

# LFI-Unifob

Laboratorium for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske

Rapport nr. 136

## Fiskebiologiske undersøkelser i Bjoreio, Eidfjordvassdraget, i perioden 2004-2006

- med vekt på vintervannføring og temperaturforhold

Helge Skoglund  
Bjørn T. Barlaup  
Sven-Erik Gabrielsen  
Tore Wiers





LABORATORIUM FOR FERSKVANNSØKOLOGI OG INNLANDSFISKE  
LFI-UNIFOB  
UNIVERSITETET I BERGEN  
THORMØHLENSGATE 49  
5006 BERGEN

TELEFON: 55 582228  
TELEFAX: 55 589674

ISSN NR:  
ISSN-0801-9576

LFI-RAPPORT NR:  
136

TITTEL: Fiskebiologiske undersøkelser i Bjoreio, Eidfjordvassdraget, i perioden 2004-2006 - med vekt på vintervannføring og temperaturforhold

DATO:  
06.02.2007

FORFATTERE:  
Helge Skoglund, Bjørn T. Barlaup, Sven-Erik Gabrielsen & Tore Wiers

GEOGRAFISK OMRÅDE:  
Hordaland

Prosjektansvarlig: Bjørn T. Barlaup

OPPDRAUGSGIVER: Statkraft SF

ANTALL SIDER: 67

Kontaktperson oppdragsgiver: Rolf Yngvar Jenssen

UTDRAG: Bestandssituasjonen for laksen i Eidfjordvassdraget har i flere år vært kritisk, og bestanden er kategorisert som truet. For å styrke rekrutteringsforholdene for laks og sjøaurebestanden i Bjoreio har Statkraft satt i gang flere avbøtende tiltak. Dette inkluderer (1) slipp av vann fra Sysendammen i tørre perioder vinterstid for å redusere omfanget av stranding av gytegroper og innfrysing av rogn, og (2) slipp av vann fra Isdal og Storlia i minstevannføringsperioden 1. juni-15. september for å øke temperaturen og bedre vekstforholdene for ungfisk på lakseførende strekning. I perioden 2004-2006 ble det gjennomført fiskebiologiske undersøkelser i Bjoreio for å undersøke effekten av disse tiltakene. Gytebestanden av laks var lav og det ble funnet lave ungfisktettheter av laks. Sjøaurebestanden i vassdraget synes å være livskraftig, men gytebestanden var noe under gytebestandsmålet for vassdraget. Det ble registrert flere episoder med svært lav vannføring vinterstid, noe som medførte at en betydelig andel av gytegroperne strandet og at den gjennomsnittlige eggoverlevelsen var unormalt lav. Flere av episodene med svært lav vannføring kom som følge av driftsstans i Tveitofossen kraftstasjon. Det anbefales å fortsette med å slippe vann for å redusere omfanget av stranding til et akseptabelt nivå. Slipp av vann fra Isdal og Storlia ble estimert å medføre en temperaturøkning på 2-3°C i perioder på sommeren og en betydelig bedring i vekstforholdene for ungfisk av laks og sjøaure i Bjoreio.

EMNEORD: Regulert elv, laks, sjøaure, gytegroper, ungfisk, vekst, temperatur

SUBJECT ITEMS: Regulated river, Atlantic salmon, sea trout, redds, juvenile fish, growth, temperature

FORSIDEFOTO: Gytefisketelling i Bjoreio, foto: Helge Skoglund

# Forord

På oppdrag fra Statkraft har Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI) utført fiskebiologiske undersøkelser i Bjoreio i perioden 2004-2006. Undersøkelsene har omfattet estimat av ungfisktettheter og vekstmønster for ungfisken relativt til temperatur. I tillegg er det foretatt registreringer av gytefisk og gytegroper med tallfesting av eggoverlevelse i forhold til vandyp og vannføring gjennom vinteren.

Rolf Yngvar Jensen har vært prosjektleder i Statkraft og har i tillegg til rent faglige innspill bidratt med en rekke opplysninger angående reguleringen av vassdraget. Under arbeidet har vi hatt stor nytte av Rune Limstrand, Stian Myklatun, Roy Åge Aandal, og Trond Bakkene i Statkraft som har skaffet til veie viktig informasjon angående vannføring og vannstand i Bjoreio. Likeledes har Gunnar Elnan, miljøvernleder i Eidfjord, gitt flere nyttige innspill underveis i arbeidet. Alf Tore Mjøs ved Hardangervidda Natursenter har også vært behjelpelig med fortløpende informasjon om forholdene for å gjennomføre feltarbeid.

Samlet mener vi arbeidet som er lagt ned og gjengitt i rapporten vil gi et konkret grunnlag for en langsiktig styrking av laks- og sjøaurebestandene i Bjoreio.

Vi vil takke alle for god innsats og et godt og konstruktivt samarbeid!

Bergen, desember 2006

***Bjørn T. Barlaup***

Dr.scient, prosjektansvarlig  
LFI-Unifob

# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>7</b>
<b>1.0 Innledning</b> .....	<b>10</b>
1.1 Bakgrunn og hensikt .....	10
1.2 Beskrivelse av vassdraget og reguleringer .....	10
1.3 Fiskebestandene i Eidfjordvassdraget .....	13
<b>2.0 Materiale og metode</b> .....	<b>16</b>
2.1 Gytefisktellinger og egg tetthet .....	16
2.2 Elektrisk fiske .....	16
2.3 Undersøkelser av gyteområdene .....	17
2.4 Vanntemperatur og vannføring .....	18
2.5 Bruk av modeller .....	19
2.5.1 Simulering av temperatur uten vannslipp .....	19
2.5.2 Swimup og vekst .....	20
<b>3.0 Resultat og diskusjon</b> .....	<b>21</b>
3.1 Innsig og gytebestand .....	21
3.1.1 Gytefisktelling .....	21
3.1.2 Innsig, gytebestand og egg tetthet .....	22
3.2 Undersøkelser av ungfiskbestanden .....	23
3.2.1 Tettheter av naturlig rekruttert laks .....	23
3.2.2 Lengde- og aldersfordeling for ungfisk av laks .....	25
3.2.3 Tettheter av aure .....	27
3.2.4 Lengde- og aldersfordeling for ungfisk av aure .....	28
3.3 Kultiveringsstrategier i Bjoreio .....	30
3.4 Vintervannføring og stranding av gytegroper .....	35
3.4.1 Vannstand og vannføring vinterstid i Bjoreio .....	35
3.4.1.1 Vannstand ved andre målepunkter i Bjoreio .....	39
3.4.1.2 Restvannføring og slipp av vann fra Sysendammen vinteren 2005/2006 .....	41
3.4.2 Effekt av Tveitofoss kraftstasjon på vannføringen i Bjoreio .....	41
3.4.3 Gyteforhold og undersøkelser av gytegroper i Bjoreio i 2004-2006 .....	44
3.4.3.1 Utlegging av gytegrus i Bjoreio vinteren 2002 og 2005 .....	46
3.4.4 Dybdefordeling og overlevelse i gytegroper .....	47
3.4.5 Sammenheng mellom vannstand og stranding av gytegroper .....	48
3.5 Temperaturforhold og manøvrering av vannslipp til Vøringsfossen .....	51
3.5.1 Temperaturforholdene i Bjoreio .....	51
3.5.2 Manøvrering av vannslipp fra tilsig med ulik temperatur .....	53
3.5.3 Bidrag fra ulike felter til vannføring i Bjoreio ved Vøringsfossen .....	54
3.5.4 Effekt av vannslipp på temperaturen på anadrom strekning .....	56
3.5.5 Effekter av vannslipp for laks og sjøaure i Bjoreio .....	59
3.5.5.1 Tidspunkt for første næringsopptak .....	59
3.5.5.2 Effekter på vekstforhold .....	60
<b>4.0 Konklusjoner og anbefalinger</b> .....	<b>63</b>
<b>5.0 Litteratur</b> .....	<b>65</b>





## Sammendrag

Situasjonen for laksebestanden i Eidfjordvassdraget har i flere år vært kritisk. På bakgrunn av en rekke undersøkelser gjennomført i perioden 1999-2003 har Statkraft satt i gang flere tiltak for å bedre bestandssituasjonen. De viktigste tiltakene er 1) slipp av vann (opp til 300 l/s) fra Sysendammen i tørre perioder vinterstid og 2) slipp av vann fra Isdal og Storlia i minstevannsføringsperioden 1. juni-15. september for å øke temperaturen og dermed forbedre vekstforholdene for ungfisk på anadrom strekning. Hovedhensikten med undersøkelsene i perioden 2004-2006 var å undersøke effekten av tiltakene og gi klare anbefalinger om tappemønster i forhold til temperatur og vintervannføring.

Under gytefisktellingsene i Bjoreio i 2004 og 2005 ble det registrert henholdsvis 7 og 41 villaks, 2 og 4 rømt oppdrettslaks, og 119 og 113 sjøaure. På grunn av vedvarende høy vannføring var det ikke mulig å gjennomføre gytefisktelling høsten 2006, men det ble observert 11 villaks og 10 sjøaure som "vinterstøinger" ved telling februar 2007. For villaksen er dette både de laveste og høyeste tallene som er registrert siden gytefisktellingsene startet i 1999. I mange tilfeller kan det være vanskelig å skille rømt oppdrettslaks fra villaks, noe som vil medføre at andelen rømt oppdrettslaks blir underestimert i gytefisktellingsene. Andelen rømt oppdrettslaks tatt ved stamfiske i Eidfjordvassdraget i årene 2004-2006 var henholdsvis 20%, 19% og 3%. Basert på gytefisktellingsene, stamfiske og fangster fra stangfiske, ble det i 2004 og 2005 registrert et innsig på henholdsvis 78 og 109 villaks, 23 og 47 oppdrettslaks og 469 og 371 sjøaure totalt i Eidfjordvassdraget. Det reelle innsiget vil trolig være noe større da gytebestanden i Veig ikke inngår i disse tallene. For villaks var eggtettheten i Bjoreio i 2004 og 2005 henholdsvis 0,2 og 1,4 egg per m<sup>2</sup>, og for sjøaure 2,4 og 2,3 per m<sup>2</sup>. Dette er under gytebestandsmålet for både laks og sjøaure som foreløpig er satt til 3 egg per m<sup>2</sup>.

Det ble funnet lave tettheter av laksunger i Bjoreio i perioden 2004-2006. De gjennomsnittlige tetthetene av naturlig rekrutterte ensomrig (0+) laks i årene 2004-2006 var henholdsvis 0,3, 5,6 og 7,2 per 100 m<sup>2</sup>, mens tettheten av eldre laksunger (>0+) var 7,7, 3,0 og 3,6 per 100 m<sup>2</sup>. Tetthetene av ensomrige laks i 2005 og 2006 var imidlertid de høyeste som ble registrert siden ungfiskregistreringene startet i 1999. Det gjenstår imidlertid å se hvorvidt dette representerer en trend. Gjennomsnittlig lengde på ensomrig lakseunger i oktober var fra 4,2-4,9 cm i de tre årene, mens tilveksten for tosomrige (1+) og tresomrige (2+) har vært fra om lag 3,2-5,2 cm per vekstsesong. Tetthetene av ensomrig aure i årene 2004-2006 var henholdsvis 9,4, 11,9 og 28,2 per 100 m<sup>2</sup>, mens tettheten av eldre aureunger (>0+) var 31,1, 14,9 og 11,5 per 100 m<sup>2</sup>. Ungfisktetthetene viser at auren er langt bedre representert i ungfiskbestanden, og gjenspeiler dermed situasjonen fra gytebestanden. Den ensomrige auren hadde oppnådd en gjennomsnittlig lengde fra 4,7 -5,1 cm i oktober de tre årene, mens tilveksten for tosomrige og tresomrige aurer har variert fra 2,8-3,8 cm per vekstsesong.

Som en kompensasjon for tapt fiskeproduksjon ble regulanten i 1975 pålagt årlig å sette ut 15 800 laksesmolt. I de senere årene har utsettingstallet vært noe mindre og har blitt effektivert ved både utlegging av rogn (2002 og 2005) ovenfor anadrom strekning, utsettinger av ensomrig settefisk (2003-2006), i tillegg til utsetting av smolt. I perioden 1997-2005 er det satt ut totalt 80 975 laksesmolt i Eidfjordvassdraget, mens det i perioden 1999-2006, da en kan forvente gjenfangster av disse, kun er fanget fire fettfinneklippet laks i vassdraget. Dette tyder på lav overlevelse for den utsatte laksesmolten. Det ble funnet svært høye tettheter av settefisk på enkelte av stasjonene for elektrisk fiske all tre årene, mens settefisken var tilnærmet fraværende på andre stasjoner. Settefisken besto både av ensomrig settefisk, tosomrig fisk satt ut året før, og fisk satt ut som smolt på våren og som var blitt stående igjen i elva over sommeren. Settefisken hadde signifikant dårligere kondisjonsfaktor sammenliknet med naturlig rekruttert laks, og kan forventes å ha en del lavere overlevelse. I 2002 og 2005 ble det plantet ut øyerogn av laks ovenfor anadrom strekning i Bjoreio. For rognplantingen i 2002 ble det funnet god overlevelse fra utlegging og frem til yngelen forlot kassene, og kvalitativt elektrisk fiske på områdene høsten 2002 og 2004 tilsier at tiltaket fungerer etter hensikten. Det er ikke gjennomført oppfølgende undersøkelser av rognplantingen utført vinteren 2005. Kultiveringsarbeidet er vesentlig for å gjenoppbygge villaksbestanden i Eidfjordvassdraget, og en betydelig andel av det årlige innsiget av villaks blir tatt ut ved stamfiske. Resultatene tilsier at utsettinger av smolt og

settefisk ikke fungerer etter hensikten. Det synes derfor å være et behov for å evaluere kultiveringsstrategien i vassdraget.

Vannstanden på den anadrome strekningen i Bjoreio har blitt logget med en times intervall ved en automatisk målestasjon ved Skarsenden siden januar 2004. Målingene viste at det har blitt registrert episoder med svært lav vannføring (<24 l/s) i vinterhalvåret i både 2004, 2005 og 2006. Slike episoder forekom til tross for ordningen med å slippe vann fra Sysendammen i tørre perioder. En gjennomgang av produksjonsmønsteret til Tveitofossen kraftstasjon vinteren 2006 viste at de fleste episodene med svært lav vannføring i Bjoreio kunne relateres til variasjoner i driften av kraftstasjonen. I perioder med liten vannføring kunne stans i driften medføre at vannføringen nedstrøms kraftstasjonen ble tilnærmet lik null i perioder opp til 18 timer, før inntaksdammen til kraftstasjonen hadde fylt seg opp slik at det ble overløp igjen. Variasjon i driften kunne også skape hurtige fluktuasjoner i vannføringen, noe som sannsynliggjør at driften medførte stranding av ungfisk.

Bjoreio er preget av å være nokså stri og storsteinet, og det er få plasser med grusavsetninger der en finner typiske gyteområder. Mesteparten av gytingen foregår på mindre grusflekker tilknyttet større og mindre høler. Ved undersøkelser av gytegroper på utvalgte elvestrekninger i Bjoreio på senvinteren 2004, 2005 og 2006, ble det registrert henholdsvis 130, 84 og 68 gytegroper. Av rogn som lot seg artsbestemmes ved elektroforese, var andelen gytegroper gytt av laks på henholdsvis 4,9%, 24,2% og 46,5% i de tre årene. I 2005 og 2006 ble det i tillegg funnet en andel hybrider på henholdsvis 3,0% og 3,8%. De øvrige gytegroperne var gytt av aure. Det ble funnet en gjennomsnittlig eggoverlevelse i gytegroperne på 66,8% i 2004, 68,9% i 2005 og 54,2% i 2006. Det ble funnet svært lav eggoverlevelse i gytegroper som lå grunt og hadde vært utsatt for episoder med stranding og tørrlegging, noe som bidro til at den gjennomsnittlige overlevelsen også ble lav totalt sett. Basert på dybdefordelingen av gytegroperne og den registrerte vannstanden, ble det beregnet at 16,9%, 21,4% og 41,2% av gytegroperne var utsatt for en eller flere strandingsepisoder i vinterhalvåret i henholdsvis 2004, 2005 og 2006. Trolig hadde eggoverlevelsen vært betydelig lavere uten vannslipp fra Sysendammen. Imidlertid kunne omfanget av gytegroper som strandet trolig vært lavere, og eggoverlevelsen vært høyere dersom episodene med svært lav vannføring som følge av driftsstans i Tveitofossen kraftstasjon hadde vært unngått. Det er planlagt å montere en forbitappingsventil som trolig vil redusere problemene med stranding av ungfisk og gytegroper. Dette tiltaket, sammen med slipp av vann for å opprettholde en viss vannføring i Bjoreio vinterstid, vurderes derfor som svært viktige tiltak for å bedre rekrutteringsforholdene til bestandene av laks og sjøaure. Omfanget av gytegroper som strander vil imidlertid variere noe mellom år som følge av vannføringen under gytetiden. Basert på undersøkelsene av gytegroper i Bjoreio i årene 2004-2006, ville strandingsprosenten vært under 10 % dersom vannstanden hadde vært over om lag 0,7 m over vannstandssensoren i Skarsenden gjennom hele vinterhalvåret. Dette tilsvarer en vannføring på om lag 750 l/s.

For å opprettholde minstevannføringen ved Vøringsfossen i perioden 1. juni – 15. september har det vært sluppet vann fra en reguleringsventil i Sysendammen. Dette vannet er betydelig kaldere enn det øvrige tilsiget, og har ført til lavere sommertemperatur og dårligere vekstforhold i Bjoreio. I de senere årene har det vært forsøkt å øke temperaturen ved å slippe vann fra regulerte felter fra Isdal og Bjoreio ved Storlia, og dermed redusere bidraget fra Sysendammen tilsvarende. Vannet tappes fra luker ved inntakstunnelene og gir en samlet vannføring på opptil 4 m<sup>3</sup>/s, noe som tilsvarer om lag 30% av vannføringen ved Høl oppstrøms Vøringsfossen i perioder med stabil vannføring. Simuleringer av vanntemperaturen viser at tiltaket med vannslipp i perioder har medført en temperaturøkning på 2-3°C i den anadrome delen av Bjoreio, og i gjennomsnitt om lag 1-2°C høyere for hele minstevannføringsperioden.

I perioden 2004-2006 ble lakseyngelen beregnet å komme opp av grusen og starte første næringsopptak (også kalt swimup) i løpet av siste halvdel av juni, ved temperaturer på om lag 8,6-9,8°C. Sjøaureyngelen ble i samme periode beregnet å komme opp av grusen i løpet av første halvdel av juni, ved temperaturer fra 6,0-9,7°C. Vannslippet fra Isdal og Storlia ble beregnet å ha liten eller ingen innvirkning på både tidspunktet og temperaturen ved swimup hos både laks og aure i disse årene. Ved bruk av vekstmodeller ble det beregnet at temperaturøkningen førte til at den



gjennomsnittlige årlige tilveksten hos ungfisk av laks økte med om lag 0,8-0,9 cm, og ungfisk av aure om lag 0,4-0,5 cm i perioden 2004-2006. Den økte sommertemperaturen som følge av vannslippene forventes å gi en betydelige positiv effekt på rekrutteringsforholdene og ungfiskproduksjonen for bestandene av laks og sjøaure i Bjoreio. Det anbefales derfor at manøvreringen av vannslipp fra Isdal og Storlia videreføres. Effekten av vannslippet i årene 2004-2006 var høyest i slutten av juli og i august, og lavere tidlig og sent i sesongen. Økt temperatur forventes imidlertid å gi størst effekt på ungfiskproduksjonen tidlig på sommeren. Det anbefales derfor å manøvrere slik at en får høyest mulig temperaturgevinst i perioden under og ukene etter swimup, dvs. fra andre halvdel av juni og utover i juli.

# 1.0 Innledning

## 1.1 Bakgrunn og hensikt

Tilstanden til laksebestanden i Eidfjordvassdraget i Hordaland har i flere år vært kritisk. I 1999 påla Direktoratet for Naturforvaltning Statkraft å foreta fiskebiologiske undersøkelser i vassdraget som en basis for fremtidige tiltak. Disse undersøkelsene ble slutført i 2003 og resultatene er presentert i en rekke rapporter (Nøst et al. 2000, Berger et al. 2001, Berger et al. 2002, Jensen et al. 2003 og Jensen et al. 2004). Hovedkonklusjonene fra disse undersøkelsene ble oppsummert av Jensen et al. (2004):

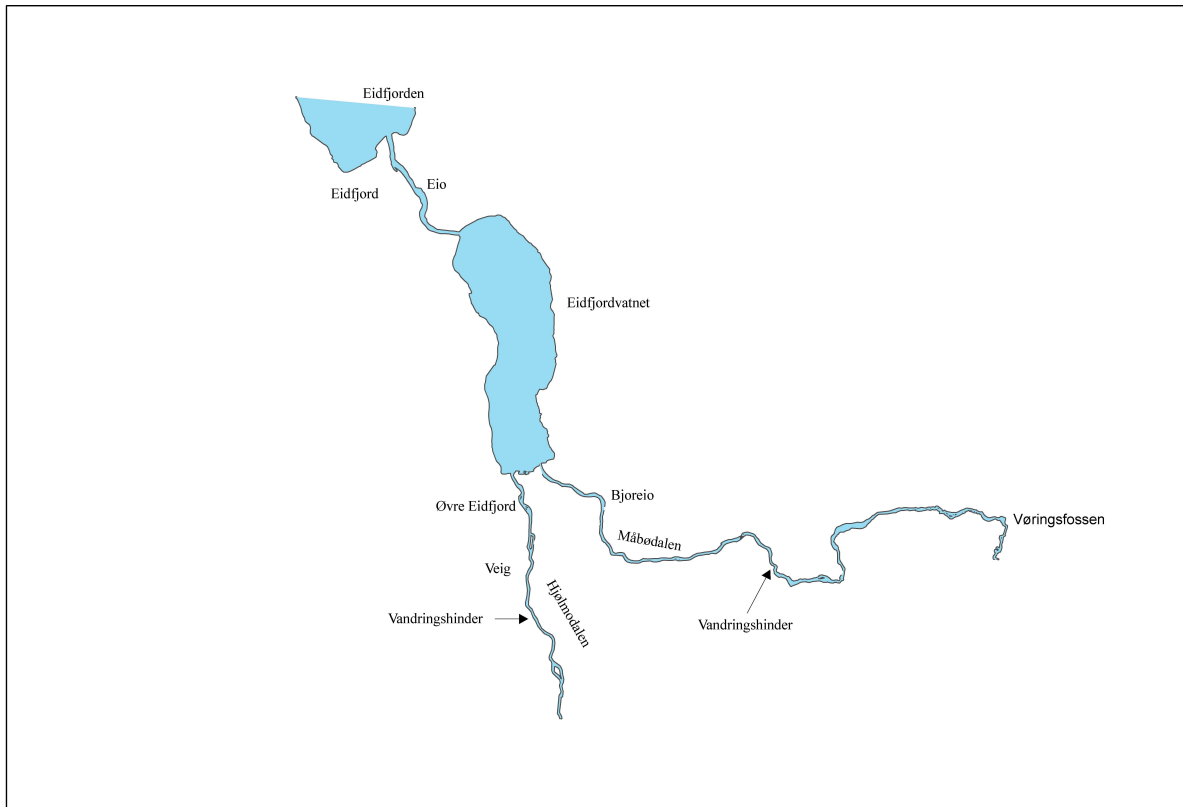
- Innsiget av laks er lavt og bestanden er truet
- Høyt innslag av rømt oppdrettslaks
- Liten gytebestand og lav eggtetthet begrenser rekrutteringen til villaksbestanden
- Lave ungfisktettheter av laks
- Sjøaurebestanden redusert etter reguleringen
- Gytebestand av sjøaure kun over gytebestandsmålet på 3 egg per m<sup>2</sup> i enkelte år
- Relativt god tetthet av ungfisk av aure, men synkende tendens
- Tetthetene av ungfisk lavere enn forventet ut i fra eggtetthet for både laks og aure

Flere faktorer i både ferskvannsfasen og sjøfasen synes å ha bidratt til den uheldige bestandssituasjonen. Det ble påpekt at reguleringen har medført negative konsekvenser for flere av livsstadiene til laks og sjøaure i Bjoreio. Blant annet har fravær av minstevassføring i vinterhalvåret medført redusert gyteareal, og at gytegroper og ungfisk blir tørrlagt og fryser inne på vinteren. Den reduserte vannføringen har også medført at arealet av oppvekstområder har blitt redusert, i tillegg til at lavere vannføring kan medføre problemer for utvandring av smolt og oppvandring av gytefisk. I tillegg har reguleringen trolig medført dårligere vekstforhold, på grunn av redusert sommertemperatur ved tapping av bunnvann fra Sysendammen for å opprettholde minstevassføringen ved Vøringsfossen.

Med bakgrunn i disse resultatene har Statkraft satt i gang en rekke tiltak for å styrke rekrutteringsmulighetene for bestanden av laks og sjøaure i Bjoreio. Dette inkluderer slipp av vann i tørre perioder vinterstid, slipp av vann fra Isdal og Storlia for å heve vanntemperaturen i minstevannføringsperioden sommerstid og utlegging av gytegrus. I denne forbindelse har LFI-Unifob utført fiskebiologiske undersøkelser i Bjoreio i perioden 2004-2006. Hensikten har vært å undersøke hvilken effekt de gjennomførte tiltakene har hatt på bestanden av laks og sjøaure i Bjoreio. Størst fokus har vært lagt på å undersøke effekten av slipp av vann vinterstid for å unngå stranding av gytegroper, og å undersøke effekten av ulike tappestrategier på vanntemperaturen om sommeren. Hovedmålet for prosjektet i løpet av prosjektperioden 2004-2006 har vært å opparbeide et grunnlag for å gi klare anbefalinger med hensyn på tappemønster og vintervannføring i forhold til temperatur og vanndekt areal.

## 1.2 Beskrivelse av vassdraget og reguleringer

Eidfjordvassdraget består av tre hovedvassdragsavsnitt, Bjoreio og Veig som munner ut i Eidfjordvatnet fra henholdsvis Måbødalen og Hjølmodalen, og Eio som strekker seg om lag 2 km fra Eidfjordvatnet og ned til sjøen. Bjoreio er lakseførende ca. 5 km opp til Tveitofossen, mens Veig er lakseførende ca 2,5 km (**figur 1**). De lakseførende elvestrekningene er hovedsakelig preget av partier med stryk og høler, og bunnsstrat som i stor grad består av blokker og stor stein.



**Figur 1.** Oversikt over de lakseførende strekningene av Eidfjordvassdraget.

Bjoreio ble regulert første gang ved at Tinnhølen ble overført østover til Noreverkene i 1942. Dette arbeidet ble satt i gang av tyskerne ved at det ble satt opp en plankedam på utløpet av Tinnhølen, slik at vannet kunne bli ført i en kanal til Bakketjønna og videre ned i Langesjøen (Barlaup et al. 2002). Tinnhølen ble tilbakeført til Bjoreio i forbindelse med Eidfjord Nord utbyggingen.

Elvekraftverket Tveitofossen kraftstasjon ble bygget i 1946, og fikk ved kongelig resolusjon av 16. mai 1952 tillatelse til å regulere Sysenvatnet med 3,5 m (Jensen et al. 2004). Tveitofossen kraftstasjon drives i dag av Indre Hardanger kraftlag, har to Francisturbiner og en driftsvannføring på mellom 0,1 og 3 m<sup>3</sup>/s (Jensen et al. 2004).

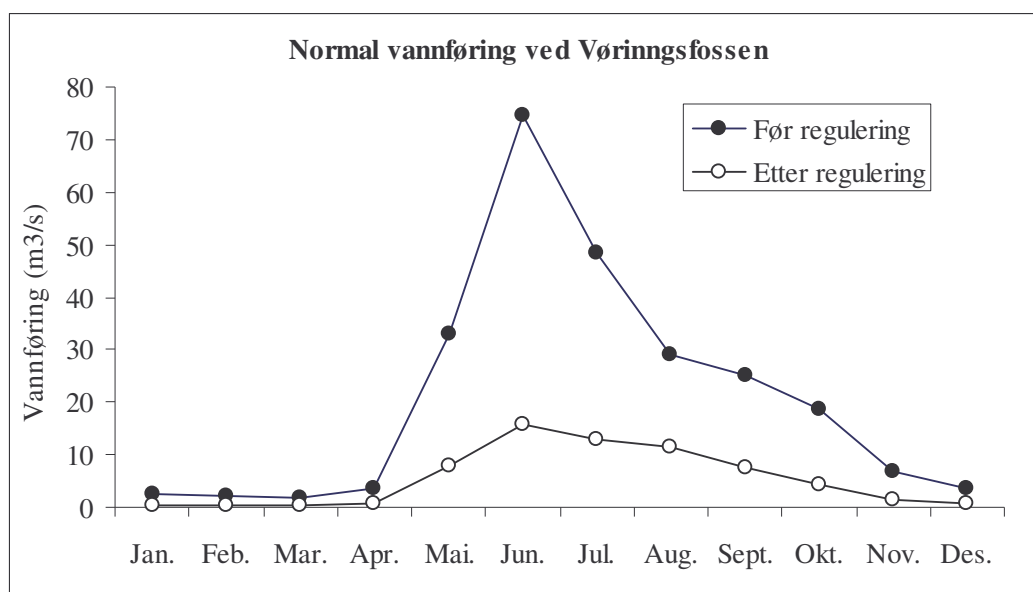
Eidfjord Nord reguleringen ble fastsatt ved Kongelig resolusjon av 18. mai 1973 og kongelig resolusjon av 4. juni 1976, og medførte at større deler av feltene til Bjoreio, Sima og Osa ble fraført til Sima kraftstasjon. I Bjoreio omfatter de fraførte feltene Leiro, som har sitt naturlige utløp i Sysendammen, Bjoreio som overføres til Sysendammen ved Storlia og øvre deler av Isdalen som overføres til Sysendammen. Fra Sysendammen føres vannet i rørgate ned til Sima kraftstasjon som ble satt i drift 1980 (Jensen et al. 2004). Kraftstasjonene har et fall på 1065 m (Anon. 2004) og har sitt utløp innerst i Simafjorden. Reguleringen har medført at om lag 74% av det opprinnelige nedbørfeltet til Bjoreio ved utløpet i Eidfjordvatnet er fraført (**tabell 1**). Veig er ikke påvirket av Eidfjord Nord reguleringen, men øvre deler av nedslagsfeltet er overført østover til Normannslågen ved Viersla. Nedbørfeltet til Eio er redusert fra 1015,1 km<sup>2</sup> før regulering, til 640 km<sup>2</sup> etter regulering (Paulsen 2000).

**Tabell 1.** Oversikt over nedbørsfeltet til Bjoreio ved utløp i Eidfjordvatnet før og etter Eidfjord Nord reguleringen (basert på Paulsen 2000).

Nedbørsfelter	Areal (km <sup>2</sup> )
Naturlig nedbørsfelt til Eio	1015,1
Naturlig nedbørsfelt til Bjoreio	506,7
Fraført Bjoreio ved Storlia	-135,6
Fraført Leiro	-211,2
Fraført Isdal	-27,7
Nedbørsfelt til Bjoreio etter regulering	132,2
Nedbørsfelt Veig	477,4
Nedbørsfelt til Eidfjordvatnet (uten Bjoreio og Veig)	31
Nedbørsfelt til Eio etter regulering	640,6

Reguleringen har medført betydelig redusert vannføring i Bjoreio. Før regulering var vannføringen i Bjoreio typisk preget av lav vintervannføring og høy vannføring på våren og forsommeren. I forbindelse med reguleringen ble det gitt pålegg om å holde en minstevassføring på 12 m<sup>3</sup>/s i Bjoreio ved Vøringsfossen i perioden 1. juni – 15. september. Fraværet av minstevannføring ellers i året medfører at vannføringen i Bjoreio kan bli svært lav i perioder med lite tilsig om vinteren, noe som har vært ansett som en mulig flaskehals for fiskebestandene i vassdraget (Jensen et al 2004). I tillegg kan det forekomme hurtige vannføringsendringer som følge av kjøremønsteret til Tveitofossen kraftstasjon. Høsten 2003 innførte Statkraft på frivillig basis en ordning med å slippe opptil 300 l/s fra Sysendammen i tørre perioder vinterstid. Den første vinteren ble det ikke vurdert å være behov for å slippe vann, men fra vinteren 2004/2005 har det i perioder blitt sluppet vann. Etter reguleringen er vannføringen i Bjoreio ved Vøringsfossen om lag 30% av vannføringen før regulering sommerstid, og om lag 20% av vannføringen ellers i året (**figur 2**). I Eio er årsmiddelvannføringen redusert fra om lag 44 m<sup>3</sup>/s før reguleringen til om lag 28 m<sup>3</sup>/s etter reguleringen (Paulsen 2000). Den høyeste vannføringen som er målt i Eio er på 770 m<sup>3</sup>/s under en flom 8. juni 1950, som for øvrig er den høyeste vannføringen som er registrert i Hordaland (Tvede 2004).

Reguleringen har også medført endringer i temperaturregimet i vassdraget. Blant annet har temperaturen om sommeren i Bjoreio blitt redusert som følge av tapping av kaldt bunnvann fra Sysendammen i minstevannføringsperioden. Dette er mer omtalt i **kapittel 3.5**.

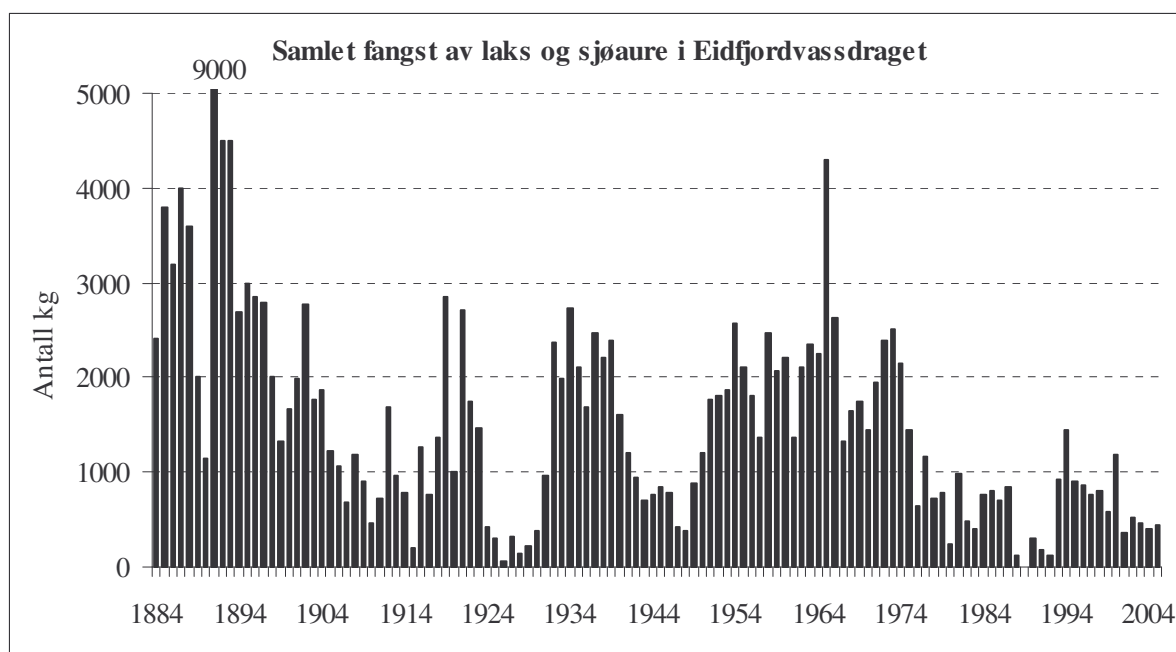


**Figur 2.** Månedsmiddelvannføringer i Bjoreio ved Vøringsfossen før og etter reguleringen. Fra Paulsen (2000).

### 1.3 Fiskebestandene i Eidfjordvassdraget

Eidfjordvassdraget har tidligere hatt solide bestander av både laks og sjøaure, og var et av de mest betydningsfulle laksevassdragene i Hardangerfjordssystemet. Laksebestanden har vært dominert av mellom- og storlaks (Skurdal et al. 2001) dvs. at en stor andel av bestanden har vært to eller tre år i sjøen før de vandrer tilbake for å gyte. Også sjøaurebestanden har vært karakterisert med et betydelig innslag med storvokst fisk. I Eidfjordvatnet finnes det også en tallrik bestand av røye. Røya er innført i vassdraget (Otterå et al. 2004), og ble først gang registret i Eidfjordvatnet i 1978 (Nøst et al. 2000).

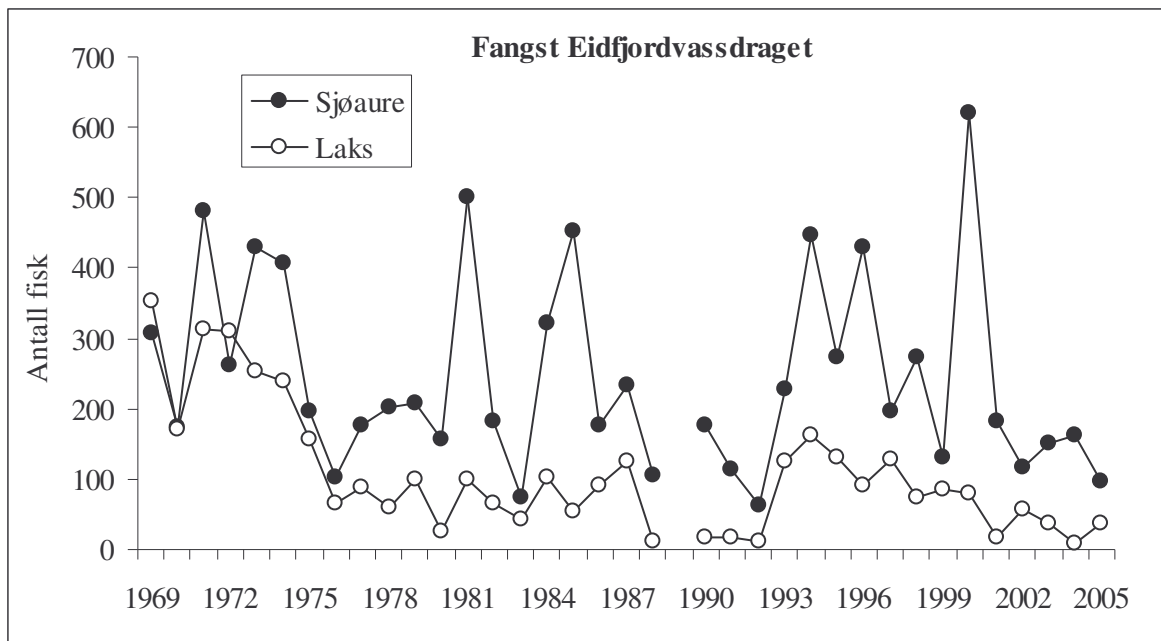
Den offisielle fangststatistikken for Eidfjordvassdraget går tilbake til 1884 (**figur 3**), og viser at den samlede fangsten av laks og aure varierer en god del i løpet av perioden. Den høyeste fangsten som har vært innrapportert er på 9 tonn i 1881. Dette året skiller seg imidlertid klart ut og den nest høyeste fangsten er på 4,5 tonn. Kun i ni av de totalt 122 årene i perioden som dekkes av statistikken er det rapportert inn fangster over 3 tonn. Den gjennomsnittlige fangsten for hele perioden er 1,5 tonn.



**Figur 3.** Offisiell fangststatistikk for anadrom laksefisk fra Eidfjordvassdraget. Etter fredningen i 2000 består fangstene i hovedsak av oppdrettslaks og sjøaure.

I perioden 1969-2005, da det er skilt mellom laks og aure i fangststatistikken, er fangstene antallsmessig dominert av sjøaure (**figur 4**). Fangstvolumet av laks målt i kg er imidlertid høyere, og gjennomsnittlig fangst i perioden 1969-2005 var henholdsvis 570 kg laks og 334 kg aure. Gjennomsnittsvekten på laks i perioden varierte årlig fra 3,1 – 7,7 kg med gjennomsnitt for hele perioden på 5,4 kg. Gjennomsnittsvekten på sjøaure varierte fra 0,7 – 3,0 kg, med totalt gjennomsnitt på 1,4 kg.

Det finnes lite opplysninger om hvor mye fisk som er tatt i de ulike elvestrekningene i vassdraget bakover i tid, da alt er rapportert inn samlet for hele vassdraget. Tradisjonelt har det fra lokalt hold blitt hevdet at laksen i størst grad tas i Eio og Bjoreio, mens Veig i hovedsak har vært et sjøaurevassdrag. Det er imidlertid sannsynlig at det også har forekommet gyting og rekruttering av laks i Veig.



**Figur 4.** Offisiell fangststatistikk for Eidfjordvassdraget i perioden 1969-2005 som er perioden det er skilt mellom laks og sjøaure.

Fangststatistikker bakover i tid har en tendens til å være noe underrapportert, og ofte kan fangstene være betydelig høyere enn det som kommer frem av statistikken (Barlaup & Skoglund 2004). I Eidfjordvassdraget ble det i tillegg til stangfiske drevet et omfattende fiske med kjerr på elvestrekningene og garnfiske i Eidfjordvatnet. I Eio står det fremdeles rester etter 7 kjerr, mens det i Bjoreio står 8 kjerr (Berger et al. 2002). Trolig er en god del av fangstene fra dette fisket kraftig underrapportert i den offisielle fangststatistikken (Nøst et al. 2000). Ved å slå sammen fangstene fra stangfiske, garnfiske i Eidfjordvatnet og kjerrfisket i perioden 1968-1979, fant Jensen & Steine (1990, referert i Jensen et al. 2004) at en normal fangst i denne perioden var 4,1 tonn laks og 2,9 tonn sjøaure. Til sammenligning ble det i perioden 1969-1979 kun rapportert inn 1,1 tonn laks og 400 kg sjøaure til den offisielle fangststatistikken. Basert på dette beregnet Jensen et al. (2004) at et "normalt" innsig av laks i Eidfjordvassdraget i perioden 1968-1979 var på om lag 600-700 laks, og om lag 2100 sjøaure.

Ut i fra fangststatistikken synes det som om det er en markant nedgang i fangstene av laks i siste halvdel av 70-tallet, en situasjon som vedvarte utover 80- og 90-tallet. I realiteten er nedgangen i laksebestanden trolig mer betydelig enn det som kommer fram av **figur 3** og **figur 4**, da fangstene tidligere var kraftig underrapportert, samtidig som fangstene utover 90-tallet har vært preget av et høyt innslag av rømt oppdrettslaks (Skurdal et al. 2001). Situasjonen for laksebestanden ble etter hvert vurdert å være så kritisk at villaksen ble fredet fra 2000. Etter dette har det kun vært åpent for fiske etter sjøaure og rømt oppdrettslaks. Bestandssituasjonene for sjøaure har vært bedre, men mye tyder på at sjøaurebestanden i vassdraget er redusert siden 70-tallet (Jensen et al 2004).

Årsaken til nedgangen i bestandene av laks og sjøaure er sammensatt og trolig et resultat av flere trusselfaktorer. Bestandsnedgangen sammenfaller med reguleringene i vassdraget, og resultatene fra Jensen et al. (2004) sannsynliggjør at negative effekter av reguleringen har bidratt. Dette gjelder særlig i Bjoreio hvor effektene av reguleringen er størst. Den uheldige bestandssituasjonene er imidlertid ikke spesiell for Eidfjordvassdraget, men synes å være et generelt trekk for bestandene av laks og sjøaure i Hardangerfjorden (Skurdal et al. 2001). Dette skyldes i hovedsak den kritiske situasjonen med hensyn til lakselus i fjordsystemet (Otterå et al. 2004). Andre faktorer som har blitt trukket frem og som trolig kan ha bidratt til bestandsnedgangen i Eidfjordvassdraget er de harde beskatningsforholdene langs kysten på 80-tallet og ugunstig havmiljø på 90-tallet (Jensen et al. 2004).



Siden andre halvdel av 1990-tallet har det blitt registrert betydelige innslag av rømt oppdrettslaks i Eidfjordvassdraget (Skurdal et al. 2001, Jensen et al. 2004). Innblanding av rømt oppdrettslaks regnes som en alvorlig trussel for villaksbestanden i vassdraget. I følge Direktoratet for naturforvaltning sin oversikt over bestandssituasjonene til norske vassdrag, er laksebestanden i Eidfjordvassdraget per 2006 kategorisert som truet (kategori 2), mens sjøaurebestanden er kategorisert som moderat/lite påvirket men spesielt hensynskrevende (kategori 5a).

## 2.0 Materiale og metode

### 2.1 Gytefisktellinger og eggtetthet

Gytefisktellingerne ble gjennomført ved at en dykker med tørrdrakt og snorkel drev nedover elva. Observasjoner av fisk ble fortløpende rapportert inn til en landmann som skrev ned og merket av observasjonene på et kart, og i enkelte tilfeller noterte dykkeren observasjonene underveis på vannfast blokk. Sjøauren ble delt inn i følgende størrelsekategorier: <1 kg, 1-2 kg, 2-3 kg og >3 kg. Blenkjer, dvs. umoden fisk som returnerer for å overvintre i ferskvann etter en sommer i sjøen, ble registrert men ikke tatt med i regnskapet over gytefisk. Laksen ble delt inn i følgende størrelsekategorier: tert (<3 kg), mellomlaks (3-7 kg) og storlaks (>7 kg), og det ble skilt mellom oppdrettslaks og villaks. Nyrømt oppdrettslaks kan i hovedsak lett skilles fra villaks på utseende, mens oppdrettslaks som har rømt som smolt og/eller gått i sjøen i lengre tid ofte ikke kan skilles fra villaks. Dette medfører at andelen av oppdrettslaks generelt kan bli underestimert ved dykkerregistreringene. Gytefisktellingerne ble gjennomført 19. oktober i både 2004 og 2005, ved vannføringer på henholdsvis 750 l/s og 900 l/s. Det ble gjort et forsøk på å gjennomføre gytefisktelling 13. oktober 2006, men tellingen måtte avbrytes pga. svært dårlig sikt og noe høy vannføring. Vedvarende dårlig sikt og høy vannføring utover høsten har medført at gytefisktellingerne ikke har vært mulig å gjennomføre i løpet av gytetiden. Det ble i stedet gjennomført tellinger etter gytefiske som sto igjen i elva på vinteren, såkalte "vinterstøringer". Dette ble gjennomført 2. februar 2007 ved en vannføring på 1,2 m<sup>3</sup>/s.

I 2004 og 2005 er det også gjennomført gytefisktellinger i Eio. Disse er opprinnelig ikke en del av det foreliggende prosjektet, men i regi av et annet prosjekt (TRACES-Havforskningsinstituttet). Resultatene er imidlertid presentert siden de har relevans også i denne sammenheng.

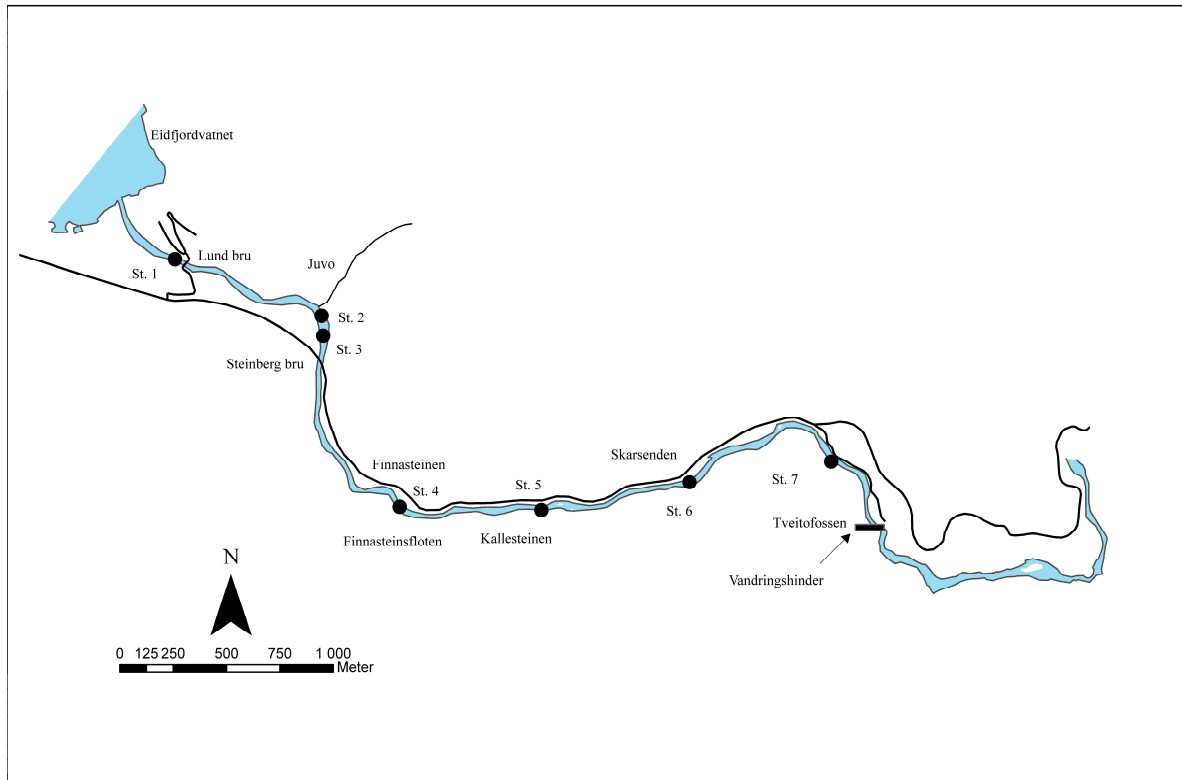
For i størst grad å kunne sammenligne resultatene i prosjektperioden med tidligere år, har vi beregnet eggtetthetene ved bruk av samme metode som Jensen et al. (2004). Eggtettheter beregnes ut i fra antall fisk observert i de ulike størrelseskategoriene, og ved å anta en gitt kjønnsfordeling og antall egg per hofisk. Basert på en gjennomgang av tilgjengelige data fra flere vassdrag, fant Sættem (1995) antall egg per kg hofisk å være anslagsvis 1300 for laks og 1900 for sjøaure. For laks er andelen hofisk blant tert, mellomlaks og storlaks antatt å være henholdsvis 20%, 80% og 70%, mens for sjøaure er den antatt å være 50% for alle størrelsesgruppene. Gjennomsnittsvekt for tert, mellomlaks og storlaks er antatt å være 1,7 kg, 4,8 kg og 8,9 kg. For sjøaure er gjennomsnittsvekt for fisk i observasjonskategoriene 0,5-1 kg, 1-2 kg, 2-3 kg og >3 kg satt til henholdsvis 0,75 kg, 1,5 kg, 2,5 og 4 kg. Elvearealet ble antatt av Jensen et al. (2004) å være 150 000 m<sup>2</sup>.

### 2.2 Elektrisk fiske

For å undersøke tettheten av ungfisk i Bjoreio ble det i perioden 2004-2006 gjennomført kvantitativt elektrisk fiske med tre gangers overfiske på hver stasjon i henhold til standard metode beskrevet av Bohlin et al. (1989). Undersøkelsene ble utført på stasjonsnettet som tidligere er etablert av Jensen & Steine (1990). I Bjoreio omfatter stasjonsnettet 7 stasjoner (**figur 5**). Arbeidet ble utført 18-19. oktober 2004 (vannføring ca 750 l/s, vanntemperatur 5,9°C), 18-19. oktober 2005 (vannføring ca. 900 l/s, vanntemperatur 1,1°C) og 12-13. oktober 2006 (vannføring ca. 1,8 m<sup>3</sup>/s, vanntemperatur 8,6°C). Arealet på den enkelte stasjon var 100 m<sup>2</sup>. All fisk samlet inn ved elektrisk fiske ble artsbestemt, lengdemålt og frosset ned for senere aldersbestemmelse ved lesing av otolitter. Basert på resultatene fra det elektriske fisket og aldersanalysen, er det gitt estimater for tetthetene av de ulike alderskategoriene av ungfisk på de ulike stasjonene. I tillegg er gjennomsnittlig tetthet av de ulike aldersgruppene beregnet. Grunnet et meget høyt innslag av settefisk på stasjon 7, er denne stasjonen tatt ut ved beregning av gjennomsnittlige tettheter av naturlig rekruttert laks og aure.

Ut i fra det innsamlede materialet ble tetthetene av såkalt presmolt beregnet. Presmolt er her definert som fisk som har oppnådd en viss lengde når vekstsesongen er avsluttet om høsten, og som dermed mest sannsynlig kommer til å smoltifisere påfølgende vår (Sægrov et al. 2001). Tetthetene av presmolt

vil derfor til en viss grad gjenspeile den andelen av ungfiskbestanden som skal vandre ut som smolt påfølgende vår. Fisk som vokser raskt smoltifiserer som regel tidligere og ved en mindre lengde enn fisk som vokser senere (Økland et al. 1993). Nedre lengdegrenser for presmolt ble definert av Sægrov et al. (2001) som følgende; fisk med en lengde >9 cm for 0+, >10 cm for 1+, >11 cm for 2+ og >12 cm for 3+.



**Figur 5.** Oversikt over stasjoner for elektrisk fiske i Bjoreio.

### 2.3 Undersøkelser av gyteområdene

Før det blir gitt en beskrivelse av metoden for undersøkelsene av gyteområdene, er det naturlig å forklare noen sentrale begrep angående laksens gytebiologi. Laksen gyter ved å grave eggene porsjonsvis ned i elvegrusen i såkalte gytegroper. Disse lages ved at hofisken legger kroppssiden ned mot elvebunnen og slår kraftig med sporden. Eggene slippes så ned i gropa og befruktes av en eller flere hannfisk. Deretter graver hofisken en ny grop like ovenfor og fyller samtidig grus over eggene i den første gropa. Fisken kan så gyte en ny porsjon med egg i den nye gropa. Resultatet kan ofte sees som et ovalt parti med omrørt grus på elvebunnen. Porsjonene med egg ("egglokker") kan ligge på rekke i en og samme gytegrop (Ottaway et al. 1981; Crisp and Carling 1989), men det forekommer også ofte at fisken sprer egglokkene i flere gytegroper på ulike plasser i elva (Barlaup et al. 1994). Begrepet "gytegrop" blir derfor ofte brukt både for å beskrive et gytegropkompleks med flere egglokker, men blir også brukt om egglokker som er resultatet av en enkelt gyteakt. Det kan imidlertid være vanskelig å skille hvilke egglokker som er gytt av ulike hofisk, da gytegroperne ofte kan ligge tett. I den videre teksten blir gytegrop brukt synonymt med egglokker.

De viktigste gyteområdene i Bjoreio ble lokalisert ved fridykking med snorkel. Videre ble gytegroperne funnet ved å grave forsiktig i grusen med en spiss gartnerspade. Når en gytegrop (egglokker) ble lokalisert, ble vanddyppet over gytegroperne og gravedyppet ned til eggene registrert, samt at et utvalg rognkorn ble tatt opp med en hov. Overlevelsen ble estimert ved å telle antall levende og døde egg og/eller plommesekkyngel. Det er viktig å bemerke at eggoverlevelsen kan bli noe overestimert her da

det kan inntreffe dødelighet både i perioden fra undersøkelsestidspunktet og frem til klekking og videre frem til yngelen forlater gytegroperne. Et par rognkorn fra hver gytegropp ble frosset ned og senere artsbestemt på laboratoriet ved hjelp av isoelektrisk fokusering av enzymer (Mork & Heggberget 1984; Vuorinen & Piironen 1984). Resterende rogn ble forsiktig gravd ned i grusen igjen. Undersøkelsene av gytegroperne ble utført den 28. mars og 1. april 2004, 6. april 2005 og 7. og 9. april 2006.

For å undersøke forholdet mellom stranding av gytegroper og vannføringen i Bjoreio, har vi tatt utgangspunkt i dybdefordelingen av gytegroperne og vannstanden fra sensoren fra Skarsenden ved gjennomføring av gytegroppregistreringene hvert av årene. Deretter har vi beregnet hvor mange gytegroper som blir liggende over vannspeilet ettersom vannstanden synker, dersom en antar at vannstanden ved gytegroperne endrer seg i forholdet 1:1 med vannstanden ved sensoren i Skarsenden (se **avsnitt 3.4.1.1**). Andelen av gytegroper som hvert av årene har blitt utsatt for tørrlegging beregnes ut i fra den laveste vannstanden som er registrert ved Skarsenden i vinterperioden for hvert av årene.

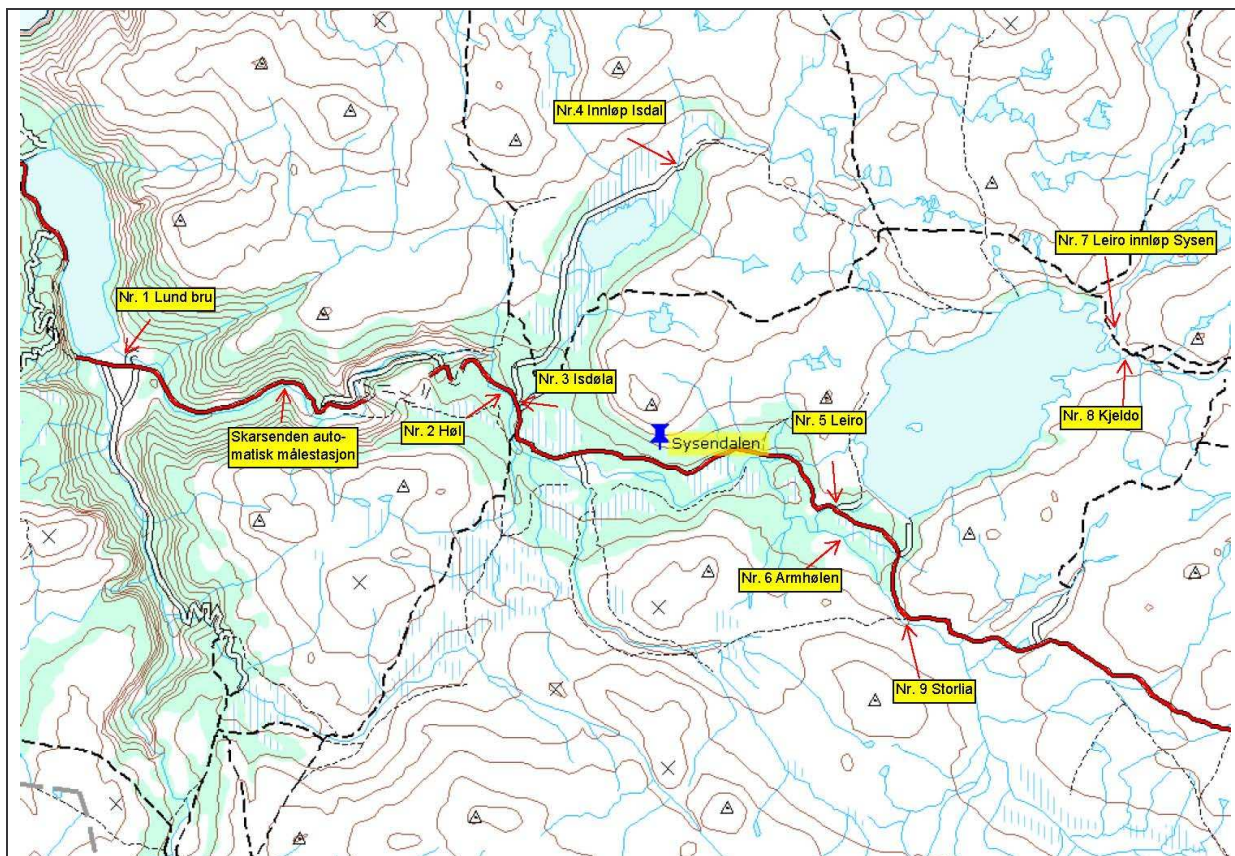
## 2.4 Vanntemperatur og vannføring

Vanntemperaturen i Bjoreio og i de ulike tilsigene har blitt målt annenhver time med temperaturloggere av typen Minilog (Vemco), og timesmålinger fra sensor i Skarsenden. En oversikt over plasseringer av loggere er gitt i **figur 6**. Fra NVE finnes det temperaturdata fra Bjoreio i form av manuelle målinger ved Sæbø camping i perioden 1974-1976 og 1981-1988, og fra temperaturlogger i perioden 1988-1991.

Vannføringen i Bjoreio er målt ved Høl, like ovenfor Vøringsfossen. Denne er i utgangspunktet kalibrert for å måle vannføringen i forbindelse med minstevassføringen i Vøringsfossen sommerstid. Den fungerer imidlertid dårlig på lave vintervannføringer pga. oppstuing av is på terskelen.

I januar 2004 ble det i regi av Statkraft satt opp en elektronisk vannstandsmåler i Skarsenden, som ligger i den øvre del av den lakseførende strekningen i Bjoreio. Denne registrerer vannstanden over sensoren med en times intervall. NVE har gjort en rekke målinger av vannføringer for å etablere en kalibreringskurve fra vannstand til vannføring for lave vintervannføringer.

I prosjektperioden er det også foretatt en rekke manuelle målinger av vannstanden på flere vannstandsmålere som var plassert ut på den anadrome strekningen av Bjoreio. Flere av disse sto i tilknytning til viktige gyteområder, og var viktig for å kunne relatere endringer i vannstand i forhold til vanddyp på gytegroper.



Figur 6. Oversikt over plassering av temperaturloggere i ulike deler av Bjoreio i prosjektperioden.

## 2.5 Bruk av modeller

### 2.5.1 Simulering av temperatur uten vannslipp

For å finne ut hvor stor effekt vannslipp fra lukene i Isdal og Storlia har hatt på temperaturen på anadrom strekning i årene 2004-2006, har vi brukt en "black-box" modell for å simulere hvordan temperaturen ville vært på anadrom strekning dersom denne manøvreringen ikke hadde vært gjennomført, og at tilsvarende vannføring i stedet hadde blitt sluppet fra Sysendammen. Dette har vi gjort ved å sette opp en modell der vi først beregner den øyeblikkelige temperaturen en får ved å blande vann med temperatur fra de ulike tilsigene som danner vannføringen ved Høl ( $T_1$ ):

$$T_1 = T_{\text{Sysen}} \times (Q_{\text{Sysen}}/Q_{\text{Høl}}) + T_{\text{Isdal}} \times (Q_{\text{Isdal}}/Q_{\text{Høl}}) + T_{\text{Storli}} \times (Q_{\text{Storli}}/Q_{\text{Høl}}) + T_{\text{Rest}} \times (Q_{\text{Rest}}/Q_{\text{Høl}})$$

der  $T_{\text{Sysen}}$ ,  $T_{\text{Isdal}}$ ,  $T_{\text{Storli}}$  er døgnmiddeltemperaturen fra loggerene ut av henholdsvis Sysendammen, Isdøla og Bjoreio fra Storlia oppstrøms Sysendammen.  $Q_{\text{Sysen}}$ , er døgnmiddelvannføring ut av Sysendammen, og  $Q_{\text{Isdal}}$  og  $Q_{\text{Storli}}$  antatt vannføring ut av lukene ved Isdal og Storlia. Restvannføringen er beregnet som differansen mellom vannføring ved Høl og vannføringen fra de andre bidragene:

$$Q_{\text{Rest}} = Q_{\text{Høl}} - (Q_{\text{Sysen}} + Q_{\text{Storli}} + Q_{\text{Isdal}})$$

Temperaturen fra restfeltet er ikke kjent, men siden Isdalen nedstrøms vanninntaket utgjør en stor del av restfeltet ved Høl, er  $T_{\text{Rest}}$  satt lik temperaturen i Isdøla ( $T_{\text{Isdal}}$ ).

For å finne temperaturen på anadrom strekning dersom en bytter vannmengden som har blitt sluppet ut av lukene i Isdal og Stolia, i periodene disse har vært åpne, med vannføring fra Sysen, har vi benyttet følgende ligning:



$$T_2 = T_{\text{System}} \times ((Q_{\text{System}} + Q_{\text{Isdal}} + Q_{\text{Storli}})/Q_{\text{Høl}}) + T_{\text{Rest}} \times (Q_{\text{Rest}}/Q_{\text{Høl}}) + (T_{\text{Lund bru}} - T_1)$$

der  $Q_{\text{System}} + Q_{\text{Isdal}} + Q_{\text{Storli}}$  er den nye vannføringen fra tapping av Sysendammen til vannføringen ved Høl, og  $(T_{\text{Lund bru}} - T_1)$  er differansen mellom temperaturen ved Lund bru og simulert temperatur en har ved blanding av vannmassene fra tilsigene i årene.

## 2.5.2 Swimup og vekst

Tidspunkt for når yngelen kommer opp av grusen og starter første næringsopptak (heretter kalt swimup) de ulike årene er beregnet ved bruk av ligning 1b fra Crisp (1981, 1988). Denne modellen beregner utviklingshastigheten for egg og plommeseckkyngel som en funksjon av temperatur. For å beregne tidspunkt for swimup i årene 2004-2006 med og uten vannslipp, er det brukt døgnmiddeltemperaturer fra Lund bru og simulerte temperaturer som beregnet fra **kapittel 3.5.4**.

Forskjeller i vekstforhold med og uten vannslipp fra Isdal og Storlia er beregnet ved bruk av vekstmodeller. Vekstmodellene beregner vekst for ungfisk av henholdsvis laks og aure i forhold til temperatur dersom næringstilgangen ikke er begrensende for veksten. For å beregne vekst hos laks har vi brukt en vekstmodell utviklet av Elliott & Hurley (1997):

$$W_t = \left[ W_0^b + bc \frac{(T - T_{LIM})}{\{100(T_M - T_{LIM})\}} \right]^{1/b}$$

der  $W_0$  er fiskens vekt i gram ved start av perioden og  $W_t$  er fiskens vekt etter  $t$  dager med temperatur  $T$ .  $T_{LIM} = T_L$  dersom  $T \leq T_M$  eller  $T_{LIM} = T_U$  hvis  $T > T_M$ .  $T_M$  er optimumstemperaturen for vekst, mens  $T_L$  og  $T_U$  er henholdsvis nedre og øvre grense for vekst, dvs. der vekstraten er lik null.  $b$  er eksponenten som medfører at veksten er lineær med tid, og  $c$  er vekstraten til en fisk på 1 g ved optimumstemperaturen ( $T_M$ ). For verdiene til konstantene  $b$  og  $c$ , samt verdiene for  $T_M$ ,  $T_L$  og  $T_U$ , er det for beregningene av laksens vekst brukt verdier beregnet av Forseth et al. (2001). Tilsvarende for vekstmodellen for aure har vi brukt Elliott (1995). Ved temperaturer lavere enn  $T_L$  antok vi at vekten holdt seg konstant.

Vekst hos ensomrig laks er beregnet ved å anta at vekstsesongen starter ved swimup. Størrelsen på yngelen i det de kommer opp av grusen kan variere noe som følge av variasjon i eggstørrelse mellom gytefisk. Vi har her antatt at både laks og aureyngel i snitt er om lag 0,2 g (2,5 cm -3 cm) ved swimup. For de eldre årsklassene har vi tatt utgangspunkt i gjennomsnittslengder fra samme årsklasse funnet ved elektrisk fiske høsten i forkant. Siden vekstmodellen bruker vekt og ikke lengde som utgangspunkt, har vi brukt forholdet mellom lengde (cm) og vekt (g) fra et stort materiale av fisk fra en rekke vassdrag. For aure er følgende ligning brukt:

$$\text{Ln}(\text{lengde}) = 0,3066 \times \text{Ln}(\text{vekt}) + 1,5348 \quad (r^2 = 0,99)$$

og tilsvarende for lakseunger:

$$\text{Ln}(\text{lengde}) = 0,3203 \times \text{Ln}(\text{vekt}) + 1,5744 \quad (r^2 = 0,99)$$



## 3.0 Resultat og diskusjon

### 3.1 Innsig og gytebestand

#### 3.1.1 Gytefisktelling

I 2004 og 2005 ble det under gytefisktellingene registrert henholdsvis 9 og 45 laks i Bjoreio (**tabell 2**). Blant disse ble det registrert 2 oppdrettslaks (22,2%) i 2004 og 4 oppdrettslaks (8,9%) i 2005. Rømt oppdrettslaks kan i enkelte tilfeller være vanskelig å skille fra villaks, noe som ofte medfører at andelen rømt oppdrettslaks ofte vil bli noe underestimert. Alle de syv villaksene i 2004 var mellomlaks, mens det blant villaksene i 2005 ble registrert 5 tert, 27 mellomlaks og 9 storlaks. Antall laks observert i Bjoreio i 2004 og 2005 er henholdsvis det laveste og det høyeste som er observert i hele perioden 1999-2005 da det er gjennomført gytefisktelinger (**tabell 3**). På grunn av høy vannføring og dårlig sikt var det ikke mulig å gjennomføre gytefisktelinger i løpet av høsten 2006, men det ble i stedet dykket 2. februar 2007 for å registrere ”vinterstøinger” som sto igjen i elva etter gytseasongen. Det ble da observert 11 villaks, hvorav en død storlaks. Trolig vil en del av gytebestanden forsvinne etter gytseasongen som følge av dødelighet eller at de vandrer ut i sjøen eller i Eidfjordvatnet. Antall vinterstøinger vil derfor representere et minimumsantall for gytebestanden av laks høsten 2006.

Det ble i 2004 og 2005 observert henholdsvis 119 og 113 sjøaure i Bjoreio (**tabell 2**). Et karakteristisk trekk ved sjøaurebestanden i Bjoreio er at en relativt stor andel av sjøauren er stor. I 2004 og 2005 var henholdsvis 47,1% og 34,5% av sjøaurene som ble registrert større enn 3 kg. Det ble observert en del færre gytefisk av sjøaure i 2004 og 2005 enn det ble i perioden 1999-2003 (**tabell 3**). Den største forskjellen synes å være at den mindre sjøauren i større grad er fraværende de siste to årene. Mens det i gjennomsnitt ble sett 216 sjøaurer < 2 kg, og 94 sjøaurer > 2 kg i perioden 2001-2003, ble det i 2004 og 2005 i gjennomsnitt sett 43 sjøaurer < 2 kg, og 73 sjøaurer > 2 kg. Februar 2007 ble det observert 10 sjøaurer over 3 kg som sto igjen i elva etter gytseasongen i 2006. Trolig vil en stor del av gytebestanden av sjøaurer vandre ut i sjøen eller ut i Eidfjordvatnet like etter gytetiden.

I Eio ble det i 2004 og 2005 observert henholdsvis 45 og 44 villaks, samt 185 og 161 sjøaurer. Antallet laks er generelt noe høyere enn det som har vært observert i perioden 1999-2003 (**tabell 3**).

**Tabell 2.** Resultater fra gytefisktellingene i Bjoreio og Eio 19. oktober 2004 og 19. oktober 2005. På grunn av vedvarende høy vannføring og dårlig sikt var det ikke mulig å gjennomføre gytefisktelinger i løpet av høsten 2006, men det ble i stedet gjennomført tellinger etter gytseasongen februar 2007. Gytefisktellingene i 2004 ble gjennomført ved en vannføring på 750 l/s vanntemperatur på 5,9°C, i 2005 ved en vannføring på 900 l/s og vanntemperatur på 1,1°C, og i 2007 ved en vannføring på 1200 l/s og vanntemperatur på 1,6°C. Data fra Eio er upubliserte data fra LFI-Unifob.

		Bjoreio			Eio	
		2004	2005	2006/07	2004	2005
Sjøaure	0,5 – 1 kg	14	18	-	12	34
	1 – 2 kg	29	25	-	28	44
	2 – 3 kg	20	31	-	52	49
	> 3 kg	56	39	10	93	34
	<b>Sjøaure totalt</b>	<b>119</b>	<b>113</b>	<b>10</b>	<b>185</b>	<b>161</b>
Villaks	Tert (<3 kg)	0	5	1	8	14
	Mellomlaks (3 – 7 kg)	7	27	9	27	16
	Storlaks (>7 kg)	0	9	1*	10	14
	<b>Villaks totalt</b>	<b>7</b>	<b>41</b>	<b>11</b>	<b>45</b>	<b>44</b>
Oppdrettslaks	Tert (<3 kg)	0	0	-	1	0
	Mellomlaks (3 – 7 kg)	2	4	-	1	1
	Storlaks (>7 kg)	0	0	-	0	0
	<b>Oppdrettslaks totalt</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

\*Funnet død under telling

**Tabell 3.** Totalt antall laks og sjøaure observert ved gytefisktelinger i Bjoreio i perioden 2001-2005. Data for perioden 2001-2003 er hentet fra Berger et al. 2002, Jensen et al. 2003 og Jensen et al. 2004 for gytefisktelinger utført i oktober.

År	Bjoreio		Eio	
	Laks	Sjøaure	Laks	Sjøaure
1999	20	281	17	111
2000	30	297	77	112
2001	10	232	11	105
2002	33	369	29	342
2003	21	330	15	139
2004	9	119	47	185
2005	45	113	45	161

### 3.1.2 Innsig, gytebestand og egg tetthet

Basert på antall fisk som ble registrert under gytefisktelingerne, samt antall rapportert ved fangst og stamfiske, ble det i 2004 og 2005 registrert et innsig på henholdsvis 75 og 109 villaks i Eidfjordvassdraget (**tabell 4**). I disse tallene inngår ikke gytebestanden i Veig, eller fisk som eventuelt sto i Eidfjordvatnet da gytefisktelingerne ble gjennomført. Det reelle innsiget vil derfor trolig være noe høyere enn det som oppgis her.

Fangstene i fiskesesongen som er oppgitt i **tabell 4** er basert opplysninger fra fangstoppavene, og er derfor beheftet med noe usikkerhet. I perioden 2000-2004 ble det analysert skjellprøver av 68 laks og 353 sjøaure fra fangstene i vassdraget, hvorav 9 var villaks som enten hadde blitt skadd av redskap eller feilbestemt som sjøaure (Urdal 2005). Av de rapporterte fangstene i **tabell 4** i årene 2004-2006, ble henholdsvis 6, 33 og 6 av de samlede fangstene av laks tatt i Bjoreio. Tilsvarende var fangstene av sjøaure i Bjoreio tilsvarende 57, 16 og 21 i de tre årene.

**Tabell 4.** Innsig av villaks, oppdrettslaks og sjøaure i Eidfjordvassdraget og gytebestand i Eio og Bjoreio beregnet ut i fra gytefisktelingerne og fisk tatt ut ved fangst og stamfiske. Gytefisk i Veig inngår ikke i innsiget. Antall villaks og oppdrettslaks i fangstene er som oppgitt fra fangstemeldingene, og er ikke fra kontrollert ved skjellanalyse. I 2006 er det ikke gjennomført gytefisktelinger, og innsig og gytebestand er derfor ikke kjent. Fangstene i 2006 er oppgitt av G. Elnan og er foreløpige.

		2004	2005	2006
Villaks	Totalt innsig	78	109	-
	Fangst	0	0	2
	Stamfiske	40	24	35
	Gytebestand Eio	32	44	-
	Gytebestand Bjoreio	7	41	-
Oppdrettslaks	Totalt innsig	23	47	-
	Fangst	9	36	18
	Stamfiske	10	6	1
	Gytebestand Eio	2	1	-
	Gytebestand Bjoreio	2	4	-
Sjøaure	Totalt innsig	469	371	-
	Fangst	163	97	113
	Stamfiske	1	0	0
	Gytebestand Eio	185	161	-
	Gytebestand Bjoreio	119	113	-

Under fiske etter stamfisk i Bjoreio og Eio i årene 2004-2006 ble det tatt henholdsvis 50, 31 og 36 laks (**tabell 5**). Blant disse var andelen rømt oppdrettslaks henholdsvis 20%, 19% og 3%. Stamfiske har blitt gjennomført på høsten, vanligvis før gytefisktellingene har vært gjennomført, men noe fisk har også vært tatt ut etter gytefisktellingene. Det er ikke oppgitt hvor hver av de enkelte stamfiskene er fanget hvert av årene. Dette gjør det vanskelig å få en fullstendig oversikt over innsig og gytebestand i hvert av de to vassdragsavsnittene. Vanligvis tas det meste av stamfisken i Bjoreio, siden vannføringsforholdene gjør det er lettere å fange fisken her enn i Eio. I 2006 ble all stamfisk tatt i Bjoreio, mens i 2005 ble all stamfisk tatt i Bjoreio bortsett fra 3-4 hannfisk som ble tatt i Eio.

**Tabell 5.** Oversikt over fisk tatt under stamfiske og klassifisert ved skjellkontroll i årene 2004-2006.

År	Villaks			Oppdrettslaks	Usikre	Sjøaure
	Tert	Mellomlaks	Storlaks			
2004	3	30*	7	10	-	1
2005	2	10*	12	6	1	-
2006	1	26	8	1	-	-

\* I hvert av årene 2004 og 2005 ble det tatt en fettfinneklippet laks, dvs. utsatt som smolt

Gytebestandsmålet for bestandene av både laks og sjøaure i Eidfjordvassdraget er foreløpig satt til 3 egg per m<sup>2</sup> (Skurdal et al. 2001). I både 2004 og 2005 var gytebestanden vesentlige lavere enn gytebestandsmålet med henholdsvis 0,2 og 1,4 egg per m<sup>2</sup> i Bjoreio, og tilsvarende henholdsvis 1,5 og 1,3 egg per m<sup>2</sup> i Eio (**tabell 6**). For å oppfylle gytebestandsmålet beregnet Jensen et al. (2004) at gytebestanden burde være minimum 116 laks i Bjoreio og 80 laks i Eio. I Bjoreio var eggtettheten for sjøaure under gytebestandsmålet i både 2004 og 2005, mens den i Eio var over gytebestandsmålet begge årene (**tabell 6**).

**Tabell 6.** Eggtettheter (antall egg per m<sup>2</sup>) for gytebestanden av laks og sjøaure i Bjoreio og Eio i årene 2004 og 2005. Data fra perioden 1999-2003 er hentet fra Jensen et al. (2004).

År	Bjoreio			Eio		
	Villaks	Oppdrettslaks	Sjøaure	Villaks	Oppdrettslaks	Sjøaure
1999	0,9*		4,5	1,8*		2,1
2000	0,5*		2,4	2,7*		1,5
2001	0,2	0,1	2,8	0,5	0	2,1
2002	0,6	0,3	4,0	0,9	0,5	7,7
2003	0,3	0,2	3,1	0,4	0	2,9
2004	0,2	0,1	2,4	1,0	0,0	6,2
2005	1,4	0,1	2,3	1,3	0,0	4,3

\*I 1999 og 2000 ble det ikke skilt mellom villaks og oppdrettslaks, og det kan dermed inngå noe oppdrettslaks i eggtetthetene i disse årene.

## 3.2 Undersøkelser av ungfiskbestanden

### 3.2.1 Tettheter av naturlig rekruttert laks

Tetthetene av naturlig rekrutterte ensomrig og eldre lakseunger registrert i perioden 2004-2006 er vist i Tabell 7. Resultatene viser at tetthetene av laks på de syv undersøkte stasjonene i Bjoreio har vært lave i disse tre årene. I 2004 ble det bare funnet ensomrig laks på to av syv stasjoner, mens det i 2005 og 2006 ble funnet ensomrig laks på seks av syv stasjoner. Dette tilsier at det i de to siste årene har blitt rekruttert laks i en større andel av Bjoreio, sammenlignet med resultatet fra 2004. I tillegg ble det begge årene registrert et høyt innslag av settefisk på enkelte av stasjonene, noe som trolig har medført en del dårligere fangbarhet av naturlig rekruttert laks. Dette gjelder spesielt på stasjon 7, som av den

grunn har blitt tatt ut ved beregninger av gjennomsnittlig tettheter. Tettheter av settefisk på stasjonene er beskrevet nærmere i **kapittel 3.3**.

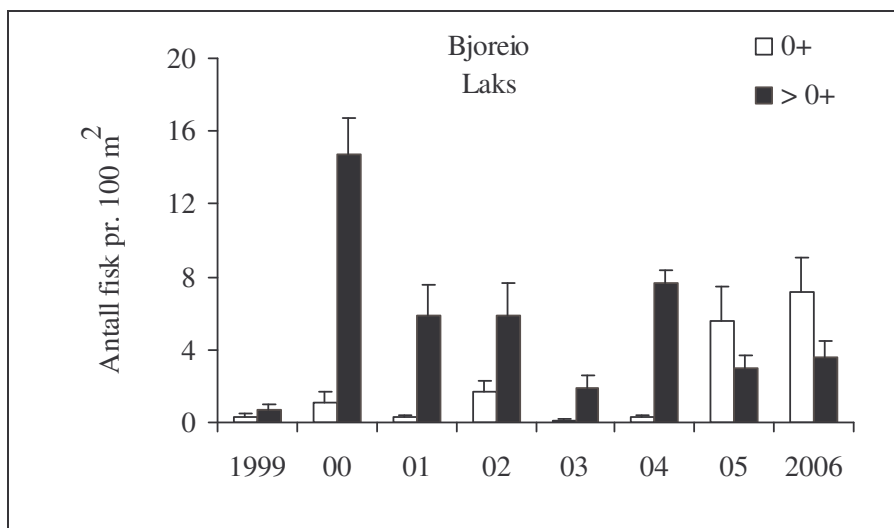
**Tabell 7.** Estimerte tettheter av naturlig rekrutterte ensomrige (0+) og eldre (>0+) laks per 100 m<sup>2</sup> på stasjonene 1-7 undersøkt med elektrisk fiske i Bjoreio i perioden 2004-2006. Stasjon 7 er utelatt fra gjennomsnittet fordi et høyt antall settefisk av laks medførte redusert fangbarheten av naturlig rekruttert fisk. Elektrisk fiske i de tre årene ble utført 18-19. oktober 2004, 18-19. oktober 2005 og 12-13. oktober 2006, ved vannføringer på henholdsvis 750 l/s, 900 l/s og 1,8 m<sup>3</sup>/s og vanntemperaturer på henholdsvis 5,9°C, 1,1°C og 8,6°C.

Stasjons nr.	Ensomrig laks (0+)			Eldre laks (>0+)		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006
1	0	1	2	5,2	0	0
2	0	9,2	6	7,1	2	2
3	1	17	14	10,9	3	1
4	1	1	2	7,1	7	3
5	0	3,1	17	10,9	2	7,4
6	0	2	2,2	5	4	8
7*	0	0	0	0	0	4
<b>Gjsn.</b>	<b>0,3</b>	<b>5,6</b>	<b>7,2</b>	<b>7,7</b>	<b>3,0</b>	<b>3,6</b>

\*Ikke med i gjennomsnitt pga. mye settefisk

Tidligere undersøkelser i Bjoreio har vist at tettheten av årsunger av laks har vært svært lav (**figur 7** og **tabell 8**). Våre undersøkelser i perioden 2004-2006 viser den samme lave tettheten for ensomrige laks. Men det er i de to siste årene registrert økende tettheter med 5,6 per 100 m<sup>2</sup> høsten 2005 og 7,2 per 100 m<sup>2</sup> høsten 2006 som er betydelig høyere enn tetthetene funnet tidligere år. Dette kan tyde på økt rekruttering til bestanden. Generelt er fangbarheten av årsunger av laks beheftet med betydelig usikkerhet. Dette skyldes liten fiskestørrelse kombinert med de fysiske forholdene med mye stor stein og gode skjulmuligheter for yngelen. For å vurdere om de økte tetthetene av årssyngel vil gi økt rekruttering er det derfor nødvendig å følge de eldre årsklassen i årene som kommer.

Også tetthetene av eldre laks i Bjoreio i perioden 1999-2006 har vært lave (**figur 7** og **tabell 8**). I motsetning til resultatene for den ensomrige laksen ble det ikke funnet noen klar økning i tettheten av eldre ungfisk av laks. Imidlertid vil det ta noe tid for eventuelle effekter av tiltakene kan måles for de eldre årsklassene. For eldre laks har tetthetene generelt vært lave med fangster fra 1,9 individer per 100 m<sup>2</sup> i 2003 til 14,7 individer per 100 m<sup>2</sup> i 2000. Tetthetene ligger imidlertid innenfor variasjonen av tettheter av eldre ungfisk funnet i perioden 1999-2003.



**Figur 7.** Gjennomsnittlige tettheter av ungfisk av laks på sju (6) stasjoner i Bjoreio ved innsamlingene i 1999- 2006. Det er skilt mellom årsunger (0+) og eldre ungfisk (>0+). Data for perioden 1999-2003 etter Jensen et al. (2004). I 2004, 2005 og 2006 er stasjon 7 tatt ut av beregningene grunnet et svært høyt innslag av utsatt laks som reduserte fangbarheten av naturlig rekrutterte fisk betydelig. Stolpene over søylene angir 95 % konfidensintervall

Det ble fanget 36 presmolt laks i 2004, 5 presmolt i 2005 og 3 presmolt i 2006. Gjennomsnittlig presmoltetthet for disse tre årene var henholdsvis 6,0 i 2004, 0,8 i 2005 og 0,5 i 2006 per 100 m<sup>2</sup> i Bjoreio. En oversikt over presmolt tettheter i perioden 1999-2006 er vist i **tabell 8**.

**Tabell 8.** Gjennomsnittlige tettheter av ungfisk per 100 m<sup>2</sup> av naturlig rekruttert laks på sju (6) stasjoner i Bjoreio ved innsamlingene i 1999- 2006. Det er skilt mellom årsunger 0+, eldre ungfisk >0+ og presmolt. Data for perioden 1999-2003 etter Jensen et al. (2004). I 2004, 2005 og 2006 er stasjon 7 tatt ut av beregningene grunnet et svært høyt innslag av utsatt laks som reduserte fangbarheten av naturlig rekrutterte fisk betydelig.

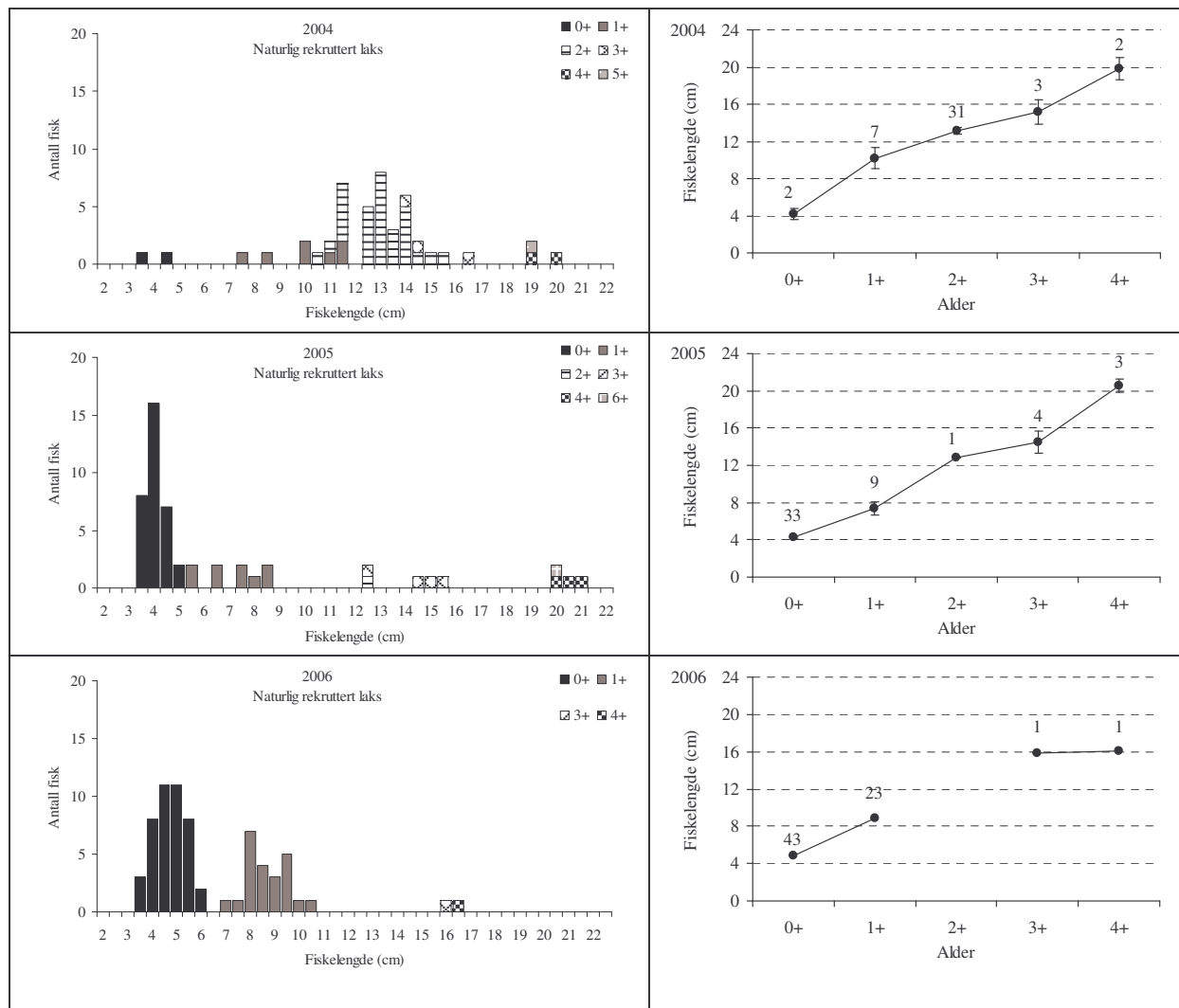
År	Tetthet laks per 100 m <sup>2</sup>		
	Årsunger 0+	Eldre >0+	Presmolt
1999	0,3	0,7	0,5
2000	1,1	14,7	7,7
2001	0,3	5,9	3,3
2002	1,7	5,9	2,6
2003	0,1	1,9	0,5
2004	0,3	7,6	6,0
2005	5,6	3,0	0,8
2006	7,2	3,6	0,5

### 3.2.2 Lengde- og aldersfordeling for ungfisk av laks

Lengdefordelinger og gjennomsnittlige lengder for ulike aldersgrupper av lakseunger fra elektrisk fiske er vist i **figur 8**, og i **tabell 9**. Etter endt vekstsesong i perioden 2004-2006 har de ensomrige lakseungene nådd en gjennomsnittlig lengde fra 4,2 cm – 4,9 cm, mens gjennomsnittlig tilvekst for tosomrige (1+) og tresomrige (2+) har vært fra om lag 2,6 cm – 5,2 cm per vekstsesong.

Analysen av vekstforløpet viser at laksen har en relativt sen vekst i Bjoreio i forhold til andre laksevassdrag i regionen. I perioden 1999-2003 ble gjennomsnittlig smoltalder funnet å være 3,3 år og

gjennomsnittlig smoltlengde 14,1 cm (Jensen et al. 2004). Vekstforholdene for lakseungene i Bjoreio i forhold til temperatur er omtalt i **kapittel 3.5.5.2**.



**Figur 8.** Lengdefordeling (venstre panel) og gjennomsnittlig lengde i forhold til alder (høyre panel) basert på det aldersbestemte materialet av naturlig rekruttert laks fanget i Bjoreio perioden 2004-2006.

**Tabell 9.** Gjennomsnittlig lengde (cm)  $\pm$  95 % konfidensintervall for ulike aldersgrupper av laks i Bjoreio i årene 2004-2006. N er antallet laks undersøkt. Data er basert på aldersanalyse av otolitter.

Dato	Ensomrig (0+)		Tosomrig (1+)		Tresomrig (2+)		Firesomrig (3+)		Femsomrig (4+)	
	cm	N	cm	N	cm	N	cm	N	cm	N
18-19.10.04	4,2 $\pm$ 0,2	2	10,2 $\pm$ 1,2	7	13,1 $\pm$ 0,4	31	15,1 $\pm$ 1,3	3	19,8 $\pm$ 1,2	2
18-19.10.05	4,3 $\pm$ 0,1	33	7,4 $\pm$ 0,8	9	12,8 $\pm$ --	1	14,5 $\pm$ 1,2	4	20,6 $\pm$ 0,7	3
12-13.10.06	4,9 $\pm$ 0,2	43	8,9 $\pm$ 0,3	23	--	0	15,8 $\pm$ --	1	16,1 $\pm$ --	1

Antallet naturlig rekrutterte laks av ulike årsklasser fanget i Bjoreio på seks stasjoner i perioden 2004-2006, er gitt i **tabell 10**. Det ble fanget langt flere ensomrige laks i 2005 og i 2006, sammenlignet med fangsten i 2004. Andelen 0+ av totalt fanget laks i 2004 var 4%, 65% i 2005 og 63% i 2006. Som en følge av dette var innslaget av 1+ laks i 2006 langt høyere enn innslaget registrert i 2004 og 2005. Andelen 1+ av totalt fanget laks i 2004, 2005 og i 2006 var henholdsvis 15 %, 18 % og 34 %.



**Tabell 10.** Antallet naturlig rekrutterte laks fanget med et elektrisk fiske i Bjoreio i perioden 2004-2006. Antallet er oppgitt for hver aldersgruppe.

År	Aldersgruppe							Sum
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	
2004	2	7	31	3	2	1	0	46
2005	33	9	1	4	3	0	1	51
2006	43	23	0	1	1	0	0	68

### 3.2.3 Tettheter av aure

De gjennomsnittlige tetthetene av ensomrig (0+) og eldre (>0+) aureunger registrert i perioden 2004-2006 er vist i **tabell 11**. Resultatene viser at tettheten av ensomrig aure på de seks undersøkte stasjonene i perioden 2004-2006 har variert fra 9,4 til 28,2 individer per 100 m<sup>2</sup>, mens tilsvarende resultat for eldre aure har variert fra 11,5 til 31,1. Sammenlignet med tetthetene av laks, synes det som auren dominerer i vassdraget. Det har blitt funnet ensomrig aure på samtlige stasjoner i den undersøkte perioden. Dette viser at det i dag rekrutteres aure i hele den anadrome strekningen i Bjoreio.

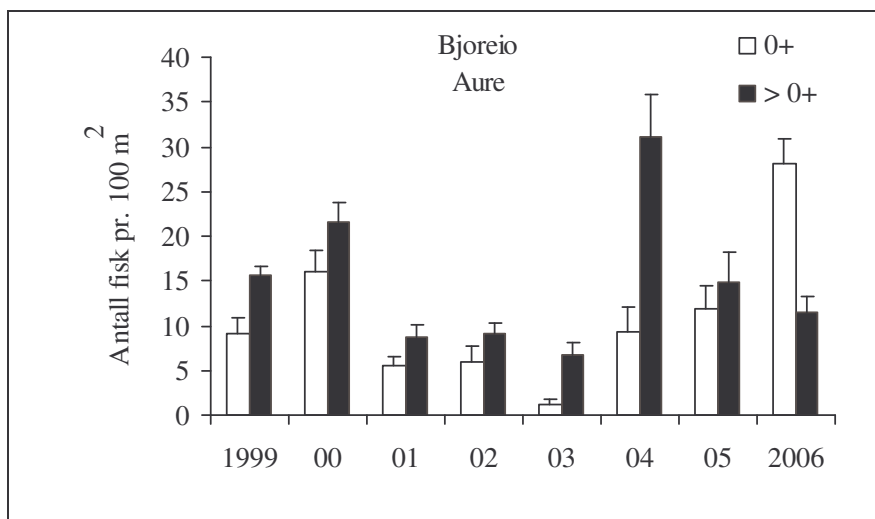
De fleste årsunger ble i denne perioden fanget på stasjonen 3, rett nedstrøms Steinbergbru hølen, men og på stasjonen ved Lund bru (stasjon 1) ble det fanget relativt mange årsunger (**tabell 11**). De eldre aurene har i denne perioden vært fanget relativt jevnt fordelt på hele den anadrom strekningen, men som for årsungene er det blitt fanget flest eldre aure nedstrøms Steinberg bru (**tabell 11**).

**Tabell 11.** Estimerte tettheter av ensomrige (0+) og eldre (>0+) aure per 100 m<sup>2</sup> på stasjonene 1-7 undersøkt med elektrisk fiske i Bjoreio i perioden 2004-2006. Stasjon 7 er utelatt fra gjennomsnittet fordi et høyt antall settefisk av laks medførte redusert fangbarheten av naturlig rekruttert fisk. Elektrisk fiske i de tre årene ble utført 18-19. oktober 2004, 18-19. oktober 2005 og 12-13. oktober 2006, ved vannføringer på henholdsvis 750 l/s, 900 l/s og 1,8 m<sup>3</sup>/s og vanntemperaturer på henholdsvis 5,9°C, 1,1°C og 8,6°C.

Stasjons nr.	Ensomrig aure (0+)			Eldre aure (>0+)		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006
1	10	17,6	49	21,8	16,1	18,1
2	6	6	21,2	16,6	2,2	2,2
3	26	27	28	47,1	35	16,7
4	6	3	9	12	3,1	7,1
5	3	13	31,7	34,8	11	9
6	6	5	30	54,2	22,2	16
7*	9,2	0	0	11	6,1	12
<b>Gj.snitt</b>	<b>9,4</b>	<b>11,9</b>	<b>28,2</b>	<b>31,1</b>	<b>14,9</b>	<b>11,5</b>

\*Ikke med i gjennomsnitt pga. mye settefisk.

Som for ensomrige lakseunger, var tettheten av ensomrig aure i 2006 den høyeste som ble registrert i siden ungfiskundersøkelsene startet i 1999 (**figur 9** og **tabell 12**). For eldre aure har tetthetene variert med fangster fra 6,8 individer per 100 m<sup>2</sup> i 2003 til 29,3 individer per 100 m<sup>2</sup> i 2004 (**figur 9** og **tabell 12**). Registreringene høsten 2004 av eldre aure er således den høyeste gjennomsnittlige tettheten av aure som er registrert i perioden 1999-2006. Resultatene fra 1999 er svært usikre grunnet høy vannføring under feltarbeidet og trolig lav fangbarhet (Jensen et al. 2004).



**Figur 9.** Gjennomsnittlige tettheter av ungfisk av aure på sju (6) stasjoner i Bjoreio ved innsamlingene i 1999- 2006. Det er skilt mellom årsunger (0+) og eldre ungfisk. Data for perioden 1999-2003 etter Jensen et al. (2004). I 2004, 2005 og 2006 er stasjon 7 tatt ut av beregningene grunnet et svært høyt innslag av utsatt laks som reduserte fangbarheten av naturlig rekrutterte fisk betydelig. Stolpene over søylene angir 95 % konfidensintervall.

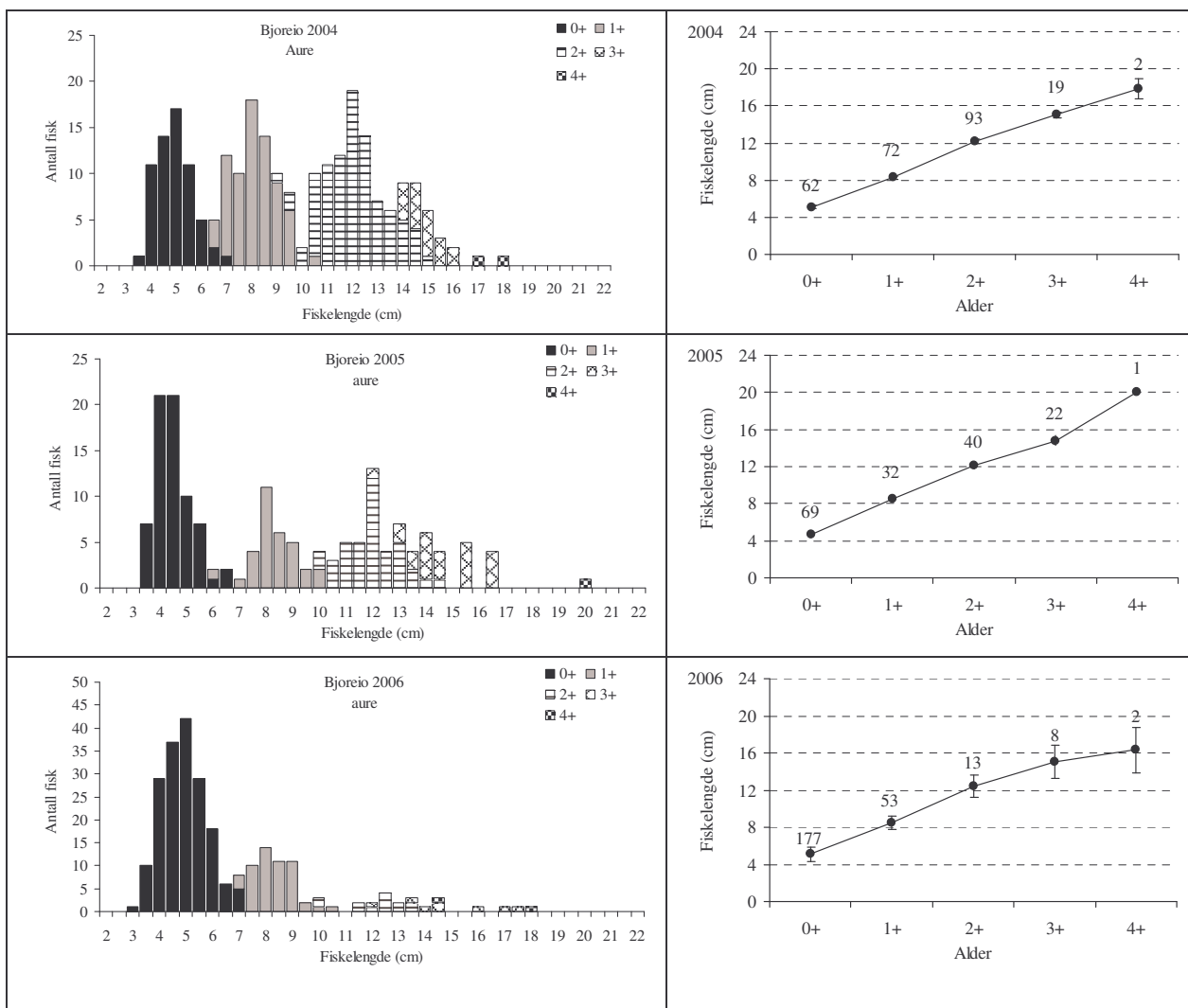
Det ble fanget 97 presmolt aure i 2004, 62 presmolt i 2005 og 21 presmolt i 2006. Gjennomsnittlig presmoltetthet for disse tre årene var henholdsvis 16,1 i 2004, 10,3 i 2005 og 3,5 i 2006 per 100 m<sup>2</sup> i Bjoreio. En oversikt over presmolt tettheter i perioden 1999-2006 er vist i **tabell 12**.

**Tabell 12.** Gjennomsnittlige tettheter av ungfisk av aure per 100 m<sup>2</sup> på sju (6) stasjoner i Bjoreio ved innsamlingene i 1999- 2006. Det er skilt mellom årsunger (0+) og eldre ungfisk. Data for perioden 1999-2003 etter Jensen et al. (2004). I 2004, 2005 og 2006 er stasjon 7 tatt ut av beregningene grunnet et svært høyt innslag av utsatt laks som reduserte fangbarheten av naturlig rekrutterte fisk betydelig.

År	Tetthet aure per 100 m <sup>2</sup>		
	Årsunger 0+	Eldre >0+	Presmolt
1999	9,2	15,6	5,7
2000	16,1	21,6	8,2
2001	5,6	8,8	4,4
2002	5,9	9,2	3,6
2003	1,1	6,8	2,9
2004	10,4	29,3	16,1
2005	11,9	15,2	10,3
2006	28,2	11,5	3,5

### 3.2.4 Lengde- og aldersfordeling for ungfisk av aure

Som for laksen, har auren i Bjoreio også en relativt sen vekst. I perioden 1999-2003 ble gjennomsnittlig smoltalder funnet å være 3,1 år og gjennomsnittlig smoltlengde 16,0 cm (Jensen et al. 2004). Gjennomsnittlig lengde for ensomrige aure var fra 4,7 cm – 5,1 cm etter endt vekstsesong i perioden 2004-2006, mens tilveksten for tosomrige og tresomrige aurer har variert fra 2,8 cm – 3,8 cm (**figur 10** og **tabell 13**). Auren er derfor noe større enn laksen etter den første vekstsesongen i elva, men forskjellen er mindre som tosomrige og tresomrige.



**Figur 10.** Lengdefordeling (venstre panel) og gjennomsnittlig lengde i forhold til alder (høyre panel) basert på det aldersbestemte materialet av aure fanget i Bjoreio i perioden 2004-2006.

**Tabell 13.** Gjennomsnittlig lengde (cm)  $\pm$  95 % konfidensintervall for ulike aldersgrupper av aure i Bjoreio i årene 2004-2006. N er antallet aure undersøkt. Data er basert på aldersanalyse av otolitter.

Dato	Ensomrig (0+)		Tosomrig (1+)		Tresomrig (2+)		Firesomrig (3+)		Femsomrig (4+)	
	cm	N	cm	N	cm	N	cm	N	Cm	N
18-19.10.04	5,1 $\pm$ 0,2	62	8,3 $\pm$ 0,2	72	12,2 $\pm$ 0,3	93	15,0 $\pm$ 0,3	19	17,9 $\pm$ 1,1	2
18-19.10.05	4,7 $\pm$ 0,2	69	8,5 $\pm$ 0,3	32	12,1 $\pm$ 0,3	40	14,8 $\pm$ 0,5	22	20,0 $\pm$ ---	1
12-13.10.06	5,1 $\pm$ 0,1	177	8,5 $\pm$ 0,2	53	12,4 $\pm$ 0,6	13	15,0 $\pm$ 1,2	8	16,3 $\pm$ 3,4	2

Antallet aure av ulike årsklasser fanget i Bjoreio på seks stasjoner i perioden 2004-2006, er gitt i **tabell 14**. Årsklassestyrken i 2006 synes å være spesielt sterk, siden det ble fanget hele 177 ensomrig aure. Dette utgjør 70% av alle årsklasser fanget i 2006, mens tilsvarende tall for 2004 og 2005 var henholdsvis 25% og 42%.

**Tabell 14.** Antallet aure i ulike alderskategorier fanget med et elektrisk fiske i Bjoreio i perioden 2004-2006. Antallet blir oppgitt for hver alderskategori.

År	Alderskategorier							Sum
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	
2004	62	72	93	19	2	0	1	249
2005	69	32	40	22	1	0	0	164
2006	177	53	13	8	2	0	0	253

### 3.3 Kultiveringsstrategier i Bjoreio

Som en del av konsesjonsbestemmelsene, ble regulanten i 1975 pålagt årlige utsettinger av 15 800 toårig laksesmolt av stedegen stamme, og 10 000 ensomrige sjøaure som en kompensasjon for tapt fiskeproduksjon (Jensen et al. 2004). Utsetting av sjøaureyngel opphørte i 2001 etter anbefaling av Berger et al. (2001). Laks har i første rekke vært satt ut som smolt, men siden 2002 har det også vært satt ut laks både som øyerogn og ensomrig settefisk (**tabell 15**). All utsatt fisk har vært fettfinneklippet siden 1990, med unntak av usettingen av ensomrige i 2006. All rogn er merket med fargemerke i otolitten og lagt ut i gruskasser på vinterstid i Bjoreio oppstrøms Tveitofossen, dvs. ovenfor den anadrome elvestrekningen. Settefisken har blitt fordelt på den anadrome strekningen i Bjoreio og Eio. Smolten har blitt satt ut i mai, mens den ensomrige settefisken har blitt satt ut til noe ulike tider. I 2004 ble den ensomrige fisken satt ut 10. august, mens den i 2005 ble satt ut 13. og 21. juli. I 2006 ble fisken satt ut 24. mai (data fra Statkraft).

**Tabell 15.** Oversikt over utsetting av laks i Bjoreio og Eio i perioden 1990-2006. Data fra årene 1990-2001 er hentet fra Berger et al. (2001) og Berger et al. (2002), mens dataene fra årene 2002-2006 er oversendt fra Statkraft. I perioden 1990-1992 ble settefisken satt ut som 1-åringer, mens settefisken satt ut i perioden 2003-2006 er satt ut som ensomrige.

År	Rogn	Settefisk	Smolt
1990	-	9 550	6 380
1991	-	11 282	16 071
1992	-	18 288	34 482
1993	-	-	17 163
1994	-	-	7 299
1995	-	-	12 974
1996	-	-	10 466
1997	-	-	11 500
1998	-	-	10 600
1999	-	-	8 558
2000	-	-	5 901
2001	-	-	5 440
2002	36 000	-	5 540
2003	-	2 956	3 286
2004	-	3 000	13 000
2005	18 000	57 000	17 150
2006	-	98 000*	-

\* Ikke fettfinneklippet

Av laks satt ut som fettfinneklippet smolt ble det fanget en mellomlaks under stamfiske i 2004, og en mellomlaks under stamfiske i 2005. I disse to årene utgjorde dermed gjenfangster fra settesmolten henholdsvis 2,4% og 4,2% av villaksen som ble fanget under stamfiske. Fra tidligere er det rapportert inn to fettfinneklippet laks under stamfiske i 2003, mens det i perioden 1999-2002 ikke er rapportert inn fettfinneklippet laks verken fra sportsfiske eller stamfiske (Jensen et al. 2004). Det ble heller ikke observert fettfinneklippet laks under gytefisketellingene i 2004 og 2005 blant de fiskene en fikk se godt

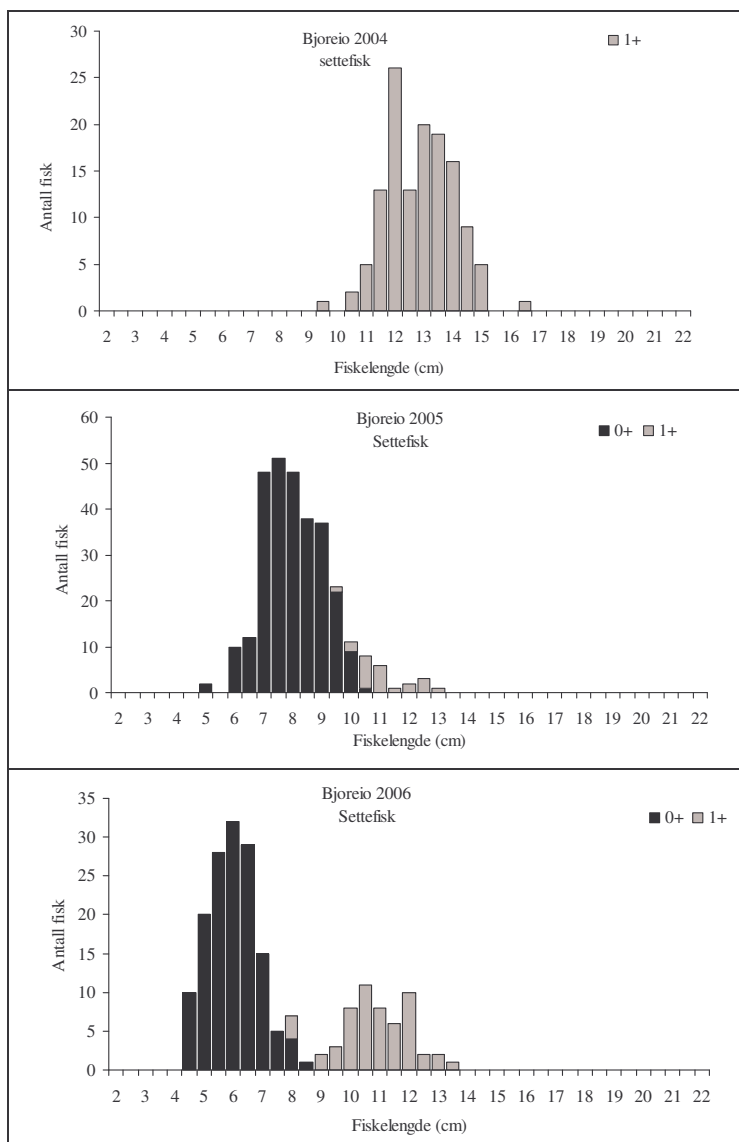
nok på. Det kan derfor ha forekommet fettfinneklippet fisk i gytebestanden uten at dette ble registrert. I perioden 1997-2005, som er smoltårsklassene som forventes å være tilstede i vassdraget i perioden 1999-2006, er det totalt satt ut 80 975 laksesmolt i vassdraget (**tabell 15**). Samlet tyder dette på at det er en veldig liten andel av den utsatte smolten som har kommet tilbake, og at overlevelsen til settesmolten har vært lav i perioden.

Ved det elektriske fisket i Bjoreio i perioden 2004-2006 kunne mesteparten av settefisken skilles fra naturlig rekruttert laks ettersom fettfinnen var klippet. Settefisk som ikke var fettfinneklippet ble identifisert ut i fra morfologi, pigmentering og vekstmønster ved lesing av ørestein. Resultatene viser at tettheten av settefisk var svært høye på enkelte stasjoner, spesielt stasjon 4 og 7, og nesten fraværende på andre stasjoner (**tabell 16**).

**Tabell 16.** Tettheter av ensomrige (0+) og eldre (>0+) settefisk laks per 100 m<sup>2</sup> på stasjonene 1-7 undersøkt med elektrisk fiske i Bjoreio i perioden 2004-2006.

Stasjons nr.	Ensomrig settefisk			Eldre settefisk		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006
1	0	108	0	0	0	4,4
2	0	8,3	0	0	0	0
3	0	52,2	2	2,2	0	0
4	0	122	100	6,5	0	13,5
5	0	2	0	0	0	1
6	0	0	0	2	0	0
7	0	170,8	42	127,6	23,3	38,8
<b>Gj. sn.</b>	<b>0</b>	<b>66,2</b>	<b>20,6</b>	<b>19,8</b>	<b>3,3</b>	<b>8,2</b>

Ut i fra lengdefordelingene (**figur 11**) synes settefisken som ble tatt høsten 2004 hovedsaklig å være fisk satt ut som smolt på våren samme år, men som har stått igjen i elva over sommeren. I 2005 besto mesteparten av settefisken av ensomrig fisk satt ut i juli, men det ble også funnet innslag av settesmolt fra samme år i dette materialet. Settefisken som ble fanget ved elektrisk fiske i 2006 besto i hovedsak av ensomrig settefisk, men det ble også funnet et innslag av tosomrige settefisk. Siden det ikke ble satt ut settesmolt i 2006, stammer disse trolig fra utsetting av ensomrig settefisk i 2005.



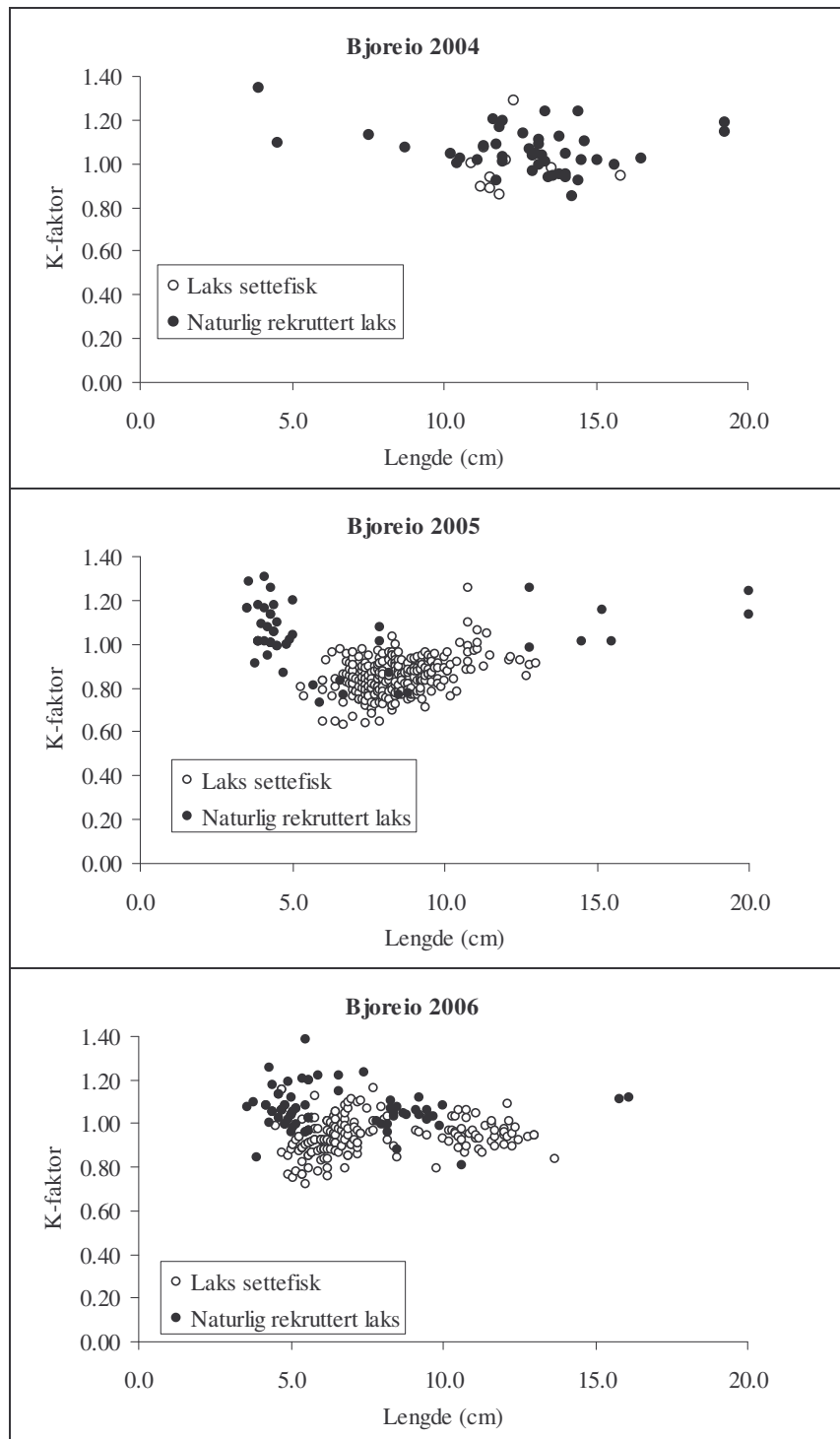
**Figur 11.** Lengdefordeling av settefisk av laks fanget i Bjoreio i perioden 2004-2006. I 2005 ble kun et utvalg av den utsatte laksen lengdemålt.

En del av settefisken tatt ved det elektriske fisket ble vurdert å være nokså tynne under innsamling. Ut fra det utvalget av fisk som ble tatt med for analyse på laboratoriet i 2004, 2005 og 2006, var gjennomsnittlig kondisjonsfaktor for settefisk henholdsvis 0,99, 0,85 og 0,94, mens tilsvarende for naturlig rekruttert ungfisk av laks var 1,06, 1,04 og 1,07 (**figur 12**). Denne forskjellen var også signifikant i 2005 (t-test,  $p < 0,001$ ) og i 2006 (t-test,  $p < 0,001$ ) men ikke i 2004 (t-test,  $p = 0,06$ ), noe som kan skyldes at et lite utvalg av settefisken ble tatt med for analyse dette året. Denne forskjellen i lengde-vekt forholdet tilsier at en del av settefisken er i dårlig kondisjon, og at en kan forvente høyere vinterdødelighet blant settefisken. Blant ensomrige laks fanget ved elektrisk fiske høsten 2005, var forholdet mellom naturlig rekruttert laks og settefisk om lag 1:14, mens den samme årsklassen som tosomrige laks høsten 2006 ble funnet i et forhold som tilsvarer om lag 1:2. Selv om det er mulig at en del av denne årsklassen kan ha gått ut som smolt våren 2006, tyder resultatene fra **figur 12** på at denne forskjellen i stor grad skyldes en selektiv dødelighet blant settefisken. Den tosomrige settefisken som ble funnet høsten 2006 syntes å være i bedre kondisjon, noe som kan tyde på at settefisk som overlever så lenge også vil klare seg bedre etter hvert.

Årsaken til dårlig kondisjon og overlevelse hos settefisken kan skyldes flere faktorer. Overgangen fra karmiljø til elvemiljø kan være stressende, og settefisk er ofte mindre effektive enn villfisk til å ta til

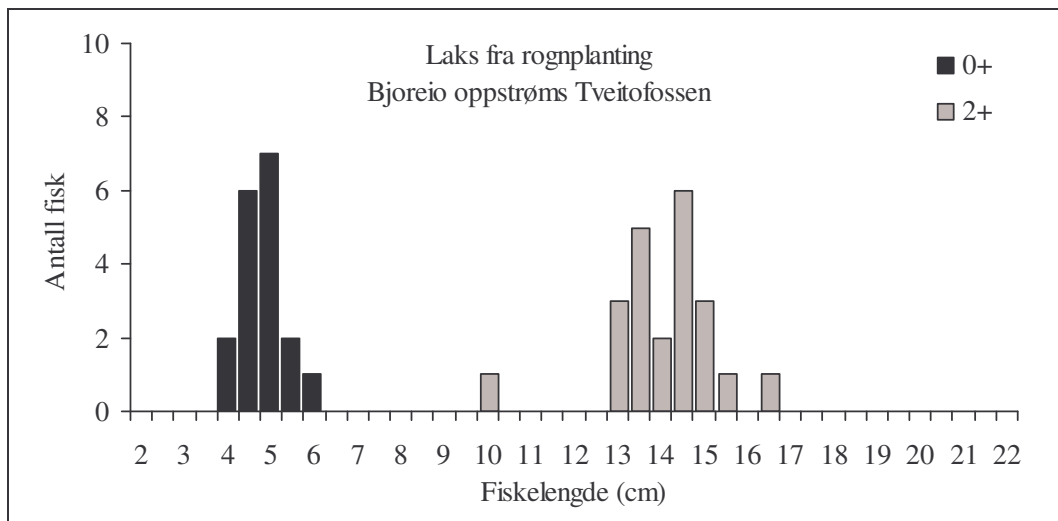


seg næring (Sundström & Johnsson 2001) og unngå predatorer (Einum & Fleming 2001) i perioden etter utsetting. I tillegg er spredningen hos settefisk ofte begrenset, og vil føre til at settefisk ofte er konsentrert rundt utsettingsstedet lengre perioder etter utsetting. Dette kan føre til høy konkurranse og tetthetsavhengig vekst (Sundström et al. 2004). De høye tetthetene funnet på enkelte stasjoner i Bjoreio kan tyde på at den dårlige kondisjonen hos settefisk skyldes høye tettheter. Områder med høye tettheter av settefisk kan også føre til dårligere vekst og fortregning av villfisk.



**Figur 12.** Kondisjonsfaktor i forhold til fiskelengde hos settefisk og naturlig rekruttert ungfisk av laks fra elektrisk fiske i Bjoreio 2004-2006.

Vinteren 2002 ble det lagt ut ca. 36 000 øyerogn av laks fordelt på tre ulike stasjoner oppstrøms anadrom strekning i Bjoreio. Rogna ble lagt ut i perforerte kasser med grus som ble gravd ned i elvebunnen, for i størst grad å etterligne en naturlig gytegrøp. Kassene ble tatt opp igjen ut på sommeren 2002, og opptelling av gjenværende døde rogn viste at overlevelsen fra utlegging og frem til yngelen forlater kassene i gjennomsnitt var ca. 82%. For en nærmere beskrivelse av resultater fra denne rognplantingen henvises det til Barlaup et al. (2002). For å vurdere tetthetene av ungfisk på utleggingsområdet ble det høsten 2002 utført Statkraft v/Stian Myklatun et kvalitativt elektrisk fiske på tre stasjoner med et overfisket areal på totalt ca. 180 m<sup>2</sup>, mens det høsten 2004 ble utført et kvalitativt fiske på en stasjon på ca. 150 m<sup>2</sup> av LFI. Høsten 2002 ble det fanget 18 årsunger (0+) av laks på de tre kvalitative stasjonene, mens det ble fanget 22 tresomrige (2+) laks på stasjonen høsten 2004. En lengdefordeling av laksen fra rognplantingen er gitt i **figur 13**. Basert på lengdefordeling har det trolig vandret ut laks som smolt fra rognplantingsområdet allerede våren/sommeren 2004. Resultatene viser at rognplantingen i 2002 har fungert etter hensikten og har bidratt til produksjon av laksesmolt i Bjoreio. Statkraft gjennomførte rognplanting på denne strekningen også i 2005, da det ble lagt ut 18 000 øyerogn av laks. Det er imidlertid ikke gjennomført oppfølgende undersøkelser av tilslaget etter denne rognplantingen.



**Figur 13.** Lengdefordeling for de ulike gruppene av fisk tatt på el.fiske av stasjonene høsten 2002 (0+) og høsten 2004 (2+).

Med tanke på den kritiske bestandssituasjonen til laksen i Eidfjordvassdraget vil kultiveringsarbeidet spille en vesentlig rolle for å gjenoppbygge villaksbestanden i vassdraget. Det er derfor viktig at en får størst mulig uttelling for den innsatsen og de inngrepene kultiveringen innebærer. En konsekvens av kultiveringsarbeidet er at en betydelig andel av det årlige innsiget av villaks blir tatt ut ved stamfiske. Ved å bruke settefisk vil overlevelsen på egg- og tidlige livsstadier ofte være høyere enn det en naturlig har i elva, og dermed vil en ved kultivering potensielt kunne få en mer effektiv utnyttelse av den tilbakevandrende gytefisken. I tillegg kan en i større grad kunne forhindre innkryssing med rømt oppdrettslaks i bestanden. Effekter av karmiljø vil imidlertid føre til at settefisken ofte er forskjellig fra villfisken på flere vesentlige områder (blant annet aggresjon, predatorunntakelse og næringsopptak), og kan resultere i dårligere overlevelse og uheldige effekter på bestanden på lengre sikt (Einum & Fleming 2001). Slike effekter vil en i stor grad unngå ved rognplanting. Rognplanting som kultiveringsmetode vil imidlertid være følsom for effekter av blant annet temperaturen i anlegget før utlegging, og effekter av plassering i elva i forhold til utspyling og sedimentering etter utlegging. Resultatene fra det elektriske fisket og tilbakevandret settesmolt tilsier den eksisterende kultiveringsstrategien ikke fungerer etter hensikten. Det er derfor et behov for å evaluere kultiveringsstrategiene i Eidfjordvassdraget.

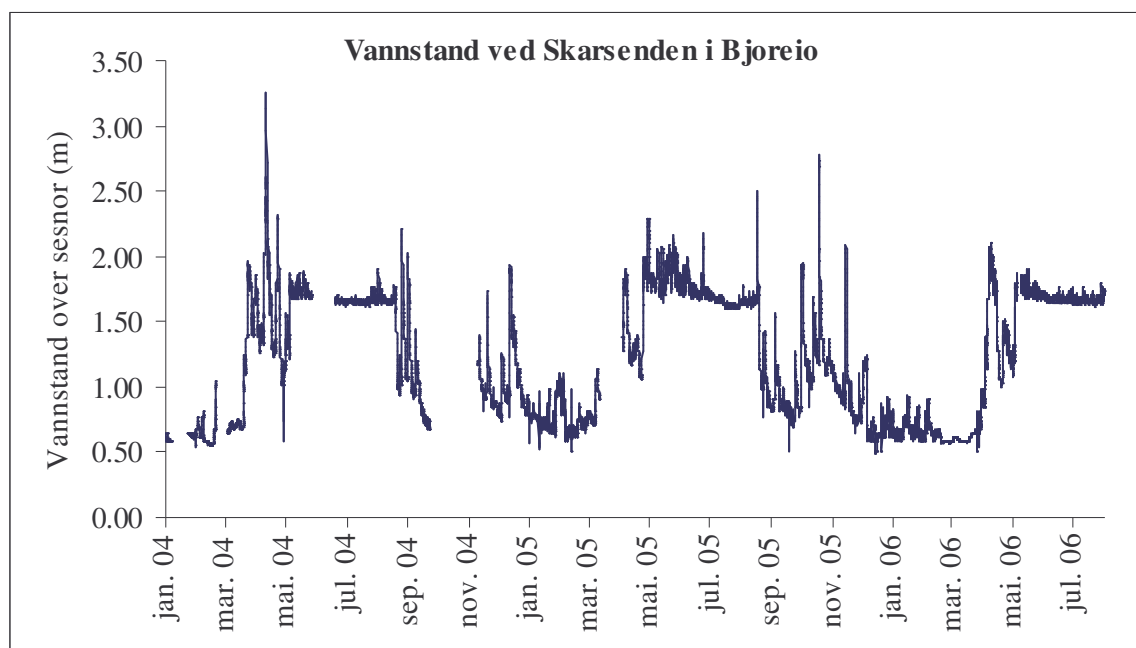
### 3.4 Vintervannføring og stranding av gytegroper

Fravær av minstevassføring i perioden 15. september – 1. juni medfører at vannføringen i Bjoreio i dette tidsrommet kan bli svært lav i perioder med lite tilsig fra restfeltet. Det har tidligere blitt påpekt at dette forholdet kan medføre økt dødelighet ved stranding og innfrysning av gytegroper og ungfisk (Jensen et al. 2004). Som et tiltak for å motvirke dette har Statkraft siden januar 2004 hatt som intensjon å slippe om lag 300 l/s fra Sysendammen ved behov i tørre perioder vinterstid. Dette vannslippet har vært styrt etter vannstanden i Skarsenden.

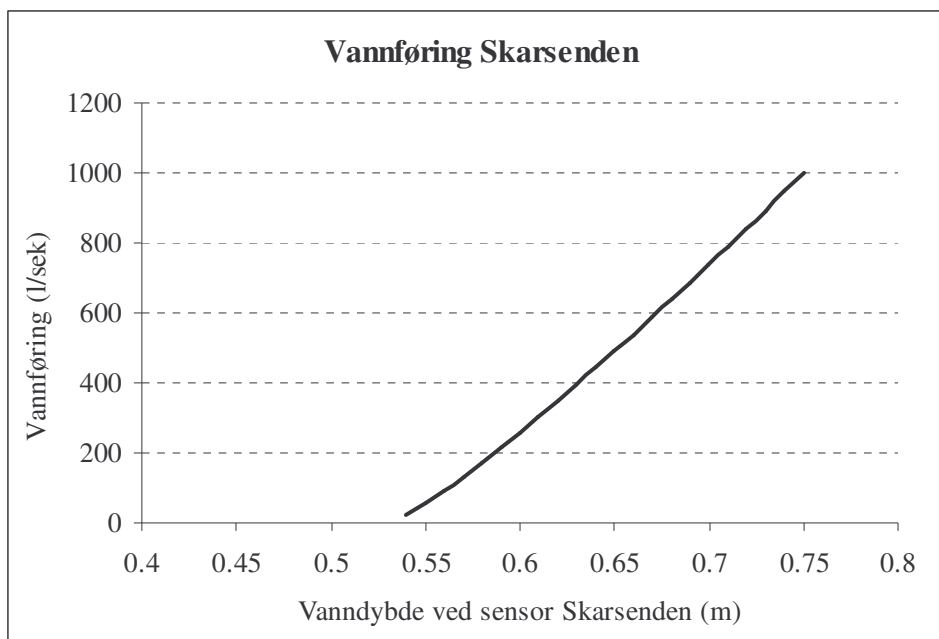
Omfanget av gytegroper som strander og tørrlegges i løpet av vinteren vil være avhengig av vanddypet gytegroperne ligger på og vannstanden i tiden fra gyting og frem til yngelen skal opp av grusen neste vår/sommer. For å undersøke omfanget av stranding har det i perioden 2004-2006 blitt registrert gytegroper på ulike deler av den anadrome strekningen i Bjoreio, samtidig som vannstands- og vannføringssituasjonen vinterstid ble undersøkt.

#### 3.4.1 Vannstand og vannføring vinterstid i Bjoreio

Vannstanden i Bjoreio har blitt logget med en times intervall siden januar 2004 med en elektronisk vannstandssensor som er plassert i hølen ved Skarsenden (**figur 14**). Det har også blitt foretatt målinger av vannføring ved ulike vannstander for å etablere en kalibreringskurve for å relatere vannstanden ved Skarsenden til vannføring (**figur 15**). Kalibreringskurven for forholdet mellom vannstand og vannføring har foreløpig blitt etablert for vannstander i intervallet 0,54-0,75 m over sensoren, noe som tilsvarer vannføringer i intervallet 24 l/s - 1000 l/s.



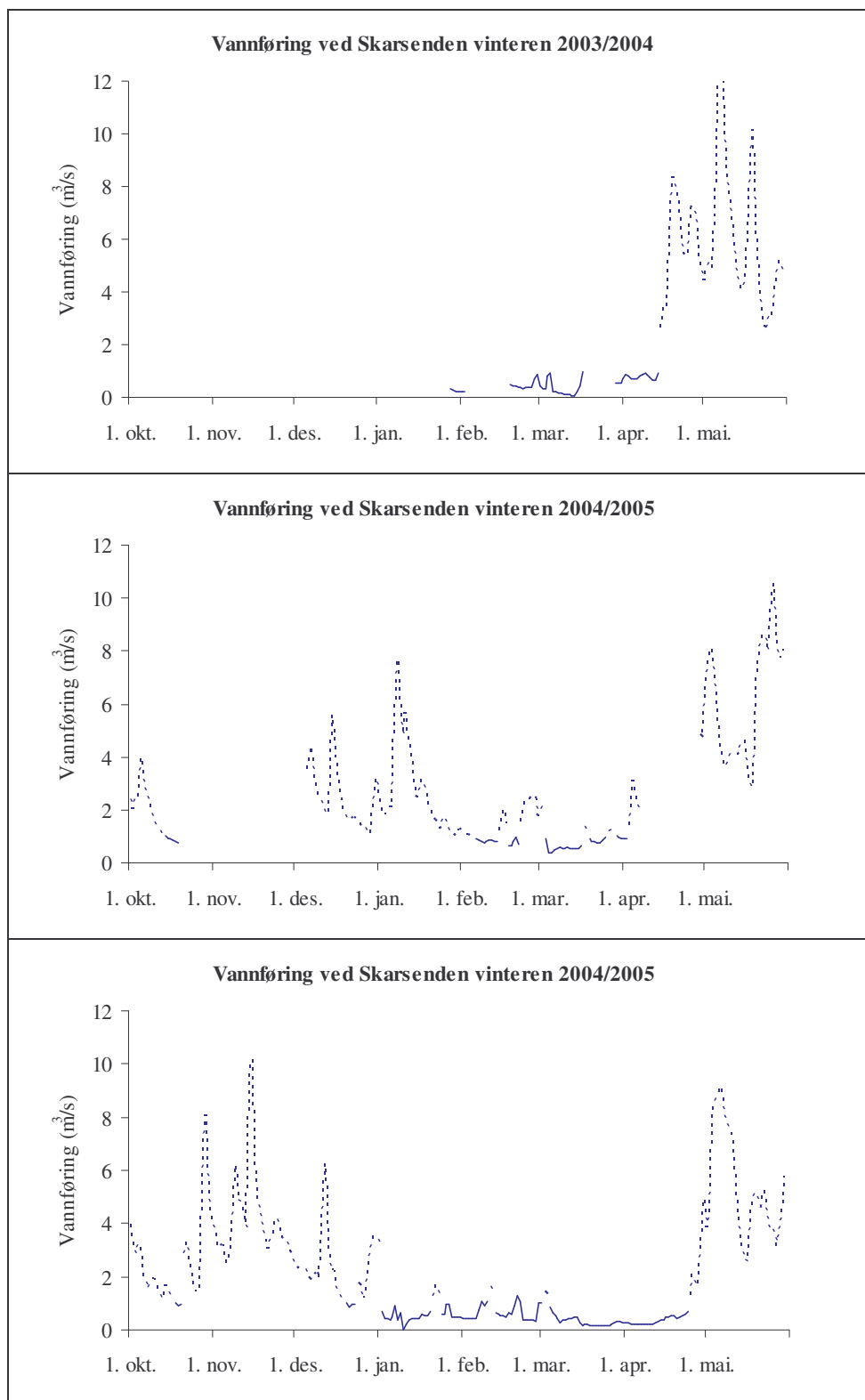
**Figur 14.** Vannstand i Bjoreio målt med trykksensor i Skarsenden i perioden januar 2004 – juli 2006. Vannstanden er her gitt som vanddyb over vannstandssensoren.



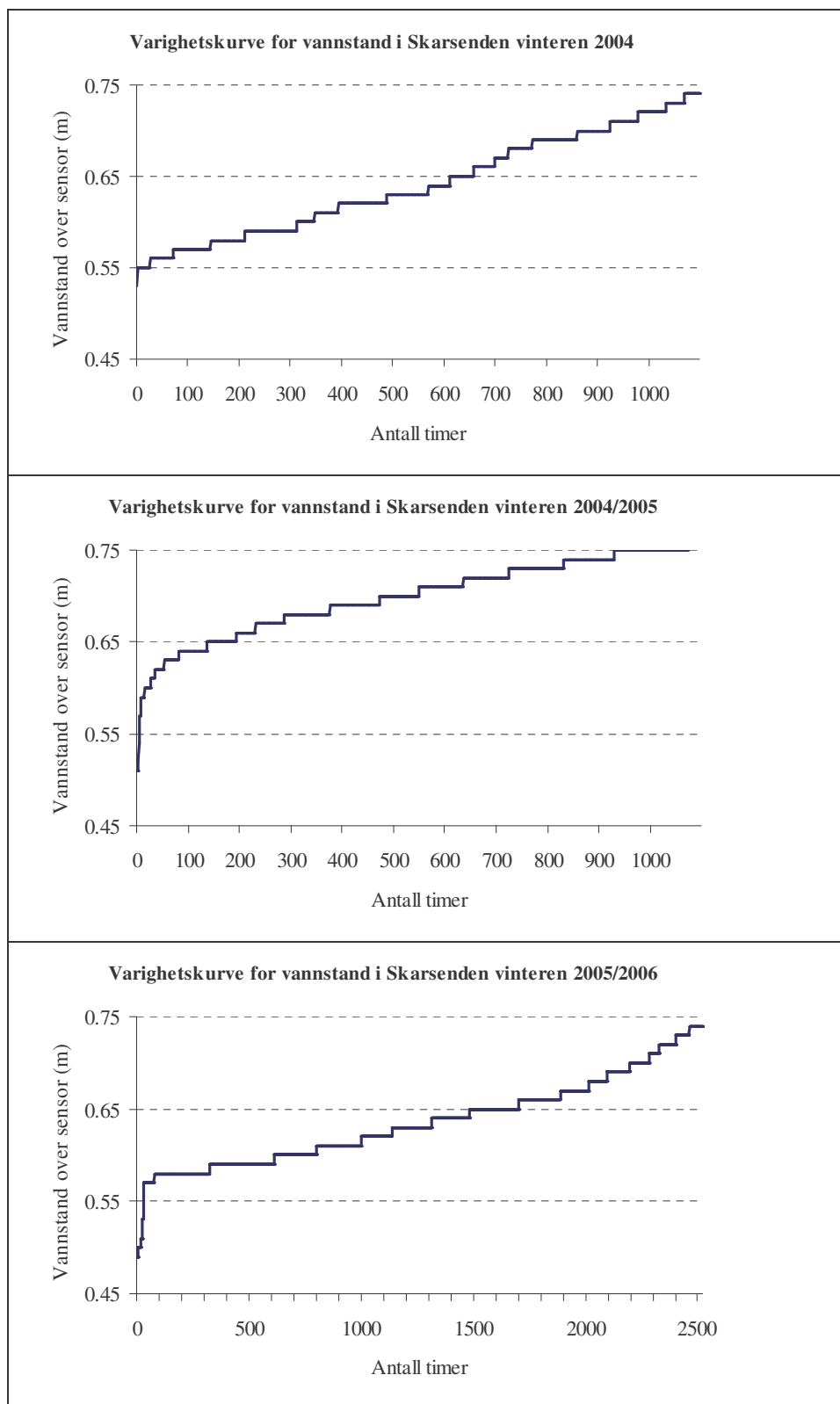
**Figur 15.** Forholdet mellom vannstand og vannføring ved sensoren i Skarsenden

I **figur 16** er døgnmiddelerdier for vannføringer vist for vinterperioden 2004-2006 i periodene med tilgjengelige data for vannstand ved Skarsenden. Periodevis kan vannføringen som vist på **figur 16** være noe overestimert. Dette skyldes at det har vært problemer med bunnis i hølen ved Skarsenden, som medfører at vannstanden blir noe høyere enn det vannføringen skulle tilsi.

Normal lav vintervannføring, målt som middelerdi for de periodene det går mindre enn 1 m<sup>3</sup>/s, var henholdsvis 470 l/s, 740 l/s og 490 l/s for vintersesongene 2004, 2005 og 2006. Det har imidlertid blitt registrert episoder med en del lavere vannføring alle tre årene. De laveste døgnmiddelerdiene som ble registrert var henholdsvis 80 l/s i 2004 og 380 l/s i 2005. Den laveste døgnmiddelvannstanden som ble registrert ved Skarsenden vinteren 2006 var 0,53 m over sensoren, noe som tilsvarer en vannføring under 24 l/s. De laveste timesverdiene av vannstand som ble registrert var henholdsvis 0,53 m, 0,51 m og 0,49 m over sensoren ved Skarsenden vintrene 2004, 2005 og 2006. Disse tilsvarer alle vannføringer lavere enn 24 l/s, som er den laveste vannføringen vannstandssensoren på Skarsenden er kalibrert for. Dette viser at det i alle tre vintersesongene forekom episoder med tilnærmet nullvannføring på den anadrome strekningen i Bjoreio, til tross for at intensjonen har vært å slippe 300 l/s fra Sysendammen i tørre perioder. I varighetskurvene for vannstand i Skarsenden i de periodene med tilgjengelige data for vintersesongene i perioden 2004-2005 (**figur 17**), ser en at det totalt sett bare er korte perioder av vinteren at vannstanden er svært lav. I løpet av hele den tiden vannstandssensoren var i drift vinteren 2005/2006 var det totalt i bare 30 timer at vannføringen var under om lag 130 l/s. Årsaken til disse episodene med svært lav vannføring kan trolig i stor grad tilskrives kjøring av Tveitofoss kraftstasjon (se **avsnitt 3.4.2**). I tillegg var vannføringen som ble sluppet fra Sysendammen noe lavere enn 300 l/s som ble registrert i reguleringsventilen (dette er nærmere omtalt i **avsnitt 3.4.1.2**).



**Figur 16.** Døgnmiddelvannføring målt ved vannstandssensoren i Skarsenden i Bjoreio for vintersesongene i perioden 2004-2006. Vannføringskurven er kalibrert for vannføringer i intervaller 0,024 m<sup>3</sup>/s – 1 m<sup>3</sup>/s. Vannføringer utenfor dette intervallet vil dermed være usikre, og vises derfor som stiplede linjer.



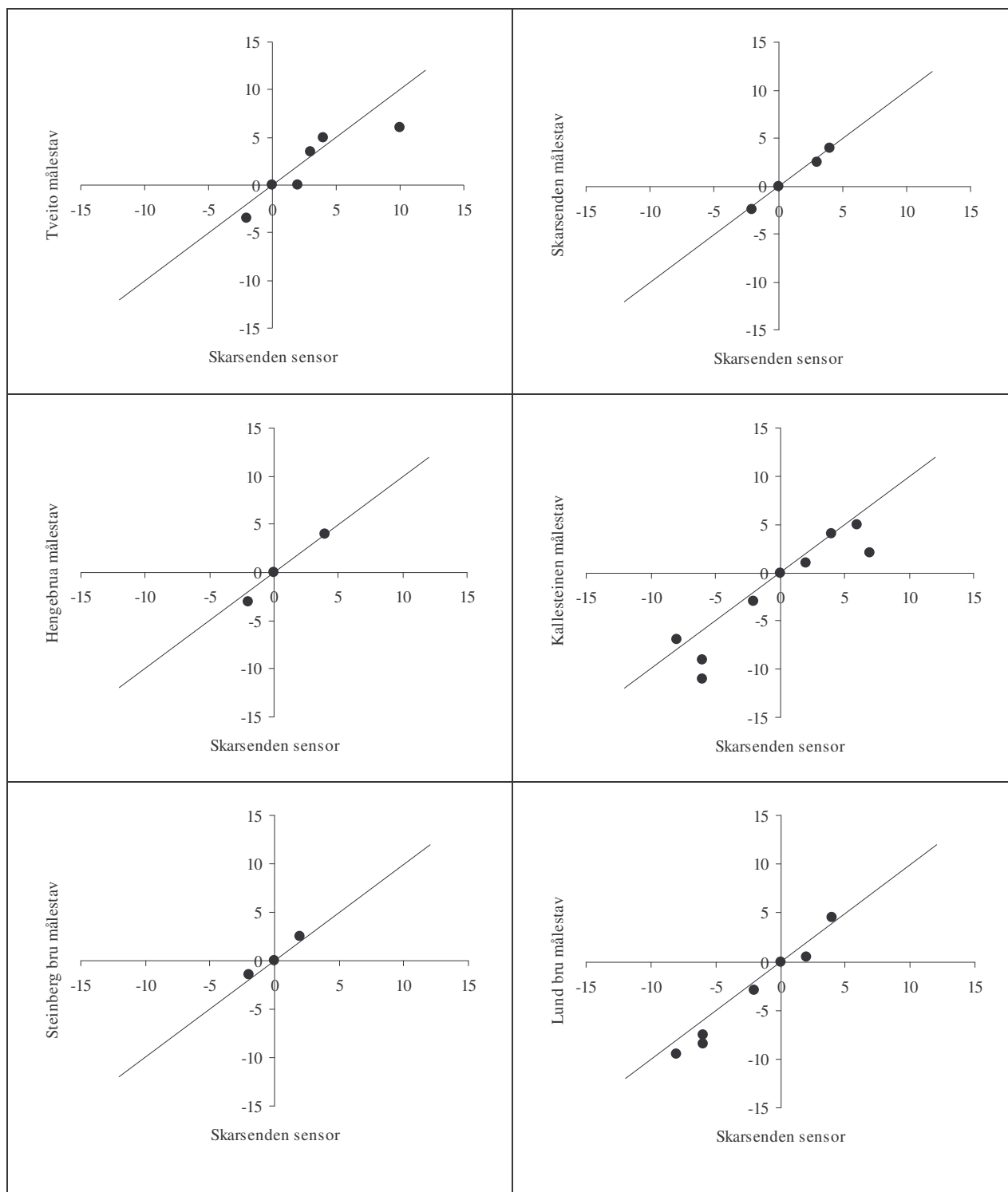
**Figur 17.** Varighetskurve for timesverdier av vannstand fra vannstandsmåleren i Skarsenden for vannstander lavere enn 0,75 m, dvs. når vannføringen er under 1 m<sup>3</sup>/s. Fra vinteren 2004 finnes det kun data fra 28. januar, da sensoren ble satt i drift. Varighetskurvene er ikke komplette, da vannstandssensoren periodevis har vært ute av drift.



### 3.4.1.1 Vannstand ved andre målepunkter i Bjoreio

For å kunne relatere vannstanden ved Skarsenden til stranding av gytegroper, må en forsikre seg om at endringer i vannstanden i Skarsenden er representativ for endringer i vannstand på de ulike gyteområdene i Bjoreio innenfor det aktuelle intervallet. Høsten og vinteren 2003/2004 ble det foretatt målinger av vannstand på en rekke målerstaver og fastpunkter i ulike deler av den anadrome strekningen i Bjoreio. Flere av disse målepunktene var tilknyttet viktige gyteområder. Endringer i vannstand ble undersøkt ved å plote vannstanden på de ulike målestavene mot vannstand i Skarsenden i forhold til et tidspunkt det finnes målinger fra alle målepunktene. Det ble generelt funnet et godt samsvar mellom vannstanden fra sensoren i Skarsenden og vannstand på de ulike målepunktene (**figur 17**). Alle punktene har imidlertid ikke blitt lest av like regelmessig, noe som gjør at datamaterialet ikke er like stort for alle målepunktene. Det ble også funnet enkelte avvik fra 1:1 linje, men dette kan skyldes målefeil, da det i enkelte tilfeller er vanskelig å lese av målestaven pga. bølger etc. I tillegg er det ikke notert klokkeslett for en del av målingene, samtidig som vannstanden har variert gjennom dagen.

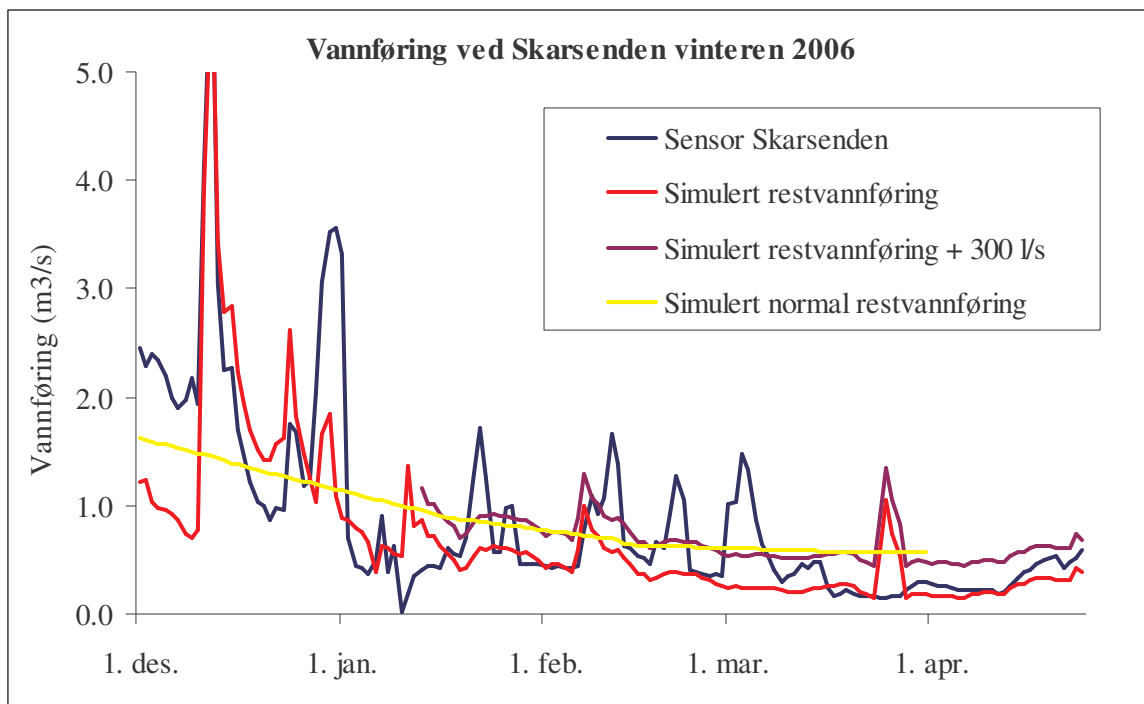
Resultatene fra **figur 18** viser at vannstanden i de ulike hølene i Bjoreio i stor grad kan beskrives av vannstanden ved sensoren i Skarsenden. Det er imidlertid gjennomført få målinger på svært lav vannføring, og det er usikkert hvor godt vannstanden i Skarsenden beskriver vannstanden på gyteområdene under slike forhold.



**Figur 18.** Vannstand på seks av de manuelle målestasjonene i Bjoreio plottet mot vannstanden fra sensoren i Skarsenden. Vannstanden målt den 19. februar 2004 er satt som nullpunkt for vannstanden da detter er datoen da det finnes data fra alle målestasjonene. Linjen angir hvor forholdet mellom vannstandene er lik 1, dvs. hvor endring med en cm i Skarsenden tilsvarer en cm på den andre stasjonen.

### 3.4.1.2 Restvannføring og slipp av vann fra Sysendammen vinteren 2005/2006

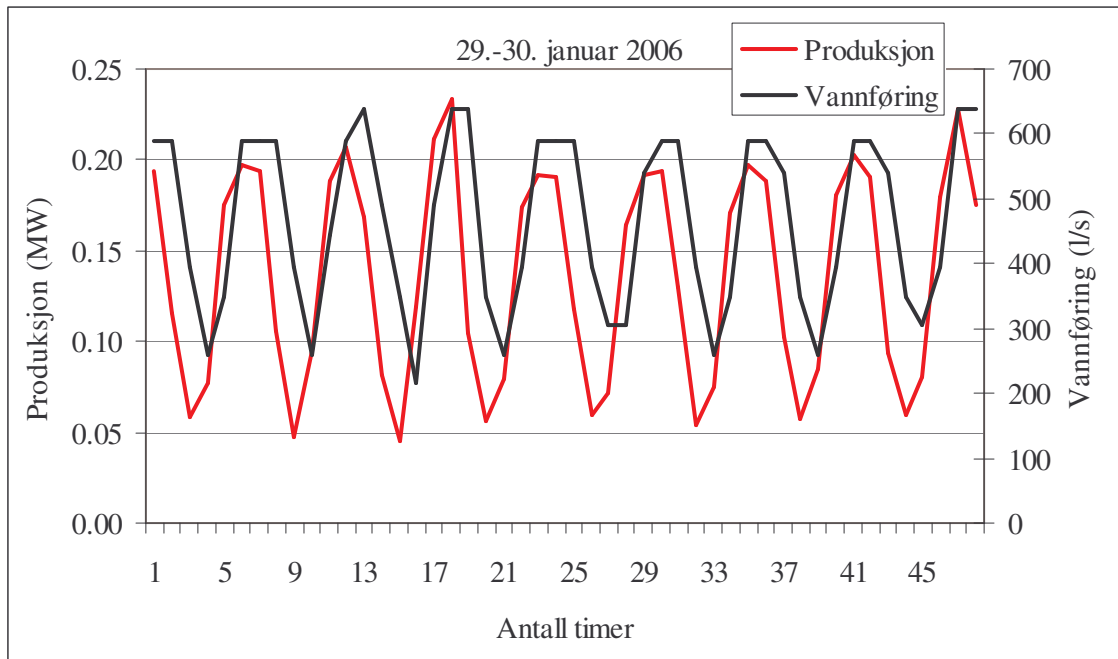
Basert på arealet av det uregulerte restfeltet til Bjoreio ved Skarsenden, som er 115 km<sup>2</sup>, og ved å bruke avrenning til et tilsvarende nedbørfelt målt ved Hølen i Kinso, har Statkraft v/Arve Tvede simulert restvannføringen for perioden 1. desember 2005 – 24. april 2006 og normal restvannføring ved Skarsenden (**figur 19**). Ved et vannslipp på 300 l/s fra Sysendammen f.o.m. 13. januar, burde vannføringen ved Skarsenden denne vinteren være lik den simulerte vannføringen for restfeltet pluss de 300 l/s fra Sysendammen. Som det kommer frem av vannføringen målt ved sensoren i Skarsenden, er vannføringen periodevis under den simulerte restvannføringen, og som tidligere nevnt i perioder også under 300 l/s. Ved målinger av vannføring like nedstrøms Sysendammen ble det vinteren 2006 registrert en vannføring som var vesentlig lavere enn de 300 l/s som det var ment å slippe fra ventilen (Statkraft v/Rolf Jensen, pers. medd.). En annen årsak er at en taper vann underveis, spesielt ved lave temperaturer pga. isdannelse etc. Dette kan i så fall forklare at vannføringen ved Skarsenden i perioder er lavere enn 300 l/s.



**Figur 19.** Simulert restvannføring og målt vannføring ved Skarsenden, sammen med simulert normal restvannføring og simulert restvannføring + vannslipp på 300 l/s fra Sysendammen vinteren 2005/2006. Simulering av restvannføringen og er gjennomført av Arve Tvede, Statkraft, basert på størrelsen på restfeltet og tilsvarende avrenning målt ved Hølen i Kinso. Simulert normal restvannføring er tilsvarende basert på nedskalert 30 års middelvannføring fra Kinso.

### 3.4.2 Effekt av Tveitofoss kraftstasjon på vannføringen i Bjoreio

Hurtige vannstandsendringer ved varierende kjøremønster i driften av Tveitofoss kraftstasjon har tidligere blitt vurdert å være en flaskehals for ungfiskproduksjonen i Bjoreio pga. stranding av gytegrøper og ungfisk. Ved sommervannføringen på om lag 12-13 m<sup>3</sup>/s vil drift av Tveitofossen ha liten innvirkning på vannføringen på elvestrekningen nedstrøms i Bjoreio. På lavere vannføringer kan imidlertid kraftstasjonen forårsake store variasjoner i vannføringen nedstrøms. Et vanlig kjøremønster har vært å variere produksjonen ved at en kjører kraftstasjonene så lenge det er vann i inntaksdammen, for deretter å redusere produksjonen mens inntaksdammen fylles opp. Et typisk eksempel på dette er vist på **figur 20**, der produksjonen i kraftverket er vist sammen med vannstanden i Skarsenden i perioden 29-30. januar 2006. Her ser en at variasjon i kjøremønster fører til hurtige variasjoner i vannføringen nedstrøms i Bjoreio ved Skarsenden, der vannføringen stiger og synker mellom om lag 300 l/s og 600 l/s. Dette mønsteret kjøres med seks timers mellomrom i denne perioden.

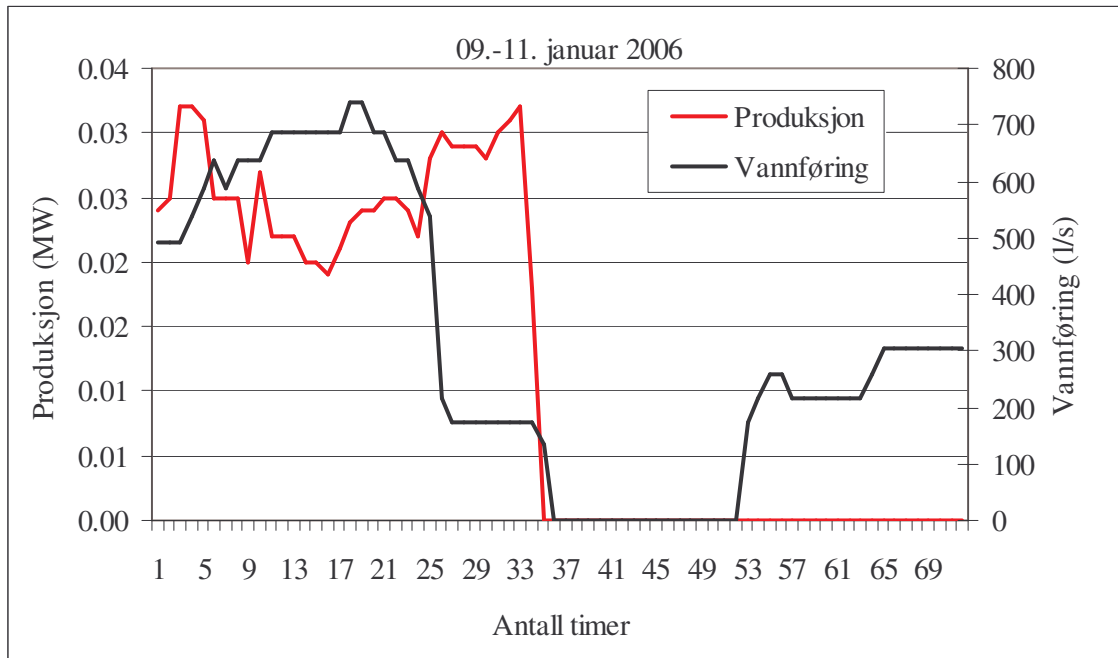


**Figur 20.** Produksjonen i Tveitofossen kraftstasjon og vannføring målt i Skarsenden i perioden 29-30. januar 2006 (data fra Indre Hardanger kraftlag).

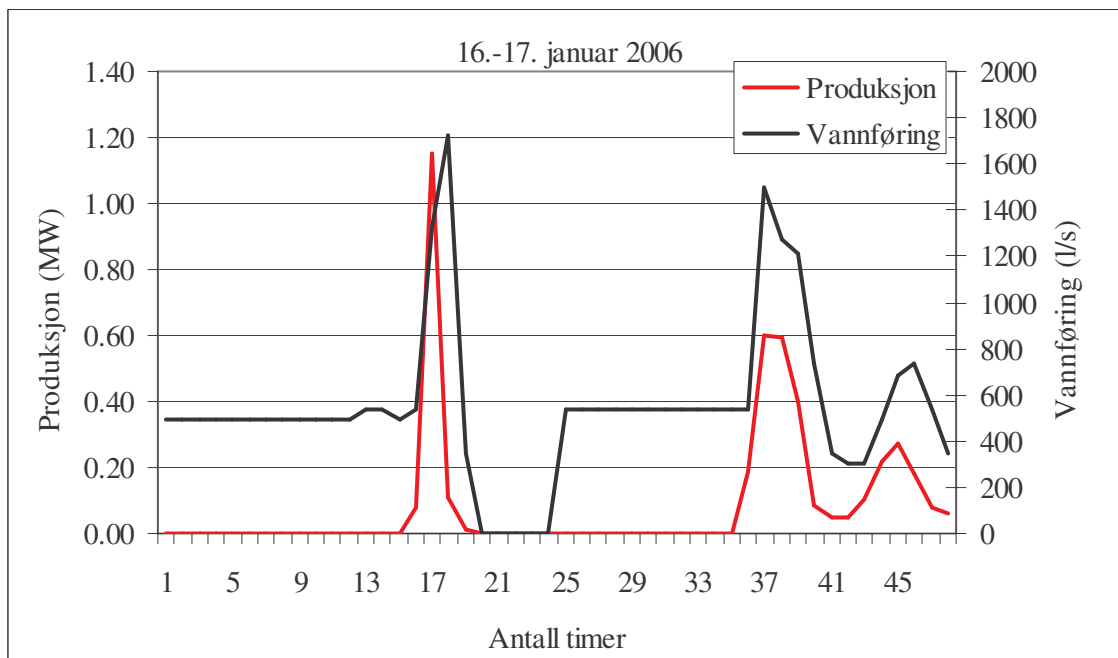
Et annet uheldig kjøremønster har forekommet når kraftstasjonen har stanset driften ved lave vannføringer. Vannføringen nedstrøms dammen kan da bli svært lav i perioden fra driften stanser og frem til inntaksdammen har fylt seg opp og det igjen blir overløp. Et eksempel er vist i **figur 21** fra en driftstans 10. januar 2006. På et par timer falt vannføringen først fra om lag 700 l/s til om lag 170 l/s. Deretter stanses driften i kraftstasjonen, noe som medfører at vannføringen i løpet av kort tid synker ned til tilnærmet null. I denne episoden holder vannføringen seg på tilnærmet null i 18 timer, før inntaksdammen har fylt seg opp og vannføringen igjen stiger til om lag 200 l/s. Et lignende eksempel kan tas fra en episode 16. januar samme året (**figur 22**), der en etter en periode med stabil vannføring på om lag 500 l/s starter kjøring av kraftstasjonene i om lag 2 timer og dermed tømmer inntaksdammen. Dette fører til at vannføringen i løpet av to timer øker til om lag 1,7 m<sup>3</sup>/s. Etter driftsstansen faller vannstanden raskt til 0,50 m ved sensoren i Skarsenden, noe som også tilsvarer en nullvannføring. Denne gangen tok det om lag 5 timer før dammen var fylt opp og vannføringen igjen kom opp på om lag 500 l/s. I løpet av vinteren ble det registrert flere slike episoder med ekstremt lav vannføring som var forårsaket av driftstans i Tveitofossen kraftstasjon. Disse episodene fører ofte til at en høy andel av gytegrøpene i Bjoreio strander (se **avsnitt 3.4.5**).

Hurtige reduksjoner i vannføringen kan også medføre at ungfisk som står på grunt vann strander. Flere studier har tidligere vist at tilsvarende raske reduksjoner i vannføringen nedstrøms utløp av kraftverk kan medføre massiv stranding blant ungfisk av laks og aure (bla. Hvidsten 1985, Saltveit et al. 2001). Forseth et al. (1996) fant at stranding av ungfisk etter driftstans var den mest sannsynlige årsaken til redusert ungfiskproduksjon og lavere fangst av laks nedstrøms Alta kraftverk i Altaelva. Hvor utsatt ungfisken er for stranding synes å være avhengig av flere faktorer. Saltveit et al. (2001) fant at strandingsfrekvensen blant ungfisk var høyere på vinteren enn om sommeren, noe som trolig henger sammen med aktivitetsnivået til fisken. De observerte vannføringsreduksjonene som følge av Tveitofossen kraftstasjon sannsynliggjør at stranding av ungfisk kan medføre betydelig dødelighet for ungfisk.

Det er i løpet av nærmeste fremtid planlagt å installere en forbitappingsventil i Tveitofossen kraftstasjon, noe som trolig i stor grad vil redusere problemene med hurtige vannstandsendringer som beskrevet ovenfor. Vannføringsssituasjonen nedstrøms kraftstasjonen bør imidlertid følges opp også etter at forbitappingsventilen er installert.



**Figur 21.** Produksjonen i Tveitofossen kraftstasjon sammen med vannstanden i Skarsenden i perioden 09-11. januar 2006. Produksjonsdata fra Indre Hardanger kraftlag.



**Figur 22.** Produksjonen i Tveitofossen kraftstasjon sammen med vannstanden i Skarsenden i perioden 16-17. januar 2006. Produksjonsdata fra Indre Hardanger kraftlag.

### 3.4.3 Gyteforhold og undersøkelser av gytegroper i Bjoreio i 2004-2006

Laks og sjøaure gyter ved at hofisken graver gytegroper i elvebunnen hvor eggene slippes og befruktes av en eller flere hannfisk. Deretter dekker hofisken eggene til med stein og grus. For å sikre god overlevelse av eggene og yngelen er hofisken svært selektiv med hvor den velger å gyte. Valg av gyteplass er ofte påvirket av vanddyb og vannhastighet, men det er bunnssubstratet som er bestemmende for hvor det er mulig for fisken å gyte. For at fisken skal kunne grave gytegroppen må bunnssubstratet bestå av grov grus og stein. Stor hofisk kan grave i grovere grus og dypere i substratet enn mindre hofisk, men blir steinene for grove vil hun ikke klare å grave. Hvis bunnssubstratet består av sand eller finmaterialer vil eggene få for lite oksygen. Typiske gyteplasser ligger ofte i forbindelse med res på utløp av høler og andre plasser hvor det har lagt seg opp egnede grusmasser som ligger stabilt.

Hvor mye egnet bunnssubstrat som er tilgjengelig som gyteområder i et elvesystem vil være avhengig av dynamikken mellom tilførselen av grus i elvesystemet, og hvordan hydrologien sorterer og transporterer masser. Typisk for mange regulerte elver er at redusert vannføring, samt bygging av terskler og dammer, reduserer elvas evne til å transportere grus nedover i vassdraget. Mye av grusen som er avsatt ved tidligere flommer vil ofte ligge høyt oppe i elveleiet hvor de enten ikke er tilgjengelig for fisken, eller blir tørrlagt ved lave vannføringer vinterstid.



Gyteområde i Bjoreio under gytetiden på høsten (t.v.) og på lav vannføring vinterstid (t.h.). I grusen under den store steinen ved personen ble det funnet gytegroper som hadde strandet (Foto: LFI-Unifob v/Bjørn T. Barlaup).

Bjoreio er preget av å være nokså stri i hele den anadrome strekningen, og bunnssubstratet består i stor grad av store blokker og stein. Det finnes relativt få plasser med grusavsetninger med typiske gyteområder for laks og aure, og gyttingen foregår i hovedsak på større og mindre flekker av grus i tilknytning til høler og bak store blokker. Det kan derfor ikke utelukkes at tilgang til gyteplasser kan være begrensende for rekrutteringen i Bjoreio, noe som også ble påpekt av Jensen et al (2004). I tillegg ligger flere av områdene med grus utsatt til for utspyling ved høye vannføringer og flom, eller for tørrlegging vinterstid. Tilgangen til gytegrus har imidlertid endret seg en del i løpet av prosjektperioden, både som følge av episoder med ras og flommer, og som følge av utlegging av gytegrus (se **avsnitt 3.4.3.1**). Tilførsel av grus fra flere mindre sideelver til Bjoreio fører til gytemuligheter utenfor utløpet av disse og på flekker der grusen blir liggende nedstrøms. Under en flom medio november 2004 raste store mengder med grus og steinmasser nedover en sideelv og ut i Bjoreio like ved Kallesteinen. Ettersom de tilførte grus og steinmassene ble lagt opp i hølen ved Kallesteinen og i partier nedstrøms, ble mesteparten av gytegroppene på denne elvestrekningen begravd under steinmassene. Høsten 2005 kom en ny stor flom som medførte både utspyling og sedimentering både ved Kallesteinen og andre steder i Bjoreio. Disse episodene har trolig medført at en del gytegroper har gått tapt. Etter hvert som grusmassene blir liggende på mer stabile plasser vil de på sikt trolig danne nye områder hvor fisken kan gyte.





Gyttegrøp gytt i tilgjengelig grus mellom blokker i Bjoreio (Foto: LFI-Unifob v/Bjørn T. Barlaup).

Ved undersøkelse av gyttegrøper på senvinteren 2004, 2005 og 2006 ble det totalt gjort registreringer av henholdsvis 130, 84 og 68 gyttegrøper på de undersøkte strekningene (**tabell 17**). Disse grøpene representerer et utvalg av det totale antallet gyttegrøper på de undersøkte områdene. Siden det er de samme strekningene som har blitt undersøkt hvert år, er det sannsynlig at forskjellen i antallet gyttegrøper gjenspeiler variasjoner i antall gyttegrøper på de aktuelle områdene hver vinter. Flommene som kom etter gytetiden høsten 2004 og 2005 medførte at flere av gyteområdene ble spylt ut eller sedimentert igjen. Flommen 14. november 2005 la opp et tykt lag med sand og finpartikulært materiale som begravde hele gyteområdet i hølen ved Finnasteinen, og førte til at det ikke var mulig å finne noen gyttegrøper her senvinteren 2006 til tross for at det trolig hadde vært gytt her høsten i forkant.

Materiale av rogn og plommeseekkyngel som var mulig å artsbestemme ved elektroforese, viste at henholdsvis 4,9%, 24,2% og 46,5% av gyttegrøpene i årene 2004, 2005 og 2006 var gytt av laks. I tillegg ble det i 2005 og 2006 funnet en andel hybrider på henholdsvis 3,0% og 3,8%. De øvrige gyttegrøpene var gytt av aure. Rognmaterialet fra en del av gyttegrøpene lot seg ikke artsbestemme (**tabell 17**). Dette gjelder hovedsaklig gyttegrøper med døde rogn som ikke gir utslag ved elektroforese.

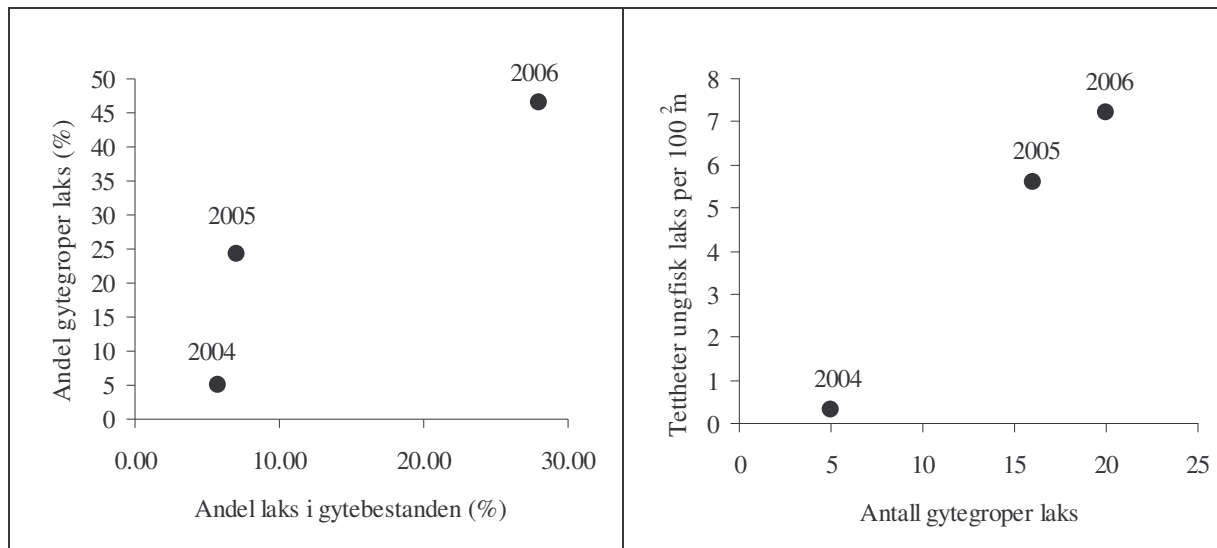
**Tabell 17.** Antall gyttegrøper av laks, aure og hybrider basert på artsbestemmelse ved elektroforese av rogn prøvetatt i Bjoreio på senvinteren 2004-2006. Ubestemt betyr at prøvene ikke har gitt utslag under elektroforesen.

År	Antall gyttegrøper				Totalt
	Laks	Aure	Hybrid	Ubestemt	
2004	5	98	-	27	130
2005	16	48	2	18	84
2006	20	20	3	25	68

I løpet av de tre årene har det blitt funnet gyttegrøper av laks spredt over hele den undersøkte strekningen, men de fleste har blitt funnet i tilknytning til gyteområdene i de større hølene. I 2004 ble det funnet en gyttegrøp av laks ved Kallesteinen, en på elvestrekningen mellom Kallesteinen og Finnasteinsfloten, en i hølen ved Finnasteinen og to i hølen ved Steinberg bru. I 2005 ble det funnet seks gyttegrøper av laks i hølen ved Skarsenden, to i hølen ved Finnasteinen og 8 i hølen ved Steinberg

bru, mens det i 2006 ble funnet 2 gytegrøper av laks ved Skarsenden, 3 ved Finnasteinsfloten, 12 i hølen ved Steinberg bru, og 3 ved utløpet av Juvo.

Andelen av gytegrøper av laks funnet på senvinteren i de tre årene stemmer relativt godt overens med andelen av laks i gytebestanden høsten i forkant (**figur 23**). Det er også godt samsvar mellom antall gytegrøper av laks på senvinteren og tettheten av ensomrige lakseunger påfølgende høst (**figur 23**).



**Figur 23.** Andelen av laks registrert i gytebestanden på høsten mot andelen av laks blant gytegrøper funnet på senvinteren (t.v.), og antall gytegrøper av laks på senvinteren mot tettheten av ensomrige lakseunger påfølgende høst. Andelen av laks i gytebestanden for 2003 er hentet fra Jensen et al. (2004).

### 3.4.3.1 Utlegging av gytegrus i Bjoreio vinteren 2002 og 2005

Høsten 2002 gjennomførte Statkraft et forsøk med å legge ut gytegrus på utløpet av Blåsteinskulpen i Bjoreio. Hensikten med grusutleggingen var å skape nye gyteplasser for laks og aure som lå så dypt at gytegrøpene ikke ble utsatt for stranding ved lave vintervannføringer. Under befaring høsten 2003 fant Jensen et al. (2004) at deler av grusen var blitt spylt ut, og en del hadde lagt seg opp på grunne områder opp til 65 m nedstrøms utleggingsområdet. Noe grus hadde imidlertid blitt liggende igjen, og det ble observert gyteaktivitet på den utlagte gytegrusen. Ved undersøkelse av gytegrøper senvinteren 2004 i regi av det foreliggende prosjektet, ble det registrert fem gytegrøper av aure på denne grusen. I 2005 og 2006 ble det ikke funnet noen gytegrøper på denne strekningen. Det ble heller ikke funnet grusflater som var store nok til at gyting kunne foregå verken på selve utleggingsområdet eller i grus som var spylt ut nedstrøms. Dette tyder på at resten av grusen ble spylt ut i løpet av våren 2004 - vinteren 2005.

Vinteren 2005 ble det lagt ut totalt 173 tonn gytegrus fordelt på fire områder, Hengebruhølen, Finnasteinsfloten, Finnasteinshølen og hølen ved Steinberg bru. Disse var for første gang tilgjengelige for fisken under gytetiden høsten 2005. Mye av grusen ble imidlertid spylt ut under flommen som kom rundt den 14. november høsten 2005. Ved undersøkelsene av gytegrøper senvinteren 2006 var mesteparten av grusen både ved Hengebruhølen og ved Finnasteinen spylt ut, og det ble ikke funnet tegn etter gytegrøper på noen av disse plassene. Også grusutlegget ved Finnasteinsfloten var utsatt for utspyling. Her ble det imidlertid liggende igjen nok grus til at fisken kunne gyte, og av tre gytegrøper som ble registrert her var to gytt i tiltaksgrusen. I tillegg ble noe av grusen liggende for dypt for å undersøkes, men som fisken trolig hadde tatt i bruk.

Grusutlegget ved Steinberg bru var utsatt for noe utspyling, men senvinteren 2006 lå fortsatt mesteparten av grusen igjen på utleggingsområdet. Deler av grusen hadde lagt seg opp på en tunge i stryket like nedstrøms. I 2006 ble det registrert totalt 50 gytegrøper på utløpet av Steinberg bru, hvorav

23 var gytt i tiltaksgrusen, og de øvrige i grus og stein som opprinnelig lå på området. Deler av grusen som var spylt ut hadde lagt seg på et grunt område som ble tørrlagt ved lav vannføring. I denne grusen ble det funnet tre gytegroper som alle hadde strandet.

### 3.4.4 Dybdefordeling og overlevelse i gytegroper

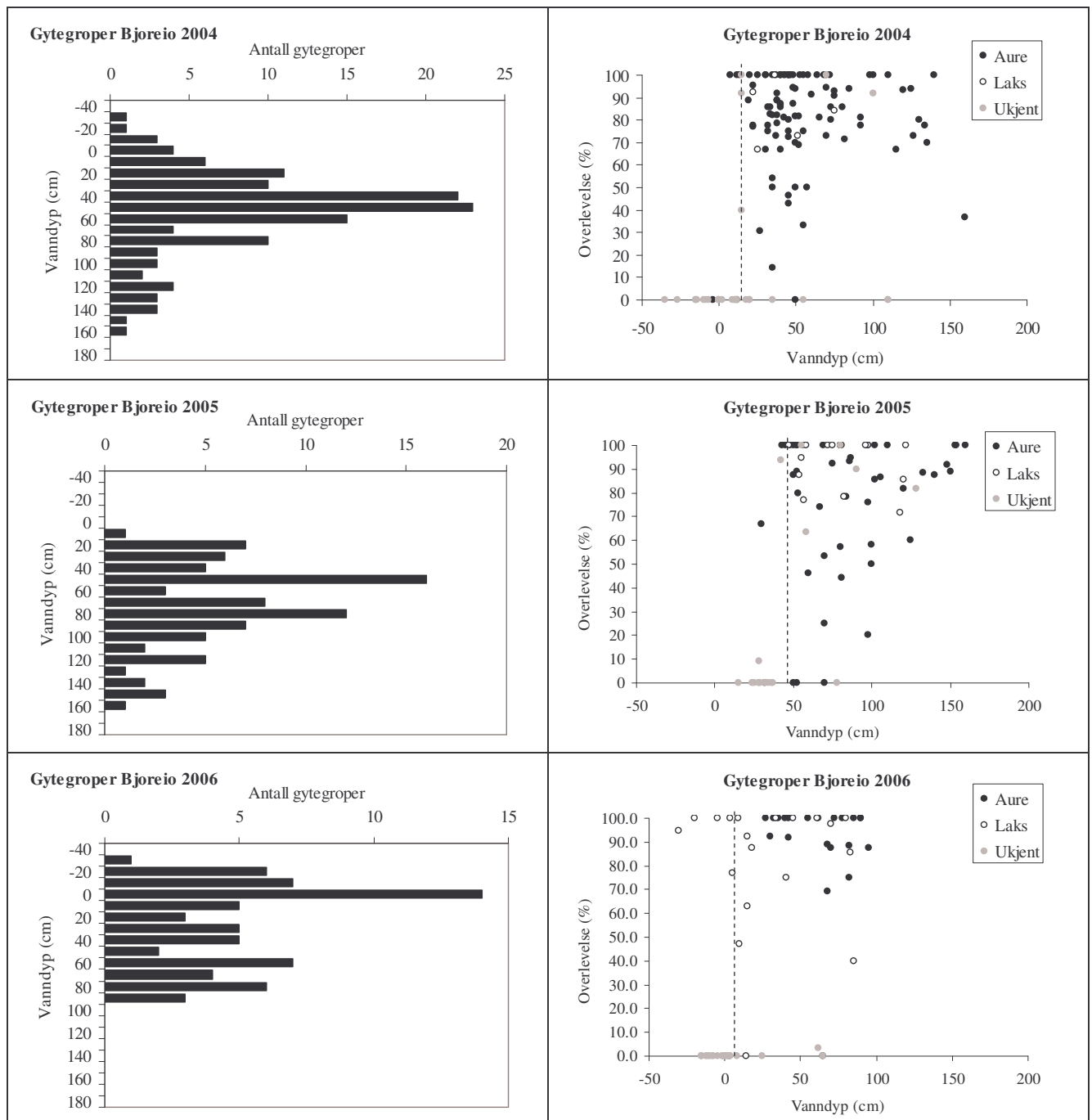
Dybdefordeling for gytegroperne, dvs. hvor gytegroperne ligger i forhold til vannspeilet på det tidspunktet da registreringene ble gjennomført, er vist i venstre kolonne på **figur 24**. Som det kommer frem av figuren varierer dybdefordelingen for gytegroperne noe i de tre årene, noe som skyldes at undersøkelsene ble gjennomført ved noe ulike vannstander. Fordelingen av gytegroper vil også være avhengig av vannføringen i gytetiden, og hvilke gyteområder som er tilgjengelig hver gytelsesong. Dette vil medføre noe mellomårsvariasjon i fordelingen.

Når undersøkelsene ble gjennomført senvinteren 2004, var 6,9% av de registrerte gytegroper strandet, dvs. at grusoverflaten til gytegroperne lå over vannspeilet. I 2005 ble det ikke registrert gytegroper over vannspeilet. Senvinteren 2006 var imidlertid 20,6% av de registrerte gytegroperne strandet ved undersøkelsestidspunktet. I alle de tre årene hadde imidlertid vannstanden vært lavere i løpet av vinteren enn den var da undersøkelsene ble gjennomført.

Den gjennomsnittlige eggoverlevelsen i årene 2004-2006 var henholdsvis 66,8%, 68,9% og 54,2%. Dette må betegnes som en unormalt lav overlevelse, noe som i stor grad skyldes dødelighet som følge av stranding av gytegroper. Forholdet mellom vanddyp og eggoverlevelse i gytegroperne som ble registrert i prosjektperioden er vist i høyre kolonne på **figur 24**. Her ser en at det er en klar sammenheng med at gytegroperne som har vært utsatt for stranding i stor grad er rammet av total dødelighet.

Stranding og tørrlegging av gytegroper trenger imidlertid ikke å bety at rogn dør, da rogn kan klare seg i perioder så lenge det er fuktig nede i grusen. I 2006 ble det funnet høy overlevelse i flere gytegroper som lå tørrlagt. Overlevelsen i gytegroper som er strandet vil derfor være avhengig av både hvor ofte og hvor lenge de blir liggende tørrlagt, og av hvordan forholdene er under strandingsepisoden. I tillegg kan andre stedsspesifikke forhold påvirke overlevelsen. Trolig tåler rogn på øyerognstadiet mer enn nybefruktet rogn eller plommeseckkyngel, og høyest dødelighet vil forekomme ved strandingsepisoder i perioder med frost. I enkelte tilfeller vil derfor en tørrlegging i bare noen timer kunne medføre total dødelighet i en gytegrop. Selv korte episoder med svært lav vannføring kan derfor bli flaskehals for overlevelsen i gytegroperne og bør derfor unngås.

Også blant en del av gytegroperne som lå dypere og som ikke ble utsatt for stranding ble det registrert relativ høy dødelighet (**figur 24**). En del av denne dødeligheten kan skyldes at lav vannføring vil føre til mindre vanngjennomstrømming i grusen. Dette kan medføre ugunstige oksygenforhold i grusen og økt dødelighet for rogn. Lav vintervannføring kan derfor være uheldig også for gytegroper som ikke strander.



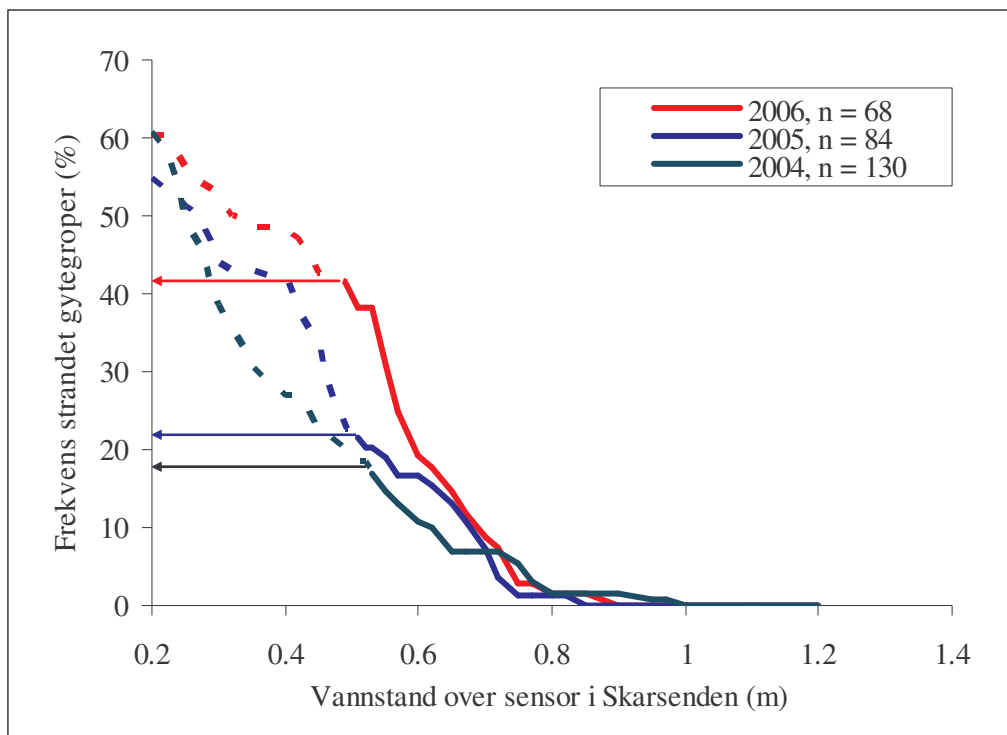
**Figur 24.** Dybdefordeling for gytegroper, dvs. avstand fra vannoverflaten til overflaten av gytegroppen ved undersøkelsestidspunktet (t.v.), og overlevelse i gytegroppene i forhold til vannndypet (t.h.). Negative verdier tilsier at gytegroppene lå på tørt land ved undersøkelsestidspunktet. Den stiplede linjen viser den laveste registrerte vannstanden som ble registrert på vannstandsensoren i Skarsenden i forhold til vannstanden ved undersøkelsestidspunktet (dvs. vannstand = 0).

### 3.4.5 Sammenheng mellom vannstand og stranding av gytegroper

Basert på dybdefordelingen av gytegroppene registrert på sen vinteren i 2004, 2005 og 2006 har vi beregnet andelen av gytegroper som strander som en funksjon av vannstanden i Bjoreio (**figur 25**). De laveste vannstandene som ble registrert i Skarsenden i vintersesongene 2004, 2005 og 2006 var henholdsvis 0,53 m, 0,51 m, og 0,49 m over sensoren. Ut i fra dette ble henholdsvis 16,9%, 21,4% og 41,2% av gytegroppene utsatt for en eller flere strandingsepisoder i de tre årene. Årsaken til at strandingfrekvensen er forskjellen i de tre årene skyldes både forskjeller i laveste vannstand, samt at

en større andel av gytegrøpene var gytt grunnere i 2006 og 2005 enn i 2004. Dette kan både henge sammen med vannføringen i gytetiden og at enkelte områder ble spylt ut eller utsatt for sedimentering og derfor ikke var tilgjengelige for gyting enkelte av årene, mens nye gyteområder kom til som følge av grusutlegging eller at det hadde lagt seg opp grus på nye plasser.

I **figur 25** er strandingsfrekvensen for gytegrøpene i hvert av årene vist som hel linje ned til den laveste vannstanden som ble registrert samme vinter. Ved vannstander lavere enn det som er registrert, vil strandingsfrekvensen bli usikker og er derfor vist med stiptet linje. Dette skyldes at en ved vannføringer ned mot null etter hvert vil nå en terskelverdi der vannstanden i hølene ikke lenger vil synke. I følge kalibreringskurven for vannstandssensoren i Skarsenden (se **avsnitt 3.4.1**) vil vannføringen kun være om lag 24 l/s ved en vannstand på 0,54 m over sensoren. Den laveste vannstanden som er registrert i hele perioden vannstandsmåleren har vært i drift er 0,49 m over sensoren, noe som trolig er nær terskelverdien.



**Figur 25.** Strandingsfrekvens av gytegrøper beregnet ut fra dybdefordeling av gytegrøper i årene 2004-2006 i forhold til vannstand over sensoren i Skarsenden. Hel linje viser frekvens av stranding ned til den laveste vannstanden som ble målt vinteren hvert av årene, mens stiptet linje viser antatt strandingsfrekvens ved ytterlig lavere vannstand. Pilene viser strandingsfrekvensen i forhold til laveste registrerte vannstand i hvert av årene.

Til tross for at det ble sluppet vann fra Sysendammen i store deler av vintersesongen i prosjektperioden så har det forekommet episoder med svært lave vannføringer og høye frekvenser av stranding av gytegrøper alle tre vintersesongene. Dette skyldes som tidligere nevnt at vannføringen ut av Sysendammen har vist seg å være noe lavere enn hva man hadde trodd, samt at stans i driften av Tveitofossen kraftstasjon har medført episoder med ekstremt lave vannføringer nedstrøms kraftstasjonen. Hvis det i løpet av vinteren 2006 hadde blitt sluppet 300 l/s fra Sysendammen, samt en hadde unngått de uheldige episodene som følge av Tveitofossen kraftstasjon, skulle vannføringen denne vinteren i følge beregningene i **avsnitt 3.4.1.2** vært i gjennomsnitt 680 l/s i Bjoreio ved Skarsenden, og den laveste vannføringen omtrent 450 l/s. Dette ville ha medført at strandingsprosenten denne vinteren hadde blitt redusert fra 41,2% til om lag 14,7%.



For helt å unngå stranding slik gytegrøpene var fordelt i 2004, 2005 og 2006 burde vannstanden henholdsvis ha vært over 1,00 m, 0,85 m og 0,90 m over sensoren i Skarsenden gjennom hele vinteren i hvert av de tre årene. Dette tilsvarer vannføringer på henholdsvis om lag 2,5 m<sup>3</sup>/s, 1,6 m<sup>3</sup>/s og 1,8 m<sup>3</sup>/s. Det vil imidlertid være vanskelig å sikre seg helt mot stranding. Selv korte perioder med høy vannføring i gytetiden kan medføre at enkelte gytegrøper blir gytt på grusrygger som senere blir tørrlagt selv på moderat vannføring. Stranding av gytegrøper forekommer også i uregulerte elver. I Vosso ble det beregnet at den gjennomsnittlige strandingsfrekvensen var om lag 6% (Barlaup et al. 1994).

Med tanke på bestandssituasjonen i Bjoreio, der eggteitheten i de senere årene har vært under gytemålet for laks og i flere år også for aure, er det sannsynlig at dødelighet som følge av stranding av gytegrøper har vært en begrensende faktor for ungfiskproduksjonen i vassdraget. For å redusere eggdødeligheten som følge av stranding bør det slippes en vannføring vinterstid som sikrer at omfanget av stranding reduseres til et akseptabelt nivå. Basert på forholdet mellom strandingsfrekvens og vannstand i prosjektperioden (**figur 25**) må vannstanden være over 0,7 m over sensoren på Skarsenden for å sikre en strandingsfrekvens under 10% i alle tre årene. Dette tilsvarer en vannføring på 750 l/s. Det er imidlertid også svært viktig at en unngår flaskehalsen i form av korte episoder med svært lav vannføring, som for eksempel episodene som har vært forårsaket ved stans i Tveitofossen kraftstasjon. Slike episoder kan medføre stranding av både gytegrøper og ungfisk, og kan derfor ha en særlig uheldig virkning på bestanden.



Strandingsutsatt gyteområde ved Kallesteinen i Bjoreio. Spaden markere en strandet gytegrøp (Foto: LFI-Unifob v/Bjørn T. Barlaup).

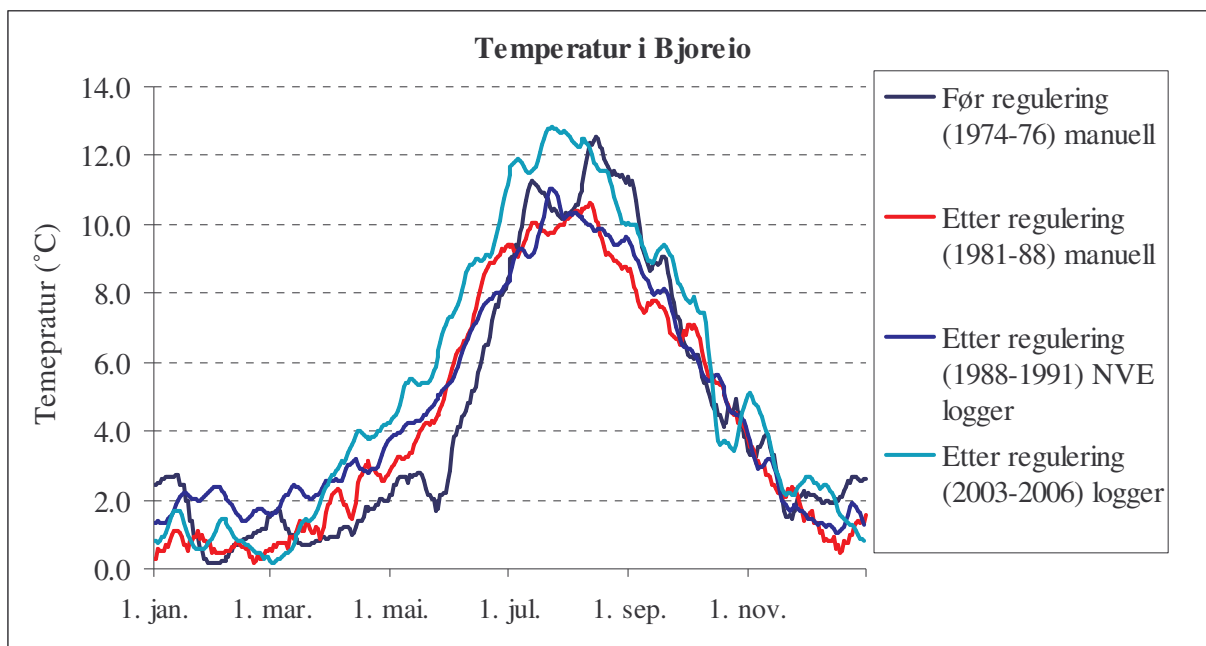
## 3.5 Temperaturforhold og manøvrering av vannslipp til Vøringsfossen

### 3.5.1 Temperaturforholdene i Bjoreio

De fleste fysiologiske prosesser hos fisk er temperaturavhengige, og vanntemperaturen er en av miljøfaktorene som har størst innvirkning på produksjon hos fiskebestander (Wotton 1990). Hos laks og aure er både utvikling av rogn og plommesekkkyngel, næringsopptak og vekst temperaturavhengig. Endringer i temperaturforholdene i vassdragene som følge av regulering kan derfor ha stor effekt på fiskeproduksjonen i vassdraget. Endret temperatur i vinterhalvåret kan medføre endringer i utviklingshastigheten til egg og plommesekkkyngel, og dermed forskyve tidspunktet for den kritiske perioden når yngelen kommer opp av grusen og starter første næringsopptak (også kalt swimup). En senkning av sommertemperaturen kan medføre dårligere vekstforhold for ungfisken. Dette kan igjen medføre en økt smoltalder og redusert smoltproduksjon i vassdraget.

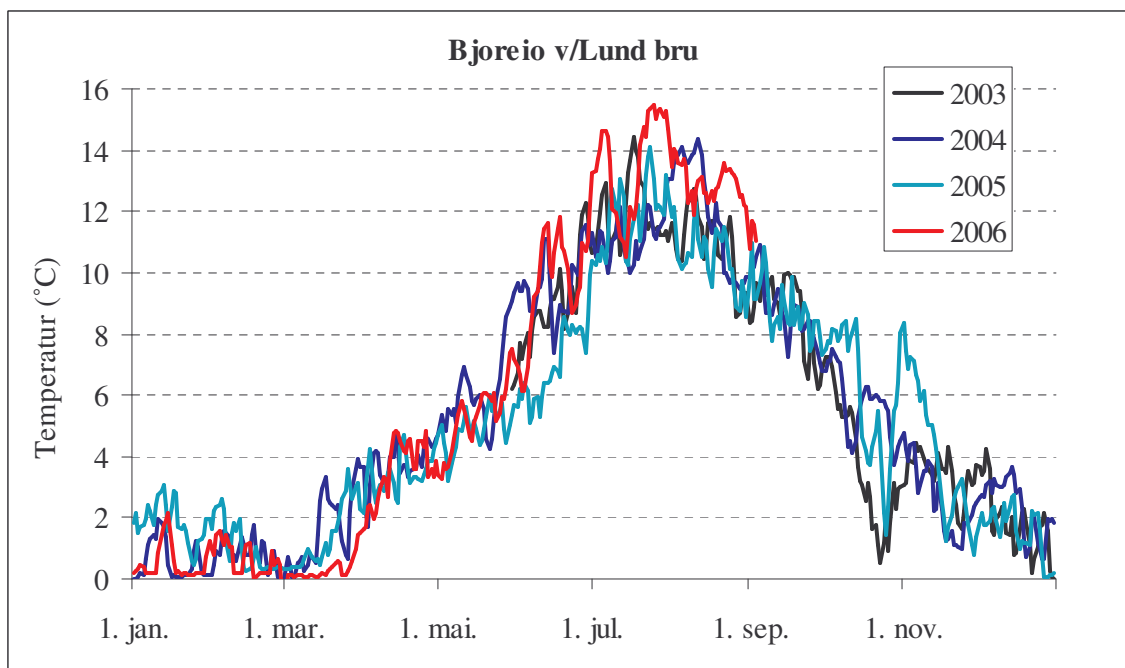
Fra før reguleringen finnes det temperaturdata fra Bjoreio i form av manuelle målinger foretatt ved Sæbø i perioden 1974-1976 i regi av NVE. I denne perioden er temperaturen målt hver annen eller tredje dag i sommerhalvåret, og omtrent en gang i uken vinterstid. Etter regulering finnes det tilgjengelige temperaturdata fra tre perioder, manuelle temperaturdata i perioden 1981-1988, fra temperaturlogger fra NVE i perioden 1988-1991 og fra temperaturlogger ved Lund bru i perioden 2003-2006. Basert på temperaturdataene fra før reguleringen, og fra data fra temperaturloggeren til NVE i perioden 1988-1991, konkluderte Jensen et al. (2003) at reguleringen hadde medført en økning i vintertemperaturen i størrelsesorden 1-1,5°C, og redusert maksimum sommertemperatur med 1-3°C (**figur 26**) som følge av tapping av kaldt vann fra Sysendammen. Siden de manuelle temperaturmålingene fra før regulering er foretatt ved ett eller to tidspunkt i døgnet, kan resultatene bli avvikende i forhold til å sammenligne med døgnmiddeltemperatur fra målinger foretatt flere ganger i døgnet på grunn av døgnvariasjon i temperatur. Det kan derfor være mer hensiktsmessig å sammenligne temperaturdataene fra før reguleringen med tilsvarende manuelle temperaturdata tatt med samme prosedyre etter reguleringen. De manuelle temperaturmålingene fra perioden 1981-1988 viser, som loggerdataene fra 1988-1991, at sommertemperaturen har blitt redusert (**figur 26**). Imidlertid så viser de i motsetning til loggerdataene at vintertemperaturen har blitt noe lavere etter regulering. Dette kan virke rimelig da vintervannføringen etter reguleringen er preget av svært lav vannføring fra det uregulerte restfeltet og at bidragene fra innsjøene er redusert. Det er imidlertid sannsynlig at variasjonen i temperatur har økt ettersom vannføringen er lavere. Temperaturen i perioden april – juni synes imidlertid å ha blitt noe høyere etter regulering. Også dette kan virke rimelig da store deler av de høytliggende feltene er regulert bort. En skal imidlertid være forsiktig med å trekke konklusjoner da oppløsningen på grunnlagsdataene i de ulike periodene er forskjellig, samt at noe av forskjellene kan skyldes mellomårsvariasjon. Temperaturen i perioden 2003-2006 synes å være høyere i både vår og sommerperioden i forhold til de tidligere periodene. Årsaken til dette omtales mer i de neste avsnittene.





**Figur 26.** Temperaturkurver for Bjoreio vist som løpende ukemiddeltemperaturer i ulike perioder før og etter regulering.

Temperaturen på den anadrome strekningen i Bjoreio ved Lund bru for hvert av årene 2003-2006 er vist i **figur 27**. Typisk for hele perioden er at temperaturen varierer mellom 0-2°C fra desember til i begynnelsen av april. Deretter øker temperaturen til den når et maksimum på ca. 11-15°C i august, før den igjen synker utover høsten. Det har vært noe variasjon mellom de ulike årene. I 2005 var temperaturen relativt lav hele forsommeren på grunn av store snømengder og smeltevann, og det gikk helt til begynnelsen av juli før døgnmiddeltemperaturen steg over 8°C. Sommeren 2006 var den varmeste i perioden, med døgnmiddeltemperaturer opp i 15,5°C.

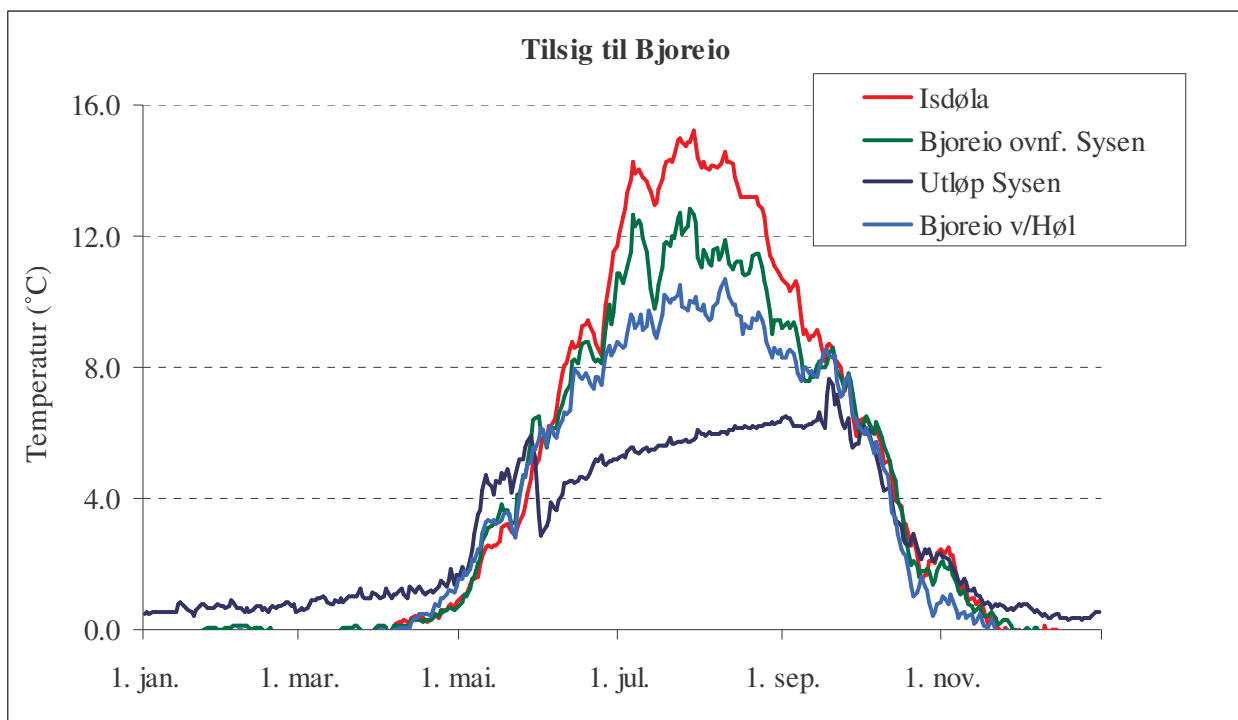


**Figur 27.** Døgnmiddeltemperatur i Bjoreio fra logger ved Lund bru i perioden 2003-2006. Høsten 2005 ble trolig loggeren liggende tørt i en periode, og det er i dette tidsrommet derfor brukt data fra sensoren i Skarsenden.

### 3.5.2 Manøvrering av vannslipp fra tilsig med ulik temperatur

I perioden 1. juni – 15. september har Statkraft pålegg om å opprettholde en minstevannføring på 12 m<sup>3</sup>/s ved Vøringsfossen. Vannet slippes fra en ventil i Sysendammen som reguleres i forhold til en vannføringsmåler plassert ved Høl like ovenfor Vøringsfossen. I perioder med lite vann fra resttilsigene slippes det dermed tilsvarende mer vann fra Sysendammen slik at vannføringen ved Høl til en hver tid er over 12 m<sup>3</sup>/s. Restfeltet til Bjoreio ved Vøringsfossen utgjøres av tilsigene som kommer fra Sysendalen nedenfor inntaket av Bjoreio ved Storli, samt tilsig nedenfor tunnelinntaket i Isdal.

Vannet som tappes fra reguleringsventilen i Sysendammen består av bunnvann som holder en stabil temperatur på 4-6°C hele sommerperioden. Dette vannet er betydelig kaldere om sommeren enn vannet som utgjør de øvrige tilsigene i Bjoreio (**figur 28**). Desto mer kaldt vann som må tappes fra Sysendammen, desto lavere bli temperaturen nedover i Bjoreio, og dermed mer ugunstig for bestandene av laks og sjøaure. Et alternativt tappemønster for å opprettholde minstevannføring i Vøringsfossen er å slippe noe av vannet fra de regulerte feltene i Isdøla og fra Bjoreio ved Storlia videre ned i Bjoreio, og dermed slippe mindre kaldt vann fra ventilen i Sysendammen. Dette alternativet vil ikke medføre tap av vann for regulanten. Dette gjøres i praksis ved å åpne en luke i tunnelinntaket i Isdal som gir en vannføring på opptil 1,5 m<sup>3</sup>/s, avhengig av vannstandstrykket ovenfor luken, og to luker i tunnelinntaket i Bjoreio ved Storli som samlet gir en vannføring på om lag 2,5 m<sup>3</sup>/s. Denne type manøvrering av lukene i Isdal og Storlia har vært gjennomført i hele prosjektperioden (2004-2006), men har også vært gjennomført i flere år tidligere.



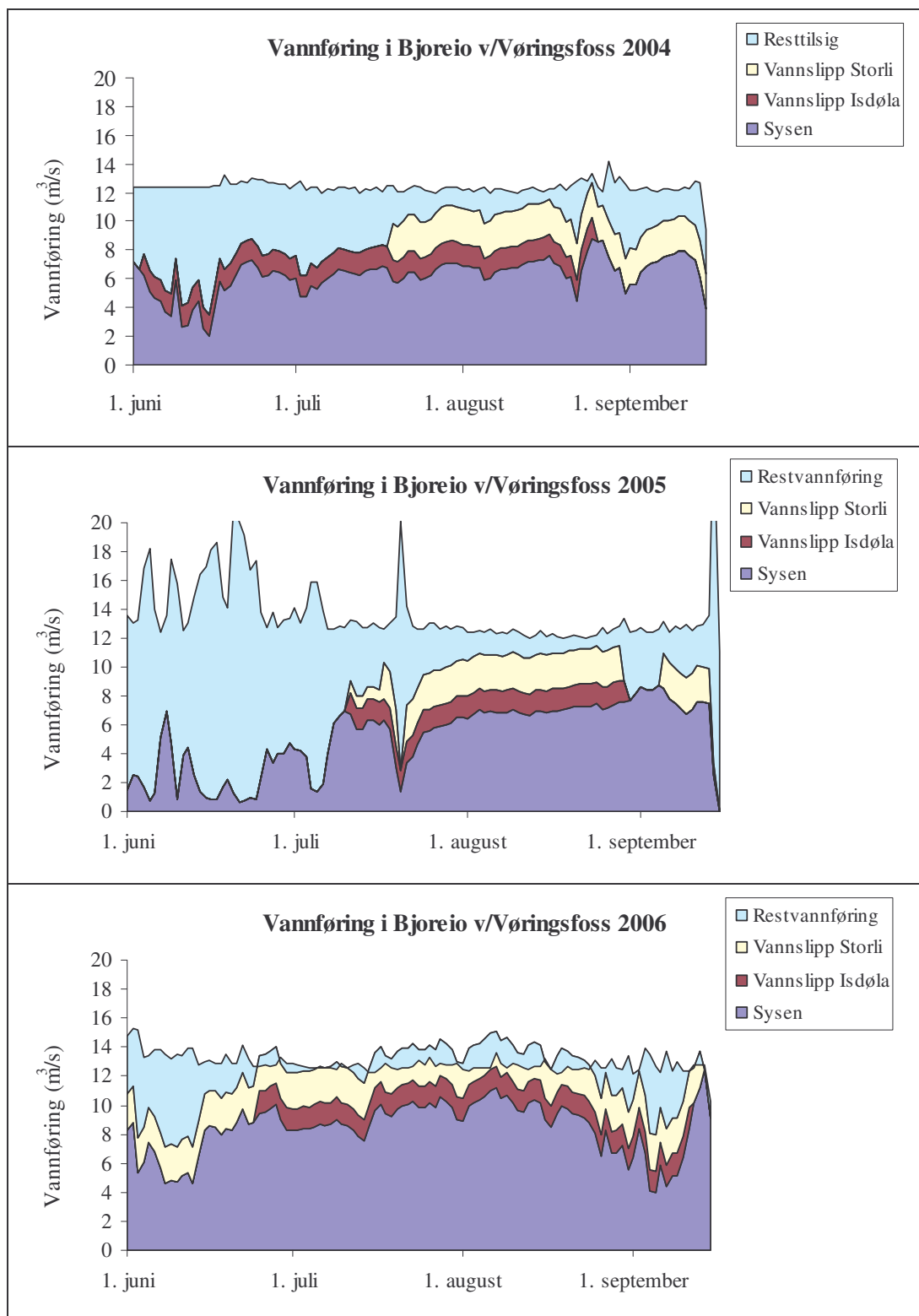
**Figur 28.** Middeltemperaturer for tilgjengelig data i perioden 2001-2006 fra Isdøla, Bjoreio ovenfor Sysendammen, Leiro like nedstrøms tappeventilen i Sysendammen og Bjoreio ved Høl.

### 3.5.3 Bidrag fra ulike felter til vannføring i Bjoreio ved Vøringsfossen

Basert på målt vannføring ved Høl og i ventilen ut av Sysendammen, samt forventede vannføringer fra lukene i Isdal og Storlia, kan en sette opp et vannføringsbudsjett for Bjoreio ved Vøringsfossen i perioden med minstevannføring i årene 2004 – 2006 (**figur 29**). Vannføringsbidraget fra resttilsiget er her beregnet som differansen mellom vannføringen ved Høl og bidragene fra Sysen, Isdal og Storlia. I årene 2004-2005 er gjennomsnittlig vannføring ved Høl i perioden 1. juni – 15. september henholdsvis 12,4 m<sup>3</sup>/s, 13,7 m<sup>3</sup>/s og 12,9 m<sup>3</sup>/s.

Bidraget fra resttilsiget er vanligvis størst tidlig i perioden mens snøsmeltingen pågår. I 2005 førte store snømengder i fjellet til at avrenning fra restfeltet dominerte vannføringen i Bjoreio til langt ut i juli. I 2006 var det en helt annen situasjon, der lite snø på fjellet og en nedbørsfattig sommer medførte at tilsiget var uvanlig lavt. Dette resulterte i lave restvannføringer og at det måtte tappes tilsvarende høyere bidrag av kaldt vann fra Sysendammen denne sommeren. I deler av denne perioden var tilsiget så lavt også i inntakene ved Isdal og Storlia at det trolig rant en del mindre vann ut av lukene enn antatt. Dette vil i så fall medføre at det relative bidraget av vannslippene fra Storlia og Isdal var lavere, og bidraget fra restfeltet høyere i 2006 enn det som blir fremstilt i **figur 29**. Den reelle vannføringen ut av lukene i Storlia og Isdal i 2006 er imidlertid ikke kjent.

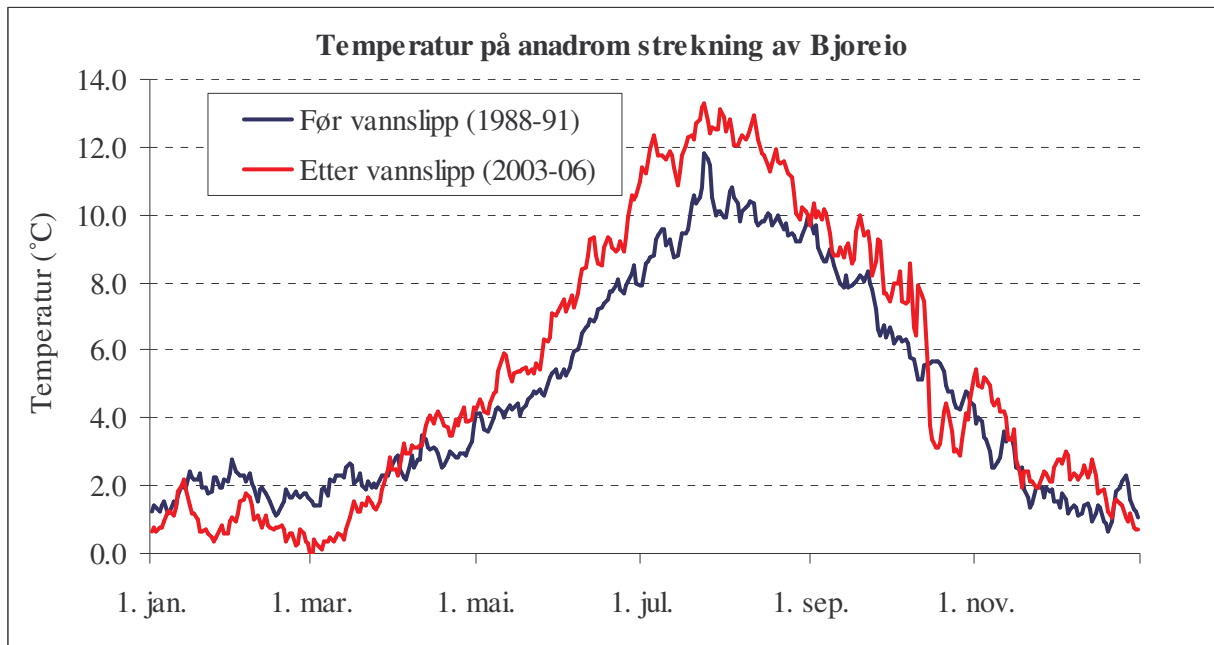
Dersom vannføringen ut av lukene i Isdal og Storli var så høy som forventet i hele perioden de sto oppe, utgjorde vannslippet fra lukene i Isdal og Storlia om lag 20%, 14% og 27% av vannføringen på Høl i hele minstevassføringsperioden i henholdsvis 2004, 2005 og 2006. I perioder når restvannføringen er stabil og alle lukene står oppe, utgjør vannføringen fra lukene i Isdal og Storlia om lag 30% av vannføringen ved Høl. Bidraget fra tapping fra Sysendammen varierte med bidraget fra restfeltet, men utgjorde totalt om lag 50%, 38% og 66% i henholdsvis 2004, 2005 og 2006.



**Figur 29.** Vannføring ved Høl like ovenfor Vøringsfossen med bidragene fra vannslipp fra Sysendammen, vannslipp fra lukene i Isdal og Storli, og resttilsig. Vannføringen fra Sysendammen blir målt ved reguleringsventilen, vannføring fra Isdal og Stolia er satt til henholdsvis  $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$  og  $2,4 \text{ m}^3/\text{s}$ , og restvannføringen er beregnet som differansen mellom vannføringen på Høl og summen av vannslippene. For perioden 1-15. juni 2004 mangler vannføringsdata fra Høl, og er satt til  $12,4 \text{ m}^3/\text{s}$  som er gjennomsnitt for resten av sommerperioden. I 2006 var trolig bidraget fra vannslippene fra Storli og Isdal mindre, og bidraget fra restfeltet større enn det som er presentert i figuren.

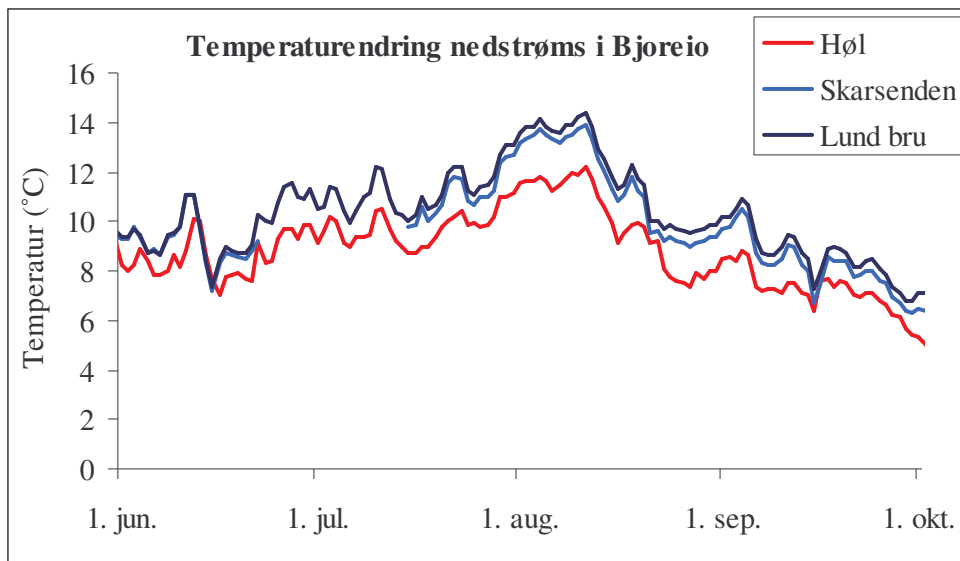
### 3.5.4 Effekt av vannslipp på temperaturen på anadrom strekning

Fra perioden 2003-2006, da det finnes data fra temperaturloggere fra anadrom strekning ved Lund bru, har det blitt gjennomført manøvrering av vannslipp fra Isdal og Storlia til Bjoreio. I denne perioden var middeltemperaturen om sommeren periodevis om lag 2,5°C -3°C høyere (**figur 30**), mens middeltemperaturen i gjennomsnitt var 1,8°C høyere enn den var i perioden 1988-1991 da det kun ble tappet fra Sysendammen. Selv om en ikke kan utelukke at noe av forskjellen kan skyldes mellomårsvariasjon, er det sannsynlig at denne forskjellen skyldes økt temperatur som følge av vannslipp fra Isdal og Storlia.



**Figur 30.** Døgnmiddelverdier fra anadrom strekning i Bjoreio fra NVE logger i perioden før (1988-91) og fra loggere ved Lund bru etter (2003-2006) manøvrering av vannslipp fra Isdal og Storlia.

Temperaturen på den anadrome strekningen i Bjoreio vil i hovedsak være et resultat av temperaturen i de ulike vannmassene i tilsigene, samt temperaturendringen som skjer nedover elvestrengen. I gjennomsnitt er temperaturen i sommerhalvåret 1,9°C høyere ved Lund bru enn ved Høl, med en temperaturdifferanse i periodevis på opptil 4,6°C (**figur 31**). Tilsvarende er temperaturen i gjennomsnitt 0,5°C høyere ved Lund bru enn ved Skarsenden. Denne økningen i temperatur nedover i vassdraget skyldes oppvarming av vannet og at det kommer til enkelte varmere sidebekker.

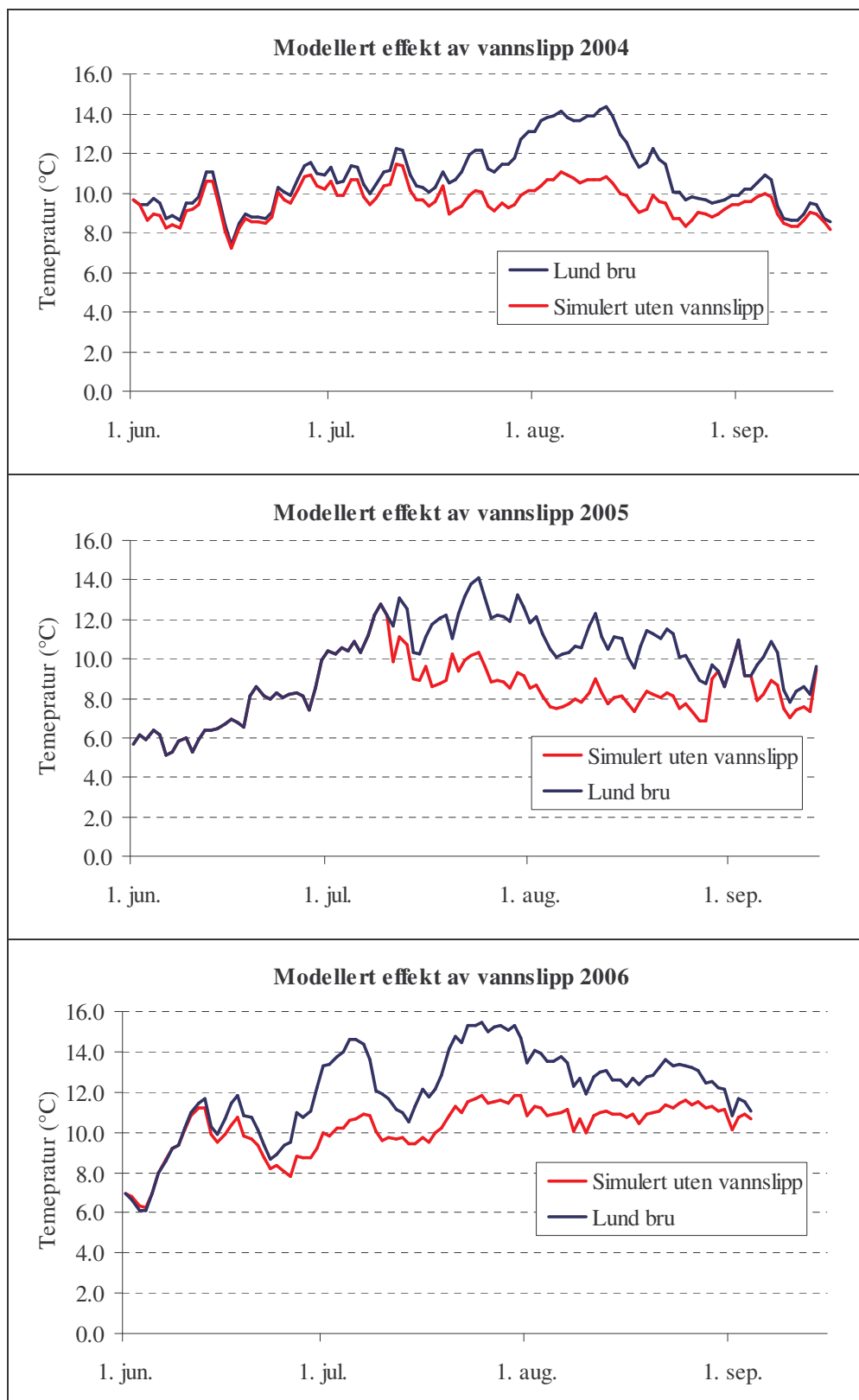


**Figur 31.** Døgnmiddeltemperatur i Bjoreio ved Høl, Skarsenden og Lund bru sommeren 2004.

For å vurdere hvor stor effekt vannslippene fra Isdal og Storlia har på temperaturforholdene på anadrom strekning, har vi gjennomført en simulering av hvordan vanntemperaturen på anadrom strekning ville vært om en hadde byttet ut vannføringsbidraget fra Isdal og Storlia med vann fra Sysendammen. De simulerte temperaturkurvene viser at manøvreringen med vannslipp fra Isdal og Storlia i 2004 medførte en temperaturøkning på i gjennomsnitt 1,2°C, og i perioder opp til 3,6°C på anadrom strekning (**figur 32**). Tilsvarende medførte vannslippene i 2005 en temperaturøkning på i gjennomsnitt 2,3°C i perioden da lukene var åpne, og periodevis opp til 3,9°C. I 2006 ble det funnet en temperaturøkning på i gjennomsnitt 1,8°C, og i periodevis opp til 4,1°C som følge av manøvreringen.

Som det kommer frem av **figur 32**, synes temperaturegevinsten av vannslippene å være størst i juli og august, og lavere tidlig og sent i minstevannsføringsperioden. Dette skyldes flere ting, blant annet at ikke alle lukene har vært åpnet tidlig i perioden slik at vannslippene utgjør en mindre del av vannføringen, samtidig som differansen i temperatur mellom vannet i Sysendammen og de øvrige tilsigene er størst i juli-august. I tillegg vil kaldt vann fra snøsmeltingen i restfeltet utgjøre en stor del av vannføringen tidlig i sesongen, og i tillegg medføre at Isdøla og Bjoreio oppstrøms inntak ved Storlia er relativt kalde i første halvdel av juni.

Resultatene i disse simuleringene er foretatt med enkle modeller som vil være følsomme for feil i temperatur og vannføringsparameterne. Hvis vannføringen fra Storlia og Isdal var lavere enn forutsatt i tørre perioder i 2006 vil dette føre til at den simulerte temperaturen uten vannslipp blir noe underestimert. Dette vil i så fall føre til at temperatureffekten av vannslippet kan være noe overestimert i deler av minstevannsføringsperioden denne sommeren. I tillegg vil oppvarmingen av vannet nedover vannstrengen sommerstid være høyere for kaldt enn for varmt vann. Temperaturøkningen på vannet ned til anadrom strekning ville trolig vært høyere enn det simuleringen viser dersom bidraget fra Sysendammen hadde vært høyere i denne perioden. Det vil i så fall bidra til å overestimere temperatureffekten av vannslippene. Det er imidlertid vanskelig å si hvor stor denne effekten vil være, og en bør eventuelt bruke mer komplekse modellverktøy for å ta høyde for slike effekter. Resultatene fra simuleringene gir en temperaturredifferanse som er på samme nivå som for middeltemperaturkurvene fra perioden før forsøkene med vannslipp ble gjennomført (**figur 30**). Dette tilsier at de simulerte temperaturene i **figur 32** trolig gir en rimelig god beskrivelse av effekten av vannslippene.



**Figur 32.** Observert temperatur ved Lund bru sammen med simulert temperatur dersom manøvreringen av vannslipp ikke hadde blitt gjennomført, dvs. dersom vannføringsbidraget av vannslipp fra Isdal og Storlia hadde blitt erstattet med vann fra Sysendammen.



### 3.5.5 Effekter av vannslipp for laks og sjøaure i Bjoreio

Den økte sommertemperaturen som følge av vannslipp fra Isdal og Storlia antas å gi en klar positiv effekt i form av økt vekst og overlevelse på ungfiskstadiene hos laks og sjøaure i Bjoreio. Siden det finnes begrenset med data fra perioden før forsøkene med vannslippene ble startet, samtidig som bestandene er påvirket av en rekke andre faktorer, er det vanskelig å måle effekten på bestandene av laks og sjøaure direkte. For å få et inntrykk av hvilken effekt vannslippet har på fiskebestandene har vi benyttet modeller som beskriver utviklingshastighet og vekst hos laks og aure.

#### 3.5.5.1 Tidspunkt for første næringsopptak

Etter gyting vil lakse- og aureeggene ligge nede i grusen i gytegrøpa og utvikle seg gjennom vinteren. Ut på senvinteren og våren klekker eggene, men plommeseckyngelen vil fortsatt holde seg nede i gytegrøpa noen uker mens den utvikler seg videre og bruker næring fra plommesekken. Etter hvert som plommesekken blir brukt opp, vil yngelen forlate gytegrøpa, komme opp av grusen og starte å ta til seg næring på egen hånd. Dette stadiet kalles ofte første næringsopptak, eller swimup. De første ukene etter yngelen kommer opp av grusen er kritisk med hensyn til overlevelse, og vil ofte være bestemmende for årsklassestyrken. Ofte forekommer høy dødelighet pga. konkurranse om territorier (Elliott 1994), predasjon fra større fisk og ugunstige vannførings- og temperaturforhold (Jensen & Johnsen 1999). Hvis yngelen kommer opp av grusen for tidlig kan temperaturen være for lav til at yngelen klarer å ta til seg næring, og vil trolig sulte i hjel. Nedre temperaturlgrense for at yngelen skal klare å ta til seg næring er antatt å være om lag 8°C for laks (Jensen 1991), og om lag 4°C for aure (Elliott 1994). I tillegg definerer tidspunkt for swimup starten på vekstsesongen, og vil dermed være bestemmende for vekstpotensialet til yngelen den første vekstsesongen. Tidspunktet for når yngelen kommer opp av grusen er derfor vesentlig for både overlevelse og tilvekst.

Utviklingen av egg og plommeseckyngel er temperaturavhengig, der utviklingen foregår raskere ved høyere temperaturer. Tidspunktet for når yngelen kommer opp av grusen er derfor bestemt av gytetidspunktet og temperaturen i hele utviklingstiden. Ut i fra stryketidspunkt fra stamfisk og observasjoner av gytefisk, synes gytetiden for laksen i Bjoreio å være fra slutten av oktober til slutten av november, med en topp i gyteaktiviteten i perioden rundt om lag 3-17. november. Tilsvarende synes auren i Bjoreio å gyte fra midten av oktober til midten av november, med en topp i gyteaktiviteten i perioden rundt om lag 25. oktober-8. november.

Nøst et al. (2000) beregnet at lakseyngelen i Bjoreio i et normal år før regulering kom opp av grusen i perioden 3-8. juli, og ved en temperatur på om lag 10-11°C. Etter regulering var tidspunktet fremskyndet til perioden 22-29. juni, og en temperatur rundt 8°C. De konkluderte med at reguleringen kan ha medført noe lavere overlevelse hos lakseyngel, spesielt hos avkom fra laks som gytte tidlig i sesongen. Tilsvarende ble aureyngel før regulering beregnet å komme opp av grusen rundt 23. juni og ved en temperatur rundt 9°C, og rundt 11. juni og en temperatur rundt 7°C etter regulering.

I årene 2004-2006, da det finnes tilgjengelige data fra loggere ved Lund bru, har vi beregnet at mesteparten av lakseyngelen kom opp av grusen og startet første næringsopptak i løpet av siste halvdel av juni da temperaturen var 8,6°C -9,8°C (**tabell 18**). Ved å gjøre de samme beregningene fra de simulerte temperaturene fra **kapittel 3.5.4**, ble det funnet at vannslippet hadde liten effekt både på tidspunktet og temperaturen for første næringsopptak (**tabell 18**). Dette skyldes at tidspunktet for første næringsopptak i hovedsak bestemmes av utviklingshastigheten fra gyting på høsten og frem til juni, samtidig som vannslippene hadde lavere effekt på temperaturen tidlig i juni.

Aureyngelen ble i årene 2004-2006 beregnet å komme opp av grusen i løpet av første halvdel av juni, ved temperaturer på 6,0°C - 9,7°C (**tabell 19**). Endret temperatur som følge av vannslipp hadde ingen effekt på tidspunktet for swimup for aureyngelen i de tre årene, og kun en svak effekt på temperaturen.

**Tabell 18.** Beregnet tidspunkt for når mesteparten av lakseyngel kommer opp av grusen i Bjoreio for årsklassene i 2004-2006. Perioden med swimup er beregnet ut i fra gytetidspunkt 3-17. november, og ved bruk av målt temperatur fra Lund bru og simulerte temperaturer ved Lund bru uten vannslipp fra Isdal og Storlia. Temperaturen angir middeltemperatur i perioden med swimup.

Laks Årsklasse	Observert temperatur (m/vannslipp)		Simulert uten vannslipp	
	Peak swimup	Temperatur	Peak swimup	Temperatur
2004	13-20. juni	8,6°C	14-21. juni	8,4°C
2005	25. juni-1. juli	8,7°C	25. juni-1. juli	8,7°C
2006	20-28. juni	9,8°C	20-30. juni	8,7°C

**Tabell 19.** Beregnet tidspunkt for når mesteparten av aureyngelen kommer opp av grusen i Bjoreio for årsklassene i 2004-2006. Perioden med swimup er beregnet ut i fra gytetidspunkt 25. oktober-8. november, og ved bruk av temperaturdata fra Lund bru og fra simulerte temperaturer uten vannslipp fra Isdal og Storlia. Temperaturen angir middeltemperatur i perioden med swimup.

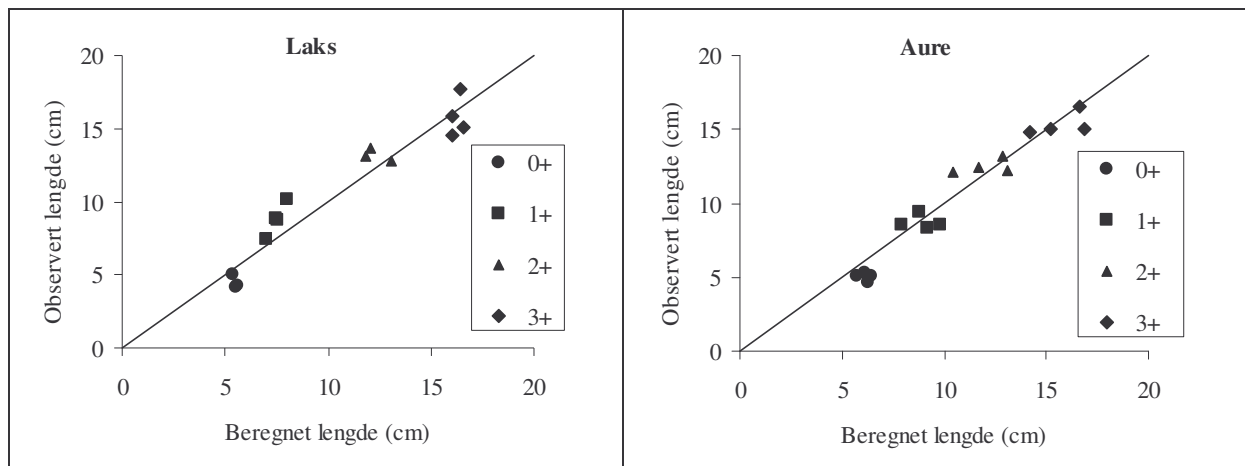
Aure Årsklasse	Observert temperatur (m/vannslipp)		Simulert uten vannslipp	
	Peak swimup	Temperatur	Peak swimup	Temperatur
2004	1-6. juni	9,3°C	1-6. juni	9,0°C
2005	6-16. juni	6,0°C	6-16. juni	6,0°C
2006	5-14. juni	9,7°C	5-14. juni	9,5°C

### 3.5.5.2 Effekter på vekstforhold

Hos laksefisk er vekst temperaturavhengig, der veksthastigheten øker med økende temperatur inntil det når et optimum, og deretter avtar ved høyere temperaturer. Laks og aure har imidlertid ulike krav med hensyn til temperatur. Nedre og øvre temperaturgrense for vekst hos aure er henholdsvis om lag 4°C og 19°C, mens optimumstemperaturen for vekst er om lag 13°C (Elliott 1994). For laks er nedre og øvre temperaturgrenser for vekst henholdsvis om lag 7°C og 24°C mens optimumstemperaturen er om lag 19°C (Forseth et al 2001).

For å undersøke hvilken effekt vannslipp har på vekstforholdene for laks og sjøaure i Bjoreio, har vi benyttet vekstmodeller for å beregne veksten til de ulike årsklasser av laks og aure. Vekstmodellene beregner veksthastigheten til fisk av en gitt størrelse ved ulike temperaturer dersom fisken ikke er begrenset av næringstilgang, dvs. at den har overskudd av mat.

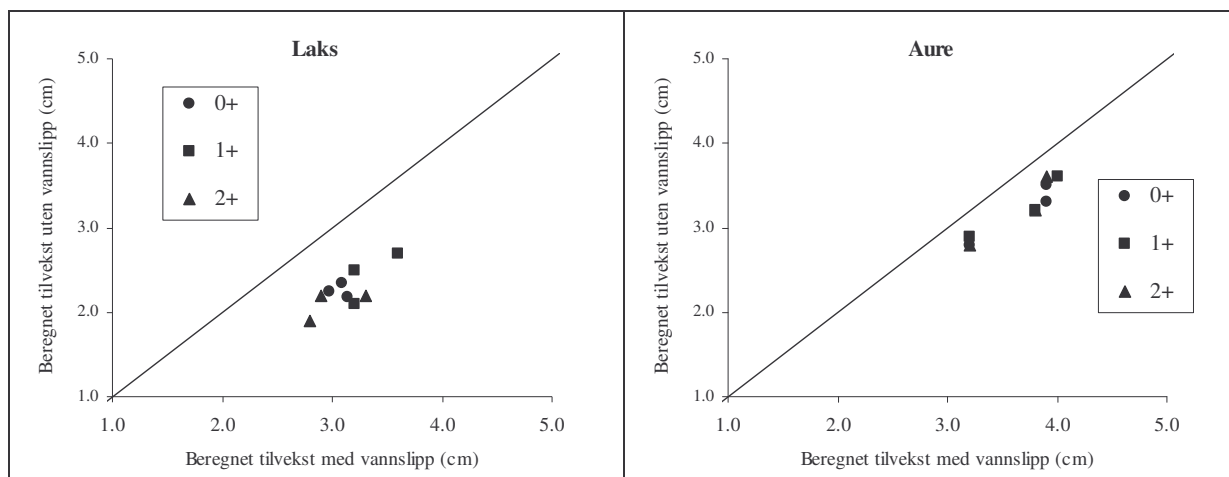
For å undersøke hvor godt egnet vekstmodellen er til å beskrive vekstmønsteret for ungfisk i Bjoreio, har vi beregnet lengden for de ulike årsklasser av ungfisk av laks og aure i Bjoreio i perioden 2003-2006 (**figur 33**). Det ble generelt funnet en god overensstemmelse mellom beregnede og observerte lengder av de ulike årsklasser for både laks ( $r^2 = 0,92$ ) og aure ( $r^2 = 0,94$ ). Vekstmodellen synes derfor generelt å kunne beskrive vekstforholdene i Bjoreio på en tilfredsstillende måte. For både ensomrig aure og laks synes den beregnede veksten å være noe høyere enn det som er observert. Dette kan både skyldes at ensomrige fisk vokser dårligere enn forventet ut i fra temperaturen, men mest sannsynlig skyldes det at forutsetningene som ligger til grunn for beregning av vekst av ensomrig fisk er mer usikre.



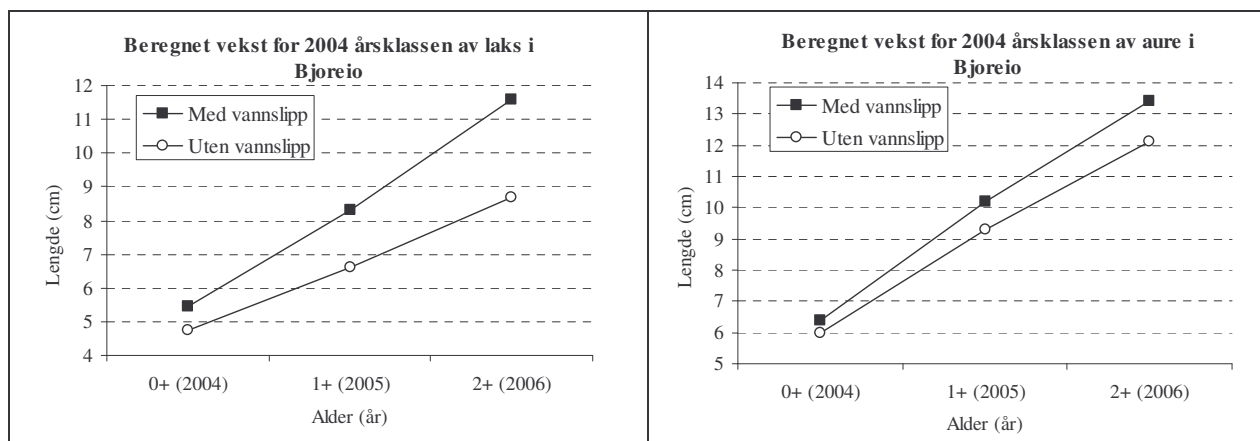
**Figur 33.** Forholdet mellom lengdevekst beregnet med vekstmodeller og observerte lengder fra elektrisk fiske på høsten for ulike årsklasser av ungfisk av laks (t.v.) og aure (t.h.) i Bjoreio i perioden 2003-2006. Linjen viser 1:1 forholdet mellom beregnet og observert lengde.

Ved bruk av vekstmodellene beregnet vi tilveksten for ulike årsklasser av ungfisk av laks og aure i årene 2004-2006, både ved rådende forhold med vannslipp, og ved simulerte temperaturer uten vannslipp fra Isdal og Storlia. Resultatene tilsier at tilveksten for ungfisk i årene 2004-2006 var betydelig bedre som følge av vannslipp enn den ville vært uten vannslipp (**figur 34**), men effekten er ulik for laks og aure. For laks var tilveksten for ensomrige (0+), tosomrige (1+) og tresomrige (2+) ungfisk i gjennomsnitt henholdsvis 0,8 cm, 0,9 cm, og 0,9 cm høyere enn den ville vært uten vannslippet i årene 2004-2006. Tilsvarende for ungfisk av aure var tilveksten for ensomrige, tosomrige og tresomrige henholdsvis 0,5 cm, 0,4 cm, og 0,4 cm høyere som følge av vannslipp. Hvis vi følger årsklassen som kom opp av grusen sommeren 2004, ville størrelsesforskjellen for lakseunger ved de to ulike temperaturregimene være 0,7 cm som 0+ etter endt vekstsesong høsten 2004, 1,7 cm som 1+ høsten 2005 og 2,9 cm som 2+ høsten 2006 (**figur 35**). Tilsvarende forskjell for aureunger ville vært 0,4 cm som 0+ høsten 2004, 0,9 cm som 1+ høsten 2005 og 1,3 cm som 2+ høsten 2006 (**figur 35**).

Resultatene viser at økt temperatur som følge av vannslipp har gitt markert bedre vekstforhold for ungfisk av laks og aure i Bjoreio i årene 2004-2006, enn hva tilfellet hadde vært ved tradisjonell tapping fra Sysendammen. De beregnede vekstforløpene vil imidlertid være følsomme for feilkilder i de simulerte temperaturene (se **avsnitt 3.5.4**). I tilfellene uten vannslipp vil tilveksten være noe underestimert dersom de simulerte temperaturen er underestimerte. I tillegg har vekstmodellene en tendens til å underestimere veksten tidlig i sesongen, og overestimere veksten ved slutten av vekstsesongen (Vøllestad et al. 2002). Det vil si at ungfisken ofte vokser bedre ved en gitt temperatur tidlig i sesongen enn senere i sesongen.



**Figur 34.** Tilvekst for ulike årsgrupper av laks (t.v.) og aure (t.h.) beregnet ved bruk av vekstmodeller for temperaturer med og uten vannslipp fra Isdal og Storlia i årene 2004-2006. Linjen viser hvor forholdet mellom tilvekst med og uten vannslipp er 1:1.



**Figur 35.** Beregnet vekstforløp for 2004 årsklassen av laks (t.v.) og aure (t.h.) i perioden 2004-2006 i tilfelle med rådende vannslipp fra Isdal og Storlia, og i tilfelle uten vannslipp.

## 4.0 Konklusjoner og anbefalinger

### Bestandssituasjonen for laks og sjøaure i Bjoreio

Laksen i Eidfjordvassdraget har blitt kraftig redusert i løpet av de siste tiårene, og bestanden er i dag kategorisert som truet. Undersøkelser i perioden 2004-2006 bekrefter dette inntrykket. Gytebestanden i Bjoreio var svært lav i 2004 og noe høyere i 2005, men under gytebestandsmålet begge årene. Andelen av rømt oppdrettslaks i perioden var noe lavere enn det som har vært rapportert tidligere, men vurderes som en svært alvorlig trussel for villaksbestanden i vassdraget. For sjøauren er situasjonen noe bedre, men gytebestanden var under gytebestandsmålet i Bjoreio i både 2004 og 2005.

Det ble funnet lave tettheter av naturlig rekruttert ungfisk av laks i Bjoreio i både 2004, 2005 og 2006. Tetthetene av ensomrige lakseunger i 2005 og 2006 var imidlertid de høyeste som er registrert siden ungfiskundersøkelsene startet i 1999, noe som kan tyde på gunstige rekrutteringsmuligheter i disse to årene. Det ble også funnet en god sammenheng mellom tettheter og antall gytegroper som ble registrert vinteren i forkant. Tetthetene av ungfisk av aure var en del høyere enn for laks, og på nivå med det som ble funnet i perioden 1999-2003. Høye tettheter av ensomrig aure i 2006 tyder på at dette året også var gunstig med hensyn til rekruttering for auren.

Det ble funnet til dels svært høye tettheter av settefisk av laks på enkelte av stasjonene under det elektriske fiske, og en betydelig andel av fisken bar preg av å være i dårlig kondisjon. Det er også gjort svært få gjenfangster av utsatt laksesmolt i perioden 1999-2006. Utlegging av rogn ovenfor anadrom elvestrekning i 2002 synes å ha gitt godt tilslag, men det må gjøres oppfølgende undersøkelser over flere år for evaluere hvor godt denne metoden fungerer i Bjoreio. En betydelig andel av det årlige innsiget blir tatt ut ved stamfiske, og det synes å være et klart behov for å evaluere kultiveringsstrategien i Bjoreio.

### Vintervannføring

Undersøkelser av vannstand og vannføring vintrene 2004-2006 viste at en høy andel av gytegroper strandet som følge av korte episoder med svært lav vannføring (nær nullvannføring). Disse episodene kom til tross for at det ble sluppet vann fra Sysendammen i de tørreste periodene. De fleste av disse episodene kom som følge av stans i driften ved Tveitofossen kraftstasjon. I tillegg var vannføringen som ble sluppet fra Sysendammen i tørre perioder trolig noe lavere enn 300 l/s som ble registrert i reguleringsventilen. Dersom det ikke hadde blitt sluppet vann fra Sysendammen ville mange av gytegroperne ha ligget tørrlagt over lengre tid, noe som med stor sannsynlighet ville medført ytterligere redusert eggoverlevelsen.

Undersøkelser av gytegroper i årene 2004-2006 bekrefter konklusjonene fra Jensen et al. (2004) om at lave vintervannføringer medfører stranding og tørrlegging av gytegroper. Det ble generelt funnet en svært lav eggoverlevelse i gytegroper som hadde vært utsatt for strandingsepisoder, noe som resulterte i relativt lav eggoverlevelse totalt sett.

Omfanget av stranding og den lave eggoverlevelsen som følge av lav vintervannføring sannsynliggjør at stranding av gytegroper representerer en flaksehals for overlevelsen for rogn og ungfisk i Bjoreio. Slipp av vann for å opprettholde en viss vannføring i Bjoreio vinterstid vurderes derfor som et svært viktig tiltak for å bedre rekrutteringsforholdene til bestandene av laks og sjøaure. Økt vannføring vil også føre til økt vanddekt areal og dermed større areal med oppvekstområder for ungfisk. Med tanke på bestandssituasjonen for laksen i vassdraget bør det slippes nok vann slik at en sikrer at omfanget av stranding reduseres til et akseptabelt nivå. Omfanget av gytegroper som strander vil imidlertid variere noe mellom år som følge av vannføringen under gytetiden. Basert på undersøkelsene av gytegroper i Bjoreio i årene 2004-2006, ville strandingsprosenten vært under 10 % dersom vannstanden hadde vært over om lag 0,7 m over vannstandssensoren i Skarsenden gjennom hele vinterhavåret. Dette tilsvarer en vannføring på om lag 750 l/s. Det anbefales at det slippes vann fra Sysendammen slik at vannstanden ikke synker under 0,7 m ved sensoren på Skarsenden i perioden fra gyting om høsten og frem til yngelen kommer opp av grusen på forsommeren.

### **Tveitofossen kraftstasjon**

I perioder med lav vannføring hadde driftsmønsteret ved Tveitofossen kraftstasjon en stor innvirkning på vannføringen på anadrom strekning i Bjoreio. I flere perioder ble det registrert hurtige vannføringsfluktasjoner nedstrøms anadrom streking ettersom kraftstasjonen vekselvis tømmer og fyller inntaksdammen.

Etter driftsstans i kraftstasjonen vil det ofte ta en tid før inntaksdammen har fylt seg opp og en igjen får overløp ned Tveitofossen. Det ble registrert flere episoder der vannføringen på den anadrome strekningen nedstrøms kraftstasjonen falt til tilnærmet null etter stans i driften. Ved et tilfelle gikk det 18 timer før inntaksdammen gikk med overløp og vannføringen på elvestrekningen nedstrøms økte. Disse episodene med svært lav vannføring etter driftsstans medførte at en langt høyere andel av gytegrøpene ble utsatt for episoder med tørrelgging i prosjektperioden. I tillegg vil slike hurtige vannføringsreduksjoner med stor sannsynlighet medføre stranding og dødelighet av ungfisk.

Episoder med hurtige vannføringsendringer og lav vannføring som følge av Tveitofossen kraftstasjon kan trolig representere en flaksehals for ungfiskproduksjonen til tross for at det slippes vann fra Sysendammen i perioder med lav vintervannføring. Det er imidlertid planlagt å installere forbitappingsventil i Tveitofossen kraftstasjon, noe som trolig i stor grad vil redusere omfanget av de problematiske episodene med hurtige vannføringsreduksjoner. Det anbefales imidlertid at vannføringsforholdene nedstrøms kraftstasjonen følges opp også etter forbitappingsventilen er satt i drift.

### **Temperaturforhold og manøvrering av vannslipp**

Bjoreio er i utgangspunktet ei relativ kald elv med noe sen vekst hos ungfisk. Reguleringen medførte at vanntemperaturen sommerstid ble redusert, hovedsaklig som følge av tapping av kaldt bunnvann fra Sysendammen for å opprettholde minstevannføringen ved Vøringsfossen i perioden 1. juni – 15. september. Dette har med stor sannsynlighet medført redusert ungfiskproduksjon som følge av redusert vekst, økt smoltalder og lavere overlevelse. Innvirkningen er størst for lakseungene, da laksen krever høyere temperatur for å opprettholde næringsopptak og vekst enn auren.

Forsøkene med å slippe vann fra de regulerte feltene i Isdal og fra Bjoreio ved Storlia, og samtidig redusere bidraget fra Sysendammen tilsvarende, har medført at temperaturen på den anadrome strekningen i Bjoreio i perioder er 2-3°C høyere enn ved tradisjonell tapping fra Sysendammen. Dette medførte en betydelig bedring av vekstforholdene i Bjoreio, med en økning i årlig tilvekst på opptil 0,9 cm for ungfisk av laks og opptil 0,5 cm for ungfisk av aure. Tiltaket med å slippe vann forventes derfor å medføre en betydelig bedring i rekrutteringsforholdene for laks- og sjøaurebestanden på anadrom strekning. Det anbefales derfor at manøvreringen av vann fra Isdal og Storlia videreføres.

Temperaturrevinsten ved vannslippet synes å være lavest tidlig og sent i sesongen, og størst i slutten av juli og i august. Effekten av økt temperatur på vekst og overlevelse hos ungfisk av laks og sjøaure forventes imidlertid å være størst tidlig på sommeren, i perioden under og etter swimup hos yngelen. Den anbefales derfor at det manøvreres slik at en får høyest mulig temperaturrevinst fra andre halvdel av juni og utover i juli.



## 5.0 Litteratur

- Anonym 2004. Eidfjord – Porten til Hardangervidda. I Naturhistorisk veibok Hordaland. (red. W. Helland-Hansen). 568 s.
- Barlaup, B.T., Gabrielsen, S.E., Moen, V. & Wiers, T. (2002) Beskrivelse og evaluering av rognutlegg av laks i Bjoreio 2002. LFI-notat. 10 sider.
- Barlaup, B.T., Lura, H., Sægrov, H. and Sundt, R.C. 1994. Inter- and intra-specific variability in female salmonid spawning behaviour. *Can. J. Zool.* 72: 636- 642.
- Barlaup, B.T. & Skoglund, H. 2004. Vossolaksen – særtrekk, fangst og bestandsutvikling. I Vossolaksen – bestandsutvikling, trusselfaktorer og tiltak (red. Barlaup B.T.). Direktoratet for naturforvaltning. Utredning 2004-7. 155 sider.
- Barlaup, B.T. Kleiven, E. & Skoglund, H. 2002. Fiskebiologiske undersøkelser i Langesjøen, august 2001. LFI – rapport nr. 120. 39 sider.
- Berger, H.M. Nøst, T., Sægrov, H., Hellen, B.A. & Jensen, A.J. 2001. Fiskebiologiske undersøkelser i Eidfjordvassdraget, Hordaland fylke 2000-2001. NINA Oppdragsmelding 692: 1-40.
- Berger, H.M., Johnsen, B.O., Jensen, A.J. & Lamberg, A. 2002. Fiskebiologiske undersøkelser i Eidfjordvassdraget, Hordaland fylke 2001-2002. NINA Oppdragsmelding 743: 1-42.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. and Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- Crisp, D.T. 1981. A desk study of the relationship between temperature and hatching time for the eggs of five species of salmonid fishes. *Freshwater biology* 11:361-368.
- Crisp, D.T. 1988. Prediction, from temperature, of eying, hatching and 'swim-up' times for salmonid embryos. *Freshwater biology* 19:41-48.
- Crisp, D. T. and Carling, P. A. 1989. Observations on siting, dimensions and structure of salmonid redds. *J. Fish Biol.* 34: 119-134.
- Elliott, J.M. (1994) *Quantitative ecology and the brown trout* Oxford University Press Inc., New York. 286 sider.
- Elliott, J.M. & Hurley, M.A. (1997) A functional model for maximum growth of Atlantic salmon parr, *Salmo salar*, from two populations in northwest England. *Functional Ecology*, **11**, 592-603.
- 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.
- Einum, S. & Fleming, I. 2001. Implications of stocking: Ecological interactions between wild and released salmonids. *Nordic Journal of Freshwater Research* 75: 56-70.
- Forseth, T., Hurley, M.A., Jensen, A.J., & Elliott, J.M. (2001) Functional models for growth and food consumption of Atlantic salmon parr, *Salmo salar*, from a Norwegian river. *Freshwater biology*, **46**, 173-186.



- Forseth, T., Næsje, T., Jensen, A.J., Saksegård, L. & Hvidsten, N.A. 1996. Ny forbitappingsventil i Alta kraftverk: betydning for laksebestanden. – NINA oppdragsmelding 392: 26 sider.
- Hvidsten, N.A. 1985. Mortality of pre-smolt Atlantic salmon, *Salmo salar* L. and brown trout, *Salmo trutta* L., caused by fluctuating water levels in the regulated River Nidelva, Central Norway. *Journal of Fish Biology* 27: 711-718.
- Jensen, A.J. & Johnsen, B.O. (1999) The functional relationship between peak spring floods and survival and growth of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*). *Functional Ecology*, **13**, 778-785.
- Jensen, A.J., Johnsen, B.O., Berger, H.M. & Lamberg, A. 2004. Fiskebiologiske undersøkelser i Eidfjordvassdraget, Hordaland fylke høsten 2003. NINA Oppdragsmelding 810. 34s.
- Jensen, A.J., Johnsen, B.O., Berger, H.M. & Lamberg, A. 2003. Fiskebiologiske undersøkelser i Eidfjordvassdraget, Hordaland fylke høsten 2002. NINA Oppdragsmelding 779. 37s.
- Jensen, A.J., Johnsen, B.O., & Heggberget, T.G. (1991) Initial feeding time of Salmon, *Salmo salar*, alevins compared to river flow and water temperature in Norwegian streams. *Environmental Biology of Fishes*, **30**, 379-385.
- Jensen, J.W. & Steine, I. 1990. Eidfjord-nord utbyggingen og fisket etter laks og sjøaure i Eidfjordvatnet, Bjoreio og Veig. – Fiskerisakkyndig uttalelse: 1-53.
- Mork, J., & T. G. Heggberget. 1984. Eggs of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.); identification by phosphoglucoisomerase zymograms. *Fisheries Management* 15:59-65.
- Nøst, T., Sægrov, H., Hellen, B.A., Jensen, A.J. & Urdal, K. 2000. Fiskebiologiske undersøkelser i Eidfjordvassdraget, Hordaland fylke 1999. – NINA Oppdragsmelding 645: 1-41.
- Ottaway, E.M., Carling, P.A., Clarke, A. and Reader, N.A. 1981. Observations of the structure of brown trout, *Salmo trutta* Linnaeus, redds. *Jour. Fish Biol.* 19: 593-607.
- Otterå, H., Skilbrei, O., Skaala, Ø., Boxaspen, K., Aure, J., Taranger, G.L. & Ervik, A. 2004. Hardangerfjorden – produksjon av villfisk og effekter på de ville bestandene av laksefisk. *Fisken og havet* nr. 3 - 2004. 35 sider.
- Paulsen, K. 2000. Hydrologiske forhold i Bjoreio/Eio. Notat fra Statkraft, 4 sider.
- 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 & Management*, **17**, 609-622.
- Skurdal, J., Hansen, L.P., Skaala, Ø., Sægrov, H., & Lura, H. 2001. Elvevis vurdering av bestandsstatus og årsaker til bestandsutviklingen av laks i Hordaland og Sogn og Fjordane. Direktoratet for naturforvaltning. Utredning 2001 – 2. 154 sider.
- Sundström, L.F., Bohlin, T. & Johnsson J.I. 2004. Density-dependent growth in hatchery-reared brown trout released into a natural stream. *Journal of Fish Biology* 65: 1385-1391.
- Sundström, L.F. & Johnsson J.I. 2001. Experience and social environment influence the ability of young brown trout to forage on live novel prey. *Animal Behaviour* **61**, 249-255.

- Sægrov, H., Urdal, K., Hellen, B.A., Kålås, S. & Saltveit, S.J. 2001. Estimating carrying capacity and presmolt production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and anadromous brown trout (*Salmo trutta*) in West Norwegian rivers. *Nordic Journal of Freshwater Research*. 75: 99-108.
- Sættem, L.M. 1995. Gytebestander av laks og sjøaure. En sammenstilling av registreringer fra ti vassdrag i Sogn og Fjordane fra 1960-94. – Direktoratet for Naturforvaltning. Utredning nr. 7-1995. 107 sider.
- Tvede, A. 2004. Vannfylket – Elver innsjøer og grunnvann i Hordaland. I *Naturhistorisk veibok Hordaland*. (red. W. Helland-Hansen). 568 s.
- Urdal, K. 2005. Analysar av skjelprøvar frå sportsfiske i Hordaland i 2004. Rådgivende Biologer AS, rapport 818, 37 sider.
- Vuorinen, J., & J. Piironen. 1984. Electrophoretic identification of Atlantic Salmon (*Salmo salar*), brown trout (*S. trutta*), and their hybrids. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 41:1834-1837.
- Vøllestad, L.A., Olsen, E.M. & Forseth, T. 2002. Growth-rate variation in brown trout in small neighbouring streams: evidence for density-dependence? *Journal of Fish Biology* 61 (6):1513-1527.
- Wotton, R.J. 1990. *Ecology of teleost fishes*. Chapman & Hall. London. 404 sider.
- Økland, E., Jonsson, B., Jensen, A.J. & Hansen, L.P. 1993. Is there a threshold size regulating seaward migration of brown trout and Atlantic salmon? *Journal of Fish Biology* 42: 541-550.



## FERSKVANNSØKOLOGI - LAKSEFISK - BUNNDYR

LFI ble opprettet i 1969, og er nå en avdeling ved Seksjon for Anvendt Miljøforskning hos Universitetsforskning Bergen (Unifob). Unifob er Universitetet i Bergen sitt forskningsselskap. LFI-Unifob tar oppdrag som omfatter forskning, overvåking, tiltak og utredninger innen ferskvannøkologi. Vi har spesiell kompetanse på laksefisk (laks, sjøaure, innlandsaure) og bunndyr, og på hvilke miljøbetingelser som skal være tilstede for at disse artene skal ha livskraftige bestander. Sentrale tema er:

- Bestandsregulerende faktorer
- Gytebiologi hos laksefisk
- Biologisk mangfold basert på bunndyrsamfunn i ferskvann
- Effekter av vassdragsreguleringer
- Forsuring og kalking
- Biotopjusteringer
- Effekter av klimaendringer

Oppdragsgivere er offentlig forvaltning (direktorater, fylkesmenn), kraftselskap, forskningsråd og andre. Viktige samarbeidspartnere er andre forskningsinstitusjoner (herunder NIVA, NINA, HI, og VESO) og FoU miljø hos oppdragsgivere.

Våre internettsider finnes på <http://lfi-unifob.uib.no>