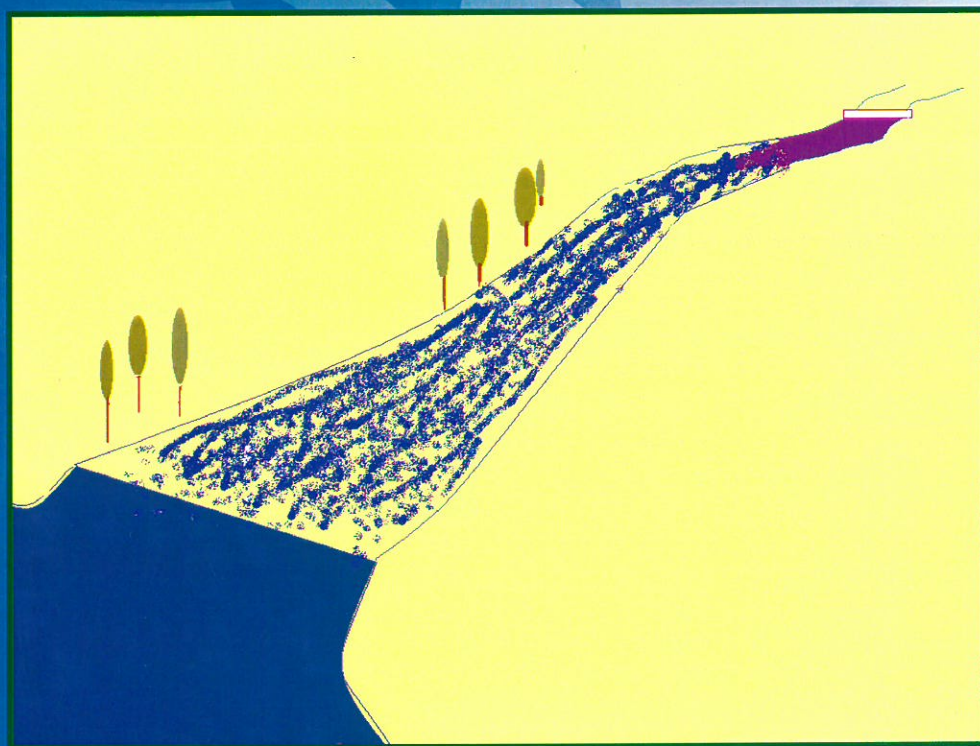


# Rapport

## 02-2002

### Oppsummering av hydrologiske undersøkelser i Steinkjervassdragene 1998 - 2001.

Bruk av sporstoff til å identifisere problemstillinger knyttet til  
rotenonbehandling, samt til uttesting  
av behandlingsmetode og utstyr til behandling.



# Oppsummering av hydrologiske undersøkelser i Steinkjervassdragene 1998 - 2001

Bruk av sporstoff til å identifisere problemstillinger  
knyttet til rotenonbehandling, samt til uttesting av  
behandlingsmetode og utstyr til behandling.

Gisle Bakkeli, John Haakon Stensli og Roar Sandodden

VESO - Trondheim  
Rapport 02-2002



# VESO-rapport

2002

Tittel: Oppsummering av hydrologiske undersøkelser i Steinkjervassdragene 1998 - 2001. Bruk av sporstoff til å identifisere problemstillinger knyttet til rotenonbehandling, samt til uttesting av behandlingsmetode og utstyr til behandling.		
Utgiver: VESO-Trondheim		Oppdragsgiver: Direktoratet for naturforvaltning
Prosjektnummer: 1436		Oppdragsgivers referanse: DN kontrakt nr. 01040009
Forfattere: Gisle Bakkeli, hydrolog John Haakon Stensli, prosjektleder Roar Sandodden, prosjektmedarbeider		Ansvarlig: Ketil Skår Avdelingsleder VESO Trondheim
Antall sider: 49	ISBN: 82-7882-002-3	Dato: 22.03.02
Emneord: Rotenon, hydrologi, sporstoff, fortynning, spredning		Keywords: Rotenone, hydrology, dye tracer, dilution, dispersion
Ekstrakt: Som et forarbeid mot rotenonbehandlingen av Steinkjervassdragene i 2001 og 2002 ble det i 1998 igangsatt en hydrologisk kartlegging av vassdraget. Dette arbeidet pågikk helt fram til en omfattende simulert behandling i august 2001. Sporstoffundersøkelsene har hatt som siktemål å <u>kvalitetssikre</u> et godt doseringssystem for rotenonbehandling mot <i>Gyrodactylus salaris</i> i Steinkjervassdragene. Arbeidet har vært et ledd i en kontinuerlig metodeutvikling av behandlingsopplegget.  Sporstoffundersøkelsene har økt kunnskapen omkring hydrologien i Steinkjervassdraget. Det er bl.a dokumentert at hoveddoseringer ved Byafossen, Støafossen og Figga-sperra må trekkes oppstrøms i forhold til doseringspunkter som ble brukt ved behandlingen i 1993. Det er også dokumentert at det er nødvendig med hyppigere påfriskning av rotenonskyen i Oгна. Undersøkelsene dokumenterer at bruk av nytt doseringsutstyr (båt og pumpe) har forbedret behandlingen av elveforbygninger, områder med grovt substrat og grunnvannstilsig. Det er i tillegg etablert et kart over hastigheten på vanntransporten ved ulike vannføringer i de aktuelle elvene.  Disse undersøkelsene medfører at man nå har en <u>større trygghet</u> for at man er i stand til å gjennomføre en god rotenonbehandling av alle aktuelle vannforekomster i Steinkjervassdragene.		



# Forord

---

Denne rapporten beskriver de hydrologiske undersøkelser i Steinkjervassdragene 1998 - 2001. Undersøkelsene presenteres fortløpende, enkelte resultater blir presentert mer utdypende enn andre. I hovedsak er det meste av arbeidet omkring de hydrologiske undersøkelsene planlagt og gjennomført under ledelse av Gisle Bakkeli og John Haakon Stensli fra VESO Trondheim. Andre sentrale aktører har vært Kari Tønset og Roar Sandodden fra VESO Trondheim. Undersøkelsene har inngått i planleggingsprosessen til rotenonbehandlingen av Steinkjervassdragene i 2001 og 2002.

Som mannskap til undersøkelsene har det vært benyttet personell fra VESO Trondheim, Fylkesmannen i Møre og Romsdal, Fylkesmannen i Nord-Trøndelag, Fylkesmannen i Nordland, Steinkjer Jeger og Fiskerforening, Veterinærinstituttet i Trondheim og SNO. NTNU, LFI-Oslo, GeoRecon og Sintef har gitt råd i forbindelse med utformingen av forsøkkoplegget. Vi vil takke Helge-Rein-By Brug A/S for velvillig regulering av vannføringen ved undersøkelsene i Byaelva. Takk også til Direktoratet for Naturforvaltning som har finansiert dette arbeidet. Landbruksdepartementet finansierte et halvt årsverk i oppstartsfasen av arbeidet.

Trondheim 22.04.2002

Ketil Skår  
Avdelingsleder

John Haakon Stensli  
Prosjektleder

# Sammendrag

Steinkjervassdragene ble rotenonbehandlet i 1993 og parasitten ble på nytt registrert i 1997. Det antas at behandlingen i 1993 slo feil og at parasitten ikke ble gjeninnført til vassdragene. Det er ikke kjent hva som var årsaken til at behandlingen mislyktes. På bakgrunn av dette har det blitt utført sporstoffundersøkelser i vassdragene og munningsområdet for å klarlegge de hydrogeografiske forhold. I vassdrag kan det fysiske strømningsmønsteret kartlegges ved bruk av ulike målemetoder. I Steinkjervassdragene har vi brukt kjemiske sporstoffmålinger. Resultatene fra sporstoffundersøkelsene har gitt informasjon om hydrologiske forhold. Dette er benyttet i den videre planleggingen av rotenonbehandlingen i Steinkjervassdragene.

Sporstoffundersøkelsene har blant annet dokumentert at hoveddoseringer ved Byafossen, Støafossen og Figga-sperra må trekkes oppstrøms i forhold til doseringspunkter brukt ved behandlingen i 1993. Det er også dokumentert at det er nødvendig med hyppigere påfriskning av rotenonskyen nedover Oгна. Videre har utviklingen og bruk av nytt doseringsutstyr (båt og pumpe) i stor grad forbedret behandlingen av elveforbygninger, områder med grovt substrat og grunnvannstilsig. Det er i tillegg etablert et kart over hastigheten på vanntransporten ved ulike vannføringer i de aktuelle elvene. Undersøkelsene medfører at man i mye større grad enn tidligere er trygge på å gjennomføre en god rotenonbehandling av alle aktuelle vannforekomster i Steinkjervassdragene.

I munningsområdet er det dokumentert at sporstoffet blir spredd på et stort område, og dødelighet kan trolig kun forventes i umiddelbar nærhet av utløpet. Fra Figga kan også rotenon kun forventes å ha effekt i munningen og et lite stykke langs land. En

spredning ut i munningsområdet for Steinkjervassdragene skjer normalt ikke, da strømmen fra Steinkjervassdragene er for sterk. Rotenonbehovet tilsier at en behandling av hele fjordområdet utenfor elvemunningene ikke er gjennomførbart.

En dosering i Støafossen uten ekstra tiltak (bruk av pumper) gir ikke god nok innblanding i og nedstrøms fossen. Det er derfor nødvendig å trekke doseringen oppstrøms Støafossen, samtidig med at man sørger for en god dosering i hele elvas bredde. På grunn av omfattende fortykning nedstrøms i Oгна vil det være nødvendig med påfriskning ved Brandsegg, Bruem og Midjo. I tillegg kan det være aktuelt med flere mindre påfriskningspunkter. Da Bruemshølen og Hornemannshølen magasinerer betydelige mengder vann, resulterer dette i at rotenonskyen fortynnes og forsinkes i og nedstrøms kulpene. Denne effekten blir ytterligere styrket ved lav vannføring. Undersøkelser har imidlertid dokumentert god spredning i dyp og tverrsnitt i begge høler. Påfriskning ved Midjo må foretas i hele tverrsnittet for å sikre god nok konsentrasjon i alle elveforgreninger ved Guldbergaunet.

Det er også vist at området omkring Byafossen er komplekst. Ved flere undersøkelser er det blitt påvist hydrologiske problemområder. Dette er blant annet tilsig av grunnvann, langsom innblanding i steinfylling eller annet grovt substrat ved elvebredd, begrenset spredning i tverrsnitt, lekkasjer i demningen, gjennomstrømning av vann i grusør og fortykning langs bredd med grovt substrat. Ved å endre det tidligere behandlingsopplegget og sette inn store ressurser med mye mannskap og båt og pumpe er problemene imøtekommet. I dag er det på bakgrunn av dette etablert en effektiv behandlingsmåte i dette området.

# Innholdsfortegnelse

---

<b>1. Innledning</b> .....	<b>8</b>
1.1 Bakgrunn.....	8
1.2 Formål.....	8
1.3 Områdebeskrivelse.....	9
<b>2. Materiale og metode</b> .....	<b>10</b>
2.1 Felt og analysemetode .....	10
<b>3. Oversikt over alle gjennomførte hydrologiske undersøkelser</b> .....	<b>11</b>
<b>4. Nærmere presentasjon av utvalgte undersøkelser</b> .....	<b>22</b>
4.1 Simulert rotenonbehandling.....	22
4.1.1 Simulert behandling 1.....	22
4.1.2 Simulert behandling 2.....	27
4.1.3 Simulert behandling 3.....	31
4.1.4 Simulert behandling 4.....	35
4.2 Hovedutdosering og påfriskning.....	40
4.2.1 Oгна.....	40
4.2.2 Byaelva .....	43
4.2.3 Figga .....	44
4.3 Fortynning og spredningsmåling .....	45
4.4 Hovedelv-sideelv/sidebekk .....	47
4.5 Hastighetsmålinger .....	48
Litteraturliste.....	49



# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn

I Norge er 42 lakseelver de siste 27 årene blitt infisert av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*. 25 lakseelver har til nå blitt behandlet med rotenon, 21 var vellykket og 4 mislykket. På bakgrunn av dette nedsatte Direktoratet for naturforvaltning en metodegruppe våren 1998. Gruppen hadde som mandat å foreta en fullstendig gjennomgang av hele prosessen knyttet til rotenonbehandling med sikte på forbedring i alle ledd (Haukebø m.fl 2000). Mye av arbeidet som har blitt gjennomført i Steinkjervassdragene har vært en del av dette metode- og utviklingsprogrammet.

Steinkjervassdragene ble rotenonbehandlet i 1993 og parasitten ble på nytt registret i 1997. Det antas at behandlingen i 1993 slo feil, altså at parasitten ikke ble gjeninnført til vassdragene. Det er ikke kjent hva som var årsaken til den mislykkede behandlingen. Det er pekt på en rekke forhold ved aksjonen i 1993 som mulige årsaker, blant annet manglende oversikt over hydrogeografiske forhold. På bakgrunn av dette har det blitt utført sporstoffundersøkelser i vassdragene og munningsområdet for å klarlegge de hydrogeografiske forholdene bedre. Tidligere var hydrologiske undersøkelser i forbindelse med rotenonaksjoner begrenset til en visuell hastighetsberegning av rotenonfronten. Rotenonmengden som ble dosert ved startdosering og påfriskning måtte utelukkende basere seg på skjønnsmessige vurderinger.

## 1.2 Formål

Manglende sikkerhet om hvordan rotenon fortynnes og spres i vassdraget har flere effekter. Blant annet kan det oppstå områder i vassdraget med for lav konsentrasjon. Dette kan skyldes manglende oppmerksomhet omkring hva som fører til fortynning (eksempel tilsig av vann gjennom grunnen og

ut i vassdraget). For å imøtekomme dette er det tidligere blitt lagt til en sikkerhetsmargin i doseringen i et forsøk på å sikre at konsentrasjonen i antatt kritiske områder ikke ble for lav. Dette alene sikrer ikke at alle områder i vassdraget får en tilstrekkelig høy rotenonkonsentrasjon.

I tillegg til å bidra til en bedre og mer optimal behandling av Steinkjervassdragene, har det vært et mål at undersøkelsene skulle bidra til å heve det generelle kunnskapsnivået med tanke på forbedringer som også kommer behandlinger i andre vassdrag til gode.

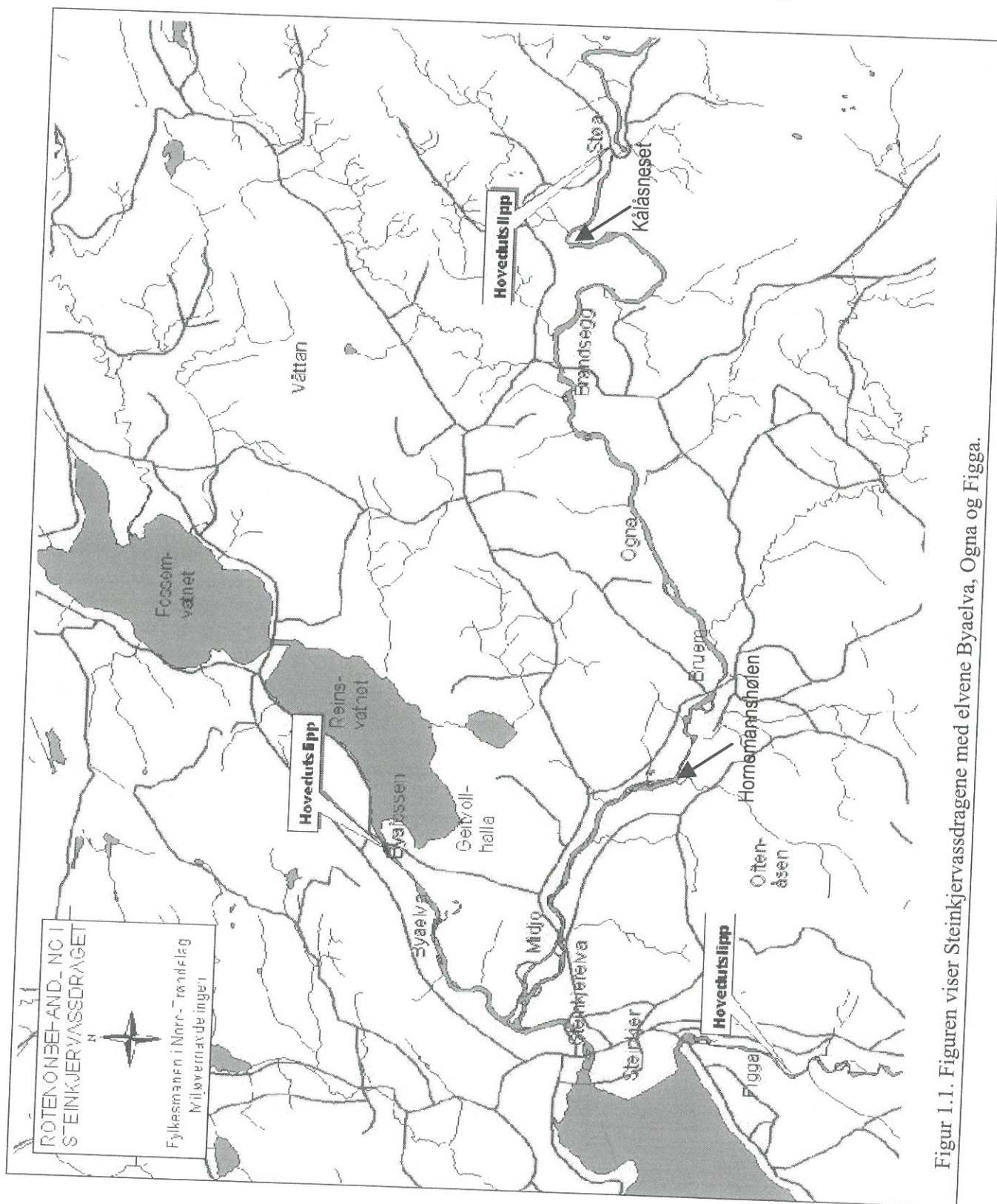
Undersøkelsene kan deles inn i følgende hovedkategorier:

- Hastighetsmålinger for å registrere rotenonskyens bevegelse nedover vassdraget ved ulike vannføringer. Disse er nødvendige for å kunne koordinere ulike operasjoner under behandlingen.
- Fortynning og spredningsmålinger i ulike deler av vassdrag og munningsområde for å klarlegge om valgt doseringsmetode gir ønsket konsentrasjon av rotenon på de valgte målepunktene. Det avdekkes blant annet om doseringstid, sted for dosering/påfriskning og utstyret som brukes er tilfredsstillende eller ikke.
- Kontroll med konsentrasjoner i områder hvor det er mistanke om gjennomstrømming av vann i grusør eller ut gjennom elvebredd (grunnvann), langsom innblanding ved steinfylling eller annet grovt substrat ved elvebredd, hvor elva er dyp eller bred og ved påvirkning av sidebekker.
- Kontroll av vannveier i ledningsnett. Dette identifiserer blant annet hvilket avløp som tilhører rør som munner ut neddykket i elva. Dette er viktig for behandlingen av vann og avløp.
- I tillegg har sporstoffundersøkelser vært benyttet til å kvalitetsikre behandlingsplanene, utstyr til behandling og behandlingsmetodikk generelt.

### 1.3 Områdebeskrivelse

Steinkjervassdragene ligger i Nord-Trøndelag og har sitt utløp i Steinkjer innerst i Beitstadfjorden. Steinkjervassdragets (Ogna og Byaelva) og Figgas nedbørsfelt er på 2153 km<sup>2</sup> og 250 km<sup>2</sup> (Johnsen m.fl. 1999). Mye av elvene består av områder med stryk, forgreninger, fossefall og små kulper. I dag

går laksen og sjørreten i Byaelva til demningen på Byafossen, en anadrom strekning på 5,2 km fra munningen. I Figga går anadrom fisk til fiskespera på Lø, en strekning på ca 2 km. I Ogna kan anadrom fisk gå til Støafoss, en strekning på 18,2 km. I tillegg er det i nedbørsfeltet lange sidebekker hvor det er usikkert om det finnes anadrom fisk. Figur 1.1 viser Steinkjervassdragene.



Figur 1.1. Figuren viser Steinkjervassdragene med elvene Byaelva, Ogna og Figga.

## 2. Materiale og metode

I vassdrag kan det fysiske strømningsmønsteret kartlegges ved bruk av ulike målemetoder. En slik metode er blant annet bruk av kjemiske sporstoffmålinger. Prinsippene ved sporstoffmetoden er enkle, og sporstoffets spredning kan forklares ut fra dispersjon- og diffusjonsprosessene i vassdraget (Kilpatrick & Cobb 1985).

### 2.1 Felt- og analysemetode

#### Injeksjon og prøvetaking

Ved undersøkelsene ble et kjent volum av sporstoffet Rhodamin B injisert ved momentan og kontinuerlig injeksjon (dosering over tid). Sporstoffet har ikke skadelige effekter på flora eller fauna (Wilson et al. 1986). Nedstrøms ble det samlet inn vannprøver ved en eller flere lokaliteter. Totalt ble det gjennomført 27 sporstoffinjeksjoner (flere undersøkelser inngår i samme injeksjon) hvor konsentrasjoner har blitt målt, mens det er utført et ukjent antall utslipp for visuelle observasjoner. I denne rapporten angis høyre og venstre elvebredd ved at man ser nedstrøms vassdraget

#### Analyse

Analyse av vannprøvene ble gjort i laboratorium. Vannprøvene ble tømt over i kuvetter og avlest i et fluoremeter. Fluoremeteret var av typen 10-005 fra Turner Design. Dette gir mål på den fluorescerende lysintensiteten i en vannprøve som inneholder

fluorescerende sporstoff (Wilson et al. 1986). Intensiteten av den avleste fluorescensen er proporsjonal med innholdet av sporstoffmolekyler i vannprøven, og datamaterialet (serie) identifiseres som en responskurve (Kohler 1992). Mengden sporstoff i hver vannprøve ble regnet om til konsentrasjon i ppb (parts per billion).

Responskurvenes form gir informasjon om hvordan sporstoffet spres i både bredde, dybde og lengde i vassdraget. Informasjonen gjør det mulig å beregne og modellere hydrauliske parametere som vannhastighet, fortynning, spredningskoeffisient, utstrekning på responskurven og teoretiske beregnede responskurver. Spredningskoeffisienten, utstrekningen og teoretisk beregnede responskurver gir et mål på spredningen av sporstoffet i vassdraget (Fischer 1967).

#### Vannføring

Et av de store usikkerhets momentene i Steinkjervassdragene er vannføringen. Det er vist til at limnigrafene på Håkkådalsbrua og på Kålåsneset (blir av NVE referert til som Støafoss) kan ha store feilmarginer. Spesielt gjelder dette på lav vannføring. NVE har en korrigerings tabell, men denne har ikke blitt oppdatert i den senere tid. Der har også vist seg å være vanskelig for reguleren i Byaelva å angi vannføringen nedstrøms Byafossen nøyaktig. I de fleste tilfeller har vannføringen i Byaelva trolig vært noe høyere enn antatt.

### 3. Oversikt over alle gjennomførte hydrologiske undersøkelser

De fleste av undersøkelsene er grundigere utdypet i Bakkeli 1999 (undersøkelse 1-8), eller i kapittel 4.

#### 1. Spredning og fortynningsmålinger i strekningen Bruem-Guldbergaunet

Dato:

20.07.98

Lokalitet:

Bruemshølen-Guldbergaunet

Injeksjon:

500 m oppstrøms Bruemshølen, momentant.

Ant. målest:

9 - Bruem 2, Hornemannshølen 2, Midjo 1 og Guldbergaunet 4.

Vannføring:

7,69 m<sup>3</sup>/s

Formål:

*Bruemshølen*

Fortynning og spredning av sporstoffsken gjennom Bruemshølen

*Hornemannshølen:*

Fortynning og spredning av sporstoffsken fra Bruemshølen til Hornemannshølen, samt fortynning og spredning av sporstoffsken gjennom Hornemannshølen.

*Midjobrua og Guldbergaunet:*

Fortynning og spredning av sporstoffet fra Hornemannshølen til Midjobrua, samt måling av konsentrasjons forskjeller og fordelingen av sporstoffet på forgreningene ved Guldbergaunet.

Resultater:

Målingene viste at kulpene magasinerer og fortynner rotenon betydelig, spesielt gjelder dette Bruemshølen. Hornemannshølen har ikke den samme magasinerings-effekten, men bidrar også til å fortynne rotenonen betydelig. Resultatene viser at sporstoffet ble fortynnet med mer enn 85% fra oppstrøms Bruemshølen til Guldbergaunet. I forgreningene (3 av 4) ble det registrert tilnærmet like konsentrasjoner av sporstoffet.

#### 2. Spredning i munningsområdet, Steinkjerelva

Dato:

21.07.98

Lokalitet:

I området fra utenfor Steinkjerelva, munningen av Figga, ut til Raudskjæret og i Bogabukta, fyllinger langs land i Bogabukta og mot Figga. Snitt og dybdemålinger fordelt i fjordområdet.

Injeksjon:

Håkkådalsbrua, kontinuerlig 5 timer

Ant. målest:

14 snittmålingslinjer, 23 faste målepunkter (13 dybde, 10 i fyllinger)

Vannføring:

28 m<sup>3</sup>/s, Steinkjerelva

Formål:

*Munningsområdet*

Å studere spredning og fortykning i munningsområdet og i dypet over en tidevannssyklus.

*Fyllinger*

Å studere spredning av sporstoff fra munningsområdet og inn i fyllinger.

Resultater:

Sporstoffet ble spredd på et stort område og fortynnet betydelig. Rotenon vil trolig ha liten effekt i munningsområdet. Høyeste konsentrasjon ble registrert i strømmen fra Steinkjerelva ut i fjordområdet, og dødelighet kan trolig kun forventes i umiddelbar nærhet av utløpet av Steinkjerelva. Mot slutten av tidevannssyklusen ble det kun registrert sporstoff i Bogabukta. Ingen betydelig spredning ble registrert ned i dypet. Sporstoff ble registrert inn i fyllinger i Bogabukta, men ikke i området mot Figga.

### 3. Gjennomstrømning i grusør

Dato:

23.07.98

Lokalitet:

Grusør nedstrøms for Byafossen

Injeksjon:

Gjennom kraftverket, kontinuerlig 5 timer

Ant. målest:

8 - 5 stasjoner i randsonen og 1 inne i hull på selve øra. 2 i Kjøråsbakevja.

Vannføring:

15 m<sup>3</sup>/s, ble redusert fra 30 m<sup>3</sup>/s før forsøket startet.

Formål:

*Grusøra*

Måling av forskjeller i konsentrasjoner i substratet (i randsonen) ved, i og nedstrøms for grusøra. Måling av sporstoffet i randsona oppstrøms, nedstrøms, og ved sidene av grusøra. Har grusøra en slik permeabilitet at kjemisk stoff spres med vannmassene gjennom grusøra?

*Kjøråsbakevja*

Måling av sporstoffet ved innløpet til bakevja og i selve bakevja.

Resultater:

Resultatene viste varierende konsentrasjoner i randsonen ved grusøra. En minimal inntrenging av sporstoff gjennom substratet ble registrert. Laveste konsentrasjoner i randsonen ble registrert i akterenden av grusøra. Høyeste konsentrasjon ble registrert i ytersving nedstrøms for øra. I hullet på øra ble det registrert minimale verdier. Avhengig av en grusørs permeabilitet vil vann trenge gjennom grusmassene og kan føre til lomme med frisk vann i nedre kant av grusøra. I Kjøråsbakevja ble det ikke registrert sporstoff.

### 4. Lekkasjer i Byadammen

Dato:

10.03.99

Lokalitet:

Byafossen

Injeksjon:

200 m oppstrøms for Byadammen i 150 m bredde, kontinuerlig 2 timer

Ant. målest:

5 - 4 stasjoner lokalisert ved lekkasjer i dammen, 1 i inntakskanalen til kraftverket.

Vannføring:

15 m<sup>3</sup>/s, ble redusert fra 30 m<sup>3</sup>/s før forsøket startet.

Formål:

Å identifisere en eventuell spredning av sporstoff gjennom lekkasjene i demningen, og med dette avdekke om det er nødvendig med spesielle tiltak for få rotenon gjennom sprekkene i demningen.

Resultater:

Det ble registrert rotenon gjennom alle sprekker i Byadammen og i inntakskanalen til kraftverket. Sporstoffverdiene var svært variable.

### 5. Spredning i munningsområdet, Steinkjerelva

Dato:

12.03.99

Lokalitet:

I området fra munningen av Steinkjerelva, munningen av Figga, til Raudskjæret og i Bogabukta

Injeksjon:

Håkkådalsbrua, kontinuerlig 5 timer

Ant. målest:

13 snittmålings-linjer, 13 faste målepunkter (dybde)

Vannføring:

60 m<sup>3</sup>/s, Steinkjerelva

Formål:

Å identifisere spredning og fortykning i munningsområdet og dypet. Undersøkelsen var et supplement til resultatene fra 1998 (se undersøkelse nr. 2).

Resultater:

Resultatene viste i likhet med undersøkelsene i 1998 at rotenon vil ha liten effekt i munningsområdet. Dødelighet kan trolig kun forventes i umiddelbar nærhet av utløpet av Steinkjerelva. Det ble også registrert sporstoff i munningen dagen etter utslippet, men i svært lave verdier.

Kommentar:

-15°C, vind og lite ferskvannsløkk. Vind, bølger og lite sprangsjikt kan ha gitt spredning ned i dypet.

## 6. Tverrsnittsmålinger i Steinkjerelva

Dato:

12.03.99

Lokalitet:

Steinkjerbru

Injeksjon:

Håkkådalsbrua, kontinuerlig 1 time

Ant. målest:

3, spredd i elvas tverrsnitt

Vannføring:

53 m<sup>3</sup>/s

Formål:

Å se på om dosering fra kun en elvebredd ved Håkkådalsbrua gir spredning i hele elvas tverrsnitt ved Steinkjerbrua, 400 meter nedstrøms for Håkkådalsbrua.

Resultater:

Resultatene viste at det var betydelig forskjell i sporstoffkonsentrasjonen i elvas tverrsnitt. Høyeste konsentrasjon ble registrert ved samme side som injeksjon. En spredning i hele tverrsnittet ved dosering fra en elvebredd på Håkkådalsbrua oppnås ikke ved Steinkjerbrua. For å oppnå dette må det doseres over hele elvebredden. God koordinering av rotenonskyene fra Byaelva og Oгна vil også gi rotenon i hele tverrsnittet.

Kommentar:

Det er høy turbulens i strekningen, men dette er ikke nok til å gi spredning i tverrsnittet.

## 7. Spredning i munningsområdet, Figga

Dato:

18.03.99

Lokalitet:

I området fra Munningen av Figga, munningen av Steinkjerelva, Raudskjæret og Bogabukta

Injeksjon:

Sperra i Figga, kontinuerlig 3 timer

Ant. målest:

10 snittmålings linjer, 10 faste målepunkter (dybde)

Vannføring:

ca 3-4 m<sup>3</sup>/s

Formål:

Å identifisere spredning og fortykning i munningsområdet og dypet. Undersøkelsen var et supplement til resultatene fra Steinkjerelva i 1998 og 1999 (se undersøkelse nr 2 og 5). Kan et utslipp i Figga ha effekter i munningsområdet?

Resultater:

Resultatene viste at rotenon kun kan forvente å ha effekt i nærhet av munningen og langs land mot E6. En spredning ut i munningsområdet skjer ikke da strømmen fra Steinkjerelva er for sterk, og strømmen fra Figga blir presset langs land. Det ble registrert små mengder sporstoff i munningen dagen etter utslippet, men i svært lave verdier.

Kommentar:

-5°C, noe vind og lite ferskvannsløkk

## 8. Spredning ved fyllinger og kai i Steinkjerelva

Dato:

19.03.99

Lokalitet:

Fyllinger ved Fylkets hus og kaianlegget

Injeksjon:

Håkkådalsbrua, 1,5 timer fra begge elvebredder, kontinuerlig.

Ant. målest:

5 - 3 i fyllingene ved Fylkets hus og 2 ved kaia

Vannføring:

51 m<sup>3</sup>/s

Formål:

Å se på spredningen av sporstoff mot fyllingene i utløpet av Steinkjerelva og ved kaia. Sammenligne resultatene for å se nærmere på spredningen i elvas tverrsnitt.

Resultater:

Det ble registrert høye konsentrasjoner av sporstoffet ved begge elvebredder. Sporstoffet ble registrert noe senere i fyllingene ved Fylkets hus enn ved kaia, konsentrasjon i dette området lå også noe lavere enn ved kaia.

Kommentar:

En tregere spredning mot fyllingene skyldes trolig friksjon mot elvebredd og bunn.

*Nærmere beskrivelse av undersøkelse 1 t.o.m. 8 (fra 20.07.1998–19.03.1999) finnes i Bakkeli 1999.*

## 9. Spredning i tverrsnittet på sperra i Figga

Dato:

20.07.99

Lokalitet:

Sperra i Figga

Injeksjon:

300 meter oppstrøms sperra fra venstre elvebredd, 2 timer kontinuerlig.

Ant. målest:

6 - 4 på sperra og 2 i randsonen nedstrøms for sperra (høyre og venstre elvebredd)

Vannføring:

ca. 3 m<sup>3</sup>/s

Formål:

Ved rotenonbehandlingen i 1993 ble injeksjon gjennomført fra selve sperra. Dette kan ha ført til lommer uten rotenon i randsonen og tett opp til/ under sperra. Formålet med undersøkelsene var å identifisere spredningen av rotenon i tverrsnittet ved sperra i Figga. Ville en dosering oppstrøms for sperra gi spredning i hele elvas tverrsnitt?

Resultater:

Målingene viste at det med dosering oppstrøms for sperra ikke ble tilstrekkelig spredning av rotenon i elvas tverrsnitt. En doseringsstasjon må derfor trekkes godt oppstrøms for sperra, samt at det bør doseres på tvers av hele elvas bredde.

## 10. Sidebekk-hovedelv

Dato:

02.08.99

Lokalitet:

Utløpet Stordalsbekken i Ogna og 200 meter nedstrøms i Ogna.

Injeksjon:

I Stordalsbekken, 300 meter oppstrøms fra utløpet i Ogna, 1,5 timer kontinuerlig.

Ant. målest:

8. Parallele stasjoner fra utløpet og 200 meter nedstrøms i Ogna.

Vannføring:

10 m<sup>3</sup>/s, Ogna. 0,3 m<sup>3</sup>/s, Stordalsbekken.

Formål:

Å se nærmere på blanding mellom vannmassene i sideelv og hovedelv.

Resultater:

Resultatene viste at det tok tid før vannmassene fra Ogna og Stordalsbekken var fullstendig blandet. I en lang strekning nedstrøms i Ogna var sporstoffet kun å identifisere langs land.

Kommentar:

Undersøkelsen viser at det er viktig å dosere over lang tid i sidebekker koordinert med at det er rotenon i hovedelva på den aktuelle strekningen.

## 11. Bunntopografi i Bruemshølen og Hornemannshølen

Dato:

02.08.99

Lokalitet:

Bruemshølen og Hornemannshølen

Vannføring:

5 m<sup>3</sup>/s

Formål:

Å identifisere eventuelle hydrauliske problemområder i bunntopografien i Bruemshølen og Hornemannshølen. I tillegg gjøre et volumestimat med tanke på manuell utdosering i kulpene.

Resultater:

Ingen kritiske områder registrert ved undersøkelsene. Kulpene er på det dypeste 6 m og har jevn bunn.

Kommentar:

Ekkolodd ble benyttet i undersøkelsen.

## 12. Hastighets og spredningsmålinger, Oгна

Dato:

03.08.99

Lokalitet:

Oгна fra Støa til Guldbergaunet

Injeksjon:

Støafoss, 2,5 timer kontinuerlig.

Ant. målest:

8 - Kålsneset 1, Brandseggfossen 1, Risbergholmen 2 (begge elveløp), nedstrøms Bruemshølen 1, oppstrøms Hornemannshølen 1, Midjobrua 1 og Guldbergaunet camping 1.

Vannføring:

3,65 m<sup>3</sup>/s

Formål:

Å identifisere spredning og fortykning av sporstoffskyen nedstrøms i Oгна, samt identifisere behovet for påfriskningsstasjoner.

Resultater:

Resultatene viste at det på lav vannføring skjer en betydelig fortykning av sporstoffet og at transporten nedstrøms tar svært lang tid. Resultatene har begrenset verdi da det ikke ble registrert hele responskurver. En total spredning og fortykning ble derfor ikke identifisert. 27 timer etter injeksjon ble det fremdeles registrert sporstoff ved Guldbergaunet.

Kommentar:

En behandling på lav vannføring kan gi problemer med koordineringen av behandlingen da aksjonsmannskapet kan jobbe seg ned i elva raskere enn rotenonfronten.

## 13. Spredning i dypet

Dato:

04.08.99

Lokalitet:

Bruemshølen og Hornemannshølen

Injeksjon:

1 time, Risbergholmen kontinuerlig

Ant. målest:

16 - Bruem 9, Hornemannshølen 7.

Formål:

Å identifisere spredning, fortykning og konsentrasjoner av sporstoffet i de dypeste delene i begge kulpene.

Resultater:

Uten ekstra tiltak (oppfylling av sporstoff i bunnen) i Bruemshølen eller Hornemannshølen ble sporstoffet spredd til alle deler av kulpene i tilnærmet like konsentrasjoner.

## 14. Spredning i randsone, Støafossen

Dato:

05.08.99

Lokalitet:

I randsonen ved begge elvebredder nedstrøms for Støafossen.

Injeksjon:

Øverst i Støafossen, 2 timer kontinuerlig

Ant. målest:

2, 1 på hver elvebredd i stryket nedenfor fossen.

Vannføring:

7,5 m<sup>3</sup>/s

Formål:

Å se på om en injeksjon i Støafossen vil gi tilstrekkelig spredning ut i randsonen nedstrøms for Støafossen.

Resultater:

Ved begge elvebredder i stryket nedstrøms Støafossen ble det registrert tilnærmet like responskurver. Dette kan tyde på lik spredning ut mot elvebreddene, det var derimot usikkerhet omkring fortykningen da det ikke ble tatt målinger i hovedstrømmen.

## 15. Spredning i forgreningene ved Guldbergaunet og i samløpet Oгна-Byaelva

Dato:

08.09.99

Lokalitet:

Forgreningene ved Guldbergaunet, og i samløpet Oгна-Byaelva

Injeksjon:

Nedstrøms Hornemannshølen, 2 timer kontinuerlig

Ant. målest:

9 - Midjo 1, forgreningene ved Guldbergaunet 4, samløpet 2, Håkkådalsbrua 2.

Vannføring:

8 m<sup>3</sup>/s Oгна, 15 m<sup>3</sup>/s Byaelva.

Formål:

Å se på spredningen i forgreningene på Guldbergaunet. I området Guldbergaunet/ samløpet deler elva seg i flere elveløp. Det var tidligere observert at det var ulik vannhastighet i forgreningene. Forsøket skulle også gi svar på om det ble oppnådd god spredning i hele tverrsnittet etter samløp mellom elvene (ved Håkkådalsbrua).



#### Resultater:

Resultatene viste at det i forgreningene på Guldbergaunet er ulik transport av sporstoff. Hovedtyngden av sporstoffet går i hovedløpet. I sideløpene gikk det mindre sporstoff og konsentrasjonen var lavere. Spesielt treg transport var det i elveløpet lengst mot nord. I samløpet til Byaelva ble det ikke registrert sporstoff i løpet lengst mot nord.

#### Kommentar:

På lav vannføring i Oгна og middels i Byaelva går en vannstrøm fra Byaelva oppstrøms i det nordre løpet i Oгна i samløpet, denne vannstrømmen følger videre hovedstrømmen i Oгна ut. Resultatene viser tydelig at det er nødvendig med ekstra tiltak ved behandling av forgreningene på Guldbergaunet og i samløpet når vannføringen er som dette. Det er viktig at behandlingen koordineres riktig i samløpet, og at skyene fra de to elvene møtes til tilnærmet lik tid og i konsentrasjon.

### 16. Kummer og avløp

#### Dato:

Vår og høst 2000, samt vår 2001

#### Lokalitet:

Nordsileiret, Sørsileiret, Byaelva og nedre deler av Oгна

#### Injeksjon:

I antatt riktige kummer til de ulike avløpene

#### Formål:

Å lokalisere riktige avløp til hver enkelt kum. Dette for å vite i hvilke kummer det må tilsettes rotenon for at avløp som munner ut i lakseførende område skal behandles.

#### Resultater:

Det ble i de fleste tilfeller identifisert hvilke kummer som stod i forbindelse med de ulike rør og avløp.

#### Kommentar:

I perioder med lite nedbør vil det være vanskelig å få rotenon ut av enkelte avløp.

### 17. Simulert rotenonbehandling 1, Oгна

#### Dato:

26 og 28.06.00

#### Lokalitet:

I strekningen Brandseggfossen nedstrøms Fossemfossen, samt Hornemannshølen.

#### Injeksjon:

Brandseggbrua, 5 timer kontinuerlig. 1 time med høy konsentrasjon og 4 timer med redusert konsentrasjon. Injeksjon ble gjort som ved rotenonbehandling med pumpe.

#### Ant. målest:

21, 1 ovenfor Fossemfossen, 5 i høyre randsone nedstrøms Fossemhølen, 4 langs høyre elvebredd nedenfor svingen etter Fossemhølen og 1 i Hornemannshølen og 10 på grusøra midt i elva.

#### Vannføring:

Tilnærmet lik begge dager, ca 20 m<sup>3</sup>/s.

#### Formål:

Å sammenligne behandlingsmetodene (gammel og ny metode) i en gitt elvestrekning. Dag 1 ble området behandlet med tradisjonell metode med hagekanner, dag 2 ble det samme området behandlet med pumper som spylte store mengder rotenonholdigvann. Videre formål var å se nærmere på spredning av sporstoff i randsone, påvirkning av sidebekk, effekt av eventuell grunnvannstilstrømming og trening av mannskap for rotenonbehandling i 2001.

#### Resultater:

Resultatene viste at ved de fleste målestasjoner ble oppnådd høyere konsentrasjoner av sporstoff med bruk av pumper enn ved hagekanner. Ved alle målestasjoner ble det målt jevnt over lavere konsentrasjoner enn i hovedstrømmen. Det ble også identifisert at det i strekningen Brandseggfossen til Hornemannshølen er en betydelig fortykning.

#### Kommentar:

Det var tilnærmet lik vannføring dag 1 og dag 2 ved forsøket. Det var vanskelig å få identifisert en eventuell påvirkning av grunnvann i området. Til dette var vannføringen for høy. På bakgrunn av situasjonen (vannføringen) omkring gjennomføringen av forsøket har resultatene ikke den ønskede verdi. Resultatene viser også et behov for en påfriskningsstasjon på strekningen Brandseggfossen-Hornemannshølen.

### 18. Hastighetsmåling, Stor Øgla

Dato:

23.08.00

Lokalitet:

Målestasjon ved utløpet av Stor Øgla

Injeksjon:

I samløpet av Stor Øglas hovedgrener, momentant

Ant. målest:

1, utløpet av Stor Øgla

Vannføring:

Lav

Formål:

Hastighet og spredningsmåling i Stor Øgla

Resultater:

Ingen resultat da datainnsamling ble avsluttet for tidlig.

Kommentar:

Vanntransporten i Stor Øgla går tregere enn forventet.

### 19. Hastighetsmåling, Litj Øgla

Dato:

23.08.00

Lokalitet:

Målestasjon ved utløpet av Litj Øgla

Injeksjon:

Ved bru nr 2 i Litj Øgla, momentant

Ant. målest:

1, utløpet av Litj Øgla.

Vannføring:

Lav

Formål:

Hastighet og spredningsmåling i Litj Øgla

Resultater:

Ingen resultat da vannprøvetaker stoppet

Kommentar:

Det var lav vannføring i Litj Augla.

### 20. Hastighetsmåling, Stor Øgla

Dato:

01.11.00

Lokalitet:

Målestasjon ved utløpet av Stor Øgla

Injeksjon:

I samløpet av Stor Øglas grener, momentant

Ant. målest:

1, utløpet av Stor Øgla

Vannføring:

0,375 m<sup>3</sup>/s

Formål:

Hastighet og spredningsmåling i Stor Øgla

Resultater:

Sporstoffet ble registrert etter 5 timer og 50 minutter ved utløpet

Kommentar:

Vanntransporten i Stor Øgla går tregere enn forventet. Det var svært lav vannføring.

### 21. Hastighetsmåling, Litj Øgla

Dato:

01.11.00

Lokalitet:

Målestasjon ved utløpet av Litj Øgla

Injeksjon:

Ved bru nr 2 i Litj Øgla, momentant

Ant. målest:

1, utløpet av Litj Øgla

Vannføring:

Lav

Formål:

Hastighet og spredningsmåling i Litj Øgla

Resultater:

Ingen resultat da datainnsamling ble avsluttet for tidlig.

Kommentar:

Vanntransporten i Litj Øgla går saktere enn forventet. Det er lite fall de siste kilometerne i elva, samt at det er mye meandersvinger. Dette er faktorer som gir lav vannhastighet.

### 22. Hastighetsmåling, Bruemsbekken

Dato:

01.11.00

Lokalitet:

Målestasjon ved brua

Injeksjon:

Ved samløpet av de to store grener, momentant

Ant. målest:

1, ved nederste bru i Bruemsbekken

Vannføring:

0,41 m<sup>3</sup>/s

Formål:

Hastighet og spredningsmåling i Bruemsbekken

Resultat:

Vannhastigheten var 0,18 ms

Kommentar:

Forsøket ble gjennomført i de øvre deler av elva. Det er i dette området lite helningsgradient og elva er dyp, vanntransporten er derfor lav.

### 23. Hastighetsmåling, Byaelva

Dato:

03.11.00

Lokalitet:

Hele Byaelva

Injeksjon:

I kraftverket, momentant

Ant. målest:

2 - 1 ved travbanen og 1 ved Sneppenbrua (Steinkjerelva).

Vannføring:

Det ble antatt 10 m<sup>3</sup>/s, trolig var vannføringen høyere.

Formål:

Hastighet og spredningsmåling i Byaelva

Resultater:

Undersøkelsen viste svært treg og lav konsentrasjon av sporstoffet ved travbanen. Dette kan skyldes en uheldig plassering av vannprøvetakeren. Sporstoffet ble registrert først etter 7 timer. Ingen resultater fra Sneppenbrua da vannprøvetaker stoppet.

### 24. Simulert behandling 2, Byaelva

Dato:

17.11.00

Lokalitet:

Byafossen, i randsonen på venstre elvebredd og i bunnssubstratet fra Bybruk til kloakkrenseanlegget og i samløpet med Ogna.

Injeksjon:

Gjennom kraftverket, 5 timer kontinuerlig. 1 time med høy konsentrasjon og 4 timer med redusert konsentrasjon. Injeksjon ble gjort som ved rotenonbehandling med pumpe.

Ant. målest:

15, spredd i studieområdet.

Vannføring:

ca 10 m<sup>3</sup>/s

Formål:

Å se på effekten av pumper på grovt substrat i et område med antatt grunnvannstilsig. I deler av området ble det ikke brukt pumpe. På denne måten kunne vi sammenligne spredning av sporstoff ut i randsonen i to elvestrekninger med og uten bruk av pumper. Videre ønsket vi å teste ut bruk av båt og pumper i stri elv. Forsøket ble også brukt til trening av mannskap for rotenonbehandling i 2001.

Resultater:

Det ble vist at det i områder hvor det ble brukt pumpe var noe høyere verdier av sporstoffet enn i områder uten. Det var likevel svært varierende verdier fra stasjon til stasjon. Resultatene kunne også tyde på at det ikke er tilstrekkelig å kun dosere gjennom kraftverket for å få spredning i hele elvas tverrsnitt.

Kommentar:

Det hadde vært tørt i lang tid noe som kan ha ført til lite grunnvannstilsig. Mye tyder på at elvestrekningen fra Byafossen til kloakkrenseanlegget er komplisert og at det må settes inn ekstra ressurser i dette området for en optimal behandling.

### 25. Simulert behandling 3, Byaelva

Dato:

07.03.01

Lokalitet:

Byafossen, i randsonen på venstre elvebredd fra By Bruk til kloakkrenseanlegget, klekkeriet i Byaelva, i bunnssubstratet ved kloakkrenseanlegget og i samløpet med Ogna

Injeksjon:

Oppstrøms for Byadammen, 5 timer kontinuerlig. 1 time med høy konsentrasjon og 4 timer med redusert konsentrasjon. Injeksjon ble gjort som ved rotenonbehandling.

Ant. målest:

19, spredd i studieområdet

Vannføring:

7 m<sup>3</sup>/s

Formål:

Å se på effekten av pumper i et område grovt substrat og med antatt grunnvannstilsig. Videre se på spredningen av rotenon i Byaelva, samt teste ut bruk av båt og pumpe i stri elv. Videre opplæring av mannskap som skal brukes til rotenonbehandling.

Resultater:

Resultatene viste i likhet med tidligere undersøkelser at det oppnås høyere konsentrasjoner med bruk av pumpe. Resultatene viste et "bedre" resultat i både elvas tverrsnitt og i substratet enn ved undersøkelsen i simulert behandling 2. Det ble blant annet dokumentert en noe bedre spredning i elvas tverrsnitt.

Kommentar:

Forsøket ble gjennomført med forsterkede utstyrressurser. Pumpene var erstattet med en mer effektiv type enn tidligere. Doseringsstasjonen var flyttet til oppstrøms Byadammen og det ble lagt ut perforert slange i deler av elvas bredde. Dette i tillegg til at mannskapet hadde fått mer erfaring kan ha vært en medvirkende faktor til at det ble registrert et noe "bedre" resultat enn ved simulert behandling 1 og 2.

## 26. Grøftebehandling

Dato:

31.07.01

Lokalitet:

Grøftesystem på Brandseggmyrene

Injeksjon:

I alle grøfter som ble undersøkt. Grøftene ble manuelt behandlet med hagekanner.

Ant. målest:

8

Formål:

Å undersøke hvordan det er å behandle grøfter i et uoversiktlig område som Brandseggmyrene, samt hvor lang oppholdstid kan rotenon ha i grøftesystemet ved den aktuelle vannføringen.

Resultater:

Resultatene viste at det var lang oppholdstid i grøftene, og at konsentrasjonen var høy. Det var variasjoner mellom hver enkelt av grøftene, men ingen av grøftene ble tømt tidlig.

Kommentar:

Det hadde vært lite nedbør i uka før undersøkelsen, dette har innvirkning på vannmengden i grøftene. I en tilsvarende situasjon ved en behandling er det ingen fare med å behandle et slikt område dagen før hovedbehandlingen. Dette vil frigi mannskapsressurser til hovedbehandling. En behandling av grøftesystemene på Brandseggmyrene er tidkrevende.

## 27. Simulert rotenonutslipp, Oгна

Dato:

25.07.01

Lokalitet:

Støafoss-Guldbergaunet

Injeksjon:

Støafoss: 5 timer, kontinuerlig. Brandseggbrua: 5 timer kontinuerlig

Ant. målest:

13.

Kålåsneset 1, Brandseggbrua 1, Brandseggfossen 1, randsone Brandseggfossen 4, oppstrøms Bruemshølen 1, Bruemshølen 4, Midjobrua 1.

Vannføring:

8,5 m<sup>3</sup>/s

Formål:

Se på spredning og fortykning i Oгна, samt effekten av påfriskning ved Brandseggbrua.

Resultater:

Sporstoffet ble betydelig fortynnet og spredd ut i tid fra Støafoss til Kålåsneset og til Brandseggfossen. Ved forsøket ble det gjennomført en påfriskning på Brandseggbrua. Av responskurven registrert ved Bruem går det tydelig frem at sporstoffet ble betydelig fortynnet og spred ut i tid fra Brandseggfossen.

Kommentar:

Undersøkelsen viste at det er nødvendig med flere påfriskninger. Tidligere undersøkelser har også vist behovet for påfriskning ved Bruem.

## 28. Spredningsundersøkelser, Støafossen

Dato:

25.07.01

Lokalitet:

I randsonen ved begge elvebredder i og nedstrøms for Støafossen.

Injeksjon:

I Støafossen, 2 timer kontinuerlig

Ant. målest:

3, 1 på hver side av elva nedstrøms fossen og 1 på Kålsneset

Vannføring:

8,5 m<sup>3</sup>/s

Formål:

Å se om injeksjon øverst i Støafossen kunne gi tilstrekkelig spredning ut i elvas tverrsnitt nedstrøms for fossen.

Resultater:

Resultatene viste at det ikke ble tilstrekkelig spredning ut i elvas tverrsnitt. Det var spesielt ved venstre elvebredd lave verdier av sporstoffet.

## 29. Simulert behandling 4, Byaelva og Oгна

Dato:

28.08.01

Lokalitet:

Hele Byafossen, hele Byaelva, nedre deler av Oгна fra Midjobrua til samløpet, nedre deler av Steinkjerelva, utløpet av Steinkjerelva og fyllinger langs land i munningsområdet

Injeksjon:

Oppstrøms for Byadammen, 5 timer kontinuerlig. 1 time med høy konsentrasjon og 4 timer med redusert konsentrasjon. Injeksjon ble gjort som ved rotenonbehandling med pumpe.

Ant. målest:

58, spredd i hele Byaelva, nedre deler av Oгна, Steinkjerelva og i munningsområdet.

Vannføring:

ca 5 m<sup>3</sup>/s Byaelva, ca 7 m<sup>3</sup>/s Oгна.

Formål:

På bakgrunn av erfaringene fra simuleringene i Byaelva i november 2000 (simulert behandling 1) og februar 2001 (simulert behandling 3) ble studieområdet utvidet til å gjelde hele Byaelva

fra Byafossen til samløpet med Oгна, Oгна fra Midjo til samløpet med Byaelva, Steinkjerelva fra Håkkådalsbrua til munningen og munningsområdet inkludert Bogabukta. Formålet var å se på spredning av sporstoff inn i substrat fra Byafossen til kloakkrenseanlegget, sporstoffmålinger i hele Byafossen, spredning i hele elvas tverrsnitt og dybde ved utløpet av kraftverket og nedstrøms for kloakkrenseanlegget, i dybden i Smørhølen og spredning og fortykning ned til samløpet med Oгна. I Oгна var det fokus på spredning av sporstoff i forgreningene ved Guldbergaunet og spredning og fortykning ned til samløpet med Byaelva. I Steinkjerelva ble det sett nærmere på spredning inn i substratet nedstrøms for Håkkådalsbrua. I munningen ble det sett nærmere på generell spredning i tverrsnitt og dybde samt fyllinger langs land. Videre var formålet å teste utstyr, behandlingsmetodikk, samkjøre mannskapet og utprøve behandlingsplanene.

Resultater:

Dosering ble gjennomført oppstrøms for demningen i Byafossen, i tillegg ble hele Byafossen fra demningen og ned til grusøra nedstrøms for kraftverket behandlet av et eget pumpelag. Dette gav en relativt høy konsentrasjon av sporstoff i dette området. Resultatene viste at konsentrasjonen lå noe høyere her enn i vannmassene som gikk ut av kraftverket. I randsonen ved begge elvebredder nedstrøms for Byafossen ble det spylt med pumper. Dette gav en høyere konsentrasjon i substratet enn i de frie vannmasser. Det er ulikheter i substratets utforming mellom høyre og venstre elvebredd, dette kan påvirke at det ble registrert noe høyere konsentrasjon ved venstre elvebredd i forhold til høyre elvebredd. Konsentrasjonsforskjellen er ikke betydelig. Nedstrøms for kloakkrenseanlegget og i Smørhølen ble det tatt målinger i tverrsnittet og dypet. Resultatene viste ikke betydelige forskjeller i konsentrasjoner i tverrsnittet eller i dybden. Dette tyder på at sporstoffet er homogent blandet med vannmassene ved dette området.

**Kommentar:**

I forhold til de tidligere simulerte behandlingene fikk mannskapet som brukte pumpene friere tøyler. Tidligere hadde det ikke vært et formål å dosere betydelig høyere konsentrasjon enn det som var i hovedstrømmen.

**30. Spredningsundersøkelser, Støafossen**

**Dato:**

29.08.01

**Lokalitet:**

I randsonen ved begge elvebredder i og nedstrøms for Støafossen.

**Injeksjon:**

Ved I Natura (300 meter oppstrøms for Støafossen), 2 timer

**Ant. målest:**

15, 4 på hver elvebredd nedstrøms Støafossen før stryket og 7 randomiserte stasjoner i og ovenfor Støafossen.

**Vannføring:**

7,88 m<sup>3</sup>/s

**Formål:**

Å se om en injeksjon med perforert slange oppstrøms for Støafossen gav tilstrekkelig spredning ut i elvas tverrsnitt.

**Resultater:**

Resultatene viste at det ikke ble tilstrekkelig spredning ut i elvas tverrsnitt. Det var spesielt ved venstre elvebredd lave verdier av sporstoffet. I hele området må det settes inn ekstra tiltak for å oppnå en fullverdig behandling.

**Kommentar:**

Det må være fokus på doseringen av rotenon i Støafossen. En injeksjon oppstrøms for fossen gav ikke tilstrekkelig konsentrasjoner av sporstoffet i randsonen nedstrøms for fossen. Doseringsslangen doserte i dette tilfellet ikke over hele elvas bredde. Det må settes inn ekstra ressurser i dette området for å oppnå en tilstrekkelig behandling.

**31. Sprednings og hastighetsmåling i Oгна**

**Dato:**

29.08.01

**Lokalitet:**

Støafoss til Midjobrua

**Injeksjon:**

Støafoss, momentan

**Ant. målest:**

4 - Kålåsneset 1, Brandseggbrua 1, Bruemshølen 1, Midjobrua 1.

**Vannføring:**

7,88 m<sup>3</sup>/s

**Formål:**

I forbindelse med spredningsundersøkelsene i Støafossen (30) ble det gjort målinger av spredningen nedstrøms i Oгна. Formålet var å se på fortykning og spredning av rotenon nedstrøms i Oгна uten påfriskning.

**Resultater:**

Da prøvetakingen på Kålåsneset og Brandseggbrua ble avsluttet for tidlig ble det ikke registrert et helhetlig bilde av spredningen nedstrøms i vassdraget. Resultatene kan derfor ikke sammenlignes med forsøk 27. Resultatene viste at det skjer en betydelig fortykning og spredning av sporstoff fra Bruemshølen til Midjo. Da det er ingen resultater fra oppstrøms Bruemshølen er ikke spredningsomfanget i hele Oгна dokumentert. Men resultatene fra Bruem og Midjo kan sammenlignes med resultatene fra forsøk 30. Ved forsøk 30 ble det vist til lav konsentrasjon av sporstoff spesielt ved venstre elvebredd nedstrøms Støafossen. Det er også tidligere vist til at det nært opp til Støafossen er dårlig spredning i tverrsnittet (forsøk 14 og 28). Ved utslipp av kjemisk stoff til strømmende vann vil det være høyere konsentrasjon nært opp til utslippspunktet enn lengre ned i elva, dette som følge av spredningsprosessene i elva og fortykning på større vannmasser. Men på den annen side er spredningen ut i elvas tverrsnitt dårligere nært opp til utslippsstedet enn lengre ned i elva. I dette forsøket ble det på grunn av dette registrert tilnærmet like konsentrasjoner ved venstre elvebredd i Støafossen som ved Bruemshølen.

# 4. Nærmere presentasjon av utvalgte undersøkelser

## 4.1 Simulert rotenonbehandling

Det ble fra august 2000 til august 2001 gjennomført 4 simulerte rotenonbehandlinger i Ogna og Byaelva. Disse ble gjennomført som et delvis eller fullskala behandlingsopplegg.

### Formål

Hovedformålet har vært å dokumentere en forbedret rotenonbehandling ved bruk av nytt behandlingsutstyr og metodikk. Delmål har vært å dokumentere konsentrasjon av rotenon (sporstoff benyttet som substitutt) i områder av vassdragene hvor det er antatt at naturforholdene kan gi kritisk lave konsentrasjoner av rotenon. Simuleringene har også fungert som opplæring av mannskap.

Reduserte konsentrasjoner kan skyldes:

- Vanngjennomstrømning i grusør
- Tilsig av grunnvann
- Påvirkning av sidebekk
- Langsom innblanding i steinfylling eller annet grovt substrat ved elvebredd
- Fortynning langs bredd med grovt substrat
- Spredning og fortynning i hovedelv

### Forsøksdesign

Ved de simulerte behandlingene ble utslipp av sporstoffet gjort som ved en rotenonbehandling. Det ble dosert sporstoff med pumpe i fem timer med en bestemt mengde sporstoff pr. tidsenhet. I den første timen ble det dosert dobbel dose av de fire påfølgende timene. I studieområdene ble det gjennomført manuell behandling som ved en rotenonbehandling, med sporstoff som indikator for rotenon. Den manuelle behandlingen ble enten gjennomført med tradisjonell metode, hagekanner, eller med bruk av pumper. Pumpene spyler store mengder vann fra elva, i tillegg ble det tilsatt rotenon til dette vannet. Pumpene ble i løpet av perioden august 2000 til august 2001 byttet ut med større og kraftigere pumper.

På forhånd ble faste målestasjoner plassert ut i studieområdet. Dette var enten perforerte drensrør gravd ned i grusen, eller elektriskrør dyttet inn i

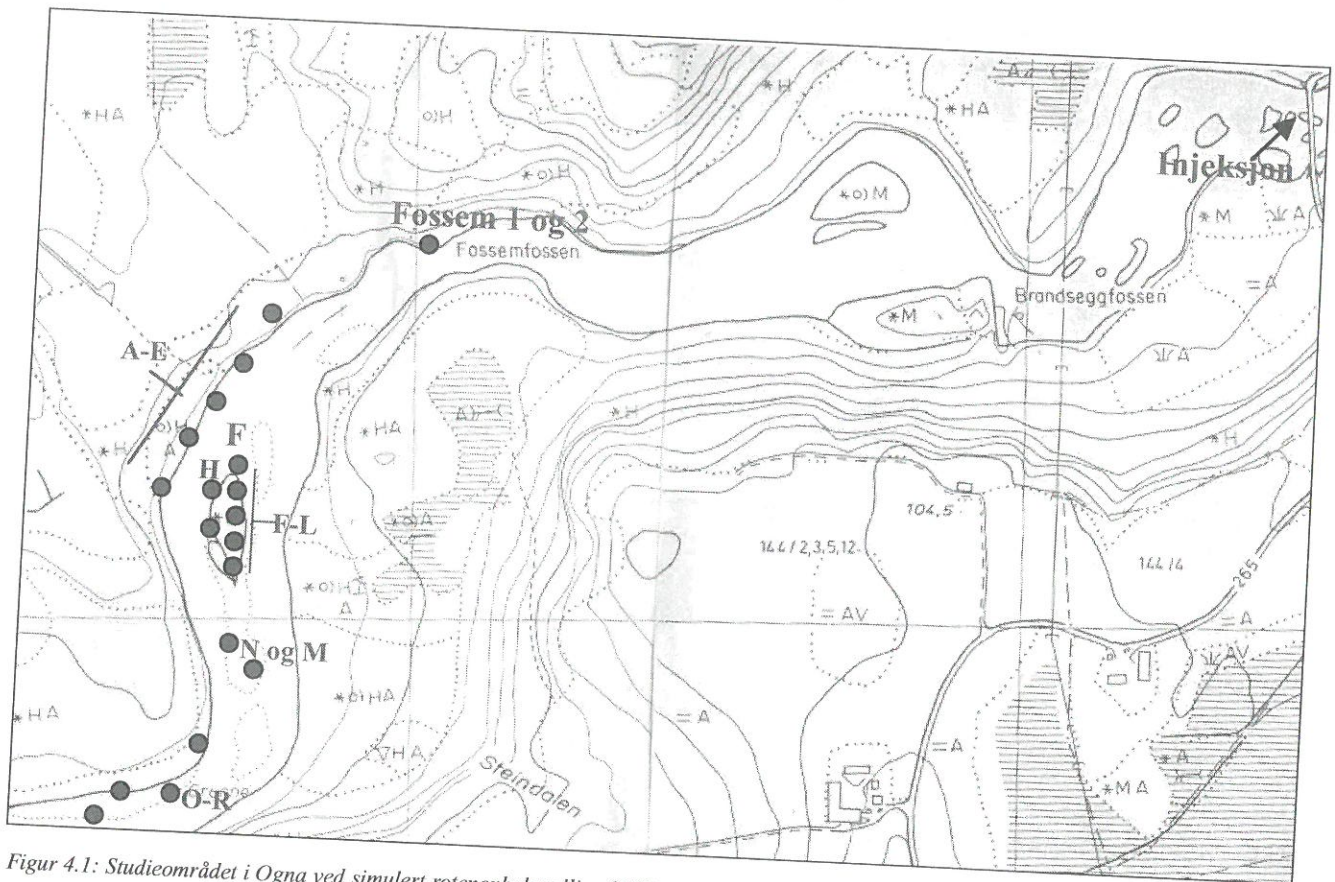
grovt substrat og/eller fyllinger. For å ta opp vannprøver ble et tynt rør (blåslange) ført inn i drensrøret eller elektriskrøret. I denne ble det sugd opp minimum 20 ml vann. Vannprøvene ble så lagret på plast eller glassflasker for analyser i laboratorium. Blåslangen ble tømt for vann mellom hver vannprøve. Når området i nærheten av drensrøret eller elektriskrøret ble behandlet med hagekanner eller pumper, ble disse dekket til med plastposer for å unngå forurensning av målestasjonen. Vannprøver ble tatt med faste intervall.

### 4.1.1 Simulert behandling 1. 26 – 28.08 2000

#### Ogna, Brandseggfossen-Hornemannshølen

Som et resultat av arbeidet i metodegruppa (Haukebø m.fl. 2000), hvor det ble gitt forslag til ny metodikk for behandling og utviklet nytt utstyr for dette, ble det nødvendig å kontrollere at de nye systemene fungerte. Dette ble først gjort ved å gjennomføre en fullskala simulert rotenonbehandling i en elvestrekning i Ogna. Denne elvestrekningen inneholdt flere kompliserende elementer. Dette var blant annet grusør med ulik permeabilitet, grov elvebredd, grovt substrat, antatt tilsig av grunnvann, fyllinger og tilløp av bekk.

Forsøket ble delt i to. Dette ble gjort for å kunne sammenligne resultatene av behandling med ny og gammel metodikk. Dag 1 ble gjennomført med gammel metodikk og utstyr, dag 2 ble gjennomført med ny metodikk og utstyr. Forsøkene ble gjennomført med 2 dagers pause, dette for å tømme området for restverdier av sporstoffet. Det var ved forsøkene tilnærmet lik vannføring. Det ble ved alle målestasjonene tatt ut blankprøver før simuleringen startet. Målestasjonene ble plassert ut i studieområdet i antatt kritiske områder med tanke på konsentrasjoner av rotenon. De samme målestasjonene ble benyttet begge dager. Figur 4.1 viser studieområdet i Ogna.



Figur 4.1: Studieområdet i Ognå ved simulert rotenonbehandling 2000

### Hovedstrømmen

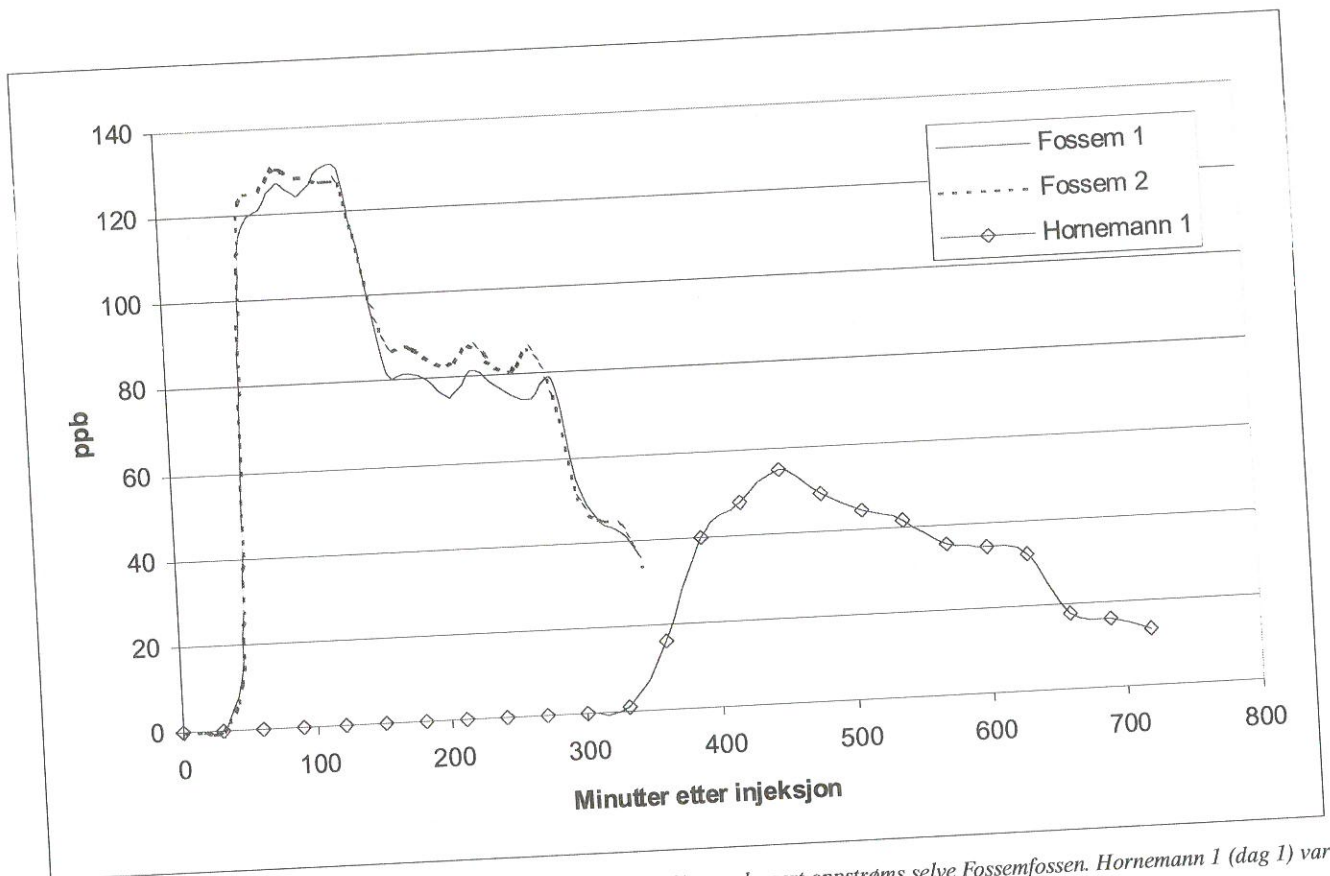
Resultatene for dag 1 og dag 2 presenteres sammen for å vise forskjeller som følge av ulik metodikk og bruk av ulikt utstyr. Det ble i hovedløpet tatt målinger ved 2 stasjoner. Dette for å ha en referanseverdi for studieområdet, samt for å måle spredning og fortykning i transportstrekningen Brandseggbrua-Hornemannshølen. Stasjon 1 (Fossem 1 og 2 (1=dag 1, 2=dag 2)) lå oppstrøms selve Fossemfossen, mens Hornemann 1 (dag 1, vannprøvetaker stoppet på dag 2) var plassert ved utløpet av Hornemannshølen.

Proseduren ved hovedutslippet ble gjort som ved en rotenonbehandling. Det ble den første timen injisert dobbel dose av de påfølgende fire timene. Dette går fram av responskurven ved stasjon 1, selv om spranget mellom plataene i kurven ikke er 100%. Lite spredning på skyen og den raskt responderende kurven kan tyde på begrenset spredning og fortykning i transportstrekningen fra Brandseggbrua til Fossemfossen, se figur 4.2. Dette vises blant annet av de raske endringene i kurvene. Det er en hurtig økning i kurven og en hurtig reduksjon etter at doseringsmengden ble halvert. I tillegg

ble det ikke registrert noen lang hale på kurven etter avsluttet injeksjon. Dette tyder på rask vanntransport, lite fortykning og magasinering i transportstrekningen. Det samme resultatet ble registrert ved dag 2 (Fossem 2).

Transport ned til Hornemannshølen (Hornemann 1) fører til en betydelig fortykning av sporstoffet. Som det framgår av kurven resulterer dette også i en spredning ut i tid. Responskurven viser ved ingen tidspunkt samme konsentrasjon som utflattings plataet ved Fossem. Ut fra dette anbefales en påfriskning på strekningen Brandsegg-Hornemann. Disse resultatene sammenholdt med resultatene i forsøk 1 (se kapittel 3) tilsier at det vil være naturlig å plassere en påfriskningsstasjon oppstrøms Bruemshølen. Tidligere resultater viser at Bruemshølen magasinerer sporstoff i lang tid, og dermed gir reduserte konsentrasjoner nedstrøms denne.



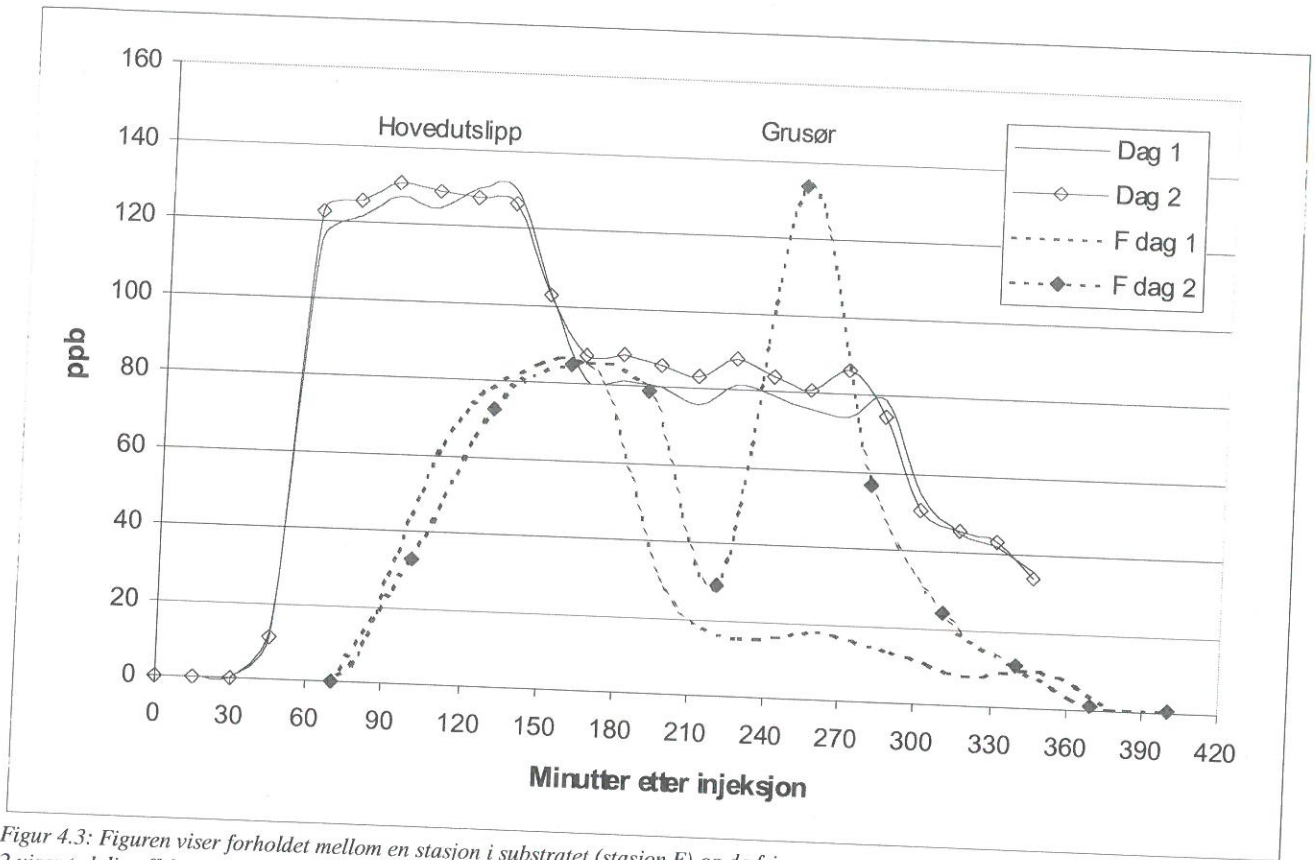


Figur 4.2: Stasjonene i hovedstrømmen. Fossem 1 (dag 1) og 2 (dag 2) var plassert oppstrøms selve Fossemfossen. Hornemann 1 (dag 1) var plassert nedstrøms Hornemannshølen.

### Utvalgte stasjoner på grusør og randsoner

På grusøra ble det tatt prøver fra 9 stasjoner og i randsonen fra 9 stasjoner. Noen stasjoner var i randsonen mot de strømmende vannmassene, mens andre var inne på grusøra hvor det var lite gjennomstrømning. Resultatene viste svært varierende effekt av bruk av pumpe i forhold til tradisjonell metode (hagekanne). Ved enkelte stasjoner ble det ikke registrert effekt av sprøyting fra pumpe, mens det ved andre stasjoner ble registrert stor effekt. Det ble registrert størst effekt av pumpe i de områder hvor det var lite vanngjennomstrømning, mens effekten var lavere ved de stasjoner som stod i forbindelse med strømmende vannmasser. I figur 4.3

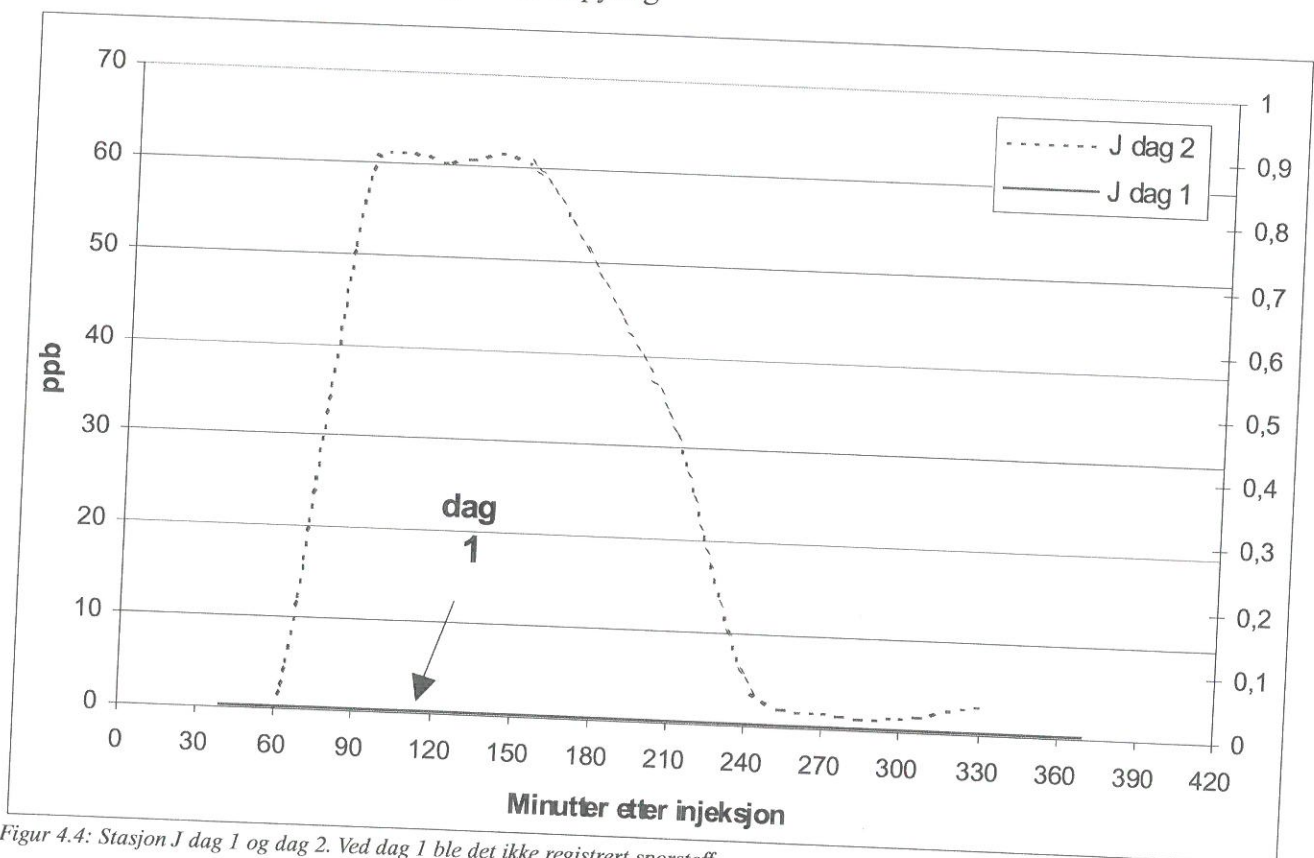
er effekten av sprøyting av rotenontilsatt vann fra elva vist ved stasjon F (dag 1 og 2). Av figuren går det tydelig fram at det registreres en rask økning i konsentrasjon ved dag 2. Denne toppen ble ikke registrert ved dag 1 da det ble benyttet hagekanner. Stasjon F er vist sammen med Fossem 1 og 2 i figuren. Sammenligningen viser at det ved stasjon F ikke oppnås den samme konsentrasjonen ved denne stasjonen som i de frie vannmasser (F). Målet er å oppnå like høy konsentrasjon i randsonen som i de frie vannmasser, dette ble ikke oppnådd ved stasjon F. Dette oppnås kun etter at det er blitt spylt med pumper.



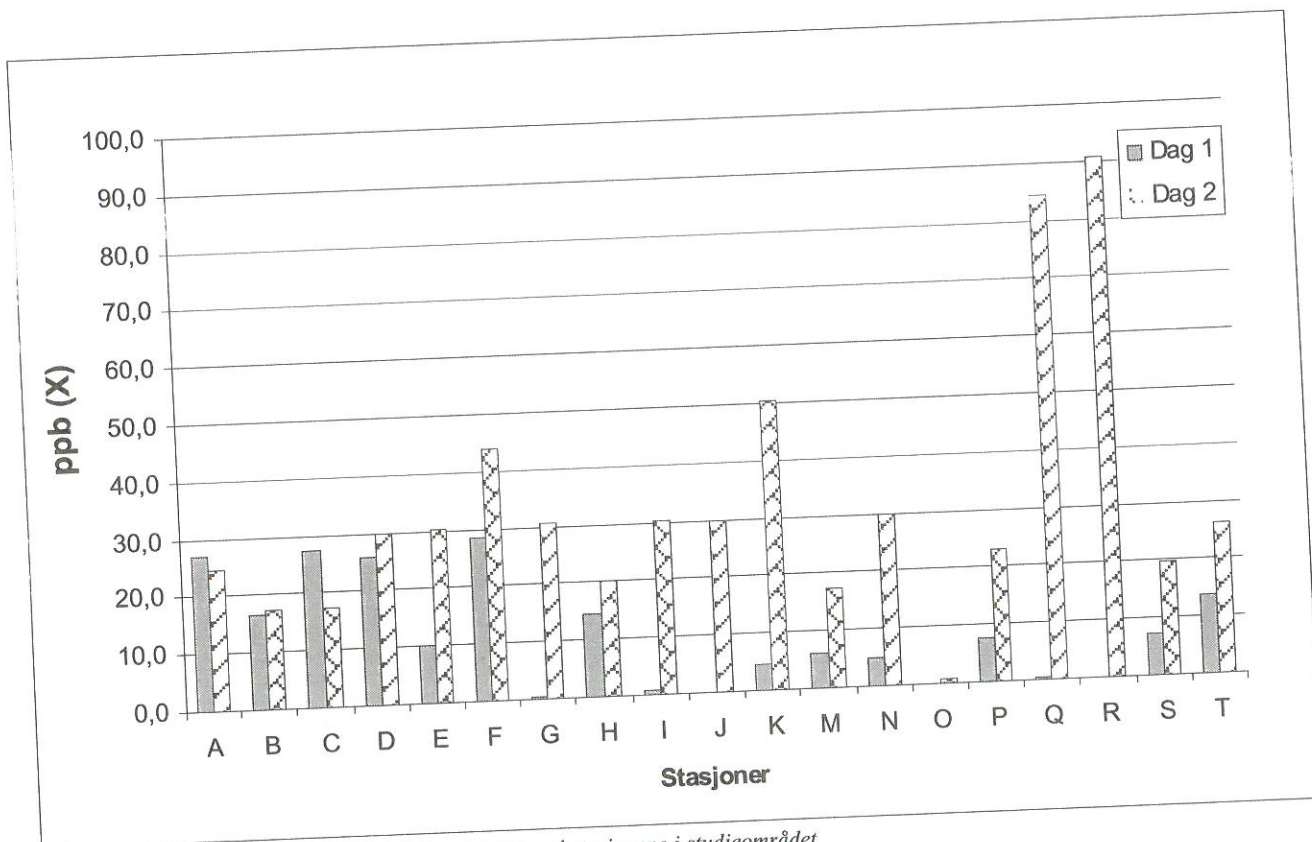
Figur 4.3: Figuren viser forholdet mellom en stasjon i substratet (stasjon F) og de frie vannmasser dag 1 og dag 2. Kurven for stasjon F dag 2 viser tydelig effekten av pumpe.

Ved stasjon J ble det ikke registrert sporstoff dag 1, mens det ved dag 2 ble registrert en høy konsentrasjon over tid, se figur 4.4. Stasjonen lå i et område med svært liten gjennomstrømning. En overspyling

i dette området har derfor gitt en høy konsentrasjon, mens hagekanne ikke har hatt effekt. Målestasjonen lå omtrent midt på grusøra.



Figur 4.4: Stasjon J dag 1 og dag 2. Ved dag 1 ble det ikke registrert sporstoff.



Figur 4.5: Figuren viser gjennomsnitts konsentrasjon ved stasjonene i studieområdet.

Som det framgår av figur 4.5 er det svært varierende effekt av pumpa i forhold til hagekanne. Stasjon A, B, C, D (høyre elvebredd) er påvirket av et bekkeutløp og at elva står mer på i dette området. Ved F og H (grusøra) er det mer gjennomstrømning av vannmasser enn ved de andre stasjonene. Det er ved disse stasjonene ikke vist noen betydelig forskjell mellom dag 1 og 2. Ved stasjonene G, I, J, K, M, N, O, P, Q, R, S og T er det mer mellomgrovt

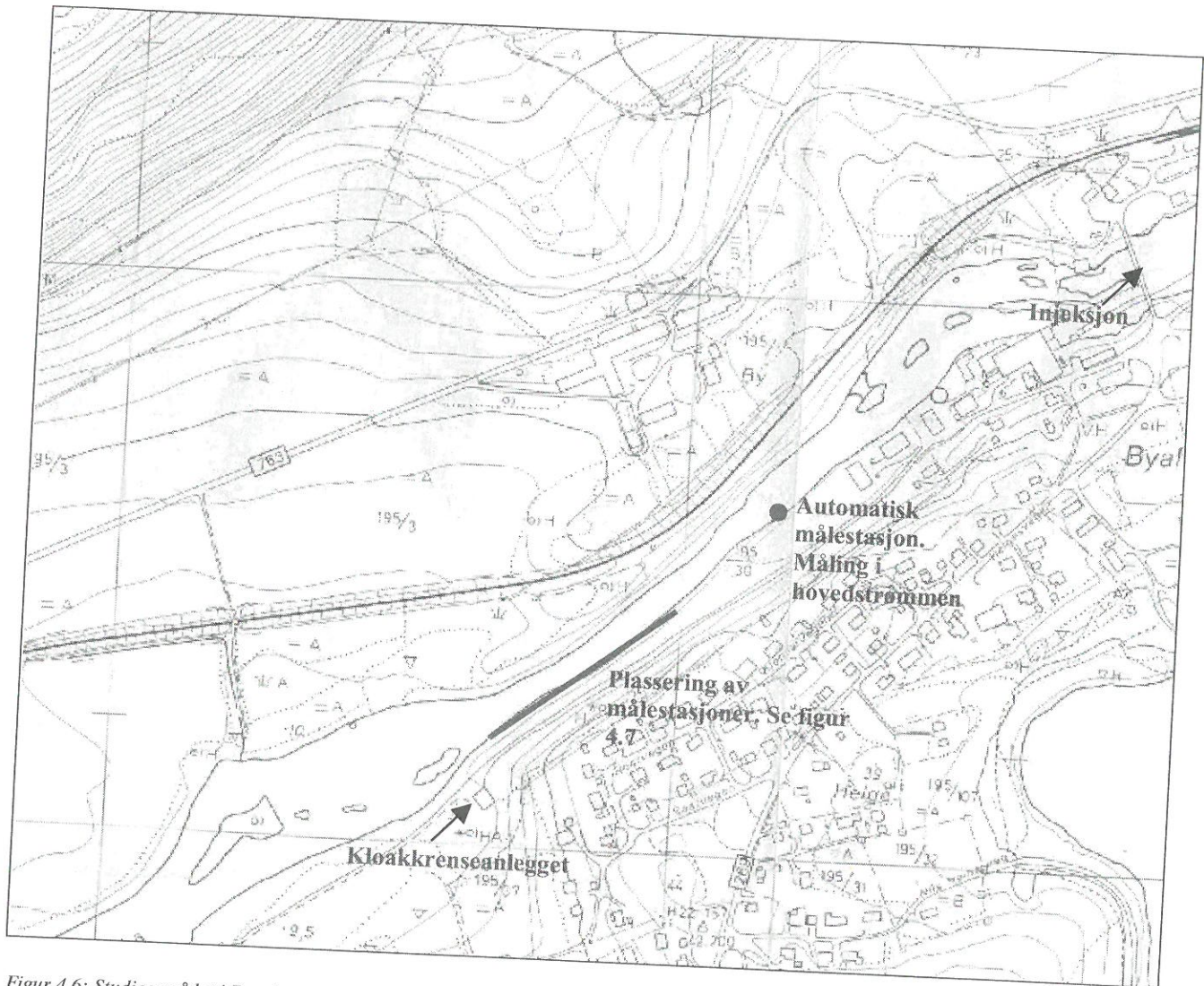
substrat og lite gjennomstrømning (F-P, grusør. Q-T, sandbanke og bredd nedstrøms for grusør). I disse områdene vil derfor rotenon bli liggende over lengre tid, og konsentrasjon opprettholdes lengre. Ved stasjon O ble det både dag 1 og dag 2 registrert svært lave sporstoffkonsentrasjoner. Dette kan skyldes at stasjonen lå langt fra elva, mannskapet kan da har oversett eller ansett denne som et område hvor det ikke var nødvendig å behandle.

## 4.1.2 Simulert behandling 2. 17.11.2000

### Byaelva, Kraftverket-kloakkrenseanlegget

I november 2000 ble arbeidet omkring simulert rotenonbehandling videreført i Byaelva. Koestler og Brabrand (1999) hadde i Byaelva påpekt at det i

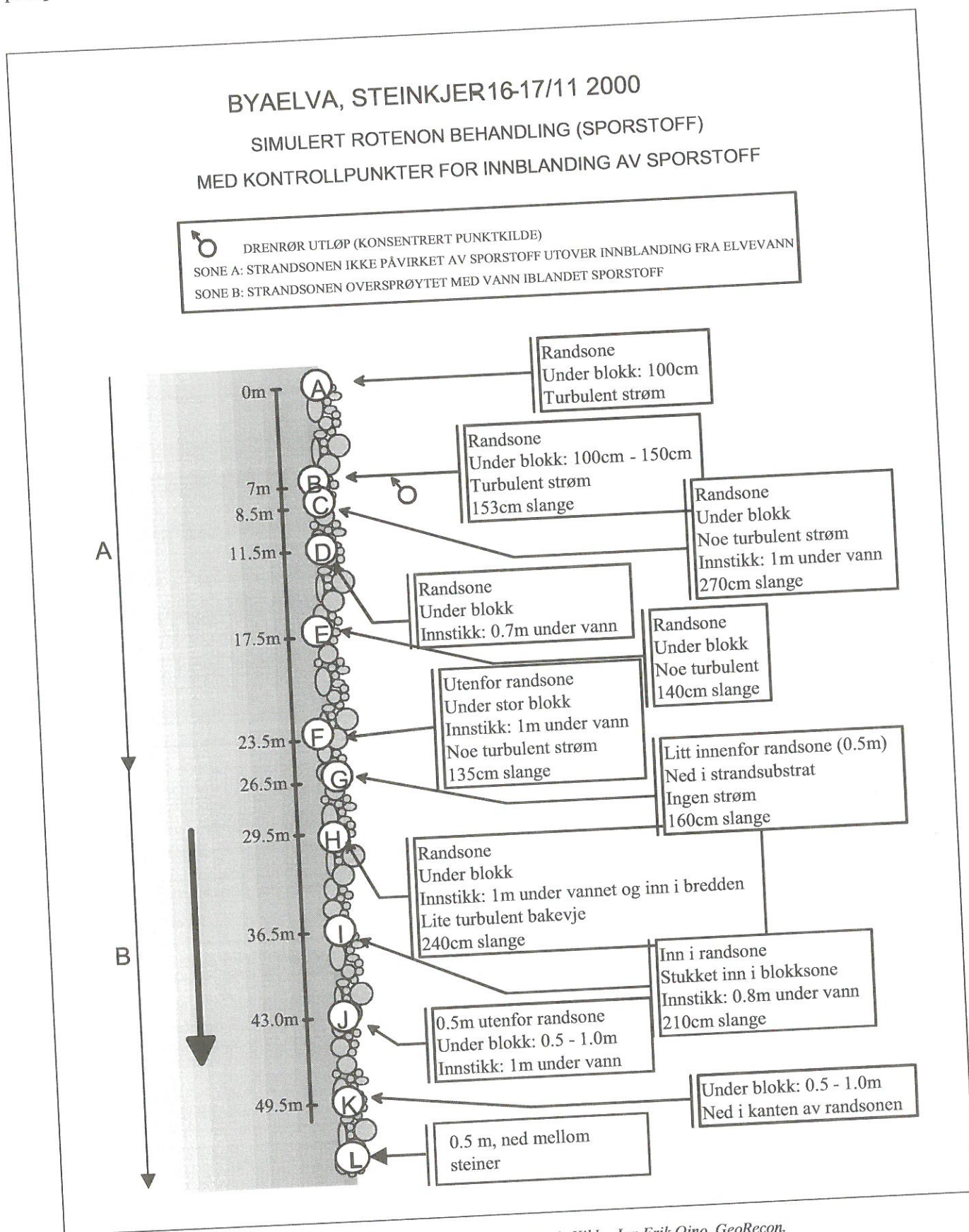
området omkring Byafossen kunne være betydelige grunnvannstilsig. Med bakgrunn i dette ble det gjennomført simulert rotenonbehandling i dette området. Denne elvestrekningen inneholdt flere kompliserende elementer. Dette var blant annet grunnvannstilsig, grovt substrat, kraftverk og turbulent vannstrøm. Figur 4.6 viser studieområdet i Byafossen.



Figur 4.6: Studieområdet i Byaelva

Studieområdet ble delt i to under forsøket. Sone A ble i motsetning til sone B ikke behandlet med pumpe. Dette ble gjort for å kunne sammenligne

behandlingen av grunnvannsområdet med og uten bruk av pumper. Figur 4.7 viser plasseringen av målestasjonene i studieområdet.



Figur 4.7: Plassering av stasjoner i studieområdet i Byaelva november 2000. Kilde: Jan Erik Oino, GeoRecon.

Målestasjonene ble plassert ut i studieområdet ut fra en vurdering av kritiske områder med tanke på konsentrasjoner av rotenon. Stasjonene ble plassert ut i samråd med Åge Brabrand (LFI- Oslo) og Jan Erik Øino (GeoRecon) på bakgrunn av grunnvannsundersøkelsene i 1999.

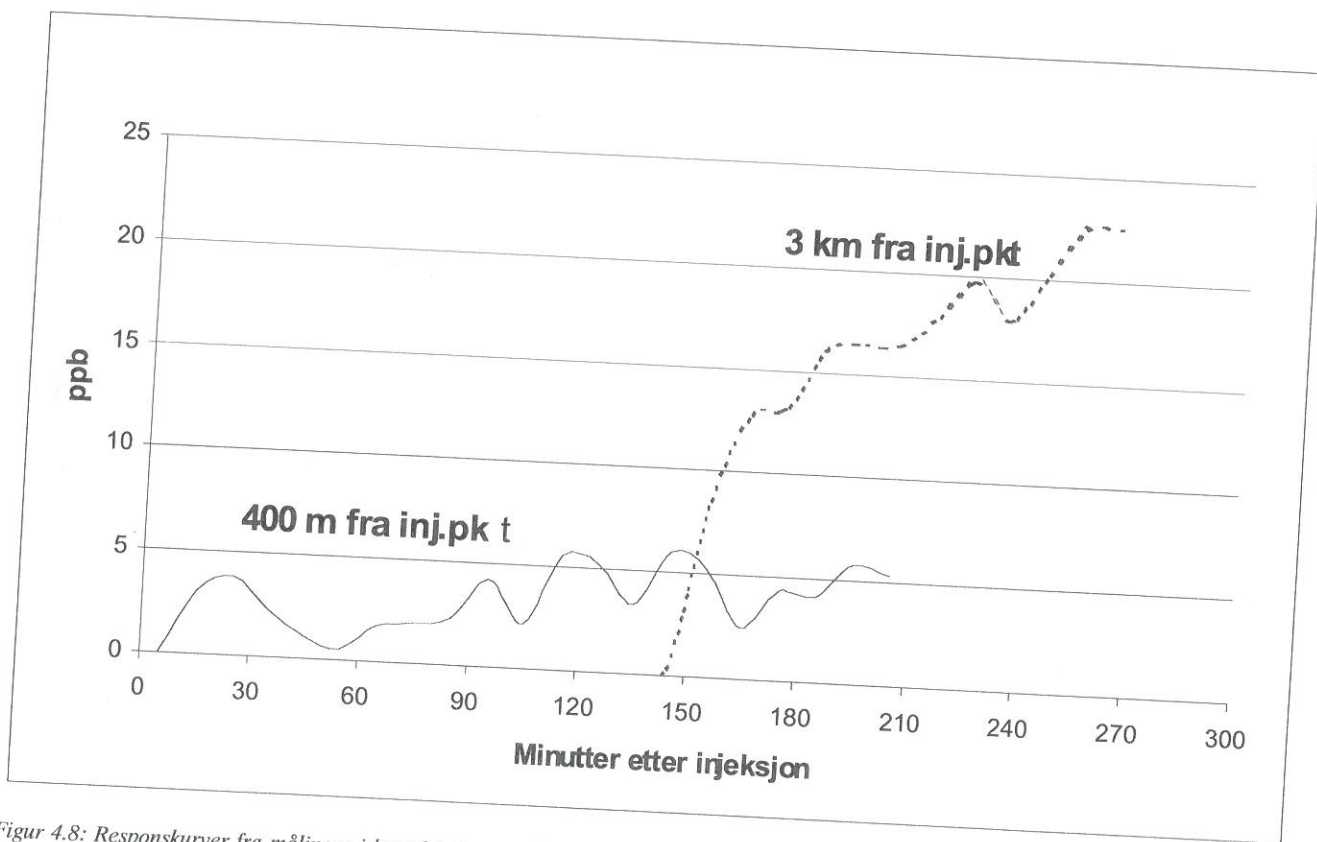
### Hovedstrømmen

Det ble i hovedløpet tatt målinger ved 2 stasjoner. Stasjon 1 var plassert 400 meter nedstrøms kraftverket (100 meter oppstrøms studieområdet, se fig 4.6). Dette for å ha en referanse verdi ved studieområdet. Stasjon 2 var plassert i samløpet Byaelva-Ogna. Dette for å vise spredning og fortykning i transportstrekningen fra Byafossen til samløpet.

Figur 4.8 viser at det ikke ble oppnådd homogen spredning av sporstoff i tverrsnittet 400 meter nedstrøms kraftverket. Dette vises tydelig ved at responskurven for stasjon 1 har en betydelig lavere verdi enn responskurven fra stasjon 2.

Responskurven ved stasjon 1 er også ustabil og viser ikke tegn til å følge utslippsprosedyren (prosedyren ved hovedutslippet ble det gjort som ved en rotenonbehandling, se figur 4.9).

Formen på en responskurve endres ved sporstoffets transport nedstrøms i vassdraget. Injisert sporstoff blir spredd ut både i lengderetning og tverrsnitt som følge av turbulens i lengderetningen og tverrsnittet (Fischer 1967). Det skjer derfor en spredning ut i tid og en fortykning nedstrøms i vassdraget (Taylor 1954). Måling av sporstoff ved to lokaliteter vil derfor gi ulike responskurver (Bakkeli 1998). Nært injeksjonspunktet vil sporstoffet være mindre spredd ut i tid og ha høyere konsentrasjon enn lengre nedstrøms i elva (Kilpatrick & Cobb 1985). På bakgrunn av disse resultatene skulle en ved første øyekast anta at konsentrasjonen av sporstoff nær kraftverket var betydelig lavere enn i samløpet. Grunnen til dette er imidlertid at sporstoffet 400 meter nedstrøms injeksjonspunktet ennå ikke er homogent blandet i hele elva.



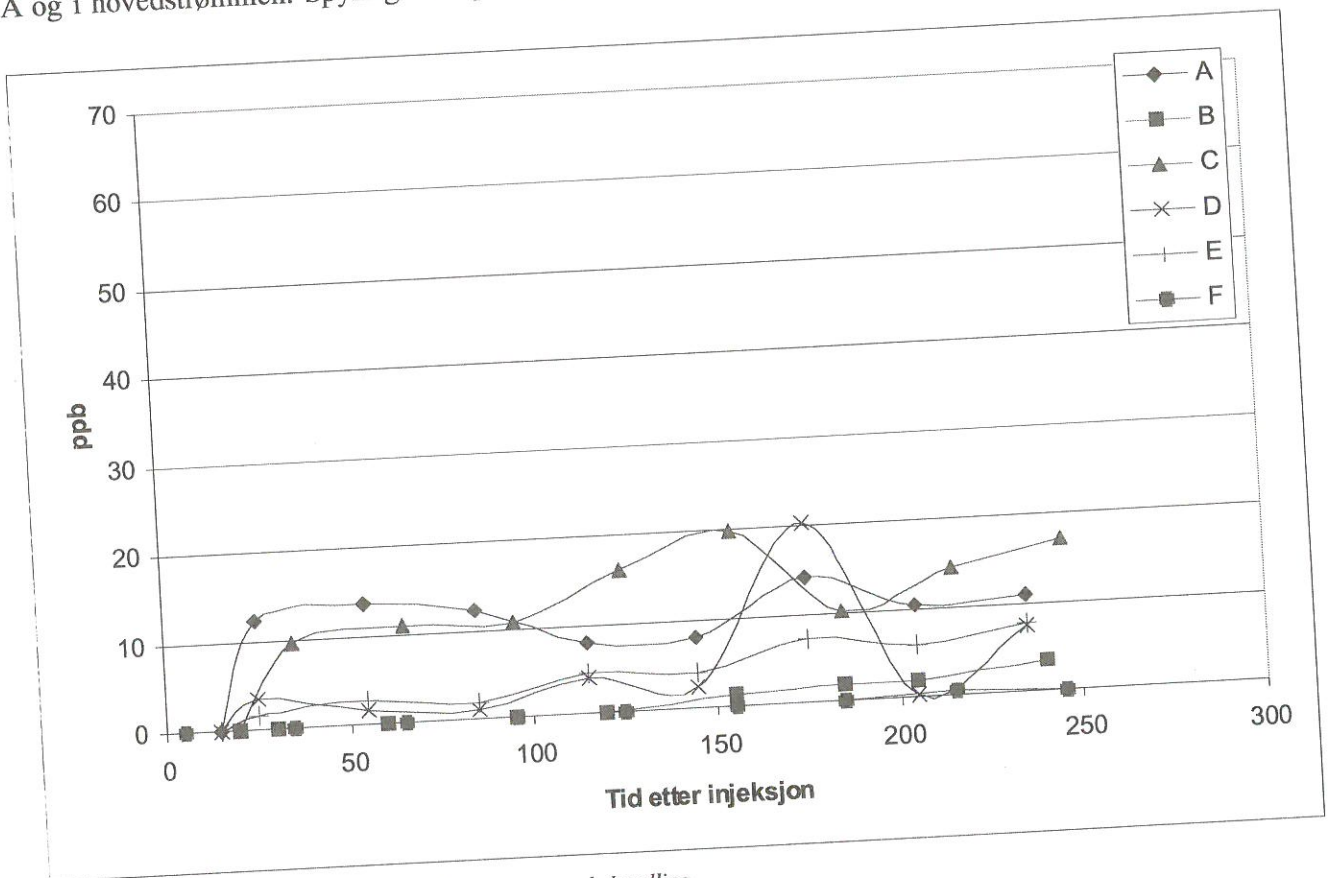
Figur 4.8: Responskurver fra målinger i hovedstrømmen. Stasjon 1 (heltrukken linje) plassert 400 meter nedstrøms kraftverket ved venstre elvebredd (By Brug). Stasjon 2 (prikket linje) plassert i samløpet Byaelva-Ogna.

### Randsone

I studieområdet ble det tatt prøver fra 12 stasjoner, 11 stasjoner i substratet i randsone og 2 stasjoner i bunnsubstratet i elva (se figur 4.7). Resultatene viste at det i området hvor det ble benyttet pumpe (sone B) ble registret høyere verdier enn i området hvor det ikke var brukt pumpe (sone A). I sone A er det bare ved stasjonene B og F registrert høyere verdier enn i selve hovedstrømmen, de andre stasjonene (A, C, D og E) ligger omtrent på samme nivå som i hovedstrømmen. Dette kan tyde på at det ved disse stasjonene ikke er oppnådd homogen spredning i tverrsnittet, eller at vannmassene har treg inntrengning i substratet.

I sone B ligger sporstoffverdiene høyere enn i sone A og i hovedstrømmen. Spyling med pumpe kom

først i gang 150 minutter etter injeksjon. Dette vises tydelig ved at det er en økning i konsentrasjon hos alle stasjoner etter dette tidspunkt (se fig 4.10). Før dette tidspunkt ligger verdiene på samme nivå som sone A og i hovedstrømmen. Unntaket er ved stasjon J og L hvor verdiene ligger høyere enn hos de resterende i studieområdet (G, H, I, J). Dette kan skyldes at de ligger lengre fra injeksjonspunktet og at en bedre spredning ut i tverrsnittet kan ha blitt oppnådd, eller at substratet her er mer permeabelt enn hos de andre stasjonene. Andre årsaker kan være at det ved J og L ikke er samme grunnvannstilsig som ved de andre stasjonene. Figur 4.9 viser sone A og figur 4.10 viser sone B.

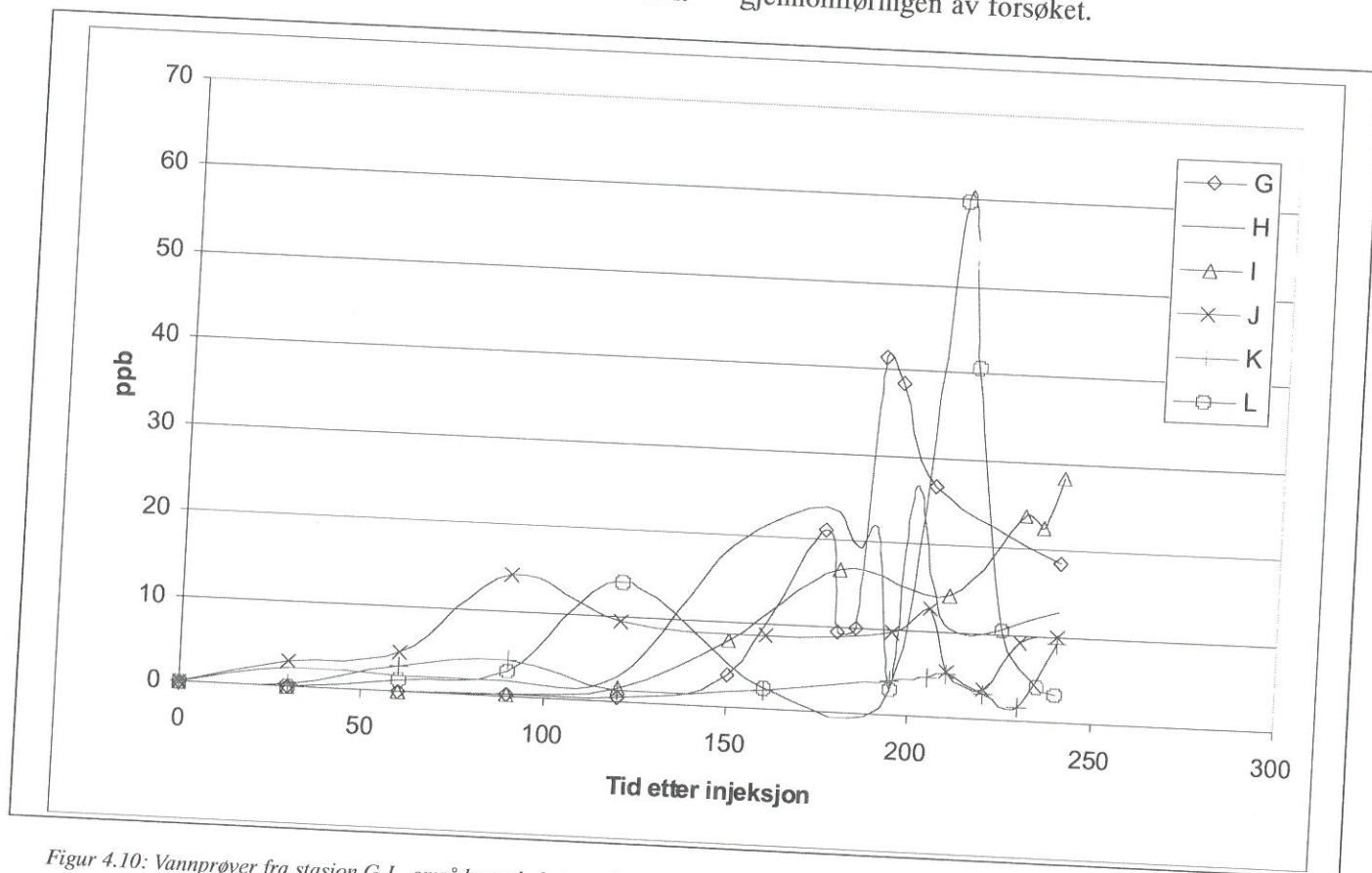


Figur 4.9: Vannprøver fra stasjon A-F, område uten pumpebehandling.

Av figur 4.10 kan en se at spylingen med pumpe ikke hadde betydelig effekt på konsentrasjonen i forhold til området hvor det ikke ble benyttet pumpe (figur 4.9). Med unntak av stasjonene G og L registreres ingen betydelig rask økning i konsentrasjon. Dette går fram av at økningen i konsentrasjon, med unntak av stasjon G og L, ikke er vesent-

lig høyere enn sone A og i samløpet Byaelva/Ogna.

Det ble ved forsøket ikke forsøkt å dosere høyere sporstoffverdier enn det som ble antatt å være i de frie vannmasser. Mannskapet fikk utdelt standard løsning med sporstoff som skulle benyttes ved gjennomføringen av forsøket.



Figur 4.10: Vannprøver fra stasjon G-L, område med ekstern påvirkning (spyling med pumpe).

### 4.1.3 Simulert behandling 3. 07.03.2001

#### Byaelva, Byadammen-kloakkrensaneanlegget

På bakgrunn av undersøkelsene i november 2000 (simulert behandling 2) ble det i uke 10 2001 på nytt gjennomført simulert rotenonbehandling i det samme området i Byaelva. Forsøket ble endret noe som følge av erfaringene fra simulert behandling 2. Simuleringen ble gjennomført med forsterkede utstys- og mannskapsressurser, dette for å imøtekomme problemene som ble avdekket ved simulert behandling 2. Blant annet var doseringsstasjonen flyttet for å imøtekomme spredningsproblemene nedstrøms kraftverket.

Ved rotenonbehandling i 1993 og ved simulert behandling 2 var det blitt dosert sporstoff gjennom

kraftverket (vi brukte også pumper under simulert behandling 2). Doseringsstasjonen var satt opp ved inntaket til kraftverket. Det var mistanke om at dette ikke var tilstrekkelig for å få en homogen blanding av sporstoff ut i elvas tverrsnitt nedstrøms kraftverket. For å imøtekomme dette var doseringsstasjonen flyttet til oppstrøms demningen (injeksjonssted under vårbehandlingen). Det ble videre lagt ut perforert slange for å spre sporstoff ut i elvas tverrsnitt. Vi ønsket på bakgrunn av dette å se nærmere på spredningen langs elvebreddene og i tverrsnittet.

Under vårbehandlingen var det planlagt å benytte klekkeriet til å oppbevare stamfisk. Inntaket til klekkeriet ligger oppstrøms demningen, og det var derfor frykt for at det kunne komme rotenon inn i klekkeriet.



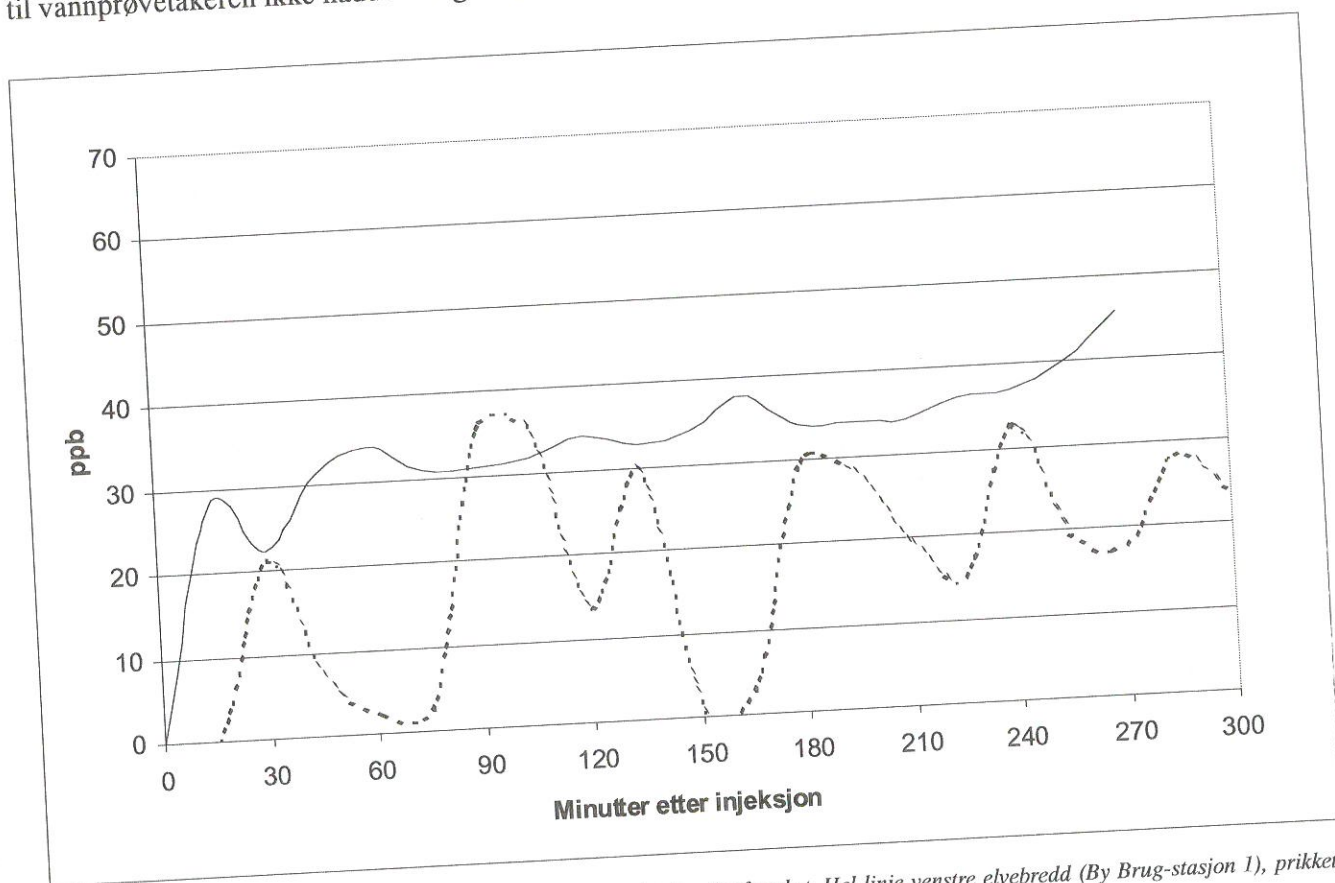
### Hovedstrømmen

Det ble i hovedløpet tatt målinger ved 2 stasjoner. Stasjon 1 var plassert på samme sted som stasjon 1 ved simulert behandling 2. Vi ønsket å se om en injeksjon oppstrøms dammen ga en bedre spredning ut i tverrsnittet. Stasjon 2 var plassert på motsatt elvebredd.

Resultatene viste en bedre spredning i tverrsnittet enn ved simulert behandling 2. Ved stasjon 1 (venstre bredd) ble det nå registrert en mer stabil kurve enn ved simulert behandling 2. Årsaken til dette kan være bedre spredning, eller at inntaksslangen til vannprøvetakeren ikke hadde riktig samme plas-

sering. Videre kan vannføringen ha vært noe forskjellig (simulert behandling 2 og 3). Ulik vannføring vil gi ulik spredning av sporstoff målt ved samme lokalitet (Nienow 1993)

Ved stasjon 2 (høyre bredd) ble det registrert mer ustabile konsentrasjoner av sporstoffet (se figur 4.11). Konsentrasjonen varierer, men er i lange perioder tilnærmet like høy som ved stasjon 1. Dette bekrefter mistanken om at strekningen fra kraftverket til kloakkrensaneanlegget er kompleks, og at denne strekningen må vies stor oppmerksomhet under planlegging og gjennomføringen av rotenonbehandlingen.



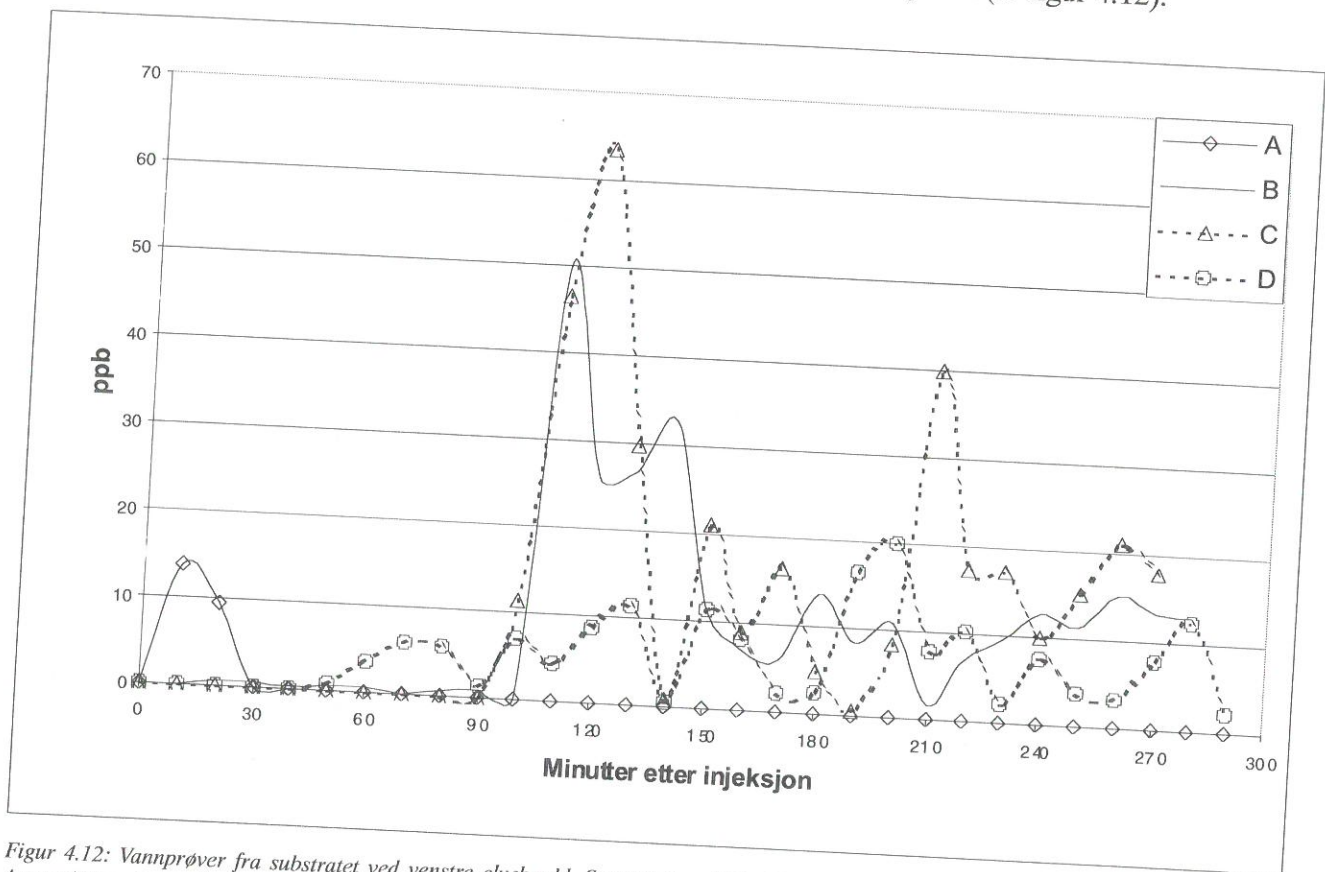
Figur 4.11: Vannprøver fra frie vannmasser, tatt 400 meter nedstrøms kraftverket. Hel linje venstre elvebredd (By Brug-stasjon 1), prikket linje høyre elvebredd (stasjon 2).

## Substrat

I studieområdet (likt med simulert behandling 2) ble det tatt prøver fra 4 stasjoner. Stasjon D lå på venstre elvebredd utenfor kloakkrensaneanlegget, videre lå stasjon C-A med femti meters mellomrom oppstrøms D. Resultatene viste varierende konsentrasjon ved målestasjonene. Ved enkelte stasjoner (B og C) registreres topper i kurven. Dette er markerte topper som ligger betydelig høyere enn konsentrasjonen i de frie vannmasser (stasjon 1). Med unntak av toppene ligger verdiene lavere enn i de frie vannmasser. Ved stasjon D registreres ingen topp i konsentrasjon og verdiene ligger langt lavere enn i de frie vannmasser. Dette kan tyde på at

spyling med pumpe ikke har hatt effekt i dette området. Ved stasjon A ble det kun registrert verdier fra 10-30 minutter, fra 100-300 minutter ble ingen verdier registrert.

Dette bekrefter igjen mistanken om at denne strekningen er kompleks. De lave verdiene ved A og D kan skyldes at det er grunnvannstilstrømming i dette området, andre forklaringer kan være lite innstrømming fra de frie vannmasser. Mistanken om tilsig av grunnvann ble styrket av at verdiene ved B og C etableres på et lavere nivå enn de frie vannmasser, selv etter at det ble registrert markerte topper i konsentrasjonen (se figur 4.12).



Figur 4.12: Vannprøver fra substratet ved venstre elvebredd. Stasjon D ved kloakkrensaneanlegget, stasjon A 200 meter oppstrøms denne. Avstand 50 meter mellom hver stasjon.

## Randsone

Da det var usikkerhet omkring innblandingen av sporstoff i nærområdet til kraftverksutløpet ble dette området nærmere undersøkt. Vannprøvene ble hentet med sprøyte, denne ble ført inn i mellom steiner i randsone og vannprøver sugd opp.

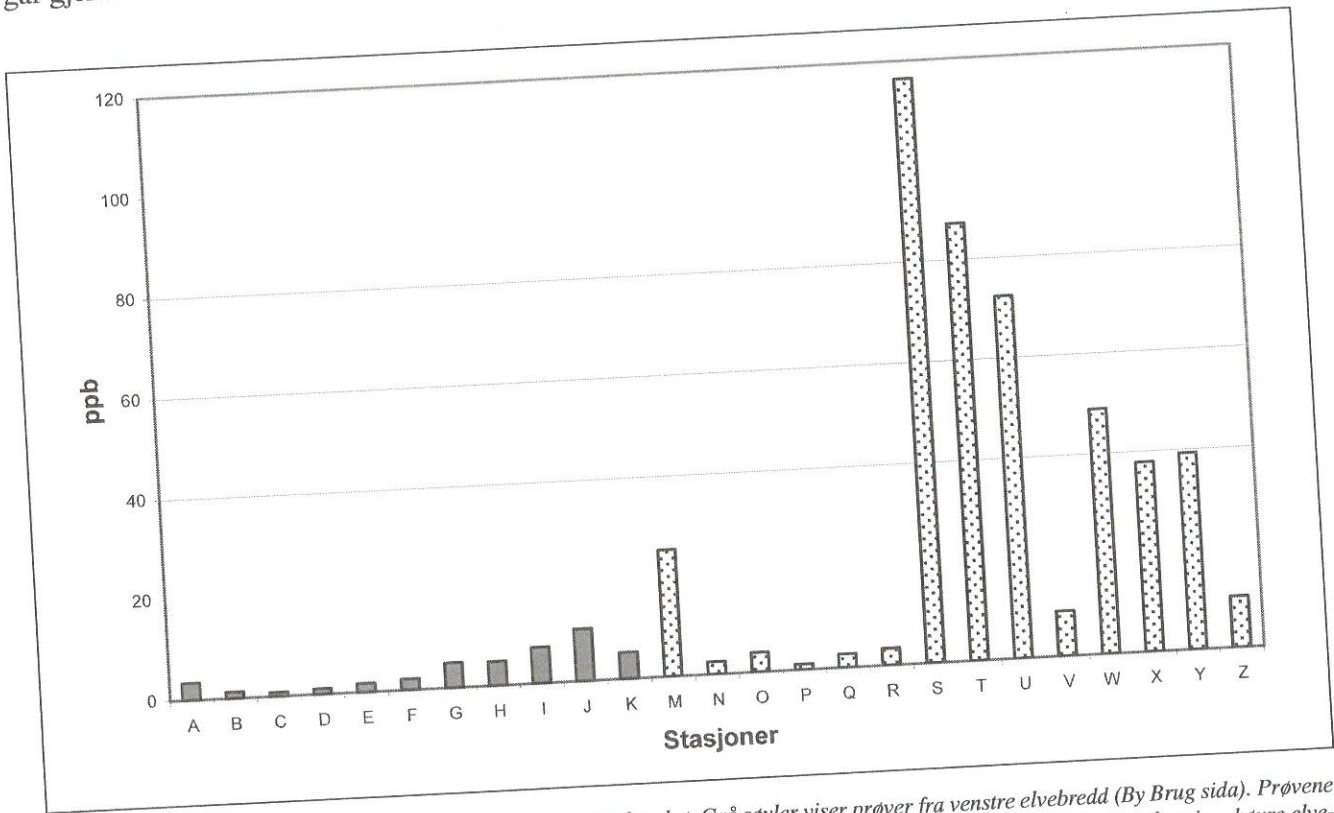
Resultatet av prøvene viste at det i randsone var lave verdier av sporstoff. Verdiene lå langt lavere enn verdiene registrert ute i elva. Figur 4.13 viser et diagram for prøvene tatt i dette området. Ved begge

elvebredder ble det registrert lave verdier. Verdiene ligger langt lavere enn i de frie vannmasser, og det er ingen utpreget forskjell mellom høyre og venstre elvebredd i den første strekningen nedenfor kraftstasjonsutløpet.

På høyre elvebredd registreres høye verdier i området som er påvirket av vannmassene fra selve Byafossen. Stasjon S, T og U er tatt i substratet i umiddelbar nærhet til disse vannmassene. Nedstrøms dette området registreres derfor høyere

verdier enn oppstrøms. Byafossen ble under simuleringen behandlet med pumper, i tillegg er det lekkasjer i dammen. Disse faktorene vil i sum trolig gi en høyere konsentrasjon enn i vannmassene som går gjennom kraftverket. Dette kommer av at det er

liten fortykning i umiddelbar nærhet til dammen. I tillegg vil kulpen nedstrøms Byafossen magasinere sporstoff, og dette vil gi en jevnt høy utstrømming av sporstoff til selve Byaelva og spesielt i randsonen ved høyre elvebredd.



Figur 4.13: Vannprøver fra randsonen i området nedstrøms kraftverket. Grå søyler viser prøver fra venstre elvebredd (By Brug sida). Prøvene er tatt fra 20 meter (A) nedstrøms utløpet av kraftverket og med 10 meters intervall nedover (K=130 meter). Prikkete søyler viser høyre elvebredd (motsatt side av By Brug). Prøvene er tatt 50 meter (M) fra utløpet av kraftverket og med 10 meters intervall nedover (Z=190 meter).

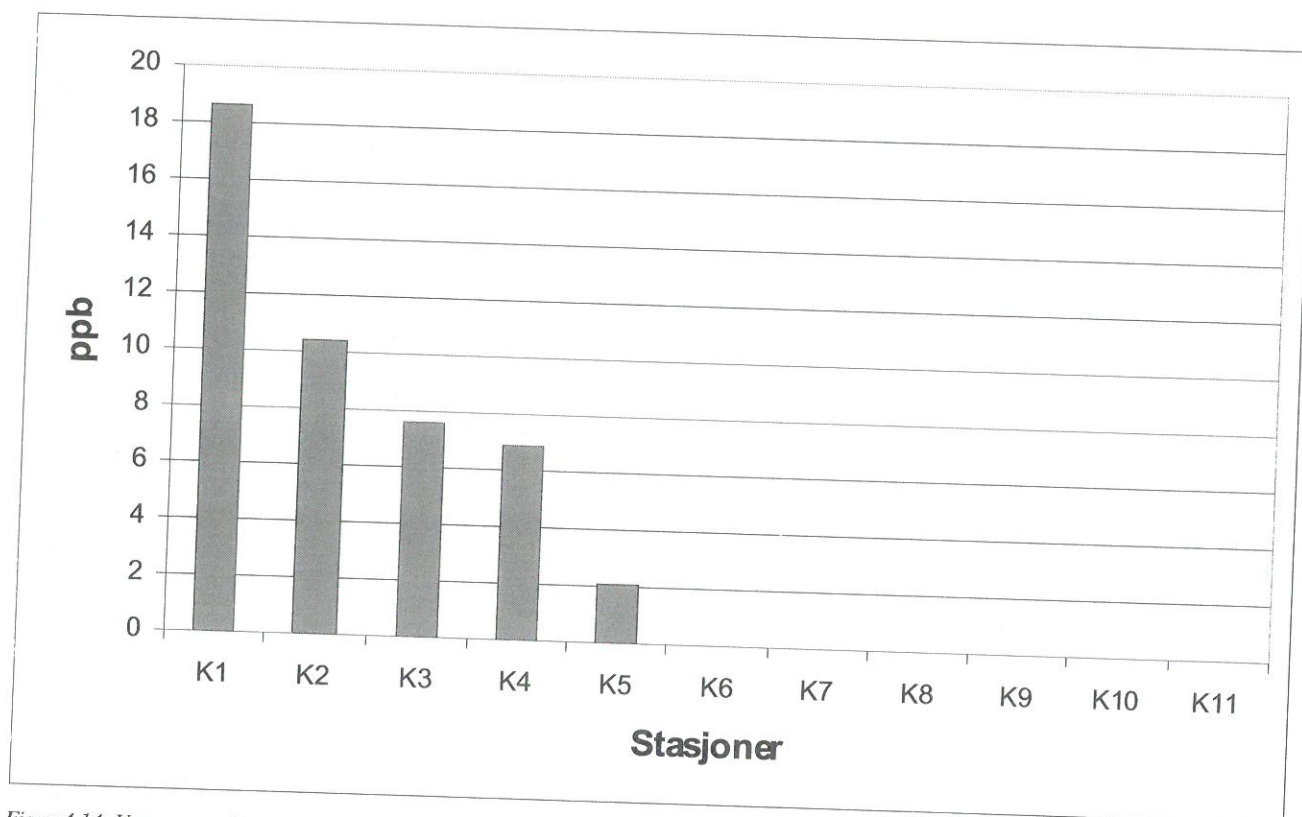
### Tverrsnitt

Den perforerte slangen på utdoseringsstasjonen dekket ikke hele inntakskanalens tverrsnitt. Vi ønsket å undersøke om dette førte til at det ikke ble oppnådd homogen blanding i hele tverrsnittet. Resultatene viser tydelig at dette ikke ble oppnådd (se figur 4.14). Høyeste verdi ble registrert i inntakskanalens høyre del. Dette er ved den samme siden som utdoseringsstasjonen stod. Det ble fra stasjon K1 (høyre side) mot stasjon K5 registrert raskt synkende verdier. Fra K6-K11 ble det ikke registrert sporstoff. Selve doseringsstasjonen var plassert på høyre side av kraftverksdammen. Det

var lagt ut perforert slange langs selve dammen og inn i inntakskanalene. For å kunne imøtekomme konsentrasjonsforskjeller i tverrsnittet må det derfor også doseres fra venstre elvebredd eller fra venstre side av kraftverksdammen.

### Klekkeriet

I klekkeriet ble det tatt målinger av inntaksvannet fra starten av utdoseringen til en time etter at utdoseringen var avsluttet. Det ble tatt prøver med et intervall på 10 minutter. Det ble ikke registrert sporstoff i noen av prøvene.



Figur 4.14: Vannprøver fra tverrsnittet i inntakskanalene til kraftverket. Stasjon K1 helt ut til høyre i kanalen, stasjon K11 helt ut til venstre. Avstand ca 5 meter mellom hver stasjon. Prøvene er tatt i inntaket til kraftverket, helt nederst i kanalen.

## 4.1.4 Simulert behandling 4. 28.08.2001

### Byaelva og nedre deler av Ogna

På bakgrunn av erfaringene fra simuleringene i Byaelva (simulert behandling 2 og 3) ble det på nytt gjennomført en simulering i Byaelva. Studieområdet var utvidet til å gjelde hele Byaelva fra Byafossen til samløpet med Ogna, Ogna fra Midjo til samløpet med Byaelva, Steinkjerelva fra

Håkkådalsbrua til munningen og munningsområdet inkludert Bogabukta.

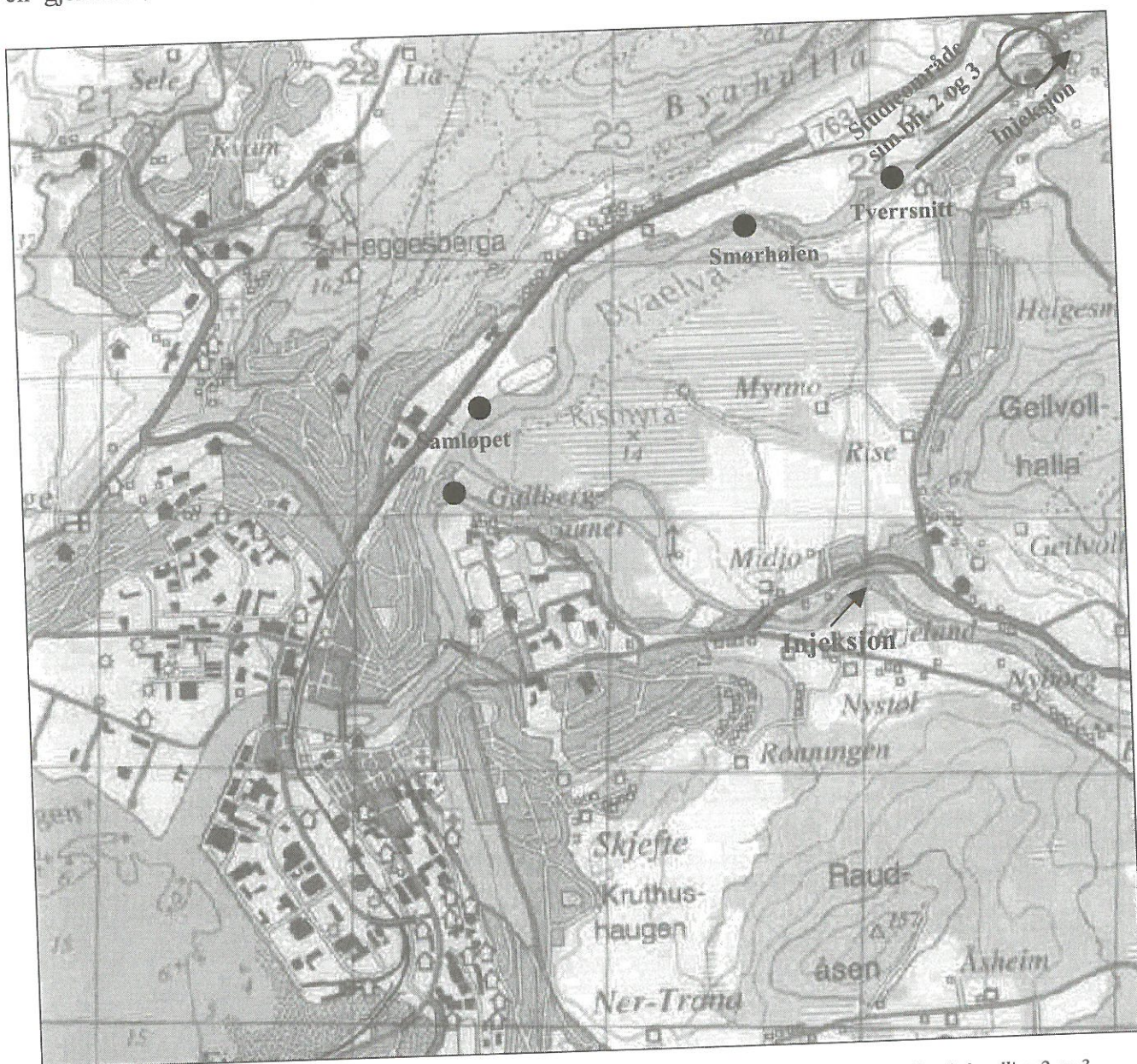
Formålet i Byaelva var utvidet til å omfatte spredning av sporstoff inn i substrat fra Byafossen til kloakkrenseanlegget, sporstoffmålinger i hele Byafossen, spredning i hele elvas tverrsnitt ved utløpet av kraftverket og nedstrøms kloakkrenseanlegget, i dybden i Smørhølen og spredning og fortykning ned til samløpet med Ogna. I Ogna ble det sett på spredning av sporstoff i forgreningene ved

Guldbergaunet ned til samløpet med Byaelva. I Steinkjerelva ble det sett nærmere på spredning inn i substratet nedstrøms Håkkådalsbrua. I munningen ble det sett nærmere på generell spredning i tverrsnitt og dybde samt fyllinger langs land. I tillegg til dette fungerte simuleringen som trening for behandlingsmannskap.

En endring fra tidligere simuleringer var at pumpe-mannskapet ble gitt friere tøyer. Tidligere hadde det vært lagt restriksjoner på hvilke doser av sporstoff som skulle brukes pr. tidsenhet. Målet hadde vært å ikke dosere vesentlig sterkere enn i de frie vannmasser. Ved denne simuleringen ble doseringen gjennomført som ved en rotenonbehandling.

Hvert pumpelag fikk en bestemt mengde sporstoff som skulle brukes på en gitt strekning. Mannskapet måtte da blande doseringen selv og fordele dette på best mulig måte over sitt område. Dette ville gi en høyere konsentrasjon i vannet som ble sprøytet ut av pumpa enn i de frie vannmasser.

Simulert rotenonbehandling 4 i Byaelva, Onga og Steinkjerelva var et stort prosjekt. I løpet av 12 timer ble det tatt vannprøver fra 58 faste målestasjoner, samt fra randomiserte stasjoner i store deler av munningsområdet (munningsområdet definert som målestasjon 58). Det ble til sammen samlet inn 1652 vannprøver. Figur 4.15 viser studieområdet. I denne rapporten presenteres kun utvalgte resultater.



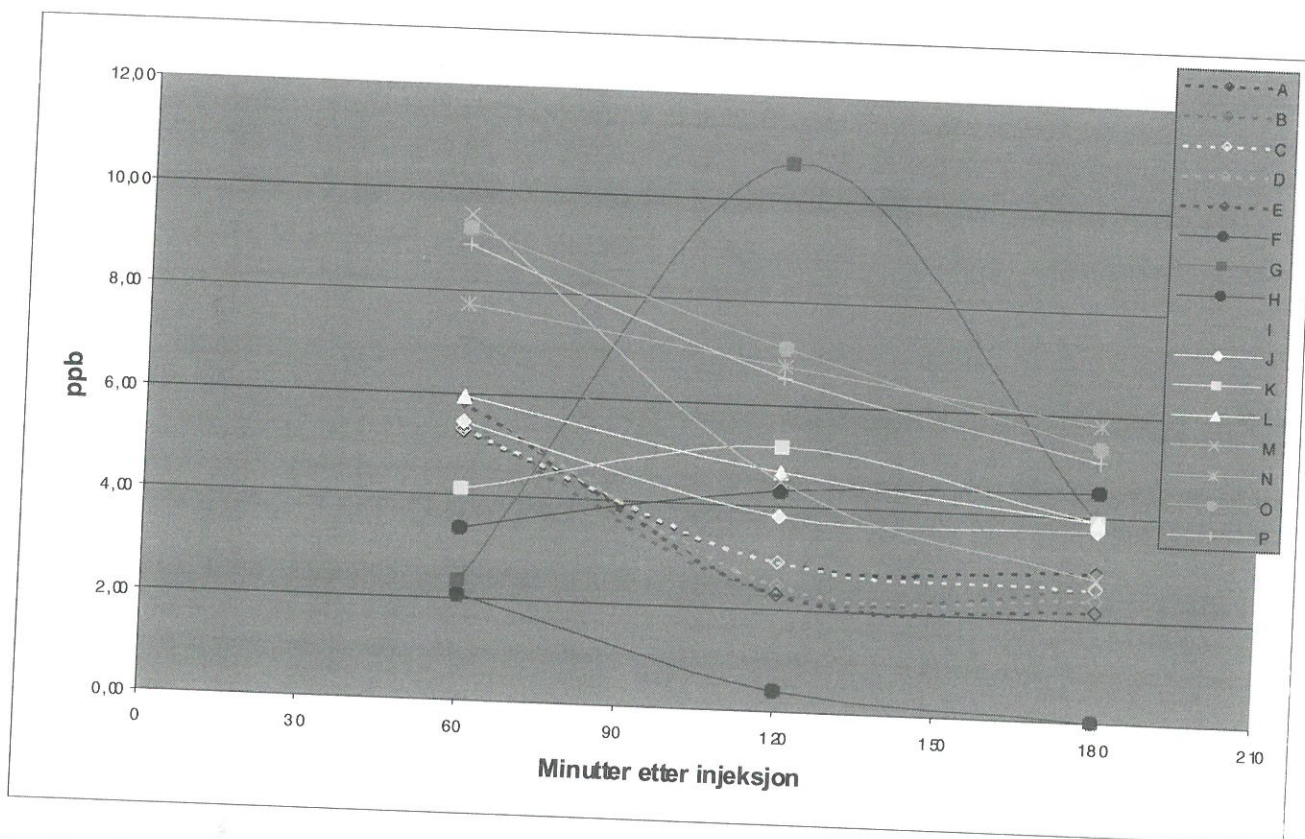
Figur 4.15: Områdekart for simulert behandling 4. Nedstrøms Byafossen ble det samme området som ved simulert behandling 2 og 3 undersøkt. Prøvepunkter er markert med svarte piler.

## Byafossen

Hele Byafossen fra demningen og ned til grusøra nedstrøms kraftverket ble behandlet av et eget pumpelag. Dette, i tillegg til vannet fra lekkasjene i dammen, gav en høyere konsentrasjon nedstrøms selve Byafossen enn i utløpet av kraftverket.

Ved F ble det registrert svært lave verdier av sporstoffet. Dette var forventet da det ikke ble dosert

sporstoff ved denne stasjonen. I selve dammen er det lekkasjer i alle slusene. Doseringsstasjonen var plassert ved slusa hvor stasjon F var lokalisert, men den første delen av den perforerte slangen har 5 meter uten hull. Det vil si at det først ble dosert sporstoff bortenfor denne stasjonen. Figur 4.16 viser resultater fra selve Byafossen. Dette viser at de beskrevne behandlingsmetodene sikrer en tilfredsstillende behandling av Byafossen.



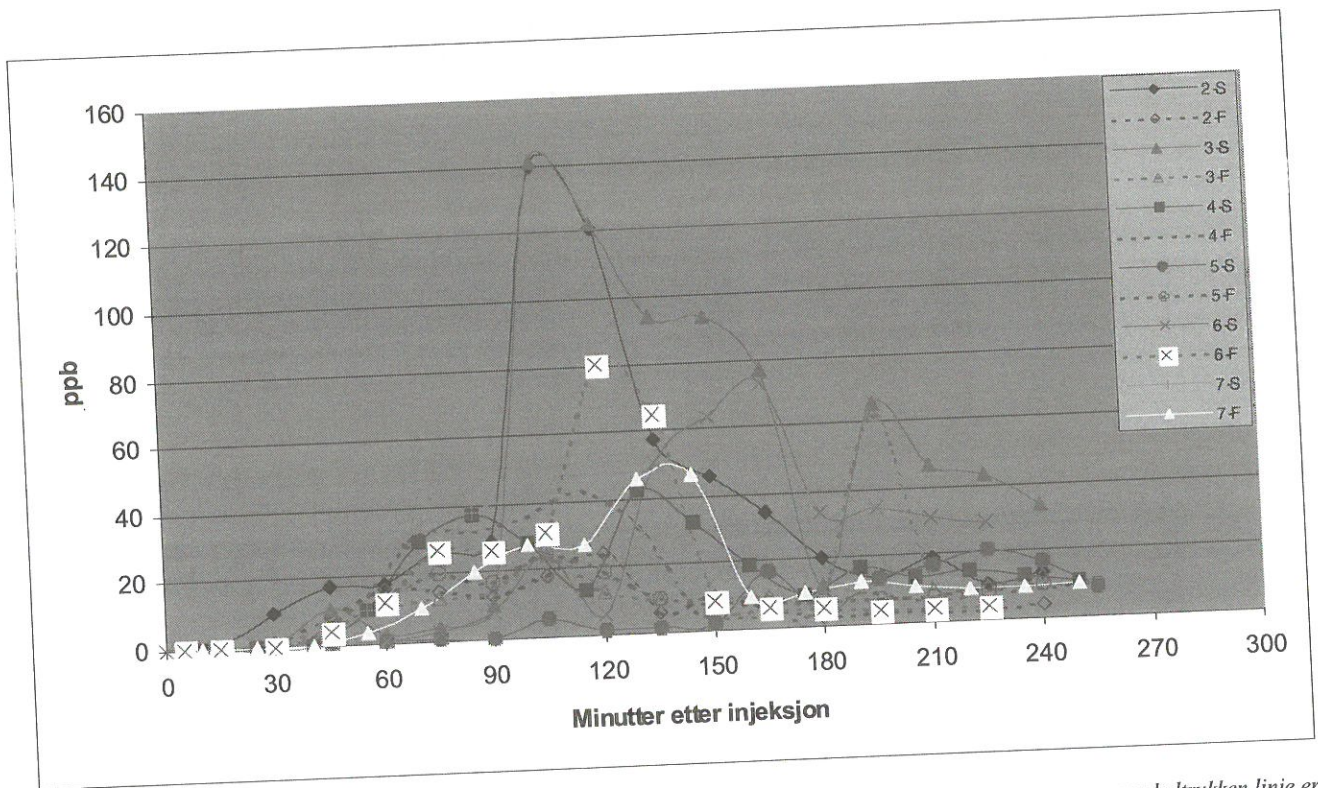
Figur 4.16.: Stasjoner i Byafossen og ved utløpet av kraftverket. Stasjon A-E utløpet av kraftverket (stiplet), G-L ved lekkasjer i dammen, F i fossen ved luke 1, M-P i kulpen ved klekkeriet.

## Randsone

Ved simuleringen ble det gjennomført målinger i randsone ved begge elvebredder nedstrøms Byafossen. Ved venstre elvebredd (By Brug) ble det samme området som ved tidligere simuleringer undersøkt. De tidligere resultatene har vist at dette området er komplekst og at det har vært vanskelig å oppnå betydelig høyere konsentrasjoner i substratet enn i de frie vannmasser.

Ved denne simuleringen ble det satt inn ekstra ressurser for å imøtekomme de hydrologiske problemene som tidligere har blitt dokumentert ved venstre elvebredd. Det ble blant annet satt opp en

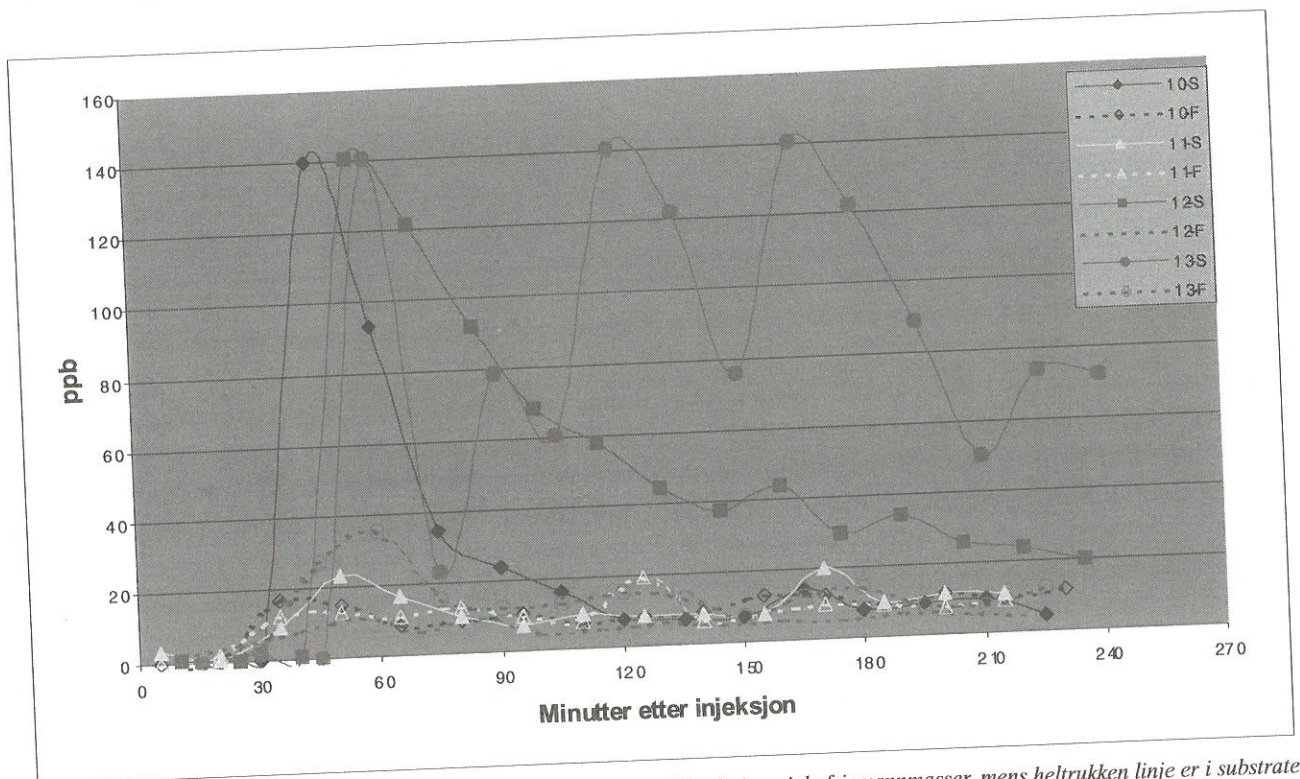
dryppstasjon ved utløpet av kraftverket som hadde som formål å heve konsentrasjonen langs venstre elvebredd. I tillegg ble området viet spesiell oppmerksomhet ved bruk av pumpene. Resultatene viste nå betydelig høyere konsentrasjon enn fra kraftverket. I substratet registreres jevnt over høyere konsentrasjon enn i de frie vannmasser. Figur 4.17 viser resultatene fra venstre elvebredd.



Figur 4.17: Responskurver fra målinger gjort ved venstre elvebredd (By Brug). Prikket linje er i de frie vannmasser, mens heltrukken linje er i substratet. Resultatene ligger jevnt over sporstoffverdiene fra kraftverket

Ved høyre elvebredd ble et område fra grusøra og 400 meter nedstrøms elva undersøkt med samme formål som ved venstre elvebredd. Dette området ble undersøkt i juli 1998, den gang uten bruk av pumper eller hagekanner. Det ble ved denne undersøkelsen registrert lave verdier i substratet. Det

registreres topper i substratet etter at området har blitt spylt med pumper. Konsentrasjonen går ned etter dette med unntak av stasjon 13 (se figur 4.18). Ved grusøra er det et finere substrat enn ved venstre elvebredd. Dette vil trolig føre til at det er kortere magasineringsstid i substratet ved grusøra enn ved



Figur 4.18: Responskurver fra målinger gjort ved høyre elvebredd. Prikket linje er i de frie vannmasser, mens heltrukken linje er i substratet. Resultatene ligger jevnt over sporstoffverdiene fra kraftverket

motsatt elvebredd. I tillegg vil strømmen fra kraftverket og stå mer på mot dette området.

### Tverrsnitt og Smørhølen

I tverrsnittsmålingene nedstrøms kloakkrenseanlegget og i Smørhølen ble det registrert konsentrasjoner av sporstoff som var høyere eller tilnærmet like som i Byafossen og i utløpet av kraftverket. Det ble registrert høyere konsentrasjoner tidlig i responskurven enn senere. Dette er trolig som et resultat av utslippsprosedyren. Resultatene fra tverrsnittsmålingene viser ikke betydelige forskjeller i konsentrasjoner i tverrsnittet eller i dybden. Dette tyder på at sporstoffet er homogent blandet med vannmassene ved dette området. I Smørhølen ble det ikke registrert konsentrasjonsforskjeller i dypet eller i de øvre vannmasser.

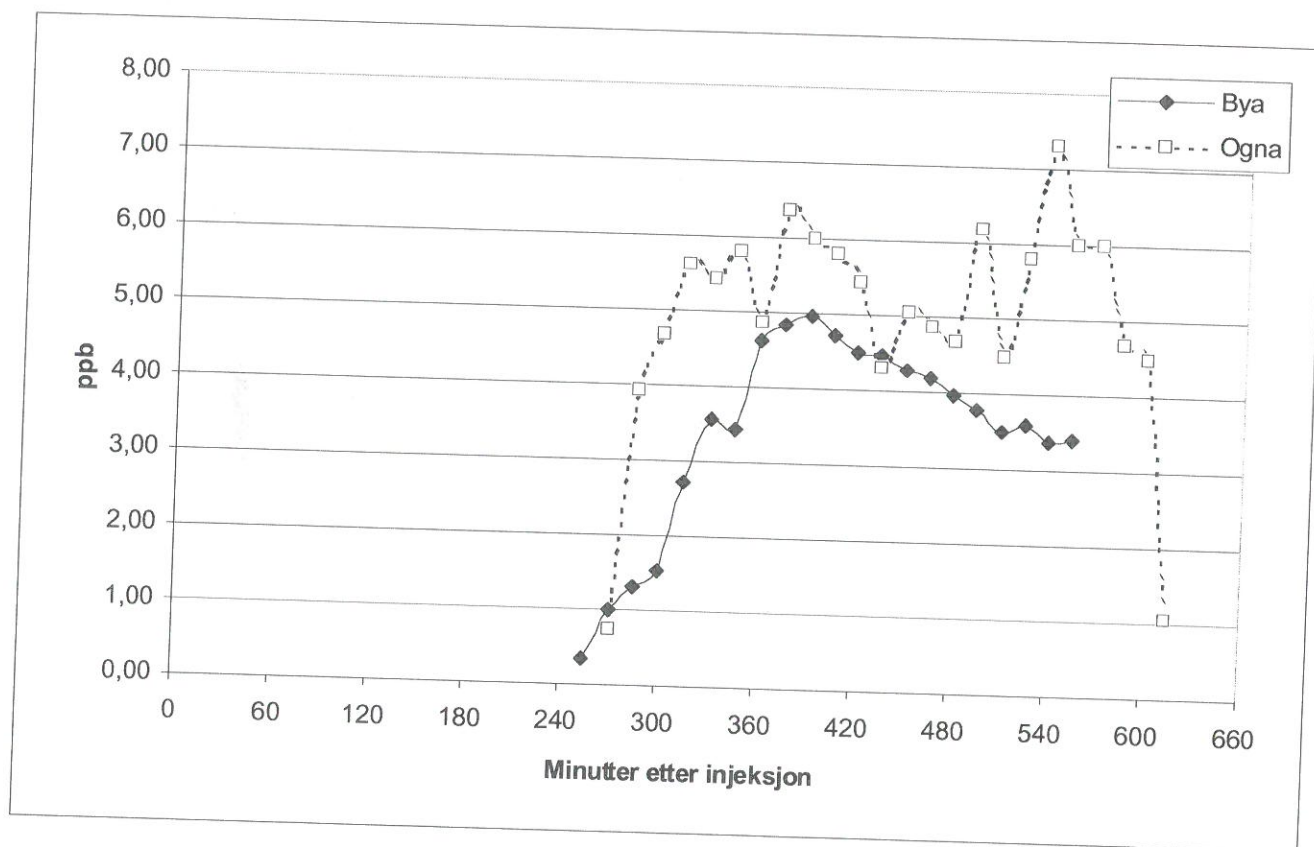
### Samløpet

Ved rotenonbehandling av Byaelva og Ogna er koordineringen av behandlingen viktig. Det er tidligere vist at vannmassene fra Byaelva og Ogna

blandes langsomt. For å hindre at lommer med lave doser av rotenon oppstår nedstrøms samløpet er det viktig at rotenonskyene ankommer samløpet til tilnærmet lik tid.

I forsøket ankom sporstoffet fra Byaelva samløpet etter 4 timer og 15 minutter etter injeksjon (se figur 4.19). Sporstoffskya var da spredd ut i tid, men konsentrasjon var likevel rimelig høy og ligger for det meste over sporstoffverdiene fra kraftverket. At skya ikke var ytterligere redusert kan forklares med at det ble dosert dobbel dose den første timen, samt at det ble tilført en betydelig andel sporstoff til elva fra pumpingen.

Dosering i Ogna ble gjennomført 300 meter oppstrøms Midjobrua. Skya ankom samløpet etter 1 time og 30 minutter. Responskurven viser at det i liten grad har skjedd en fortynning og spredning i tid. Dette vises ved den raskt økende fronten og den raskt avtagende halen på kurven. Selve utflatingen på skya er ustabil, men holdes jevnt høyt.



Figur 4.19: Resultater fra samløpet Byaelva-Ogna. Heltrukken linje med sort indikator er Byaelva, prikkete linje med hvit indikator er Ogna.



## 4.2 Hovedutdosering og påfriskning

Selve hovedutslippet av rotenon blir foretatt oppstrøms anadrom strekning, ovenfor en større foss eller annen type hinder. For å oppnå en optimal rotenonbehandling er man avhengig av at rotenon er spredd ut i hele elvas tverrsnitt øverst i anadrom strekning. Etter injeksjon av rotenon til de strømmende vannmasser (elva) vil elvas hydrauliske prosesser spre rotenonen i lengderetningen og i tverrsnittet. For å spre rotenon best mulig ut i tverrsnittet er man normalt avhengig av god turbulens. I en foss er det turbulens, men det likevel ikke sikkert at dette er tilstrekkelig. Det kan derfor i enkelte tilfeller være nødvendig å slippe ut rotenon et godt stykke ovenfor fossen.

### Formål

Hovedmålet har vært å dokumentere spredningen av rotenon ved utdoseringslokalitetene i Steinkjervassdraget. I Steinkjervassdragene er hovedutslippslokalitetene Støafossen i Oгна, Byafossen i Byaelva og ved sperra i Figga. I Oгна er det i tillegg planlagte påfriskningslokaliteter ved Brandseggfossen, Bruemshølen og Midjobrua. Det er spesielt ved hovedutslippslokalitetene kritisk hvis rotenonen ikke blir tilstrekkelig spredd ut i tverrsnittet. En dokumentasjon av dette er derfor viktig for planleggingen av behandlingen, og vil kunne påpeke behovet for å eventuelt endre på utdoseringslokalitetene,

samt behov for å sette inn ekstra ressurser i form mannskap og bruk av pumper.

### 4.2.1 Oгна

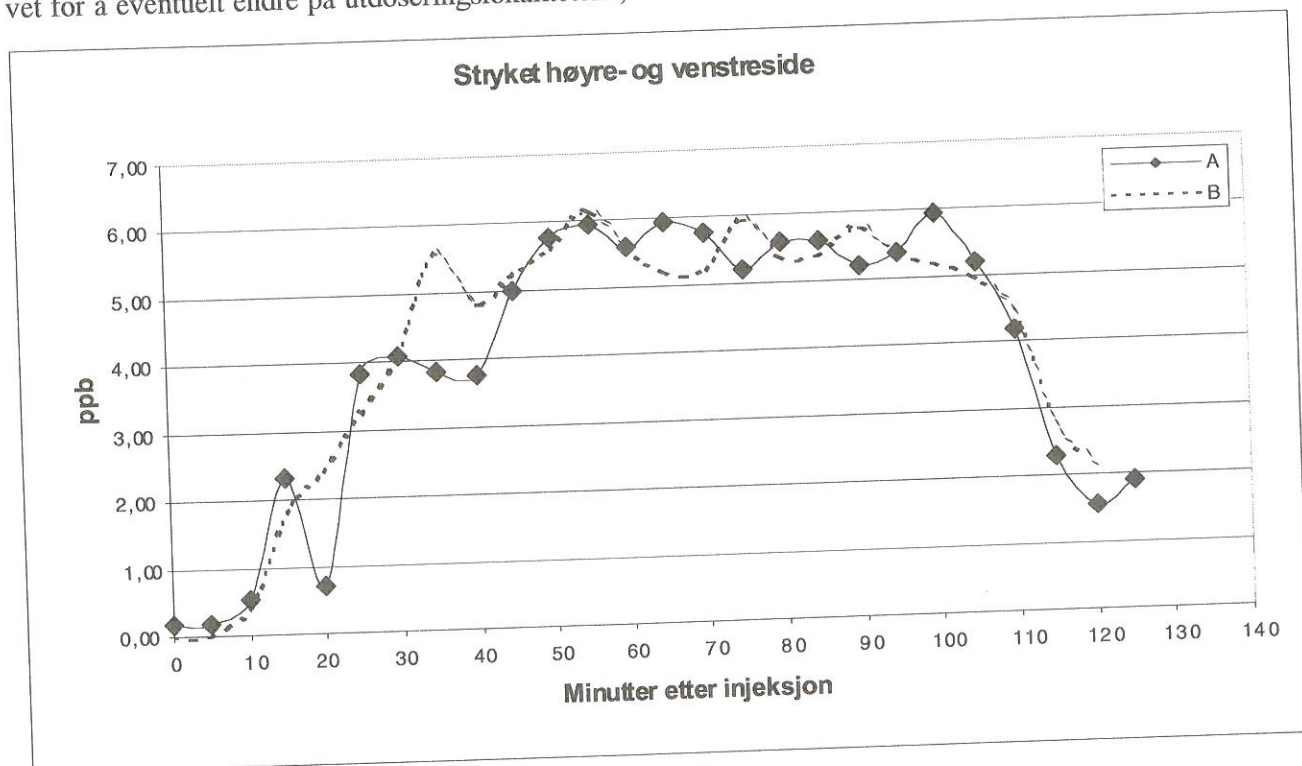
#### Hovedutslipp Støafoss

Ved rotenonbehandlingen i 1993 ble rotenon dosert ut i Oгна i Støafossen. Utdoseringsstasjonen var ett 200 liters fat med kran. Det ble da antatt et det var god nok turbulens i selve Støafossen til å spre rotenon ut i fossens tverrsnitt.

#### Forsøk 14 (05.08.99)

Et oljefat ble plassert på samme sted som doseringsfatet med rotenon stod plassert i 1993 (venstre side på toppen av fossen). Utslipp av sporstoffet ble gjennomført i 120 minutter. Formålet var å se nærmere på spredningen av sporstoff ut mot elvebreddene i stryket nedstrøms Støafossen. I forsøket ble det tatt målinger fra 2 stasjoner, en på hver side av stryket.

Resultatene viste at det i stryket ble registret tilnærmet identiske responskurver ved begge elvebredder (se fig. 4.20). Dette tyder på lik spredning ut mot begge elvebredder, men det er usikkert om sporstoffet er tilstrekkelig homogent spredd i tverrsnittet da det ikke ble tatt referansemålinger midt i elva. Konsentrasjon av sporstoffet i hovedstrømmen kan være betydelig høyere.

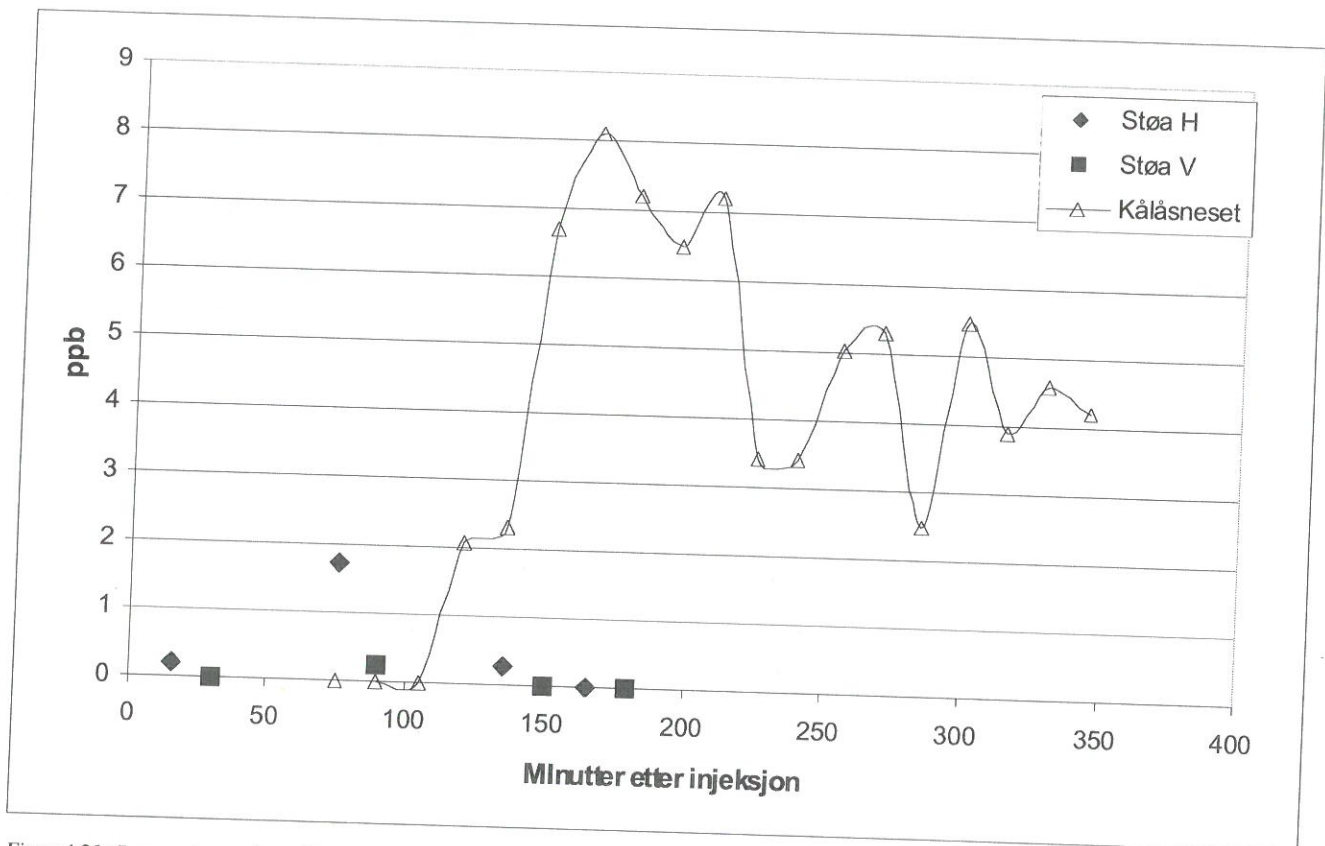


Figur 4.20: Spredning av sporstoff i stryket nedstrøms Støafossen (forsøk 14).

### Forsøk 28

Et oljefat ble plassert på samme sted som ved rotenonbehandlingen i 1993 og forsøk 14. Utslipp av sporstoff ble gjennomført i 120 minutter. Formålet var å se nærmere på spredning av sporstoff ut mot elvebreddene nedstrøms Støafossen. Resultatene viste at det i randssonen ble registrert svært lave verdier av sporstoff. Spesielt ble dette synlig ved sammenligning av responskurven fra Kålåsneset (3

km nedstrøms, se fig 4.21). Ved transport nedstrøms i strømmende vann blir sporstoff fortynt og spredd ut i tid. Nært opp til et utslippsted vil derfor konsentrasjonen være høyere enn lengre ned. Det er derfor sannsynlig at det er dårlig spredning ut mot breddene i selve Støafossen i motsetning til ved Kålåsneset. Det ble tatt vannprøver fra 3 stasjoner, en på hver side av elva og en på Kålåsneset



Figur 4.21: Responskurve fra målinger ved Kålåsneset, samt punktmålinger nedstrøms Støafossen (forsøk 28)

### Forsøk 30 (29.08.01)

På bakgrunn av disse undersøkelsene ble det på nytt gjennomført en utdosering av sporstoff i Støafossen. Utdoseringsstasjonen var flyttet ca 300 meter oppstrøms fossen, og var plassert ved I Naturas brygge på høyre side av elva. En perforert slange var lagt halvveis ut i elva for å hjelpe til på spredningen ut i tverrsnittet. Utdoseringen av sporstoff ble gjennomført i 120 minutter.

Formålet var å se nærmere på spredningen av sporstoff rett nedstrøms Støafossen, og spesielt med tanke på lave konsentrasjoner i randssonen. Det ble tatt målinger fra 8 stasjoner, 4 på hver side elva. Målestasjonene var plassert i strekningen fra fossen til oppstrøms stryket nedenfor Støafossen. Det ble

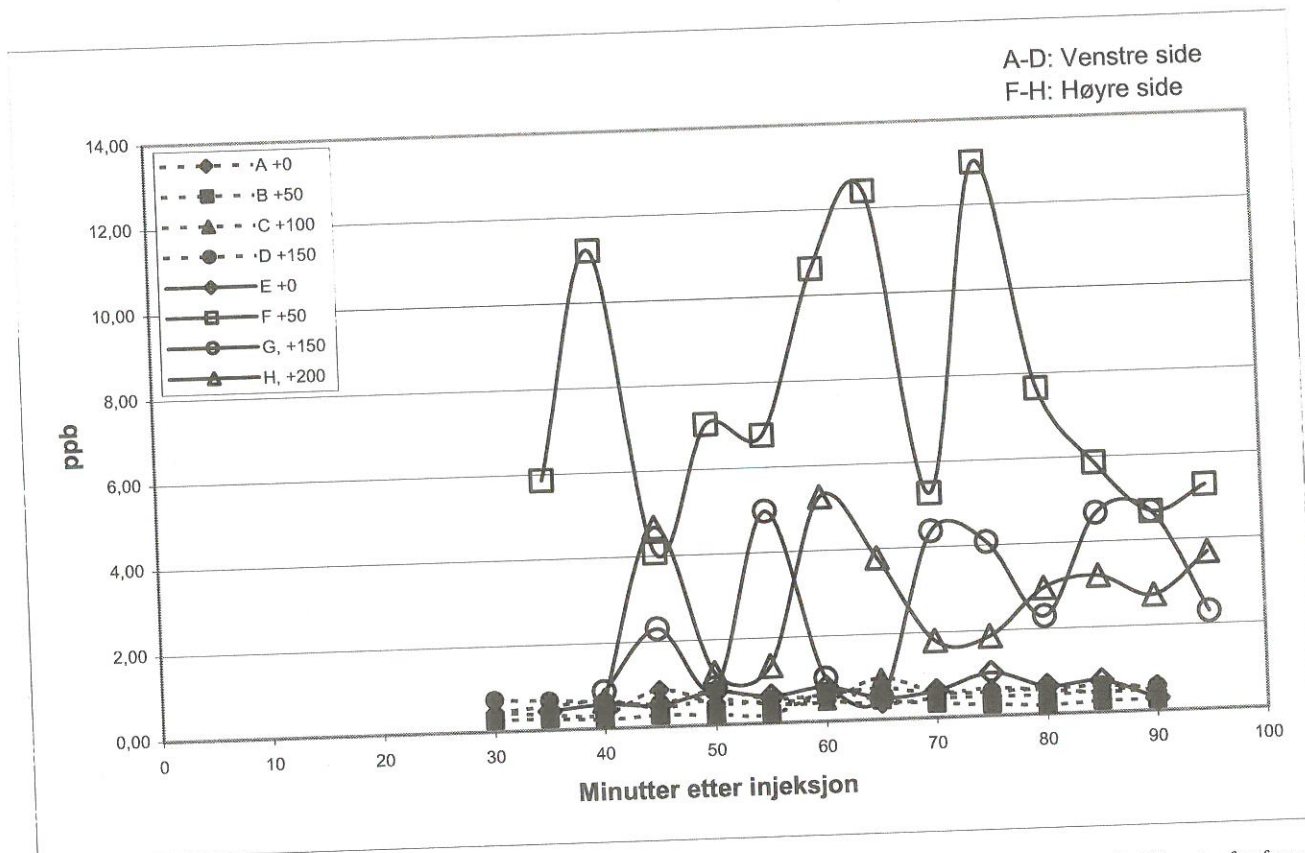
også tatt prøver spredd i selve fossen og oppstrøms fossen.

Resultatene viser at det var betydelig høyere konsentrasjon av sporstoff på høyre elvebredd enn på venstre elvebredd. Spesielt gjelder dette i bakevja ca 50 meter nedstrøms fossen. I dette området vil det skje en magasinering av sporstoff (bakevje). Spesielt lave verdier ble registrert ved stasjon E (helt opptil fossen), og ved alle stasjonene ved venstre elvebredd. Dette viser at det ikke blir god nok spredning av rotenon over mot venstre bredd ved denne måten å dosere på. Det er høyere konsentrasjon på høyre elvebredd som følge av plasseringen av utdoseringsstasjonen ved denne elvebredden. Prøvene som ble tatt i selve fossen (venstre elve-

bredd) viste svært lave verdier, lavere enn nedstrøms fossen (se figur 4.22). Oppstrøms fossen ble det ikke registrert sporstoffverdier ved venstre bredd.

Resultatene fra undersøkelsene ved Støafossen viser tydelig behovet for bruk av ekstra ressurser i

dette området. For å oppnå en optimal behandling av selve Støafossen og området nedstrøms fossen bør det doseres rotenon fra høyre elvebredd oppstrøms fossen med perforert slange over hele elvas bredde, eller det kan doseres fra begge sider. I tillegg må hele stryket nedstrøms fossen spyles grundig med rotenon fra pumper.



Figur 4.22: Spredning av sporstoff nedstrøms Støafossen (forsøk 30). Stasjon A-D på venstre elvebredd. A; i fossen, B; 50 meter fra fossen, C; 100 meter fra fossen, D; 150 meter fra fossen. Stasjon E-F på høyre elvebredd. E; i fossen, F; 50 meter fra fossen, G; 150 meter fra fossen, D; 200 meter fra fossen.

### Påfriskning

Ved transport nedstrøms i elvene blir rotenon spredd ut i tid og fortennet i vannmassene. Dette vil føre til at konsentrasjonen av rotenon før eller siden vil komme under letal dose. Det er derfor viktig at rotenonskyen blir frisket på slik at letal dose opprettholdes. Hvor fort rotenonskyen kommer under letal dose er avhengig av vassdragets hydrauliske bonitet, vannføring og nedbrytningsfaktorer som sollys, fosser og organisk materiale. I Oгна er de planlagte påfriskningslokalitetene ved Brandseggfossen, Bruem (Ognaldsbrua) og ved Midjobrua.

### Oгна, Brandseggfossen

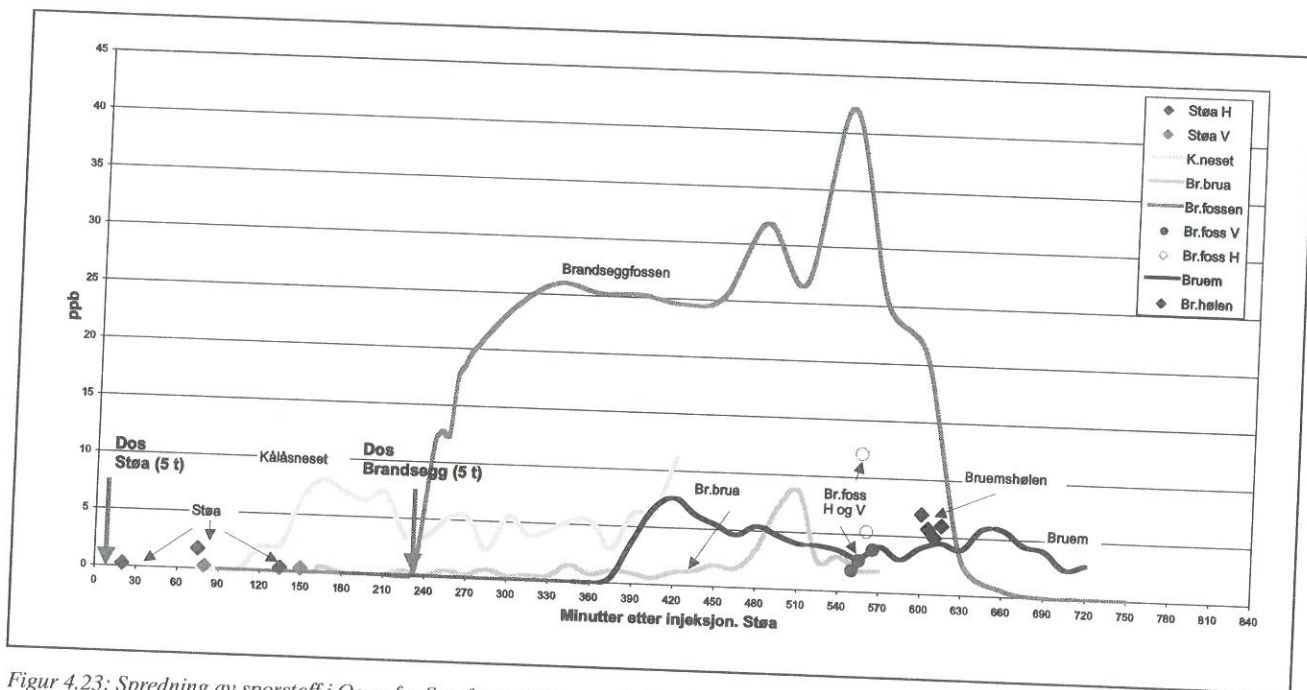
I forbindelse med forsøk 28 for hovedutslipp i Støafossen ble det gjennomført påfriskning i Brandseggfossen. For å kontrollere effekten av dette ble det tatt vannprøver ca 500 meter fra dose-ringslokalitet og i randsonen i samme området.

Resultatene kan tyde på at det i Brandseggfossen er god spredning ut i tverrsnittet. Forsøket er noe mangelfullt til å slå dette fast, men konsentrasjon fra punktmålingene (figur 4.23) er tilnærmet like høy som i responskurven. I selve Brandseggfossen

går elva i slynger og vannet har god turbiditet. Dette er faktorer gir spredning ut mot elvebreddene (Gordon et al 1992).

Figuren (figur 4.23) viser at det ble registrert lav konsentrasjon av sporstoffet på Brandseggbrua. Ved transport nedstrøms i Ognå ville sporstoffet blitt ytterligere spredd ut i tid og fortennet. Konsentrasjon ville derfor blitt lavere ved Bruem

enn ved Brandseggbrua. Det er derfor nødvendig å gjøre en påfriskning. Dette ble i forsøket gjennomført nedenfor Brandseggbrua som ligger ovenfor Brandseggfossen. Figuren viser en tydelig økning i konsentrasjonen i Brandseggfossen, samt at konsentrasjonen av sporstoff ved Bruem har blitt opprettholdt. Denne figuren gir et helhetsbilde av spredningen nedstrøms i vassdraget. Nærmere beskrivelse av dette er gitt under kapittel 4.3.



Figur 4.23: Spredning av sporstoff i Ognå fra Støafossen til Bruemshølen. Det ble gjennomført påfriskning av sporstoffet ved Brandseggbrua.

## 4.2.2 Byaelva

**Forsøk 17 (26-28.06.00), 24 (17.11.00) og 25 (07.03.01) (simulert beh. 1, 2 og 3, Byaelva)**

Ved alle de simulerte rotenonbehandlingene i Byaelva ble det dosert sporstoff gjennom kraftverket (se kapittel 4.1 om simulert rotenonbehandling). Ved simulert behandling 2 ble sporstoffet sluppet gjennom kraftverket identisk med utslippet i 1993. Ved simulert behandling 3 og 4 ble sporstoffet sluppet ut oppstrøms demningen. Det ble da satt opp en doseringsstasjon med en perforert slange lagt langs demningen.

Simulert behandling 2 viste at det ikke ble oppnådd tilstrekkelig spredning av sporstoff ut i elvas tverrsnitt nedstrøms kraftverket. Dette ble vist ved at det var svært lave verdier av sporstoff i randsonen 400 meter nedstrøms kraftverket. Verdiene lå lavere enn i hovedstrømmen og i randsonen lengre ned i elva.

Ved simulert behandling 3 ble det tatt målinger ved 2 stasjoner nedstrøms kraftverket. Ved venstre elvebredd var målestasjonen plassert på samme sted som simulert behandling 2. Målet var å undersøke om en injeksjon oppstrøms dammen ga bedre spredning ut i tverrsnittet. På motsatt elvebredd var det også plassert en målestasjon.

Resultatene fra simulert behandling 3 viste en bedre spredning i tverrsnittet enn ved simulert behandling 2. En dosering oppstrøms demningen kan da ha gitt en bedre spredning. Responskurven var mer stabil enn kurven som ble registret ved simulert behandling 2, den hadde også høyere konsentrasjon. Årsaken til dette kan være bedre spredning i tverrsnittet, eller at inntaksslangen til vannprøvetakeren ikke hadde riktig samme plassering. Videre kan vannføringen ha vært ulik. På motsatt elvebredd ble det registret mer ustabile konsentrasjoner av sporstoffet.

Mye tyder på at det i Byafossen og området nedstrøms kraftverket ikke ble oppnådd tilstrekkelig spredning i tverrsnittet. Det ble derfor på nytt i uke 35 gjennomført en simulert rotenonbehandling i dette området (simulert behandling 4). Dosering ble gjennomført oppstrøms demningen. Byafossen og randsonen nedstrøms kraftverket ble spylt med pumper, samt at det ble satt opp dryppstasjon ved utløpet av kraftverket ved venstre elvebredd. Resultatene fra randsonen ble sammenlignet med resultatet fra målingene i utløpet av kraftverket. Dette viste at det ble registrert tilsvarende eller høyere konsentrasjoner i randsonen. Dette bekrefter at det er nødvendig med ekstra oppmerksomhet og ressurser i Byafossen.

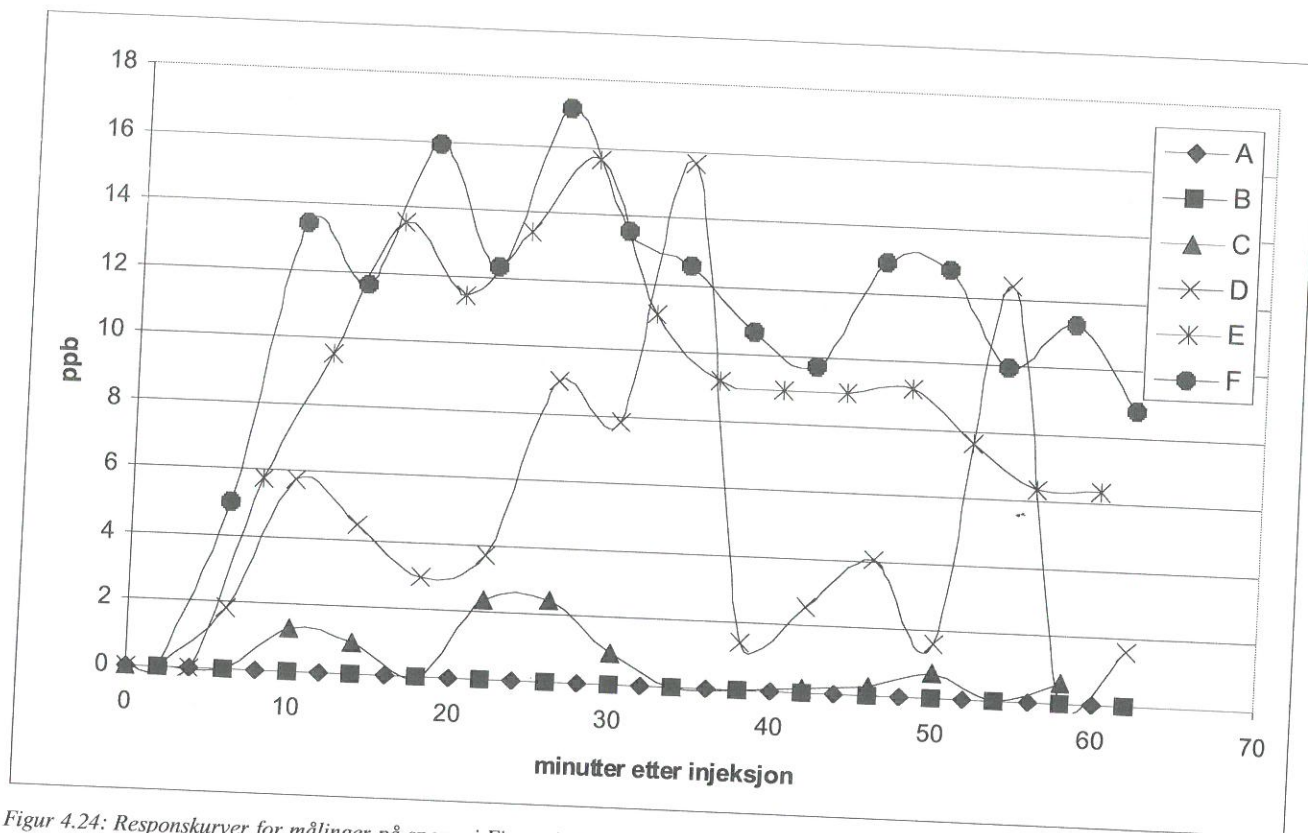
### 4.2.3 Figga

#### Hovedutslipp sperra

Det har vært en del usikkerhet omkring hovedutslippet i Figga. Ved rotenonbehandling i 1993 og 2001 ble rotenon sluppet ut ved hjelp av en perforert slange oppe på selve sperra. Det er usikkert om dette er tilstrekkelig for å spre rotenon i tverrsnittet nedstrøms sperra. På bakgrunn av dette ble det gjort et utslipp av sporstoff 300 meter oppstrøms sperra, det ble tatt vannprøver på selve sperra og i randsonen nedstrøms denne. Injeksjon ble gjort fra venstre elvebredd.

Ved injeksjon fra èn elvebredd ble det ikke oppnådd homogen blanding i elvas tverrsnitt ved sperra. Dette vises ved at det ikke ble registrert verdier i randsonen (A) eller på sperra (B) på motsatt side av injeksjonsstedet. Ved stasjonene midt på sperra (C og D) og til samme side som injeksjon (E) ble det gradvis høyere konsentrasjon. I randsonen på samme side som injeksjon (F) ble det registrert like høye konsentrasjoner som ved stasjon E, se figur 4.24.

En doseringsstasjon bør derfor trekkes godt oppstrøms sperra, samt at det må legges perforert slange i hele elvas bredde, eller det må doseres fra begge sider.



Figur 4.24: Responskurver for målinger på sperra i Figga. A; randsone motsatt side av injeksjon, B; på sperra motsattside av injeksjon, C; på midt på sperra, D; midt på sperra, E; på sperra samme side som injeksjon, F; randsone samme side som injeksjon.

### 4.3 Fortynning og spredningsmålinger

Det ble i løpet av perioden 1998-2001 tatt flere sprednings og fortynningsmålinger i Byaelva og Oгна. De mest interessante undersøkelsene er gjort i Oгна. Dette som følge av at Oгна er betydelig lengre enn Byaelva, Oгна er videre mer kompleks enn Byaelva med kulper, fosser, stryk og elvestrekninger hvor elva har ulik hastighet i både tverrsnitt og dyp. Dette er hydrauliske komponenter som fører til spredning og fortynning nedstrøms i vassdraget.

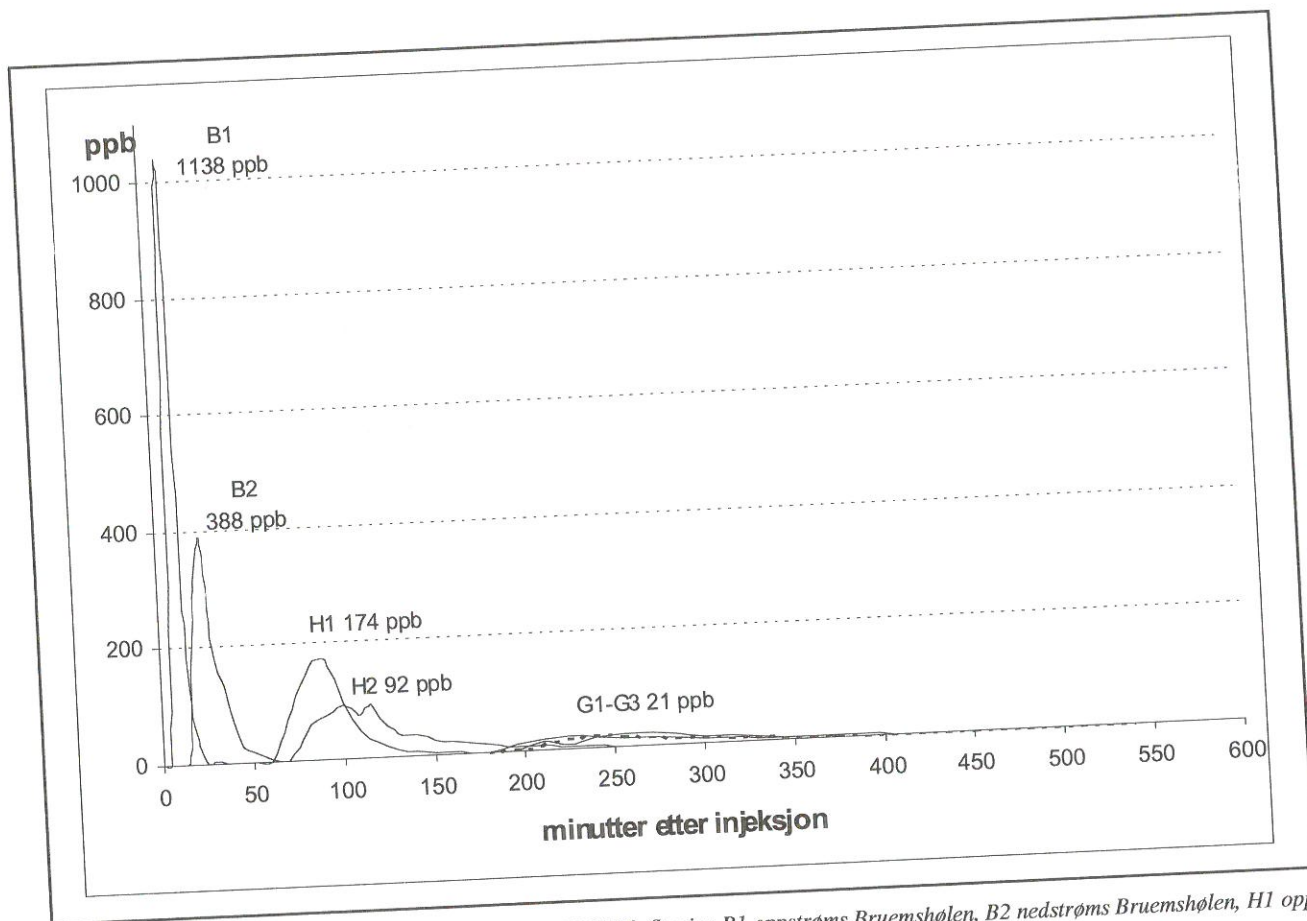
#### Bruemshølen-Guldbergaunet

I 1998 ble det gjennomført et sprednings- og fortynningsstudie i strekningen fra Bruem til Guldbergaunet. I denne strekningen finner man de største kulpene i Oгна. Formålet var å se nærmere på hvordan sporstoffet ville bli spredd ut i tid ved

transport gjennom disse kulpene. Sporstoffet ble momentant injisert 500 meter oppstrøms for Bruemshølen.

Resultatene viser at sporstoffet blir betydelig fortynnet og spredd ut i tid med transport nedstrøms injeksjonspunktet. Det er en betydelig endring i responskurvenes form og konsentrasjon fra målestasjonene B og H til G (B; Bruemshølen, H; Hornemannshølen, G; Midjobrua og Guldbergaunet). Figur 4.25 viser tydelig den fortynnings- og magasinerings-effekten som kulpene Bruemshølen og Hornemannshølen har. Målingene viste at kulpene magasinerer og fortynner rotenon betydelig, spesielt gjaldt dette Bruemshølen. Hornemannshølen har ikke den samme magasinerings-effekten, men bidrar til å spre rotenon i tid.

Resultatene fra denne undersøkelsen er nærmere beskrevet i Bakkeli 1999.



Figur 4.25: Spredning og fortykning av sporstoff i Ogna 20.07.98. Stasjon B1 oppstrøms Bruemshølen, B2 nedstrøms Bruemshølen, H1 oppstrøms Hornemannshølen, H2 nedstrøms Hornemannshølen, G1 Midjobrua, G2 og G3 i forgreninger på Guldbergaunet.

### Støafoss-Bruemshølen

I 2001 ble det gjennomført en simulering av rotonutslipp i Ogna. Utslippet ble gjort på Støafoss og en påfriskning ble gjennomført på Brandsegg. Figur 4.23 viser resultatet av denne undersøkelsen. Figuren gir et helhetsbilde av spredningen nedstrøms i vassdraget.

Av figuren går det fram at sporstoffet blir betydelig fortennet og spredd i tid fra Kålåsneset og til Brandsegg. Dette vises blant annet ved at det ikke ble registrert noen front på skyen og at konsentrasjonen er betydelig redusert. Dette indikerer at det kan være nødvendig med påfriskning på Kålåsneset i Overreinfossen på denne vannføringen. Figuren viser også resultatet av vannprøvene tatt i randsonen i Støafossen. Konsentrasjonen ligger betydelig lavere enn på Kålåsneset, dette viser at det er dårlig spredning i randsonen i Støafossen.

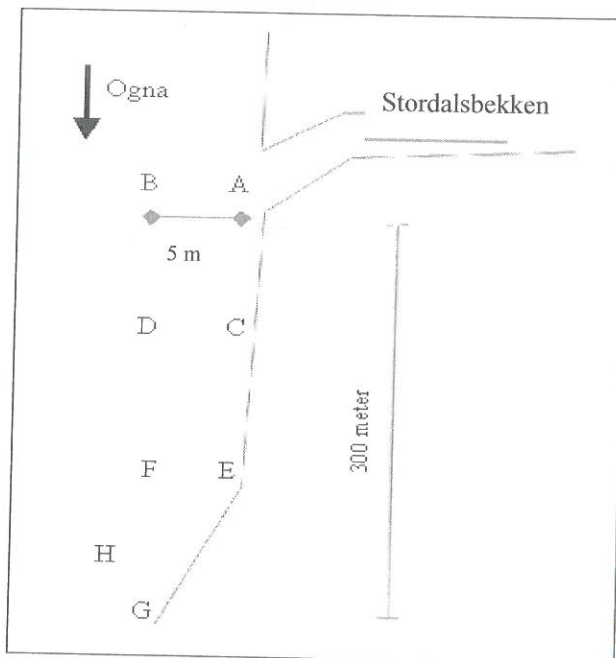
Ved forsøket ble det gjennomført en påfriskning på Brandseggbrua. Resultatet fra vannprøvene tatt oppstrøms Brandseggfossen viser en betydelig økning i konsentrasjon. Mot slutten av responskurven vises en økning i konsentrasjonen, denne sammenfaller med toppen i konsentrasjon registrert ved

selve Brandseggbrua. Av responskurven registrert ved Bruem går det tydelig fram at sporstoffet er betydelig fortennet og spredd i tid. Ved å sammenligne responskurvene fra Brandseggbrua og Bruem er det tydelig at det var behov for påfriskning på Brandseggbrua. Figuren viser også vannprøver fra selve Bruemshølen på ca 2-3 meters dyp. Disse ligger på tilnærmet samme konsentrasjon som oppstrøms kulpen.

Ved å sammenligne dette resultatet med resultatet fra undersøkelsen gjort i strekningen Bruem-Guldbergaunet i 1998 indikeres et behov for flere påfriskningsstasjoner i Ogna. I sommerhalvåret kan man forvente en vannføring i Ogna på omtrent 10 m<sup>3</sup>/s. På denne vannføringen er det sannsynlig at rotenon blir betydelig fortennet og spredd i tid. Det er derfor anbefalt å gjennomføre påfriskning i Overreinfossen, ved Brandseggbrua, Bruem (Ogdalsbrua) og ovenfor Midjobrua. De tre første lokalitetene er viktig for å imøtekomme nedbrytning, fortykning og spredning. En påfriskning på Midjo er viktig i forhold til koordineringen av behandlingen i samløpet med Byaelva, samt for tilstrekkelig konsentrasjon i forgreningene nedenfor Midjobrua.

## 4.4 Hovedelva-sidebekk/sideelv

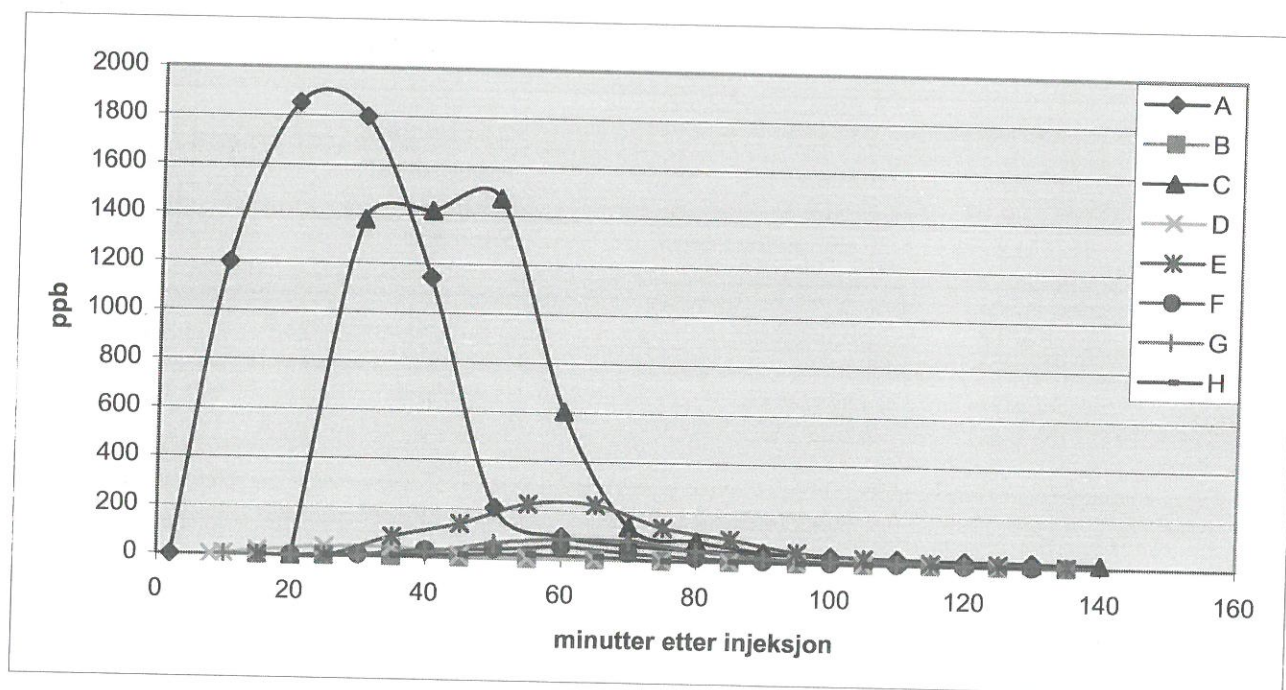
Formålet med undersøkelsen var å se nærmere på blandingen mellom vannmassene i sideelv og hovedelv. Denne problematikken er svært aktuell i forbindelse med rotenonbehandling. I kontaktsonen mellom ulike vannmasser kan det oppstå dårlig blanding. Blant annet ble det observert etter et ras i Oгна i 1999 at det var et klart skille mellom de grå vannmassene fra Oгна og det klare vannet fra Byaelva helt ned til munningen (pers.med. B. Wiseth). Det er også ved sporstoffundersøkelser vist til at disse vannmassene ikke blandes i samløpet (se kapittel 3, forsøk 15). Hvis vannmassene ikke blandes i kontaktsonen kan det oppstå lommer med rotenonfritt vann i dette området. Det er derfor viktig å koordinere behandlingen av elv og sidebækker/elver.



Figur 4.26: Plassering av målestasjoner i samløpet Stordalsbekken-Oгна.

I kontaktsonen mellom Oгна og Stordalsbekken ble denne problemstillingen nærmere undersøkt. I kontaktsonen mellom Oгна og Stordalsbekken ble denne problemstillingen nærmere undersøkt. Resultatene viste at det ikke skjedde noen umiddelbar god blanding av vannmassene fra Oгна og Stordalsbekken. I en lang strekning nedstrøms i

Oгна var sporstoffet kun å identifisere langs land. Temperaturen i Oгна var 15,5°C og i Stordalsbekken 11,9°C. Det ble også målt temperaturforskjell fra land og ut i Oгна nedstrøms Stordalsbekken. Figur 4.27 viser resultatene fra undersøkelsen.



Figur 4.27: Spredning av sporstoff i utløpet av Stordalsbekken.



## 4.5 Hastighetsmålinger

Det er i dag flere åpne hull i hastighetskartet for elvene. Tabell 4.1 viser de sikre hastighetsmålingene fra Steinkjervassdragene.

Hastigheten nedstrøms i elvene og bekkene er viktig for koordineringen av rotenonbehandlingen.

Tabell 4.1: Hastighetsmålinger fra Steinkjervassdragene

Elv/bekk	Vannføring	injeksjon	målestasjoner	Tid
Ogna	7,63	500 meter oppstrøms Bruemshølen	Bruem Hornemannshølen Midjo Guldbergaunet	15 min 1t, 15 min 2t, 55 min 3t, 25 min
Ogna	7,25	Risberg	Bruemshølen Hornemannshølen	1t, 20 min 2t, 25 min
Ogna	Ca 5	Nedstrøms Hornemannshølen	Midjo Guldbergaunet Samløpet Håkkådalsbrua	2t 50 min 3t, 30 min 3t, 45 min 4t, 5 min
Ogna	3,65	Støafossen	Brandseggbrua Risbergholmen Bruemshølen Hornemannshølen Guldbergaunet	4t, 5 min 7t, 30 min 8t, 30 min 10 t 14t, 40 min
Ogna	Ca 7	Støafossen	Brandsegg Bruem Midjo Håkkådalsbrua	4t, 30 min 6t 10t 11t 30 min
Ogna	8,1	Risberg	Bruemshølen Hornemannshølen	1 t, 30 min 2t, 45 min
Ogna	Ca 20	Brandseggbrua	Brandseggfossen Hornemannshølen	30 min 4t, 30 min
Ogna*	Ca 8,5	Støafossen	Kålåsneset Brandseggbrua	1 t 4t, 15 min
Ogna	Ca 8,5	Brandseggfossen	Fossemfossen Bruemshølen	15 min 2t, 30 min
Ogna	7,88	Støafossen	Bruemshølen Midjo	4 t 6t, 20 min
Ogna	Ca 8	300 m oppstrøms Midjobrua	Samløpet	1t, 15 min
Byaelva	Ca 10	Byafossen	Kloakkrenseanlegget Samløpet	20 min 2t, 25 min
Byaelva	Ca 7	Byafossen	Samløpet	4t, 20 min
Byaelva	Ca 5	Byafossen	Kloakkrenseanlegget Samløpet	25 min 4t, 40 min
Steinkjerelva	60	Håkkådalsbrua	Kaia og Fylkets-hus	50 min
Stor Øgla	0,375	Ved Stor Øglas to grener	100 meter fra utløpet	5t, 50 min
Bruembekken**	0,41	Ved to store grener	Brua	0,18 m/s

\* Det er litt usikkerhet omkring det riktige registreringstidspunktet ved Brandseggbrua. Dette skyldes en rekke lave verdier i grenselandet mot laveste signifikante resultat. 4t, 30 min er et beviselig resultat. Tidligere registreringstidspunkt kan være 2t, 45 min eller 3 t, 45 min.

\*\* Er ikke representativt da undersøkelsen er gjort i den øvre delen av bekken hvor det er liten helningsgradient. Vannføring og elvas helningsgrad spiller stor rolle på vannhastigheten

# Litteratur

- Bakkeli, G.* 1998. Spredning av sporstoff i to kulper. En forundersøkelse for rotenonbehandlingen av Ranaelva, Nordland. Hovedfagsoppgave i geografi. Geografisk institutt, NTNU, Trondheim.
- Bakkeli, G.* 1999. Rotenonbehandling av Steinkjervassdragene. En hydrologisk utredning av elver og munningsområde. VESO-rapport 1999. ISBN 82 -7882-001-5. 34 s.
- Fischer, H.B.* 1967. The mechanics of dispersion in natural streams. Journal of the Hydraulics Division. Proceedings of the American Society of Civil Engineers. Vol. 93. s. 187-215.
- Gordon, N.D., T.A. McMahon og B.L. Finlayson.* 1992. Stream hydrology. An introduction for ecologists. Centre for Environmental Applied Hydrology. University of Melbourne. 523 s.
- Haukebø, T. O.Eide, B. Skjelstad, G. Bakkeli, K. Tønset og J.H. Stensli.* 2000. Rotenonbehandling som tiltak mot lakseparasitten Gyrodactylus salaris. En gjennomgang av metodikk, utstyr og rutiner med forslag til forbedringer. Utredning for DN. 2000-2
- Johnsen, B.O., N.A. Hvitsten, P.I. Møkkelgjerd.* 1999. Lakseelver i Trondheimsfjorden. NINA-Oppdragsmelding 598. 38 s.
- Kilpatrick F.A. and E.D. Cobb* 1985. Measurement of discharge using tracers. Techniques of Water - Resources Investigation of the United States Geological Survey. Book 3, Chapter A16. 47 s.
- Koestler, A. og Å. Brabrand.* 1999. Grunnvannstilførsel til Steinkjervassdragene som mulig årsak til overlevelse av laksunger ved rotenonbehandling. Rapport nr. 188, LFI Zoologisk museum UiO. 17 s.
- Nienow, P.* 1993. Dye tracer investigation of glacier hydrological systems. Upublisert Ph.d. oppgave, St. Johns College, Cambridge. 337 s.
- Taylor, G.I.* 1954. The dispersion of matter in turbulent flow through a pipe. Proceedings of Royal Society. London. A. Vol. 223, s. 446-468.
- Wilson, J.F., E.D. Cobb og F.A. Kilpatrick.* 1986. Fluorometric procedures for dye tracing. Techniques of Water-Resources Investigation of the United States Geological Survey. Book 3, chapter A12. 31 s.

## Muntlige kilder

- Brabrand, Åge:* LFI, Universitetet i Oslo
- Getz, Per:* Disponent ved Helge-Rein-By Brug A/S, Steinkjer.
- Guttormsdottir, Asta:* Det norske meteorologiske institutt.
- Fjeldstad, Hans Petter:* Siv.ing. Forsker, SINTEF.
- Rikstad, Anton:* Fiskeforvalter i Nord-Trøndelag, Fylkesmannens Miljøvernnavdeling.
- Vatne, Geir:* Førsteamanuensis. Geografisk institutt, NTNU.
- Viken, Harald Andreas:* Norges Vassdrags- og Energiverk, Region Midt-Norge.
- Wiseth, Bjørnar:* Førstekonsulent, Fylkesmannens miljøvernnavdeling, Nord-Trøndelag
- Øino, Lars Erik:* geolog, GeoRecon.



