utbyggingens følger for forurensningen i Orkla fra virksomheten ved Løkken gruber.  
Ås 10. april 1975.
7. Snekvik, E. 1976. Analyseutskrifter fra 1974/75 for prøver i Raubekken og Orkla nedenfor Storås (pH, kons. tot. h.h, jern, sink, kobber)
8. NIVA, 1976. Analyseutskrifter for kjemiske komponenter (pH, kond., jern, kobber, sink, kalsium, magnesium og sulfat) for prøver samlet inn i Raubekken og Orkla nedenfor Storås i tidsrommet april 1975 - mars 1976. Undersøkelsen utføres etter oppdrag fra Orkla industrier A/S, Grube-seksjonen. Rapport under utarbeidelse.




Biologiske undersøkelser:

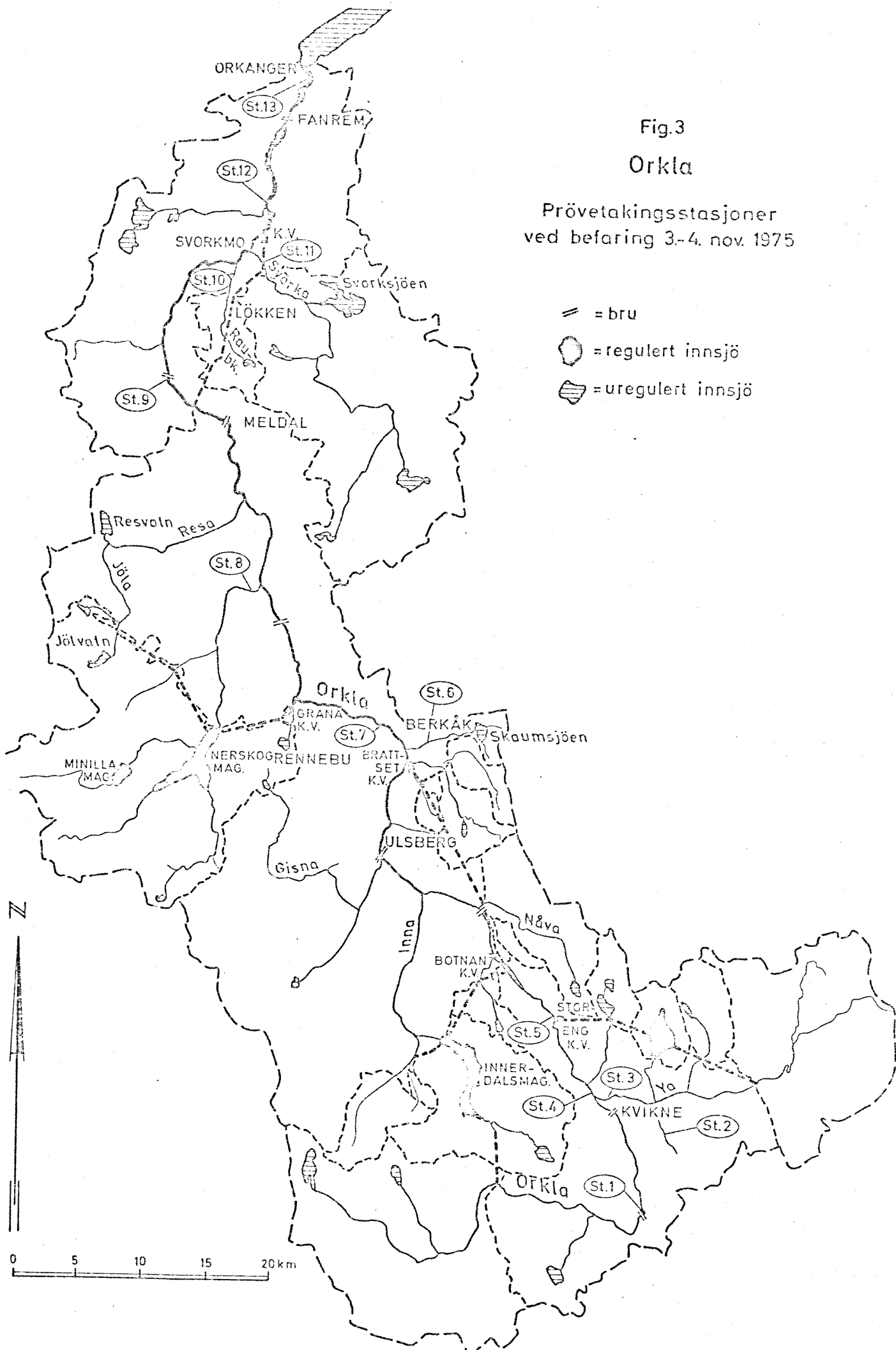
1. Johnsen, B.O. 1973: Fiskeribiologiske undersøkelser i Øvre Orkla-vassdraget (Kvikne) sommeren 1972. Rapport nr. 13, 1973 fra Laboratoriet for ferskvannøkologi og innlandsfiske. Det Kgl. N.Vit.S., Museet, Trondheim (Bilag 4).
2. Gunnerød, T.B. et al. 1974. Utbyggingens virkninger på den lakseførende del av Orkla-vassdraget. Rapport fra Direktoratet for vilt og ferskvannsfiske. 10. desember 1974. (Bilag 13)

Fig.3

Orkla

Prøvetakingsstasjoner ved befaring 3.-4. nov. 1975

-  = bru
-  = regulert innsjø
-  = uregulert innsjø



Tabell 2

Tidsrom 3.-4. november 1975

Lokalitet: Orkla med bielver

| St.               | Vann-<br>føring | Temp.<br>°C | pH   | Kond.<br>µS/cm | Turb.<br>JTU | Tot.<br>Fe | Cl<br>mg/l | SO <sub>4</sub> | Ca<br>mg/l | Mg<br>mg/l | Na<br>mg/l | K<br>mg/l | Tot.<br>N | Tot.<br>P | Cu<br>µg/l | Zn   | Alk.<br>4,0 | Alk.<br>4,5 | Cd<br>µg/l | Org.C.<br>µg/l |
|-------------------|-----------------|-------------|------|----------------|--------------|------------|------------|-----------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------|-------------|-------------|------------|----------------|
| Orkla             |                 |             |      |                |              |            |            |                 |            |            |            |           |           |           |            |      |             |             |            |                |
| 1                 |                 | 2,7         | 7,65 | 70,0           | 0,8          | 30         | 0,7        | 6,4             | 12,4       | 0,94       | 0,69       | 1,56      | 140       | 4         | 6,5        | <10  | 6,95        | 7,03        | 0,16       | 2,0            |
| 4                 |                 | 3,4         | 7,43 | 51,7           | 0,4          | 50         | 0,7        | 5,8             | 8,6        | 0,85       | 0,78       | 1,14      | 130       | 5         | 9,0        | <10  | 4,27        | 5,07        | 0,08       | 2,5            |
| 5                 | 23,8            | 3,4         | 7,46 | 46,5           | 0,4          | 50         | 0,8        | 5,3             | 7,7        | 0,77       | 0,78       | 1,00      | 140       | 7         | 8,5        | <10  | 3,79        | 4,56        | 0,08       | 2,5            |
| 7                 |                 | 3,6         | 7,35 | 44,5           | 0,5          | 60         | 1,0        | 4,8             | 7,0        | 0,70       | 0,90       | 0,90      | 110       | 3         | 8,5        | <10  | 3,61        | 4,39        | 0,06       | 2,0            |
| 9                 |                 | 3,6         | 7,40 | 45,5           | 0,9          | 50         | 1,4        | 4,0             | 7,2        | 0,68       | 1,20       | 0,78      | 170       | 5         | 6,0        | <10  | 3,63        | 4,42        | 0,30       | 2,0            |
| 12                |                 | 3,9         | 7,31 | 54,0           | 1,8          | 300        | 1,8        | 7,3             | 8,2        | 0,79       | 1,48       | 0,73      | 360       | 8         | 31,5       | 80   | 3,70        | 4,47        | 0,46       | 2,5            |
| 13                |                 | 4,0         | 7,31 | 58,0           | 1,9          | 270        | 2,3        | 7,3             | 8,8        | 0,86       | 1,80       | 0,80      | 280       | 14        | 30,5       | 75   | 3,94        | 4,71        | 0,56       | 3,0            |
| Bielver til Orkla |                 |             |      |                |              |            |            |                 |            |            |            |           |           |           |            |      |             |             |            |                |
| 2                 |                 | 3,7         | 5,10 | 43,5           | 4,7          | 113        | 0,9        | 15,0            | 3,6        | 0,94       | 0,87       | 0,70      | 190       | 7         | 24,0       | 55   | 0,26        | 0,80        | 0,36       | 5,0            |
| 3                 |                 | 3,4         | 7,18 | 35,5           | 0,5          | 70         | 0,6        | 5,6             | 5,0        | 0,77       | 0,82       | 0,72      | 120       | 4         | 15,0       | <10  | 2,56        | 3,30        | 0,34       | 2,0            |
| 6                 |                 | 4,2         | 6,97 | 57,0           | 3,8          | 1250       | 2,0        | 10,0            | 8,8        | 0,87       | 1,52       | 0,48      | 190       | 4         | 34,0       | 75   | 3,19        | 3,98        | 0,20       | 4,0            |
| 8                 |                 |             | 7,32 | 31,3           | 0,4          | 60         | 1,4        | 2,1             | 4,7        | 0,49       | 1,21       | 0,40      | 120       | 3         | 5,0        | <10  | 2,60        | 3,37        | 0,06       | 2,5            |
| 10                |                 | 3,6         | 3,54 | 450,0          | 46,0         | 22000      | 4,7        | 210             | 19,5       | 6,40       | 4,50       | 0,80      | 390       | 63        | 2450       | 5400 | -           | -           | 10,0       | 4,0            |
| 11                |                 | 4,6         | 7,26 | 50,1           | 0,6          | 100        | 2,8        | 3,1             | 8,0        | 0,66       | 2,08       | 0,36      | 230       | 5         | 6,5        | <10  | 3,89        | 4,68        | 0,06       | 3,0            |

3. Langeland, A. 1975. Ørretbestandene i Øvre Orkla, Falsingsjøen, store Sverjesjøen og Grana sommeren 1975. Rapport nr. 29, 1975 fra Laboratoriet for ferskvannøkologi og innlandsfiske. Kgl. N.Vit. S., Museet. Rapport Zool. Ser. 1975-12.
  
6. BEFARING Orkla 3.-4. november 1975 - presentasjon av og kommentarer til observasjonsmaterialet.

Ved befaring langs Orkla den 3. og 4. november 1975 ble det samlet inn prøver fra i alt 13 stasjoner (7 stasjoner i hovedelva og 6 i diverse bielver) nemlig:

- St. 1 Orkla v/Orkelbogen (like oppstrøms riksvei)
- St. 2 Storbekken (sideelv Ya) nedstrøms nedlagte gruver
- St. 3 Ya v/ Ya bro
- St. 4 Orkla nedstrøms samløp
- St. 5 " v/ Naaverdal bru
- St. 6 Skauma v/ Underdals gruber
- St. 7 Orkla v/ bro Vangseng
- St. 8 Grana v/ riksvei
- St. 9 Orkla v/ Fosheim (Fo) bro
- St. 10 Raubekken v/ første bro ovenfor hovedvei
- St. 11 Svorka før samløp Orkla
- St. 12 Orkla v/ Vormstad bru (Solbu)
- St. 13 " v/ bru på Agdenesv.

Prøvetakingsstasjonene er angitt på fig. 3 og analyseresultatene er fremstilt i tabell 2.

#### Kommentarer til resultatene:

##### pH:

Vannet var i hovedvassdraget overalt svakt basisk men med avtagende pH nedover vassdraget. Spesielt kan man merke seg små sprang i pH-verdien nedstrøms Ya i Kvikne og Raubekken ved Svorkmo. Begge disse tilløp hadde lavere pH enn hovedelva - vannet i Raubekken var meget surt. Vannets pH må sees i relasjon til berggrunnens sammensetning (kambro-silur), samt gruve drift i nedbørfeltene til Ya, Skauma og Raubekken.

##### Konduktivitet - saltholdighet:

Konduktivitetsverdiene, som er et mål for vannets innhold av salter,

avtok fra ca. 70  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ved Orkelbogen til ca. 45  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ved Meldal. Videre nedover elva økte verdiene noe. Verdiene er av en størrelsesorden man normalt finner i vann som drenerer områder med sterkt omdannet kambro-silur-berggrunn. Vannet i Ya og Grana hadde de laveste konduktivitetsverdier, mens konduktiviteten var omkring 10 ganger høyere i Raubekken enn i vassdraget for øvrig.

Tabell 3 Orkla 3.-4. november 1975. Kjemiske komponenter  
i mekv./l.

| St. | Ca    | Mg    | Na    | $\Sigma\text{Kat.}$ | Ka    | Cl    | $\text{SO}_4$ | $\text{HCO}_3$ | $\Sigma\text{An.}$ |
|-----|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|---------------|----------------|--------------------|
| 1   | 0,619 | 0,077 | 0,030 | 0,040               | 0,766 | 0,020 | 0,133         | 0,703          | 0,856              |
| 4   | 0,429 | 0,070 | 0,034 | 0,029               | 0,562 | 0,020 | 0,121         | 0,507          | 0,648              |
| 5   | 0,384 | 0,063 | 0,034 | 0,026               | 0,507 | 0,023 | 0,110         | 0,456          | 0,589              |
| 7   | 0,349 | 0,058 | 0,039 | 0,023               | 0,469 | 0,028 | 0,100         | 0,439          | 0,567              |
| 9   | 0,359 | 0,056 | 0,052 | 0,020               | 0,487 | 0,039 | 0,083         | 0,442          | 0,564              |
| 12  | 0,409 | 0,065 | 0,064 | 0,019               | 0,557 | 0,051 | 0,152         | 0,447          | 0,650              |
| 13  | 0,439 | 0,071 | 0,078 | 0,020               | 0,608 | 0,065 | 0,152         | 0,471          | 0,688              |

### Turbiditet

Turbiditetsverdiene, som er et mål for vannets partikkelinnhold var overalt lave i hovedelva men økte noe nedover vassdraget. Spesielt er det grunn til å merke seg noe høyere turbiditetsverdier nedstrøms Svorkmo. Dette synes å ha sammenheng med den høye turbiditetsverdien (46 JTU) i Raubekken. Ellers var turbiditetsverdiene i Storbekken, Skauma, relativt høy.

Vannets ledningsevne eller konduktivitet er i naturlig vann vesentlig bestemt av kalsium, magnesium, natrium, kalium, klorid, sulfat og hydrogenkarbonat. Av tabell 3, som viser konsentrasjonsverdiene i mekv./l, går det frem at kalsium og hydrogenkarbonat er det dominerende ionepar, men sulfatkonsentrasjonene spiller også en viss rolle. Variasjonsmønsteret er som for konduktiviteten: avtagende verdier nedover vassdraget til Svorkmo, derfra er det igjen en viss økning å spore. Dette kan ha sammenheng med avrenning fra gruvevirksomheten på Løkken, men avrenning

fra marine sedimenter i de nederste delene av vassdraget kan spille en viss rolle.

### Jern

I hovedelva var vannets jerninnhold lavt helt ned til Svorkmo. De relativt høye verdier i elvens nedre deler har uten tvil sammenheng med jerntilførsel fra gruveområdet på Løkken idet Raubekken inneholdt hele 22 mg Fe/l. Både i Storbekken på Kvikne og Skauma ved Berkåk var jerninnholdet relativt høyt. Disse bekker fører drensvann fra gruveområder.

### Næringssalter (total fosfor og total nitrogen)

Vannets innhold av næringssalter var relativt lavt men med en viss økning nedover vassdraget. I Raubekken som er belastet med kommunalt avløpsvann fra Løkken hadde vannet et høyt innhold av totalfosfor.

### Tungmetaller

Vannets innhold av tungmetaller avspeiler gruvevirksomheten i området. I hovedelva er således konsentrasjonsverdiene av både kobber, sink og kadmium av en helt annen størrelsesorden nedenfor samløp Raubekken enn ovenfor. Tungmetallkonsentrasjonene er her så høye at det er betenkelig ut fra et toksikologisk synspunkt. Konsentrasjonsverdiene for tungmetaller er etter norske forhold relativt høye også for elvestrekningen oppstrøms Svorkmo. I selve Raubekken var konsentrasjonsverdiene for tungmetallene meget høye. Både i Storbekken og Skauma var også tungmetallverdiene relativt høye.

### Organisk karbon

Vannets innhold av organisk karbon var lavt og det var liten variasjon nedover vassdraget. I Storbekken, Skauma og Raubekken var konsentrasjonsverdiene noe høyere.

### Konklusjon

Prøvetakingsmaterialet fra befaringen langs Orkla den 3. og 4. november 1975 viser at vannet i vassdraget stort sett er svakt basisk og moderat saltholdig etter norske forhold. Vannets næringssaltinnhold var på prøvetakingstidspunktet relativt lavt. Avrenningsvannet fra gruveom-



råder i nedbørfeltet, særlig i Løkkenområdet, gjorde seg til dels sterkt gjeldende for ellevannets kjemiske vannkvalitet (kfr. tungmetallsalter). Tungmetallverdiene nedstrøms Svorkmo er så høye at de må ansees betenkelige i en biologisk sammenheng.

7. FORELIGGENDE OBSERVASJONS- OG REGISTRERINGSMATERIALE SETT I RELASJON TIL EN EVENTUELL VASSDRAGSUNDERSØKELSE.

#### Registreringsdata

Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, Utbyggingsavdelingen (1974), har samlet inn og stilt sammen en rekke registreringsdata angående arealfordeling, jordbruksaktiviteter, befolkning, industri, avløpsforhold, fritidsaktiviteter o.l. i Orkladalføret. Dette materiale gir et viktig og nyttig oversyn over forurensningssituasjonen i nedbørfeltet. Imidlertid er det nødvendig å strukturere, systematisere samt eventuelt komplettere dette materiale ytterligere, slik at det lettere kan anvendes ved vurderingen og beregningen av vassdragstilstanden som en funksjon av nedbørfeltets geologiske oppbygging og de aktiviteter som pågår der. Dette er spesielt viktig ved vurdering av reguleringsinngrepets betydning for vassdragstilstanden, diskusjonen angående minstevannføring o.l.

#### Meteorologiske og hydrologiske forhold:

Variasjonene i vannføringsforholdene i et vassdrag er av fundamental betydning for de biologiske forhold i vassdraget. Spesielt er forholdene under lavvannsføringen av stor interesse i denne sammenheng, særlig hvis vassdraget i vesentlig grad tilføres forurensninger. Godt dokumentasjonsmateriale om vassdragstilstanden under slike forhold er en nødvendig forutsetning for å kunne ta stilling til minstevannføring ved et reguleringsinngrep sett i forurensningssammenheng.

De hydrologiske forhold på de forskjellige elvestrekninger for årene 1942-1966 er fremstilt av kraftverkene i Orkla: Vassføringskurver (Bilag 3). For disse årene er også vannføringen beregnet ved en simulert kjøring av kraftverkene i Orkla basert på ukemidler. Disse data vil være av stor betydning ved beregning av forurensningsbelastninger o.l. Mate-

rialet bør kompletteres med data angående vannføringsforholdene i de senere år. Vannføringsforholdene under en eventuell undersøkelsesperiode er av spesiell stor betydning.

Nødvendig meteorologisk og klimatisk materiale i denne sammenheng ansees bli dekket ved data fra det offisielle meteorologiske stasjonsnett.

#### Fysisk-kjemiske forhold

Vannets temperatur i Orkla vinterstid samt isforholdene i vassdraget er inngående behandlet av E.V. Kanavin i NVE-rapport, august 1974 (Bilag 1). Samme rapport inneholder også data om variasjoner i vanntemperaturen over året. Ved Iskontoret, Hydrologisk avdeling i NVE, blir det opplyst at vannets temperatur på 4-5 steder i Orklavassdraget nå blir kontinuerlig registrert både sommer og vinter og at denne registreringen har pågått siden Kanavins undersøkelser startet i 1971. Dette materiale vil være av stor interesse og betydning ved vurdering av det biologiske utviklingsforløp i vassdraget.

Vitenskapelig konsulent Einar Snekvik ved Direktoratet for vilt ferskvannsfiske, Fiskeforskningen, Ås, har siden 1968 samlet inn et stort materiale angående tungmetallkonsentrasjoner, pH, konduktivitet og total hardhet fra Orkla. Materialet fra 1968-1969 omfatter hele vassdraget, mens han i de senere år har konsentrert seg om forholdene i vassdraget nedstrøms Svorkmo (Snekvik april 69, mai 69 og april 75). Det foreligger også et stort materiale fra de senere år som nå vil bli bearbeidet i samarbeid med NIVA. Materialet fra Kvikneområdet er diskutert av Snekvik (1969) og Langeland(1975). Tungmetallforurensningene i Orkla sett i relasjon til reguleringsinngrepet er diskutert av Snekvik (1975). Snekviks konklusjon går ut på at gruveforurensningens innvirkning på Orkla vil generelt sett bli bedret i vinterhalvåret, mens forholdene i enkelte sommermåneder kan bli forverret. Forurensningskonsentrasjonen vil for øvrig være avhengig av "gunstige" kontra "ugunstige" vannføringer. Spesielle problemer kan oppstå under lokale flommer, driftsstans o.l.

Bortsett fra analyseresultatene av prøver samlet inn 3. og 4. november 1975, foreligger det ikke, så vidt NIVA kjenner til, analyseresultater som viser konsentrasjonsverdier for næringssalter, organisk stoff o.l., bortsett fra noen  $KMO_4$ -tall fra 1972 (Johnsen 1973), fra Orklavassdraget. Ifølge Snekvik (1974) kan vannet i Orkla være temmelig brunfarget. Årsaken til dette er imidlertid ikke undersøkt ennå.

### Biologiske forhold

I forbindelse med reguleringsplanene for Orkla har Direktoratet for vilt og ferskvannsfiske foretatt en fiskeribiologisk undersøkelse av den lakseførende del av vassdraget (Gunnerød et al. 1974), mens Johnsen (1973) og Langeland (1975) fra Universitetet i Trondheim, Museet, har beskrevet de fiskeribiologiske forhold i de øvre deler av vassdraget (Kvikne). I den forbindelse foreligger det også noen data om fiskens mageinnhold og bunndyrfaunaen i Falningssjøen. Ved siden av at disse rapporter beskriver de generelle fiskeforhold i vassdraget i dag blir også reguleringsens betydning for fisket diskutert først og fremst i relasjon til tungmetallbelastningen.

## 8. SYNSPUNKTER PÅ NØDVENDIGHETEN AV FORTSATTE UNDERSØKELSER

8.1 Det foreligger et relativt stort observasjons- og utredningsmateriale om forurensningsaktiviteter i nedbørfeltet, samt fysiske, kjemiske og fiskebiologiske forhold i Orkla. Eventuelle virkninger av et reguleringsinngrep er også diskutert.

Imidlertid er det etter vår mening nødvendig å komplettere de foreliggende registrerings- og observasjonsdata for at de kan danne tilstrekkelig bakgrunnsmateriale for en hethetsvurdering av reguleringsinngrepets virkninger på Orkla.

8.2 Det foreliggende registreringsmateriale bør kompletteres, systematiseres og bearbeides på en slik måte at det lett kan anvendes ved en beregning og vurdering av forurensningssituasjonen på de forskjellige elveavsnitt - før og etter reguleringsinngrepet.

8.3 Det hydrologiske materiale bør kompletteres med observasjonsresultater fra de senere år. Det antas at vannføringen på andre steder i vassdraget enn det som er angitt i Bilag 3, bør beregnes.

8.4 Som nevnt pågår det for tiden en undersøkelse av vannets innhold av tungmetaller i elven nedstrøms Svorkmo. Dessuten foreligger det også en del analyseresultater av tungmetaller fra vassdragets øvre deler (Kvikneområdet). Fra et generelt forurensningssynspunkt er det, utover de undersøkelser som pågår, nødvendig å samle inn prøver for bestemmelse av næringssalter, organisk stoff m.m. fra et fast stasjonsnett. Denne prøveinnsamling bør foregå over minst ett år med relativt ofte uttak av prøver. Fra de øverste deler av Orkla bør også tungmetallproblematikken vurderes ytterligere.

8.5 Det foreligger lite dokumentasjonsmateriale angående de generelle biologiske forhold i Orkla. Dette gjelder både begroingsorganismer (påvekstalger, heterotrof vekst, høyere vannvegetasjon o.l.) så vel som bunndyr og bakteriologiske forhold. En undersøkelse av disse forhold er av generell interesse for å bedømme den nåværende forurensningssituasjon i vassdraget, men en dokumentasjon av disse forhold er av enda større betydning når reguleringsinngrepets betydning i forurensningssammenheng skal vurderes.

8.6 En grundig analyse av forurensningsbelastningen sett i relasjon til de biologiske forhold i vassdraget er nødvendig for å kunne ta standpunkt til omfanget av forurensningsbegrensende tiltak i vassdragets nedbørfelt. Vi vil derfor anbefale at det foreliggende registrerings- og observasjonsmateriale som er nevnt ovenfor blir komplettert med et systematisk undersøkelsesopplegg som fanger inn manglende og nødvendige data (nevnt ovenfor). Det samlede materiale blir så til slutt analysert og bearbeidet på en slik måte at det kan gi grunnlag for en vurdering av reguleringsinngrepets betydning og innflytelse på de øvrige interesser som knytter seg til vassdraget.