



Statlig program for forurensningsovervåking

Rapport 717/97

Oppdragsgiver

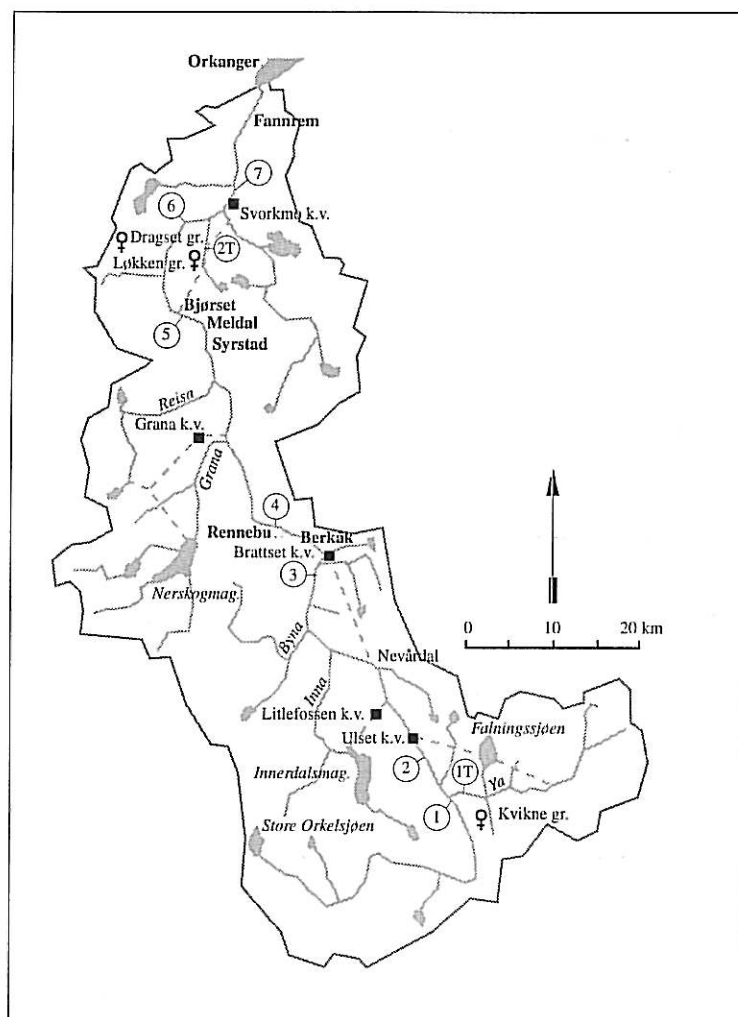
Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjon


Norsk institutt for luftforskning

Tiltaksorientert overvåking i Orkla

Resultater fra årene
1996 - 1997



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
O-800210	
Løpenr.:	Begr.:
3974-98	

Hovedkontor Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47 65) 76 752 Telefax (47 65) 76 653	Vestlandsavdelingen Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47 5) 32 56 40 Telefax (47 5) 32 88 33	Akvaplan-NIVA A/S Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509
--	---	--	---	--

Rapportens tittel: Tiltaksorientert overvåking i Orkla. Resultater fra årene 1996 og 1997 (Rapport nr 717/97 i Statlig program for forurensingsovervåking TA. – 1496/1997)	Dato: Trykket: NIVA 1998
	Faggruppe: Vassdrag
Forfatter(e): Aanes, Karl Jan Romstad, Randi	Geografisk Sør-Trøndelag
	Antall sider: 70 Opplag:

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT) (Statlig program for forurensningsovervåking)	Oppdragsg.
---	-------------------

Ekstrakt:

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 1996 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.

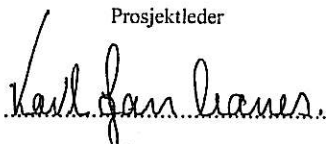
4 emneord, norske

1. Forurensningsovervåking
2. Orkla, 1996 og 1997
3. Gruveforurensninger
4. Vassdragsreguleringer

4 emneord, engelske

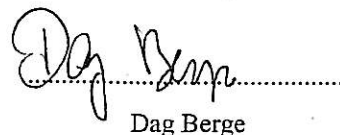
1. Pollution monitoring
2. Orkla river, 1996 and 1997
3. Mining pollution
4. Hydro Power Regulation

Prosjektleder



Karl Jan Aanes

For administrasjonen



Dag Berge

82-577-3569-8

O - 8 0 0 2 1 0

TILTAKSORIENTERT OVERVÅKING

I

ORKLA

1996 – 1997

Oslo, 30.mai 1998

Saksbehandler : Karl Jan Aanes

Medarbeidere : Pål Brettum

Eigil R. Iversen

Randi Romstad

FORORD

Undersøkelsen er utført etter oppdrag av Statens forurensningstilsyn (SFT), og inngår i Statlig program for forurensningsovervåking som administreres av SFT. Undersøkelsen finansieres som et samarbeidsprosjekt av Kraftverkene i Orkla, Gruveprosjektet og SFT.

Kraftverkene i Orkla har utført arbeide i forbindelse med innsamling av månedlige fysisk-kjemiske vannprøver. Vannprøvene er sendt videre og analysert av analyse-laboratoriet 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 27. september i 1996, og den 9. september i 1997.

På grunn av en meget høy vannføring under feltsesongen i 1997 var det bare mulig å prøveta de øverste stasjonene dette året.

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. Karl Jan Aanes har bearbeidet bunndyr-materialet, vært hovedansvarlig for undersøkelsene og for rapporteringen.

Oslo, 30. mai 1998.

Karl Jan Aanes

INNHOLD

FORORD	2
1. FORMÅL - KONKLUSJONER - TILRÅDNINGER.....	4
1.1 Formål.....	4
1.2 Konklusjoner	4
1.3 Tilrådninger	5
2. INNLEDNING	6
2.1 Områdebeskrivelse	6
2.2 Vannbruk, forurensninger og vassdragsreguleringer	8
2.3 Andre undersøkelser.....	9
2.4 Målsetting og program	9
3. RESULTATER.....	9
3.1 Meteorologi og hydrologi.....	9
3.2 Fysisk-kjemiske undersøkelser.....	14
3.2.1 Stasjoner, prøvetaking og analyser.....	14
3.2.2 Resultater	14
3.3 Biologi	27
3.3.1 Begroing	27
3.3.2 Bunndyr	37
3.3.3 Fisk	43
4. LITTERATUR	45
5. VEDLEGG	48

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.

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 1996 og 1997 var middelverdiene ved stasjonen Vormstad henholdsvis for kobber 6.7 og 10.2 $\mu\text{g Cu/l}$ og for sink 20 og 28 $\mu\text{g Zn/l}$. Tilsvarende verdier for 1994 og 1995 for disse metallene var henholdsvis: 7.9 og 7.4 $\mu\text{g Cu/l}$ og 26 og 23 $\mu\text{g Zn/l}$. Det var en betydelig og uventet økning av tungmetall konsentrasjonen i Orkla ved Vormstad våren og forsommeren 1997. Konsentrasjonen av kobber var her i april oppe i 29 $\mu\text{g Cu/l}$ og middelverdien for de fire månedene mai til juni var vel 24 $\mu\text{g Cu/l}$. Dette har sammenheng med store nedbørmengder på våren som falt som regn i nedre deler av nedbørfeltet. Dette kombinert med snøsmelting i Løkkenområdet ga stor avrenning fra gruveområdet samtidig som vannføringen i Orkla var lav. De tiltakene som er gjort for å ta hånd om avrenningen fra gruveområdet ser ikke ut til å ha vært tilstrekkelige til å fungere under en slik unormal nedbør/snøsmelte situasjon.

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, samt muligens naturlige årsaker. Utjevning av vannføringene i forbindelse med reguleringen har også hatt betydning. Videre føres nå Raubekken inn på kraftverkstunnellen hvor en viss utfelling av metaller kan finne sted før vannet kommer ut i Orkla.

Tilløpselva Ya i Kvikne fikk redusert vannføring i forbindelse med overføring av vann til Falningsjøen (1984). Avrenning fra de nedlagte Kvikne kobbergruver førte til økte kobberkonsentrasjoner (middelverdi i 1993: 39 $\mu\text{g/l}$) i elva. De høye kobberverdiene førte til at en ca 5 km lang strekning av denne elven nå er tilnærmet fisketom. I perioden fra 1994 til og med 1997 ble det ikke utført kjemiske undersøkelser av 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 1997 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 1996 henholdsvis 7.4 og 7.2 og i 1997 henholdsvis 7.5 og 7.3. Den gode vannkvaliteten fører til at Orkla i utgangspunktet har et rikt sammensatt plante- og dyreliv og en god fiskeproduksjon.

Forurensninger fra jordbruk, husholdning og industri utenom gruver gjør seg lite gjeldende i vannmassene som helhet. Ved Stai har analyseresultatene i 1993 og noen år tidligere vist et relativt høyt innhold av næringssalter. Dette er også iaktatt i begroingssamfunnet ved Stai. Begroingssamfunnene i dette området hadde også i 1996 og 1997 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 1997.

Vi er ikke kjent med aktiviteter som kan ha ført til endringer i forurensningssituasjonen i Orkla i 1996 og 1997. De høye konsentrasjonene av tungmetaller våren og sommeren 1997 kan ha en sammenheng med driftsproblemer ved pumpestasjonen i Løkken og derved overløp til vassdraget.

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 utskylning 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 fangststatistikken fra elvefisket av laks og sjørret sammenstilles. Året 1997 var derimot et svært dårlig år for elvene i Trøndelag og på den nasjonale fangststatistikken havnet Orkla på en 14 plass. Utbyttet var i 1996 vel 9,5 tonn, og i 1997 bare 4,4 tonn noe som er lite i forhold til resultatene i de senere år. Dette var imidlertid et generelt trekk ved mange elver i Midt-Norge i 1996 og 1997.

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. Bakgrunnen for den unormalt høye tungmetallkonsentrasjonen i Orkla ved Vormstad i 1997 bør følges opp nærmere

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

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

Fordi Orkla hører til blant landets viktigste laksevassdrag, kan forurensninger med effekter på fisk og/eller fiskens næringsdyr få alvorlige konsekvenser. Det har vært gjennomført en rekke tiltak i Løkkenområdet for å redusere tilførslene av metaller til vassdraget. Det er imidlertid ikke sikkert at forholdene ennå har stabilisert seg. Dette, sammen med mulige langtidseffekter av reguleringen, er viktige grunner for fortsatt overvåking av Orkla. Overvåkingsprogrammet 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 og det er derfor sterkt ønskelig å fortsette denne overvåkingen som en referanse også for andre vassdrag i denne regionen og sett i en nasjonal sammenheng.

2. INNLEDNING

Overvåkingen av Orklavassdraget er gjennomført fra og med 1980. I 1987 ble programmet for fysisk/kjemiske analyser redusert fra 9 til 6 stasjoner og det ble fortatt en halvering av analysefrekvensene til annenhver måned for endel parametre. Prøvetakingen 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 og nedre del av Orkla ved Bjørset og Vormstad, dvs. 3 stasjoner. Det foretas fortsatt en årlig biologisk befarings med innsamling av prøver fra bunndyrsfunnene og begroingen på 8 stasjoner langs strekningen fra Kvikne til Vormstad. Stor vannføring under feltperioden 1997 resulterte i at det bare var mulig å foreta biologisk prøvetaking fra stasjonene 1 og 2 (Yset og Stai) i hovedvassdaget og fra st 1t i sidevassdraget Ya.

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 km².

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. Dalen, som på strekningen Nåvårdal - Berkåk er svært trang, vider seg ut etter hvert. Det er adskillig skog her, og gode jordbruksområder i dalbunnen.

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

Dalbunnen vider seg ut ved Meldal hvor elva blir bredere og strømforløpet 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.

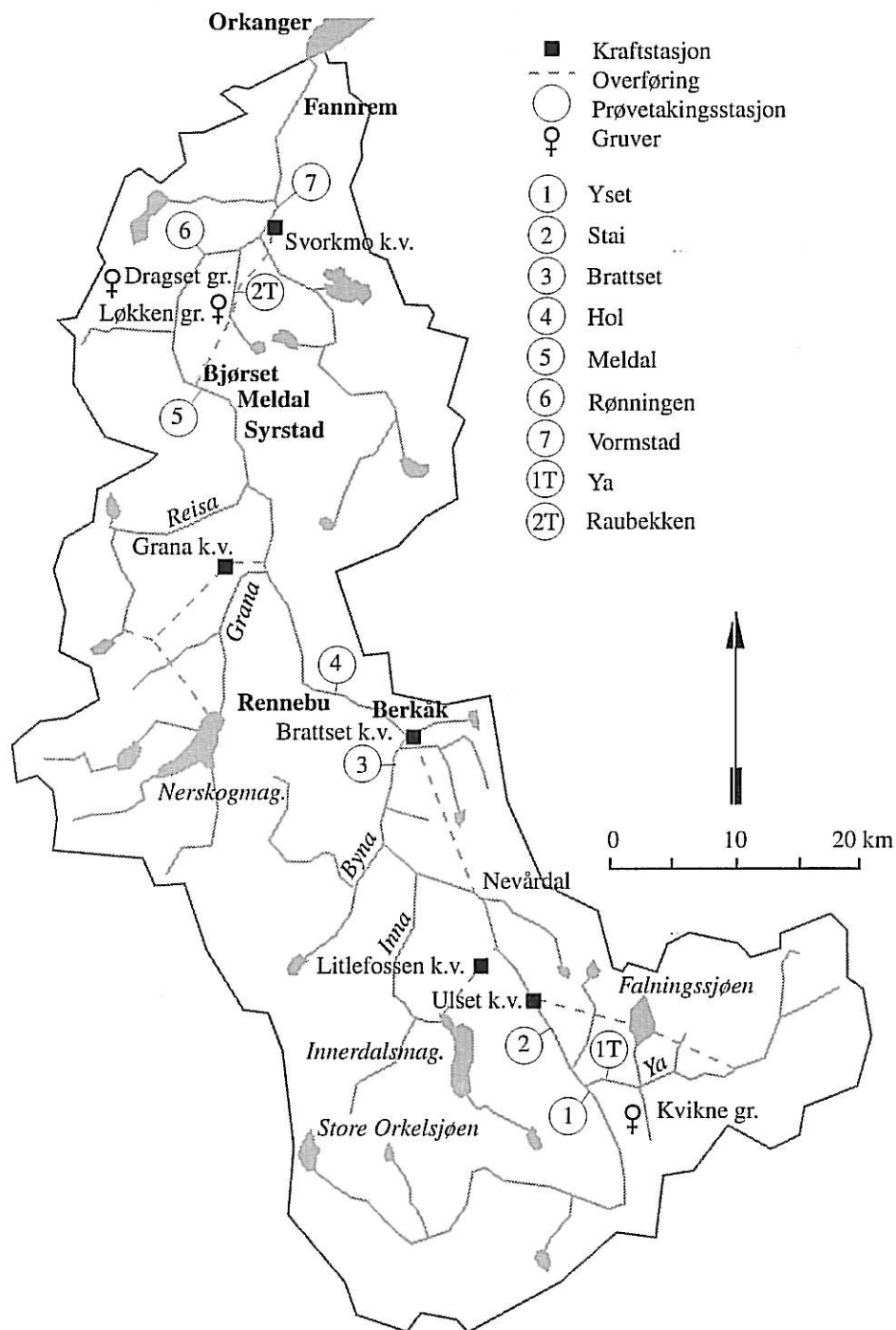


Fig. 1 Orklavassdraget, nedbørfelt og prøvetakingsstasjoner

Tabell 1. Arealfordeling i Orklas nedbørfelt

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

2.2 Vannbruk, forurensninger og vassdragsreguleringer

Bruksinteresser

Orkla er en meget god lakseelv og ble rangert som nr. 6 av de norske lakseelvene i 1996 og som nr 14 i 1997 med bakgrunn i antall kilo oppfisket laks og sjøaure gjennom sesongen. Alle aktuelle større kraftverkutbygginger er nå gjennomført. Orkla tjener videre som resipient for utslipp fra gruveindustri og kommunalt avløp. Elva benyttes også for jordvanning.

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 et al. 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 befarings. I 1987 ble det valgt å ta prøver av begroing og bunndyr under to årlige befaringer. Dette opplegget ble også fulgt i 1988 og 1989. Senere har det igjen bare vært en årlig befarings.

3. RESULTATER

3.1 Meteorologi og hydrologi

Meteorologi

I tabell 2 er gjengitt temperatur og nedbørdata for 1996 og 1997 fra Orkla's nedbørfelt. Da den meteorologiske stasjon Sæter i Kvikne ble nedlagt i januar 1989 er opplysninger om nedbør- og temperaturforhold nå fra Meteorologisk Institutt's værstation Berkåk (Lyngholt). Dataene er sett i relasjon til måneds og årsnormaler for temperatur og nedbør fra denne stasjonen for 30 årsperioden 1961 - 1990.

Året 1996 var temperaturmessig karakterisert ved samme temperaturklima som i en normalsituasjon for perioden januar- april, og tilsvarende en noe lavere temperatur (- 4°C) samlet for perioden september- desember. I de øvrige måneder var temperaturen omtrent lik eller litt under normalen bortsett fra august hvor månedsmiddel temperaturen var 3 °C høyere enn tilsvarende normalverdi. Middelttemperaturen for året 1996 var for værst. Berkåk 1,9 °C mens tilsvarende normalverdi for 30 årsperioden 1961 - 1990 er 2,3 °C.

Året 1997 startet med en betydelig varmere ettervinter enn normalt, mens månedene april og mai var noe kjøligere enn normalt. Sommerperioden fra juni og helt til oktober var en god del varmere enn normalt noe som bidrar til at middeltemperaturen for året 1997 var hele 3,1 °C. Tilsvarende normalverdi for 30 årsperioden 1961 - 1990 er 2,3 °C.

Registreringene av nedbøren på denne stasjonen var høyere i 1996 enn normalen i månedene februar, mars, mai, juni og desember. Spesielt hadde juni store nedbørmengder i forhold til det normale. Særlig lite nedbør var det derimot i august og september. Samlet nedbørsum for året 1996 var på den meteorologiske stasjonen Berkåk (Lyngholt) 654 mm, mens tilsvarende normalverdi for 30 årsperioden 1961 - 1990 var 750 mm.

Tilsvarende målinger i 1997 viste at månedsmiddelnedbøren var stor og tildels meget større (tabell 2) enn normalen i 8 av månedene dette året. Dette kombinert med et mildere klima på ettervinteren og våren førte til større vannføring i Orkla. Særlig var tilrenningen fra midtre og nedre deler av nedbørfeltet stor. Store nedbørmengder i september og oktober ga også stor vannføring i Orkla i denne perioden. Samlet nedbørsum for året 1997 var på den meteorologiske stasjonen Berkåk (Lyngholt) hele **1088 mm**, mens tilsvarende normalverdi for 30 årsperioden 1961 - 1990 er 750 mm.

Tabell 2. Meteorologiske data for årene 1996 og 1997 hentet fra Meteorologisk Institutt sin værstasjon Berkåk (Lyngholt).

Måned	Temperatur			Måned	mm Nedbør		
	1996	1997	Normal		1996	1997	Normal
Januar	- 5.6	- 2.9	- 6.1	Januar	2	74	56
Februar	- 7.5	- 3.6	- 5.4	Februar	55	71	48
Mars	- 2.7	- 2.0	- 2.7	Mars	82	130	50
April	+ 2.5	- 1.1	+ 0.7	April	15	166	42
Mai	4.2	+ 4.1	6.6	Mai	56	66	37
Juni	9.3	11.0	10.1	Juni	103	52	64
Juli	10.3	14.4	11.4	Juli	93	99	95
August	14.4	14.8	10.7	August	41	58	79
September	6.0	7.7	6.5	September	33	172	83
Oktober	4.2	0.6	3.0	Oktober	51	151	67
November	- 6.4	- 2.0	- 2.6	November	52	37	62
Desember	- 6.1	- 4.1	- 5.2	Desember	71	12	67
Års middel	1.9	3.1	2.3	Års sum	654	1088	750

Hydrologi

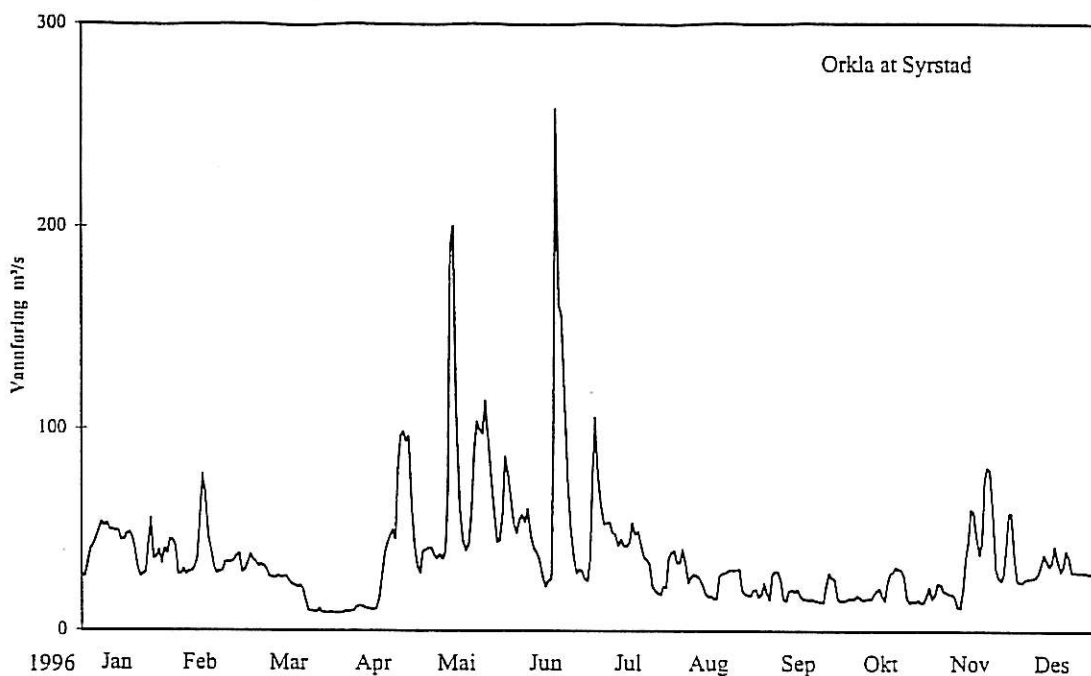
Figur 2A viser daglig vannføring i 1996 i Orkla ved vannmerke nr. 1936 Syrstad i Meldal og fig. 2B viser grafisk disse målingene presentert som 7 døgns midler for dette året.

Tilsvarende målinger for 1997 er vist i figur 3 A og B. Opplysninger om daglig vannføring ved Syrstad for disse to årene er gitt i vedlegg 3. For å kunne sammenligne vannføringsforholdene i 1996 og 1997 med forholdene året før er tilsvarende data om vannføringen i 1995 gitt i fig. 4.

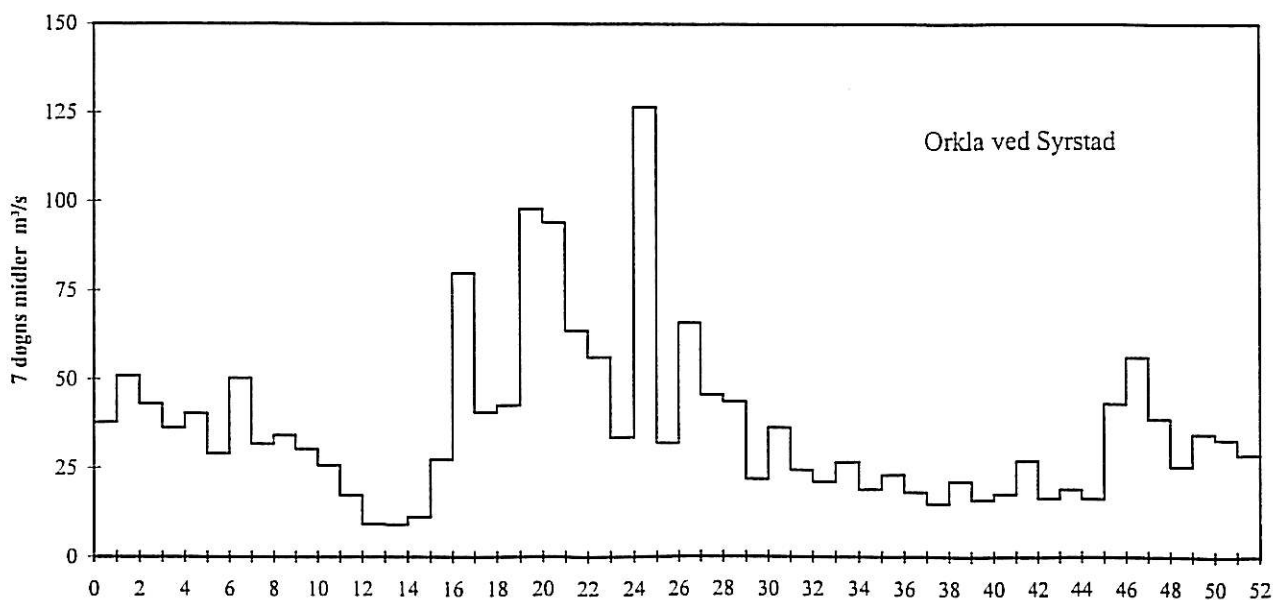
Som vanlig etter reguleringene i vassdraget var vannføringen relativt høy i vintermånedene (20-40 m³/s), men noe mer varierende i 1996 enn i 1995 og 1997. I Raubekken var vannføringen på grunn av de store vannmengdene dette året 2,5 ganger større i 1997 enn året før.

I 1996 var det tre markerte flomtopper under smelteperioden, én i slutten av april, en i mai og én i siste halvdel av juni som var spesielt høy. Vannføringen var da på det høyeste nær $260 \text{ m}^3/\text{s}$. Forøvrig var vannføringen dette året spesielt lav i slutten av mars og første halvdel av april med en stabil høstvannføring til midt i november hvor det kommer en mindre flom.

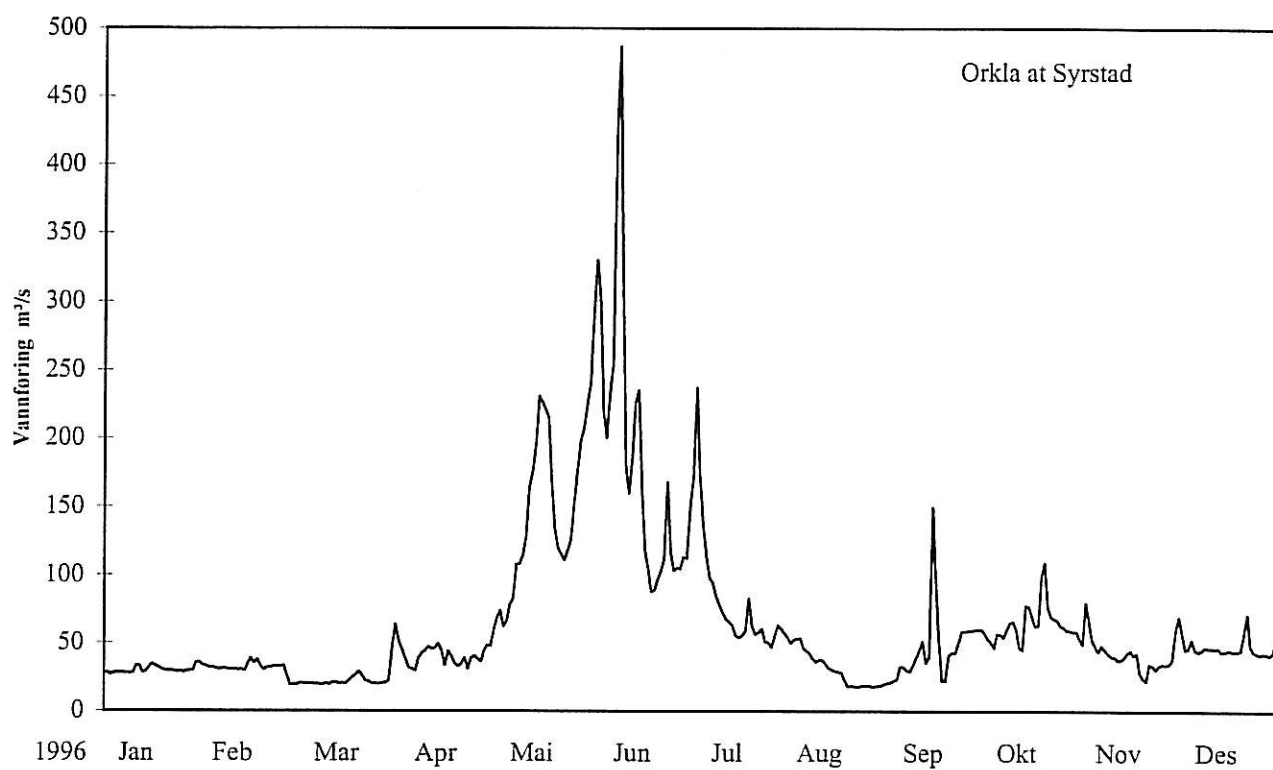
Vannføringen i 1997 er preget av de store nedbørmengdene og samlet årlig vannføring ved Syrstad var dette året nær det dobbelte av hva det var året før (se tab. x og y i vedlegget). Orkla har om våren i 1997 en normalt lav vannføring, men under smelteperioden kommer det flere store flommer (fig. 3A). Størst vannføringen ble målt den 9. Juni med $486,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Vannføringen faller utover sommeren og høsten. I siste halvdel av august er det en periode med spesielt lav vannføring ($< 20 \text{ m}^3/\text{s}$) som etterfølges av en høst med større vannføring enn vanlig.



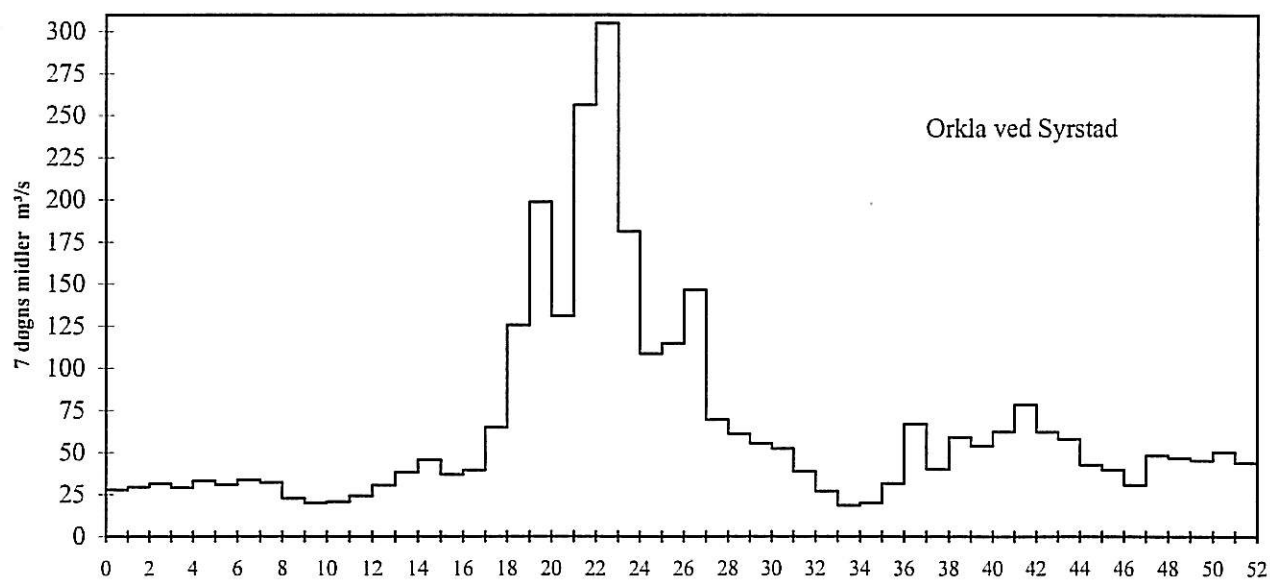
Figur 2 A. Døgnvannføring i Orkla i 1996 ved Syrstad vannmerke.



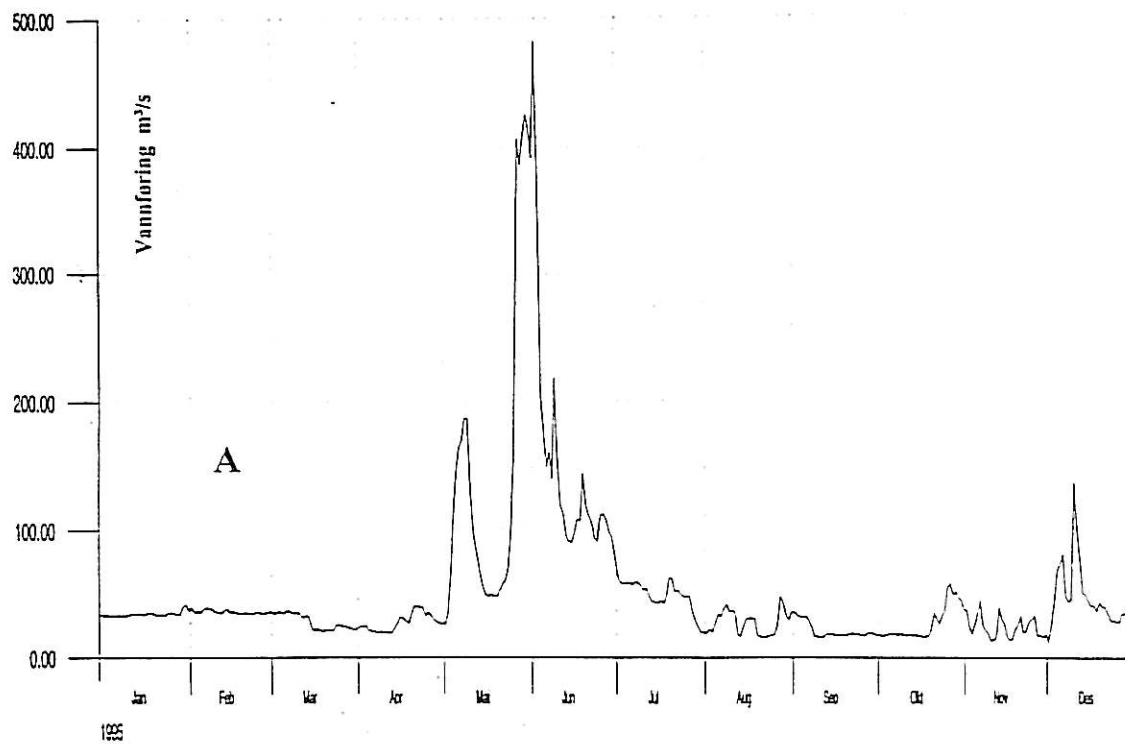
Figur 2 B. Karakteristiske 7-døgns midler for vannføringen i Orkla ved Syrstad i 1996.



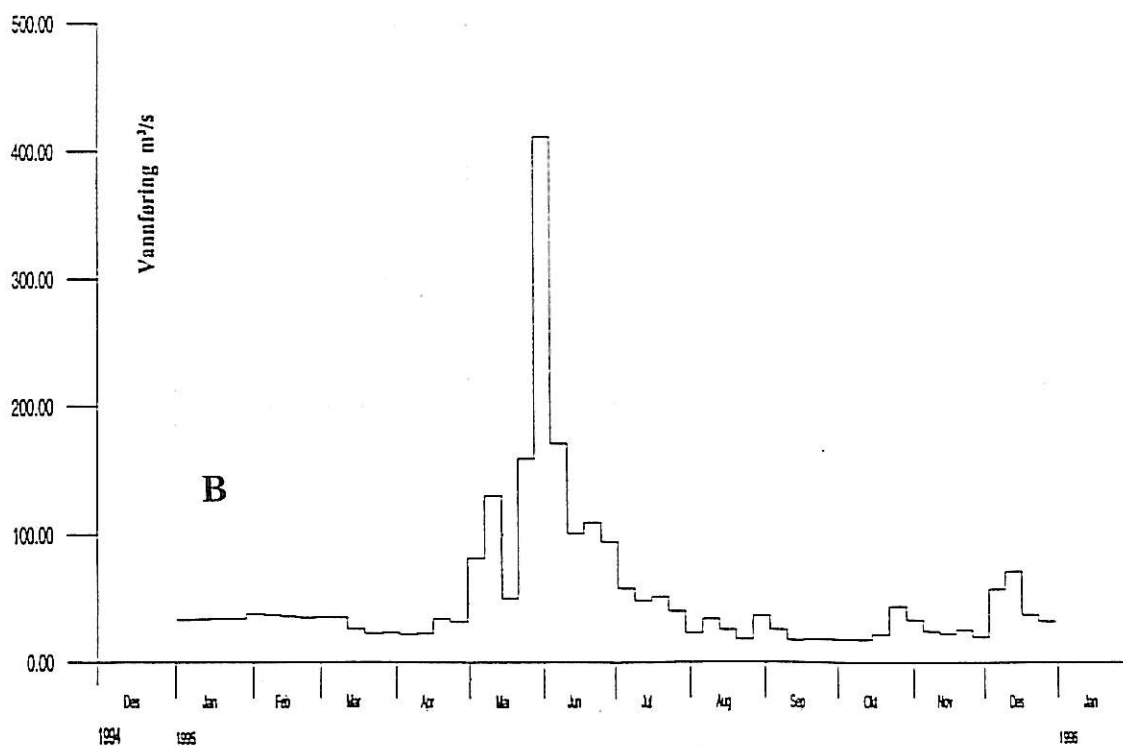
Figur 3 A. Døgnvannføring i Orkla i 1997 ved Syrstad vannmerke.



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



Figur 4. **A** : Døgnvannføring i Orkla i 1995 ved Syrstad vannmerke.



Figur 4. **B** : Karakteristiske 7-døgnns midler for vannføringen i Orkla ved Syrstad i 1995.

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 middelverdiene ved Vormstad for kobber og sink henholdsvis 6,7 og 10,2 µg Cu/l, og 20,2 og 28 µg Zn /l (1994: 7.9 og 26 µg/l , 1995: 7.5 og 23 µg/l). Konsentrasjonene fulgte i 1996 trenden de siste årene og avtok noe, mens vi i 1997 fikk en økning i middelkonsentrasjonen for dette året. Økningen i 1997 antar vi har sammenheng med store nedbørmengder og et mildere klima dette året. De årlige transportverdier for jern, kobber, sink og kadmium via Raubekken til Orkla var i 1996 i størrelsesorden henholdsvis 115, 8.9, 34.5 og 0.075 tonn, mens de i 1997 var økt en del av samme grunn som nevnt ovenfor. De årlige transportverdier for jern, kobber, sink og kadmium via Raubekken til Orkla var i 1997 i størrelsesorden henholdsvis 168, 25.7, 66.3 og 0.168 tonn. I Orkla ved Kvikne ble det ikke foretatt fysisk/kjemiske undersøkelser i 1996 og 1997. Generellt karakteriseres vannkvaliteten i Orkla som god med svakt basisk vann, høyt innhold av kalsium samt små til moderate mengder av næringsstoffet fosfor.

3.2.1 Stasjoner, prøvetaking og analyser

I vedlegg 1 er oppført de stasjoner som ble benyttet ved innsamlingen av de kjemiske og biologiske prøver. 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 3). Fra og med 1994 ble også de tre øverste stasjonene Yset (1), Ya (1T) og Stai (2) tatt ut. Videre ble prøvetakingen ved Rønningen (6) flyttet til Bjørset (5). Her har en Orkla's samlede vannføring før kraftverkstunnelen til Svorkmo kraftverk og lokaliteten vil derfor være en bedre referanse for Vormstad. Påvirkningen på strekningen Bjørset-Svorkmo blir imidlertid ikke fanget opp. Prøvene blir tatt fra elvekanten på spesialvaskede plastflasker. Vannprøvene samles inn i løpet av en dag på hele elvestrekningen 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 i 1996 og 1997 som i 1995 utført ved å benytte ICP-MS utstyr ved NILU (Norsk Institutt for Luftforskning).

3.2.2 Resultater

Resultatene fremgår av vedlegg 4 hvor alle analysedata er oppført med antall, minste og største verdi, variasjonsbredde, gjennomsnitt (aritmetisk middelverdi) og standardavvik. I vedlegg 5 er oppført tidsveide middelverdier for perioden 1975-97 for stasjonene Rønningen / Bjørset, Vormstad og Raubekken. Ved beregning av middelverdiene er halvparten av deteksjonsgrensen benyttet der verdiene fra analysene er mindre enn denne grensen. I middelverdiene 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 middelverdiene 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 middelverdier 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 middelverdiene for pH var i 1996 og 1997 på stasjonen Rønningen/Bjørset henholdsvis 7.38 og 7.21. Tilsvarende målinger på stasjonen Vormstad ga en midlere årsmiddel for pH på henholdsvis pH 7.49 i 1996 og 7.33 i 1997. Den noe svakt surere vannkvaliteten i Orkla i 1997 tilskrives unormale nedbørforhold dette året. I sidevassdraget Raubekken ga pH målingene en midlere pH verdi for 1996 på 5.82 og 5.60 i 1997, hvilket er omtrent som i 1995 og 1994 (pH 5.66 og 5.60). I 1993 og tidligere derimot var pH vesentlig lavere (1993: 4.9). Den lavere pH verdien vi registrerer i Raubekken i forhold til hovedvassdraget skyldes oksydasjon av sulfidmalm 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 tot P og tot N var henholdsvis 5.0 µg tot P/l og 255 µg tot N/l ved Vormstad i 1996, og tilsvarende resultater i 1997 ga 4,7 µg tot P/l og 301 µg tot N/l. Dette er omtrent det samme som i 1995 og 1994 for fosfor (fig 5 B). Da var den midlere tot P konsentrasjon henholdsvis 5.0 og 5,3 µg tot P/l. Derimot ser det ut til at tot N innholdet varierer endel. Det har ikke tidligere vært målt så lave verdier for innhold av tot N som i 1996. Den midlere verdien for Tot N var ved Vormstad i 1994 og i 1995 henholdsvis 294 og 324 µg tot N/l.

Ved Bjørset var de tilsvarende verdiene i 1996 og 1997 henholdsvis 5.1 og 6,2 µg tot P/l og 237 og 308 µg tot N/l. Dette er noe lavere konsentrasjoner for total innhold av fosfor og nitrogen enn verdiene som ble registrert i 1995 (5.8 µg tot P/l og 314 µg tot N/l). I 1997 var tot P verdiene noe høyere enn det som ble målt de to tidligere årene.

Den midlere verdien for orto-fosfat (PO₄P) var på begge stasjonene rundt 1.5 µg /l i 1996, mens den i 1997 var økt til 1.7 µg /l på Vormstad og 2.5 µg /l på stasjonen ved Bjørset.

Fosforverdiene for 1996 og 1997 gir **tilstandsklasse I** (god) for vannkvalitet både på Vormstad og Bjørset (Holtan og Rosland 1992) når resultatene vurderes ut fra SFT's system for klassifisering av miljøkvalitet i vann. Nitrogenverdiene for 1996 gir en bedre tilstandsklasse enn det som ble målt i 1995 hvor tilstanden da var mindre god (II) på begge disse stasjonene. I 1996 får Bjørset tilstandsklasse I, mens st. Vormstad ligger i en mellomstilling mellom tilstandsklasse I (god) og tilstandsklasse II (mindre god). Nitrogenverdiene som ble målt i 1997 gir tilstandsklasse II for begge stasjonene..

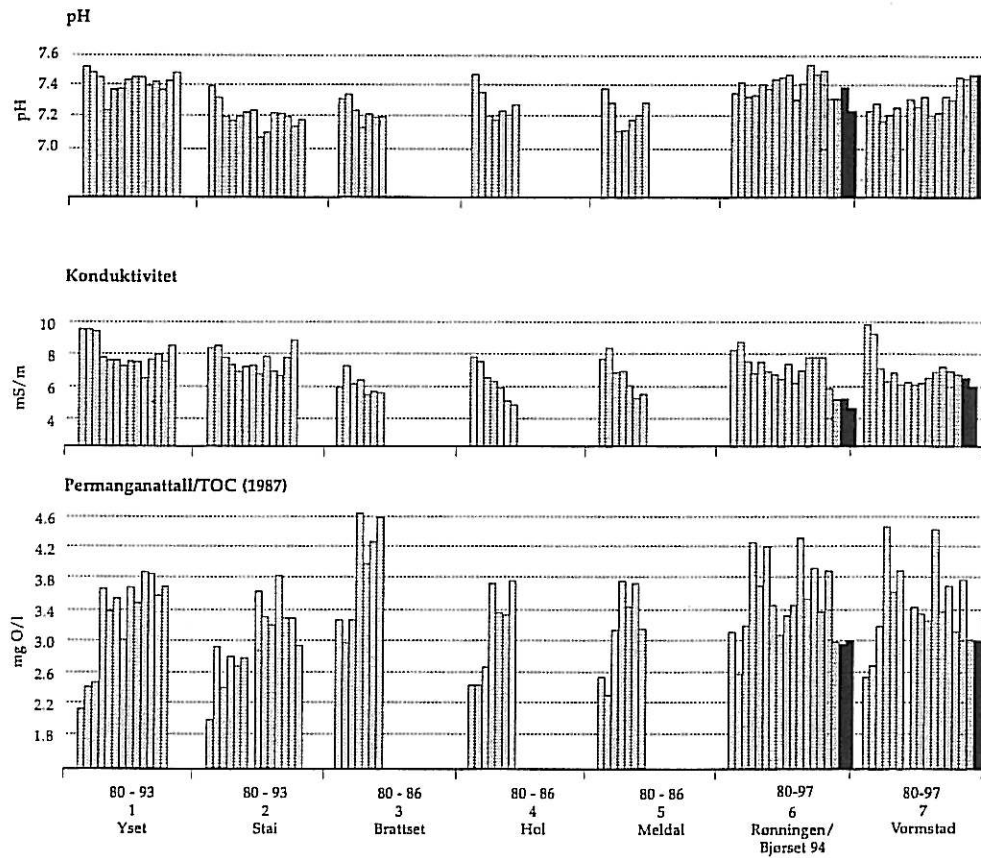
Når det gjelder **forurensningsgraden** i Orkla av plantenæringsstoffer i 1996 og 1997 gir den midlere verdien for total nitrogen og total fosfor forurensningsgrad 2 (moderat forurenset).

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

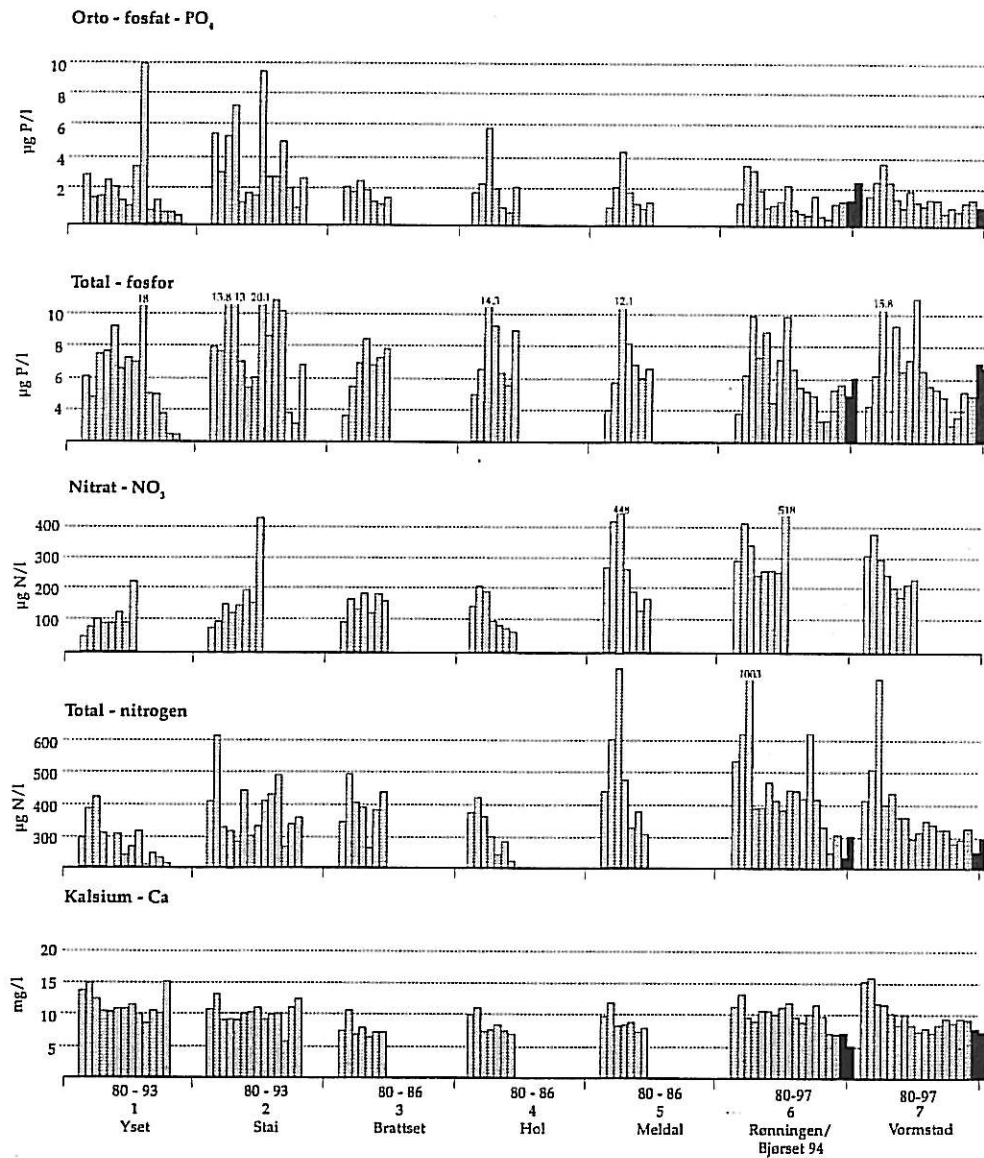
Svingningene i middelverdiene for P og N kan for endel skyldes tilfeldigheter på grunn av relativt få årlige analyser. I 1996 var antallet prøvetakinger kun 3. I 1997 var antallet økt til 15 på Vormstad når materialet fra denne overvåkingen stilles sammen med målingene som gjøres i forbindelse med prosjektet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

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.

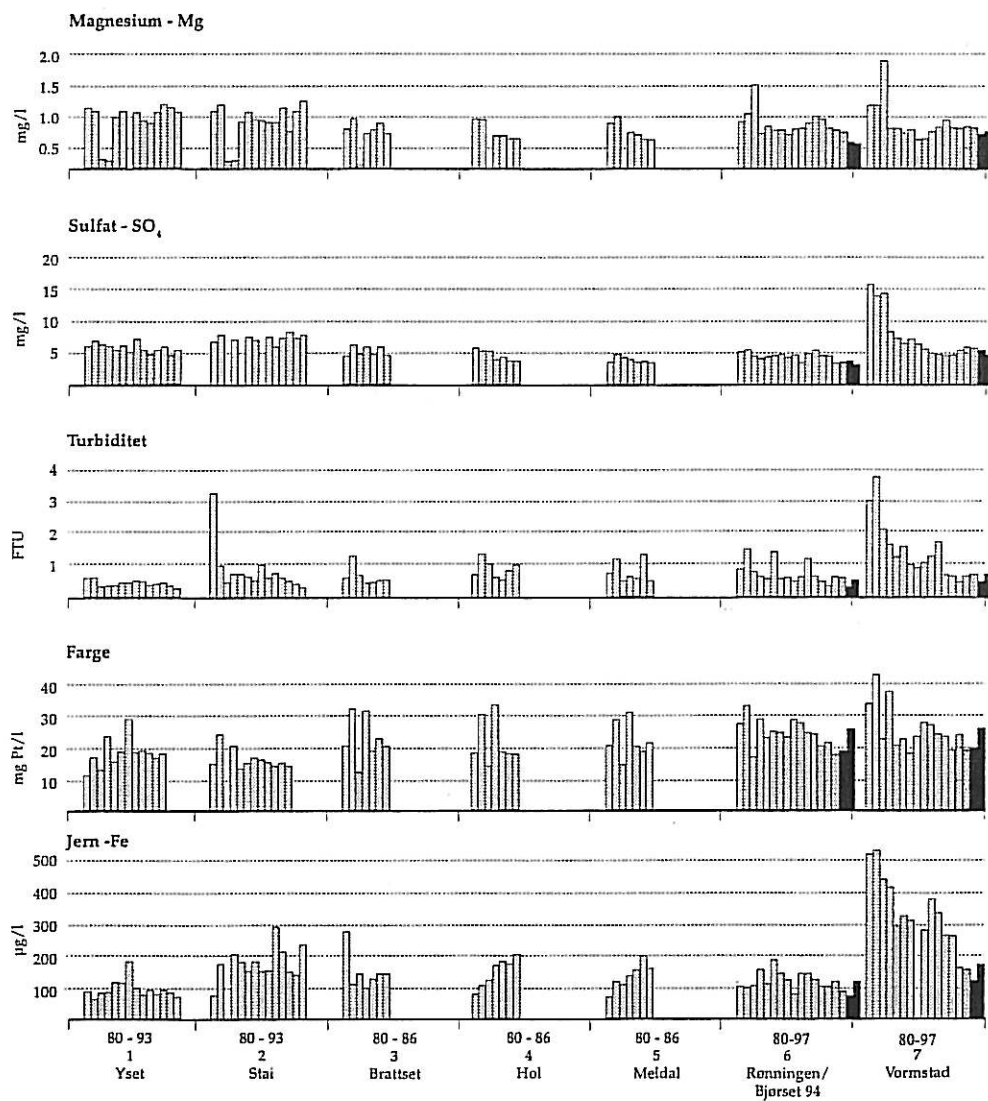
Orkla har fra naturens side et relativt høyt innhold av bl.a. kalsium. Dette gir meget gode livsbetingelser for planter og dyr, og er hovedårsaken til den frodighet som både planter og dyr oppviser i vassdraget (se kap. 3.3).



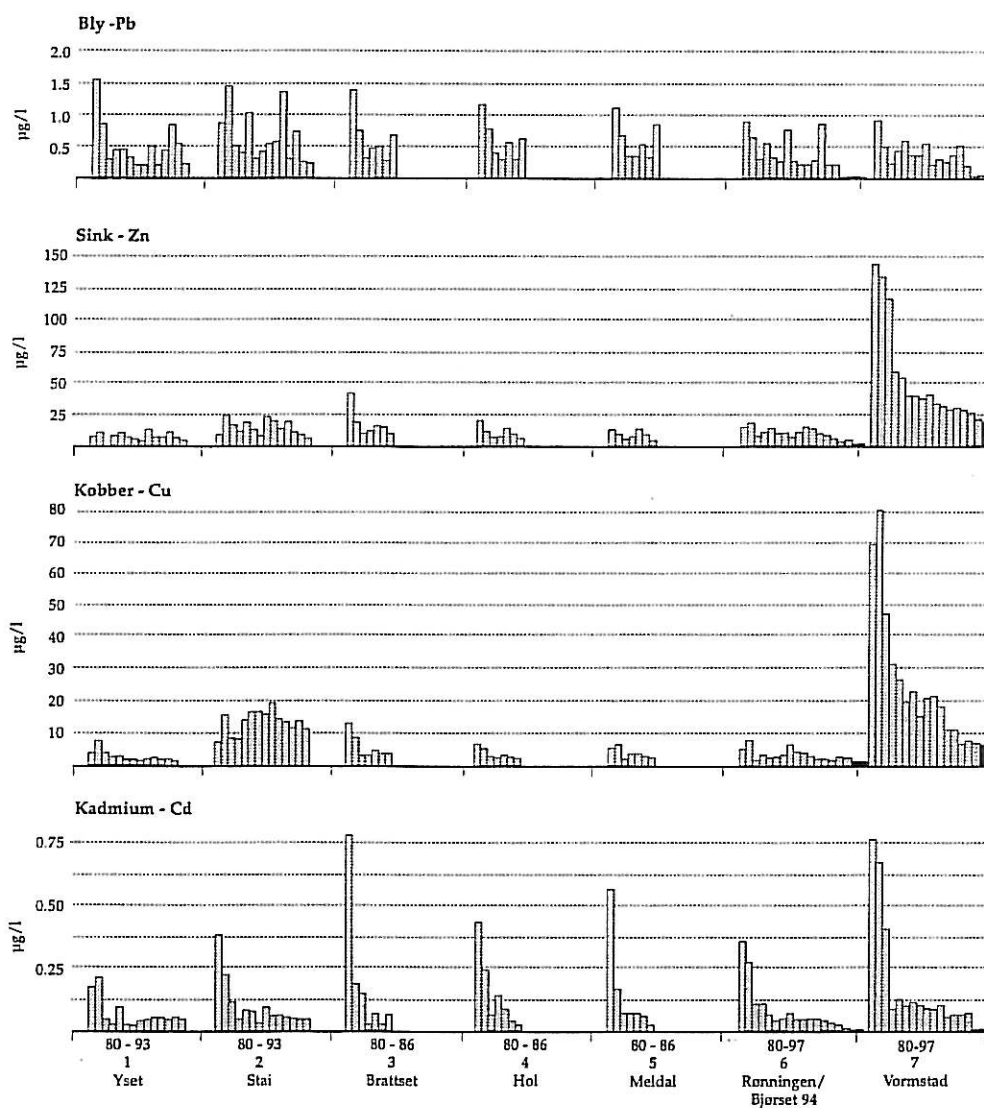
Figur 5 A. Kjemiske analysedata fra Orkla. Middelerdi for perioden 1980-97.



Figur 5 B. Kjemiske analysedata fra Orkla. Middelerdier for perioden 1980-97.



Figur 5 C. Kjemiske analysedata fra Orkla. Middelerdier for perioden 1980 - 97.



Figur 5 D. Kjemiske analysedata fra Orkla. Middelerdier for perioden 1980 - 97.

Organisk stoff

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

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

Verdiene 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* for stasjon Vormstad i 1996 og 1997, det samme som i 1995. Bjørset hadde i 1996 og 1997 et innhold av organisk stoff som plasserte også denne stasjonen i *tilstandsklasse II*, dvs. en vannkvalitet som betegnes som "mindre god". Tilsvarende vannkvalitet ble registrert i 1995.

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

Suspenderte partikler - slamtransport

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

På Vormstad har det vært en klar nedgang i turbiditetsverdiene siden begynnelsen av 1980 årene (fig. 5 C). Dette skyldes nok for en vesentlig del at tilførslene til Orkla via Raubekken er redusert. I de seks 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. Store nedbørmengder og et mildere klima i 1997 ga økt partikkeltransport 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 1996 og 1997 plasserer begge stasjonene med hensyn på vannkvalitet vurdert ut fra innhold av suspenderte partikler og i henhold til SFT's normer i beste *forurensingsklasse* (I). De store nedbørmengdene i 1997 resulterte i en større partikkeltransport til og i Orkla. Dette ga for året 1997 en vannkvalitet med hensyn til partikkelinnhold i *tilstandsklasse II*, mens resultatene for 1996 ga i *tilstandsklasse I*, ut fra SFT's klassifiseringssystem.

Metaller

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

Avrenning fra gruveområder er fortsatt det viktigste forurensningsproblem 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 - 1997.

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 µg/l for kobber og for sink 20.0 og 27.8 µg/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.

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

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 økte den årlige metalltransporten da til 168 kg kadmium, 25.7 tonn kobber, 66.3 tonn sink og hele 182 tonn jern.

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 vannføring og analyseverdi er døgnttransporten beregnet for en del sentrale komponenter. Ved å tidsveie verdiene for døgnttransport, er det i tabell 4 beregnet årstransport for perioden 1989-1997 (fig. 8C).

Tabell 3 Kobber- og sinkkonsentrasjoner gitt som årsmiddel for perioden 1977 - 1996 i Raubekken og i Orkla ved Vormstad ($\mu\text{g/l}$).
Fortynningsfaktor er konsentrasjoner i Raubk. : Konsentrasjoner ved Vormstad.

Lokalitet:	Raubekken ($\mu\text{g/l}$)		Orkla v/Vormstad ($\mu\text{g/l}$)		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

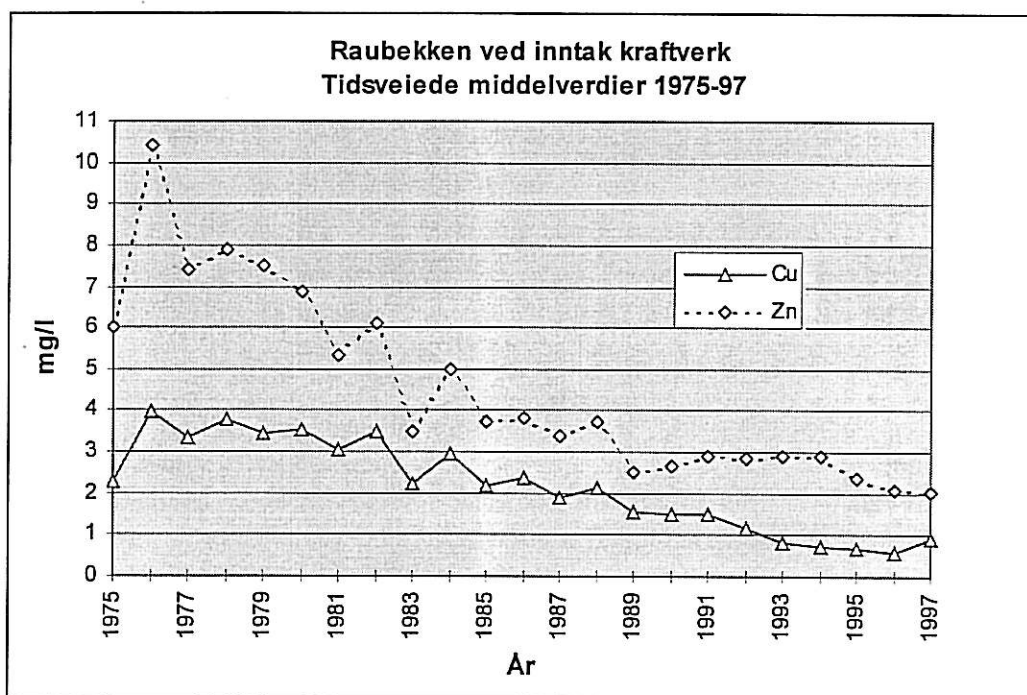
Tabell 4. Årlige verdier for samlet transport av metaller fra Løkken gruveområde til Orkla.

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

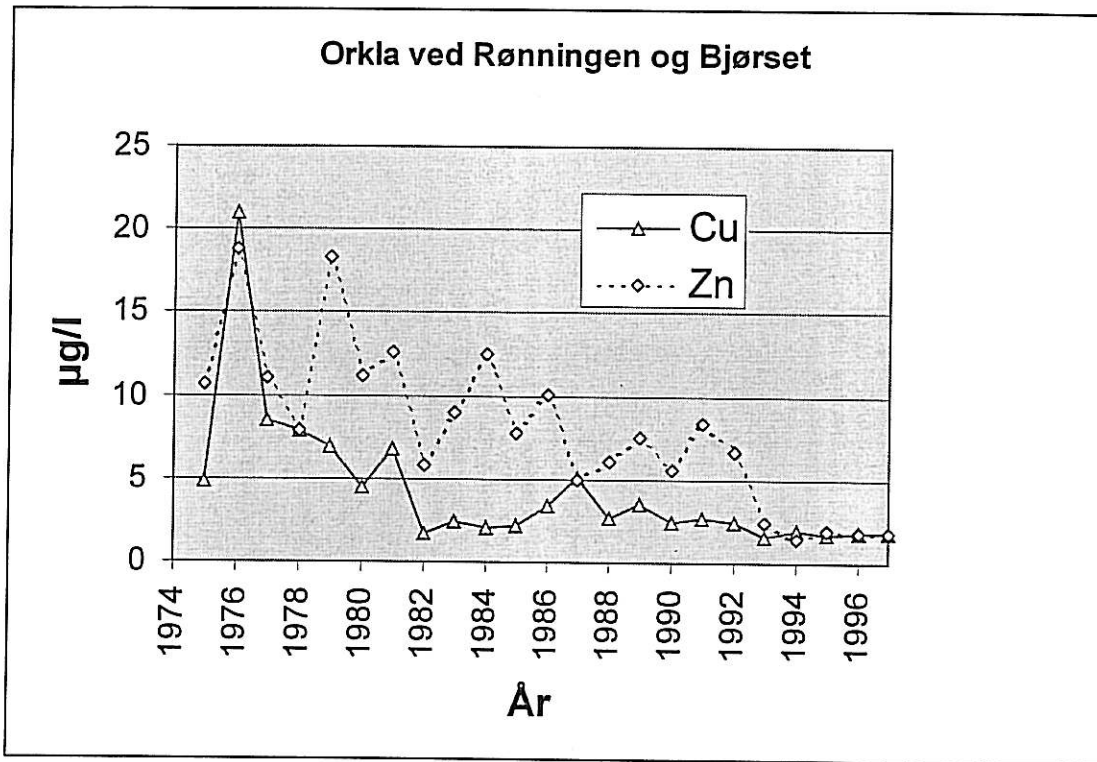
Av tabell 4 og figur 8C ser vi at resultatet av denne oppryddingen førte til at metalltransporten sank betydelig etter 1992 da alt drensvannet som ble oppsamlet ble ledet til Wallenberg gruve. De uvanlige nedbørsforhold vinteren 1997 førte trolig til at dreneringssystemet i gruveområdet ikke greide å ta unna alt drensvannet i denne perioden som normalt. Dette førte til 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 tungmetallkonsentrasjoner i Orkla vinteren 1997 (vedlegg 4BII). Forurensningssituasjonen normaliserte seg igjen etter vårfloppen.

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 blir da for året 1995 henholdsvis 18.25 tonn kobber, 51.40 tonn sink og 0.13 tonn kadmium. I 1996 reduseres transportverdiene videre og var da henholdsvis 9.78 tonn kobber, 28.7 tonn sink, 0.06 tonn kadmium og 0.08 tonn bly. I 1997 registrerer vi derimot en tildels betydelig økning i transporten av tungmetallene kobber, sink, kadmium og bly i Orkla ved Vormstad (28.60 tonn Cu, 87.90 tonn Zn, 0.17 tonn Cd og 0.34 tonn Pb : Ref. G. Holtan et. al. 1997 og 1998).

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 6. Kobber- og sinkkonsentrasjoner presentert som tidsveiede middelverdier for stasjonen i Raubekken (2T Raubekken ved inntak kraftverk) for perioden 1975-1997.



Figur 7. Kobber- og sinkkonsentrasjoner presentert som tidsveiede middelværdier ($\mu\text{g/l}$). Stasjon: Rønningen for perioden 1975-93 og Bjørset fra 1994-97.

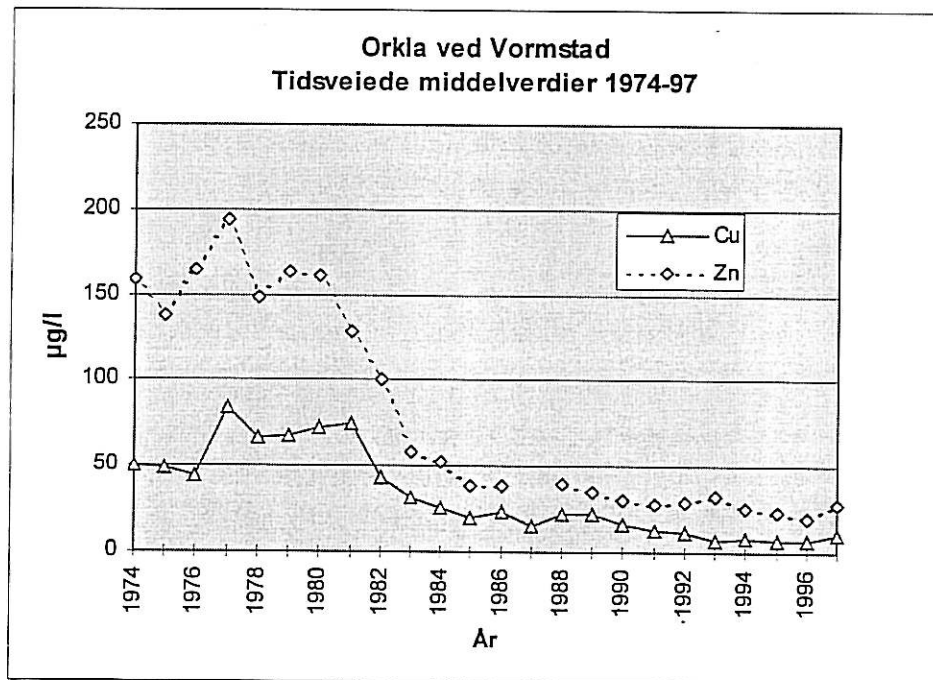


Fig. 8 A. Kobber- og sinkkonsentrasjoner presentert som tidsveiede middelværdier ($\mu\text{g/l}$) I Orkla ved Vormstad 1974-1997.

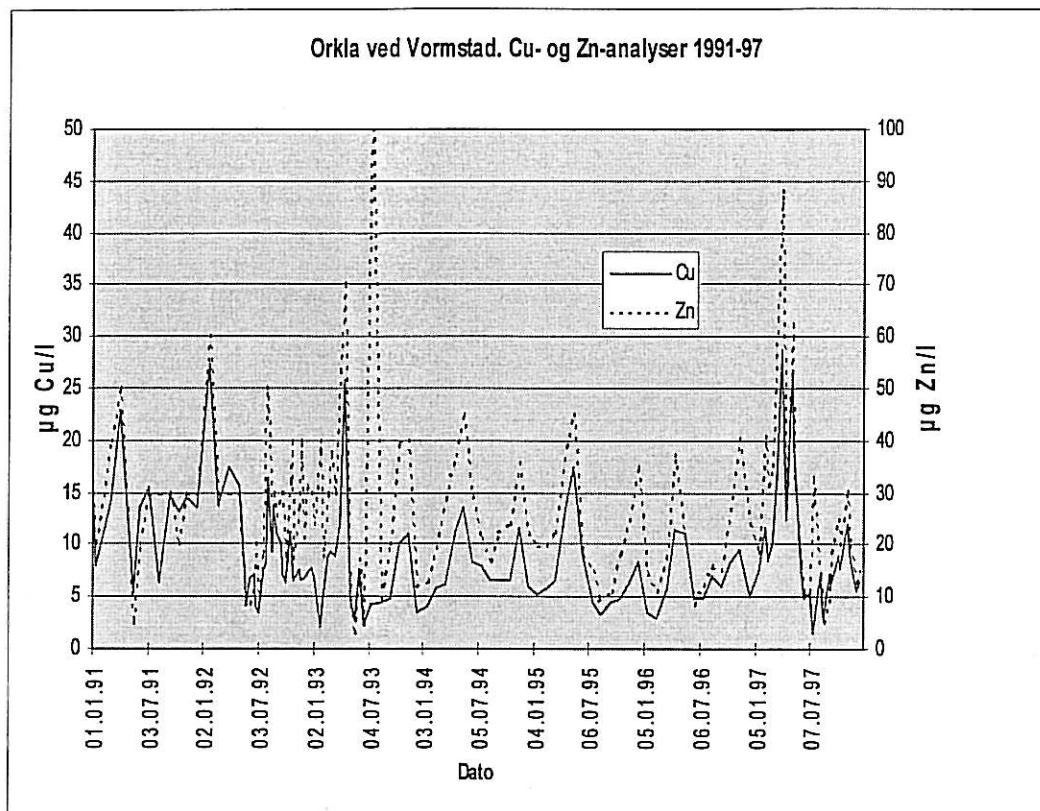


Fig. 8 B. Kobber- og sinkkonsentrasjoner presentert som enkeltverdier ($\mu\text{g/l}$) i Orkla ved Vormstad. Analyseresultater for perioden 1991-1997.

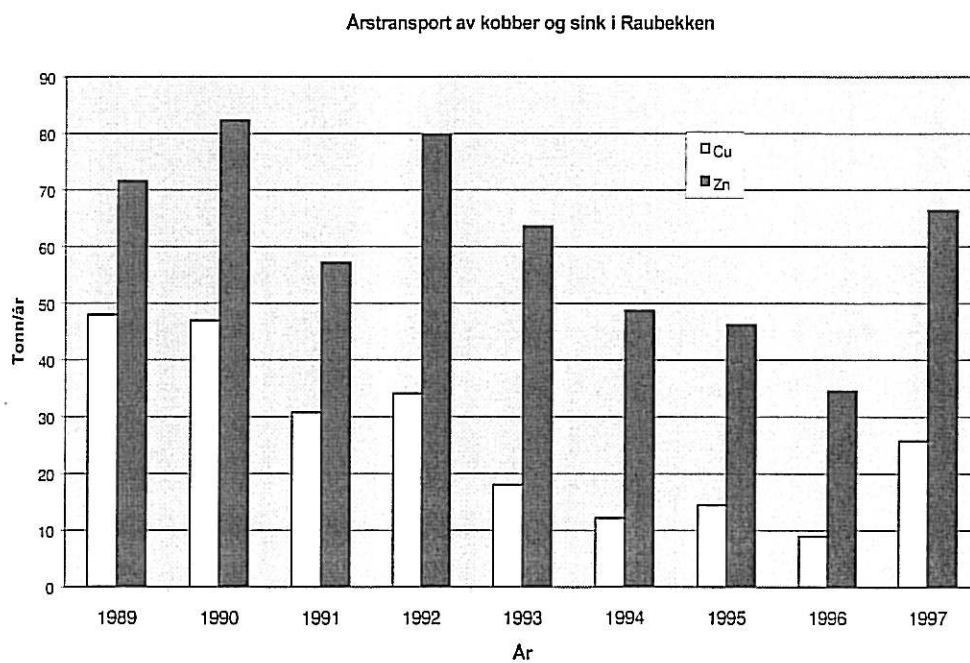


Fig. 8 C. Årstransportverdier for kobber og sink i Raubekken i perioden 1989 til 1997.

3.3 Biologi

3.3.1 Begroing

Som tidligere år var begroingen preget av arter som er vanlige i rent strømmende vann med et relativt høyt elektrolyttinnhold. I 1996 var det på stasjonen i Orkla ved Kvikne (Stai st. 2) indikasjoner på et noe høyere innhold av næringssalter enn på de øvrige stasjonene. Stasjon 1, Yset hadde en mindre forekomst av bakterien *Sphaerotilus natans*. Dette indikerer en større tilførsel av lett nedbrytbart organisk materiale enn tidligere ved Stai. Stasjonen i sidevassdraget Ya var som før preget av metallpåvirkning med svakt utviklet begroing og redusert artsmangfold. Lengst ned i Orkla ved Vormstad ga hverken antallet arter eller sammensetningen av algesamfunnet noen indikasjon på forurensning i 1996.

Høy vannføring under feltperioden i 1997 resulterte i at det bare var mulig å ta prøver fra de øverste stasjonene i vassdraget dette året. Som tidligere år var begroingen i 1997 preget av arter som er vanlige i rent strømmende vann med et relativt høyt elektrolyttinnhold. På stasjon 2, Orkla ved Kvikne (Stai) var det indikasjoner på et noe høyere innhold av næringssalter enn på de øvrige stasjonene. Ya var som tidligere preget av metallpåvirkning med svakt utviklet begroing. Artsantallet var imidlertid betydelig høyere i 1997 enn i 1996.

Metoder

Begroing er en fellesbetegnelse for organismesamfunn festet på elvebunnen eller annet substrat, og består i hovedsak av bakterier, sopp, alger og moser. I rennende vann spiller begroingen stor rolle ved opptak og omsetning av løste næringssalter og lett nedbrytbart 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 27. september i 1996 ble det samlet inn prøver av begroingen ved 8 stasjoner i vassdraget, og ved befaringen den 9. september i 1997 ble det samlet inn prøver fra begroingen på 3 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 laboratoriet i Oslo for videre analyse. En liste over de artene som ble registrert i materialet for 1996 og 1997 er stillt sammen i vedlegg 6 (tabell 6A og 6B).

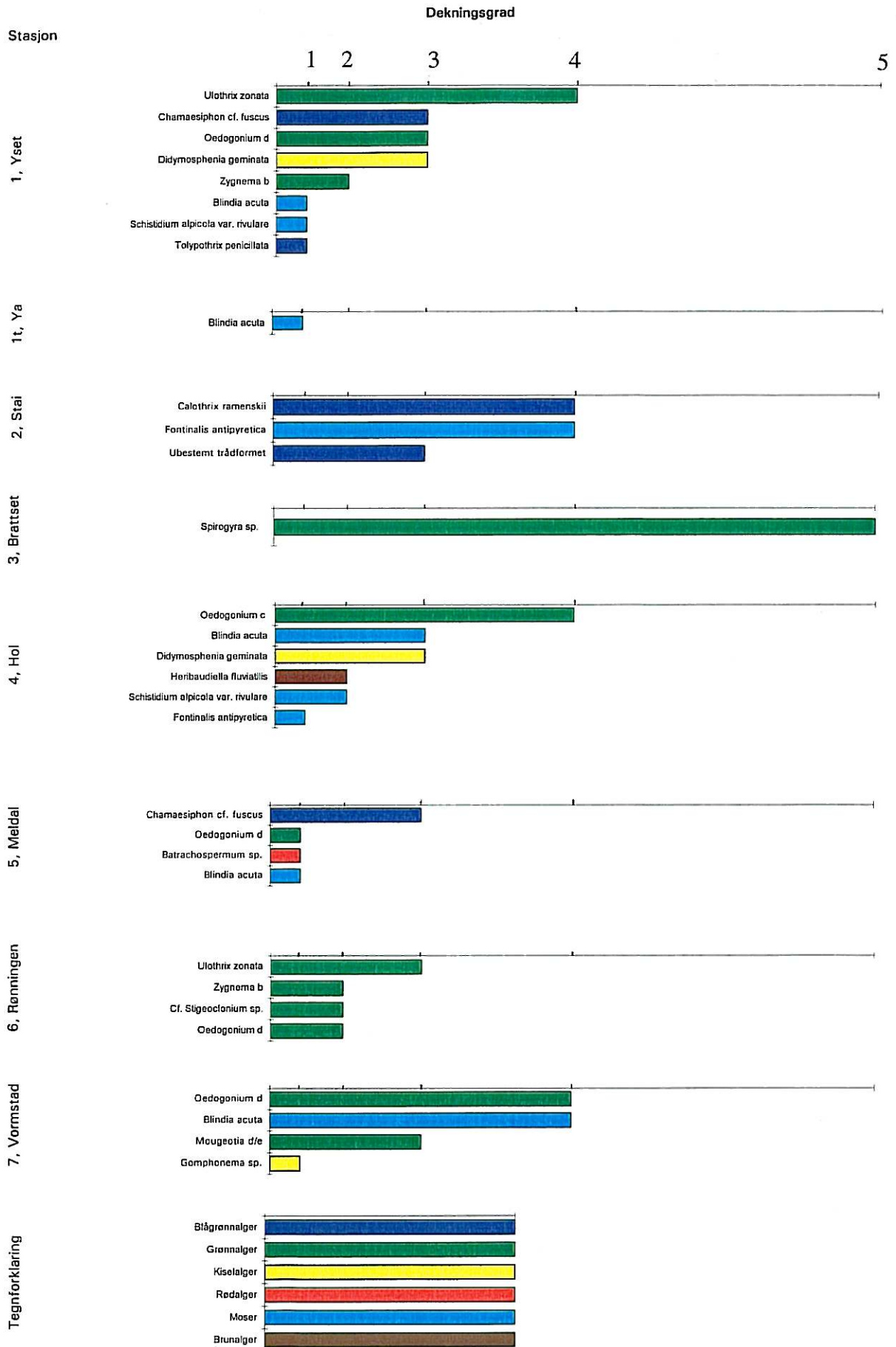


Fig. 9. Orkla. Resultater fra begroingsundersøkelsen i 1996. Viktige begroings-elementer og deres dekningsgrad

Stasjon 1, Yset

Prøvene i 1996 og 1997 ble som før tatt i området ved en terskel ca. 100 m oppstrøms veibro, i et parti med småstryk hvor substrat er sammensatt av store og mellomstore steiner.

Vanntemperaturen var på prøvetakingsdagen i 1996 4.4 °C og i 1997 8.2 °C. Vannstanden var lav og vannføringen liten i 1996, men i 1997 var den relativt høy.

I 1996 var begroingen dominert av grønnalgene *Ulothrix zonata* og *Oedogonium* d. *Ulothrix zonata* er en av de få grønnalgene som med forholdsvis stor sikkerhet kan gjenkjennes i felt. Arten trives i kaldt, nøytralt eller svakt basisk vann. *Ulothrix zonata* er forurensningstolerant, men finnes også i rene vassdrag når elektrolyttinnholdet er høyt nok. Grønnalgen *Zygnema* b, som regnes som en god rentvannsindikator, hadde en godt utviklet forekomst. Mosen *Blindia acuta* er en god indikator på næringsfattig vann, og hadde som tidligere en godt utviklet forekomst. Bakterien *Sphaerotilus natans* var tilstede i begroingen og indikerer tilførsel av noe lett nedbrytbart organisk soff. Artssammensetningen var stort sett som tidligere år. Antallet blågrønnalger var imidlertid markert høyere enn tidligere år (fig. 10 A). Det ble ikke observert arter som indikerer tilførsel av næringssalter eller løst organisk materiale.

Forholdene under prøvetakingen i 1997 viser at begroingen da var dominert av kiselagene *Didymosphenia geminata* og *Synedra ulna*. *Didymosphenia* trives i kaldt, nøytralt eller noe basisk vann, og har en vid utbredelse på lokaliteter med svært forskjellig næringstilgang. Et visst innhold av salter er gunstig for veksten. Ved moderat forurensning kan *Didymosphenia* få stor forekomst, men den forsvinner når forurensningen blir betydelig. Mosene *Blindia acuta* og *Schistidium alpicola* var. *rivulare*, er begge vanligst i rene, upåvirkede vassdrag. Artssammensetningen var stort sett som tidligere år, og artsantallet var som i 1996. Det ble ikke observert arter som indikerer tilførsel av næringssalter eller løst organisk materiale.

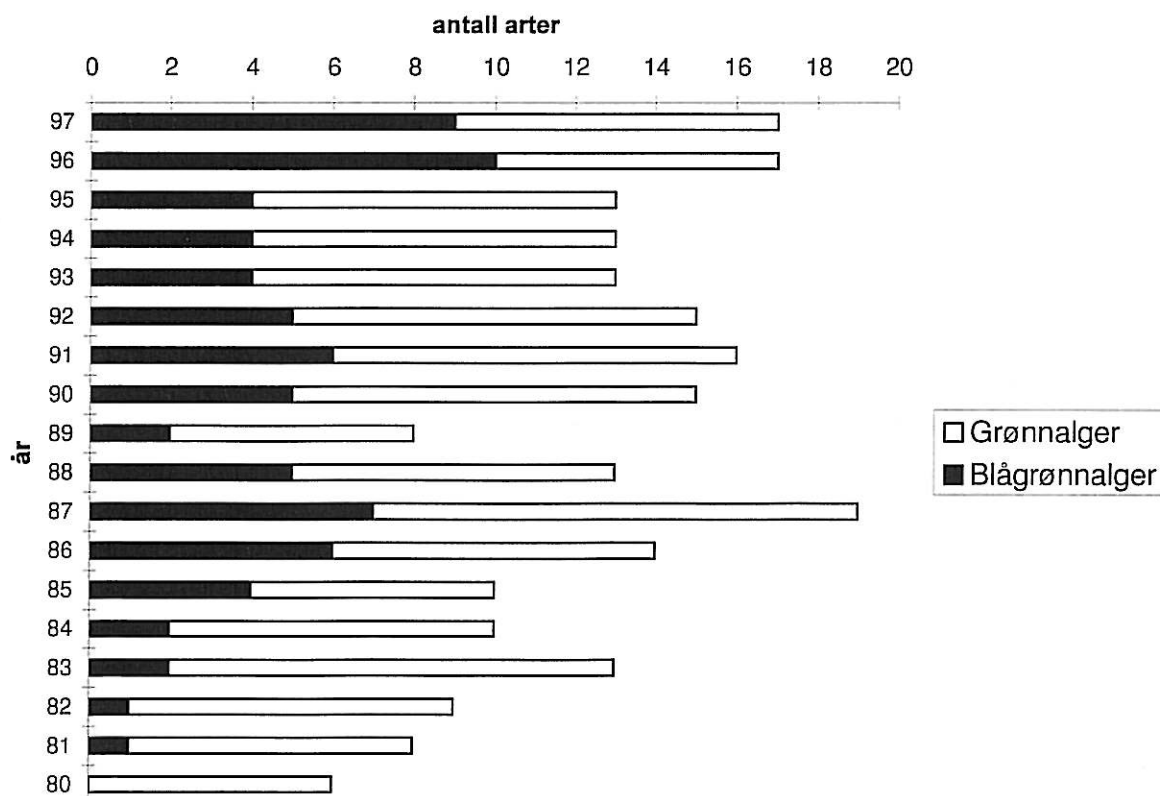


Fig. 10 A. Artsantall for grønn- og blågrønnalger på stasjon 1, (Yset) i Orkla. Resultater for perioden 1980-97.

Stasjon 1t, Ya

Prøvene i 1996 og 1997 ble som før tatt i ca. 100-150 m oppstrøms bro over riksveien i et parti med jevne stryk, og et substrat bestående av mellomstore og store steiner. Vanntemperaturen var på prøvetakingsdagen i 1996 3.2 °C og i 1997 7.5 °C. Vannstanden var i 1996 lav og vannføringen middels mens den i 1997 var moderat høy og stigende.

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 i 1996 lavt (Fig. 10 B) og samfunnet var tydelig påvirket av metallforurensning. Dette endrer seg noe i 1997 hvor artsantallet var betydelig høyere enn året før og samfunnet var noe mindre preget av metallforurensning.

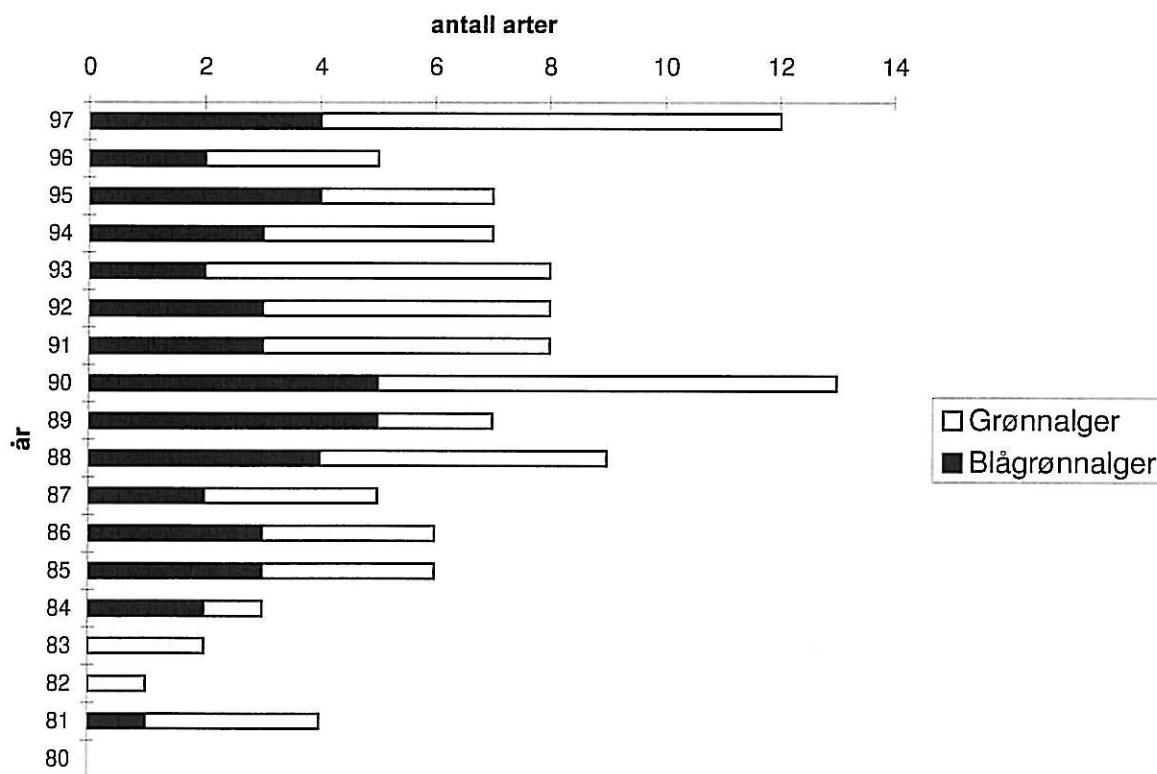


Fig. 10 B. Artsantall for grønn- og blågrønnalger på stasjon 1t, Ya i Orklavassdraget. Resultater for perioden 1980-97.

Stasjon 2, Stai

Prøvene i 1996 og 1997 ble som før tatt i på vestsiden, ca. 150 til 250 m nedstrøms Stai bro, i et stilleflytende parti med substrat av mellomstore steiner, småstein og grus. Vann-temperaturen var på prøvetakingsdagen i 1996 4.2 °C og i 1997 9.0 °C. Vannføringen var middels i 1996 og noe høy i 1997.

Begroingen var som tidligere også i 1996 og 1997 dominert av blågrønnalgen *Calothrix ramenskii* og mosen *Fontinalis antipyretica*. *Calothrix ramenskii* er vanlig i naturlig næringsrikt vann med høyt innhold av elektrolytter. *Fontinalis antipyretica* er tolerant for forurensning og får ofte stor forekomst i næringsrikt vann. Blågrønnalgen *Rivularia biasoletiana* som i 1997 hadde en godt utviklet forekomst, vokser bare i nøytralt vann med naturlig høyt elektrolyttinnhold. *R. biasoletiana* er hittil bare funnet i upåvirkede vassdrag. Begroingselementene var i hovedtrekk de samme som tidligere år. Bakterien *Sphaerotilus natans* som var tilstede på lokaliteten i 1993, ble observert som enkelttråder. Begroingen ga ingen indikasjon på høyt innhold av tungmetaller, men vannets innhold av næringssalter kan synes å være noe høyere enn på de øvrige stasjonene i vassdraget.

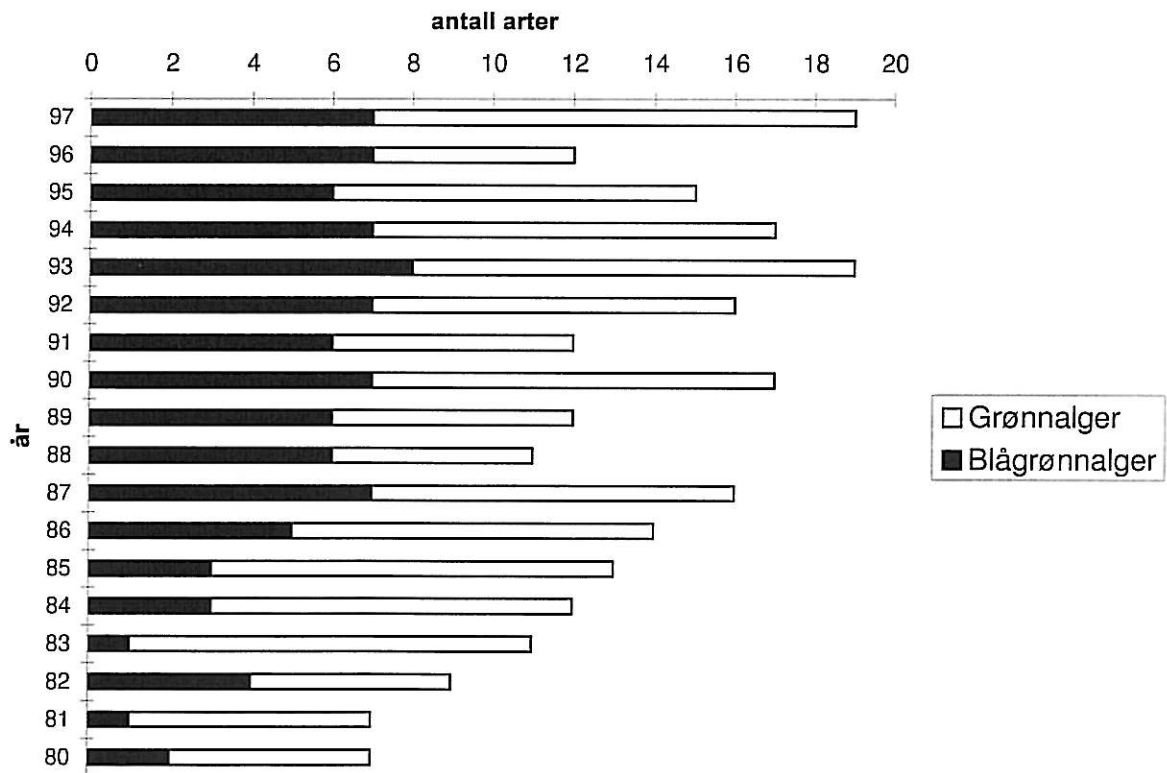


Fig. 10 C. Artsantall for grønn- og blågrønnalger på stasjon 2, Stai i Orkla. Resultater for perioden 1980-97.

Stasjon 3, Brattset

Prøvene ble i 1996 tatt i et parti med nær stilleflytende vann, rett oppstrøms tilløpet fra en sideelv. Substrat var på prøvetakingslokaliteten sammensatt av mellomstore og store steiner. Vanntemperaturen var på prøvetakingsdagen 5.6 °C. Middels vannføring.

Begroingen var helt dominert av grønnalgen *Spirogyra* sp.(34-40µm). Slekten *Spirogyra* kan bare artsbestemmes hvis en har fertilt materiale, noe som manglet her. Kiselalgen *Tabellaria flocculosa*, som tidligere år har hatt masseforekomst, hadde i 1996 en betydelig mindre forekomst. Arter som indikerer lavt innhold av næringssalter var tilstede, og artsantallet var omtrent som tidligere år. Forurensningseffekter ble ikke påvist.

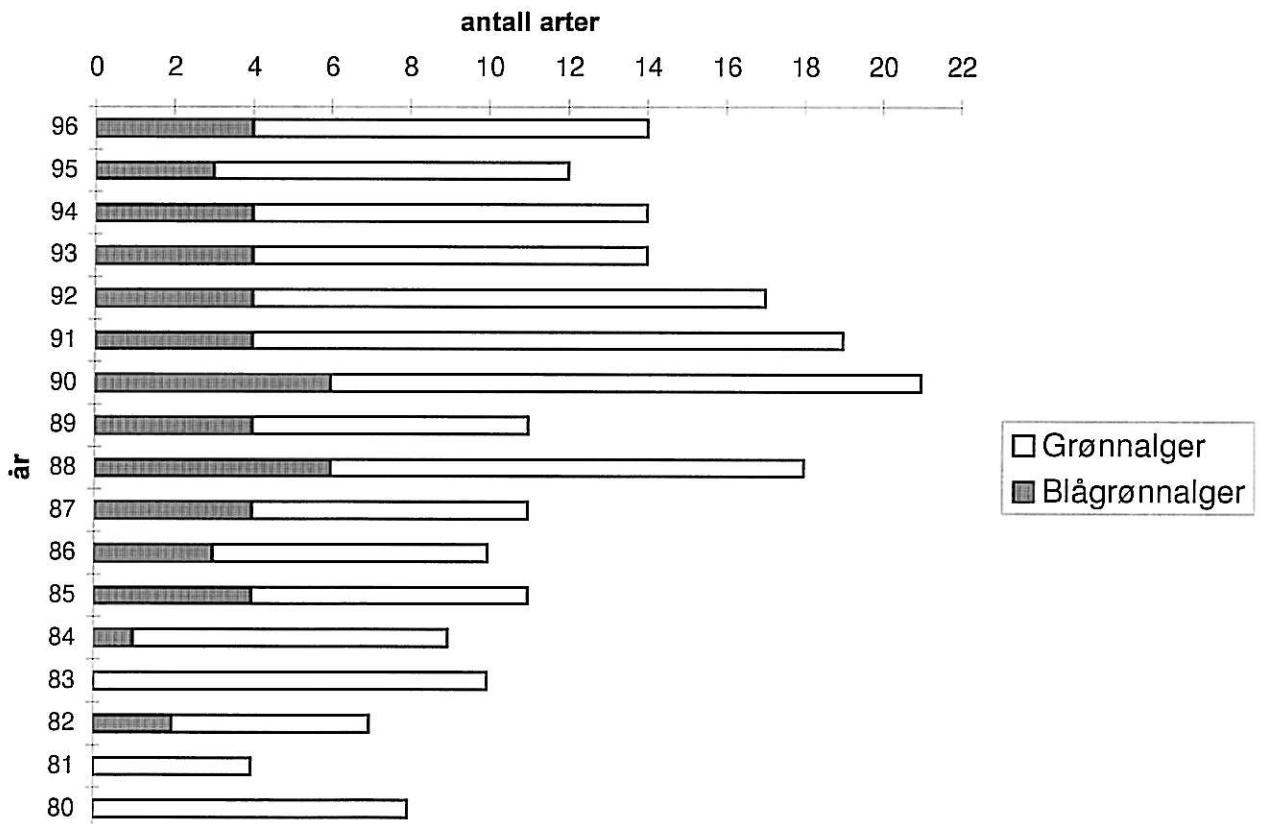


Fig. 10 D. Artsantall grønn- og blågrønnalger i årene 1980 - 96 . Stasjon 3, Brattset. Orkla.

Stasjon 4, Hol

Prøvene ble i 1996 tatt ca. 200 til 250m oppstrøms hengebro i et parti med småstryk og på et substrat bestående av store og mellomstore steiner. Vanntemperaturen var på den dagen da prøvetaking fant sted 7.8 °C. Både vannføring og vannstand var normal.

Begroingen var dominert av grønnalgen *Oedogonium* c. Artene innen denne slekten kan bare artsbestemmes når en har fertilt materiale. Begroingselementene var i hovedtrekk de samme som tidligere år med relativt stor forekomst av kiselalgen *Didymosphenia geminata*, og en godt utviklet mosevegetasjon med *Blindia acuta* (rentvannsindikator) som dominerende art. Brunalgen *Heribaudiella fluviatilis* som hadde en godt utviklet forekomst, er ikke observert i Orkla tidligere. *Heribaudiella* er bare funnet i næringsfattige vassdrag med høyt kalkinnhold. Hverken mengdemessig forekomst eller artssammensetning indikerer forurensning.

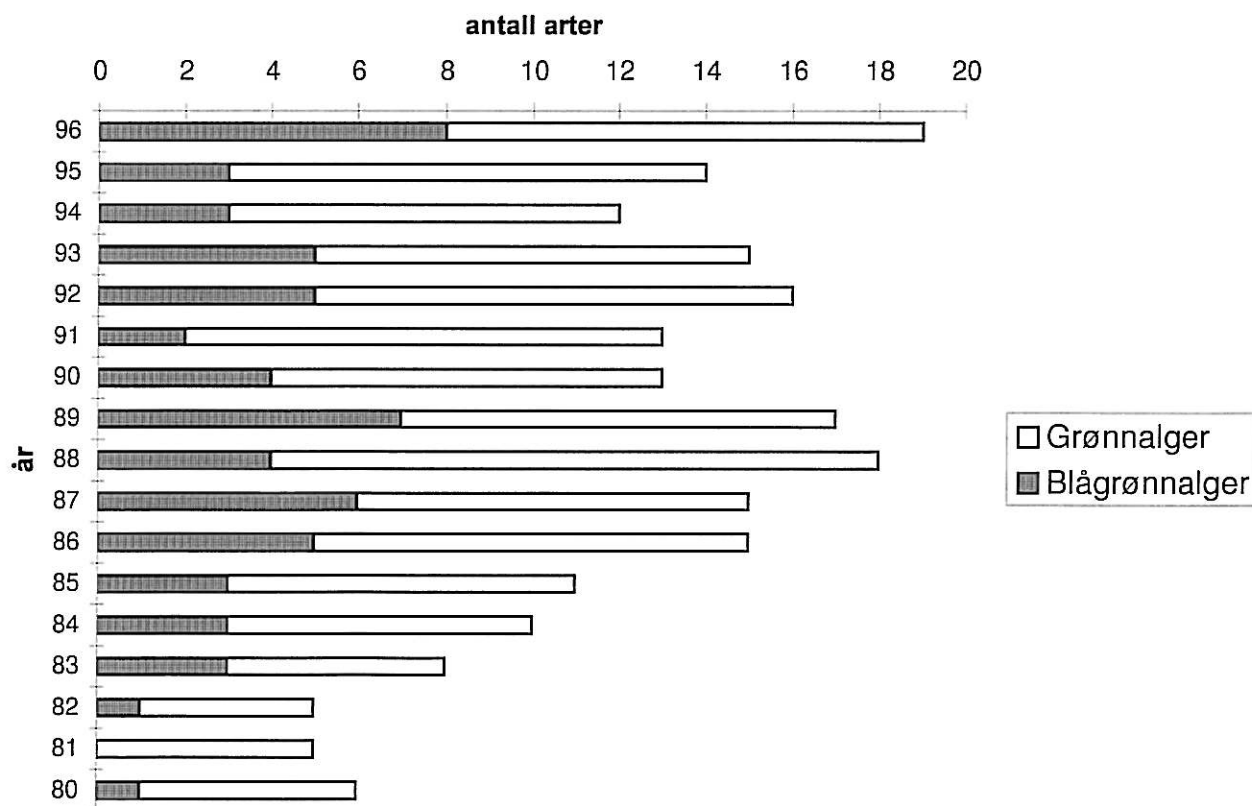


Fig. 10 E. Artsantall for grønn- og blågrønnalger i årene 1980 - 96. Stasjon 4, Hol, Orkla.

Stasjon 5, Bjørset (Meldal)

Prøvene ble i 1996 tatt på vestsiden ca. 200 m oppstrøms bro, i jevnt strykende og tildels kraftig strømmende vann med substrat av små og mellomstore steiner. Vanntemperaturen var på prøvetakingsdagen 7.2 °C. Middels til lav vannføring.

Begroingen var som tidligere relativt svakt utviklet og hadde i hovedtrekk de samme begroings-elementene som før. Artsantallet var imidlertid betydelig høyere enn tidligere år. Blågrønnalgen *Chamaesiphon* cf. *fuscus* dannet et skorpeformet mørkt belegg på en del av stenene. Rentvannsformer som mosen *Blindia acuta* og grønnalgen *Bulbochaete* sp., var tilstede i begroingen. Arter som indikerer forurensning ble ikke observert.

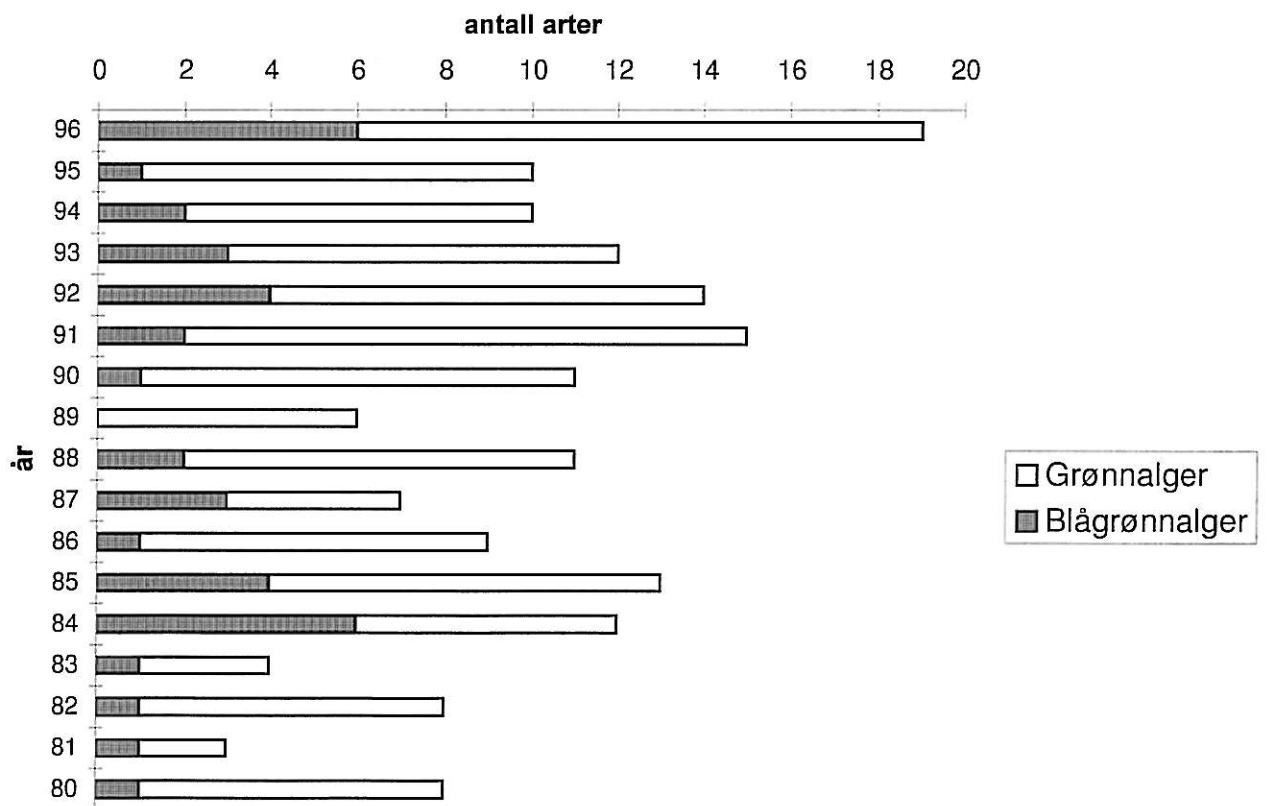


Fig. 10 E. Artsantall for grønn- og blågrønnalger i årene 1980 - 96. Stasjon 5, Bjørset (Meldal). Orkla.

Stasjon 6, Rønningen

Prøvene i 1996 ble tatt ca. 200 m oppstrøms campingplassen i et jevnt strykende parti med substrat av store og mellomstore steiner. Vanntemperaturen var på prøvetakingsdagen 7.2 °C. Vannføring og vannstand var normal /noe lav.

Begroingen var preget av trådformede grønnalger med *Ulothrix zonata* som dominerende art. Ved moderat forurensning kan denne arten få stor forekomst, men den finnes også i rent vann. Grønnalgen *Zygnema* b som regnes som en god rentvannsindikator, var tilstede som tidligere. Artsantallet var særlig for grønnalgene, betydelig høyere enn de seneste årene (Fig. 10 G). Hverken mengdemessig forekomst eller artssammensetning indikerer påvirkning av forurensning

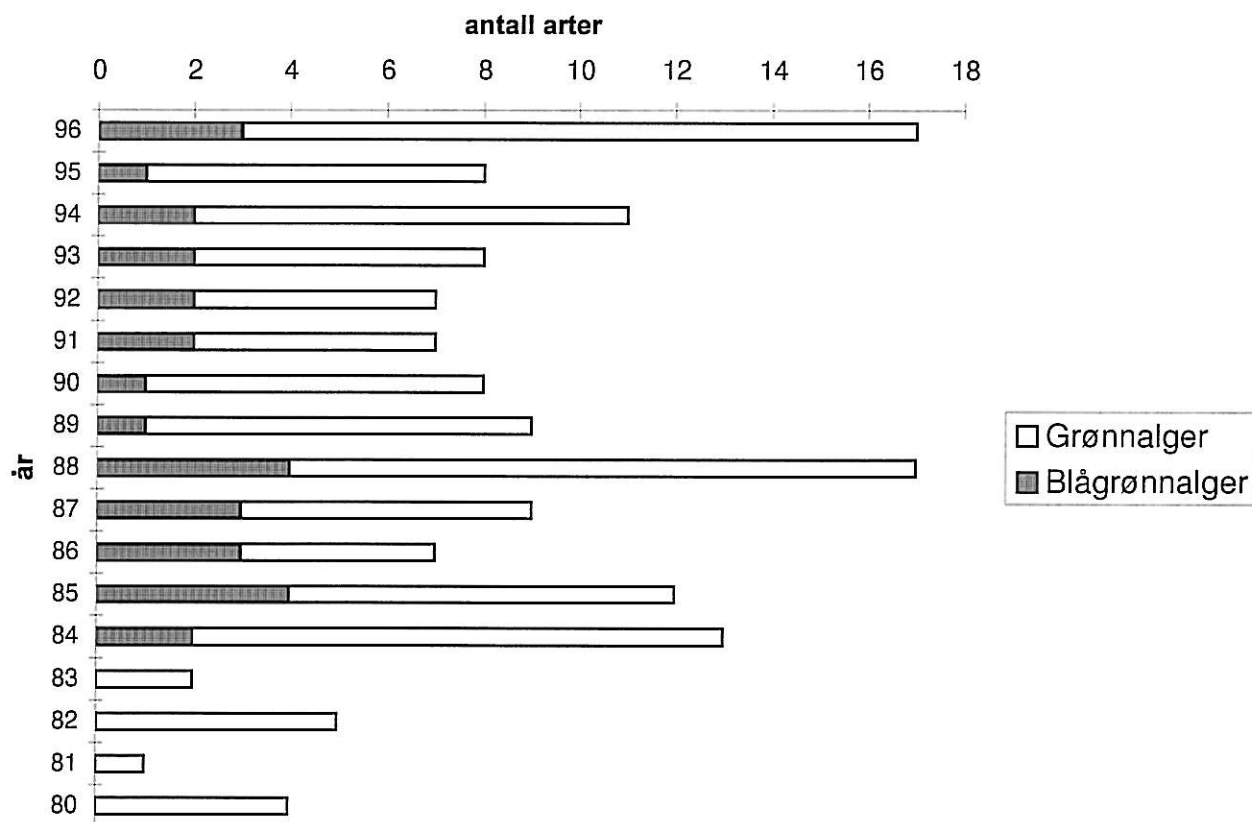


Fig. 10 G. Artsantall for grønn- og blågrønnalger i årene 1980 - 96. Stasjon 6, Rønningen. Orkla.

Stasjon 7, Vormstad

Prøvene ble i 1996 tatt på østsiden ca.50 m oppstrøms bro i et jevnt strykende elveparti med substrat av store og mellomstore steiner. Vanntemperaturen var på prøvetakingsdagen 7.5 °C. Vannføringen var lav.

Grønnalgene *Oedogonium* d og *Mougeotia* d/e dominerte begroingen. Mosen *Blindia acuta*, som regnes som en god rentvannsindikator, hadde som tidligere en godt utviklet forekomst. Grønnalgen *Zygnema* b, hadde omtrent samme forekomst som i 1995. Antall arter grønnalger var høyere enn tidligere, mens artssammensetning i hovedtrekk var som før. Arter som indikerer forurensningsbelastning ble ikke observert.

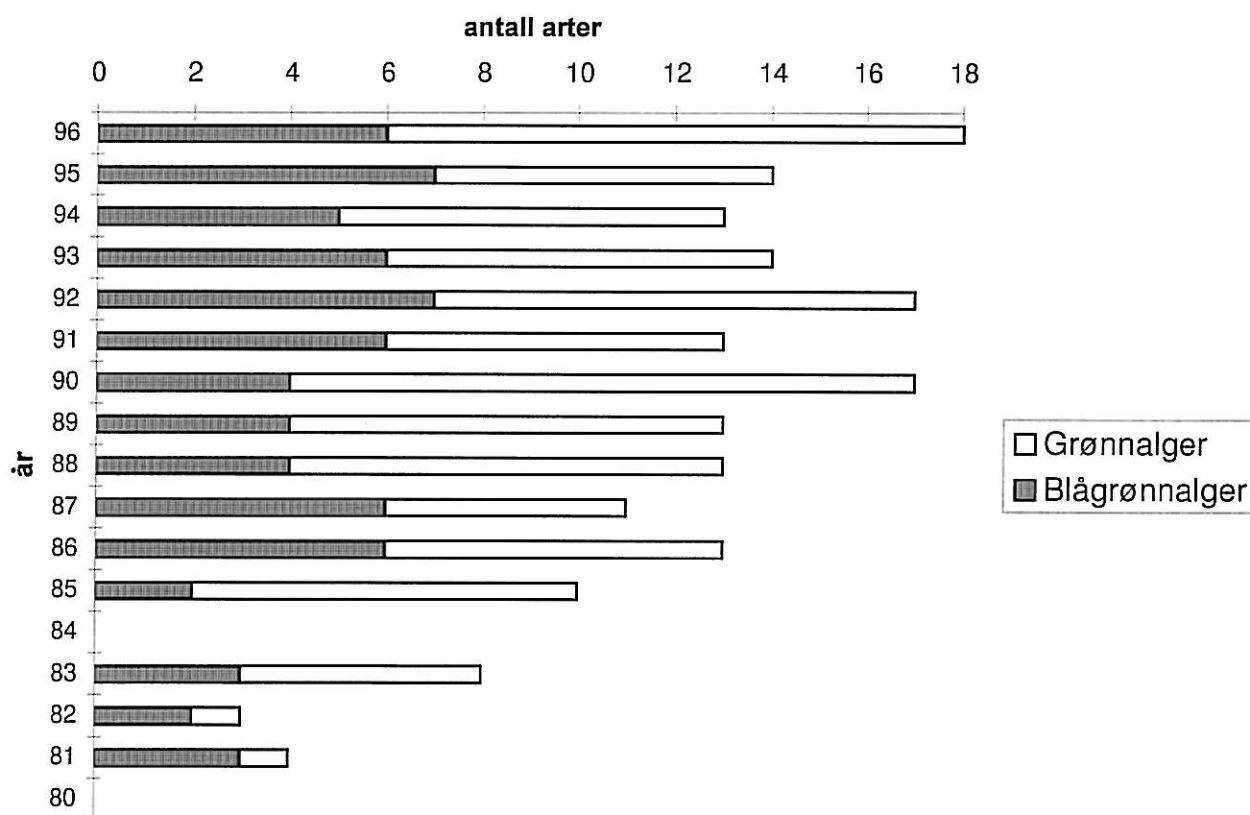


Fig. 10 H. Artsantall for grønn- og blågrønnalger i årene 1980 - 96. Stasjon 7, Vormstad. Orkla.

3. 3. 2 Bunndyr

Bunndyrsamfunnene er rikt og variert sammensatt i Orkla fra naturens side. Overvåkningsundersøkelsene har vist at i sidevassdraget Ya er bunnfaunaen sterkt påvirket av kobber forurensningen fra de nedlagte Kvikne kobbergruver. I Orkla ved Stai i Kvikne er det ikke påvist forurensningseffekter som har påvirket bunnfaunaens oppbygning i det materialet som ble hentet inn fra denne stasjonen i 1996. Også på stasjonen i Orkla ved Vormstad nedenfor Løkkenområdet avspeiler materialet som ble hentet inn i 1996 en normalt utviklet bunnfauna.

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

Metoder

Den 27. september i 1996 og den 9. September i 1997 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 å bli bearbeidet på laboratoriet i Oslo. Bunndyrene ble her plukket ut og gruppert i hovedgrupper

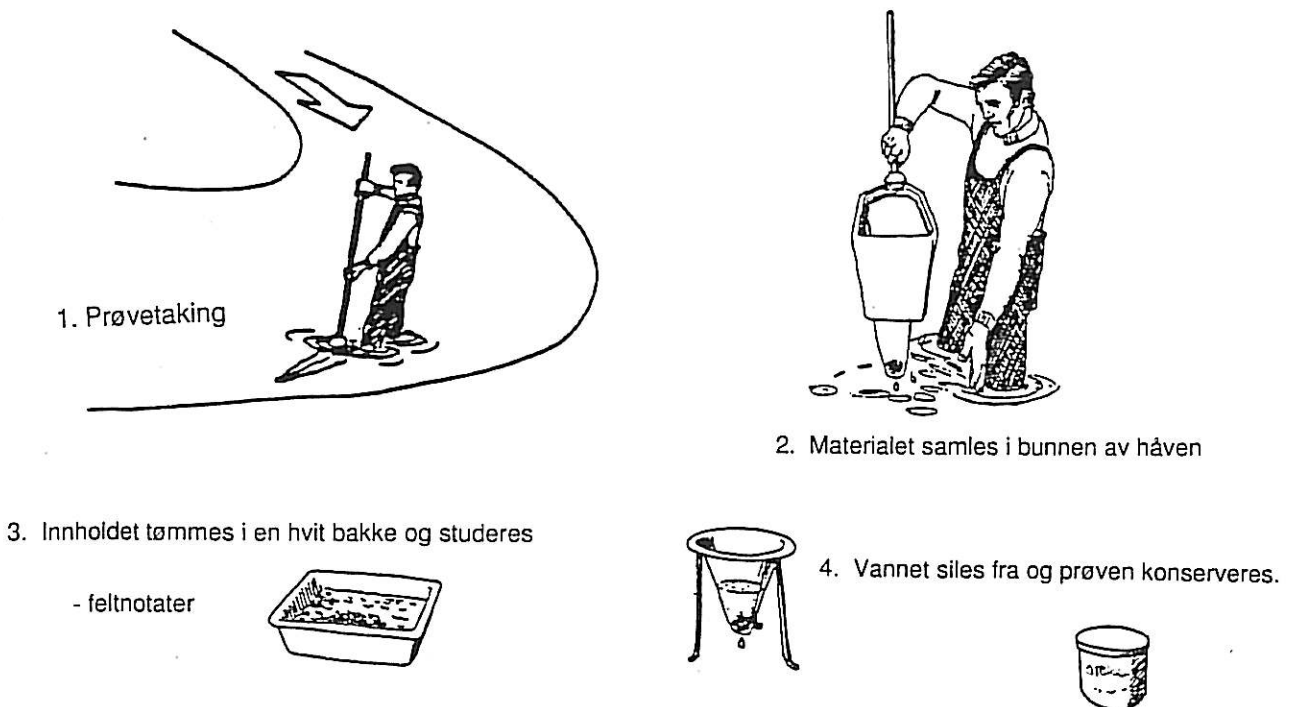


Fig. 11. Skjematisk fremstilling av arbeidsprosedyren i felt ved bruk av elvehåv for innsamling av prøver av vassdragets bunndyrsamfunn.

Resultater

Resultatene er fremstilt i fig. 12 og sammenstillt i vedlegg 7. Lokalitetsangivelse for de ulike prøvetakingsstasjonene er gitt i vedlegg 1. Nærmere beskrivelse av de enkelte lokaliteter, vanntemperatur og vannføringsforhold fremgår av foregående avsnitt om begroing.

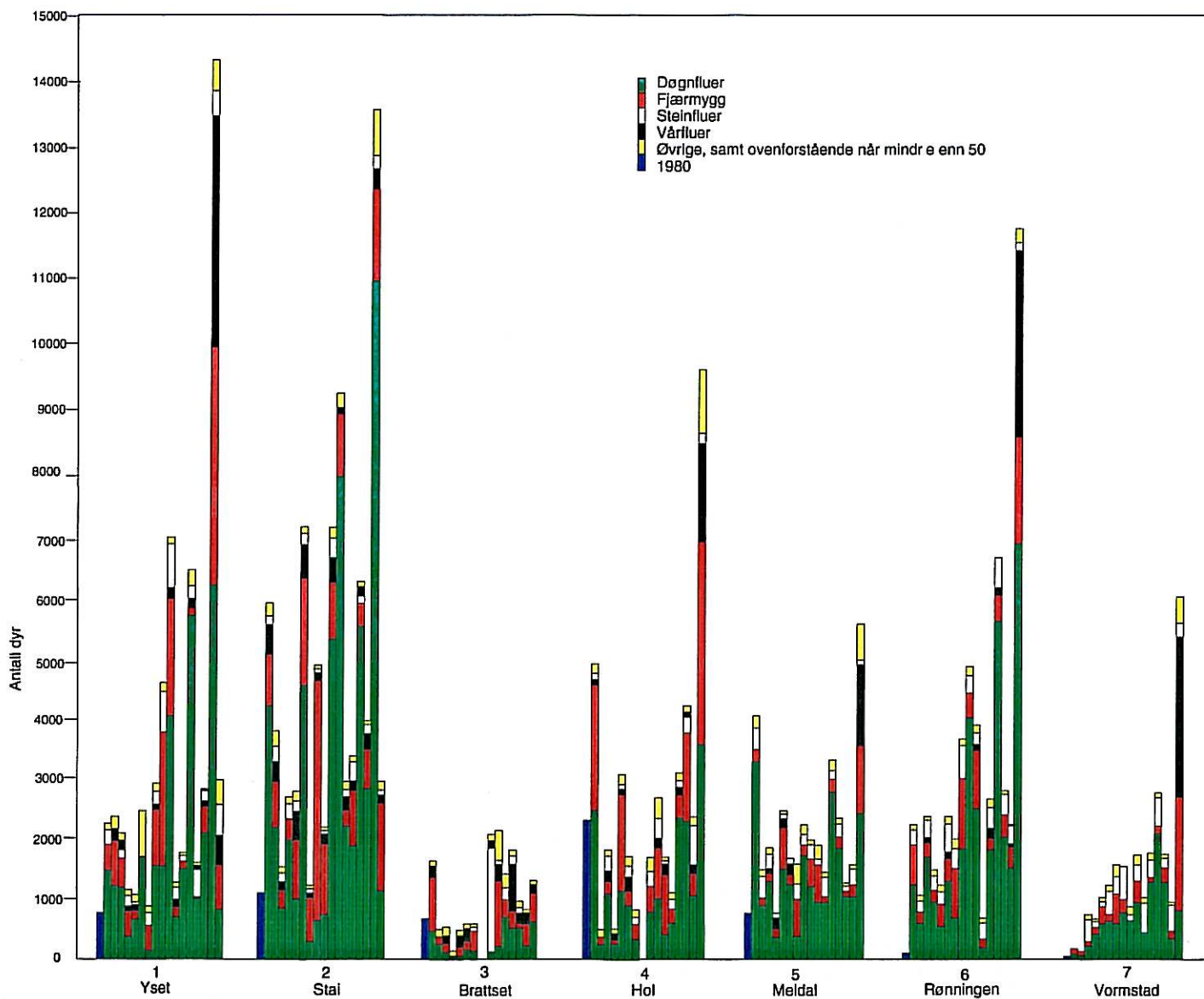


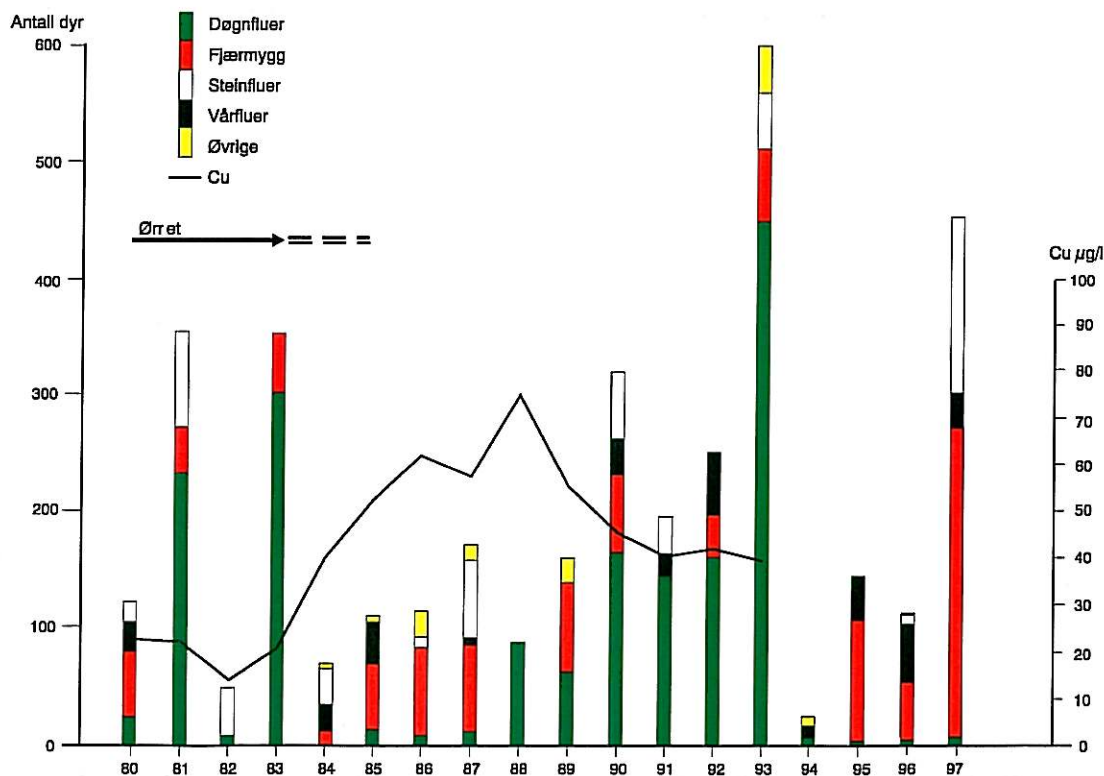
Fig. 12. Bunndyr i Orkla 1980 - 1997. Antall dyr i hver prøve. Høstprøver. Metode NS 4719 (maskestørrelse 250 μ m). 3 min prøve.

Stasjon 1, Yset

Bunndyrsamfunnets sammensetning i Orkla ved Yset viser en noe større variasjon i 1996 og 1997 enn året før (vedleg 7). Tettheten av bunndyr var nokså lik i 1995 og 1997, mens den i 1996 var betydelig høyere, noe som også er tilfelle for mange av de andre stasjonene dette året. Dette skyldes stor tetthet av stein-, døgn- og fjærmygglarver. Gruppen døgnfluener var som vanlig godt representert i materialet med arter som *Baetis rhodani*, *Heptagenia* sp. og *Ephemerella* sp. Såvel steinfluer som fjærmygg forekom i normalt antall. Bunnfaunaens sammensetning indikerer ikke forurensningspåvirkninger.

Stasjon 1t, Ya

Bunndyrsamfunnets sammensetning var også denne gang meget fattig på denne lokaliteten (fig. 13), selv om det var en noe større tetthet i 1997 enn i årene før. Døgnfluener, vårfluener, steinfluer og fjærmygg ble registrert i materialet, men antallet var svært lavt om en ser det i forhold til resultatene fra bearbeidingen av materialet frastasjonene ved Yset og Stai i Orkla. Årsaken til den fattige bunnfaunaen er de høye kobberkonsentrasjonene på denne stasjonen. 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).

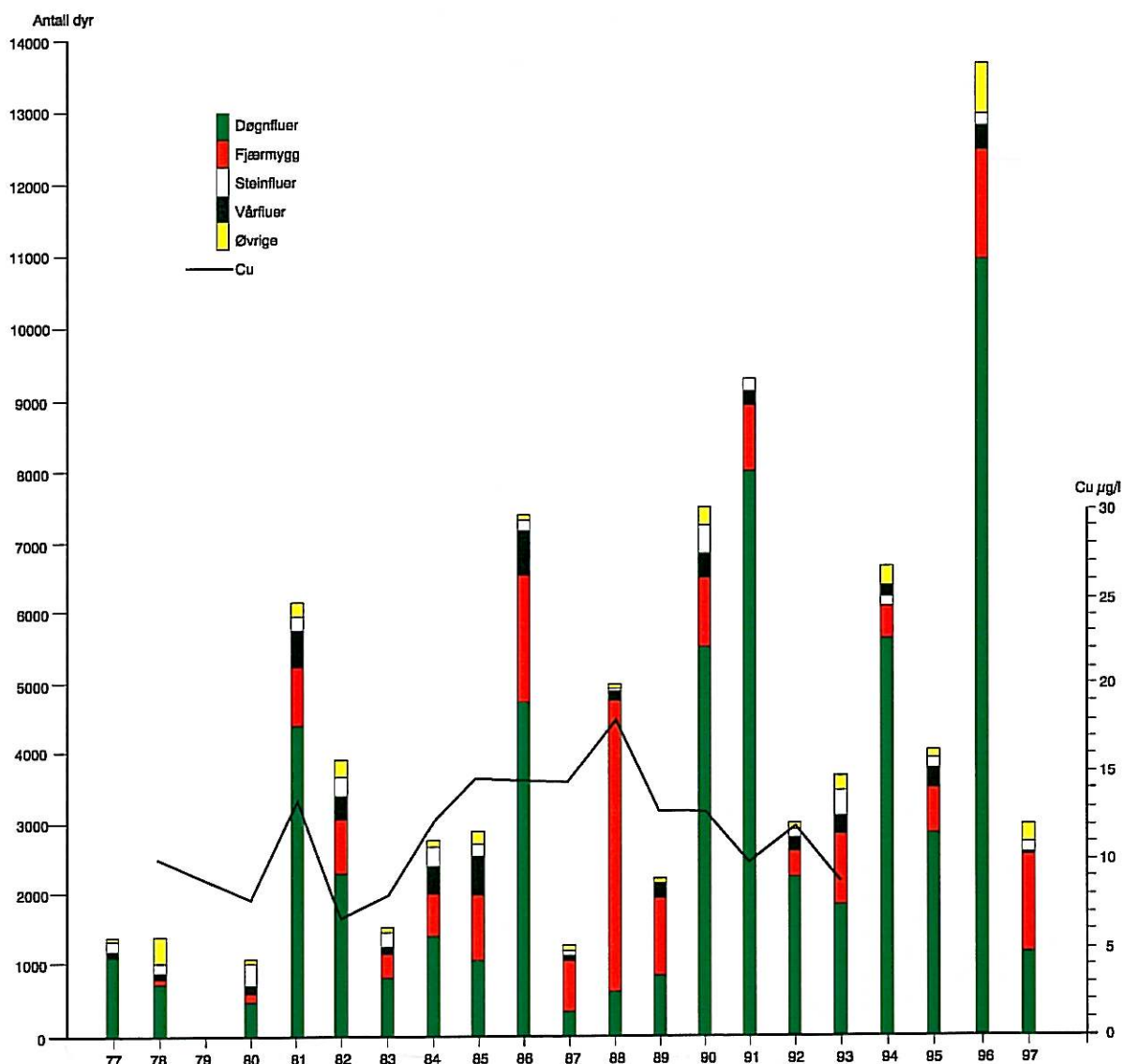


Figur 13. Registreringer av bunndyr, fisk og kobberkonsentrasjoner i Ya, 1980 - 1997.

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 1996 høyere enn det vi noen gang tidligere har registrert på denne stasjonen. Særlig var tettheten av små døgnfluer spesielt stor. Tilsvarende resultater fra 1997 viser en noe lavere tetthet enn i 1995. Noe høy vannføring i 1997 kan ha bidratt til dette. De dominerende grupper var døgnfluer og fjærmygg, men grupper som børstemark, stein- og vårfluer var også godt representert i materialet. Av dominerende slekter blant døgnfluene kan nevnes *Baetis* sp. og *Heptagenia* sp., og blant steinfluene slekten *Amphinemura* sp. Heller ikke på denne lokalitet tas det nå vannprøver for analyse av fysisk/kjemiske forhold.

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, men dominansen av gr. som børstemark og fjærmygg og døgnfluearten *Baetis rhodani* viser at det på dette avsnittet av Orkla ved Stai er en markert påvirkning av næringssalter og organisk materiale fra aktiviteter oppstrøms stasjonen.



Figur 14. Bunndyr og kobberkonsentrasjoner i Orkla ved Stai, 1977 - 1996. Høstprøver. Det kjemiske måleprogrammet ble avsluttet i 1993.

Stasjon 3, Brattset

Resultatene i 1995 viste et litt større antall dyr enn de fire nærmeste foregående år på denne stasjonen. Det ble i materialet registrert grupper som døgnfluer, steinfluer, vårfluer, fjærmygg, biller og vannmidd. Lokaliteten er mindre godt egnet for bunndyrundersøkelser på grunn av bunn- og strømforhold (stilleflytende). Resultatene gir allikevel holdepunkter for at forholdene ikke har forandret seg vesentlig siden 1980 og at forurensningseffekter av betydning ikke gjør seg gjeldende. Stasjonen ble ikke prøvetatt i 1996 og 1997.

Stasjon 4, Hol

Prøven av bunndyrsamfunnet på denne stasjonen i Orkla viste en rik og varier fauna med 11 dyregrupper representert i materialet fra 1996. Bunndyrtettheten var betydelig større enn året før (vedlegg 7), noe som særlig skyldes en økt forekomst av døgnfluer og fjærmygg. Det kan være noe vanskelig å ta prøver her når vannføringen er stor og strømmen stri. Døgnfluer, fjærmygg, steinfluer og børstemark var i 1996 de mest tallrike. Forurensningseffekter av betydning har ikke vært konstatert i de senere år, men materialet fra 1996 kan avspeile en noe økt næringstilgang.

Stasjon 5, Meldal

Forholdene var omtrent som vanlig. Mengden av døgnfluer, steinfluer, fjærmygg og børstemark var som på de andre stasjonene noe større i 1996 enn i 1995. Bunndyrsamfunnet har på denne lokaliteten i tidligere år vist relativt små variasjoner i mengde og sammensetning. Forurensningseffekter gjør seg ikke merkbart gjeldende overfor bunnfaunaen på denne lokaliteten i Orkla ved Meldal.

Stasjon 6, Rønningen

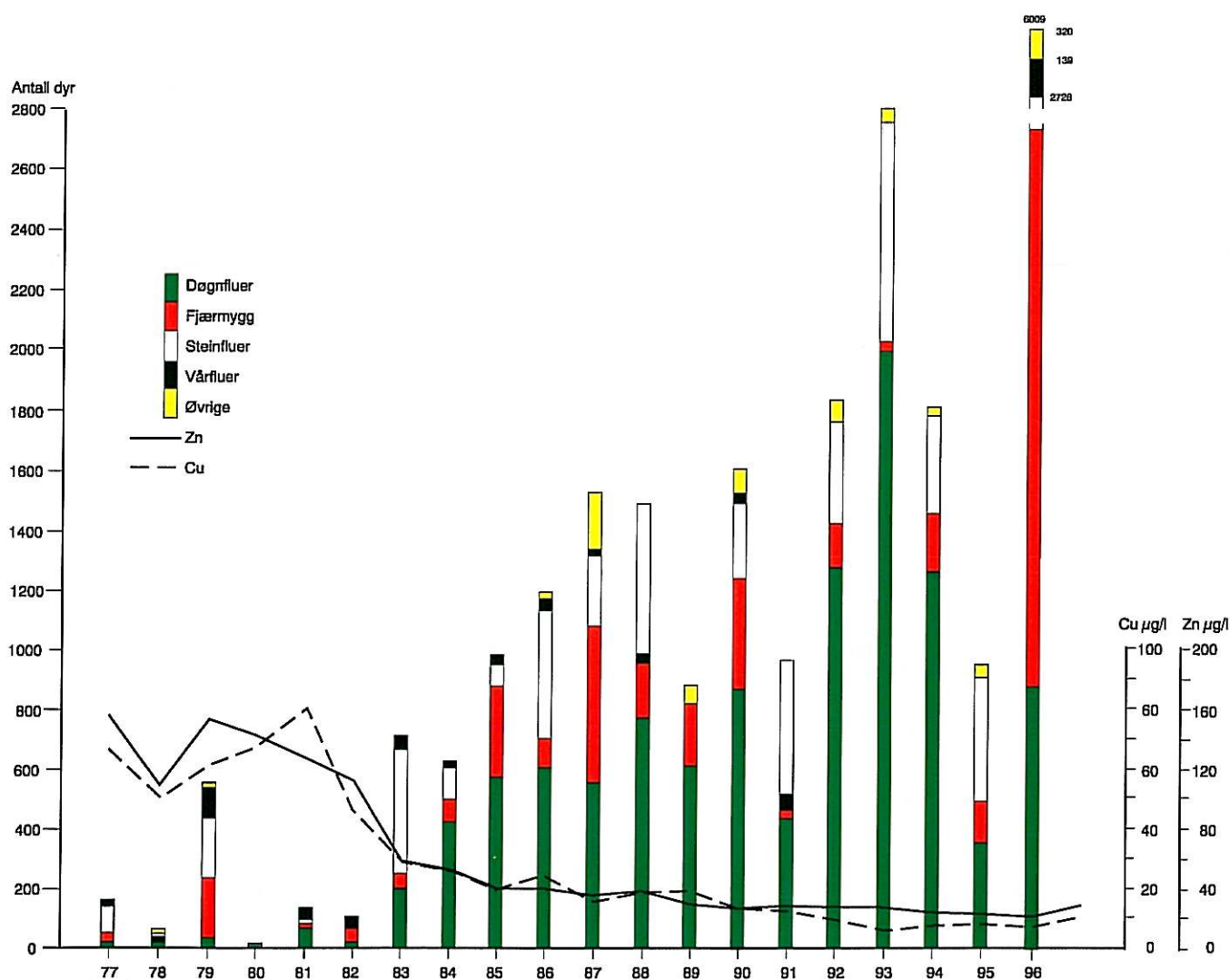
Denne lokaliteten tjener som referanse for neste stasjon, Vormstad, hvor forurensningene fra gruveområdet ved Løkken gjennom lang tid har gjort seg gjeldende. Vannføringene er imidlertid forskjellige idet Rønningen ligger ved den del av vassdraget som har regulert minstevannføring på grunn av tunneloverføringen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

Døgnfluer, steinfluer og fjærmygg var som vanlig de viktigste gruppene i prøvene fra Rønningen. Spesielt var døgnfluene sterkt representert. Dominansen av grupper som begunstiges av en noe større næringstilgang som børstemark og fjærmygg var mindre enn på stasjonene oppstrøms. I 1996 var det som vanlig flere dyr ved Rønningen enn ved Vormstad. Forurensningseffekter av betydning gjør seg ikke gjeldende overfor bunndyrfaunaen i Orkla ved Rønningen.

Stasjon 7, Vormstad

Vormstad er en spesielt viktig stasjon fordi den reflekterer virkningene av gruveavrenningen fra Løkkenområdet i Orkla. Utviklingen i faunaen på denne stasjonen gjennom 1980 årene er vist i fig. 15. Årsmiddelverdiene av metaller har gått betydelig ned, mens bunndyrmengden jevnt over har tiltatt. I 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. Sammenlikner vi resultatene med de øvrige stasjoner (fig. 12) ligger Vormstad omtrent på samme nivå som Meldal, såvel i antall grupper som totalmengde dyr. De vanlige grupper er representert med døgnfluer, fjærmygg og steinfluer som de viktigste. Vormstad har alltid (bortsett fra i 1991) hatt mindre dyr enn den nærmeste stasjon, Rønningen, som ikke er influert av metallforurensninger fra Løkkenområdet. Lokalitetene er imidlertid noe forskjellig i det Orkla ved Rønningen (st. 6) har et vannføringsmønster som i hele

til 31/8 har regulert minstevannføring på 20 m³/sek. Dette kan føre til at bunndyrsamfunnene ikke utvikler seg likt på de to stasjoner, bl.a. på grunn av temperaturforskjeller. Forholdene ved Vormstad er oftest mer like de en finner ved Meldal som har omtrent de samme vannføringsforhold. Dette gjaldt også i 1995 og 1996. En kan konkludere med at det heller ikke i 1996 ble påvist markerte forurensningseffekter på bunndyrsamfunnet ved Vormstad.



Figur 15 Bunndyr og tungmetallkonsentrasjoner presentert som middelværdier i Orkla ved Vormstad. Resultater for perioden 1977 - 1996.

3.3.3 Fisk

Utbyttet av lakse- og sjøaurefisket i Orkla var i 1997 under det halve av hva det var året før. Det ble i 1996 totalt fisket 9718 kg hvorav 9161 kg laks og 557 kg sjøaure. Tilsvarende fangststatistikk for 1997 var 4074 kg laks og 377 kg sjøaure. Fangststatistikken viser at Orkla i 1996 var nr.6 og i 1997 nr 14 i rekken av Norges beste lakseelver.

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

Utbyttet av lakse- og sjøaurefisket i Orkla i årene 1876-1997 er fremstilt i fig. 16. Fangsten var i 1987 rekordstor og var hele 5000 kg høyere enn i tidligere beste år (1903). Fangsten i 1996 og 1997 var relativt dårlig selv om det er langt ned til bunn-nivåene som ble registrert i 1920-1970 årene. Orkla var i 1996 rangert som nr. 6 av Norges beste lakseelver, og i 1997 som nr. 14. Forøvrig er forholdene nå bedre enn før med hensyn til lakseproduksjon i nedre del av vassdraget. Det siktes da bl.a. til at strekningen fra Svorkmo og ned nå kan bidra til smoltproduksjon. Dette er en strekning på ca 15 km hvor det tidligere var liten eller ingen produksjon av lakseunger på grunn av forurensning med tungmetaller. Forøvrig kan øket vintervannføring ha betydning for større smoltproduksjon i hele den regulerte, lakseførende del av vassdraget (Hvidsten 1993).

Det har hverken i 1996 eller i 1997 vært meldt om fiskedød eller andre skadelige forhold av betydning som følge av forurensning eller regulering i den lakseførende del av Orkla. Raubekken føres inn i tverrslaget ved Løkken og renner via en sedimenteringsdam i rør ut til hovedtunnellen fra Bjørset. Denne ordningen virker gunstig bl.a. fordi blandingen av vann fra Raubekken og Orkla skjer i tunnelen hvor det ikke er fisk. En får således redusert/fjernet den skadelige "blandsonen" på den lakseførende strekning nedstrøms. Når Svorkmo kraftverk ikke er igang føres Raubekken direkte ut i Orkla ved Svorkmo. Dersom vannføringen i Orkla da er svært liten på strekningen etter samløpet kan en fortsatt få problemer med for høyt tungmetallinnhold for fisken og dens næringsdyr på denne strekningen av Orkla. Det er derfor ønskelig at en fortsatt arbeider med ytterligere å redusere tilførslene av metaller fra Løkkenområdet gjennom Raubekken.

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

Forurensningene av Ya fra de nedlagte Kvikne kobbergruver har i sammenheng med reduserte vannføringer ført til at fisken er forsvunnet 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.

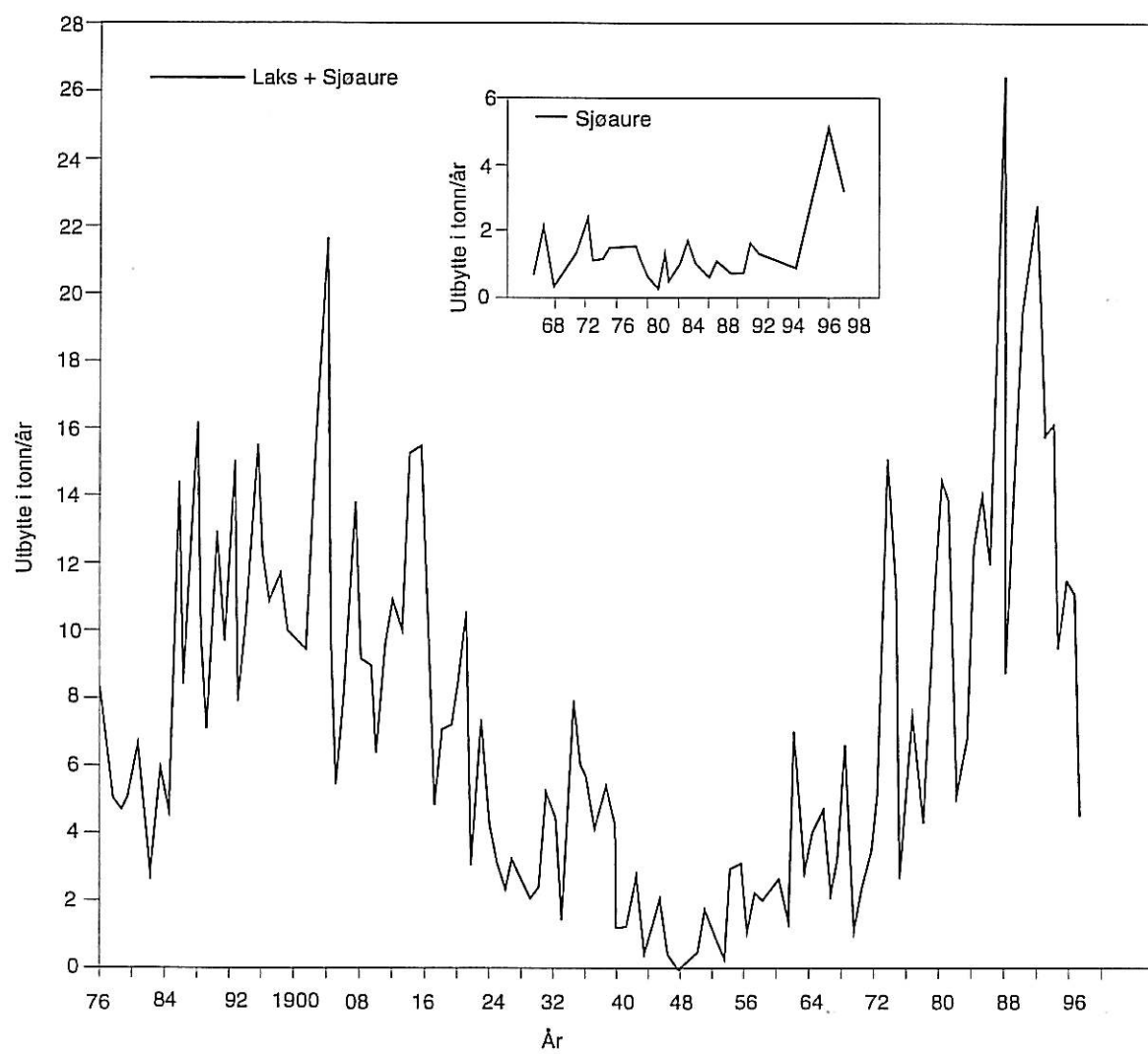


Fig. 16. Fangststatistikk for laks - og sjøaure i Orkla 1876 – 1997.

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 3740-97 , 138 s.
- Holtan, G., D. Berge, H. Holtan og T. Hopen 1998: Paris Convention. Annual report on direct and riverine inputs to Norwegian coastal waters during the year 1997. NIVA report (in press).
- Holtan, H., 1976: Orklavassdraget. Vurdering av foreliggende observasjonsmateriale og behov for tilleggsundersøkelser sett i relasjon til eventuelle reguleringsinngrep i vassdraget. O-122/75, 28 s.
- Holtan, H. og Rosland, D. 1992. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning nr. 92:06. 31 s.
- Hovind, H., 1984: Parallellanalyser ved NIVA og byveterinærlaboratoriet i Trondheim. Sammenlikning av overvåkingsdata fra Orkla, 1983-84. Notat O-8101507, sept. 1984, 73 s.
- Hovind, H. og Dahl, I., 1983: Parallellanalyser ved NIVA og byveterinærlaboratoriet i Trondheim. Sammenlikning av overvåkingsdata fra Orkla, 1981-83. O-8101507, notat sept. 1983, 34 s.
- Hvidsten, N.A. 1993. High winter discharge after regulation increases production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts in the River Orkla, Norway, p. 175-177. In R.J. Gibson and R.E. Cutting (ed.) Production of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*, in natural waters. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 118.
- Iversen, E.R., 1983: Løkken verk. Forurensningstilførsler fra gruveområdet ved Løkken sentrum. O-82062, rapport des. 1983, 60 s.
- Jensen, A., Grande, M., Korsen, I. and Hvidsten, N.A. 1998. Reduced heavy metal pollution in the Orkla River, Norway. Effects on fish populations. Verh. Internat. Verein. Limnol. 26: 1235-1242

- Johnsen, B.O. 1973: Fiskeribiologiske undersøkelser i øvre Orklavassdraget (Kvikne) sommeren 1972. Rapport nr. 13, 1973 fra Laboratoriet for ferskvannsekologi og innlandsfiske. Det Kgl. N. Vit.S., Museet, Trondheim.
- Kanavin, E.V. 1974: Hydrologiske forhold om vinteren i Orkla. Vurdering av de endringer man kan vente i temperatur- og isforhold ved den planlagte regulering og utbygging av vassdraget. NVE-rapport mai 1974.
- Koksvik, J.I. 1985: Ørretbestanden i Innerdalsvatnet, Tynset kommune, de tre første årene etter regulering. Det Kgl. N. Vit.S., Museet, Zool.ser. 1985-5, 35 s.
- Koksvik, J.I. 1987. Studier av ørretbestanden i Innerdalsvatnet de fem første årene etter regulering. Universitetet i Trondheim, Vitenskapsmuseet. Rapport Zoologisk serie 1987-4, 22 s.
- Korsen, I. og Møkkelgjerd, P.J., 1982: Undersøkelser omkring fiskedøden i Orkla høsten 1981. Rapport fra Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Trondheim, mai 1982, 44 s.
- Kvifte, G. og Opsahl, B., 1973: Uttalelse om reguleringen av Øvre Orkla. Rapport fra Utvalg for landbruksmeteorologisk forskning, Ås, november 1973.
- Langeland, A., 1975: Ørretbestanden i Øvre Orkla, Falningsjøen, store Sverjesjøen og Grana sommeren 1975. Rapport nr. 29, 1975 fra Laboratoriet for ferskvannsekologi og innlandsfiske. Det Kgl. N. Vit.S., Museet. Rapport Zool. Ser. 1975-12.
- Norges hydrodynamiske laboratorier, Vassdrags og Havnelaboratoriet 1982: Lavvannserosjon i Orkla. Rapport nr. NHL 282020 STF 60 F 82020. 37 s.
- Schmidt-Nielsen, S., 1939: Zur Kenntnis der Giftigkeit eisen- und kupferhaltiger Abwässer Fischen gegenüber. DKNVS Forh. 11: 233- 236.
- Selmer-Olsen, R., 1974: Ingeniørgeologisk oversikt. Utredning i forbindelse med utbygging av Orkla-vassdraget. Trondheim, 4. og 10. juni 1974.
- Snekvik, E., 1967: Vassdrag i Trøndelag, gruveforurensningsproblemer og fisket. Vann nr. 2, 1967.
- Snekvik, E., 1967: Orkla - metallforurensninger. 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. Vollebekk 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. og T. Bækken. 1989. Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitetsklassifiseringen. Nr 1. Generell del. SFT / NIVA Rapport nr. 2278. 60 s.

Aanes, K. J. 1987. Overvåking av Sulithjelmavassdraget 1995.
Overvåkingsrapport nr. 269/87. SFT/NIVA rapport nr 1988. 48 s.

Aanes, K. J. 1994. Tilstandsbeskrivelse av Follavassdraget. NIVA rapport nr. 2400. 16 s.

5. V E D L E G G

INNHold:

	Side :
1. Prøvetakingslokaliteter	49
2. Fysisk – kjemiske analysemetoder	50
3. Hydrologiske data, vannføring Syrstad	51
4. Fysisk – kjemiske analyseresultater	53
5. Fysisk – kjemiske analyseresultater. Tidsveide middelveier	59
6. Begroings-samfunnets sammensetning	62
7. Bunndyrsamfunnets sammensetning	66

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	Beliggenhet	UTM-koordinater
Nr. Navn		
<u>Orklavassdraget</u>		
1. Yset	Ved bru over Orkla for riksvei 3. Ca 1 km oppstrøms Yset	32 VNQ 692 368
1b. Sverja (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
Tilløp		
1T. Ya	Ved bru over Ya for riksvei 3 ved Yset	32 VNQ 720 392
2t. Raubekken (K)	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 ₄ /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 4 A I.

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

1996

Tabell . Fysisk/kjemiske analyseresultater. Stasjon 5. Orkla ved Bjørset																									
Dato	pH	Kond mS/m	Turb FTU	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	V µg/l	As µg/l	Na mg/l	K mg/l	TOTN µg/l	TOTP µg/l	PO4-P µg/l	TOC mg/l	FARG-F mg/l	Cl mg/l
15.01.96	7.38	4.4	0.35	2.9			70	0.9	<0.5	<0.01	0.02	8.6	1.0	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1						2.1	10	
14.02.96	7.32	4.6	0.32	3.1			50	0.6	<0.5	<0.01	<0.02	7.6	0.8	<0.1	<0.5	<0.2	0.1						2.0	13	
18.03.96	7.45	5.1	0.25	2.7	7.36	0.61	60	0.6	<0.5	<0.01	0.09	19.4	0.6	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1	1.39	0.88	211	4.6	1.3	2.5	9	2.0
15.04.96	7.52	8.4	0.53	4.8			100	1.6	1.7	<0.01	0.68	13.5	1.0	<0.1	<0.5	<0.2	0.1						3.0	17	
20.05.96	7.16	3.8	0.47	3.6			130	2.5	1.2	0.02	0.04	4.4	1.7	<0.1	1.4	<0.2	0.3						4.9	47	
17.06.96	7.34	4.2	0.32	2.9	5.5	0.56	50	2.7	1.2	<0.01	0.06	4.3	1.8	<0.1	1.7	<0.2	<0.1	1.29	0.69	230	5	2.3	2.8	16	1.9
15.07.96	7.22	4.0	0.31	3.2			90	1.4	1.1	<0.01	0.04	5.8	1.2	0.3	<0.5	<0.2	<0.1						3.2	27	
15.08.96	7.44	5.1	0.5	4.8			100	3.8	10.8	<0.01	0.11	6.2	0.9	0.3	<0.5	<0.2	<0.1						1.8	15	
16.09.96	7.48	6.1	0.26	4.0	8.2	0.73	40	1.9	0.4	<0.01	<0.02	2.9	0.9	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1	1.41	0.96	270	5.6	<1.5	4.0	19	1.8
15.10.96	7.44	6.2	0.36	4.3			70	1.6	1.4	<0.01	<0.02	3.2	0.8	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1						3.7	21	
14.11.96	7.45	7.1	0.36	4.5			60	2.2	1.9	<0.01	0.06	4.4	1.1	<0.1	<0.5	<0.2	0.1						2.6	14	
16.12.96	7.31	4.3	0.26	2.9			60	1.6	1.0	<0.01	0.03	7.4	1.1	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1						2.4	15	
Gj.snitt	7.38	5.3	0.36	3.6	7.02	0.63	73	1.8	1.8	<0.01	0.10	7.3	1.1	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1	1.36	0.84	237	5.1	1.45	2.9	19	1.9
Maks.verdi	7.52	8.4	0.53	4.8	8.20	0.73	130	3.8	10.8	0.02	0.68	19.4	1.8	0.3	1.7	<0.2	0.3	1.41	0.96	270	5.6	2.30	4.9	47	2.0
Min.verdi	7.16	3.8	0.25	2.7	5.50	0.56	40	0.6	<0.5	<0.01	<0.02	2.9	0.6	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1	1.29	0.69	211	4.6	<1.5	1.8	9	1.8

Vedlegg 4 A II.

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

Analyseresultater. Orkla ved Bjørset 1997.

Dato	pH	Kond mS/m	Turb FTU	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	TOC mg/l	TOTN µg/l	TOTP µg/l	PO ₄ -P µg/l	Na mg/l	K mg/l	FARG-F mg/l	Cl 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 B I.

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

1996

Dato		pH	Kond mS/m	Turb FTU	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Ph µg/l	Cr µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Mn µg/l	V µg/l	As µg/l	Na mg/l	K mg/l	TOTN µg/l	TOTP µg/l	PO ₄ -P µg/l	TOC mg/l	FARG-F mg/l	Cl mg/l
15.01.96		7.37	5.9	0.42	4.6			90	3.4	14.2	0.05	<0.02	<0.5	1.0	0.4	11.2	<0.2	0.2					1.9	13		
14.02.96		7.34	5.3	0.42	3.4			80	3.0	11.0	0.03	0.59	<0.5	1.0	0.3	10.0	<0.2	0.1					2.1	12		
18.03.96		7.50	5.9	0.38	4.1	7.81	0.70	140	5.9	17.5	0.04	0.11	<0.5	0.8	0.4	18.1	<0.2	<0.1	1.56	0.88	246	4.5	1.5	2.6	12	2.4
15.04.96		7.57	9.8	0.76	8.3			180	11.5	37.3	0.09	0.04	<0.5	1.2	1.0	17.5	<0.2	0.1					3.1	17		
20.05.96		7.19	4.4	0.63	5.2			180	11.0	20.3	0.01	0.03	11.9	5.6	0.7	11.1	0.4	0.3					5.0	42		
17.06.96		7.53	5.2	0.41	3.6	6.80	0.62	80	4.8	8.5	0.05	<0.02	1.3	1.4	0.3	4.6	<0.2	0.2	1.64	0.54	240	4.1	<1.5	2.6	19	2.5
15.07.96		7.37	4.7	0.43	3.7			130	4.9	12.0	<0.01	0.12	<0.5	0.9	0.3	6.2	<0.2	0.1					3.2	29		
15.08.96		7.63	6.6	0.50	6.6			90	7.0	15.8	0.03	0.08	<0.5	1.3	0.3	7.5	<0.2	0.1					1.7	12		
16.09.96		7.67	7.6	0.42	6.4	10.50	0.91	100	6.0	15.3	0.07	<0.02	<0.5	0.7	0.5	9.0	<0.2	<0.1	1.73	0.88	280	6.3	<1.5	4.5	21	2.3
15.10.96		7.51	7.1	0.61	6.0			160	8.3	26.7	0.05	0.03	<0.5	0.9	0.7	13.5	<0.2	0.1					3.9	24		
14.11.96		7.50	9.4	0.42	8.8			140	9.5	40.3	0.10	0.05	<0.5	1.2	1.0	15.3	<0.2	0.2					2.7	18		
16.12.96		7.43	6.0	0.32	5.0			100	5.0	23.5	0.04	0.03	<0.5	1.4	0.8	15.7	<0.2	<0.1					2.8	20		
Gj.snitt		7.47	6.5	0.48	5.5	8.37	0.74	123	6.7	20.2	0.05	0.05	<0.5	1.5	0.6	11.6	<0.2	0.1	1.64	0.77	255	5.0	<1.5	3.0	20	2.4
Maks.verdi		7.67	9.8	0.76	8.8	10.50	0.91	180	11.5	40.3	0.10	0.59	11.9	5.6	1.0	18.1	0.4	0.3	1.73	0.88	280	6.3	1.5	5.0	42	2.5
Min.verdi		7.19	4.4	0.32	3.4	6.80	0.62	80	3.0	8.5	<0.01	<0.02	<0.5	0.7	0.3	4.6	<0.2	<0.1	1.56	0.54	240	4.1	<1.5	1.7	12	2.3

Vedlegg 4 B II.

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

Dato	pH	Kond	Turb	SO ₄	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	TOC	TOT-N	TOT-P	PO ₄ -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			38		84,1
14.05.97	6,98	5,13	1,90	4,8			560	19,6	33,1	0,12	0,16	4,3								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 C I

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

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

Vedlegg 4 C II

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

Analysesultater. 2T Raubekken ved inntak kraftverk 1997.

Dato	pH	Kond	Turb	SO ₄	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	TOC	TOT-N	TOT-P	PO ₄ -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 5

Orkla ved Vormstad. Tidsveiede middelerdier

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

Vedlegg 5 (forts.)

Orkla ved Rønningen (Bjørset). Tidsveiede middelverdier.

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

Resultatene fra 1994, 1995, 1996 og 1997 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	1593

Vedlegg 6 A

Tabell Begroingsorganismer i Orkla 1995

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

Vedlegg 6 A. Forts.

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

Tall angir organismenes prosentvise dekning av elveleiet:

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

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

Vedlegg 6 B

Tabell : I Begroingsorganismer i Orkla 1996

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

Vedlegg 6 B. Forts.

Tabell : II Begroingsorganismer i Orkla 1996

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

Tall angir organismenes prosentvise dekning av elveleiet:

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

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

Vedlegg 6 C

Tabell : I Begroingsorganismer i Orkla 1997

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

Vedlegg 6 C. Forts.

Tabell : II Begroingsorganismer i Orkla 1997

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

Tall angir organismenes prosentvise dekning av elveleiet:

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

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

Vedlegg 7

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

Stasjon Dyregruppe	1 Yset	1T Ya	2 Stai	3 Brattset	4 Hol	5 Meldal	6 Rønningen	7 Vormstad
Børstemark								
Igler			20		30			
Snegl			30		20	40		
Midd				10	20		10	
Døgnfluer	2090	10	2820	620	1150	1030	1570	350
Steinfluer	170	20	150	20	670	270	420	420
Vårfluer	90	30	260	150	140	10	50	30
Biller	10			10	40			
Stankelbein	10			10				
Svimygg			20	10		10		20
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
Fjærmygg	3764	89	2134		3312	1193	1636	1949
Knott	8				1	67	27	13
Sum	14302	115	20484		9562	5686	11791	6009
Antall grupper	11	5	10			9	10	10

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

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