



# Statlig program for forurensningsovervåking

## Rapport 802/00

Oppdragsgiver

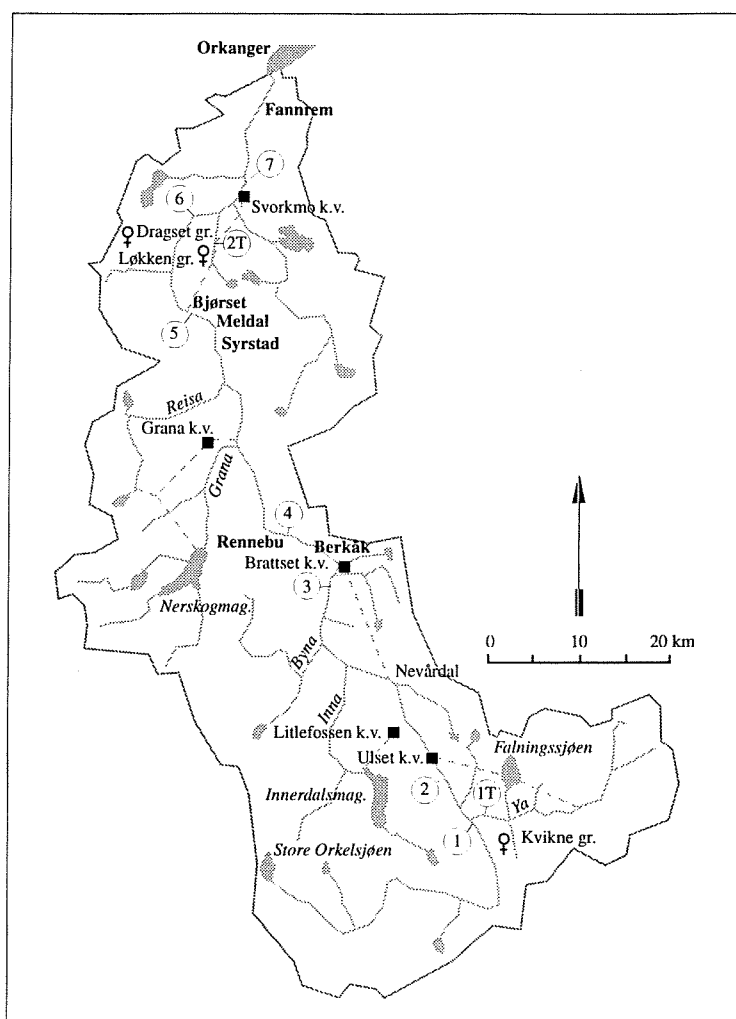
Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjon

Norsk institutt for luftforskning

# Tiltaksorientert overvåking i Orkla

Resultater fra 1999



Hovedkontor  
Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen  
Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen  
Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen  
Nordnesboder 5  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S  
9015 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel <b>Tiltaksorientert overvåking i Orkla. Resultater fra 1999.</b> Rapport nr 802/00 i Statlig program for forurensningsovervåking TA. – 1737/2000	Løpenr. (for bestilling) 4262-2000	Dato August 2000
	Prosjektnr. Undernr. O- 800210	Sider Pris 78
Forfatter(e)  Aanes, Karl Jan Eigil R. Iversen Romstad, Randi	Fagområde Vassdrag	Distribusjon Fri
	Geografisk område Sør-Trøndelag	Trykket NIVA

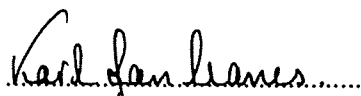
Oppdragsgiver(e) Statens forurensningstilsyn (SFT) (Statlig program for forurensningsovervåking)	Oppdragsreferanse
--	-------------------

**Sammendrag**

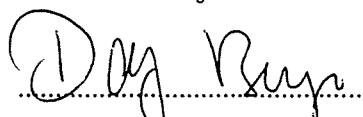
Vannkvalitet og biologiske forhold i Orkla er undersøkt spesielt med henblikk på å overvåke effekter av reguleringsinngrep og tungmetallforurensninger fra gruver. De nedre 15 km av Orkla fra Svorkmo har noe høye konsentrasjoner av kobber og sink, men forholdene har bedret seg gjennom de siste år. Middelverdien for kobber og sink i 1999 var henholdsvis 6.7 µg Cu/l og 20 µg Zn/l og tilsvarende verdier i 1997 var 10.2 µg Cu/l og 28 µg Zn/l. De noe høye verdiene i 1997 tilskrives unormalt store nedbørmengder og økt utvasking av metaller fra Løkken gruve område. Det er avtagende effekter på begroing og bunndyrsamfunn og de biologiske forhold er nå tilnærmet normale i Orkla. Sidevassdraget Ya er sterkt preget av gruveavrenning bl. a. på grunn av redusert vannføring (fortynning) som følge av vannkraftregulering.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Forurensningsovervåking	1. Pollution monitoring
2. Orkla, 1999	2. Orkla river, 1999
3. Gruveforurensninger	3. Mining pollution
4. Vassdragsreguleringer	4. Hydro Power Regulation

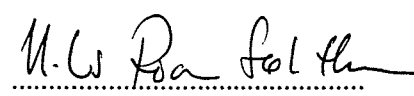
Prosjektleder

  
Karl Jan Aanes

Forskningsleder

  
Dag Berge

Forskningssjef

  
Nils Roar Sælthun

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

**TILTAKSORIENTERT OVERVÅKING**

**I**

**ORKLA**

**1 9 9 9**

*Oslo, 30. mai 2000*

*Saksbehandler : Karl Jan Aanes*

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

## FORORD

*Denne undersøkelsen er utført etter oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT) gjennom Fylkesmannens Miljøvern avdeling 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 Pål Brettum og Karl Jan Aanes, NIVA, den 23. og 24. september i 1999. 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 2000.*

*Karl Jan Aanes  
Prosjektleder*

## INNHOLD

FORORD.....	2
1. FORMÅL - KONKLUSJONER - TILRÅDNINGER.....	4
1.1 Formål.....	4
1.2 Konklusjoner .....	4
1.3 Tilrådninger .....	6
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 1999 var middelverdiene ved stasjonen Vormstad henholdsvis for kobber 6.4 µg Cu/l og for sink 20.3 µg Zn/l. Tilsvarende verdier for 1996, 1997 og 1998 for disse metallene var henholdsvis: 6.7, 10.2 og 6.4 µg Cu/l og 20, 28 og 17.5 µg Zn/l. Det var en betydelig og uventet økning av tungmetall konsentrasjonen i Orkla ved Vormstad våren og forsommeren 1997. Konsentrasjonen av kobber og sink var her i april 1997 oppe i 29 µg Cu/l og 87.9 µg Zn/l. Tilsvarende maksimumsverdier fra våren 1998 og 1999 var 13.7 og 10.3 µg Cu/l og 38.5 og 69.5 µg Zn/l. Økningen i 1997 ble satt i 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 da var gjort for å ta hånd om avrenningen fra gruveområdet så ikke ut til å ha vært tilstrekkelige til å fungere under en slik unormal nedbør/snøsmeltesituasjon som vi hadde i 1997. Resultatene fra overvåkingen 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. Dette var også tilfelle for det meste av 1999, men i perioden juli til september har vi igjen en episode i Raubekken hvor midlere pH er 4.8 og hvor det ble registrert høye tungmetall-konsentrasjoner. Maksimumsverdier for kobber, sink og kadmium var i denne perioden henholdsvis 1960 µg Cu/l, 4470 µg Zn/l. og 10.3 µg Zn/l.

Generellt 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, mm. 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 1999 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 1999 henholdsvis 7.4 og 7.5, som i 1998. Den gode vannkvaliteten vi registrerer i vassdraget 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 fra 1993 og noen år tidligere vist et relativt høyt innhold av næringssalter. Dette er også iaktatt i begroingssamfunnet ved Stai.

Begroingssamfunnene i dette området hadde også i 1999 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 lettnedbrytbart organisk materiale til vassdraget oppstrøms denne stasjonen. Tilsvarende forhold ble ikke registrert i 1999.

Vi er ikke kjent med aktiviteter som kan ha ført til endringer i forurensningssituasjonen i Orkla i 1999. 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. I 1999 ble fangstresultatet vel 8,3, og dette ga Orkla en 7. plass på fangststatistikken over de beste lakseelvene 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, (episodene våren 1997 og sensommerer 1999 underbygger dette).

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.

Bakgrunnen for den spesielle vannkvaliteten i Raubekken, som ble registrert i perioden juli til september i 1999, med uventet lav pH og høye tungmetall konsentrasjoner bør følges opp.



## 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 bunndyrsfunnene 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. Orkladalforet, som på strekningen Nåvårdal - Berkåk er svært trangt, 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 strømførsløpet 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.

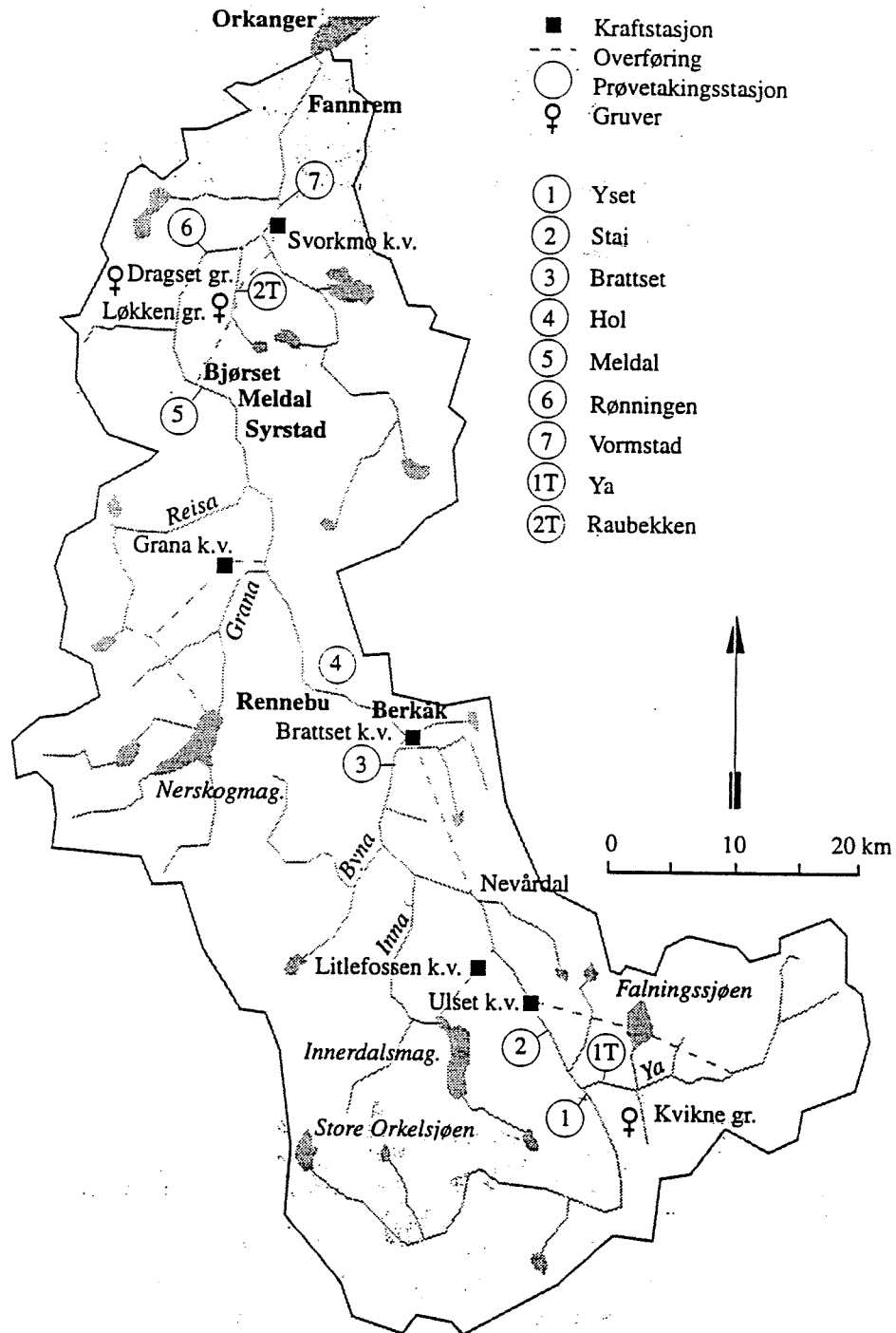


Fig. 1 Orklavassdraget, nedbørfelt og prøvetakingsstasjoner.

## 2.2 Vannbruk, forurensninger og vassdragsreguleringer

### Bruksinteresser

Orkla er en meget god lakseelv og ble rangert som nr. 7 av de norske lakseelvene i 1999 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 1999 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 sin værstasjon i Berkåk (Lyngholt), stasjon nr 66730. Dataene er sett i relasjon til måneds og årsnormaler for temperatur og nedbør fra denne stasjonen for 30 årsperioden 1961 - 1990.

Året 1999 var temperaturmessig karakterisert ved en noe høyere temperatur enn normalt. Temperaturen var gjennom vinteren fra november 1998 til februar 1999 + 2.7 °C varmere enn tilsvarende normalperiode. Tilsvarende var sommerperioden fra mai til september dette året + 4.9 °C varmere enn normalt. Middel-temperaturen for året 1999 var på værstasjonen ved Berkåk + 3.3 °C. Tilsvarende normalverdi for middel-temperaturen i 30 årsperioden 1961 - 1990 er + 2,3 °C, noe som gir et litt varmere klima i 1999 enn normalt.

Resultatene fra registreringene av nedbøren i 1999 viser at nedbørsummen var omtrent identisk med normalen i månedene januar, februar og mars (153 mm mot 154 mm). Nedbørsummen for april var litt større enn normalt (124%), og for mai litt mindre (78 %), mens det i sommermånedene juni og juli faller betydelig mere nedbør (216 mm) enn normalt (159 mm). Høstperioden er betydelig tørrere enn normalt. Særlig var dette tilfelle i september hvor nedbørmengden bare var 29 mm (35 %) av normalen. Samlet for året ble nedbørsummen for 1999 på 764 mm. Tilsvarende normalverdi for 30 årsperioden 1961 - 1990 er 750 mm.

Tabell 2. Meteorologiske data for årene 1999 hentet fra Meteorologisk Institutt sin værstasjon Berkåk (Lyngholt). Midlere måneds temperatur og nedbørsum.

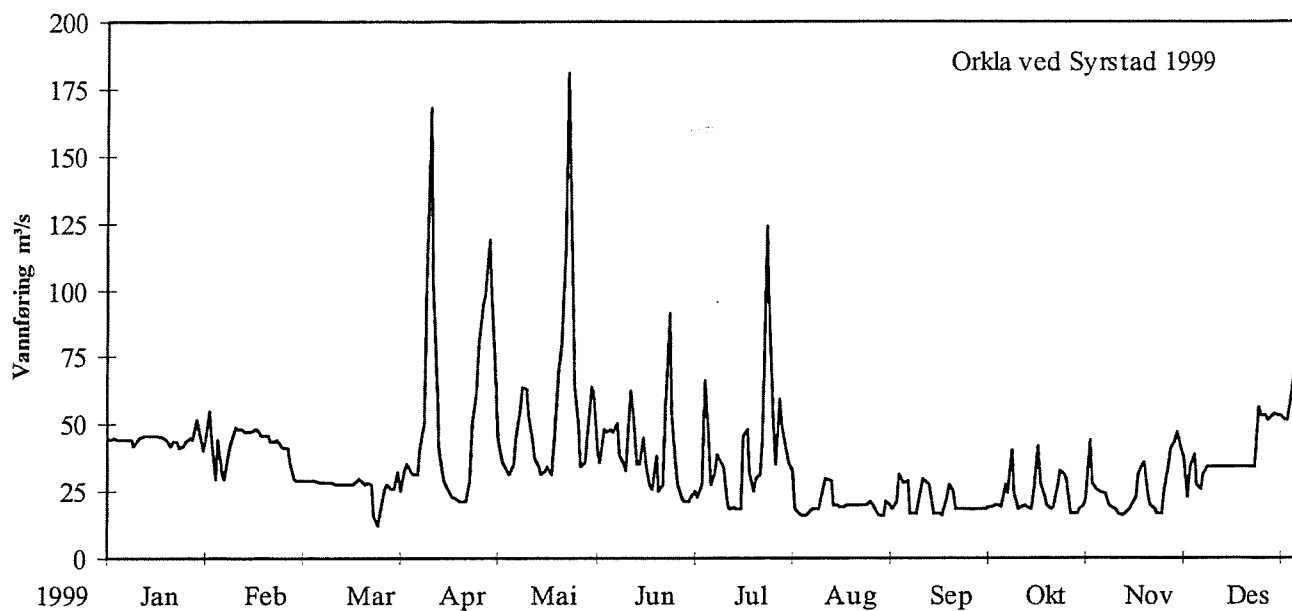
Temperatur			mm Nedbør		
Måned	1999	Normal	Måned	1999	Normal
Januar	- 4.6	- 6.1	Januar	27	56
Februar	- 4.0	- 5.4	Februar	105	48
Mars	- 1.2	- 2.7	Mars	21	50
April	+ 3.1	+ 0.7	April	52	42
Mai	5.6	6.6	Mai	29	37
Juni	10.7	10.1	Juni	72	64
Juli	12.1	11.4	Juli	144	95
August	10.4	10.7	August	45	79
September	11.6	6.5	September	29	83
Oktober	3.0	3.0	Oktober	66	67
November	1.7	- 2.6	November	78	62
Desember	- 8.3	- 5.2	Desember	96	67
<b>Års middel</b>	<b>3.3</b>	<b>2.3</b>	<b>Års sum</b>	<b>764</b>	<b>750</b>

### Hydrologi

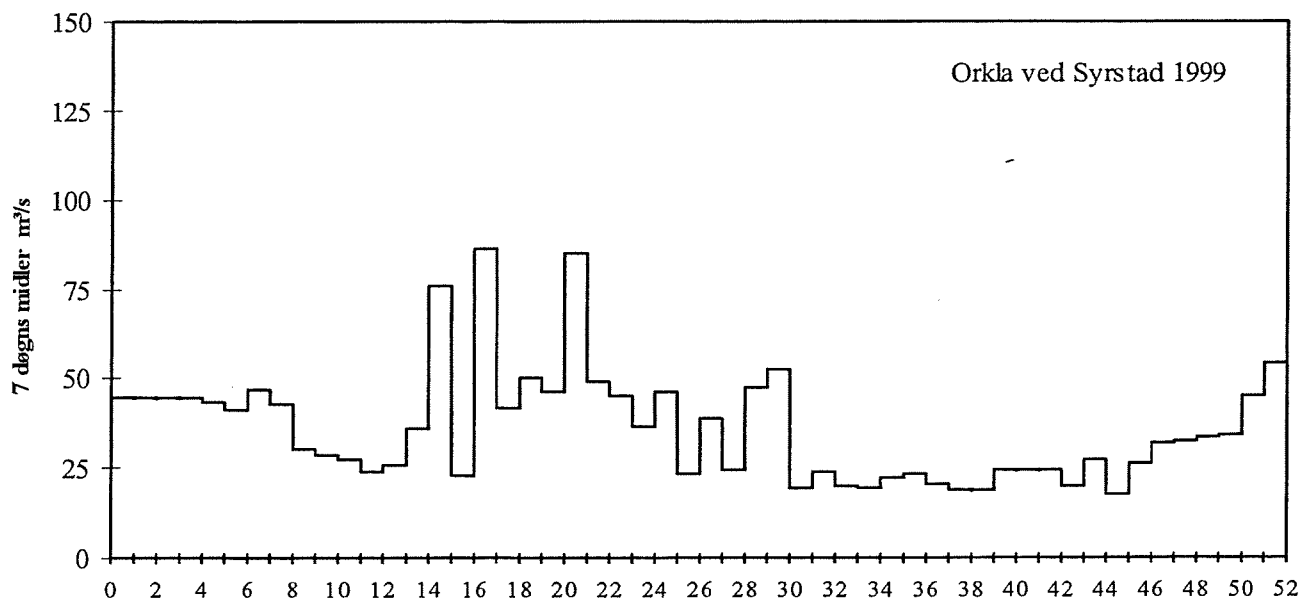
Figur 2A viser daglig vannføring i 1999 i Orkla ved vannmerke nr. 1936 Syrstad i Meldal og fig. 2B viser grafisk disse målingene presentert som 7 døgns midler for dette året. Tilsvarende målinger for 1998 er vist i figur 3 A og B og for 1997 i figurene 4 A og B. Opplysninger om daglig vannføring ved Syrstad for disse tre årene er gitt i vedlegg 3. Datagrunnlaget gjør det mulig å sammenligne vannførings-forholdene i 1999 med hvordan forholdene var de to årene før.

Som vanlig etter reguleringene i vassdraget var vannføringen relativt høy ( $\sim 40 \text{ m}^3/\text{s}$ ) i vintermånedene, men noe mindre enn i 1998 hvor vannføringen var noe større enn i de to foregående år (vedlegg 3A - D). I siste halvdel av april etter en mildværsperiode med mye nedbør kom det i 1999 en kortvarig relativt stor flom ( $168 \text{ m}^3/\text{s}$ ) i vassdraget noe som ikke er så vanlig så tidlig på året. Vårflommen ble registrert i siste halvdel av mai og nådde sin topp den 22. mai med  $181 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ellers var vannføringsforholdene i 1999 karakterisert av en relativt normal vannføring i sommerperioden med en midlere vannføring i juni og juli på knapt  $40 \text{ m}^3/\text{s}$ . Vannføringen ved Syrstad faller så ned til ca  $20 \text{ m}^3/\text{s}$  i august og september, øker litt i oktober og november og er tilbake til normal vintervannføring i desember på ca  $40 \text{ m}^3/\text{s}$  mangler enkelte observasjoner av vannføringen i 1999 (se tabell 4C III).

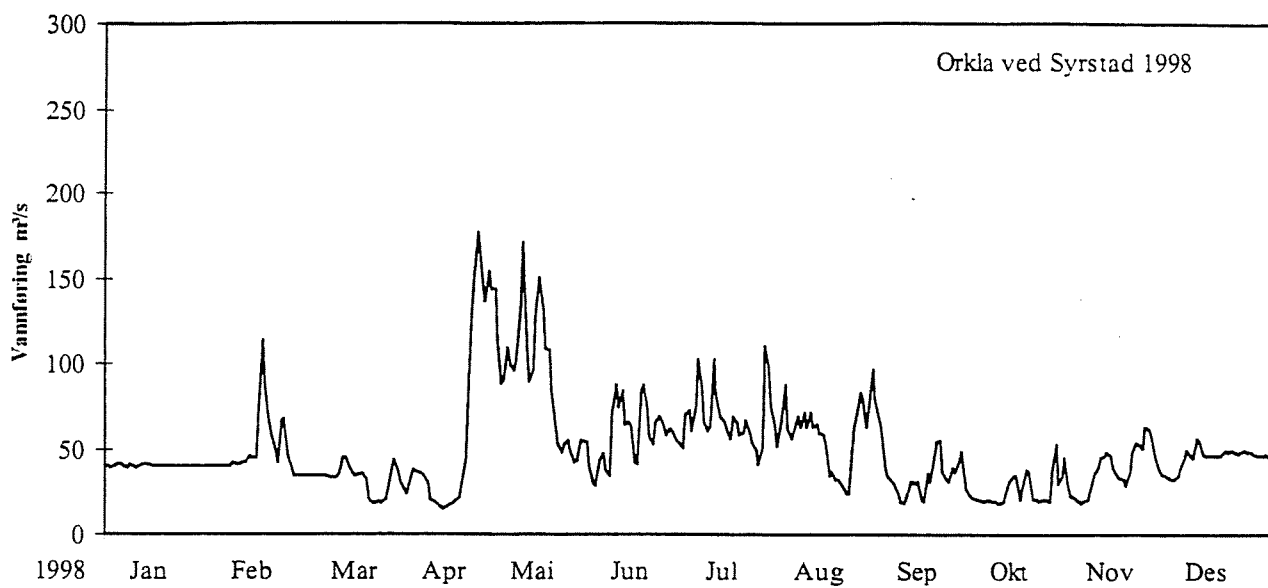
I Raubekken varierte vannføringen under prøvetakingen i 1999 mellom 120 og 2520 l/sek (tabell 4 C III). Regner vi ut middelvannføringen i Raubekken på bakgrunn av de 12 observasjonene vi har fra dette året blir denne 871 liter/sek. Tilsvarende var vannføringen i Raubekken for årene 1998, 1997 og 1996 henholdsvis 947, 1595 og 661 l/sek.



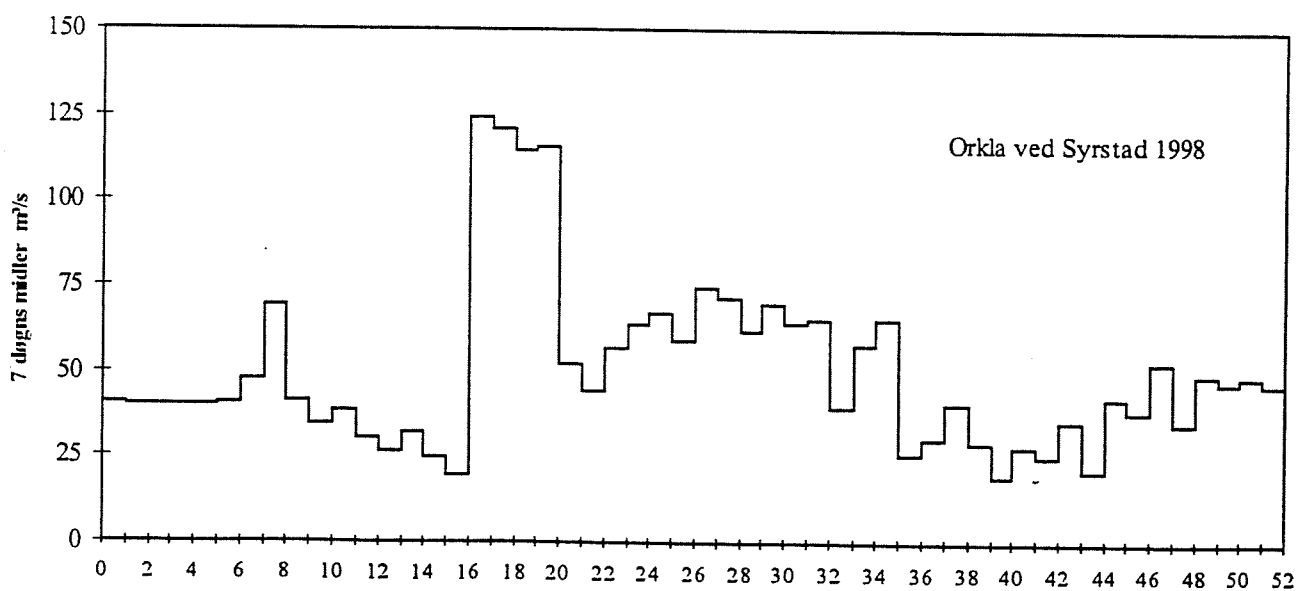
Figur 2 A. Døgnvannføring i Orkla i 1999 ved Sørstad vannmerke.



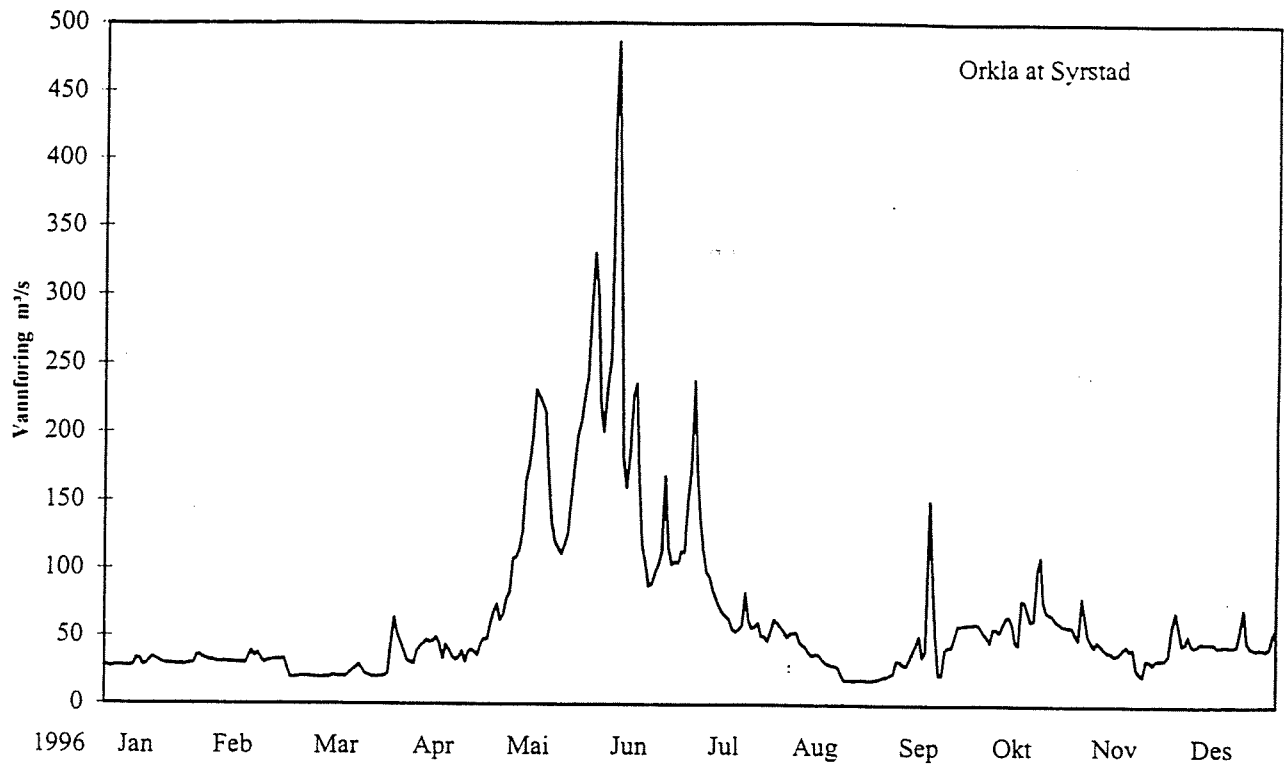
Figur 2 B. Karakteristiske 7-døgns midler for vannføringen i Orkla ved Sørstad i 1999.



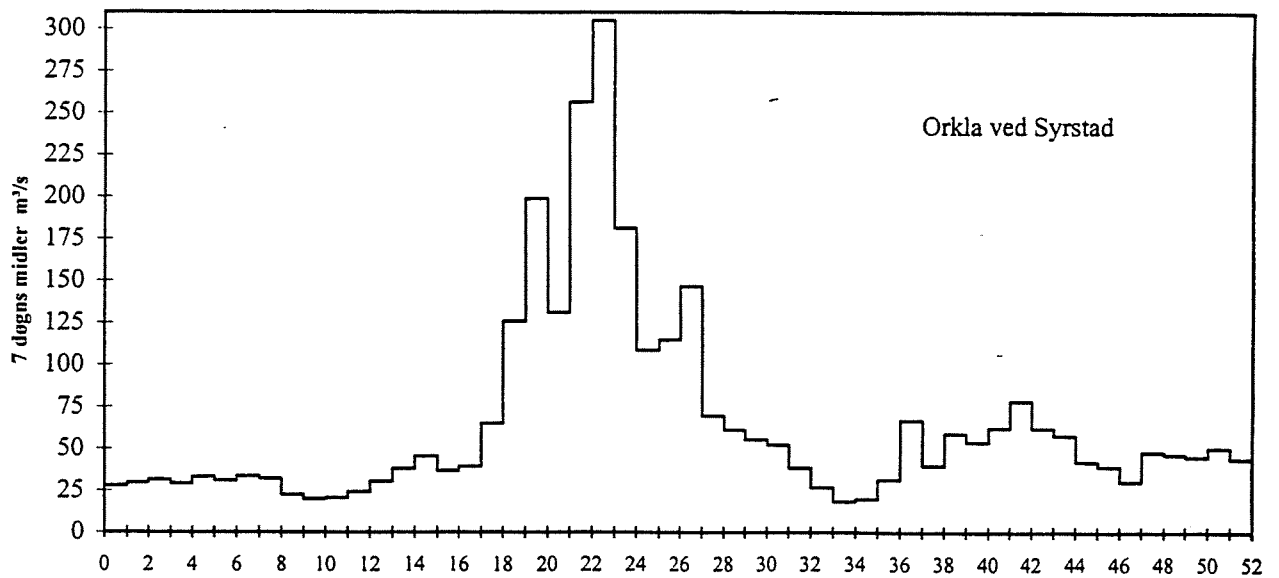
Figur 3 A. Døgnvannføring i Orkla i 1998 ved Syrstad vannmerke.



Figur 3 B. Karakteristiske 7-døgns midler for vannføringen i Orkla ved Syrstad i 1998.



Figur 4. **A** : Døgnvannføring i Orkla i 1997 ved Sørstad vannmerke.



Figur 4. **B** : Karakteristiske 7-døgns midler for vannføringen i Orkla ved Sørstad i 1997.



## 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 23µg/l). Resultatene fra 1999 og 1998 var henholdsvis for kobber 6.4 µg Cu/l begge årene, og for sink 21 og 17.5 µg Zn /l. Konsentrasjonene var i 1999 stort sett som i 1998, mens vi i året før registrerte en markert økning i middelkonsentrasjonen av disse tungmetallene for dette året. Økningen i 1997 antok vi hadde 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. Det kan se ut som tilsvarende problemer har vært tilfelle sensommeren 1999 da pH i månedene juli, august og september var under pH 5 og maksimumsverdier for kobber og sink ble målt til henholdsvis 1960 µg Cu/l og 4470 µg Zn /l.*

*De årlige transportverdier for jern, kobber, sink og kadmium via Raubekken til Orkla var i 1999 i størrelsesorden henholdsvis Fe=124, Cu=1,7, Zn= 36,2 og Cd=0,079 tonn . Tilsvarende transportverdier for 1998 var Fe=140, Cu=12,6, Zn=40,7 og Cd=0.089 tonn. Midlere konsentrasjon av kobber var for året 1999 700 µgCu/l og i 1998 480 µgCu/. 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. Generellt karakteriseres vannkvaliteten i Orkla som god med svakt basisk vann, høyt innhold av kalsium samt små til moderat forhøyde 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 ta prøver av 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 minste og største verdi og dermed variasjonsbredden samt gjennomsnitt (aritmetisk middelværdi). I vedlegg 5 er oppført tidsveide middelværdier for perioden 1975-99 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 1999 pH 7.36 på stasjonen ved Rønningen/Bjørset. Tilsvarende verdier for 1998 og 1997 var henholdsvis pH 7.40 og 7.21. Resultatet fra målingene på stasjonen ved Vormstad ga et årsmiddel for pH på 7.51. Tilsvarende målinger i 1998 og 1997 ga et årsmiddel for pH på henholdsvis pH 7.50 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 1999, ble registrert i prøver som ble hentet inn i mai. Det ble da målt på stasjonen ved Rønningen/Bjørset en pH verdi på 7.10, tilsvarende minimumsmåling ved Vormstad var pH 7.28.

I sidevassdraget Raubekken ga målingene en midlere pH verdi for året 1999 på pH 5.94 med en variasjonsbredde i vannets surhetsgrad som lå mellom pH 4.60 og 6.88. Tilsvarende var årsmiddelet i 1996, 1997 og 1998 for pH på henholdsvis pH 5.82, pH 5.60 og 6.12. Minimumsverdier for pH var for disse tre årene henholdsvis pH 4.86, 3.25 og 5.04

Det var første gang i 1998 at vi i overvåkingen av vannkvaliteten i Raubekken registrerte en midlere pH i Raubekken som var over pH 6. Resultatene fra 1999 viste derimot at vi nå er tilbake på et noe lavere pH nivå. Årsaken til dette er at det i perioden juli til september dette året ble observert lave verdier. Det er uklart hvorfor pH har vært så lav i nevnte periode (ved prøvetakingen den 16.aug. ble pH målt til pH 4.60). Store nedbørmengder i juli (tabell 2) kan ha vært en medvirkende faktor og ha hatt betydning for utvaskingen av sure komponenter. Bakgrunnen for at vi registrerer en markert lavere pH verdi i Raubekken i forhold til hovedvassdraget skyldes oksydasjon av sulfidmalmer i gruveområdet 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 av total fosfor (tot P) og total nitrogen (tot N) er basert på 4 målinger pr. år. I 1999 og 1998 var denne henholdsvis 4,0 og 3,8 µg tot P/l og 260 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 total fosfor (fig 5 B). Den midlere tot P konsentrasjon var da 5.0 µg tot P/l.

Ved Bjørset var det midlere fosforinnholdet i 1999 og 1998 4,0 og 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 1999 og 1998 ved Bjørset 235 og 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 1999 og 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 1999 gir **tilstandsklasse I** (meget god) for vannkvalitet både på Vormstad og Bjørset (Andersen m. fl. 1997) når resultatene vurderes ut fra SFT's system for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann.

Tilsvarende vurdering av vannkvaliteten med hensyn på nitrogenverdiene som ble målt i 1999 gir **tilstandsklasse I** for vannkvaliteten i Orkla både ved Bjørset og ved Vormstad. Resultatene fra 1998 ga tilstandsklasse I ved Bjørset og II ved Vormstad mens resultatene fra 1997 ga tilstandsklasse II for begge stasjonene, det samme som i 1995. Vannkvaliteten ved Bjørset i 1996 mht total nitrogen ga tilstandsklasse I, mens vannkvaliteten ved Vormstad lå i en mellomstilling mellom tilstandsklasse I (meget god) og tilstandsklasse II (god).

Når det gjelder **forurensningsgraden** i Orkla av plantenæringsstoffer de siste årene gir den midlere verdien for total nitrogen og total fosfor forurensningsgrad 1 - 2 ( ubetydelig til moderat forurensset).

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 (Bjorkeng). Disse verdiene kan kanskje representere naturlig bakgrunn for øvre deler av vassdraget.

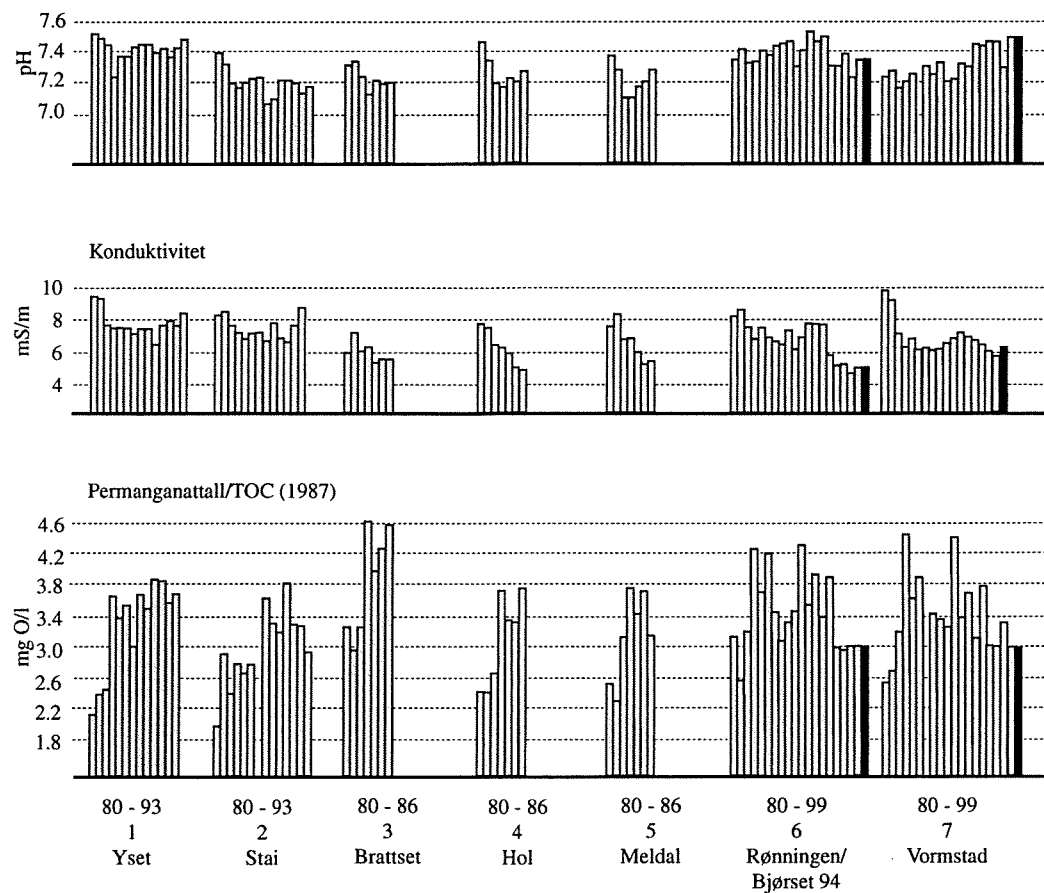
Svingningene i middelverdiene for P og N kan for endel skyldes tilfeldigheter på grunn av relativt få årlige analyser.

I 1996 var antallet prøvetakinger kun 3. I 1997 og 1998 var antallet økt til 15 (4+11) på Vormstad når materialet fra denne overvåkningen stilles sammen med målingene som gjøres i forbindelse med prosjektet som pågår i Orkla under "Paris konvensjonen". I 1999 var antallet prøvetakinger 4.

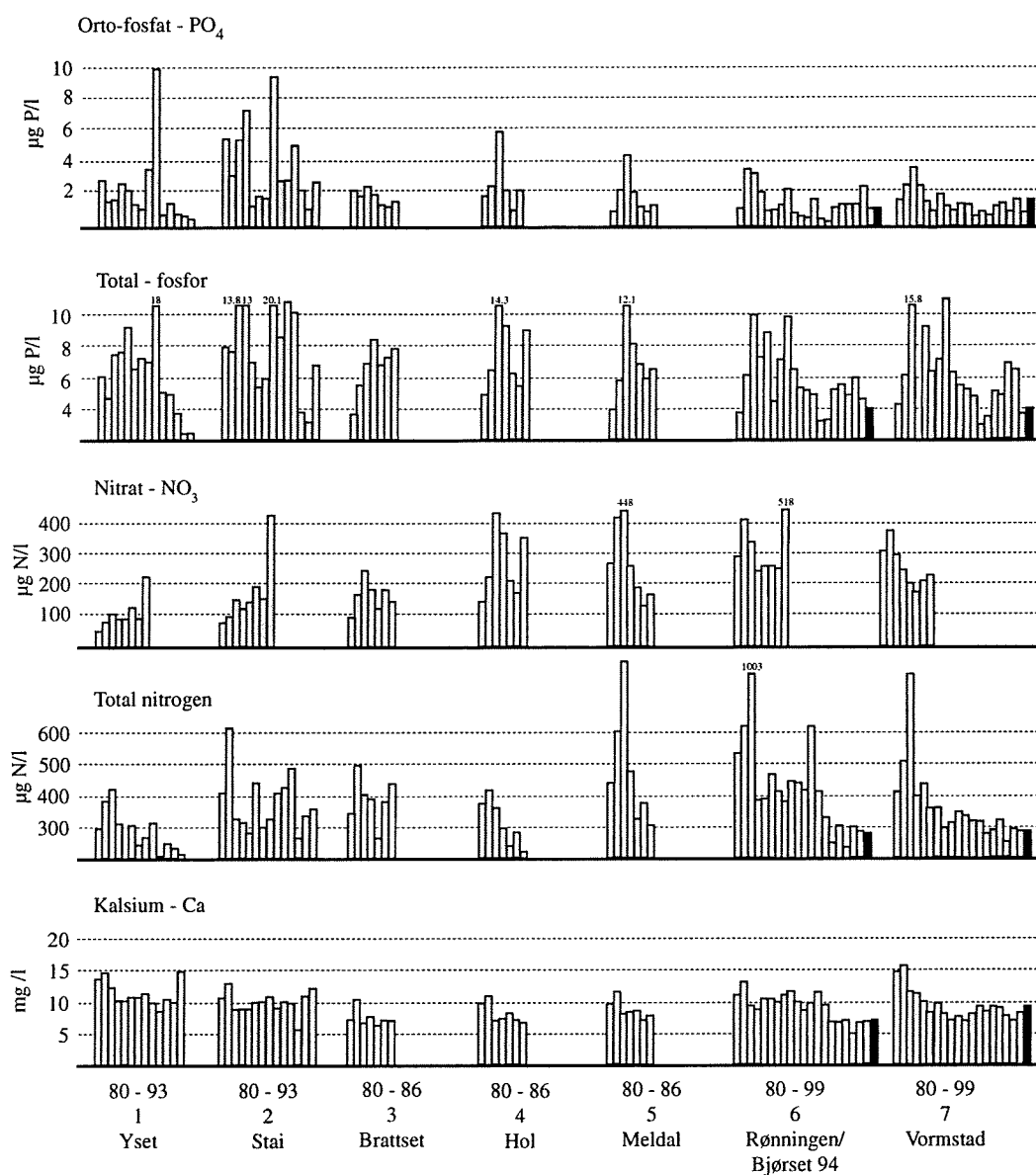
Antall prøvetakinger på Bjørset var 4 i 1997, 1998 og 1999.

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.

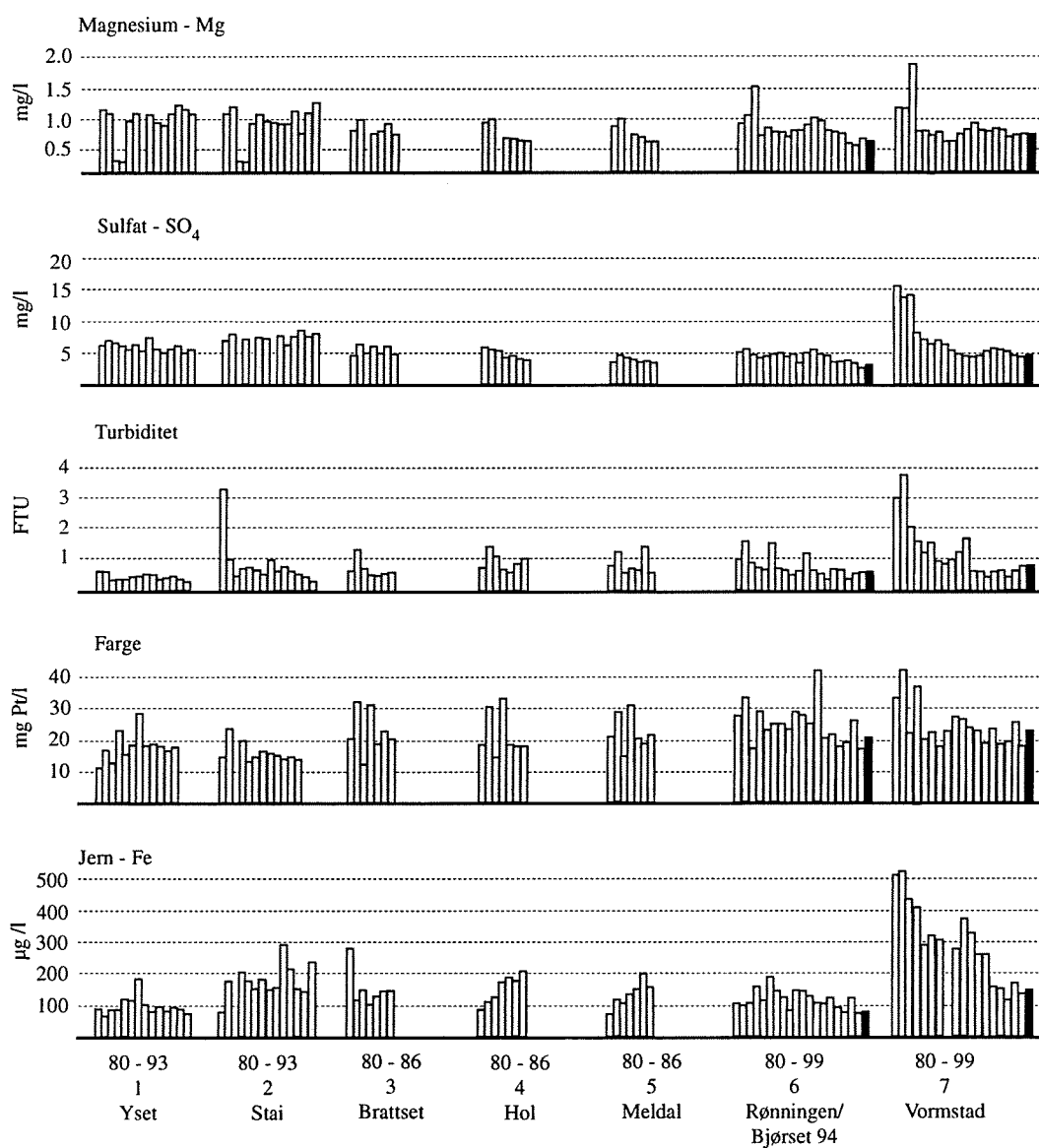
Orkla har fra naturens side et relativt høyt innhold av bl.a. kalsium. Dette gir meget gode livsbetingelser for planter og dyr, og er en av hovedårsakene til den frodighet som både planter og dyr oppviser i vassdraget (se kap. 3.3).



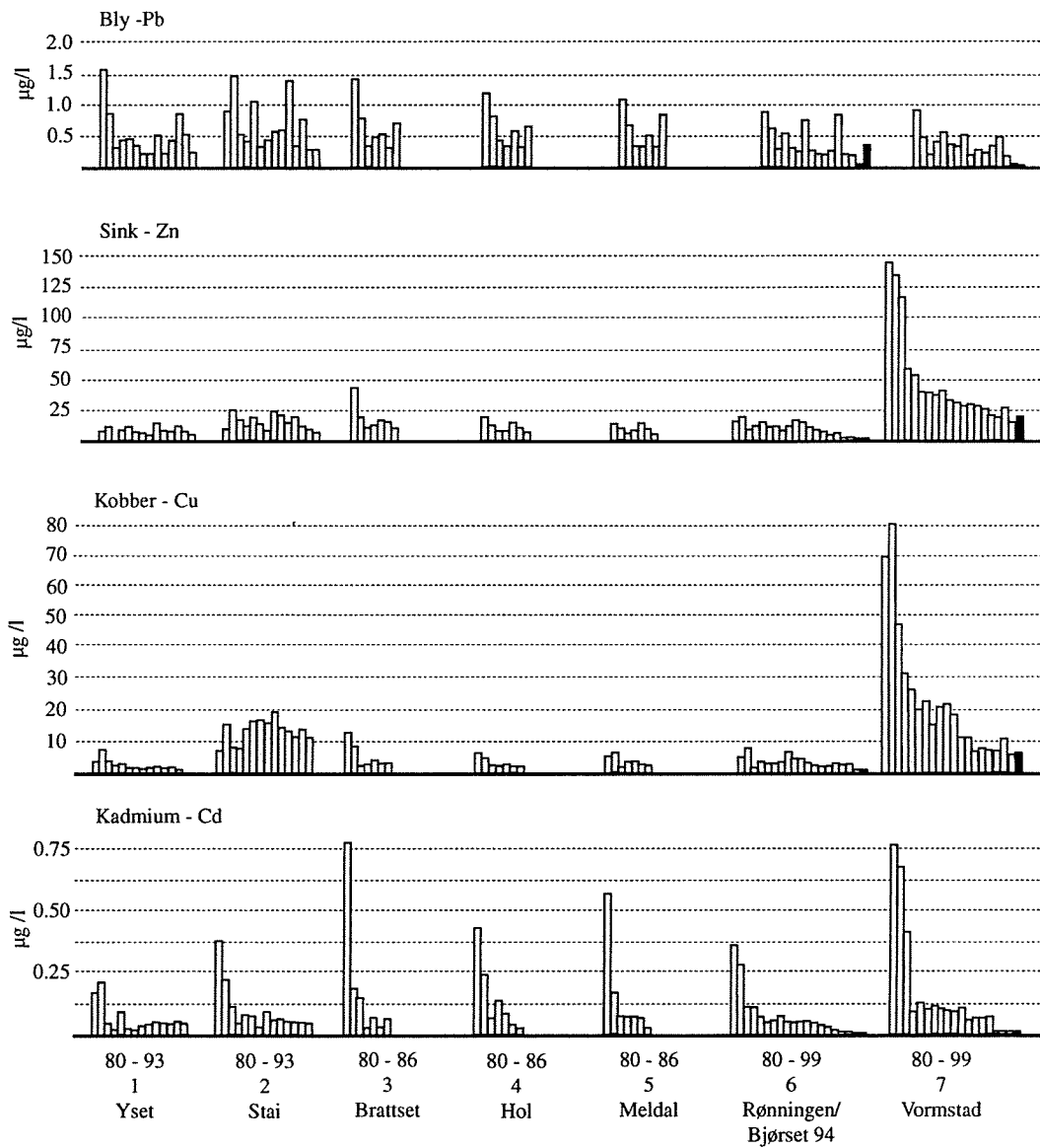
Figur 5 A. Kjemiske analysedata fra Orkla. Middelerverdier for perioden 1980-99.



Figur 5 B. Kjemiske analysedata fra Orkla. Middelerdier for perioden 1980-99.



Figur 5 C. Kjemiske analysedata fra Orkla. Middelerdier for perioden 1980 - 99.



Figur 5 D. Kjemiske analysedata fra Orkla. Middelerverdier for perioden 1980 - 99.

## 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 oksygenvinn 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 1999 var omtrent som i 1998-1996 med et årsmiddel for TOC på 3.0 mg/l ved Bjørset og 2.9 mg/l ved Vormstad. Tilsvarende verdier for filtrert farge i 1999 var 21 mg Pt/l og 23 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 1999. Den samme klassifiseringen ga resultatene for årene 1995 til 1998, dvs. en vannkvalitet som betegnes som "god".

*Forurensningsgraden* i Orkla for begge disse stasjonene vurdert ut fra midlere innhold av TOC og fargeverdi blir I, dvs. "ubetydelig 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 1999 ga omtrent samme årsmiddelverdi for turbiditet ved Vormstad (0.77 FTU) som i 1997 og 1998. Ved Bjørset har vi registrert en noe høyere verdi for turbiditet enn det som har vært vanlig årene før (1999 : 0.61 FTU og i 1998 0.68 FTU).



Den økte partikkeltransporten til og i Orkla i perioden 1997-99 gir når resultatene vurderes ut fra SFT's klassifikasjonssystem for miljøkvalitet i ferskvann **tilstandsklasse II**, for disse to årene Tilsvarende ga resultatene fra 1996 *tilstandsklasse I*.

Resultatene fra årene 1996 til 1999 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. Noen metaller er giftige for vannorganismer og enkelte kan akkumuleres f.eks. i fisk til nivåer som kan utgjøre helserisiko ved konsum.*

Avrenning fra gruveområder 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 - 1999.

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 og 1999 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 i begge disse årene og 17.4 og 20.3 µgZn/l. Tilsvarende verdier for stasjonen ved Bjørset i 1998 var 1.8 µgCu/l og 1.2 µgZn/l. og i 1999 1.7 µgCu/l og 1.3 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 som nevnt en økning i konsentrasjonen 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 ser ut til å avta.

Dette bildet endrer seg i 1999 der resultatene viser at tungmetallkonsentrasjonen igjen har økt noe i forhold til det som ble målt i 1998, men økningen har ikke vært så stor som i 1997. Midlere årskonsentrasjon i Raubekken var i 1999 for kadmium, kobber, sink og jern henholdsvis 4.2 µg Cd/l, 700 µg Cu/l, 1900 µg Zn/l og 6660 µg Fe/l. Vannkvaliteten i Raubekken klassifiseres som "meget sterkt forurenset" med tungmetaller etter SFT's norm.

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 og 1999 var til 89 kg og 79 kg kadmium, 12.6 og 11.7 tonn kobber, 40.7 og 36.2 tonn sink og 140 og 124 tonn jern. Transportverdiene for kadmium og kobber i 1998 var redusert til det halve i forhold til verdiene som ble beregnet for 1997.

Tabell 3 Kobber- og sinkkonsentrasjoner gitt som årsmiddel for perioden 1977 - 1999 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	
					Raubekken	Vormstad
År :	Cu	Zn	Cu	Zn	Cu	Zn
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
<b>1999</b>	<b>700</b>	<b>1920</b>	<b>6,4</b>	<b>21</b>	<b>109</b>	<b>91</b>

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 drensvann 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 denne og analyseverdi er døgntransporten beregnet for en del sentrale komponenter. Ved å tidsveie verdiene for døgntransport, er det i tabell 4 beregnet årstransport for perioden 1989-1999 (fig. 8C).

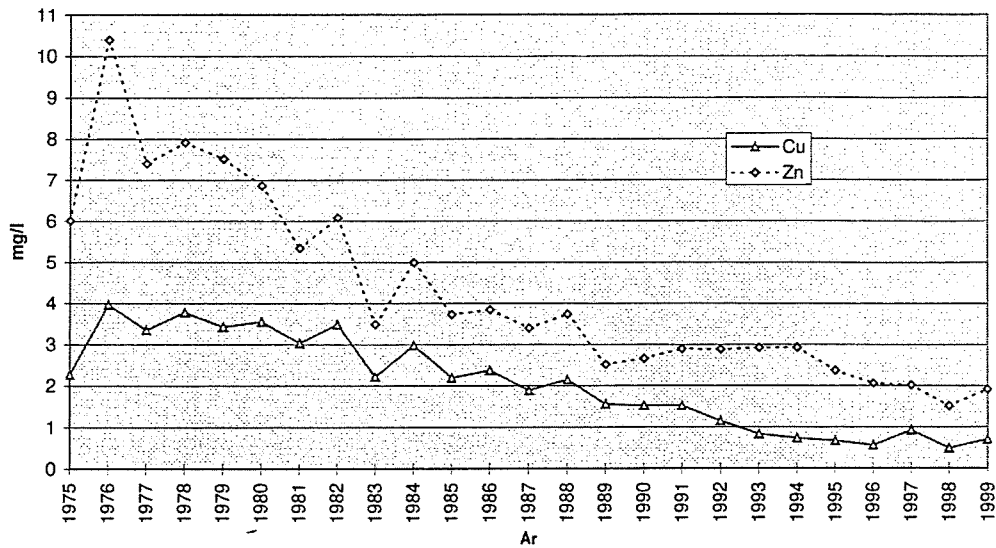
Tabell 4. Årlige verdier for samlet transport av metaller fra Løkken gruveområde til Orkla.

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
1999	11,7	36,2	124	79	3064

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 vårflommen.

Resultatene fra 1999 viser at det igjen har vært en periode med lav pH og høye tungmetall konsentrasjoner i Raubekken på sensommeren. Maksimumsverdiene ble registrert i denne perioden (16. Aug.) og var for kopper, sink og kadmium henholdsvis 1960 µg Cu/l, 4470 µg Zn/l og 4.2 µg Cd/l. De ekstremt høye tungmetallkonsentrasjonen som her ble registrert hadde liten effekt på tungmetallkonsentrasjonen i Orkla i denne perioden. Dette hadde sammenheng med en relativt høy vannføring i Orkla og en svært lav vannføring i Raubekken noe som ga god fortykning.

På bakgrunn av episodene med kraftig forurensing i 1997 og nå i 1999 bør det arbeides videre med å finne årsaken for disse og forslag til avbøtende tiltak.

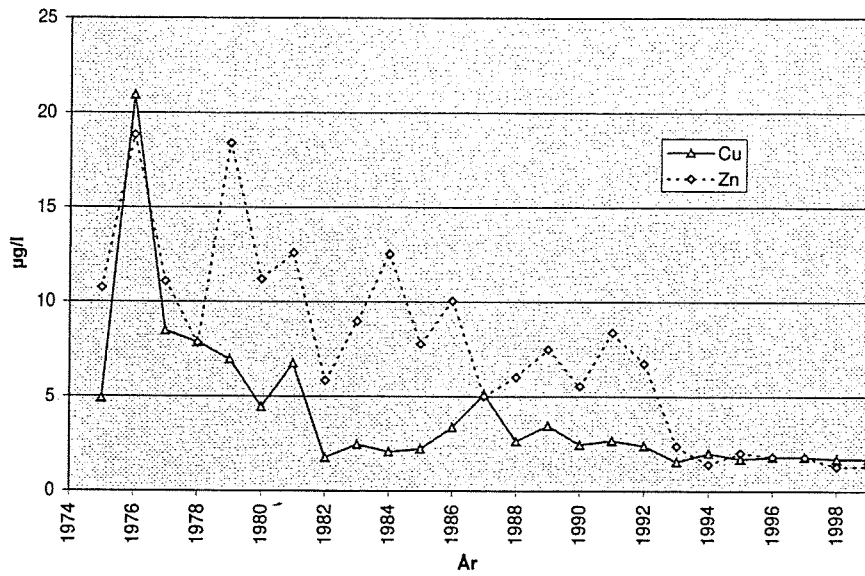


Figur 6. Kopper- og sinkkonsentrasjoner presentert som tidsveide middelverdier for stasjonen i Raubekken ved Salberg for perioden 1975-1999. ( mg / l ).

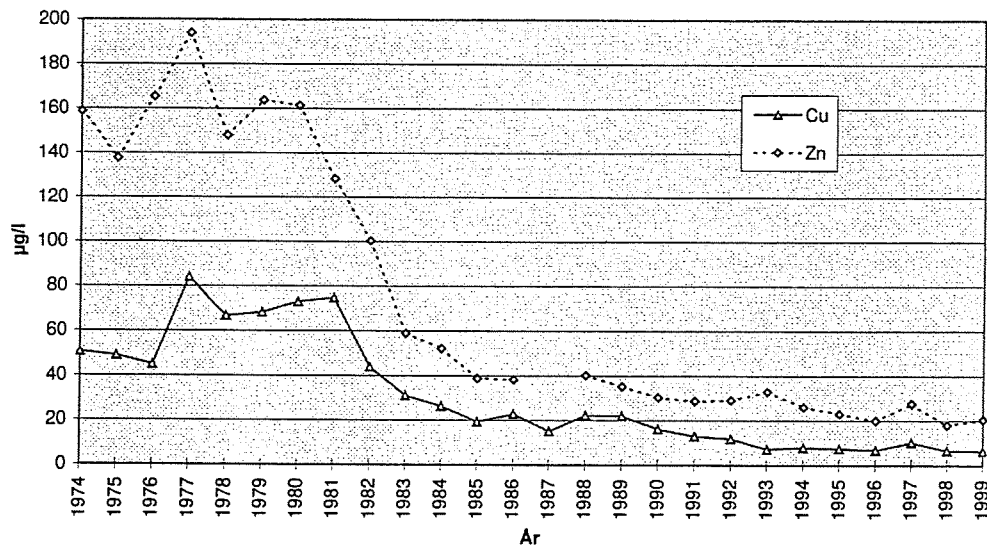
Selv om det også i 1998 var tildels store nedbørmengder ser det ut til at dreneringssystemet har fanget opp den økte avrenningen til Raubekken og tungmetalltransporten til Orkla er i dette året i størrelsesorden noe i mellom det en hadde i 1995 og 1996.

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 økte tildels betydelig i 1997 og transporten av tungmetallene kobber, sink, kadmium og bly i Orkla ved Vormstad var da 28.60 tonn Cu, 87.90 tonn Zn, 0.17 tonn Cd og 0.34 tonn Pb (G. Holtan et. al. 1997 og 1998). Transportverdiene for 1998 var betydelig lavere og beregningene ga 12,48 tonn Cu, 31,8 tonn Zn, 0.11 tonn Cd og 0.16 tonn Pb. (G. Holtan et. al. 1999).

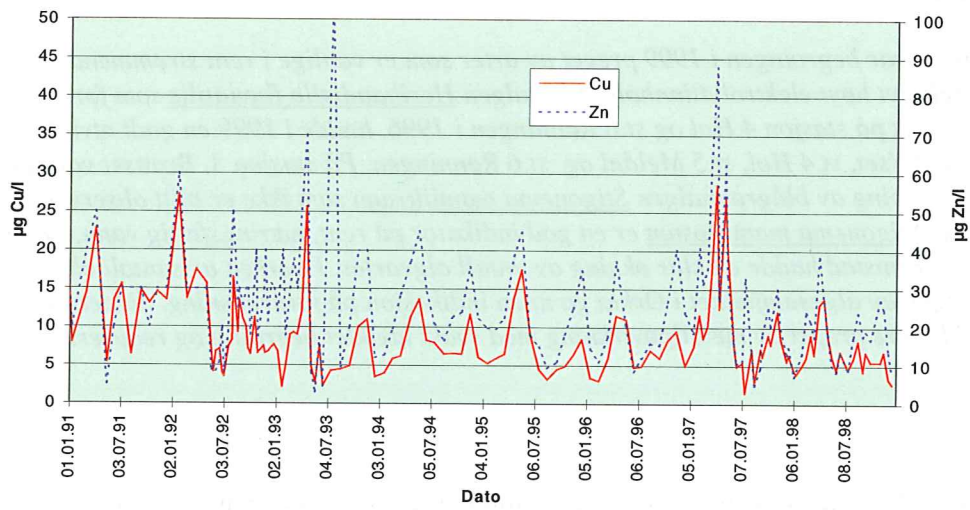
Fortynningsfaktorene, slik de fremgår av tabell 3, viser relativt god overensstemmelse mellom kobber og sink. De illustrerer også at fortynningsforholdene er endret siden 1978-1983.



Figur 7. Kobber- og sinkkonsentrasjoner presentert som tidsveiede middelveier ( $\mu\text{g/l}$ ). Stasjon : Rønningen for 1975-1993 og for Bjørset fra 1994-1999.



Figur 8A. Kobber- og sinkkonsentrasjoner presentert som tidsveiede middelveier i Orkla ved Vormstad 1974-1999 ( $\mu\text{g/l}$ ).



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

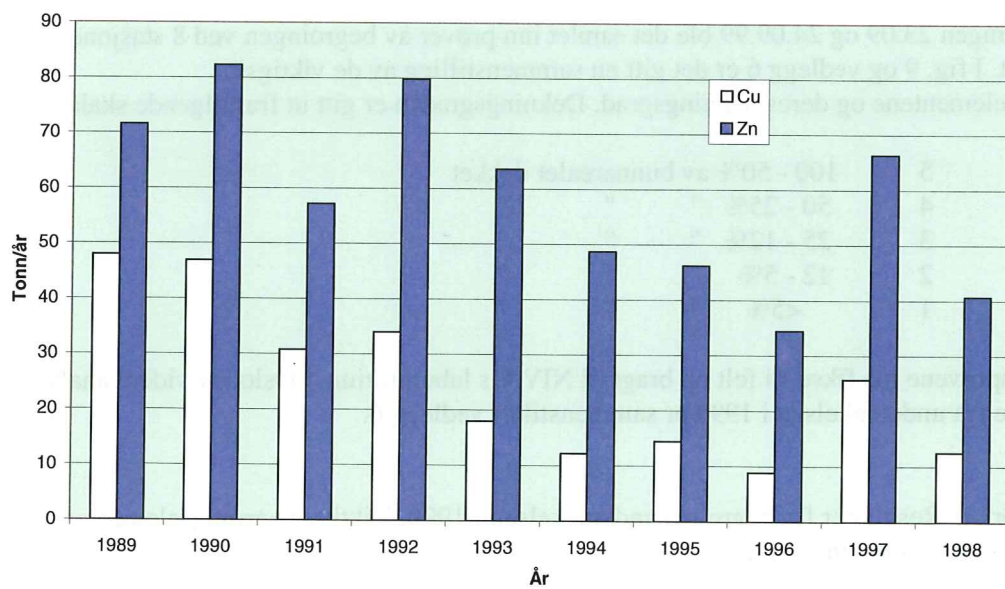


Fig. 8 C. Årstransport for kobber og sink i Raubekken i perioden 1989-1998.

## 3.3 Biologi

### 3.3.1 Begroing

Som tidligere år var begroingen i 1999 preget av arter som er vanlige i rent strømmende vann med et relativt høyt elektrolyttinnhold. Brunalgen *Heribaudiella fluviatilis* som første gang ble observert på stasjon 4 Hol og st.6 Rønningen i 1996, hadde i 1999 en godt utviklet begroing på st.1 Yset, st.4 Hol, st.5 Meldal og st.6 Rønningen. På stasjon 3, Brattset var det godt utviklet begroing av blågrønnalgen *Stigonema mamillosum* som ikke er blitt observert i Orkla tidligere. *Stigonema mamillosum* er en god indikator på rent, næringsfattig vann. Både Rønningen og Vormstad hadde en klar økning av antall algearter. Hverken artsantall eller sammensetningen av algesamfunnet i Orkla ga noen indikasjon på forurensning. Sideelven Ya var som tidligere preget av metallpåvirkning med svakt utviklet begroing og redusert arts mangfold.

#### Metoder

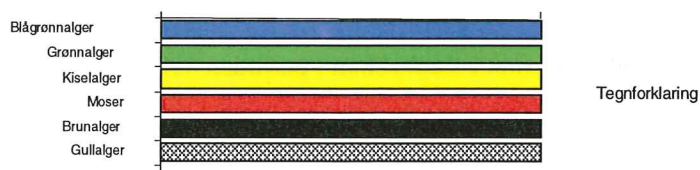
Begroing er en fellesbetegnelse for organismsamfunn festet på elvebunnen eller annet substrat, og består i hovedsak av bakterier, sopp, alger og moser. I rennende vann spiller begroingen stor rolle ved opptak og omsetning av løste næringssalter og lett nedbrytbart stoff. Ved å være bundet til et voksested 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.

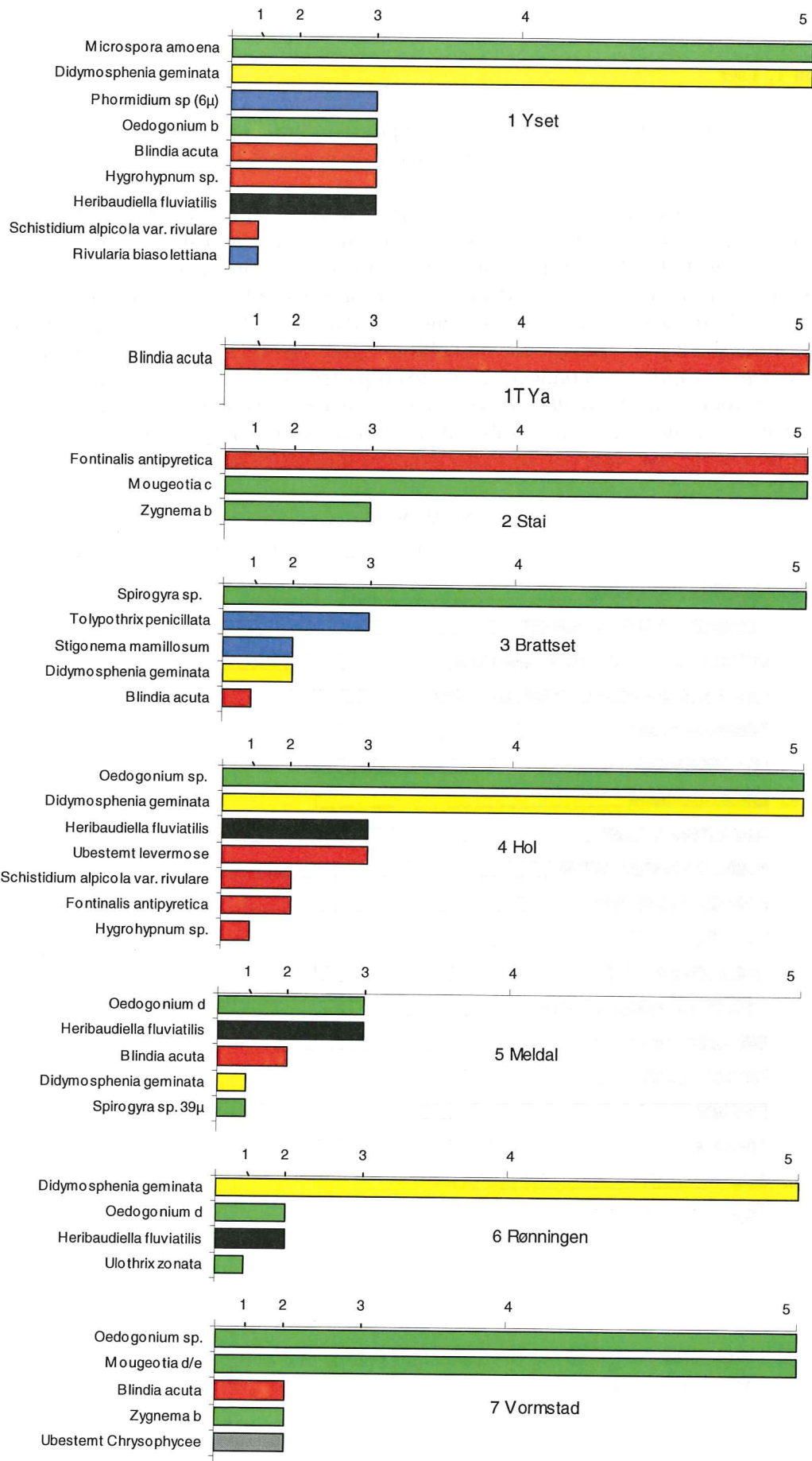
Ved befaringen 23.09 og 24.09.99 ble det samlet inn prøver av begroingen ved 8 stasjoner i vassdraget. I fig. 9 og vedlegg 6 er det gitt en sammenstilling av de viktigste begroingselementene og deres dekningsgrad. Dekningsgraden er gitt ut fra følgende skala:

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 1999 er sammenstillt i vedlegg 6.

Fig. 9. Orkla. Resultater fra begroingsundersøkelsen i 1999. Viktige begroingselementer og deres dekningsgrad.







### Stasjon 1, Yset

Prøvene ble tatt i området ved terskel ca. 100 m oppstrøms bro, i et jevnt strykende parti med substrat av store og mellomstore stein. Vannstanden var lav,  $t = 9,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Begroingen var dominert av grønnalgen *Microspora amoena* og kiselalgen *Didymosphenia geminata*. *Microspora amoena* er en av de vanligste grønnalgene i norske vassdrag. Arten er bare funnet i nøytralt eller svakt basisk vann. Som tidligere år var det en godt utviklet forekomst av blågrønnalgen *Phormidium cf. autumnale* sikkerhet kan gjenkjennes i felt. Arten trives i kaldt, nøytralt vann. Blågrønnalgen *Rivularia biasoletiana*, som regnes som en god rentvannsindikator, hadde en forholdsvis godt utviklet forekomst. Brunalgen *Heribaudiella fluviatilis*, som tidligere er observert på stasjon 4, Hol i 1996, hadde en godt utviklet forekomst. *Heribaudiella* er ikke vanlig i norske vassdrag og er bare funnet i næringsfattige vassdrag med høyt kalkinnhold. Artssammensetningen var stort sett som tidligere år. Det ble ikke observert arter som indikerer tilførsel av næringssalter.

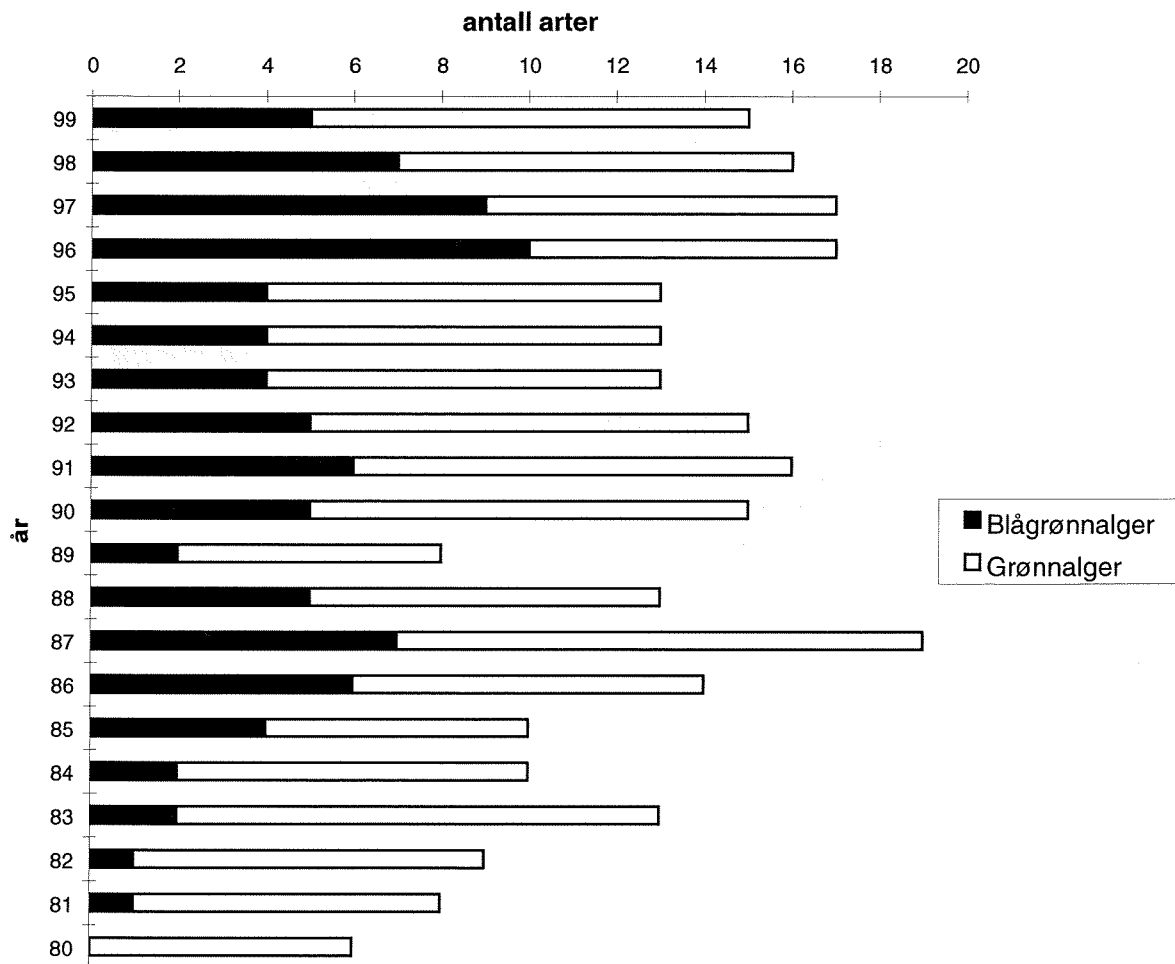


Fig. 10 A. Artsantall for grønn- og blågrønnalger i årene 1980-99. Stasjon 1, Yset.

### Stasjon 1t, Ya

Prøvene ble tatt ca. 75 m oppstrøms bro over riksveien i jevnt strømmende vann med substrat av mellomstore og små steiner. Vannstanden var lav.  $t = 9,7\text{ }^{\circ}\text{C}$

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.

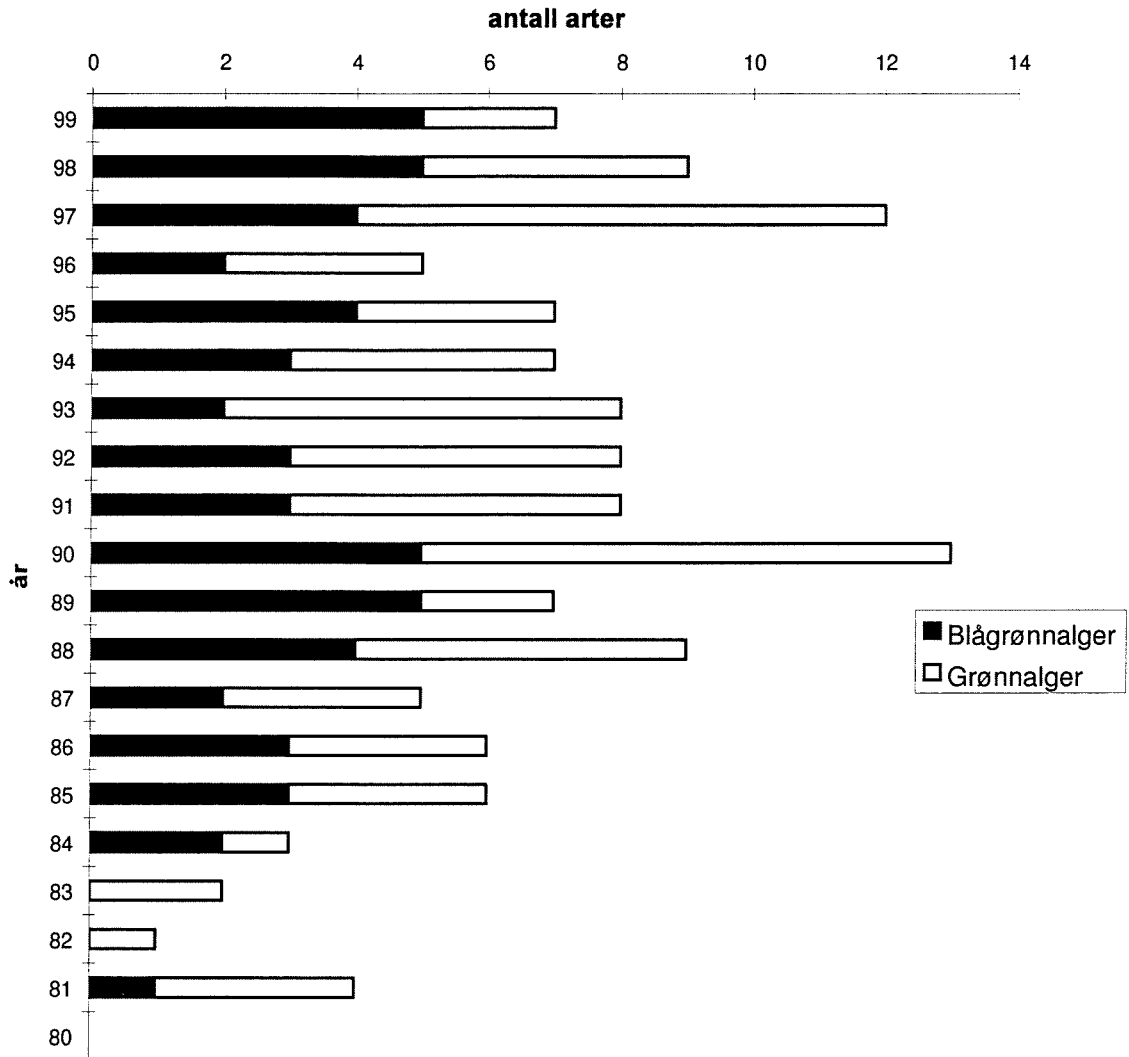


Fig. 10 B. Artsantall for grønn- og blågrønnalger for årene 1980-99. Stasjon 1t, Ya.

## Stasjon 2, Stai

Prøvene ble tatt på vestsiden, ca. 200 m nedstrøms Stai bro, i et stilleflytende parti med substrat av mellomstore steiner, småstein og grus. Vannstanden var svært lav.  $t = 10,5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Begroingen var dominert av mosen *Fontinalis antipyretica* og grønnalgen *Mougeotia c* (21-24 $\mu$ ). *Fontinalis antipyretica* er forurensningstolerant og får ofte stor forekomst i næringsrikt vann. Begroingselementene var i hovedtrekk de samme som tidligere år. Forekomsten av blågrønnalgen *Calothrix ramenskii* som finnes i rene vassdrag med høyt innhold av elektrolytter, var betydelig mindre enn i 1998. Stor forekomst av grønnalgen *Zygnema b*, regnes som en god indikasjon på rent næringsfattig vann. Bakterien *Sphaerotilus natans* ble ikke observert. Begroingen ga ingen indikasjon på høyt innhold av tungmetaller.

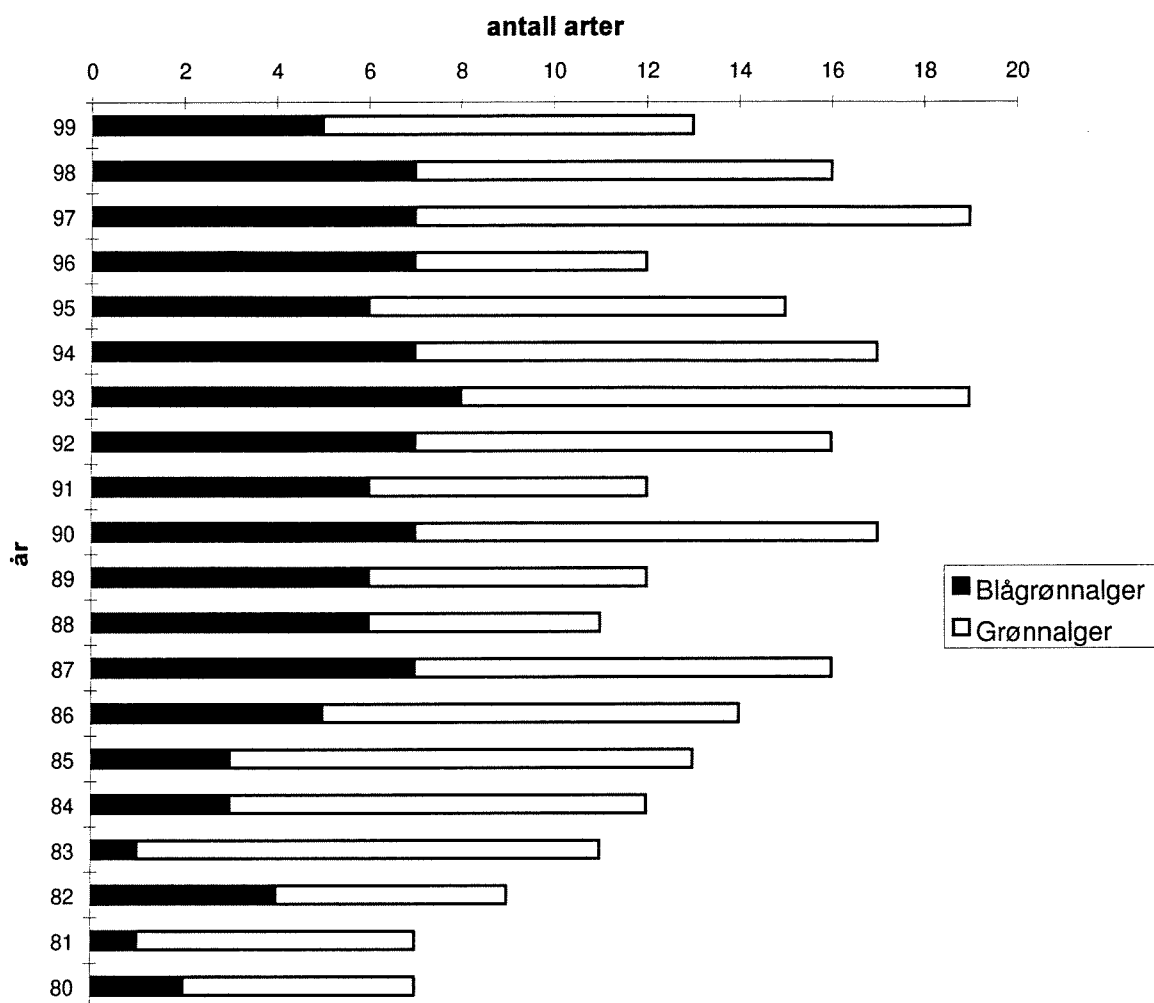


Fig. 10 C. Artsantall for grønn- og blågrønnalger for årene 1980-99. Stasjon 2, Stai.

### Stasjon 3, Brattset

Prøvene ble tatt i et parti med stilleflytende vann, rett oppstrøms tilløpet fra sideelv. Substrat av mellomstore og store stein. Middels vannføring.  $t = 12,4\text{ }^{\circ}\text{C}$

Begroingen var helt dominert av grønnalgen *Spirogyra* sp. (39 $\mu\text{m}$ , 3K, L). Slekten *Spirogyra* kan bare artsbestemmes hvis en har fertilt materiale. Det var også en rik forekomst av blågrønnalgen *Stigonema mamillosum* som regnes som er god indikator på rent, upåvirket vann med lav innhold av næringssalter. *Stigonema* er tidligere bare observert som enkelte spredte eksemplarer i Orkla. Artsantallet og artssammensetningen var i hovedtrekk som tidligere år. Forurensningseffekter ble ikke påvist.

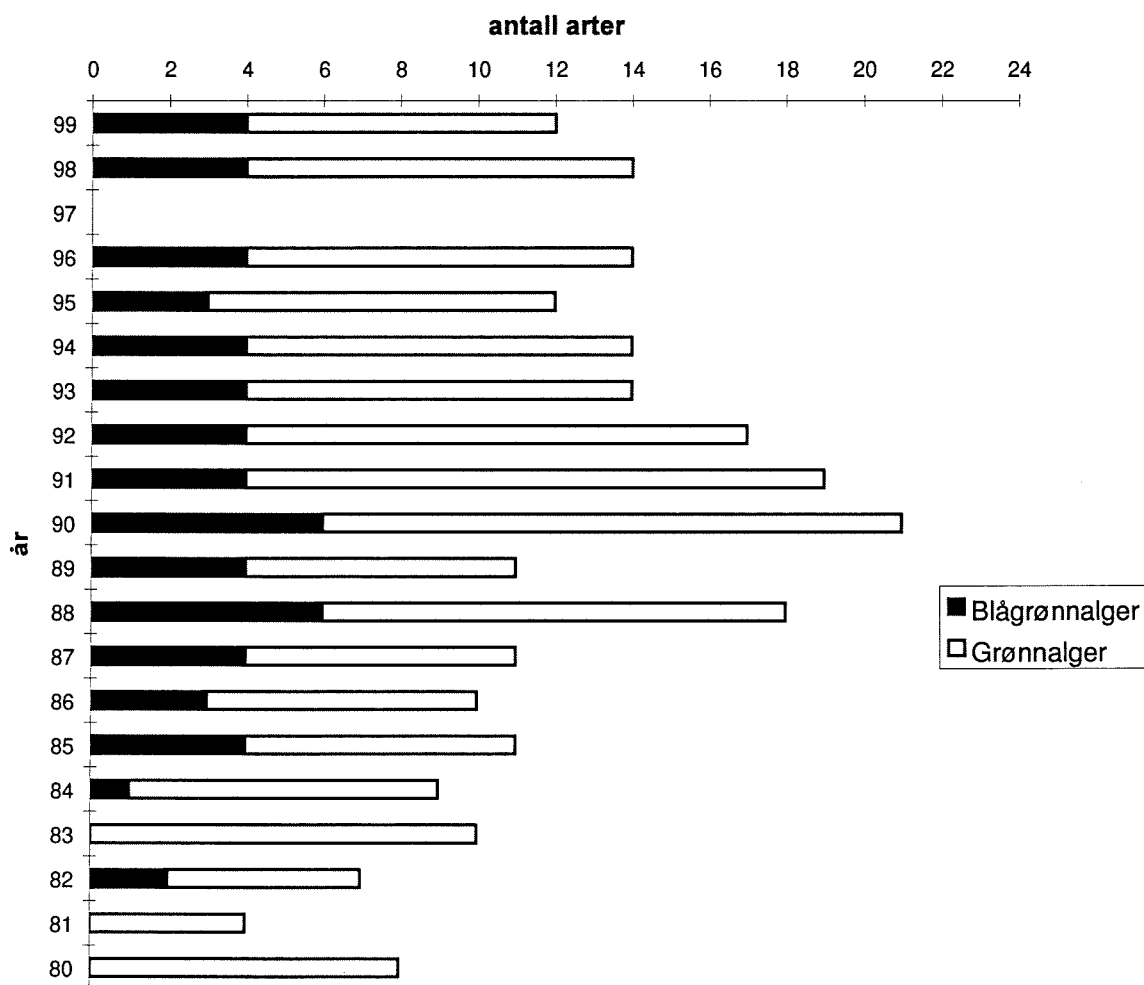


Fig. 10 D. Artsantall for grønn- og blågrønnalger for årene 1980-99. Stasjon 3, Brattset.

### Stasjon 4, Hol

Prøvene ble tatt ved rød løe i et jevnt strykende parti med substrat av store og mellomstore stein.  $t = 11,5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Begroingen var dominert av kiselalgen *Didymosphenia geminata* og en grønnalge innen slekten *Oedogonium*. Artene innen slekten *Oedogonium* kan bare artsbestemmes når en har fertilt materiale. Brunalgen *Heribaudiella fluviatilis* som første gang ble registrert i 1996, hadde en godt utviklet forekomst. Hverken mengdemessig forekomst eller artssammensetning indikerer forurensning.

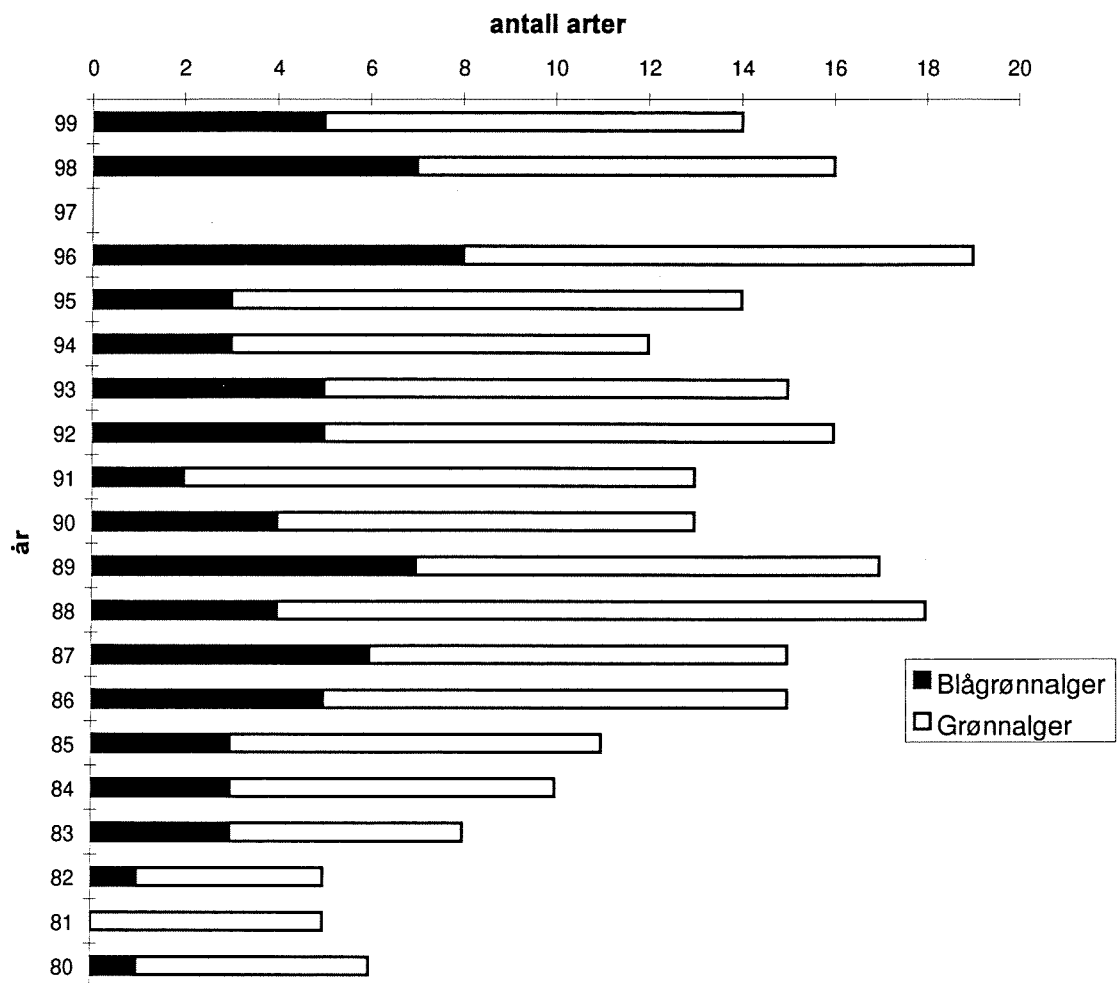


Fig. 10 E. Artsantall for grønn- og blågrønnalger for årene 1980-99. Stasjon 4, Hol.

### Stasjon 5, Bjørset ( Meldal )

Prøvene ble tatt på vestsiden ca. 150 m oppstrøms bro, i jevnt strykende og tildels kraftig strømmende vann med substrat av små og mellomstore stein,  $t = 11,6\text{ }^{\circ}\text{C}$

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. Brunalgen *Heribaudiella fluviatilis*, som bare er funnet i rene kalkrike vassdrag, og tidligere ikke er observert på stasjonen, dannet et mørkt belegg på en del av steinene. Rentvannsformer som mosen *Blindia acuta* var tilstede i begroingen. Arter som indikerer forurensning ble ikke observert.

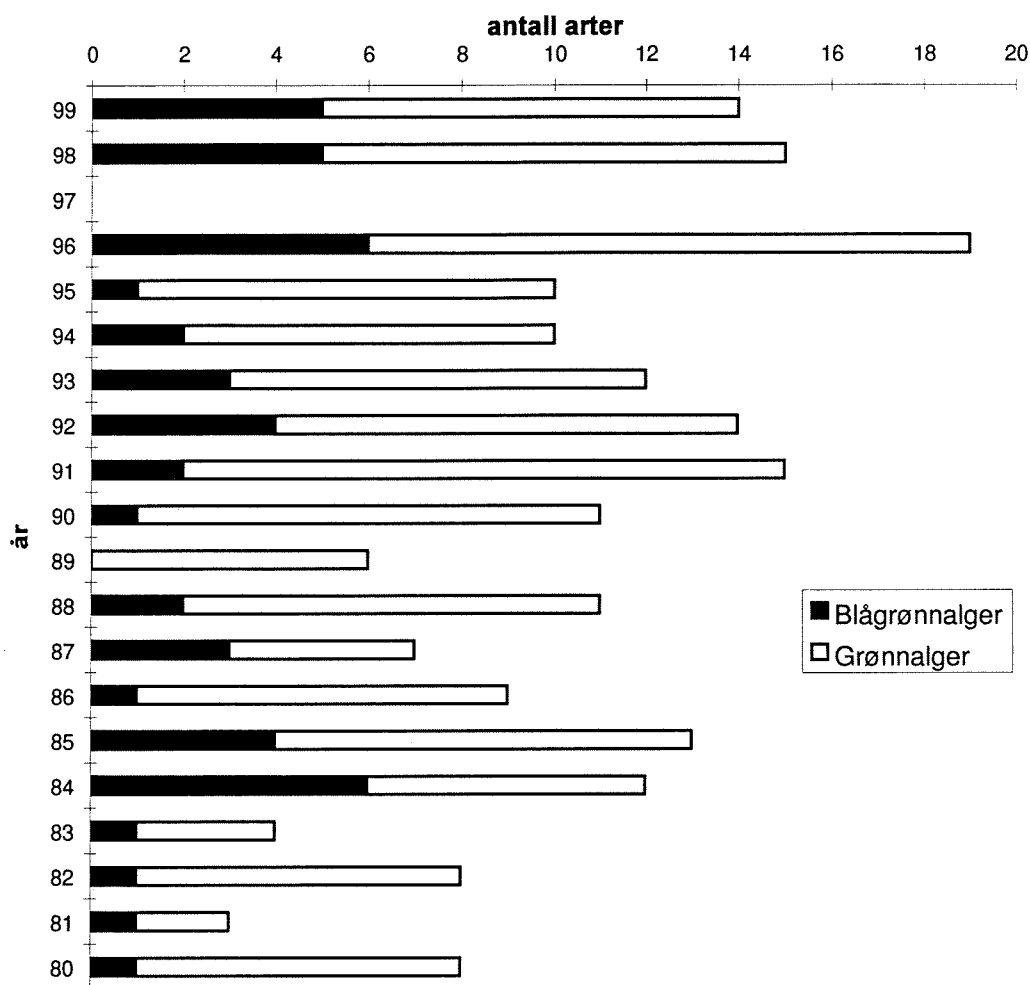


Fig. 10 F. Artsantall for grønn- og blågrønnalger for årene 1980-99. Stasjon 5, Bjørset ( Meldal ).

### Stasjon 6, Rønningen

Prøvene ble tatt ca. 100-150 m oppstrøms campingplassen i et jevnt strykende parti med substrat av store og mellomstore stein. Vannstand var lav.  $t = 10,6\text{ }^{\circ}\text{C}$

Begroingen var som i 1998 dominert av kiselalgen *Didymosphenia geminata* som er vanlig i vassdrag med relativt høy ledningsevne. Som tidligere var begroingen preget av trådformede grønnalger med *Oedogonium* sp. og *Ulothrix zonata* som dominerende arter. Grønnalgen *Zygnema* b som regnes som en god rentvannsindikator, var som før tilstede i begroingen. Brunalgen *Heribaudiella fluviatilis* dannet et skorpeformet belegg på en del av steinene. Artsantallet og artssammensetningen var i hovedtrekk som tidligere år. Hverken mengdemessig forekomst eller artssammensetning indikerer forurensningspåvirkning.

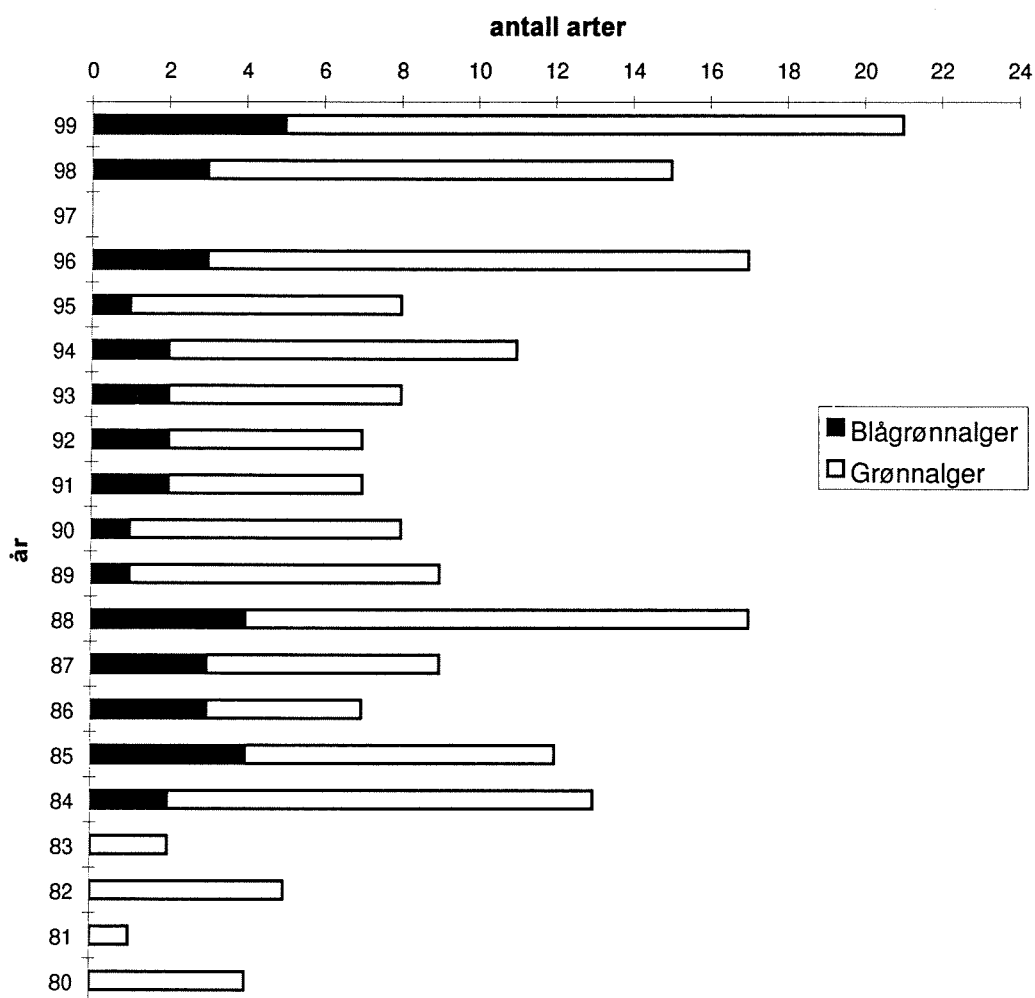


Fig. 10 G. Artsantall for grønn- og blågrønnalger for årene 1980-99. Stasjon 6, Rønningen.

### Stasjon 7, Vormstad

Prøvene ble tatt på østsiden ca.100 m oppstrøms bro i jevnt strykende vann med substrat av store, mellomstore og små stein. Vannføringen var lav.  $t = 10,6\text{ }^{\circ}\text{C}$

Grønnalgene *Mougeotia d/e* (27-36 $\mu$ ) 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. Det var en betydelig økning av antall arter. Arter som indikerer forurensningsbelastning ble ikke observert.

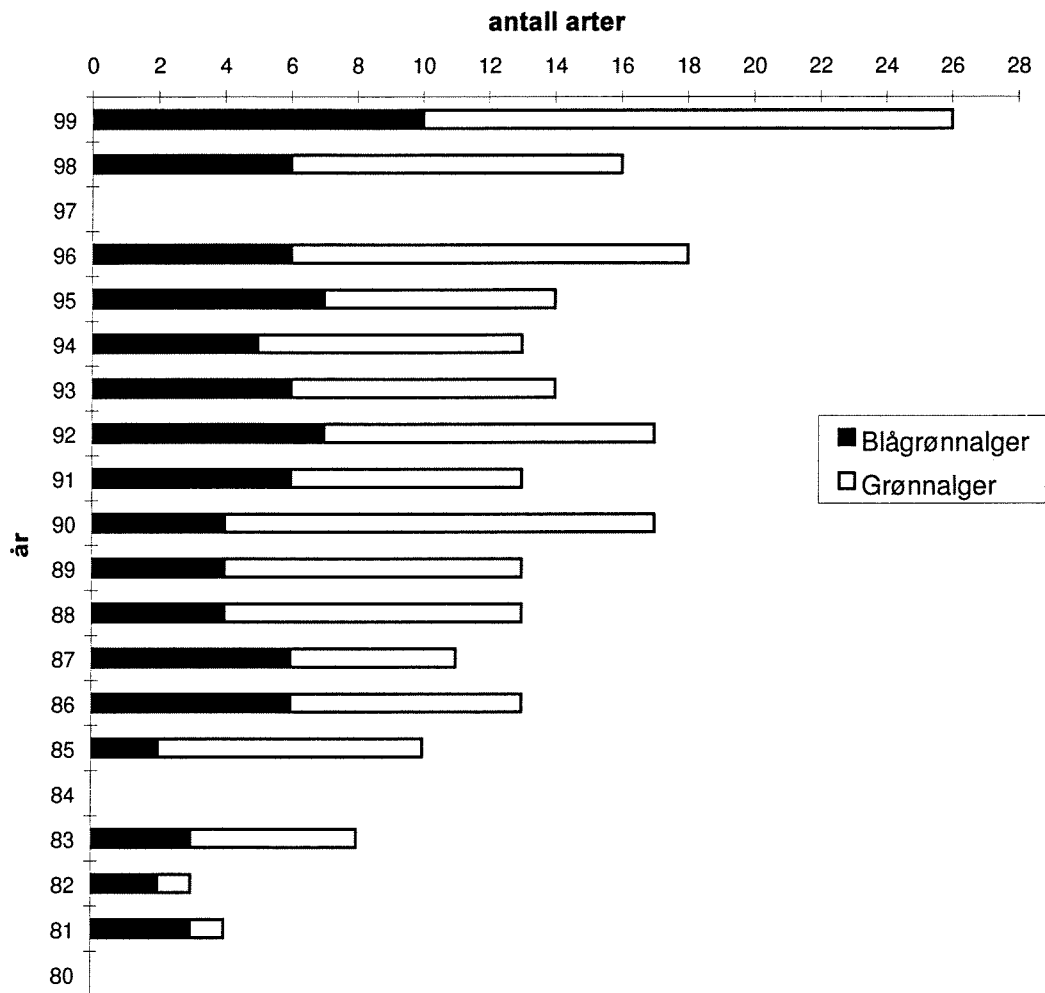


Fig. 10 H. Artsantall for grønn- og blågrønnalger for årene 1980-99. Stasjon 7, Vormstad.



### 3. 3. 2 Bunndyr

*Bunndyrsamfunnene er rikt og variert sammensatt i Orkla fra naturens side. Overvåkningsundersøkelsene har vist at bunnfaunaen i sidevassdraget Ya er påvirket av tungmetall forurensningen fra de nedlagte Kvikne kobbergruver. I Orkla ved Stai nedstrøms samløpet med Ya er det ikke påvist forurensningseffekter som har påvirket bunnfaunaens oppbygning i det materialet som ble hentet inn fra denne stasjonen i 1999. Også på stasjonen i Orkla ved Vormstad nedenfor gruveområdet ved Løkken avspeiler materialet som ble hentet inn i 1999 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 dette året. Vannføringsforholdene under prøvetakingen i 1998 og 1999 av bunndyrsamfunnene i Orkla var derimot gode.*

#### Metoder

I perioden fra den 23. september til den 24. September i 1999 ble det foretatt en befaring av Orkla vassdraget fra Kvikne til Orkdal med innsamling av bunndyr på de vanlige stasjonene. Prøvene ble som tidligere tatt med bunndyrhåv 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 konservert og oppbevart på etanol for senere bearbeiding. Bunndyrmaterialet er sortert og dyrene fordelt på de ulike hovedgruppene i bunnfaunaen.

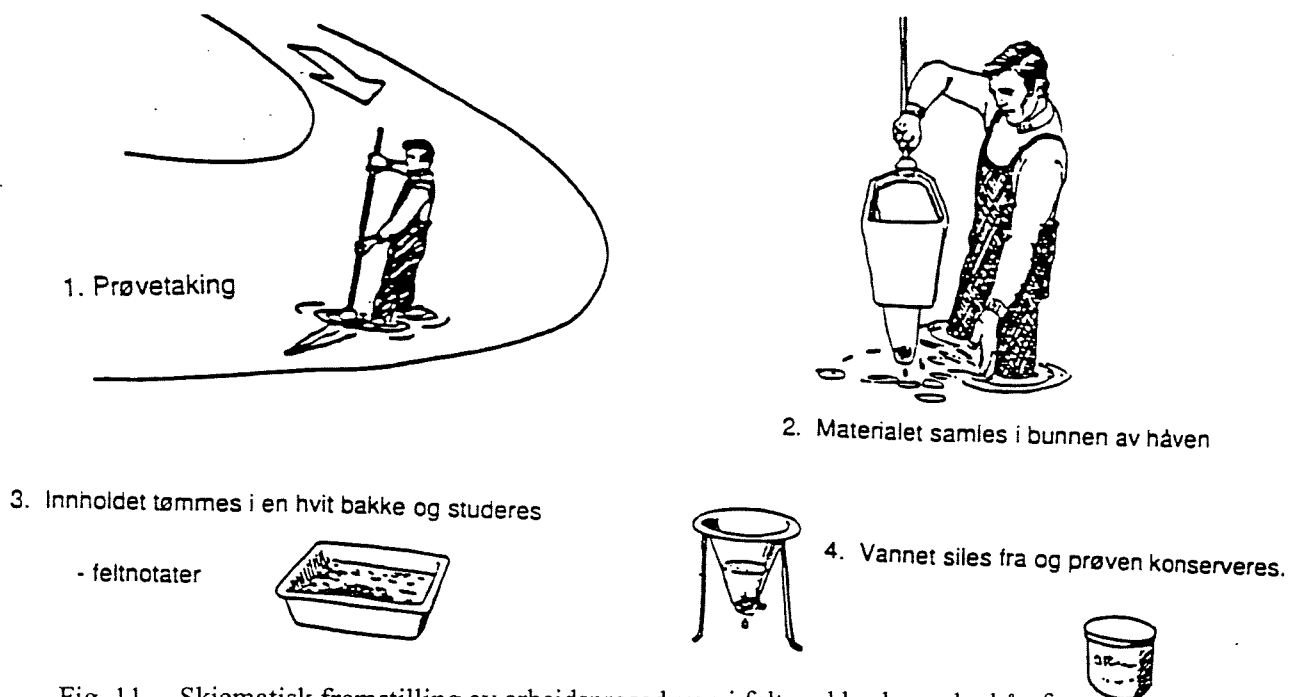


Fig. 11. Skjematisk fremstilling av arbeidsprosedyren i felt ved bruk av elvehåv for innsamling av prøver av vassdragets bunndyrsamfunn.

## Resultater

Resultatene fra bearbejdingen av prøvene som ble hentet inn i 1999 fra bunndyrsamfunnene i Orkla er fremstilt i fig. 12 og dataene er sammenstilt 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.

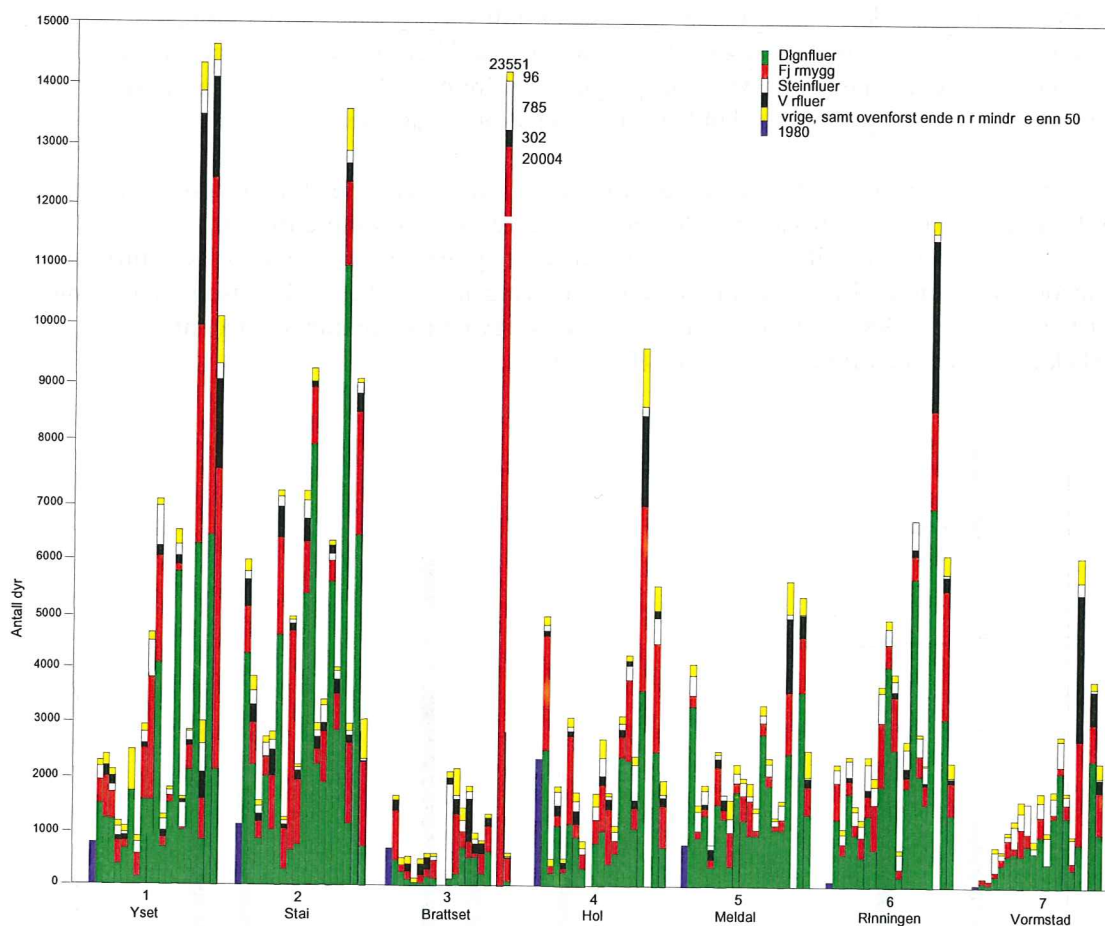


Fig. 12. Bunndyr i Orkla 1980 - 1999. Antall dyr i hver prøve. Høstprøver. Metode NS 4719 (maskestørrelse 250  $\mu$ m). Antall organismer i hver dyregruppe refererer seg til 3 min prøve.

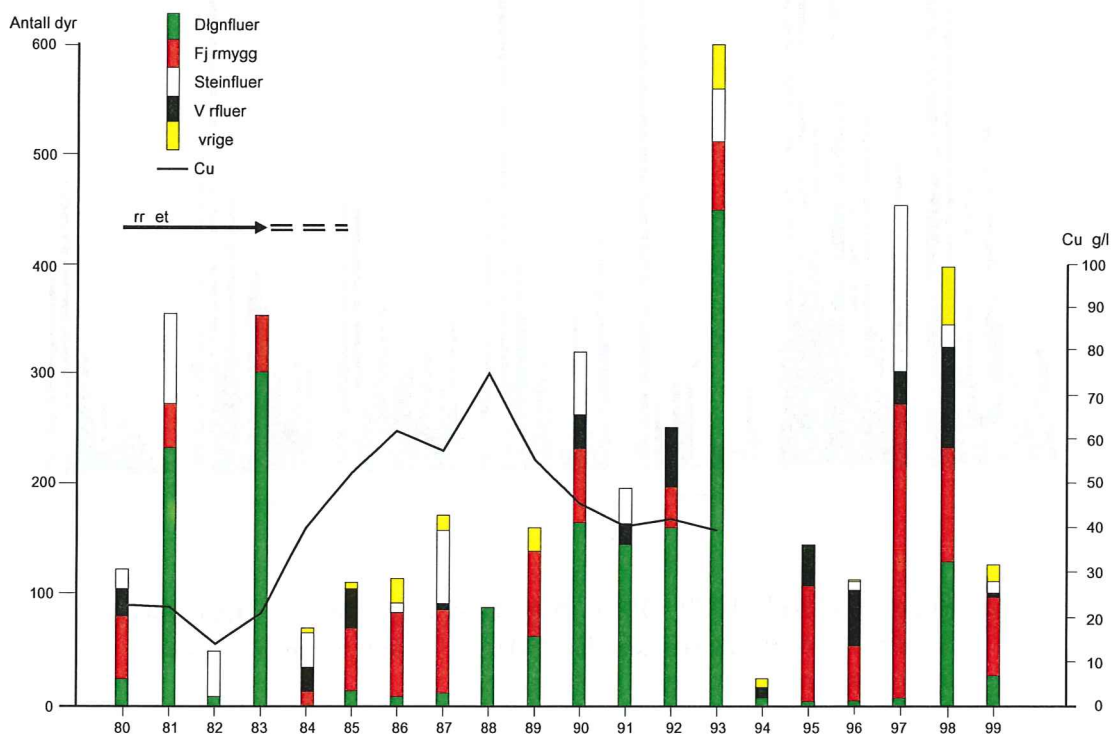
### Stasjon 1, Yset

Bunndyrsamfunnets sammensetning i Orkla ved Yset har de siste årene vist en noe større variasjon enn i årene før (vedlegg 7). Tettheten av bunndyr var i 1999 noe mindre enn den som ble registrert i 1996 og 1998, men samtidig markert større enn den som ble registrert i 1995 og 1997. Dette skyldes særlig årlige variasjoner knyttet til tettheten av vår-, døgn- og steinfluer, samt fjærmygglarver. Gruppen døgnfluener var som vanlig godt representert i materialet fra 1999 med arter som *Baetis rhodani*, *B. muticus*, *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 1999 meget fattig på denne lokaliteten i sidevassdraget Ya (fig. 13). Det ble i 1998 registrert en noe større variasjon i materialet fra denne stasjonen enn i årene før. Døgnfluener, vårfluener, steinfluer og fjærmygg ble da registrert i prøven fra Ya, men antallet var svært lavt om en ser det i forhold til resultatene fra stasjonene ved Yset og Stai i Orkla. Det var derfor interessant å få bekreftet om dette også var tilfelle i 1999 og om resultatene fra året før indikerte en begynnende endring i vannkvaliteten i Ya. Resultatene fra 1999 viser derimot ingen større endringer i vannkvaliteten i forhold til det som har vært vanlig tidligere. Årsaken til den fattige bunnfaunaen i Ya 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).

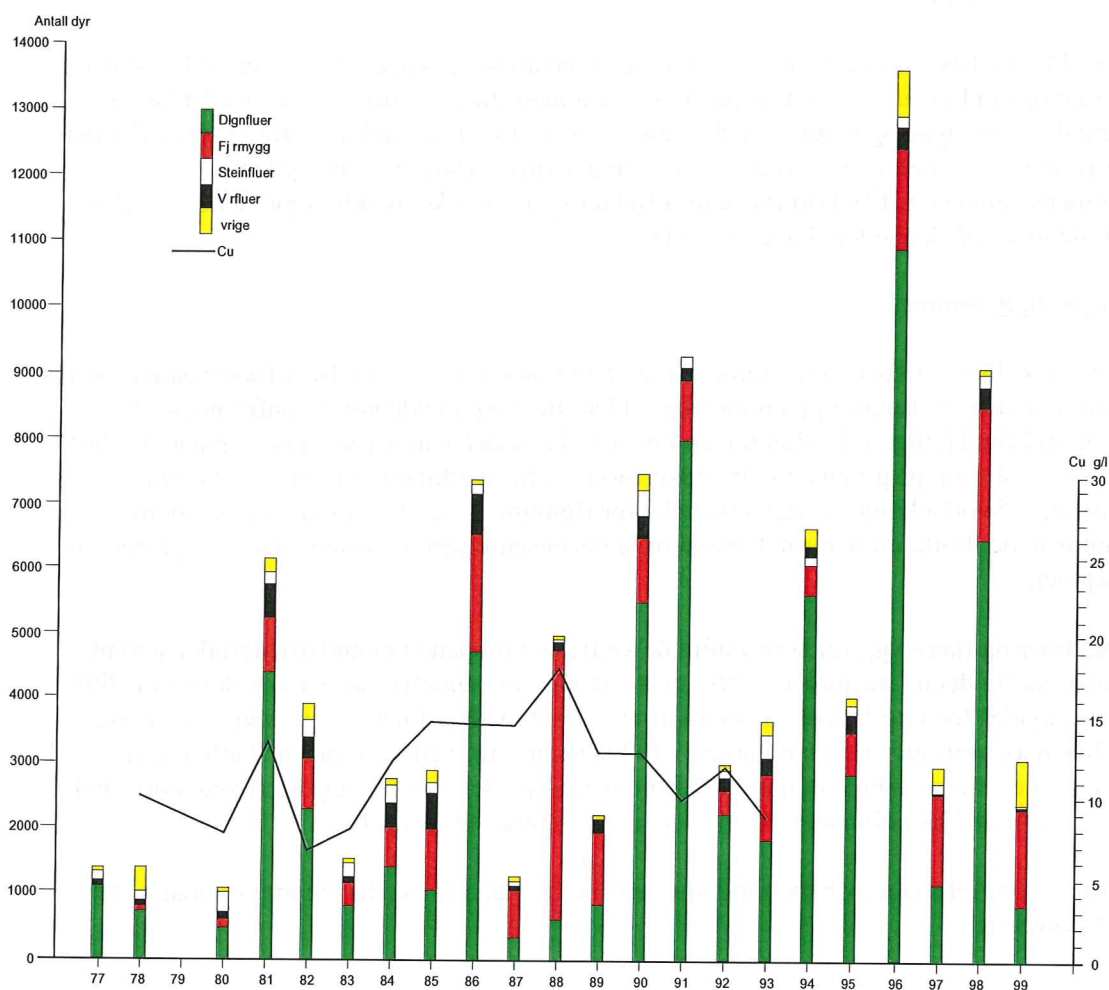


Figur 13. Registreringer av bunndyr, fisk og kobberkonsentrasjoner i Ya, 1980 - 1999.

## 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 1999 høy, og omtrent som i 1997 (fig. 14), men bare 1/3 del av den bunndyrtettheten som ble registrert i 1998. Særlig var tettheten av små døgnfluer spesielt stor i 1998. (vedlegg 7). De dominerende grupper var døgnfluer og fjærmygg, men også gruppen muslingkreps var godt representert i materialet. Av dominerende slekter blant døgnfluene kan nevnes *Centroptilum* sp., *Leptophlebia* sp. og *Heptagenia* sp., og blant steinfluene slekten *Nemuora* sp. Interessant var det å registrere at døgnfluen *Ephemera danica* var representert i materialet fra 1999. Dette er en relativt skjelden art som ble registrert i materialet fra denne st. for første gang i 1998. *E. danica* er vår største døgnflue og når den har stor tetthet på lokaliteten er det for fisken i vassdraget en viktig næringsorganisme. Arten regnes for å indikere en ganske god vannkvalitet og lever i sedimentet av å filtrere organiske partikler fra vannet.

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 artene *Centroptilum luteolum* (1999), og *Baetis rhodani* (1998) og tidligere fåbørstemark (1996 og 1997) at det på dette avsnittet av Orkla er noe påvirkning av næringssalter og organisk materiale fra aktiviteter oppstrøms stasjonen.



Figur 14. Bunndyr og kobberkonsentrasjoner i Orkla ved Stai, 1977 - 1999. Høstprøver. Det kjemiske måleprogrammet ble avsluttet i 1993.

### Stasjon 3, Brattset

Denne lokaliteten er mindre godt egnet for bunndyrundersøkelser på grunn av de spesielle bunn- og strømforholdene (stilleflytende) på denne stasjonen. Resultatene fra bearbeidelsen av bunndyrmaterialet som ble hentet inn i 1999 viser en langt lavere tetthet enn året før (fig. 12). I materialet er det som i 1998 en sterk dominans av fjærmygglarver, men også andre grupper som vår- og døgnfluer var godt representert i materialet. Fjærmygg utgjør 70 % av bunndyrene i materialet i 1999. 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 fra 1999 viste en rik og variert bunnfauna på denne stasjonen i Orkla med hele 12 dyregrupper representert i materialet, som i 1998. Bunndyrtettheten var en god del mindre enn i 1998 (fig. 12, vedlegg 7). I 1999 var de mest tallrike dyregruppene i bunndyr-samfunnet (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 næringstilgang. Dette er mindre markert i 1999 og 1998.

### Stasjon 5, Meldal

Forholdene i 1999 var omtrent som vanlig de siste årene. Gruppen døgnfluer er den største dyregruppen i bunndyrsamfunnet på denne stasjonen. Andre grupper med stor tetthet ved Meldal er fjærmygg og fåbørstemark, samt steinfluer og muslingkreps. 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 stasjonene.

Døgnfluer og fjærmygg var som vanlig de viktigste gruppene i bunndyrmaterialet som ble hentet inn fra denne stasjonen i 1999, men tettheten av bunndyr var noe mindre enn i 1998. Dette skyldes først og fremst en noe redusert tetthet av døgnfluer og fjærmygg, men også tettheten av steinfluer var mye mindre i 1999 enn året før ved Rønningen. Tidligere år har vi registrert en større bunndyrtetthet ved Rønningen enn det som ble registrert ved Vormstad. I 1999 var bunndyrsamfunnet på disse stasjonene ganske likt (fig. 12).

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

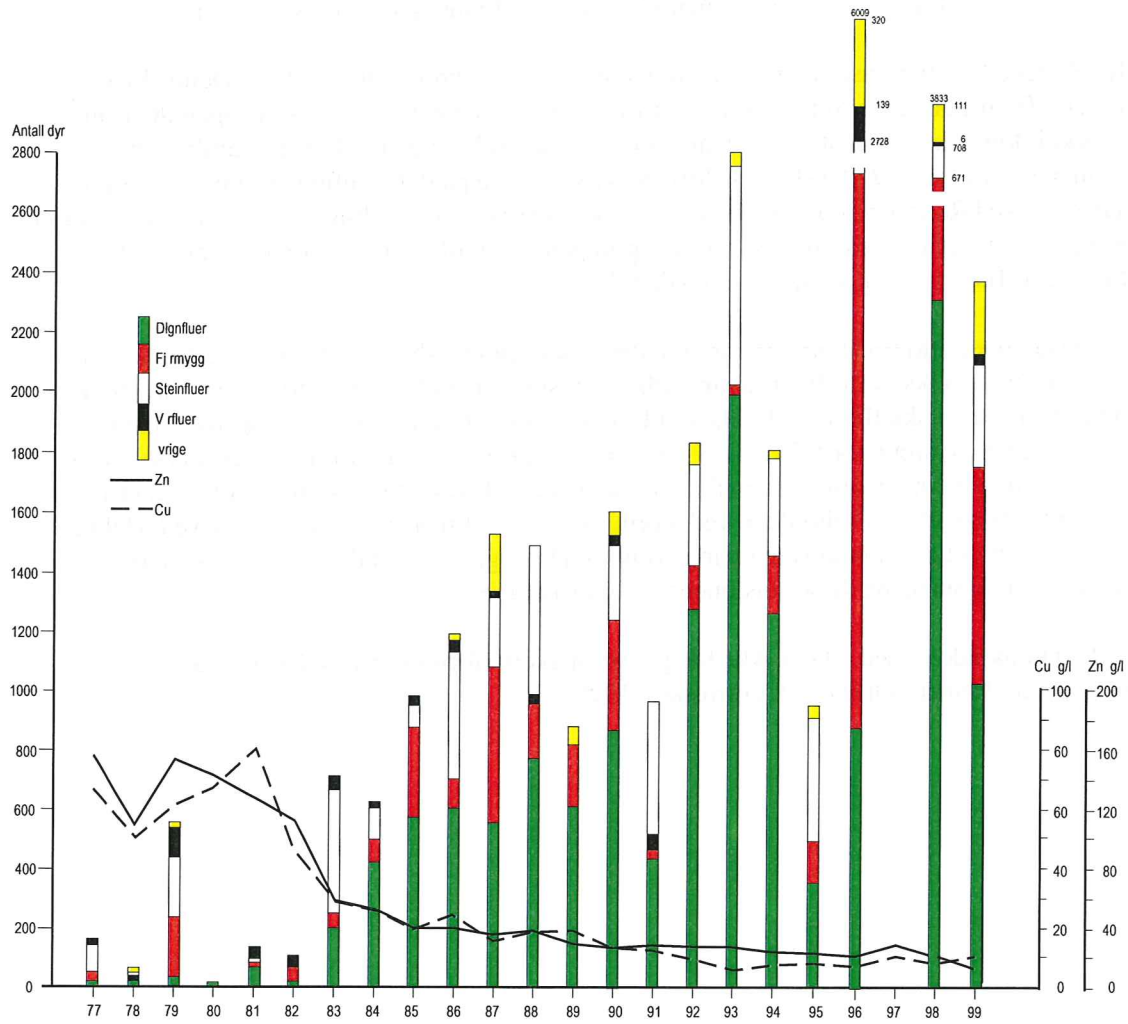
### Stasjon 7, Vormstad

Vormstad er en spesielt viktig stasjon i arbeidet med overvåkingen av vannkvaliteten i Orkla, fordi denne stasjonen reflekterer virkningene av gruveavrenningen fra Løkkenområdet til vassdraget. Utviklingen i bunnfaunaen har siden tidlig på 80-tallet vært svært positiv på stasjonen ved Vormstad, 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 1999 viser en noe lavere bunndyrtetthet enn i 1996 og 1998. 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 1999 i Orkla ved Vormstad ligner mye på det samfunnet vi beskriver på stasjonen ved Rønningen og tildels 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. Lokaltetene er imidlertid noe forskjellig 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 stasjonene, 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 i mindre grad i 1999 hvor bunndyrsamfunnene på disse stasjonene var ganske like.

En kan konkludere med, at det ikke ble påvist markerte forurensningseffekter på bunndyrsamfunnet i Orkla ved Vormstad i 1999.



Figur 15 Bunndyr og tungmetallkonsentrasjoner presentert som middelvrdier i Orkla ved Vormstad. Resultater for perioden 1977 - 1999.

### 3.3.3 Fisk

*Fangststatistikken over norske laksevassdrag fra 1999 viser at Orkla ble rangert som nr. 7 dette året. Det ble i 1999 innrapportert en samlet fangst av laks og sjørret på 8.322 kg i Orkla og av dette var 617 kg sjørret. Resultatet er litt mindre enn i 1998 hvor den samlede fangsten var på 10.198 kg, men betydelig bedre enn i 1997. Tilsvarende fangststatistikk for 1997 var 4.074 kg laks og 377 kg sjøaure. Fangststatistikken viser at Orkla i årene 1998, 1997 og 1996 ble rangert henholdsvis som nr 7, nr. 14 og nr 6 i rekken av Norges beste lakseelver. Det høyeste registrerte fangstvolum for Orkla er 27.664 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 1999. 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 tilløpselva 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 1999 har en ikke fysisk - kjemiske målinger fra denne del av vassdraget.*

Utbyttet av lakse- og sjørretfisket 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 1999 og 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 1999 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 hovedtunnelen fra Bjørset. Denne ordningen virker gunstig bl.a. fordi blandingen av vann fra Raubekken og Orkla skjer i tunnelen hvor det ikke er fisk. En får således redusert/fjernet den skadelige "blandsonen" på den lakseførende strekning nedstrøms. Når Svorkmo kraftverk ikke kjøres 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 i Orkla er ikke observert eller rapportert i perioden 1995 til 1999.



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.

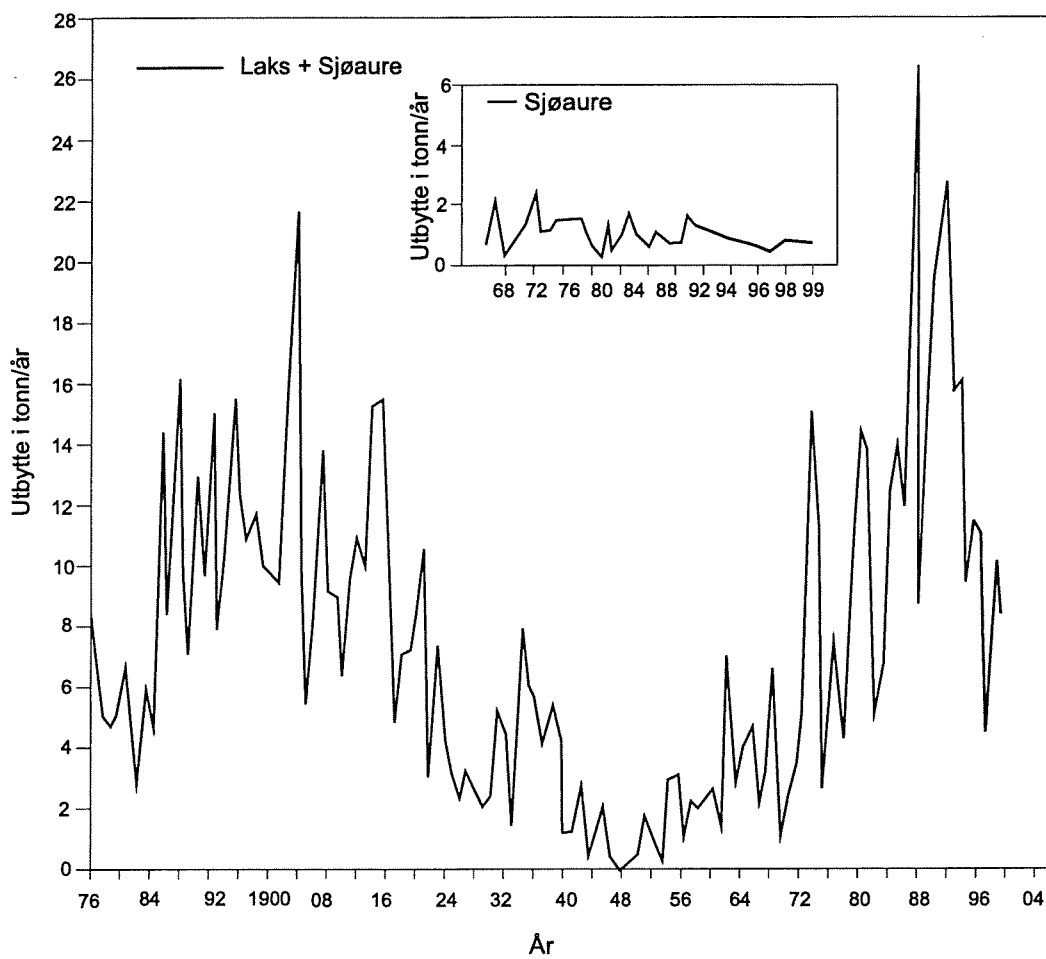


Fig. 16. Fangststatistikk for laks - og sjøaure i Orkla 1876 – 1999.

#### 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 ferskvannøkologi 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 ferskvannøkologi 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. DVF. Ås, 4. oktober 1967.
- Snekvik, E., 1969: Kadmium i Orkla-serien. 7. februar 1969. DVF, Ås 17. april 1969.
- Snekvik, E., 1969: Orkla-vassdraget - prøvetaking og analyser av månedlige prøver fra 8 lokaliteter i 1968/1969. DVF. Vollebakk 29. mai 1969.
- Snekvik, E., 1974: Forestående utbygging av Orkla-vassdraget. Utbyggingens virkninger på den lakseførende del av Orkla- vassdraget. DVF. 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, DVF. Ås, 24. mai 1976.
- 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. 1998. Statusrapport. Prosjekt nr 800210. Statlig program for forurensningsovervåking. Tiltaksorientert overvåking av Orkla. NIVA okt.98. 3 s.
- Aanes, K. J. og T. Bækken. 1989. Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitetsklassifisering. Nr 1. Generell del. SFT / NIVA Rapport nr. 2278. 60 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. og Romstad, R. 1999. Tiltaksorientert overvåking i Orkla. Resultater fra 1998. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. TA. – 1659/1999. Rapport nr. 771/99 (l.nr. 4061 - 99), 81 s.
-

## 5. VEDLEGG

### INNHold:

	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 middelveidier	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, thordinmetoden
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 A.

Daglig registrering av vannføring ved vannmerke nr 1936 Syrstad i Orkla ved Meldal :  
1997.

Dato	Reg.Dato:												Max. :	Min. :	Sum :	Middel:	Median	Volum:
	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember						
1	28.2	33.8	19.5	63.6	59.6	291.1	149.8	49.9	21.1	53.2	79.2	57.7						
2	28.2	33.0	19.4	51.5	68.2	329.9	171.8	52.5	22.4	50.6	66.0	45.3						
3	26.7	31.8	20.5	45.1	73.8	302.0	237.2	53.2	23.3	46.5	52.3	46.3						
4	27.9	32.1	20.4	38.6	62.0	221.3	172.5	53.3	32.5	56.4	47.4	52.1						
5	28.2	31.2	20.2	32.0	65.8	200.5	137.1	46.2	32.5	56.2	43.7	45.2						
6	28.0	30.7	20.2	30.8	78.0	232.1	114.6	44.1	29.9	54.0	47.9	43.8						
7	27.8	30.9	19.9	29.6	82.4	253.8	97.7	42.0	29.0	59.7	45.2	44.8						
8	27.9	31.3	19.9	38.7	107.7	420.2	94.3	38.4	33.7	64.6	42.3	46.9						
9	27.7	30.6	19.6	42.3	108.2	486.4	84.3	36.2	39.5	65.7	40.2	46.4						
10	28.2	30.7	19.3	44.5	114.1	320.5	78.2	37.5	44.7	60.1	39.6	46.4						
11	33.2	30.7	20.3	47.1	127.2	181.0	72.2	37.4	51.0	46.9	37.4	46.1						
12	32.8	30.0	19.3	45.7	164.5	159.8	67.8	34.3	35.6	45.2	37.5	46.3						
13	28.1	30.5	21.3	46.4	175.8	183.9	65.5	31.5	39.7	77.5	39.7	43.6						
14	29.1	29.5	20.8	49.4	195.5	226.4	62.7	30.3	149.6	76.5	42.8	43.8						
15	31.9	34.5	20.1	44.1	230.9	235.6	55.8	29.2	95.5	69.4	44.3	44.7						
16	34.4	38.8	20.4	33.6	226.6	164.4	53.9	28.8	52.2	62.4	41.1	44.4						
17	33.0	35.1	20.0	43.8	220.9	117.8	55.8	27.8	22.4	63.1	42.2	43.9						
18	31.8	37.6	22.6	39.8	215.3	104.2	58.8	22.5	22.3	99.0	28.0	43.6						
19	30.4	33.1	24.6	34.6	169.0	87.3	82.4	18.2	40.5	109.1	24.1	45.2						
20	29.7	30.0	26.4	32.5	134.4	88.9	62.6	18.3	42.9	76.7	22.3	56.6						
21	29.3	32.0	29.1	34.7	119.9	96.8	56.3	18.2	42.9	69.5	34.3	71.0						
22	29.4	31.8	25.7	39.0	115.6	102.9	57.8	18.0	50.2	67.9	33.3	47.7						
23	29.2	32.8	22.3	30.9	111.1	112.2	60.4	18.5	58.7	66.6	30.8	43.7						
24	28.7	32.8	21.5	38.6	118.0	167.9	51.0	18.7	58.4	62.9	33.5	42.5						
25	29.2	32.6	20.1	40.4	125.6	116.1	50.3	18.7	58.9	61.4	34.4	41.6						
26	28.3	33.4	20.2	38.3	151.5	103.1	47.0	18.1	59.2	59.3	34.0	42.4						
27	29.6	26.0	19.9	36.2	175.6	105.2	55.1	18.1	59.4	59.1	34.7	42.1						
28	29.5	19.0	20.5	44.3	198.0	104.5	62.9	18.3	59.7	58.0	37.8	41.1						
29	29.9		20.6	48.2	207.3	112.9	60.5	18.7	60.0	58.3	58.3	43.2						
30	35.4		22.6	48.0	225.1	112.4	57.4	19.9	57.1	53.1	68.9	53.0						
31	35.9		45.8		240.6		54.2	20.5		49.2								
Max. :	35.9	38.8	45.8	63.6	240.6	486.4	237.2	53.3	149.6	109.1	79.2	71.0						
Min. :	26.7	19.0	19.3	29.6	59.6	87.3	47.0	18.0	21.1	45.2	22.3	41.1						
Sum :	927.6	886.2	682.8	1232.3	4468.0	5741.0	2587.9	937.0	1424.6	1957.6	1263.2	1458.5						
Middel:	29.9	31.6	22.0	41.1	144.1	191.4	83.5	30.2	47.5	63.1	42.1	47.0						
Median	29.2	31.8	20.4	40.1	127.2	166.2	62.7	28.8	42.9	60.1	39.9	45.2						
Volum:	80143776	76566816	58993920	106474176	386038656	496023264	223597152	80957664	123087168	169139232	109143072	126012672						
Arssum:				23566.870				486.410										
Arsmiddel:				64.567				17.960										
Arsvolum:				2036177568														

## Vedlegg 3 B.

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

Dato	AR : 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	58,7	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	46,5
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	18,6	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	54,4	63,8	63,8	63,2	20,9	20,9	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	18,5	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	
Arssum:	18304,415											
Arsmiddel:	50,149											
Arsvolum:	1581501421											
Maks. Vannføring:	177,340											
Min. Vannføring:	15,391											

## Vedlegg 3 C.

Daglig registrering av vannføring ved vannmerke nr 1936 Syrstad i Orkla ved Meldal :  
1999.

Dato	ÅR : 1999											
	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
1	45	55	29	25	45	36	23	17	31	20	25	27
2	44	45	29	33	36	48	27	16	28	19	24	26
3	45	30	29	35	33	47	66	16	29	27	24	31
4	44	44	29	32	31	48	46	17	17	24	20	34
5	44	31	29	31	35	47	27	18	17	40	19	34
6	44	30	29	31	45	50	32	18	17	24	18	34
7	44	40	28	41	56	39	39	18	26	18	17	34
8	44	43	28	50	64	35	36	22	30	19	16	34
9	42	49	28	100	63	33	34	30	28	20	17	34
10	44	48	28	168	53	62	20	30	27	19	18	34
11	45	48	28	105	43	54	18	29	17	18	20	34
12	46	47	27	62	37	35	19	20	17	26	23	34
13	46	47	27	40	34	35	18	20	17	42	31	34
14	46	47	27	30	31	45	18	19	16	28	35	34
15	46	48	27	27	33	35	46	19	22	23	36	34
16	46	48	27	24	34	27	48	20	27	20	22	34
17	46	46	27	23	31	26	32	20	25	18	20	34
18	45	46	28	22	45	38	25	20	18	19	18	34
19	44	46	30	21	71	25	30	20	18	27	17	34
20	42	43	29	21	79	27	31	20	18	33	17	56
21	43	43	27	21	115	55	43	20	18	31	24	53
22	43	44	28	29	181	91	124	20	18	30	34	53
23	41	42	27	51	113	53	94	21	18	17	41	52
24	42	41	16	61	65	34	52	20	18	17	43	53
25	43	41	12	80	51	27	35	17	18	17	47	54
26	45	36	17	95	34	22	59	16	18	18	41	53
27	44	30	26	98	36	21	49	16	18	20	38	53
28	52	29	27	119	45	21	41	21	19	22	23	52
29	48	26	26	98	64	23	36	20	19	44	34	52
30	40	26	26	65	62	25	33	18	20	28	39	63
31	43	32	32	40	40	21	18	21	20	26	26	70
Max. :	52	55	32	168	181	91	124	30	31	44	47	70
Min. :	40	29	12	21	31	21	18	16	16	17	16	26
Sum :	1376	1187	827	1638	1705	1164	1219	619	629	754	801	1292
Middel:	44.4	42.4	26.7	54.6	55.0	38.8	39.3	20.0	21.0	24.3	26.7	41.7
Median	44.0	44.0	28.0	37.5	45.0	35.0	34.0	20.0	18.0	22.0	23.5	34.0
Volum:	11886400	102556800	71452800	141523200	147312000	100569600	105321600	53481600	54345600	65145600	69206400	111628800
Årssum:			13211.000					181				
Årsmiddel:			35.513					12				
Årsvolum:			1141430400									

## Vedlegg 4 A I.

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 II.

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

Dato	pH	Kond	Turb	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Ni	Co	Cr	V	As	TOC	TOIN	TOIP	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	2,2
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	1,5
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	1,8
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	1,1
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	1,7
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	2,2
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	1,1

## Vedlegg 4 A III.

## Fysisk/kjemiske analyseresultater. Stasjon 5. Orkla ved Bjørset i 1999.

Fysisk/kjemiske analyseresultater. Stasjon5. Orkla ved Bjørset i 1999.

Dato	pH	Kond	Turb	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Ni	Co	Cr	V	As	TOC	TOT N	TOT P	PO4 -P	Na	K	FARG-Filt.	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
18.01.1999	7,36	5,1	0,67	3,2			40	0,9	0,9	<0,02	<0,01	9,1	0,8	<0,1	<0,5	<0,2	0,1	1,8						10	
16.02.1999	7,39	4,9	0,38	3,0			60	1,0	1,6	<0,02	<0,01	8,0	0,8	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1	2,0						11	
15.03.1999	7,10	4,8	0,44	3,0	6,51	0,67	60	1,1	1,6	2,71	<0,01	11,0	0,8	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1	1,8	250	4,5	<1,5	1,36	0,83	14	1,9
19.04.1999	7,45	6,7	0,83	4,0			170	3,4	1,8	0,04	<0,01	6,0	1,4	<0,1	<0,5	0,2	0,3	4,5						30	
18.05.1999	7,29	4,4	0,59	2,9			130	2,0	1,2	0,03	<0,01	4,6	1,1	<0,1	<0,5	<0,2	0,6	3,3						30	
14.06.1999	7,28	3,5	0,86	2,4	4,52	0,44	80	2,6	0,9	<0,02	<0,01	3,2	0,9	<0,1	<0,5	<0,2	0,2	2,1	220	4,7	<1,5	1,11	0,67	21	1,3
13.07.1999	7,45	5,5	0,58	3,4			90	2,0	1,6	0,03	0,01	6,5	0,8	<0,1	<0,5	<0,2	0,2	3,1						15	
16.08.1999	7,63	5,7	0,39	3,7			<30	2,0	2,6	0,04	0,01	4,3	0,9	<0,1	<0,5	<0,2	0,2	1,6						14	
14.09.1999	7,58	7,0	0,32	4,0	10,3	0,84	40	1,2	0,6	0,04	0,01	5,1	1,3	0,1	<0,5	<0,2	<0,1	1,7	250	3,6	<1,5	1,28	1,45	8	1,4
13.10.1999	7,23	4,3	1,20	2,6			210	1,4	1,5	0,13	<0,01	16,6	1,2	0,2	<0,5	<0,2	0,3	6,5						63	
17.11.1999	7,24	5,5	0,48	4,2			60	2,1	0,9	0,02	0,01	4,3	0,8	<0,1	<0,5	0,3	<0,1	4,7						19	
14.12.1999	7,35	5,3	0,57	3,0	7,67	0,66	60	1,0	0,8	0,02	0,04	6,8	0,6	<0,1	<0,5	0,3	<0,1	2,7	220	3,2	<1,5	1,30	0,97	17	1,8
Gj.snitt	7,36	5,2	0,61	3,3	7,25	0,65	85	1,7	1,3	0,26	<0,01	7,1	0,9	<0,1	<0,5	<0,2	0,2	3,0	235	4,0	<1,5	1,26	0,98	21	1,6
Maks.verdi	7,63	7,0	1,20	4,2	10,3	0,84	210	3,4	2,6	2,71	0,04	16,6	1,4	0,20	<0,5	0,30	0,6	6,5	250	4,7	<1,5	1,36	1,45	63	1,9
Min.verdi	7,10	3,5	0,32	2,4	4,52	0,44	<30	1,0	0,6	<0,02	<0,01	3,2	0,6	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1	1,6	220	3,2	<1,5	1,11	0,67	8	1,3

## Vedlegg 4 B I.

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	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	kgm/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 II.**  
**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	FTU	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	mg/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		240	2,0	0,5			15		
02.02.98		5,22				5,1	13,0	0,04	0,03	0,7								265	3,0	0,6			21		
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		300	5,5	<1,5	1,70	0,86	13	2,7	
03.03.98		5,33				9,0	21,6	0,09	0,07	0,9								390	0,5	0,5					
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	<0,2	2,8		310	7,0	2,0		16		
03.04.98		6,99				13,0	38,5	0,04	0,09	0,9								210	4,0	1,0			26		
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	0,1	2,9		250	10,0	4,9	1,61	0,59	34	1,9	
04.05.98		4,02				9,0	18,2	0,26	0,04	1,4								265	4,0	0,7			31		
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		295	5,0	3,0					
03.06.98		3,45				4,4	8,4	0,03	0,02	0,8								340	4,4	<1,5	1,74	1,11	13	2,0	
15.06.98	7,43	4,70	0,59	3,4	6,30	0,59	270	6,9	13,2	0,10	0,02	23,7	1,1	0,5	<0,5	0,3	<0,1	4,9							
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		240	2,0	0,8					
02.08.98		4,72				6,0	17,7	0,04	0,05	1,0								210	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		350	3,0	1,0					
04.09.98		5,53				4,3	17,7	0,30	0,04	0,5								405	3,0	0,8					
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		240	2,0	0,8				
02.10.98		8,09				5,5	16,8	0,09	0,49	0,5								210	2,7	<1,5	1,20	0,92	10	1,3	
04.11.98		8,15				5,5	27,2	0,11	0,07	0,5								287	3,8	1,4	1,56	0,87	19	2,0	
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		405	10,0	4,9	1,74	1,11	34	2,7	
02.12.98		5,37				3,3	13,5	0,02	0,03	1,1								210	0,5	0,5	1,20	0,59	10	1,3	
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	<0,2	2,4		287	3,8	1,4	1,56	0,87	19	2,0
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							
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	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	<0,2	<0,1	1,7							



Vedlegg 4 B III.  
Fysisk/kjemiske analyseresultater. Stasjon 7. Orkla ved Vormstad i 1999.

Dato	pH	Kond	Turb	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Ni	Co	Cr	V	As	TOC	TOT-N	TOT-P	PO4-P	Na	K	FARG - Filt	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	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l
18.01.1999	7,46	6,0	0,69	4,3			90	3,1	13,0	<0,02	0,02	16,1	0,8	0,5	<0,5	<0,2	<0,1	1,9						10	
16.02.1999	7,55	6,9	1,40	4,7			170	3,9	16,0	0,02	0,04	15,8	0,9	0,6	<0,5	<0,2	<0,1	2,1						17	
15.03.1999	7,44	5,5	0,58	3,9	7,61	0,76	80	2,9	9,6	<0,02	0,03	12,6	0,7	0,3	<0,5	<0,2	<0,1	1,6	250	3,6	<0,5	1,74	0,81	14	2,1
19.04.1999	7,49	8,3	1,20	6,9			230	10,6	27,8	0,04	0,07	12,6	0,8	0,8	<0,5	<0,2	0,2	3,4					30		
18.05.1999	7,48	5,4	0,47	4,3			160	7,9	20,1	0,04	<0,01	9,7	0,8	0,6	<0,5	<0,2	0,3	2,9					30		
14.06.1999	7,49	4,8	0,84	3,1	6,53	0,59	130	10,1	12,1	0,03	<0,01	4,1	0,8	0,4	<0,5	<0,2	0,2	2,3	250	5,1	<1,5	1,41	0,66	20	1,7
13.07.1999	7,74	6,7	0,57	4,7			100	5,3	8,6	0,07	0,04	7,3	0,7	0,2	<0,5	<0,2	0,2	2,9					15		
16.08.1999	7,74	7,1	0,38	5,8			40	5,8	9,7	<0,02	0,05	3,9	1,0	0,2	<0,5	<0,2	0,1	1,5					16		
14.09.1999	7,65	8,6	0,44	6,5	12,8	1,05	50	6,8	21,1	0,05	0,03	7,6	1,2	0,5	<0,5	<0,2	<0,1	1,8	290	3,3	<1,5	1,69	1,31	10	1,9
13.10.1999	7,28	4,6	1,30	3,2			300	6,6	69,5	0,15	0,02	26,7	1,2	0,5	0,6	<0,2	0,2	7,9					80		
17.11.1999	7,41	6,7	0,69	5,8			140	9,2	24,9	0,03	0,07	17,8	1,0	0,8	<0,5	0,3	<0,1	2,8					23		
14.12.1999	7,42	6,1	0,66	3,9	8,93	0,77	100	5,1	11,1	0,04	0,06	11,6	0,9	0,4	<0,5	0,3	<0,1	3,1	250	4,1	<1,5	1,49	0,95	12	2,1
Gj.snitt	7,51	6,4	0,77	4,8	8,97	0,79	133	6,4	20,3	0,04	0,04	12,2	0,9	0,5	<0,5	<0,2	0,1	2,9	260	4,0	<1,5	1,58	0,93	23	2,0
Maks.verdi	7,74	8,6	1,40	6,9	12,8	1,05	300	10,6	69,5	0,15	0,07	26,7	1,2	0,8	0,6	0,3	0,3	7,9	290	5,1	<1,5	1,74	1,31	80	2,1
Min.verdi	7,28	4,6	0,38	3,1	6,53	0,59	40	2,9	8,6	<0,02	<0,01	3,9	0,7	0,2	<0,5	<0,2	<0,1	1,5	250	3,3	<1,5	1,41	0,66	10	1,7

## Vedlegg 4 C I

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

Analyseresultater. 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 II

## 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 4 C III

Fysisk/kjemiske analyseresultater. Stasjon 2T Raubekken i 1999.

Dato	pH	Kond	Turb	SO4	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Ni	Co	TOC	TOT-N	TOT-P	PO4-P	Na	K	FARG - Filt	Cl	Al	Vann - f.
		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
18.01.1999	6,45	61,9	14,0	291,3	76,6	21,4	6,31	0,53	2,98	<0,5	6,0	0,89	0,02	0,09	3,4						2		1,76	960
16.02.1999	6,74	27,3	10,0	88,9	28,3	6,58	2,22	0,25	0,95	<0,5	2,1	0,28	<0,01	0,03	4,5						12		0,83	1190
15.03.1999	5,78	32,9	29,5	140,7	36,3	8,72	10,00	0,77	2,00	<0,5	4,4	0,38	0,02	0,05	2,6	590	11,3	8,4	5,71	0,84	2	5,8	3,01	520
19.04.1999	6,10	26,7	16,0	107,2	29,9	7,09	4,61	0,52	1,43	<0,5	3,2	0,34	<0,01	0,04	3,9						<1		1,26	1530
18.05.1999	5,79	28,0	25,3	112,6	29,3	7,53	5,29	0,52	1,52	<0,5	3,1	0,35	0,02	0,04	2,3						<1		1,53	820
14.06.1999	6,88	15,8	4,6	52,3	17,8	4,02	2,28	0,20	0,54	<0,5	1,3	0,18	<0,01	0,02	5,3	480	19,3	7,2	3,79	0,5	69	3,7	0,76	1360
13.07.1999	4,91	32,9	16,0	143,7	32,8	8,44	10,70	1,08	2,06	<0,5	5,1	0,36	0,02	0,06	3,3						1		3,27	520
16.08.1999	4,60	67,0	23,1	356,0	72,5	21,5	15,10	1,96	4,47	<0,5	10,3	0,87	0,04	0,12	1,7						3		6,04	120
14.09.1999	4,93	64,8	16,0	326,0	75,5	22,1	9,85	1,29	3,57	<0,5	8,0	0,83	0,03	0,10	1,7	510	17,1	11,2	10,7	1,23	1	6,2	3,47	200
13.10.1999	6,83	12,8	3,1	36,8	14,4	3,22	1,76	0,09	0,36	<0,5	0,7	0,14	<0,01	0,01	10,9						104		0,43	2520
17.11.1999	6,08	32,4	26,0	120,0	37,3	9,15	5,52	0,54	1,54	<0,5	3,5	0,36	0,01	0,04	3,6						2		1,61	570
14.12.1999	6,15	28,8	22,0	107,8	31,0	6,46	6,30	0,61	1,43	<0,5	3,1	0,26	<0,01	0,04	5,2	2390	167	119	6,4	1,43	<1	6,1	2,03	140
Gj.snitt	5,94	35,9	17,1	156,9	40,1	10,52	6,66	0,70	1,90	<0,5	4,2	0,44	0,01	0,05	4,0	993	53,7	36,5	6,65	1,00	16	5,5	2,17	871
Maks.verdi	6,88	67,0	29,5	356,0	75,5	22,10	15,10	1,96	4,47	<0,5	10,3	0,87	0,04	0,12	10,9	2390	167,0	119,0	10,70	1,43	104	6,2	6,04	2520
Min.verdi	4,60	12,8	3,1	36,8	14,4	3,22	1,76	0,09	0,36	<0,5	0,7	0,14	<0,01	0,01	1,7	480	11,3	7,2	3,79	0,50	<1	3,7	0,43	120

## Vedlegg 5

## Orkla ved Vormstad. Tidsveiede middelerverdier

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	7,50	6,18	0,74	5,1	7,1	0,65	6,6	18	129	0,08
1999	7,51	6,39	0,77	4,8	9,0	0,79	6,4	21	133	0,04

## Vedlegg 5 (forts.)

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

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	1,8	122	<0,01
1998	7,40	5,34	0,74	3,4	6,70	0,64	1,7	1,3	77	<0,01
1999	7,36	5,24	0,61	3,3	7,16	0,65	1,7	1,3	85	<0,01
Resultatene fra perioden 1994 - 1999 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	8,62	2,55	0,92	2,02	5,73	5,45	<b>1593</b>
1998	6,09	29,3	121	33,6	8,29	1,62	0,49	1,51	5,63	3,39	934
1999	5,93	36,1	156	40,3	10,6	2,19	0,70	1,92	6,73	4,26	951

## Vedlegg 6.

Tabell Begroingsorganismer i Orkla 1999

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>								XX
<i>Calothrix gypsophila</i>			x					x
<i>Calothrix ramenskii</i>	x		XX					
<i>Calothrix</i> spp.	x	x	x				x	x
<i>Chamaesiphon confervicola</i>						x	x	XX
<i>Chamaesiphon</i> sp.			XXX		x	XX		
<i>Clastidium setigerum</i>		XX			XX	XX	x	x
<i>Coleodesmium sagatmathae</i>				XX				
<i>Cyanophanon mirabile</i>					x		x	
<i>Homoeothrix</i> sp. (4µ)								XX
<i>Lyngbya</i> sp.(2µ)		x				x		
<i>Phormidium</i> sp.( 6µ )	3							x
<i>Rivularia biasolettiana</i>	1		x					
<i>Stigonema mamillosum</i>				2				
<i>Tolypothrix penicillata</i>	x			3	x			x
Ubestemt trådformet		XX						x
Ubestemt coccal		x		x	x	x	x	x
<b>artsantall, blågrønnalger</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<b>GRØNNALGER</b>								
<i>Bulbochaete</i> sp.			XXX	x				x
<i>Closterium</i> spp.	x				x		x	
<i>Cosmarium</i> spp.	XX	x		x	x	x	x	XX
<i>Draparnaldia glomerata</i>								x
<i>Euastrum elegans</i>					x	x	x	
<i>Microspora amoena</i>	5		x	x	x	x	XX	XX
<i>Microspora pachyderma</i>						x	x	XXX
<i>Mougeotia</i> a ( 6-12µ )		XXX				XX	XX	XX
<i>Mougeotia</i> a/b (10-18µ)							XX	
<i>Mougeotia</i> c (21-24µ)			5					
<i>Mougeotia</i> d/e ( 27-36µ )	x				x		x	5
<i>Oedogonium</i> a ( 5-11µ )			XX	x	XX			XXX
<i>Oedogonium</i> b ( 13-18µ )	3					XXX	XX	
<i>Oedogonium</i> c ( 23-28µ )	XX			x				XX
<i>Oedogonium</i> d ( 29-32µ )						2	2	
<i>Oedogonium</i> sp. (34-36µ)	x				5			5
<i>Scenedesmus</i> spp.	x		XX	x			XX	x
<i>Spirogyra</i> sp. (20µ, 1K,L)	XX							x
<i>Spirogyra</i> sp. (15µ, 1K,R)							x	
<i>Spirogyra</i> sp. (33µ, 1K,R)							x	
<i>Spirogyra</i> sp. (19µ, 1K,R)	x							
<i>Spirogyra</i> sp. (36µ, 1K,L)			XXX					
<i>Spirogyra</i> sp. (18µ, 3K,L)			XX					
<i>Spirogyra</i> sp. (39µ, 3K,L)				5	x	1		
<i>Teilingia granulata</i>								x
<i>Ulothrix zonata</i>					x		1	x
<i>Zygnema</i> b ( 22-25µ )			3	XX		x	XXX	2
Ubest. <i>Chaetophorales</i>							XXX	XX
<b>artsantall, grønnalger</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>16</b>	<b>16</b>



## Vedlegg 6.

Tabell forts.

	St. 1	St. 1t	St.2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7
<b>GULLALGER</b>								
Ubest. Chrysophyceae								2
<b>KISELALGER</b>								
<i>Achnanthes minutissima</i>	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
<i>Ceratoneis arcus</i>	x							
<i>Cymbella</i> spp.	xx		xx	xx	xx		xx	xx
<i>Didymosphenia geminata</i>	5			2	5	1	5	x
<i>Eucoconeis lapponica</i>			x					
<i>Fragilaria</i> spp.		xxx						
<i>Gomphonema</i> spp.	x	x			x		xx	
<i>Synedra ulna</i>	x	x	x	x	xx	x	xx	x
<i>Tabellaria flocculosa</i>	xx	xx	xx	xx	x	xx	xx	x
<i>Tetracyclus glans</i>					x		x	
Ubest. pennate kiselalger	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
<b>RØDALGER</b>								
<i>Batrachospermum</i> sp.			x					xx
<b>BRUNALGER</b>								
<i>Heribaudiella fluviatilis</i>	3				3	3	2	
<b>MOSER</b>								
<i>Blindia acuta</i>	3	5		1	xxx	2		2
<i>Fontinalis antipyretica</i>			5	+	2			
<i>Hygrohypnum</i> sp.	2				1			
<i>Schistidium alpicola</i> var. <i>rivulare</i>					2			
Ubestemt levermose					3	xxx		
<b>NEDBRYTERE</b>								
Jernbakterier		xxx						
Bakterieaggregat						x	xx	

Tall angir organismenes prosentvise dekning av elveleiet etter følgende skala :

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

Organismer som vokser blant disse er angitt ved: xxx = vanlig xx = sparsom x = liten forekomst

**Vedlegg 7 Resultater fra undersøkelser av bunndyrsamfunnene i Orkla i perioden 1995 -1999.**

**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
Fjærmugg	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 Stai	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
Fjærmugg	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	9	10	10

## Vedlegg 7 Forts.

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

Stasjon Dyregruppe	1 Yset	1T Ya	2 Stai	3 Brattset	4 Hol	5 Meldal	6 Rønningen	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					

## Vedlegg 7 Forts.

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

Dyregruppe	St. 1, Yset	St. 1, Ya	St. 2, Stai	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
Biller voksne	37	0	0	0	0	24	0	0
Fjærmygg larver	6063	107	2109	20004	2060	1088	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
Spretthaler	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

Vedlegg 7 Forts.  
 Tabell IV. Bunndyr fra Orkla 23.09.1999. Tabeller og figurer.

Stasjon : Dyregruppe :	Yset	Ya	Stai	Brattset	Hol	Meldal	Rønning en	Vorm-stad
Oligochaeta	224	4	6	2	32	112	168	80
Hirudinea			4					
Gastropoda	28		4	19	12	2	1	2
Hydracarina	98	2	2	3	6	40	32	24
Ostracoda	288	4	584	40	96	304	96	40
Ephemeroptera	2132	18	778	80	730	1309	1474	1020
Plecoptera	1519	3	14	3	124	197	111	380
Coleoptera larvae	92		2	1	58	2	1	1
Coleoptera imagines	28				1		1	
Trichoptera	244	12	56	36	49	16	26	11
Simuliidae larver					2	1	1	
Chironomidae larvae	5424	77	1528	440	776	568	480	752
Chironomidae pupae	1							
Diptera indet	128	8	2	2	48	16	8	80
Sialis sp			20	1				

## Vedlegg 7 Forts.

**Tabell IV. Undersøkelser av bunndyrsamfunnene i Orkla 1999. Arts-sammensetningen innen gruppene Døgnfluer, Steinfluer og Vårfluer.**

Stasjon :	Yseth	Ya	Stai	Bratset	Hol	Meldal	Rønnin gen	Vorm stad
	St1	St1T	St2	St3	St4	St5	St6	St7
<b>DØGNFLUER</b>								
Ameletus inopinatus	22				28	13	56	6
Baetis muticus	222				14	96	480	288
Baetis niger	24				1			
Baetis rhodani	1808	18	2		568	832	848	648
Centroptilum luteolum			744	80				
Leptophlebia sp			14					
Heptagenia sp	14		6		1	112	32	40
Heptagenia dalearica	28				32	136	48	32
Ephemerella aurivillii	12				34	72	9	6
Ephemerella mucronata	2				53	48	1	
Ephemera danica			12					
<b>STEINFLUER</b>								
Dinocras cephalotes								1
Diura nanseni	14				5	21	12	26
Isoperla sp.	10							1
Siphonoperla burmeisteri					2	3	2	3
Taeniopteryx nebulosa	1					1		
Brachyptera risi	2	2				2		
Amphinemura sp	1424				68	120	80	256
Nemoura sp			10	1				
Capnia atra	32		2	1	46	48	13	88
Leuctra hippopus	36	1	2	1	1	2	4	5
Leuctra niger					2			
<b>VÅRFLUER</b>								
Rhyacophila nubila	152	1			11	10	15	4
Glossosoma sp						1		
Philopotamus montanus	1							
Hydroptila sp.			6	1	1			
Ithytrichia lamellaris	20							
Oxyethira sp.	18	5		11	7			
Polycetropodidae		3						
Plectrocnemia conspersa	1		2	22		1		
Polycentropus flavomaculatus	46		48		1	2	1	2
Archtopsycha ladogensis		3				1	3	
Ceratopsycha nevae						1	5	4
Hydropsyche sp.								1
Lepidostoma hirtum								1
Limnephilidae indet.	2				1			
Micrasema sp							1	
Ceraclea annulicornis				1				
Sericostoma personatum	3						1	
Trich indet					28			

## Vedlegg 7

Tabell IV. Forts.

ANDRE ARTER								
<b>SNEGLER</b>								
Lymnaea peregra	28		2	19	12			2
Valvata piscinalis			2					
<b>BILLER</b>								
Elmis aena	92			1	58			1
<b>MUDDERFLUER</b>								
Sialis sp			20	1				
<b>IGLER</b>								
Helobdella stagnalis			4					

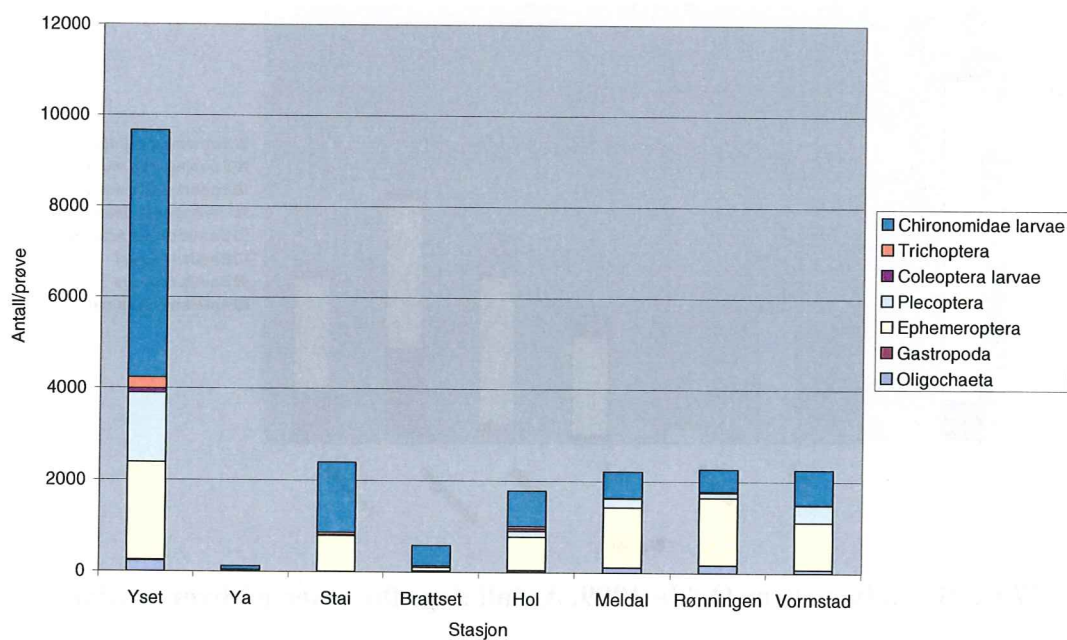
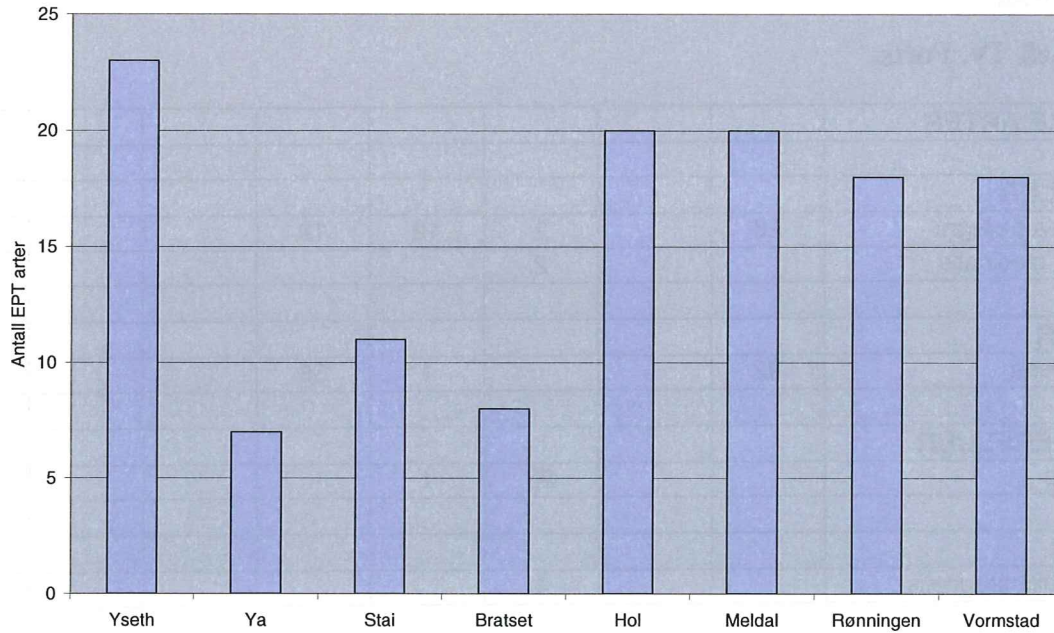
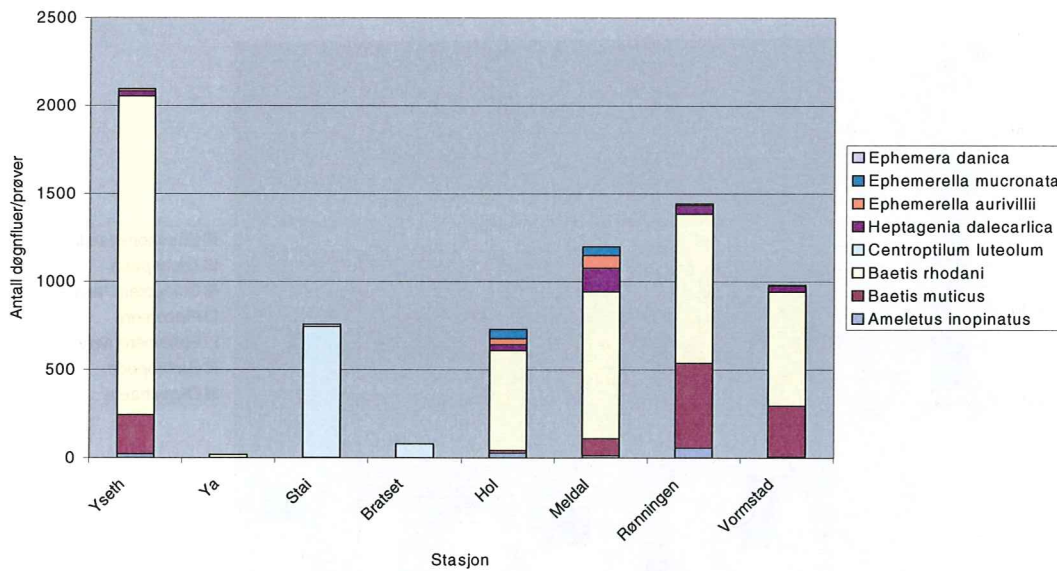


Fig. 17 A. Bunndyrprøver Orkla 1999. Antall individer i hver hovedgruppe.



**Fig. 17 B. Antall arter av døgn- stein- og vårfluer funnet i materialet fra prøvetakingsstasjonene i Orkla i 1999.**



**Fig. 17 C. Bunndyrprøver Orkla 1999. Antall døgnfluearter på hver stasjon.**