



# Statlig program for forurensningsovervåking

## Rapport 771/99

Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjon

Norsk institutt for luftforskning

## Tiltaksorientert overvåking i Orkla

Resultater fra 1998



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.: O-800210	Undernr.:
Løpenr.: 4061-99	Begr.:

<b>Hovedkontor</b> Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo B Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	<b>Sørlandsavdelingen</b> Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	<b>Østlandsavdelingen</b> Rute 866 2312 Ornestad Telefon (47 65) 76 752 Telefax (47 65) 76 653	<b>Vestlandsavdelingen</b> Thormøhlenstgt 55 5008 Bergen Telefon (47 5) 32 56 40 Telefax (47 5) 32 88 33	<b>Akvaplan-NIVA A/S</b> Søndre Tollbugate 3 5000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509
--	---	--	--	--

<b>Rapportens tittel:</b> <b>Tiltaksorientert overvåking i Orkla.</b> <b>Resultater fra året 1998</b>  (Rapport nr 771/99 i Statlig program for forurensningsovervåking TA. – 1659/1999)	<b>Dato:</b> Trykket: 31. mai 1999
	<b>Faggruppe:</b> Vassdrag
<b>Forfatter(e):</b> Aanes, Karl Jan Romstad, Randi	<b>Geografisk</b> Sør-Trøndelag
	<b>Antall sider:</b> <b>Opplag:</b> 81

<b>Oppdragsgiver:</b> Fylkesmannen's Miljøvernadv. Sør-Trøndelag, Statens forurensningstilsyn (SFT) (Statlig program for forurensningsovervåking)	<b>Oppdragsg.</b>
---	-------------------

## Ekstrakt:

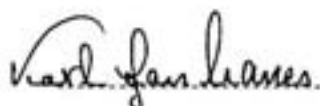
Vannkvalitet og biologiske forhold i Orkla er undersøkt spesielt med henblikk på å overvåke effekter av reguleringsinngrep og forurensning av tungmetaller fra nå nedlagte gruver i nedbørfeltet. I 1998 viser undersøkelsene at de nederste 15 km av Orkla fra Svorkmo og ut til sjøen har som tidligere en vannkvalitet med noe høye konsentrasjoner av kobber og sink, men overvåkingen har vist at forholdene klart har bedret seg gjennom de siste årene. I 1998 var innholdet av kobber og sink sunket ytterligere og årsmiddelverdien var nå henholdsvis 6,4 µg Cu/l og 17,5 µg Zn/l. Overvåkingen har vist at det på dette vassdragsavsnittet har vært avtagende effekter på begroing og bunndyrssamfunn og de biologiske forhold er nå tilnærmet normale.

4 emneord, norske

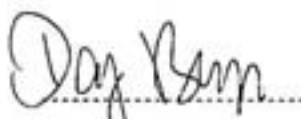
1. Forurensningsovervåking
2. Orkla, 1998
3. Gruveforurensninger
4. Vassdragsreguleringer

4 emneord, engelske

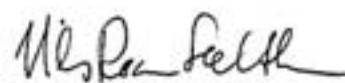
1. Pollution monitoring
2. Orkla river, 1998
3. Mining pollution
4. Hydro Power Regulation



Prosjektleder  
Karl Jan Aanes



Forskningsleder  
Dag Berge



Forskningssjef  
Nils Roar Sæthun

ISBN 82 - 577 - 3665 - 1

**O - 8 0 0 2 1 0**

**TILTAKSORIENTERT OVERVÅKING**

**I**

**ORKLA**

**1 9 9 8**

*Oslo, 30.mai 1999*

*Saksbehandler : Karl Jan Aanes*

*Medarbeidere : Pål Brettum  
Eigil R. Iversen  
Randi Romstad  
Magne Grande*

## FORORD

*Denne undersøkelsen er utført etter oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT) gjennom Fylkesmannens Miljøvernavdeling i Sør Trøndelag, og inngår i det Statlig program for forurensningsovervåking. Undersøkelsen finansieres som et samarbeidsprosjekt av Kraftverkene i Orkla, Gruveprosjektet og SFT.*

*Kraftverkene i Orkla har utført arbeidet i forbindelse med innsamling av månedlige fysisk-kjemiske vannprøver. Vannprøvene er analysert av analyselaboratoriet ved Næringsmiddelkontrollen i Trondheim og ved NIVA, Oslo. Feltarbeidet for øvrig, med observasjoner og innsamling av biologiske prøver er utført av Magne Grande og Randi Romstad, NIVA, den 23. og 24. september i 1998. Eigil Rune Iversen har stått for sammenstillingen av de fysisk-kjemiske analyseresultatene. Randi Romstad har utført analysene av begroingsmaterialet fra Orkla, samt beskrivelsen av dette materialet. Undertegnede har stått for bearbeidelsen av bunndyr-materialet, vært hovedansvarlig for undersøkelsene og for rapporteringen.*

*Oslo, 30. mai 1999.*

*Karl Jan Aanes  
Prosjektleder*

<b>INNHOOLD</b>	
FORORD .....	2
1. FORMÅL - KONKLUSJONER - TILRÅDNINGER.....	4
1.1 Formål.....	4
1.2 Konklusjoner .....	4
1.3 Tilrådninger .....	5
2. INNLEDNING .....	7
2.1 Områdebeskrivelse .....	7
2.2 Vannbruk, forurensninger og vassdragsreguleringer .....	9
2.3 Andre undersøkelser .....	10
2.4 Målsetting og program .....	10
3. RESULTATER.....	10
3.1 Meteorologi og hydrologi.....	10
3.2 Fysisk-kjemiske undersøkelser.....	15
3.2.1 Stasjoner, prøvetaking og analyser.....	15
3.2.2 Resultater .....	16
3.3 Biologi .....	29
3.3.1 Begroing .....	29
3.3.2 Bunndyr .....	39
3.3.3 Fisk .....	46
4. LITTERATUR .....	48
5. VEDLEGG .....	52

## 1. FORMÅL - KONKLUSJONER - TILRÅDNINGER

### 1.1 Formål

Hovedhensikten med overvåkingsundersøkelsene i Orkla er å holde løpende kontroll med vannkvalitet og generelle biologiske forhold slik at eventuelle utviklingstendenser kan avdekkes og nødvendigheten av tiltak vurderes. Av særlig interesse er det å belyse forekomst og effekter av tungmetaller fra gruveområder, samt eventuelle effekter av de gjennomførte vannkraftsreguleringer i vassdraget.

### 1.2 Konklusjoner

Orkla har fortsatt en vannkvalitet med noe høye konsentrasjoner av metallene kobber og sink fra Svorkmo og videre nedover i vassdraget. I 1998 var middelverdiene ved stasjonen Vormstad henholdsvis for kobber 6.4 µg Cu/l og for sink 17.5 µg Zn/l. Tilsvarende verdier for 1996 og 1997 for disse metallene var henholdsvis: 6.7 og 10.2 µg Cu/l og 20 og 28 µg Zn/l. Det var en betydelig og uventet økning av tungmetall konsentrasjonen i Orkla ved Vormstad våren og forsommeren 1997. Konsentrasjonen av kobber var her i april oppe i 29 µg Cu/l og middelverdien for de fire månedene mai til juni var vel 24 µg Cu/l. Tilsvarende maksimumsverdier fra våren 1998 var 13.7 µg Cu/l og 38.5 µg Zn/l. Dette har sammenheng med store nedbørmengder på våren som falt som regn i nedre deler av nedbørfeltet. Dette kombinert med snøsmelting ga stor avrenning fra gruveområdet. De tiltakene som er gjort for å ta hånd om avrenningen fra gruveområdet ser ikke ut til å ha vært tilstrekkelige til å fungere under en slik unormal nedbør/snøsmeltesituasjon som vi hadde i 1997. Resultatene fra overvåkningen i 1998 viser at den bedring av rutiner og vedlikehold av utstyr som er gjort i ettertid har bidratt til en ytterligere senkning av tungmetallforurensingen i Orkla.

Generelt har trenden vært at tungmetallkonsentrasjonene har avtatt tildels betydelig i Orkla nedenfor Svorkmo når resultatene fra de siste 15 årene sammenstilles. Dette har ført til rikere plantevekst og økt produksjon av bunndyr. Bedringen skyldes tiltak ved Løkken Verk for å redusere forurensningstilførslene, driftsendringer, samt muligens naturlige årsaker. Utjevning av vannføringene i forbindelse med reguleringen har også hatt betydning. Videre føres nå Raubekken inn på kraftverkstunnellen hvor en viss utfelling av metaller kan finne sted før vannet kommer ut i Orkla.

Tilløpselva Ya i Kvikne fikk redusert vannføring i forbindelse med overføring av vann til Falningsjøen (1984). Avrenning fra de nedlagte Kvikne kobbergruver førte til økte kobberkonsentrasjoner (middelverdi i 1993: 39 µg/l) i elva. De høye kobberverdiene førte til at en ca 5 km lang strekning av denne elven nå er tilnærmet fisketom. Etter 1994 er det ikke utført kjemiske undersøkelser i denne delen av vassdraget. Ya var tidligere en god elv for sportsfiske etter ørret.

I Orkla ved Stai i Kvikne, ca 5 km nedenfor samløpet med Ya er det hverken i 1998 eller tidligere rapportert om eller observert skader på fisk, bunndyr eller begroing.

Erosjon i Falningsjøen som følge av reguleringen resulterte tidligere i tilslamming av Orkla nedover forbi Berkåk og Rennebu. De siste 10 år har dette ikke forekommet.

Forøvrig har Orkla en god vannkvalitet med en høy pH og et høyt innhold av kalsium og magnesium. Årlig midlere verdi for pH i Orkla ved Bjørset og Vormstad var i 1998 henholdsvis 7.4 og 7.5. Den gode vannkvaliteten fører til at Orkla i utgangspunktet har et rikt sammensatt plante- og dyreliv, som så igjen skulle gi grunnlag for en god fiskeproduksjon.

Forurensninger fra jordbruk, husholdning og industri utenom gruver gjør seg lite gjeldende i vannmassene som helhet. Ved Stai har analyseresultatene i 1993 og noen år tidligere vist et relativt høyt innhold av næringssalter. Dette er også iaktatt i begroingsamfunnet ved Stai.

Begroingsamfunnene i dette området hadde også i 1998 dominans av arter som indikerer et noe høyere næringsinnhold enn på de øvrige stasjonene.

I begroingsmaterialet fra Yset var det i 1996 noe mere bakterier i algesamfunnet enn tidligere. Dette indikerer at det i perioden før prøvetaking må ha vært markerte tilførsler av lettredbrytbart organisk materiale til vassdraget oppstrøms denne stasjonen. Tilsvarende forhold ble ikke registrert i 1998.

Vi er ikke kjent med aktiviteter som kan ha ført til endringer i forurensningssituasjonen i Orkla i 1998. De høye konsentrasjonene av tungmetaller som ble registrert våren og sommeren 1997 ved Vormstad hadde sammenheng med driftsproblemer ved pumpestasjonen i Løkken som så igjen førte til overløp til vassdraget. Tiltak er nå gjort for å hindre dette i fremtiden.

Det oppsto i 1984 fiskedød i forbindelse med manøvrering av Svorkmo kraftverk. En mindre episode ble også registrert i 1985. Dette skyldtes opphopning og deretter utskylling av tungmetallholdig slam og kloakkvann fra Løkken gjennom kraftverkstunnelen. I årene 1986 - 1992 ble sedimentert slam fjernet fra tunnelen og det er ikke rapportert om uhell i disse årene. I august 1989 ble det bygget et nytt bjelkestengsel for oppsamling av slam i tverrslaget i Løkken. Siden mai 1992 har Raubekken blitt ført i rør fra stengslet og ut gjennom tverrslaget til hovedtunnelen.

Utbyttet av laksefisket har i de senere år vært meget bra i Orkla og nådde i 1987 et rekordnivå på hele 27.6 tonn. Orkla var da rangert som Norges tredje beste lakseelv i fangstutbytte etter Tana og Numedalslågen. I 1996 ble Orkla, som i 1995, rangert som nr. 6 i rekken av de beste lakseelvene i Norge når fangsstatistikken fra elvefisket av laks og sjøørret sammenstilles. Året 1997 var derimot et svært dårlig år for elvene i Trøndelag og dette året havnet Orkla helt nede på en 14. plass på den nasjonale fangststatistikken. Utbyttet var i 1996 vel 9,5 tonn, i 1997 bare 4,4 tonn og i 1998 var fangsten av laks og sjøørret økt igjen til 10.2 tonn. Dette ga Orkla en 7. plass på fangststatistikken over lakseelver i Norge.

### 1.3 Tilrådninger

Tungmetallkonsentrasjonene i de nedre deler av Orkla har avtatt i de senere år, men ligger fortsatt høyere enn naturlig bakgrunnsnivå. Tungmetallavrenningen fra gruveområdene i Kvikne, Meldal og Løkken bør derfor fortsatt holdes under oppsikt. Den unormalt høye tungmetallkonsentrasjonen i Orkla, som ble registrert ved Vormstad i 1997 understreker dette behovet.

Det bør vurderes om det kan gjennomføres tiltak for å redusere tilførslene av kobber til Ya, eventuelt øke vannføringen.

Vannføringen i Orkla gjennom Kvikne kan ikke reduseres ytterligere uten at økende kobberkonsentrasjoner kan gi skadevirkninger på fisket.

Fordi Orkla hører til blant landets viktigste laksevassdrag, kan forurensninger med effekter på fisk og/eller fiskens næringsdyr få alvorlige konsekvenser.

Det har vært gjennomført en rekke tiltak i Løkkenområdet for å redusere tilførslene av metaller til vassdraget. Det er imidlertid ikke sikkert at forholdene ennå har stabilisert seg.

Dette, sammen med mulige langtids-effekter av reguleringen, er viktige grunner for fortsatt overvåking av Orkla.

Overvåkings-programmet for Orkla er også meget viktig som supplement til kontroll-programmet for Løkken for å vite hvor tiltak skal settes inn om skadevirkninger skulle inntreffe.

Orkla er også det eneste større vassdrag i Midt-Norge som har vært under kontinuerlig overvåking siden 1980. Det er derfor sterkt ønskelig å fortsette denne overvåkingen som en referanse også for andre vassdrag i denne regionen og sett i en nasjonal sammenheng.



## 2. INNLEDNING

Overvåkingen av Orklavassdraget er gjennomført fra og med 1980. I 1987 ble programmet for fysisk/kjemiske analyser redusert fra 9 til 6 stasjoner og det ble fortatt en halvering av analysefrekvensene til prøvetaking annenhver måned for endel parametre. Overvåkingen ble først og fremst konsentrert om Orkla i Kvikne og ved Svorkmo. I 1994 ble programmet ytterligere redusert til bare å omfatte avrenningen fra Løkkenområdet samt nedre del av Orkla ved Bjørset og Vormstad, dvs. 3 stasjoner. Det foretas fortsatt en årlig biologisk befaring i september med innsamling av prøver fra bunndyrsamfunnene og begroingen på 8 stasjoner i Orklavassdraget fra Kvikne til Vormstad.

### 2.1 Områdebeskrivelse

Orkla har sitt utspring ved Store Orkelsjøen i Oppdal kommune (fig. 1) og munner ut i Orkangerfjorden, en fjordarm til Trondheimsfjorden. I sitt løp renner den gjennom kommunene Tynset i Hedmark, og Rennebu, Meldal og Orkdal i Sør-Trøndelag. Elva er ca 170 km lang og har et nedbørfelt på ca 2700 km<sup>2</sup>.

En oversikt over arealfordelingen er vist i tabell 1. Lengst sør i nedbørfeltet er det et fjellviddelandskap, ca 1000 m.o.h. Nordover går feltet over i et ås-kollelandskap. Orkladalføret, som på strekningen Návárdal - Berkåk er svært trang, vider seg ut etter hvert. Det er adskillig skog her, og gode jordbruksområder i dalbunnen.

Bosettingen er stort sett konsentrert langs elva ved Kvikne, Berkåk, Rennebu, Meldal, Svorkmo og Orkanger. Det er få innsjøer i nedbørfeltet, og samtlige er lokalisert til Orklas sidevassdrag.

Dalbunnen vider seg ut ved Meldal hvor elva blir bredere og strømførløpet roligere. De største bielvene Orkla tar opp er Ya, Inna, Byna, Grana, Reisa og Svorka.

Berggrunnen i Orklas nedbørfelt er hovedsakelig sedimentære bergarter fra kambro-silur. Disse inneholder kalk og er relativt lett nedbrytbare. Enkelte steder er det innslag av tungt nedbrytbare eruptiver. En rekke steder i nedbørfeltet finnes forekomster av sulfidmalmer og det har vært betydelig gruvevirksomhet i området.

Under siste istid sto havet ca 200 m over nåtidens nivå. Over denne grensen (marine grense) består løsmassene av sand og grusholdig morene. Under den marine grense (lavere enn Meldal) er det mye løsmateriale som ble avsatt av istidens elver i marint miljø.

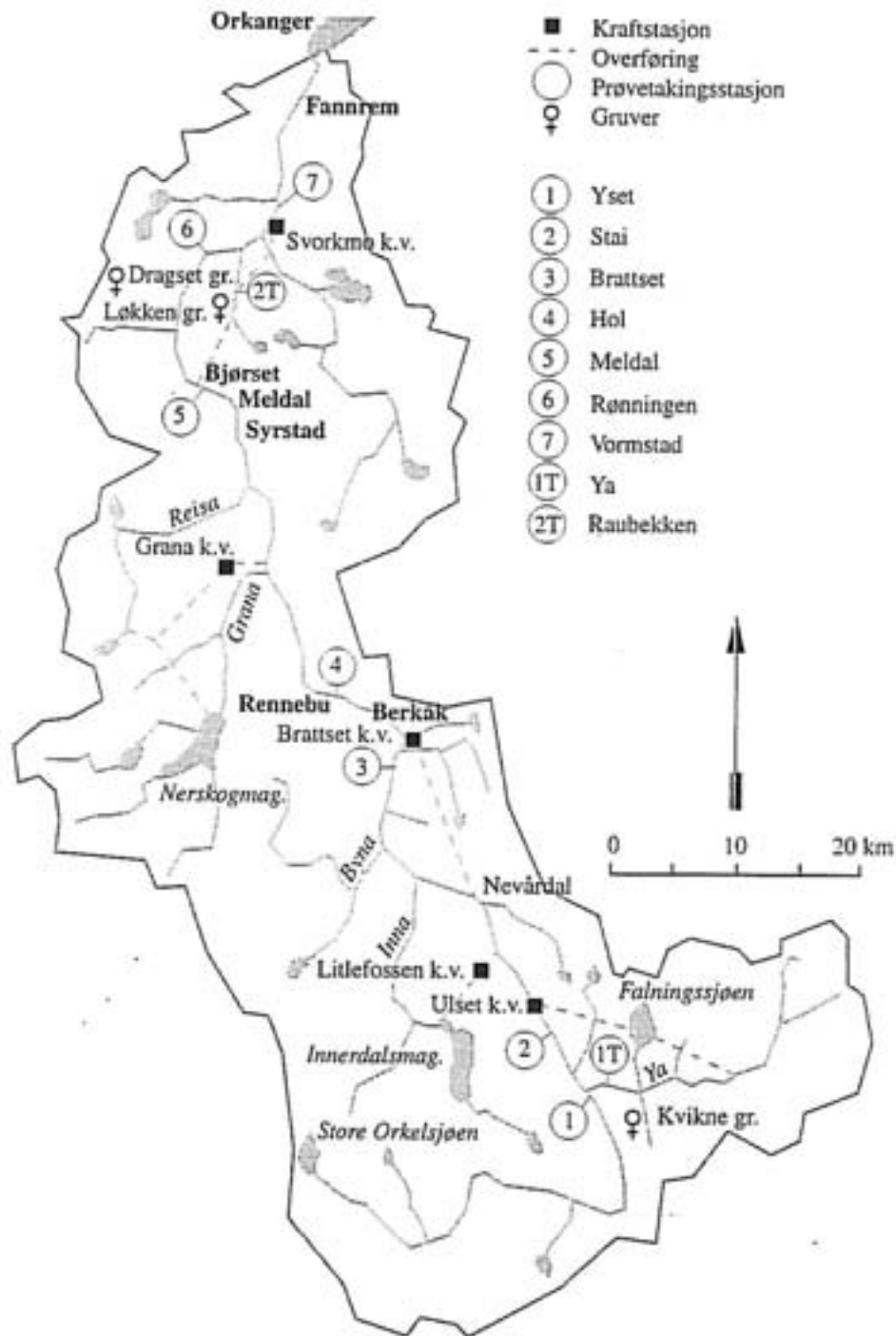


Fig. 1 Orklavassdraget, nedbørfelt og prøvetakingsstasjoner.

## 2.2 Vannbruk, forurensninger og vassdragsreguleringer

### Bruksinteresser

Orkla er en meget god lakseelv og ble rangert som nr. 7 av de norske lakseelvene i 1998 med bakgrunn i antall kilo oppfisket laks og sjøaure gjennom sesongen. Alle aktuelle større kraftverktbygginger er nå gjennomført. Orkla tjener videre som resipient for utslipp fra gruveindustri og kommunalt avløp. Elva benyttes også for jordvanning.

Tabell 1. Arealfordeling i Orklas nedbørfelt

	Tettsted	Dyrket	Skog	Innsjø	Annet (fjell, myr) etc	Total
km <sup>2</sup>	8.1	108	1187	31	1387	2721
%	0.3	4	43.6	1.1	51	100

### Forurensninger

Vannet i Orkla er fra naturens side svakt basisk og har et høyt innhold av elektrolytter (Ca, Mg osv. se tabell : Vedlegg 4). Orklavassdraget er og har lenge vært belastet med tungmetaller fra nedlagt gruveindustri, hvorav kan nevnes Kvikne Kobbergruver i Ya's nedbørfelt, Undal Verk i Skaumas nedbørfelt og Dragset Verk i Vorma's nedbørfelt og til sist Løkken Gruber med avrenning til Raubekken/Svorka. Den sistnevnte betyr også mest i forurensningssammenheng. Forøvrig er forurensningene av beskjedent omfang, og Orkla er lite belastet med organisk materiale og plantenæringsstoffene nitrogen og fosfor.

### Vassdragsreguleringer

Orklavassdraget er betydelig regulert for vannkraftproduksjon. Lokalisering av kraftverk og overføringstuneller er vist på figur 1.

Grana kraftverk ble satt i drift 1. mai 1982.

Orkla, ved Dølvad (Kvikne), ble 1. mai 1982 overført til Innerdalen hvor vannet ble magasinert (Innerdalsmagasinet). I september 1982 ble Litlefossen kraftverk satt i drift. I oktober 1982 ble Garåa ført inn på tunnelen til Litlefossen kraftverk.

Brattset kraftverk ble satt i drift i september-oktober 1982. Nåva, Stavåa, Døllåa og Ulvassåa ble ført inn i tunnelen i september 1982.

Svorkmo kraftverk ble igangsatt i juli 1983. Raubekken ble ført inn på tunnelen i november og Svorka i desember 1983.

Vannføringen i Ya og Falninga ble redusert i forbindelse med begynnende magasinering i Falningsjøen i august 1984. Ulset kraftverk ble satt igang våren 1985.

## 2.3 Andre undersøkelser

Det har tidligere vært foretatt en rekke undersøkelser av Orklavassdraget. En oversikt over en del arbeider i den forbindelse finnes i litteraturlisten bak i denne rapporten. Undersøkelsene har spesielt hatt tilknytning til fiskeforhold i forbindelse med forurensninger og vassdragsreguleringer, men også bruken av vassdraget som resipient og andre brukerinteresser har vært undersøkt.

## 2.4 Målsetting og program

Prøvetaking og plassering av prøvetakingsstasjoner er fastsatt i samråd med Statens forurensningstilsyn (SFT). Det er lagt vekt på å plassere stasjonene i de deler av vassdraget som er eller kan bli utsatt for størst belastning av forurensninger. Fra tidligere undersøkelser av Orkla (Grande m. fl. 1979) er forholdene i vassdraget i hovedtrekkene kjent. Flere av de valgte stasjoner er derfor også identiske med de som tidligere er anvendt. I 1987 ble antall stasjoner for fysisk/kjemisk prøvetaking noe redusert (avsn. 3.2.1). I 1994 ble en ytterligere reduksjon foretatt. Stasjonsplasseringen fremgår av figur 1 og vedlegg 1.

Analyseparametrene ble på samme måte valgt ut fra den aktuelle forurensningssituasjon i vassdraget. Orkla er belastet med forurensning fra gruveindustri og det ble derfor lagt vekt på metallanalyser. Forøvrig ble det også valgt parametre som inngår generelt i den nasjonale overvåking av vannressursene. Vannprøver for kjemiske analyser innhentes månedlig. Endel parametre ble fra 1987 bare analysert annenhver måned (vedlegg 3). Oversikt over analyseparametrene fremgår av vedlegg 2. Prøver av biologisk materiale blir innsamlet under en årlig befaringsreise. I 1987 ble det valgt å ta prøver av begroing og bunndyr under to årlige befaringsreiser. Dette opplegget ble også fulgt i 1988 og 1989. Senere har det igjen bare vært én årlig befaringsreise i september.

## 3. RESULTATER

### 3.1 Meteorologi og hydrologi

#### *Meteorologi*

I tabell 2 er gjengitt temperatur og nedbørdata for 1998 fra Orkla's nedbørfelt. Da den meteorologiske stasjon Sæter i Kvikne ble nedlagt i januar 1989 er opplysninger om nedbør- og temperaturforhold nå hentet fra Meteorologisk Institutt's værstasjon Berkåk (Lyngholt). Dataene er sett i relasjon til måneds- og årnormaler for temperatur og nedbør fra denne stasjonen for 30 årsperioden 1961 - 1990.

Året 1998 var temperaturmessig karakterisert ved en noe varmere temperaturklime (+ 8.4 °C) gjennom vinteren fra november 1997 til februar 1998 enn tilsvarende normalperiode. Derimot ble sommerperioden fra mai til september dette året en god del kjøligere enn normalt (- 2.7 °C). Middelt-temperaturen for året 1998 var på værstasjonen ved Berkåk + 2.6 °C. Tilsvarende normalverdi for middel-temperaturen i 30 årsperioden 1961 - 1990 er + 2,3 °C, noe som gir et litt varmere klima i 1998 enn normalt.

Resultatene fra registreringene av nedbøren dette året viser at nedbørsummen var en god del større enn normalen i månedene januar, februar og mars (168 %). April derimot var litt tørrere, men så blir det en lang periode fra mai til september hvor nedbørmengden er betydelig større (146 %) enn normalt. Utover høsten faller det mindre nedbør enn normalt, og samlet for året ble nedbørsummen for 1998 på 862 mm. Tilsvarende normalverdi for 30 årsperioden 1961 - 1990 er 750 mm.

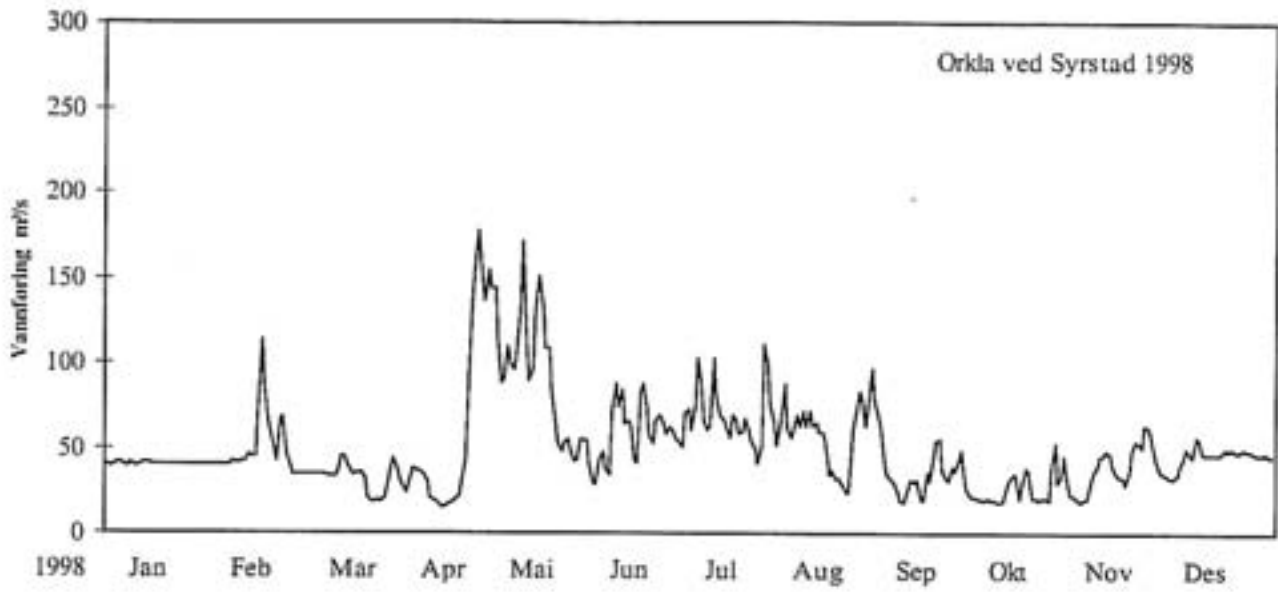
Tabell 2. Meteorologiske data for årene 1998 hentet fra Meteorologisk Institutt sin værstasjon Berkåk (Lyngholt). Midlere måneds temperatur og nedbørsum.

Måned	Temperatur		Måned	mm Nedbør	
	1998	Normal		1998	Normal
Januar	- 3.2	- 6.1	Januar	75	56
Februar	- 1.6	- 5.4	Februar	68	48
Mars	- 3.0	- 2.7	Mars	115	50
April	+ 0.8	+ 0.7	April	30	42
Mai	5.8	6.6	Mai	47	37
Juni	9.5	10.1	Juni	84	64
Juli	11.0	11.4	Juli	138	95
August	9.8	10.7	August	132	79
September	9.4	6.5	September	32	83
Oktober	1.2	3.0	Oktober	62	67
November	- 4.4	- 2.6	November	9	62
Desember	- 3.6	- 5.2	Desember	70	67
Års middel	2.6	2.3	Års sum	862	750

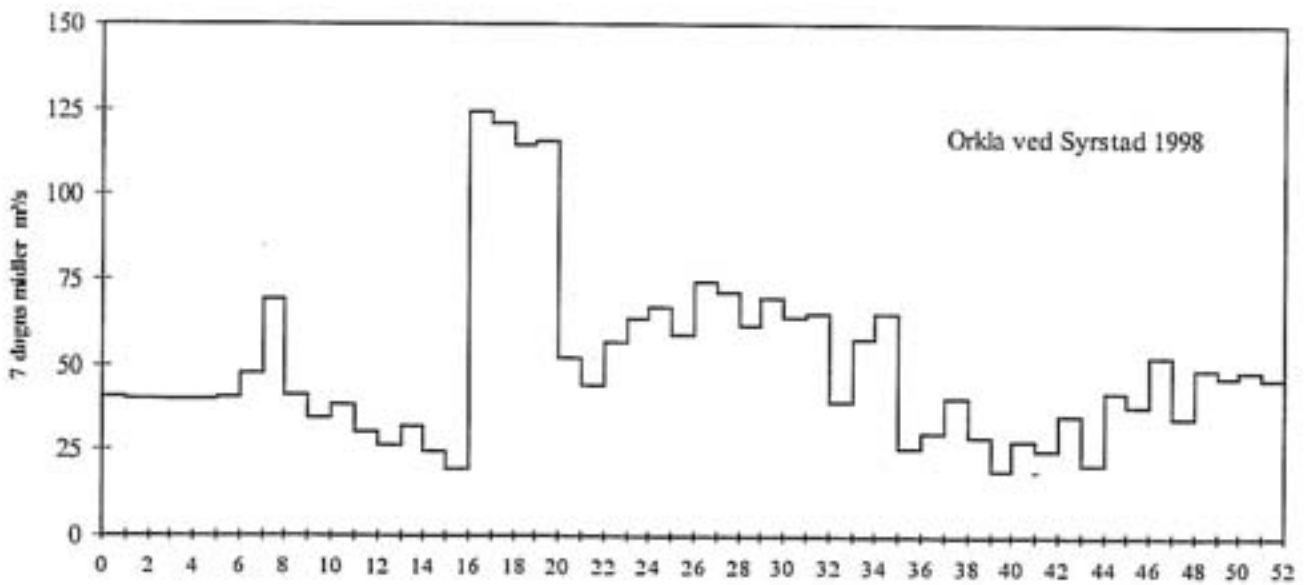
### Hydrologi

Figur 2A viser daglig vannføring i 1998 i Orkla ved vannmerke nr. 1936 Syrstad i Meldal og fig. 2B viser grafisk disse målingene presentert som 7 døgns midler for dette året. Tilsvarende målinger for 1997 er vist i figur 3 A og B og for 1996 i figurene 4 A og B. Opplysninger om daglig vannføring ved Syrstad for disse tre årene er gitt i vedlegg 3. Datagrunnlaget gjør det mulig å sammenligne vannførings-forholdene i 1998 med forholdene de to årene før.

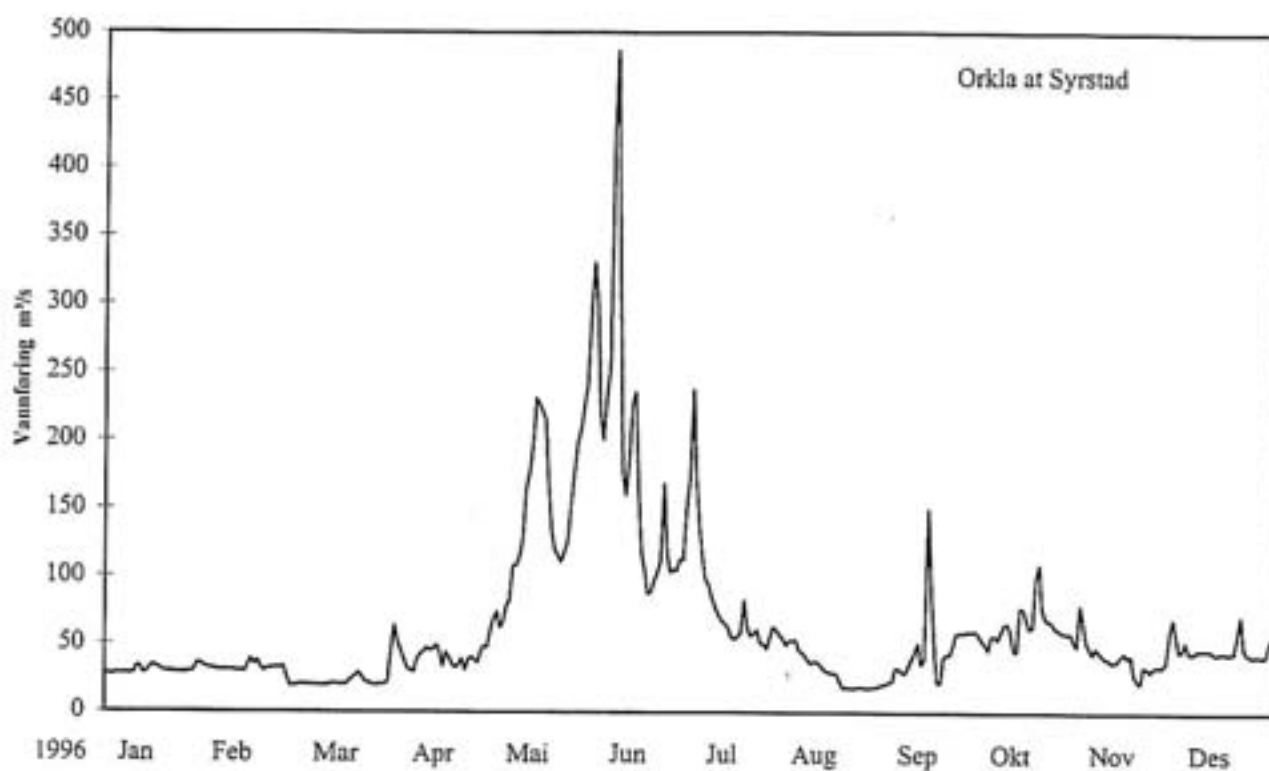
Som vanlig etter reguleringene i vassdraget var vannføringen relativt høy ( $\sim 40 \text{ m}^3/\text{s}$ ) i vintermånedene og noe større i 1998 enn de to foregående år. I siste halvdel av februar etter en mildværsperiode med mye nedbør kom det i 1998 en kortvarig relativt stor flom ( $113.3 \text{ m}^3/\text{s}$ ) i vassdraget noe som ikke er så vanlig så tidlig på året. Vårflommen ble registrert midt i mai og nådde sin topp den 16. mai med  $150.6 \text{ m}^3/\text{s}$ . Denne var en god del mindre enn i de to foregående år (se vedlegg 3). Ellers var vannføringsforholdene i 1998 karakterisert av en relativt høy vannføring i juli med tre flomtopper på over  $100 \text{ m}^3/\text{s}$ . Utover høsten og frem mot årsskiftet ligger vannføringen i Orkla i 1998 mellom 18 og  $60 \text{ m}^3/\text{s}$ . I Raubekken var den midlere vannføringen 947 liter/sek i 1998. Tilsvarende vannføring for årene 1997 og 1996 var her henholdsvis 1595 og 661 l/sek.



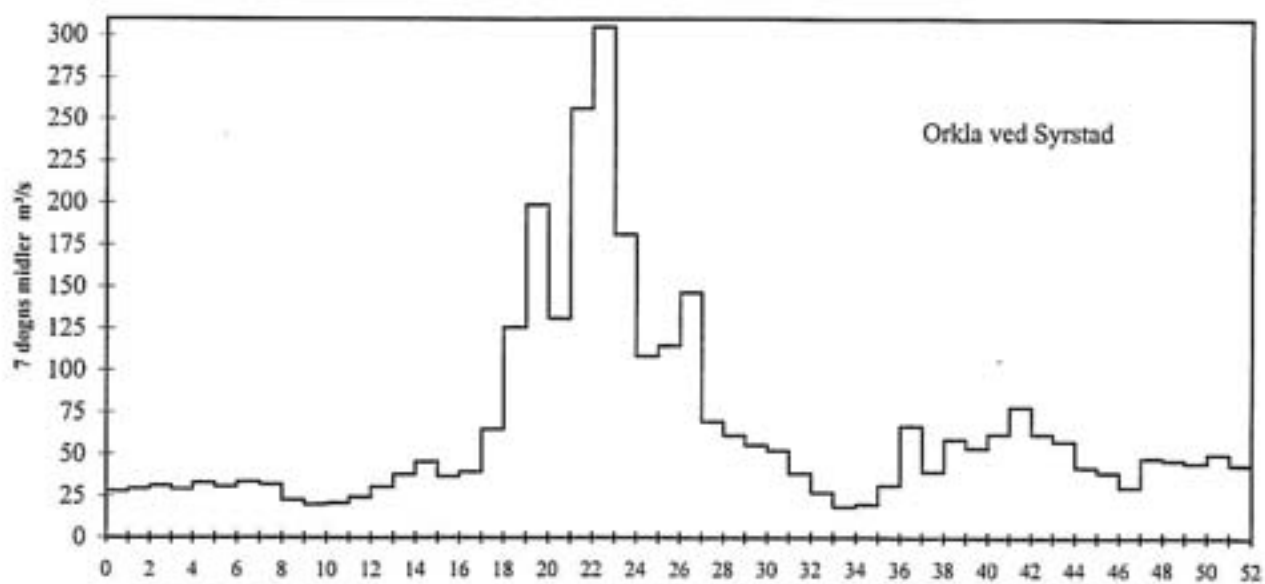
Figur 2 A. Døgnvannføring i Orkla i 1998 ved Syrstad vannmerke.



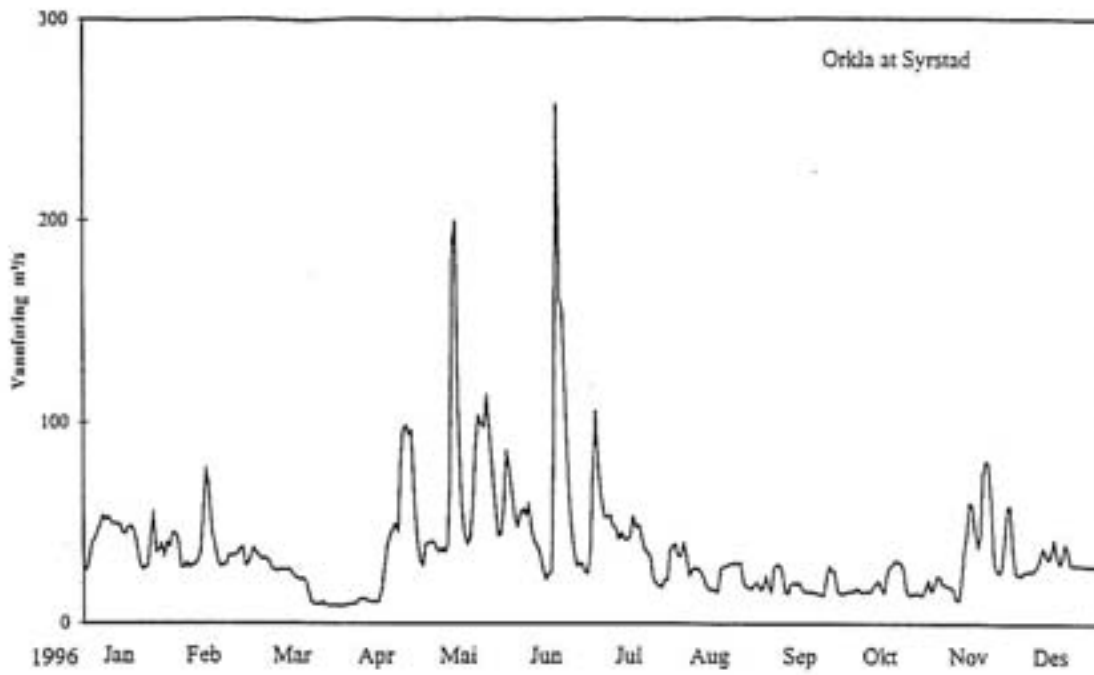
Figur 2 B. Karakteristiske 7-døgns midler for vannføringen i Orkla ved Syrstad i 1998.



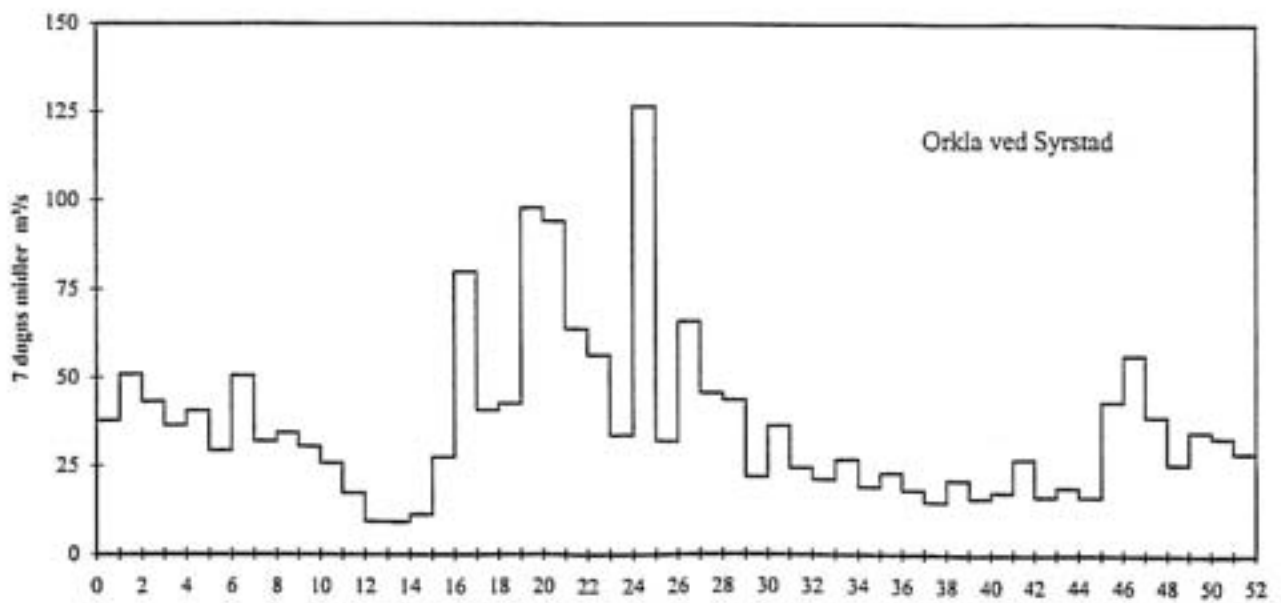
Figur 3 A. Døgnvannføring i Orkla i 1997 ved Syrstad vannmerke.



Figur 3 B. Karakteristiske 7-døgns midler for vannføringen i Orkla ved Syrstad i 1997.



Figur 4. A : Døgnvannføring i Orkla i 1996 ved Syrstad vannmerke.



Figur 4. B : Karakteristiske 7-døgus midler for vannføringen i Orkla ved Syrstad i 1996.



## 3.2 Fysisk-kjemiske undersøkelser

*Orkla har forhøyede konsentrasjoner av tungmetallene kobber og sink nedenfor Svorkmo. Metallene kommer fra tidlige tiders gruveaktivitet i Løkkenområdet. Metallkonsentrasjonene avtok sterkt i perioden 1980-1985, senere har det vært en jevnt, svak avtagende tendens. I 1996 og 1997 var de årlige middelveidene ved Vormstad for kobber og sink henholdsvis 6,7 og 10,2 µg Cu/l, og 20,2 og 28 µg Zn/l (1994: 7,9 og 26 µg/l, 1995: 7,5 og 23 µg/l). Resultatene fra 1998 var 6,4 µg Cu/l, og 17,5 µg Zn/l. Konsentrasjonene fulgte i 1998 trenden de siste årene og avtok noe, mens vi i 1997 registrerte en markert økning i middelkonsentrasjonen for dette året. Økningen i 1997 antar vi har sammenheng med store nedbørmengder og et mildere klima dette året som førte til tekniske problemer ved overføring av forurenset dreinsvann fra gruveområdet i Løkken til Wallenberg gruve med påfølgende overløp til Raubekken.*

*De årlige transportverdier for jern, kobber, sink og kadmium via Raubekken til Orkla var i størrelsesorden henholdsvis 140, 12,6, 40,7 og 0,089 tonn i 1998. Midlere konsentrasjon av kobber var her 480 µgCu/l i 1998. Tilsvarende transportverdier for Raubekken var i 1997 en god del større av grunn som nevnt ovenfor. Den årlige transporen av jern, kobber, sink og kadmium via Raubekken til Orkla var i 1997 henholdsvis 168, 25,7, 66,3 og 0,168 tonn. I Orkla ved Kvikne ble det ikke foretatt fysisk/kjemiske undersøkelser i 1998. Generelt karakteriseres vannkvaliteten i Orkla som god med svakt basisk vann, høyt innhold av kalsium samt små til moderate mengder av plantenæringsstoffet fosfor.*

### 3.2.1 Stasjoner, prøvetaking og analyser

I vedlegg 1, bak i rapporten, er det gitt en oversikt over de stasjonene som er benyttet ved overvåkingen av de kjemiske og biologiske forholdene i Orkla. Antallet stasjoner for vannprøvetaking ble noe redusert i 1987 ved at Brattset (st. 3), Hol (st. 4) og Bjørset (st. 5) gikk ut. Videre ble prøvetakingsfrekvensen for endel parametre redusert til det halve, dvs. at disse bare ble analysert annen hver måned (Vedlegg 4). Fra og med 1994 ble også de tre øverste stasjonene Yset (st. 1), Ya (st. 1T) og Stai (st. 2) tatt ut. Videre ble prøvetakingen ved Rønningen (st. 6) flyttet til Bjørset (st. 5). Her har en mulighet til å prøveta Orkla's samlede vannføring før kraftverkstunellen til Svorkmo kraftverk og lokaliteten vil derfor være en bedre referanse for Vormstad enn stasjonen ved Rønningen. Påvirkningen på strekningen fra Bjørset til Svorkmo blir imidlertid ikke fanget opp.

Prøvene blir tatt fra elvekanten på spesialvaskede plastflasker. Prøvetakingsopplegget er slik lagt opp at vannprøvene fra hele elvestrekningen samles inn i løpet av en dag og blir snarest mulig sendt til analyselaboratoriet ved Næringsmiddelkontrollen i Trondheim, og til NIVA, Oslo for analyse (vedlegg 4 og 5). Tungmetallanalysene for Bjørset og Vormstad er som tidligere år analysert ved NILU (Norsk Institutt for Luftforskning) ved å benytte ICP-MS utstyr.

### 3.2.2 Resultater

Resultatene fremgår av vedlegg 4 hvor alle analysedata er oppført med antall, minste og største verdi, variasjonsbredde, gjennomsnitt (aritmetisk middelværdi) og standardavvik. I vedlegg 5 er oppført tidsveide middelværdier for perioden 1975-98 for stasjonene Rønningen / Bjørset, Vormstad og Raubekken. Ved beregning av middelværdiene er halvparten av deteksjonsgrensen benyttet der verdiene fra analysene er mindre enn denne grensen. I middelværdiene inngår et ulike antall prøver til forskjell fra 1986 og tidligere undersøkelser hvor samtlige parametre ble analysert hver måned. Dette er et forhold en må være oppmerksom på ved vurderingen av resultatene fra figur 5 A - D hvor alle middelværdiene er oppført. Visse svingninger kan derfor skyldes tilfeldigheter på grunn av at det er foretatt et mer begrenset antall analyser siden 1986 for noen av analyseparametrene.

Tidsveide middelværdier er benyttet for presentasjonen av analyseresultatene fra Raubekken og Orkla ved Vormstad.

#### Surhetsgrad, pH

*Vannets surhetsgrad reguleres av naturgitte forhold og innholdet av sure komponenter i nedbøren. Optimale betingelser for vannorganismer og bruk av vann har vi som regel når pH ligger i området mellom 6 og 8.*

Vannet i Orkla er svakt alkalisk og middelværdiene for pH var i 1998 pH 7.38 på stasjonen ved Rønningen/Bjørset. Tilsvarende verdier for 1996 og 1997 var henholdsvis pH 7.38 og 7.21. Resultatet fra målingene på stasjonen ved Vormstad ga et årsmiddel for pH på 7.49. Tilsvarende målinger i 1996 og 1997 ga et årsmiddel for pH på henholdsvis pH 7.49 og 7.33. Den noe svakt surere vannkvaliteten i Orkla i 1997 tilskrives unormale nedbørforhold dette året. De laveste pH verdiene i Orkla, som ble registrert i 1998, ble registrert ved prøvetakingen i mai og var for stasjonen ved Rønningen/Bjørset pH 7.13. Tilsvarende minimumsmåling ved Vormstad var pH 7.19.

I sidevassdraget Raubekken ga målingene en midlere pH verdi for 1998 på pH 6.12 med en variasjonsbredde i vannets surhetsgrad her mellom pH 5.04 og 6.76. Tilsvarende var årsmiddelet i 1996 pH 5.82 og pH 5.60 i 1997, hvilket er omtrent som i 1995 og 1994 (pH 5.66 og 5.60).

Det er første gang vi nå registrerer en midlere pH i Raubekken som er over pH 6. Før 1994 var årsmiddelet for pH vesentlig lavere (1993: pH 4.9). Bakgrunnen for at vi registrerer en markert lavere pH verdi i Raubekken i forhold til hovedvassdraget skyldes oksydasjon av sulfidmalmer som under nærvær av vann gir svovelsyre.

pH-verdiene i Orkla ligger som helhet svært gunstig an med hensyn på produksjon av fisk og bunndyr.

## Eutrofiering og næringsalter

*Næringsalter, som fosfor og nitrogen, tilføres vassdraget naturlig fra nedbørfeltet og fra jordbruk, husholdning og industrivirksomhet. Økede tilførsler vil føre til økt plante-produksjon i vassdraget (eutrofiering).*

Middelverdiene for vannprøvenes innhold total fosfor (tot P) og total nitrogen (tot N) i 1998 var henholdsvis 3.8 µg tot P/l og 287 µg tot N/l ved Vormstad. Tilsvarende resultater i 1997 ga 4,7 µg tot P/l og 301 µg tot N/l. Dette er noe lavere enn i 1996 og 1995 for fosfor (fig 5 B). Den midlere tot P konsentrasjon var da 5.0 µg tot P/l. Derimot ser det ut til at tot N innholdet varierer endel. Det har ikke tidligere vært målt så lave verdier for innhold av tot N som i 1996 (255 µg tot N/l). Den midlere verdien for Tot N var ved Vormstad i 1994 og i 1995 henholdsvis 294 og 324 µg tot N/l.

Ved Bjørset var det midlere fosforinnholdet for 1998 4.3 µg tot P/l, mens de tilsvarende verdiene for 1996 og 1997 var henholdsvis 5.1 og 6,2 µg tot P/l. Årsmidlet for tot N var i 1998 ved Bjørset 253 µg tot N/l mens tilsvarende registreringer i 1996 og 1997 ga et årsmiddel på 237 og 308 µg tot N/l. Dette er noe lavere konsentrasjoner for total innhold av fosfor og nitrogen enn de verdiene som ble registrert i 1995 ( 5.8 µg tot P/l og 314 µg tot N/l).

Den midlere verdien for orto-fosfat (PO<sub>4</sub>P) var på begge stasjonene mindre enn 1.5 µg P/l i 1998. Tilsvarende målinger i 1996 ga verdier rundt 1.5 µg P/l, mens innholdet av orto-fosfat i 1997 var økt til 1.7 µg /l på Vormstad og 2.5 µg /l på stasjonen ved Bjørset.

Fosforverdiene for perioden 1996 til 1998 gir **tilstandsklasse I** (god) for vannkvalitet både på Vormstad og Bjørset (Holtan og Rosland 1992) når resultatene vurderes ut fra SFT's system for klassifisering av miljøkvalitet i vann.

Tilsvarende vurdering av vannkvaliteten i 1998 med hensyn på nitrogenverdiene som ble målt dette året gir tilstandsklasse I for vannkvaliteten i Orkla ved Bjørset og II for stasjonen ved Vormstad. Resultatene fra 1997 gir tilstandsklasse II for begge stasjonene, det samme som i 1995, mens Bjørset i 1996 fikk tilstandsklasse I, samtidig som vannkvaliteten ved Vormstad lå i en mellomstilling mellom tilstandsklasse I (god) og tilstandsklasse II (mindre god).

Når det gjelder **forurensningsgraden** i Orkla av plantenæringsstoffer de siste årene gir den midlere verdien for total nitrogen og total fosfor forurensningsgrad 2 (moderat forurenset).

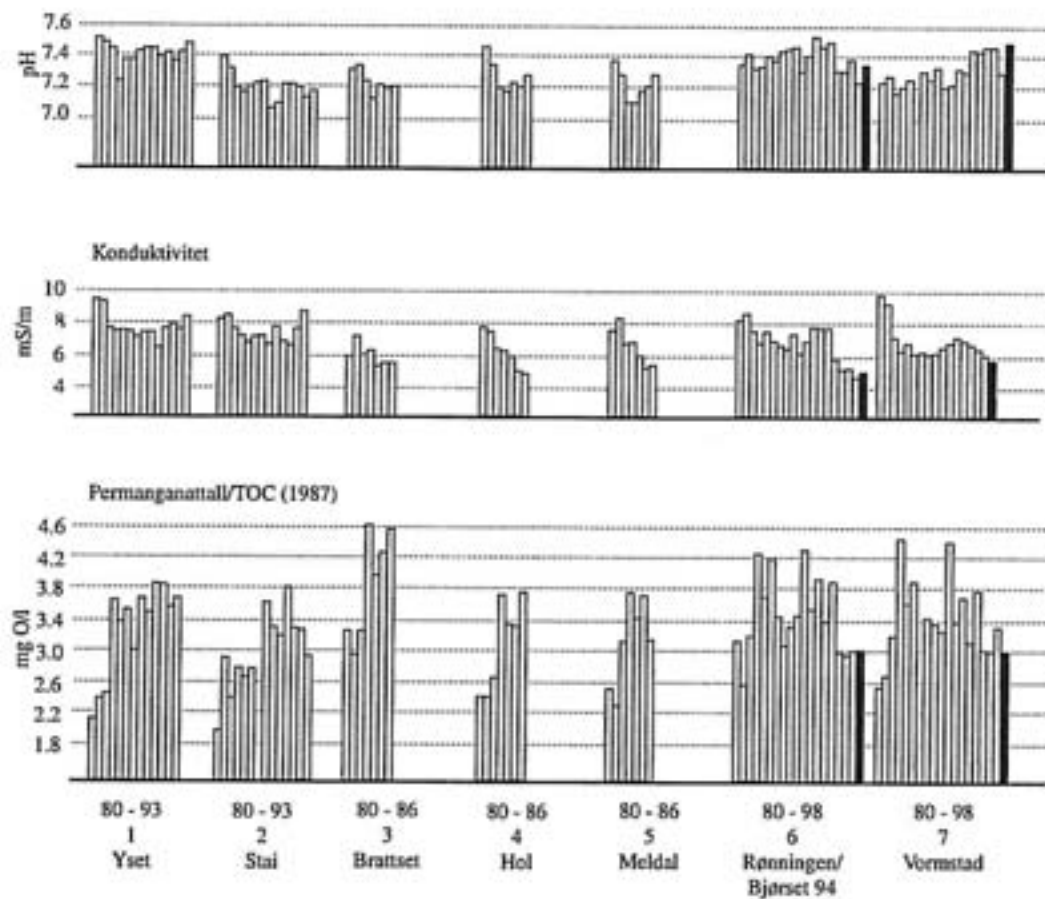
Basisundersøkelsen av Orkla (Grande m. fl. 1979) viste middelverdier på 3.0 og 180 µg/l for total fosfor og nitrogen ved øverste stasjon i vassdraget (Bjørkeng). Disse verdiene kan kanskje representere naturlig bakgrunn for øvre deler av vassdraget.

Svingningene i middelverdiene for P og N kan for endel skyldes tilfeldigheter på grunn av relativt få årlige analyser. I 1996 var antallet prøvetakinger kun 3. I 1997 og 1998 var antallet økt til 15 på Vormstad når materialet fra denne overvåkingen stilles sammen med målingene som gjøres i forbindelse med prosjektet som pågår i Orkla under "Paris konvensjonen". Antall prøvetakinger på Bjørset var 4 i 1997 og 1998.

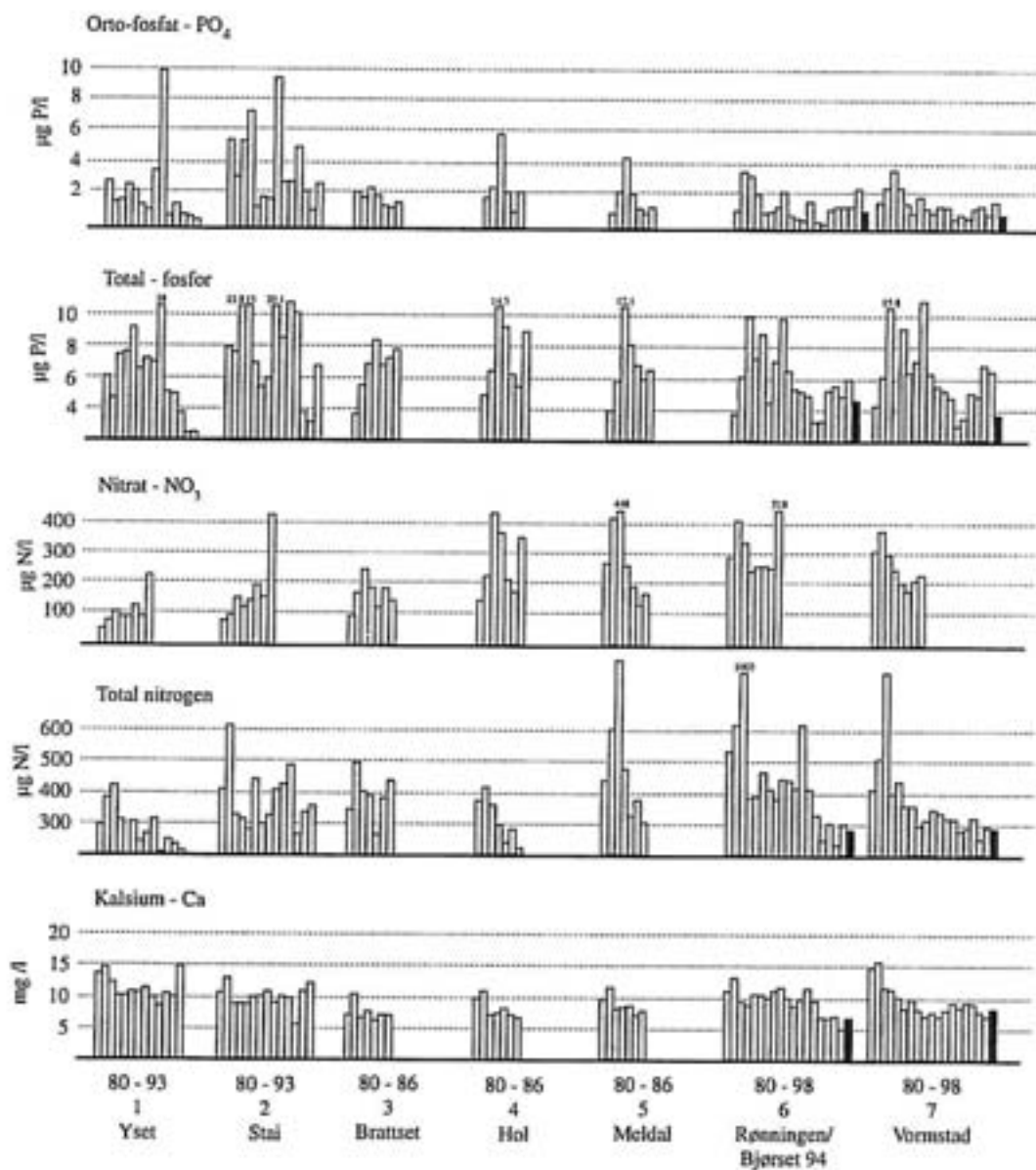
Den anvendte klassifisering av forurensningsgrad er avhengig av på hvilket nivå bakgrunnsverdiene fastsettes. Det knytter seg en viss usikkerhet til dette når det gjelder Orkla

hvor jordsmonn og berggrunn er næringsrike fra naturens side. Det er små variasjoner i bakgrunnsverdier som skal til for å endre klassifisering i det system som er anvendt.

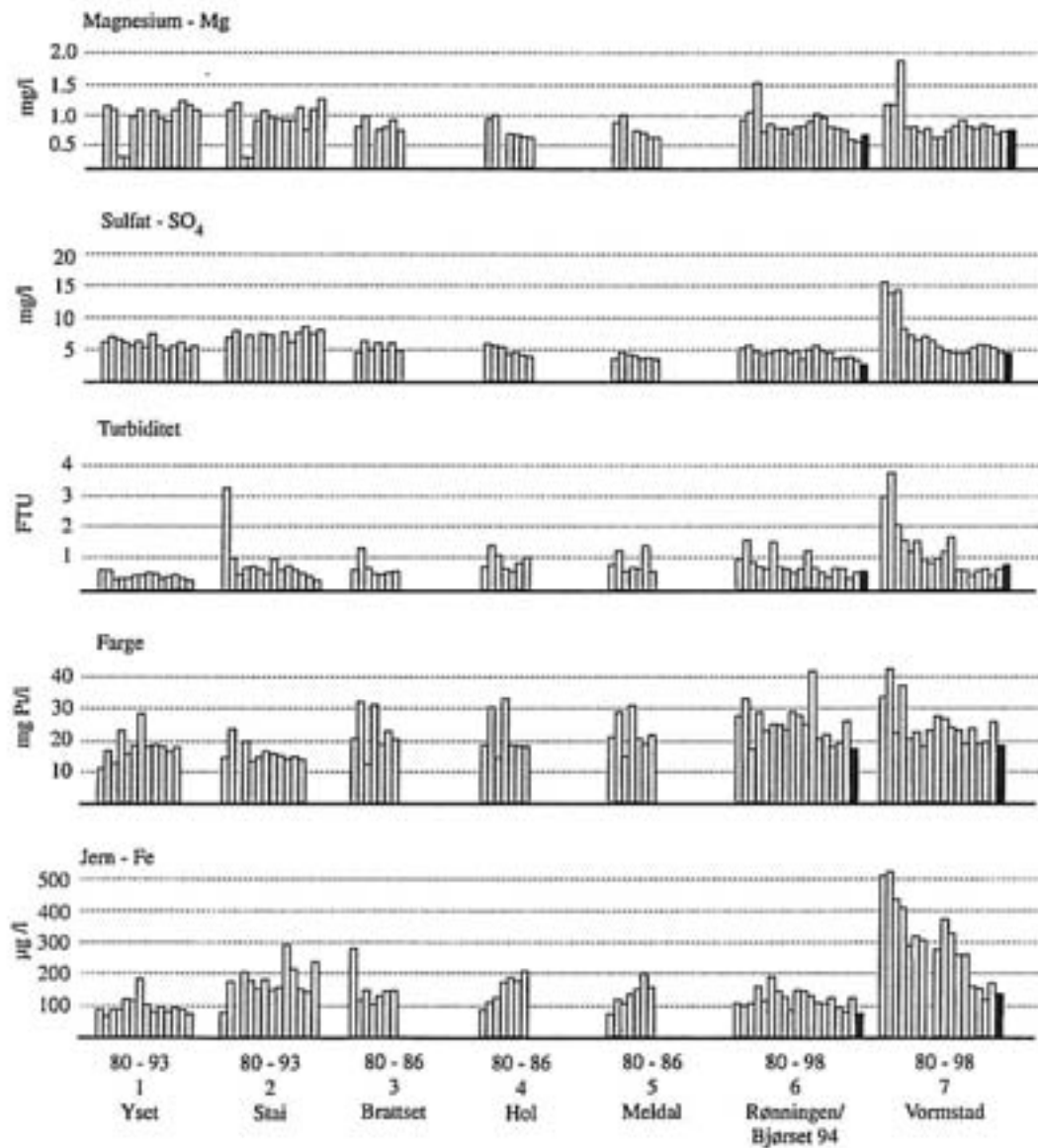
Orkla har fra naturens side et relativt høyt innhold av bl.a. kalsium. Dette gir meget gode livsbetingelser for planter og dyr, og er en av hovedårsakene til den frodighet som både planter og dyr oppviser i vassdraget (se kap. 3.3).



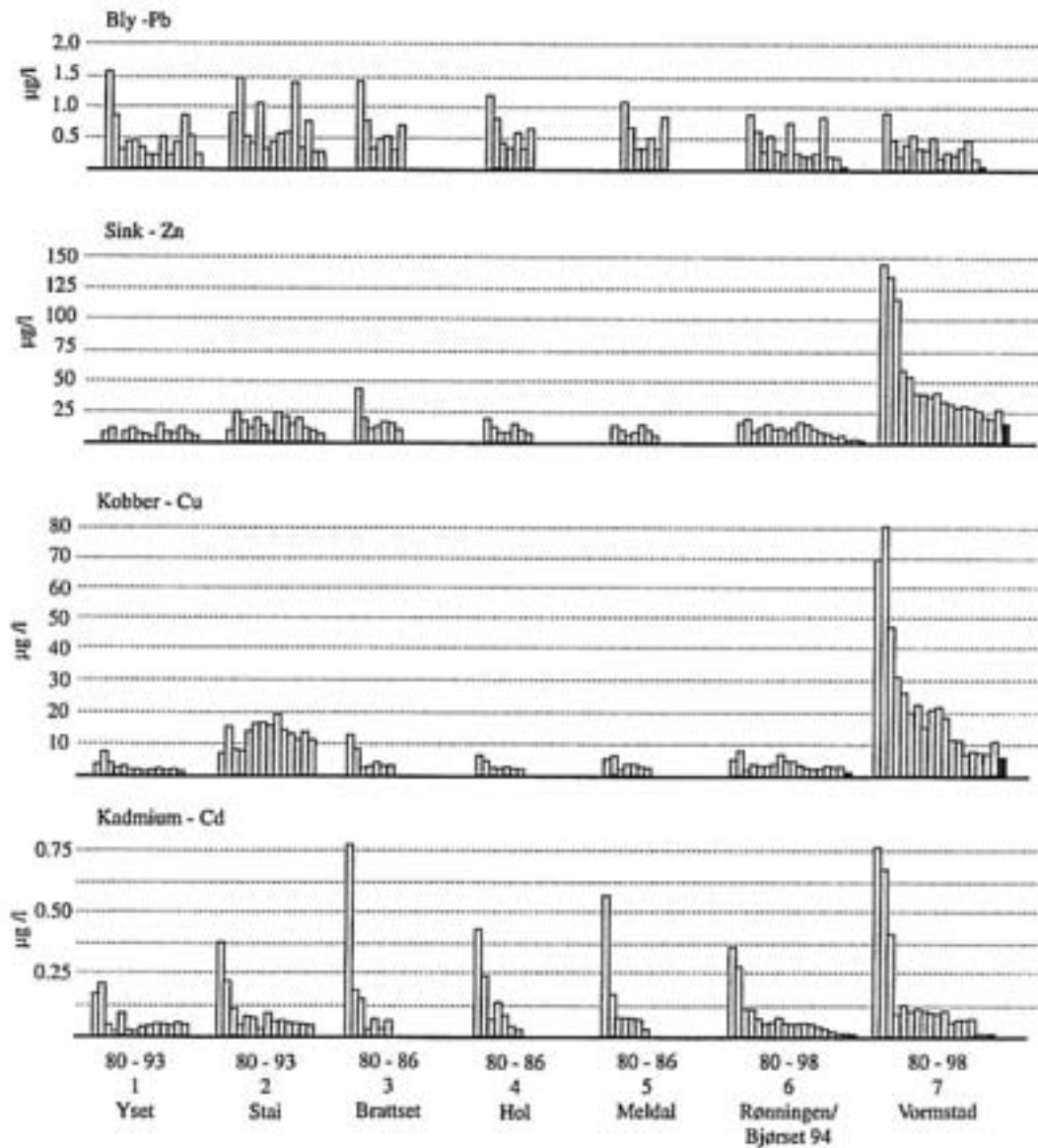
Figur 5 A. Kjemiske analysedata fra Orkla. Middelerverdier for perioden 1980-98.



Figur 5 B. Kjemiske analysedata fra Orkla. Middelerdier for perioden 1980-98.



Figur 5 C. Kjemiske analysedata fra Orkla. Middelerdier for perioden 1980 - 98.



Figur 5 D. Kjemiske analysedata fra Orkla. Middelerdier for perioden 1980 - 98.

## **Organisk stoff**

*Organisk stoff, særlig i form av humusstoffer, tilføres naturlig fra nedbørfeltet og fra menneskelig virksomhet som jordbruk, husholdning og industri. I stilleflytende elver og innsjøer kan høyt innhold av organisk stoff føre til oksygensvinn i bunnvannet. Organisk stoff kan i et metallpåvirket vassdrag ha positiv effekt ved å binde og inaktivere giftige tungmetaller.*

Organisk stoff ble målt som permanganattall inntil 1986 og som totalt organisk karbon fra og med 1987. Den økning som fremgår av figur 5A for de første 3-4 årene av 1980-tallet skyldes sannsynligvis analysetekniske forhold og ikke reelle endringer i vassdraget. Dette kan en slutte av at økningen har skjedd på alle stasjoner, også der hvor en ikke har hatt neddemming av landområder. I 1996 var verdiene litt lavere enn gjennomsnittet de siste 5 år. Dette gjaldt også fargetallet. I 1997 var det en mindre økning i fargetall og TOC på alle stasjonene noe som tilskrives store nedbørmengder dette året (fig. 5A). Verdiene fra 1998 var omtrent som i 1996 med et årsmiddel for TOC på 3.1 mg/l ved Bjørset og 3.0 mg/l ved Vormstad. Tilsvarende verdier for filtrert farge var 18 mg Pt/l og 19 mg Pt/l.

Verdiene for TOC og farge er på et nivå som en kan forvente ut fra nedbørfeltets naturlige forutsetninger. Enkelte deler av nedbørfeltet har et betydelig innslag av områder med myr som gir grunnlag for et visst humusinnhold i vannet. Vurderingen av vannkvaliteten ut fra SFT's system for klassifisering av miljøkvalitet med hensyn på TOC gir *tilstandsklasse II* både for stasjonen ved Vormstad og ved Bjørset i 1998. Den samme klassifiseringen ga resultatene fra 1995, 1996 og 1997, dvs. en vannkvalitet som betegnes som "mindre god".

*Forurensningsgraden* i Orkla for begge disse stasjonene vurdert ut fra midlere innhold av TOC og fargeverdi blir I, dvs. "lite forurenset".

## **Suspenderte partikler - slamtransport**

*Turbiditetstallene gir informasjon om mengden av svevende partikulært stoff i vannprøven. Dette skyldes transport av finmateriale fra aktiviteter i og langs vassdraget og naturlig erosjon. Partikler kan virke negativt inn på biologiske forhold i vassdraget ved å gi nedsatt sikt (økt turbiditet), tilslamming av bunnmateriale med effekter på planter og dyr. Partikulært stoff kan også ha en positiv effekt ved å binde og inaktivere tungmetaller og andre miljøgifter.*

På Vormstad har det vært en klar nedgang i turbiditetsverdiene siden begynnelsen av 1980 årene (fig. 5 C). Dette skyldes nok for en vesentlig del at tilførslene til Orkla via Raubekken er redusert. I de syv siste årene har verdiene stabilisert seg på omkring 0.5 FTU, hvilket er lavt. I 1996 var midlere turbiditets verdi 0.48 FTU på st. Vormstad og 0.36 FTU på Bjørset. Forholdene endret seg i 1997 da store nedbørmengder og et mildere klima ga økt transport av partikler og høyere turbiditet i vassdraget. Midlere årsverdi for partikkelinnhold var dette året målt som turbiditet på st. Vormstad 0.72 FTU og 0.51 FTU på st. ved Bjørset.

Resultatene fra 1998 ga tilsvarende årsmiddelverdier for turbiditet ved Vormstad (0.73 FTU ) som i 1997, men en noe høyere turbiditet enn det som har vært vanlig de siste årene ved Bjørset (0.68 FTU).



De store nedbørmengdene i 1997 og 1998 antas å være bakgrunnen for den økte partikkeltransporten til og i Orkla. Dette ga en vannkvalitet med hensyn til partikkelinnhold i *tilstandsklasse II*, for begge disse to årene når resultatene vurderes ut fra SFT's normer for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Tilsvarende ga resultatene fra 1996 *tilstandskl. I*.

Resultatene fra årene 1996 til 1998 plasserer begge stasjonene med hensyn på vannkvalitet vurdert ut fra innhold av suspenderte partikler i beste *forurensings klasse ( I )*.

## Metaller

*Metaller kan tilføres vassdraget fra naturlige kilder og industri, og da i forbindelse med utvinning og oppredning av metaller og mineraler. De er mer eller mindre giftige for vannorganismer og enkelte kan akkumuleres f.eks. i fisk til nivåer som kan utgjøre helserisiko ved konsum.*

Avrenning fra gruvedrifter er fortsatt det viktigste forurensningsproblemet i Orkla, selv om all gruvedrift nå er nedlagt. Det er derfor i denne overvåkingen lagt stor vekt på tungmetallanalyser for å beskrive den fysiske - kjemiske vannkvaliteten.

Alle resultatene er oppført i vedlegg 4 og 5 bak i rapporten. I figur 5C og i fig. 6 - 8 er utviklingen i metall-konsentrasjonene i Raubekken og i Orkla ved stasjonene Rønningen / Bjørset og Vormstad fremstilt for perioden 1975 - 1998.

De mest berørte strekninger i selve Orkla er i øvre del i Kvikne mellom Yset og Storeng samt nedenfor Svorkmo. I Kvikne er det tilførsler av kobber fra de gamle Kvikne kobbergruver som har avrenning gjennom Storbekken til Ya.

I denne del av vassdraget har det imidlertid ikke vært foretatt målinger siden 1993.

Ved Vormstad synes situasjonen å ha stabilisert seg etter at konsentrasjonene avtok sterkt i begynnelsen av 1980-årene (fig. 8A). Analyseresultatene for kobber og sink var i 1996 de laveste som her er målt under overvåkingen av vannkvaliteten. Bildet endrer seg i 1997 og målingene viser tildels betydelige økninger i metallkonsentrasjoner i Raubekken (Fig. 6) og i resipienten nedstrøms, men verdiene var på langt nær så høye som på 80-tallet (Fig. 5C). Middelkonsentrasjonene for Cu og Zn var i 1996 og 1997 henholdsvis 6.7 og 10.2 µgCu/l for kobber og for sink 20.0 og 27.8 µgZn/l, mens tilsvarende måleresultater f.eks. for året 1981 var hele 79 µgCu/l og 130 µgZn/l. De største reduksjonene skjedde i perioden 1982-84, dvs. i de årene da de fleste kraftverksreguleringene ble gjennomført i vassdraget.

Resultatene fra overvåkingen av Orkla i 1998 viser at konsentrasjonen av tungmetaller ved Vormstad nå er tilbake på det nivået vi hadde i 1996 med konsentrasjoner for Cu og Zn på henholdsvis 6.4 µgCu/l og 17.4 µgZn/l. Tilsvarende verdier for stasjonen ved Bjørset i 1998 var 1.8 µgCu/l og 1.2 µgZn/l.

I Raubekken er også konsentrasjonene etterhvert redusert (tabell 3) og de midlere verdiene for kadmium, kobber, sink, og jern ble i 1996 ytterligere redusert i forhold til tidligere år. Midlere årskonsentrasjon var da henholdsvis 4.4 µgCd/l, 560 µgCu/l, 2050 µgZn/l og 7640 µgFe/l. Tilsvarende resultater fra 1997 ga konsentrasjoner på 5.7 µgCd/l, 920 µgCu/l, 2020 µgZn/l og 5730 µgFe/l. Årsmiddelverdiene for 1998 ga konsentrasjoner for tungmetallene kadmium, kobber, sink, og jern på henholdsvis 3.3 µg Cd/l, 480 µg Cu/l, 1470 µg Zn/l og

5390 µg Fe/l. Resultatene fra 1998 viser en videre nedgang i konsentrasjonen av tungmetaller i Raubekken og at avrenningen fra gruveområdet oppstrøms stasjonen avtar.

Ut fra vannføringen på de aktuelle prøvetakingsdagene på stasjonen i Raubekken er det mulig å beregne en tilnærmet metall transport til Orkla fra Løkkenområdet (tabell 4). I 1996 var den på : 75 kg kadmium, 8.9 tonn kobber, 34.5 tonn sink og 115 tonn jern, men på grunn av store nedbørmengder og påfølgende utvasking fra gruveområdet i 1997 økte den årlige metalltransporten da til 168 kg kadmium, 25.7 tonn kobber, 66.3 tonn sink og hele 182 tonn jern. Tilsvarende verdier for 1998 var til 89 kg kadmium, 12.6 tonn kobber, 40.7 tonn sink og 140 tonn jern. Transportverdiene for kadmium og kobber i 1998 var redusert til det halve i forhold til verdiene fra 1997.

Reduksjonen i materialtransporten fra Løkken gruveområde har sammenheng med de oppryddingstiltakene som er gjennomført etter at driften ved Løkken Gruber ble nedlagt i 1987. Dette arbeidet pågikk frem til april 1992 og bestod i å samle opp drens vann fra velteområdet på Løkken-siden og lede dette til Wallenberg gruve gjennom stollen i Gammelgruva. Vannstanden i Wallenberg gruve holdes ved pumping fra Wallenberg sjakt. Avløpet ledes til Fagerlivatn. Ved prøvetakingsstasjonen i Raubekken er all avrenning fra gruveområdet samlet. I 1989 ble det etablert en overløpsprofil i bekken for måling av vannføring. Ved hver prøvetaking er vannføringen avlest. Ved hjelp av vannføring og analyseverdi er døgnttransporten beregnet for en del sentrale komponenter. Ved å tidsveie verdiene for døgnttransport, er det i tabell 4 beregnet årstransport for perioden 1989-1998 (fig. 8C).

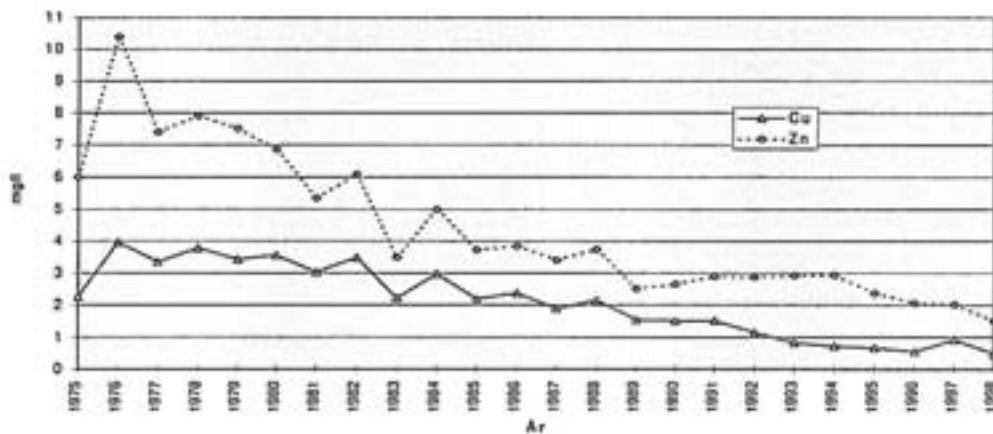
Tabell 3 Kobber- og sinkkonsentrasjoner gitt som årsmiddel for perioden 1977 - 1998 i Raubekken og i Orkla ved Vormstad (µg metall /l).  
Fortynningsfaktor er konsentrasjoner i Raubk. : Konsentrasjoner ved Vormstad.

Lokalitet:	Raubekken (µg/l)		Orkla v/Vormstad (µg/l)		Fortynningsfaktor	
	Cu	Zn	Cu	Zn	Raubekken	Vormstad
År :						
1977-78	3420	7350	70	128	49	57
1980	3310	6220	67	142	49	44
1981	3020	5420	79	130	38	42
1982	3510	6020	48	113	73	53
1983	1860	3020	31	60	60	50
1984	2590	4450	26	51	100	87
1985	2130	3630	19	38	112	96
1986	2490	3940	23	38	108	103
1987	1840	3430	15	36	123	95
1988	2150	3740	21	39	102	96
1989	1550	2550	21	34	74	75
1990	1510	2660	16	31	94	86
1991	1500	2860	13	28	115	102
1992	1150	2880	12	29	96	99
1993	800	2820	7.5	31	107	91
1994	730	2930	7.9	26	92	113
1995	680	2380	7.5	23	91	103
1996	560	2060	6.7	20	84	103
1997	920	2050	10.2	28	90	74
1998	490	1510	6.5	18.0	75	84

Tabell 4. Årlige verdier for samlet transport av metaller fra Løkken gruveområde til Orkla.

År	Kobber tonn/år	Sink tonn/år	Jern tonn/år	Kadmium kg/år	Sulfat tonn/år
1989	47,9	71,6	625	266	3660
1990	46,9	82,3	437	181	4243
1991	30,7	57,2	349	137	3620
1992	34,0	79,8	387	239	4641
1993	18,0	63,6	180	101	3553
1994	12,2	48,7	144	94	3458
1995	14,5	46,2	144	105	3134
1996	8,9	34,5	115	75	2552
1997	25,7	66,3	182	168	4761
1998	12,6	40,7	140	89	3301

Av tabell 4 og figur 8C ser vi at resultatet av denne oppryddingen førte til at metalltransporten sank betydelig etter 1992 da alt drensvannet som ble oppsamlet ble ledet til Wallenberg gruve. Verdiene fra 1997 er unormalt høye og har sin årsak i de uvanlige nedbørsforholdene denne vinteren. Trolig førte dette til at dreneringssystemet i gruveområdet ikke greide å ta unna alt drensvannet i denne perioden som normalt. Resultatet ble en økt belastning på Raubekken. Vannføringen i Raubekken var uvanlig høy i perioden januar til april måned (se vedlegg 4CII). Samtidig var vannføringen i Orkla liten da nedbøren falt som snø i øvre del av nedbørfeltet. Dette førte til at det var uvanlig høye konsentrasjoner av tungmetaller i Orkla vinteren 1997 (vedlegg 4BII). Forurensningssituasjonen normaliserte seg igjen etter vårfloppen.

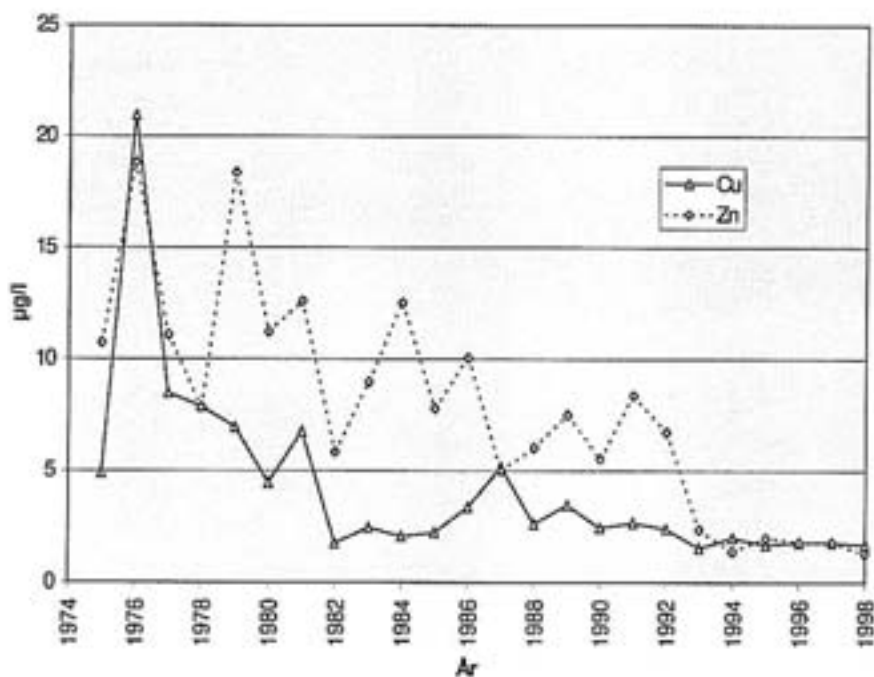


Figur 6. Kobber- og sinkkonsentrasjoner presentert som tidsveide middelvrdier for stasjonen i Raubekken ved Salberg for perioden 1975-1998. ( mg / l ).

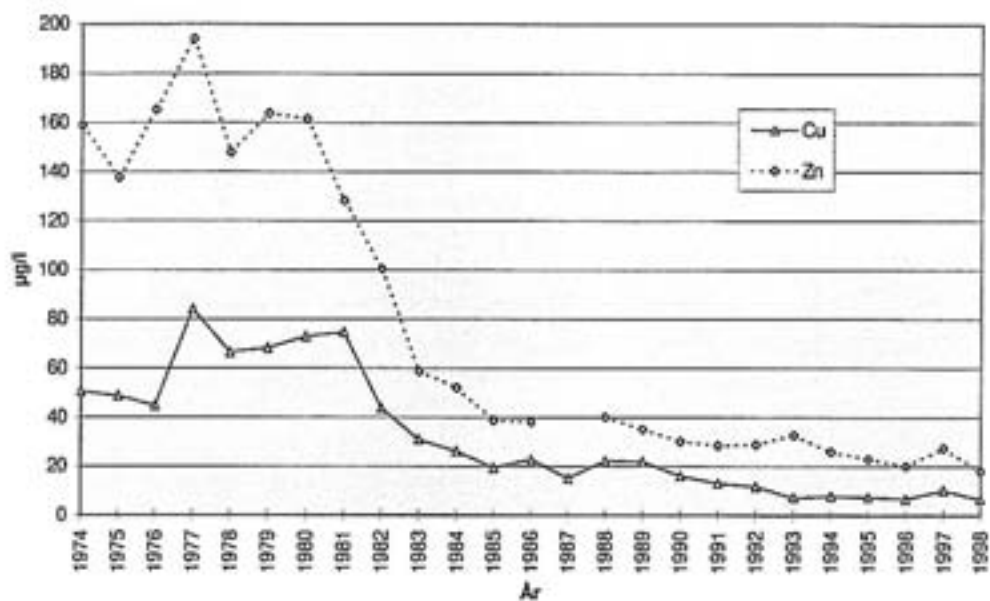
Selv om det også i 1998 var tildels store nedbørmengder ser det ut til at dreneringssystemet har fanget opp den økte avrenningen til Raubekken og tungmetalltransporten til Orkla er i dette året i størrelsesorden noe i mellom det en hadde i 1995 og 1996.

Den årlige metalltransporten i tonn / år for Orkla kan regnes ut ved Vormstad på bakgrunn av konsentrasjonene av metaller i Orkla ved denne stasjonen når vi kalibrerer for vannføringsendringen på denne stasjonen i forhold til vannføringen ved Syrstad. Metalltransporten (tabell 3) var da for året 1995 henholdsvis 18.25 tonn kobber, 51.40 tonn sink og 0.13 tonn kadmium. I 1996 reduseres transportverdiene videre og var da henholdsvis 9.78 tonn kobber, 28.7 tonn sink, 0.06 tonn kadmium og 0.08 tonn bly. I 1997 registrerer vi derimot en tildels betydelig økning i transporten av tungmetallene kobber, sink, kadmium og bly i Orkla ved Vormstad (28.60 tonn Cu, 87.90 tonn Zn, 0.17 tonn Cd og 0.34 tonn Pb : Ref. G. Holtan et. al. 1997 og 1998). Transportverdiene for 1998 var 12,48 tonn Cu, 31,8 tonn Zn, 0.11 tonn Cd og 0.16 tonn Pb : Ref. G. Holtan et. al. 1999). og midlere årskonsentrasjon var da for kobber og sink henholdsvis 6.5 µg Cu/l og 18.0 µg Zn/l. Tilsvarende maksimumsverdier ble i 1998 registrert ved prøvetakingen i april og var da for kobber og sink henholdsvis 13.7 µg Cu/l og 38.5 µg Zn/l.

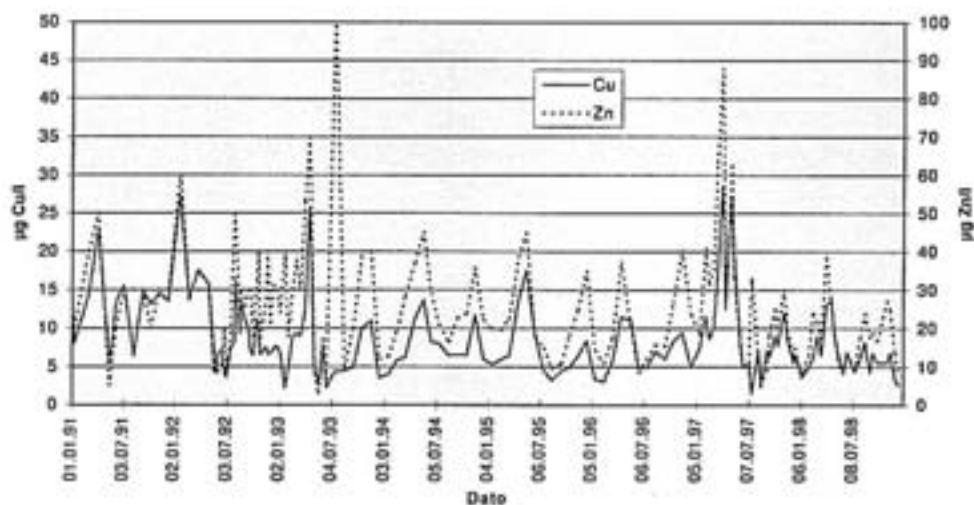
Fortynningsfaktorene, slik de fremgår av tabell 3, viser relativt god overensstemmelse mellom kobber og sink. De illustrerer også at fortynningsforholdene er endret siden 1978-1983.



Figur 7 Kobber- og sinkkonsentrasjoner presentert som tidsveide middelværdier (µg/l). Stasjon : Rønningen for perioden 1975 - 1993 og for Bjørset fra 1994 - 1998.



Figur 8 A . Kobber- og sinkkonsentrasjoner presentert som tidsveiede middelverdier i Orkla ved Vormstad 1974-1998 ( $\mu\text{g/l}$ ).



Figur 8B. Kobber- og sinkkonsentrasjoner presentert som enkeltverdier ( $\mu\text{g/l}$ ) i Orkla ved Vormstad. Analyseresultater for perioden 1991-1998.

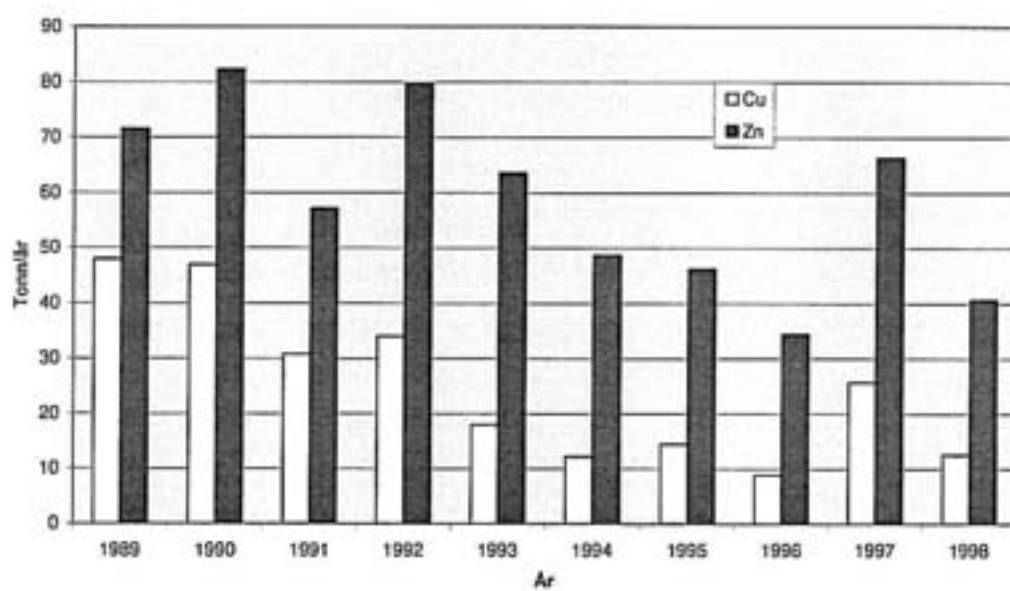


Fig. 8 C. Årstransport for kobber og sink i Raubekken i perioden 1989-1998.

## 3.3 Biologi

### 3.3.1 Begroing

Som ved tidligere år var begroingen preget av arter som er vanlige i rent strømmende vann med et relativt høyt elektrolyttinnhold. I 1998 var det i Orkla ved Kvikne (Stai st. 2) som tidligere indikasjoner på et noe høyere innhold av næringssalter enn på de øvrige stasjonene. Stasjon 1, Yset hadde slik det er blitt registrert de siste årene, en liten forekomst av bakterien *Sphaerotilus natans* som indikerer tilførsel av løst organisk materiale. Sidevassdraget Ya var, som tidligere, preget av metallpåvirkning med svakt utviklet begroing og et noe redusert artsmangfold. Lengst nede i Orkla ved Vormstad ga hverken artsantall eller sammensetningen av algesamfunnet noen indikasjon på forurensning i 1998.

### Metoder

Begroing er en fellesbetegnelse for organismesamfunn festet på elvebunnen eller annet substrat, og består i hovedsak av bakterier, sopp, alger og moser. I rennende vann spiller begroingen stor rolle ved opptak og omsetning av løste næringssalter og lett nedbrytbart soff. Ved å være bundet til et voksested vil begroingen avspeile voksestedets fysiske/kjemiske karakter og integrere denne påvirkningen over tid. Begroingen vokser ofte i synlige, visuelt ulike enheter. Ved feltobservasjonene samles disse enhetene, begroingselementene, hver for seg, og mengdemessig forekomst av hvert element angis i form av dekningsgrad. Dekningsgraden vurderes subjektivt ut fra hvor stor prosentdel av tilgjengelig elveleie som dekkes av hvert element. Skalaen som benyttes er logaritmisk. Der forholdene tillater det, vurderes alle begroingselementer i hele elvas bredde. I praksis er det ofte bare mulig å observere bunnarealet nær elvebredden.

Ved befaringen 23.09 og 24.09.98 ble det samlet inn prøver av begroingen ved 8 stasjoner i vassdraget. I fig. 9 og vedlegg 6 er det gitt en sammenstilling av de viktigste begroingselementene og deres dekningsgrad. Dekningsgraden er gitt ut fra følgende skala:

5	100-50%	av bunnarealet	dekket
4	50-25%	"	"
3	25-12%	"	"
2	12-5%	"	"
1	<5%	"	"

Begroingsprøvene ble fiksert i felt og bragt til NIVA's laboratorium i Oslo for videre analyse. Artslistene fra undersøkelsen i 1998 er sammenstillt i vedlegg 6 (tabell 6A og 6B).

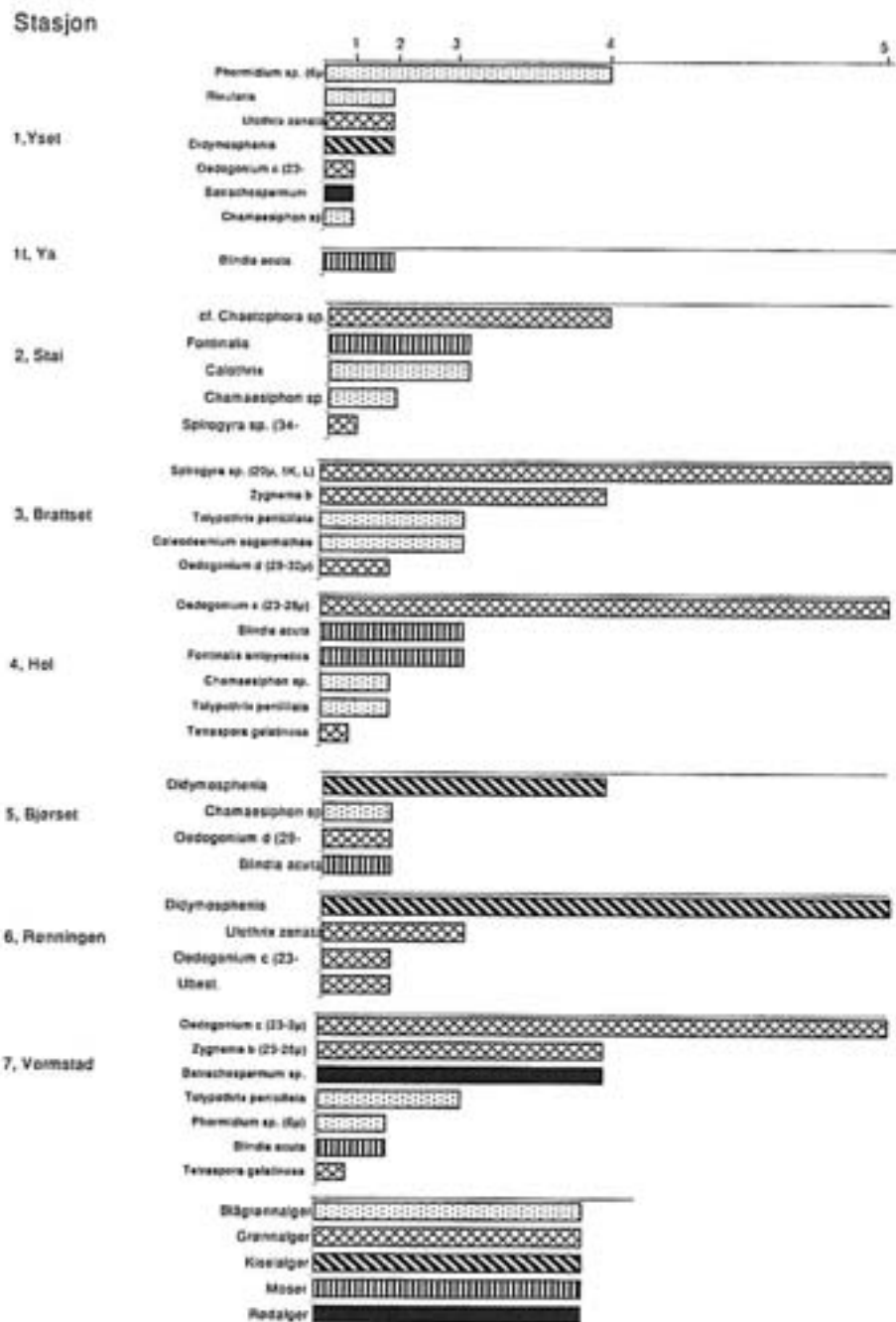


Fig. 9. Orkla. Resultater fra begroingsundersøkelsen i 1998. Viktige begroingselementer og deres dekningsgrad.



### Stasjon 1, Yset

Prøvene ble tatt i området ved terskel ca. 100 m oppstrøms bro, i et småstrykende parti med substrat av store og mellomstore stein. Vannstanden og vannføringen var normal.

Begroingen var dominert av blågrønnalgen *Phormidium* sp. (6 $\mu$ ). Slekten *Phormidium* er vanskelig å bestemme til art. *Phormidium* er vanlig i mange forskjellige vannkvaliteter. Som tidligere år var det en godt utviklet forekomst av grønnalgen *Ulothrix zonata*, som er en av de få grønnalgene som med forholdsvis stor sikkerhet kan gjenkjennes i felt. Arten trives i kaldt, nøytralt eller svakt basisk vann. *Ulothrix zonata* er forurensningstolerant, men finnes også i rene vassdrag når elektrolyttinnholdet er høyt nok. Blågrønnalgen *Rivularia biasolettiana*, som regnes som en god rentvannsindikator, hadde en godt utviklet forekomst. Bakterien *Sphaerotilus natans* var tilstede i begroingen som enkeltråder, og indikerer tilførsel av noe lett nedbrytbart organisk stoff. Artssammensetningen var stort sett som tidligere år. Det ble ikke observert arter som indikerer tilførsel av næringssalter.

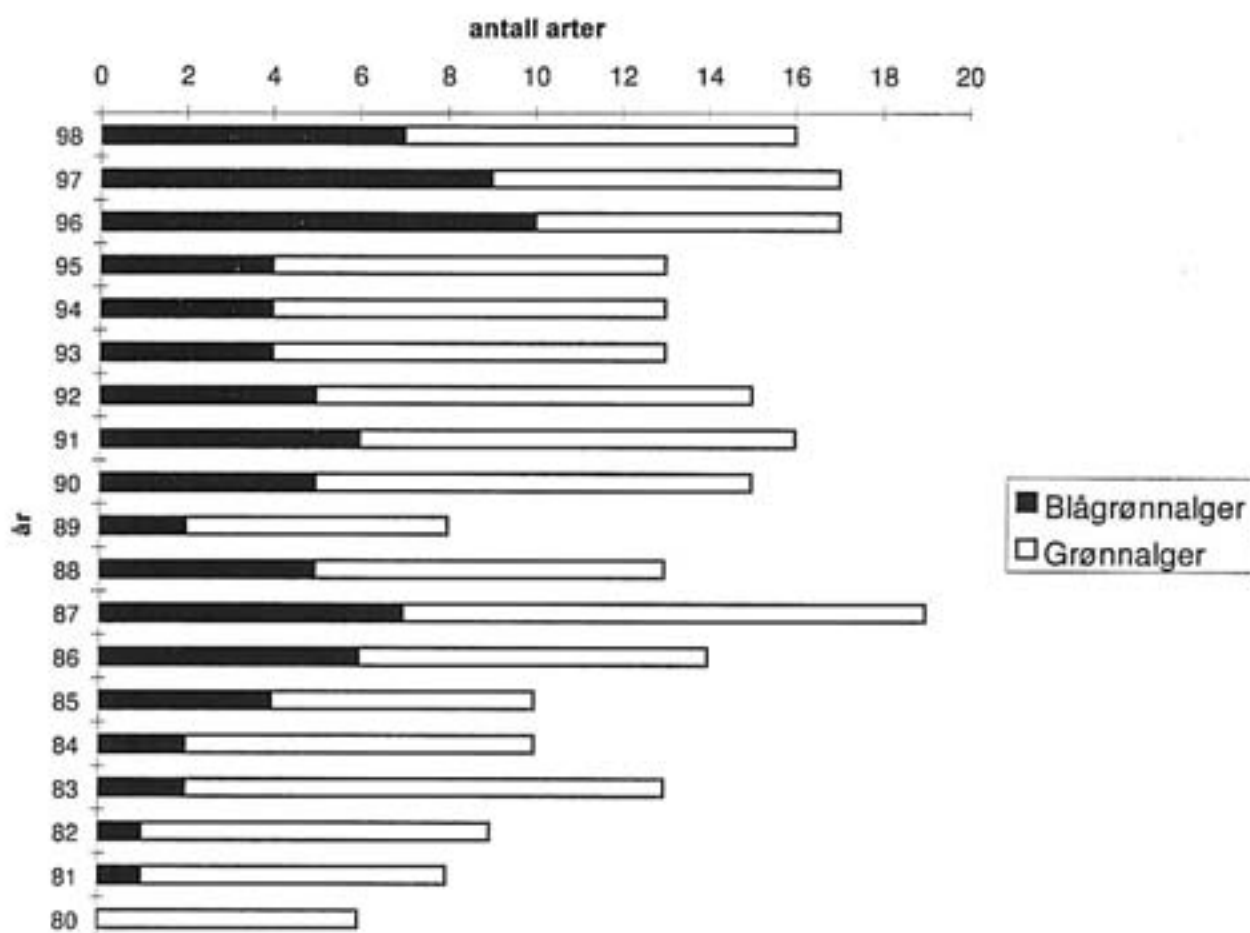


Fig. 10 A Artsantall for grønn- og blågrønnalger i årene 1980-98. Stasjon 1, Yset.

### Stasjon 1t, Ya

Prøvene ble tatt ca. 100-150 m oppstrøms bro over riksveien i et jevnt strykende parti med substrat av mellomstore og store steiner. Vannstanden var normal og vannføringen middels.

Som tidligere år var det lite synlig begroing bortsett fra mosen *Blindia acuta*, som foretrekker vann med lavt næringsinnhold og som synes å være metalltolerant. Artsantallet var som tidligere år, lavt og samfunnet var tydelig påvirket av metallforurensning.

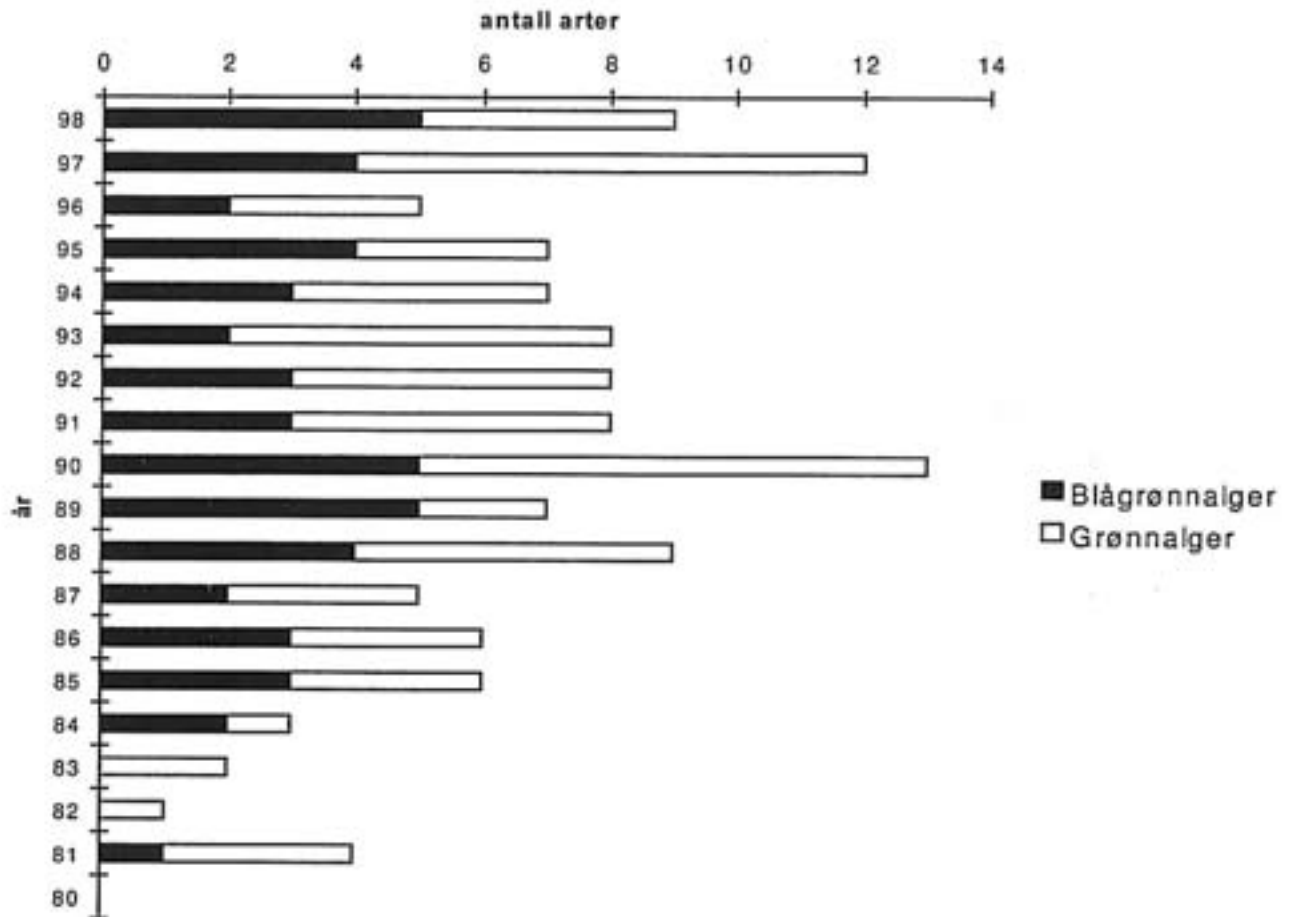


Fig. 10 B. Artsantall for grønn- og blågrønnaiger for årene 1980-98. Stasjon 1t, Ya.

### Stasjon 2, Stai

Prøvene ble tatt på vestsiden, ca. 250 m nedstrøms Stai bro, i et stilleflytende parti med substrat av mellomstore steiner, småstein og grus. Vannføringen var middels.

Begroingen var dominert av blågrønnalgen *Calothrix ramenskii*, en grønnalge cf. *Chaetophora* sp. og mosen *Fontinalis antipyretica*. *Calothrix ramenskii* finnes i rene vassdrag med høyt innhold av elektrolytter. *Fontinalis antipyretica* er forurensningstolerant og får ofte stor forekomst i næringsrikt vann. Begroingsselementene var i hovedtrekk de samme som tidligere år. Bakterien *Sphaerotilus natans* var tilstede som enkelttråder. Begroingen ga ingen indikasjon på høyt innhold av tungmetaller, men vannets innhold av næringssalter kan synes å være noe høyere enn på de øvrige stasjonene i vassdraget.

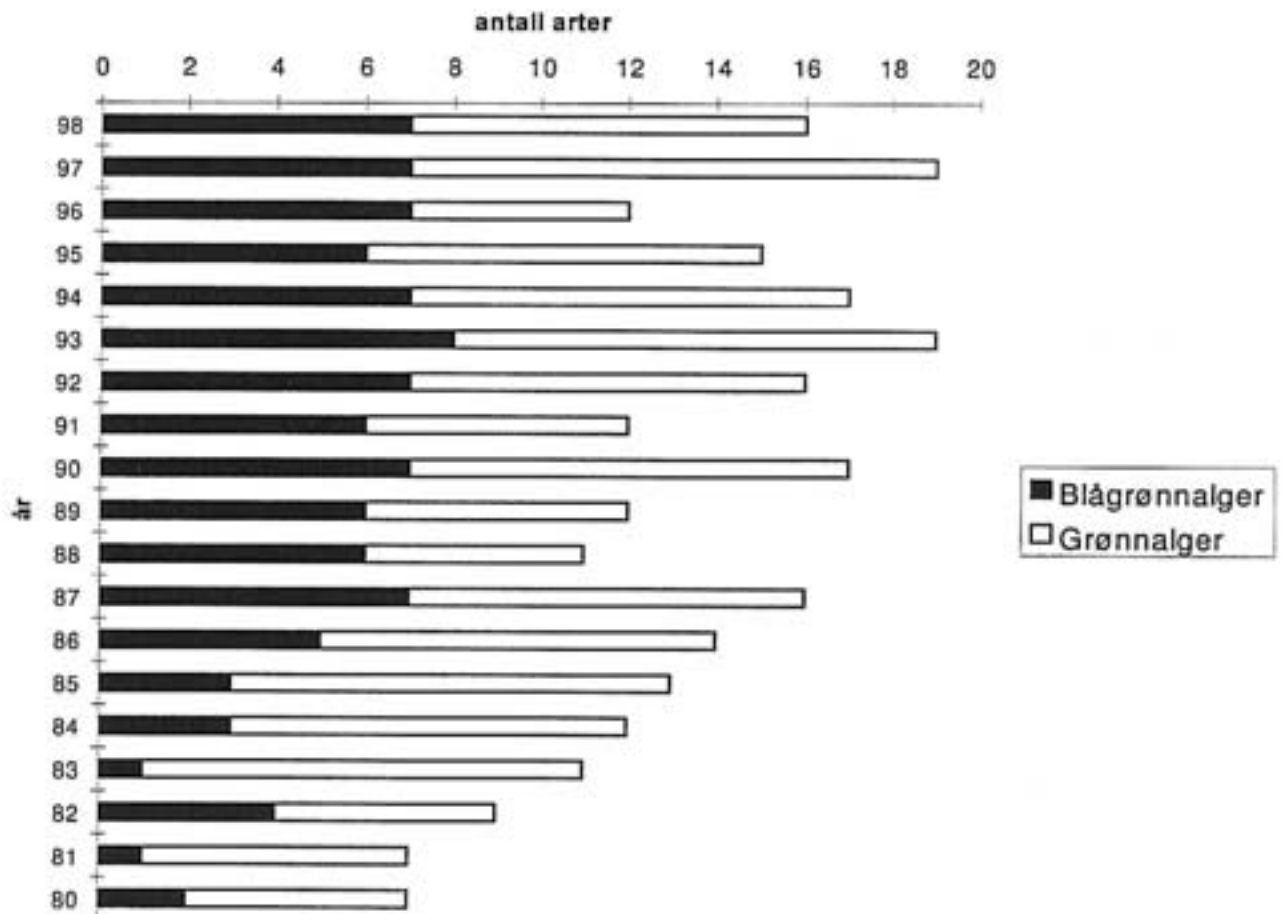


Fig. 10 C. Artsantall for grønn- og blågrønnalger i årene 1980-98. Stasjon 2, Stai.

### Stasjon 3, Brattset

Prøvene ble tatt i et parti med stilleflytende vann, rett oppstrøms tillopet fra sideelv. Substrat av mellomstore og store stein. Middels vannføring.

Begroingen var helt dominert av grønnalgen *Spirogyra* sp. (20µm, 1,K, L). Slekten *Spirogyra* kan bare artsbestemmes hvis en har fertilt materiale. Det var også stor forekomst av grønnalgen *Zygnema* b som regnes som er god indikator på rent, upåvirket vann med lavt innhold av næringssalter. Artsantallet og artssammensetningen var omtrent som tidligere år. Forurensningseffekter ble ikke påvist.

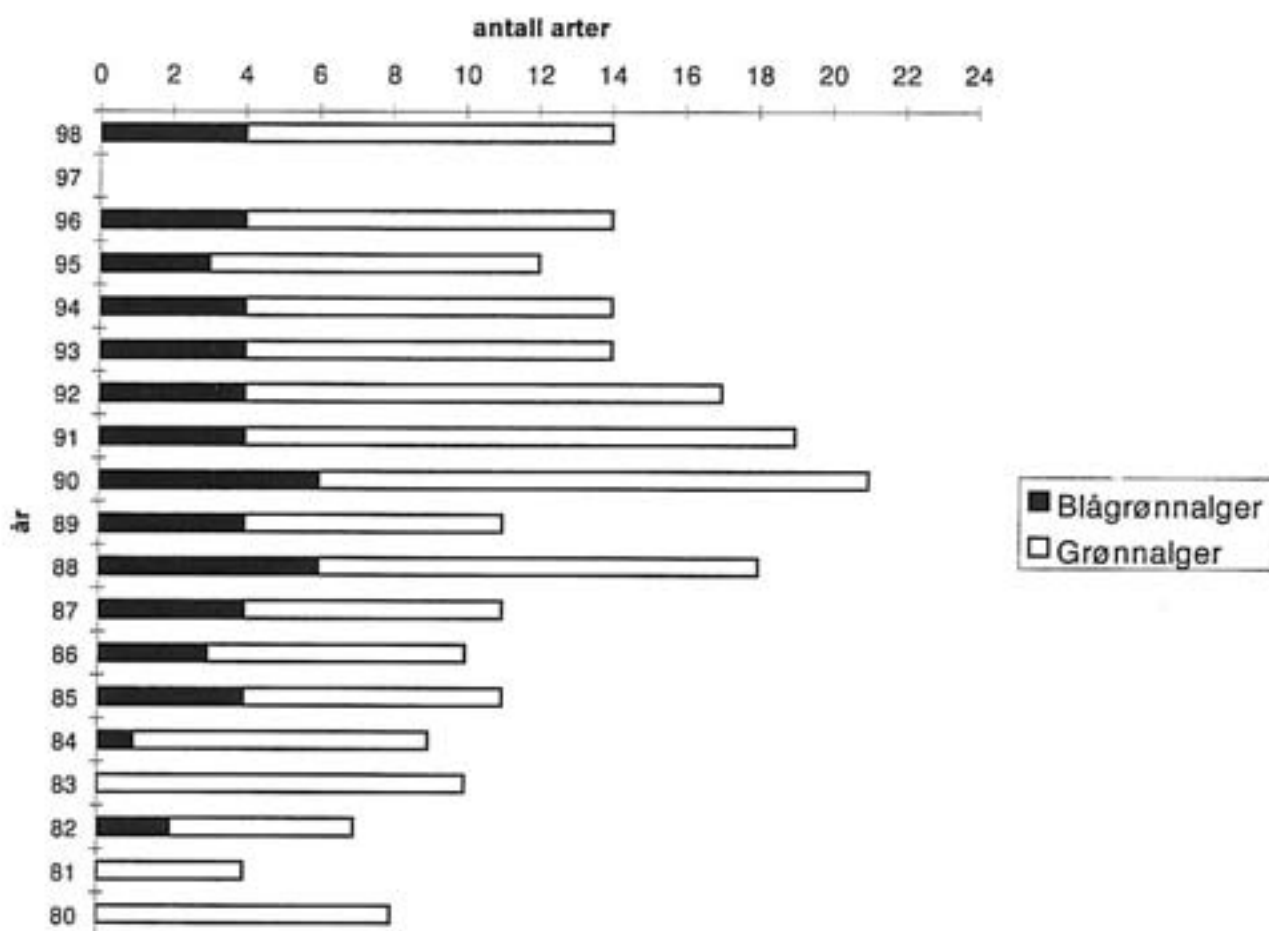


Fig. 10 D. Artsantall grønn- og blågrønnalger i årene 1980-98 .  
Stasjon 3, Brattset.

### Stasjon 4, Hol

Prøvene ble tatt ca. 200-250m oppstrøms hengebro i et jevnt småstrykende parti med substrat av store og mellomstore stein. Vannstanden var høy og det var derfor vanskelig å komme ut i elven.

Begroingen var som tidligere år dominert av grønnalgen *Oedogonium* c. Artene innen denne slekten kan bare bestemmes når en har fertilt materiale. Begroingselementene var i hovedtrekk de samme som tidligere år, med en godt utviklet mosevegetasjon med *Blindia acuta* (rentvannsindikator) som dominerende art. Hverken mengdemessig forekomst eller artssammensetning indikerer forurensning.

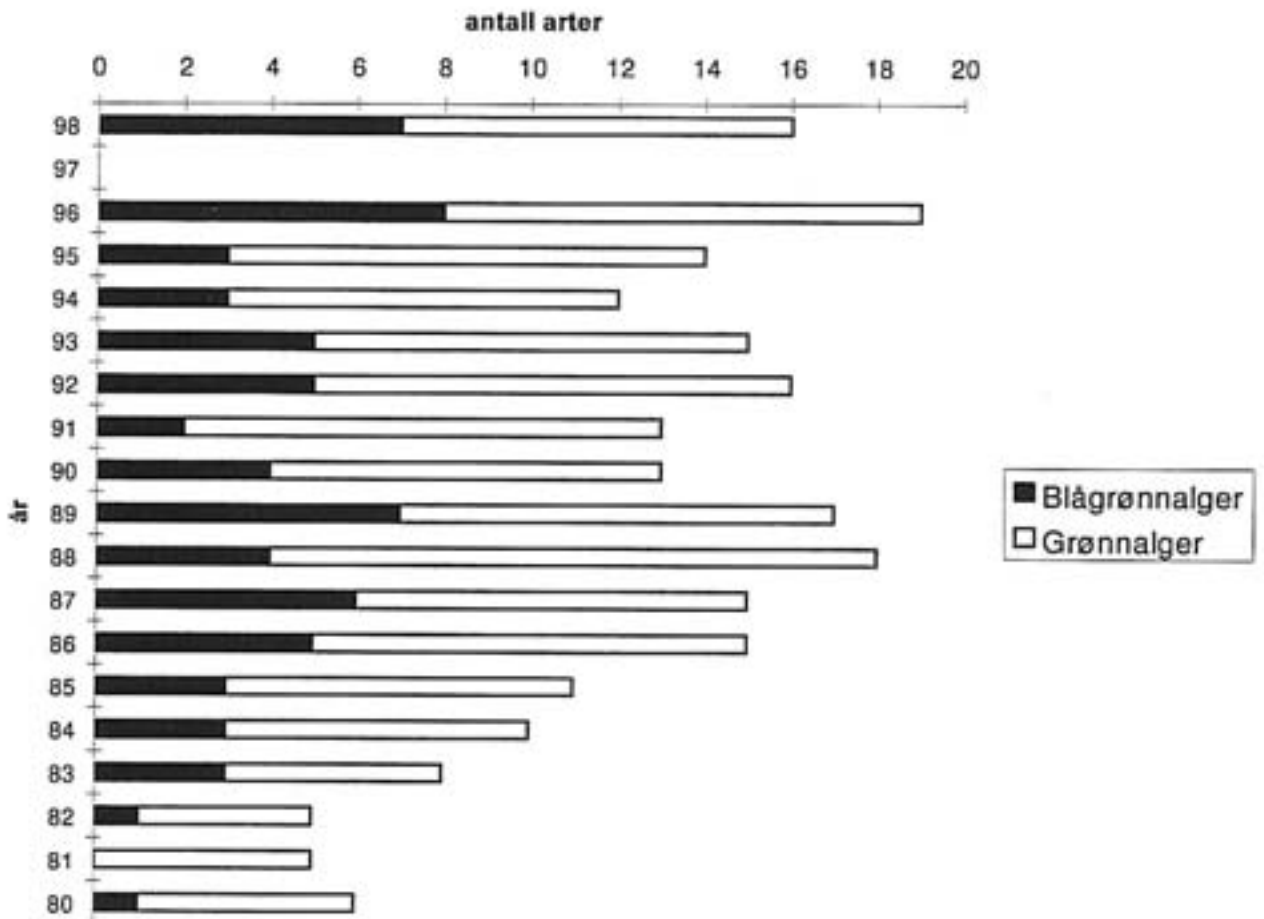


Fig. 10 E. Artsantall for grønn- og blågrønnalger i årene 1980-98 .  
Stasjon 4, Hol.

### Stasjon 5, Bjørset ( Meldal )

Prøvene ble tatt på vestsiden ca. 200 m oppstrøms bro, i jevnt strykende og tildels kraftig strømmende vann med substrat av små og mellomstore stein. Middels/lav vannføring.

Begroingen var som tidligere relativt svakt utviklet og hadde i hovedtrekk de samme begroings-elementene som før. Kiselalgen *Didymosphenina geminata* som er vanlig i vassdrag med relativt høy ledningsevne, dominerte begroingen. Blågrønnalgen *Chamaesiphon* sp. dannet et skorpeformet mørkt belegg på en del av stenene. Rentvannsformer som mosen *Blindia acuta* var tilstede i begroingen. Arter som indikerer forurensning ble ikke observert.

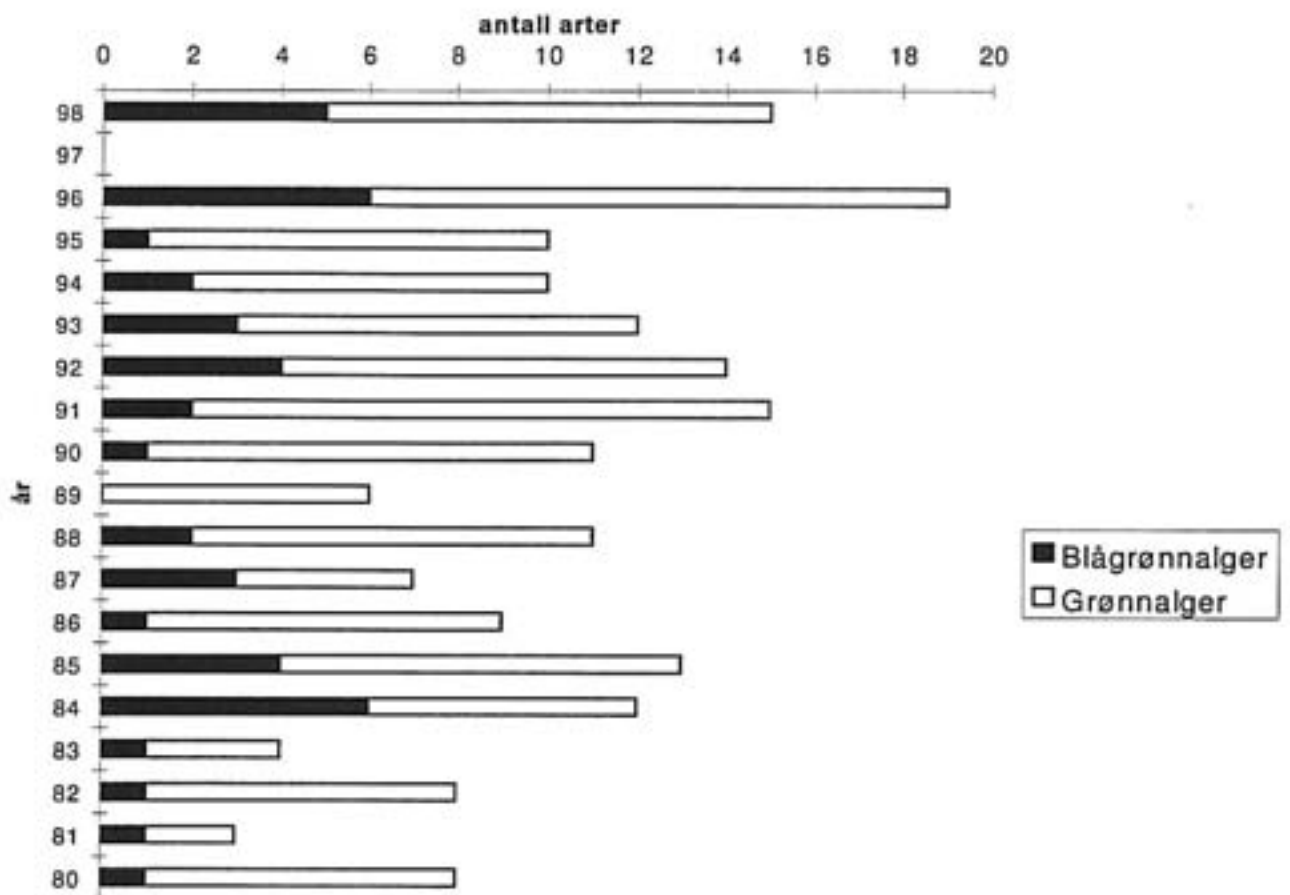


Fig. 10 F. Artsantall for grønn- og blågrønnalger i årene 1980-98. Stasjon 5, Bjørset ( Meldal ).

### Stasjon 6, Rønningen

Prøvene ble tatt ca. 200 m oppstrøms campingplassen i et jevnt strykende parti med substrat av store og mellomstore stein. Vannføring og vannstand var normal /noe lav.

Begroingen var dominert av kiselalgen *Didymosphenia geminata* som er vanlig i vassdrag med relativt høy ledningsevne. Som tidligere var begroingen preget av trådformede grønnalger med *Ulothrix zonata* som dominerende art. Ved moderat forurensning kan arten få stor forekomst, men den finnes også i rent vann. Grønnalgen *Zygnema b* som regnes som en god rentvannsindikator, var tilstede som før. Artsantallet og artssammensetningen var i hovedtrekk som tidligere år. Hverken mengdemessig forekomst eller artssammensetning indikerer forurensningspåvirkning.

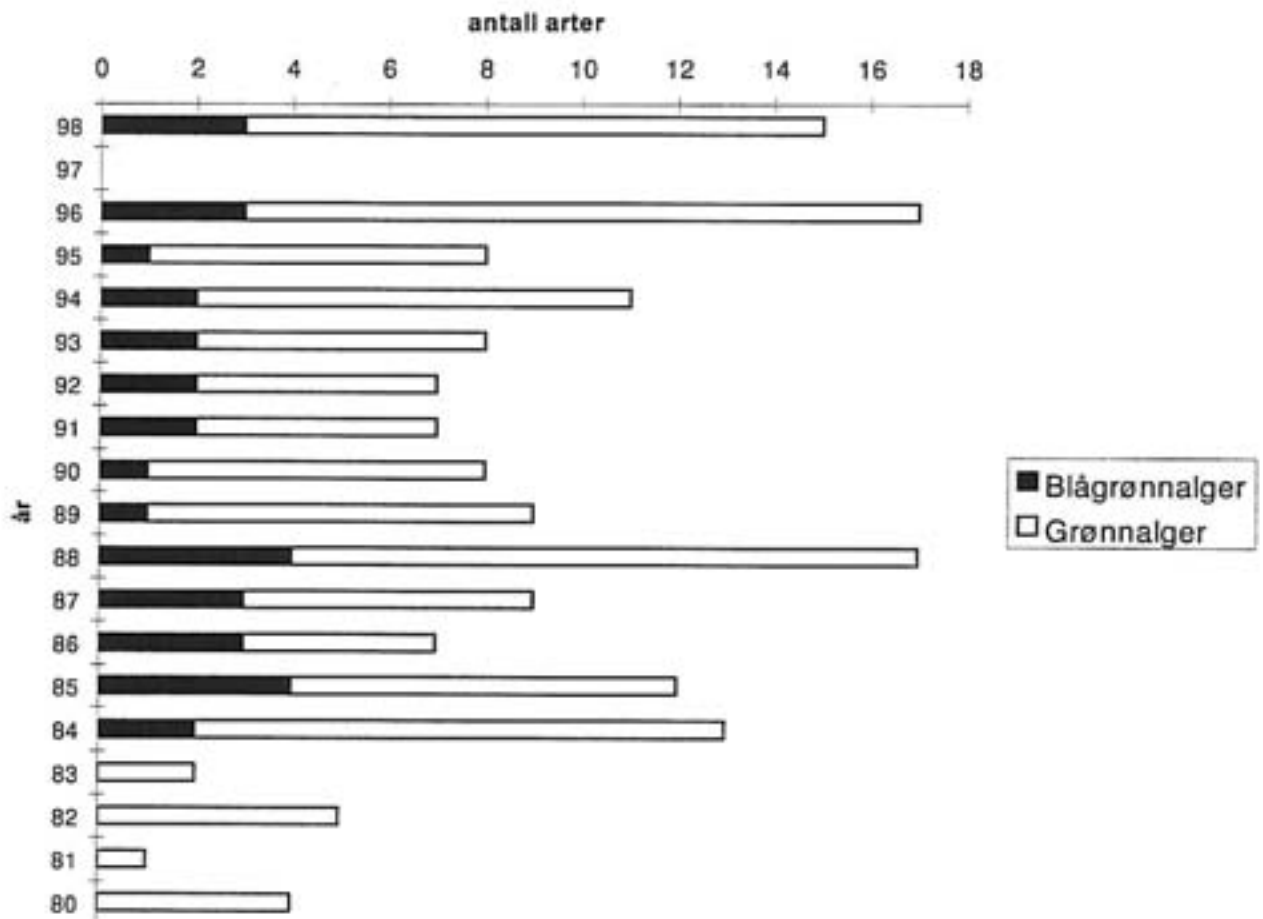


Fig. 10 G. Artsantall for grønn- og blågrønnalger i årene 1980-98. Stasjon 6, Rønningen.

### Stasjon 7, Vormstad

Prøvene ble tatt på østsiden ca.50 m oppstrøms bro i jevnt strykende vann med substrat av store og mellomstore stein. Vannføringen var normal/lav.

Grønnalgene *Oedogonium* c og *Zygnema* b dominerte begroingen. Større mengder av *Zygnema* b, regnes som en god indikasjon på rent, upåvirket vann. Mosen *Blindia acuta* er en god rentvannsindikator, og hadde som tidligere en godt utviklet forekomst. Artsantall og artssammensetning i hovedtrekk var som før. Arter som indikerer forurensningsbelastning ble ikke observert.

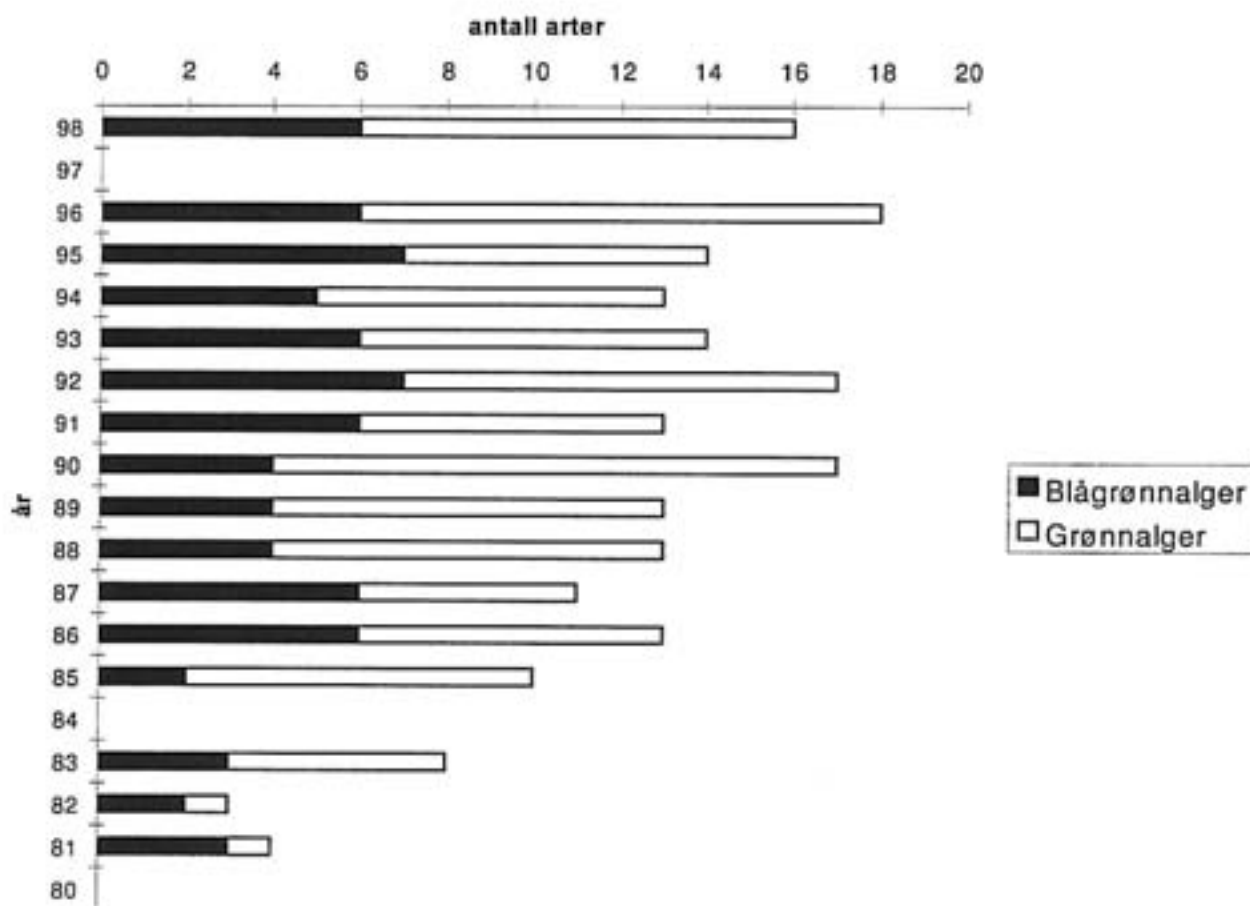


Fig. 10 H. Artsantall for grønn- og blågrønnalger i årene 1980-98. Stasjon 7, Vormstad.



### 3. 3. 2 Bunn dyr

Bunndyrsamfunnene er rikt og variert sammensatt i Orkla fra naturens side. Overvåkningsundersøkelsene har vist at i sidevassdraget Ya er bunnfaunaen påvirket av tungmetall forurensningen fra de nedlagte Kvikne kobbergruver. I Orkla ved Stai i Kvikne er det ikke påvist forurensningseffekter som har påvirket bunnfaunaens oppbygning i det materialet som ble hentet inn fra denne stasjonen i 1998. Også på stasjonen i Orkla ved Vormstad nedenfor gruveområdet ved Løkken avspeiler materialet som ble hentet inn i 1998 en normalt utviklet bunnfauna.

Store nedbørmengder under feltarbeidet i 1997 resulterte i en flomsituasjon i vassdraget, noe som gjorde det umulig å ta prøver av bunndyrsamfunnene på stasjonene nedstrøms Stai i Orkla. Situasjonen ble vedvarende og det var ikke mulig å samle inne et nytt materiale senere på høsten som kunne gi et sammenlignbart bilde av bunnfaunaen i vassdraget og derved forurensingssituasjonen i Orkla i 1997. Vannføringsforholdene under prøvetakingen i 1998 av bunndyrsamfunnene i Orkla var derimot gode.

#### Metoder

I perioden fra den 23. september til den 24. September i 1998 ble det foretatt en befarings- og innsamlingsreise i Orkla vassdraget fra Kvikne til Orkdal med innsamling av bunndyr på de vanlige stasjonene. Prøvene ble som tidligere tatt med elvehåv med maskevidde 250 µm. Metoden følger norsk standard (NS 4719) for prøvetaking av bunndyrsamfunn i rennende vanns biotoper og er vist skjematisk i figur 11. Innsamlingen foregikk i 3 x 1 minutt som tidligere. Det legges vekt på å foreta innsamlingen så likt som mulig hver gang for å få data som er mest mulig sammenlignbare. Det må likevel presiseres at metoden ikke er kvantitativ, men bare gir et tilnærmet bilde av mengdeforholdene. Materialet ble først observert levende i en plastbakke på prøvetakingsstedet og feltnotater ble gjort om sammensetning og mengdeforhold. Deretter ble materialet konserverert og oppbevart på etanol for senere bearbeiding. Bunndyrmaterialet er sortert og dyrene fordelt på de ulike hovedgruppene i bunnfaunaen.

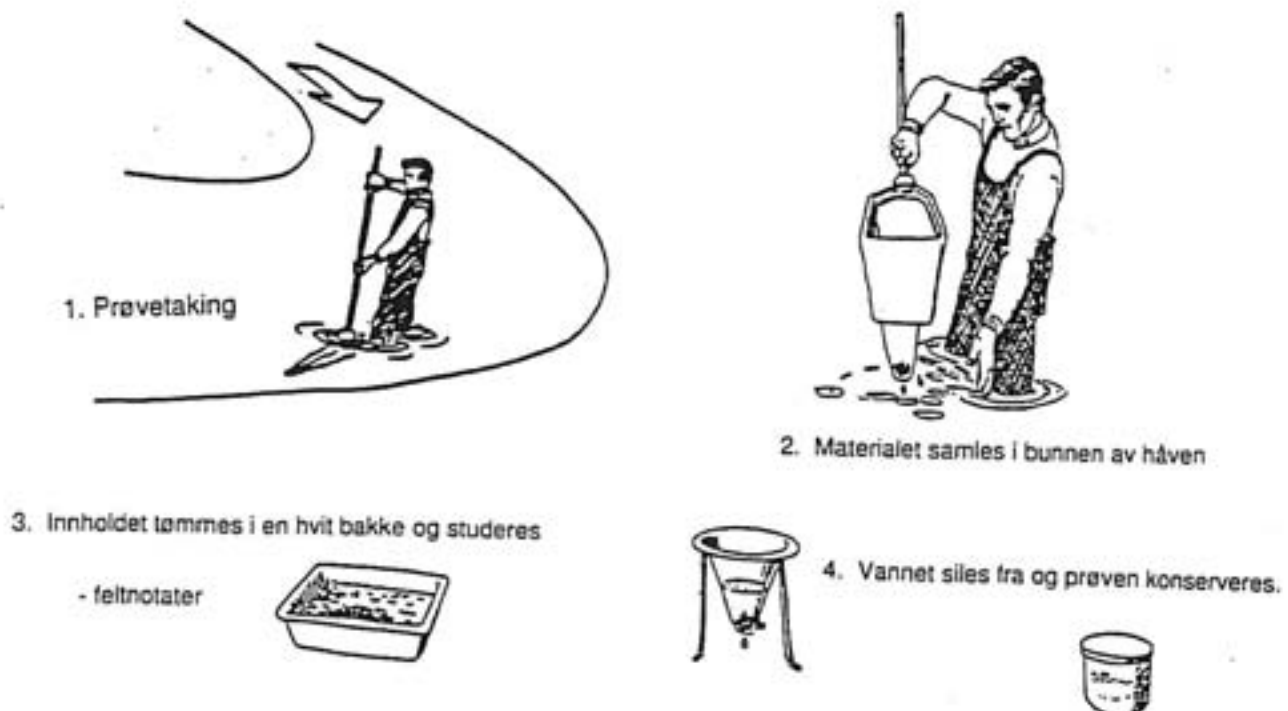


Fig. 11. Skjematisk fremstilling av arbeidsprosedyren i felt ved bruk av elvehåv for innsamling av prøver av vassdragets bunndyrsamfunn.

## Resultater

Resultatene fra bearbeidingen av prøvene som ble hentet inn i 1998 fra bunndyrsamfunnene i Orkla er fremstilt i fig. 12 og dataene er sammenstillt i vedlegg 7. Lokalitetsangivelse for de ulike prøvetakingsstasjonene er gitt i vedlegg 1. Nærmere beskrivelse av de enkelte lokaliteter, vanntemperatur og vannføringsforhold fremgår av foregående avsnitt om begroing.

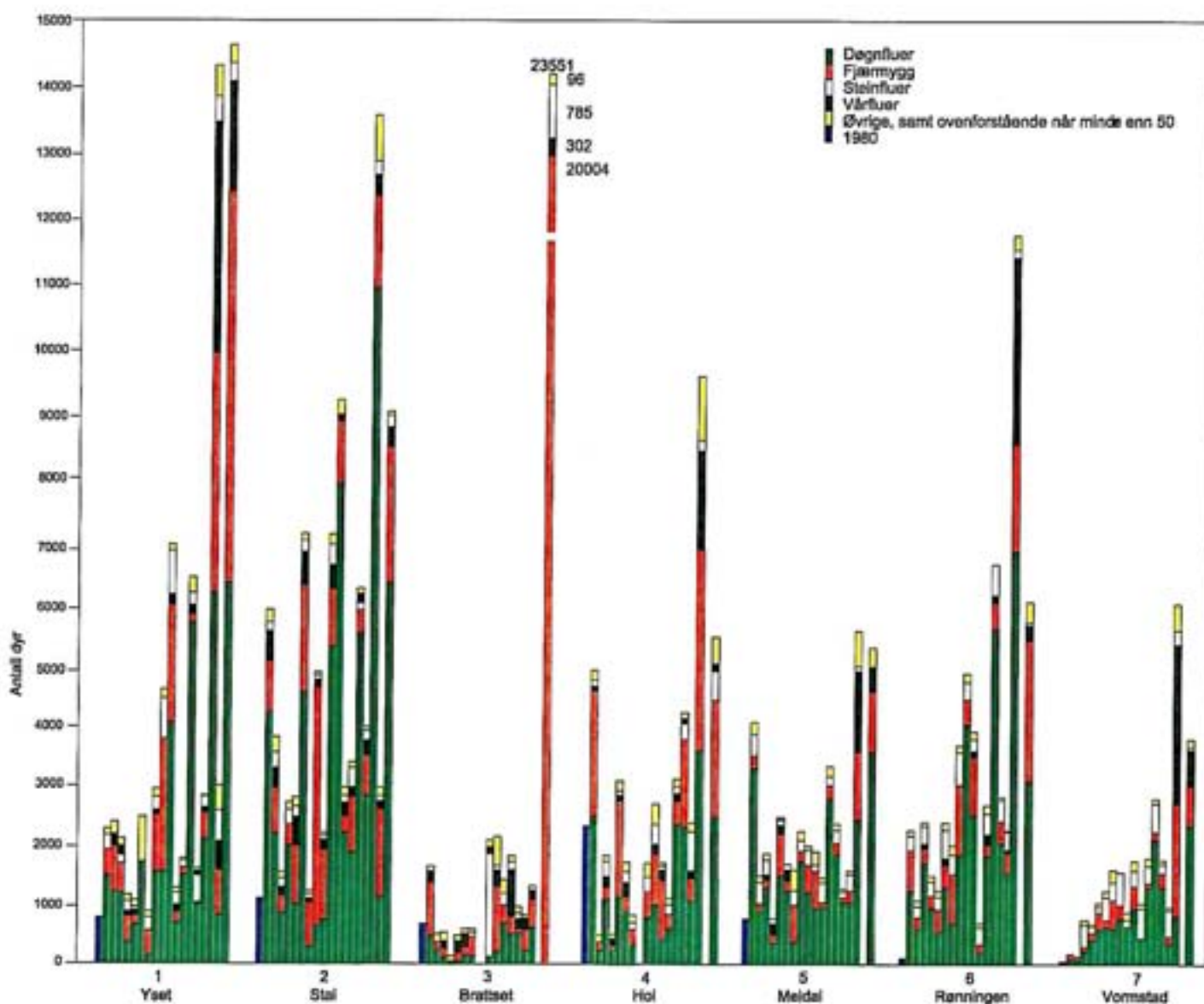


Fig. 12. Bunndyr i Orkla 1980 - 1998. Antall dyr i hver prøve. Høstprøver. Metode NS 4719 (maskestørrelse 250 µm). Antall organismer i hver dyregruppe refererer seg til 3 min prøve.

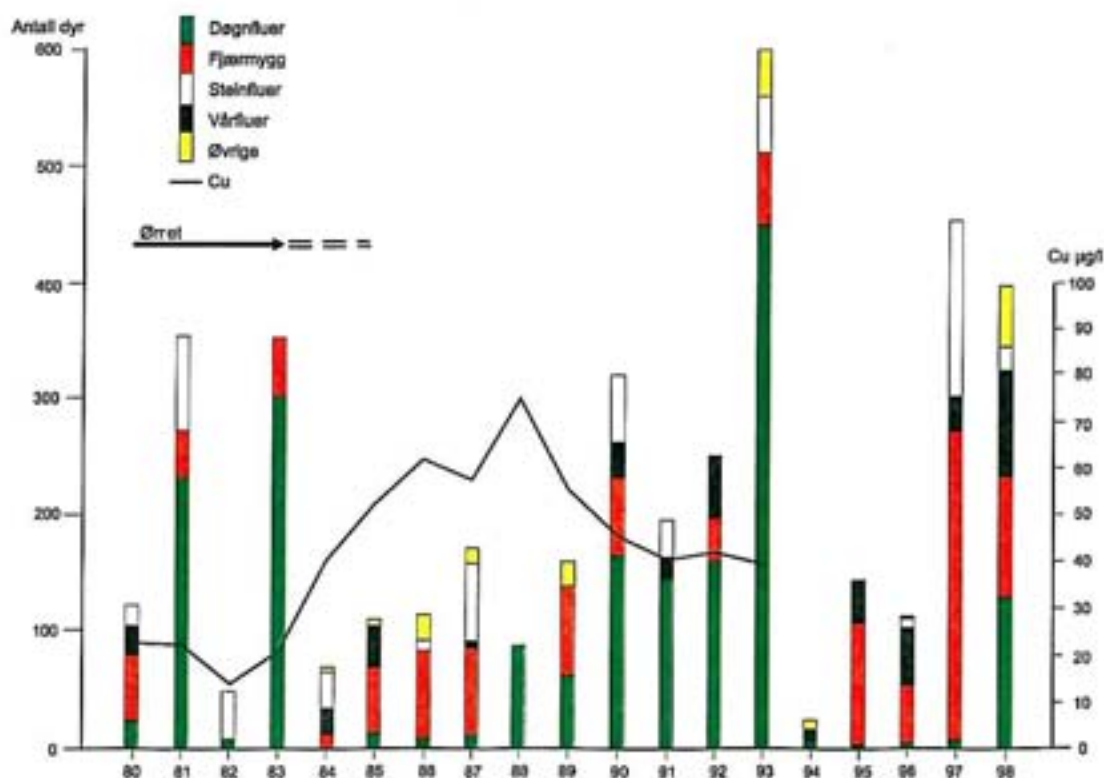
### Stasjon 1, Yset

Bunndyrsamfunnets sammensetning i Orkla ved Yset viser en noe større variasjon i perioden 1996 til 1998 enn i årene før (vedlegg 7). Tettheten av bunndyr var stor i 1998 og nokså lik den som ble registrert i 1996, og mye større enn den som ble registrert i 1995 og 1997. Dette skyldes stor tetthet av vår-, døgn- og fjærmygglarver. Gruppen døgnfluener var som vanlig godt representert i materialet med arter som *Baetis rhodani*, *Heptagenia* sp. og *Ephemerella* sp. Såvel steinfluer som fjærmygg forekom i normalt antall. Bunnfaunaens sammensetning indikerer ikke forurensningspåvirkninger.

### Stasjon 1t, Ya

Bunndyrsamfunnets sammensetning var også i 1998 meget fattig på denne lokaliteten i sidevassdraget Ya (fig. 13), selv om det var en noe større variasjon i 1998 enn i årene før. Døgnfluener, vårfluener, steinfluer og fjærmygg ble registrert i materialet, men antallet var svært lavt om en ser det i forhold til resultatene fra bearbeidingen av bunndyrmaterialet fra stasjonene ved Yset og Stai i Orkla. Det kan se ut som om gruppen døgnfluener (som er meget følsom for avrenning fra gruver) har en noe større tetthet høsten 1998 enn tidligere år. Interessant blir det å følge opp om dette indikerer en varig endring i vannkvaliteten i Ya eller om dette tilskrives tilfeldigheter knyttet til avrenningsforholdene i 1998. Årsaken til den fattige bunnfaunaen har sammenheng med de antatt høye kobberkonsentrasjonene på denne stasjonen, som det kjemiske overvåkningsprogrammet frem til 1993 viste. Dette skyldes avrenning fra de nedlagte Kvikne kobbergruber oppstrøms stasjonen.

Det foretas ikke lenger målinger av kobberkonsentrasjonene på denne lokaliteten, men det er imidlertid liten grunn til å tro at disse har endret seg vesentlig i forhold til tidligere. Kobberkonsentrasjonene vil variere noe gjennom året og mellom år som følge av naturlige variasjoner i avrenning fra gruveområdet og vannføringen i vassdraget. Redusert vannføring etter reguleringen i 1984-85 førte også til at fisken forsvant på strekningen nedenfor Storbekken som renner fra gruveområdet (fig. 13).

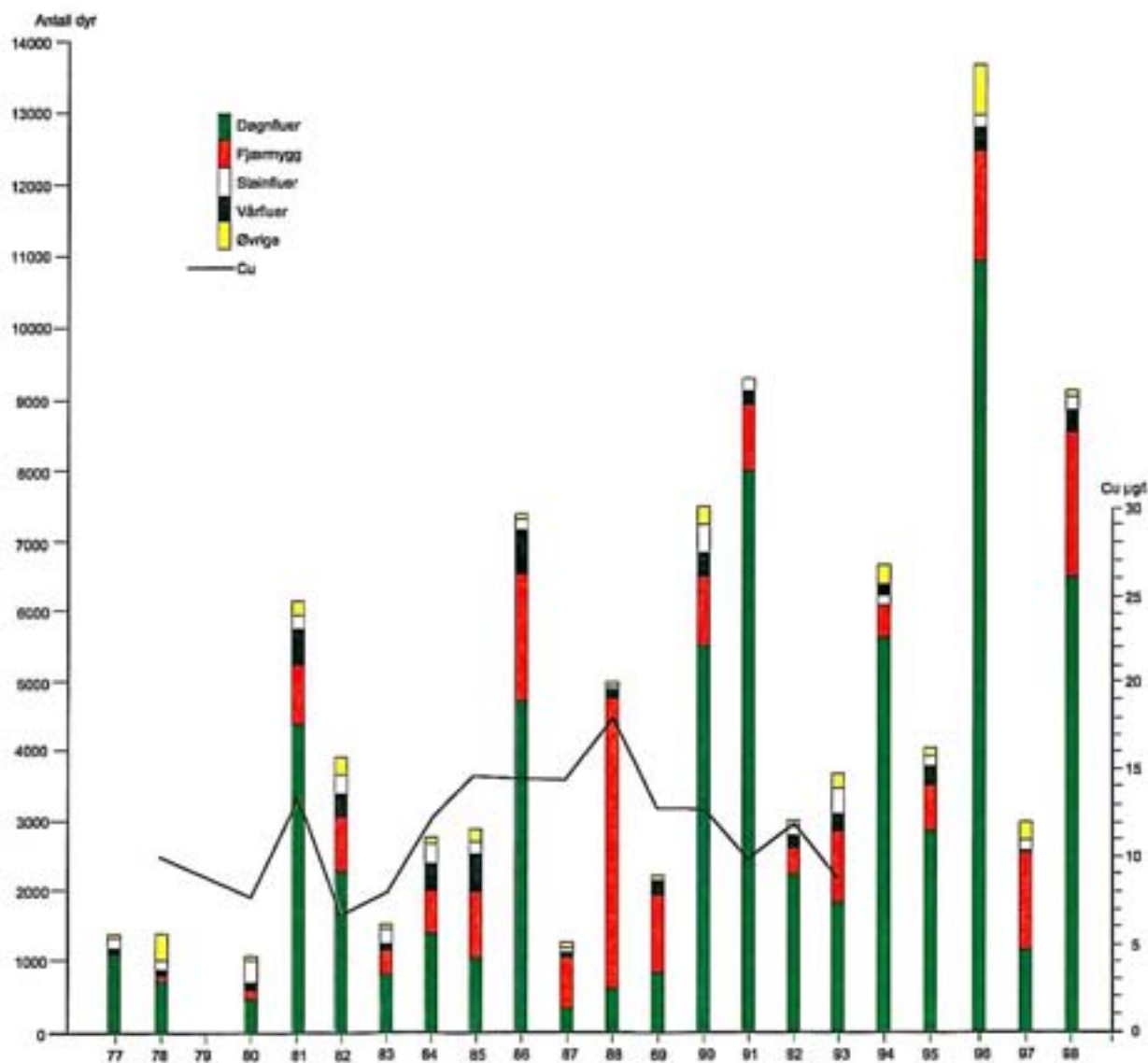


Figur 13. Registreringer av bunndyr, fisk og kobberkonsentrasjoner i Ya, 1980 - 1998.

### Stasjon 2, Stai

Orkla er her stilleflytende og er noe forskjellig fra de andre lokalitetene med hensyn til strømhastighet og bunnsstrat. Tettheten av bunndyr var i 1998 høy, og mer enn tre ganger det en registrerte i 1997, men samtidig under det halve av bunndyrtettheten i 1996. Særlig var tettheten av små døgnfluer spesielt stor i 1996 og i 1998. Den høye vannføringen i 1997 kan ha bidratt til den noe lave tettheten dette året. De dominerende grupper var døgnfluer og fjærmygg, men grupper som stein- og vårfluer var også godt representert i materialet. Av dominerende slekter blant døgnfluene kan nevnes *Baetis* sp. og *Heptagenia* sp., og blant steinfluene slekten *Amphinemura* sp.

Variasjonen (mangfoldet) i bunndyrsamfunnet på stasjonen i Orkla ved Stai er stor og ligner mye på det bunndyrsamfunnet vi finner på stasjonen oppstrøms Yset. Det er vanskelig å se noen effekt av metallpåvirkningen (Cu) fra Ya. Derimot indikerer dominansen av grupper som fjærmygg og døgnfluer av arten *Baetis rhodani* og tidligere fåbørstemark (1996 og 1997) at det på dette avsnittet av Orkla ved Stai er en markert påvirkning av næringssalter og organisk materiale fra aktiviteter oppstrøms stasjonen.



Figur 14. Bunndyr og kobberkonsentrasjoner i Orkla ved Stai, 1977 - 1998. Høstprøver. Det kjemiske måleprogrammet ble avsluttet i 1993.

### Stasjon 3, Brattset

Resultatene i 1995, som var det siste året denne stasjonen ble prøvetatt, viste et litt større antall bunndyr enn de nærmeste foregående år. Det ble i materialet da registrert grupper som døgnfluer, steinfluer, vårfluer, fjærmygg, biller og vannmidd, men tettheten var tildels meget lav. Lokaliteten er mindre godt egnet for bunndyrundersøkelser på grunn av bunn- og strømforhold (stilleflytende). Resultatene fra bearbeidelsen av bunndyrmaterialet som ble hentet inn i 1998 viser en meget sterk dominans av fjærmygglarver, men også andre grupper som vår-, stein- og døgnfluer var godt representert i materialet. Fjærmygg utgjør 85 % av bunndyrene i materialet i 1998 og antallet larver av fjærmygg var etter en 3 minutters prøvetaking hele 20.000 individer. Den store dominansen denne gruppen har i bunnfaunaen tilskrives et annet og mye finere substrat på stasjonen ved Brattset enn på de andre stasjonene i Orkla. Men samtidig indikerer dette en stor tilførsel av organisk lett nedbrytbart materiale på denne strekningen av Orkla. Kjemiske analyseresultater fra stasjonen mangler etter 1994.

### Stasjon 4, Hol

Prøven av bunndyrsamfunnet på denne stasjonen i Orkla viste en rik og variert bunnfauna med 12 dyregrupper representert i materialet som ble hentet inn i 1998. Bunndyrtettheten var noe mindre enn i 1996 (fig. 12, vedlegg 7), noe som særlig skyldes en økt forekomst av vår- og døgnfluer samt fjærmygg dette året. I 1998 var de mest tallrike dyregruppene i bunndyrsamfunnet (som tidligere) døgnfluer, fjærmygg, steinfluer og vårfluer. Forurensningseffekter av betydning har ikke vært konstatert i de senere år, men materialet fra 1996 kan avspeile en noe økt næringsstilgang. Dette er mindre markert i 1998.

### Stasjon 5, Meldal

Forholdene i 1998 var omtrent som vanlig de siste årene. Mengden av døgnfluer var noe større enn ved prøvetakingen i 1996 mens grupper som stein- og vårfluer var gått noe tilbake. Andre grupper med stor tetthet på st. i Orkla ved Meldal er fjærmygg og fåbørstemark. Bunndyrsamfunnet har på denne lokaliteten i tidligere år vist relativt små variasjoner i mengde og sammensetning (fig. 12). Forurensningseffekter gjør seg ikke merkbart gjeldende overfor bunnfaunaen på denne lokaliteten i Orkla.

### Stasjon 6, Rønningen

Denne lokaliteten tjener som referanse for neste stasjon, Vormstad, hvor forurensningene fra gruveområdet ved Løkken gjennom lang tid har gjort seg gjeldende. Vannføringene er imidlertid forskjellige i det Rønningen ligger ved den delen av vassdraget som har regulert minstevannføring på grunn av tunneloverføringen til Svorkmo kraftverk (fig.1). Sidevassdraget Svorka kommer også inn nedenfor Rønningen ved Svorkmo med betydelig vannmengde. Dette influerer nok endel på sammensetningen og mengden av dyr på disse to stasjonene.

Døgnfluer og fjærmygg var som vanlig de viktigste gruppene i bunndyrmaterialet som ble hentet inn fra denne stasjonen i 1998, men tettheten av bunndyr var noe mindre enn i 1996. Dette skyldes først og fremst en noe redusert tetthet av døgnfluer, men også tettheten av steinfluer var mye mindre i 1998 enn året før ved Rønningen. I 1998 var det som vanlig flere bunndyr ved Rønningen enn det som ble registrert ved Vormstad.

Forurensningseffekter av betydning gjør seg ikke gjeldende overfor bunndyrfaunaen i Orkla ved Rønningen.

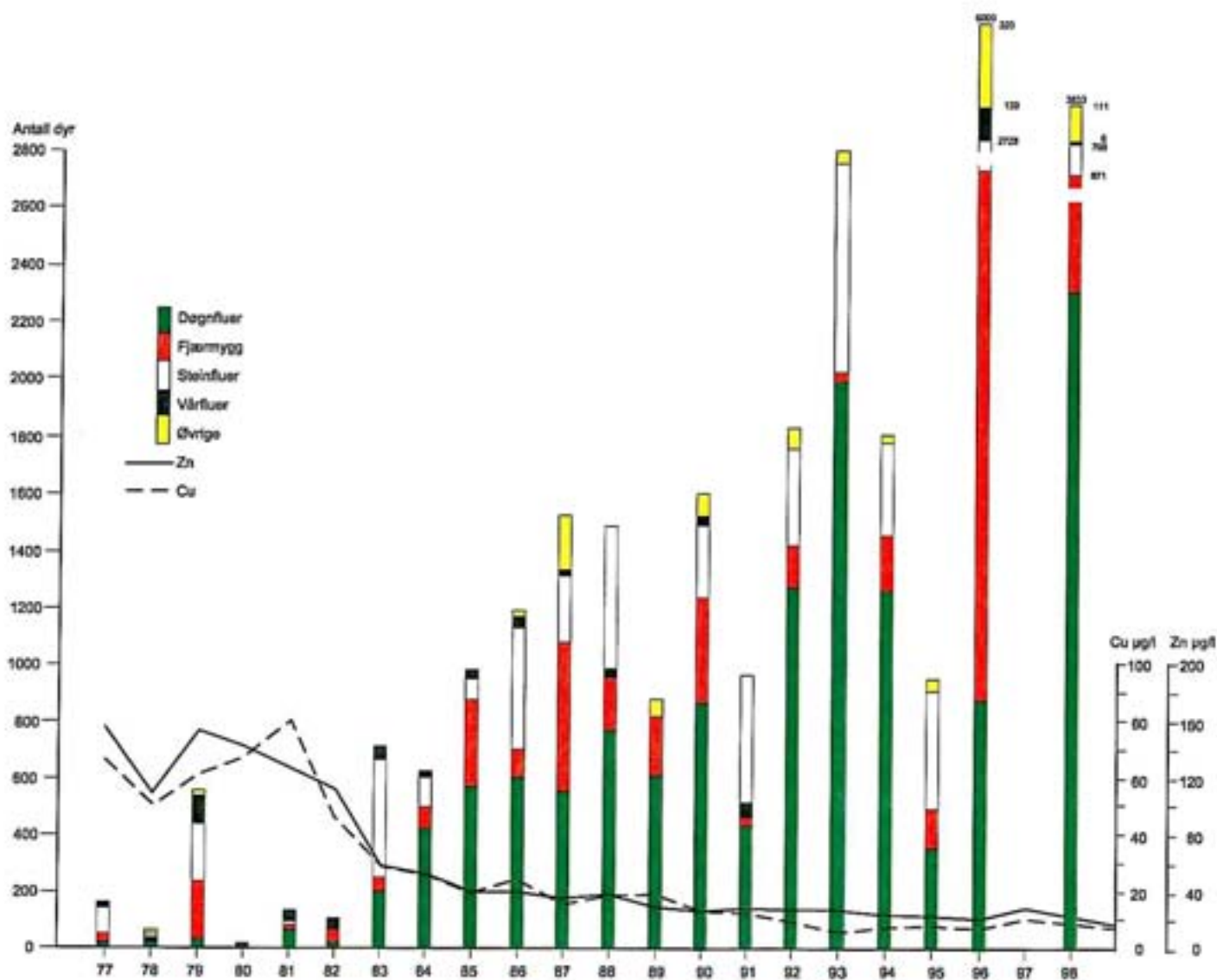
### Stasjon 7, Vormstad

Vormstad er en spesielt viktig stasjon i arbeidet med overvåkingen av vannkvaliteten i Orkla, fordi den stasjonen reflekterer virkningene av gruveavrenningen fra Løkkenområdet til vassdraget. Utviklingen i bunnfaunaen har siden tidlig på 80-tallet vært svært positiv på denne stasjonen, noe som er vist i fig. 15. Årsmiddelverdiene av metaller har samtidig gått betydelig ned, mens bunndyrmengden jevnt over har tiltatt. I bunndyrmaterialet fra 1995 var det imidlertid en nedgang i forhold til året før, mens det i 1996 var en betydelig økning både i tettheten og i variasjonen i bunndyrsamfunnet på denne stasjonen.

Resultatene fra 1998 viser en noe lavere bunndyrtetthet enn i 1996. Dette skyldes først og fremst en redusert tetthet av steinfluer og fjærmygglarver, mens gruppen døgnfluer har økt i dominans når materialet sammenlignes med tidligere år. Bunndyrsamfunnets sammensetning i Orkla ved Vormstad ligner mye på det samfunnet vi beskriver på stasjonen ved Meldal noe lengre opp i vassdraget (fig. 12), såvel i antall grupper som totalmengde dyr. De vanlige gruppene i bunnfaunaen er representert med døgnfluer, fjærmygg og steinfluer som de viktigste.

Vormstad har alltid (med unntak for året 1991) hatt mindre dyr enn den nærmeste stasjon, Rønningen, som ikke er influert av metallforurensninger fra Løkkenområdet. Lokalitetene er imidlertid noe forskjellige i det Orkla ved Rønningen (st. 6) har et vannføringsmønster som i hele sommerhalvåret ( fra 1/5 til 31/8 ) har en regulert minstevannføring på 20 m<sup>3</sup>/sek. Dette kan føre til at bunndyrsamfunnene ikke utvikler seg likt på de to stasjoner, bl.a. på grunn av temperaturforskjeller. Forholdene ved Vormstad er oftest mer like de en finner ved Meldal som har omtrent de samme vannføringsforhold. Dette gjaldt også i 1998.

En kan konkludere med, på bakgrunn av resultatene fra bearbeidelsen av prøvene som ble hentet inn i 1998 om bunndyrsamfunnets sammensetning, at det dette året ikke ble påvist markerte forurensningseffekter på bunndyrsamfunnet i Orkla ved Vormstad.



Figur 15 Bunndyr og tungmetallkonsentrasjoner presentert som middelv verdier i Orkla ved Vormstad. Resultater for perioden 1977 - 1998.

### 3. 3. 3 Fisk

*Utbyttet av lakse- og sjøaurefisket i Orkla var i 1997 under det halve av hva det var året før. Fangstresultatet fra 1998 viser at vassdraget er omtrent tilbake på det nivået vi hadde i 1996. Det ble i 1998 totalt fisket 10.198 kg hvorav 95041 kg var laks og 694 kg var sjøaure. Tilsvarende fangststatistikk for 1997 var 4074 kg laks og 377 kg sjøaure. Fangststatistikken viser at Orkla i 1998 var nr 7 rekken av Norges beste lakseelver. Tilsvarende statistikk for 1996 og 1997 ga rangering som henholdsvis nr. 6 og nr 14.*

*Det har vært en markert nedgang de siste årene i fangsten av laks og sjøaure i Orkla. Fangsten i 1996 og 1997 var henholdsvis vel 2000 kg og nær 7000 kg lavere enn i 1995, som også var dårligere enn i de nærmeste foregående år. Det høyeste registrerte fangstvolum for Orkla er 27664 kg som ble fisket i 1987. Fiskedød eller andre skadelige forhold overfor fisket som følge av forurensninger eller reguleringer i den lakseførende del av Orkla ble ikke observert eller rapportert i 1998. I løpet av de siste 5-10 år har produksjonen av lakseunger (smolt) i Orkla nedenfor Svorkmo økt til nesten det samme nivå som på strekningen ovenfor.*

*I tilloppselva Ya i Kvikne har kobberkonsentrasjonene i de senere år vært for høye til at fisk kan leve her. Dette skyldes tilførsler fra Kvikne kobbergruve og redusert vannføring etter regulering. I 1998 har en ikke fysisk - kjemiske målinger fra denne del av vassdraget.*

Utbyttet av lakse- og sjøaurefisket i Orkla i årene 1876-1997 er fremstilt i fig. 16. Fangsten var i 1987 rekordstor og var hele 5000 kg høyere enn i tidligere beste år (1903). Fangsten i de tre siste årene har vært relativt dårlig selv om det er langt ned til bunn-nivåene som ble registrert i 1920-1970 årene. Orkla var i 1998 rangert som nr. 7 av Norges beste lakseelver, mens den i 1997 ble rangert som nr. 14. Forøvrig er forholdene nå bedre enn før med hensyn til produksjon av laks i nedre deler av vassdraget. Det siktes da bl.a. til at strekningen fra Svorkmo og ned nå kan bidra til smoltproduksjonen. Dette er en strekning på ca 15 km hvor det tidligere var liten eller ingen produksjon av lakseunger på grunn av forurensning med tungmetaller fra gruveindustrien i området. Forøvrig kan øket vintervannføring også ha hatt betydning for større smoltproduksjon i hele den regulerte, lakseførende delen av vassdraget (Hvidsten 1993).

Det har ikke i 1998 vært meldt om fiskedød eller andre skadelige forhold av betydning som følge av forurensning eller regulering i den lakseførende delen av Orkla. Raubekken føres nå inn i tverrslaget ved Løkken og renner via en sedimenteringsdam i rør ut til hovedtunnellen fra Bjørset. Denne ordningen virker gunstig bl.a. fordi blandingen av vann fra Raubekken og Orkla skjer i tunnellen hvor det ikke er fisk. En får således redusert/fjernet den skadelige "blandsonen" på den lakseførende strekning nedstrøms. Når Svorkmo kraftverk ikke er igang føres Raubekken direkte ut i Orkla ved Svorkmo. Dersom vannføringen i Orkla da er svært liten på strekningen etter samløpet med Raubekken kan en fortsatt få problemer med for høyt innhold av tungmetaller for fisken og dens næringsdyr på strekningen av Orkla nedstrøms samløpet. Det er derfor ønskelig at en fortsatt arbeider med ytterligere å redusere tilførslene av metaller fra Løkkenområdet gjennom Raubekken.

Slamproblemer er ikke observert eller rapportert i 1995 eller i årene etter i Orkla.



Forurensningene av Ya fra de nedlagte Kvikne kobbergruver har sammenheng med redusert vannføring etter regulering av vassdraget oppstrøms. Dette førte så til at fisken forsvant i Ya's nedre del (ca 5 km). I selve Orkla ved Kvikne er det imidlertid fortsatt bra fiske etter ørret. Negative effekter på fisk, bunndyr og begroing er ikke observert ved Stai i Kvikne.

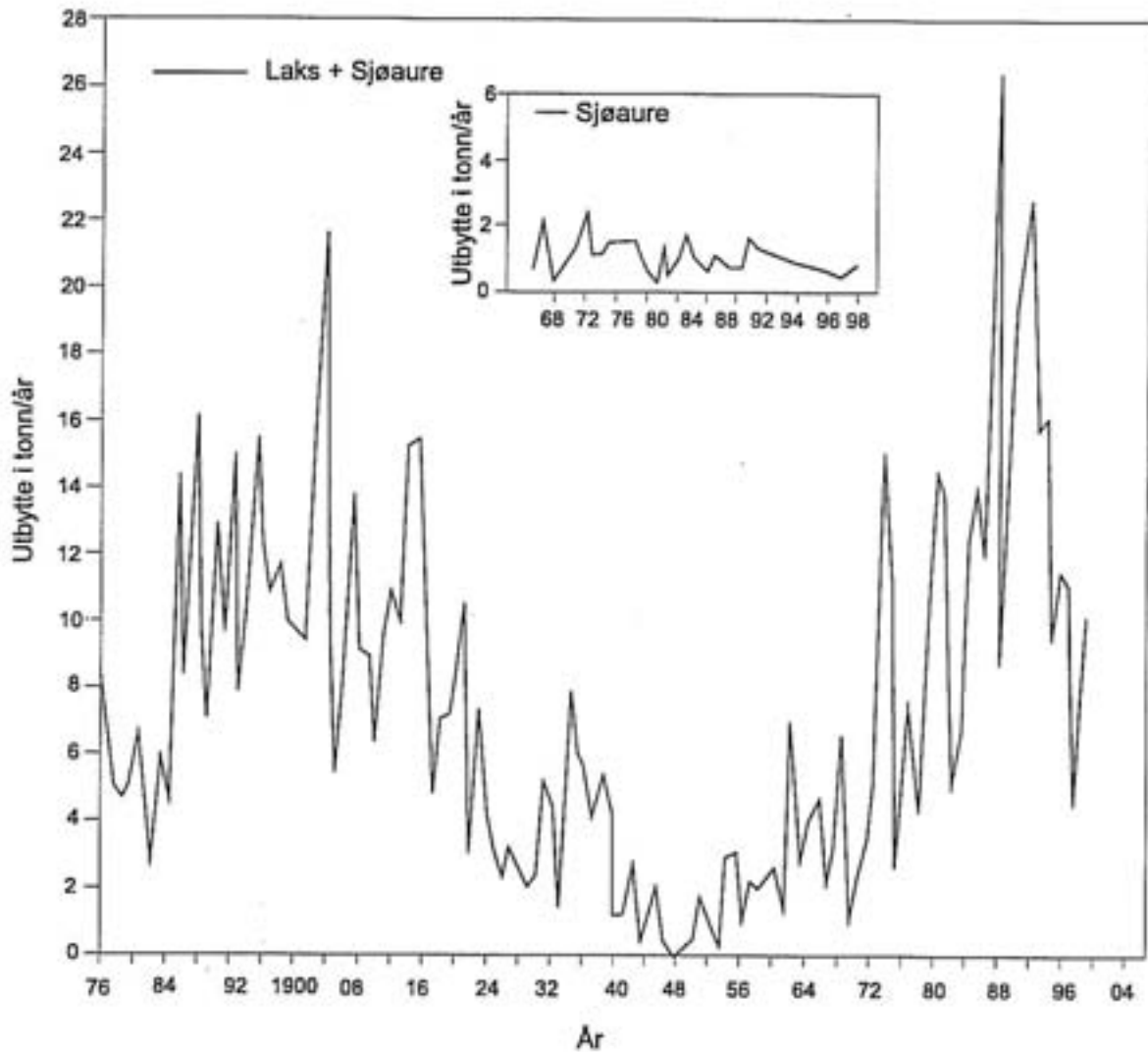


Fig. 16. Fangststatistikk for laks - og sjøaure i Orkla 1876 – 1998.

#### 4. LITTERATUR

**Av foreliggende utredninger og observasjonsresultater som er sitert i teksten eller som kan ha stor betydning ved vurdering av forurensningssituasjonen i Orkla, kan nevnes:**

- Arnesen, R.T., 1976: Overvåkingsundersøkelser i nedre del av Orklavassdraget 1975. O-78/74, 34 s.
- Arnesen, R.T., 1977: Overvåkingsundersøkelser i nedre del av Orklavassdraget 1976. O-78/74, 25 s.
- Arnesen, R.T., 1978: Overvåkingsundersøkelser i nedre del av Orklavassdraget 1977, O-78/74, 46 s.
- Berg, G. og Faugli, P.E. (red.) 1992. FoU-prosjekter i Orkla. Oppsummerende prosjektmøte, NVE Publikasjon nr. 2 1992, 349 s.
- Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, Utbyggingsavdelingen, 1974: Orklavassdraget. Resipientstudier. Rapport nr. 1. Registrering av bruksinteresser.
- Grande, M., Traaen, T., Nygård, J.J., Tjomsland, T., Kristoffersen, T., Arnesen, R.T. og Nøstdahl, B.A. 1979: Vannkvalitet og hydrobiologiske forhold i Orkla. NIVA-rapport O-75122, 144 s.
- Grande, M., 1981. Rutineovervåking i Orkla 1980. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Rapport nr. 9/81, 49 s.
- Grande, M., Bakketun, Å. og Romstad, R., 1985. Overvåking i Orkla 1984. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT, Rapport nr. 187/85, 56 s.
- Grande, M., Bakketun, Å. og Romstad, R. 1986. Tiltaksorientert overvåking i Orkla, 1985. Rapport nr. 242/87, 58 s.
- Grande, M., Romstad, R. og Lindstrøm, E.A., 1982. Rutineovervåking i Orkla 1981. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Rapport nr. 41/82, 46 s.
- Grande, M., Romstad, R. og Lindstrøm, E.A., 1983. Rutineovervåking i Orkla 1982. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Rapport nr. 83/83. 51 s.
- Grande, M., Romstad, R., Bildeng, R. og Bakketun, Å., 1984: Rutineovervåking i Orkla 1983. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Rapport nr. 154/84, 54 s.
- Grande, M. og Romstad, R. 1987. Tiltaksorientert overvåking i Orkla, 1986. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Rapport nr. 289/87. 66 s.
- Grande, M. og Romstad, R. 1988. Tiltaksorientert overvåking i Orkla, 1987. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Rapport nr. 326/88, 66 s.

- Grande, M. og Romstad, R. 1989. Tiltaksorientert overvåking i Orkla 1988. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Rapport nr. 368/89, 59 s.
- Grande, M. og Romstad, R. 1990. Tiltaksorientert overvåking i Orkla 1989. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Rapport nr. 418/90 (l.nr. 2472), 59 s.
- Grande, M. og Romstad, R. 1991. Tiltaksorientert overvåking i Orkla 1990. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Rapport nr. 463/91 (l.nr. 2626), 58 s.
- Grande, M. og Romstad, R. 1992. Tiltaksorientert overvåking i Orkla 1991. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Rapport nr. 497/92 (l.nr. 2779), 53 s.
- Grande, M. og Romstad, R. 1993. Tiltaksorientert overvåking i Orkla 1992. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Rapport nr. 534/93 (l.nr. 2945), 53 s.
- Grande, M. og Romstad, R. 1994. Tiltaksorientert overvåking i Orkla 1993. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Rapport nr. 579/94 (l.nr. 3144), 53 s.
- Grande, M. og Romstad, R. 1995. Tiltaksorientert overvåking i Orkla 1994. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Rapport nr. 620/95 (l.nr. 3319), 53 s.
- Grande, M. og Romstad, R. 1996. Tiltaksorientert overvåking i Orkla 1995. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Rapport nr. 670/96 (l.nr. 3533), 53 s.
- Gunnerød, T.B. et al. 1974: Utbyggingens virkninger på den lakseførende del av Orklavassdraget. Rapport fra Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. 10. desember 1974.
- Holtan, G., D. Berge, H. Holtan og T. Hopen 1997: Paris Convention. Annual report on direct and riverine inputs to Norwegian coastal waters during the year 1996. NIVA report l.nr. 3740-97, 138 s.
- Holtan, G., D. Berge, H. Holtan og T. Hopen 1998: Oslo and Paris Commissions (OSPAR). Annual report on direct and riverine inputs to Norwegian coastal waters during the year 1997. SFT report 750/98. TA 1604/98. NIVA report 0-90001, l. nr. 3952 - 98. 138 s.
- Holtan, G., D. Berge, H. Holtan og T. Hopen 1999: OSPAR Commission. Annual report on direct and riverine inputs to Norwegian coastal waters during the year 1998. NIVA report l. nr. 4116 - 99. SFT report : TA 1677 / 99. 140 s.
- Holtan, H., 1976: Orklavassdraget. Vurdering av foreliggende observasjonsmateriale og behov for tilleggsundersøkelser sett i relasjon til eventuelle reguleringsinngrep i vassdraget. O-122/75, 28 s.
- Holtan, H. og Rosland, D. 1992. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning nr. 92:06. 31 s.
- Hovind, H., 1984: Parallellanalyser ved NIVA og byveterinærlaboratoriet i Trondheim. Sammenlikning av overvåkingsdata fra Orkla, 1983-84. Notat O-8101507, sept. 1984, 73 s.

- Hovind, H. og Dahl, I., 1983: Parallellanalyser ved NIVA og byveterinærlaboratoriet i Trondheim. Sammenlikning av overvåkingsdata fra Orkla, 1981-83. O-8101507, notat sept. 1983, 34 s.
- Hvidsten, N.A. 1993. High winter discharge after regulation increases production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts in the River Orkla, Norway, p. 175-177. In R.J. Gibson and R.E. Cutting (ed.) Production of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*, in natural waters. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 118.
- Iversen, E.R., 1983: Løkken verk. Forurensningstilførsler fra gruveområdet ved Løkken sentrum. O-82062, rapport des. 1983, 60 s.
- Jensen, A., Grande, M., Korsen, I. and Hvidsten, N.A. 1998. Reduced heavy metal pollution in the Orkla River, Norway. Effects on fish populations. Verh. Internat. Verein. Limnol. 26: 1235-1242
- Johnsen, B.O. 1973: Fiskeribiologiske undersøkelser i øvre Orklavassdraget (Kvikne) sommeren 1972. Rapport nr. 13, 1973 fra Laboratoriet for ferskvannsekologi og innlandsfiske. Det Kgl. N. Vit.S., Museet, Trondheim.
- 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.
- Koksvik, J.I. 1985: Ørretbestanden i Innerdalsvatnet, Tynset kommune, de tre første årene etter regulering. Det Kgl. N. Vit.S., Museet, Zool.ser. 1985-5, 35 s.
- Koksvik, J.I. 1987. Studier av ørretbestanden i Innerdalsvatnet de fem første årene etter regulering. Universitetet i Trondheim, Vitenskapsmuseet. Rapport Zoologisk serie 1987-4, 22 s.
- Korsen, I. og Møkkelgjerd, P.J., 1982: Undersøkelser omkring fiskedøden i Orkla høsten 1981. Rapport fra Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Trondheim, mai 1982, 44 s.
- Kvifte, G. og Opsahl, B., 1973: Uttalelse om reguleringen av Øvre Orkla. Rapport fra Utvalg for landbruksmeteorologisk forskning, Ås, november 1973.
- Langeland, A., 1975: Ørretbestanden i Øvre Orkla, Falningsjøen, store Sverjesjøen og Grana sommeren 1975. Rapport nr. 29, 1975 fra Laboratoriet for ferskvannsekologi og innlandsfiske. Det Kgl. N. Vit.S., Museet. Rapport Zool. Ser. 1975-12.
- Norges hydrodynamiske laboratorier, Vassdrags og Havnelaboratoriet 1982: Lavvannserosjon i Orkla. Rapport nr. NHL 282020 STF 60 F 82020. 37 s.
- Schmidt-Nielsen, S., 1939: Zur Kenntnis der Giftigkeit eisen- und kupferhaltiger Abwässer Fischen gegenüber. DKNVS Forh. 11: 233- 236.
- Selmer-Olsen, R., 1974: Ingeniørgeologisk oversikt. Utredning i forbindelse med utbygging av Orkla-vassdraget. Trondheim, 4. og 10. juni 1974.

- Snekvik, E., 1967: Vassdrag i Trøndelag, gruveforurensningsproblemer og fisket. Vann nr. 2, 1967.
- Snekvik, E., 1967: Orkla - metallforurensninger. DfV. Ås, 4. oktober 1967.
- Snekvik, E., 1969: Kadmium i Orkla-serien. 7. februar 1969. DfV, Ås 17. april 1969.
- Snekvik, E., 1969: Orkla-vassdraget - prøvetaking og analyser av månedlige prøver fra 8 lokaliteter i 1968/1969. DfV. Vollebakk 29. mai 1969.
- Snekvik, E., 1974: Forestående utbygging av Orkla-vassdraget. Utbyggingens virkninger på den lakseførende del av Orkla- vassdraget. DfV. Ås, 4. desember 1974.
- 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.
- Snekvik, E., 1976: Kraftutbyggingens virkninger på den lakseførende del av Orkla - gruveforurensningene, DfV. Ås, 24. mai 1976.
- Aanes, K. J. og T. Bækken. 1989. Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitetsklassifiseringen. Nr 1. Generell del. SFT / NIVA Rapport nr. 2278. 60 s.
- Aanes, K. J. 1987. Overvåking av Sulithjelmavassdraget 1995. Overvåkingsrapport nr. 269/87. SFT/NIVA rapport nr 1988. 48 s.
- Aanes, K. J. 1994. Tilstandsbeskrivelse av Follavassdraget. NIVA rapport nr. 2400. 16 s.
- Aanes, K. J. og Romstad, R. 1998. Tiltaksorientert overvåking i Orkla. Resultater fra 1996 og 1997. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. TA. – 1496/1997. Rapport nr. 717/97 (l.nr. 3974 - 98), 53 s.
- Aanes, K. J. 1998. Statusrapport. Prosjekt nr 800210. Statlig program for forurensningsovervåking. Tiltaksorientert overvåking av Orkla. NIVA okt.98. 3 s.
-

## 5. VEDLEGG

### INNHOOLD:

	Side :
1. Prøvetakingslokaliteter	53
2. Fysisk – kjemiske analysemetoder	54
3. Hydrologiske data, vannføring Syrstad	55
4. Fysisk – kjemiske analyseresultater	58
5. Fysisk – kjemiske analyseresultater. Tidsveide middelveier	67
6. Begroings-samfunnets sammensetning	70
7. Bunndyrsamfunnets sammensetning	78

## Vedlegg 1

Lokaliteter for innhenting av vannprøver til fysisk-kjemiske analyser og biologiske prøver i Orkla. **B** = bare biologi, **K** = bare kjemi. Også tidligere benyttede prøvetakingslokaliteter er ført opp. Fra og med 1994 er kjemiprøver bare hentet inn på lok. 5, 7 og 2 t.

Lokalitet Nr. Navn	Beliggenhet	UTM-koordinater
<b>Orklavassdraget</b>		
1. Yset	Ved bru over Orkla for riksvei 3. Ca 1 km oppstrøms Yset	32 VNQ 692 368
1b. Sverja ( <b>B</b> )	Ca 1 km nedenfor innløp av Ya i Orkla. Ca 50 m ovenfor innløp av Sverja på østside.	32 VNQ 671 389
2. Stai	Ved Stai bru, Kvikne. Biol. st. ca 400 m nedenfor v. side	32 VNQ 645 418
3. Brattset	Ca 200 m ovenfor Brattset kraftverk	32 VNQ 514 653
4. Hol	Ca. 400 m ovenfor bru for fylkesvei over Orkla. Ca. 5 km nedenfor Berkåk	32 VNQ 464 685
5. Meldal (Bjørset)	Kjemi ved inntak for kraftverk (Bjørset). Ca. 3 km nedenfor Meldal. Biol. st. 100 m ovenfor Meldal bru	32 VNQ 335 922 32 VNQ 363909
6. Rønningen	Campingplass ved Rønningen ca 2 km ovenfor Svorkmo	32 VNR 357 038
7. Vormstad	Ved bru for fylkesvei til Solbu	32 VNR 389 084
<b>Tilløp</b>		
1T. Ya	Ved bru over Ya for riksvei 3 ved Yset	32 VNQ 720 392
2t. Raubekken ( <b>K</b> )	Ved bru for riksvei 700 ca 500 m nedstrøms Skjøtskifte	32 VNR 363 030

## Vedlegg 2

Fysisk/kjemiske analysemetoder for prøver fra Orklavassdraget. Enheter og analysemetoder.

\* Raubekken : Cd, Pb = Atom Absorpsjon, grafittovn, - resten analysert på ICP

Parameter	Enhet	Nedre grense	Metode
pH			NS 4720
Konduktivitet	mS/m 25°C		NS 4721
Farge	mg PT/l	1 mg/l	NS 4787
Turbiditet	FTU	0.05 FTU	NS 4723
Tot. org. karbon	mg C/l	0.1 mg/l	NS 8245
Ortofosfat	µg P/l	0.5 µg P/l	Autoanalyser NS 4724
Total fosfor	µg P/l.	1 µg P/l	Autoanalyser Peroxidisulfatmetoden
Nitrat	µg N/l	10 µg/l	NS 4745
Total nitrogen	µg N/l	10 µg/l	NS 4743
Sulfat	mg SO <sub>4</sub> /l	0.1 mg/l	Autoanalyser, thorinmetoden
Klorid	mg Cl/l	0.05 mg/l	NS 4769
Kalsium	mg Ca/l	0.02 mg/l	NS 4776 *
Magnesium	mg Mg/l	0.001 mg/l	NS 4776 *
Natrium	mg Na/l	0.05 mg/l	NS 4775 *
Kalium	mg K/l	0.05 mg/l	NS 4775 *
Sink	µg Zn/l	10 µg/l	ICP-MS *
Bly	µg Pb/l	1 µg/l	" *
Kobber	µg Cu/l	1 µg/l	" *
Kadmium	µg Cd/l	0.5 µg/l	" *
Jern	µg Fe/l	10 µg/l	NS 4773 *







## Vedlegg 3 C.

## Daglig registrering av vannføring ved vannmerke nr 1936 Syrstad i Orkla ved Meldal : 1998

Dato	1998											
	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
1	40,4	40,3	34,8	43,1	144,2	39,8	70,1	87,6	39,5	19,8	18,0	34,9
2	40,0	40,3	34,7	36,7	143,9	30,3	72,3	61,5	34,5	19,7	19,7	38,9
3	39,6	40,2	34,6	31,1	112,9	28,4	60,4	55,9	31,3	21,2	20,6	45,4
4	39,9	40,2	34,6	27,0	88,6	44,0	74,4	61,1	29,9	19,2	25,4	49,3
5	41,4	40,2	34,5	24,5	91,0	47,6	101,8	68,5	24,5	19,4	35,7	45,6
6	40,8	40,2	34,4	32,1	109,6	37,5	86,9	63,3	19,7	18,8	39,0	45,2
7	40,7	40,2	34,3	38,1	99,9	34,4	65,1	71,8	18,8	18,6	44,8	56,9
8	38,6	40,1	34,2	36,5	96,5	71,7	61,1	63,4	26,0	19,4	45,4	54,6
9	40,9	40,7	34,1	35,5	102,7	87,5	63,5	71,7	30,7	27,5	48,1	47,4
10	40,0	42,6	34,0	34,4	135,0	74,9	102,1	63,2	30,0	31,4	46,2	46,0
11	39,4	41,9	34,0	30,2	171,6	84,5	81,5	63,9	31,0	34,6	39,2	46,5
12	40,7	41,4	33,9	20,5	107,1	64,7	69,1	60,1	20,6	33,9	34,1	46,5
13	41,4	42,4	33,8	19,0	90,0	65,6	65,6	59,0	19,1	21,0	33,0	45,4
14	41,1	42,4	33,7	18,5	96,8	62,8	62,0	53,8	35,6	28,0	32,7	45,5
15	41,9	45,6	36,0	15,5	128,7	42,7	56,5	34,1	31,1	37,8	29,0	47,3
16	40,1	44,9	44,9	15,4	150,6	40,9	69,1	36,8	43,8	37,1	37,0	49,5
17	40,6	44,7	45,1	15,7	132,6	84,1	65,3	31,7	53,5	20,4	48,3	48,3
18	40,0	71,6	39,3	17,6	109,4	87,1	58,5	32,4	55,4	20,4	53,8	49,3
19	40,0	113,3	35,0	18,0	108,6	73,8	59,3	28,9	36,3	19,9	52,8	48,6
20	40,0	87,3	34,6	20,0	84,2	57,1	66,2	24,0	32,0	20,5	50,3	47,6
21	40,0	67,0	35,1	22,2	62,7	53,3	59,5	24,1	31,0	20,4	62,9	48,4
22	40,0	59,7	35,3	28,5	52,8	65,8	54,1	62,2	39,4	19,4	62,0	49,1
23	40,0	50,8	32,0	44,2	47,8	68,5	49,3	68,2	36,4	37,0	58,9	48,6
24	40,4	42,5	21,2	77,9	53,4	64,9	41,6	82,7	43,7	52,5	44,6	48,7
25	40,4	66,4	18,5	132,4	55,1	58,5	50,1	79,5	47,8	30,3	38,3	46,7
26	40,4	67,5	18,7	154,1	48,6	62,2	110,0	63,5	26,9	34,4	36,1	48,5
27	40,4	46,1	19,0	177,3	42,4	61,2	98,6	76,2	22,7	45,0	34,9	46,4
28	40,4	37,6	16,6	147,2	43,7	55,7	74,2	96,6	21,8	29,0	33,6	46,4
29	40,3	20,6	20,6	136,6	55,2	53,6	65,9	78,9	20,7	23,0	32,8	46,6
30	40,3	25,3	25,3	154,3	55,0	51,1	51,5	68,4	20,2	22,0	31,7	44,3
31	40,3	39,0	39,0		54,4	63,8	63,8	63,2		20,9		44,9
Max :	41,9	113,3	45,1	177,3	171,6	87,5	110,0	96,6	55,4	52,5	62,9	56,9
Min :	38,6	37,6	16,5	15,4	42,4	28,4	41,6	24,0	18,8	18,6	18,0	34,9
Sum :	1250,4	1417,0	997,8	1604,5	2874,9	1754,2	2129,4	1856,0	953,8	822,3	1188,8	1455,4
Middel	40,3	50,6	32,2	53,5	92,7	58,5	68,7	59,9	31,8	26,5	39,6	46,9
Median	40,3	42,5	34,3	31,6	96,5	59,9	65,3	63,2	31,0	21,2	37,6	46,6
Volum:	108032015	122429016	86206812	138626404	248392553	151559686	183984458	160359252	82407065	71047421	102713421	125743317
Årsum:			18304,415					177,340				
Årsmiddel:			50,149					15,391				
Årsvolum:			1581501421									

## Vedlegg 4 A I.

## Fysisk/kjemiske analyseresultater. Stasjon 5. Orkla ved Bjørset i 1996.

1996

Tabell 1. Fysisk/kjemiske analyseresultater. Stasjon 5. Orkla ved Bjørset																										
Dato	pH	Kond mS/m	Turb FTU	SO4 mg/l	Cu mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	V µg/l	As µg/l	Na mg/l	K mg/l	TOTN µg/l	TOTP µg/l	PO4-P µg/l	TOC mg/l	FARG-F mg/l	Cl mg/l	
15.01.96	7.38	4.4	0.35	2.9			70	<0.5	<0.5	<0.01	0.02	8.6	1.0	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1						2.1	10		
14.02.96	7.32	4.6	0.32	3.1			50	<0.5	<0.5	<0.01	<0.02	7.6	0.8	<0.1	<0.5	<0.2	0.1						2.0	13		
18.03.96	7.45	5.1	0.25	2.7	7.36	0.61	60	<0.5	<0.5	<0.01	0.09	19.4	0.6	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1	1.39	0.88	211	4.6	1.3	2.5	9	2.0	
15.04.96	7.52	8.4	0.53	4.8			100	1.6	1.7	<0.01	0.08	13.5	1.0	<0.1	<0.5	<0.2	0.1						3.0	17		
20.05.96	7.16	3.8	0.47	3.6			130	2.5	1.2	0.02	0.04	4.4	1.7	<0.1	1.4	<0.2	0.3						4.9	47		
17.06.96	7.34	4.2	0.32	2.9	5.5	0.56	50	2.7	1.2	<0.01	0.06	4.3	1.8	<0.1	1.7	<0.2	<0.1	1.29	0.69	230	5	2.3	2.8	16	1.9	
15.07.96	7.22	4.0	0.31	3.2			90	1.4	1.1	<0.01	0.04	5.8	1.2	0.3	<0.5	<0.2	<0.1						3.2	27		
15.08.96	7.44	5.1	0.5	4.8			100	3.8	10.8	<0.01	0.11	6.2	0.9	0.3	<0.5	<0.2	<0.1						1.8	15		
16.09.96	7.48	6.1	0.26	4.0	8.2	0.73	40	1.9	0.4	<0.01	<0.02	2.9	0.9	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1	1.41	0.96	270	5.6	<1.5	4.0	19	1.8	
15.10.96	7.44	6.2	0.36	4.3			70	1.6	1.4	<0.01	<0.02	3.2	0.8	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1						3.7	21		
14.11.96	7.45	7.1	0.36	4.5			60	2.2	1.9	<0.01	0.06	4.4	1.1	<0.1	<0.5	<0.2	0.1						2.6	14		
16.12.96	7.31	4.3	0.26	2.9			60	1.6	1.0	<0.01	0.03	7.4	1.1	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1						2.4	15		
Gj.snitt	7.38	5.3	0.36	3.6	7.02	0.63	73	1.8	1.8	<0.01	0.10	7.3	1.1	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1	1.36	0.84	237	5.1	1.45	2.9	19	1.9	
Maks.verdi	7.52	8.4	0.53	4.8	8.20	0.73	130	3.8	10.8	0.02	0.08	19.4	1.8	0.3	1.7	<0.2	0.3	1.41	0.96	270	5.6	2.30	4.9	47	2.0	
Min.verdi	7.16	3.8	0.25	2.7	5.50	0.56	40	0.6	<0.5	<0.01	<0.02	2.9	0.6	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1	1.29	0.69	211	4.6	<1.5	1.8	9	1.8	

## Vedlegg 4 A II.

## Fysisk/kjemiske analyseresultater. Stasjon 5. Orkla ved Bjørset i 1997.

Analyseresultater. Orkla ved Bjørset 1997.

Dato	pH	Kond	Turb	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	TOC	TOTN	TOTP	PO <sub>4</sub> -P	Na	K	FARG-F	Cl
		mS/m	FTU	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
15.01.97	7,27	4,4	0,32	3,3			50	0,9	0,8	0,06	<0,01	2,2						26	
17.02.97	7,31	5,4	0,27	3,6			70	0,9	1,0	0,05	<0,01	2,3						15	
17.03.97	7,32	6,7	0,24	4,9	8,87	0,90	60	2,0	2,6	0,03	0,02	2,2	490	5,1	1,5	1,7	1,04	17	3,2
15.04.97	7,34	7,1	0,47	4,2			190	1,9	2,8	0,05	0,02	3,3						24	
14.05.97	6,88	4,6	1,20	3,3			440	4,7	4,9	0,09	0,05	4,4						41	
16.06.97	6,98	2,5	1,00	1,9	2,48	0,37	140	1,9	2,1	0,10	<0,01	2,8	210	9,7	5,3	1,14	0,33	23	2,0
15.07.97	7,16	3,2	0,77	2,1			90	1,1	0,9	0,04	<0,01	1,8						18	
18.08.97	7,12	4,3	0,30	2,6			40	1,3	1,0	0,02	<0,01	1,9						18	
15.09.97	7,09	3,3	0,52	2,8	4,29	0,48	170	2,1	1,9	0,14	<0,01	6,3	250	5,5	1,1	1,31	0,49	58	1,6
15.10.97	7,33	4,5	0,43	3,5			90	2,1	1,6	0,03	<0,01	4,4						34	
17.11.97	7,42	5,4	0,30	3,1			70	1,9	2,0	0,05	<0,01	2,8						21	
15.12.97	7,36	4,7	0,27	3,0	6,51	0,60	50	1,3	1,1	0,04	<0,01	2,1	280	4,4	2,1	1,22	0,8	12	1,6
Gj.snitt	7,22	4,7	0,51	3,2	5,54	0,59	122	1,8	1,9	0,06	<0,01	3,0	308	6,2	2,5	1,34	0,67	26	2,1
Maks.verdi	7,42	7,1	1,20	4,9	8,87	0,90	440	4,7	4,9	0,14	0,05	6,3	490	9,7	5,3	1,70	1,04	58	3,2
Min.verdi	6,88	2,5	0,24	1,9	2,48	0,37	40	0,9	0,8	0,02	<0,01	1,8	210	4,4	1,1	1,14	0,33	12	1,6

## Vedlegg 4 A III.

## Fysisk/kjemiske analyseresultater. Stasjon 5. Orkla ved Bjørset i 1998.

Tabell . Fysisk/kjemiske analyseresultater. Stasjon 5. Orkla ved Bjørset 1998.

Dato	pH	Kond	Turb	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Ni	Co	Cr	V	As	TOC	TOTN	TOTP	PO4-P	Na	K	FARG-F	Cl
		mS/m	FTU	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
13.01.98	7,32	4,6	0,25	3,1			30	1,1	0,7	0,02	<0,01	5,2	0,7	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1	2,0							14
16.02.98	7,43	4,9	0,26	2,8			70	0,9	0,7	0,03	<0,01	7,9	0,7	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1	2,8							19
16.03.98	7,27	4,9	0,41	3,0	6,45	0,64	60	1,1	1,0	0,04	<0,01	13,4	0,8	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1	2,5	270	5,3	<1,5	1,42	0,85		14
20.04.98	7,58	8,1	0,52	4,8			60	2,0	1,0	0,03	<0,01	7,8	0,6	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1	3,5							12
18.05.98	7,13	2,7	1,00	2,0			90	3,5	1,7	0,67	0,02	9,2	1,0	0,1	<0,5	<0,2	<0,1	3,4							25
16.06.98	7,22	3,6	0,40	2,5	4,60	0,48	80	2,4	1,0	0,06	<0,01	4,4	0,6	<0,1	<0,5	<0,2	0,1	4,9	250	3,7	<1,5	1,31	0,64		35
14.07.98	7,28	4,0	0,52	2,5			70	1,6	1,0	0,02	<0,01	7,0	1,2	<0,1	<0,5	<0,2	0,2	3,4							19
17.08.98	7,37	5,2	0,80	2,7			90	1,5	1,5	0,04	<0,01	4,5	0,9	<0,1	<0,5	<0,2	0,2	2,6							25
14.09.98	7,62	6,4	0,54	4,4	8,91	0,80	60	2,1	1,4	0,03	<0,01	10,3	0,9	0,1	0,5	<0,2	<0,1	3,0	270	4,7	<1,5	1,41	1,19		13
16.11.98	7,58	7,5	2,10	5,2			150	1,6	2,0	0,07	0,01	4,0	0,6	0,1	0,5	0,3	<0,1	2,8							9
15.12.98	7,39	4,9	0,73	3,1	7,03	0,63	60	1,5	1,4	0,04	0,02	11,8	1,4	0,1	<0,5	<0,2	<0,1	2,7	220	3,6	<1,5	1,06	0,88		11
Gj.snitt	7,38	5,2	0,68	3,3	6,75	0,64	75	1,8	1,2	0,10	<0,01	7,8	0,9	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1	3,1	253	4,3	<1,5	1,30	0,89		18
Maks.verdi	7,62	8,1	2,10	5,2	8,91	0,80	150	3,5	2,0	0,67	0,02	13,4	1,4	0,1	0,5	0,3	0,2	4,9	270	5,3	<1,5	1,42	1,19		35
Min.verdi	7,13	2,7	0,25	2,0	4,60	0,48	30	0,9	0,7	0,02	<0,01	4,0	0,6	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1	2,0	220	3,6	<1,5	1,06	0,64		9

## Vedlegg 4 B I.

## Fysisk/kjemiske analyseresultater. Stasjon 7. Orkla ved Vormstad i 1996.

1996

Tabell - Analyseresultater. Orkla ved Vormstad																									
Dato	pH	Kond. mS/m	Turb FTU	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l	Cr µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Mn µg/l	V µg/l	As µg/l	Na mg/l	K mg/l	TOTN µg/l	TOTP µg/l	PO4-P µg/l	TOC mg/l	FARG-F mg/l	Cl mg/l
15.01.96	7.37	5.9	0.42	4.6			90	3.4	14.2	0.05	<0.02	<0.5	1.0	0.4	11.2	<0.2	0.2						1.9	13	
14.02.96	7.34	5.3	0.42	3.4			80	3.0	11.0	0.03	0.59	<0.5	1.0	0.3	10.0	<0.2	0.1						2.1	12	
18.03.96	7.50	5.9	0.38	4.1	7.81	0.70	140	5.9	17.5	0.04	0.11	<0.5	0.8	0.4	18.1	<0.2	<0.1	1.56	0.88	2.46	4.5	1.5	2.6	12	2.4
15.04.96	7.57	9.8	0.76	8.3			180	11.5	37.3	0.09	0.04	<0.5	1.2	1.0	17.5	<0.2	0.1						3.1	17	
20.05.96	7.19	4.4	0.63	5.2			180	11.0	20.3	0.01	0.03	11.9	5.6	0.7	11.1	0.4	0.3	1.64	0.54	2.40	4.1	<1.5	5.0	42	
17.06.96	7.53	5.2	0.41	3.6	6.80	0.62	80	4.8	8.5	0.05	<0.02	1.3	1.4	0.3	4.6	<0.2	0.2						2.6	19	2.5
15.07.96	7.37	4.7	0.43	3.7			130	4.9	12.0	<0.01	0.12	<0.5	0.9	0.3	6.2	<0.2	0.1						3.2	29	
15.08.96	7.63	6.6	0.50	6.6			90	7.0	15.8	0.03	0.08	<0.5	1.3	0.3	7.5	<0.2	0.1	1.73	0.88	2.80	6.3	<1.5	1.7	12	
16.09.96	7.67	7.6	0.42	6.4	10.50	0.91	100	6.0	15.3	0.07	<0.02	<0.5	0.7	0.5	9.0	<0.2	<0.1						4.5	21	2.3
15.10.96	7.51	7.1	0.61	6.0			160	8.3	26.7	0.05	0.01	<0.5	0.9	0.7	13.5	<0.2	0.1						3.9	24	
14.11.96	7.50	9.4	0.42	8.8			140	9.5	40.3	0.10	0.05	<0.5	1.2	1.0	15.3	<0.2	0.2						2.7	18	
16.12.96	7.43	6.0	0.32	5.0			100	5.0	23.5	0.04	0.03	<0.5	1.4	0.8	15.7	<0.2	<0.1						2.8	20	
Gj.snitt	7.47	6.5	0.48	5.5	8.37	0.74	123	6.7	20.2	0.05	0.05	<0.5	1.5	0.6	11.6	<0.2	0.1	1.64	0.77	255	5.0	<1.5	3.0	20	2.4
Max.verdi	7.67	9.8	0.76	8.8	10.50	0.91	180	11.5	40.3	0.10	0.59	11.9	5.6	1.0	18.1	0.4	0.3	1.73	0.88	280	6.3	1.5	5.0	42	2.5
Min.verdi	7.19	4.4	0.32	3.4	6.80	0.62	80	3.0	8.5	<0.01	<0.02	<0.5	0.7	0.3	4.6	<0.2	<0.1	1.56	0.54	240	4.1	<1.5	1.7	12	2.3

## Vedlegg 4 B II.

Fysisk/kjemiske analyseresultater. Stasjon 7. Orkla ved Vormstad i 1997.

Dato	pH	Kond	Turb	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	TOC	TOT-N	TOT-P	PO <sub>4</sub> -P	Na	K	FARG-F	Cl	Vannf
		mS/m	FTU	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	kgbm/s
15.01.97	7,37	5,80	0,62	4,4			142	7,5	18,5	0,06	0,08	2,6						27		40,8
04.02.97		6,06						11,6	40,8	0,03	0,09		340	3,0	1,0					41,0
17.02.97	7,43	7,60	0,59	6,6			160	8,6	31,5	0,04	0,06	2,6						19		44,9
05.03.97		7,59						10,2	35,3	0,05	0,12		390	3,0	0,5					25,9
17.03.97	7,44	9,60	0,58	9,9	12,8	1,35	180	16,8	63,5	0,02	0,13	2,3	490	3,7	<1,5	2,53	0,88	21	5,0	25,6
03.04.97		7,83						28,6	87,9	0,11	0,24		510	6,0	2,0					57,7
15.04.97	7,56	14,70	0,49	7,9			150	12,5	27,3	0,03	0,06	3,1						25		56,4
05.05.97		7,46						26,8	62,5	0,78	0,16			5,0	5,0					84,1
14.05.97	6,98	5,13	1,90	4,8			560	19,6	33,1	0,12	0,16	4,3						38		249,9
06.06.97		3,16						7,6	15,9	0,27	0,02		58	7,0	2,0					296,6
16.06.97	7,13	3,00	1,20	2,5	3,19	0,41	160	4,9	10,4	0,10	0,02	2,9	180	8,4	4,2	1,26	0,36	28	2,2	210,1
06.07.97		3,79						5,4	11,2	0,02	0,04		215	4,0	1,0					146,4
15.07.97	7,33	4,00	0,59	2,3			80	1,5	32,9	0,24	0,01	2,4						15		71,3
07.08.97		4,50						7,1	13,5	0,03	0,04		225	3,0	0,5					53,7
18.08.97	7,37	5,40	0,45	3,0			90	2,8	4,9	0,04	0,03	1,9						13		28,7
08.09.97		4,98						7,2	9,4	0,04	0,02		250	2,0	0,6					43,1
15.09.97	7,21	4,00	0,73	3,0	5,11	0,59	210	6,2	18,6	0,06	0,02	7,6	290	7,3	2,1	1,57	0,41	65	1,9	122,1
06.10.97		4,96						9,0	25,0	0,03	0,05		275	6,0	0,8					69,0
14.10.97	7,35	5,10	0,58	4,9			160	7,8	20,2	0,05	0,06	5,2						43		97,8
06.11.97		5,53						12,1	30,1	0,14	0,08		345	3,0	0,7					61,2
17.11.97	7,46	6,40	0,45	4,6			100	8,6	19,7	0,04	0,04	2,8						22		53,9
09.12.97								5,6	12,9	0,04	0,04		355	4,0	1,0					59,2
15.12.97	7,38	5,60	0,45	4,4	8,00	0,72	90	6,4	14,9	0,04	0,05	2,0	290	4,6	2,1	1,43	0,8	12	1,9	57,1
Gj.snitt	7,33	6,01	0,72	4,86	7,28	0,77	174	10,2	27,8	0,10	0,07	3,3	301	4,7	1,7	1,70	0,61	27	2,8	86,8
Maks.verdi	7,56	14,70	1,90	9,90	12,8	1,35	560	28,6	87,9	0,78	0,24	7,6	510	8,4	5,0	2,53	0,88	65	5,0	296,6
Min.verdi	6,98	3,00	0,45	2,30	3,19	0,41	80	1,5	4,9	0,02	0,01	1,9	58	2,0	0,5	1,26	0,36	12	1,9	25,6



## Vedlegg 4 B III.

Fysisk/kjemiske analyseresultater. Stasjon 7. Orkla ved Vormstad i 1998.

Dato	pH	Turb	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Ni	Co	Cr	V	As	TOC	TOT-N	TOT-P	PO <sub>4</sub> -P	Na	K	Farg-F	Cl	
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
05.01.98		4,97				4,3	7,2	0,03	0,03	0,6								230	1,0						
13.01.98	7,42	5,40	0,30	3,9	60	3,9	9,0	0,04	0,01	7,7	0,6	0,3	<0,5	<0,2	<0,1	2,0							15		
02.02.98		5,22				5,1	13,0	0,04	0,03	0,7								240	2,0	0,5					
16.02.98	7,47	6,10	0,44	5,1	110	6,1	24,0	0,03	0,07	16,6	0,7	0,8	<0,5	<0,2	0,1	5,6							21		
03.03.98		5,33				9,0	21,6	0,09	0,07	0,9								265	3,0	0,6					
16.03.98	7,38	5,90	0,63	4,6	7,75	0,78	110	6,5	17,4	0,04	0,06	13,4	0,8	<0,1	<0,5	<0,1	2,8	300	5,5	<1,5	1,70	0,86	13	2,7	
03.04.98		6,99					13,0	38,5	0,04	0,09	0,9							390	0,5	0,5					
20.04.98	7,74	9,70	1,50	6,9	210	13,7	26,8	0,08	0,07	17,1	0,9	0,9	<0,5	<0,2	0,2	3,6							16		
04.05.98		4,02				9,0	18,2	0,26	0,04	1,4								310	7,0	2,0					
18.05.98	7,19	3,20	1,20	2,5	90	6,2	10,1	0,08	0,03	11,8	1,0	0,4	<0,5	<0,2	0,1	2,9							26		
03.06.98		3,45				4,4	8,4	0,03	0,02	0,8								210	4,0	1,0					
15.06.98	7,43	4,70	0,59	3,4	6,30	0,59	6,9	13,2	0,10	0,02	23,7	1,1	0,5	<0,5	0,3	<0,1	4,9	250	10,0	4,9	1,61	0,59	34	1,9	
14.07.98	7,38	4,50	0,53	3,0	120	4,5	8,9	0,05	0,02	10,8	1,5	0,4	<0,5	<0,2	0,1	2,6							19		
02.08.98		4,72				6,0	17,7	0,04	0,05	1,0								265	4,0	0,7					
18.08.98	7,58	6,40	0,80	4,4	160	8,2	23,9	0,05	0,05	11,1	1,1	0,7	<0,5	<0,2	0,2	1,7							31		
04.09.98		5,53				4,3	17,7	0,30	0,04	0,5								295	5,0	3,0					
14.09.98	7,64	7,30	0,56	5,6	10,20	0,91	90	6,8	18,8	0,06	0,04	10,3	0,9	0,5	0,3	0,1	1,8	340	4,4	<1,5	1,74	1,11	13	2,0	
02.10.98		8,09				5,5	16,8	0,09	0,49	0,5								265	3,0	1,0					
04.11.98		8,15				5,5	27,2	0,11	0,07	0,5								350	3,0	0,8					
16.11.98	7,61	8,70	1,00	7,4	140	6,8	24,6	0,05	0,05	7,4	0,6	0,6	<0,5	<0,2	<0,1	2,5							12		
02.12.98		5,37				3,3	13,5	0,02	0,03	1,1								240	2,0	0,8					
15.12.98	7,53	6,04	0,51	8,76	0,73	80	2,6	7,8	0,02	0,02	7,1	0,7	0,2	<0,5	<0,1	2,4		210	2,7	<1,5	1,20	0,92	10	1,3	
Gj.snitt	7,49	5,90	0,73	4,7	8,25	0,75	131	6,4	17,5	0,08	0,06	12,5	0,9	0,5	<0,5	<0,2	0,1	3,0	287	3,8	1,4	1,56	0,87	19	2,0
Max.verdi	7,74	9,70	1,50	7,4	10,20	0,91	270	13,7	38,5	0,30	0,49	23,7	1,5	0,9	0,5	0,3	0,2	5,6	405	10,0	4,9	1,74	1,11	34	2,7
Min.verdi	7,19	3,20	0,30	2,5	6,30	0,59	60	2,6	7,2	0,02	0,01	7,1	0,5	<0,1	<0,5	<0,1	1,7	210	0,5	0,5	1,20	0,59	10	1,3	

## Vedlegg 4 C I

### Fysisk/kjemiske analyseresultater. Stasjon 2T Raubekken i 1996.

Dato	Fysisk/kjemiske analyseresultater. Stasjon 2T Raubekken										Cl mg/l	Vannf l/s								
	pH	Kond mS/m	Turb FTU	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Pb µg/l			Cd µg/l	TOC mg/l	TOT-N µg/l	TOT-P µg/l	PO4-P µg/l	Na mg/l	K mg/l	FARG-F mg/l
15/01/96	6.05	45.9	29.0	204	51.7	14.00	7.55	0.57	2.56	<0.5	5.6	3.5						2		520
14/02/96	5.04	56.1	24.0	251	60.0	16.80	16.50	1.06	3.93	<0.5	8.3	2.2						2		140
18/03/96	5.71	31.7	28.0	126	32.6	7.94	11.70	0.70	2.19	<0.5	4.5	3.0	610	22.1	8.7	5.92	0.80	<1	5.7	470
15/04/96	6.57	26	18.0	100	22.0	4.80	3.10	0.30	0.83	1.5	2.3	6.7						5		750
20/05/96	6.05	19.7	8.9	78	17.8	5.41	3.24	0.38	1.18	<0.5	2.3	5.6	420	43.6	22.5	3.70	0.64	5		1620
17/06/96	5.52	18.6	31.0	68	18.2	4.40	6.49	0.43	1.21	1.0	2.7	3.2						1	4.4	570
15/07/96	5.98	23.6	19.0	85	32.0	6.13	4.69	0.37	1.23	<0.5	2.9	4.2						4		750
15/08/96	4.86	48	15.0	210	49.1	13.90	13.90	1.10	3.18	0.7	7.3	1.9						4		170
16/09/96	5.59	44.7	34.0	189	47.6	14.70	7.14	0.61	2.72	0.4	6.4	4.4	400	17.4	<1.5	7.30	0.78	1	4.3	330
15/10/96	6.05	32.1	28.0	128	35.6	9.30	5.43	0.37	1.64	0.4	4.3	4.7						4		470
15/11/96	5.90	42.2	29.0	180	48.4	13.20	8.49	0.54	2.33	<0.5	5.0	3.3						1		520
16/12/96	6.32	33.3	21.0	128	36.4	9.28	3.44	0.24	1.57	<0.5	3.1	2.9						4		1620
Gj.snitt	5.80	35.2	23.7	145	37.6	10.0	7.64	0.56	2.05	<0.5	4.6	3.8	477	27.7	10.7	5.64	0.74	2.8	4.8	661
Maks.verdi	6.57	56.1	34.0	251	60.0	16.8	16.50	1.10	3.93	1.5	8.3	6.7	610	43.6	22.5	7.30	0.80	5.0	5.7	1620
Min.verdi	4.86	18.6	8.9	68	17.8	4.4	3.10	0.24	0.83	<0.5	2.3	1.9	400	17.4	<1.5	3.70	0.64	<1	4.3	140

## Vedlegg 4 C II

### Fysisk/kjemiske analyseresultater. Stasjon 2T Raubekken i 1997.

Analysesresultater. 2T Raubekken ved inntak kraftverk 1997.

Dato	pH	Kond	Turb	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	TOC	TOT-N	TOT-P	PO <sub>4</sub> -P	Na	K	FARG-F	Cl	Vannf
		mS/m	FTU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	l/s
15.01.97	6,64	19,8	6,8	61	21,0	5,04	2,89	0,18	0,73	0,3	1,6	4,4						51		1030
17.02.97	5,93	34,8	17	145	40,0	10,2	0,29	0,56	2,20	<0,5	4,6	2,7						1		1620
17.03.97	6,09	37,6	19	158	43,5	11,2	4,16	0,50	2,11	<0,5	4,6	2,7	650	10,7	5,9	6,70	0,69	3	6,0	1190
15.04.97	5,55	30,6	12	128	35,2	8,73	4,76	0,75	1,79	<0,5	4,2	3,3						6		2000
14.05.97	4,73	16,3	9,8	59	14,7	3,52	4,43	0,56	0,91	<0,5	2,6	3,9						2		5810
16.06.97	6,02	16,1	7,8	56	16,6	4,01	2,20	0,25	0,80	<0,5	2,4	10,5	340	10,5	5,9	3,08	0,28	16	3,7	1810
15.07.97	4,55	58,5	18	290	64,8	16,9	12,7	1,82	4,10	0,5	12,3	2,6						5		300
18.08.97	3,25	84,1	47	353	55,6	15,6	22,6	4,62	6,45	0,7	19,3	1,7						7		100
15.09.97	6,39	28,8	7,2	114	33,3	8,99	2,09	0,33	1,33	<0,5	3,5	7,8	410	14,4	6,6	5,55	0,63	5	4,4	1900
14.10.97	6,3	23,0	8,7	81	24,1	6,08	2,44	0,29	1,03	<0,5	2,5	6,5						45		1900
17.11.97	6,09	22,6	14	86	23,9	5,72	3,97	0,40	1,15	<0,5	3,0	4,5						5		960
15.12.97	5,76	32,1	13	130	33,7	7,58	5,59	0,64	1,56	<0,5	4,5	2,8	490	13,3	9,6	5,35	0,67	<1	4,5	520
Gj.snitt	5,61	33,7	15,0	138	33,9	8,6	5,68	0,91	2,01	<0,5	5,4	4,5	473	12,225	10,7	5,17	0,57	13	4,7	1595
Maks.verdi	6,64	84,1	47,0	353	64,8	16,9	22,60	4,62	6,45	0,7	19,3	10,5	650	14,4	9,6	6,70	0,69	51	6,0	5810
Min.verdi	3,25	16,1	6,8	56	14,7	3,5	0,29	0,18	0,73	<0,5	1,6	1,7	340	10,5	<1,5	3,08	0,28	<1	3,7	100

### Vedlegg 4 C III

#### Fysisk/kjemiske analyseresultater. Stasjon 2T Raubekken i 1998.

Dato	pH	Kond	Turb	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Ni	Co	TOC	TOT-N	TOT-P	PO <sub>4</sub> -P	Na	K	Farg-F	Cl	Al	Vannf
		mS/m	FTU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	l/s
13.01.98	5,04	34,6	17	173	43,8	11,2	9,23	0,97	2,39	<0,5	6,40	0,51	0,03	0,07	3,2					5			2,99	420
16.02.98	6,73	32,8	5,7	136	39,0	10,1	2,19	0,28	1,47	<0,5	3,11	0,48	0,02	0,05	4,9					21			0,68	1190
16.03.98	6,47	23,6	7,6	85	27,6	6,7	2,71	0,30	1,08	<0,5	2,35	0,29	<0,01	0,03	4,2	510	20	12,30	5,88	0,96	3	7,1	0,88	1620
20.04.98	6,07	28,8	28	111	33,0	7,6	5,42	0,58	1,53	<0,5	3,40	0,36	0,02	0,05	4,2						<1		1,51	960
18.05.98	6,76	23,6	10	50	21,0	2,8	2,26	0,29	0,49	<0,5	1,67	0,09	<0,01	0,02	7,1					2			0,72	880
15.06.98	6,36	17,1	5,9	62	18,4	4,7	2,74	0,26	0,78	<0,5	1,72	0,19	<0,01	0,03	5,0	310	8,3	3,30	3,01	0,54	12	4,2	0,82	1190
14.07.98	5,93	24,5	25	101	26,6	7,1	6,00	0,46	1,43	<0,5	2,94	0,29	0,01	0,04	3,4						<1		1,55	690
17.08.98	6,53	25,0	8,6	96	27,7	7,2	2,41	0,17	1,05	<0,5	1,87	0,29	<0,01	0,03	3,9					3			0,64	1440
14.09.98	5,93	28,0	29	117	31,2	7,8	6,21	0,56	1,50	<0,5	3,32	0,33	0,02	0,04	3,2	410	14,7	7,00	5,37	0,87	3	3,2	1,75	630
16.11.98	5,80	37,2	31	175	45,6	11,4	9,76	0,78	2,20	<0,5	4,60	0,48	0,02	0,06	2,6						<1		2,68	880
15.12.98	5,66	42,2	39	194	48,7	12,7	10,40	0,60	2,30	<0,5	5,22	0,55	0,02	0,07	3,3	670	16,5	11,70	7,62	1,06	1	5,7	2,98	520
Gj.snitt	6,12	28,9	18,8	118	33,0	8,1	5,39	0,48	1,47	<0,5	3,33	0,35	0,01	0,04	4,1	475	14,9	8,58	5,47	0,86	5	5,0	1,56	947
Max.verdi	6,76	42,2	39,0	194	48,7	12,7	10,40	0,97	2,39	<0,5	6,40	0,55	0,03	0,07	7,1	670	20,0	12,30	7,62	1,06	21	7,1	2,99	1620
Min.verdi	5,04	17,1	5,7	50	18,4	2,8	2,19	0,17	0,49	<0,5	1,67	0,09	<0,01	0,02	2,6	310	8,3	3,30	3,01	0,54	<1	3,2	0,64	420

## Vedlegg 5

## Orkla ved Vormstad. Tidsveiede middelverdier

År	pH	Kond	Turb	SO4	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Cd
		mS/m	FTU	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
1974	7.42	10.62					50.5	159	394	
1975	7.33	9.48					48.8	138	453	
1976	7.22	9.13	2.12	11.1	12.8	1.13	44.8	165	404	
1977	7.07	9.64	2.32	15.0	14.1	1.23	84.0	194	717	
1978	7.18	9.65	2.55	14.5	13.9	1.20	66.6	148	685	0.57
1979	7.09	9.76	2.47	14.7	14.5	1.19	68.2	164	492	0.62
1980	7.21	10.38	3.20	16.8	14.8	1.20	72.9	161	576	0.81
1981	7.30	10.39	3.42	14.2	15.4	1.19	74.7	128	506	0.65
1982	7.21	9.28	1.94	13.5	11.6		43.7	100	413	0.37
1983	7.21	8.92	1.58	8.2	11.6		31.0	59	413	0.09
1984	7.28	6.84	1.19	7.3	10.4	0.85	26.2	52	297	0.13
1985	7.25	6.05	1.52	7.6	9.0	0.76	19.3	39	342	0.11
1986	7.32	6.57	1.03	7.3	10.2	0.80	22.8	38	323	0.11
1987	7.28	5.77	0.87	5.5	7.8	0.65	15.1		260	0.08
1988	7.35	6.07	1.07	5.3	7.5	0.67	22.3	40	291	0.08
1989	7.22	5.82	1.24	5.2	8.0	0.70	21.9	35	396	0.07
1990	7.27	6.04	1.73	5.0	8.8	0.83	16.1	30	351	0.10
1991	7.36	6.22	0.65	4.7	8.6	0.81	13.0	29	221	0.06
1992	7.33	6.23	0.68	4.8	9.8	0.78	11.8	29	217	0.06
1993	7.39	6.86	0.35	5.2	8.7	0.78	7.2	33	180	0.06
1994	7.46	7.00	0.50	5.8			7.9	26	162	0.05
1995	7.47	6.65	0.52	5.5			7.4	23	151	0.06
1996	7.49	6.53	0.48	5.5			6.7	20	123	0.05
1997	7,33	6,08	0,72	4,8	7,7	0,82	10,2	28	173	0,07
1998	7,49	5,90	0,73	4,7	8,25	0,75	6,4	17,5	131	0,06

## Vedlegg 5 (forts.)

## Orkla ved Rønningen (Bjørset). Tidsveiede middelverdier.

År	pH	Kond	Turb	SO4	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Cd
		mS/m	FTU	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
1975	7.61	7.19					4.9	10.7	124	
1976	7.24	7.45	0.77	4.6	10.60	0.89	20.9	18.8	143	
1977	7.09	7.98	0.62	5.1	11.58	1.03	8.5	11.1	95	
1978	7.24	7.92	0.76	5.4	11.45	1.00	7.9	7.8	101	0.35
1979	7.20	8.91	0.78	6.7	13.49	1.08	7.0	18.4	80	0.26
1980	7.32	8.17	0.94	5.5	11.55	0.97	4.5	11.2	104	0.36
1981	7.42	8.38	1.49	5.6	12.60	1.04	6.8	12.6	97	0.24
1982	7.34	7.03	0.87	4.4	9.13		1.8	5.8	108	0.11
1983	7.31	6.57	0.63	4.1	8.77	0.63	2.5	9.0	152	0.12
1984	7.46	7.32	0.56	4.7	10.42	0.84	2.1	12.5	118	<0.10
1985	7.38	6.75	1.36	4.6	10.44	0.83	2.2	7.8	182	<0.10
1986	7.44	6.43	0.59	4.8	9.55	0.81	3.4	10.1	152	<0.10
1987	7.45	6.55	0.61	4.0	9.56	0.67	5.1	5.0	121	<0.10
1988	7.49	7.39	0.43	4.6	10.62	0.81	2.6	6.0	80	<0.10
1989	7.33	6.12	0.56	4.0	9.53	0.82	3.5	7.5	140	<0.10
1990	7.42	6.46	1.18	4.0	8.23	0.76	2.4	5.5	144	<0.10
1991	7.56	7.68	0.49	4.6	10.06	1.04	2.7	8.4	128	<0.10
1992	7.48	7.70	0.36	4.1	11.91	1.00	2.4	6.7	83	<0.10
1993	7.52	7.61	0.25	4.3	9.64	0.80	1.5	2.4	83	<0.10
1994	7.38	5.70	0.42	3.5	7.09	0.69	2.0	1.4	126	0.01
1995	7.33	5.28	0.41	3.5	6.86	0.68	1.7	2.0	84	0.01
1996	7.40	5.30	0.36	3.7	6.07	0.54	1.8	1.8	74	<0.01
1997	7,21	4,65	0,51	3,2	4,72	0,52	1,8	1,9	122	<0,01
1998	7,38	5,2	0,68	3,3	6,75	0,64	1,8	1,2	75	<0,01
Resultatene fra perioden 1994 - 1998 gjelder Orkla ved Bjørset										

## Vedlegg 5 (forts.)

## St. 2 T. Raubekken. Tidsveiede middelverdier.

År	pH	Kond	SO4	Ca	Mg	Al	Cu	Zn	Fe	Cd	Vannf
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	l/s
1975	3.66	53.5	275	23.0	10.02		2.27	6.01	15.64		
1976	3.34	87.6	387	43.6	10.62		3.96	10.40	23.23		
1977	3.28	118.3	378	58.6	9.67		3.35	7.40	23.05		
1978	3.41	118.5	387	81.3	10.15		3.78	7.92	30.40	33.85	
1979	3.51	83.2	374	122.5	9.12		3.43	7.52	27.02	23.16	
1980	3.36	81.4	329	62.9	7.94		3.55	6.87	28.02	25.36	
1981	3.40	80.2	373	117.4	11.15		3.03	5.34	20.70	18.95	
1982	3.42	92.7	483	109.5	8.85		3.48	6.08	28.05	18.03	
1983	3.86	54.8	242	49.0	3.97		2.22	3.49	19.55	9.53	
1984	3.41	81.7	338	70.3	8.90		2.98	4.99	21.18	16.61	
1985	3.36	82.4	428	91.4	8.20		2.19	3.73	24.56	12.55	
1986	3.26	88.3	411	98.0	8.27		2.37	3.84	26.76	11.01	
1987	3.57	64.9	323	62.1	6.69		1.89	3.40	23.70	6.14	
1988	3.43	57.8	234	47.1	6.94		2.15	3.73	24.27	9.98	
1989	3.65	46.1	150	22.0	4.61	3.82	1.55	2.52	18.83	7.31	1108
1990	3.66	38.6	141	29.2	5.66		1.52	2.66	13.57	5.30	1106
1991	4.00	35.9	142	24.9	4.87		1.52	2.90	17.00	6.20	827
1992	4.13	41.0	159	42.0	9.10	3.23	1.15	2.88	12.77	5.60	1084
1993	5.03	39.5	168	36.3	12.1	2.27	0.83	2.92	8.58	5.10	793
1994	5.60	42.8	191	46.5	14.2	2.13	0.73	2.93	9.90	5.50	697
1995	5.66	38.3	166	42.6	11.0	1.98	0.67	2.37	7.67	5.23	805
1996	5.82	35.4	146	37.8	10.1	1.87	0.56	2.06	7.69	4.58	666
1997	5,60	33,8	139	33,8	8,6	2,55	0,92	2,02	5,73	5,45	<b>1593</b>
1998	6,12	28,9	118	33,0	8,1	1,56	0,48	1,47	5,39	3,33	947

## Vedlegg 6 A

Tabell Begroingsorganismer i Orkla 1995

Organisme, latinsk navn	St. 1	St. 1t	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7
<b>BLÅGRØNNALGER</b>								
<i>Calothrix fusca</i>		x						xx
<i>Calothrix ramenskii</i>			4					
<i>Chamaesiphon confervicola</i>					x	xx		xx
<i>Chamaesiphon cf. fuscus</i>	2		3		3		3	
<i>Clastidium setigerum</i>		xx			x			
<i>Gloeotheca cf. confluens</i>								1
<i>Homoeothrix varians</i>	x	x	x					
<i>Lyngbya spp.</i>		xx		x				xxx
<i>Merismopedia sp.</i>				x				
<i>Oscillatoria sp. (8-9µ)</i>			5					
<i>Phormidium autumnale</i>	5		xx					
<i>Phormidium sp. (4-5µ)</i>								xx
<i>Rivularia biasoletiana</i>								x
<i>Tolypothrix penicillata</i>	xx		3	xx				xxx
<b>GRØNNALGER</b>								
<i>Bulbochaete sp.</i>	x			x				
<i>Closterium spp.</i>			x	x	xx			x
<i>Cosmarium spp.</i>		x	xx	x	x	x	xx	
<i>Draparnaldia glomerata</i>	x							
<i>Microspora amoena</i>	xx		xx	xx	xx	1	xx	xx
<i>Microspora pachyderma</i>					xx	x		x
<i>Mougeotia a (6-12µ)</i>		xx	x	x	x		xxx	xx
<i>Mougeotia d/e (27-36µ)</i>						x		4
<i>Oedogonium a (5-11µ)</i>		x	x	xx		xx	xx	
<i>Oedogonium b (13-18µ)</i>					xx			
<i>Oedogonium c (23-28µ)</i>	2			x		xx		
<i>Oedogonium d (29-32µ)</i>	x				5	1		xxx
<i>Scenedesmus spp.</i>			xx	x	xx			
<i>Spirogyra sp. (15-18µ, 1K,L)</i>	x							
<i>Spirogyra sp. (34-40µ, 1K, L)</i>	xx		xx		x			
<i>Ulothrix zonata</i>	x		x	x	xx	2	2	
<i>Zygnema b (22-25µ)</i>	xx		xx		xx	xx	xx	xx
Ubest. Chaetophorales							5	



## Vedlegg 6 A. Forts.

<b>KISELALGER</b>	St. 1	St. 1t	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7
<i>Achnanthes minutissima</i>	xxx	xx	xxx	xxx	xxx	xxx	xx	xxx
<i>Amphora</i> sp.					x			
<i>Ceratoneis arcus</i>	xxx		xx		xx	xx	xx	xx
<i>Cymbella</i> spp.	xx		xx	xx	xx	xx	xx	xx
<i>Diatoma hiemale</i> v. <i>mesodon</i>				xx	x			
<i>Diatoma vulgare</i>				xx	xx	xx		
<i>Didymosphenia geminata</i>	1			x	1	xx	4	xx
<i>Eucocconeis lapponica</i>			xx	xx				
<i>Fragilaria</i> sp.			xxx	xxx				
<i>Gomphonema</i> spp.							xx	xx
<i>Meridion circulare</i>			x					
<i>Synedra ulna</i>	xx			xx	xx	xxx	xxx	xxx
<i>Tabellaria flocculosa</i>	x	x	x	5	xxx	xxx	xxx	xxx
Ubest. pennate kiselalger	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
<b>RØDALGER</b>								
<i>Batrachospermum</i> sp.						1		5
<b>MOSER</b>								
<i>Blindia acuta</i>	2	1			4	1		2
<i>Fontinalis antipyretica</i>			4		1			
<i>Hygrohypnum ochraceum</i>	1							
<i>Hygrohypnum</i> sp.					1			
<i>Scapania</i> sp.					xx			
<i>Schistidium alpicola</i> var. <i>rivulare</i>	2				x			
Ubestemt levermose					4			
<b>NEDBRYTERE</b>								
Jernbakterier		xxx						
Bakterieaggregat	x	x				xx		xx

Tall angir organismenes prosentvise dekning av elveleiet:

1<5% 2=5-12% 3=12-25% 4=25-50% 5=50-100%

organismer som vokser bland disse er angitt ved: xxx=vanlig xx=sparsom x=liten forekomst

## Vedlegg 6 B

Tabell : I Begroingsorganismer i Orkla 1996

Organisme, latinsk navn	St. 1	St. 1t	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7
<b>BLÅGRØNNALGER</b>								
<i>Calothrix gypsophila</i>								
<i>Calothrix ramenskii</i>	xx		4				xx	x
<i>Calothrix</i> spp.	x	xx	xx					
<i>Chamaesiphon confervicola</i>				xx	x	x	x	xx
<i>Chamaesiphon cf. fuscus</i>	3					3		
<i>Chamaesiphon minutus</i>	xx				xx			
<i>Chroococcus minutus</i>						x		
<i>Clastidium setigerum</i>					xx	xx	xx	x
<i>Cyanophanon mirabile</i>					x			xx
<i>Homoeothrix varians</i>	x							
<i>Lyngbya</i> sp.(2 $\mu$ )		xxx	x	x		x		x
<i>Merismopedia punctata</i>	x		x	x	x	x		
<i>Nostoc verrucosum</i>	xx							
<i>Phormidium</i> sp. (4 $\mu$ )			xx					
<i>Phormidium</i> sp.( 6 $\mu$ )	2							
<i>Rivularia bisolettiana</i>	xx				x			
<i>Tolypothrix penicillata</i>	1			xx	xxx			
Ubestemt trådfornet			3					
Ubestemt coccal			xxx		xx			
<b>GRØNNALGER</b>								
<i>Buibochaete</i> sp.		x		x	x	x		
<i>Closterium</i> spp.					x	x		
<i>Coelochaete</i> sp.								x
<i>Cosmarium</i> spp.	x		xx	x	x	xx	x	xx
<i>Draparnaldia glomerata</i>			x					
<i>Euastrum elegans</i>								
<i>Microspora amoena</i>			x		xxx	xx	x	xxx
<i>Microspora pachyderma</i>		x			x	xx		xxx
<i>Mougeotia</i> a ( 6-12 $\mu$ )		xx		x			x	xx
<i>Mougeotia</i> sp. (23 $\mu$ )	x							
<i>Mougeotia</i> d/e ( 27-36 $\mu$ )	xx				xx	x		3
<i>Oedogonium</i> a ( 5-11 $\mu$ )	x			x			x	
<i>Oedogonium</i> b ( 13-18 $\mu$ )				x	xxx	x	x	
<i>Oedogonium</i> c ( 23-28 $\mu$ )					4			
<i>Oedogonium</i> d ( 29-32 $\mu$ )	3			xx		1	2	4
<i>Scenedesmus</i> spp.			xx	x	x	x	xx	xx
<i>Spirogyra</i> sp. (20 $\mu$ , 1K,L)						x		
<i>Spirogyra</i> sp. ( 34-40 $\mu$ , 37K, L )				5	xx	x		
Cf. <i>Stigeoclonium</i> sp.							2	
<i>Tellingia granulata</i>			x			x	x	xx
<i>Ulothrix zonata</i>	4					x	3	x
<i>Zygnema</i> b ( 22-25 $\mu$ )	2						2	xxx
Ubest. Chaetophorales					xx			
Ubest. Ulothricales				x				

## Vedlegg 6 B. Forts.

Tabell : II Begroingsorganismer i Orkla 1996

KISELALGER	St. 1	St. 1t	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7
<i>Achnanthes minutissima</i>	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
<i>Amphora</i> sp.			x					
<i>Ceratoneis arcus</i>	xxx	x		x		xx	x	x
<i>Cymbella</i> spp.	xx		xx	xx	xx	xxx	xx	xx
<i>Diatoma mesodon</i>				x		x		
<i>Diatoma vulgare</i>					x	xx	xx	x
<i>Didymosphenia geminata</i>	3			xx	3	xxx		xx
<i>Eucoconois lapponica</i>			x	x		xx		
<i>Fragilaria</i> sp.						xx	x	xx
<i>Gomphonema</i> spp.	x					x	x	1
<i>Synedra ulna</i>	xxx		xx	xx	xxx	xxx	xx	xxx
<i>Tabellaria flocculosa</i>	xx	xx	xx	xxx	xx	xxx	xx	xx
<i>Tetracyclus glans</i>					x			
Ubest. pennate kiselalger	xxx	xx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
<b>RØDALGER</b>								
<i>Batrachospermum</i> sp.						1		x
<i>Pseudochantrasia</i> sp.							xx	
<b>BRUNALGER</b>								
<i>Heribaudiella fluviatilis</i>					3		xxx	
<b>MOSER</b>								
<i>Blindia acuta</i>	1	1			3	1		4
<i>Fontinalis antipyretica</i>			4		1			
<i>Schistidium alpicola</i> var. <i>rivulare</i>	1				2			
Ubestemt bladmose (rester)					1			
<b>NEDBRYTERE</b>								
<i>Sphaerotilus natans</i>	xx							
Ciliater	x				xx	x		
Jernbakterier		xx						
Bakterieaggregat						xx		

Tall angir organismenes prosentvise dekning av elveleiet:

1<5% 2=5-12% 3=12-25% 4=25-50% 5=50-100%

organismer som vokser bland disse er angitt ved: xxx=vanlig xx=sparsom x=liten forekomst

## Vedlegg 6 C

Tabell 1. Begroingsorganismer i Orkla 1997

Organisme, latinsk navn	St. 1 Yset bru	St. 1t Ya	St. 2 Stai bru
<b>BLÅGRØNNALGER</b>			
<i>Calothrix ramenskii</i>	x		4
<i>Calothrix</i> spp.	x	xx	
<i>Chamaesiphon confervicola</i>	x		
<i>Chamaesiphon</i> cf. <i>fuscus</i>	xx		
<i>Chroococcus minutus</i>			x
<i>Clesteridium setigerum</i>		x	
<i>Homoeothrix varians</i>	x		x
<i>Lyngbya</i> sp.(3 $\mu$ )	x	xxx	
<i>Merismopedia punctata</i>			x
<i>Nostoc verrucosum</i>	x		
<i>Oscillatoria</i> sp. (9 $\mu$ )			xxx
<i>Phormidium</i> sp.(6 $\mu$ )	xx	xx	
<i>Rivularia blasolettiana</i>			3
<i>Rivularia</i> spp.			xx
<i>Tolypothrix penicillata</i>	xxx		
artsantall, blågrønnalger	9	4	7
<b>GRØNNALGER</b>			
<i>Bulbochaete</i> sp.		x	x
<i>Closterium</i> spp.	x		x
<i>Cosmarium</i> spp.	x		xx
<i>Euastrum elegans</i>			x
<i>Mougeotia</i> a ( 6-12 $\mu$ )	x	xxx	
<i>Mougeotia</i> sp. (17 $\mu$ )			xx
<i>Mougeotia</i> d/e ( 27-36 $\mu$ )		xx	
<i>Oedogonium</i> a ( 5-11 $\mu$ )	x	x	xxx
<i>Oedogonium</i> b ( 13-18 $\mu$ )		xx	
<i>Oedogonium</i> c ( 23-28 $\mu$ )	xx		
<i>Scenedesmus</i> spp.	x		xxx
<i>Spirogyra</i> sp. (20 $\mu$ , 1K,L)			xxx
<i>Spirogyra</i> sp. ( 34-40 $\mu$ ,1K, L )			1
<i>Teilingia granulata</i>		x	xx
<i>Ulothrix zonata</i>	x		
<i>Zygnema</i> b ( 22-25 $\mu$ )	x	xx	xx
Ubest. <i>Chaetophorales</i>		x	xx
artsantall, grønnalger	8	8	12

## Vedlegg 6 C. Forts.

Tabell : II Begroingsorganismer i Orkla 1997

<b>KISELALGER</b>			
<i>Achnanthes minutissima</i>	xxx	xx	xx
<i>Amphora</i> sp.			x
<i>Ceratoneis arcus</i>	xxx		
<i>Cocconeis</i> sp.	x		
<i>Cymbella</i> spp.	x		xx
<i>Diatoma elongata</i>	x		
<i>Didymosphenia geminata</i>	4		
<i>Eucocconeis flexella</i>	x	x	xx
<i>Fragilaria</i> spp.	xx	xxx	
<i>Gomphonema</i> spp.		xx	
<i>Synedra ulna</i>	4		x
<i>Tabellaria flocculosa</i>	xxx	x	x
Ubest. pennate kiselalger	xxx	xxx	xxx
<b>RØDALGER</b>			
<i>Batrachospermum</i> sp.	x		xx
<b>MOSER</b>			
<i>Blindia acuta</i>	1	1	
<i>Fontinalis antipyretica</i>			4
<i>Schistidium alpicola</i> var. <i>rivulare</i>	2		
<b>NEDBRYTERE</b>			
<i>Sphaerotilus natans</i>			x
Cillater	x	x	
Jernbakterier	xx	xx	

Tall angir organismenes prosentvise dekning av elveleiet:

1 <5% 2 = 5-12% 3 = 12-25% 4 = 25-50% 5 = 50-100%

organismer som vokser bland disse er angitt ved: xxx = vanlig xx = sparsom x = liten forekomst

## Vedlegg 6 D.

Tabell I Begroingsorganismer i Orkla 1998

Organisme, latinsk navn	St. 1	St. 1t	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7
<b>BLÅGRØNNALGER</b>								
<i>Calothrix cf. braunii</i>		x	x					
<i>Calothrix gypsophila</i>							xx	xx
<i>Calothrix ramenskii</i>	xxx		3					
<i>Calothrix</i> spp.	x	x						
<i>Chamaesiphon confervicola</i>				x	x			x
<i>Chamaesiphon</i> sp.	1		2		2	2		
<i>Chroococcus minutus</i>								
<i>Clastidium setigerum</i>		xx	xx		xxx	x		
<i>Coleodesmium sagatmathae</i>				3	xx			xxx
<i>Cyanophanon mirabile</i>					xxx			xx
<i>Lyngbya</i> sp.(2µ)		xx		x		x		
<i>Merismopedia punctata</i>	x		x			x		
<i>Oscillatoria</i> sp. (13µ)			x					
<i>Phormidium</i> sp.( 6µ )	4				x		1	2
<i>Rivularia biasoletiana</i>	2							
<i>Tolypothrix penicillata</i>	xxx		xx	3	2	x		3
Ubestemt trådformet		xxx						
Ubestemt coccal							xxx	
<b>artsantall, blågrønnalger</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>6</b>
<b>GRØNNALGER</b>								
<i>Bulbochaete</i> sp.	x		x	xx				
<i>Closterium</i> spp.				x	xx	x	xx	x
<i>cf. Chaetophora</i> sp.			4					
<i>Cosmarium</i> spp.	x			x		x	x	x
<i>Hormidium rivulare</i>		xx						
<i>Microspora amoena</i>			2	xx	xxx	xx	xx	xx
<i>Microspora pachyderma</i>					xxx	xx	xx	xx
<i>Mougeotia</i> a ( 6-12µ )		xx	x	x				
<i>Mougeotia</i> d/e ( 27-36µ )	xxx		xx			x	xx	xxx
<i>Oedogonium</i> a ( 5-11µ )	x					xx		
<i>Oedogonium</i> b ( 13-18µ )	xx				xx		x	
<i>Oedogonium</i> c ( 23-28µ )	1			x	5		2	5
<i>Oedogonium</i> d ( 29-32µ )			xx	2		2	x	xx
<i>Scenedesmus</i> spp.			x	x		x	x	x
<i>Spirogyra</i> sp. (20µ, 1K,L)	x			5	xx			
<i>Teilingia granulata</i>			x					
<i>Tetraspora gelatinosa</i>					1			1
<i>Ulothrix zonata</i>	2				xx	xx	3	
<i>Zygnema</i> b ( 22-25µ )	x	x	x	4	x	x	xxx	4
Ubest. <i>Chaetophorales</i>		x					2	
<b>artsantall, grønnalger</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>10</b>

## Vedlegg 6 D. Forts.

KISELALGER	St. 1	St. 1t	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7
<i>Achnanthes minutissima</i>	xxx		xxx	xxx		xxx	xxx	xxx
<i>Amphora</i> sp.			x					
<i>Ceratoneis arcus</i>	xx	x			x	xxx	xx	xx
<i>Cymbella</i> spp.	x		xx	xx		xx	xx	x
<i>Diatoma vulgare</i>							xxx	x
<i>Didymosphenia geminata</i>	2			xxx		4	5	
<i>Eucoconeis lapponica</i>			x	x		x		
<i>Gomphonema</i> spp.	x	xxx				x	x	xx
<i>Synedra ulna</i>	x		x	xx	xx	xx	xxx	xx
<i>Tabellaria flocculosa</i>	x	xx	xx	xx	x	x	x	x
<i>Tetracyclus glans</i>							x	
Ubest. pennate kiselalger	xxx	xxx	xxx			xxx		
<b>RØDALGER</b>								
<i>Batrachospermum</i> sp.	1							4
<b>MOSER</b>								
<i>Blindia acuta</i>	x	2		xx	3	2	xx	2
<i>Fontinalis antipyretica</i>			3		3			
Ubestemt mose protonema		1						
<b>NEDBRYTERE</b>								
<i>Sphaerotilus natans</i>	x		x					
Ciliater	x							
Jernbakterier		xxx						
Bakterieaggregat								

Tall angir organismenes prosentvise dekning av elveleiet:

1<5% 2=5-12% 3=12-25% 4=25-50% 5=50-100%

organismer som vokser bland disse er angitt ved: xxx=vanlig xx=sparsom x=liten forekomst

Vedlegg 7 Tabell I. Bunndyr samlet i Orkla, 28.-29. september 1995.

Stasjon Dyregruppe	1 Yset	1T Ya	2 Stai	3 Brattset	4 Hol	5 Meldal	6 Rønningen	7 Vormstad
Børstemark								
Igler			20		30			
Snegl			30		20	40		
Midd				10	20		10	
Døgnfluer	2090	10	2820	620	1150	1030	1570	350
Steinfluer	170	20	150	20	670	270	420	420
Vårfluer	90	30	260	150	140	10	50	30
Biller	10			10	40			
Stankelbein	10			10				
Svimygg			20	10		10		20
Fjærmygg	450	80	670	470	250	180	270	130
Knott					30			
Sum	2820	140	3970	1300	2350	1540	2320	950
Antall grupper	6	4	7	8	9	6	5	5

Vedlegg 7 Forts. Tabell II. Bunndyr samlet i Orkla, 27. september 1996.

Stasjon Dyregruppe	1 Yset	1T Ya	2 Stal	3 Brattset	4 Hol	5 Meldal	6 Rønningen	7 Vormstad
Rundmark			16		16		12	24
Børstemark	308		1008		401	305	147	169
Igler			16					
Snegl	8		1			13		
Midd	56				288			12
Døgnfluer	6204	7	16465		3651	2471	6977	873
Steinfluer	3563	11	497		1552	1531	2888	2728
Vårfluer	267	7	213		96	62	76	139
Biller	48		35		177		12	
Stankelbein	16	1			66	20	15	5
Div. tovinger	64		99		2	24	1	97
Fjærmygg	3764	89	2134		3312	1193	1636	1949
Knott	8				1	67	27	13
Sum	14302	115	20484		9562	5686	11791	6009
Antall grupper	11	5	10			9	10	10

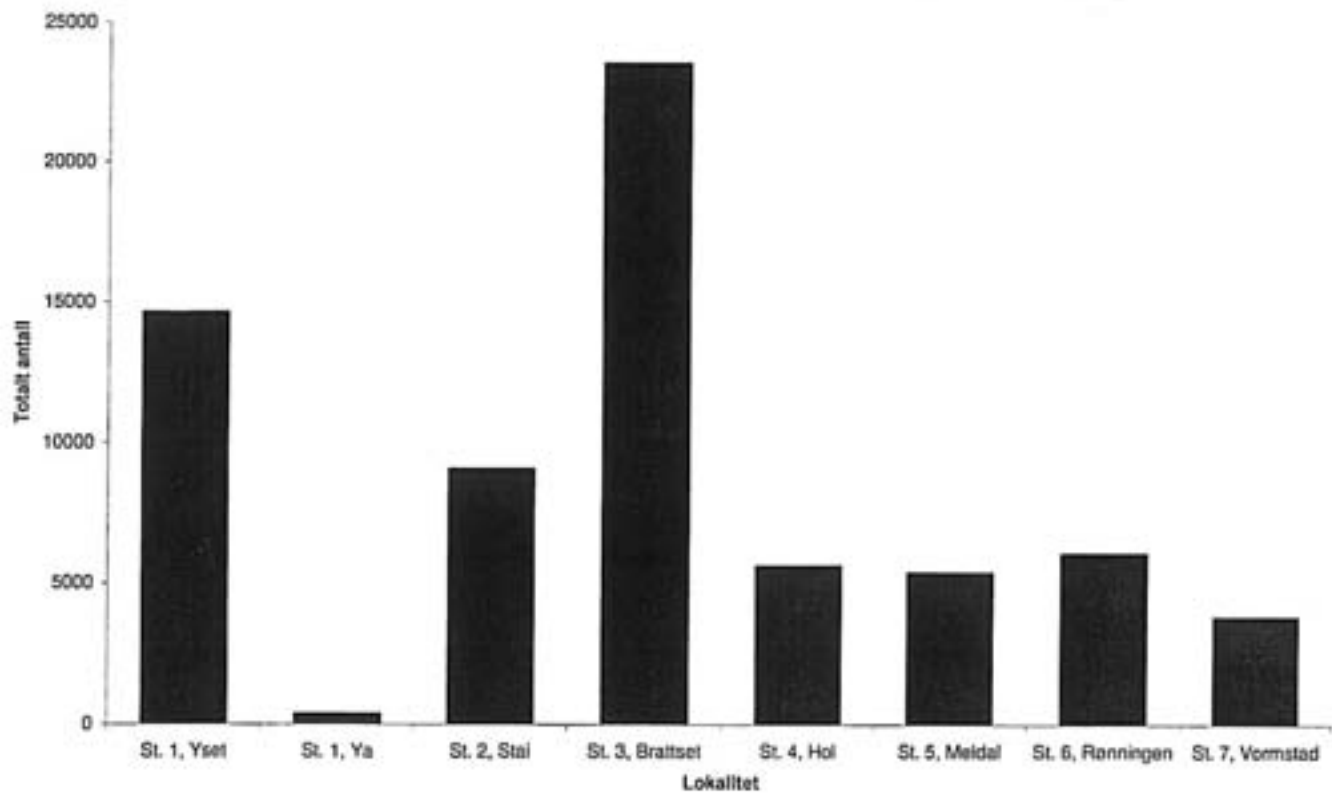
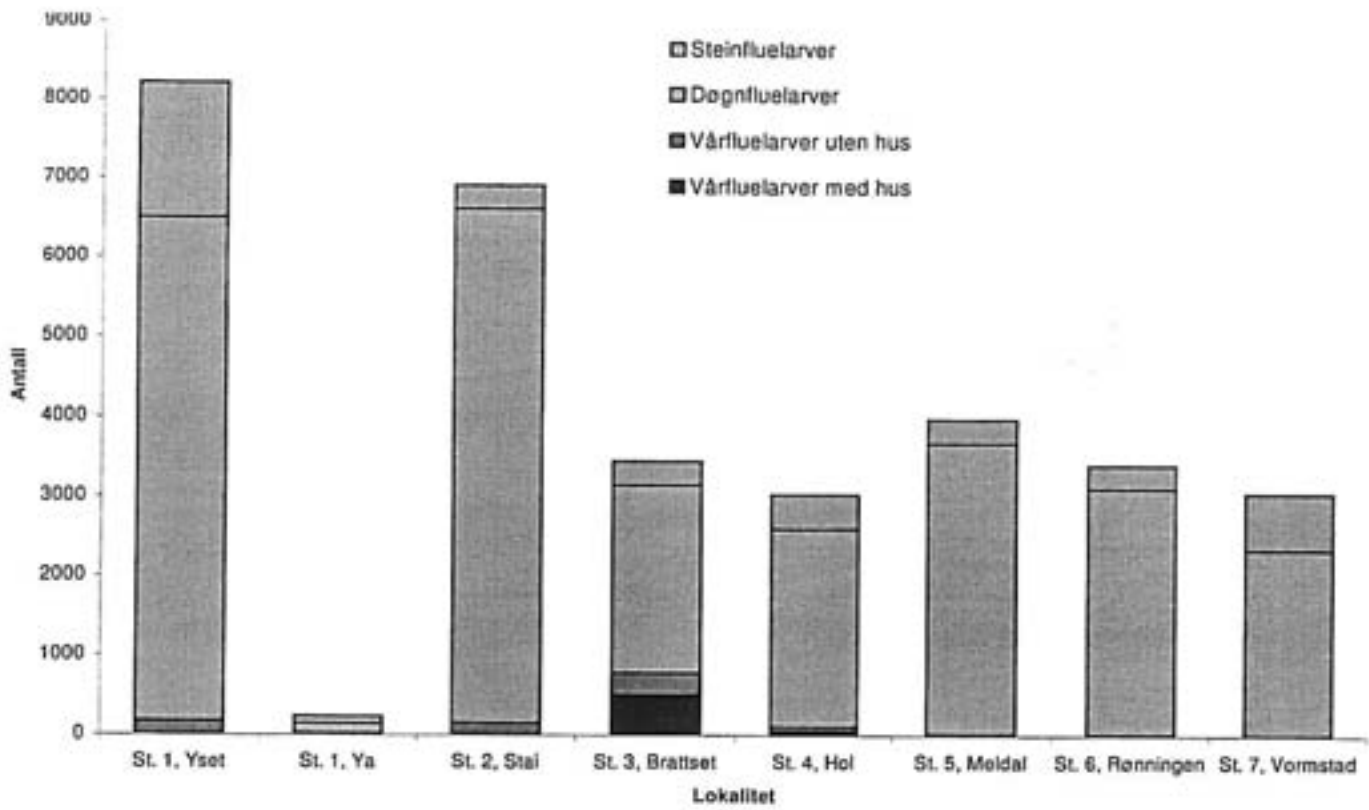


Tabell III. Bunndyr samlet i Orkla, 9. september 1997.

Stasjon Dyregruppe	1 Yset	1T Ya	2 Stai	3 Brattset	4 Hol	5 Meldal	6 Ronningen	7 Vormstad
Rundmark	12		12					
Børstemark	119		128					
Igler								
Snegl	65		14					
Midd	12							
Døgnfluer	792	12	1078					
Steinfluer	548	37	146					
Vårfluer	535	147	75					
Biller	37		1					
Stankelbein	18							
Div. tovinger	38		14					
Fjærmygg	775	266	1462					
Knott								
Sum	2951	462	2930					
Antall grupper	12	4	10					

Tabell IV. Bunndyr samlet i Orkla, 23. og 24. september 1998.

Dyregruppe	St. 1, Yset	St. 1, Ya	St. 2, Stal	St. 3, Brattset	St. 4, Hol	St. 5, Meldal	St. 6, Rønningen	St. 7, Vormstad
	23.09.98	23.09.98	23.09.98	23.09.98	23.09.98	24.09.98	24.09.98	24.09.98
Rundmark	0	0	12	0	156	0	0	0
Fåbørstemark	67	12	5	12	86	130	25	25
Snegl	1	0	3	12	0	2	0	0
Muslinger	0	0	12	0	0	0	0	0
Vårfluelarver med hus	12	0	4	510	60	3	1	0
Vårfluelarver uten hus	163	18	149	275	57	17	15	6
Døgnfluelarver	6324	128	6454	2364	2482	3658	3090	2337
Steinfluelarver	1712	88	296	302	432	299	299	708
Billelarver	1	0	15	0	39	0	0	0
Billier voksne	37	0	0	0	0	24	0	0
Fjærmygg larver	6063	107	2109	20004	2060	1068	2429	671
Fjærmygg pupper	12	0	0	0	0	0	0	0
Knottlarver	126	12	0	12	121	37	0	25
Stankelbeinlarver	25	0	0	0	36	78	27	30
Mudderfluelarver	0	0	1	0	0	0	0	0
Vannmidd	60	0	0	48	60	48	182	12
Sviknottlarver	36	12	0	12	16	12	0	13
Teger	0	0	4	0	0	0	0	0
Sprethaler	0	0	1	0	0	0	0	0
Diverse	0	0	0	0	24	0	0	0
Sum antall	14639	377	9065	23551	5629	5396	6068	3827
Antall grupper	12	7	13	10	13	12	8	9



Figur . Grafisk fremstilling av resultatene fra bunndyrundersøkelsene i 1998.