



O-90226 E-90449

Flomsikring
av Vangsvatn
Miljøvirkninger av
anleggsarbeid

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor

Postboks 69, Korsvoll
0808 Oslo 8

Telefon (47 2) 23 52 80
Telefax (47 2) 39 41 89

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 Grimstad

Telefon (47 41) 43 033
Telefax (47 41) 44 513

Østlandsavdelingen

Rute 886

2312 Ottestad

Telefon (47 65) 78 752
Telefax (47 65) 78 402

Vestlandsavdelingen

Breiviken 5

5035 Bergen - Sandviken

Telefon (47 5) 95 17 00
Telefax (47 5) 25 78 90

Prosjektnr.:

O-90226/E-90449

Undernummer:

Løpenummer:

2676

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:

Flomsikring av Vangsvatn

Miljøvirkninger av anleggsarbeid

Dato:

15.12.91

Faggruppe:

Vassdragsregulering

Forfatter (e):

Vilhelm Bjerknes
Karl Jan Aanes
Torleif Bækken

Geografisk område:

Hordaland

Antall sider:

38

Opplag:

Oppdragsgiver:

Voss kommune

Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.):

Ekstrakt:

Anleggsarbeid for flomsikring av Vangsvatn vinteren 1991 skapte høye konsentrasjoner av suspenderte partikler i Vosso nedenfor Vangsvatn. Bruk av fangdam for sikring av anleggsområdet har bidratt til ekstremt lave vannføringer. Lav vannføring har gitt liten fortykning, bidratt til sedimentasjon av finpartikulært materiale og uttørring og barfrost på store deler av elveleiet nedstrøms Vangsvatn. Et samspill av disse faktorene har ført til at tettheten av bunndyr er kraftig redusert sammenliknet med tidligere undersøkelser. Dette forventes å gi et redusert næringstilbud for ungfisk i vassdraget i de nærmeste årene framover.

4 emneord, norske

1. Flomsikring
2. Regulering
3. Partikler
4. Bunndyr

4 emneord, engelske

1. Flood damping
2. Regulations
3. Suspended particles
4. Bottom animals

Prosjektleder

Vilhelm Bjerknes

For administrasjonen

Dag Berge

ISBN 82-577-2024-0

Norsk institutt for vannforskning
Vestlandsavdelingen

O-90226

E-90449

**Flomsikring av Vangsvatn.
Miljøvirkninger av anleggsarbeid.**

Bergen 15/12 1991

Saksbehandler:
Medarbeidere:

Vilhelm Bjerknes
Karl Jan Aanes
Torleif Bækken

Forord.

Ved kongelig resolusjon av 14. juli 1989 fikk Voss kommune tillatelse til å flomsikre Vangsvatn. Sikringsarbeidet består i utvidelse av elveløpet i ca. 600 m lengde ned til Flagehølen, kombinert med bygging av en 50 m bred terskel i utløpet av Vangsvatn (NVE 1990). Pålegg om biologiske undersøkelser og overvåking under anleggsperioden ble gitt av Direktoratet for Naturforvaltning i brev av 16.11.90 (DN 1990).

I møte på Voss 20.09.90 mellom miljøvernleiar i Voss kommune, Gunnar Berge, fiskeforvalter Øyvind Vasshaug, Harald Sægrov fra Universitetet i Bergen og Vilhelm Bjerknes fra NIVA, ble det enighet om følgende arbeidsdeling vedr. biologisk og fysisk overvåking:

| | |
|-----------------------|--------------------------|
| Fiskeundersøkelser: | Miljøvernadv. v/Vasshaug |
| Lakserogn/gytegroper: | Universitetet v/Sægrov |
| Vannkvalitet/bunndyr: | NIVA v/Bjerknes |

Denne rapporten presenterer overvåkingsprogrammet for vannkvalitet og bunndyr. Opplegget for undersøkelsen er noe utvidet i forhold til det som ble benyttet ved overvåking av Statens Vegvesen i Hordaland sitt anleggsarbeid med vegfylling ved Bulken i 1988-89. Bla. er det benyttet en fast overvåkingsstasjon (NIVAs Mobillab) ved Skorvehølen for kontinuerlig overvåking av turbiditet og automatisk uttak av vannprøver. I tillegg ble det satt laksunger og lakserogn i karr i Mobillaboratoriet ved Skorve for å studere overleving.

Følgende medarbeidere har deltatt i prosjektet:

| | |
|----------------|--|
| Prosjektleder: | Vilhelm Bjerknes, NIVA Vestlandsavdelingen |
| Medarbeidere: | Karl J. Aanes, NIVA Oslo |
| | Torleif Bækken, NIVA Oslo |
| | Eirik Saue, Statens Vegvesen |
| | Turid Solberg Mykkeltvedt, Rongen skule |
| | Elever ved Rongen skule |

Statens Vegvesen v/Per Øyvind Ohnstad har vært til stor hjelp ved plassering, el. installasjon og oppsyn med Mobillaboratoriet ved Skorve. Geir Ove Henden ved Voss klekkeri har vært behjelpelig med settefisk og rogn til bruk i Mobillaboratoriet.

Bergen 15. desember 1991

Vilhelm Bjerknes

INNHOOLD

| | |
|--|----|
| Forord. | 1 |
| Sammendrag..... | 3 |
| 1. Bakgrunn | 5 |
| 1.1. Virkninger av suspendert erosjonsmateriale..... | 5 |
| 1.2. Arbeidet med flomsikring av Vangsvatnet..... | 8 |
| 2. Overvåking av vannkvalitet. | 8 |
| 2.1. Materiale og metoder..... | 8 |
| 2.2. Resultater. | 10 |
| 2.2.1. Verdier fra feltprøver..... | 10 |
| 2.2.3. Fisk og rogn i mobillaboratorium. | 21 |
| 3. Bunndyr..... | 22 |
| 3.1. Bruk av bunndyr i vassdragsovervåking. | 23 |
| 3.2. Materiale og metoder..... | 24 |
| 3.2.1. Innsamlingsmetode. | 24 |
| 3.2.2. Materiale..... | 24 |
| 3.3. Resultater. | 25 |
| 3.3.1. Mengdemessig forekomst og variasjon..... | 25 |
| 4. Diskusjon..... | 33 |
| 5. Oppfølging. | 35 |
| 6. Litteratur. | 36 |

Vedlegg 1. Mobillab. NIVA

Sammendrag.

Vinteren 1991 ble det gjennomført flomsikringsarbeid i utløpet av Vangsvatnet. NIVA har etter oppdrag fra Voss kommune overvåket vannkvaliteten i vassdraget nedenfor Vangsvatnet i anleggsperioden, og foretatt undersøkelser av bunndyrsamfunnet i vassdraget ved begynnelsen og slutten av anleggsperioden.

Vannprøver er innsamlet med ca. ukentlige mellomrom på 4 stasjoner, *Utløp Vangsvatn*, *Flage*, *Utløp Seimsvatn* og *Utløp Evangervatn*, i tidsrommet januar-mai 1991. I samme periode har NIVA's MOBILLAB vært stasjonert ved *Skorve*. Laboratoriet har foretatt kontinuerlig registrering av turbiditet, og tatt ut døgnblandprøver av vann for kvantitativ bestemmelse av tørrstoffinnhold. I tillegg har laboratoriet vært benyttet til enkle overlevingsstudier av laksunger og rogn.

Kvantitativ prøvetaking av bunndyr ble foretatt på 4 stasjoner i februar og i april. Disse stasjonene er lokalisert ved *Flage*, *Utløp Seimsvatn*, *Innløp Evangervatn* og *Utløp Evangervatn*.

Resultatene av disse undersøkelsene er sammenliknet med resultater av tidligere studier utført for Statens Vegvesen i Hordaland i samband med legging av vegfylling langs Vangsvatnet ved Bulken i 1989-90.

Tørrstoffkonsentrasjonene ved utløpet av Vangsvatn var i gjennomsnitt 37.9 mg/l for perioden januar - april, dvs. 6 ganger høyere enn ved forrige undersøkelse. Gjennomsnittskonsentrasjonene ved utløpet av Seimsvatn var på 1.8 mg/l, dvs. ca. 1.4 ganger høyere enn ved forrige undersøkelse. Ved utløpet av Evangervatn var gjennomsnittlig tørrstoffinnhold 0.7 mg/l. Dette svarer til gjennomsnittet for forrige undersøkelse.

Resultatene viser at elvestrekningene nærmest Vangsvatn har vært sterkt eksponert for suspendert partikulært materiale fra anleggsarbeidet, og at det har funnet sted en kraftig sedimentasjon nedover vassdraget. Høyt tørrstoffinnhold og stor sedimentasjon skyldes kombinasjonen av anleggsarbeid og lav vannføring i anleggsperioden, bla. som følge av en midlertidig fangdam som ble bygget ved utløpet av Vangsvatnet.

Den kontinuerlige prøvetakingen av vann i Mobillaboriet ved Skorve ga høyere gjennomsnittsverdier for suspendert tørrstoff enn de rutinemessige stikkprøvene av vann i

samme del av vassdraget. Turbiditetsmålingene fra Mobillaboratoriet viser store kortvarige svingninger i tørrstoffinnholdet. Dette indikerer bl.a. svingninger i vannføringen og fanges ikke opp av rutinemessig prøvetaking i vassdraget, eller av blandprøver i Mobillaboratoriet.

Ensomrig settefisk av laks som ble eksponert for elvevatn i Mobillaboratoriet ved Skorve viste ingen dødelighet. Rogn som ble eksponert for sedimentasjon av finpartikulært materiale fra det samme vannet hadde en dødelighet på 58% i perioden 22. februar-20 mai. Samme rognparti i Voss klekkeri hadde en dødelighet på 21%.

Tørrstoffkonsentrasjonene i øvre del (Vangsvatn-Seimsvatn) har periodevis ligget over det en regner som skadelige verdier for fisk. Bunndyrsamfunnet er sterkt desimert etter anleggsarbeidet, dels som følge av slamføring og sedimentasjon, dels som følge av uttørking og frost pga. ekstremt lav vannføring i perioder. Hyppige variasjoner i vannføring og slamkonsentrasjon ved manøvrering av fangdammen i Lilandsosen kan påvises ned til Evangervatnet. Disse variasjonene har trolig gitt store utslag for bunnfaunaen. Ved Flage var tettheten av bunndyr redusert til mellom 1.6 og 15% i forhold til tidligere undersøkelser. Videre nedover vassdraget finner vi også betydelige reduksjoner i bunndyrtettheter sammenliknet med tidligere undersøkelser.

Det vil ta tid å få reetablert et naturlig bunndyrsamfunn etter den kraftige desimeringen som har funnet sted i deler av vassdraget. Ved eventuell utsetting av fisk til styrking av fiskebestanden bør en ta hensyn til dette, for unngå ytterligere nedbeiting, og sikre et best mulig resultat av utsettingene.

1. Bakgrunn.

1.1. Virkninger av suspendert erosjonsmateriale.

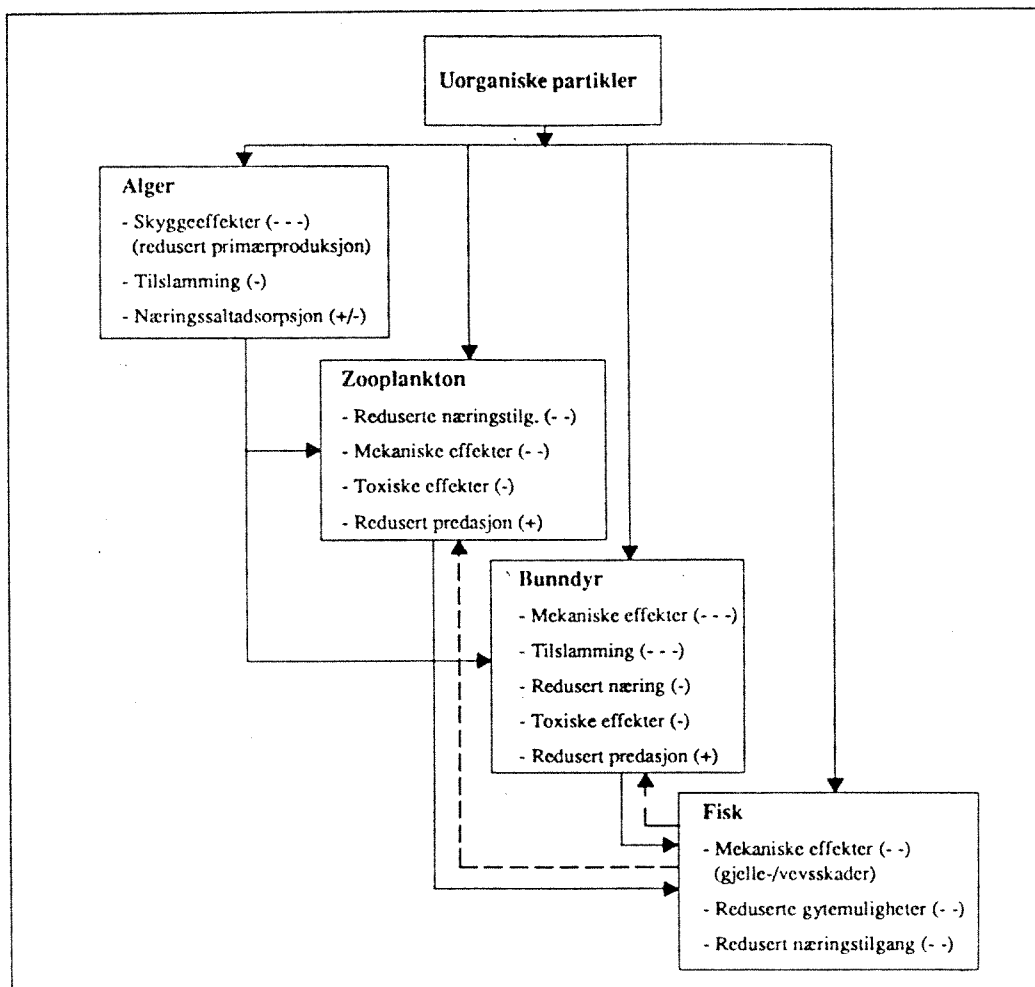
NIVA utførte i perioden 1988-1989 en overvåking av vannkvaliteten i Vosso (Bjerknes & Aanes 1990). Bakgrunnen for denne undersøkelsen var at riksvei 13 ble flyttet ned til en fylling i og langs Vangsvannet ved Bulken. Statens Vegvesen i Hordaland ba i den forbindelse NIVA om å få belyst eventuelle effekter dette arbeidet hadde for vannkvaliteten i vassdraget nedstrøms anleggsområdet. Dette vassdraget med elvene Vosso og Bolstadelvi er meget verdifulle lakseelver, og særlig kjent for sin laksestamme med storvokst laks. En var i denne sammenheng opptatt av å få frem eventuelle negative effekter anleggsarbeidet hadde på produksjonen av laks og sjøaure i vassdraget og på forhold som kunne vanskeliggjøre utøvelsen av fiske.

Året etter startet arbeidet med å endre utløpet av Vangsvannet for å øke slukeevnen og derved redusere den kraftige vannstandshevningen med oversvømmelser av nærområdene rundt innsjøen under våravsmeltingen. NIVAs overvåkingsarbeide i vassdraget ble således videreført etter en kortere pause, og det ble nå tilknyttet effektene av anleggsarbeidet i og ved utløpet av Vangsvannet.

I Vosso er det særlig to miljøeffekter fra denne type anleggsarbeid i og ved en vannforekomst som har tiltrukket seg oppmerksomhet. Den ene er utvasking av plantenæringsalter fra sprengstoffrester som kan gi økt plantevekst i vassdraget hvis vannforekomsten er liten og resipientkapasiteten dermed overskrides. For Vosso viste dette seg ikke å være noe problem ved omleggingen av riksvei 13. Vannmassene var store nok til å ta hånd om den relativt beskjedne mengden av nitrat som ble vasket ut fra sprengsteinfyllingen.

En annen og kanskje langt mer alvorlig effekt av denne type arbeid er erosjon, utvasking og direkte tilførsel av uorganiske partikler som er så små at de blir svevende i vannmassen en tid. Partiklene transporteres derved bort fra selve fyllingsområdet og som i tilfelle med endret trassévalg for riksvei 13 kunne nå utløpet av Vangsvannet og derved Vosso.

Når anleggsarbeidet utføres i selve utløpsosen av en innsjø, vil alt det finmateriale som produseres bli transportert nedover i vassdraget, og vil måtte få effekter på de biologiske produksjonssystemene i vassdraget nedstrøms.



Figur 1.1. Effekter av partikler på ulike biologiske nivå. Piler mellom bokser viser effekter via næringskjedene. Graden av negative (-) eller positive (+) effekter er indikert med ett, to eller tre tegn. Stiplede linjer fra fisk til zooplankton og bunndyr indikerer redusert beitetrykk som følge av nedsatt sikt (Etter Hessen 1988).

Uorganiske partikler kan komme ut i et elveløp på mange måter som erosjonsmateriale fra landbruks-/skogbruksaktiviteter eller ved ulike typer anleggsvirksomheter som veibygging, forbygningsarbeid, steinbrudd, gruver, grustak, tunnelbygging og damanlegg. Men vi skal også huske på at vassdrag har i ulik grad naturlige tilførsler av erosjonsprodukter. Dette kan være breslam og erosjonsmateriale fra sand, leire og løsavsetninger.

Størrelse og form på partiklene varierer. Vannhastigheten avgjør hvor store partikler som kan transporteres. Erosjonsmateriale har avrundet form. Nydannede partikler ved

sprenningsarbeider, knusing og nedmaling er kantete og skarpe. Dette er en viktig forskjell som vi senere skal komme tilbake til.

Partiklene kan finnes suspendert i vannmassene og sedimentert på bunnen. Figur 1.1 gir et skjematisk bilde av partiklenes virkninger på ulike ledd i næringskjeden. Stor konsentrasjon av suspenderte partikler (høy turbiditet) reduserer gjennomtrengeligheten for lys. Det reduserer planteproduksjonen (alger, moser, høyere planter). Videre kan skureeffekten av partikler mot bunnen redusere plantedekket. Filtrende organismer som knottlarver og nettspinnende vårfluelarver lever av organiske partikler de samler inn fra vannmassen. De får ødelagt næringsgrunnlaget og kan få skadet fangstredskapene av skarpe partikler (Figur 3.1) når transporten av uorganiske partikler blir for stor.

Fisken i vassdraget og særlig da i tidlige stadier av dens liv, kan bli kraftig påvirket om partiklene er skarpkantede/nåleformete. De uorganiske partikler setter seg fast i gjellene og punkterer gjelle huden. Det blir væskelekkasje ved bakterieangrep og andre skader som følge. Alvorlige skader av denne type påvirkning er registrert i vassdrag og i settefiskanlegg (Jacobsen m.fl. 1987; Hessen m.fl. 1989).

Partikler sedimenterer ved redusert vannhastighet; de største og tyngste først, og kan derved dekke til elvebunnen. Næringsemner for bunndyrene, slik som påvekstalger og organiske partikler, dekkes til av uspiselige partikler. Åpninger og hulrom mellom stein og grus tettes til. Hulrommene er tilholdssted for mange bunndyr (Nuttall, 1972). Nedslamming reduserer også vanngjennomtrenging og oksygentilførsel ned i substratet. Alt dette er viktige faktorer som må være til stede for å få en velutviklet bunnfauna, og for å få en vellykket klekking av rogn fra laks og ørret på gyteområdene i vassdraget.

De direkte virkningene av partikkelforurensning på fisk er sparsomt dokumentert i litteraturen. Alabaster og Lloyd (1980) har foreslått følgende grenseverdier for fisk ved eksponering for suspenderte partikler, uttrykt som endringer i avkastning av fisket:

| | |
|---------------|--|
| <25 mg/l: | Ingen skadelige effekter. |
| -25-80 mg/l: | Fortsatt relativt små effekter, noe redusert avkastning. |
| -80-400 mg/l: | Betydelig reduksjon i avkastning. |
| >400 mg/l: | Meget lav avkastning. |

Partikkelkonsentrasjoner på over 100 mg/l er uvanlige i naturlige vassdrag i Norge. Som nevnt må vi forvente lavere grenseverdier for nydannete, spisse og kantete partikler fra anleggsarbeid enn for avrundete partikler fra erodert leirslam eller sediment.

1.2. Arbeidet med flomsikring av Vangsvatnet.

Anleggsarbeidet med utvidelse av elveløpet mellom Vangsvatnet og Flage, og bygging av terskel ved utløpet av Vangsvatnet startet i midten av desember 1990, og ble avsluttet i slutten av april 1991. Arbeidet omfattet fjerning av ca. 21 500 m³ masse, herav omlag 5 000 m³ løsmasse og 16 500 m³ fjell i elveleiet. For å begrense vannføringen i anleggsområdet ble det bygget en fangdam ved utløpet.

Stenging av fangdammen har i perioder medført ekstremt lave vannføringer og tørrlegging av store bunnarealer, særlig på strekningen mellom Vangsvatn og Seimsvatn. I de samme periodene har vannet på denne elvestrekningen hatt uvanlig høye partikkelkonsentrasjoner, som følge av anleggsarbeid og redusert fortynningseffekt.

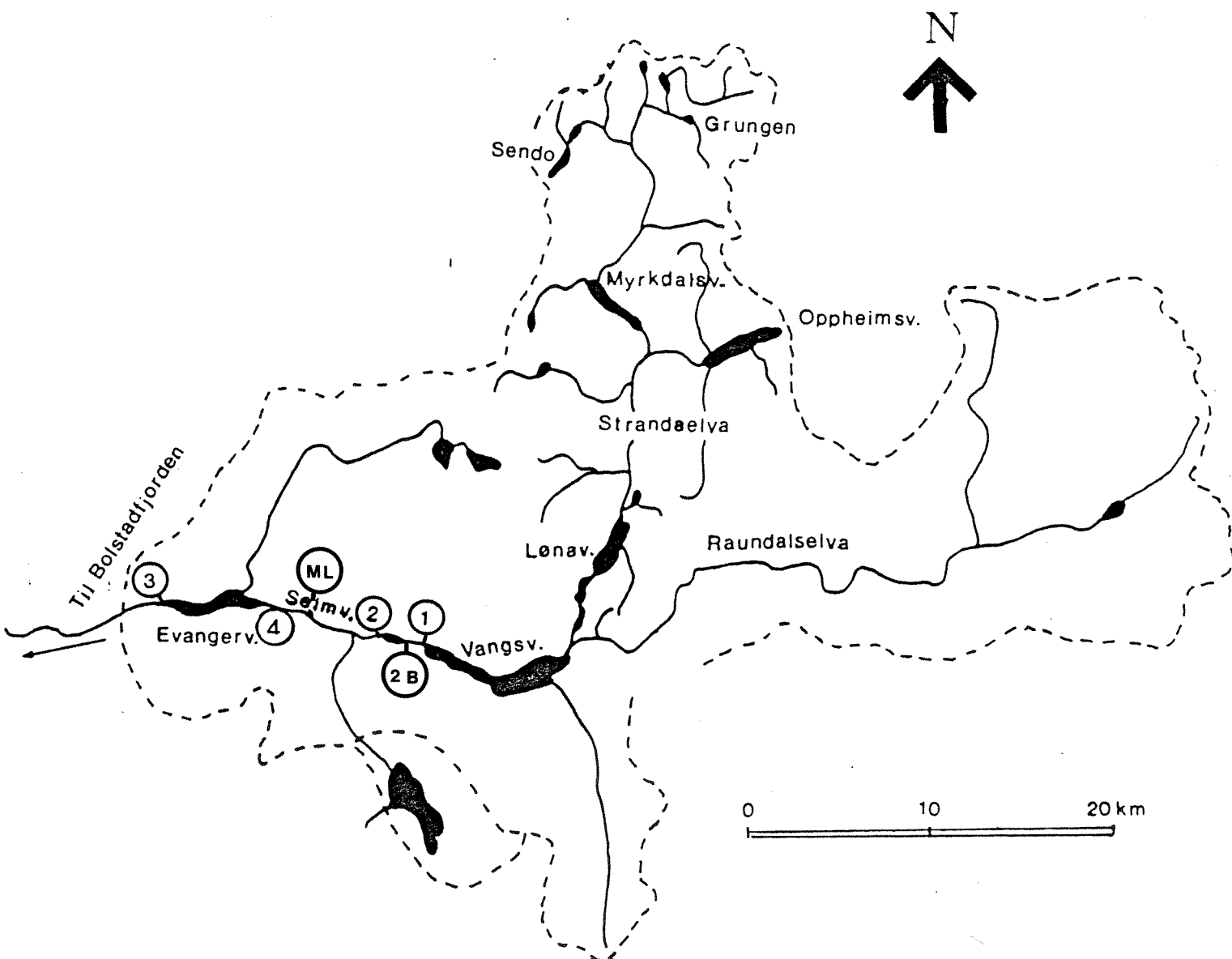
Første gang fangdammen ble tatt i bruk, 28-29 januar, ble store antall av fiskeunger liggende igjen på tørt land. I begynnelsen av februar har kombinasjonen mellom lav vannstand, høyt partikkelinnhold og frost trolig hatt en særdeles alvorlig effekt på vassdragets dyreliv, særlig på strekningen Vangsvatn-Seimsvatn.

2. Overvåking av vannkvalitet.

2.1. Materiale og metoder.

Den generelle vannkvaliteten i Vosso er godt kartlagt gjennom tidligere NIVA-undersøkelser (se rapportliste i Bjerknes og Aanes 1990). I denne undersøkelsen har vi derfor valgt å begrense analysene til suspendert tørrstoff og turbiditet, som uttrykk for de viktigste effektene av anleggsarbeidet på vannkvaliteten.

Fire prøvestasjoner ble valgt for rutinemessig (ca. ukentlig) prøvetaking av vann (Figur 2.1). De tre stasjonene *Utløp Vangsvatn*, *Utløp Seimsvatn* og *Utløp Evangervatn* er de samme som ble benyttet ved undersøkelsen i 1988-89 (Bjerknes og Aanes 1990). I tillegg ble det opprettet en prøvetakingsstasjon ved *Flagehølen*. Prøvene fra disse stasjonene er for en stor del samlet inn og filtrert av elever ved Rongen skule. Prosjektet ble gjennomført som et ledd i miljøundervisningen ved skolen.



Figur 2.1. Oversiktskart.

1. Vannprøvestasjon Vangsvatn.
2. Vannprøvestasjon Seimsvatn. Bunndyrstasjon *Utløp Seimsvatn*.
- 2B. Vannprøve Flage og bunndyrstasjon *Vangsvatn - Flage*.
3. Vannprøve- og bunndyrstasjon *Utløp Evangervatn*.
4. Bunndyrstasjon *Innløp Evangervatn*
- ML. Mobillab Skorve.

I tillegg ble NIVAs mobile feltlaboratorium stasjonert ved *Skorve*. Laboratoriet pumper inn vann og måler turbiditet, ledningsevne og pH kontinuerlig. Data lagres på datalogger i feltlaboratoriet, og kan overføres via telenettet (se vedlegg 1). I Mobillaboratoriet ble det også installert automatisk prøvetaker for uttak av døgnblandprøver. Hver prøve består av 4 delprøver, tatt hver 6 time gjennom ett døgn. Prøvetakeren tar opptil 24 slike blandprøver. Disse er analysert for suspendert tørrstoff.

I tillegg til overvåkingsprogram for vannkvalitet, ble rogn og fisk plassert i karr i Mobillaben og eksponert for suspendert tørrstoff (fisk) og sedimentert tørrstoff (rogn), se avsnitt 2.1.3 nedenfor.

Overvåkingsprogrammet for vannkvalitet startet 4. januar 1991 og varte ut mai måned for feltprøvene. I Mobillaben fortsatte overvåkingen fram til 17. mai 1991. Eksponering av fisk og rogn fant sted fra 12. februar til 20. mai.

2.2. Resultater.

Maksimum-, middel- og minimumsverdier av uorganisk tørrstoffinnhold (SGR) i prøver fra ulike deler av vassdraget er fremstilt i Tabell 2.1 nedenfor. Som normalverdier er benyttet målte sommerverdier fra 1988 (Bjerknes og Aanes 1990).

Tabell 2.1. Konsentrasjoner av uorganisk tørrstoff i vannprøver fra Vosso perioden 04.01-25.04 1991 (se også kart s. 9).

| | Vangsvatn mg/l | Flage Seimsvatn mg/l | Seimsvatn mg/l | Evangervatn mg/l | Mobillab* mg/l |
|-----------------|-------------------|-------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| Maksimum | 118.6 | 46.7 | 7.1 | 1.5 | 30.5 |
| Minimum | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| Middel | 37.9 | 12.0 | 1.8 | 0.7 | 3.6 |
| "Normal" | 0.325 | - | 0.475 | 0.250 | - |

* Verdiene fra Mobillab gjelder blandprøver (2 døgn). Verdiene for de øvrige stasjonene er stikkprøver.

2.2.1. Verdier fra feltprøver.

Tørrstoffkonsentrasjonene målt ved utløpet av Vangsvatnet for perioden februar-april 1991 ligger i gjennomsnitt 6 ganger over verdiene som ble målt i forbindelse med Vegvesenets fyllingsarbeid i 1989-90. Den høye gjennomsnittsverdien skyldes først og fremst to prøver fra henholdsvis 21. februar og 14. mars. Ser vi på verdiene for de nedenforliggende stasjonene,

er fordelingen jevnere, trolig som følge av resuspensjon av sedimentert finmateriale ved skiftninger i vannføring.

Verdiene ved utløpet av Seimsvatnet er 1.4 ganger høyere, mens verdiene ved utløpet av Evangervatnet var på samme nivå i begge undersøkelsene (1989-90 og 1991).

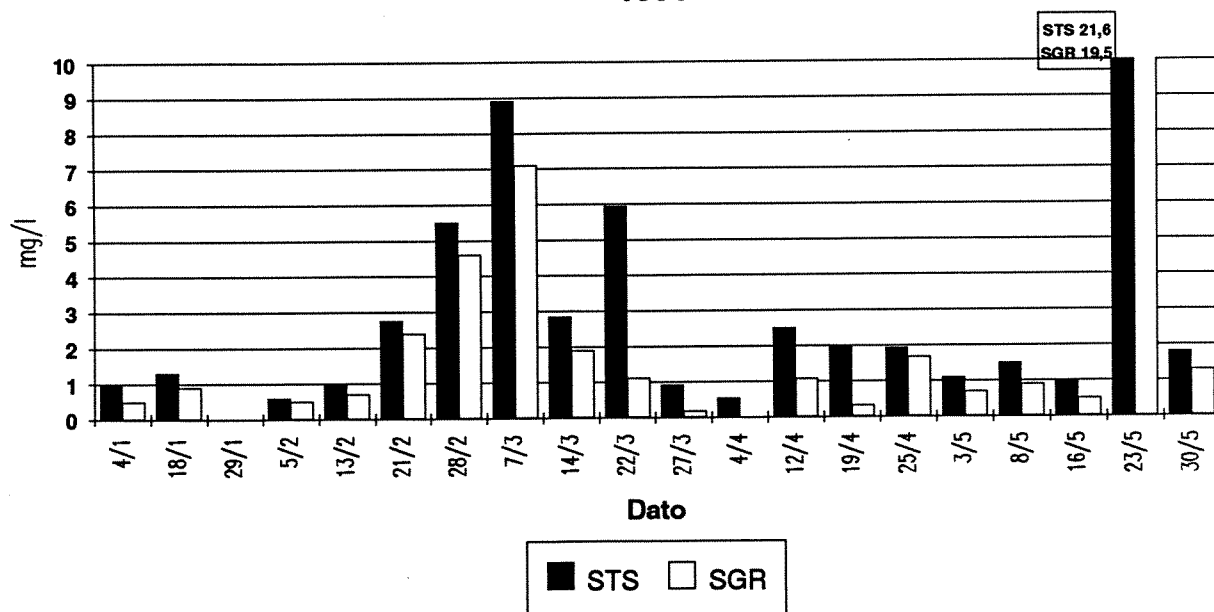
Resultatene viser som ventet adskillig høyere maksimums- og gjennomsnittskonsentrasjoner vinteren/våren 1991, sammenliknet med 1989-90 på elvestrekningene nærmest anleggsstedet. Reduksjonen i konsentrasjon nedover vassdraget, og det faktum at middelkonsentrasjonene ved utløpet av Evangervatnet er på samme nivå i begge perioder, viser at det i 1991 har funnet sted en kraftig sedimentasjon i vassdraget, noe som først og fremst henger sammen med lavere vannføring. Innsjøene Seimsvatnet og Evangervatnet er de viktigste sedimentfellene, i tillegg har den lave vannføringen sørget for kraftig nedslamming i kulper og på stilleflytende elvestrekninger.

Middelkonsentrasjonene av uorganisk tørrstoff ved utløpet av Seimsvatn og Evangervatn var 1989-90 på henholdsvis 74 og 39% av verdiene ved Vangsvatn. I 1991 var gjennomsnittskonsentrasjonen ved utløpet av Seimsvatnet knappe 5%, og for Evangervatnet knappe 2% av konsentrasjonen ved Vangsvatn.

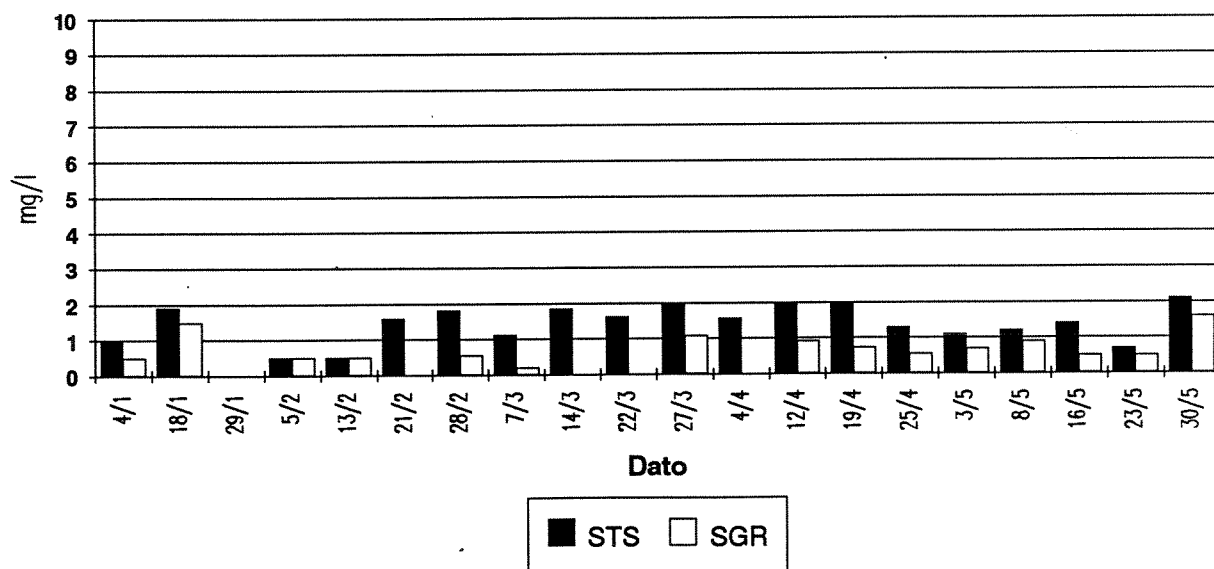
Figur 2.2 viser tørrstoffkonsentrasjoner (total og uorganisk) i vannprøver tatt ved de 4 stasjonene. Verdiene av uorganisk tørrstoff målt ved Vangsvatn 21. februar og 14. mars 1991 (henh.vis 118.57 og 276.30 mg/l) er kritiske for fisk iflg. Alabaster & Lloyd 1980.

Sammenlikning av konsentrasjonene av suspendert tørrstoff i ulike deler av vassdraget (Figur 2.2), og med vannføringskurven i anleggstidsrommet (Figur 2.3), indikerer at det finner sted en høy grad av sedimentasjon i vassdraget nedenfor Vangsvatn, med konsekvenser for rogn i gytegroper og for bunndyr. Høy tørrstoffkonsentrasjon faller sammen med lav vannføring, som igjen henger sammen med manøvreringen av fangdammen ved utløpet av Vangsvatn.

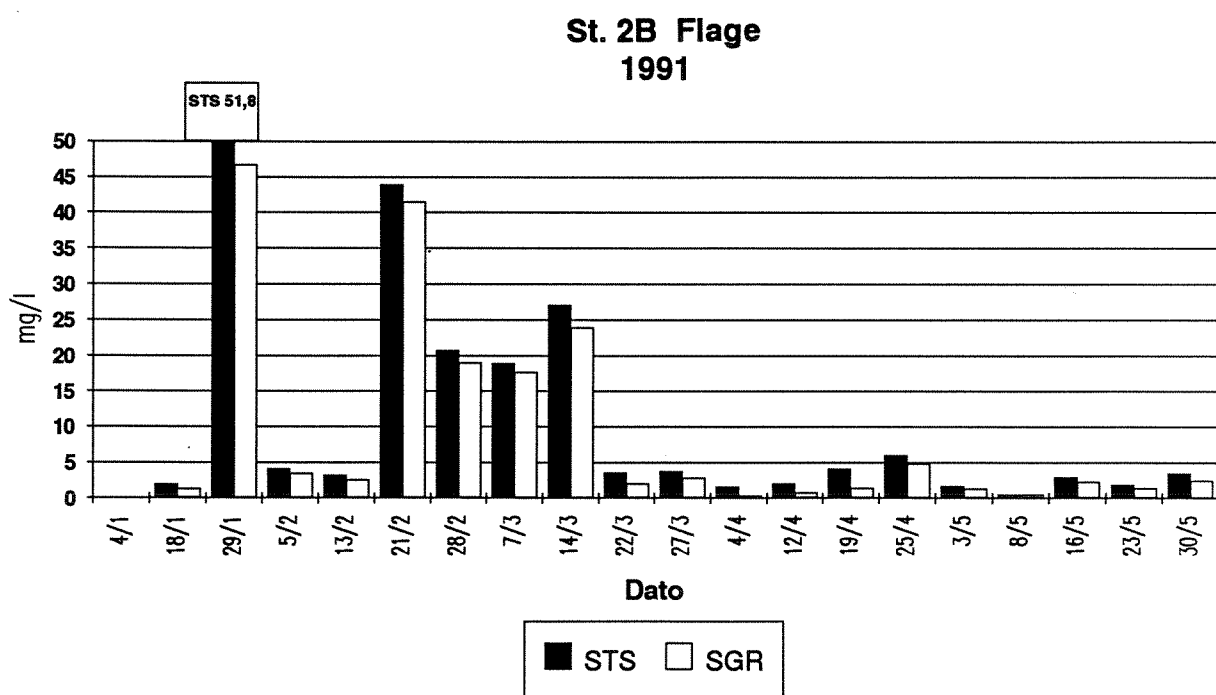
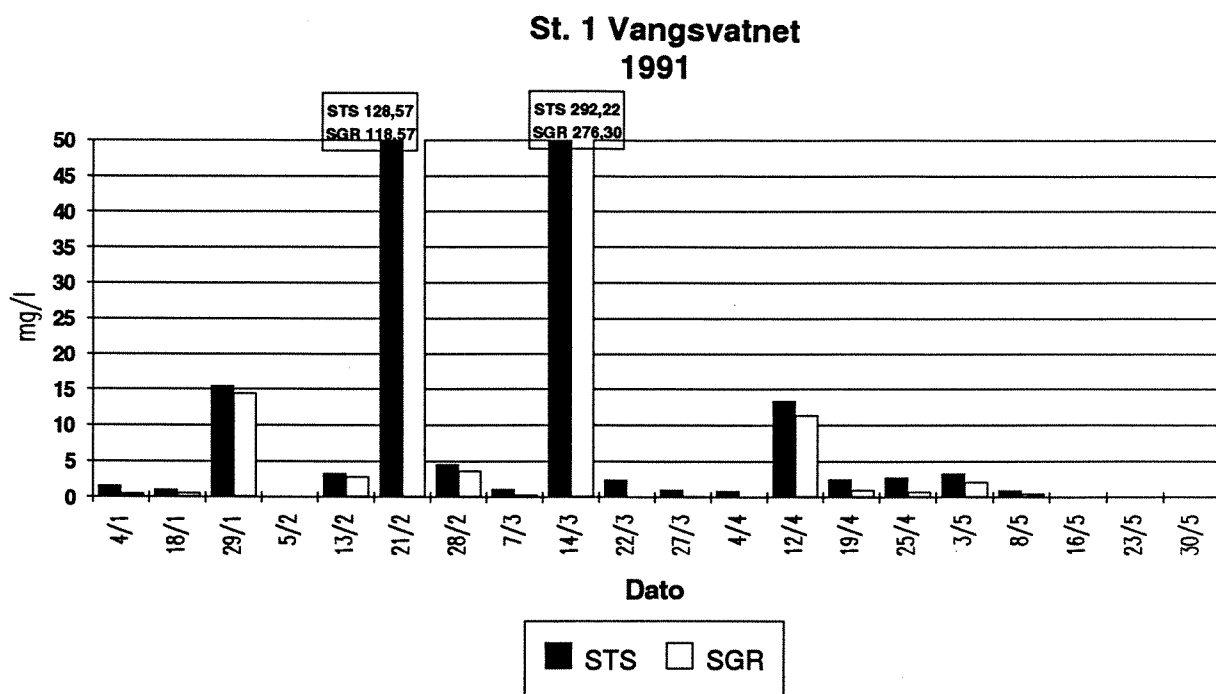
St. 2 Seimsvatnet 1991



St. 3 Evangervatnet 1991

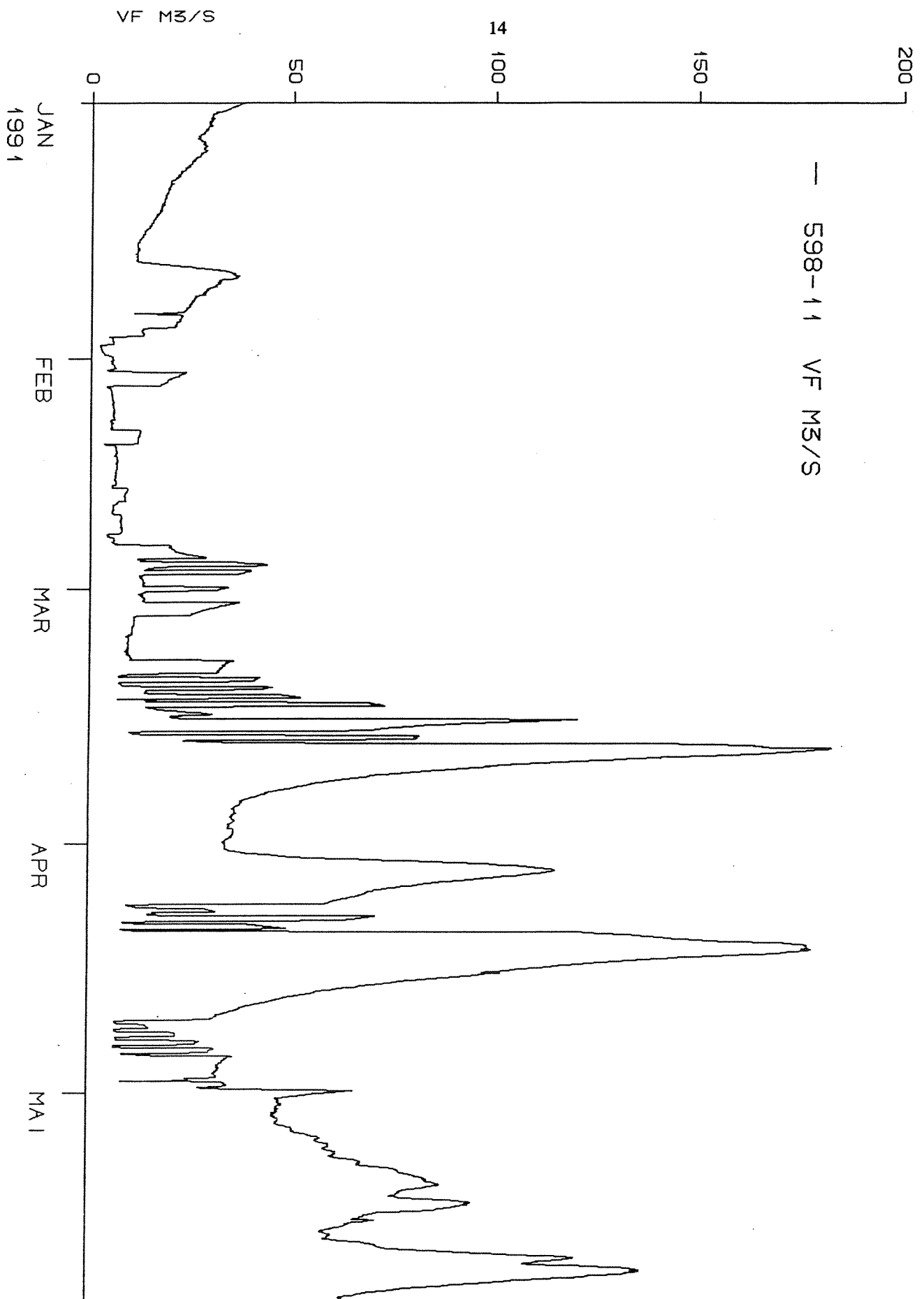


Figur 2.2. Total suspendert tørrstoff (STS) og uorganisk tørrstoff (gløderest, SGR) i vannprøver fra prøvestasjoner nedenfor Vangsvatn (Se figur 2.1 for plassering av stasjoner).



Figur 2.2 forts.

Total suspendert tørrstoff (STS) og uorganisk tørrstoff (gløderest, SGR) i vannprøver fra prøvestasjoner nedenfor Vangsvatn (Se figur 2.1 for plassering av stasjoner).



Figur 2.3. Vannføringer nedenfor fangdam Vangsvatn i anleggsperioden.

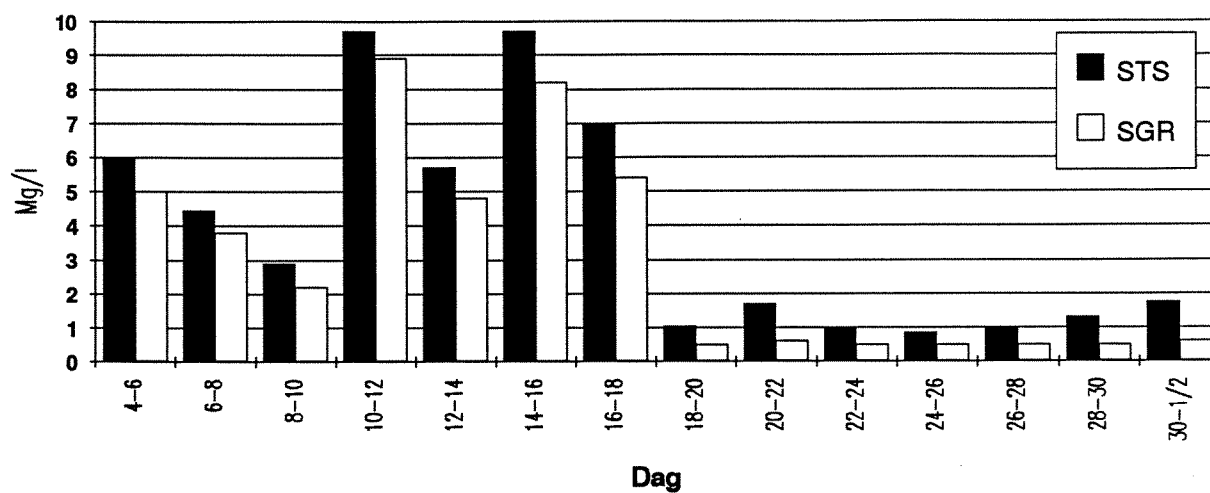
2.2.2. Mobillaboratorium ved Skorve.

NIVAs mobillaboratorium var stasjonert ved utløpet av Skorvehølen, og mottok kontinuerlig vann fra elven. Vannprøvetakeren i laboratoriet tok ut døgnblandprøver, fordelt på 4 delprøver (hver 6 time). For å spare analyseutgifter ble prøver fra to og to døgn slått sammen (Figur 2.4). Som Tabell 2.1 viser er gjennomsnittsverdien av uorganisk tørrstoff dobbelt så høy i disse prøvene som i feltprøvene fra utløp Seimsvatn lengre oppe i vassdraget. Dette er en indikasjon på at rutinemessig fysisk-kjemisk feltprøvetaking gir et ufullstendig bilde av forurensningssituasjonen sammenliknet med kontinuerlig prøvetaking. I denne undersøkelsen vil feltprøvene underestimere transporten av suspendert tørrstoff gjennom vassdraget i anleggsperioden.

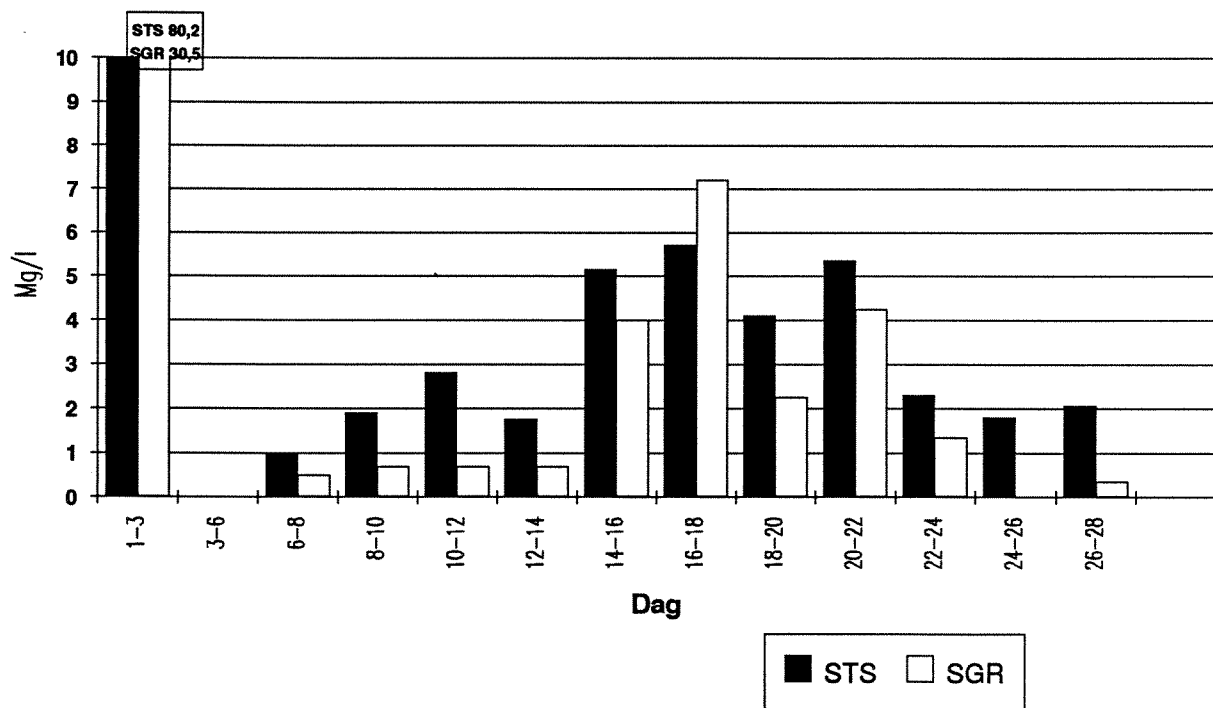
Figur 2.5 viser variasjonene i turbiditet målt med 1/4 times intervaller. Kurvene er utskrifter fra dataloggeren i Mobillaboratoriet, og viser store og hurtige variasjoner i turbiditeten, som ikke fanges opp i døgnblandprøvene. Rytmen i svingningene avspeiler vannføringsrytmen, med klar omvendt proporsjonalitet mellom vannføring og turbiditet (jfr. Figur 2.3). Normal turbiditet (FTU) i Vosso ligger omkring 0.5 (Holtan m. fl. 1986). I anleggsperioden 1991 svingte turbiditeten ved Skorve mellom 0.5 til 25. Svingninger mellom disse ytterpunktene kan skje på få timer, og behøver ikke å gi utslag på tørrstoffverdier hverken i døgnblandprøver eller feltprøver.

Målingene viser at slamtransporten svingte hurtig. Dette henger trolig først og fremst sammen med manøvrering av fangdammen (hurtige variasjoner i vannføring, erosjon og fortynning), og med rytmen i anleggsarbeidet (avfyring av salver, graving i vassdraget osv.).

STS og SGR Mobillab januar 1991

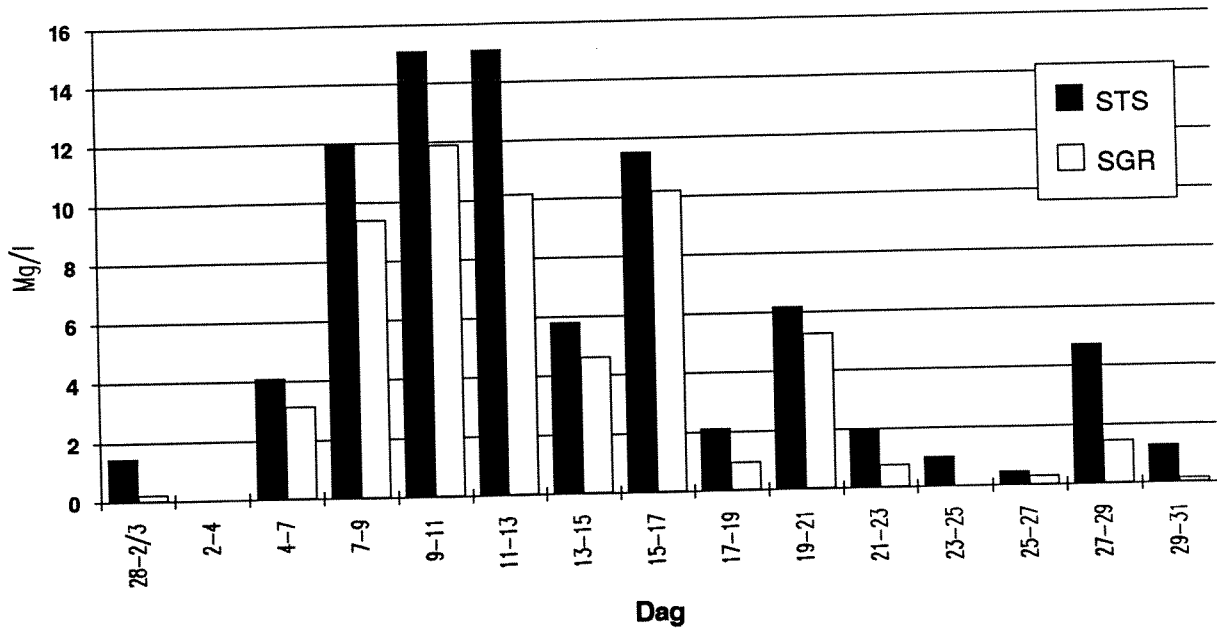


STS og SGR Mobillab februar 1991

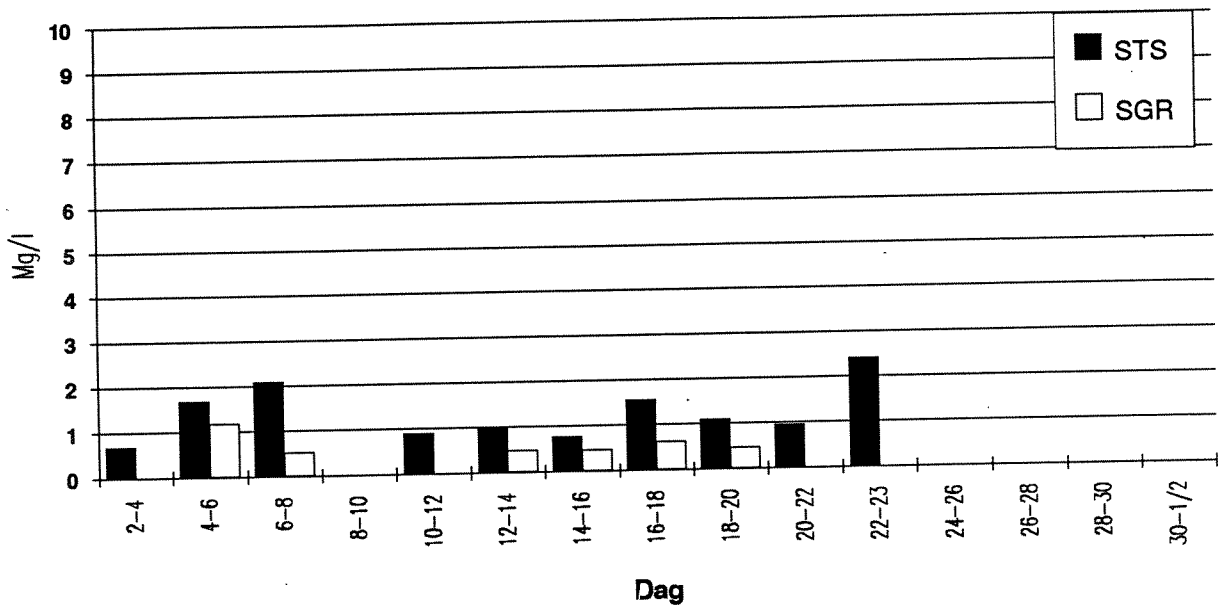


Figur 2.4. Tørrstoff i blandprøver (2 døgn) fra Mobillab ved Skorve.

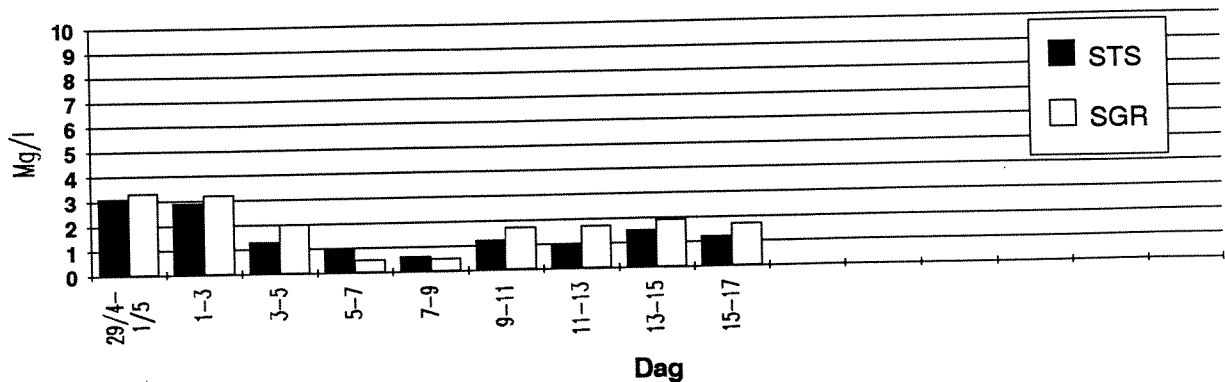
**STS og SGR
Mobillab mars 1991**



**STS og SGR
Mobillab april 1991**

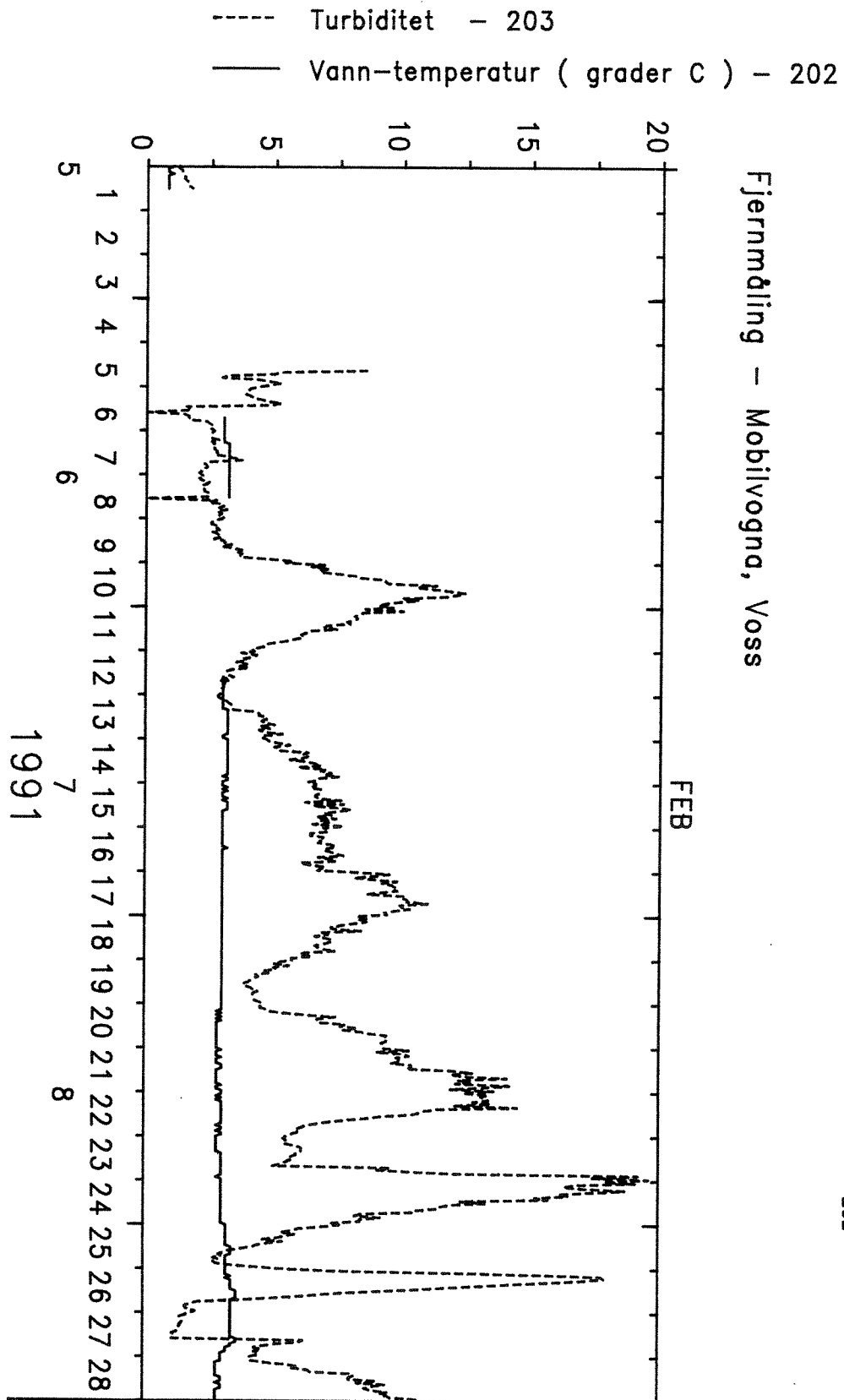


**STS og SGR
Mobillab mai 1991**



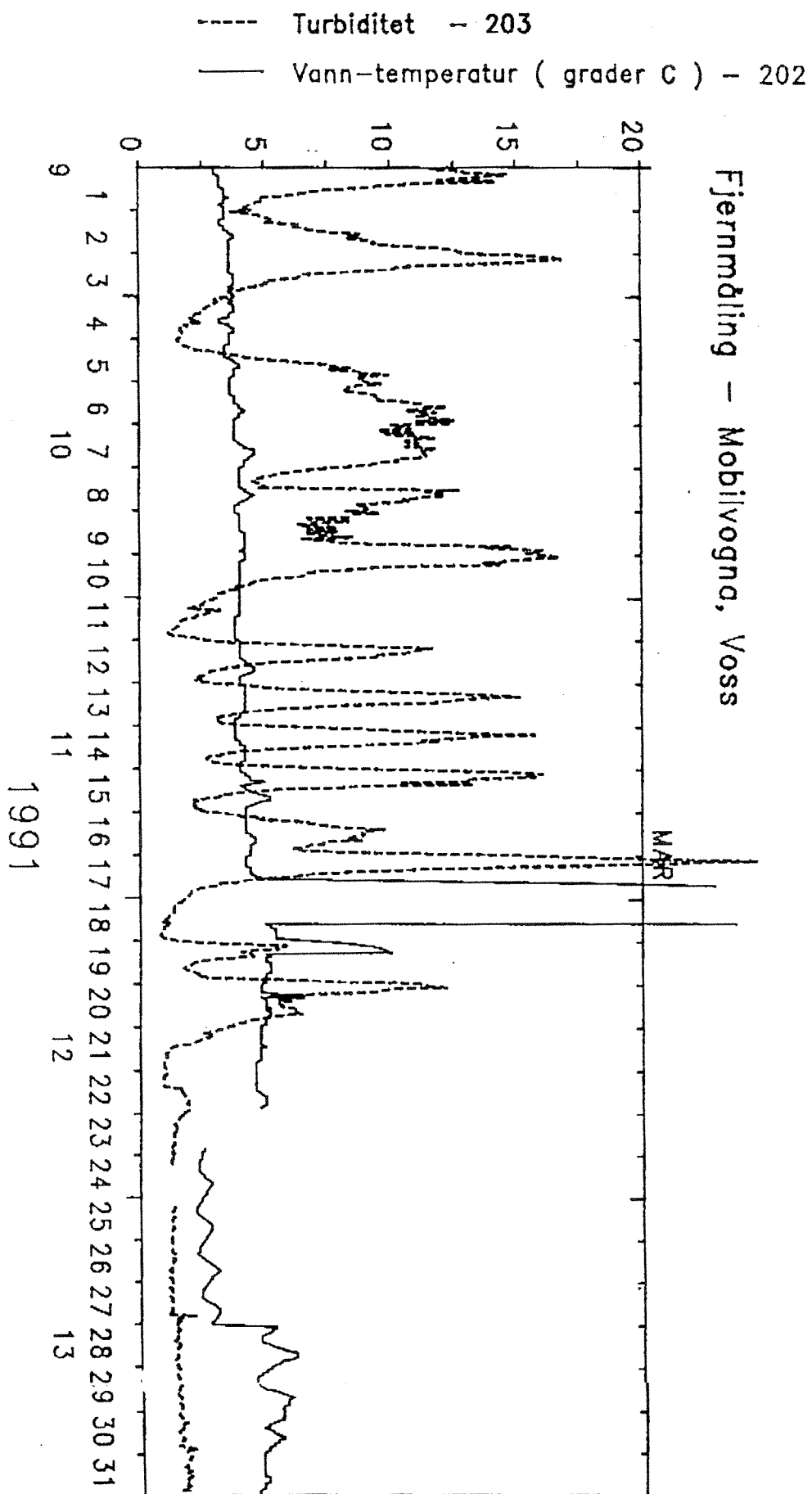
Figur 2.4 forts.

Tørrstoff i blandprøver (2 døgn) fra Mobillab ved Skorve.



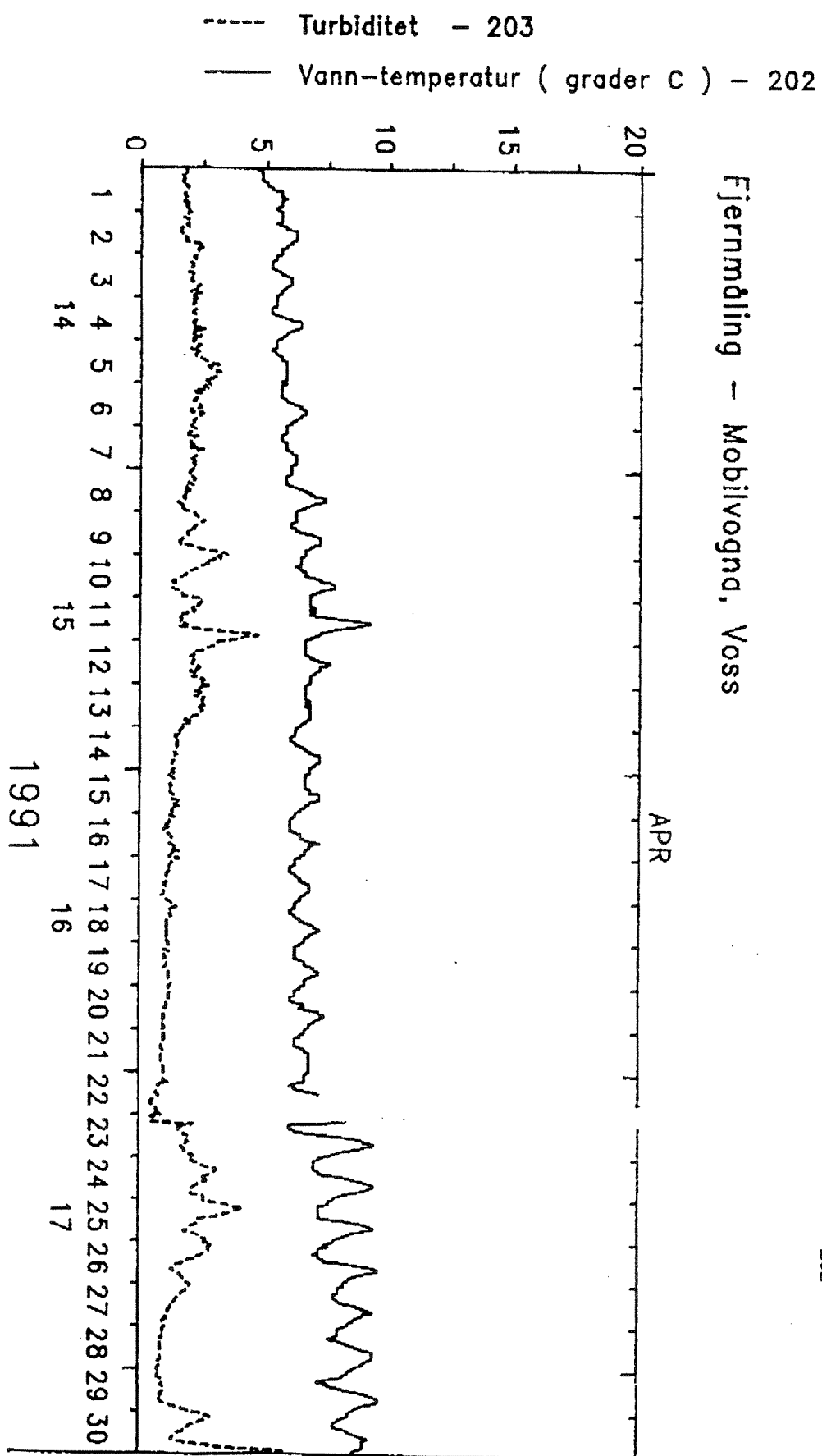
NIVA: 1991 - 3 - 5
202

Figur 2.5. Turbiditet (FTU) ved Skorve. Datautskrifter fra Mobilab.



NIVA: 1991 - 4 - 2
202

Figur 2.5 forts. Turbiditet (FTU) ved Skorve. Datautskrifter fra Mobilab.



NIVA: 1991 - 5 - 2
202

Figur 2.5 forts. Turbiditet (FTU) ved Skorve. Datautskriften fra Mobilab.

2.2.3. Fisk og rogn i mobillaboratorium.

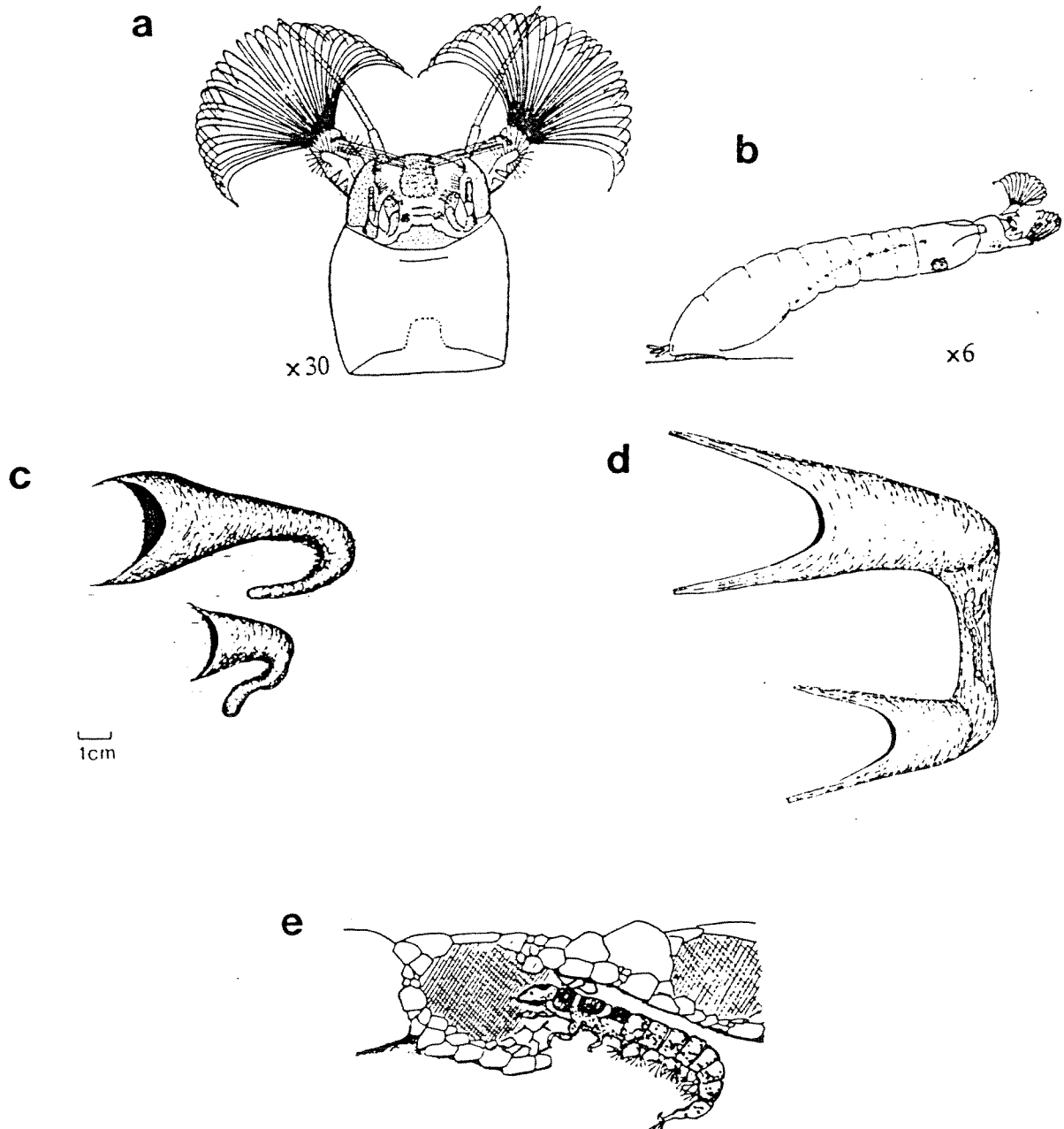
12. februar 1991 ble 60 ensomrig laks (middellengde 8.9 cm) overført fra Voss klekkeri til karr i mobillaboratoriet, med tilførsel av ellevann ved Skorve. Prøver á 5 fisk ble tatt ut med intervaller på ca 3 uker for histologisk undersøkelse av gjeller. Ved forsøkets slutt 20. mai var det ikke konstatert dødelighet på gjenværende fisk.

Samme dato ble et lite antall (48 stk) lakserogn overført fra Voss klekkeri til karr i Mobil-laben. Rognen hadde ikke nådd øyerognstadiet ved overflyttingen. Registrert rogn-dødelighet 22. februar ble antatt å henge sammen med transport/håndtering. Død rogn ble fjernet, og dødelighet fra 22. februar til 20 mai ble registrert til 58 % . 20. mai var all overlevende rogn klekket. Dødeligheten i Voss klekkeri av samme rognparti fram til klekking var på 21 %.

Rognen i Mobil-laben ble kontinuerlig utsatt for sedimentasjon av finpartikulært materiale fra ellevannet som passerte gjennom karret. Ved hver inspeksjon var rognen fullstendig overdekket av finpartikulært materiale, som ble forsiktig skyllet bort før opptelling av død og levende rogn. Denne behandlingen har trolig gitt en høyere overleving enn om rognen var forblitt kontinuerlig tildekket av partikler.

Forsøket avspeiler neppe de naturlige forhold ute i vassdraget, men indikerer klart de skadelige virkningene på klekkesultatet av den sedimentasjonen som har funnet sted i vassdraget som følge av anleggsarbeidet.

3. Bunndyr.



Figur. 3.1 a) Hode m. sileapparatet hos knott. b) Knottlarve c) Fangstnett til en nettspinnende vårflue (*Neureclipsis bimaculata*). d) Fangstnett til vårfluen *Plectrocnemi conspersa*. Merk larven som ligger mellom "posene". e) Larve og nett av vårfluen *Hydropsyche* (Fig. hentet fra Aanes og Bækken 1989).

3.1. Bruk av bunndyr i vassdragsovervåking.

Innsamling av større bunndyr (makrovertebrater) har lenge vært en viktig del av generelle og problemrettede vassdragsundersøkelser. Det som særlig gjør disse organismene velegnet for å studere vannkvaliteten i en resipient, er at bunndyrene gjennom sitt livsløp gir et integrert bilde av tilstanden i vassdraget over lang tid.

Bunndyrsamfunnet gir responsen på den samlede miljøpåvirkning i resipienten og denne kan i noen tilfeller spores i bunndyrsamfunnets struktur og funksjonelle oppbygging før dette kan registreres ved fysisk-kjemisk prøvetaking. Videre er bunndyrene viktige næringsobjekter for fisk og gir derfor opplysninger om næringspotensiale for fiskeproduksjon. Også i vassdragets selvrenningskapasitet inngår bunnfaunaen som en viktig komponent.

Generelt kan vi si at en organisme må forholde seg til sitt miljø. Sammensettingen av dyre- og plantesamfunnene på elvebunnen er bestemt av et mangfold av miljøparametre. De mange populasjonene i et samfunn har ulike tålegrenser og preferanseområder. Når en eller flere av miljøparametrene endres, vil også organismesamfunnene endres. Samfunnene gjenspeiler miljøet.

Bunndyr er en svært heterogen gruppe organismer. Det finnes ekstreme rentvannsarter og det er arter som er svært tolerante overfor forskjellige typer forurensninger. Dette er en forutsetning for å kunne bruke dem i vannkvalitetsklassifisering, og en viktig grunn til at de er mye brukt.

Gjennom en analyse av bunndyrsamfunnets strukturelle og funksjonelle oppbygging på et sett med utvalgte stasjoner, vil det være mulig å få frem informasjon om påvirkningstype samt miljøpåvirkningens utstrekning og størrelse i resipienten. Dersom det blir registrert forandringer i samfunnet på en stasjon gjennom en tidsperiode, kan dette indikere forandringer i vannkvaliteten.

Ved partikkelforurensning fra anleggsarbeide har flere resipientundersøkelser de siste årene vist hvordan bunndyrundersøkelser er svært godt egnet til å beskrive økologiske endringer i resipienten (Jacobsen m.fl. 1987, Hessen m. fl. 1988, Bjerknes og Aanes 1990). Denne undersøkelsen i Vossovassdraget er lagt opp bla. på bakgrunn av erfaringer høstet ved ovennevnte prosjekter.

3.2. Materiale og metoder.

3.2.1. Innsamlingsmetode.

Ved undersøkelsen av Vossovassdraget ble det brukt en kvantitativ innsamlingsmetode. Dette er en metode som er langt mer ressurskrevende enn kvalitative metoder som vanligvis blir brukt, men oppgavens målsetting tilsa at vi her trengte gode kvantitative data.

Prøvetakeren vi brukte kalles en Surber-sampler. Den omsluttet et areal av elvebunnen på 30 x 30 cm, og hadde en maskevidde i oppsamlingsposen på 250 mm. Prøvetakeren er en videreutvikling av den tradisjonelle Surber-samplern (Aanes, 1980). I tillegg til kvantitative prøver (5 stk. pr. stasjon) ble det hentet inn kvalitative prøver vha. en standardisert håvmetode. Denne er beskrevet i Norsk Standard (NS 4719).

Innsamlingsstasjonen ved utløpet av Vangsvatn måtte flyttes til Flage for å komme unna anleggsområdet. De øvrige tre stasjonene, Utløp Seimsvatn, Innløp Evangervatn og Utløp Evangervatn er de samme som ble benyttet ved forrige undersøkelse.

Stasjonen *Utløp Evangervatn* har bratte elvekanter. Ved prøvetaking på høy vannføring i april var det derfor ikke mulig å komme til arealer som var vanndekket ved lav vannføring tidligere på vinteren. Aprilprøven fra denne stasjonen gir derfor et skjevt bilde av tetthet og faunasammensetning.

På de øvrige stasjonene, som alle ligger på langgrunne områder, er aprilprøvene tatt på arealer som har vært vanndekket hele vinteren. Prøvene fra disse stasjonene ansees derfor som representative.

3.2.2. Materiale.

Materialet som er brukt ved denne undersøkelsen for å vurdere effekter på bunndyrsamfunnet av endringer i vannkvaliteten, er dels hentet inn i perioden 1988 - 1989 da vi utførte undersøkelser i vassdraget for Hordaland Vegkontor og dels nytt materiale samlet inn i februar og april 1991.

Bunndyrmaterialet er sortert, talt og gruppert til hovedgruppe. I det videre arbeidble materialet fra de tre hovedgruppene døgnfluer, steinfluer og vårfluer artsbestemt. Det innsamlede bunndyrmaterialet har ved denne undersøkelsen en dobbelt funksjon. Det skal for det første beskrive dagens situasjon og sammenholde denne med forholdene i vassdraget før anleggs-

arbeidet i utløpsosen av Vangsvannet tok til. Men samtidig er det et referansemateriale for fremtidige undersøkelser for å følge opp de biologiske forholdene i vassdraget fremover (langtidsvirkninger, restituering av bunnfaunaen o.l.). Bunndyrmaterialet er fiksert og arkivert ved NIVA og vil være tilgjengelig ved senere undersøkelser i vassdraget.

3.3. Resultater.

Resultatene fra bearbeidelsen av bunndyrmaterialet er samlet i Tabell 3.1 og 3.2. I Tabell 3.1 er antall individer i hver hovedgruppe sammenstilt for årene 1988 og 1989 samt for prøvetakingene i februar og april 1991. Disse resultatene er så brukt for å fremstille Figur 3.2, som gjør det lett å sammenlikne de enkelte hovedgruppene i bunnfaunaen mellom stasjoner og år, og tilsvarende for en samlet bunnfauna. Verdiene er gitt som antall individer pr. m².

3.3.1. Mengdemessig forekomst og variasjon.

De undersøkte stasjonene i Vossovassdraget hadde ved undersøkelsene i 1988 og 1989 samlet sett en rik og variert fauna når forhold som tettet og antall dyregrupper pr. stasjon betraktes (Figur 3.2). Størst tetthet fant vi begge år øverst i vassdraget (*Vangsvatn-Flage*), hvor stor transport av næringspartikler ut av Vangsvatn gir gode produksjonsforhold for bunndyr.

Bunndyrmaterialet viste ellers at i utgangspunktet var nesten alle de vanlige gruppene i bunnfaunaen til stede i Vossovassdraget. Snegl var den gruppen som manglet, noe den relativt kalkfattige vannkvaliteten kan være med på å forklare. Videre var det for flere av hovedgruppene noe forskjell mellom de to årene 1988 og 1989 når resultatene fra bearbeidelsen sammenlignes.

Betrakter vi forhold knyttet til diversiteten (variasjonen) i bunndyrmaterialet, så viser resultatene (Tabell 3.1) at det i 1988 var vanlig å finne polyppdyret Hydra på stasjonene i Vosso med økende tetthet mot utløpet av Vangsvatn. Denne dyregruppen ble ikke registrert i materialet fra 1989 og heller ikke senere ved undersøkelsen i 1991.

Larver av viktige næringsdyr for fisken i vassdraget som steinfluer, døgnfluer og vårfluer viser alle sterkt redusert tetthet ved prøvetakingen i april. På stasjonen øverst i vassdraget var stein- og døgnfluene slått helt ut av bunnfaunaen.

Tabell 3.1 Antall dyr pr. m² på fire stasjoner i Vosso i desember 1988 og 1989, februar og april 1991.

| Stasjon År | 1: Utløp Evangervatn | | | | 2: Innløp Evangervatn | | | |
|---------------|----------------------|---------|---------|---------|-----------------------|---------|---------|---------|
| | Des. 88 | Des. 89 | Feb. 91 | Apr. 91 | Des. 88 | Des. 89 | Feb. 91 | Apr. 91 |
| Hydra | 0 | 0 | 0 | 0 | 250 | 0 | - | 0 |
| Nematoda | 170 | 840 | 2280 | 30 | 20 | 90 | - | 0 |
| Oligochaeta | 480 | 310 | 390 | 30 | 120 | 420 | - | 10 |
| Bivalvia | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0 |
| Gastropoda | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0 |
| Plecoptera | 570 | 980 | 540 | 0 | 820 | 880 | - | 260 |
| Ephemeroptera | 2020 | 490 | 210 | 0 | 1860 | 2270 | - | 230 |
| Trichoptera | 370 | 490 | 140 | 30 | 80 | 110 | - | 0 |
| Coleoptera | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 110 | - | 0 |
| Chironomidae | 36440 | 17730 | 24740 | 100 | 3880 | 9660 | - | 470 |
| Simuliidae | 4810 | 0 | 180 | 0 | 440 | 160 | - | 10 |
| Andre diptera | 110 | 130 | 230 | 10 | 40 | 10 | - | 10 |
| Hydracarina | 1650 | 1290 | 270 | 40 | 30 | 440 | - | 0 |
| Sum | 46620 | 22260 | 29010 | 240 | 7540 | 14150 | - | 990 |

| Stasjon År | 3: Utløp Seimsvatn | | | | 4: Vangsvatn - Flage | | | |
|---------------|--------------------|---------|---------|---------|----------------------|---------|---------|---------|
| | Des. 88 | Des. 89 | Feb. 91 | Apr. 91 | Des. 88 | Des. 89 | Feb. 91 | Apr. 91 |
| Hydra | 1280 | 0 | 0 | 0 | 20900 | 0 | 0 | 0 |
| Nematoda | 70 | 130 | 20 | 0 | 890 | 3730 | 590 | 40 |
| Oligochaeta | 590 | 600 | 20 | 10 | 390 | 530 | 120 | 430 |
| Bivalvia | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 490 | 60 | 220 |
| Gastropoda | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Plecoptera | 1780 | 1270 | 500 | 410 | 530 | 360 | 320 | 10 |
| Ephemeroptera | 1170 | 1130 | 2580 | 460 | 4170 | 3110 | 40 | 10 |
| Trichoptera | 500 | 70 | 40 | 30 | 670 | 310 | 70 | 90 |
| Coleoptera | 0 | 60 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chironomidae | 11670 | 15200 | 5440 | 2440 | 59800 | 31780 | 8030 | 630 |
| Simuliidae | 1480 | 130 | 30 | 40 | 1330 | 0 | 0 | 0 |
| Andre diptera | 60 | 180 | 50 | 40 | 0 | 40 | 160 | 30 |
| Hydracarina | 220 | 380 | 70 | 0 | 500 | 530 | 10 | 10 |
| Sum | 18820 | 19150 | 8753 | 3430 | 89180 | 40880 | 9400 | 1470 |

Tabell 3.2 Sammensetningen av døgnflue-, steinflue- og vårfluefaunaen på de to nederste stasjonene i Vosso i desember 1988 og 1989, februar og april 1991.

| Stasjon | 1: Utløp Evangervatn | | | | 2: Innløp Evangervatn | | | | |
|-------------------------------------|----------------------|---------|---------|---------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|
| | År | Des. 88 | Des. 89 | Feb. 91 | Apr. 91 | Des. 88 | Des. 89 | Feb. 91 | Apr. 91 |
| Døgnfluer | | | | | | | | | |
| <u>Baetis rhodani</u> | | 2020 | 490 | 270 | 0 | 1870 | 2170 | - | 230 |
| <u>Ephemerella aurivillii</u> | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 80 | - | 0 |
| <u>Heptagenia sulphurea</u> | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | - | 0 |
| Steinfluer | | | | | | | | | |
| <u>Brachyptera risi</u> | | 0 | 0 | 60 | 0 | 0 | 130 | - | 60 |
| <u>Taeniopteryx nebulosa</u> | | 300 | 310 | 8 | 0 | 0 | 0 | - | 0 |
| <u>Protonemura meyeri</u> | | 0 | 0 | 103 | 0 | 0 | 20 | - | 0 |
| <u>Amphinemura borealis</u> | | 0 | 270 | 240 | 0 | 630 | 470 | - | 140 |
| <u>A. sulcicollis</u> | | 220 | 220 | 90 | 0 | 30 | 20 | - | 40 |
| <u>Capnia atra</u> | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | - | 0 |
| <u>C. pygmaea</u> | | 0 | 0 | 0 | 0 | 80 | 30 | - | 0 |
| <u>Leuctra hippopus</u> | | 60 | 40 | 70 | 0 | 20 | 130 | - | 5 |
| L.sp. | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 5 |
| <u>Diura nanseni</u> | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0 |
| <u>Isoperla sp.</u> | | 0 | 130 | 0 | 0 | 60 | 70 | - | 0 |
| Vårfluer | | | | | | | | | |
| <u>Rhyacophila nubila</u> | | 0 | 270 | 60 | 0 | 0 | 70 | - | 0 |
| <u>Agapetus ochripes</u> | | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | - | 0 |
| <u>Polycentropus flavomaculatus</u> | | 0 | 130 | 90 | 0 | 40 | 0 | - | 0 |
| <u>Plectrocnemia conspersa</u> | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0 |
| <u>Hydropsyche sp.</u> | | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | - | 0 |
| Hydroptilidae indet. | | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0 |
| Oxyethira sp. | | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | - | 0 |
| <u>Micrasema sp.</u> | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0 |
| Limnephilidae indet. | | 0 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0 |

Tabell 3.2 Sammensetningen av døgnflue-, steinflue- og vårfluefaunaen på de to øverste stasjonene i Vosso i desember 1988 og 1989, februar og april 1991.

| Stasjon | 3: Utløp Seimsvatn | | | | 4: Vangsvatn - Flage | | | | |
|-------------------------------------|--------------------|---------|---------|---------|----------------------|---------|---------|--------|---------|
| | Art | Des. 88 | Des. 89 | Feb. 91 | Apr. 91 | Des. 88 | Des. 89 | Feb.91 | Apr. 91 |
| Døgnfluer | | | | | | | | | |
| <u>Baetis rhodani</u> | 4110 | 1110 | 2580 | 450 | 4170 | 3110 | 40 | 10 | |
| <u>Ephemerella aurivillii</u> | 60 | 20 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| <u>Heptagenia sulphurea</u> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Steinfluer | | | | | | | | | |
| <u>Brachyptera risi</u> | 0 | 20 | 80 | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| <u>Taeniopteryx nebulosa</u> | 0 | 0 | 4 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | |
| <u>Protonemura meyeri</u> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| <u>Amphinemura borealis</u> | 0 | 840 | 800 | 260 | 0 | 90 | 160 | 0 | |
| <u>A. sulcicollis</u> | 1420 | 270 | 60 | 30 | 190 | 0 | 0 | 0 | |
| <u>Capnia atra</u> | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| <u>C. pygmaea</u> | 80 | 0 | 4 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| <u>Leuctra hippopus</u> | 190 | 130 | 100 | 10 | 220 | 0 | 60 | 0 | |
| <u>Diura nanseni</u> | 20 | 0 | 20 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| <u>Isoperla sp.</u> | 60 | 0 | 30 | 10 | 280 | 270 | 110 | 10 | |
| Vårfluer | | | | | | | | | |
| <u>Rhyacophila nubila</u> | 60 | 40 | 30 | 15 | 20 | 180 | 60 | 70 | |
| <u>Agapetus ochripes</u> | 220 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| <u>Polycentropus flavomaculatus</u> | 560 | 0 | 8 | 0 | 450 | 40 | 10 | 20 | |
| <u>Plectrocnemia conspersa</u> | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| <u>Hydropsyche sp.</u> | 110 | 0 | 0 | 0 | 30 | 90 | 0 | 0 | |
| Hydroptilidae indet. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| <u>Micrasema sp.</u> | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | |
| Limnephilidae indet. | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | |

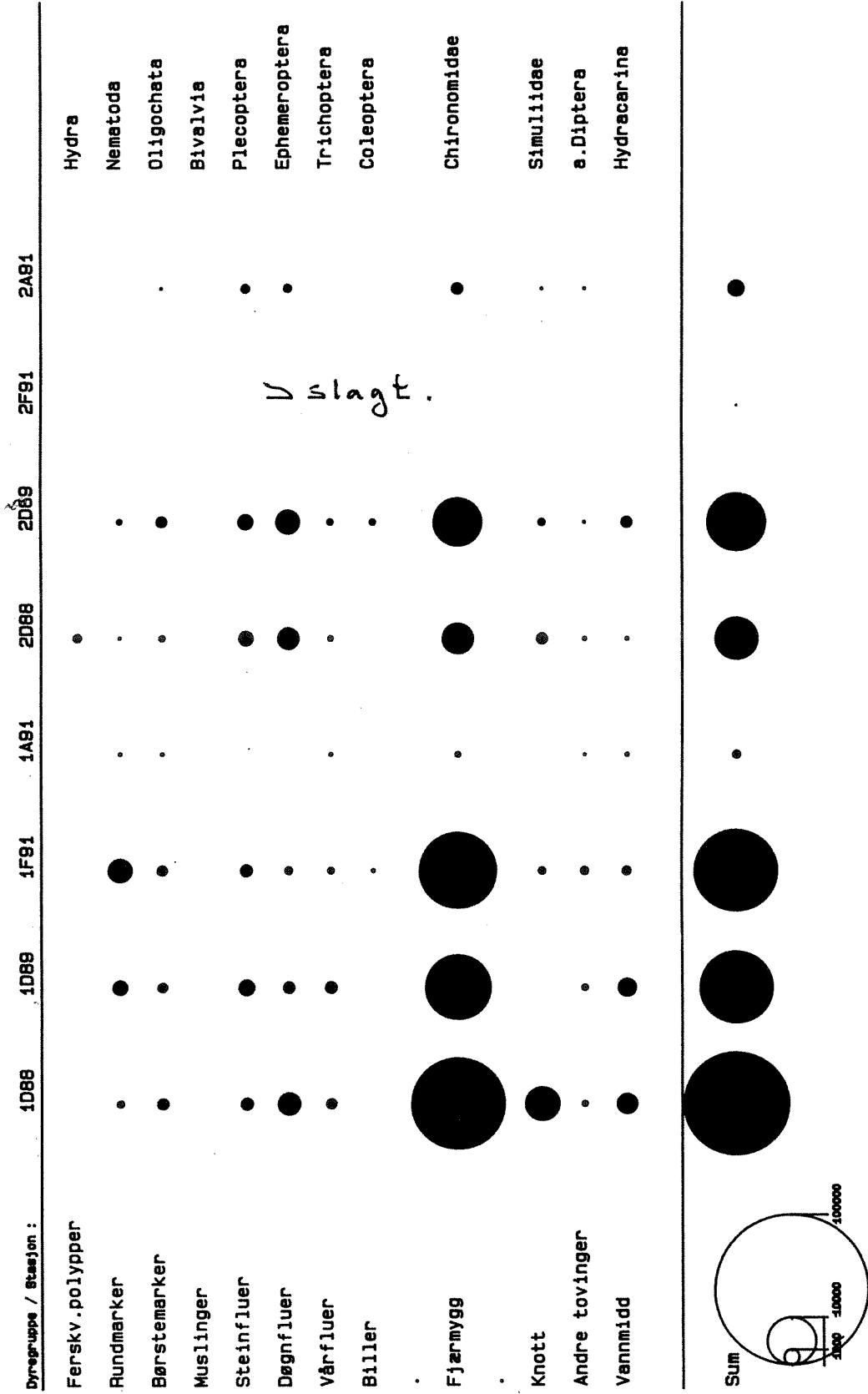
Fjærmygglarver er en annen viktig gruppe som ofte har en dominerende plass i bunnfaunaen i rennende vann, noe som også er tilfelle i Vosso-vassdraget. Ved undersøkelsen i 1991 var tettheten størst for denne dyregruppe ved *Utløp Evangervatn*, men her som for de andre stasjonene var det en drastisk reduksjon ved prøvetakingen i april. Ser vi på materialet fra *Utløp Evangervatn*, utgjør antallet fjærmygglarver under 0.5 % av tettheten ved prøvetakingen i februar. Tilsvarende forhold ble konsertert for knottlarver som på var representert i februar, men borte i april.

Denne stasjonen var imidlertid ikke sterkere eksponert for partikulært materiale enn det som ble registrert ved forrige undersøkelse (Bjerknes & Aanes 1990). Elveleiets form (bratte skråninger) skiller denne stasjonen fra de andre, både m.h.t. graden av tørrlegging ved lav vannføring, og m.h.t. tilgjengelighet for prøvetaking ved høy vannføring. Slike forhold tilsier en kraftigere reduksjon av bunndyrfaunaen på grunn av tørrlegging og frost sammenliknet med de øvrige stasjoner, og i tillegg en underestimering av bunndyrtettheten ved prøvetakingen i april 1991. Prøvetakingen ble da foretatt på arealer som var tørrlagte tidligere på vinteren. Aprilprøvene 1991 er derfor ikke representative med hensyn til tetthet og sammensetning sammenliknet med tidligere prøver fra samme stasjon, og heller ikke i forhold til de andre bunndyrstasjonene.

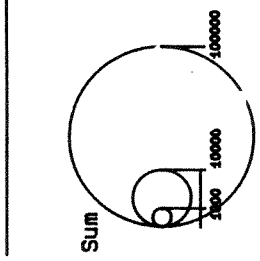
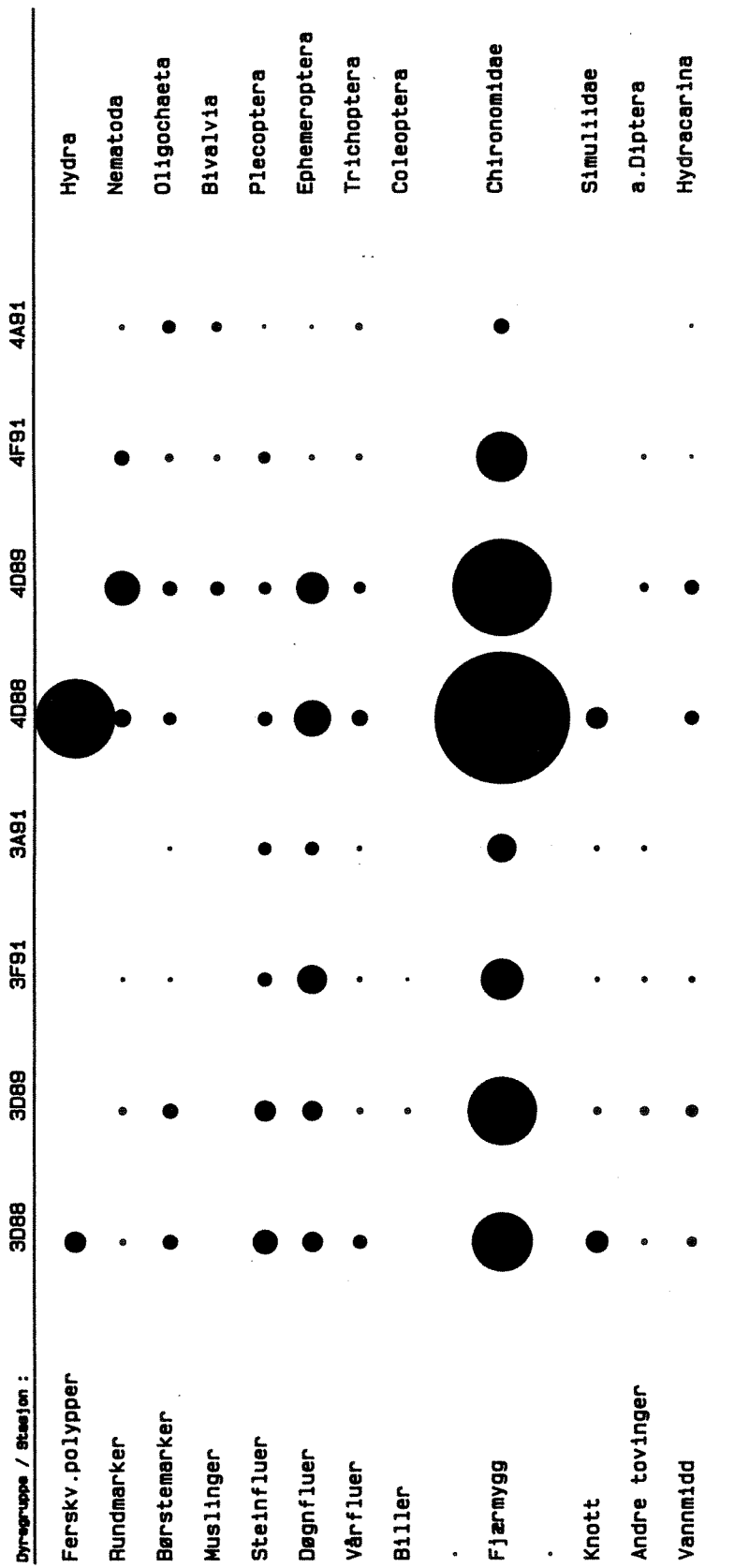
Vannmidd er en annen dyregruppe som viser relativt stabil tetthet ved undersøkelsen i 1988 og 1989. I 1991 har denne gruppe fått en sterk tilbakegang i bunnfaunaen på samtlige av de undersøkte stasjoner i vassdraget.

Betrakter vi hele bunnfaunaen samlet slik det er fremstilt i Figur 3.3 har det vært en *meget* sterk reduksjon i bunndyrtettheten i 1991 og da særlig ved april-prøvetakingen, hvor tettheten ved *Vangsvatn-Flage* for eksempel, er 1.6 til 15 % av hva den var ved tidligere undersøkelser på denne stasjonen. Riktignok er situasjonen noe bedre lenger nede i vassdraget, men også her har vi betydelige reduksjoner i tettheten når denne sammenlignes med tidligere undersøkelser.

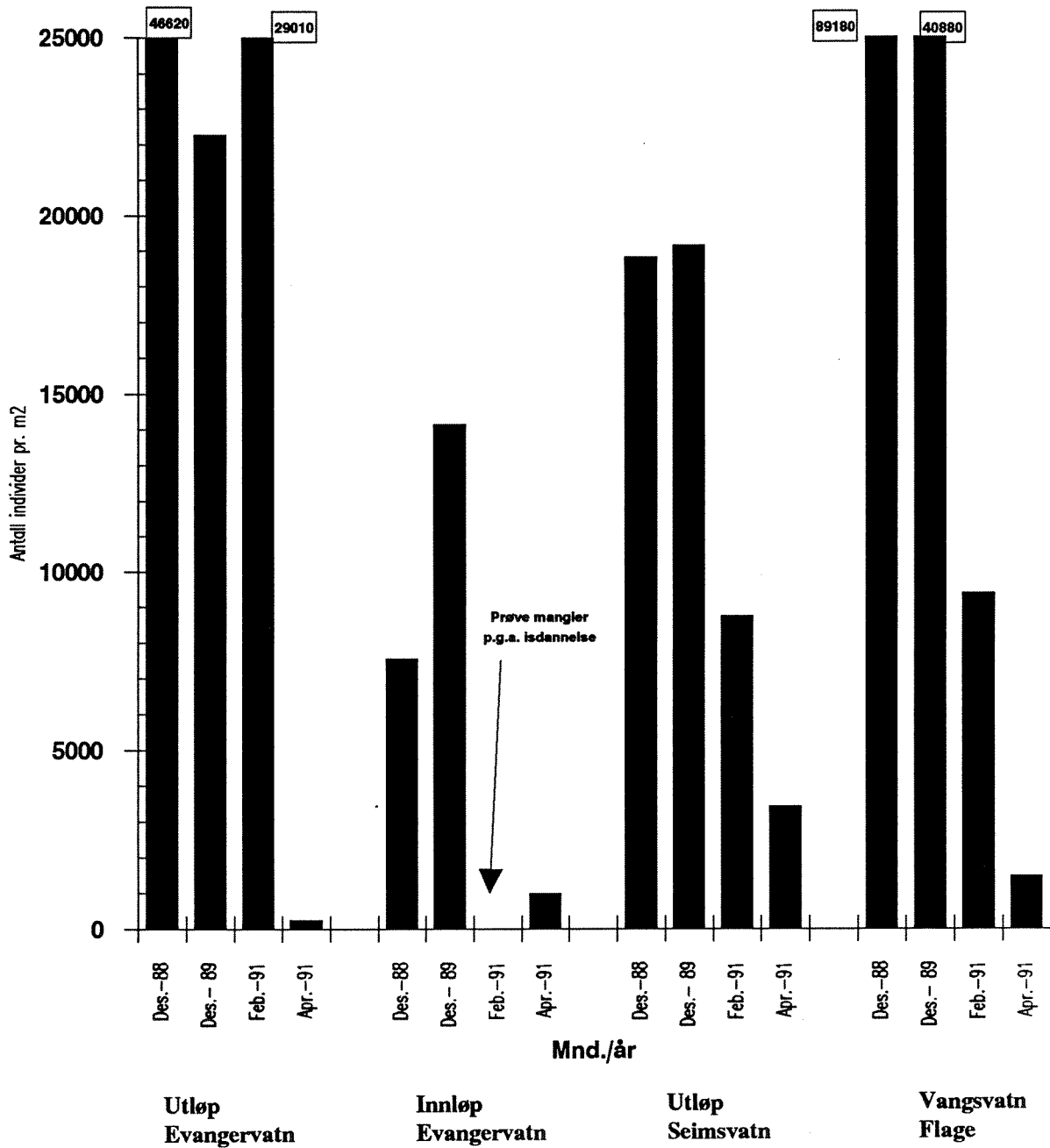
Figur 3.2a. Bunndyr i Vosso. Kodene over kolonnene angir stasjonsnummer, måned og årstall. Utløp Evangervatn (1). Innløp Evangervatn (2)



Figur 3.2a. Bunndyr i Vosso. Kodene over kolonnene angir stasjonsnummer, måned og årstall.
Utløp Seimsvatn (3). Vangsvatn - Flage (4).



Vosso - Bunndyr
Perioden des. -88 - apr. -91



Figur 3.3

Totaltettheter av bunndyr (antall/m²) i desember 1988, desember 1989, februar 1991 og april 1991.

4. Diskusjon.

Årsaken til de markerte endringene i bunnfaunen, både i sammensetning og tetthet, slik vi har sett det i materialet fra undersøkelsene i 1991 er forårsaket av ytre faktorer. Det er naturlig å koble disse sammen med den anleggsvirksomhet som fant sted i utløpet av Vangsvannet. Påvirkning fra uorganiske partikler - nedslamming (se avsnitt 2.2) - har vært en vesentlig årsak til at viktige næringsdyrgrupper er helt borte eller har fått en så sterk tilbakegang. Men i tillegg til effekt av slamføring, vil vi forvente store effekter av den kraftige reduksjonen i vannføringen vi hadde mens anleggsarbeidet pågikk.

Vannføringsvariasjonene under anleggsarbeidet var store og hyppige. Tar vi utgangspunkt i vannføringen ved NVE's vannstandsmåler i Flagehølen (Vannmerke 598-11), ble maksimumsvannføring målt 20. mars til $186 \text{ m}^3/\text{sek.}$, og minimumsvannføringen 30. januar var bare $2.4 \text{ m}^3/\text{sek}$ (se Figur 2.3). Tørrelaggingen falt sammen med en periode med frost og kraftig vind, noe som utvilsomt har hatt en vesentlig betydning på desimeringen av bunndyr, slik at det i ettertid er vanskelig å skille mellom virkningene av høyt partikkelinnhold og uttørking/frost. Trolig vil disse årsakene hver for seg være tilstrekkelig til å gi markerte effekter på bunnfaunaen. Når begge årsaker opptrer samtidig vil de forsterke hverandre.

De hyppige vannføringsendringene ved åpning og stenging av fangdammen i Lilandsosen har medført hurtige vannstandsvariasjoner helt ned til Evangervatnet, noe som er dokumentert ved kontinuerlig turbiditetsmåling i Mobillaboratoriet ved Skorve (se figur 2.5). Turbiditeten svinger omvendt proporsjonalt med vannføringen. Trolig dempes variasjonene videre nedover i Bolstadelva kraftig p.g.a. Evangervatnet.

Ved åpning av fangdammen i Lilandsosen øker vannføringen, og det skjer en økning i drivet av bunndyr, med påfølgende rekolonisering av tidligere tørrlagte områder. Når fangdammen stenges faller vannføringen hurtig (figur 2.3), deler av elvebunnen tørrlegges, og bunndyr blir liggende igjen på de tørrlagte områdene. Bunndyr som befinner seg i den vannførende delen av elvesengen utsettes for økt partikkelkonsentrasjon kombinert med sedimentasjon.

Når disse forholdene gjentar seg hyppig, noe som var tilfellet i Vosso vinteren 1991, skjer det en gradvis utarming av bunnfaunaen gjennom vinteren. Tilsvarende reduksjoner i bunndyrtetthet har vært registrert ved "døgnregulering" i Nidelva i Sør-Trøndelag (Arnekleiv, pers. komm.). Døgnregulering i Nidelva har også gitt økt dødelighet av laks- og aureunger (Hvidsten 1985). Dette har også vært tilfellet i Vosso, iflg. diverse observasjoner, uten at en har oversikt over hvor mye som har strøket med.

Følgende forhold har i dette tilfellet virket sammen, og ført til tilnærmet kollaps av bunnfaunaen i deler av vassdraget:

1. Kraftige reduksjoner i vannføringen *tørrelegger* store deler av elvebunnen.
2. *Frost* på tørrlagt elvebunn vil slå ulikt ut for ulike arter, men vil i hovedsak bidra til økt dødelighet av larver og egg av bunndyr. Gravende former (bl.a. visse fjærmygg-larver og fåbørstemark) vil ha større mulighet for å overleve.
3. Lav vannføring gir liten *fortynning* av de forurensningskomponenter som tilføres vassdraget, f.eks. uorganiske slampartikler. Ugunstige betingelser fører til at dyrene slipper seg løs og driver nedover med strømmen.
4. Lav vannføring og høyt partikkelinnhold gir kraftig *sedimentasjon* i de øvre deler av vassdraget.
5. *Variasjoner i vannføringen* ved manøvrering av fangdammen fører til resuspensjon av sedimentert finpartikulært materiale, og til økt drift av bunndyr bort fra den øvre elvestrekningen.
6. Gjentatt rekolonisering og ny tørrelegging gir en gradvis desimering av bunndyrsamfunnet.

5. Oppfølging.

Den sterkt reduserte bunnfaunaen vi registrerte våren 1991 får konsekvenser for fisk som skal vokse opp i vassdraget de nærmeste årene. Næringspotensialet for fisk er sterkt redusert, særlig på strekningen Vangsvatn-Seimsvatn, og det vil ta tid å få reetablert et naturlig bunndyrsamfunn. En slik reetablering vil bla. avhenge av at sedimentert finmateriale vaskes bort, slik at elvesubstratet vender tilbake til en naturlig tilstand. Endrete strømforhold på denne elvestrekningen, som følge av reguleringen av utløpsosen i Vangsvatnet, gjør at en må regne med endrete forhold både for bunndyrproduksjon, og når det gjelder gyte- og oppvekstområder for laks og aure.

Vangsvatnet forhindrer rekolonisering av bunndyr gjennom driv fra ovenforliggende elvestrekninger. Dette innebærer at gjenoppbyggingen av et naturlig bunndyrsamfunn må skje fra grunnen gjennom reproduksjon. I Vetlefjordvassdraget i Sogn og Fjordane, som har vært utsatt for lignende påvirkninger fra anleggsarbeid, har det tatt 3-4 år å få tilbake et bunndyrsamfunn som tilsvarer det en fant før anleggsarbeidet og tilslamming ble satt igang (Bjerknes og Bækken 1991). I dette vassdraget finnes det imidlertid uberørte elvestrekninger som bidrar med driv, slik at rekoloniseringen kan skje hurtigere enn i Vosso nedenfor Vangsvatn.

Et tilstrekkelig beitegrunnlag er en viktig forutsetning for en raskest mulig gjenoppbygging av ungfiskbestanden ved utsetting av fisk. Som grunnlag for å vurdere fiskeutsettinger, anbefales veiledende prøvetaking av bunndyr og taksering av fisk på de elvestrekningene som har vært mest utsatt for tilslamming og uttørking. Fiskens kondisjon, tilvekst og maginnhold, vil gi nyttig tilleggsinformasjon for å unngå å sette ut mer fisk enn det næringsforholdene tilsier. Utsetting av for mye fisk vil øke beitepresset på næringsdyrene, og forsinke gjenoppbyggingen av bunndyrsamfunnet.

6. Litteratur.

Alabaster, J.S. & Lloyd, R. 1980. *Water Quality Criteria for Freshwater Fish*. Butterworths.

Bjerknes, V. & Aanes, K.J. 1990. Anleggsarbeid ved Bulken i Voss kommune. Effekter på vannkvalitet og bunndyr. NIVA rapport nr. 2428.

Bjerknes, V. & Bækken, T. 1991. Registreringer av fisk, bunndyr og vannkvalitet i Vetlefjordelva høsten 1991. NIVA-notat V-91/27. O-91158.

Hessen, D. O. 1988. Biologiske effekter av partikler i vann. *Limnos*, 3/88.

Hessen, D. O., Bjerknes, V., Bækken, T. & Aanes, K.J. 1988. Økt slamføring i Vetlefjordelva som følge av anleggsarbeid. Effekter på fisk og bunndyr. NIVA rapport nr. 2226.

Holtan, H., Bakketun, Å., Brettum, P., Løvik, J. E. & Lindstrøm, E. A. 1986. Overvåking av Vossevassdraget 1981-84. Sammenfattende rapport (Overvåkingsrapport nr. 217/86). NIVA rapport nr. 1831.

Hvidsten, N.A. 1985. Mortality of pre-smolt Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L., caused by fluctuating water levels in the regulated River Nidelva, central Norway. *J. Fish Biol.* 27, 711-718.

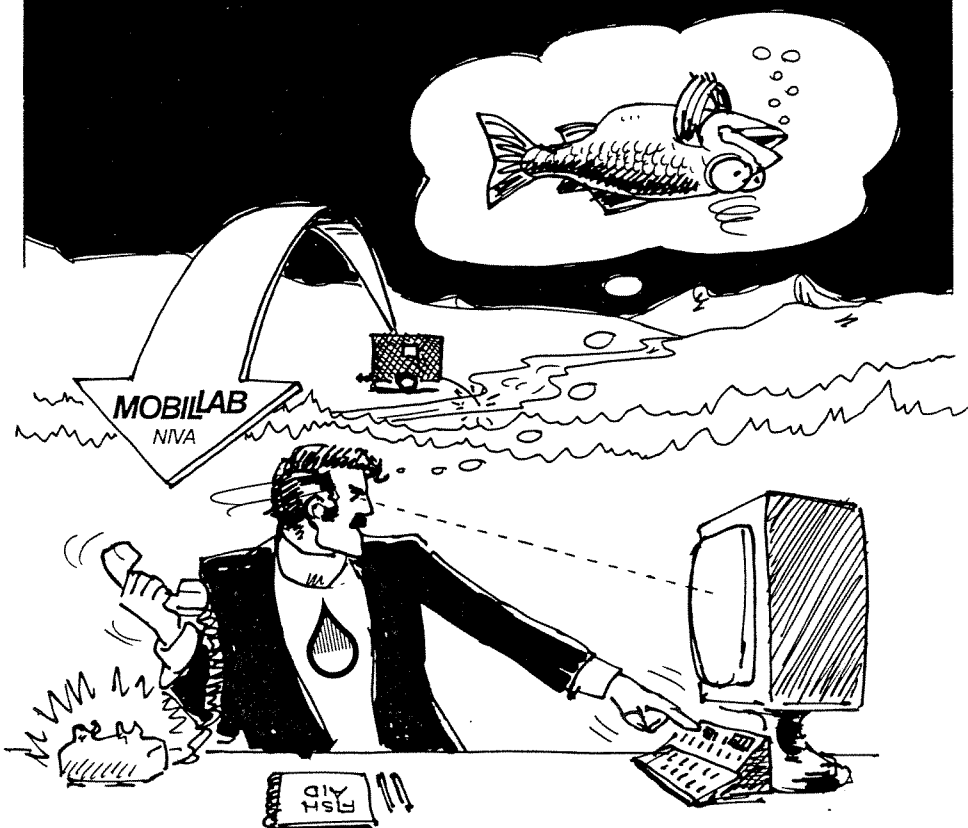
Jacobsen, P., Grande, M., Aanes, K.J., Kristiansen, H. & Andersen, S. 1987. Vurdering av årsaker til fiskedød ved G. P. Jægtevik A/S, Langstein. NIVA rapport nr. 2038.

Nuttall, P.M. 1972. The effect of sand deposition upon the macro invertebrate fauna of the River Camel, Cornwall. *Freshwat. Biol.* 2.

Aanes, K.J. & Bækken, T. 1989. Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitetsklassifiseringen. Nr. 1. Generell del. NIVA rapport nr. 2468.

Vedlegg 1. Mobillab. NIVA

MOBILLAB NIVA



NIVAs mobile målestasjon for kontinuerlig overvåking av vannkvalitet og dens virkning på fisk og bunndyr. Overføring av data skjer via mobiltelefon til en base på NIVA i Oslo.

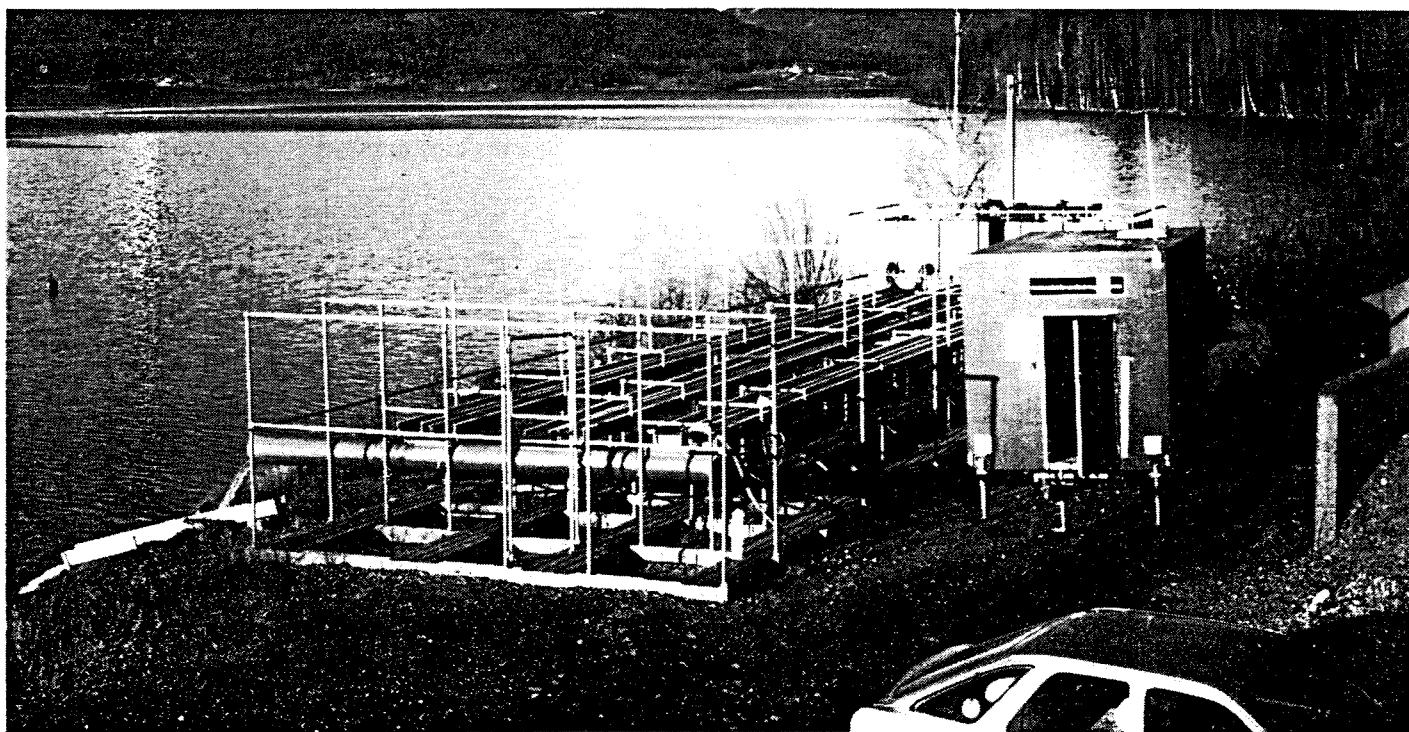
Kontinuerlig fjernovervåking i felt

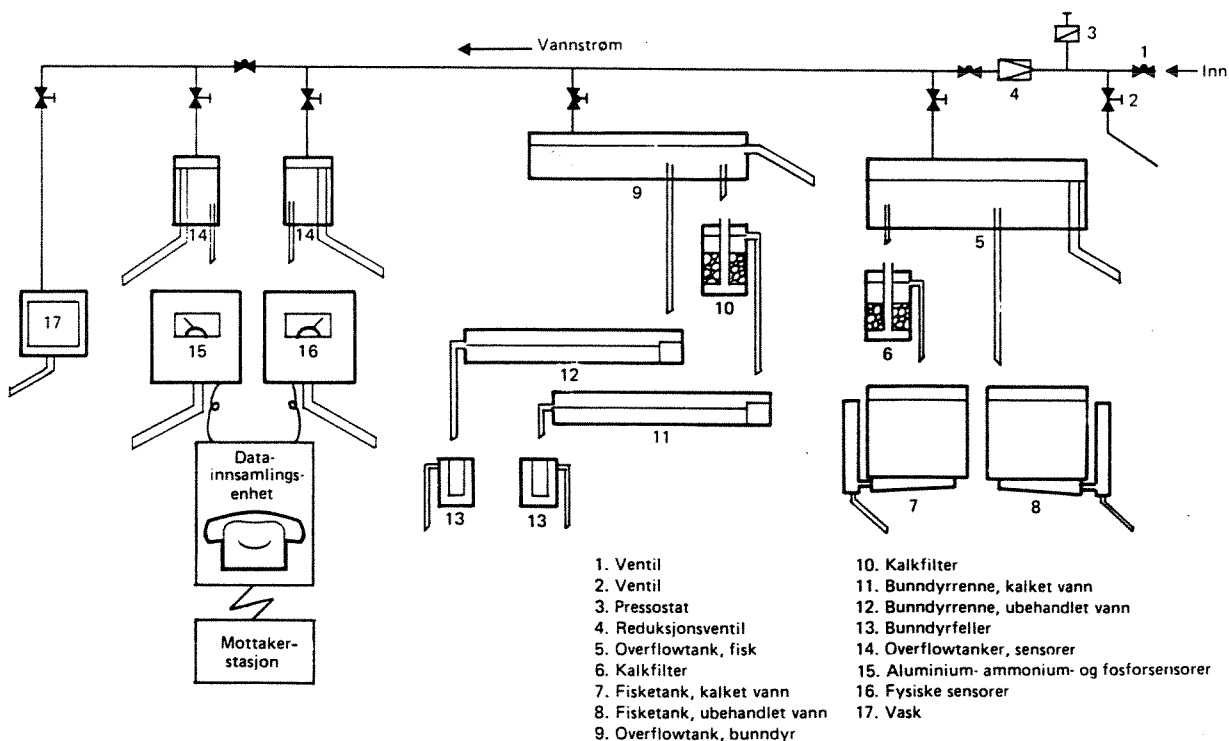
MOBILLAB-NIVA er et rullende laboratorium og akvarium utviklet ved NIVA for å fjernovervåke vannkvalitet kontinuerlig. Laboratoriet kan i dag utstyres med sensorer for måling av:

- pH (surhetsgrad)
- konduktivitet (saltinnhold)
- vanntemperatur
- turbiditet (partikkelinnhold)
- UV-absorpsjon (farge)
- kalsium (hardhet)
- ammonium
- fosfor
- reaktivt aluminium («totalt» aluminium)
- ikke-labilt aluminium («organisk» aluminium)
- labilt aluminium («giftig» aluminium, differansen mellom reaktivt og ikke-labilt aluminium)

Måleresultatene overføres til en sentral hovedstasjon på NIVA via mobiltelefon.

Laboratoriet er utstyrt med to sett kar for registrering av vannkvalitetens virkning på fisk og bunndyr. Et sett er forsøkskar hvor vannet ledes direkte inn. Et annet sett er referansekar, hvor vannet forbehandles (f.eks. kalkes) for å oppnå en god og stabil vannkvalitet.





Fleksibelt system med mange muligheter

MOBILAB-NIVA ble opprinnelig konstruert for å studere sur nedbørs virkning på vannkvalitet, fisk og bunndyr. Senere er laboratoriet også benyttet til andre formål. Hittil har MOBILAB-NIVA vært brukt i følgende sammenhenger:

- overvåking av Vikedalselva i Rogaland for å registrere vannkvalitetsendringer og deres virkning på fisk og bunndyr under snøsmeltingen
- effekter av kunstig forurening
 - av tilløpsbekk til Vikedalselva
 - av nedbørfelt i Sogndal
 - av Bonnabekken i Nordmarka
 - i renneforsøk ved Oset vannrenseanlegg
- overvåking av drikkevannskvaliteten og optimalisering av renseprosessen ved tre vannverk som benytter aluminiumfelling
- overvåking av Hoffselva på Skøyen
- overvåking av Hunnselva ved Gjøvik

MOBILAB-NIVA har mange anvendelsesmuligheter. Selve laboratoriet er robust og vel egnet til transport. Nye sensorer kan enkelt innpasses i systemet. Det siste året er en fosforsensor og utstyr for måling av ammonium innlemmet i instrumentutvalget. Andre aktuelle målevariable er nitroforbindelser, oksygen, klorid,

fluorid og tungmetaller. I tillegg til de fysiske-kjemiske sensorer er MOBILAB-NIVA godt egnet for utprøving av biologiske sensorer, for eksempel sensorer for registrering av fiskens reaksjoner på giftige betingelser.

MOBILAB-NIVA har mange fordeler fremfor tradisjonell prøvetaking og analyse av enkeltprøver. Resultatene fra de kontinuerlige målingene gir et mer komplett bilde av vannkvaliteten enn analyse av enkeltprøver. Det er mulig å registrere kortvarige endringer i vannkvalitet som man ikke ville kunne fange opp ved for eksempel daglig prøvetaking. Måling i felt hindrer at vannprøven endrer seg mellom prøvetaking og analyse, og sammenhengen mellom vannkvalitet og effekt på akvatiske organismer kan studeres direkte. Rask registrering av vannkvalitetsendringer kan blant annet utnyttes til å optimalisere renseprosesser ved vannverk og til styring av tiltak for å motvirke effektene av ugunstig vannkvalitet.

MOBILAB-NIVA er et godt hjelpemiddel for å studere raske endringer i vannkvalitet og biologisk respons på naturlige og kunstig fremkalte giftige betingelser.

Litteratur: Henriksen, A., Røgeberg, E., Andersen, S. and Veidel, A. 1986.

MOBILAB-NIVA, a complete station for monitoring water quality.

44pp. Acid Rain Research Report 11/1986.

Wathne, B. M.

NIVA's Mobillaboratorium – MOBILAB-NIVA. Foredrag på Norsk Limnologforenings seminar på Sundvollen 20.-21. september 1988.

Limnos 1989 in press.

Kontaktpersoner: Arne Henriksen
Eirin Røgeberg
Bente Wathne



Brekkeveien 19, Postboks 33 Blindern, 0313 OSLO

Telefon 02 23 52 80, Telefax 02 39 41 89

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
ISBN 82-577-2024-0