



Statlig program for forurensningsovervåking

Oppdragsgiver

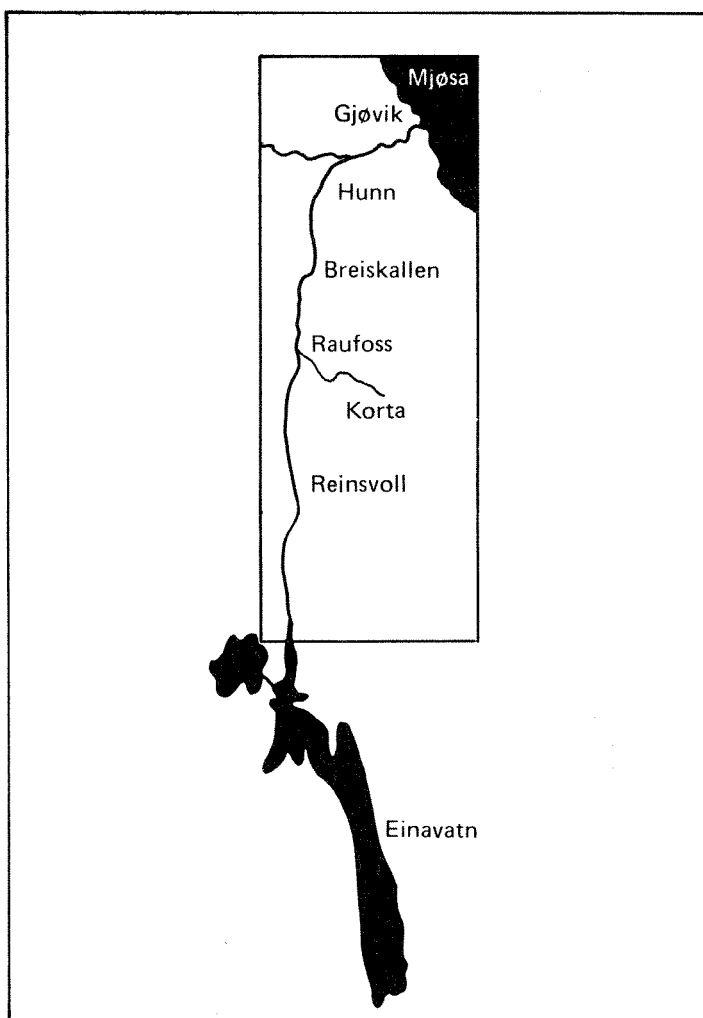
Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjon

NIVA

Rapport 302/88

Tiltaksorientert overvåking i **HUNNSELVA** 1985 - 1987





Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

**luft og nedbør
grunnvann
vassdrag og fjorder
havområder**

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal :

gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.

registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.

påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.

over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utslipp og andre aktiviteter.

For å sikre den praktiske koordineringen av overvåkingen av luft, nedbør, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder og for å få en helhetlig tolkning av måleresultatene er det opprettet et arbeidsutvalg.

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

**Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF)
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt (FHI)
Norges Geologiske Undersøkelser (NGU)
Norsk institutt for luftforskning (NILU)
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
Statens forurensningstilsyn (SFT)**

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter blir publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. Oslo 1, tlf. 02 - 22 98 10.

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor Sørlandsavdelingen Østlandsavdelingen Vestlandsavdelingen
Postboks 333 Grooseveien 36 Rute 866 Breiviken 2
0314 Oslo 3 4890 Grimstad 2312 Ottestad 5035 Bergen - Sandviken
Telefon (02)23 52 80 Telefon (041)43 033 Telefon (065)76 752 Telefon (05)25 53 20

Prosjektnr.:	0-8000224
Undernummer:	IV
Løpenummer:	2076
Begrenset distribusjon:	

Rapportens tittel: Tiltaksorientert overvåking av Hunnselva 1985-1987. (Overvåkingsrapport nr. 302/88)	Dato: Desember 1987
	Rapportnr. 0-8000224
Forfatter (e): Leif Lien Eli-Anne Lindstrøm	Faggruppe: Vassdrag
	Geografisk område: Oppland
	Antall sider (inkl. bilag): 99

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT) (Statlig program for forurensningsovervåking)	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt:

Oppstrøms Raufoss er Hunnselva sterkt belastet med koliforme bakterier. Nedstrøms Raufoss er elva sterkt forurenset av husholdningskloakk og utslipp fra metallindustri. Det forekommer også støtutslipp. Biologisk kan elva karakteriseres som nær totalskadet. Vannkvaliteten viser en svak bedring et stykke nedenfor Raufoss, men de biologiske samfunnene endres lite. Nær utløpet til Mjøsa mottar elva nye belastninger av bl.a. organisk stoff. Belastningene på elva har variert de senere årene, men biologisk har vassdraget en negativ utvikling. En restaurering av elva fra Raufoss bør først baseres på 85% reduksjoner av aluminium og kobber, utjevning av støtutslipp, bygging/utbedring av avskjærende kloakknett og kloakkrensing med kalkfelling.

4 emneord, norske:
1. Forurensningsovervåking ;
2. Hunnselva
3. Vannkjemi
4. Metallforurensninger
Biologi

4 emneord, engelske:
1. Pollution Monitoring ;
2. River Hunnselva
3. Water chemistry
4. Metal pollution
Biology

Prosjektleder:

For administrasjonen:

ISBN - 82-577-1343-0



Statlig program for forurensningsovervåking

80002-24

TILTAKSORIENTERT OVERVÅKING I HUNNSELVA 1985-1987

Prosjektleder: Leif Lien

Medarbeidere: Sigbjørn Andersen
Gøsta Kjellberg
Eli-Anne Lindstrøm

FORORD

Denne tiltaksorienterte overvåkingen omfatter Hunnselva fra utløpet av Einavatn til innløpet i Mjøsa. Hunnselva renner gjennom kommunene Vestre Toten og Gjøvik i Oppland fylke.

Oppdragsgiver er Statens forurensningstilsyn (SFT), og undersøkelsen er utført innenfor Statlig program for forurensningsovervåking. Undersøkelsen er også støttet finansielt av Hunton Bruk A/S, O. Mustad & Søn A/S og Raufoss A/S.

Gjøvik Elektrisitetsverk, ved direktør Walter Eggen, har stilt plass til disposisjon på verkets kraftstasjoner for oppsetting av fiskekar og uttak av ellevann. Elektriker Einar Hansen, Gjøvik Elektrisitetsverk har stått for daglig drift og ettersyn av fiskekarene. A/L Settefisk ved driftsbestyrer Frank Hafsund stilte plass og vann til disposisjon for våre fiskekar på anlegget ved Reinsvoll. De har også hatt daglig ettersyn med fisken.

NIVA's mobile laboratorium (MOBILLAB) ble i 3-4 uker høsten 1987 benyttet til kontinuerlige registreringer av fysisk-kjemiske parametre for NIVAs regning.

De fysisk-kjemiske vannanalysene er utført ved NIVA. Bakterieprøvene er analysert ved Gjøvik og Toten interkommunale kjøtt- og næringsmiddelkontroll. De har også stilt egne data fra tidligere år til vår disposisjon.

Gøsta Kjellberg har bearbeidet deler av bunndyrmaterialet og Eli-Anne Lindstrøm har bearbeidet og skrevet kapitlet om begroing.

Leif Lien har vært NIVAs saksbehandler.

INNHOLD

	Side
FORORD	3
1. KONKLUSJONER OG TILRÅDNINGER	5
2. INNLEDNING	6
2.1 Områdebeskrivelse	6
2.2 Vannbruk og forurensninger	8
2.3 Overvåkingsprogram	10
3. RESULTATER OG DISKUSJON	11
3.1 Vannføring	11
3.2 Fysisk-kjemiske vannanalyser	12
Kontinuerlige målinger	12
Fysiske parametre, næringsalter, organisk stoff	14
Hovedkomponenter	19
Metaller og cyanid	20
3.3 Metaller i moser	33
3.4 Begroing	37
3.5 Bunndyr	47
3.6 Fisk (og amfibier) i Hunnselva	52
3.7 Fisk i forsøkskar	56
3.8 Metallanalyser i fisk	59
3.9 Bakterier	61
4. LITTERATUR	66
APPENDIKS	69

1. KONKLUSJONER OG TILRÅDNINGER

Hunnselva er sterkt forurenset av industriutslipp og husholdningskloakk. Oppstrøms Raufoss er elva sterkt belastet med koliforme bakterier, men elva som økosystem fungerer godt. Ved Raufoss tilføres store mengder urensset husholdningskloakk og miljøskadelige metaller fra industri, tildels som støtutslipp. Nedstrøms Raufoss er forholdene så dårlige at elva biologisk sett kan karakteriseres som nær totalskadet: Begroingsamfunnene er redusert og fullstendig endret, bunndyrfaunaen er kraftig redusert og de fleste fiskebestandene er slått ut.

Av de undersøkte miljøgiftene (Al, Zn, Cd, Cr, Ni, Mn, Cu og CN) er det åpenbart utslippene av aluminium og kobber som har størst biologisk effekt, og det er først og fremst disse to som må reduseres. På grunnlag av Hunnselva's "bakgrunnsbelastninger" av miljøgifter er SFT's utslippstillatelser til Raufoss A/S satt betenkelig høy for overlevelse av ørret nedstrøms Raufoss.

Dersom tilførslene av de miljøskadelige stoffene ved Raufoss blir betydelig redusert (85% reduksjon av aluminium og kobber) og de store støtutslippene minskes (v.h.a. utjevningsbasseng), vil det kunne etableres et vesentlig sunnere organismsamfunn minst 6 km videre nedover i Hunnselva. Dette nokså eutrofe økosystemet ville også være istand til å ta opp og omsette deler av diffuse næringsstofftilførsler til elva som vanskelig fanges opp av renseanleggene.

Fisk (helst ørret) bør inngå i dette økosystemet, bl.a. for å fungere som en lett synlig indikator ved eventuelle utslipp.

Spesielt koliforme bakterier, men også fosforkonsentrasjonene bør reduseres i Hunnselva og særlig nedstrøms Raufoss. Bidraget fra sideelva Korta er betydelig. For å oppnå et tilnærmet funksjonsdyktig økosystem i Hunnselva må fosforbelastningen fra Raufossområdet reduseres med minst 50%. Avskjærende kloakkledninger bør bygges/utbedres langs Hunnselva og Korta. Kloakken bør renses med kalkfelling og ikke med aluminium slik som nå: Aluminium-belastningen på elva er allerede for stor, kalkfelling gir bedre renseeffekt på bakterier, og kalk nedsetter giftigheten av de fleste metallene som er registrert i elva.

De nedre 2-3 km av Hunnselva, nedstrøms Hunn har også utslipp bl.a. fra industri. Effekten av disse utslippene på et allerede nær totalskadet biologisk miljø, er vanskelig å dokumentere. Med unntak av utslippsreduksjoner av organisk materiale fra Hunton A/S er det ikke mulig å peke på større utslippskilder som kan ha betydning for vassdraget. Dette kan først vurderes når vannkvaliteten oppstrøms er blitt vesentlig bedret.

2. INNLEDNING

2.1 Områdebeskrivelse

Hunnselva ligger i Oppland fylke innenfor Vestre Toten kommune og Gjøvik kommune. Elva har sitt utspring i Einavatnet, 400 m.o.h. og renner i nordlig retning gjennom Raufoss til Hunn, hvor den svinger østover gjennom Gjøvik by og ut i Mjøsa, 123 m.o.h. Vassdraget er ca 23 km langt og renner relativt rolig ned til Breiskallen. Herfra til Mjøsa (ca 7,5 km) har elva et fall på 170 m.

Mange små tilløpselver og bekker munner ut i Hunnselva (fig. 2.1-1). Av større tilløp kan en nevne Korta med samløp ved Raufoss, Storaelva som er regulert fra Skumsjøen, med samløp ved Breiskallen og Byelva (Vesleelva) med samløp i Hunndalen. Innenfor nedbørfeltet er det foruten Einavatnet to større innsjøer, Skumsjøen vest for Breiskallen og Skjellbreia vest for Eina.

Hunnselvas samlede nedbørfelt er på 378,4 km² (fig. 2.1-1). Skogområder utgjør ca 71% av hele nedbørfeltet. Jordbruksområdene, ca 16%, ligger spredt langs østsiden av Hunnselva og på begge sider av Einavatnet. I nordre del av nedbørfeltet, langs Byelva, er det også jordbruksområder. Myrområdene, ca 16%, er fordelt over hele nedbørfeltet.

Geologisk domineres nedbørfeltet av grunnfjell på vestsiden og sedimentære kambro-silurbergarter på østsiden. Grensen mellom disse to bergarttypene danner en forkastningssone. Hunnselva følger i grove trekk denne forkastningssonen. Byelva (Vesleelva) drenerer kambriske skifer- og kvartssandsteinområder.

De kvartære avsetningene er kalkleirholdige bunnmorener som dekker kambro-silurbergartene, mens bregrus av varierende mektighet dekker grunnfjellet. Øst og nord for Skumsjøen og langs Byelva (Vesleelva) har grusavsetningene enkelte steder stor mektighet. Disse bergartsforskjellene medfører en større hardhet, høyere pH og større ledningsevne i vannet som renner til Hunnselva østfra, sammenlignet med tilsig fra vestsiden. Vannmassene som renner ut av Einavatn og danner Hunnselva har etter norske forhold et høyt saltinnhold og god bufferkapasitet.

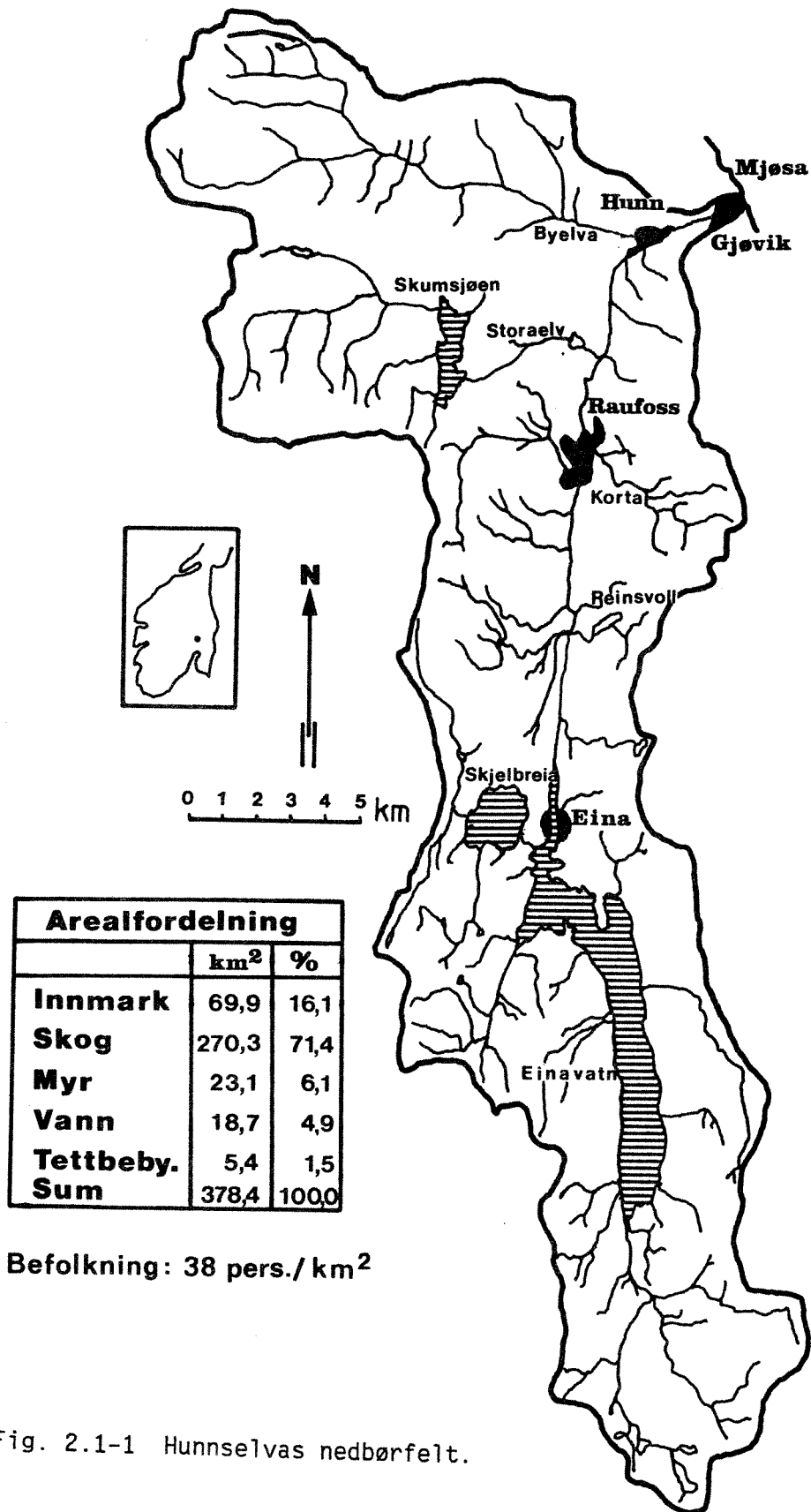


Fig. 2.1-1 Hunnelvas nedbørfelt.

2.2 Vannbruk og forurensninger

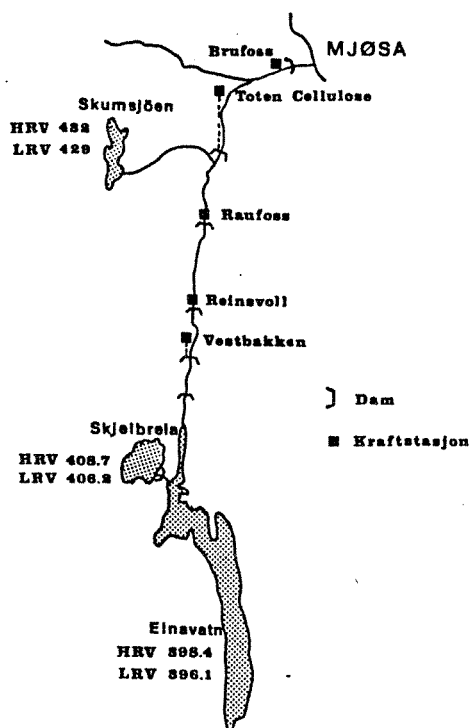


Fig. 2.2-1 Vassdragsreguleringer i Hunnselva

De viktigste brukerinteressene er vannforsyning (drikkevann, jordbruksvann og prosessvann for industri), resipient for husholdningskloakk og industriavfall, elkraftproduksjon og rekreasjon som sportsfiske og bading. Skjellbreia benyttes som drikkevannskilde for Vestre Toten kommune og Eina vannverk. Det finnes fem mindre kraftverk i vassdraget. Samlet årsproduksjon er ca 26 GWh. Einavatnet, Skjellbreia og Skumsjøen benyttes som reguleringsmagasiner (se fig. 2.2-1). Det foregår et utstrakt sportsfiske i hovedvassdraget ovenfor Raufoss og i sidevassdragene. Nedstrøms Raufoss er hovedvassdraget så sterkt forurensnet at andre brukerinteresser enn kraftproduksjon, resipient og vann til industrien er sterkt skadelidende.

Forurensningskildene langs Hunnselva er mange og forskjelligartete. I alt bor ca 14.000 personer i nedbørfeltet (se fig. 2.2-2) og en finner her flere større industribedrifter (Raufoss Ammunisjonsfabrikker, A/S Hydro Aluminiumsprofiler, O. Mustad & Søn med Åmot Trådtrekkeri og Hunton Bruk A/S). De største forurensningsbelastningene skyldes utslipp fra industribedriftene og kloakkavløpene fra tettstedene Eina, Reinsvoll, Raufoss, Hunn og Gjøvik. Dette er dokumentert i tidligere overvåkingsundersøkelser og andre rapporter fra Hunnselva. Disse har også vist at etter Mjøsaksjonen og nedleggelsen av Toten Cellulose har forurensningstilførselen blitt betydelig redusert, men elva er fortsatt sterkt forurensnet, både av industrielt avløpsvann og boligkloakk.

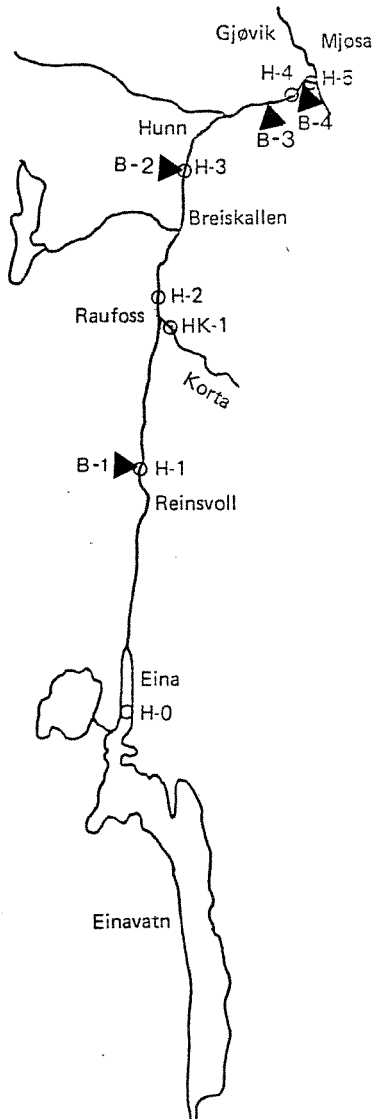
Større boligstrøk er i dag tilknyttet renseanlegg med kjemisk felling. Det er også nedlagt betydelige økonomiske midler for å begrense industriutslippene. Tiltak er satt i verk for å begrense belastningen fra jordbruk og spredt bebyggelse.

Til tross for tiltakene som er gjennomført, er Hunnselva på strekningen nedstrøms Raufoss fortsatt sterkt forurensnet (Kjellberg & Rognerud 1985).

2.3 Overvåkingsprogram

Målsettingen med denne overvåkingen er:

- å beskrive hvor i vassdraget eventuelle forurensninger opptrer, omfanget av utslippene og konsekvensene av utslippene.
- på grunnlag av innhentet informasjon, fremme konkrete tilrådninger om hvilke forurensningstilførsler som bør reduseres og graden av reduksjoner.



For å dekke denne målsettingen ble det opprettet 7 prøvetakingsstasjoner for fysisk-kjemiske og bakteriologiske parametre og 4 biologiske prøvelokaliteter (se fig. 2.3-1). Vannanalysene fra de 7 førstnevnte stasjonene omfatter månedlige målinger av fysiske parametre, næringssalter, organisk stoff og koliforme bakterier. Fra de fleste stasjonene er det også analysert på en rekke metaller. På de biologiske stasjonene ble det foretatt en årlig befaring for å beskrive status for begroing, bunndyr og fisk. I tillegg er det foretatt metallanalyser på moser og fisk og akvarieforsøk på fisk.

Fig. 2.3-1. Prøvetakingsstasjoner i Hunnselva 1985-1987.

- H - Fysisk-kjemiske stasjoner
- ▲ B - Biologiske stasjoner

3. RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Vannføring

Vannføringen i Hunnselva er jevnet ut ved at 50% av nedbørfeltet er regulert. Likevel forekommer flomvannføringer spesielt på våren.

Vannføringen i Hunnselva er vist i fig. 3.1-1 som femdøgnsmiddel fra april 1986 til juni 1987. En målestasjon ble opprettet i nedre del av Hunnselva av Norges Vassdrags- og Energiverk (NVE) i april 1986. Nedbørfeltet ovenfor målestasjonen dekker 373 km² av i alt 378 km². Middelvannføringen ved målestasjonen var 5.38 m³/sek i perioden juli 1986 til juni 1987. NVE har beregnet de daglige vannføringene (Appendiks, tabell A-1).

Vannføringen var jevn i lange perioder av året. Dette har sammenheng med at ca 50% av nedbørfeltet er regulert med innsjøene Einavatn, Skjelbreia og Skumsjøen. Det blir likevel høye vannføringer i forbindelse med snøsmelting og nedbør på vår og forsommer.

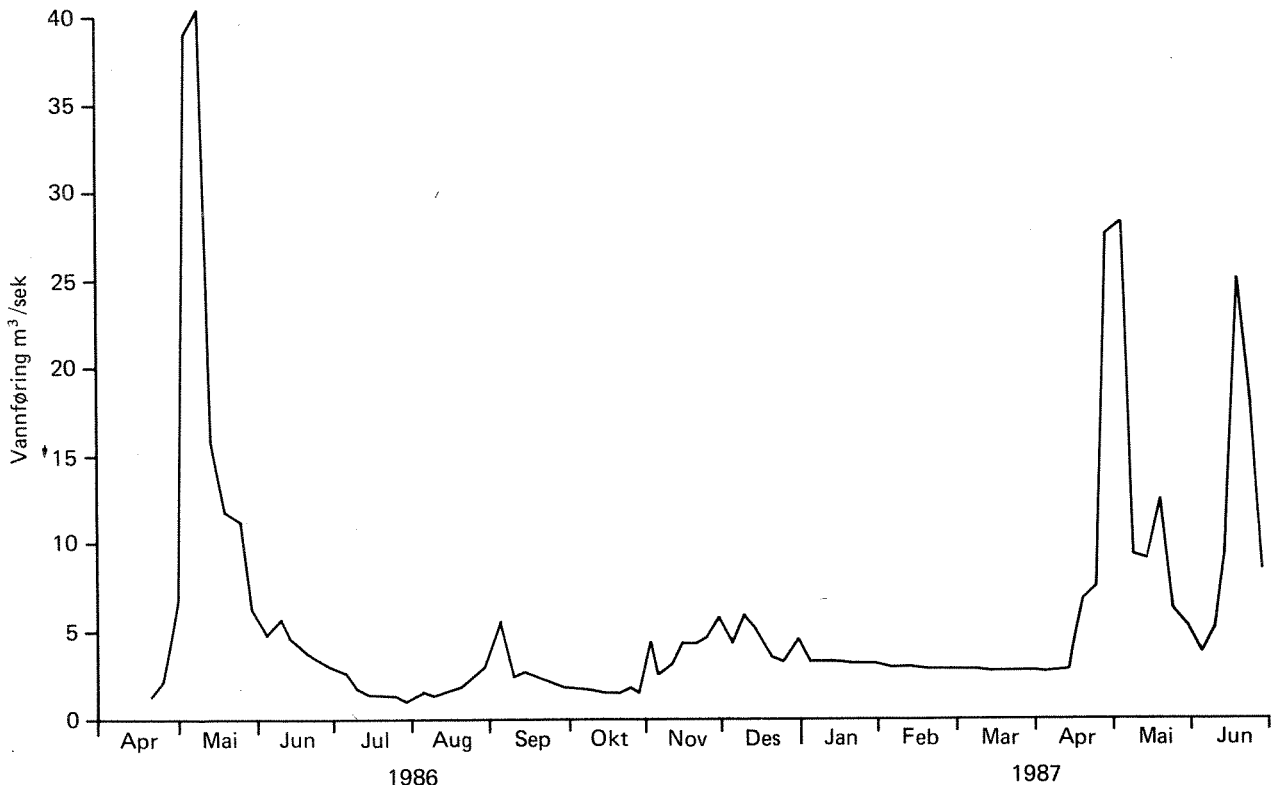


Fig. 3.1-1 Vannføring i Hunnselva fra april 1986 til juni 1987. Femdøgnsmidler i m³/sek.

3.2 Fysisk-kjemiske vannanalyser

Kontinuerlige målinger

Kontinuerlige registreringer av pH, temperatur, ledningsevne, turbiditet og aluminium i nedre deler av Hunnselva viste betydelige fluktuasjoner over korte tidsperioder.

I perioden 19. september til 13. oktober 1987 ble NIVAs mobile laboratorium (MOBILLAB) plassert nær stasjon H-4 ved Brufoss kraftstasjon i Hunnselva. Det ble foretatt kontinuerlige registreringer av følgende parametre: pH, temperatur, ledningsevne, turbiditet og aluminium.

På arbeidsdager med normale vannføringer i elva viste de målte parametrene et helt karakteristisk mønster i denne perioden (fig. 3.2-1A): Fra midnatt og frem til morgenen er de fleste målte parametrene stabile. Fra dette tidspunkt fluktuerer spesielt ledningsevnen, men også pH og aluminiumskonsentrasjonene varierer noe. Mot kvelden jevnes fluktuasjonene ut igjen. På enkelte andre arbeidsdager (fig. 3.2-1B) fluktuerer de fleste målte parametrene tildels betydelig gjennom hele døgnet, men spesielt mellom kl. 7 og 17. I løpet av noen få minutter endres ledningsevnen fra 6 mS/m til 13, pH fra 7.15 til 6.8, aluminium fra 500 til 600 µg/l og temperaturen økes med 3°C i løpet av en time (fra 14°C til 17°C).

I enkelte helger (fig. 3.2-1C) ble det registrert enda større svingninger over kort tid: ledningsevne 4-11.5 mS/m, pH 7.0-7.35 og aluminium 520 - 650 µg/l. Disse store svingningene i vannkvalitet må skyldes tildels betydelige utslipp i elva. Avstanden oppover i vassdraget til utslippskildene kan heller ikke være særlig lang siden svingningene foregår så raskt. Den nærmeste større bedriften oppstrøms lokaliseringen av MOBILLAB'en er O. Mustad & Søn A/S, som har utslippstillatelser på en rekke stoffer.

Innsamlingen av fysisk-kjemiske vannprøver har gjennom hele perioden, juli 1985 til juni 1987, vært foretatt på hverdager mellom kl. 08.00 og kl. 11.00. Dersom variasjonsmønsteret i vannkvaliteten var tilsvarende i denne perioden som i de 3-4 ukene MOBILLAB'en registrerte i elva, synes prøvetaking i allefall på stasjon H4 å være rimelig representativ.

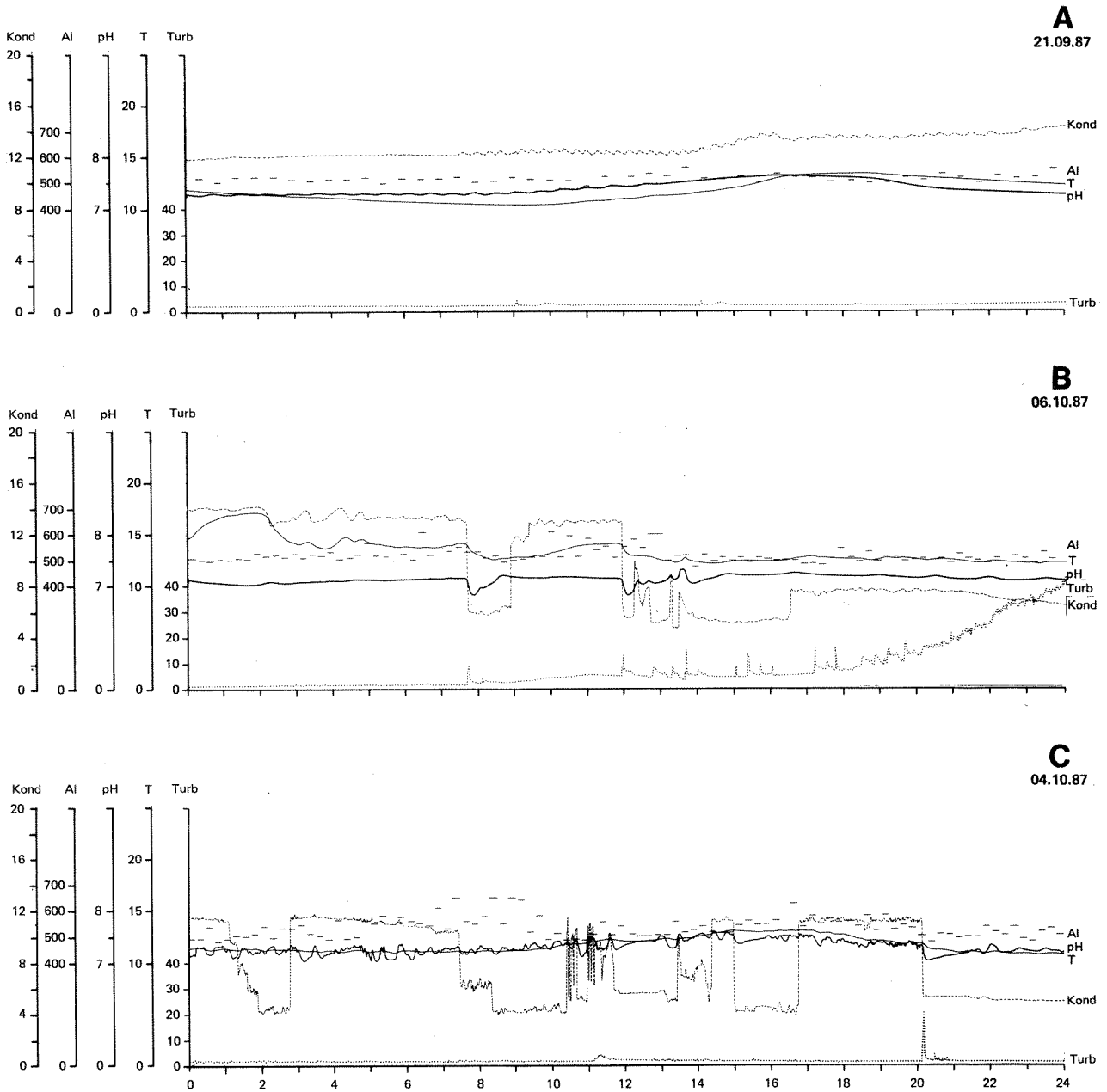


Fig. 3.2-1 Kontinuerlig registrering av pH, ledningsevne (mS/m), temperatur ($^{\circ}$ C), turbiditet (FTU) og aluminium (μ g/l) nær stasjon H-4 i Hunnselva over tre ulike døgn: A - mandag 21.9.87, B - tirsdag 6.10.87 og C - søndag 4.10.87. Registreringene er foretatt av NIVAs MOBILLAB.

Fysiske parametre, næringsalter, organisk stoff

Tilførslene av fosfor og nitrogen fra Hunnselva til Mjøsa for året 1986-87 var henholdsvis 11.2 tonn og 330 tonn. Det synes å ha vært en økning av nitrogenverdiene fra 1982 til 1987. Fargetallet har også steget de siste årene. De øvrige målte parametrene har høye verdier, men de har ikke endret seg vesentlig siden 1981-82. Nedover Hunnselva fra Einavatn til Mjøse ble det i 1985-87 målt økende konsentrasjoner av fosfor, nitrogen (inkludert ammonium) og organisk stoff. Verdiene for ledningsevne, turbiditet og farge økte tilsvarende. De største utslippene syntes å være ved Raufoss og i de nederste delene av elva.

Målinger ved innløpet til Mjøsa 1973, 1980-1987.

Ved innløpet av Hunnselva i Mjøsa, stasjon H-5, har det vært tatt månedlige prøver siden 1980. Også i 1973 ble det samlet inn månedlige prøver her. Prøvene er analysert på pH, ledningsevne, turbiditet, farge (ufiltrert), organisk stoff, totalfosfor og totalnitrogen. Resultatene, som er vist i fig. 3.2-2, viser meget store månedlige variasjoner i 1973, 1980 og første halvåret 1981. Det gjaldt spesielt pH, ledningsevne, organisk stoff og totalnitrogen, men også de andre målte parametrene. Etter 1981 ble de månedlige variasjonene vesentlig mindre. Dette falt i tid sammen med driftsnedleggelsen av Toten Cellulose som var en betydelig forurensner av Hunnselva. De siste to årene har variasjonene mellom høyeste og laveste verdi for de fleste av disse parametrene variert med en faktor på mellom 5 og 10. verdiene for turbiditet, farge, organisk stoff og totalfosfor var stabile og forholdsvis lave i lange perioder av 1985.

Fargetallet på stasjon H-5 ligger markert høyere de siste to årene sammenlignet med foregående år, og totalnitrogen viser en svak økning fra 1982 til 1986-87. Det synes forøvrig ikke å være noen tendens til endringer av de andre parametrene på stasjon H-5.

Målinger langs hele Hunnselva 1985-1987

Fig. 3.2-3 viser tidsveide middelkonsentrasjoner i periodene juli 1985 - juni 1986 og juli 1986 - juni 1987 av pH, ledningsevne, turbiditet, farge, organisk stoff, totalfosfor, totalnitrogen og ammonium nedover Hunnselva fra utløpet av Einavatn (H-0) til innløpet i Mjøsa (H-5).

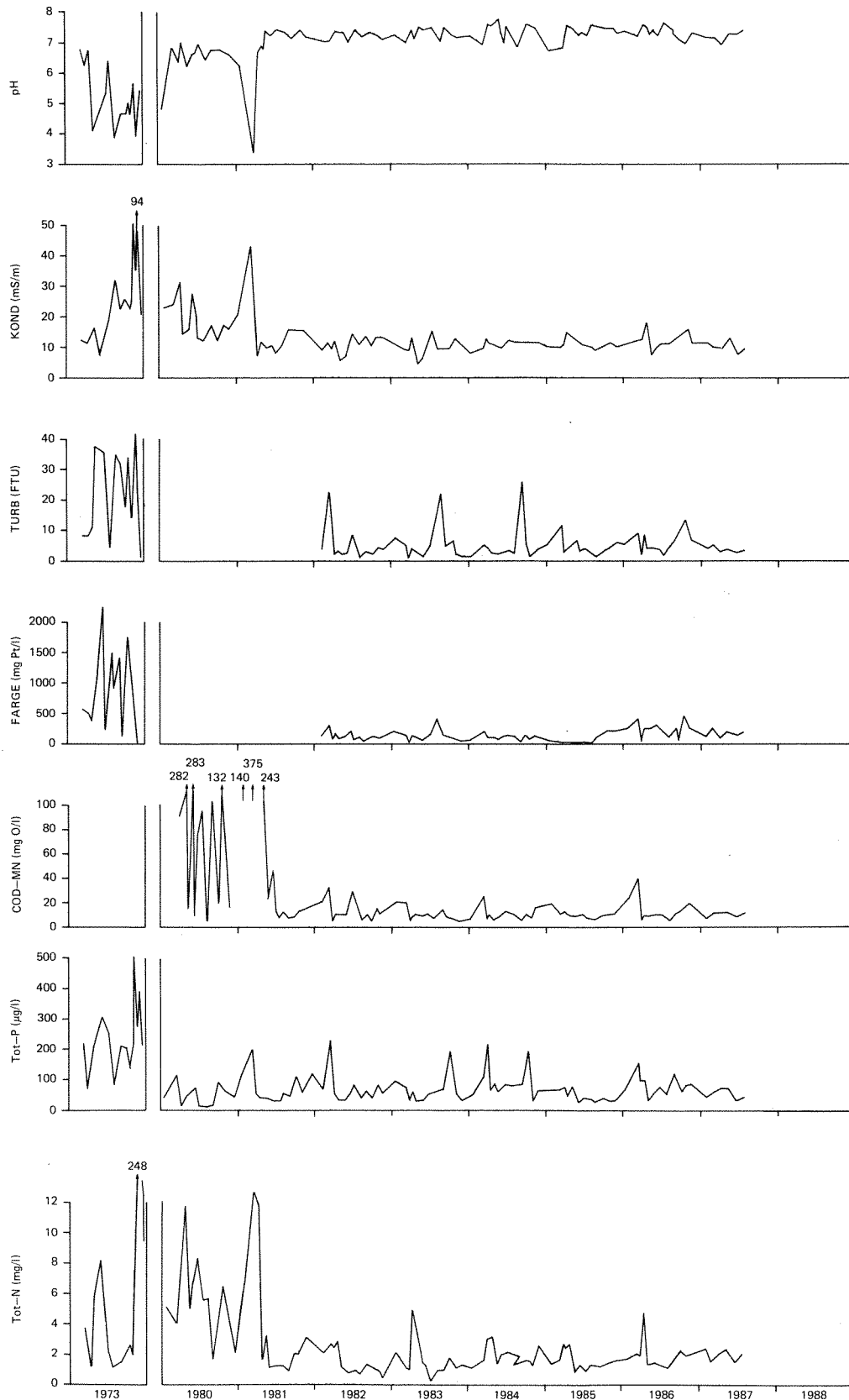


Fig. 3.2-2 Månedlige analyser fra 1973 og 1980-1987 fra stasjon H-5 i Hunnselva: pH, ledningsevne, turbiditet, farge, organisk stoff, totalfosfor og totalnitrogen.

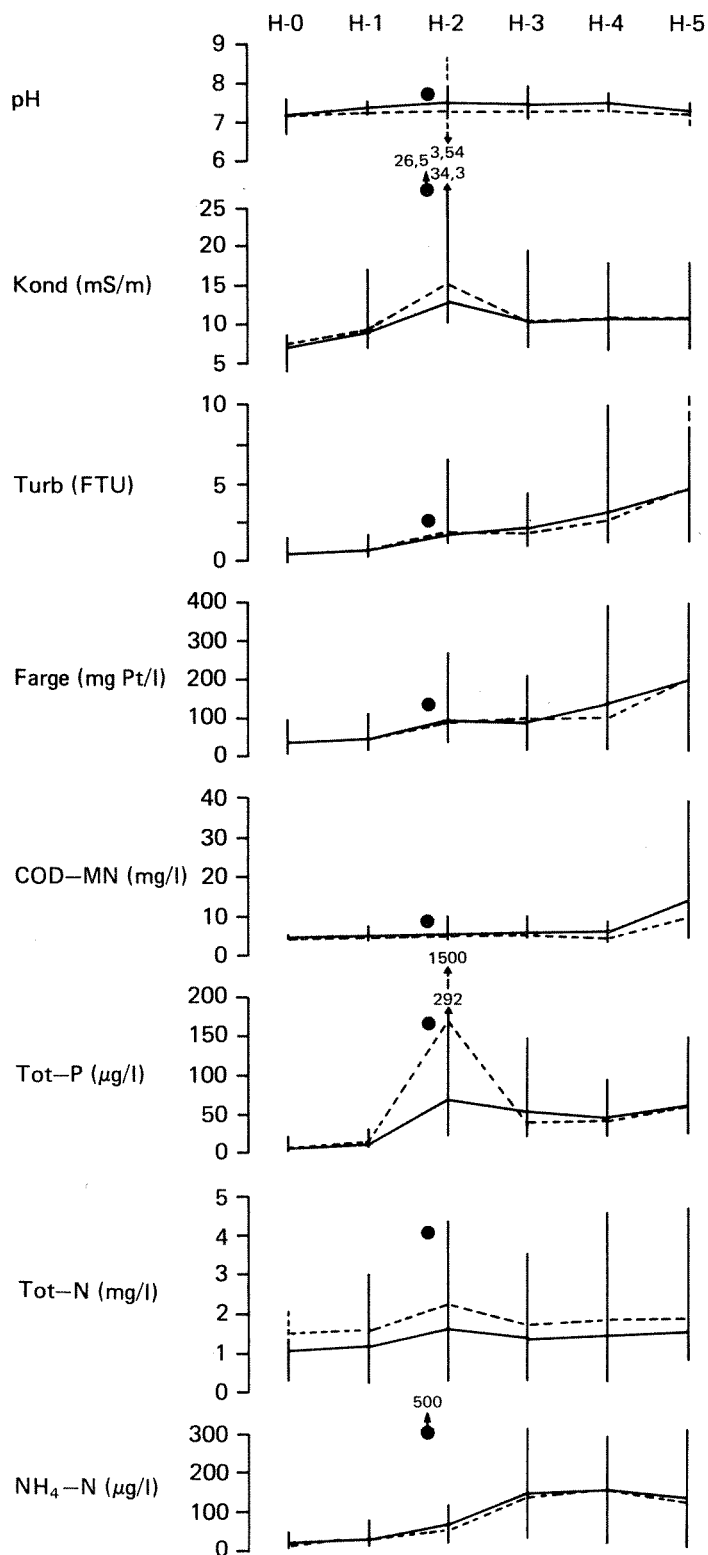


Fig. 3.2-3 Tidsveide middelkonsentrasjoner av pH, ledningsevne, turbiditet, farge, organisk stoff, totalfosfor, totalnitrogen og ammonium nedover i Hunnselva. Perioden juli 1985 - juni 1986 er heltrukket, juli 1986 - juni 1987 er stiplet. Maksimum- og minimumsverdiene for hver stasjon er vist. Middelsverdiene for Korta er slått sammen for begge årene ●.

Alle parametrene viser økende konsentrasjoner nedover i elva. Noen parametre øker forholdsvis jevnt, men med en fordobling av verdiene mellom H-4 og H-5; turbiditet, farge og organisk stoff. Dette har sammenheng med utslipp av organisk materiale fra Hunton Bruk A/S. Andre parametre viser en topp nedenfor Raufoss (H-2). Dette gjelder særlig ledningsevne og totalfosfor, men også totalnitrogen.

Totalnitrogen i 1986-87 ligger for hele elva høyere enn foregående år, forøvrig er det ingen markerte forskjeller langs hele elvestrekningen de to årene. Totalfosfor og ledningsevne viser betydelig høyere middelverdier på stasjon H-2 i 1986-87 sammenlignet med foregående år. Dette har sammenheng med flere registrerte utslippsepisoder ved Raufoss denne perioden. De totale tilførslene av nitrogen i Mjøsa fra Hunnelva var i 1986-87 omkring 330 tonn.

Når ammoniakk (NH_3) løses i vann vil den forekomme dels som ammoniakk og dels som ammonium (NH_4^+). Disse komponentene forekommer i en likevekt. Ved pH 7.5 og temp. 15°C foreligger ca 1% som NH_3 og 99% som NH_4^+ . Likevekten forskyves mot ammoniakk ved økende temperatur og økende pH. Ammoniakk (NH_3) er den absolutt giftigste delen av disse, og det er påvist dødlige effekter på fisk ved $200 \mu\text{g/l}$ NH_3 . En skadegrense er fastsatt av EIFAC til $25 \mu\text{g NH}_3/\text{l}$ (Alabaster & Lloyd 1982).

Konsentrasjonene målt som $\mu\text{g NH}_4\text{-N/l}$ på stasjon H-4 i 1986 varierer mellom 30 og 300. Justert for temperatur og pH tilsvarer dette konsentrasjoner fra 0.2 til $2.3 \mu\text{g NH}_3/\text{l}$ som er langt under EIFAC's skadegrense. De andre stasjonene med unntak av HK-1 (Korta) varierer innenfor de samme nivåene. Korta har $\text{NH}_4\text{-N}$ verdier mellom 100 og $2000 \mu\text{g/l}$. Dette tilsvarer NH_3 -konsentrasjoner på mellom 1.0 og $12 \mu\text{g/l}$ justert etter temperatur og pH. Dette er fortsatt under EIFAC's skadegrense for fisk.

Fosfor er en parameter som er viet spesiell oppmerksomhet i forbindelse med eutrofiering av Mjøsa. Fosfortransporter fra Hunnelva til Mjøsa var 11.2 tonn for året 1986-1987.

Allerede ved utløpet av Einavatn er middelkonsentrasjonen av totalfosfor noe høy, 6-10 $\mu\text{g/l}$. Ved stasjon H-1 er verdiene økt til 14-16 $\mu\text{g/l}$. En mulig forurensningskilde på denne elvestrekningen er settefiskanlegget ved Reinsvoll. Fra A/L Settefisk ble det oppgitt et totalt årsforbruk av fiskefôr på omkring 15 tonn (1986). Fosforinnholdet av fiskefôr er omkring 1,1%, og det er vanlig å regne at ca 1/4 blir tatt opp av fisken. Totalutslippet fra fiskeanlegget blir da omkring 125 kg fosfor pr. år. Med en beregnet middelvannføring ved H-2

på 2.8 m³/sek blir dette 1.4 µg/l. Den totale midlere konsentrasjonsøkningen mellom stasjonene H-0 og H-1 er 6-8 µg/l, og bidraget fra A/L Settefisk utgjør omkring 20%. Ved Hunnselvas innløp i Mjøsa er det tilsvarende prosenttallet bare 1.3% av den totale fosfortransport på 11.2 tonn/år.

Den største økningen av totalfosfor i Hunnselva skjer mellom stasjonene H-1 og H-2. Sideelva Korta, med middelkonsentrasjoner mellom 100-200 µg fosfor pr. liter, munner ut i Hunnselva på dette avsnittet. Dette utgjør mellom 1.2 og 2.4 tonn fosfor pr. år. Det er imidlertid bare 10% av tilførslene ved stasjon H-2 på årsbasis. De resterende 90% kommer fra andre kilder, bl.a. husholdningskloakk (se avsnitt 3.9). Også ved Hunnselvas innløp i Mjøsa utgjør Kortas fosfortilførsler omkring 10% av årlige tilførsler.

De tillatte utslippene fra Raufoss A/S er bare omkring 75 kg fosfor i året eller under 0.7%. Større utslippsepisoder av en rekke stoffer, inkludert fosfor, kan indikere større utslipp fra denne bedriften (se avsnitt "Metaller og cyanider").

Mellom stasjonene H-2, H-3 og H-4 synker konsentrasjonene av totalfosfor. Dette kan ha sammenheng med tilførsler av fosfatfattigere vann fra sidevassdrag. Fra stasjonene H-4 til H-5 øker fosforkonsentrasjonene igjen og dette tilskrives bl.a. utslippene fra Hunton Bruk A/S som inneholder store mengder organisk materiale.

Hovedkomponenter

Hunnselva har et høyt innhold av salter, bl.a. kalsium, og den har derfor en god bufferkapasitet mot ulike utslipp.

Ved fire anledninger i 1985-87 ble vannprøvene analysert for de vanlige hovedkomponentene kalsium, magnesium, natrium, kalium, klorid og sulfat. Kalsium og sulfat ble analysert oftere. Middelverdiene for hovedkomponentene er satt opp i tabell 3.2-1 for de enkelte stasjonene i Hunnselva og alle dataene fins i appendiks A-3. Hunnselva har et høyt innhold av salter etter norske forhold. Den har dermed en god bufferkapasitet mot ulike utslipp og de høye kalsiumverdiene gjør elva godt skikket som resipient for en del metaller (Grande 1984).

Konsentrasjonene av hovedkomponenter øker nedover elva til forbi Raufoss (H-2). Forurensningene fra Korta bidrar også her ved siden av tilførselene fra Raufoss. Ved H-3 er konsentrasjonene tynnet ut nesten til nivåene før Raufoss og er nærmest stabile eller øker bare svakt videre ned mot innløpet i Mjøsa.

Tabell 3.2-1. Konsentrasjoner av hovedkomponentene kalsium, magnesium, natrium, kalium, klorid og sulfat nedover i Hunnselva. Middelverdier for perioden juli 1985 til juni 1987 i mg/l.

	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO ₄
H-0	10.3	1.1	1.2	1.0	3.0	8.1
H-1	13.3	1.4	1.4	1.1	3.7	9.6
Korta	39.8	3.5	3.9	2.2	8.6	24.1
H-2	19.0	1.7	4.2	1.3	4.4	26.5
H-3	14.4	1.4	2.4	1.1	3.4	14.2
H-4	14.6	1.4	2.8	1.3	3.7	15.6
H-5	13.5	1.4	2.9	1.3	4.0	16.6

Metaller og cyanid

Transporten av metaller nederst i Hunnselva syntes å ha økt fra 1982 til 1984. Fra 1984 til 1986-87 ble metalltransporten trolig noe lavere.

Utslippstillatelser og målte verdier av metaller og cyanid er vurdert både i forhold til antatt skadelige og letale konsentrasjoner for laksefisk.

Ovenfor Raufoss lå de målte metallkonsentrasjonene på forventet naturlig bakgrunnsnivåer. Det ble imidlertid påvist cyanid i flere vannprøver. Nedenfor Raufoss økte metallkonsentrasjonene markert. Middelveidene for aluminium, kobber og cyanid lå over antatt skadelige konsentrasjoner for laksefisk, og enkeltmålinger av de samme stoffene lå over antatte letalgrenser.

SFTs utslippstillatelser til Raufoss A/S er satt betenkelig høy for overlevelse av en ørretbestand nedenfor Raufoss. I tillegg er det registrert store støtutslipp nedenfor Raufoss som trolig stammer fra industriområdet på Raufoss.

En brukbar vannkvalitet for et økosystem som inkluderer en ørretstamme krever bl.a. 85% reduksjon av aluminium og kobber målt i elvevannet nedenfor Raufoss samt en stopp av støtutslipp og cyanid.

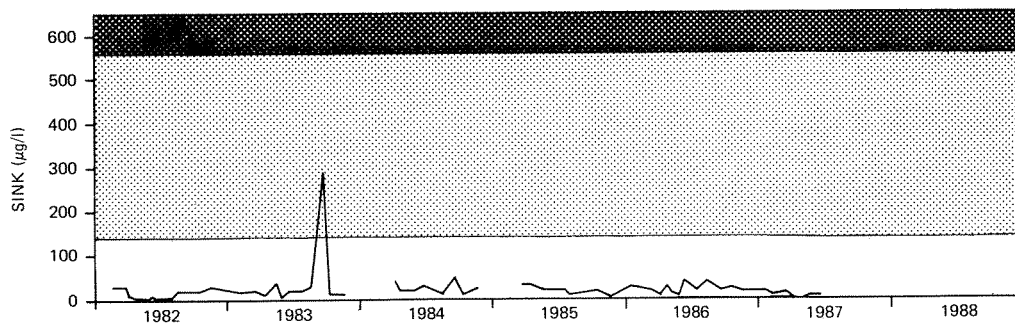
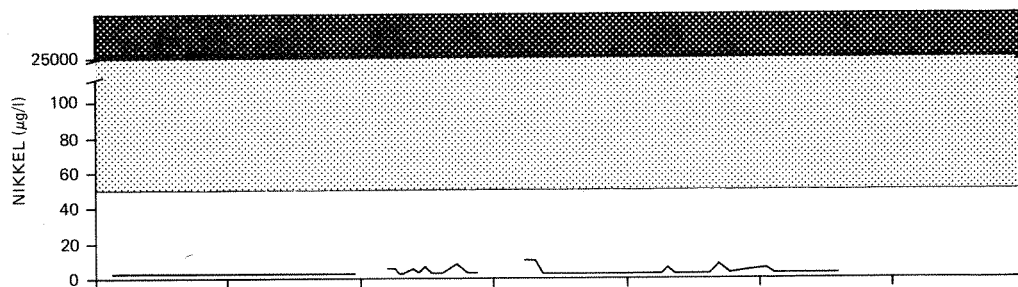
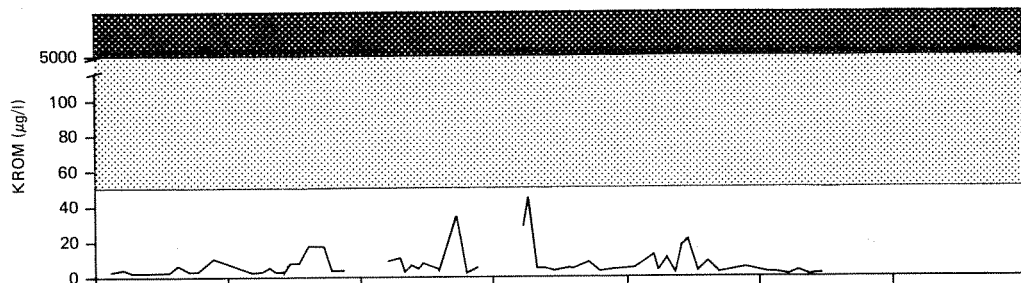
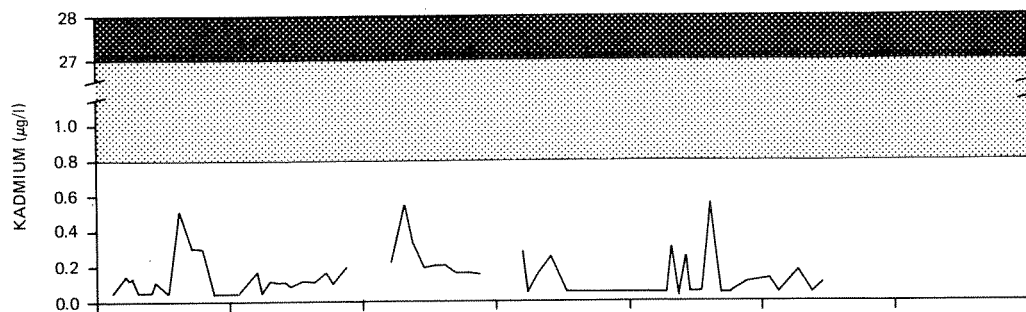
I elva videre nedover fra Raufoss ble konsentrasjonene av metaller og cyanid tynnet noe ut.

I fig. 3.2-4 er de målte konsentrasjonene på stasjon H-5 eller H-4 satt opp for årene 1982-87 for følgende stoffer: kadmium, krom, nikkel, sink, aluminium, kobber og cyanid. For de fleste parametrene er det markert to toleransegrenser. Den nederste grenseverdien angir den høyeste akseptable konsentrasjonen for laksefisk. Verdiene er gitt som øvre 95-prosentiler av målte konsentrasjoner gjennom en tidsperiode, vanligvis ett år. Den øvre grenseverdien viser en akutt- eller letalgrense. Hvor data er tilgjengelig er det benyttet 4-d LC_{50} for laksefisk. (4-d LC_{50} : Den konsentrasjonen av et stoff som dreper 50% av forsøksfisken i løpet av 4 døgn.) De grenseverdiene som er benyttet varierer i høy grad med vannkvaliteten og verdiene som er satt opp er justert for Hunnselva etter Alabaster & Lloyd 1982, EIFAC/T43 1983, EIFAC/T45 1984, Freeman & Everhart 1971, Grande 1984,

Grande & Andersen 1983, Jensen 1984, Rensvik m.fl. 1983 og Train 1979.

Aluminium er et metall man er blitt spesielt oppmerksom på i forbindelse med surt vann og toksiske effekter, bl.a. på fisk. Aluminium har vist seg å ha gifteffekter også i nøytrale og basiske miljøer. Aluminium opptrer i en rekke fraksjoner ved forskjellige surhetsgrader i vannet. Ved pH mellom 7 og 8, som vi finner i Hunnselva, er det særlig aluminat $Al(OH)_4^-$ som er skadelig for fisk. Freeman & Everhart (1971) har funnet både klare påvirkninger og død av regnbueørret ved aluminiumkonsentrasjoner på 500 $\mu g/l$ i vannkvaliteter mye likt de vi finner i Hunnselva. Det foreligger ikke undersøkelser for aluminium som kan fastsette tilsvarende grenser som for de øvrige metallene i Hunnselva. Den satte grenseverdien på 500 $\mu g Al/l$ ligger over nedre toleransegrense, men under 4-d LC_{50} for laksefisk.

Høyt kalsiuminnhold i vannet reduserer giftvirkningene av en rekke metaller (Grande 1984). Dette gjelder bl.a. kobber, sink, kadmium, krom, nikkel og aluminium. Kalsiuminnholdet varierer vanligvis mellom 10 og 20 mg/l i Hunnselva (fig. 3.2-5) og med noen få enkeltverdier opp mot 30-40 mg/l . Korta inneholder vesentlig mer kalsium, mellom 25 og 50 mg/l , og med et middel på rundt 40 mg/l . Vi registrerer en økning i kalsiumkonsentrasjonen i Hunnselva etter samløp med Korta (fra stasjon H-1 til H-2). Økningen av kalsium ved H-2 stammer trolig også fra fellingsprosessene ved Raufoss Ammunisjonsfabrikk. Dette har en positiv effekt for dyrelivet i vassdraget. Kalsiumkonsentrasjonene i elvevannet er tatt med i vurderingene av toleransegrensene for virkningene av de enkelte giftstoffene.



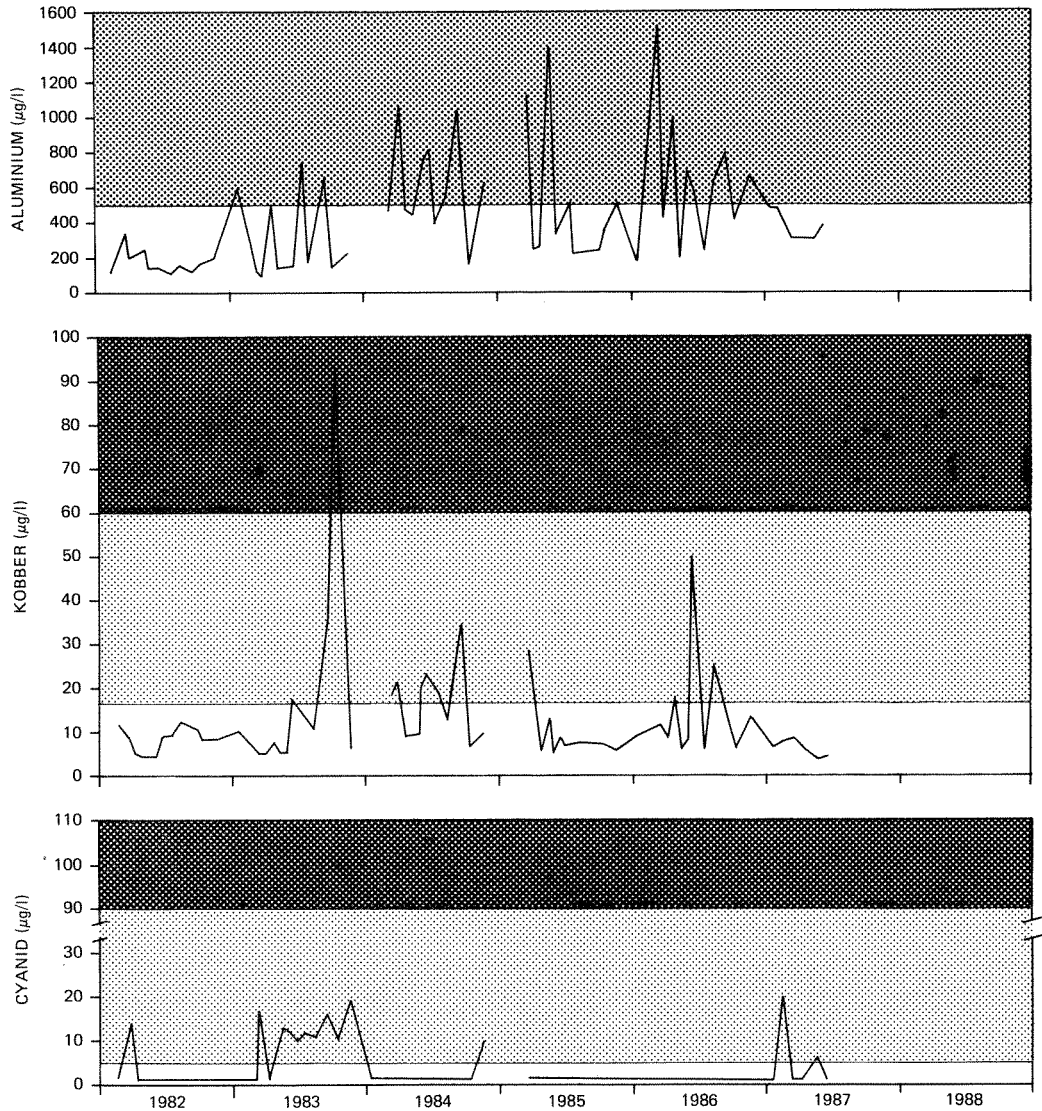


Fig. 3.2-4 Månedlige analyser fra 1981-1987 nederst i Hunnselva: Kadmium, krom, nikkel, sink, aluminium, kobber og cyanid. Lys gråsoner - ikke akseptabel konsentrasjon for laksefisk. Mørk gråsoner - 4d LC_{50} for laksefisk. Gråsoner for aluminium indikerer skadelige konsentrasjoner.

Målingene (fig. 3.2-4) av kadmium, krom, nikkel og sink på stasjon H-5 ligger alle (med ett enkelt unntak for sink) under de antatt laveste skadegrensene for laksefisk. Kobber og cyanid har flere verdier over antatt toleransenivå, og aluminium har en rekke registreringer over en antatt skadelig grenseverdi for fisk.

Tabell 3.2-4 viser tidsveide middelkonsentrasjoner av metaller nederst i Hunnselva for perioden 1982 til 1987. Konsentrasjonene er bl.a. avhengig av vannføringen i elva, men gode vannføringsdata foreligger ikke før 1986. I mangel av dette kan metallkonsentrasjonene sammenholdes med årlig nedbørmengder i feltet. Konsentrasjonene, nedbørmengdene og dermed også transporten av de fleste målte metallene syntes å øke fra 1982 til 1984. Dette gjaldt spesielt aluminium, men også kobber, kadmium, krom og sink. Etter 1984 har konsentrasjonene av de samme metallene gått ned til nivåene fra 1982, mens nedbørmengdene bare er noe redusert. Transporten av metaller er derfor fortsatt høyere enn i 1982, men redusert i forhold til 1984. Aluminium er det metallet som økte forholdsvis mest fra 1982 til 1984 og som også er redusert minst etter 1984.

Tabell 3.2-4 Årlig nedbør for Østre Toten meteorologiske stasjon. Tidsveide middelkonsentrasjoner ($\mu\text{g/l}$) for aluminium, kobber, kadmium, krom, nikkel og sink fra stasjon H-4 (1985-87) og H-5 (1982-84) i Hunnselva.

	Årsnedbør mm	Al	Cu	Cd	Cr	Ni	Zn
1982	517	169	9.1	<0.18	4.0	<5	20.7
1983	460	332	18.2	<0.13	5.6	<5	38.8
1984	748	596	16.9	0.23	8.8	<6.1	26.0
1985-86	626	539	11.5	0.12	7.5	<5	19.5
1986-87	713	460	9.0	0.15	3.0	<5	18.3

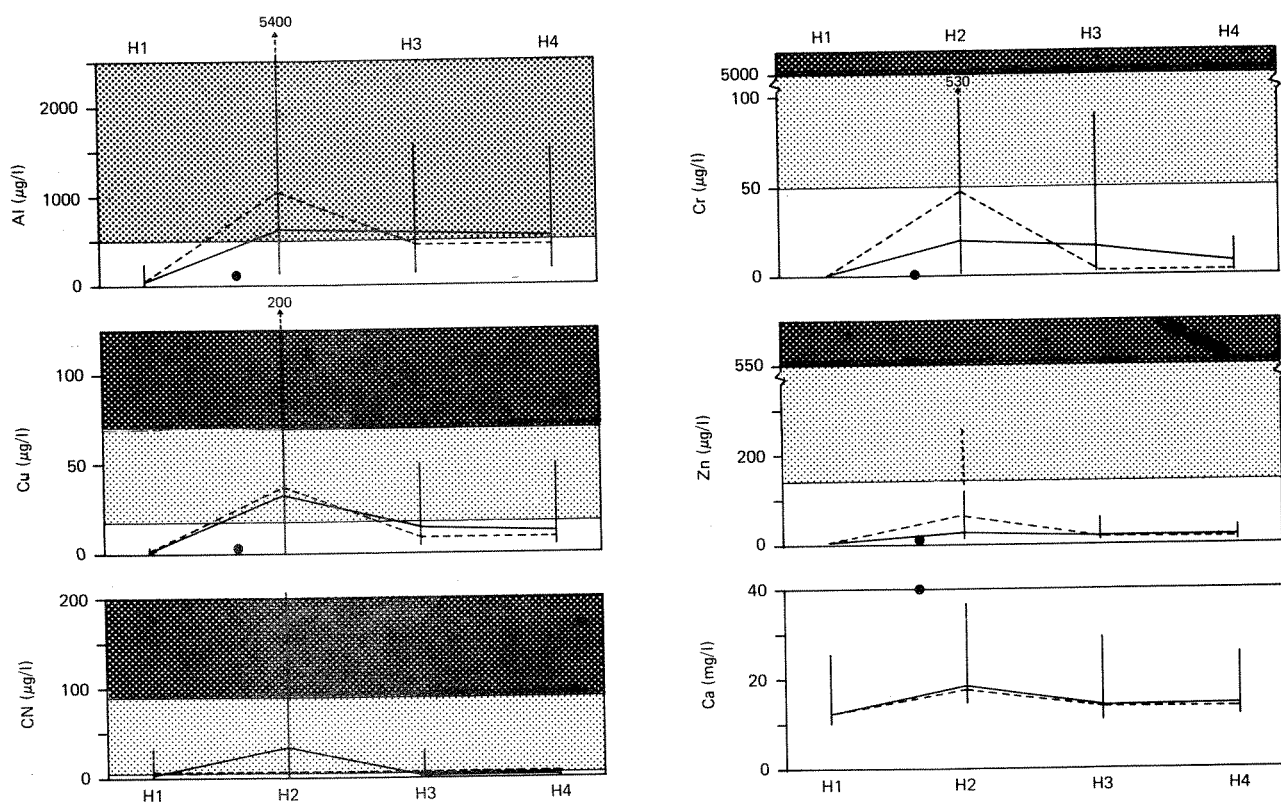


Fig. 3.2-5 Tidsveide middelskonsentrasjoner av aluminium, kobber, cyanid, krom, sink og kalsium nedover i Hunnselva. Perioden juli 1985 - juni 1986 er heltrukket, juli 1986 - juni 1987 er stiplet. Maksimum og minimumsverdiene er vist. Middelerverdiene for Korta er slått sammen for begge årene ●. Grå områder viser skader på fisk (se fig. 3.2-4).

Fig. 3.2-5 viser tidsveide middelkonsentrasjoner for periodene juli 1985 - juni 1986 og juli 1986 - juni 1987 av aluminium, kobber, cyanid, krom, sink og kalsium på målestasjonene nedover i Hunnselva. Som for fig. 3.2-4 er det også her satt opp toleransegrenser som tilsvarer høyeste akseptable konsentrasjon for laksefisk og 4-d LC_{50} for laksefisk (se fig. 3.2-4 og tekst). Kadmium og nikkel er også vurdert på de samme stasjonene i tilsvarende tidsperiode, men det ble ikke registrert verdier over laveste toleransegrense. Disse metallene er derfor ikke tatt med i figuren. Av fig. 3.2-5 kan man se hvor i elva de enkelte giftstoffene opptrer. De antatt innbyrdes gifteffektene av de enkelte stoffene kan også leses ut av fig 3.2-4 og 3.2-5. På stasjon H-1 er alle tidsveide middelkonsentrasjoner godt under antatt laveste toleransegrenser og verdiene ligger rundt forventet naturlige bakgrunnsnivåer. Dette gjelder også alle enkeltmålinger med unntak av tre cyanidanalyser. Nedenfor Raufoss (H-2) er middelkonsentrasjonene over nedre toleransegrense for aluminium, kobber og cyanid og de høyeste verdiene ligger godt over grensen for 4-d LC_{50} . Krom og sink har middelverdier under laveste toleransegrense, men enkeltverdier er målt godt over denne grensen, men ikke over grensen for 4-d LC_{50} .

På H-3 (nedenfor Breiskallen renseanlegg) er de tidsveide middelverdiene og også enkeltmålingene vesentlig lavere, men fortsatt ligger middelverdiene av aluminium rundt toleransegrensen og middelverdiene av kobber betenkelig nær laveste toleransegrense. Enkeltmålinger av aluminium, kobber og tildels cyanid og krom ligger over laveste toleransegrense.

På H-4 (nedenfor O. Mustad & Søn A/S) er tidsveide middelverdier og også enkeltmålingene lavere enn ovenfor, men fortsatt er middelverdiene av aluminium og enkeltmålinger av aluminium, kobber og cyanid for høye. (Enkeltmålingene for denne stasjonen er også vist i fig 3.2-4.)

Konsentrasjonene av bly ble målt i Hunnselva ved fire anledninger. Analyseresultatene sammen med middelverdiene er satt opp i tabell 3.2-3. Det synes å være en svak økning av blyverdiene nedover i elva, men konsentrasjonene er lave. De ligger f.eks. godt under kravet til drikkevann (50 $\mu\text{g/l}$) og også under antatt subletale effekter for laksefisk (20 $\mu\text{g/l}$).

Tabell 3.2-3. Konsentrasjoner samt middelveidier av bly i Hunnselva og Korta ($\mu\text{g/l}$).

Stasjon	11.10.85	13.11.85	9.1.86	10.6.87	Middel
H-0	0.55	0.75	1.0		0.8
H-1	0.70	0.65	0.75	<0.5	0.7
Korta	1.85	0.65	1.0	<0.5	1.0
H-2	1.55	0.95	1.6	0.6	1.2
H-3	1.40	1.40	0.8	0.5	1.0
H-4	1.65	1.65	0.8	0.5	1.2
H-5	1.85	1.75	1.45		1.7

Flere målinger av blyinnholdet i mose fra stasjonene H-2 og H-1 (tabell 3.3-1 og fig. 3.3-1) indikerer imidlertid at det kan forekomme vesentlig høyere konsentrasjoner nedenfor Raufoss enn det de fire vannprøveseriene viser.

I tabell 3.2-4 er SFTs utslippstillatelser fra september 1973 og februar 1982 til Raufoss A/S satt opp, og de tilsvarende konsentrasjonene i Hunnselva er beregnet ved middelvannføring og lavvannsføring (middelvannføring på $4.4 \text{ m}^3/\text{sek}$ og lavvannføring på $1.4 \text{ m}^3/\text{sek}$ ved Åmot med et nedbørfelt på 373 km^2 som er justert til en middelvannføring på $3.3 \text{ m}^3/\text{sek}$ og en lavvannføring på $0.9 \text{ m}^3/\text{sek}$ ved stasjon H-2 med 233 km^2 av nedbørfeltet).

For utslipp av aluminium fra Raufoss A/S har SFT (februar 1982) også satt en begrensning på 10 mg/l med prosessavløpsvann på maksimalt $50 \text{ m}^3/\text{time}$. Med en lavvannføring på $0.9 \text{ m}^3/\text{sek}$ og en middelvannføring på $3.3 \text{ m}^3/\text{sek}$ vil dette alene gi konsentrasjoner i elvevannet på henholdsvis 155 og $42 \mu\text{g}$ aluminium pr. liter. Dette kan betraktes som maksimale tillatte støtutslipp.

Ved å sammenligne differansen mellom tidsveide middelkonsentrasjoner mellom stasjonene H-2 og H-1 og utslippstillatelsene fra Raufoss A/S (siste og nest siste kolonne i tabell 3.2-4), fremkommer det betydelige avvik for en rekke stoffer. Størst er avviket for aluminium med en faktor på ca 40, men også kobber (14) og tildels sink (7) og krom (5) ligger høyt. De målte verdiene av disse metallene fra sideelva Korta (fig 3.2-5) har bare ubetydelig eller ingen innflytelse på differansene mellom stasjon H-2 og H-1.

Tabell 3.2-4 Utslippstillatelser for Raufoss A/S og de konsentrasjoner av aluminium, kobber, cyanid, kadmium, krom, nikkel og sink dette gir i Hunselva nedstrøms Raufoss ved en middelvannføring på 3.3 m³/sek og en lavvannsføring på 0.9 m³/sek. De målte middelkonsentrasjonene på H-2 minus middelkonsentrasjonen på H-1 er også vist for de samme stoffene.

	Utslipps- tillatelser		Beregnete konsentrasjoner		Målte diff. i tilførslene
	Middel kg/døgn	Maks. kg/uke	µg/l		µg/l
			0.9 m ³ /sek	3.3 m ³ /sek	H ₂ +H ₁ middel
Aluminium	5.0		64	18	713
Kobber	0.5	2.5	6.4	2	29
Cyanid	0.1	0.5	1.3	0.4	-
Kadmium	0.005	0.025	0.06	0.02	-
Krom	2.0	10.0	26	7	33
Nikkel	1.5	7.5	19	5	-
Sink	1.5	7.5	19	5	34

Videre har det åpenbart forekommet større utslippsepisoder ovenfor stasjon H-2 i de senere årene. Høyere konsentrasjoner av enkeltemetaller i mose indikerer dette (se kapittel 3.3). Ved de månedlige vannprøvetakingene ble det også registrert store utslipp. Disse viste betydelige avvik fra det "normale" forurensningsbilde: På stasjon H-2 nedenfor Raufoss den 15. oktober 1986 viste pH-målingene en verdi på 3.5 (mot vanlig 7.5-7.8), ledningsevnen var 34.3 mS/m (vanligvis 10-17), sulfat 100 mg/l (12-35), totalnitrogen 4 mg/l (2.0-2.6), ammoniakk 145 µg/l (20-60), aluminium 5400 µg/l (200-600), sink 260 µg/l (10-50). De fleste øvrige metallene viste også høye verdier. Ved en annen måling den 17. februar 1987 viste pH en verdi på 8.58 (mot vanlig 7.5-7.8), turbiditet 6.7 FTU (1-3), ufiltret farge 300 mg Pt/l (50-100), totalfosfor 1500 µg/l (30-60). Også ved denne anledningen var det meget høye verdier av mange av metallene: Aluminium 3560 µg/l, sink 240 µg/l, krom 530 µg/l, kobber 200 µg/l. Også 29. april 1986 var det en rekke ekstreme verdier her: pH 8.0, ledningsevne 24.2, turbiditet 6.6 FTU, totalfosfor 292 µg/l, kalsium 37.1 mg/l, aluminium 2650 µg/l, krom 100 µg/l og kobber 160 µg/l.

Ved den generelle lokaliseringen av prøvetakingsstasjonene i Hunselva

er det vanskelig å peke ut nøyaktig hvor i vassdraget de ulovlig høye utslippene kommer inn og hvem som er ansvarlige for disse. Det er ikke registrert høye metallverdier ovenfor stasjon H-1 i Hunnselva og heller ikke i sideelva Korta. Det ligger ingen større industribedrifter ovenfor Raufoss. Prøvetakingslokaliteten (H-2), den komplekse sammensetningen av utslippene og også mengden av utslipp indikerer meget sterkt at dette må stamme fra industribedriftene på Raufoss.

I fig 3.2-4 og 3.2-5 er det satt opp toleransegrenser for de enkelte giftstoffene i Hunnselva hver for seg. Det er imidlertid kjent at gifteffekten av flere av disse stoffene øker når de opptrer samtidig. Grande satte opp en vurdering allerede i 1973 av utslippene fra Raufoss Ammunisjonsfabrikker og deres giftvirkninger i Hunnselva. Han regnet da en additiv effekt av de aktuelle giftstoffene. Også ifølge nye undersøkelser (EIFAC/T37 1987) kan den additive effekten benyttes for de aktuelle utslippene av metaller i Hunnselva. Den totale giftvirkningen kan beregnes ved å summere forholdstallene mellom konsentrasjonene av giftstoffene i vannet og fiskens antatte $4d-LC_{50}$ (forholdet K/T i tabell 3.2-5). Dersom summen av disse forholdstallene er lik 1.0 tilsvarer dette $4d-LC_{50}$ for giftstoffblandingen i vannet. For at det skal kunne opprettholdes en levedyktig bestand av fisk, bør denne summen ikke overstige 0.25 (Alabaster & Lloyd 1972), og helst ligge under 0.1. For aluminium foreligger ingen tall på $4d LC_{50}$ for laksefisk. Til denne beregningen i tabell 3.2-5 benyttes intervallet 1-5 mg Al/l, hvor 1 mg/l trolig er for lavt og 5 mg/l er for høyt (tabell 3.2-5 kolonne 1). Den aktuelle $4d LC_{50}$ konsentrasjonen ligger et sted mellom disse verdiene.

Tabell 3.2-5 Giftigheten på laksefisk av stoffene aluminium, kobber, cyanid, kadmium, krom, nikkel og sink i Hunnselva og i utslipp fra Raufoss A/S. Giftigheten (T) er gitt som 4d LC₅₀ for de enkelte stoffene. K er konsentrasjonen i mg/l av de enkelte stoffene ved H-1, K(H1), differansen av konsentrasjonene mellom H-1 og H-2, K(H2-H1), og de tillatte utslippskonsentrasjonene fra Raufoss A/S K(R) ved vannføringer på 0.9 og 3.3 m³/sek.

	T mg/l	K(H1)/T	K(R)/T 0.9 m ³ /s	K(R)/T 3.3 m ³ /s	K(H2-H1)/T
Aluminium	1-5	0.013-0.065	0.013-0.064	0.004-0.018	0.14-0.7
Kobber	0.07	0.036	0.09	0.029	0.414
Cyanid	0.09	0.06	0.0144	0.004	-
Kadmium	0.027	<0.037	0.0022	0.001	-
Krom	5	<0.001	0.0052	0.001	0.007
Nikkel	25	<0.0002	0.0008	0.001	-
Sink	0.55	<0.018	0.0345	0.009	0.062
Sum		0.11-0.16	0.16 - 0.21	0.05 - 0.06	0.62-1.18

Som vi ser av tabell 3.2-5 ligger summen av giftvirkningene allerede på stasjon H-1 over 0.1, men godt under 0.25 og det er en meget god bestand av ørret her (se avsnitt 3.6). Også ved de beregnede konsentrasjonene av de tillatte utslippene fra Raufoss A/S med vannføringer på 0.9 og 3.3 m³/sek ligger summen av giftvirkningene over 0.1, men fortsatt under 0.25. Dersom vi summerer giftvirkningene av konsentrasjonene fra stasjon H-1 og de tillatte utslippene fra Raufoss A/S ved en lavvannføring på 0.9 m³/sek blir dette 0.27-0.37 altså i overkant av 0.25. Dette betyr at SFTs utslippstillatelser til Raufoss A/S er satt betenkelig høy for overlevelse av ørrestammen nedenfor Raufoss. Det er spesielt kobber, men også aluminium, som trekker denne summen opp. Summen av giftvirkningene fra H-1 pluss tillatte utslipp fra Raufoss A/S ved middelvannføring på 3.3 m³/sek ligger på 0.16-0.22, dvs. i underkant av forventet faregrense.

Ser vi så på de målte tidsveide middelkonsentrasjonene i vann på stasjon H-2 og trekker fra de bakgrunnskonsentrasjonene som ble registrert på stasjon H-1, får vi et mål på tilførselene/utslippene mellom de to stasjonene. Giftigheten av disse tilførselene/utslippene er meget høye, 0.62-1.18, og ingen laksefisk vil kunne overleve lenge her. De fleste andre organismene som naturlig hører til her har også

forsvunnet. Det er spesielt giftigheten av aluminium og kobber som er for høy. Utslippene av de øvrige stoffene mellom de to stasjonene synes ikke å ha noen avgjørende effekt.

For å kunne vurdere en metallkjemisk vannkvalitet for et økosystem nedstrøms Raufoss som er istand til å omsette deler av de høye næringssalttilførslene, har vi bare kriterier for levedyktige bestander av laksefisk (ørret) å holde oss til. Summeres giftigheten for fisk i forhold til de virkelig målte middelkonsentrasjonene av miljøgifter ved H-2 (tabell 3.2-6) får vi verdiene 0.88-1.26 og 0.89-1.75 for henholdsvis årene 1985-86 og 1986-87. Tallene bør ikke være høyere enn 0.25. De miljøgiftene som har størst betydning og som tildels alene overskrider verdien 0.25 er aluminium, kobber og cyanid (for 1985-86). Summeres giftigheten av de øvrige metallene (sink, nikkel, krom og kadmium fra stasjon H-2 (tabell 3.2-6) med elvas "bakgrunnsverdier" av aluminium, kobber og cyanider fra stasjon H-1 (tabell 3.2-5) kan vi anslå maksimale nye tilførsler av kobber og aluminium ved H-2 som kan aksepteres for at elva kan få levedyktige bestander av fisk. Etter disse beregningene kan elva tåle en total giftighet ved H-2 på 0.02-0.09 enheter av aluminium, kobber og cyanid. Cyanid bør ikke forekomme i en ferskvannslokalitet. Tilførslene av kobber kan da være 1.4-6.3 µg/l hvis aluminiumtilførslene er lik 0, eller aluminiumtilførslene kan være 90-430 µg/l hvis kobbertilførslene er lik 0. Hvis økningen av kobber settes til 4.5 µg/l må aluminiumtilførslene være under 110 µg/l. Dvs. at middeltilførslene for kobber og aluminium ved H-2 må reduseres med 85% i forhold til de målte verdiene i elva.

Tabell 3.2-6 Giftighet ($4d LC_{50}$) for laksefisk i forhold til målte konsentrasjoner av miljøgifter på stasjon H-2 i Hunnselva 1985-86 og 1986-87. For videre forklaring se tabell 3.2-5.

	T mg/l	K(H-2)/T 1985-86	K(H-2)/T 1986-87
Aluminium	1-5	0.09-0.47	0.22-1.08
Kobber	0.07	0.36	0.53
Cyanid	0.09	0.38	0.016
Kadmium	0.027	0.0006	0.0004
Krom	5	0.004	0.00096
Nikkel	25	-	0.0002
Sink	0.55	0.05	0.112
Sum		0.88-1.26	0.89-1.75

Videre nedover elva fra Raufoss (H-2) synker som nevnt middelkonsentrasjonene av de målte miljøgiftene (fig. 3.2-5). Dette har sammenheng med fortykning fra sidevassdragene. Det foreligger utslippstillatelser for metaller fra bedriften O. Mustad & Søn A/S. Eventuelle effekter av disse utslippene overskygges av de miljøgiftkonsentrasjonene som allerede er tilstede i elva og en vurdering av disse nedre utslippene er bare mulig teoretisk og har i praksis ikke interesse før elva oppstrøms er blitt vesentlig renere.

Transporten av metaller med Hunnselva til Mjøsa er beregnet på grunnlag av tidsveide middelkonsentrasjoner og vannføringer. Totalt tilføres Mjøsa årlig omkring 86 tonn aluminium, 3.3 tonn sink, 0.9 tonn krom og 1.8 tonn kobber.

3.3 Metaller i moser

Korrelasjoner mellom metallkonsentrasjoner i vann og i mose er rimelig gode, men en del punkter ligger noe over en forventet korrelasjonslinje. Dette kan ha sammenheng med sporadiske høye utslipp som bare blir registrert i analyser av mosene.

Moser har tidligere blitt benyttet for å måle belastninger av metaller i ferskvannslokaliteter (Bengtsson & Lither 1981, Lingsten 1984, 1985). Moser egner seg godt for dette formålet; bl.a. bygges det opp vesentlig høyere konsentrasjoner i mosene sammenlignet med vannet som ofte ligger nær deteksjonsgrensene for de ulike metallene, og mosene har evnen til å akkumulere støtutslipp som ellers ville kreve meget hyppige vannprøvetakinger for å kunne bli registrert.

I Hunnselva ble mose flyttet fra stasjon H-1 til H-2 og H-4 (28.5.86). På H-2 ble mosen satt ut i elva mens på H-4 ble mosen plassert i et kontrollkar for fisk (se avsnitt 3.7). Tre uker (18.6.) og syv uker (15.7.) senere ble det tatt inn prøver av mosen fra de tre stasjonene. Senere (12.11.86 og 12.5.87) ble det også tatt inn prøver av mose som vokste på H-1 og H-2.

På stasjon H-1 vokser moseartene Fontinalis dalecarlica og Hygrohypnum ochraceum og begge artene ble prøvetatt på H-1 og overført til stasjonene H-2 og H-4. På stasjon H-2 vokste bare Hygrohypnum ochraceum. Mosen som ble satt ut i kontrollkaret for fisk på H-4 syntes ikke å ha vokst noe særlig i løpet av forsøksperioden - nye skudd var meget små og deler av mosen syntes å "skrante", men prøver ble likevel tatt med.

Konsentrasjonene av kobber, sink, kadmium, krom, nikkel, aluminium og bly i mosene er vist i tabell 3.3-1, og middelveidene er plottet inn på Fig. 3.3-1. Figuren sammenholder konsentrasjonene målt i mosene og målingene fra vannprøvene på de samme stasjonene i perioden juli 1986 - juni 1987 (tabell 3.3-1).

Vannanalysene av kadmium og nikkel på alle tre stasjonene samt sink og krom på stasjon H-1 viser for de fleste målingene verdier under deteksjonsgrensen. Verdiene kan derfor ikke plottes direkte mot konsentrasjonene i mosen på fig 3.3-1. På grunnlag av konsentrasjonene i mosen kan vi imidlertid antyde de gjennomsnittlige verdiene i vannprøvene ved å lese ut av Bengtsson & Lithner's (1981)

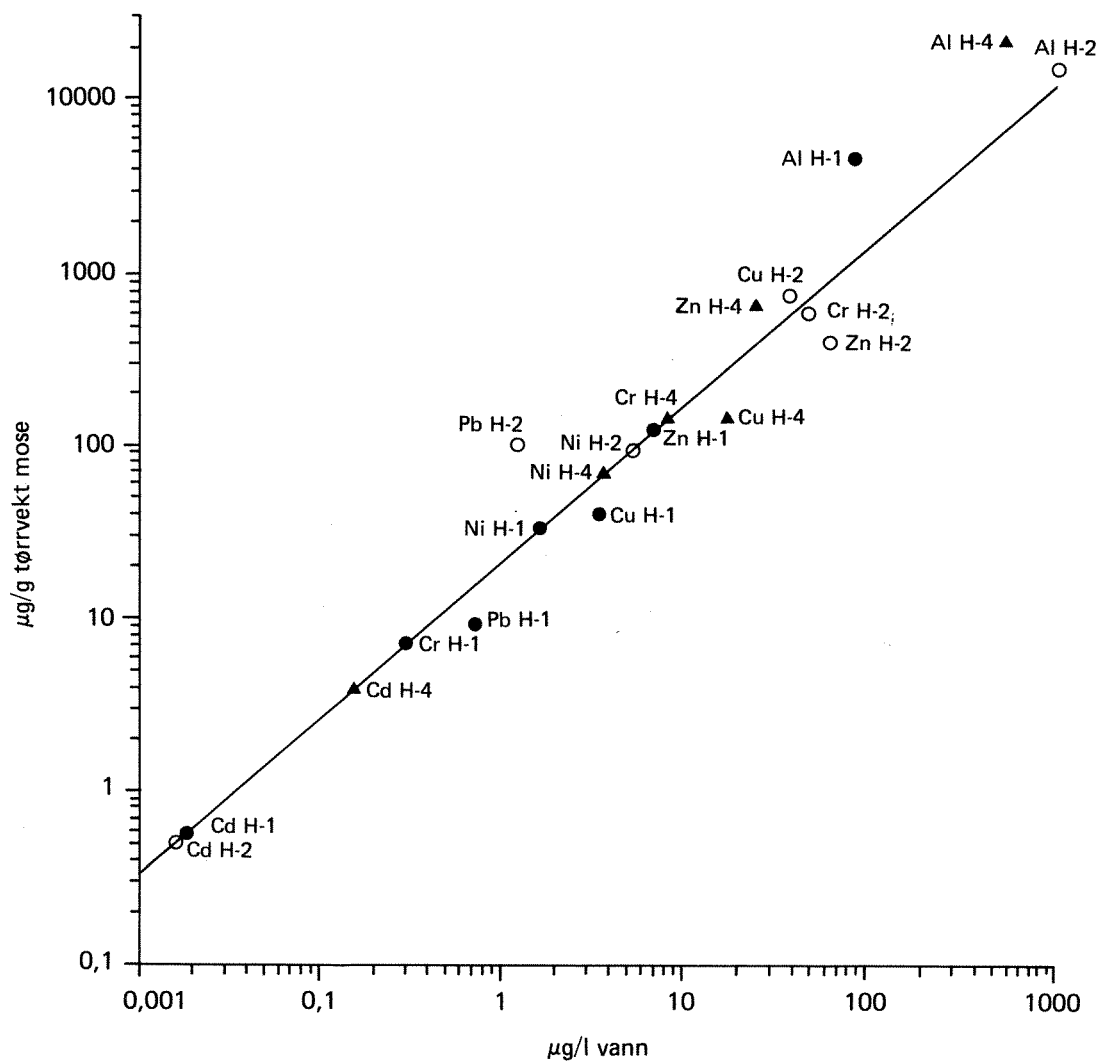


Fig. 3.3.1 Metallkonsentrasjoner i moser i forhold til konsentrasjoner i vann på ulike stasjoner (H-1 ●, H-2 ○, H-4 ▲) i Hunnselva. Korrelasjonslinjen etter Bengtsson & Lithner (1981). Følgende punkter er plassert inn på regresjonslinjen: alle Cd- og Ni-punktene samt Cr H-1 og Zn H-1 (se tekst). De øvrige er målte verdier.

Tabell 3.3-1 Metaller i mose fra Hunnselva 1986-87. Konsentrasjonene er gitt i $\mu\text{g pr. g}$ tørrvekt av mose. Middelkonsentrasjonene er vist i parentes. Nedre del av tabellen viser middelverdien av de målte metallkonsentrasjonene i vannprøvene fra 1986-1987. For bly er verdiene fra tabell 3.2-3 brukt. Tegnforklaring: H.o = Hygrohypnum ochraceum F.d = Fontinalis darlearlica, i = ubestemt mose, (S) = stasjonær mose, (O) = overført mose fra st. H-1.

Stasjon	Dato	Art	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Al	Pb
H-1	18.6.86	i. (S)	30	195		7	13		
	15.7.86	i. (S)	17	100	0.2	7		4139	
Mose	12.11.86	H.o(S)	43 (35)	112(119)	0.69(0.58)	(6.8)	28(26)	4940(4757)	9.7(8.8)
	12.11.86	F.d(S)	61	95	1.08		59	5200	10.6
	12.5.87	F.d(S)	22	93	0.34	6.3	4		6.1
H-2	18.6.86	H.o (S)	1056	367		556	53	12220	
	18.6.86	i. (O)	1146	459		797	57	16040	
Mose	15.7.86	i. (O)	(824)	375(400)	(0.49)	(496)	68(92)	12860(15105)	138 (106)
	12.11.86	H.o(S)	871	482	0.5		190	19300	73.5
	12.5.87	H.o(S)	223	319	0.47	135			
H-4	18.6.86	i. (O)	183 (150)	443(667)	2 (4)	98 (144)	26(68)	18760(21225)	
Mose	15.7.86	i. (O)	117	890	6	190	110	23690	
H-1 VANN			2.8	<10	<0.1	<0.5	<5	84	0.7
H-2 VANN			37.0	62	<0.1	48	<5	1127	1.2
H-4 VANN			17.2	24.3	<0.1	8.1	<5	570	

korrelasjonskurve i fig 3.3-1. I følge figuren skulle konsentrasjonene av kadmium i vannet på henholdsvis H-1, H-2 og H-4 være omkring 0.02, 0.015 og 0.16 $\mu\text{g/l}$. De tilsvarende verdiene for nikkel var ca 1.25, 5.5 og 3.5 $\mu\text{g/l}$. Verdiene for sink og krom på stasjon H-1 skulle være henholdsvis 7 og 0.3 $\mu\text{g/l}$. Alle disse verdiene er plassert inn på korrelasjonskurven.

Bakgrunnsverdier for metallkonsentrasjoner i moser som Lingsten (1985) har sammenfattet synes å være i overensstemmelse med eller litt lavere enn de verdiene som er funnet på stasjon H-1 i Hunnselva for kobber, sink, kadmium, krom og bly. Bare nikkel ligger betydelig (5-10 ganger) høyere enn antatt vanlig bakgrunnsverdi. Nikkelkonsentrasjonene langs hele elva er imidlertid forholdsvis lave og godt under grensene for antatte giftvirkninger på levende organismer.

Fig. 3.3-1 viser gode korrelasjoner mellom målte konsentrasjoner av

metaller i vann og i mose, men det er en del punkter som ligger i en viss avstand, både over og under den forventede linjen. Hvis vi antar at alle analysene er tilnærmet riktige kan avstandene til korrelasjonslinjen forklares med at vannprøvene bare representerer et kort øyeblikksbilde pr. måned. Mosene har blitt eksponert for alle variasjoner av vannkvaliteter gjennom hele perioden, og er derfor mer representative for middelkonsentrasjoner av metaller i elva enn vannprøvene.

De punktene som ligger under korrelasjonslinjen (fig. 3.3-1) kan være resultatet av én eller få tilfeldige høye analyseverdier av vannet. Dette gjelder kobber på stasjonene H-1 og H-4, bly på H-1 og sink på H-2. Punkter på oversiden av linjen kan på tilsvarende måte forklares ut fra tilfeldige lave analyseverdier av vannprøvene f.eks. kan man ha unngått prøvetaking ved flere støtutslipp, som man vet forekommer (se avsnitt 3.2). De punktene som ligger tildels betydelig over linjen er alle aluminiumsverdiene, sink på stasjon H-4 og bly og kobber nedenfor Raufoss (H-2).

3.4 Begroing

Antall arter og mengden av primærprodusenter ble kraftig redusert fra øvre til midtre og nedre deler av Hunnselva. Mengden av nedbrytende organismer og konsumenter økte tilsvarende nedover elva. Sammensetningen av begroingsorganismer indikerte tydelige forurensninger allerede i øvre deler av elva. Begroingssamfunnene i de midtre delene tydet på store tilførsler av lett nedbrytbart organisk stoff og metaller. Begroingen nederst i elva indikerte sterk påvirkning av bl.a. organisk materiale.

Flere begroingsarter fra øvre deler av elva kunne etablere seg videre nedover dersom forurensningstilførslene ble redusert. Disse ville da samtidig kunne være gode indikatororganismer for eventuelle endringer i vannkvaliteten.

Betegnelsen begroing omfatter i hovedsak alger, moser, bakterier, sopp og primitive dyr knyttet til elvebunnen eller annet fast underlag. Funksjonelt omfatter begroingen tre grupper:

- Primærprodusenter (alger og moser). Disse bygger opp organisk materiale og dominerer i lite/moderat næringsbelastet vann.
- Nedbrytere (bakterier, sopp). Disse bryter ned organisk materiale og dominerer i vann som tilføres mye løst lett nedbrytbart organisk stoff.
- Konsumenter (ulike typer primitive dyr). Disse lever bl.a. av partikulært organisk materiale og dominerer i vann som tilføres ulike typer organisk materiale.

Ved å være bundet til ett voksested vil begroingssamfunnet avspeile fysiske og kjemiske miljøfaktorer på voksestedet og integrere denne påvirkningen over tid.

Metodikk for innsamling og bearbeiding av begroing er omtalt tidligere i NIVA-rapporter (Knutzen 1979, Lindstrøm 1984).

Kort skissert omfatter begroingsundersøkelsen:

- Innsamling av begroingsorganismer med subjektiv vurdering av

organismenes % dekning av elveleiet, dekningsgrad.

- Analyse av materialet i laboratoriet med utarbeidelse av artslister og mengdeangivelser.
- Kiselalger innsamles og telles for seg, frekvens (%) av ulike arter angis.
- Resultatene vurderes på grunnlag av artssammensetning, artsrikdom og mengdemessig forekomst av primærprodusenter, nedbrytere og konsumenter.
- Et uttrykk for stasjonenes innbyrdes likhet/ulikhet i artsinnhold fås ved å beregne likhetsindeks, (Sørensen 1948). Indeksen kan teoretisk variere mellom 0 (ingen likhet) og 1 (fullstendig likhet) i artsinnhold.
- Et uttrykk for vannets næringsinnhold (intensiteten i oppbygging/-nedbryting av organisk materiale) fås ved å beregne næringsindeks (Lindstrøm 1983). Frekvens av kiselalger benyttes som beregningsgrunnlag. I rent/forurenset vann kan næringsindeksen teoretisk variere mellom 0 (hverken netto oppbygging eller nedbryting) og 4 (intens nedbryting). Verdier under 0,5 eller over 3,5 vil man bare få i helt ekstreme tilfeller. Næringsindeks relateres til en skala som angir vannkvalitetsklasse.

Skalaen omfatter fire hovedklasser av vannkvalitet:

Vannkvalitetsklasse	I	II	III	IV
Betydning	Ikke påvirket	Moderat påvirket Naturlig svært næringsrik	Betydelig påvirket	Sterkt påvirket
Begroingen karakterisert ved:	<ul style="list-style-type: none"> - Mange arter - Forurensningsømfintlige arter tilstede - Velorganisert samfunn - Liten nedbrytning av organisk materiale - God næringsbalanse 	<ul style="list-style-type: none"> Naturlig næringsrik: - stor artsrikdom Moderat påvirket: - svakt redusert artsantall - Næringskrevende arter tilstede - Samfunn relativt stabilt - Nedbrytere utgjør endel av organismesamfunnet - Overskudd av næringsstoffer 	<ul style="list-style-type: none"> - Redusert artsantall - Bare forurensningstolerante arter - Ustabilt samfunn - Samfunnet preget av nedbrytere - Stort overskudd av næringsstoffer 	<ul style="list-style-type: none"> - Få arter - Bare nedbrytere og svært forurensningstolerante arter - Samfunnsstruktur ødelagt - Ofte masseforekomst av nedbrytere - Stort overskudd av næringsstoffer

Begroingsprøver ble samlet inn ved en befaring i Hunnselva 9. september 1986. Prøvene ble tatt på de samme stasjonene som tidligere år, hvor også de øvrige biologiske prøvene ble tatt (fig. 2.3-1).

Begroingssamfunnets artssammensetning med subjektive mengdeangivelser av dekningsgrad/mengde er gitt i tabell 3.4-1, prosentvis forekomst av kiselalger i tabell 3.4-2.

Tabell 3.4-1. Begroingsorganismer i Hunnselva, 9. september 1986

Organismer, latinske navn	Stasjon	B-1	B-2	B-3	B-4
<u>Blågrønnalger (Cyanophyceae)</u>					
Chamaesiphon f. incrustans		x			
" polynorpus		xx			
Homoeothrix janthia		x	x		
Oscillatoria limosa			x		
Phormidium - autumnale-type		x			
" cf. favolearum			xx	xx	x
" subfuscum		xx	3	4	4
Pseudanabaena sp.			x	x	
Schizothrix sp.			x		
Tolypothrix distorta		xx			
Uidentifisert trådformet		x	xx		
<u>Grønnalger (Chlorophyceae)</u>					
Cosmarium spp.			x	x	x
Mougeotia 12-18µ			xx		
" 24-26µ			xx		
Scenedesmus spp.		x	xx	x	x
Staurodesmus sp.		x			
Stigeochlonium tenue			1	4	1
Tetraspora cf. gelatinosa		1			
Tetrasporales			x		
Ulothrix zonata		x	xx	4	1
Uident. cellepakker		x	x	x	
Spirogyra, 15-18µ, R, 1K			x	xx	x
<u>Gulgrønnalger (Xanthophyceae)</u>					
Vaucheria sp.		5	xx		
<u>Rødalger (Rhodophyceae)</u>					
Chantramsia hermanni		xxx			
Lemanea fluviatilis		1			
<u>Moser (Bryophyta)</u>					
Fontinalis dalecarlica		4			
Hygrohypnum ochraceum		4	3	x	
Levermose		1			
<u>Nedbrytere og konsumenter</u>					
Bakterier, staver i vannfasen		x	xx	x	x
" , agregater		xx	xxx	4	xxx
" , trådformede		x	xx	1-2	5
" , cf- Sphaerotilus		1	3	xxx	
Jernbakterier, cf. Leptothrix		xx	x	xx	x
" , runde		xx	x	xx	x
Sopphyfer		xx	xx	xx	xx
Soppsporer					3
Metallbakterier				xxx	x
Fargeløse flagellater		xx	x	x	x
Ciliater		x	xx	xx	xxx
Vorticella		x	x		
Agregater uorg. matr.		xxx			
Fibre					4

Tallangivelse viser organismens %-dekning av elveleiet, dekningsgrad.

Organismer som vokser blant/på disse er angitt:

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

xxx: tallrik
xx : vanlig
x : få eksemplarer

Tabell 3.4-2. Prosentvis forekomst av kiselalger i Hunnselva, 9. sept. 1986.

Kiselalger - latinske navn	Stasjon	B-1	B-2	B-3	B-4	
<i>Achnanthes affinis</i>		21.8	13.9	16.2	18.0	2.0
cf. " <i>kryophila</i>		<1	7.6	3.1	6.1	2.0
" <i>linearis v. pusilla</i>		<1				2.0
" <i>minutissima</i>		1.7	6.7		<1	1.25
" <i>microcephala</i>		13.7	1.8	2.4	1.0	1.6
<i>Amphora ovalis</i>		<1				1.65
<i>Anomoeoneis serians</i>			<1			0.2
<i>Ceratoneis arcus v. amphioxys</i>		<1	<1	<1	1.4	2.0
<i>Cocconeis placentula v. euglypta</i>		14.3	2.1	<1		
<i>Cymbella prostata</i>		1.5	<1			2.5
" <i>silesica</i>		2.0	2.9	7.6	6.4	2.5
" <i>sinuata</i>		11.6	1.0	1.4	1.4	-
" <i>ventricosa c. minuta</i>		5.1	3.0	5.5	3.7	2.0
" sp.		<1				
<i>Cyclotella kützingiana v. planetophora</i>		<1				
<i>Diatoma elongatum</i>		<1	1.2	<1	1.4	1.5
" <i>vulgare</i>			<1			1.85
<i>Eunotia arcus</i>					<1	
<i>Fragilaria cf. vaucheria</i>		3.1	37.9	30.3	25.1	2.3
" <i>pinnata</i>				<1	1.4	
" sp. (grove trans. striper)		<1		2.1	<1	
<i>Gomphonema acuminatum v. coronata</i>			<1	<1		2.2
" <i>intricatum</i>		3.8	<1			1.15
<i>Meridion arculare</i>			1.2		2.0	0.65
<i>Navicula cryptocephala</i>		31	<1	1.7	2.4	2.9
" <i>pupula</i>		<1				
" <i>radiosa</i>		<1		<1		1.6
" "subseminulum"				<1	2.4	2.5
" sp.					<1	
<i>Nitzschia dissipata</i>			<1	1.0	<1	1.5
" <i>kützingiana</i>		<1	3.9	9.7	9.8	2.5
" <i>microcephala</i>			1.0	3.1	3.1	2.0
" <i>paela</i>		1.0	2.4	<1	3.1	3.5
" <i>romana</i>		<1	3.3	4.1	1.0	1.8
" cf. <i>linearis</i>					1.4	
" cf. <i>recta</i>					1.0	2.5
" sp. (lange kiølpkt.)		<1			1.0	
" cf. <i>angustata</i>				<1	<1	2.9
" sp.		17	2.7	<1	<1	
<i>Pinnularia sp.</i>				<1		
<i>Surirella linearis</i>				<1		2.3
" sp.				<1		
<i>Synedra rumpens</i>			3.3	2.8	1.7	1.4
" <i>ulna</i>		<1	<1	<1	<1	1.9
" <i>ulna v. danica</i>			<1	<1		
Uidentifiserte pennate		6.5	<1		<1	

Primærprodusenter - artssammensetning, artsantall og mengde.

I overensstemmelse med tidligere observasjoner (1982-83-84) var primærprodusentene preget av organismer som vokser i forurensningsbelastet vann med høyt næringsinnhold: Blågrønnalgen Phormidium subfuscum og grønnalgen Ulothrix zonata ble observert på alle

stasjonene. Andre primærprodusenter med stor forekomst var - avhengig av deres toleranse for forurensning - begrenset til øvre eller nedre deler av vassdraget. Antall primærprodusenter med mengdemessig betydning ble redusert fra 8 på st. B-1 til 3-4 på st. B-2, B-3 og B-4, fig. 3.4-1. Enkelteksemplarer av en rekke arter ble observert på alle stasjonene. Dette har trolig sammenheng med tilførsel av organismer fra mange sideelver til en kort hurtigstrømmende strekning av Hunnselva. Også mengden av primærprodusenter reduseres fra st. B-1 til st. B-4. Relatert til nedbrytersamfunnet var dette særlig markert, fig. 3.4-1.

Nedbrytere - dominerende grupper, mengdemessig forekomst

Det ble observert omtrent like mange nedbryter-/konsumentgrupper på alle fire stasjoner. Mengdemessig hadde nedbrytere/konsumenter liten betydning på st. B-1, fig. 3.4-1. På st. B-2 hadde trådformede bakterier særlig stor forekomst, det tilsier stor tilførsel av løst lett nedbrytbart organisk stoff. St. B-3 hadde også stor forekomst av nedbrytere/konsumenter, bl.a. en bakterie som trolig får energi fra reduserte metallforbindelser, muligens jern/mangan-forbindelser (angitt som "metallbakterie" i tabell 3.4-1). På st. B-4 var nedbrytersamfunnet helt dominerende. I tillegg til trådformede bakterier (som indikerer mye løst lett nedbrytbart organisk stoff) var begroingen preget av fibre og en uidentifisert organisme, muligens soppspore.

Likhet i artsinnhold - primærprodusenter unntatt kiselalger

Tabell 3.4-3 viser primærprodusentens innbyrdes likhet i artsinnhold (etter Sørensen 1948). Vanligvis regnes to stasjoner som nokså like når beregnet likhetsindeks er 0,60 eller høyere. I Hunnselva skilte st. B-1 seg ut, denne viste liten likhet med de øvrige stasjonene (B-2, B-3, B-4).

Tabell 3.4-3: Likhet i artsinnhold mellom to og to stasjoner i Hunnselva. Primærprodusenter (unntatt kiselalger) danner grunnlag for beregningene (Sørensen 1948). Begroingsprøver samlet 9. september 1986.

Stasjon	B1	B2	B3
B4	0,27	0,63	0,82
B3	0,40	0,80	
B2	0,53		

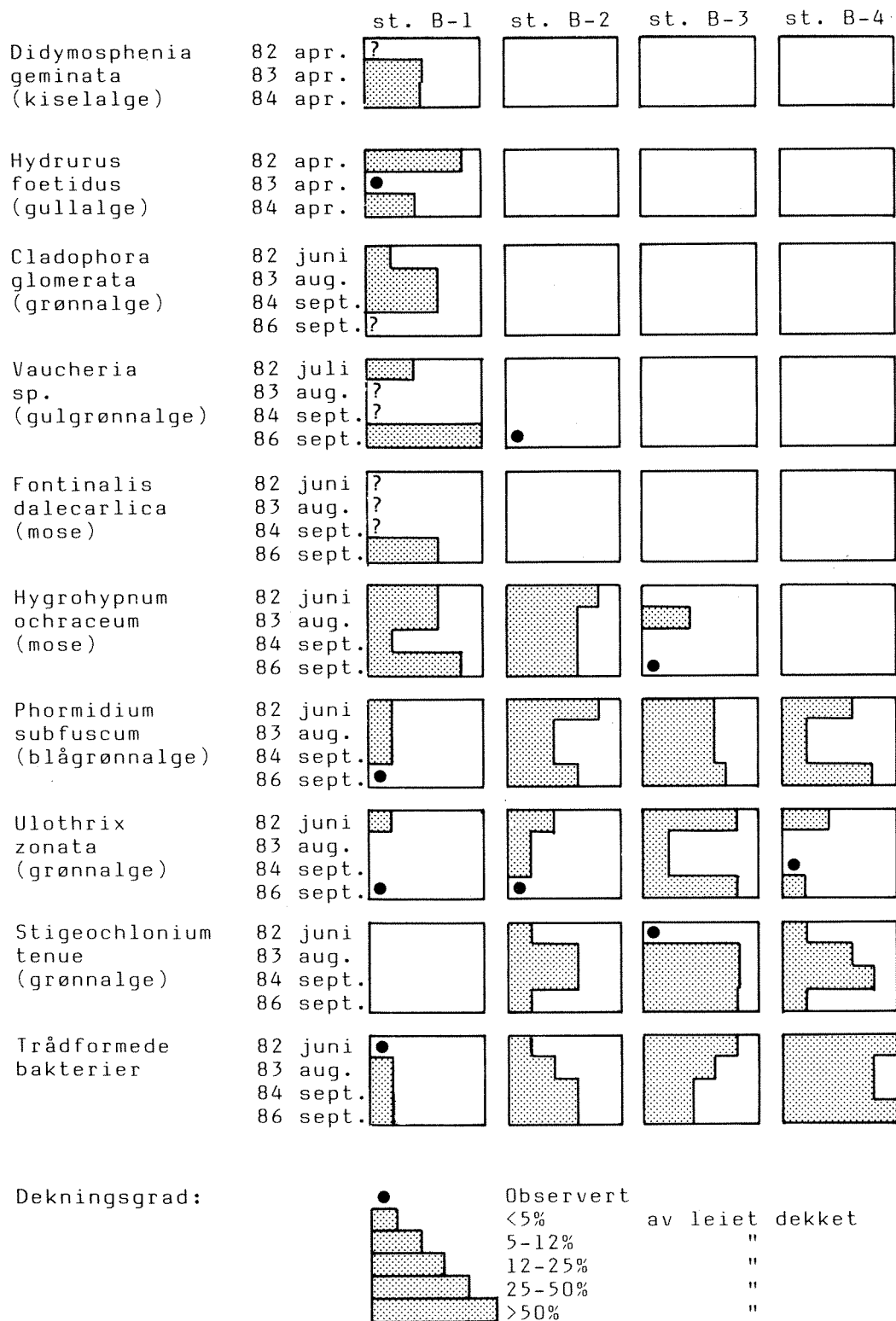


Fig. 3.4-1 Begroingsorganismer i Hunnselva 1982-1986. Dekningsgrad av ni store, lett synlige primærprodusenter og én nedbrytergruppe (trådformede bakterier) i Hunnselva 1982-1986. (? : Sannsynligvis tilstede, men ikke registrert.)

Næringsindeks (saprobieindeks) av kiselager

På grunnlag av kiselalgenes prosentvise forekomst er det beregnet næringsindeks, tabell 3.4-4. I tabellen er næringsindeks relatert til påvirkningsgrad og vannkvalitetsklasse. Næringsindeksen var svært lik på alle stasjoner og tilsier at vannet var moderat/betydelig forurensningsbelastet på St. B-1, B-2 og B-3 og betydelig belastet på st. B-4.

Tabell 3.4-4: Næringsindeks og vannkvalitetsklasse i Hunnselva beregnet på grunnlag av kiselalgesamfunnets prosentvise forekomst.

Stasjon		B-1	B-2	B-3	B-4
Nærings-(saprobie)indeks	1982	1,72	2,23	2,28	2,88
	1986	1,94	2,17	2,19	2,34
Næringsbelastning påvirkning	1986	Moderat/ betydelig	Moderat/ betydelig	Moderat/ betydelig	Betydelig
Vannkvalitetsklasse	1986	II/III	II/III	II/III	III

Næringsindeksene beregnet på grunnlag av kiselalgene skiller altså dårlig mellom prøvestasjonene, mens hovedinntrykkene forøvrig viser betydelig endringer f.eks. mellom stasjon B-1 og B-3 eller B-4. I nedre deler av elva er vannet åpenbart mer belastet enn indeksen tilsier. Det er trolig to årsaker til uoverensstemmende resultater:

- grunnlagsdata for beregning av næringsindeks er bare delvis tilpasset hurtigstrømmende og kalde elver i Norge.
- Hunnselva tilføres vann fra en rekke sideelver. Disse transporterer kiselalger som slår seg ned og overlever for kortere eller lengre tid i hovedelva.

I de videre vurderingene av begroingsamfunnene vil derfor ikke kiselalgene legges til grunn ved bedømmelsen av forurensningssituasjonen i Hunnselva.

Forurensningssituasjonen vurdert ut fra begroing

Forurensningssituasjonen vurdert ut fra begroingsamfunnene er vist i tabell 3.4-5.

St. B-1 skilte seg ut fra de nedenforliggende stasjoner ved større artsrikdom og mengde av primærprodusenter og relativt sett, lite nedbrytere/konsumenter (fig. 3.4-1, tabell 3.4-1). Dominans av forurensningstolerante primærprodusenter og markerte innslag av nedbrytere viser imidlertid at st. B-1 var forurensningspåvirket. Vannkvalitetsklassen settes til II. St. B-2 og B-3 viste mange felles trekk. I tillegg til nedbrytere/-konsumenter var begroingen preget av 2-3 svært forurensningstolerante primærprodusenter. Dominans av trådformede bakterier (Sphaerotilus-type) på st. B-2 tilsier særlig stor forekomst av løst lett nedbrytbart organisk stoff. Stor forekomst av "metall-bakterie" (tabell 3.4-1) på st. B-3 tilsier tilførsel av bl.a. reduserte metallforbindelser. Vannkvalitetsklasse for begge stasjonene er III. St. B-4 var fullstendig dominert av nedbrytere/konsumenter. Stasjonen ga, både visuelt og luktmessig, et svært uapetittelig inntrykk. Vannkvalitetsklasse IV.

Tabell 3.4-5 Vannkvalitetsklasser i Hunnselva 1986 vurdert på grunnlag av begroingsorganismer, kiselalger unntatt.

Stasjon	B-1	B-2	B-3	B-4
Vannkvalitets- klasse	II	III	III	IV
Påvirknings- grad	Moderat	Betydelig	Betydelig	Sterkt

Utvikling av begroingsamfunnet i tiden 1982 til 1986 - målsetting for

 framtiden.

Fig. 3.4-1 framstiller forekomsten av noen store lett kjennelige begroingsorganismer i perioden 1982-86. Metodikk for innsamling og bearbeiding av begroingsprøver har variert noe, tidspunkt for prøvetaking har også variert. Derfor må resultatene tolkes med visse forbehold. Det ser imidlertid ut til at de samme artene vokser på én og samme stasjon år etter år. Disse kan, under den nåværende forurensningssituasjonen, betegnes "karakterarter" for én/flere stasjoner. Sammensetningen av karakterarter på den enkelte stasjon er ikke vesentlig endret i undersøkelsesperioden. Dette tilsier at forurensningssituasjonen ikke er mye endret på noen av stasjonene.

En rekke karakterarter forsvinner fra Hunnselva mellom St. B-1 og st. B-2 (fig.3.4-1). Kunnskapen om disse artene er etter hvert blitt så god at vi med rimelig grad av sikkerhet kan si at de ville vokst langs hele vassdraget dersom forurensningsbelastningen på st. B-2, B-3 og B-4 var tilsvarende st. B-1.

En målsetting burde være å gjøre elva så mye renere at noen karakterarter fra st. B-1 klarer å etablere seg lenger ned i vassdraget. Dette ville være et uttrykk for en betydelig sunnere elv, med et mer normalt organismeliv. Mosen Hygrohypnum ochraceum har vist seg å være tolerant for ulike typer forurensning og bør kunne vokse på alle fire stasjonene dersom forurensningstilstanden blir akseptabel. Mosen Fontinalis dalecarlica, gulgrønnalgen Vaucheria og gullalgen Hydrurus foetidus bør ved redusert belastning klare å etablere seg på st. B-2 og B-3. Disse artene ville dermed også kunne være gode indikatororganismer hvis det ble rensset opp langs elva.

Kiselalgen Didymosphenia geminata er den minst forurensningstolerante karakterarten på st. B-1. Den er vanlig i moderat belastede, elektrolyttrike elver på Østlandet. Den har uvanlig kort vekstperiode i Hunnselva; bare observert i april. Dette tyder på at den lever under marginale forhold. Det ville være ønskelig å kunne beholde Didymosphenia på st. B-1 i den kalde årstiden for å ha en god indikatorart på forurensningene i øverste del av elva.

Grønnalgen Stigeochlonium tenue er observert i vassdraget fra st. B-2 og nedover. Stigeochlonium er kjent for å være tolerant for bl.a. metallforurensning. Den blir ofte registrert i et vassdrag nedstrøms forurensningskilder og ser ut til å være direkte forurensningsindikerende. Den bys trolig konkurransemessige fordeler nedstrøms Raufoss. Det må sannsynligvis iverksettes omfattende renssetiltak dersom denne algen skal forsvinne fra vassdraget.

3.5 Bunndyr

Bunndyrfaunaen i øvre del av elva er forholdsvi rik og har endret seg lite siden 1974. De midtre områdene har blitt vesentlig fattigere de siste 2-3 årene, og har blitt svært lik nedre deler av elva som i hele undersøkelsesperioden har hatt en sterkt redusert bunndyrfauna.

Kvantitative prøver av bunndyr ble samlet inn både i 1985 og 1986. De samme lokalitetene ble prøvetatt disse to årene som i tidligere år og den samme innsamlingsmetodikken ble nyttet - rotemetoden. Maskevidden på fangsthoven var 0,25 mm alle årene, men i motsetning til de fem første årene ble det i 1985 og 1986 benyttet en sil med en finere maskevidde - 0,25 mm, mot tidligere 0,5 mm. Dette medfører at vi de to siste årene kan ha fått med noen flere dyr, spesielt av de små formene. Prøvene er forøvrig fullt sammenlignbare med tidligere år.

Bunndyrprøvene er vanligvis samlet inn fra midten av august til midten av september. Høsten 1985 var det i perioder meget store vannføringer i Hunnselva. P.g.a. dette ble innsamlingen av bunndyr utsatt til slutten av oktober, da vannføringen var blitt mer "normal". Resultatmessig for bunndyrene skulle det senere prøvetakings-tidspunktet bare medføre at noen små individer av ulike arter/grupper hadde fått tid til å vokse seg større og dermed blitt mulig å fange i hov og sil. Dette vil trolig ikke gi vesentlig utslag i sammenligninger med andre år. Det som imidlertid kan ha påvirket resultatene i 1985 er de høye vannføringene tidligere på høsten. Dette kan ha medvirket til en økt drift av bunndyr nedover elva. Det kunne igjen ha gitt seg utslag i at vi i 1985 fant arter/grupper nedover i elva hvor levevilkårene vanligvis ikke er tilfredsstillende for disse formene.

Resultatene for 1985 og 1986 er vist i tabell 3.5-1 og 3.5-2 som prosentvis forekomst fra hver prøvestasjon. Forekomsten av de vanligste bunndyrgruppene er satt opp i fig. 3.5-1 for sammenligning med tidligere års undersøkelser.

Tabell 3.5-1 Bunndyrsammensetning fremstilt som %-fordeling i Hunnselva 31. oktober 1985

Gruppe	Stasjon			
	B-1	B-2	B-3	B-4
Fåbørstemark	3	6	2	69
Igler	<1			
Døgnfluer	36	26	36	11
Steinfluer	10	1	3	
Vårfluer	23	2	5	<1
Fjærmygg	16	65	50	19
Knott	6			
Øvrige tovinger	<1			
Biller	4			
Snegl	1		4	
Antall individer	502	94	84	245

Tabell 3.5-2 Bunndyrsammensetning fremstilt som %-fordeling i Hunnselva 9. september 1986.

Gruppe	Stasjon			
	B-1	B-2	B-3	B-4
Fåbørstemark	4	9	<1	24
Døgnfluer	7	<1	2	
Steinfluer	6		<1	<1
Vårfluer	57	1		<1
Fjærmygg	13	87	97	75
Knott	3			
Øvrige tovinger	5	<1		
Biller	9			
Snegl	<1	<1		<1
Muslinger	<1			
Antall individer	310	149	319	161

S : Sjelden
V : Vanlig
R : Rikelig

Stasjon	Gruppe	Steinfluer			Knott			Snegl			Døgnfluer			Vårfluer			Fjærmygg			Fåbørstemark		
		S	V	R	S	V	R	S	V	R	S	V	R	S	V	R	S	V	R	S	V	R
St. B-1	1974																					
	81																					
	82																					
	83																					
	84																					
	85																					
St. B-2	1974	0			0			0														
	81	0			0																	
	82	0																		0		
	83	0																				
	84	0																				
	85	0			0			0														
St. B-3	1974	0			0			0			0			0								
	81	0			0			0					0									
	82	0																				
	83	0			0																	
	84	0			0																	
	85	0			0																	
St. B-4	1974	0			0			0			0			0								
	81	0			0			0					0									
	82	0			0								0									
	83	0			0									0								
	84	0			0								0									
	85	0			0								0									

Fig. 3.5-1 Forekomst av de vanligste bunndyrgruppene i Hunnselva 1974, 1981-1986.

Stasjon B-1

Denne prøvestasjonen mellom Reinsvoll og Raufoss hadde i 1985 og 1986, i likhet med tidligere år, en rik og variert bunnfauna. Insektgrupper som steinfluer, døgnfluer, vårfluer og fjærmygg er godt representert i tillegg til biller, knott, fåbørstemark og snegl. Mengdene av de ulike dyregruppene varierer mye fra år til år, men svingningene i faunasammensetningen er stort sett i samsvar med tidligere observasjoner. Unntakene er knottlarver som synes å være i tilbakegang samtidig som vårfluene muligens øker noe.

Noen større forurensningspåvirkning synes ikke å foreligge, men faunasammensetningen indikerer, i likhet med tidligere, en viss organisk belastning og/eller næringsalttilførsel.

Stasjon B-2

Denne prøvestasjonen ligger nedenfor Raufoss og nedenfor renseanlegget på Breiskallen. I likhet med tidligere år var det bare noen få bunndyrgrupper som ble funnet i større antall. I 1985 og 1986 var det hovedsakelig fjærmygg og noen fåbørstemark som ble registrert. I 1985 ble det også funnet mye døgnfluelarver, men dette kan ha sammenheng med flomvannføring og drift av disse larvene tidligere på høsten. Sammenlignet med tidligere år synes det å være visse endringer i bunndyrfaunaen i 1985 og 1986. Knottlarven, Simulium ornatum, som tolererer endel belastninger ble ikke påvist disse to siste årene. Sneglen, Lymnea peregra, som var vanlig tidligere, ble bare registrert med ett individ de to siste årene. Samtidig har mengdene med fjærmygg og fåbørstemark økt i forhold til tidligere (fig. 3.5-1).

Bunndyrsamfunnet var tidligere meget redusert på denne prøvelokaliteten, trolig som en følge av høye belastninger både av næringssalter/organisk stoff og giftstoffer. Utviklingen av bunndyrsamfunnet de to siste årene tyder på at belastningene har vært økende.

Stasjon B-3

Prøvestasjonen er lokalisert mellom Åmot Trådtrekkeri og O. Mustad & Søn A/S. Bunndyrfaunaen på denne stasjonen var dominert av fjærmygglarver og var til en viss grad lik den faunaen vi fant på stasjon B-2. På begge stasjonene synes mengden av fjærmygg å ha økt gjennom hele undersøkelsesperioden, men det er også tydelige forskjeller mellom disse to stasjonene: På B-2 synes fåbørstemarkene å øke, mens antallet har gått tilbake på B-3 de siste to årene. Knottlarver er ikke registrert siden 1982 på stasjon B-3, på B-2 forsvant de i 1985. Forekomsten av snegl (L. penegra) var vesentlig større på B-3 enn på B-2 frem til og med 1984. Senere har den nærmest forsvunnet fra begge lokalitetene (fig. 3.5-1).

Bunndyrfaunaen på denne stasjonen er meget forskjellig fra det man kunne forvente i en moderat belastet lokalitet, og sammensetningen av faunagruppene har utviklet seg i negativ retning de to siste årene. Dette tyder på at belastningen på vassdraget har vært økende.

Stasjon B-4

Denne stasjonen ligger nederst i Hunnselva, mellom Hunton Bruk og utløpet i Mjøsa. De eneste dyregruppene som er påvist alle årene er fjærmygg og fåbørstemark. Andre dyregrupper som observeres hvert annet

år eller sjeldnere kommer trolig drivende med vannmassene fra sideelvene (og fra øvre deler av Hunnselva).

Dette gjelder særlig døgnfluer i 1985 med store vannføringer, men også steinfluer og vårfluer. Det synes som om forekomsten av fåbørstemark, og muligens også fjærmygg, har vært økende i forhold til de første årene. Forøvrig var det ikke endringer å spore i bunndyrs sammensetningen på denne stasjonen.

Ved vurderinger av vannkvaliteten i Hunnselva på grunnlag av bunndyr synes det som om de øvre delene (stasjon B-1) har endret seg lite. De midtre områdene (B-2 og B-3) har blitt vesentlig mindre egnet for flere bunndyrgrupper, og har etterhvert blitt svært lik stasjon B-4, som i hele undersøkelsesperioden har hatt et meget redusert bunndyrsamfunn.

3.6 Fisk (og amfibier) i Hunnselva

Vannkvalitetsmessig bør en vannforekomst ikke være mer belastet enn at fiskebestander kan overleve. I overvåkingssammenheng er død fisk spesielt lett å oppdage ved for store utslipp. Øvre deler av Hunnselva har en god bestand av ørret, men tettheten synes å ha avtatt de siste årene. Lengre ned er reduksjonen i ørretbestanden tydelig, mens ørekyt holder fortsatt stand. Ørekyten tåler forurensningene i elva vesentlig bedre enn ørreten. De nedre delene av elva har ikke hatt levedyktige fiskebestander i undersøkelsesperioden.

I Stortingsmelding nr. 51 (1984-85), om tiltak mot vann- og luftforurensninger og om kommunalt avfall, heter det bl.a.: "Ressurspolitik er målet å verne om naturens evne til produksjon og selvfornyelse. Kjemiske og biologiske prosesser i naturen må ikke forstyrres i vesentlig grad, og et variasjonsrikt dyre- og planteliv må opprettholdes."

Fisk er en meget viktig dyregruppe, både i forbindelse med biologiske prosesser i vann og spesielt med hensyn til menneskers opplevelse av dyrelivet i våre vassdrag. En målsetning med Hunnselva bør derfor være å bedre vannkvaliteten slik at de fleste fiskeartene som naturgeografisk hører hjemme her skal kunne overleve i hele elvas lengde.

Følgende fiskearter er registrert i vassdraget: Ørret, røye, sik, krøkle, abbor, gjedde, mort, karuss og ørekyt (Fjeldseth m.fl. 1983). Med en rimelig god vannkvalitet vil man vente å finne ørret på de hurtigstrømmende strykene langs hele Hunnselva. I de stillereflytende partier, kulper og dammer vil man i tillegg vente å finne ørekyt, mort og abbor.

Et vesentlig poeng med tilstedeværelse av fisk i Hunnselva er at elva, som munner ut i Mjøsa med mange brukerinteresser, ikke bør føre større mengder og konsentrasjoner av toksiske stoffer enn at fisk kan overleve.

I overvåkingssammenheng har fisk stor betydning for registrering av utslippsepisoder som er så omfattende at fisk blir drept. Død fisk av en viss størrelse blir lett registrert av folk flest, og kan dermed rapporteres så tidlig (og med små kostnader) at utslippene kan oppspores.

En strekning på omkring 100 m av elva ble gjennomfisket én gang med elektrisk fiskeapparat på hver av de fire biologiske stasjonene. De samme strekningene er fisket hvert år fra 1981 til 1986.

Tettheten av ørret uttrykt som antall individer pr. m² bunnflate er vist for de fire stasjonene i perioden 1981-86 (fig. 3.6-1). Det var en høy tetthet av ørret på stasjon B-1, spesielt tatt i betraktning at området bare er gjennomfisket én gang. Det synes imidlertid å ha vært avtagende mengder ørret fra de første årene og frem til 1986. En nedgang i tetthet var spesielt tydelig på stasjon B-2 som hadde en god bestand i 1981, men som fra 1983 praktisk talt har vært uten ørret.

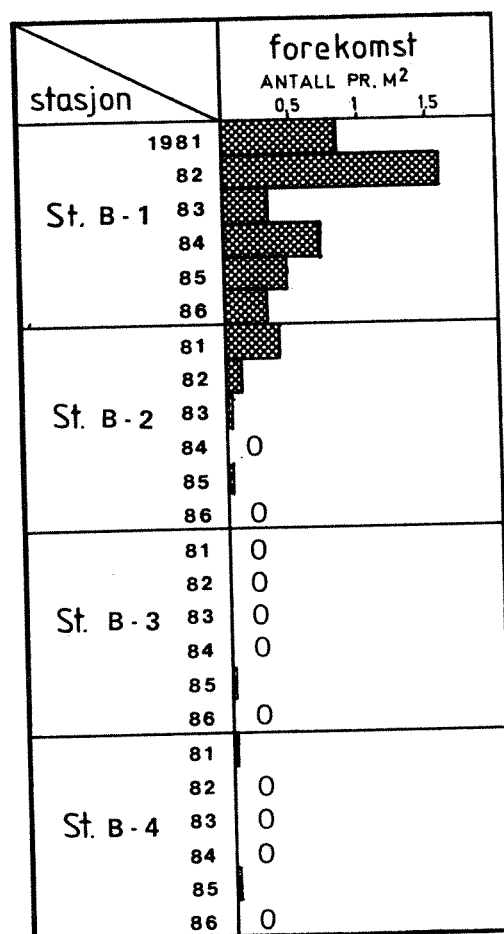


Fig. 3.6-1 Tetthet av ørret på de fire prøvetakingsstasjonene i Hunnselva 1981-1986

Stasjonene B-3 og B-4 har manglet faste bestander av ørret hele perioden. Høsten 1985 ble det imidlertid registrert noen få individer av større ørret på stasjonene B-2, B-3 og B-4. Denne høsten hadde flere perioder med flomvannføringer i elva. En del fisk har dermed

blitt skylt nedover, og de større vannmengdene har sannsynligvis også fortynnet forurensningene slik at fisken har overlevd en viss tid. Prøvefisket ble foretatt sent på høsten (31.10) dette året slik at resultatene er mindre sammenlignbare enn for de øvrige årene, hvor alle prøvene er tatt i august/september.

stasjon	forekomst							
	0+				eldre			
	s	v	r	m	s	v	r	m
St. B - 1	1981	█				█		
	82	█				█		
	83	█				█	█	
	84	█				█		
	85	█				█		
	86							
St. B - 2	1981	█	█	█	█	█	█	█
	82	█	█	█	█	█	█	█
	83	█	█	█	█	█	█	█
	84	█	█	█	█	█	█	█
	85	█	█	█	█	█	█	█
	86	█	█	█	█	█	█	█
St. B - 3	1981		█			█		
	82		█			0		
	83	0				█		
	84	█				█		
	85	0				█		
	86	█				0		
St. B - 4	1981	█				0		
	82	0				0		
	83	0				0		
	84	0				█		
	85	0				0		
	86	0				0		

Fig. 3.6-2 Ørekyt ved de fire prøvetakingsområdene i Hunnselva 1981-1986. Forekomstene er gruppert til sjelden (s), vanlig (v), rik (r) og massiv (m).

Stasjon B-1 har en meget tynn bestand av ørekyt, fig. 3.6-2. Ørekyt er observert her hvert år, men det er ikke alltid de har vært

representert i prøvefangstene. Stasjon B-1 er en typisk "ørretlokalitet" og hovedårsaken til at ørekyten er så fåtalling her er trolig fordi den blir konkurrert ut av ørreten. Bestanden av ørekyt synes å ha gått noe tilbake her samtidig som ørretbestanden også er redusert. Dette kan indikere at forholdene for begge disse fiskeartene har blitt dårligere siden 1981 på denne lokaliteten som skulle være referansestasjon for hele elva.

Stasjon B-2 har gjennom hele undersøkelsesperioden hatt en god bestand av ørekyt og det har ikke kunnet påvises noen endringer over tid. Stasjon B-2 er åpenbart også en god ørretlokalitet, og bortsett fra forurensningene av elvevannet, skulle det ikke være hindringer for at ørret kunne leve her.

Stasjon B-3 synes ikke å ha hatt noen permanent bestand av ørekyt siden 1981. De fleste årene har det enten bare vært ungfisk eller bare eldre fisk. Dette indikerer at fisken blir slått ut med visse mellomrom. Bestanden rekrutteres ved drift fra ovenforliggende deler av Hunnselva og fra sidebekker.

På stasjon B-4 har det bare sporadisk blitt registrert ørekyt.

Med bakgrunn i den naturlige vannkvaliteten i vassdraget er det tydelig at ørekyten tåler forurensningen av Hunnselva vesentlig bedre enn ørreten.

Ved den biologiske inventeringen av stasjon B-2, 31.10.85, ble det også observert 11 paddere (Bufo bufo) på bunnen av et stilleflytende parti av elva. Padder søker på denne tiden av året ned i vann for å overvintre frostfritt. Av de 11 paddene var 9 døde, 1 "halvdød" og 1 tilsynelatende i god form. Det ble ikke foretatt noen nærmere undersøkelse av paddene, og det kunne være flere årsaker til den store dødeligheten. En nærliggende forklaring kunne være at paddene ikke var i stand til å tåle den daværende vannkvaliteten ved stasjon B-2.

3.7 Fisk i forsøkskar

Av målte parametre; aluminium, kobber, sink, kadmium og krom, var det åpenbart aluminium som hadde størst toksisk effekt på fisk. Kobber hadde også en negativ betydning, mens de øvrige hadde liten eller ingen innvirkning.

Nedstrøms Raufoss er bestandene av ulike fiskearter sterkt endret og/eller redusert i forhold til hva man naturlig kunne vente (se kapittel 3.6). Som nevnt får vi sterkt økede belastninger nedstrøms Raufoss, både utslipp fra en rekke bedrifter og av mer eller mindre rensset husholdningskloakk. Det ville vært ønskelig å kunne trekke frem enkelte nøkkelparametre her som kunne ha spesiell utslagsgivende effekt på dette økosystemet.

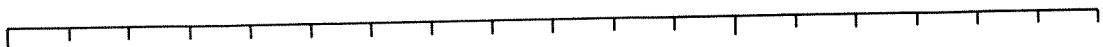
Det ble valgt å benytte fisk som indikatororganismer og fiskekar ble satt opp tre steder langs elva: En kontrollstasjon ved Reinsvoll (A/L Settefisk). Denne stasjonen fungerte også som lager for etterfylling av fisk til de øvrige stasjonene. En stasjon i kraftverket ved nedlagte Toten Cellulose (nedstrøms H-3), og en stasjon ved Brufoss kraftstasjon (H-4). Fiskeforsøksstasjonene var i drift fra 1.1.86 til 1.7.87 med visse avbrudd, bl.a. grunnet omlegging av kraftproduksjonen. Forsøksperiodene er vist i fig. 3.7-1. Hver forsøksstasjon besto av to kar, ett kar med fisk og ett kar med kun vann. Vannkaret ble tømt og rengjort hver dag og tilførselen av vann til dette karet var innstilt slik at det tok ca ett døgn å fylle karet. Volumet av vannkaret var ca 1 m³, og en vannprøve fra disse karene representerte derfor en døgnblandprøve. Fiskekarene var ca 1/2 m³, og vannutskiftningen vesentlig raskere. Også disse karene ble rengjort daglig, og ca 2/3 av vannet ble tømt ut i forbindelse med rengjøringen.

I hvert av fiskekarene ble det satt ut følgende fisk: 5 laks, 5 ørret og 5 ørekyt. Ørreten og ørekyten ble elektrofisket i Hunnselva, mens laksen kom fra et settefiskanlegg. Alle fiskene var mellom 5 og 10 cm lange. Dødeligheten av fisk er vist i fig. 3.7-1. Det ble ikke påvist noen forskjeller i dødelighet mellom laks og ørret, og disse er derfor vist sammen i figuren. Fra høsten 1986 ble det bare benyttet ørret og ørekyt fra Hunnselva. Ørekyt syntes å tolerere vannkvaliteten i Hunnselva bedre enn ørret/laks, og det gikk lengre tid før ørekyten begynte å dø ut. Død fisk ble erstattet med nye fra kontrollanlegget på Reinsvoll.

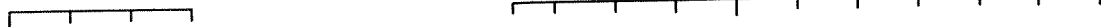
Vår og forsommer 1986 døde mye fisk på stasjonen ved Brufoss. Uheldigvis var kraftstasjonen og fiskeforsøkene ved Toten Cellulose ute av drift i mesteparten av denne perioden slik at det ikke var mulig å antyde hvor i Hunnselva de letale utslippene kom fra. Samtidig med registrering av fiskedød ble det tatt vannprøver både fra fiskekaret og vannkaret på samme stasjon. En av disse vannprøvene ble analysert på ulike metaller: Kobber, sink, kadmium, krom og aluminium. Analysene er vist i tabell 3.7-1, og ved de fleste tilfellene av fiskedød ble det påvist skadelige eller sterkt skadelige konsentrasjoner av én eller flere metaller.

Verdiene av sink, kadmium og krom var lave sett i forhold til toleransegrensene for fisk (se avsnitt 3.2) og spesielt var de lave sett i forhold til aluminium og kobber og toleransegrensene for fisk av disse to metallene. Verdiene av sink, kadmium og krom virket lite interessante i denne sammenhengen og ble etter hvert stoppet. Enkelte kobberverdier var høye og én kobberverdi var over antatt 4 d LC_{50} nivå (den konsentrasjonen av et stoff som dreper 50% av forsøksfisken i løpet av 4 døgn). Aluminiumsverdiene var tildels meget høye og åpenbart det av de målte metallene som hadde størst toksisk effekt på fisken.

Reinsvoll



Åmot



Brufoss



- En laks/ørret
- En ørekyt

Fig. 3.7-1 Driftsperioder og tilfeller med fiskedød på de ulike forsøksstasjonene i Hunnselva.

Tabell 3.7-1 Vannanalyser i tilknytning til fiskedød i prøvekar fra Hunnselva. F = fiskekar, V = vannkar, B = Brufoss, Å = Åmot kraftverk. Kobber (Cu), sink (Zn), kadmium (Cd), krom (Cr) og aluminium (Al). Antatt skadelige konsentrasjoner av ulike stoffer er markert med og sterkt skadelige konsentrasjoner er markert

		Cu	Zn	Cd	Cr	Al
17.2.86	FB	8.9	<10	<0.1	3.8	275
	VB	5.3	20	<0.1	2.2	245
28.2	FB	14.5	30	<0.1	11.5	<input type="checkbox"/> 2680
	VB	15.0	30	<0.1	17.0	<input type="checkbox"/> 2280
14.3	VB	<input type="checkbox"/> 47.0	40	<0.1	23	<input type="checkbox"/> 1210
	FB	<input type="checkbox"/> 34.0	40	<0.1	19	<input type="checkbox"/> 1330
23.4	FB	9.5	20	0.15	8.4	<input type="checkbox"/> 580
	VB	10	20	0.14	7.25	<input type="checkbox"/> 500
9.5	FB	7.5	10	<0.1		49
21.5	VB	10.5	20	0.23	3.0	<input type="checkbox"/> 1090
26.5	VB	10	10	<0.1	3.9	310
2.6	VB	9	10	0.1		<input type="checkbox"/> 620
6.6	VB	<input type="checkbox"/> 24	20	0.43		<input type="checkbox"/> 600
9.6	VB	12	10	<0.1		380
13.6	VB	8.5	20	0.14		<input type="checkbox"/> 780
16.6	VB	8	10	0.27		340
18.6	VB	<input type="checkbox"/> 70	70	0.16		<input type="checkbox"/> 500
20.6	VB	14				<input type="checkbox"/> 1150
23.6	VB	8				305
25.6	VB	16				<input type="checkbox"/> 645
27.6	VB	<input type="checkbox"/> 25				<input type="checkbox"/> 910
30.6	VB	13.5				<input type="checkbox"/> 720
4.7	VB	<input type="checkbox"/> 20.5				<input type="checkbox"/> 925
21.1.87	VÅ	7.3				<input type="checkbox"/> 790
23.3	VB	4.3				320
2.4	VÅ	7.3				<input type="checkbox"/> 790
18.5	VÅ	5.3				310
25.5	VÅ	6.0				360
26.5	VB	8.5				360
5.6	VÅ	5.9				<input type="checkbox"/> 840
2.8	VÅ	10.0				460
9.8	VÅ	4.6				360

3.8 Metallanalyser i fisk

Alle middelveirdiene i fiskelever av nikkel, kadmium, sink og kobber ligger innenfor antatte bakgrunnsnivåer. Med unntak av kobber som ble redusert var det en fordobling i konsentrasjonene fra kontrollstasjonen på Reinsvoll ned til Brufoss. Verdiene for krom i fiskelever lå nær forventet bakgrunnsnivå på Reinsvoll, men var også fordoblet ved Brufoss. Sammenlignet med Reinsvoll var konsentrasjonene av aluminium i gjeller 15 ganger høyere på fisk fra Brufoss. Dette ble antatt å være dødlige konsentrasjoner.

11 ørret og 7 ørekyt som hadde dødd i fiskekarene ved Brufoss i 1986 og 1987 ble analysert for kobber, krom, kadmium, sink og nikkel i lever, samt aluminium i gjellene. 5 ørret fra Reinsvoll ble benyttet som kontroll. Gjeller og lever ble tatt ut av fisken, frysetørret, innveid tørt, oppsluttet og analysert på atomabsorpsjon i flamme (Zn) og i grafittovn (Al, Cu, Cr, Cd, Ni). Forsøksfiskene var små, og for å få tilstrekkelig biologisk materiale til metallanalysene måtte i de fleste tilfellene 2, 3 og opptil 4 fisk analyseres sammen. Analyse-resultatene er sammenstilt i tabell 3.8-1 og enkeltresultatene er vist i appendiks.

Enkeltresultatene i appendiks (tabell A-6) er oppgitt i µg metall pr. g tørrvekt fiskeorgan. For sammenligninger med annen litteratur er sammenstillingen i tabell 3.8-1 satt opp som µg metall pr. g våtvekt fiskeorgan. Til beregning av forholdet våtvekt:tørrvekt benyttes 5:1 (Grande 1987).

Tabell 3.8-1 Metallanalyser av gjeller (Al) og lever (Cr, Ni, Cd, Zn, Cu) av fisk fra Hunnselva (µg/g våtvekt)

	Al	Cr	Ni	Cd	Zn	Cu
Ørret Reinsvoll (kontroll)	16.4	0.37	<0.23	0.04	20.4	37.7
Ørret Brufoss	246.6	0.77	<1.13	0.11	43.8	23.9
Ørekyt Brufoss	217	0.88	1.2	0.08	25.0	15.6

Med unntak for kobber viste alle metallanalysene en markert økning fra kontrollfisken på Reinsvoll til fisken fra Brufoss. For krom, kadmium, sink og usikre nikkelverdier var det omkring en fordobling av verdiene. For aluminium var konsentrasjonene omkring 15 ganger høyere.

Kobber viste tildels lavere verdier nedover i elva. Det var ingen større forskjeller i konsentrasjonene av metaller i ørret og ørekyt.

Grande (1987) har nylig utarbeidet en omfattende sammenstilling av bakgrunnsnivåer av metaller i ferskvannsfisk. Sammenligninger med Hunnselva kan derfor gjøres med denne: Alle middelveidene for nikkel, kadmium, sink og kobber ligger innenfor de områdene Grande (1987) oppgir som variasjonsbredder i bakgrunnsverdier. Dette gjelder både fisk fra Reinsvoll (kontroll) og fra Brufoss. For krom er antatt høyest bakgrunnsverdi tilnærmet lik kontrollverdien fra Reinsvoll, mens middelveidene fra Brufoss er omkring det dobbelte.

Opptak av tungmetaller i bl.a. fisk er hovedsakelig antatt å foregå gjennom næringsopptak. Forsøksfiskene i Hunnselva ble alle foret med pellets og de lave konsentrasjonene av spesielt kobber, men også sink, kadmium og nikkel i fiskelever, har en rimelig sammenheng med at fisken ikke ble eksponert for naturlig fiskeføde fra elva. Flere undersøkelser fra bl.a. "sur-nedbør"-forskning tyder på at aluminium kan tas direkte opp gjennom gjellene.

Aluminium-resultatene viser høye verdier også fra kontrollfisken. Disse ligger noe over det dobbelte av hva Grande (1984) fant ved analyser på NIVA. Aluminiumverdiene fra gjellene på død fisk fra Brufoss er 7-8 ganger høyere enn det Grande (1984) fant som letaldose for regnbueørret i Otra. Nå er det kjent at regnbueørret tåler mindre surt og aluminiumsrikt vann enn vanlig brun ørret, men det er likevel rimelig å anta at de konsentrasjonene vi fant i gjellene på ørret og ørekyt fra Brufoss er en klar dødsårsak.

3.9 Bakterier

Allerede ved utløpet av Einavatn er elva betydelig belastet med koliforme bakterier. Nedenfor Reinsvoll og ned til Mjøsa er elva sterkt belastet. For å oppnå moderate bakterienivåer må alle direkte kloakktilførsler til vassdraget avskjæres og fra tett befolkede områder må kloakken renses kjemisk med kalkfelling.

Koliforme bakterier brukes som indikatororganismer for påvisning av fecale forurensninger. Koliforme bakterier er en samlebetegnelse på en rekke forskjellige bakterier som finnes i tarmen hos mennesker og andre varmblodige dyr, men som også kan forekomme i jord. Koliforme bakterier påvises ved 37°C. De termostabile koliforme bakteriene påvises ved 44°C. Dette er hovedsakelig tarmbakterien Eschericia coli, og de jordlevende formene er ikke med her.

Statens institutt for folkehelse (1976) har utarbeidet kvalitetskriterier for vann som skal benyttes til forskjellige formål, bl.a. på grunnlag av bakterier. Drikkevannskilder skal f.eks. ikke ha mer enn 30 koliforme bakterier pr. 100 ml, og termostabile koliforme bakterier må ikke påvises. Badevann (friluft) skal ikke inneholde mer enn et middel på 50 termostabile koliforme pr. 100 ml.

Bakterieundersøkelsene i Hunnselva har omfattet bestemmelser av koliforme bakterier og termostabile koliforme bakterier. Prøvene er analysert etter en "rør-metode" (M.P.N. - most probable number) med lactose- eller Mac Conkey-buljong. Analysene er utført av Gjøvik og Toten interkommunale kjøtt- og næringsmiddelkontroll.

Fig. 3.9-1 viser koliforme og termostabile koliforme bakterier: Hunnselva fra juli 1985 til juni 1987, og figur 3.9-2 viser tidsveide middelkonsentrasjoner av de koliforme bakteriene for periodene juli 1985 - juni 1986 og juli 1986 - juni 1987. Analyseresultatene er satt opp i appendiks, tabell A-7.

Allerede ved utløpet av Einavatn (H-0) er Hunnselva betydelig belastet med koliforme bakterier. Termostabile bakterier er også tilstede med et tidsveid middel på over 50 for undersøkelsesperioden. En del av dette skyldes ender som har tilhold i en råk ved H-0 under den islagte perioden av året, desember - mai (Lien 1983). Mesteparten av bakterietilførslene skyldes kloakk og/eller avrenning fra jordbruk/husdyr. Vannet ved H-0 er hverken egnet som drikkevannskilde eller som badevann.

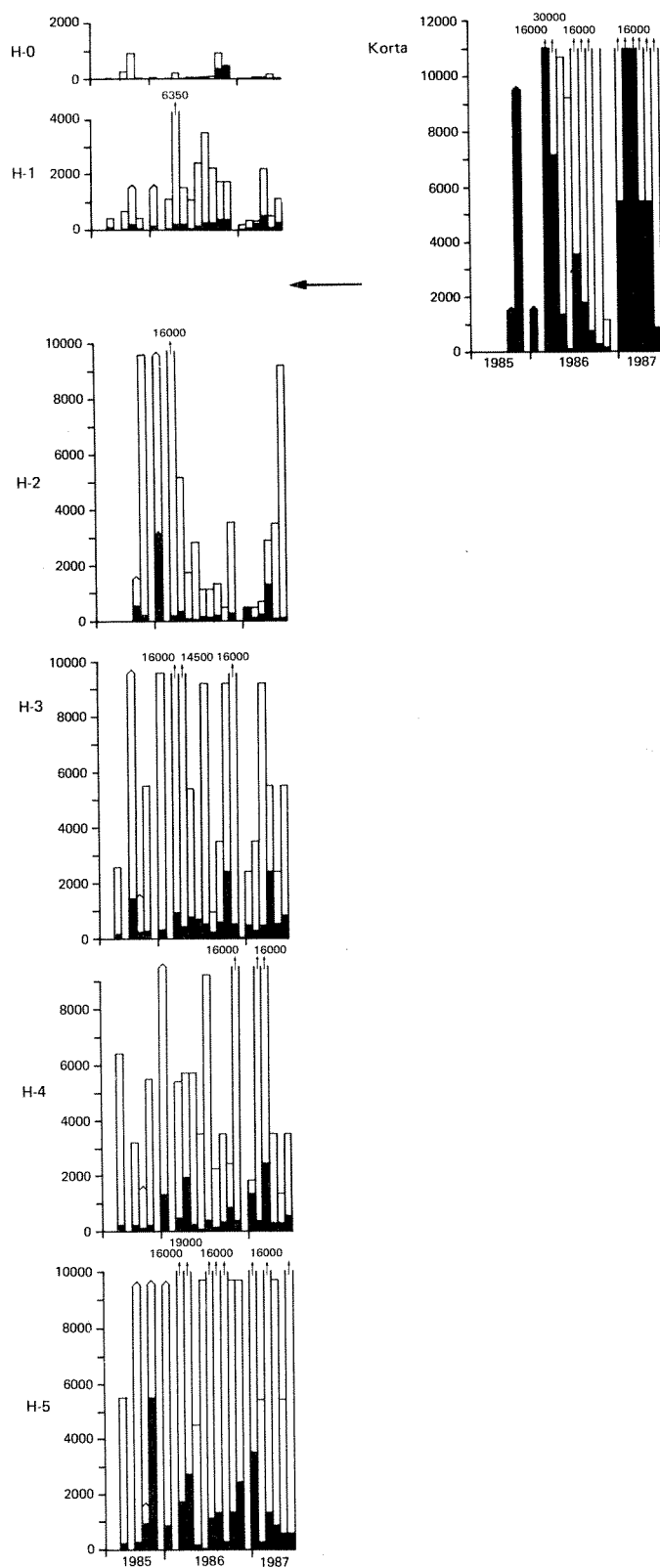


Fig. 3.9-1 Koliforme bakterier (åpne søyler) og termostabile koliforme bakterier (svarte søyler) i Hunnselva og Korta 1985-1987.

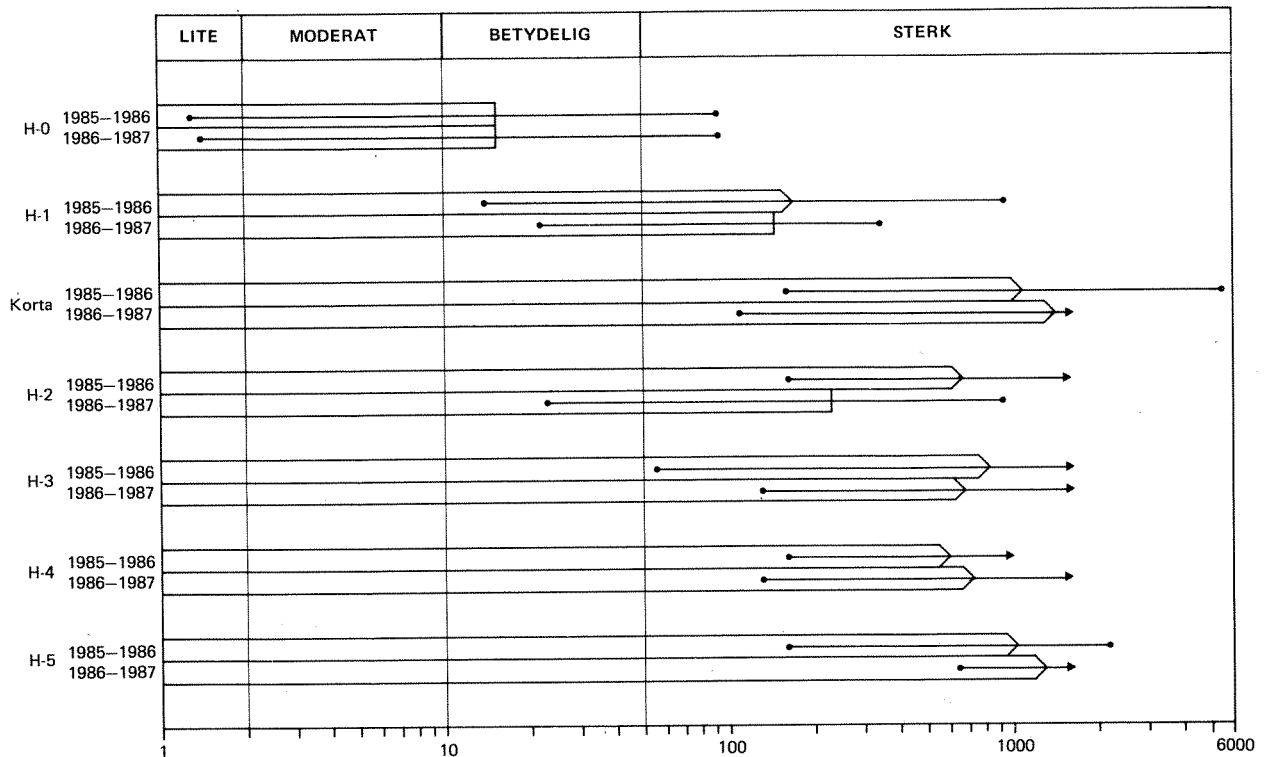


Fig. 3.9-2 Tidsveide middelkonsentrasjoner med maksimum- og minimumsverdier fra juli 1985 til juni 1986 og fra juli 1986 til juni 1987 for koliforme bakterier (37°C) i Hunnselva. Forurensningsgradering etter veiledende bruk ved SIFF og NIVA.

På stasjon H-1, nedenfor Reinsvoll, er elva sterkt belastet med koliforme bakterier og middelveiden for termostabile koliforme bakterier ligger på over 150.

Sidebekken Korta, som munner ut i Hunnselva ved Raufoss, kan bakteriemessig betraktes som delvis fortynnet råkloakk med tidsveide midler av koliforme- og termostabile koliforme bakterier på henholdsvis over 12.500 og 4.700 pr. 100 ml.

Kortas bidrag til økningen av koliforme bakterier mellom stasjonene H-1 og H-2 er vurdert ut fra antall bakterier samt Kortas andel av nedbørfeltet ved H-2 som er ca 7%. Den bakterietettheten som er tilstede ved H-1 pluss tilførselene fra Korta utgjør omkring halvparten av bakteriemengdene ved H-2. Den andre halvparten tilføres fra andre kilder mellom H-1 og H-2. Dette må være vesentlig husholdningskloakk da det er få gårdsbruk og lite husdyr langs denne delen av vassdraget.

Videre nedover Hunnselva H-2, H-3 og H-5 øker tettheten både av koliforme og termostabile koliforme bakterier. Ved innløpet til Mjøsa er de tidsveide bakterietallene meget høye; henholdsvis 11.000 og 1450 for koliforme og termostabile koliforme bakterier. Mellom H-3 og H-4 er det en liten reduksjon i antallet bakterier. Dette forklares ved tilførsler fra en større, og trolig mindre bakteriebelastet sideelv, Vesleelva, med ca 18% av hele nedbørfeltet.

Det synes ikke å være noen sesongmessige variasjoner i bakterietettheten og det synes heller ikke å være forskjeller på de to årene denne innsamlingen pågikk.

Tabell 3.9-1 viser en sammenstilling av tilgjengelig data av bakteriebelastningen på ulike steder i Hunnselva fra 1960 og frem til 1987. Tidligere data er spredte og tildels mangelfulle, og det er vanskelig å dokumentere markante endringer. Det synes imidlertid som mengden koliforme bakterier er noe mindre på de fleste lokalitetene i 1985-87 sammenlignet med 1960. Termostabile koliforme bakterier antyder en økning fra 1980-83 spesielt på stasjon H-0, men også på H-5 og H-2.

Hovedinntrykket av Hunnselva hele denne perioden, 1960-1987, er at elva var betydelig (H-0) til sterkt (H-1 til H-5) belastet med koliforme bakterier.

Tabell 3.9-1 Middelverdier av koliforme (37) og termostabile koliforme (44) bakterier fra Hunnselva i 1960 (Bergmann-Paulsen 1961), 1980-83, 1984-85 og i 1985-87 (Gjøvik og Toten interkommunale kjøtt- og næringsmiddelkontroll) (ov.v. - overvekst).

Stasjon	Koli 37				T.koli 44		
	1960	1980-83	1984-85	1985-87	1980-83	1984-85	1985-87
H-0	173	77	44	157	3	4	53
H-1	5969	>1600	ov.v	1524	177	203	154
H-2	20425	>1600	ov.v	4680	84	>728	502
H-3	5067			7125			640
H-4	7917			6205			622
H-5	37582		ov.v	11007	416	>638	1466

Tilrådnninger: Etter norske forhold er befolkningstettheten høy i nedbørfeltet til vassdraget. 38 personer pr. km². Noe av dette er fordelt på en spredt bebyggelse rundt Einavatn, men en vesentlig del er konsentrert til tettsteder langs Hunnselva (se fig. 2.2-2). Allerede ved utløpet fra Einavatn er det en betydelig bakterieforurensning. Dersom man ønsker å benytte utløpsområdet som badevann og/eller drikkevannskilde må tilførslene av kloakk/husdyrgjødsel lokaliseres og reduseres. For å komme ned til moderate nivåer av koliforme bakterier i Hunnselva må alle direkte kloakkutslipp til elva stoppes. Avskjærende kloakkledninger langs tett befolkede deler av elva må utbedres/fullføres og kloakken bør renses med kjemisk felling med kalk, ikke aluminium. Kjemisk kalkfelling gir best renseseffekt på bakterier (Vråle 1987), og elva er som nevnt allerede sterkt belastet m.h.p. aluminium.

4. LITTERATUR

- Alabaster, J. S. & Lloyd, R. (red.) 1982. Water quality criteria for freshwater fish. Butterworths, London.
- Bengtsson, Å. & Lithner, G., 1981. Vattenmossa (Fontinalis) som mätare på metallförorening. Statens naturvårdsverk PM 1391.
- Bergmann-Paulsen, B. 1961. Undersøkelse av forurensningen i Hunnselva. NIVA. 0-155.
- EIFAC/T43 1983. Water quality criteria for European freshwater fish. Report on chromium and freshwater fish.
- EIFAC/T45 1984. Water quality criteria for European freshwater fish. Report on nickel and freshwater fish.
- EIFAC/T37 1987. Water quality criteria for European freshwater fish. Revised report on combined effects on freshwater fish and other aquatic life of mixtures of toxicants in water.
- Eklund, J. 1980. Undersøkelse av Hunnselva juli 1979. Rogalands Distriktshøgskole.
- Fjeldseth, T., Nashoug, O. & Næsje, T. 1983. Fiskeundersøkelser på Einavatn 1981-82. Rapport fra Mjøsutvalget.
- Freeman, R.A. & Everhart, W.H. 1971. Toxicity of Aluminium Hydroxide Complexes in Neutral and Basic Media to Rainbow Trout. Trans. Amer. Fish. Soc. 100(4): 644-658.
- Grande, M., 1973. Hunnselva. Tungmetallers giftvirkning på fisk. Notat. NIVA.
- Grande, M. & Andersen, S. 1983. Lethal effects of hexavalent chromium, lead and nickel on young stages of atlantic salmon (Salmo salar L.) in soft water. Vatten 39: 405-416.
- Grande, M. 1984. Otra 1983. Rutineovervåking. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT), rapp. nr. 145/84. NIVA 0-80002-08.
- Grande, M. 1984. Klassifisering av vannkvalitet på grunnlag av giftvirkninger overfor ferskvannsfisk. Limnos, 1: 1-8.

- Grande, M. 1987. "Bakgrunnsnivåer" av metaller i ferskvannsfisk. NIVA 0-85167.
- Jensen, K.W. (red.) 1984. Sportfiskerens leksikon. Kunnskapsforlaget, Oslo.
- Kjellberg, G. 1983. Rutineundersøkelser i nedre delen av Hunnselva 1982. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT), rapp. nr. 104/83. NIVA 0-8000224.
- Kjellberg, G. 1984. Rutineundersøkelser i nedre del av Hunnselva 1983. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT), rapp. nr. 157/84. NIVA 0-8000224.
- Kjellberg, G. & Rognerud, S. 1985. Tiltaksorientert overvåking i Hunnselva 1984. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT), rapp. nr. 203/85. NIVA 0-80900224.
- Knutzen, J. 1979. Biologiske metoder aktuelle ved overvåking. NIVA. 0-75038.
- Lien, L. 1983. Limnologisk forskning: Maridalsvatnet. Delrapport 1/84. Transport av næringssalter og tarmbakterier med måker til Maridalsvatnet. NIVA. F-81424.
- Lindstrøm, E-A. 1983. Biologisk begrunnet klassifisering av vannkvalitet. Limnos (4), 3-11.
- Lindstrøm, E-A.: 1984. Biologisk begrunnet vannkvalitetsvurdering. Begreingsobservasjoner i Ellingsrudelva, Losbyelva, Fjellhamarelva, Sveeselva, Nitelva 1982 og Leira, Rømua 1983. NIVA. 0-82104.
- Lingsten, L. 1984. Moser som metallindikatorer i noen norske vannforekomster. NIVA 0-80076-02.
- Lingsten, L. 1985. "Bakgrunnsnivåer" av utvalgte metaller i ferskvannsmoser og mulighet for bruk av moser som indikator på organiske miljøgifter. NIVA. 0-85167.
- Rensvik, H. m.fl. 1983. Vurderingssystem for vannkvalitet i innsjøer og elver. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT) rapp. nr. 0-8000701. A423 NIVA.

Statens institutt for folkehelse. 1976. Kvalitetskrav til vann.
Drikkevann - Vann for omsetning - Badevann.
Sosialdepartementet. Helsedirektoratet. Statens
trykksakekspedisjon.

Stortingsmelding nr. 51. 1984-85. Om tiltak mot vann- og
luftforurensninger og om kommunalt avfall. Miljøvern-
departementet.

Sørensen, T. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude
in plant sociology based on similarity of species content.
Biol. Skrifter, 5. paper 4.

Train, R.E. 1979. Quality Criteria for Water. Castle House
Publications LTD. Guildford, London & Worcester.

Vråle, L. 1987. Bakteriereduksjon ved ulike fellingskjemikalier.
Solumstrand renseanlegg. Drammen kommune. VA-16/87. NIVA
0-87147.

APPENDIKS

- Tabell A-1 Vannføring i Hunnselva
- Tabell A-2 Fysisk-kjemiske analyseresultater fra Hunnselva 1985-1987 (pH, ledningsevne, turbiditet, farge, totalfosfor, totalnitrogen, ammonium og organisk stoff).
- Tabell A-3 Kjemiske analyseresultater fra Hunnselva 1985-1987. Hovedkomponenter (Ca, Mg, Na, K, Cl, SO₄)
- Tabell A-4 Kjemiske analyseresultater fra Hunnselva 1985-1987. (Al, Zn, Cd, Cr, Ni, Mn, Fe, Cu, CN, Ca).
- Tabell A-5 Analyseresultater av metaller i fisk fra Hunnselva.
- Tabell A-6 Koliforme og termotabile koliforme bakterier i Hunnselva 1980-1985.
- Tabell A-7 Koliforme og termotabile koliforme bakterier i Hunnselva 1985-1987.

Tabell A-1. Daglig vannføring i Hunnselva fra april 1986 til juni 1987. Månedsmiddel, maksimum, og minimum er også gitt fra målestasjon 2670-0 Norges Vassdrag- og Energiverk.

DATO	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN
1	-	17,58	6,04	3,01	1,59	4,06	2,16	4,25	4,06	3,69	3,34	3,17	3,01	41,17	4,45
2	-	29,85	5,56	3,01	1,49	3,69	1,80	3,34	4,25	3,69	3,34	3,17	2,86	45,81	4,06
3	-	40,28	4,66	3,34	1,49	3,17	1,59	3,17	4,88	3,69	3,34	3,17	2,86	36,02	4,06
4	-	53,95	5,32	3,01	1,49	3,01	1,49	2,71	4,88	3,69	3,34	3,17	2,86	22,57	4,25
5	-	52,88	5,32	2,86	1,59	1,92	2,29	2,71	4,88	3,69	3,34	3,17	2,86	13,38	4,06
6	-	46,76	5,10	,97	1,39	2,42	2,42	2,56	4,88	3,69	3,34	3,17	3,01	12,55	3,87
7	-	42,99	6,04	1,59	1,39	2,56	1,69	2,42	4,45	3,69	3,34	3,17	3,01	12,96	4,45
8	-	43,91	6,91	1,69	1,49	2,42	1,49	2,86	4,66	3,69	3,34	3,17	3,17	11,37	5,56
9	-	37,68	6,83	1,92	1,80	2,29	1,39	4,06	6,30	3,69	3,34	3,17	3,01	7,97	10,63
10	-	31,32	6,30	1,80	1,92	3,17	1,69	3,87	8,91	3,69	3,34	3,17	3,01	7,38	11,37
11	-	32,84	5,56	1,59	1,59	3,51	1,69	4,25	8,27	3,69	3,34	3,17	2,71	9,23	10,99
12	-	27,73	5,10	1,59	1,49	3,01	1,69	7,10	7,67	3,69	3,34	3,01	2,71	8,27	9,91
13	-	24,42	4,66	1,49	1,39	2,86	1,80	5,80	6,56	3,69	3,34	3,01	3,01	7,67	11,76
14	-	19,70	4,25	1,49	1,39	2,71	1,69	4,06	5,10	3,69	3,17	3,01	3,17	12,15	8,91
15	-	12,96	4,25	1,49	1,39	3,17	1,69	3,51	4,66	3,69	3,17	3,01	4,25	13,38	9,23
16	1,80	16,58	4,06	1,49	1,39	3,01	1,59	3,87	4,25	3,51	3,17	3,01	5,56	9,91	11,37
17	1,59	13,81	4,25	1,49	3,17	2,71	1,69	4,45	4,25	3,51	3,17	3,01	8,27	10,63	58,35
18	1,30	12,96	3,87	1,30	3,17	2,42	1,69	5,10	4,06	3,51	3,17	3,01	8,91	19,15	38,54
19	1,21	12,96	4,25	1,49	1,92	2,29	1,80	6,30	3,69	3,51	3,17	3,01	7,97	14,70	23,18
20	1,80	9,57	4,06	1,39	2,16	2,16	3,17	5,10	4,06	3,51	3,17	3,01	6,83	15,62	27,73
21	1,80	9,91	3,69	1,30	1,92	2,04	2,42	3,17	3,87	3,51	3,17	3,01	5,80	10,63	21,98
22	1,80	11,76	3,87	1,39	3,17	2,04	1,80	2,71	3,87	3,51	3,17	3,01	6,30	7,10	18,10
23	2,04	12,15	3,34	1,49	4,88	2,16	1,59	4,25	3,87	3,51	3,17	3,01	9,91	6,04	18,62
24	2,42	15,62	3,69	1,39	3,34	2,04	1,39	5,32	3,87	3,51	3,17	3,01	16,58	5,80	13,38
25	3,01	13,81	3,34	1,30	3,17	2,04	1,69	5,80	3,87	3,51	3,17	3,01	23,79	4,88	9,91
26	3,17	8,91	3,51	1,49	2,86	2,16	1,80	8,59	3,87	3,51	3,17	3,17	24,42	4,66	10,99
27	5,10	6,56	3,34	1,49	2,56	1,80	2,16	8,91	3,87	3,51	3,17	3,17	17,58	5,32	11,37
28	6,83	6,83	3,34	1,49	6,83	2,04	4,25	7,38	3,87	3,51	3,17	3,01	30,58	8,27	9,23
29	9,57	6,56	3,34	1,49	10,63	1,80	5,32	7,38	3,87	3,51	3,17	3,17	45,81	6,83	5,56
30	13,81	6,30	3,17	1,92	7,97	1,69	4,66	4,88	3,69	3,51	3,17	3,01	36,02	4,88	3,01
31	-	5,56	-	1,49	5,10	-	5,56	-	3,69	3,34	-	3,17	-	4,45	-
MEDEL	-	22,09	4,63	1,75	2,81	2,54	2,23	4,66	4,74	3,59	3,25	3,09	9,99	12,93	12,96
MAX	-	53,95	8,91	3,34	10,63	4,06	5,56	8,91	8,91	3,69	3,34	3,17	45,81	45,81	58,35
MIN	-	5,56	3,17	,97	1,39	1,69	1,39	2,42	3,69	3,34	3,17	3,01	2,71	4,45	3,01

Tabell A-2. Fysisk-kjemiske analyseresultater fra Hunnselva for periodene juli 1985-juni 1986 og juli 1986 - juni 1987. Minimum, maksimum, aritmetrisk middel og tidsveid middel er gitt for hver periode.

HUNNSELV ST.H0

DATO	PH	KOND	TURB	FARG	TOT-P	TOT-N
	mS/m, 25grC		FTU	mg Pt/l	mikrogr/l	mikrogr/l
850716	7.420	7.490	0.400	18.900	6.000	1030.000
850729	7.380	7.140	0.540	22.200	7.000	1030.000
850905	7.290	7.250	0.570	33.500	7.500	1030.000
851010	7.380	7.370	0.830	48.000	8.000	1118.000
851113	7.300	7.410	0.450	36.000	23.000	1197.000
860108	7.210	6.930	0.500	33.500	8.000	1187.000
860306	7.130	7.550	0.720	38.000	9.000	1400.000
860407	7.240	7.810	0.160	28.000	7.000	327.000
860429	7.170	8.910	0.730	40.500	8.000	1412.000
860512	6.730	4.250	0.630	36.500	9.000	788.000
860528	7.380	6.560	1.400	100.000	16.000	1300.000
860618	7.590	6.760	0.520	69.500	7.000	944.000
MINIMUM	6.730	4.250	0.160	18.900	6.000	327.000
MAKSIMUM	7.590	8.910	1.400	100.000	23.000	1412.000
ARI-MIDDEL	7.268	7.119	0.621	42.050	9.625	1063.583
TID-MIDDEL	7.274	7.208	0.594	39.944	10.058	1093.192

HUNNSELV ST.H0

DATO	NH4-N	COD-MN
	mikrogr/l	mg/l
850716	30.000	4.390
850729	15.000	4.850
850905	20.000	4.350
851010	20.000	5.420
851113	20.000	5.290
860108	20.000	5.560
860306	15.000	5.190
860407	10.000	5.200
860429	40.000	5.030
860512	50.000	4.310
860528	15.000	5.490
860618	15.000	5.190
MINIMUM	10.000	4.310
MAKSIMUM	50.000	5.560
ARI-MIDDEL	22.500	5.022
TID-MIDDEL	20.422	5.103

Tabell A-2 (forts.)

HUNNSELV ST.H0						
DATO	PH	KOND mS/m, 25grC	TURB FTU	FARG mg Pt/l	TOT-P mikrogr/l	TOT-N mikrogr/l
860715	7.310	7.190	0.420	33.000	8.000	1140.000
860819	7.500	7.270	0.320	24.500	6.000	1200.000
860909	7.480	7.780	0.320	24.500	4.000	1500.000
861015	7.330	7.760	0.410	40.000	8.000	1600.000
861112	7.400	7.310	1.400	51.000	6.000	1700.000
870120	7.210	8.070	0.260	40.000	5.000	1600.000
870217	7.140	8.230	0.480	46.000	4.500	1700.000
870310	7.270	7.900	0.220	30.000	6.000	2000.000
870407	6.930	7.900	0.170	35.000	6.000	1700.000
870512	7.170	8.350	0.620	57.000	8.000	1500.000
870610	7.350	7.420	0.730	59.500	6.000	1500.000
MINIMUM	6.930	7.190	0.170	24.500	4.000	1140.000
MAKSIMUM	7.500	8.350	1.400	59.500	8.000	2000.000
ARI-MIDDEL	7.281	7.744	0.486	40.045	6.136	1558.182
TID-MIDDEL	7.282	7.727	0.526	40.883	6.150	1556.074

HUNNSELV ST.H0		
DATO	NH4-N mikrogr/l	COD-MN mg/l
860715	30.000	4.350
860819	20.000	4.360
860909	10.000	5.420
861015	10.000	3.620
861112	15.000	4.650
870120	5.000	4.450
870217	15.000	4.580
870310	15.000	4.470
870407	15.000	4.360
870512	10.000	4.410
870610	20.000	5.050
MINIMUM	5.000	3.620
MAKSIMUM	30.000	5.420
ARI-MIDDEL	15.000	4.520
TID-MIDDEL	14.634	4.514

Tabell A-2 (forts.)

HUNNSELV ST.H1

DATO	PH	KOND mS/m,25grC	TURB FTU	FARG mg Pt/l	TOT-P mikrogr/l	TOT-N mikrogr/l
850716	7.550	15.400	0.640	28.400	22.000	1060.000
850729	7.390	7.950	0.830	22.200	11.500	1050.000
850905	7.530	9.570	0.720	43.000	12.500	1160.000
851010	7.450	10.100	1.200	68.000	13.000	1205.000
851113	7.370	8.250	0.620	38.000	10.000	1211.000
860108	7.310	7.170	0.540	40.500	11.000	1173.000
860306	7.290	7.210	0.560	43.000	13.000	1300.000
860407	7.540	8.980	0.380	33.000	13.000	318.000
860429	7.570	17.200	1.800	114.500	34.000	3012.000
860512	7.320	10.000	1.200	85.500	19.000	1640.000
860528	7.530	8.590	1.000	82.500	19.000	1300.000
860618	7.480	7.960	0.830	63.000	12.000	1040.000
MINIMUM	7.290	7.170	0.380	22.200	10.000	318.000
MAKSIMUM	7.570	17.200	1.800	114.500	34.000	3012.000
ARI-MIDDEL	7.444	9.865	0.860	55.133	15.833	1289.083
TID-MIDDEL	7.421	9.189	0.776	49.782	14.142	1220.859

HUNNSELV ST.H1

DATO	NH4-N mikrogr/l	COD-MN mg/l
850716	50.000	5.270
850729	25.000	5.120
850905	20.000	5.390
851010	50.000	6.330
851113	30.000	4.980
860108	45.000	5.120
860306	35.000	5.350
860407	20.000	4.700
860429	85.000	5.840
860512	25.000	7.780
860528	25.000	5.950
860618	25.000	5.190
MINIMUM	20.000	4.700
MAKSIMUM	85.000	7.780
ARI-MIDDEL	36.250	5.585
TID-MIDDEL	35.708	5.435

Tabell A-2 (forts.)

HUNNSELV ST.H1						
DATO	PH	KOND mS/m, 25grC	TURB FTU	FARG mg Pt/l	TOT-P mikrogr/l	TOT-N mikrogr/l
860715	7.330	8.500	0.680	43.500	21.000	1161.000
860819	7.370	8.560	0.530	30.000	22.000	1200.000
860909	7.490	10.640	0.470	26.500	27.000	1700.000
861015	7.320	8.960	0.300	35.000	20.000	1700.000
861112	7.430	11.100	2.100	68.000	20.000	1900.000
870120	7.240	8.020	1.300	40.000	9.000	1600.000
870217	7.250	8.090	0.770	71.500	9.500	1800.000
870310	7.270	7.600	0.260	32.500	8.000	1700.000
870407	7.300	8.210	0.310	40.000	10.000	1700.000
870512	7.500	10.900	0.750	68.000	13.000	1700.000
870610	7.410	9.940	0.980	87.000	14.000	1500.000
MINIMUM	7.240	7.600	0.260	26.500	8.000	1161.000
MAKSIMUM	7.500	11.100	2.100	87.000	27.000	1900.000
ARI-MIDDEL	7.355	9.138	0.768	49.273	15.773	1605.545
TID-MIDDEL	7.356	9.218	0.868	49.951	15.815	1613.279

HUNNSELV ST.H1		
DATO	NH4-N mikrogr/l	COD-MN mg/l
860715	75.000	4.430
860819	45.000	4.320
860909	50.000	4.600
861015	40.000	3.620
861112	40.000	5.520
870120	25.000	4.490
870217	35.000	4.740
870310	35.000	4.580
870407	30.000	4.780
870512	25.000	5.280
870610	30.000	7.480
MINIMUM	25.000	3.620
MAKSIMUM	75.000	7.480
ARI-MIDDEL	39.091	4.895
TID-MIDDEL	38.753	4.918

Tabell A-2 (forts.)

HUNNSELV ST.HK1

DATO	PH	KOND mS/m, 25grC	TURB FTU	FARG mg Pt/l	TOT-P mikrogr/l	TOT-N mikrogr/l
851010	7.980	30.000	3.800	152.000	90.000	2965.000
851113	7.840	23.700	1.600	129.000	130.000	2924.000
860108	7.770	20.000	2.700	154.000	335.000	3800.000
860306	7.670	19.600	5.800	372.000	570.000	5100.000
860407	7.870	27.200	6.300	54.500	420.000	4916.000
860429	7.760	29.300	3.100	150.000	88.000	6700.000
860512	7.710	17.900	2.200	229.000	58.000	3464.000
860528	8.080	24.100	1.000	103.500	30.000	3000.000
860618	8.030	31.100	0.940	119.000	73.000	2384.000
MINIMUM	7.670	17.900	0.940	54.500	30.000	2384.000
MAKSIMUM	8.080	31.100	6.300	372.000	570.000	6700.000
ARI-MIDDEL	7.857	24.767	3.049	162.556	199.333	3917.000
TID-MIDDEL	7.877	25.581	3.014	163.390	208.284	3585.808

HUNNSELV ST.HK1

DATO	NH4-N mikrogr/l	COD-MN mg/l
851010	190.000	11.400
851113	280.000	9.800
860108	1150.000	8.100
860306	2000.000	5.430
860407	1400.000	7.580
860429	320.000	9.060
860512	125.000	13.650
860528	85.000	9.910
860618	150.000	6.640
MINIMUM	85.000	5.430
MAKSIMUM	2000.000	13.650
ARI-MIDDEL	633.333	9.063
TID-MIDDEL	650.941	8.699

Tabell A-2 (forts.)

HUNNSELV ST.HK1

DATO	PH	KOND mS/m, 25grC	TURB FTU	FARG mg Pt/l	TOT-P mikrogr/l	TOT-N mikrogr/l
860715	7.760	34.500	1.200	60.000	230.000	2940.000
860819	7.960	28.700	1.330	62.000	93.000	2400.000
860909	8.050	34.500	0.450	32.500	49.000	4600.000
861015	8.010	31.900	0.370	46.000	72.000	3100.000
861112	7.970	32.100	3.400	121.000	48.000	5000.000
870120	7.850	27.800	1.300	54.000	94.000	3800.000
870217	7.760	2.390	1.300	90.500	105.000	2900.000
870310	7.680	22.500	1.400	54.000	280.000	4400.000
870407	7.710	31.200	0.250	150.000	330.000	5700.000
870512	7.750	22.000	1.000	117.000	69.000	4700.000
870610	7.820	25.600	3.000	259.000	62.000	6900.000
MINIMUM	7.680	2.390	0.250	32.500	48.000	2400.000
MAKSIMUM	8.050	34.500	3.400	259.000	330.000	6900.000
ARI-MIDDEL	7.847	26.654	1.364	95.091	130.182	4221.818
TID-MIDDEL	7.855	27.487	1.461	95.815	123.903	4264.339

HUNNSELV ST.HK1

DATO	NH4-N mikrogr/l	COD-MN mg/l
860715	360.000	4.780
860819	135.000	5.990
860909	115.000	5.150
861015	125.000	4.720
861112	65.000	10.760
870120	255.000	4.490
870217	315.000	5.240
870310	1150.000	6.120
870407	1400.000	6.540
870512	185.000	10.490
870610	135.000	18.720
MINIMUM	65.000	4.490
MAKSIMUM	1400.000	18.720
ARI-MIDDEL	385.455	7.545
TID-MIDDEL	354.789	7.640

Tabell A-2 (forts.)

HUNNSELV ST.H2

DATO	PH	KOND	TURB	FARG	TOT-P	TOT-N
	mS/m, 25grC		FTU	mg Pt/l	mikrogr/l	mikrogr/l
851010	7.630	12.800	2.200	98.000	31.500	1472.000
851113	7.470	12.700	1.200	59.000	45.000	1724.000
860108	7.440	12.600	1.300	77.000	120.000	1688.000
860306	7.430	15.200	1.600	80.000	105.000	2100.000
860407	7.600	12.700	1.200	46.500	66.000	386.000
860429	8.000	24.200	6.600	276.000	292.000	4404.000
860512	7.510	11.200	1.600	119.000	25.000	1700.000
860528	7.150	11.800	3.000	126.500	61.000	1900.000
860618	7.590	10.410	1.200	126.500	43.000	1200.000
MINIMUM	7.150	10.410	1.200	46.500	25.000	386.000
MAKSIMUM	8.000	24.200	6.600	276.000	292.000	4404.000
ARI-MIDDEL	7.536	13.734	2.211	112.056	87.611	1841.556
TID-MIDDEL	7.535	13.029	1.830	99.963	74.265	1653.612

HUNNSELV ST.H2

DATO	NH4-N	COD-MN
	mikrogr/l	mg/l
851010	60.000	6.520
851113	90.000	5.330
860108	120.000	5.720
860306	95.000	6.650
860407	45.000	4.930
860429	125.000	6.500
860512	40.000	10.570
860528	70.000	5.990
860618	25.000	6.090
MINIMUM	25.000	4.930
MAKSIMUM	125.000	10.570
ARI-MIDDEL	74.444	6.478
TID-MIDDEL	72.552	6.199

Tabell A-2 (forts.)

HUNNSELV ST.2

DATO	PH	KOND mS/m, 25grC	TURB FTU	FARG mg Pt/l	TOT-P mikrogr/l	TOT-N mikrogr/l
860715	7.690	8.990	0.870	51.500	28.000	1181.000
860819	7.610	13.200	2.000	74.000	51.000	2500.000
860909	7.800	17.010	0.760	40.000	43.000	2200.000
861015	3.540	34.300	0.650	30.000	230.000	4000.000
861112	7.630	17.800	2.800	112.500	44.000	2400.000
870120	7.560	13.200	3.200	108.500	140.000	2100.000
870217	8.580	13.800	6.700	300.000	1500.000	1600.000
870310	7.360	9.740	1.000	48.500	64.000	2000.000
870407	7.940	12.400	1.000	62.000	31.000	2300.000
870512	7.560	14.000	1.100	77.500	67.000	2600.000
870610	7.670	13.700	2.000	150.000	55.000	2600.000
MINIMUM	3.540	8.990	0.650	30.000	28.000	1181.000
MAKSIMUM	8.580	34.300	6.700	300.000	1500.000	4000.000
ARI-MIDDEL	7.358	15.285	2.007	95.864	204.818	2316.455
TID-MIDDEL	7.348	15.420	2.027	94.428	173.288	2322.984

HUNNSELV ST.2

DATO	NH4-N mikrogr/l	COD-MN mg/l
860715	40.000	5.620
860819	20.000	4.630
860909	20.000	4.680
861015	145.000	4.010
861112	65.000	6.820
870120	40.000	4.730
870217	60.000	5.390
870310	45.000	4.620
870407	65.000	4.750
870512	75.000	5.850
870610	65.000	9.480
MINIMUM	20.000	4.010
MAKSIMUM	145.000	9.480
ARI-MIDDEL	58.182	5.507
TID-MIDDEL	58.550	5.567

Tabell A-2 (forts.)

HUNNSELV ST.H3

DATO	PH	KOND mS/m, 25grC	TURB FTU	FARG mg Pt/l	TOT-P mikrogr/l	TOT-N mikrogr/l
850716	7.550	9.080	1.100	32.600	31.500	1010.000
850729	7.480	8.230	1.300	26.800	32.000	1120.000
850905	7.730	11.100	4.100	64.500	150.000	1360.000
851010	7.640	10.900	2.000	98.000	30.000	1265.000
851113	7.410	10.600	0.970	59.000	23.000	1455.000
860108	7.390	9.070	0.920	48.000	27.000	1442.000
860306	7.450	11.900	3.900	179.000	105.000	2000.000
860407	7.500	10.900	2.300	66.000	70.000	398.000
860429	7.720	19.400	4.600	214.000	94.000	3696.000
860512	7.310	7.070	1.900	158.000	25.000	1260.000
860528	7.530	9.170	1.900	126.500	46.000	1400.000
860618	7.390	10.160	1.700	142.000	66.000	1176.000
MINIMUM	7.310	7.070	0.920	26.800	23.000	398.000
MAKSIMUM	7.730	19.400	4.600	214.000	150.000	3696.000
ARI-MIDDEL	7.508	10.632	2.224	101.200	58.292	1465.167
TID-MIDDEL	7.500	10.549	2.162	93.208	59.007	1443.601

HUNNSELV ST.H3

DATO	NH4-N mikrogr/l	COD-MN mg/l
850716	60.000	6.010
850729	60.000	5.430
850905	115.000	7.620
851010	115.000	7.230
851113	190.000	6.230
860108	170.000	5.440
860306	320.000	6.610
860407	245.000	5.510
860429	170.000	6.850
860512	40.000	10.600
860528	55.000	6.340
860618	115.000	5.540
MINIMUM	40.000	5.430
MAKSIMUM	320.000	10.600
ARI-MIDDEL	137.917	6.617
TID-MIDDEL	157.123	6.427

Tabell A-2 (forts.)

HUNNSELV ST.H3

DATO	PH	KOND mS/m, 25grC	TURB FTU	FARG mg Pt/l	TOT-P mikrogr/l	TOT-N mikrogr/l
860715	7.270	10.100	1.800	107.000	51.000	1277.000
860819	7.490	11.400	2.400	90.500	68.000	1700.000
860909	7.460	13.280	1.300	46.000	37.000	2100.000
861015	7.310	15.100	0.700	59.500	48.000	2300.000
861112	7.470	10.900	4.800	202.000	72.000	2000.000
870120	7.200	10.100	2.200	71.500	28.000	2000.000
870217	7.320	9.130	1.700	125.000	43.500	1600.000
870310	7.150	8.370	0.970	65.000	40.000	1700.000
870407	7.430	11.000	1.800	94.000	49.000	2000.000
870512	7.310	7.740	1.400	104.500	22.000	1500.000
870610	7.450	9.580	2.300	150.000	39.000	1800.000
MINIMUM	7.150	7.740	0.700	46.000	22.000	1277.000
MAKSIMUM	7.490	15.100	4.800	202.000	72.000	2300.000
ARI-MIDDEL	7.351	10.609	1.943	101.364	45.227	1816.091
TID-MIDDEL	7.351	10.639	2.109	105.478	45.672	1834.344

HUNNSELV ST.H3

DATO	NH4-N mikrogr/l	COD-MN mg/l
860715	200.000	5.500
860819	190.000	4.750
860909	110.000	4.640
861015	225.000	3.460
861112	110.000	7.050
870120	145.000	4.730
870217	165.000	5.660
870310	165.000	5.430
870407	185.000	4.980
870512	60.000	6.950
870610	70.000	9.240
MINIMUM	60.000	3.460
MAKSIMUM	225.000	9.240
ARI-MIDDEL	147.727	5.672
TID-MIDDEL	145.464	5.713

Tabell A-2 (forts.)

HUNNSELV ST.H4

DATO	PH	KOND	TURB	FARG	TOT-P	TOT-N
	mS/m, 25grC		FTU	mg Pt/l	mikrogr/l	mikrogr/l
850716	7.580	9.480	2.000	38.400	34.500	980.000
850729	7.560	8.950	1.400	27.400	31.000	1160.000
850905	7.620	10.300	3.400	104.000	43.000	1240.000
851010	7.660	11.400	3.100	150.000	28.500	1286.000
851113	7.540	11.000	4.000	193.000	33.500	1476.000
860108	7.440	10.800	1.600	77.000	32.000	1752.000
860306	7.350	11.900	4.300	172.000	99.000	1900.000
860407	7.560	11.800	2.500	60.000	56.000	434.000
860429	7.620	18.000	10.000	395.000	92.000	4644.000
860512	7.310	7.040	4.700	284.000	28.000	1340.000
860528	7.660	9.390	3.100	165.000	48.500	1400.000
860618	7.830	10.900	2.000	150.000	82.000	1313.000
MINIMUM	7.310	7.040	1.400	27.400	28.000	434.000
MAKSIMUM	7.830	18.000	10.000	395.000	99.000	4644.000
ARI-MIDDEL	7.561	10.913	3.508	151.317	50.667	1577.083
TID-MIDDEL	7.546	10.967	3.249	138.425	49.837	1533.792

HUNNSELV ST.H4

DATO	NH4-N	COD-MN
	mikrogr/l	mg/l
850716	35.000	6.850
850729	55.000	5.780
850905	55.000	8.160
851010	125.000	7.110
851113	195.000	5.760
860108	240.000	5.360
860306	300.000	6.610
860407	290.000	5.580
860429	170.000	9.020
860512	65.000	9.290
860528	30.000	6.610
860618	115.000	5.780
MINIMUM	30.000	5.360
MAKSIMUM	300.000	9.290
ARI-MIDDEL	139.583	6.826
TID-MIDDEL	162.474	6.557

Tabell A-2 (forts.)

HUNNSELV ST.H4

DATO	PH	KOND mS/m, 25grC	TURB FTU	FARG mg Pt/l	TOT-P mikrogr/l	TOT-N mikrogr/l
860715	7.680	11.200	1.200	75.500	36.000	1134.000
860819	7.590	12.400	1.800	74.000	63.000	1800.000
860909	7.730	14.090	3.500	30.000	38.000	2100.000
861015	7.630	15.600	1.300	59.500	47.000	2300.000
861112	7.490	11.100	6.500	209.000	72.000	2000.000
870120	7.190	11.100	3.900	117.000	46.000	2500.000
870217	7.310	9.900	2.300	150.000	45.500	1600.000
870310	7.220	9.240	1.200	94.000	53.000	2000.000
870407	7.420	12.200	2.400	108.500	46.000	2300.000
870512	7.350	7.750	1.700	117.000	16.000	1500.000
870610	7.440	9.360	2.600	148.000	30.000	1900.000
MINIMUM	7.190	7.750	1.200	30.000	16.000	1134.000
MAKSIMUM	7.730	15.600	6.500	209.000	72.000	2500.000
ARI-MIDDEL	7.459	11.267	2.582	107.500	44.773	1921.273
TID-MIDDEL	7.454	11.283	2.844	112.788	45.700	1949.969

HUNNSELV ST.H4

DATO	NH4-N mikrogr/l	COD-MN mg/l
860715	60.000	5.650
860819	190.000	5.250
860909	95.000	5.030
861015	240.000	4.610
861112	105.000	6.970
870120	275.000	4.370
870217	210.000	5.540
870310	270.000	5.540
870407	250.000	4.980
870512	55.000	6.990
870610	45.000	9.280
MINIMUM	45.000	4.370
MAKSIMUM	275.000	9.280
ARI-MIDDEL	163.182	5.837
TID-MIDDEL	162.139	5.845

Tabell A-2 (forts.)

HUNNSELV ST.H5

DATO	PH	KOND mS/m, 25grC	TURB FTU	FARG mg Pt/l	TOT-P mikrogr/l	TOT-N mikrogr/l
850716	7.560	9.440	2.100	37.400	34.500	970.000
850729	7.570	8.930	1.400	27.400	29.500	1160.000
850905	7.450	10.500	3.100	116.000	39.500	1240.000
851010	7.420	11.400	4.200	208.000	33.500	1307.000
851113	7.390	10.900	6.000	200.000	38.500	1463.000
860108	7.370	10.800	5.200	224.000	71.000	1776.000
860306	7.220	12.200	8.800	400.000	155.000	2000.000
860407	7.560	12.300	2.700	54.500	99.000	1892.000
860429	7.430	17.900	8.100	273.000	97.000	4752.000
860512	7.270	7.120	4.400	276.000	32.000	1340.000
860528	7.350	9.590	4.400	300.000	52.000	1400.000
860618	7.230	11.100	3.900	229.000	77.000	1288.000
MINIMUM	7.220	7.120	1.400	27.400	29.500	970.000
MAKSIMUM	7.570	17.900	8.800	400.000	155.000	4752.000
ARI-MIDDEL	7.402	11.015	4.525	195.442	63.208	1715.667
TID-MIDDEL	7.394	11.066	4.790	202.082	66.770	1660.538

HUNNSELV ST.H5

DATO	NH4-N mikrogr/l	COD-MN mg/l
850716	20.000	6.740
850729	55.000	5.390
850905	25.000	9.860
851010	60.000	10.900
851113	185.000	11.700
860108	215.000	24.200
860306	305.000	39.900
860407	310.000	5.430
860429	165.000	8.550
860512	65.000	8.820
860528	20.000	10.910
860618	40.000	10.930
MINIMUM	20.000	5.390
MAKSIMUM	310.000	39.900
ARI-MIDDEL	122.083	12.777
TID-MIDDEL	143.691	15.281

Tabell A-2 (forts.)

HUNNSELV ST.H5

DATO	PH	KOND mS/m, 25grC	TURB FTU	FARG mg Pt/l	TOT-P mikrogr/l	TOT-N mikrogr/l
860715	7.630	11.000	1.400	100.000	56.000	1121.000
860819	7.320	12.500	4.100	250.000	120.000	1800.000
860909	7.040	14.300	6.000	46.000	59.000	2100.000
861015	6.940	15.700	13.000	468.000	78.000	1900.000
861112	7.330	11.300	6.800	268.000	84.000	2000.000
870120	7.160	11.200	4.300	144.000	47.000	2400.000
870217	7.140	9.850	4.900	259.000	61.500	1600.000
870310	6.970	9.510	2.500	108.500	73.000	2000.000
870407	7.280	12.400	3.700	188.000	65.000	2300.000
870512	7.250	8.020	2.300	143.000	32.000	1500.000
870610	7.360	9.520	3.100	188.000	45.000	2100.000
MINIMUM	6.940	8.020	1.400	46.000	32.000	1121.000
MAKSIMUM	7.630	15.700	13.000	468.000	120.000	2400.000
ARI-MIDDEL	7.220	11.391	4.736	196.591	65.500	1892.818
TID-MIDDEL	7.232	11.407	4.829	198.215	64.852	1917.606

HUNNSELV ST.H5

DATO	NH4-N mikrogr/l	COD-MN mg/l
860715	50.000	5.690
860819	175.000	11.480
860909	35.000	12.690
861015	35.000	19.100
861112	95.000	8.830
870120	265.000	8.160
870217	185.000	11.860
870310	270.000	12.090
870407	250.000	11.940
870512	65.000	9.790
870610	50.000	11.280
MINIMUM	35.000	5.690
MAKSIMUM	270.000	19.100
ARI-MIDDEL	134.091	11.174
TID-MIDDEL	134.286	10.842

Tabell A-3. Kjemiske analyseresultater fra Hunnselva 1985-1987. Minimum, maksimum og aritmetrisk middelverdier for kalsium, magnesium, natrium, kalium, klorid og sulfat.

HUNNSELVA ST.H0 850701-870630

DATO	CA mg/l	MG mg/l	NA mg/l	K mg/l	CL mg/l	SO4 mg/l
850716	10.470	1.100	1.270	0.970	2.600	8.500
860108	10.700	1.150	1.240	1.040	3.700	8.800
860306	-	-	-	-	-	-
860407	11.000	-	-	-	-	8.300
860429	-	-	-	-	-	-
860512	5.900	-	-	-	-	4.500
861112	10.100	1.080	1.230	0.960	3.000	10.000
870120	11.500	-	-	-	-	8.800
870217	11.700	-	-	-	-	8.800
870610	10.800	1.120	1.240	0.970	2.600	7.200
MINIMUM	5.900	1.080	1.230	0.960	2.600	4.500
MAKSIMUM	11.700	1.150	1.270	1.040	3.700	10.000
ARI-MIDDEL	10.271	1.112	1.245	0.985	2.975	8.112

HUNNSELV ST.H1 850701-870630

DATO	CA mg/l	MG mg/l	NA mg/l	K mg/l	CL mg/l	SO4 mg/l
850716	11.100	1.340	-	1.050	-	9.000
850729	11.080	-	-	-	-	8.600
850905	14.300	-	-	-	-	7.000
851010	14.500	-	-	-	-	8.000
851113	10.100	-	-	-	-	8.700
860108	11.200	1.210	1.290	0.990	3.700	8.000
860306	10.160	-	-	-	-	9.000
860407	12.900	-	-	-	-	8.700
860429	25.800	-	-	-	-	13.000
860512	18.000	-	-	-	-	7.800
860528	12.500	-	-	-	-	6.800
860618	-	-	-	-	-	8.100
860715	10.700	-	-	-	-	8.000
860819	13.600	-	-	-	-	8.000
860909	14.200	-	-	-	-	31.000
861015	12.100	-	-	-	-	8.400
861112	16.100	1.630	1.530	1.200	4.000	11.000
870120	11.500	-	-	-	-	8.800
870217	10.800	-	-	-	-	8.600
870310	11.300	-	-	-	-	8.500
870610	14.600	1.590	1.400	1.060	3.400	7.700
MINIMUM	10.100	1.210	1.290	0.990	3.400	6.800
MAKSIMUM	25.800	1.630	1.530	1.200	4.000	31.000
ARI-MIDDEL	13.327	1.443	1.407	1.075	3.700	9.652

HUNNSELVA ST.HK1 850701-870630

DATO	CA mg/l	MG mg/l	NA mg/l	K mg/l	CL mg/l	SO4 mg/l
851010	48.600	-	-	-	-	23.000
851113	35.600	-	-	-	-	22.000
860108	29.700	2.760	5.900	1.910	3.800	16.000
860306	25.000	-	-	-	-	14.000
860407	42.400	-	-	-	-	22.000
860429	47.600	-	-	-	-	24.000
860512	31.000	-	-	-	-	13.000
860528	47.000	-	-	-	-	20.000
860618	-	-	-	-	-	35.000
860715	5.400	-	-	-	-	46.000
860819	48.900	-	-	-	-	30.000
860909	58.700	-	-	-	-	32.000
861015	47.100	-	-	-	-	26.000
861112	52.100	4.450	3.340	2.600	13.000	34.000
870120	46.500	-	-	-	-	23.000
870217	37.100	-	-	-	-	19.000
870310	34.300	-	-	-	-	17.000
870407	-	-	-	-	-	-
870512	-	-	-	-	-	-
870610	39.900	3.200	2.570	2.100	9.000	17.000
MINIMUM	5.400	2.760	2.570	1.910	3.800	13.000
MAKSIMUM	58.700	4.450	5.900	2.600	13.000	46.000
ARI-MIDDEL	39.818	3.470	3.937	2.203	8.600	24.056

HUNNSELVA ST.H2 850701-870630

DATO	CA mg/l	MG mg/l	NA mg/l	K mg/l	CL mg/l	SO4 mg/l
851010	17.500	-	-	-	-	12.000
851113	18.040	-	-	-	-	23.000
860108	18.300	1.450	4.010	1.100	3.100	26.000
860306	16.900	-	-	-	-	36.000
860407	16.000	-	-	-	-	18.000
860429	37.100	-	-	-	-	35.000
860512	25.000	-	-	-	-	12.700
860528	14.600	-	-	-	-	24.000
860618	-	-	-	-	-	14.000
860715	11.500	-	-	-	-	9.000
860819	18.100	-	-	-	-	23.000
860909	18.500	-	-	-	-	33.000
861015	16.600	-	-	-	-	100.000
861112	23.400	1.840	5.800	1.420	6.000	29.000
870120	18.400	-	-	-	-	27.000
870217	20.300	-	-	-	-	27.500
870310	13.100	-	-	-	-	14.500
870407	-	-	-	-	-	-
870512	-	-	-	-	-	-
870610	18.900	1.830	2.930	1.250	4.000	14.000
MINIMUM	11.500	1.450	2.930	1.100	3.100	9.000
MAKSIMUM	37.100	1.840	5.800	1.420	6.000	100.000
ARI-MIDDEL	18.955	1.707	4.247	1.257	4.367	26.539

HUNNSELVA ST.H3 850701-870630

DATO	CA mg/l	MG mg/l	NA mg/l	K mg/l	CL mg/l	SO4 mg/l
850716	12.500	1.340	1.950	1.020	3.100	9.000
850729	11.140	-	-	-	-	9.000
850905	16.100	-	-	-	-	10.000
851010	15.400	-	-	-	-	9.000
851113	14.320	-	-	-	-	15.000
860108	12.700	1.310	2.720	1.150	3.600	13.000
860306	12.900	-	-	-	-	24.000
860407	14.000	-	-	-	-	14.000
860429	29.400	-	-	-	-	22.000
860512	14.000	-	-	-	-	7.200
860528	12.800	-	-	-	-	11.200
860618	-	-	-	-	-	14.000
860715	11.000	-	-	-	-	12.000
860819	15.700	-	-	-	-	14.000
860909	16.300	-	-	-	-	23.000
861015	15.700	-	-	-	-	27.000
861112	14.700	1.400	3.120	1.190	4.000	15.000
870120	12.800	-	-	-	-	14.500
870217	10.700	-	-	-	-	14.000
870310	11.700	-	-	-	-	13.500
870610	13.400	1.370	1.820	1.030	3.100	8.300
MINIMUM	10.700	1.310	1.820	1.020	3.100	7.200
MAKSIMUM	29.400	1.400	3.120	1.190	4.000	27.000
ARI-MIDDEL	14.363	1.355	2.402	1.097	3.450	14.224

HUNNSELVA ST.H4 850701-870630

DATO	CA mg/l	MG mg/l	NA mg/l	K mg/l	CL mg/l	SO4 mg/l
850716	12.920	1.380	2.240	1.240	3.500	13.000
850729	12.020	-	-	-	-	9.000
850905	15.600	-	-	-	-	12.000
851010	15.500	-	-	-	-	11.000
851113	13.780	-	-	-	-	15.000
860108	14.400	1.390	4.220	1.320	3.800	19.000
860306	12.400	-	-	-	-	22.000
860407	14.800	-	-	-	-	16.000
860429	26.000	-	-	-	-	19.000
860512	17.000	-	-	-	-	7.800
860528	12.800	-	-	-	-	10.700
860618	-	-	-	-	-	17.000
860715	11.100	-	-	-	-	10.000
860819	15.400	-	-	-	-	17.000
860909	17.000	-	-	-	-	26.000
861015	15.800	-	-	-	-	29.000
861112	15.800	1.410	3.110	1.390	4.000	16.000
870120	13.900	-	-	-	-	17.500
870217	11.400	-	-	-	-	16.000
870310	11.200	-	-	-	-	16.000
870610	12.800	1.280	1.740	1.170	3.500	9.500
MINIMUM	11.100	1.280	1.740	1.170	3.500	7.800
MAKSIMUM	26.000	1.410	4.220	1.390	4.000	29.000
ARI-MIDDEL	14.581	1.365	2.827	1.280	3.700	15.643

HUNNSELVA ST.H5 850701-870630

DATO	CA mg/l	MG mg/l	NA mg/l	K mg/l	CL mg/l	SO4 mg/l
850716	13.020	1.380	2.360	1.250	3.400	13.000
860108	14.900	1.430	4.010	1.390	3.800	19.000
860306	-	-	-	-	-	-
860407	15.500	-	-	-	-	17.000
860429	-	-	-	-	-	-
860512	10.300	-	-	-	-	7.800
861112	16.400	1.440	3.210	1.450	5.000	17.000
870120	13.300	-	-	-	-	17.500
870217	11.200	-	-	-	-	16.500
870610	13.000	1.300	1.920	1.240	3.700	25.000
MINIMUM	10.300	1.300	1.920	1.240	3.400	7.800
MAKSIMUM	16.400	1.440	4.010	1.450	5.000	25.000
ARI-MIDDEL	13.452	1.387	2.875	1.332	3.975	16.600

Tabell A-4 Kjemiske analyseresultater fra Hunnselva for periodene juli 1985 - juni 1986 og juli 1986 - juni 1987. Minimum, maksimum, aritmetrisk middel og tidsveid middel er gitt for hver tidsperiode.

HUNNSELVA ST.H1							
DATO	AL mikrogr/l		ZN mikrogr/l		CD mikrogr/l		CR-T mikrogr/l
850716	77.000	<	10.000	<	0.100	<	0.500
850729	66.000	<	10.000	<	0.100	<	0.500
850905	39.000	<	10.000	<	0.100	<	0.500
851010	95.000	<	10.000	<	0.100	<	0.500
851113	30.000	<	10.000	<	0.140	<	0.500
860108	33.000	<	10.000	<	0.100	<	1.100
860306	42.000	<	10.000	<	0.100	<	0.500
860407	19.000	<	10.000	<	0.100	<	0.500
860429	250.000	<	10.000	<	0.100	<	0.500
860512	64.000	<	10.000	<	0.210	<	0.500
860528	160.000	<	10.000	<	0.100	<	0.500
860618	74.000	<	10.000	<	0.160	<	0.500
MINIMUM	19.000		10.000		0.100		0.500
MAKSIMUM	250.000		10.000		0.210		1.100
ARI-MIDDEL	79.083		10.000		0.117		0.550
TID-MIDDEL	64.662		10.000		0.113		0.593

HUNNSELVA ST.H1							
DATO		NI mikrogr/l	MN mikrogr/l	FE mikrogr/l	CU mikrogr/l		CN mg/l
850716	<	5.000	15.000	174.000	3.000	<	0.005
850729	<	5.000	15.000	112.000	2.400	<	0.005
850905	<	5.000	11.500	128.000	1.200	<	0.005
851010	<	5.000	13.500	138.000	2.600	<	0.005
851113	<	5.000	6.500	57.000	1.900	<	0.005
860108		-	8.000	57.000	2.200		0.020
860306		-	7.000	54.000	1.600	<	0.005
860407		-	10.000	65.000	1.700		0.020
860429		-	30.500	195.000	4.600	<	0.005
860512		-	20.500	200.000	2.950		-
860528	<	5.000	16.500	164.000	3.300		-
860618		-	15.500	88.000	2.100		-
MINIMUM		5.000	6.500	54.000	1.200		0.005
MAKSIMUM		5.000	30.500	200.000	4.600		0.020
ARI-MIDDEL		5.000	14.125	119.333	2.462		0.008
TID-MIDDEL		5.000	12.090	102.065	2.243		0.008

HUNNSELVA ST.H1	
DATO	CA mg/l
850716	11.100
850729	11.080
850905	14.300
851010	14.500
851113	10.100
860108	11.200
860306	10.160
860407	12.900
860429	25.800
860512	18.000
860528	12.500
860618	-
MINIMUM	10.100
MAKSIMUM	25.800
ARI-MIDDEL	13.785
TID-MIDDEL	12.748

Tabell A-4 (forts.)

HUNNSELV ST.H1

DATO	AL mikrogr/l		ZN mikrogr/l		CD mikrogr/l		CR-T mikrogr/l
860715	60.000		10.000	<	0.100	<	0.500
860819	49.500	<	10.000		0.180	<	0.500
860909	60.000	<	10.000	<	0.100	<	0.500
861015	64.000	<	10.000	<	0.100	<	0.500
861112	120.000		10.000	<	0.100	<	0.500
870120	80.000	<	10.000	<	0.100	<	0.500
870217	51.000	<	10.000	<	0.100	<	0.500
870310	50.000	<	10.000	<	0.100	<	0.500
870407	40.000	<	10.000	<	0.100	<	0.500
870512	40.000	<	10.000	<	0.100	<	0.500
870610	50.000	<	10.000	<	0.100	<	0.500
MINIMUM	40.000		10.000		0.100		0.500
MAKSIMUM	120.000		10.000		0.180		0.500
ARI-MIDDEL	60.409		10.000		0.107		0.500
TID-MIDDEL	64.568		10.000		0.106		0.500

HUNNSELV ST.H1

DATO	NI mikrogr/l	MN mikrogr/l	FE mikrogr/l	CU mikrogr/l		CN mg/l	CA mg/l
860715	-	18.000	73.000	4.500		-	10.700
860819	-	11.500	104.000	4.300		-	13.600
860909	-	9.700	69.000	5.400		-	14.200
861015	-	7.000	63.000	1.700	<	0.005	12.100
861112	< 3.000	19.500	99.000	2.600		-	16.100
870120	-	6.200	73.000	2.600		-	11.500
870217	-	8.000	48.000	1.800		0.030	10.800
870310	< 5.000	3.800	31.000	1.200	<	0.005	11.300
870407	< 5.000	7.500	48.000	2.700		-	-
870512	< 5.000	10.000	99.000	1.400	<	0.005	-
870610	< 5.000	20.500	164.000	2.100		-	14.600
MINIMUM	3.000	3.800	31.000	1.200		0.005	10.700
MAKSIMUM	5.000	20.500	164.000	5.400		0.030	16.100
ARI-MIDDEL	4.600	11.064	79.182	2.755		0.011	12.767
TID-MIDDEL	4.251	11.487	81.166	2.762		0.010	12.922

HUNNSELVA ST.HK1

DATO	AL mikrogr/l		ZN mikrogr/l		CD mikrogr/l		CR-T mikrogr/l
851010	450.000	<	10.000	<	0.100		0.700
851113	53.000	<	10.000		0.100	<	0.500
860108	36.000	<	10.000	<	0.100	<	0.500
860306	90.000		10.000	<	0.100	<	0.500
860407	26.000	<	10.000	<	0.100	<	0.500
860429	425.000		10.000		0.180	<	0.500
860512	101.000	<	10.000	<	0.100		0.600
860528	160.000	<	10.000	<	0.100	<	0.500
860618	80.000	<	10.000		0.110	<	0.500
MINIMUM	26.000		10.000		0.100		0.500
MAKSIMUM	450.000		10.000		0.180		0.700
ARI-MIDDEL	157.889		10.000		0.110		0.533
TID-MIDDEL	162.810		10.000		0.106		0.544

HUNNSELVA ST.HK1

DATO		NI mikrogr/l	MN mikrogr/l	FE mikrogr/l	CU mikrogr/l	CN mg/l
851010	<	5.000	24.000	250.000	3.600	-
851113	<	5.000	16.500	168.000	3.500	-
860108		-	20.500	108.000	3.500	-
860306		-	33.000	95.000	4.700	-
860407		-	50.000	220.000	4.300	-
860429		-	44.500	210.000	5.700	-
860512		-	41.000	310.000	3.250	-
860528	<	5.000	13.500	183.000	2.900	-
860618		-	29.500	150.000	3.000	-
MINIMUM		5.000	13.500	95.000	2.900	
MAKSIMUM		5.000	50.000	310.000	5.700	
ARI-MIDDEL		5.000	30.278	188.222	3.828	
TID-MIDDEL		5.000	27.678	175.161	3.697	

HUNNSELVA ST.HK1

DATO	CA mg/l
851010	48.600
851113	35.600
860108	29.700
860306	25.000
860407	42.400
860429	47.600
860512	31.000
860528	47.000
860618	-
MINIMUM	25.000
MAKSIMUM	48.600
ARI-MIDDEL	38.362

Tabell A-4 (forts.)

HUNNSELV ST.HK1

DATO	AL mikrogr/l	ZN mikrogr/l	CD mikrogr/l	CR-T mikrogr/l
860715	51.000	20.000	< 0.100	< 0.500
860819	86.000	< 10.000	< 0.150	< 0.500
860909	70.000	10.000	< 0.100	< 0.500
861015	35.000	20.000	< 0.100	< 0.500
861112	290.000	20.000	< 0.100	0.500
870120	50.000	10.000	< 0.100	< 0.500
870217	44.000	< 10.000	< 0.100	< 0.500
870310	40.000	10.000	< 0.100	< 0.500
870407	50.000	< 10.000	< 0.100	< 0.500
870512	70.000	10.000	< 0.100	< 0.500
870610	160.000	< 10.000	0.100	0.600
MINIMUM	35.000	10.000	0.100	0.500
MAKSIMUM	290.000	20.000	0.150	0.600
ARI-MIDDEL	86.000	12.727	0.105	0.509
TID-MIDDEL	95.316	13.157	0.104	0.509

HUNNSELV ST.HK1

DATO	NI mikrogr/l	MN mikrogr/l	FE mikrogr/l	CU mikrogr/l	CA mg/l
860715	-	41.000	148.000	16.000	5.400
860819	-	22.500	138.000	3.950	48.900
860909	-	16.500	62.000	7.200	58.700
861015	-	18.000	63.000	1.300	47.100
861112	< 3.000	39.000	200.000	2.700	52.100
870120	-	11.500	87.000	3.000	46.500
870217	-	13.500	68.000	2.000	37.100
870310	< 5.000	21.500	72.000	3.400	34.300
870407	< 5.000	50.000	134.000	3.500	-
870512	< 5.000	18.000	138.000	1.900	-
870610	< 5.000	60.000	350.000	3.100	39.900
MINIMUM	3.000	11.500	62.000	1.300	5.400
MAKSIMUM	5.000	60.000	350.000	16.000	58.700
ARI-MIDDEL	4.600	28.318	132.727	4.368	41.111
TID-MIDDEL	4.251	28.682	136.763	4.356	40.883

Tabell A-4 (forts.)

HUNNSELVA ST.H2						
DATO	AL mikrogr/l	ZN mikrogr/l		CD mikrogr/l	CR-T mikrogr/l	NI mikrogr/l
851010	300.000	30.000	<	0.100	5.900	< 5.000
851113	230.000	20.000	<	0.100	9.000	< 5.000
860108	376.000	20.000	<	0.100	28.500	-
860306	520.000	30.000	<	0.100	38.500	-
860407	286.000	20.000	<	0.100	7.800	-
860429	2650.000	130.000	<	0.100	100.000	-
860512	122.000	10.000	<	0.100	3.150	-
860528	920.000	40.000	<	0.100	25.000	< 5.000
860618	340.000	10.000		0.140	6.300	-
MINIMUM	122.000	10.000		0.100	3.150	5.000
MAKSIMUM	2650.000	130.000		0.140	100.000	5.000
ARI-MIDDEL	638.222	34.444		0.104	24.906	5.000
TID-MIDDEL	472.920	27.246		0.107	19.339	5.000

HUNNSELVA ST.H2						
DATO	MN mikrogr/l	FE mikrogr/l		CU mikrogr/l	CN mg/l	CA mg/l
851010	24.000	230.000		13.000	< 0.005	17.500
851113	12.500	98.000		0.800	< 0.005	18.040
860108	10.000	91.000		33.000	< 0.208	18.300
860306	10.500	78.000		20.000	< 0.005	16.900
860407	21.000	113.000		23.000	0.080	16.000
860429	50.000	370.000		160.000	0.022	37.100
860512	31.000	200.000		4.550	< 0.005	25.000
860528	17.700	182.000		14.800	< 0.005	14.600
860618	21.500	162.000		24.500	< 0.005	-
MINIMUM	10.000	78.000		0.800	0.005	14.600
MAKSIMUM	50.000	370.000		160.000	0.208	37.100
ARI-MIDDEL	22.022	169.333		32.628	0.038	20.430
TID-MIDDEL	19.266	155.297		25.105	0.043	18.142

Tabell A-4 (forts.)

HUNNSELV ST.H2

DATO	AL mikrogr/l	ZN mikrogr/l		CD mikrogr/l	CR-T mikrogr/l	NI mikrogr/l
860715	81.000	20.000	<	0.100	1.050	-
860819	600.000	50.000		0.200	12.000	-
860909	250.000	20.000	<	0.100	4.100	-
861015	5400.000	260.000	<	0.100	29.000	-
861112	300.000	20.000	<	0.100	9.000	4.000
870120	1270.000	70.000	<	0.100	50.000	8.000
870217	3560.000	240.000	<	0.100	530.000	-
870310	330.000	10.000	<	0.100	1.500	< 5.000
870407	250.000	< 10.000		0.140	2.900	< 5.000
870512	160.000	10.000	<	0.100	1.900	< 5.000
870610	310.000	10.000	<	0.100	1.500	< 5.000
MINIMUM	81.000	10.000		0.100	1.050	4.000
MAKSIMUM	5400.000	260.000		0.200	530.000	8.000
ARI-MIDDEL	1137.364	65.455		0.113	58.450	5.333
TID-MIDDEL	1081.728	61.591		0.111	48.076	5.179

HUNNSELV ST.H2

DATO	MN mikrogr/l	FE mikrogr/l	CU mikrogr/l		CN mg/l	CA mg/l
860715	19.500	105.000	1.800	<	0.005	11.500
860819	21.500	187.000	60.000	<	0.005	18.100
860909	17.500	108.000	12.500	<	0.005	18.500
861015	36.000	230.000	70.000		0.008	16.600
861112	27.000	196.000	11.000	<	0.005	23.400
870120	10.000	200.000	50.000	<	0.005	18.400
870217	20.500	300.000	200.000	<	0.005	20.300
870310	6.700	75.000	3.700		0.008	13.100
870407	19.500	116.000	28.500	<	0.005	-
870512	17.000	129.000	4.300	<	0.005	-
870610	30.000	220.000	5.700	<	0.005	18.900
MINIMUM	6.700	75.000	1.800		0.005	11.500
MAKSIMUM	36.000	300.000	200.000		0.008	23.400
ARI-MIDDEL	20.473	169.636	40.682		0.006	17.644
TID-MIDDEL	20.578	171.461	37.095		0.005	17.632

HUNNSELVA ST.H3

DATO	AL mikrogr/l	ZN mikrogr/l	CD mikrogr/l	CR-T mikrogr/l	NI mikrogr/l
850716	360.000	20.000	0.180	5.200	< 5.000
850729	304.000	10.000	0.160	5.700	< 5.000
850905	1392.000	60.000	< 0.100	90.000	< 5.000
851010	320.000	20.000	< 0.100	2.500	< 5.000
851113	145.000	10.000	< 0.100	2.600	< 5.000
860108	140.000	10.000	< 0.100	2.900	-
860306	1590.000	20.000	< 0.100	18.500	-
860407	570.000	20.000	< 0.100	5.000	-
860429	705.000	40.000	0.100	16.000	-
860512	198.000	10.000	0.130	2.250	-
860528	600.000	20.000	< 0.100	17.000	< 5.000
860618	530.000	30.000	< 0.100	22.000	-
MINIMUM	140.000	10.000	0.100	2.250	5.000
MAKSIMUM	1590.000	60.000	0.180	90.000	5.000
ARI-MIDDEL	571.167	22.500	0.114	15.804	5.000
TID-MIDDEL	592.902	21.722	0.110	16.480	5.000

HUNNSELVA ST.H3

DATO	MN mikrogr/l	FE mikrogr/l	CJ mikrogr/l	CN mg/l	CA mg/l
850716	32.500	250.000	9.500	0.028	12.500
850729	30.500	208.000	6.800	< 0.005	11.140
850905	49.000	388.000	50.000	< 0.005	16.100
851010	37.500	270.000	7.000	< 0.005	15.400
851113	26.000	168.000	5.800	< 0.005	14.320
860108	10.500	86.000	7.400	< 0.005	12.700
860306	26.000	210.000	13.000	< 0.005	12.900
860407	50.000	220.000	10.000	0.010	14.000
860429	70.000	340.000	17.000	< 0.005	29.400
860512	80.000	410.000	6.150	-	14.000
860528	33.500	220.000	7.300	-	12.800
860618	37.500	206.000	29.500	-	-
MINIMUM	10.500	86.000	5.800	0.005	11.140
MAKSIMUM	80.000	410.000	50.000	0.028	29.400
ARI-MIDDEL	40.250	248.000	14.121	0.008	15.024
TID-MIDDEL	34.804	226.086	14.246	0.008	14.348

Tabell A-4 (forts.)

HUNNSELV ST.H3						
DATO	AL mikrogr/l	ZN mikrogr/l	CD mikrogr/l	CR-T mikrogr/l	NI mikrogr/l	
860715	50.000	30.000	< 0.100	4.800	-	
860819	770.000	40.000	0.220	7.700	-	
860909	450.000	20.000	< 0.100	2.200	-	
861015	460.000	20.000	< 0.100	3.400	-	
861112	790.000	20.000	< 0.100	4.000	3.000	
870120	440.000	50.000	< 0.100	2.600	-	
870217	540.000	< 10.000	< 0.100	2.600	-	
870310	240.000	10.000	0.220	1.300	< 5.000	
870407	320.000	10.000	< 0.100	3.000	< 5.000	
870512	350.000	10.000	< 0.100	0.900	< 5.000	
870610	520.000	10.000	0.100	1.600	< 5.000	
MINIMUM	50.000	10.000	0.100	0.900	3.000	
MAKSIMUM	790.000	50.000	0.220	7.700	5.000	
ARI-MIDDEL	448.182	20.909	0.122	3.100	4.600	
TID-MIDDEL	459.602	22.523	0.117	3.137	4.251	

HUNNSELV ST.H3						
DATO	MN mikrogr/l	FE mikrogr/l	CU mikrogr/l	CN mg/l	CA mg/l	
860715	50.000	260.000	7.500	-	11.000	
860819	60.000	230.000	32.500	-	15.700	
860909	29.500	162.000	10.500	-	16.300	
861015	24.000	138.000	6.300	< 0.005	15.700	
861112	100.000	480.000	15.000	-	14.700	
870120	12.500	103.000	6.500	-	12.800	
870217	47.500	169.000	8.000	0.006	10.700	
870310	19.000	140.000	6.400	< 0.005	11.700	
870407	31.500	178.000	4.500	-	-	
870512	48.000	250.000	3.100	< 0.005	-	
870610	49.000	270.000	5.800	-	13.400	
MINIMUM	12.500	103.000	3.100	0.005	10.700	
MAKSIMUM	100.000	480.000	32.500	0.006	16.300	
ARI-MIDDEL	42.818	216.364	9.645	0.005	13.556	
TID-MIDDEL	44.426	226.379	9.584	0.005	13.427	

HUNNSELVA ST.H4							
DATO	AL mikrogr/l	ZN mikrogr/l		CD mikrogr/l	CR-T mikrogr/l		NI mikrogr/l
850716	510.000	20.000	<	0.100	5.500	<	5.000
850729	215.000	10.000	<	0.100	5.100	<	5.000
850905	238.000	17.000	<	0.100	8.100	<	5.000
851010	360.000	20.000	<	0.100	2.600	<	5.000
851113	500.000	< 10.000	<	0.100	3.400	<	5.000
860108	184.000	30.000	<	0.100	5.600	<	5.000
860306	1530.000	20.000	<	0.100	12.500	<	5.000
860407	416.000	10.000	<	0.100	3.500	<	5.000
860429	1010.000	30.000		0.300	10.500		5.000
860512	201.000	10.000	<	0.100	1.750	<	5.000
860528	700.000	< 10.000		0.250	17.000	<	5.000
860618	570.000	40.000	<	0.100	19.000	<	5.000
MINIMUM	184.000	10.000		0.100	1.750		5.000
MAKSIMUM	1530.000	40.000		0.300	19.000		5.000
ARI-MIDDEL	536.167	18.917		0.129	7.879		5.000
TID-MIDDEL	538.542	19.498		0.117	7.493		5.000

HUNNSELVA ST.H4							
DATO	MN mikrogr/l	FE mikrogr/l		CU mikrogr/l		CN mg/l	CA mg/l
850716	39.000	360.000		8.500	<	0.005	12.920
850729	30.000	210.000		6.700	<	0.005	12.020
850905	47.500	385.000		7.800	<	0.005	15.600
851010	40.500	390.000		7.500	<	0.005	15.500
851113	40.000	410.000		5.900	<	0.005	13.780
860108	17.000	136.000		9.300	<	0.005	14.400
860306	29.500	250.000		11.500	<	0.005	12.400
860407	42.000	260.000		8.300	<	0.005	14.800
860429	140.000	860.000		18.000	<	0.005	26.000
860512	80.000	600.000		6.300		-	17.000
860528	37.500	350.000		7.900		-	12.800
860618	31.500	170.000		50.000		-	-
MINIMUM	17.000	136.000		5.900		0.005	12.020
MAKSIMUM	140.000	860.000		50.000		0.005	26.000
ARI-MIDDEL	47.875	365.083		12.308		0.005	15.202
TID-MIDDEL	41.001	325.621		11.481		0.005	14.557

Tabell A-4 (forts.)

HUNNSELV ST.H4

DATO	AL mikrogr/l	ZN mikrogr/l		CD mikrogr/l	CR-T mikrogr/l		NI mikrogr/l
860715	250.000	20.000	<	0.100	2.400	<	5.000
860819	640.000	40.000		0.540	8.750	<	5.000
860909	800.000	20.000	<	0.100	2.200		7.000
861015	430.000	20.000	<	0.100	3.500	<	5.000
861112	670.000	20.000		0.110	3.900		4.000
870120	470.000	20.000		0.130	2.200		5.000
870217	460.000	10.000	<	0.100	2.900	<	5.000
870310	300.000	20.000		0.120	1.500	<	5.000
870407	300.000	< 10.000		0.170	3.200	<	5.000
870512	300.000	10.000	<	0.100	0.900	<	5.000
870610	360.000	10.000		0.100	1.300	<	5.000
MINIMUM	250.000	10.000		0.100	0.900		4.000
MAKSIMUM	800.000	40.000		0.540	8.750		7.000
ARI-MIDDEL	452.727	18.182		0.152	2.977		5.091
TID-MIDDEL	459.930	18.253		0.147	2.958		5.023

HUNNSELV ST.H4

DATO	MN mikrogr/l	FE mikrogr/l	CU mikrogr/l		CN mg/l		CA mg/l
860715	32.000	270.000	6.000		-		11.100
860819	60.000	240.000	25.500		-		15.400
860909	34.500	280.000	12.000		-		17.000
861015	25.500	200.000	6.000	<	0.005		15.800
861112	90.000	530.000	13.000	<	0.005		15.800
870120	19.500	220.000	6.800		-		13.900
870217	55.000	200.000	7.800		0.020		11.400
870310	25.000	200.000	8.800	<	0.005		11.200
870407	41.500	210.000	6.100	<	0.005		-
870512	44.000	320.000	4.000		0.006		-
870610	45.500	260.000	4.600	<	0.005		12.800
MINIMUM	19.500	200.000	4.000		0.005		11.100
MAKSIMUM	90.000	530.000	25.500		0.020		17.000
ARI-MIDDEL	42.955	266.364	9.145		0.007		13.822
TID-MIDDEL	43.966	279.215	9.030		0.008		13.636

Tabell A-5 Analyseresultater av metaller i gjeller (Al) og lever (Cu, Cr, Cd, Zn, Ni) fra fisk fra Hunnselva (µg metaller pr. g tørrvekt fiskeorgan).

Art	Fisk nr.	Lokalitet	Dato	Al	Cu	Cr	Cd	Zn	Ni
Ørret	1,9	Reinsvoll	10.2.87	86.2	135	2.67	0.08	106	1.62
"	4	"	"	65.1	148	3.93	0.14	123	<1.3
"	14	"	"	87.7	392	0.59	0.56	130	<1.5
"	16	"	"	89.2	79.2	0.15	0.03	49	<0.2
"	2,15,24	Brufoss	23.4-9.5.86	1120	75.2	3.96	0.34	245	<4.0
"	6,7,21	"	27.6-4.7.86	894	95.5	4.59	0.22	147	3.82
"	18,19	"	14.3.86	869	272	3.71	1.44	305	13.1
"	8,17,23	"	2.6-13.6.86	2049	34.5	3.14	0.19	179	<1.7
Ørekyt	5,10,22(3)	"	1986-1987	318	77.9	4.40	0.42	100	6.0
Ørekyt	(3)11,12,20	"	18.6-27.7.86	1853					

Tabell A-6 Koliforme (37) - og termostabile koliforme (44) bakterier fra Hunnselva i tiden 1980-1985. Alle data er stilt til disposisjon fra Gjøvik og Toten interkommunale kjøtt- og næringsmiddelkontroll. Tegnforklaring: + påvist i ulike mengder, o.v. overvekst.

	H-0		H-1		H-2		H-5		
	37	44	37	44	37	44	37	44	
1980	21.4	56	12		>1600	++			
	29.5			>1600	++				
	14.7	70		>1600	+	>1600	++		
	1.9	170	++	>1600	++	>1600	++		
1981	12.6	46	+						
	22.6		2	170		79		350	
	14.7		7	240		130		>1600	
1982	14.6	110	0	>1600	450		130		
	11.10	10	0	30	23	680	110	950	49
1983	27.6		0		0		23		33
	5.9						23		49
1984	9.4	80	0	o.v.	23	o.v.	23	o.v.	23
	17.7	40	9	o.v.	209	o.v.	340	o.v.	290
	9.8	18	2	o.v.	350	o.v.	>1600		
	26.11	57	11	o.v.	230	o.v.	950	1600	>1600
1985	10.6	23		240	+++	>1600	+++	>1600	+++

Tabell A-7. Koliforme (koli 37) og termostabili koliforme (T.koli 44) bakterier i Hunnselva fra 1985 til 1987.

DATO	T.KOLI44		KOLI37		T.KOLI44		KOLI37		T.KOLI44		KOLI37		T.KOLI44	
	ANTA/100ml	STA-KODE	ANTA/100ml	STA-KODE	ANTA/100ml	STA-KODE	ANTA/100ml	STA-KODE	ANTA/100ml	STA-KODE	ANTA/100ml	STA-KODE	ANTA/100ml	STA-KODE
850716	13.	*	0.	HUNN-H0	700.	*	49.	HUNN-H1	>1600.	*	>1600.	HUNN-H2	540.	*
850729	33.	*	13.	HUNN-H0	140.	*	115.	HUNN-H1	>9600.	*	>9600.	HUNN-H2	198.	*
850905	240.	*	0.	HUNN-H0	660.	*	48.	HUNN-H1	>1600.	*	>1600.	HUNN-H2	>3240.	*
851010	920.	*	8.	HUNN-H0	>1600.	*	180.	HUNN-H1	>1600.	*	>1600.	HUNN-H2	170.	*
851113	33.	*	13.	HUNN-H0	420.	*	41.	HUNN-H1	>16000.	*	>16000.	HUNN-H2	130.	*
860108	46.	*	2.	HUNN-H0	>1600.	*	130.	HUNN-H1	54000.	*	13000.	HUNN-H2	130.	*
860306	23.	*	5.	HUNN-H0	1100.	*	33.	HUNN-H1	5400.	*	1300.	HUNN-H2	540.	*
860407	79.	*	8.	HUNN-H0	3500.	*	110.	HUNN-H1	16000.	*	2440.	HUNN-H2	-	*
860429	350.	*	13.	HUNN-H0	9200.	*	240.	HUNN-H1	5400.	*	230.	HUNN-H2	20.	*
860512	49.	*	0.	HUNN-H0	1700.	*	330.	HUNN-H1	16000.	*	79.	HUNN-H2	13.	*
860528	22.	*	11.	HUNN-H0	1300.	*	45.	HUNN-H1	5400.	*	3500.	HUNN-H2	130.	*
860618	49.	*	8.	HUNN-H0	1300.	*	7.	HUNN-H1	9200.	*	1700.	HUNN-H2	20.	*
860715	49.	*	0.	HUNN-H0	2400.	*	110.	HUNN-H1	>16000.	*	2800.	HUNN-H2	13.	*
860819	49.	*	0.	HUNN-H0	3500.	*	230.	HUNN-H1	>16000.	*	1100.	HUNN-H2	130.	*
860909	70.	*	4.	HUNN-H0	2200.	*	230.	HUNN-H1	>16000.	*	1100.	HUNN-H2	80.	*
861015	920.	*	350.	HUNN-H0	1700.	*	330.	HUNN-H1	>16000.	*	700.	HUNN-H2	130.	*
861112	240.	*	460.	HUNN-H0	1700.	*	330.	HUNN-H1	16000.	*	490.	HUNN-H2	0.	*
870120	14.	*	0.	HUNN-H0	220.	*	40.	HUNN-H1	1100.	*	3500.	HUNN-H2	230.	*
870217	17.	*	2.	HUNN-H0	330.	*	50.	HUNN-H1	>16000.	*	230.	HUNN-H2	490.	*
870310	49.	*	70.	HUNN-H0	310.	*	230.	HUNN-H1	>16000.	*	490.	HUNN-H2	130.	*
870407	79.	*	8.	HUNN-H0	2200.	*	490.	HUNN-H1	>16000.	*	700.	HUNN-H2	230.	*
870512	170.	*	13.	HUNN-H0	490.	*	70.	HUNN-H1	>16000.	*	2800.	HUNN-H2	1300.	*
870610	22.	*	5.	HUNN-H0	1100.	*	230.	HUNN-H1	16000.	*	3500.	HUNN-H2	80.	*
													9200.	*

Tabell A-7 (forts.)

	* * * * *		* * * * *		* * * * *	
	* STA-KODE	* T.KOLI44	* STA-KODE	* T.KOLI44	* STA-KODE	* T.KOLI44
	* HUNN-H3	* ANT/100ml	* HUNN-H4	* ANT/100ml	* HUNN-H5	* ANT/100ml
	* * * * *	* * * * *	* * * * *	* * * * *	* * * * *	* * * * *
DATA	KOLI37	T.KOLI44	KOLI37	T.KOLI44	KOLI37	T.KOLI44
	ANT/100ml	ANT/100ml	ANT/100ml	ANT/100ml	ANT/100ml	ANT/100ml
850716	550.	79.	3240.	78.	5520.	132.
850729	4600.	245.	9600.	294.	5520.	294.
850905	>9600.	1440.	3240.	198.	>9600.	276.
851010	>1600.	220.	>1600.	110.	>1600.	920.
851113	5520.	276.	5520.	198.	>9600.	5520.
860108	9600.	294.	>9600.	1320.	>9600.	840.
860306	16000.	920.	5400.	460.	16000.	1700.
860407	13000.	500.	7900.	3500.	22000.	4900.
860429	16000.	350.	3500.	330.	16000.	490.
860512	5400.	1300.	2200.	330.	3500.	130.
860528	5400.	230.	9200.	78.	5400.	130.
860618	700.	13.	3500.	33.	9200.	8.
860715	9200.	490.	9200.	330.	>16000.	1100.
860819	950.	170.	2200.	80.	>16000.	1300.
860909	3500.	330.	3500.	270.	16000.	230.
861015	9200.	2400.	2400.	790.	9200.	1300.
861112	>16000.	490.	16000.	330.	9200.	2400.
870120	2400.	460.	1800.	1300.	16000.	3500.
870217	3500.	230.	16000.	330.	5400.	200.
870310	9200.	460.	>16000.	2400.	>16000.	1300.
870407	5400.	2400.	3500.	230.	9200.	790.
870512	2400.	490.	1300.	230.	5400.	490.
870610	5400.	790.	3500.	490.	16000.	490.