

HiT skrift nr 4/2011

**Fiskebiologiske undersøkelser i forbindelse med
pålegg om fysiske utbedringer i Vallaråi, Seljord i
Telemark**

Jan Heggenes, Frode Bergan og Espen Lydersen

Fakultet for allmennvitenskapelige fag (BØ)

**Høgskolen i Telemark
Porsgrunn 2011**

HiT skrift nr 4/2011
ISBN 978-82-7206-326-8 (trykt)
ISBN 978-82-7206-327-5 (elektronisk)
ISSN 1501-8539 (trykt)
ISSN 1503-3767 (elektronisk)

Serietittel: *HiT skrift* eller *HiT Publication*

Høgskolen i Telemark
Postboks 203
3901 Porsgrunn

Telefon 35 57 50 00
Telefaks 35 57 50 01
<http://www.hit.no/>

Trykk: Kopisenteret. HiT-Bø

© Forfatterne/Høgskolen i Telemark

Det må ikke kopieres fra rapporten i strid med åndsverkloven og fotografiloven, eller i strid med avtaler om kopiering inngått med KOPINOR, interesseorganisasjon for rettighetshavere til åndsverk

Forord

Skagerak Kraft AS (SK) som eier Sundsbarm kraftverk, tok ved Magne Wraa i 2008 kontakt med undertegnede med forespørsel om å få utarbeidet et forslag til arbeidsprogram med budsjett for fiskebiologiske undersøkelser i Vallaråi ved innløp Seljordsvatn. Drift av Sundsbarm kraftverk innebærer effektkjøring som medfører betydelige endringer i de økologiske forholdene nedstrøms kraftverket. Hensikten med å gjennomføre fiskebiologiske undersøkelser var spesifikt å vurdere om fysiske tiltak, for eksempel i elveleiet, ville kunne ha en gunstig effekt på ørretproduksjonen, og eventuelt hva slags tiltak som vil være aktuelle.

Vi utarbeidet et 3-årig undersøkelsesprogram som ble akseptert. Dette skriftet dokumenterer dette arbeidet, vurderer resultatene, og ser disse i sammenheng med mulige fysiske tiltak. En muntlig underveis rapportering ble gitt til SK ved Magne Wraa og Øystein Kildal, vinteren 2008-2009.

Gjennom arbeidet har vi hatt hyppig kontakt med Øystein Kildal ved Sundsbarm kraftverk, og retter en takk til ham for all hjelp underveis både med praktiske forhold og for å ha skaffet ulike typer data og dokumentasjon. Vanntemperaturdata er besørget av Norges Vassdrags og Energidirektorat (NVE). På brukersiden har vi hatt nyttig kontakt med Olav Bjørge (grunneier, lokal fisker) og Olaf Strand (leder Seljordsvatn grunneierlag), og takker begge for samarbeidet så langt. Olav Bjørge har også samlet verdifullt materiale fra fisk han har fanget i næringsøyemed.

Bø, 15.06.2011

Jan Heggnes

Frode Bergan

Espen Lydersen

Innhold

Sammendrag	2
Innledning	3
1. Områdebeskrivelse	5
1.1 Reguleringsinngrep.....	5
1.2 Endringer i elveleiet	9
2. Metoder og materiale.....	11
2.1 Gytebestand og gyteområder til storørret.....	11
2.2 Elektrofiske og fisketettheter	12
2.3 Vanntemperaturmålinger	17
3. Resultater og kommentarer.....	18
3.1 Gytebestand og gyteområder til storørret.....	18
3.2 Elektrofiske og fisketettheter	24
3.3 Vanntemperaturmålinger	31
4. Oppsummering og konklusjoner.....	36
Litteratur	38

Sammendrag

Den 1,2 km lange Vallaråi, innløp Seljordsvatn i Seljord kommune, har et sterkt modifisert elveleie og vannførings- og temperaturregime, hovedsakelig som følge av reguleringsinngrep, bl.a. betydelig grad av effektkjøring. Elva har en lokal bestand av ørret og (stor)ørret fra Seljordsvatnet som bruker elva som gyteområde. For å vurdere konsekvenser av reguleringsinngrepene og foreslå retningslinjer for framtidige habitat tiltak, ble det gjennomført fiskebiologiske undersøkelser i 2008-2010. Gytebestand av ørret ble systematisk registrert vha. dykking, tetthet og sammensetning av fisk estimert ved elektrofiske på 7 utvalgte stasjoner, og vanntemperatur logget oppstrøms, nedstrøms og i kraftverket.

Dykking i perioden september-november 2008-2010 registrerte 10-40 stør ørret (\geq ca 1 kg) på gyteplassene, med betydelige årlige variasjoner. Den mest aktive gyteperioden var i slutten av oktober. Med noen forutsetninger antyder dette en størørretbestand på 50-100 individer. Gyteområdene var de samme fra år til år. Gyteområder er neppe en begrensende produksjonsfaktor. Ved lave vannføringer om vinteren kan deler av gyteområder bli tørrlagt.

Beregning av bestandstettheter av ungfisk basert på elektrofiske, viste at ørret er dominerende fiskeart (73 %), men med stort innslag av ørekyte (24 %). Stingsild og bekkeniøye forekommer i lavere antall. Ørekyte er en innført art, sannsynligvis samtidig med eller i etterkant av reguleringen. Ørekyte konkurrerer med ørret om mat og plass. Det er store forskjeller i fisketetthet på undersøkt elvestrekning, i hovedsak pga ulike habitatforhold. Det ble også påvist store forskjeller i fisketetthet mellom år. Elektrofisket viser en moderat, men varierende tetthet av ørret unger på i gjennomsnitt 32-65 unger per 100m². Veksten til ørreten på elv er moderat og trolig redusert pga. kaldere vann som følge av reguleringen. Det er ingen indikasjoner på rekrutteringssvikt for ørret, men den kan være redusert som følge av økt dødelighet pga effektkjøringen og mulig økt konkurranse med ørekyte.

Tiltak for å bedre oppvekstforholdene for ørret må unngå å favorisere ørekyte og unngå å bidra til større dødelighet som følge av stranding. Aktuelle tiltak er å gjøre strandlinjene mindre rettlinjede og med mer grovt substrat. Det kan også gjennomføres forsiktig senkning av mindre oppvekstområdene som tørrlegges i elveleiet på lav vannføring. Tiltak for å øke veksthastighet til ørretungene vil innebære å heve vanntemperaturen i vekstsesongen. Dette vil i så fall måtte medføre endret manøvrering av vannføring og dermed temperatur.

Emneord: effektkjøring, ørret, tetthet, gytefisk, tiltak

Innledning

Kvaliteten på leveområdene (habitat) for ørret (*Salmo trutta*) er viktig, fordi det kan regulere bestandene (Milner *et al.* 2002), og fordi de påvirkes av menneskelige inngrep både negativt (tekniske inngrep, endret vannføring, temperatur) og positivt (restaurering, biotop tiltak). Habitatbruket til gytefisk og ungfisk av ørret er relativt godt kjent (Heggenes *et al.* 1999, Armstrong *et al.* 2003, Louhi *et al.* 2008, Wollebæk *et al.* 2009). Hydrauliske variable som vanndyp, vannhastigheter og bunnsubstrat (partikkelstørrelse, fordeling) er viktige habitatfaktorer for ørret, fordi de bestemmer mengde og kvalitet på oppholdssteder, næring (driv, bunndyr), skjul (predatorer, intraspesifikk konkurranse) og gyting. Substratet er særlig viktig for gyting og eggoverlevelse (Soulsby *et al.* 2009, Finstad *et al.* 2011, Heggenes *et al.* 2011). Særlig ved lave temperaturer (om vinteren) bruker også ungfisken substratet aktivt, noe vi kan se indirekte ved at fisken forsvinner ned i substratet, særlig på dagtid (Fraser *et al.* 1993, 1995, Heggenes *et al.* 1993, Bremset 2000).

Tiltak for å bedre habitat for fisk og øke fiskeproduksjonen, i denne sammenheng reproduksjon, tetthet og vekst hos laksefisk, kan både være økologisk effektivt og kostnadseffektivt (Palm *et al.* 2007, Roni *et al.* 2008). Resultatene vil imidlertid avhenge både av før-tilstand og flaskehals, hvor godt og på hvilken skala tiltakene planlegges og gjennomføres, og lokal og regional variasjon i miljøforhold, for eksempel vannføringer (Roni *et al.* 2008, Vehanen *et al.* 2010). Det er derfor ingen enkel sammenheng mellom tiltak og resultat (Palmer *et al.* 2010), og resultatene er ofte best i mindre elver (Stewart 2009). Mange tiltak har som mål å øke strukturell kompleksitet i elver, men det er ikke nødvendigvis effektivt (Palmer *et al.* 2010). Tiltakene bør være målrettede og avbøte lokale begrensninger.

I den 1,2 km lange Vallaråi, innløpet til Seljordsvatn i Seljord kommune (Fig. 1), har Skagerak Kraft AS kraftverket Sundsbarm som utnytter fallet fra magasinet Sundsbarmvatnet og ned til Vallaråi (Fig. 1). I forbindelse med byggingen av kraftverket ble Vallaråi i 1969/70 kanalisert på en 0,5 km lang strekning nedstrøms fra undervann kraftstasjonen. Senere har også elven blitt flyttet vestover i en lengde på ca. 300 m av hensyn til E-134 (ved Statens Vegevesen i 1985). Reguleringen innebærer også betydelige vannstandsvariasjoner og temperaturendringer i elva, samt endret vannføringsregime på årsbasis, og betydelig grad av effektkjøring. Elva har en lokal bestand av ørret. Seljordsvatnet har også en betydelig bestand av (stor)ørret som bl.a. bruker denne elva som gyteområde. Det er en lokal oppfatning at særlig storørreten gyter i Vallaråi. Storørretbestanden ble tidligere ansett som både relativt tallrik og storvokst (f. eks. Andersen 1995). Seljordsvatne grunneierlag og Seljord kommune har i de senere år uttrykt bekymring for storørretbestanden som de mener er i sterk tilbakegang. Dette ses delvis i sammenheng med inngrepene i Vallaråi. Fylkesmannen i Telemark og Norges Vassdrags og Energidirektorat (NVE) var enige i at det er muligheter for å forbedre gyte og oppvekstforholdene for (stor)ørret i Vallaråi. Fylkesmannen og NVE kom derfor med pålegg om fiskebiologiske undersøkelser og fysiske tiltak i vassdraget (brev datert

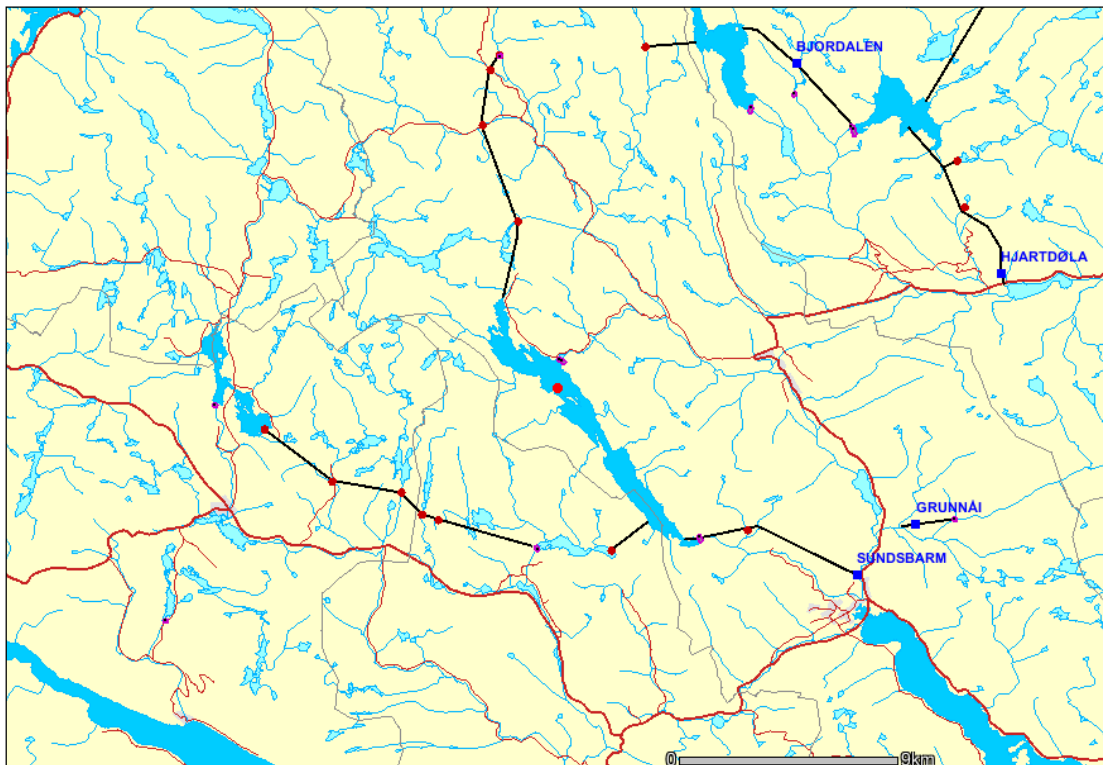
06.05.2008, 03.06.2008 og 04.07.2008). Skagerak Kraft AS inngikk deretter en avtale med Høgskolen i Telemark om å gjennomføre fiskebiologiske undersøkelser over en 3-års periode. Det foreligger ikke tidligere fiskebiologiske undersøkelser fra Vallaråi, men gytegroper etter storørret ble registrert og kartlagt i 1994 og 2000 (Heggenes & Dokk 1995, Wollebæk et al. 2003). Disse sporadiske undersøkelsene viste få gytegroper. Duus (2002) har kartlagt de nåværende hydro-fysiske habitatforholdene i Vallaråi basert på den engelsk River Habitat Survey- metoden.

På bakgrunn av den dokumentasjonen som foreligger i vassdraget, resultatene fra våre undersøkelser som dokumenteres her, og sammenholdt med generell kunnskap, vurderer vi i denne rapporten konsekvenser av reguleringsinngrepene, og foreslår retningslinjer for framtidige habitat tiltak.

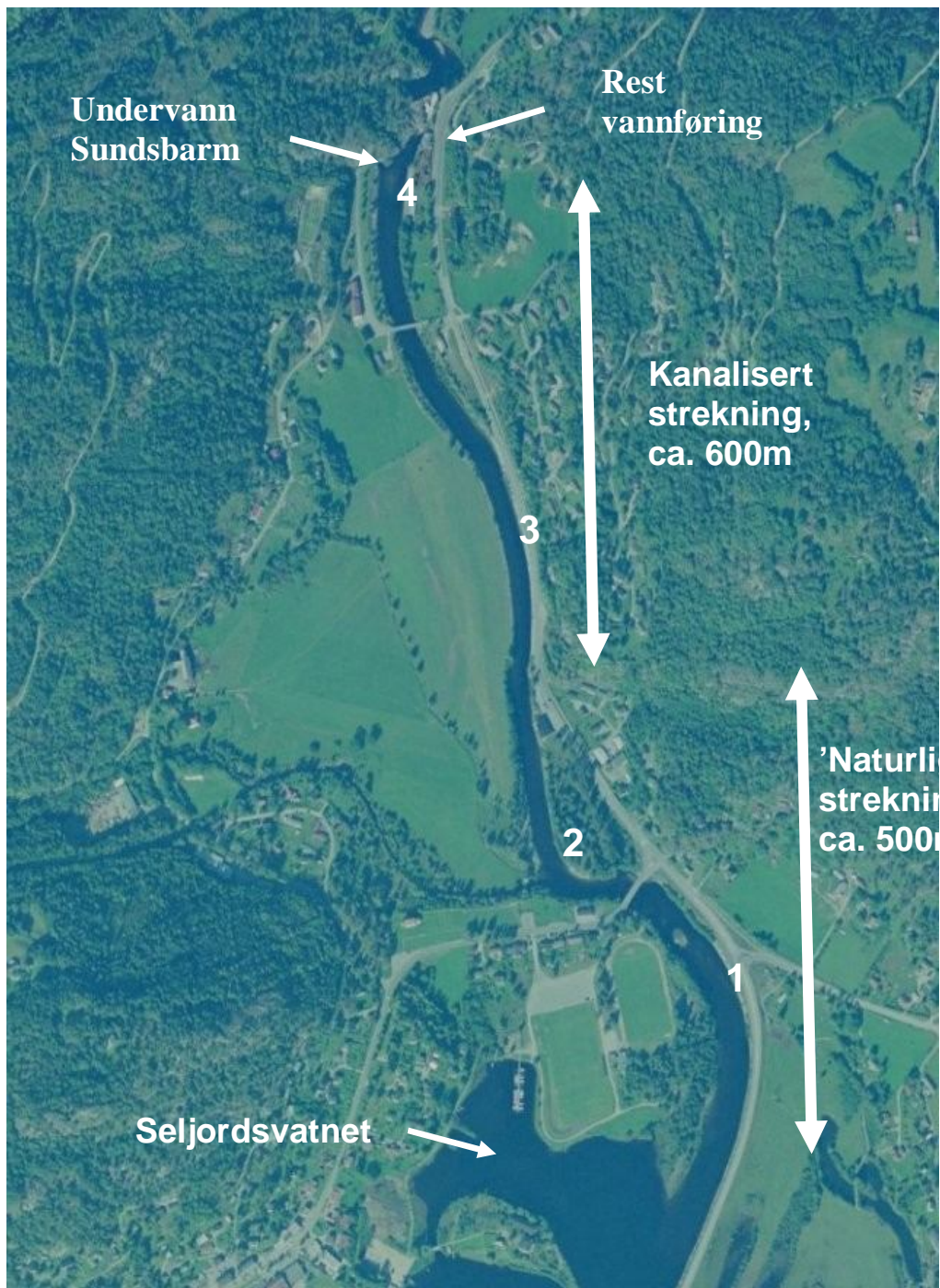
1. Områdebeskrivelse

1.1 Reguleringsinngrep

Sundsbarms kraftverk utnytter fallressursene i Flatdalsvassdraget (delnedbørfelt 171 km²), Morgedalsvassdraget og Dalaåi (delnedbørfelt 180 km²) i Telemark (Fig. 1). Vannet samles i reguleringsmagasinet Sundsbarmvatnet (612-574 moh, reguleringsgrad 90 %, totalt nedbørfelt 415 km²) og utnyttes i Sundsbarm kraftverk (fallhøyde ca. 480m, maksimal slukeevne 26 m³s⁻¹, installasjon 103 MW, årsproduksjon 389 GWH) med undervann i Vallaråi ca. 1,2 km oppstrøms innløp i Seljordsvatnet (Fig. 2, 3). Årlig regulert middelvannføring er ca. 15-18 m³s⁻¹ (Fig. 4). Vanlig vintervannføring (november-april) er normalt 20-25 m³s⁻¹ (Fig. 4). Kraftverket benyttes i hovedsak til effektkjøring i sommerhalvåret med vannføringsvariasjoner mellom 3 og 30 m³s⁻¹ (Fig. 5). Naturlig årlig midlere vannføring før regulering var ca. 12-13 m³s⁻¹ (Holmqvist 2007, Naturatlas for Telemark Kart HYD01a). Hydrologiske effekter av reguleringen er betydelig høyere vintervannføring enn naturlig, bortfall av de fleste naturlige flommer, og lave sommervannføringer når kraftverket ikke er i drift (se Heggenes 2008 for ytterligere detaljer). Effektkjøring fører dessuten til store variasjoner i vannføring over døgnet (Fig. 4, 5).



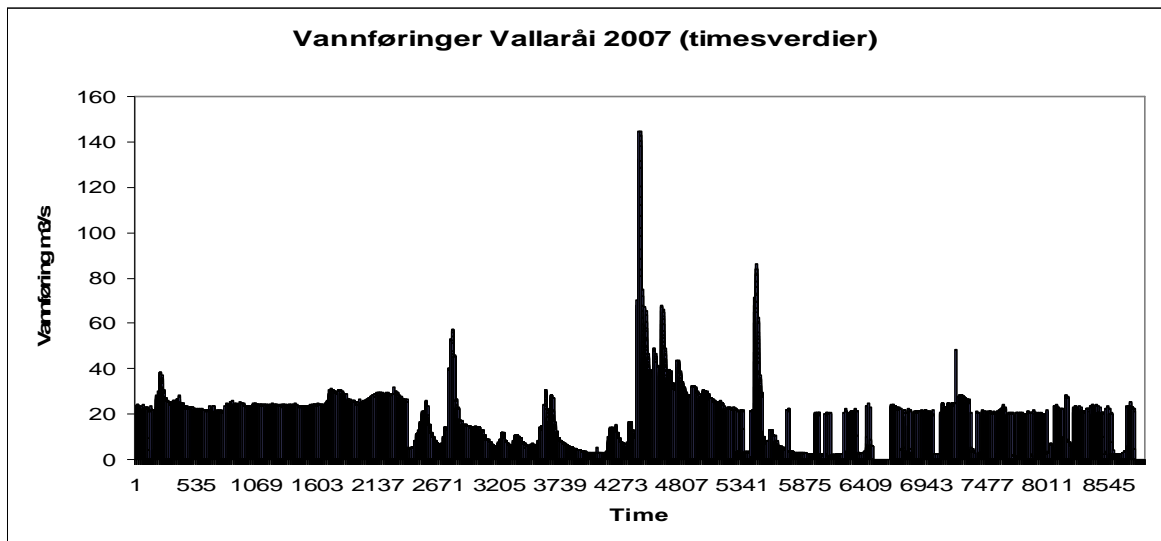
Figur 1. Oversiktskart over Sundsbarm kraftverk med inntak (punkter) og vannveier (svarte linjer). De røde linjene er veier. Fra NVE Atlas.



Figur 2. Vallaråi fra Sundbarm kraftverk til innløp Seljordsvatn..Tall refererer til bilder i Fig. 3.



Figur 3. Vallaråi fra innløp Seljordsvatn til Sundsbarm kraftverk. Tall refererer til steder i Fig.2: 1: bilde øverst venstre, 2: øverst høyre, 3: nederst venstre, 4: nederst høyre.

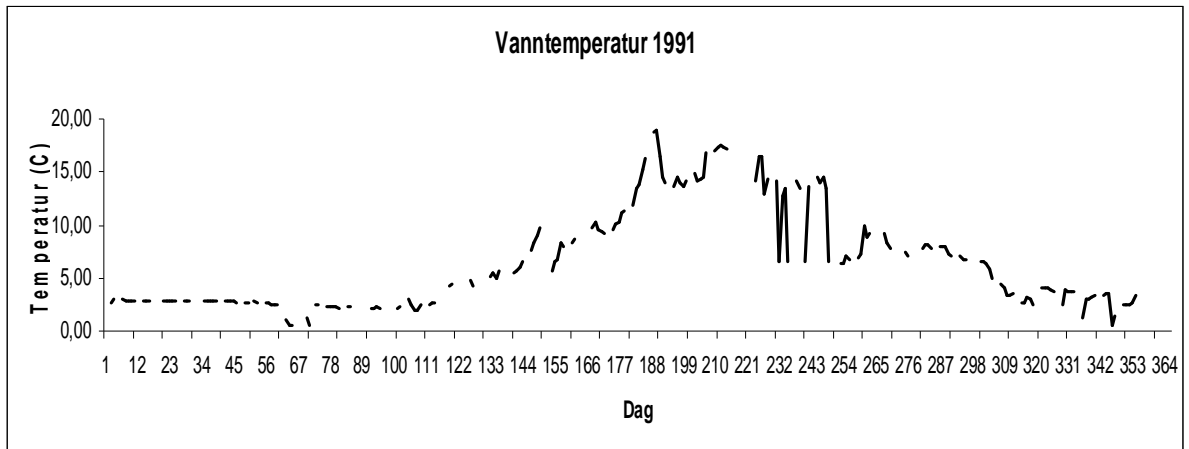


Figur 4. Typiske vannføringer i Vallaråi nedstrøms Sundsbarm kraftverk. Data fra Skagerak Kraft.



Figur 5. Varierende vannstander i Vallaråi ved start/stopp av kraftverket.

Temperaturforholdene i elven er også endret pga. reguleringen (Fig. 6). Vann tas inn på kote 568 som tilsvarer 44 - 7 m dyp i Sundsbarmvatnet, og temperaturen på dette vannet ligger antagelig stabilt på ca. 4-5°C i vesentlige deler av året. Vallaråi (fra undervann Sundsbarm kraftverk) er derfor sannsynligvis varmere enn naturlig om vinteren, trolig 1-3°C varmere (Fig. 6). Om sommeren vil vanntemperaturen variere mer over døgnet enn naturlig når kraftverket ikke går pga. mindre vannføring og derfor mer oppvarming om dagen og raskere avkjøling om natten. Når kraftverket går, vil vanntemperaturen være lavere enn naturlig, hvor mye er avhengig av restvannføring (Fig. 6, ca. dag 220-250).

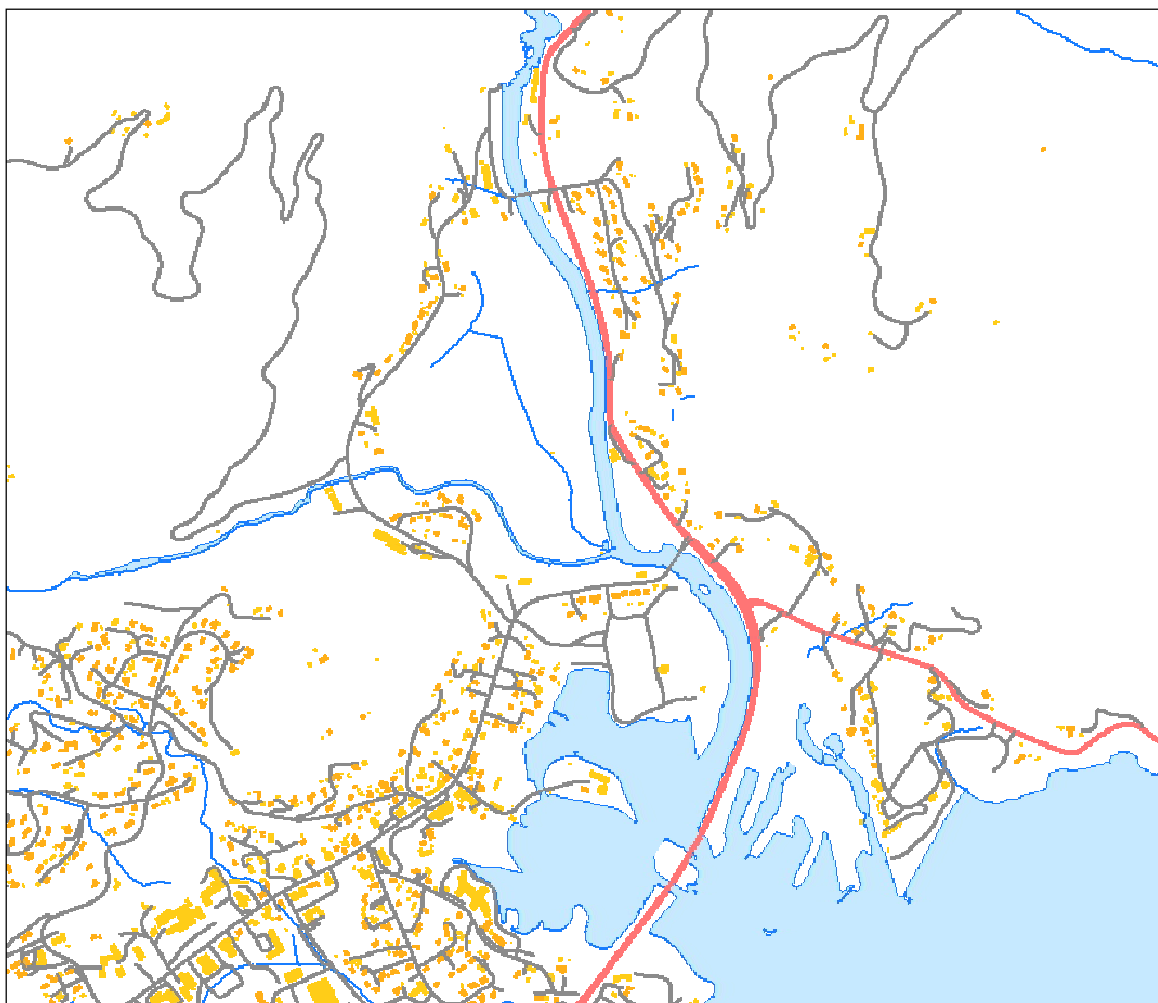


Figur 6. Eksempel på typiske temperaturvariasjoner i Vallaråi nedstrøms Sundsbarm kraftverk. Data er fra 1991. Fra NVE sin måleserie 16.221.

Nåværende avbøtende tiltak begrenser seg til minstevannføringer på $0,2 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ om sommeren i Flatdøla (01.05-30.09) og $0,1 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ om sommeren (01.05-31.10) og $0,05$ om vinteren (01.11-30.04) i Morgedalsåi.

1.2 Endringer i elveleiet

I 1969/1970 kanaliserte kraftverket etter godkjente planer (NVE) elveløpet i Vallaråi fra Sundsbarm kraftverk og ca. 0,5 km nedstrøms. Dette medførte omfattende graving, utjevning og plastring av elveleiet på denne strekningen.



Figur 7. Kart over aktuelle del av Vallaråi med ny E134 angitt med tykk rød linje.

Senere har også Statens vegvesen endret og flyttet elveløpet i forbindelse med utbedring og senere omlegging av nåværende E 134 omkring 1985 (Fig. 7). Fra ca. 100 m nedstrøms bru ved Sundsbarm kraftverk og ca. 200 m videre nedstrøms, er elveløpet flyttet 5-6 m vestover for å gi plass til vei/sykkelvei. Østre bredd langs E-134 er her plastret med sprengstein (Fig. 7, Fig. 3, bilde 3). E-134 går videre ca. 600m på sør-øst bredden av Vallaråi mot Seljordsvatn. De siste ca. 400 m er østbredden igjen plastret og delvis utfyllt med sprengstein (Fig. 7, Fig. 3, bilde 1).

Ingen av disse tiltakene ble vurdert fiskebiologisk. Det er sannsynlig at tiltakene har betydelige negative konsekvenser for den økologiske tilstanden på elvestrekningen, fordi de har ført til mindre hydrofysisk strukturelt mangfold på berørt elvestrekning.

2. Metoder og materiale

2.1 Gytebestand og gyteområder til storørret

Antall oppvandret storørret og deres valg av gyteområder ble undersøkt ved dykking (direkte observasjon under vann). Dette er den beste metoden for denne type undersøkelser (Zubik & Fraley 1988, Heggnes & Dokk 1995, Wollebæk et al. 2003). Hele strekningen fra Lakshølfossen (oppstrøms undervann Sundsbarm kraftverk) til innløp Seljordsvatnet ble undersøkt (Fig. 2). To eller tre dykkere drev med vannstrømmen parallelt nedover den aktuelle elvestrekningen, og passivt rolig for ikke å forstyrre fisk (Fig. 8). Antall, størrelse (kg) og posisjon til all observert stor ørret (større enn ca. 40 cm tilsvarende ca. 1 kg), ble registrert og notert på ortofoto i målestokk 1:500. Normalt ble strekningen undersøkt tre ganger (tre påfølgende driv) for å få et sikrere estimat på antall fisk. Enkelte ganger ble to driv gjennomført, enten fordi det var lite eller ingen fisk, eller fordi vannføringen var svært lav, noe som gjorde driv vanskelig og tidkrevende. Antall gytefisk ble estimert som middelveien for gjentatte driv.

Første sesongen, høsten 2008, ble det gjort hyppigere driv over en lengre tidsperiode for å avgrense viktigste gyteperiode. Etter lokale opplysninger ble denne antatt å være fra medio september til ultimo november.

Sikten under vann viste seg å være variabel i Vallaråi, mest avhengig av restvannføring. Ved flom i vassdraget kunne sikten være ned mot og under 2 m, noe som er for lite for sikker visuell observasjon. Normalt var sikten under vann 3-4 m.



Figur 8. Dykkere i Vallaråi med ørret på ca. 1 kg, trolig død etter gyting, oktober 2008.

2.2 Elektrofiske og fisketettheter

Art, størrelsesfordeling og tetthet av fisk i Vallaråi ble estimert vha. systematisk elektrofiske på 7 utvalgte stasjoner (Tab. 1, Fig. 9). Elektrofiske ble gjennomført hvert år på ettersommeren/høsten, slik at 0+ ørret var utvokst til fangbar størrelse ($\geq 4-5$ cm; 2008: 28.08-10.10; 2009: 09-10.08 ;2010:02-14.10).

Valg av stasjoner ble stratifisert etter habitattype (Fig. 2-3, Tab. 1) og beliggenhet langs elva fra Seljordsvatnet til Lakshøl (Fig. 9, 10).

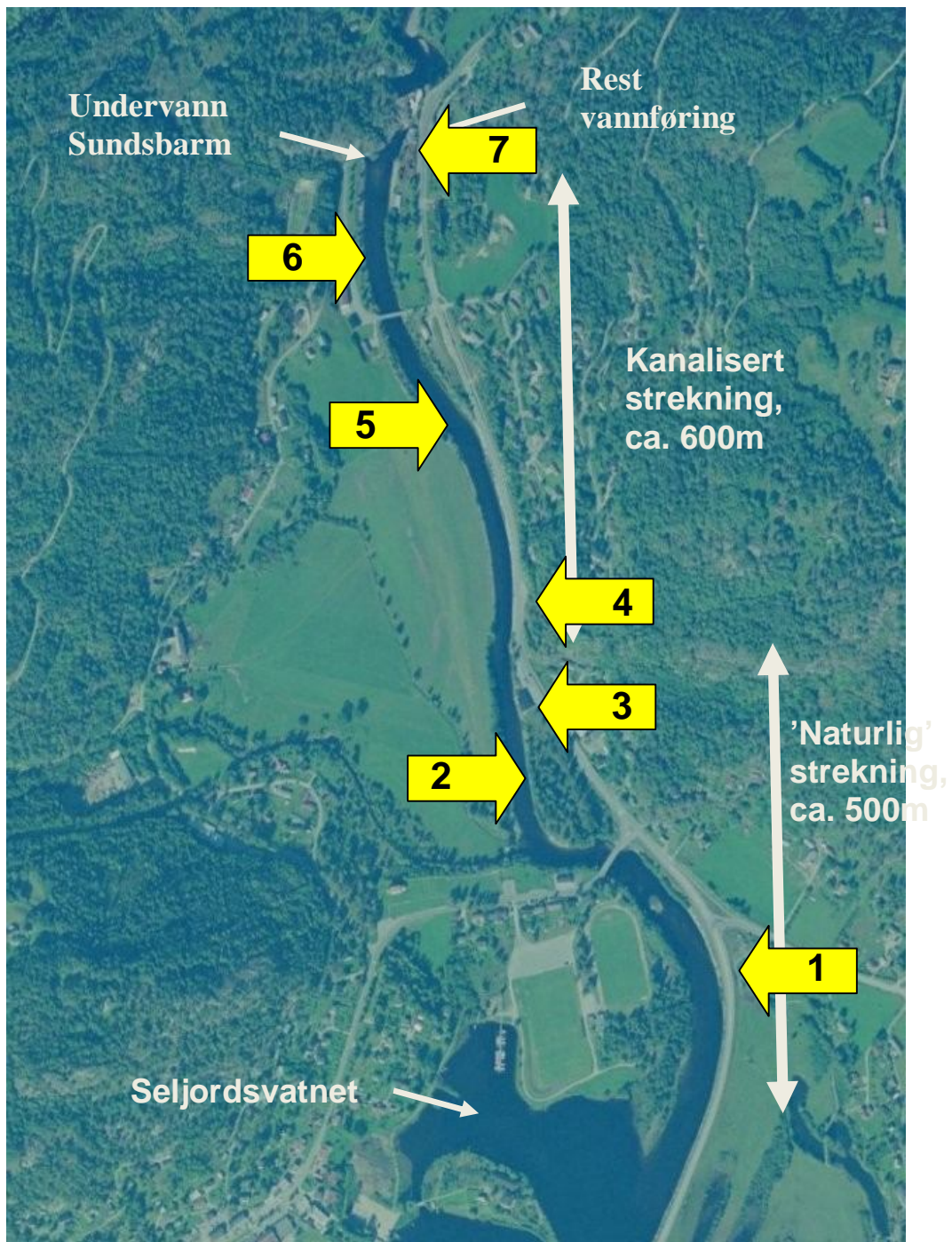
Stasjonene var alle 50 m lange, men med varierende bredde på de ulike stasjoner, fra 1,5 til 4 m, avhengig av hvor brådyp elvebredden var (Fig. 10, Tab. 1). Innen hver stasjon var imidlertid bredden den samme.

Det ble benyttet standard metodikk for undersøkelser med elektrisk fiskeapparat (Norsk Standard NS-EN 14011). Hver stasjon ble avfisket med tre påfølgende gjentak (i 2010 ble en stasjon ikke avfisket pga. spesielle feltforhold, Tab. 4) for å kunne beregne fisketetthet (Zippin 1958, Bohlin *et al.* 1989). Det elektriske fiskeapparatet, konstruert av ingeniør Paulsen, Trondheim, leverer kondensatorpulser med spenning på ca. 1600 V og frekvens 80 Hz. Bestandsestimat med 95% konfidensintervall samt fangbarhet ble estimert med programmet 'Catch-effort models for exploited populations' i Ecological Methodology 2nd ed (Krebs 2000). Ved lave individtall (mindre enn 15), ble konfidensintervall korrigert. Ettersom programmet forventer verdier større enn 0 for fangst og innsats, ble fangst satt til 1 også når det ikke ble fanget fisk på siste runde. Dette kan innebære at konfidensintervall og fangbarhet kan være svakt over-eller underestimert.

All fanget fisk ble artsbestemt og lengdemålt (mm) før gjenutsetting.

På grunnlag av lengdefrekvens fordeling (Borgstrøm og Hansen 1987) er materiale brukt til mer detaljerte analyser, inndelt i årsyngel (0+), ettåringer (1+) og eldre fisk (>1+). De relative tetthetene for 0+, 1+ og >1+ har utgangspunkt i direkte fangsttall.

Stasjonenes areal er innmålt i felt ved aktuell vannføring.



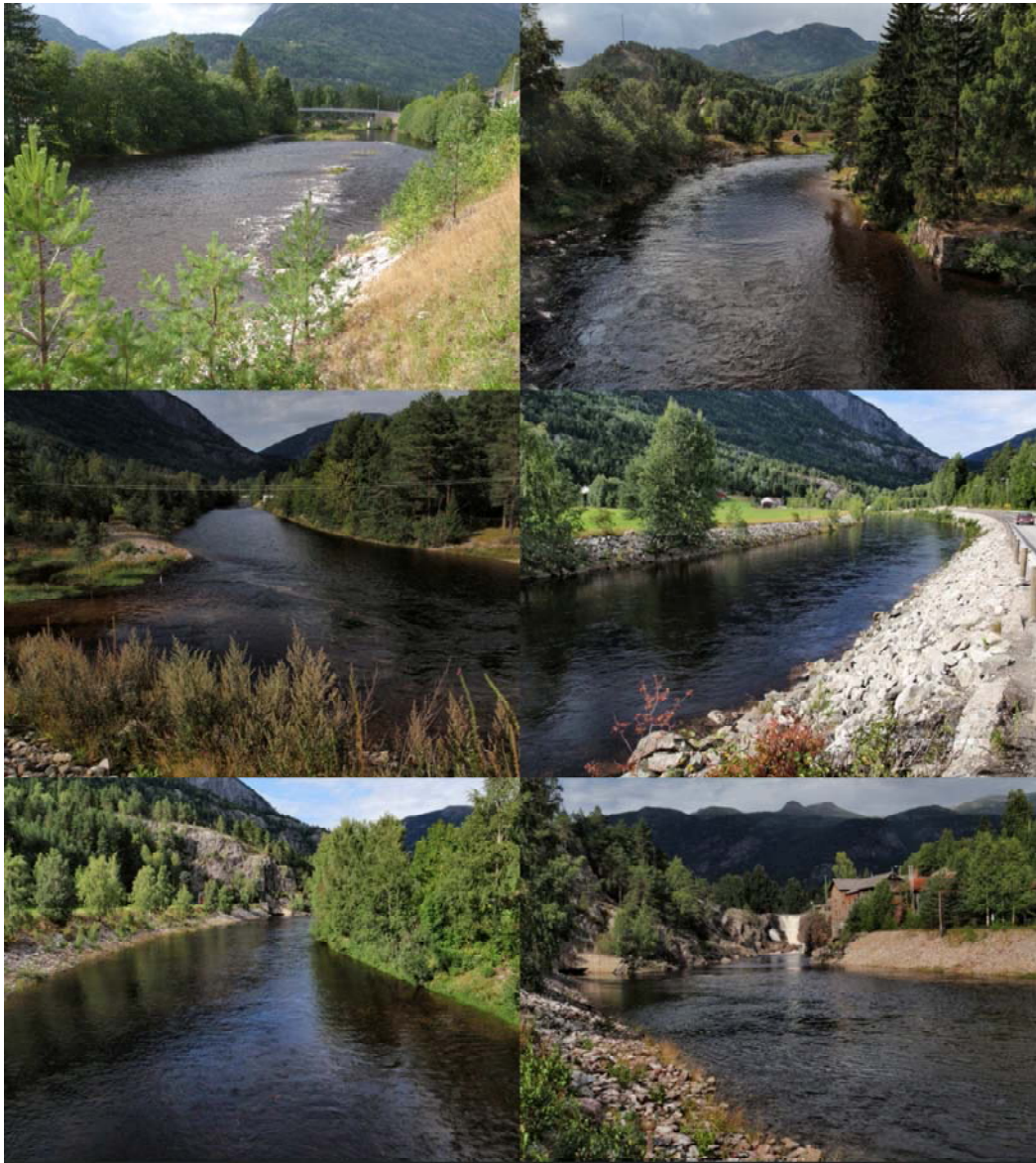
Figur 9. Lokalisering og nummerering av elektrofiske stasjoner i Vallaråi.



Figur 10. Elektrofiske stasjonene i Vallaråi representerer ulike habitattyper, her på lav sommervannføring (jfr. Tab. 1).

Tabell 1. Stasjonsbeskrivelser for elektrofiskestasjoner i Vallaråi fra Seljordsvatn og oppstrøms.

<u>ELVE- OG STASJONSBESKRIVELSER FOR VALLARÅI</u>
<p>Vallaråi er undersøkt fra utløp i Seljordsvatn og ca. 1,1 km oppstrøms til undervann Sundsbarm kraftverk og Lakshøl. Øvre del på 600 m ble kanalisert i forbindelse med reguleringen, er forbygd langs hele vestre bredd og langs E-134 på østre bredd. Nedre del ca. 500 m har et (semi) naturlig forløp i selve elveleiet, men begge elvebredder er påvirket av menneskelige inngrep. Vestre bredd er forbygd og utfyllt ned til forbi veibru. Østre bredd er naturlig ned til veibru, men består av en høy veifylling (E-134) fra veibru til innløp Seljordsvatn. Bortsett fra Lakshøl øverst, er elva relativt bred med jevn strøm og et jevnt og grunt bunnprofil på øvre kanaliserte del. På nedre (semi)naturlige del er strøm- og dybdeforholdene mer varierende, og med en stor høl under veibru. Vannføringen er svært varierende avhengig av kjøringen av kraftverket. Midlere årsvannføring er på 15-18 m³s⁻¹.</p> <p>Vallaråi kan etter habitatforholdene deles i seks delstrekninger (Fig. 9, 10): 1. en stor og dyp høl øverst, 2. en lang og til dels rasktflytende blankstryk fra undervann Sundsbarm kraftverk til møtet med E-134, 3. en sakte blankstryk ned til (semi)naturlig blankstryk (ved bilverksted), 4. en raskere og grunnere småstryk, 5. en stor høl ved veibru, og 6. en lang blankstryk inn i Seljordsvatn hvor vann- hastigheten varierer avhengig av vannstand i vatnet (oppstuvningseffekt).</p>
<p>Det er 7 stasjoner for elfiske, fordelt etter habitattype og geografisk avstand.</p>
<p><u>STASJONS- og FELTBESKRIVELSER (nedenfra og motstrøms)</u></p>
<p>St. 1: Brådyp elvekant av skuddstein, ned mot flat og grunn bunn, sakte blankstryk. Svært effektivt el.fiske på grunt, lyst vann og nesten ikke strøm på lav vannføring. Avfisket areal 50x5m.</p>
<p>St. 2:Jevn relativt rask (hard på høyere vannføringer) stryk, 20-40cm dyp, 10-30cm stein substrat, betydelig morebegroing gir lite hulrom med skjul for større fisk. Måtte avfiskes punktvis systematisk, fisk vanskelig å se pga brutt overflate. Avfisket areal 50x2,5m.</p>
<p>St. 3:Jevn, uniform og relativt seintflytende blankstryk som grenser til glide på lav vannføring. Substrat 0,5-30cm med enkelte større blokk, embeddedness ca 50% med grus og grov sand, dvs. ikke mye hulrom i substratet. Jevnt dyp 30-40cm, ingen skuddstein i strandsone, bare rullestein. Avfisket areal 50x4m.</p>
<p>St. 4: Stasjonen er en brådjup skuddsteinsfylling langs E 134. Derfor er strandsonen lite utsatt ved varierende vannføringer Elvebunnen er ellers nokså flat med rullestein og mellomliggende finere materiale. Stasjonen ligger i en svak yttersving med relativt jevn og laminær blankstrøm, avfisket areal ca. 50x2m</p>
<p>St. 5:Nedre 1/3 del er en rolig blankstryk, neste 1/3 en stille pluss en bakevje, øverste 1/3 del er en rask blankstryk som grenser til småstryk riffle. Steinete bunn. Svakt, men varierende skrånende dyp gir varierende strandsone. Avfisket areal ca 50x2,5m.</p>
<p>St. 6: Jevn brådyp rullsteinskant ned mot elvebunn på ca 50cm dyp. Relativt jevn blankstryk med stedvis lett brutt overflate, innerste 0.5-1m stille kant, hard strøm lenger ut. Vanskelig å se pga varierende brudd i overflate. Substrat stein 2-20cm. Avfisket areal ca. 50x2m.</p>
<p>St. 7: Tilsynelatende relativt uniform stasjon, men nedre halvdel har mer strømskjul og litt grovere substrat, middels bratt elvekant skråner ned mot flatere bunnparti. Midtpartiet har relativt sterk og laminær strøm med noe mindre grov stein og jevnt skrånende bunn. Øvre 10 meter har litt grovere substrat igjen med mer strømskjul fra en utstikkende bergnabbe, og mer brådypt. Avfisket areal ca 50x3m.</p>



Figur 11. Habitat delstrekninger i Vallaråi representerer ulike habitattyper, fra Seljordsvatn og opp til Lakshøl, her på høy sommervannføring (jfr. Tab. 1, Fig. 9).

2.3 Vanntemperaturmålinger

Det foreligger fra tidligere ikke systematiske temperatur data for Vallaråi på undersøkte strekning. Vanntemperatur er en svært viktig faktor for overlevelse og produksjon av ørret (Elliott 1994, Elliott & Elliott 2010). Ettersom vanntemperaturer normalt endres vesentlig i forbindelse med reguleringsinngrep (over), besørget oppdragsgiver at det i forbindelse med disse undersøkelsene ble lagt ut temperaturloggere

- for vanntemperaturregistrering på restvannføring, dvs. logger utlagt rett oppstrøms stasjon 7 før samløp undervann Sundsbarm kraftverk (Fig. 9) for å dokumentere ev. temperatursenkning/økning i elva fra undervann kraftverk og ned til Seljordvatnet,
- for vanntemperaturregistrering i driftsvann kraftverket tappet fra magasinet Sundsbarmvatnet, (Fig. 1), dvs. logger utlagt rett oppstrøms samløp med restvannføring Vallaråi (Fig. 9), og
- for vanntemperaturregistrering på strekning ned til Seljordvatnet (Fig. 9), dvs. logger utlagt hvor veibro til Sundsbarm kraftverk krysser Vallaråi.

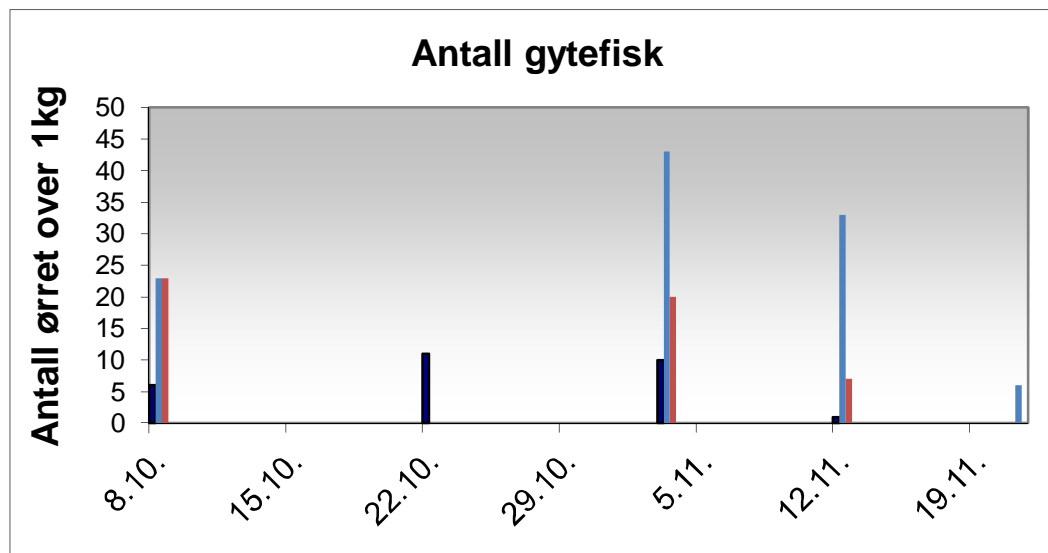
Vanntemperatur ble logget hver time.

3. Resultater og kommentarer

3.1 Gytebestand og gyteområder til storørret

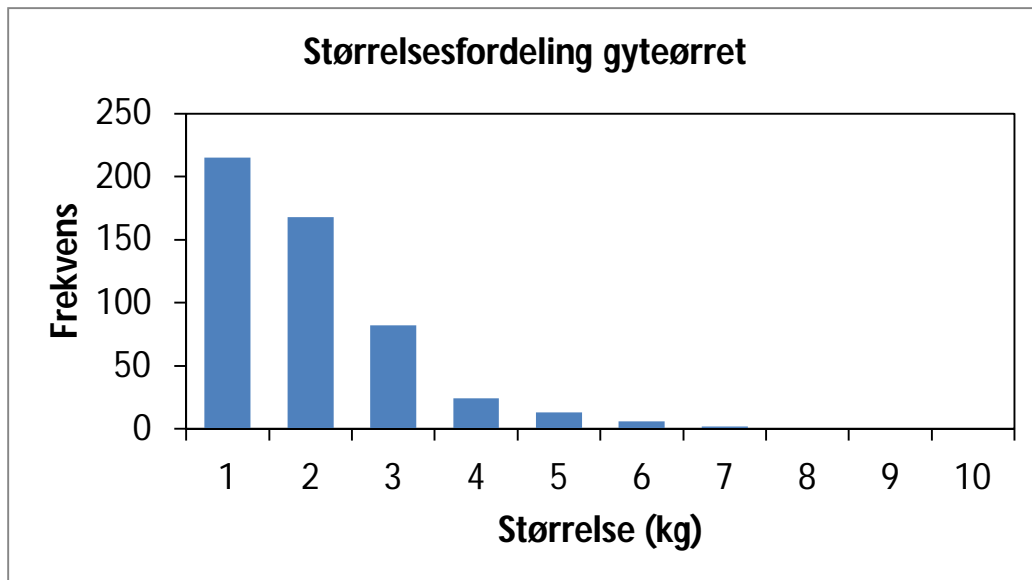
Over de tre årene som er undersøkt (2008-2010) foregikk hovedgytingen i slutten av oktober (Fig. 12). Ved gyteregistreringer før begynnelsen av oktober ble det ikke observert gytefisk på elva. På det meste ble det registrert over 40 større ørret på elva, men ved de fleste drivene var det omtrent halvparten så mange fisk, eller mindre (Fig. 12). Det var også betydelig variasjon fra år til år, med flest gytefisk observert i 2009 og færrest i 2008.

Ettersom det ikke er foretatt noe (radio)merking av den større ørreten, er det uvisst hvor lenge enkeltfisk oppholder seg på gyteplassen, og om ny fisk vandrer opp også senere i gytesesongen. Det maksimale antall gytefisk observert innen hver sesong må derfor anses som et minimums estimat på antall gytefisk som følgelig varierte fra ca. 10 til ca. 40 større ørret i løpet av de tre årene undersøkelsen pågikk (Fig. 12). Vallaråi er sannsynligvis hoved gyteelven til storørret i Seljordsvatn. Utløpselva Bøelva har få stor gyteørret (Wollebæk et al 2009). Den andre innløpselva av betydning, Bygdaråi, er ikke undersøkt, men er betydelig mindre enn Vallaråi. Dersom man antar at storørreten 'hviler' annet hvert år, og at det er liten opp- og nedvandring av fisk innen gytesesongen, kan den totale (gyte)bestanden av storørret i Seljordsvatn som tilhører Vallaråi, være i størrelsesorden 50-100 individer.



Figur 12. Tid for gyteregistreringer og antall større ørret (middelverdi for tre driv) observert ved gytetellinger i Vallaråi 2008 (mørkeblå), 2009 (lyseblå) og 2010 (rød).

De fleste gyteørretene (75 %) var omkring 1-2 kg (Fig. 13). Virkelig stor ørret, 5-6 kg, ble bare observert en håndfull ganger.



Figur 13. Estimert størrelsesfordeling for alle større ørretobservasjoner på elva i gyteperioden oktober-november i Vallaråi 2008-2010. .

Gytearealene var konsentrert til de samme områdene hvert år. På grunn av lys bunn, i noen tilfeller overgraving av gytegroper og en del bevegelse i substratet, var mange gytegroper lite markante (Fig. 14). Gjennom den hyppigere dykkingen i denne undersøkelsen, fikk vi likevel god oversikt over gyteområdene sammenlignet med de få og sporadiske undersøkelser som er gjennomført tidligere.

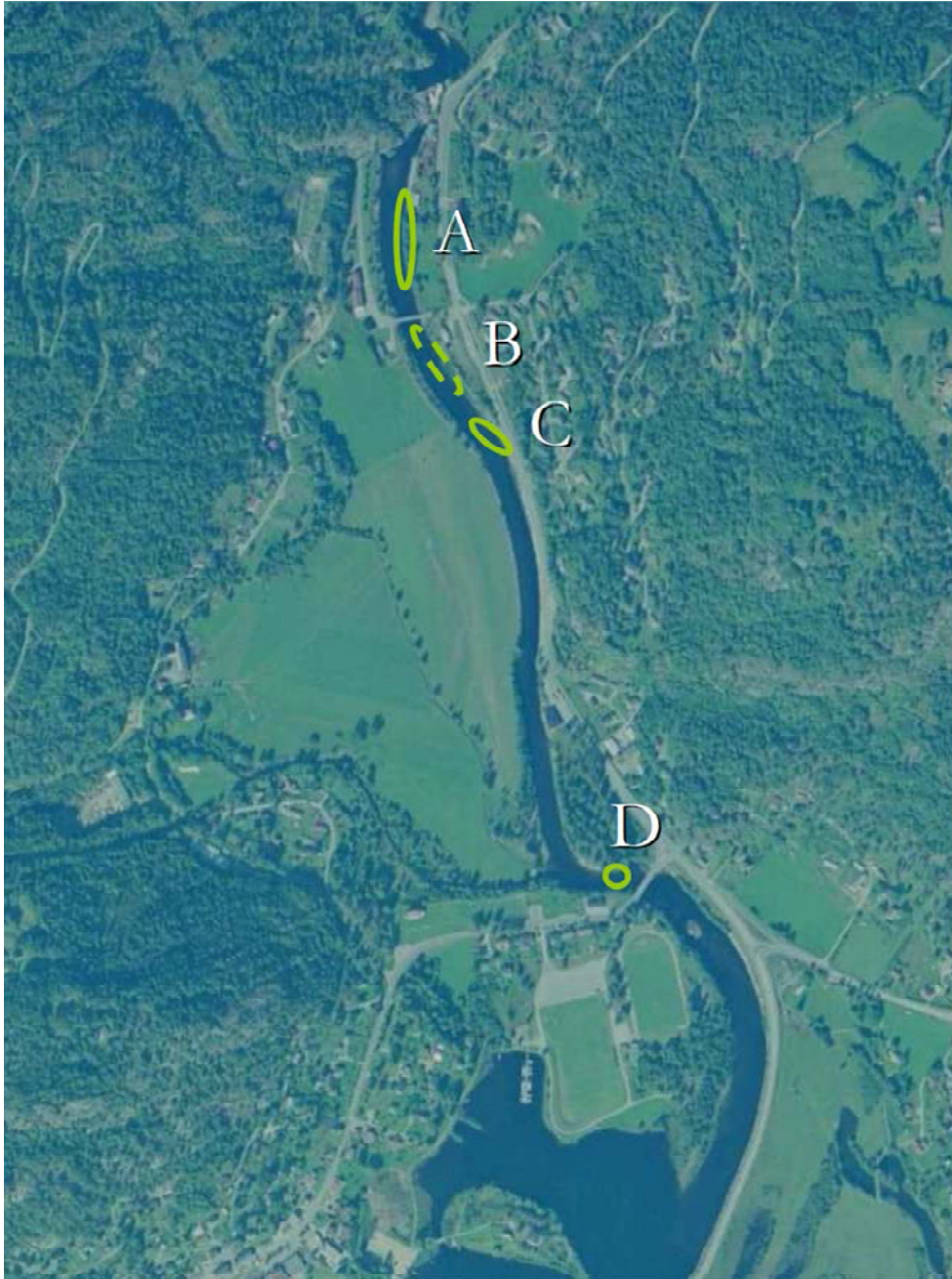


Figur 14. Mange av gytegroperne i Vallaråi var forholdsvis lite markante.

Hovedgyteområdet med gjennomgående størst gyteaktivitet, ligger oppstrøms veibroen over til Sundsbarm kraftverk (Fig. 15, gyteområde A). Her er det mye tilsynelatende gunstig gytesubstrat med mye nøttestor grus og stein. Nedstrøms veibroen er det gyting av varierende omfang på østsiden av elva hele veien ned til hvor elva møter E-134 (Fig. 15, gyteområde B). Variasjonen skyldes for en stor del varierende kvalitet på gytesubstratet som er relativt grovt (10 cm), men med flekker av mindre grov stein og grus. Hvor veien møter elva er det et større gytefelt med årviss gyting (Fig. 15, gyteområde C) på gunstig grussubstrat. Substratet blir imidlertid finere nedstrøms og her ble det ikke påvist gyting. Noen få groper (ca. 5) ble også påvist på forholdsvis grovt steinsubstrat (10cm) rett nedstrøms det gamle brokaret for tidligere veibro over mot Seljord sentrum (Fig. 15, gyteområde D).

Gytearealene på undersøkte strekning er betydelige, men av varierende kvalitet. Det er ikke noe som indikerer mangel på arealer til naturlig gyting i Vallaråi. Overlevelsen til eggene og nyklekt yngel i den noe varierende kvaliteten på gytesubstrat ikke er imidlertid ikke undersøkt. Det gjør at en må ta noen forbehold med hensyn til reproduksjonspotensialet for denne strekningen. Derimot kan uttørking av rogn pga effektkjøringen av kraftverket og dermed varierende vannstand i elva, påregnes (Fig. 16). Dersom ørreten gyter på høy vannføring, kan rogn bli tørrlagt på ekstrem, lav vannføring når kraftverket stoppes. Likevel vil betydelige arealer selv på svært lav vannføring være vanddekket (Fig. 15, 16). Deler av alle de tre gyteområdene A-C kan bli tørrlagt (Fig. 17), mens gytegroperne ved D sannsynligvis vil være dekket selv på ekstrem lavvannføring. Et gunstig tiltak vil være å fjerne grus og senke bunnivået ved samløp undervann kraftstasjonen og restvann Vallaråi (Fig. 16) slik at dette ikke tørrlegges ved lave

vintervannføringer. Det vil sannsynligvis føre til at også dette arealet tas i bruk som gyteområde. Lav vannføring fører også til færre oppholdssteder for stor gyteørret på elv, men selv på svært lav vannføring vil det være dypområder i Vallaråi som kan fungere som refugier for stor fisk (Fig. 17)



Figur 15. Gytearealer i Vallaråi brukt av ørret ved undersøkelsene i 2008-2010.



Figur 15 forts. Gytearealer i Vallaråi brukt av ørret ved undersøkelsene i 2008-2010. A: øverst venstre, B: øverst høyre, C: nederst venstre, D: nederst høyre.



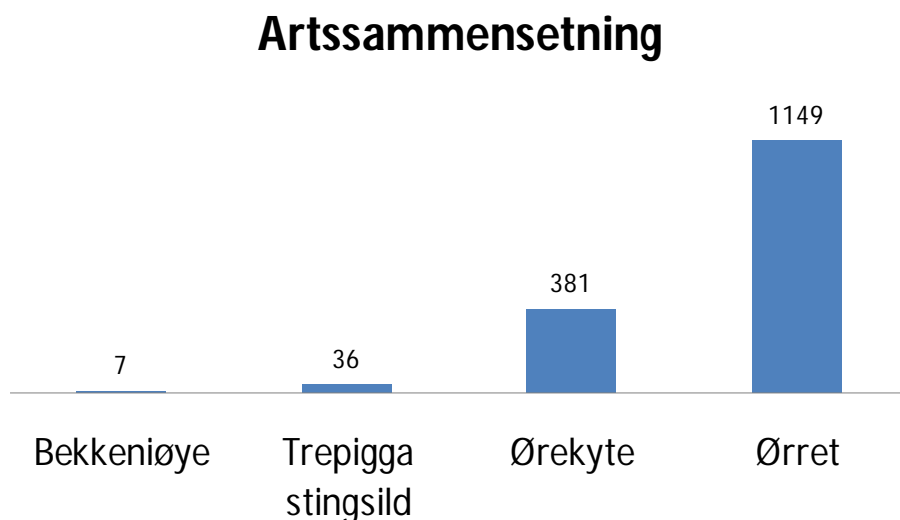
Figur 16 Det samme gytearealet øverst i Vallaråi (A i Fig. 15) på høy (venstre) og lav (høyre) vannføring. Gytearealer blir tørrlagt når kraftverket stoppes.



Figur 17. Gytearealer i Vallaråi som kan være utsatt for uttørking på lav vannføring. Figuren viser også arealer som vil være dypere tilfluktsområder for større ørret også på lav vannføring.

3.2 Elektrofiske og fisketettheter

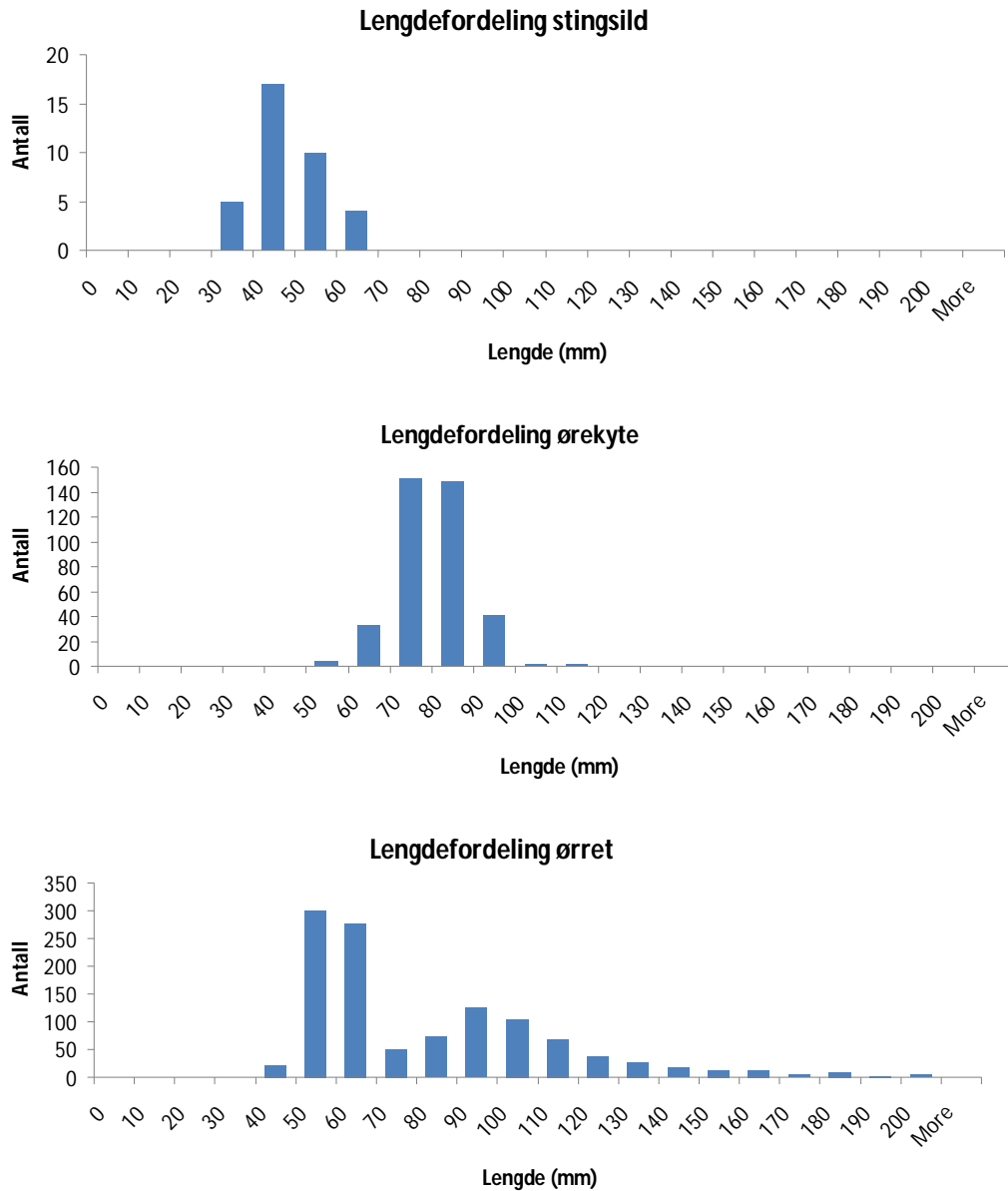
Ørret var dominerende art i fangstene fra elektrofisket (1149 individer, 73 % av totalfangst; Fig. 18). Ørekyte (*Phoxinus phoxinus*) som er en innført art i dette vassdraget, var også vanlig. (381 individer, 24 %; Fig. 18), særlig i de mer stilleflytende deler av elva. Det er usikkert når ørekyte invaderte Vallaråi, men det har sannsynligvis vært i etterkant av reguleringen. Ørekyte konkurrerer med ørret om mat og plass (Museth et al. 2007, 2010) og favoriseres av stille, grunne, varme elvehabitater. Trepigga stingsild (*Gasterosteus aculeatus*) og bekkeniøye (*Lampetra planeri*) er naturlig og vanlig forekommende i Vallaråi (Fig. 18), men fangstmetodikken underestimerer antallet, fordi stingsild er liten og bekkeniøye ligger nedgravd i grusen i store deler av sitt liv.



Figur 18. Artssammensetning i fangstene til elektrofisket på 7 stasjoner i Vallaråi 2008-2010. Ørret dominerte fangstene.

De fanges da ikke effektivt ved elektrofiske (Fig. 18; Bohlin et al. 1989). Fanget ørekyte var hovedsakelig i størrelsesorden 7-9 cm som er voksen fisk (Fig. 19). Arten blir sjelden over 10 cm. Også fanget ørret er av beskjeden størrelse, men dette er i all hovedsak ørretunger (rekrutter). Disse vokser opp på elv og vandrer etter hvert ut i Seljordsvatn, antagelig ved 15-20 cm lengde (Fig. 19; Klemetsen et al 2003). Lengdefordelingen til ørret gjenspeiler årsklassefordelingen (Fig. 19). Ørret på 4-6cm er sommergammel fisk (0+), noe som indikerer normal eller litt sein vekst for denne type elver (se for eksempel Hvidsten 2010). Større 8-10 cm lang ørret er hovedsakelig to-somrige (2+), mens større fisk er eldre. Fem ørret fanget var 20 cm eller større.

Mer detaljerte data for ørret viser noe variasjon i størrelse mellom stasjoner og år (Tab. 2).



Figur 19. Lengdefordeling for fisk fanget ved elektrofisket på 7 stasjoner i Vallaråi 2008-2010. Ørekyte blir sjelden større, mens ørret i all hovedsak er rekrutter som vokser opp på elv.

Tabell 2. Stasjon, antall (n), gjennomsnittslengde (L mm) og standardavvik (\pm SD) for sommergammel (0+), to somrig (1+) og eldre ørret elektrofisket på 7 stasjoner i Vallaråi 2008-2010.

Stasjon	0+			1+			Eldre		
	N	L mm	\pm SD	N	L mm	\pm SD	N	L mm	\pm SD
2008									
1	131	48,3	6,6	89	89,1	9,5	19	141,9	26,7
2	111	49,1	4,4	26	83,1	7,2	7	119,3	10,6
3	40	50,1	4,3	24	92,7	10,4	8	126,1	12,2
4	2	48	8,5	15	90,9	11,1	7	140,1	15,3
5	4	49,3	2,8	11	80,9	6,4	1	90	-
6	12	54	5,7	10	85,7	9,2	2	125,5	23,3
7	52	51,0	5,0	9	90,6	8,3	0	-	-
2009									
1	0	-	-	38	82,8	9,3	30	117,7	10,1
2	17	45,2	4,7	10	82,5	5,1	4	108,5	1,3
3	15	50,8	4,0	22	89,1	8,3	0	-	-
4	1	47	-	7	82,3	6,6	42	141,3	37,2
5	14	49,5	4,9	13	89,2	9,5	2	110,0	1,4
6	10	49,0	4,6	15	83,8	8,8	4	135,8	15,8
7	56	51,1	4,4	15	86,7	10,7	0	-	-
2010									
1	102	55,5	5,1	20	89,6	7,4	15	122,3	17,3
2	8	54,0	5,0	5	89,4	4,9	1	100	-
3									
4	7	51,4	6,7	4	87,0	4,1	24	132,0	26,1
5	10	57,3	6,2	1	68,0	-	6	110,3	16,7
6	14	55,0	3,6	2	89,5	2,1	4	111,5	21,1
7	29	50,5	5,6	1	91	-	2	105,5	14,9

Tabell 3. Stasjon, antall (n), gjennomsnittslengde (L mm) og standardavvik (\pm SD) for ørekyte elektrofisket på 7 stasjoner i Vallaråi 2008-2010.

Stasjon	N	L mm	\pm SD
2008			
1	118	68,3	8,3
2	0	-	-
3	1	70	-
4	11	75,0	7,3
5	70	68,1	8,0
6	6	69,2	7,3
7	6	69,2	7,3
2009			
1	11	68,7	4,8
2	2	58,5	21,9
3	0	-	-
4	9	74,7	4,5
5	38	70,5	5,3
6	7	73,7	13,9
7	4	76,3	5,9
2010			
1	44	72,3	8,8
2	0	-	-
3			
4	19	77,3	7,3
5	36	74,8	7,9
6	3	74,7	0,6
7	2	77,5	12,0

Vanntemperatur er den viktigste faktoren som bestemmer vekst hos ørret i tillegg til næringstilgang (Elliott 1994). Kjøringen av Sundsbarm kraftverk med tapping fra Sundsbarm magasinet, gir lavere vann temperaturer i Vallaråi om sommeren (se kap. 3.3). Ettersom det ikke foreligger undersøkelser fra før reguleringen, er det usikkert i hvilken

grad veksten til ørretungene i Vallaråi har blitt redusert som følge av reguleringen. Veksten i Vallaråi er noe seinere enn for eksempel lenger nedstrøms i Bøelva (60-65 mm; Solhøi 1992, Halari et al 2005, Hvidsten 2010) eller i nærliggende Heddøla (55-59 mm; Solhøi 1992, Hvidsten 2010). I Vallaråi var det ingen forskjell i vekst for 0+ mellom stasjoner (uttrykt som gjennomsnittslengder; ANOVA, $F = 2,8477$, $P = 0,7906$), men 0+ hadde bedre vekst i 2010 (gjennomsnittlig lengde 0+ = 53,7 mm) enn i 2008 og 2009 (hhv. 49,9 og 48,7 mm; ANOVA, $F = 3,5546$, $P = 0,0014$). Sommertemperaturene (døgnmiddel) nedstrøms kraftverket var 0,9 °C høyere i 2010 sammenlignet med 2009 for den viktigste vekstperioden juni-juli (nedenfor).

Tettheten av både av ørret og ørekyte i Vallaråi varierte som forventet mellom stasjoner (Tab. 4), noe som i vesentlig grad skyldes ulike habitatforhold. Det var også til dels stor variasjon mellom år. Særlig ble det fanget varierende antall 0+ på stasjon 1 og 2, noe som delvis forklares ved varierende temperaturer og vannføring mellom år ved feltarbeidet..

Tabell 4. Stasjon, alder, antall ørret fanget, totalt antall ørret estimert, konfidensintervall (95%) og fangbarhet, areal avfisket og estimert tetthet av ørret per 100m² for ørret etter 3 gangers avfisking på 7 stasjoner i Vallaråi 2008-2010.

Stasjon	Alder	Antall fisket 1g+2g+3g	Antall estimert	Konfidensintervall	Fangbarhet	Areal m ²	Estimert tetthet per 100 m ²
2008	Total		683			1050	65
1	0+	63+48+18	166	103-230	0,3969	250	66
	Eldre	77+21+10	110	103-117	0,6954		44
2	0+	56+31+25	149	112-187	0,3671	125	119
	Eldre	21+7+5	35	29-40	0,5934		28
3	0+	27+7+6	41	33-48	0,6520	200	21
	Eldre	27+3+2	32	30-34	0,8553		16
4	0+	0+2+0	-	-	-	100	-
	Eldre	18+2+2	22	19-24	0,8351		22
5	0+	2+1+1	5	3-8	0,3571	125	4
	Eldre	8+3+0	13	11-14	0,6340		10
6	0+	5+3+3	18	7-29	0,2653	100	18
	Eldre	7+4+2	16	12-27	0,4516		16
7	0+	26+17+8	64	54-75	0,4129	150	43
	Eldre	7+3+0	12	9-18	0,5949		8
2009	Total		336			1050	32

1	0+	0+0+0	-	-	-	250	-
	Eldre	43+12+13	71	50-92	0,5921		28
2	0+	8+5+3	21	18-25	0,3837	125	17
	Eldre	7+4+5	31	0-74	0,2097		25
3	0+	3+7+5	-	-	-	200	-
	Eldre	13+4+5	24	14-35	0,5253		12
4	0+	1+0+0	-	-	-	100	-
	Eldre	33+12+4	51	50-52	0,6427		51
5	0+	4+6+3	-	-	-	125	-
	Eldre	9+3+3	16	11-21	0,5385		13
6	0+	10+5+0	17	15-20	0,5857	100	17
	Eldre	11+1+2	13	11-16	0,8168		13
7	0+	29+18+9	70	62-77	0,4212	150	47
	Eldre	7+5+3	22	19-25	0,3303		15
2010		313				850	37
1	0+	51+33+17	129	113-145	0,4003	250	52
	Eldre	25+7+5	38	33-43	0,6502		15
2	0+	2+3+3	-	-	-	125	-
	Eldre	4+1+1	6	5-8	0,6429		5
3*	0+	-	-	-	-	200	
	Eldre	-	-	-	-		
4	0+	5+1+1	7	6-8	0,7097	100	7
	Eldre	22+5+2	29	28-30	0,7504		29
5	0+	4+3+3	26	5-47	0,1487	125	21
	Eldre	4+3+0	10	6-14	0,4189		8
6	0+	7+3+4	19	3-36	0,3481	100	19
	Eldre	6+3+0	11	10-12	0,5477		11
7	0+	17+8+4	33	32-33	0,5215	150	22
	Eldre	2+1+0	5	3-8	0,3571		3

*Ikke avfisket pga vanskelige feltforhold.

Tabell 5. Stasjon, antall ørekyte fanget, totalt antall ørekyte estimert, konfidensintervall (95%) og fangbarhet, areal avfisket og estimert tetthet av ørekyte per 100m² etter 3 gangers avfisking på 7 stasjoner i Vallaråi 2008-2010.

Stasjon	Antall fisket 1g+2g+3g	Antall estimert	Konfidensintervall	Fangbarhet	Areal m ²	Estimert tetthet per 100 m ²
2008						
1	62+35+21	146	141-150	0,4242	250	58
2	0+0+0	-	-	-	125	-
3	1+0+0	-	-	-	200	-
4	6+3+2	13	12-15	0,4524	100	13
5	43+18+9	76	73-79	0,5618	125	61
6	0+0+0	-	-	-	100	-
7	1+3+2	-	-	-	150	-
2009						
1	7+1+3	11	4-17	0,6316	250	4
2	1+1+0	-	-	-	125	-
3	0+0+0	-	-	-	200	-
4	6+3+0	11	10-12	0,5476	100	11
5	23+8+7	41	31-52	0,5463	125	33
6	3+2+1	8	7-9	0,3947	100	8
7	3+0+1	-	-	-	150	-
2010						
1	15+16+13	238	0-724	0,0659	250	95
2	0+0+0	-	-	-	125	-
3	-				200	-
4	6+6+7	-	-	-	100	-
5	24+9+3	38	37-39	0,6340	125	30
6	1+1+1	-	-	-	100	-
7	0+2+0	-	-	-	150	-

Den store variasjonen i tettheter både mellom stasjoner og år gjør direkte sammenligninger med andre elver noe usikker, fordi år og valg av stasjoner vil spille en vesentlig rolle. Tettheter på 5- 140 med et gjennomsnitt på 32-65 ørretunger per 100 m² i Vallaråi er i samme størrelsesorden som i andre undersøkte elver av sammenlignbar størrelse i regionen. I Tinnelva, en typisk ørretelv som også har ørekyte, varierer tettheten av ørret mellom 40 og 80 ungfisk per 100 m² (over 6 stasjoner og perioden 2001-2010; Notodden Jeger og Fiskeforening 2011, se også Hvidsten 2010), men har de siste par årene vært noe lavere. I Bøelva og Heddøla er den totale tetthet av ungfisk høyere (Tab. 6), men i begge disse elvene forekommer både ørret og laks. Begge elvene har også ørekyte.

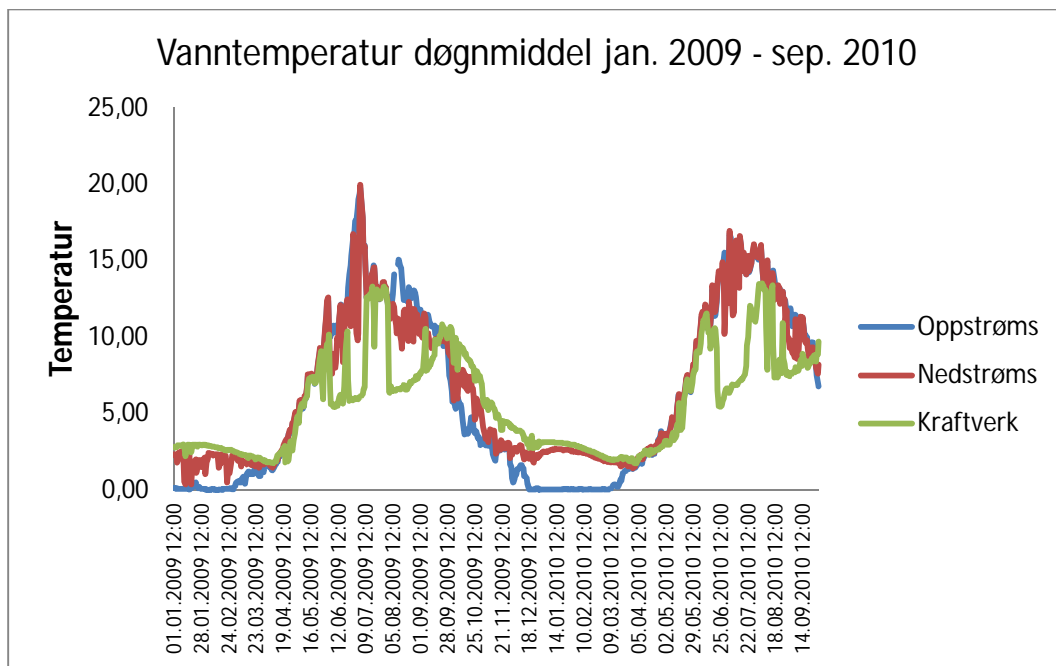
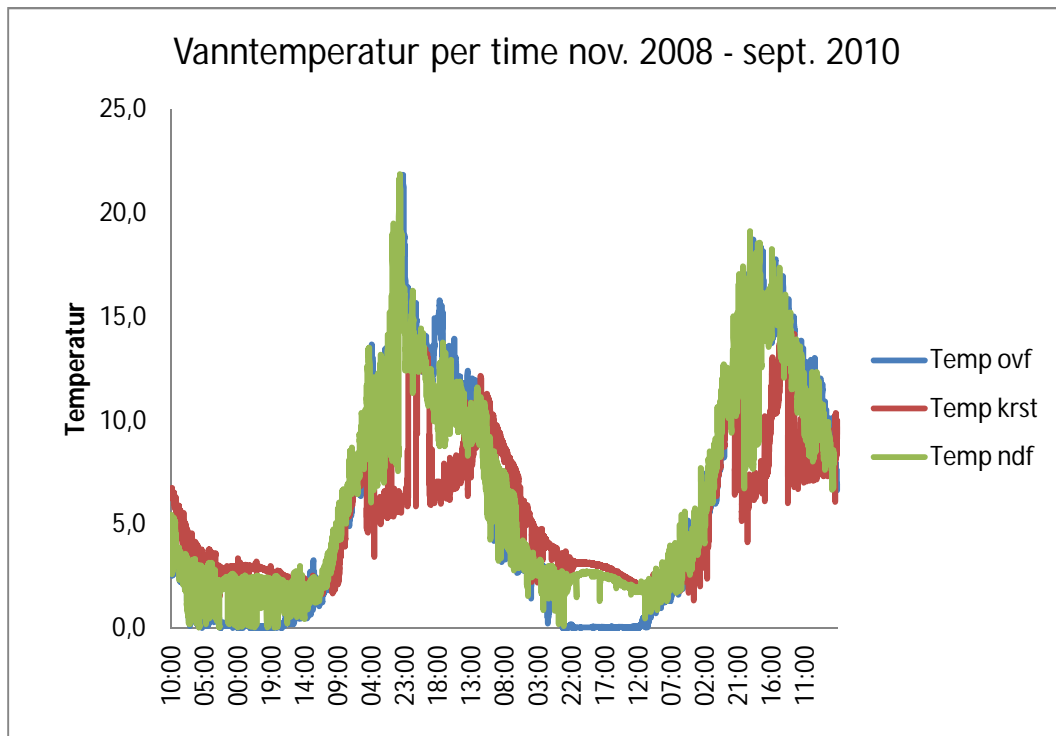
Tabell 6. Tettheter av ungfisk fra Bøelva (gjennomsnitt av 4 stasjoner) og Heddøla (gjennomsnitt av 4 stasjoner).

Elv	Tid	Vannføring	Ørret 0+	Ørret >0+	Laks 0+	Laks >0+
Referanse		m ³ s ⁻¹				
Bøelva						
<i>Solhøi 1992</i>	1992, juni	4,6-4,9	51	18	63	16
<i>Halari et al. 2005*</i>	2005, sept.	6	-	18	-	14
<i>Hvidsten 2010</i>	2010, sept.	21**	18	2	24	13
Heddøla						
<i>Solhøi 1992</i>	1992, juni	2,3-3,3	6	3	19	21
<i>Hvidsten 2010</i>	2009, sept.	5,1	36	8	20	10

*omregnet areal til 100 m² og 0+ tatt ut av materialet **underestimerer pga høy vannføring

3.3 Vanntemperaturmålinger

Vanntemperatur forholdene i Vallaråi er sterkt preget av reguleringen og effektkjøringen (Fig. 20, data fra NVE). Reguleringen fører på årsbasis til at vanntemperaturen er 3-4°C høyere enn naturlig om vinteren, fordi vann til kjøringen av kraftverket tappes fra dypere vannlag (hypolimnion) i Sundsbarmmagasinet. Vanninntaket ligger fra. 44 til 7 m under høyeste regulerte vannstand.



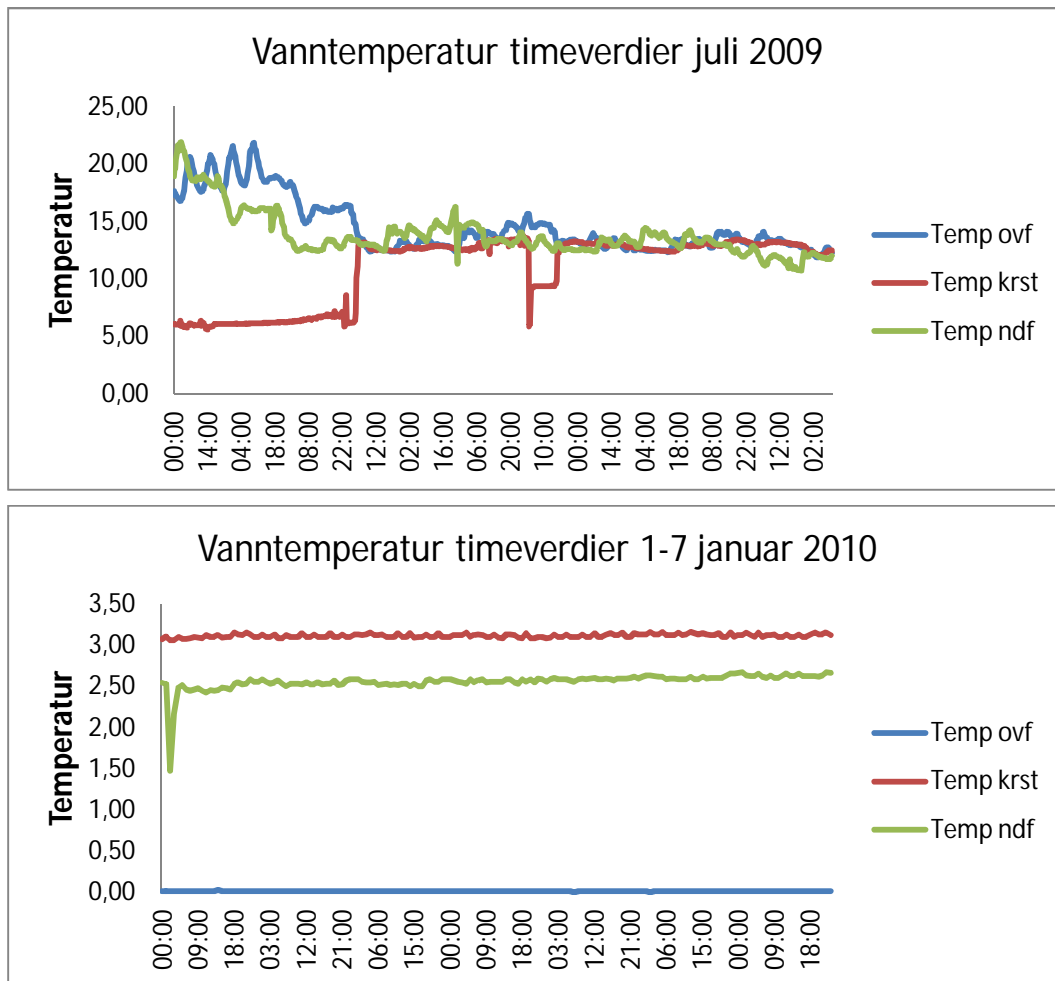
Figur 20. Vanntemperaturer per time (øverst) og døgnmiddel (nederst) i Vallaråi oppstrøms, nedstrøms og i kraftverket. Temperaturregimet er sterkt preget av reguleringen med høyere temperatur om vinteren, lavere om sommeren, og sterkt varierende over døgn avhengig av effektkjøring. Data fra NVE.

Tilsvarende fører dette til at vanntemperaturene om sommeren kan være betydelig lavere enn naturlig (5-10 °C eller mer; Fig. 20). Dette er typisk for regulerte vassdrag.

Ettersom fisk er vekselvarme dyr som kan registrere temperaturendringer på mindre enn 0,5°C (Elliott og Elliott 2010), er temperatur en svært viktig miljøfaktor. For ørret er særlig egg- og yngelstadiene sårbare mht. temperaturendringer, og mindre fisk er mer følsom enn større fisk pga. mindre kroppsmasse. Vanlige temperaturkonsekvenser for ørret i regulerte vassdrag er forsinket gytetidspunkt og/eller tidligere klekketidspunkt, begge pga raskere eggutvikling (Klemetsen et al 2003, Elliott og Elliott 2010) når vannet blir varmere om vinteren. Eggutviklingen er ganske presist bestemt av antall døgngrader (ca. 400, e.g. Elliott 1994). Senere gyting er en konsekvens av en slik raskere eggutvikling. For tidlig klekking gir næringsmangel og dermed økt dødelighet for yngelen.

Kaldere vann om sommeren i vekstsesongen medfører redusert veksthastighet for ørret (e.g. Elliott 1994, Klemetsen et al 2003, Elliott og Elliott 2010), særlig for ørretungene på elv. Optimal veksttemperatur for ørretunger er 13-14 °C, og den vokser ikke i kaldere vann enn ca. 3°C. Temperaturer over 20-22 °C kan være dødelig (Elliott og Elliott 2010). Dessverre finnes ingen målinger av vanntemperaturer fra naturlige forhold før reguleringen i Vallaråi. Endringene som følge av reguleringen kan derfor ikke kvantifiseres mer presist. Vi kan imidlertid bruke temperaturmålingene på restvannføringen oppstrøms kraftverket som en indikasjon (Fig. 20), selv om vi må ta forbehold om at endret vannføringsregime her også vil ha konsekvenser for temperatur. Med dette utgangspunkt, viser temperaturdata (Fig. 20) at reguleringen har ført til betydelig høyere vanntemperatur om vinteren og dermed raskere eggutvikling, og sannsynligvis senere gytetidspunkt som en følge av dette. Økt vintervanntemperatur vil i liten grad ha effekt på vekst hos ørretungene, fordi den fremdeles ligger på nedre grense for vekst (Elliott og Elliott 2010). Utover våren er det liten forskjell i temperatur mellom restvannføring oppstrøms og vannføring nedstrøms kraftverket. Derimot viser temperaturdata at tapping av kaldt bunnvann utover forsommeren reduserer temperaturen. Senere vekst vil være en konsekvens av dette, fordi det fører til utsatt start på vekstsesongen (Fig. 20). Ettersom fødeopptak og vekst vanligvis er størst tidlig i sesongen (Metcalf et al 1986, Elliott 1994), vil neppe høyere temperaturer utover høsten (Fig. 20) kompensere dette.

I tillegg til sesongendringene i vanntemperatur, vil effektkjøring resultere i endrete temperatursvingninger gjennom døgnet (Fig. 21). I Vallaråi ser vi at vanntemperaturen nedstrøms kraftverket for eksempel i juli 2009 svinger med 10°C forskjell i løpet av svært kort tid, i stor grad avhengig av hvordan kraftverket effektkjøres. Mer normalt ligger de øyeblikkelige temperatursvingningene som følge av effektkjøring på 3-4°C (Fig. 21).



Figur 21. Vanntemperaturer per time 1-7 juli 2009 (øverst) og 1-7 januar 2010 (nederst) i Vallaråi oppstrøms, i kraftverket og nedstrøms. Temperaturregimet er sterkt preget av reguleringen med store døgnvariasjoner avhengig av effektkjøring av kraftverket om sommeren og stabilt høyere temperatur når kraftverket kjøres kontinuerlig om vinteren. Data fra NVE.

Vi har begrenset kunnskap om langtidseffekter på vekst av selve svingningene, utover at de føles, særlig av den mindre fisken, og at raske temperaturendringer fører til stress (Elliott og Elliott 2010). Direkte effekter på vekst er et komplisert resultat av flere faktorer som temperaturintervall, varighet, hyppighet fluktuasjoner, regularitet etc (Korman & Campana 2009, Geist et al. 2010, 2011). Den energetiske kostnaden direkte knyttet til temperatursvingningene synes begrenset (Spigarelli et al 1982, Flodmark et al 2006, Geist et al. 2011), mens en indirekte effekt knyttet til mindre bruk av strandsonen, og dermed mindre vekst, kan ha større betydning (Korman & Campana 2009). Mye effektkjøring kan uansett også gi betydelig lavere gjennomsnittlige temperaturer i vekstsesongen for ørret. I den grad temperaturen reduseres fra optimum, vil dette innebære et veksttap. I den grad det gir flere døgn med optimum temperatur vil det være en gevinst. Temperaturdata for døgnmiddel indikere for 2009 en senkning fra 13,59 til

12,45 °C hhv. oppstrøms og nedstrøms kraftverket, og tilsvarende for 2010 senkning fra 13,76 til 13,32. Dette indikerer en reduksjon i vekst. Veksten til 0+ ørret i Vallaråi er seinere enn i nærliggende elver (Bøelva, Heddøla, se over).

Effektkjøringen fører også til tilsvarende raske variasjoner i vannføring (se for eksempel Fig. 4). Den viktigste konsekvensen av dette er at fisk kan strande (e.g. Saltveit et al 2001, Halleraker et al. 2003)). Særlig er 0+ ørret utsatt for stranding. Mest fisk strander når vannføringen faller raskt (mer enn 10 cm per time) ved lave vanntemperaturer og på dagtid. Rask reduksjon i vannføringen gjør at ørreten lettere blir fanget i hulrom i substratet som blir tørrlagt. Ved lavere vanntemperaturer er den vekselvarme fisken mindre aktiv og tregere, søker mer skjul og strander derfor lettere (Vehanen et al. 2000). Om natten er ørreten mer aktiv og spredt over større områder og er derfor mindre utsatt for stranding. Brede og slake elvekanter med grovt substrat ser også ut til å gi mer stranding, fordi fisken lettere blir stående i lommer på områder som blir tørrlagt. Hyppige vannføringsvariasjoner med tørrlegging fører også til at 0+ rekrutter bruker strandområdene mindre (regnbueørret; Korman & Campana 2009). De negative konsekvensene for fisk av effektkjøring ser derfor ut til å være knyttet til tørrlegging av arealer. Dersom ingen områder tørrlegges, synes vannstandsfluktuasjoner å ha liten effekt (Flodmark et al. 2006). Vannføringsendringene i Vallaråi er hyppige og raske pga. effektkjøringen (Fig. 4), og betydelig dødelighet kan sannsynligvis forekomme, særlig når effektkjøring starter opp etter lengre perioder med stabil vannstand (Halleraker et al 2003). På den annen side ser det også ut til at det kan skje en viss tilvenning og 'læring' hos fisken, slik at stressrespons og sannsynligvis også strandingen avtar. (Flodmark et al 2006). Denne kunnskapen er imidlertid mye basert på eksperimentelle korttidsstudier (Landhaus Solothurn 2009). Vi har dessverre ikke gode langtidsstudier å referere til mht. konsekvenser av effektkjøring, men det er for tiden et aktivt forskningsfelt (jfr. Envipeak prosjektet).

4. Oppsummering og konklusjoner

- Antall gytefisk og lokalisering av gytegroper i Vallaråi ble undersøkt ved dykking i perioden september-november 2008-2010.
- Det ble observert 10-40 stør ørret (\geq ca 1 kg) på gyteplassene, og mest i den mest aktive gyteperioden i slutten av oktober. Det var årlige variasjoner i antall gyteørret.
- Dersom en forutsetter lite opp- og nedvandring på gyteplassene innen sesongen og at storørreten 'hviler' hvert annet år, antyder dette en storørretbestand på 50-100 individer som bruker Vallaråi som gyte og oppvekstelv.
- Gyteområdene var de samme fra år til år, og med flest gytegroper på øverste del av undersøkte strekning. Gyteområder er neppe en begrensende produksjonsfaktor. Det er derfor ikke nødvendig med spesielle tiltak for å bedre gyteforholdene.
- Ved lave vannføringer om vinteren kan deler av gyteområder bli tørrlagt. De viktigste områdene øverst på strekningen vil imidlertid normalt være vanndekket.
- Ved samtløp undervann kraftstasjonen og restvann Vallaråi bør bunnivået senkes ved å fjerne grusmasser, slik at arealet ikke tørrlegges om vinteren. Dette tiltaket vil sannsynligvis også øke elvas effektive gyteareal.

- Det ble utført bestandsestimeringer av ungfisk basert på elektrofiske med (3 uttak) på 7 utvalgte stasjoner i august-september 2008-2010.
- Dominerende fiskeart er ørret (73 %), men med stort innslag av ørekyte (24 %). Stingsild og bekkeniøye forekommer i lavere antall. Ørekyte er en innført art som sannsynligvis har blitt innført samtidig med eller i etterkant av reguleringen. Ørekyte konkurrerer med ørret om mat og plass, og fører til redusert produksjon av ørret.
- Det er store forskjeller i fisketetthet på undersøkt elvestrekning, i hovedsak pga ulike habitatforhold. Ørret dominerer over ørekyte på mer strømsterke partier.
- Det ble også påvist store forskjeller i fisketetthet mellom år. I noen grad skyldes dette ulike feltforhold mellom år, særlig ulike vannføringer, men det skyldes også betydelig varierende rekruttering fra år til år.
- Elektrofisket viser en moderat, men varierende tetthet av ørret unger (gjennomsnitt per år 32-65 ørretunger per 100m²).
- Størrelse-frekvens analysene viser relativt moderat vekst på ørreten. Redusert vekst er trolig et resultat av kaldere vann om sommeren som følge av reguleringen.
- Størrelse-frekvens analysene viser at ørreten sannsynligvis vandrer ut i Seljordsvatn ved størrelse 15-20cm..
- Det er ingen indikasjoner på rekrutteringssvikt for ørret, men rekrutteringen kan være redusert som følge av økt dødelighet pga effektkjøringen og mulig økt konkurranse med ørekyte.
- Det er ingen indikasjoner på rekrutteringssvikt for ørret, men bedre oppvekstforhold for rekrutter i Vallaråi vil føre til større produksjon av utvandrende ørret. Det er usikkert om dette kan føre til mer storørret, bl.a. fordi det ikke er gjort genetiske undersøkelser om storørret er en egen økotype.

- Tiltak for å bedre oppvekstforholdene for ørret må ikke medføre større arealer med stilleflytende og grunne partier. Det vil favorisere ørekyte og kan bidra til større dødelighet av ørret som følge av stranding.
- Tiltak for å bedre oppvekst habitat for ørret bør fokusere på å
 - gjøre strandlinjene på kanalisert strekning mindre rettlinjet og med grovt substrat. Det er viktig at slike tiltak gis en utforming som favoriserer ørret framfor ørekyte,
 - gjennomføre forsiktig senkning av de mindre oppvekstområdene som tørrlegges i elveleiet på lav vannføring.
- Tiltak for å øke veksthastighet til ørretungene er å heve vanntemperaturen i vekstsesongen. Høyere vanntemperatur i vekstsesongen kan oppnås ved å
 - å endre manøvreringsregimet for vannføringen fra kraftverket,
 - endre vanninntaket i Sundsbarmmagasinet slik at det tappes overflatevann (som har høyere temperatur).

Litteratur

Andersen, T.F. 1995. Fiske fra fjord til fjell. Thure forlag, Porsgrunn/Skien, s. 204-206

Armstrong, J.D., Kemp, P.S., Kennedy, G.J.A., Ladle, M. & Milner, N.J. 2003. Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. *Fisheries Research* 62, 143-170.

Berland, G., T. Nickelsen, Heggnes, J., Økland, F., Thorstad, E. & Halleraker, J. 2004. Movements of Atlantic salmon parr in relation to peaking flows below a hydro power station. *River Research and Applications* 20: 957-966.

Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173, 9 - 43.

Borgstrøm R. & Hansen L. P. 1987. Fisk i Ferskvann. Økologi og ressursforvaltning. Landbruksforlaget, Oslo, 347 s.

Bremset, G. 2000. Seasonal and diel changes in behaviour, microhabitat use and preferences by young pool-dwelling Atlantic salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *Salmo trutta*. *Environmental Biology of Fishes* 59, 163-179.

Duus, P. 2002. Habitatregistrering og forslag til biotopforbedrende tiltak i vallaråi, seljord kommune. Masteroppgave ved Institutt for biologi og naturforvaltning, Norges landbrukshøgskole, 61 s.

Elliott JM. 1994. *Quantitative Ecology and the Brown Trout*. Oxford: Oxford University Press.

Elliott, J.M., Hurley, M.A. & Fryer, R.J: 1995. A new, improved growth model for brown trout, *Salmo trutta*. *Functional Ecology* 9, 290-298.

Elliott JM & Elliott JA. 2010. Temperature requirements of Atlantic salmon *Salmo salar*, brown trout *Salmo trutta* and Arctic charr *Salvelinus alpinus*: predicting the effects of climate change. *Journal of Fish Biology* 77(8): 1793-1817.

Finstad, A. G., J. D. Armstrong & Nislow, K. H. 2011. Freshwater habitat requirements of Atlantic salmon. I Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A., Skurdal, J. (eds.) Atlantic Salmon Ecology. Wiley- Blackwell Publishing Ltd: 496 s.

Flodmark, L.E.W., Urke, H.A., Halleraker, J.H., Arnekleiv, J.V., Vøllestad, L.A. & Poléo, A.B.S. 2002. Cortisol and glucose responses in juvenile brown trout subjected to a fluctuating flow regime in an artificial stream. *Journal of Fish Biology* **60**: 238-248.

Flodmark, L.E.W., Forseth, T., L'Abbe-Lund, J.H. & Vøllestad, L.A. 2006. Behaviour and growth of juvenile brown trout exposed to fluctuating flow. *Ecology of Freshwater Fish* **15**: 57-65.

Fraser, N.H.C., Metcalfe, N.B. & Thorpe, J.E. 1993. Temperature-dependent switch between diurnal and nocturnal foraging in salmon. *Proceeding of the Royal Society of London Series B* **252**, 132-139.

Fraser, N.H.C., Heggenes, J., Metcalfe, N.B. & Thorpe, J.E. 1995. Low summer temperatures cause juvenile Atlantic salmon to become nocturnal. *Canadian Journal of Zoology* **73**, 446-451.

Geist, D.R., Deng, Z.Q., Mueller, R.P., Brink, S.R. & Chandler, J.A. 2010. Survival and Growth of Juvenile Snake River Fall Chinook Salmon Exposed to Constant and Fluctuating Temperatures. *Transactions of the American Fisheries Society* **139**: 92-107.

Geist, D.R., Deng, Z.Q., Mueller, R.P., Cullinan, V., Brink, S.R. & Chandler, J.A. 2010. The Effect of Fluctuating Temperatures and Ration Levels on the Growth of Juvenile Snake River Fall Chinook Salmon. *Transactions of the American Fisheries Society* **140**: 190-200.

Halleraker, J.H., Saltveit, S.J., Harby, A., Arnekleiv, J.V, Fjeldstad, H-P & Kohler, B. 2003. Factors influencing stranding in of wild juvenile brown trout (*Salmo trutta*) during rapid and frequent flow decreases in an artificial stream. *RiverResearch and Applications*, **19**: 589-603.

Halari, M., Olsen, A. & Sydtveit, 2005. Fish recruits in Bøelva, Telemark. Assignment 4311 Methods in Fish and Wildlife Biology, Telemark University College, 41 s.

Heggenes J., Krog O.M.W., Lindås O.R., Dokk J.G. & Bremnes T. 1993. Homeostatic behavioural responses in a changing environment: brown trout (*Salmo trutta*) become nocturnal during winter. *Journal of Animal Ecology* 62, 295-308.

Heggenes, J. & Dokk, J. G. 1995. (Spawning areas and escapements of big brown trout and Atlantic salmon in Telemark, autumn 1994). Report. Freshwater Ecology and Inland Fisheries Laboratory, 156, Oslo, 25 p.

Heggenes J., Baglinière J.L. & Cunjak R.A. 1999. Spatial niche variability for young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*S. trutta*) in heterogeneous streams. *Ecology of Freshwater Fish* 8, 1-21.

Heggenes, J. 2008. Tinfos I –kanalisering av undervannet. Fiskebiologiske vurderinger. HiT Notat 1/2008, Høgskolen i Telemark, 19 s.

Heggenes, J, Bremseth, G. & Brabrand, Å. 2011. Groundwater, critical habitats, and behaviour of Atlantic salmon, brown trout and Arctic char in streams. NINA Report 654, 32 pp.

Hvidsten, N.A. 2010. Smolt og ungfiskundersøkelser I Skiensvassdraget – Smoltutvandring i Skotfoss og ungfisk i Bøelva, Heddøla, Tinnåa og Bliva. NOINA rapport 556, Norsk Institutt for Naturforskning, trondheim, 31 s.

Klemetsen, A., Amundsen, J.B., Dempson, J.B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell M.F. & Mortensen, E. (2003). Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. *Ecology of Freshwater Fish* 12, 1-59.

Korman, J. & Campana, S.E. 2009. Effects of Hydropeaking on Nearshore Habitat Use and Growth of Age-0 Rainbow Trout in a Large Regulated River. *Transactions of the American Fisheries Society* 138: 76-87.

Krebs, C. J. 2000. *Programs for Ecological Methodology*, 2nd edition.

Landhaus Solothurn 2009. Schwall und Sunk – Im Spannungsfeld von Energiewirtschaft und Ökologie – Problematik, Massnahmen, Erfahrungen. Fachtagung vom 9.3.2009, Landhaus Solothurn, Report Wasser-Agenda 21, Dübendorf, Schweiz.

Louhi P, Maki-Petays A. & Erkinaro J. 2008. Spawning habitat of Atlantic salmon and brown trout: General criteria and intragravel factors. *River Research and Applications* 24, 330-339.

Metcalf, N. B., Huntingford, F. A. & Thorpe, J. E. 1986. Seasonal-changes in feeding motivation of juvenile Atlantic salmon (*Salmo-salar*). *Canadian Journal of Zoology* 64, 2439-2446.

Milner, N.J., Elliott, J.M., Armstrong, J.D., Gardiner, J., Welton J.S. & Ladle, M. 2002. The natural control of salmon and trout populations in streams. *Fisheries Research* 62, 111-125.

Museth, J., Hesthagen, T., Sandlund, O. T., Thorstad, E. B. & Ugedal, O. 2007. The history of the minnow *Phoxinus phoxinus* (L.) in Norway: from harmless species to pest. *Journal of Fish Biology* 71, 184-195.

Museth, J., Borgstrom, R. & Brittain, J. E. 2010. Diet overlap between introduced European minnow (*Phoxinus phoxinus*) and young brown trout (*Salmo trutta*) in the lake, Øvre Heimdalsvatn: a result of abundant resources or forced niche overlap? *Hydrobiologia* 642, 93-100.

Notodden Jeger og Fiskeforening 2011. Undersøkelser av ungfisk til ørret i Tinnelva nedstrøms Tinfos, Telemark, høst 2008-2010. Rapport Fiskeutvalget NJFF, Notodden, 19 s.

Palm, D., Brannas, Lepori, E., Nilsson, K. & Stridsman, S 2007. The influence of spawning habitat restoration on juvenile brown trout (*Salmo trutta*) density. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 64: 509-515.

Palmer, M. A., Menninger, H.L. & Berhardt, E. 2010. River restoration, habitat heterogeneity and biodiversity: a failure of theory or practice? *Freshwater Biology* 55: 205-222.

Roni, P, Hanson, K. & Beechie, T. 2008. Global review of the physical and biological effectiveness of stream habitat rehabilitation techniques. *North American Journal of Fisheries Management* 28: 856-890.

Saltveit, S.J., Halleraker, J.H., Arnekleiv, J.V & Harby, A. 2001. Field experiments on stranding in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) during rapid flow decreases caused by hydropeaking. *Regulated Rivers Research and Management*, **17**: 609-622.

Slaney, P. A. & A. D. Martin 1987. Accuracy of underwater census of trout populations in a large stream in British Columbia. *North American Journal of Fisheries Management* **7**: 117-122.

Solhøi, H. 1992. Tettheter av laks og ørret I Bøelva og heddøla. Rapport nr. 12/92, Fylkesmannen i Telemark, 22 s.

Soulsby, C., Malcolm, I. A., Tetzlaff, D. & Youngson, A. F. 2009. Seasonal and inter-annual variability in hyporheic water quality revealed by continuous monitoring in a salmon spawning stream. *River Research and Applications* **25**: 1304-1319.

Spigarelli, S.A., Thommes, M.M. & Prepejchal, W. 1982. Feeding, Growth, and Fat Deposition by Brown Trout in Constant and Fluctuating Temperatures. *Transactions of the American Fisheries Society* **111**: 199 – 209.

Stewart, G. B., Bayliss, H. R., Showler, D. A., Sutherland, W. J. & Pullin, A. S. 2009. Effectiveness of engineered in-stream structure mitigation measures to increase salmonid abundance: a systematic review. *Ecological Applications* **19**: 931-941.

Vehanen, T., Bjerke, P. L., Heggenes, J., Huusko, A. & Mäki-Petäys, A. 2000. Effect of fluctuating flow and temperature on cover type selection and behaviour by juvenile brown trout in artificial flumes. *Journal of fish biology* **56**: 923-937.

Vehanen, T., Huusko, A., Maki-Petays, A., Louhi, P., Mykra, H. & Muotka, T. 2010. Effects of habitat rehabilitation on brown trout (*Salmo trutta*) in boreal forest streams. *Freshwater Biology* **55**: 2200-2214.

Wollebæk, J., Thue, R. & Heggenes 2009. Redd site microhabitat selection and quantitative models for wild large brown trout in three contrasting boreal rivers. *North American Journal of Fisheries Management* **28**, 1249-1258.

Zipin, C. 1958. The removal method of population estimation. *Journal of Wildlife Management* **22**: 82-90.

Zubik, R. J. & J. J. Fraley 1988. Comparison of snorkel and mark-recapture estimates for trout populations in large streams. *North American Journal of Fisheries Management* 8: 58-62.

HiT skrift / HiT Publication

Jan Heggenes, Frode Bergan og Espen Lydersen: Fiskebiologiske undersøkelser i forbindelse med pålegg om fysiske utbedringer i Vallaråi, Seljord i Telemark. 43 s. (HiT-skrift 4/2011)

Nils E. Sørgaard: Pariteter og stabiliseringspolitikk. 87 s. (HiT-skrift 3/2011)

Jens Wollebæk, Knut H. Røed og Jan Heggenes: Genetisk struktur hos ørret i Mjøsa. 48 s. (HiT-skrift 2/2011)

Per Mangset og Kjærsti Skjeldal: Kulturrikets tilstand 2010. 83 s. (HiT-skrift 1/2011)

Astrid Gundersen og Ellinor Young: Barnevernsarbeideres erfaringer med mødre som har intellektuelle funksjonshemninger. 43 s. (HiT-skrift 5/2010)

Niklas Kreander, Vivien Beattie & Ken McPhail: Charity Ethical Investment in Norway. 46 s. (HiT Publication 4/2010)

Espen Lydersen, Anne Trasti og Jostein Sageie: Tilførsler av næringsstoffer, metaller og andre miljøgifter til grenlandsfjordene 2008. 74 s. (HiT-skrift 3/2010)

Per Mangset og Espen S. Matheussen (red.): Kulturrikets tilstand 2009. 93 s. (HiT-skrift 2/2010)

Ragnar Prestholdt: Fotomotivundersøkelsen i Vrådal og Tinn 2008. 48 s., 1 cd (HiT-skrift 1/2010)

Kirsten Palm og Hein Lindquist: Læring i en flerspråklig skole. Tospråklig opplæring på barnetrinnet – et eksempel på en organiseringsmodell. 60 s. (HiT-skrift 3/2009)

Jan Heggenes, Jostein Sageie og Jostein Kristiansen: Rehabilitering av elvehabitat i Tokkeåi, Dalen i Telemark: Tilstand og tiltak. 85 s. (HiT-skrift 2/2009)

Sigrun Hvalvik: ”Skal vi dele en historie”? Personlige erfaringer som inntak til forståelse i eldreomsorgen. 20 s. (HiT-skrift 1/2009)

Inger M. Oellingrath, Martin V. Svendsen, Michael Reinboth: Kostholds- og måltidsmønster, fysisk aktivitet og vektutvikling hos barn i grunnskolen i Telemark, del 1, 4. klassesetrinn. 26 s. (HiT-skrift 4/2008)

Anne Svånaug Haugan, Niels Kayser Nielsen og Peter Stadius (red.): Musikk og nasjonalisme i Norden. 162 s. (HiT-skrift 3/2008)

Niklas Kreander, Vivien Beattie & Ken McPhail: Charity ethical investment: Policy practice and disclosure. 49 s. (HiT Publication 2/2008)

Ragnar Prestholdt: Fotomotivundersøkelsen på Geilo, Hovden og i Rauland 2007. 54 s., 1 cd (HiT-skrift 1/2008)

Anne Aasmundsen, Per Isaksen og Ragnar Prestholdt: Reiselivsundersøking i Setesdal 2006. 47 s., vedlegg. (HiT-skrift 1/2007)

Jan Heggenes og Jostein Sageie: Rehabilitering av Måna, Tinn i Telemark: Tilstand og tiltak. 73 s. (HiT-skrift 6/2006)

Nils Per Hovland: Bygg nettverk – stå på! En studie av entreprenørielle prosesser i Buskerud, Telemark og Vestfold. 45 s. (HiT-skrift 5/2006)

Sigrun Hvalvik og Ellinor Young: ”Et sted hvor hun kan finne seg til rette og bo...”. Om ugifte mødre og fødehjem i Telemark i perioden 1916-1965. 36 s. (HiT-skrift 4/2006)

Halvor Kleppen: Etikette i golf. 71 s. (HiT-skrift 3/2006)

- Arne Hjeltnes:** Kartlegging av habitater til hjort i deler av 4 kommuner i Telemark. Utprøving av objektbasert klassifikasjon på Landsat 5 satellittdata. 35 s., 1 kart. (HiT-skrift 2/2006)
- Arne Hjeltnes:** Høyoppløselige bilder som grunnlag for overvåking av endringer i fjellvegetasjon. Skisse til nytt registreringssystem. 47 s. (HiT-skrift 1/2006)
- Ole Martin Høystad:** Tempo og paradoks i MENTALITETSHISTORISKE ENDRINGAR. Undset-Elias-Foucault. 40 s. (HiT-skrift 7/2005)
- Ole Martin Høystad:** Hjertet i hjernen. Det biologiske grunnlaget for kjenslene. 49 s. (HiT-skrift 6/2005)
- Else Marie Halvorsen:** Forskning gjennom skapende arbeid? 61 s. (HiT-skrift 5/2005)
- Synne Kleiven:** Overvåking av Prestevju rensesepark. Sluttrapport 2002-2004. 15 s., vedlegg. (HiT-skrift 4/2005)
- Anne Aasmundsen, Per Isaksen og Ragnar Prestholdt:** Reiselivsundersøking i Setesdal 2004. 48 s. (HiT-skrift 3/2005)
- Bjørn Egeland, Norvald Fimreite and Olav Rosef:** Liver element profiles of red deer with special reference to copper, and biological implications. 32 s. (HiT Publication 2/2005)
- Arne Lande, Kjell Lande og Torstein Lauvdal (2005):** Fiskeundersøking i 4 kalka vatn på Gråhei, Bygland kommune, Aust-Agder. 22 s. (HiT-skrift 1/2005)
- Oddvar Hollup (2004):** Educational policies, reforms and the role of teachers unions in Mauritius. 37 s. (HiT Publication 8/2004)
- Bjørn Kristoffersen (2004):** Introduksjon til databaseprogrammering med Java. 33 s. (HiT-skrift 7/2004)
- Inger M. Oellingrath (2004):** Kosthold, kroppslig selvbilde og spiseproblemer blant ungdom i Porsgrunn. 45 s. (HiT-skrift 6/2004)
- Svein Roald Moen (2004):** Knud Lyne Rahbeks Dansk Læsebog og Exempelsamling til de forandrede lærde Skolers Brug. 491 s. (HiT-skrift 5/2004)
- Tangen, Jan Ove, red. (2004)** Kyststien – tre perspektiver. 27 s. (HiT-skrift 3/2004)
- Jan Ove Tangen (2004):** Idrettsanlegg og anleggsbrukere-tause forventninger og taus kunnskap. 59 s. (HiT-skrift 2/2004)
- Greta Hekneby (2004):** Fonologisk bevissthet og lesing. 43 s. (HiT-skrift 1/2004)
- Ingunn Fjørtoft og Tone Reiten (2003):** Barn og unges relasjoner til natur og friluftsliv. 83 s. (HiT-skrift 10/2003)
- Else Marie Halvorsen (2003):** Teachers' understanding of culture and of transference of culture. 40 s. (HiT-skrift 9/2003)
- P.G. Rathnasiri and Magnar Ottøy (2003):** Oxygen transfer and transport resistance across Silicone tubular membranes. 31 s. (HiT Publication 8/2003)
- Else Marie Halvorsen (2003):** Den estetiske dimensjonen og kunstfeltet - ulike tilnærminger. 17 s. (HiT-skrift 7/2003)
- Else Marie Halvorsen (2003):** Estetisk erfaring. En fenomenologisk tilnærming i Roman Ingardens perspektiv. 12 s. (HiT-skrift 6/2003)

Steinar Kjosavik (2003): Fra forming til kunst og håndverk, fagutvikling og skolepolitikk 1974-1997. 48 s. (HiT-skrift 5/2003)

Olav Solberg, Herleik Baklid, Peter Fjågesund, red. (2003): Tekst og tradisjon. M. B. Landstad 1802-2002. 106 s. (HiT-skrift 4/2003)

Ella Melbye (2003): Hovedfagsoppgaver i forming Notodden 1976-1999. Faglig innhold sett i lys av det å forme. 129 s. 1 CD-rom. (HiT-skrift 3/2003)

Olav Rosef m.fl. (2003): Escherichia coli-bakterien som alle har –men som noen blir syke av – en oversikt. 22 s. (HiT-skrift 2/2003)

Olav Rosef m.fl. (2003) Forekomsten av *E.coli* O157 ("hamburgerbakterien") hos storfe i Telemark og i kjøttdeig fra Trøndelag (2003) 25 s. (HiT-skrift 1/2003)

Roy Istad (2002): Oppretting av polygon. 24 s. (HiT-skrift 3/2002)

Ella Melbye, red. (2002): Hovedfagsstudium i forming 25 år. 81 s. (HiT-skrift 2/2002)

Olav Rosef m.fl.(2001): Hjorten (*Cervus elaphus atlanticus*) i Telemark. 29 s. (HiT-skrift 1/2001)

Else Marie Halvorsen (2000): Kulturforståelse hos lærere i Telemark anno 2000. 51 s. (HiT-skrift 4/2000)

Norvald Fimreite, Bjarne Nenseter and Bjørn Steen (2000) : Cadmium concentrations in limed and partly reacidified lakes in Telemark, Norway. 16 s. (HiT-skrift 3/2000)

Tåle Bjørnvold (2000): Minimering av omstillingstider ved produksjon av høvellast. 65 s. (HiT-skrift 2/2000)

Sunil R. de Silva, ed. (2000): International Symposium. Reliable Flow of Particulate Solids III Proceedings. 11- 13. August 1999, Porsgrunn, Norway. Vol. 1-2 (HiT-skrift 1/2000)

HiT notat / HiT Working Paper

Heidi Haukelien (2008) I velferdsstatens randsone. Evaluering av Boteam, Porsgrunn. 75 s. (HiT-notat 3/2008)

Olav Tangvald-Pedersen , red. (2008) ”Å komme seg”. Pasientformulert rehabilitering. 50 s. (HiT-notat 2/2008)

Jan Heggenes (2008) Tinfos I – kanalisering av undervannet, fiskebiologiske vurderinger. 14 s. (HiT-notat 1/2008)

Olav Dalland og Kjersti Røsvik (2007) Fra intensjon til realitet og tilbake til intensjonen igjen. Evaluering av fleksibelt bachelorstudium i sykepleie. 77 s. (HiT-notat 3/2007)

- Per Gunnar Disch m.fl.** (2007) Feltarbeid på nett. En oppsummering av erfaringer fra feltarbeid på fleksibel sykepleierutdanning kull 2002. 11 s. (HiT-notat 2/2007)
- Per Gunnar Disch og Anne K. Malme, red.** (2007) Selvevaluering av fleksibelt bachelorstudium i sykepleie. Fra intensjon til realitet. 77 s. (HiT-notat 1/2007)
- Sidsel Beate Kløverød** (2004) Tap av verdighet i møte med offentlig forvaltning. 135 s. (HiT-notat 2/2004)
- Roy M. Istad** (2004): Tettere studentoppfølging? Undervegsrapport fra et HiT-internt prosjekt. 15 s.(HiT-notat 1/2004)
- Eli Thorbergesen m.fl.** (2003):"Kunnskapens tre har røtter..." Praksisfortellinger fra barnehagen. En FOU-rapport. 42 s. (HiT-notat 5/2003)
- Per Arne Åsheim , ed.** (2003) : Science didactic. Challenges in a period of time with focus on learning processes and new technology. 54 s. (HiT Working Paper 4/2003)
- Roald Kommedal and Rune Bakke** (2003):Modeling Pseudomonas aeruginosa biofilm detachment. 29 s. (HiT Working Paper 3/2003)
- Elisabeth Aase** (2003): Ledelse i undervisningssykehjem. 27 s., vedlegg. (HiT-notat 2/2003)
- Jan Heggenes og Knut H. Røed** (2003): Genetisk undersøkelse av stamfisk av ørret fra Måna, Tinnsjø. 10 s. (HiT-notat 1/2003)
- Erik Halvorsen, red.** (2002): Bruk av Hypermedia og Web-basert informasjon i naturfagundervisningen. Presentasjon og kritisk analyse. 69 s. (HiT-notat 2/2002)
- Harald Klempe** (2002): Overvåking av grunnvannsforurensning fra Revdalen kommunale avfallsfylling, Bø i Telemark. Årsrapport 2000. 24 s. (HiT-notat 1/2002)
- Jan Ove Tangen** (2001): Kompetanse og kompetansebehov i norske golfklubber. 12 s. (HiT-notat 6/2001)
- Øyvind Risa** (2001): Evaluering av Musikk 1. 5 vekttall. Desember 2000. Høgskolen i Telemark, Allmennlærerutdanninga på Notodden. 39 s. (HiT-notat 5/2001)
- Harald Klempe** (2001): Overvåking av grunnvannsforurensning fra Revdalen kommunale avfallsfylling, Bø i Telemark. Årsrapport 1999. 22 s. (HiT-notat 4/2001)
- Harald Klempe** (2001): Overvåking av grunnvannsforurensning fra Revdalen kommunale avfallsfylling, Bø i Telemark. Årsrapport 1998. 22 s. (HiT-notat 3/2001)
- Sigrun Hvalvik** (2001): Tolking av historisk tekst – et hermeneutisk perspektiv. Et vitenskapsteoretisk essay. 28 s. (HiT-notat 2/2001)
- Sigrun Hvalvik** (2001): Georg Henrik von Wright. Explanation of the human action : an analysis of von Wright's assumptions form the perspective of theory development in nursing history. 27 s. (HiT-notat 1/2001)
- Arne Lande og Ralph Stålberg, red.** (2000): Bruken av Hardangervidda – ressurser, potensiale, konflikter. Bø i Telemark 8.-9. april 1999. Seminarrapport. 57 s. (HiT-notat 3/2000)
- Nils Per Hovland** (2000): Studenter i oppdrag: ein rapport som oppsummerer utført arbeid og røynsler frå prosjektet "Nyskaping som samarbeidsprosess mellom SMB og HiT", 1998-2000. 24 s. (HiT-notat 2/2000)

Jan Heggenes (2000): Undersøkelser av gyteplasser til ørret i Tinnelvas utløp fra Tinnsjø (Tinnoset), Notodden i Telemark, 1998. 7 s. (HiT-notat 1/2000)

HiT-skrift og HiT-notat kan bestilles fra Høgskolen i Telemark, kopiesenteret i Bø:
e-post: kopi-bo@hit.no, tlf. +47 35952834

HiT Publications and HiT Working Papers can be ordered from the Copy Centre,
Telemark University College, Bø Campus:
email: kopi-bo@hit.no, tel.: +47 35952834

De fleste HiT-skrift og HiT-notat finnes elektronisk i TEORA -Telemark Open Research Archive
<http://teora.hit.no/dspace/>

You will find most of the HiT Publications and HiT Working Papers in full-text in TEORA -
Telemark Open Research Archive <http://teora.hit.no/dspace/>

