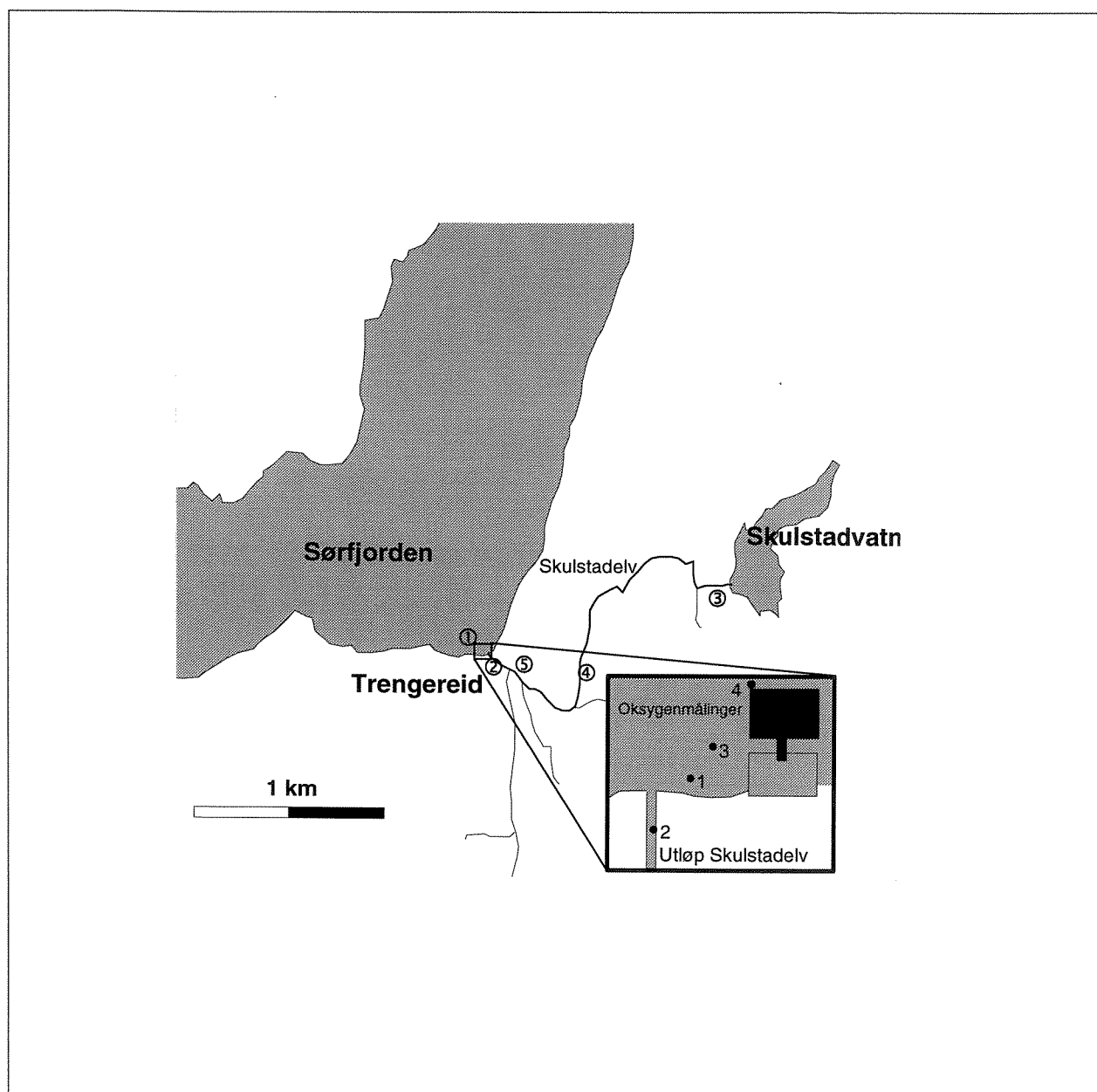


RAPPORT LNR 3867-98

# Anleggsarbeid ved Trengereid kraftverk

Rapport fra overvåking av  
temperatur og oksygen i  
samband med ombygging i  
1995-1996



**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 1  
4890 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

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

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5005 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-NIVA A/S**

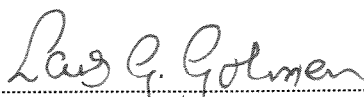
Søndre Tollbugate 3  
9000 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel <b>Anleggsarbeid ved Trengereid kraftverk</b> Rapport fra overvåking av temperatur og oksygen i samband med ombyggingen i 1995-1996.	Løpenr. (for bestilling) 3867-98	Dato april 1998	
	Prosjektnr. Undernr. 95072	Sider 29	Pris
Forfatter(e) Lars G. Golmen Einar Nygaard	Fagområde 32	Distribusjon Åpen	
	Geografisk område Hordaland	Trykket NIVA	

Oppdragsgiver(e) BKK, v/Gudmund Trøttestad, adr. Midttunhaugen 10, 5050 Nesttun	Oppdragsreferanse BLY-95-5530, Saksnr. 9400/88 KE/KB
--	--

**Sammendrag**  
 Fra sommeren 1995 og til juni 1996 var kraftstasjonen på Trengereid i Vaksdal kommune, Hordaland, gjenstand for omfattende ombygging, som inkluderte omlegging og ombygging av trasé/rørgate fra Skulstadvatn og ned til kraftstasjonen ved Sørfjorden. Om lag 6.000 m<sup>3</sup> steinmasse ble sprengt eller boret ut. NIVA gjennomførte et overvåkingsprogram i anleggsområdet og i fjorden ved Trengereid Fisk AS sitt matfiskanlegg, for å sikre målinger/opplysninger i tilfelle negative episoder, og for å framskaffe grunnlagsdata for evt. seinere bedømming av temperaturrendringer i inntaksvannet til settefiskanlegget. Arbeidet medførte en del partikkelforurensing i Skulstadelva, som er hovedvannkilde for Trengereid Smolt AS sitt smoltanlegg. Rapporten gir en oversikt over utførte aktiviteter, og presenterer og oppsummerer måleresultatene.

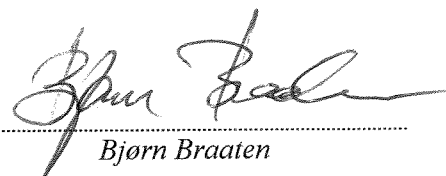
Fire norske emneord 1. Trengereid kraftverk 2. Anleggsarbeid 3. Sørfjorden 4. Vanntemperatur	Fire engelske emneord 1. Trengereid power station 2. Construction work 3. The Sørfjord 4. Water temperature
--	---



Lars G. Golmen

Prosjektleder

ISBN 82-577-3449-7



Bjørn Braaten

Forskningsjef

NIVA prosjekt nr 95072

## **Anleggsarbeid ved Trengereid kraftverk**

**Rapport fra overvåking av temperatur og oksygen**

**i samband med ombyggingen i 1995-1996.**

## Forord

I perioden fra sommeren 1995 til våren 1996 foregikk det arbeid med omlegging av vannvegen for kraftverket til Trengereid Kraft AS på Trengereid i Bergen kommune, Hordaland. Arbeidet var satt i gang av daværende eier, Bergen Lysverker, og ble seinere fulgt opp av ny eier, Bergenshalvøens kommunale kraftselskap (BKK).

Det var antatt at forurensing fra anleggsarbeidet kunne berøre det eksisterende settefiskanlegget (Sørnes Smolt AS) på land og matfiskanlegget til Trengereid Fisk AS i fjorden. Derfor inngikk eierne/utbyggerne og NIVA en avtale om et program for miljøovervåking forut for anleggsarbeidet. Aktuelle problemstillinger ble diskutert på et møte mellom BKK og NIVA 14. mars, 1995, og bestilling av prosjektet kom 31. mars.

Gudmund Trætteberg hos BKK var viktigste kontaktperson for NIVA undervegs i prosjektet. Kåre Eikemo fra Bergen Lysverker deltok i innledende diskusjoner. Øyvind Endresen ved Sørnes Smolt og Åge Johansen ved Trengereid fisk bisto med opplysninger og hjelp undervegs. Walter Skulstad ga opplysninger om vær og lokale forhold oppe ved dammen.

Hos NIVA bisto Anders Hobæk, Einar Nygaard og Inger Midttun under feltarbeid og databearbeiding. Takk til alle involverte.

Bergen/Oslo, april 1998

*Lars G. Golmen*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>6</b>
1.1 Bakgrunn for prosjektet	6
1.1.1 Skulstadelva	6
1.1.2 Smoltanlegget	6
1.1.3 Matfiskanlegget	8
1.2 Formålet med NIVAs undersøkelser	9
1.3 Anleggsarbeidet	9
1.4 Rapporter som omhandler effekter av anleggsaktivitet ved Trengeid	11
<b>2. Instrument og måleprogram</b>	<b>12</b>
2.1 Måleprogram	12
2.2 Måleinstrumenter	13
2.2.1 Temperaturmålere	13
2.2.2 Oksygenmåling	14
<b>3. Måleresultater og vurderinger</b>	<b>15</b>
3.1 Oksygenmålinger	15
3.2 Temperaturmålinger	15
3.2.1 Ved dammen i Skulstadvatnet	15
3.2.2 Ved gammelt vanninntak (Sætevad)	15
3.2.3 Ved elveutløpet til fjorden	16
3.2.4 Temperatur i Trengeidbukta	16
3.3 Kommentarer	16
<b>4. Litteratur</b>	<b>17</b>

---

## Sammendrag

Fra sommeren 1995 og til juni 1996 var Trengereid Kraft AS sitt kraftverk på Trengereid ved Sørfjorden i Hordaland gjenstand for omfattende ombygging, både av kraftstasjonen og av rørgate/trasé. Inntaket er flytta fra kote 164 ved Sætevad til eksisterende tappetunnel i Skulstadvatn, 373 m.o.h. Lengde på vannvegen er økt fra 600 m til 1660 m. Formålet med omleggingen var å utnytte hele fallet ned fra Skulstadvatn.

Anleggsarbeidet medførte utsprenkning av stein, og fullprofilboring av trykksjakt. Til sammen ble det tatt ut om lag 6.000 m<sup>3</sup> stein. Det var antatt at slam og partikler fra anleggsarbeidet kunne berøre vannkvaliteten både for settefiskanlegget (Sørnes Smolt AS) på land og matfiskanlegget til Trengereid Fisk AS i fjorden. Det ble derfor inngått en avtale mellom eierne/utbyggerne og NIVA om et program for miljøovervåking og beredskap forut for de kritiske fasene av anleggsarbeidet. Overvåkingen var konsentrert om Skulstadelva, sjøen like utafor elveutløpet og ved matfiskanlegget. Overvåkingen inkluderte følgende:

- Måling av vanntemperatur ulike steder i nedløpet for å samle data for evt. seinere vurdering av endringer i driftstemperatur for smoltanlegget etter omlegging av trasé.
- Måling av oksygen i fjorden ved matfiskanlegget.
- Hyppige besøk på Trengereid, med observasjoner, instrumentkontroll og samtaler med oppdretterne.
- Innsamling av vannprøver under anleggsfasen.
- Beredskap i tilfelle ekstraordinære episoder.

Det var lagt vekt på å framskaffe data som dekket perioden *før* anleggsstart, særlig før de største aktivitetene, d.v.s. i samband med at boring av trykksjakta startet. Overvåking og vurderinger av fisk i anleggene var ikke med i prosjektet. Fiskedød i smoltanlegget vinteren 1996 er vurdert og rapportert under et annet prosjekt.

Rapporten omhandler bakgrunnen for prosjektet, beskriver måleprogrammet og gir en omtale av anleggsarbeidene. Utdrag av datamaterialet er presentert og diskutert i lys av de aktuelle problemstillingene.

Overvåkingen medførte hyppige besøk i anleggsområdet, men medførte ikke noen ekstraordinære aksjoner under måleperioden.

Det innsamlede materialet som representerer før-situasjonen utgjør grunnlag for videre analyser m.h.t. endringer i vanntemperatur for settefiskanlegget og endringer i betingelser for gassovermetning i sjøen i Trengereidbukta som følge av omleggingen, dersom dette seinere skulle bli påkrevd. Slike vurderinger vil kreve tilleggsmålinger som er statistisk sett representative for dagens situasjon, d.v.s. situasjonen etter omlegging av traséen.

# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn for prosjektet

Kraftverket til Trengereid Kraft AS ligger ved Sørfjorden ved Osterøy i Hordaland et par hundre meter nordafor jernbanestasjonen på Trengereid. Figur 1 viser et noe forminsket utsnitt av sjøkart nr 119 over deler Sørfjorden, med Trengereid og omegn. Skulstadvatnet (5,93 km<sup>2</sup>, 373 m.o.h.) er hovedmagasin for kraftverket. Det nyttes også vann fra Holmevatn (1,33 km<sup>2</sup>) lenger oppe. Optimal vannføring gjennom kraftverket er om lag 0,8 m<sup>3</sup>/s, tilsvarende 3500 KVA med ny Pelton turbin (tidligere 1300 KVA Francis turbinen som ble stoppet i april 1995). Regulert årsavrenning fra Skulstradvassdraget er om lag 21 mill m<sup>3</sup> (G. Trætteberg, pers. komm.), tilsvarende om lag 0,7 m<sup>3</sup>/s.

Inntil sommeren 1995 ble driftsvannføringen sluppet fra Skulstadvatn og ledet via Skulstadelva ned til rørinntaket ved Sætevad på kote 164, ca 600 m ovenfor kraftverket. I perioden fra sommeren 1995 til våren 1996 foregikk det arbeid med ny tunnel og rørgate. Nytt inntak er lagt helt oppe ved Skulstadvatn, slik at lengda på vannvegen er økt fra 600 m til 1660 m. Formålet med omleggingen var å utnytte hele fallet ned fra Skulstadvatn.

Anleggsarbeidet ville kunne medføre ulike former for forurensing, i første rekke i form av slam og partikler fra sprengingsarbeidet. Det var en antatt risiko for at dette kunne berøre vannkvaliteten både for settefiskanlegget (Sørnes Smolt AS) på land og matfiskanlegget til Trengereid Fisk AS i fjorden (fig. A1 i vedlegg). Våren 1995 ble det derfor inngått en avtale mellom eierne/utbyggerne og NIVA om et program for miljøovervåking og beredskap under kritiske faser av anleggsarbeidet. Overvåkingen var konsentrert om Skulstadelva og sjøen like utafor elveutløpet og ved matfiskanlegget.

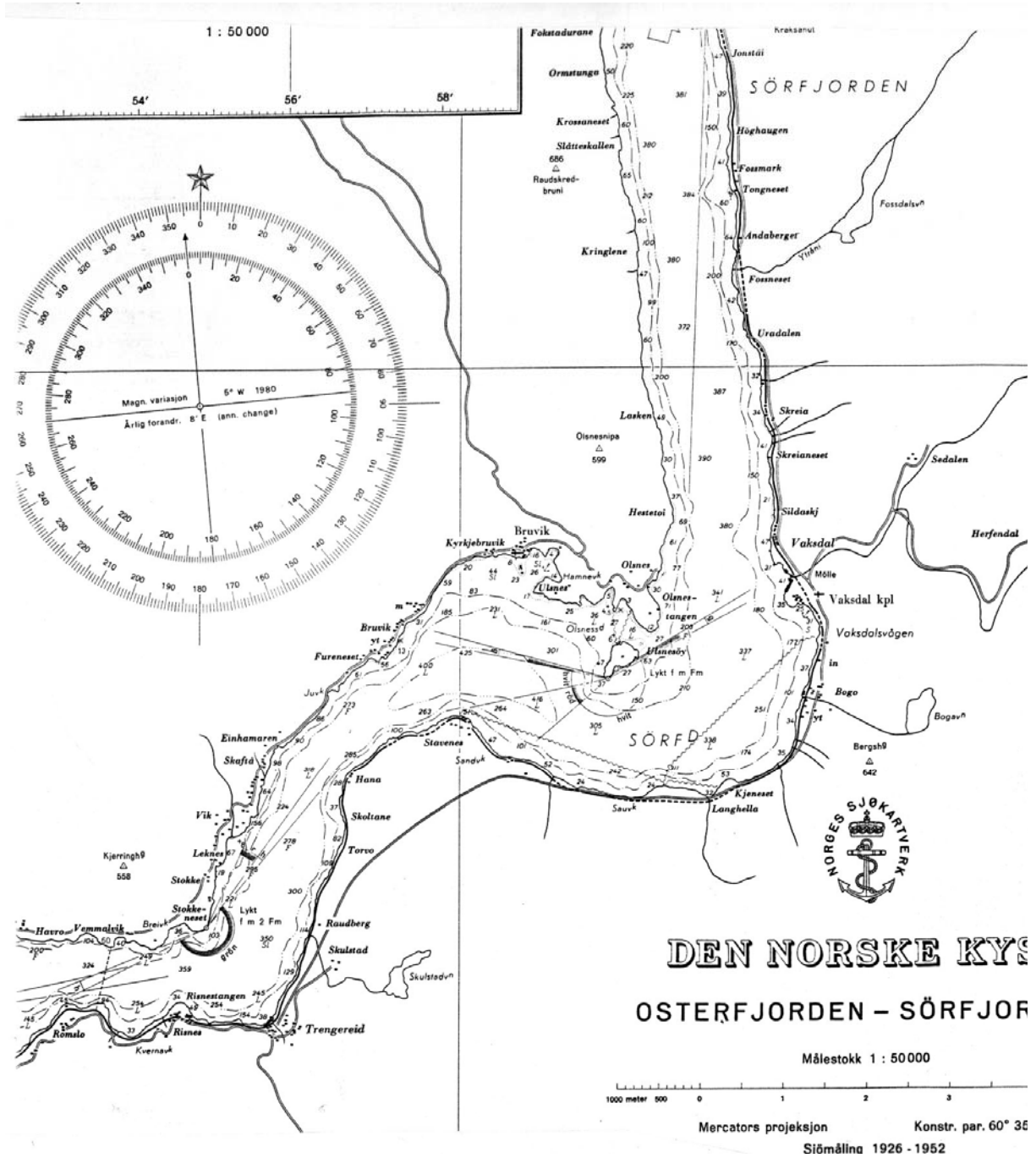
Første kraftstasjon ble etablert ca 1930. Nedslagsfeltet nedafor Skulstadvatn drenerer i sin helhet til kraftstasjonen. Fra oppstart av det nye anlegget er det stilt krav om slipp av en minstevannføring fra Skulstadvatnet til Skulstadelva.

### 1.1.1 Skulstadelva

Kraftverket er pålagt å holde en minstevannføring i Skulstadelva på 40 l/s i sommerhalvåret (1. mai - 1. oktober). Dette for å opprettholde livsformer der. Vannføringa kan være vesentlig større (fig. A2 i vedlegg), særlig ved overløpssituasjoner i Skulstadvatn. Smoltanlegget benytter vann fra Skulstadelva, i tillegg til vann fra Vestredalselva og Mandalselva (fig 2). De to sistnevnte elvene/bekkene løper sammen ca 150 m ovenfor smoltanlegget der vannet tas fra en samlelum. Skulstadelva som er den viktigste vannkilden, løper sammen med Mandalselva ca 100 m ovenfor kummen (Hobæk 1993). Utløpet til fjorden (fig A1 og A2) er like ved Trengereid Fabrikker. Det var også stor vannføring i Skulstadelva under nedtapping av Skulstadvatn høsten 1995 (fig. A3 og A4).

### 1.1.2 Smoltanlegget

Sørnes Smolt AS sitt anlegg ligger i tidligere Trengereid Fabrikker sin bygning like ved sjøen på sørsida av det regulerte utløpet for de tre elvene/bekkene ovafor, inkludert Skulstadelva. Det produseres settefisk (laks og ørret). Årlig produksjon har siste åra lagt på 2-300.000 smolt. Kapasiteten er på 500.000 smolt. Vannbehovet er oppgitt til max. 11.000 l /min. Anlegget hadde avtale med Trengereid Fabrikker om tilførsel av vann fra rørløpinga til fabrikken i perioder med lite vann. Alternativt ble dette ordna ved at det ble sluppet ut vann i Skulstadelva ved rørinntaket lenger oppe under dammen ved Skulstadvatn (Hobæk 1993).

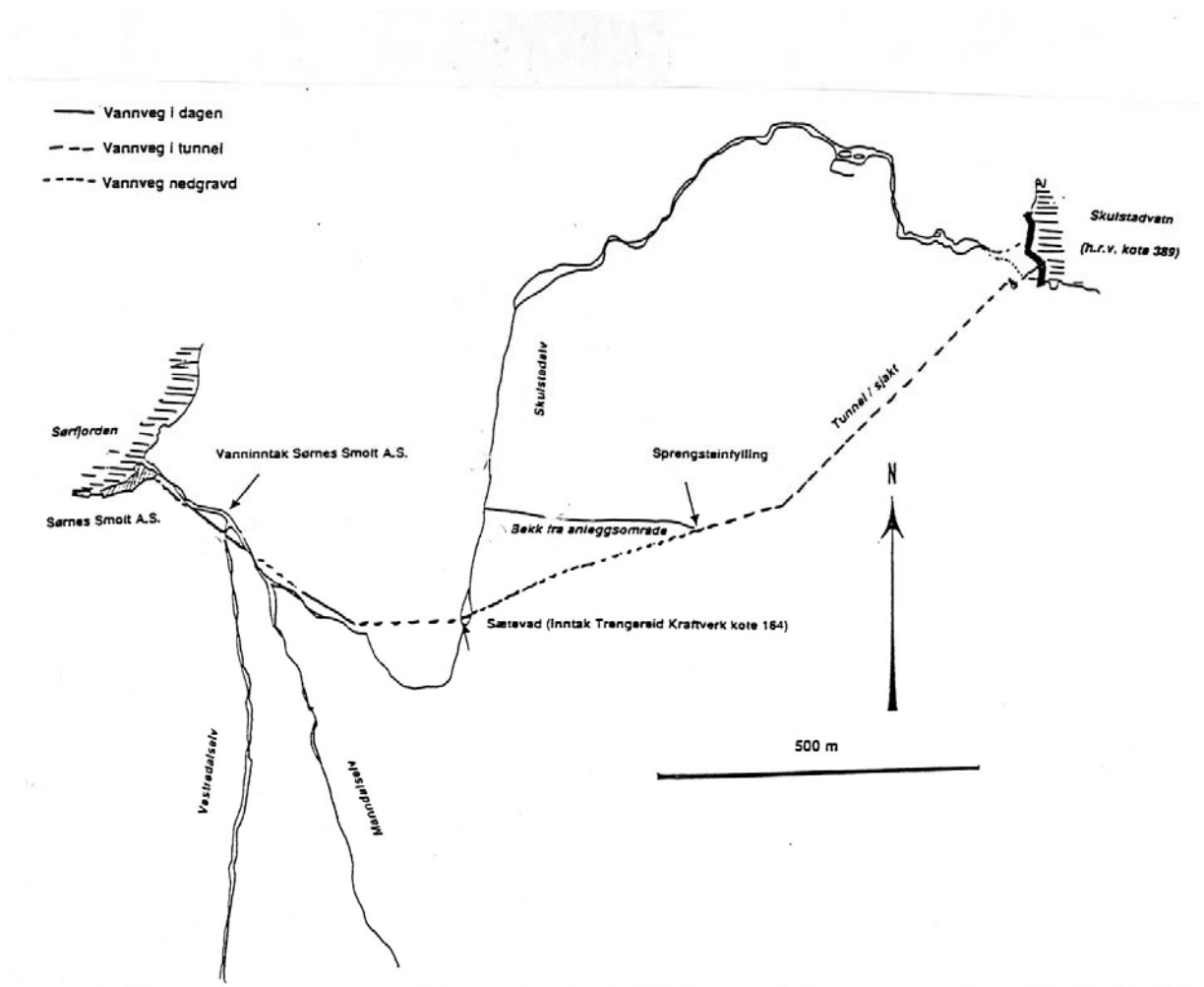


Figur 1. Forminsket utsnitt av sjøkart nr 119, med Trengereid og deler av Sør fjorden. På nordsida av sees deler av Osterøy.



### 1.1.3 Matfiskanlegget

Anlegget hadde konsesjon på 12.000 m<sup>3</sup>. Årsomsetningen lå rundt 10 mill kr i begynnelsen av 1990-årene. Endrede driftsforhold og problemer i forhold til diverse anleggsvirksomhet ved Trengereid medførte reduksjon i aktiviteten utover i 1990-årene. Ei periode hadde anlegget utplassert lukkede Giga merder som et forsøk på å unngå problemer med overflatevannet. Anlegget ble solgt til Giga AS, og produksjonen flytta over fjorden, til Blom på Osterøy. Seinere har et firma i Kvinnherad kjøpt eller overtatt konsesjonen ved Trengereid. Lokaliteten ligger nå brakk, men det kan bli tale om nytt smoltutsett i 1999, i følge opplysninger fra Fiskerisjefen i Hordaland.



Figur 2. Skisse over elver og anleggstrasé (etter Bjerknes og medarb., 1996).

## 1.2 Formålet med NIVAs undersøkelser

Etter en del diskusjoner vinteren 1995 om innhold og omfang av undersøkelsene, kom en i mars 1995 fram til følgende hovedmomenter:

1. Måling av vanntemperatur ulike steder i nedløpet for å kunne vurdere evt. endringer i driftstemperatur for smoltanlegget. Lavere temperatur etter reguleringen vil medføre endrede produksjonsforhold. Temperaturmålinger ville også være nyttige ved eventuelle vurderinger omkring gassovermetning.
2. Måling av oksygen i fjorden ved matfiskanlegget, dels for å kunne vurdere evt. gassovermetning, og ellers skaffe bakgrunnsdata for resipienten i relasjon til eventuelle episoder.
3. Hyppige besøk på Trengereid, med observasjoner, instrumentkontroll og samtaler med oppdretterne der for å få rapporter om evt. episoder.
4. Innsamling av vannprøver under anleggsfasen, for evt. seinere analyser ved rapportering av effekter på fisk.
5. En viss beredskap i tilfelle ekstraordinære episoder.

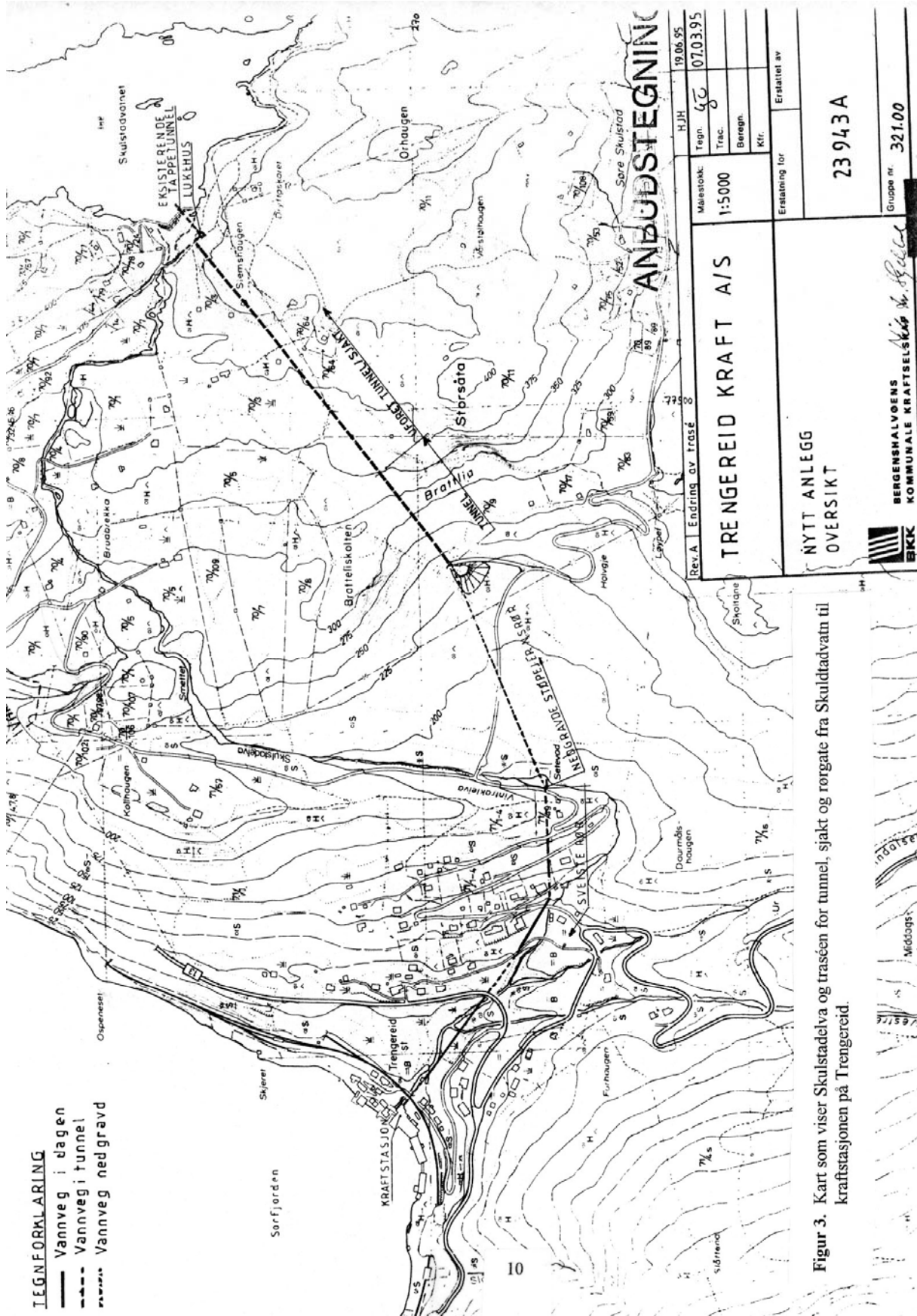
Det var lagt vekt på å framskaffe data som også dekket perioden *før* anleggsstart, særlig før de største aktivitetene, d.v.s. i samband med boring av trykksjakta startet. Målingene kom i gang i april 1995, og holdt fram til ut på nyåret 1996. Se kapittel 2 for detaljer om måleprogrammet. Overvåking og vurderinger av fisk i anleggene var ikke med i prosjektet.

## 1.3 Anleggsarbeidet

Arbeidet i kraftstasjonen og langs eksisterende rørgate startet opp sommeren 1995. Arbeidet langs øvre del av vannvegen, som omfatter sjakt, tunnel og nedgravde støpejernsrør, ble påbegynt midt i november samme år. Sjakta ble fullprofilboret i perioden fra slutten av november 1995 til februar 1996. Arbeidene ble ferdigstilt ved utgangen av mai, 1996.

Anleggsarbeidet medførte en del terrenginngrep, slik som anleggsveg til innslaget for trykksjakta ved Skulstaddammen (fig. A5) og tipp og veg til påhugg for rørtunnel. . Samla ble det tatt ut om lag 6.000 m<sup>3</sup> steinmasse. Nedenfor inntaket til trykksjakt ble det lagd ei renne eller grøft fora med stein og finere filtermasse for å samle opp slam som rant fra området. Slammet stammet fra spylevann (gravemaskin med spylehode) og fullprofilboringen i trykksjakta, samt noe fra sprenging av tunnel og rørgrøft.

Det var tidvis problemer med vannkvaliteten p.g.a. slam. 9. februar 1996 var det mye nedbør som vaska ut ekstra mye slam fra de utsprengte massene i tunneltipp og rørgrøft. Fisken hos Sørnes Smolt reagerte på dette (panikk), noe som resulterte i fiskedød. Dette ble for øvrig undersøkt videre av veterinærer og NIVA (Bjerknes og medarb. 1996). Inntil da var det ikke rapportert om problemer ved matfiskanlegget i fjorden som kunne knyttes til anleggsdriften.



Figur 3. Kart som viser Skulstadelva og traséen for tunnel, sjakt og rørgate fra Skulstadvatn til kraftstasjonen på Trengereid.

## 1.4 Rapporter som omhandler effekter av anleggsaktivitet ved Trengereid

Det har tidligere vært utarbeidet flere rapporter som omhandler anleggsaktivitet ved Trengereid. Følgende liste angir NIVA-rapporter eller notat:

1. *Bjerknes, V. og L. G. Golmen 1989: Nytt kraftverk på Trengereid. Vurdering av mulig gassovermetning. Virkning på oppdrettsfisk. Notat O-89041 (8/3 1989), NIVA, Bergen, 24 s.* Notatet omhandler risiko for gassovermetning som følge av planlagt ombygging av nedløpet fra Skulstadvatn.
2. *Hobæk, A. 1993: Anlegging av ny vegtrasé RV 13 ved Trengereid. Vurdering av mulige effekter på settefiskanlegg. Notat nr 93/03, NIVA-Vest, Bergen, 8 s.* Notatet omhandler mulige effekter på settefisker som følge av anleggsarbeider og forringet vannkvalitet.
3. *Golmen, L. G. 1993: Anlegging av ny veg ved Trengereid. Vurdering av moglege tempertureffekter på Sørnes Smolt AS sitt settefiskanlegg. Notat O-92220 NIVA, Bergen, 4 s.* Vegvesenet vurderte å legge vanntilførselen til settefiskanlegget i rør fra et punkt ovenfor anleggsområdet for vegkrysset. Notatet omhandler mulige effekter for endringer i inntakstemperatur ved smoltanlegget. Dette var ikke behandlet i foregående notat.
4. *Hobæk, A. og L. G. Golmen 1993: Anlegging av ny vegtrase ved Trengereid. Mulige effekter på matfiskanlegg og forslag til tiltak. Rapp. nr. 2907, NIVA, Bergen/Oslo, 34 s.* Rapporten fokuserte på mulige effekter på matfiskanlegget (Trengereid Fisk AS) som følge av vegvesenets anleggsarbeider og dumping av stein i fjorden.
5. *Golmen, L. G. 1994: Dumping av sprengstein ved Trengereid. Vurdering av slamspredning. Rapp. nr. 3099, NIVA Bergen/Oslo, 20 s.* Rapporten gjennomgikk foreliggende problemstillinger i samband med mulige effekter på matfiskanlegget av partikler fra steindumping under planlagt oppgradering av kraftstasjonen. Risikoen for gassovermetning i fjorden ved framtidig drift av kraftverket ble også gjennomgått.
6. *Bjerknes, V., K. Thorud og M. Berntssen 1996: Skader på fisk ved Sørnes Smolt AS på Trengereid. Rapp. nr. 3477-96, NIVA, Bergen/Oslo, 21 s.* Rapporten omhandler analyser og vurderinger av settefisker i samband med rapportert unormal adferd, skader og dødelighet vinteren 1996, under anleggsarbeidene ved kraftverket.

## 2. Instrument og måleprogram

### 2.1 Måleprogram

Det ble målt temperatur i fire posisjoner i Skulstadelva (like etter utløp fra Skulstadvatn ③, ved gammelt inntak ④, like før utløp til Sørfjorden ②, før nedkjørsel til kaia ⑤) og i en posisjon i Sørfjorden (ved kaia①). Måleposisjonene er inntegnet i figur 4. Merk at det er benyttet delvis samme nummerering -(men forskjellige symboler) for temperaturmålinger og oksygenmålinger.

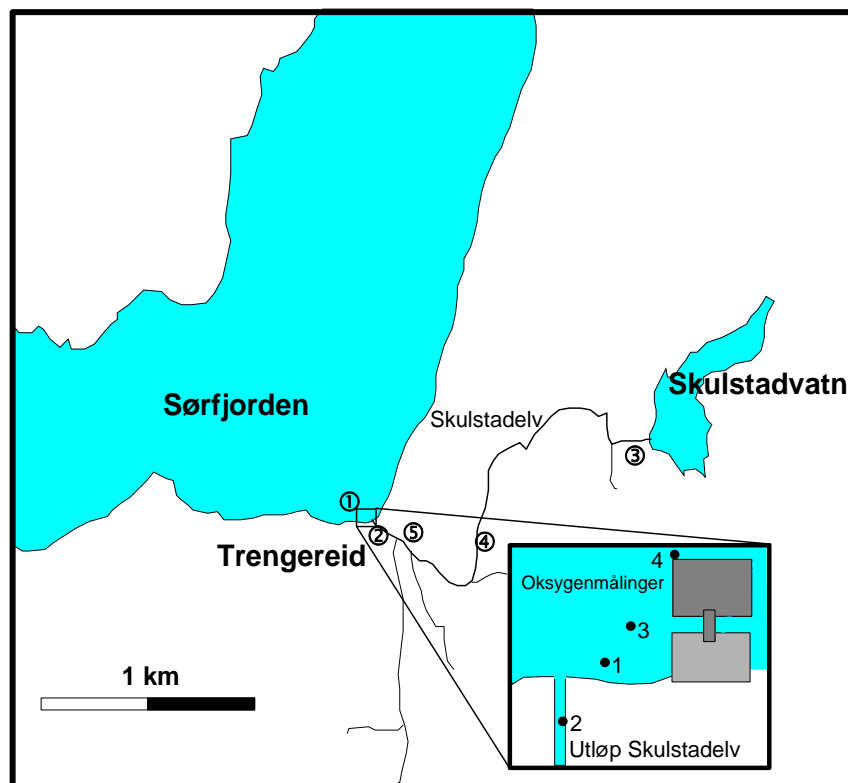
Til målingene ble det benytta automatiske instrumenter med internt dataminne som målte med forhåndsinnstilte tidsintervaller, typisk hvert 10. eller 15. minutt. I avsnitt 2.2 er det gitt en nærmere omtale av instrumentene. Instrumentene ble plassert slik at de hele tiden lå under vann. Varigheten av hver periode var vanligvis 3-4 uker, før instrumentene ble inspisert, og eventuelt utplassert igjen, etter at dataene var avlest, nye batterier satt inn etc. Tabell 1 gir en oversikt over måleperiodene de ulike stedene.

**Tabell 1.** Oversikt over målesteder og perioder for automatisk måling av vanntemperatur ved Trengereid.

Måleposisjon	Dato (1995) for Utplussing	Dato (1995) for inspeksjon/opptak	Instrument-type	Datafil
1, Kai v/anl.	05 mai	19 mai	SD200	G0519-95.dat
1	19 mai	02 juni	SD200	G0602-95.dat
1	02 juni	23 juni	SD200	G0623-95.dat
1	01 juli	17 juli	SD200	G0717-95.dat
1	17 juli	17 august	SD200	G0817-95.dat
1	17 august	11 september	SD200	G0911-95.dat
1	11 september	12 oktober	SD200	G1012-95.dat
2 Utløp elv	02 juni	23 juni	Tinytalk nr 90	T0623-95.dat
2	23 juni	17 juli	Minilog 654	N0717-95.dat
2	17 juli	15 august	Tinytalk 90	T0815-95.dat
2	15 august	11 september	Minilog 653	MU091195.dat
2	11 september	-	Minilog 653	Tapt
2	16 november	07 desember	Aanderaa	Oslo
3 Skulstadv.	19 mai	23 juni	Aanderaa	A-230695.dat
3	23 juni	17 juli	Minilog 653	M0717-95.dat
3	17 juli	17 august	Tinytalk 091	T0817-95.dat
3	17 august	11 september	Minilog 654	MT091195.dat
3	11 september	12 oktober	Minilog 653	M1012-95.dat
4 Sætevad	02 juni	23 juni	Tinytalk 91	-
4	01 juli	17 august	Aanderaa	A-010795.dat
4	17 august	12 oktober	Aanderaa	A-121095.dat
5 Nedkjøring	16 november	07 desember	Minilog 654	M1207-95.dat
<b>Oksygenmålinger:</b>				
I bukta	15 august	21 september		TR022109.dat
--	21 september	12 oktober		Datafeil

I tillegg til utplassering og inspeksjoner av målere ble det også hver gang tatt vannprøver ulike steder langs Skulstadelva og ved utløpet til fjorden. Prøvene ble delvis analysert, og delvis oppbevart på NIVA for evt. seinere analyse. Vi målte også temperatur og konduktivitet (salinitet) nedover i sjøen ved matfiskanlegget til ulike tider med manuelt avlesbare instrument av type YSI 30. Samme type målinger ble gjort sporadisk oppover langs elva og i Skulstadvatnet.

Programmet medførte hyppige ekspedisjoner fra Bergen til Trengereid. Vanligvis var to personer engasjert til disse turene. Sammen med den omfattende bruken av instrumenter utgjorde reisingen en vesentlig del av kostnadene på prosjektet.



**Figur 4.** Oversikt over målesteder for temperatur (sirkler) og oksygenmålinger i Skulstadelva og i Sørkjorden ved Trengereid Fisk i 1995. Det innfelte bildet viser posisjoner der det ble gjort kontinuerlig måling av oksygen.

## 2.2 Måleinstrumenter

### 2.2.1 Temperaturmålere

Temperaturmålingene ble gjort med selvregistrerende instrument av type Aanderaa Instruments LTD logger, Minilog, Sensordata SD200 og Tinytalk. Måleintervallet ble satt til 20 eller 30 minutter alle steder. Alle disse instrumentene registrerer temperatur med en nøyaktighet på +/- 0,2°C eller bedre.

Aanderaa måleren var av gammel type, som hadde lydbånd som datalagringsmedium.

Sensordata SD200 er en sonde som også kan benyttes profilerende, d.v.s. senkes nedover i sjøen der den måler salinitet, temperatur og dyp (trykk) med hyppighet inntil 1 gang pr 5. sekund. I vårt tilfelle var måleintervallet innstilt vesentlig lengre (30 minutter), slik at dataminnekapasiteten rakk til noen ukers måling før avlesing.

Tinytalk og Minilog målerne er miniatyrmålere med internt dataminne og klokke, slik at de kan måle med fastsatt tidsintervall. Målerne er små og lette og må festes i noe tungt for å ligge i ro der det er noe strøm.

### **2.2.2 Oksygenmåling**

Oksygeninnhold i vannet (sjøen) ble registrert med et apparat som inkluderer fire kontinuerlig registrerende WTW, Triomatic 600 oksygensonder med måleintervall 0-20 mg/l O<sub>2</sub>. Sondene er koblet via lang kabel til en WTW OXI 220 enhet på land, som har batterier/strømforsyning, Grant 12-bits dataminne og kommunikasjonsenhet.

Sondene var kalibrert før bruk, h.h.v. i luft og i oksygenmetta vann. Responstiden for sondene er ca 3 minutter ved 20° C (tilsv. 90 % av ny verdi). Etter tilkopling til monitoren stod sondene ca 1 time for polarisering og tilpassing til de eksisterende forholdene, før apparatet ble overlatt til seg sjøl.

Vannprøver ble tatt ved noen tidspunkt, for bestemmelse av oksygeninnhold i laboratoriet med Winkler titrering.

## 3. Måleresultater og vurderinger

Resultater fra målingene er vist som figurer (tidsserier) i vedlegget.

### 3.1 Oksygenmålinger

Utdrag fra de automatiske oksygenmålingene ved elveutløpet og kaia til matfiskanlegget i Trengereidbukta, for perioden 15.-21. september 1995 er vist i figur A6. Måleposisjonene (kanal 1-4) er vist i figur 4. Måledypene var ca 2 m. Det var tilnærmet 100 % metning i perioden. Noe høyere verdier i elva enn i sjøen lenger ute kan tilskrives blanding mellom fjordvann (lavere metningsverdi) og elvevann (høy metningsverdi).

Instrument-kanal nr 2 som representerte elveutløpet viste en mindre nedgang (0,5 - 1 mg/l) i oksygen om nettene. Dette var til en viss grad også merkbart i sjøen nær utløpet (kanal 1), men var ikke synlig på de to andre målestedene i fjordvannet.

Oksygenverdiene for vannprøver fra elvetraséen viste alle høye verdier (10-12 mg/l oksygen).

### 3.2 Temperaturmålinger

Utdrag av temperaturmålingene fra de ulike måleposisjonene er vist i figurene A7-A11.

#### 3.2.1 Ved dammen i Skulstadvatnet

Resultater for målinger i elveleiet like nedenfor dammen i Skulstadvatnet for perioden 19. mai til 12. oktober 1995 er synt i figur A7. I begynnelsen av måleperioden lå det is i Skulstadvatnet. De lave temperaturene i starten representerer dermed smelting. De høyeste temperaturene var i månedsskiftet juni-juli (15-16 grader), midten av juli (17-18 grader) og rundt 20 august (17-18 grader).

Siden temperaturmåleren lå relativt grunt, kan en viss effekt av direkte soloppvarming av måleren om dagen ikke utelukkes. Men de moderate dag/natt svingningene i de varme periodene tyder ikke på dette. Temperaturene begynte å falle rundt 15. september, fra ca 12 grader og 5 grader i begynnelsen av oktober.

#### 3.2.2 Ved gammelt vanninntak (Sætevad)

Figur A8 viser måleresultatene fra kulpen like oppstrøms dammen ved det gamle inntaket ved Sætevad. Det framgår at det her var en større døgnvariasjon (2-3 grader) enn i utløpet fra Skulstadvatn. Dette må være en effekt av dagoppvarmingen i elvetraséen ned fra Skulstadvatnet og til kote 164 der måleren lå. Selve måleren lå relativt dypt (1/2 meters dyp), og i skygge fra trær, slik at direkte soloppvarming av måleren neppe har forårsaket disse utslagene.

De to temperaturoppene i midten av juli og rundt 20. august som var tydelig framtrædende i målingene under dammen ved Skulstadvatnet (fig. A7) framtrer også i målingene ved Sætevad. Maksimumsverdiene lå ca 0,5 grad høyere ved Sætevad.

Forskjellen mellom temperaturene under dammen ved Skulstad og ved Sætevad er illustrert i figur A9, for perioden 20 juni til 18. juli, som inneholdt en av de karakteristiske temperaturoppene i fig A7 og A8. Det framgår at i oppvarmingsperioder er temperaturene ved Sætevad høyere (1-2 grader) enn oppe



ved dammen. I avkjølingsperioder var tendensen motsatt. Dette kan forklares med at vannet i elveleiet responderer mye raskere på endringer i lufttemperatur og solstråling enn temperaturen i Skulstadvatn.

### **3.2.3 Ved elveutløpet til fjorden**

Resultater av målinger ved elveutløpet nær Trengereid fabrikk (posisjon 2) for perioden 2. juni til 11. september er synt i figur A10. I starten av måleperioden lå temperaturen rundt 6 grader, og den steg så til et nivå rundt 14 grader fra ca 1. juli.

Det var en viss regelmessighet i temperaturvariasjonene med om lag 14 dagers periode, og variasjoner på inntil 7-8 grader. Siden måleren lå nær sjøen, vil målingene ved flo og særlig springflo ha blitt påvirket av fjordvannet. Noen av toppene sammenfalt også med høye temperaturer oppstrøms (rundt medio juli og rundt 20. august), og må representere midlertidig, lokal oppvarming.

### **3.2.4 Temperatur i Trengereidbukta**

Resultater av temperaturmålingene i 1-2 m dyp i sjøen ved anlegget til Trengereid Fisk (posisjon 1) i perioden 5. mai til 2. oktober er vist i figur A10. Samme oppvarmingstendensen som i elveutløpet (fig. A9) framkom. Men det var ikke de samme utslagene i de langperiodiske svingningene. Disse variasjonene lå vanligvis innafor 3-4 grader, mot inntil det doble i elveutløpet. Høyeste sjøtemperaturer var i august.

## **3.3 Kommentarer**

Målerresultatene representerer før-situasjonen i forhold til ferdigstillelse av nytt inntak for kraftstasjonen. Arbeid med tunnelsjakt og grøfter startet først midt i november, 1995. Da var det aller meste av målingene avsluttet. Målingene viser at det i åpne deler av Skulstadelva var relativt store døgnvariasjoner på grunn av dagoppvarmingen. Med opprettholdelse av en minstevannføring i Skulstadelva på av størrelsesorden 40 l/s vil en fortsatt ha disse variasjonene. I perioder med lite vannføring i Mandalselva og Vestredalselva kan utslagene bli større enn for før-situasjonen, dersom alt eller en større del av vannet til settefiskanlegget nå tas fra disse tre kildene.

Gjennomføring av nye målinger i inntaket til settefiskanlegget og lenger oppe i nedslagsfeltet kan utgjøre et statistisk grunnlag for å bedømme endringer i temperatur som følge av reguleringene.

## 4. Litteratur

Bjerknes, V. og L. G. Golmen 1989: Nytt kraftverk på Trengereid. Vurdering av mulig gassovermetning. Virkning på oppdrettsfisk. Notat O-89041 (8/3 1989), NIVA, Bergen, 24 s.

Bjerknes, V., K. Thorud og M. Berntssen 1996: Skader på fisk ved Sørnes Smolt AS på Trengereid. Rapp. nr. 3477-96, NIVA, Bergen/Oslo, 21 s.

Golmen, L. G. 1993: Anlegging av ny veg ved Trengereid. Vurdering av moglege temperatureffekter på Sørnes Smolt AS sitt settefiskanlegg. Notat O-92220 NIVA, Bergen, 4 s.

Golmen, L. G. 1994: Dumping av sprengstein ved Trengereid. Vurdering av slamspredning. Rapp. nr. 3099, NIVA Bergen/Oslo, 20 s.

Hobæk, A. 1993: Anlegging av ny vegtrasé RV 13 ved Trengereid. Vurdering av mulige effekter på settefiskanlegg. Notat nr 93/03, NIVA-Vest, Bergen, 8 s.

Hobæk, A. og L. G. Golmen 1993: Anlegging av ny vegtrase ved Trengereid. Mulige effekter på matfiskanlegg og forslag til tiltak. Rapp. nr. 2907, NIVA, Bergen/Oslo, 34 s.

## **Vedlegg A.**



Figur A1. Trengereid Fisk AS sitt anlegg i fjorden, september 1995. Utløpet som fører vann fra Skulstadelva var nesten tørt på dette tidspunktet.



Figur A2. Midtre deler og utløpet av Skulstadelva under høy vannføring, 5. mai 1995.



Figur A3. Nedtapping av Skulstadvatn i forbindelse med hovedtilsyn av reguleringsanleggene.  
Øverst: Fra 17. august 1995.  
Nederst: Fra 1. september 1995.



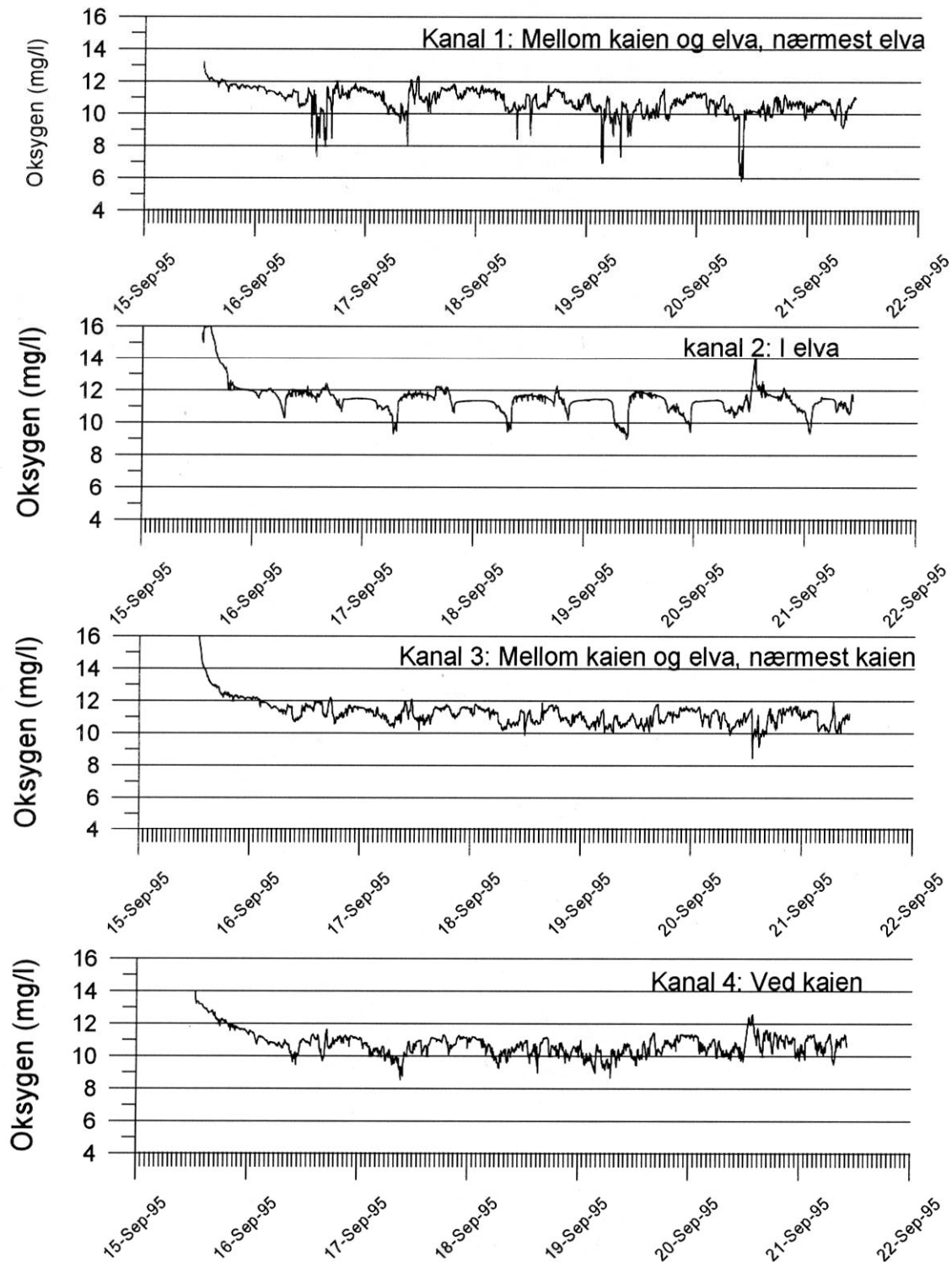
Figur A4. Fra Skulstadvatn under nedtappinga høsten 1995.



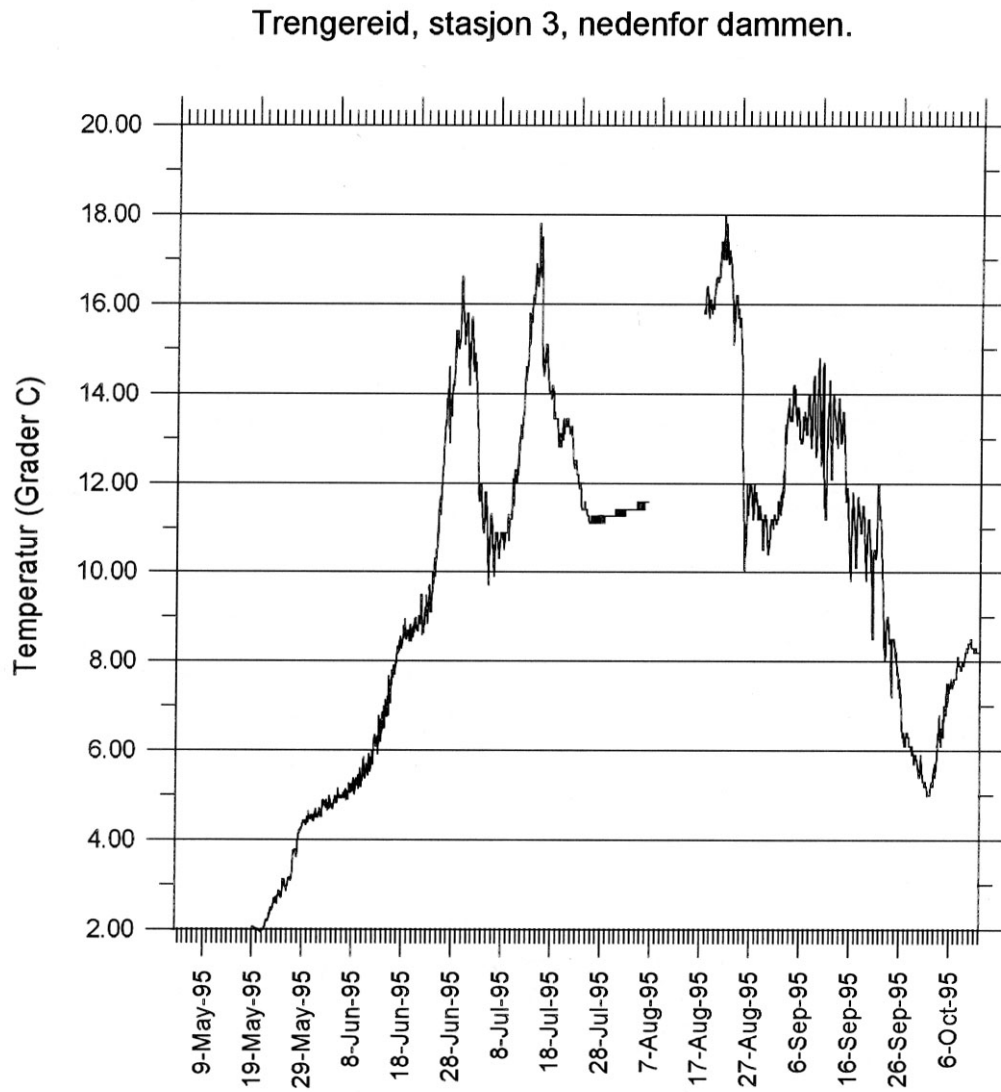
Figur A5. Øverst: Fra anleggsarbeidet oppe ved angrepspunktet for trykksjakta, desember 1995. Nederst: Temperaturlogger plassert midtvegs oppe i Skulstadelva, like ovenfor det gamle inntaket til kraftverket ved Sætevad (kote 164).



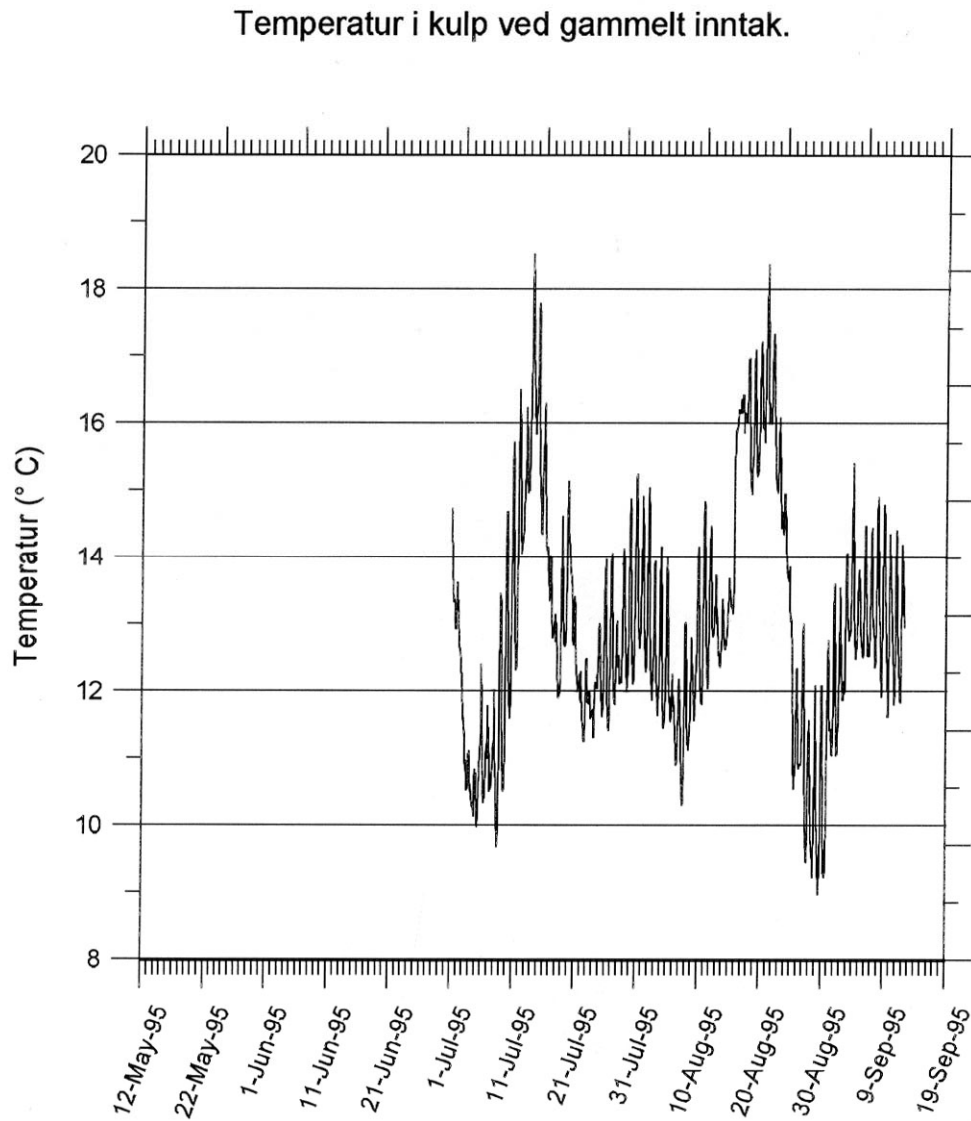
## Oksygen målinger i Trengereid



Figur A6. Kontinuerlige oksygenmålinger i elveutløpet og i sjøen nær matfiskanlegget.

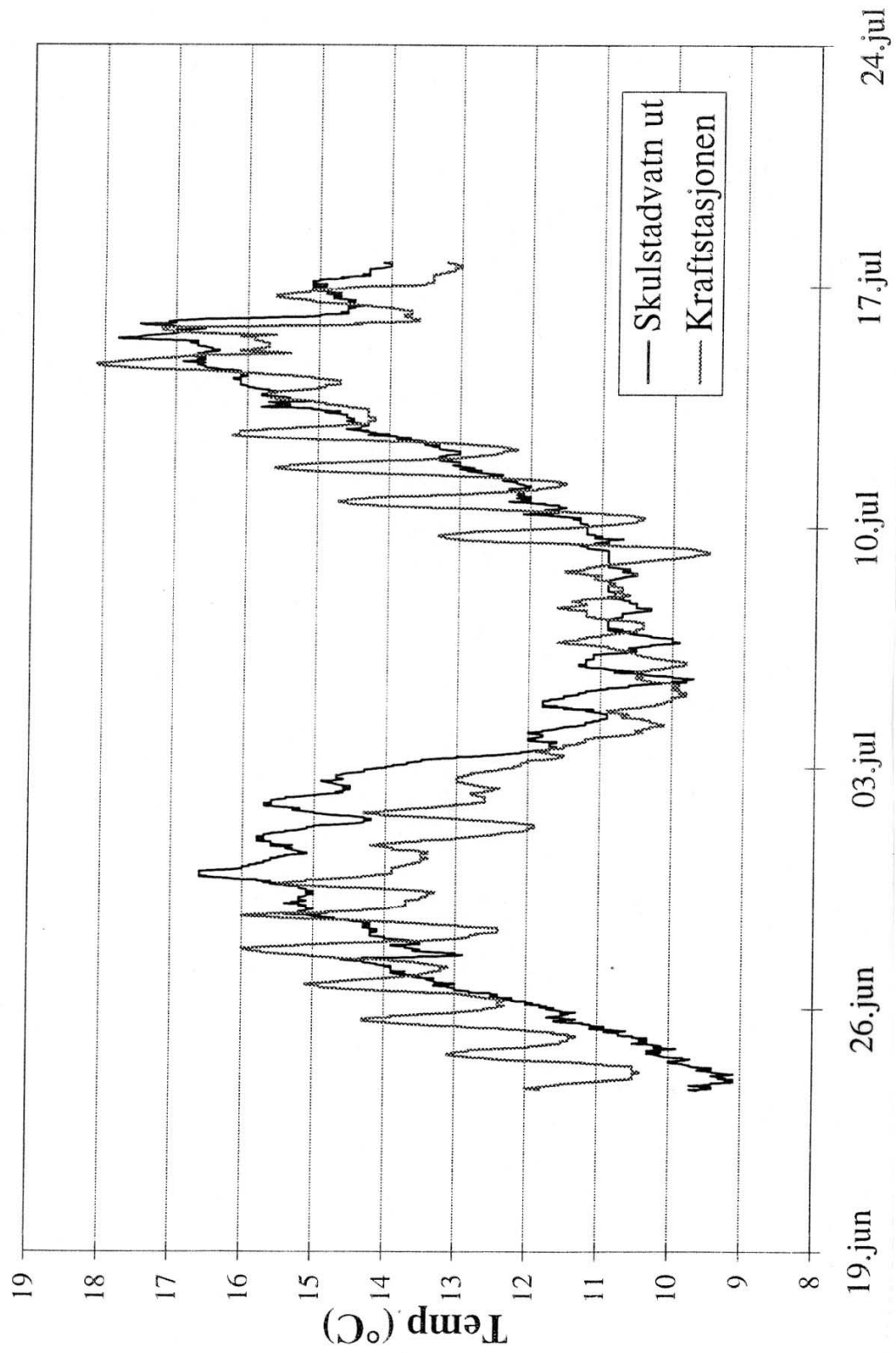


Figur A7. Temperaturmålinger i øverste del av Skulstadelva, like nedafor dammen i Skulstadvatnet.



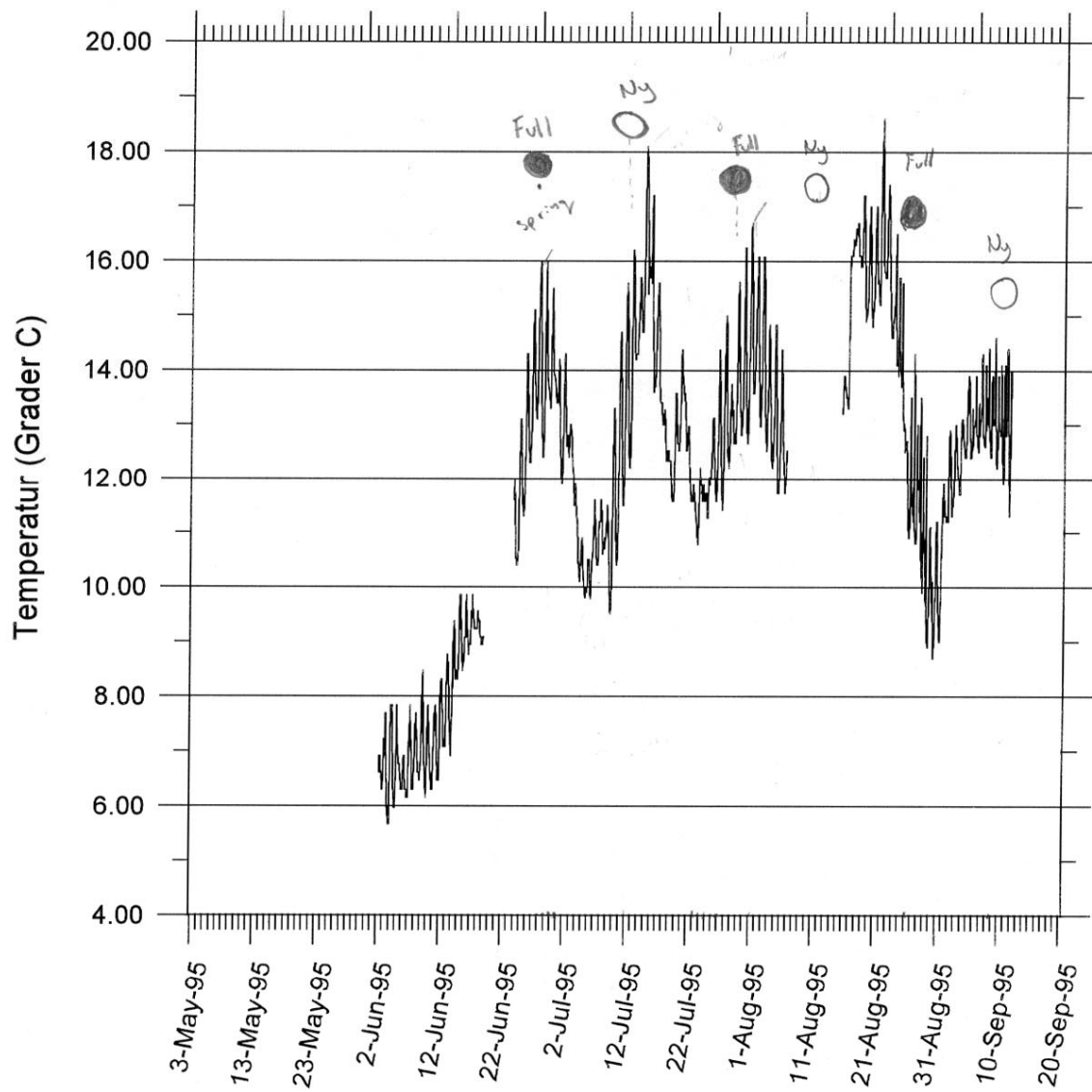
Figur A8. Temperaturmålinger i midtre deler av Skulstadelva, like ovafor det gamle inntaket til kraftstasjonen (Sætevad, kote 164).

FIG



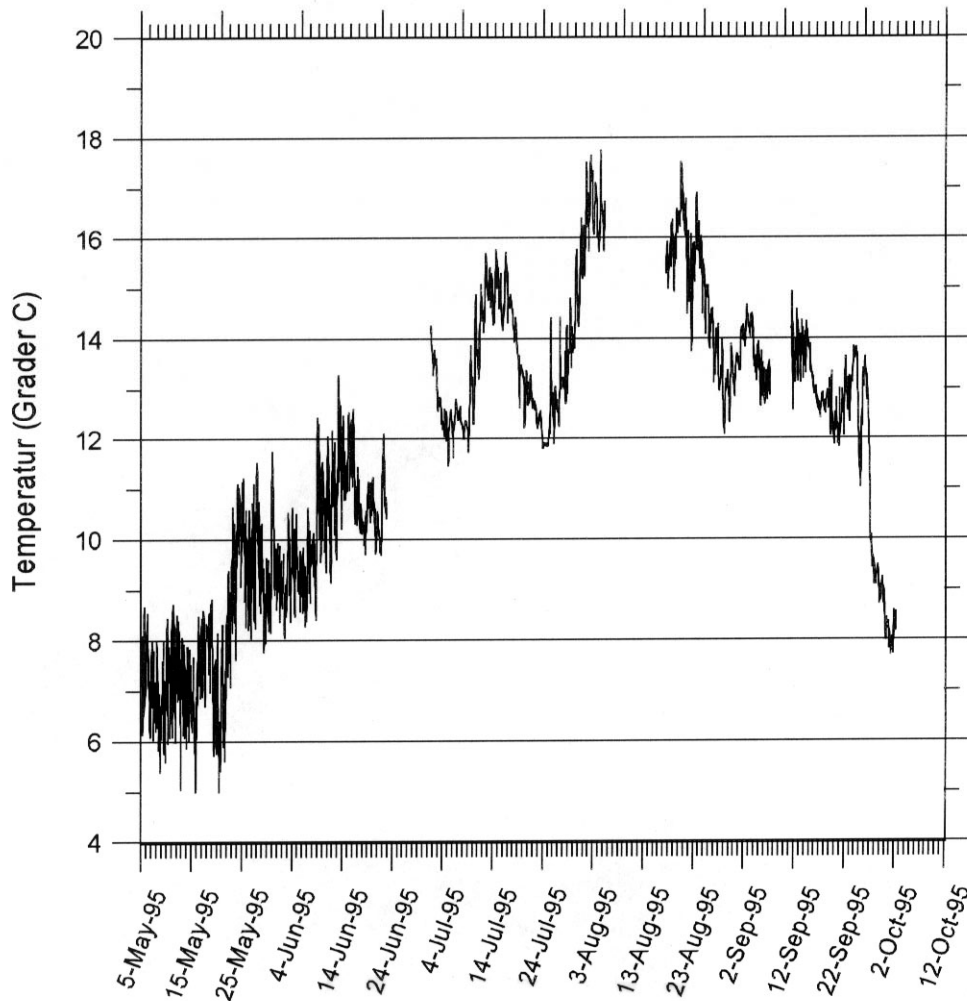
Figur A9. Sammenlikning mellom temperaturer ved utløpet av Skulstadvatn og ved Sætevad.

## Trengereid, stasjon 2, utløp til fjorden.



Figur A10. Temperaturmålinger i elveutløpet ved fjorden.

## Temperatur i sjøen ved Trengereid Fisk. Dyp ca. 1m.



Figur A11. Temperaturmålinger i sjøen ved Trengereid Fisk AS.