

## Påvirker vannføringen i Eira fjordvandringen av postsmolt laks?

Telemetriundersøkelser i 2002, 2004 og 2006

Eva B. Thorstad  
Ingebrigt Uglem  
Finn Økland  
Bengt Finstad  
Rolf Sivertsgård  
Arne J. Jensen



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er en ny, elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

### **NINA Temahefte**

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

### **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

### **Annen publisering**

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

**Norsk institutt for naturforskning**

# Påvirker vannføringen i Eira fjordvandringen av postsmolt laks?

Telemetriundersøkelser i 2002, 2004 og  
2006

Eva B. Thorstad  
Ingebrigt Uglem  
Finn Økland  
Bengt Finstad  
Rolf Sivertsgård  
Arne J. Jensen

Thorstad, E.B., Uglem, I., Økland, F., Finstad, B., Sivertsgård, R., & Jensen, A.J. 2007. Påvirker vannføringen i Eira fjordvandringen av postsmolt laks? Telemetriundersøkelser i 2002, 2004 og 2006. - NINA Rapport 253. 40 s.

Trondheim, april 2007

ISSN: 1504-3312

ISBN 10: 82-426-1813-9

ISBN 13: 978-82-426-1813-9

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Elektronisk og papirutgave

REDAKSJON

Arne J. Jensen

KVALITETSSIKRET AV

Bjørn Ove Johnsen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Odd Terje Sandlund (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Statkraft Energi AS

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Sjur Gammelsrud

FORSIDEBILDE

Innerst i Eresfjorden, mot munningen av elva Eira  
(foto: Eva B. Thorstad)

NØKKEWORD

- Norge, Møre og Romsdal, Eresfjord
- laks, smolt, postsmolt, *Salmo salar*
- akustisk telemetri
- fjordvandring
- vannføring

KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**  
7485 Trondheim  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 73 80 14 01

**NINA Oslo**  
Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 22 60 04 24

**NINA Tromsø**  
Polarmiljøsentret  
9296 Tromsø  
Telefon: 77 75 04 00  
Telefaks: 77 75 04 01

**NINA Lillehammer**  
Fakkelgården  
2624 Lillehammer  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 61 22 22 15

[www.nina.no](http://www.nina.no)

## Sammendrag

Thorstad, E.B., Uglem, I., Økland, F., Finstad, B., Sivertsgård, R. & Jensen, A.J. 2007. Påvirker vannføringen i Eira fjordvandringen av postsmolt laks? Telemetriundersøkelser i 2002, 2004 og 2006. - NINA Rapport 253. 40 s.

Vann har blitt ført bort fra Auravassdraget etter kraftutbygginger, og ferskvannstilførselen via elva Eira til Eresfjorden innerst i Romsdalsfjorden er redusert. Høy vannføring i elva ved smoltutvandring kan øke sjøoverlevelsen for postsmolt laks. I 2006 ble det forventet høy og tilnærmet naturlig vannføring i Auravassdraget på grunn av rehabilitering og nedtapping av Aursjødammen. Utvandring av postsmolt laks i Eresfjorden og Langfjorden ble derfor undersøkt for å kartlegge vandringshastigheter og overlevelse ved høy og tilnærmet naturlig vannføring, slik det var under uregulerte forhold. Resultater fra tidligere undersøkelser av smoltutvandring (2002 og 2004) ble inkludert som en referanse for vandringshastigheter og overlevelse ved regulert vannføring, og for å kunne evaluere mulige effekter av redusert vannføring i forbindelse med kraftreguleringen.

Undersøkelsene ble gjennomført ved å merke smolt fra settefiskanlegget (60 smolt i 2006, 71 i 2004 og 25 i 2002) og vill smolt fra Eira (43 smolt i 2004) med akustiske sendere. Fisken ble sluppet i fjorden ved munningen av Eira. Overlevelse og vandringshastighet ble undersøkt ved at merket fisk ble registrert når de passerte automatiske lyttebøyer ytterst i Eresfjorden og Langfjorden. Vannføringen i Eira i mai og juni 2006 ble ikke så høy som forventet, og var maksimum 54 m<sup>3</sup>/s. Overlevelse og vandringshastighet kunne derfor ikke sammenlignes mellom regulerte forhold (2002 og 2004) og "uregulerte" forhold (2006) som planlagt. Vannføring ved slipp av akustisk merket smolt varierte mellom 19 og 75 m<sup>3</sup>/s for de tre årene sett under ett. Analyser av effekter av vannføring på overlevelse er basert på vannføringer mellom 19 og 69 m<sup>3</sup>/s på grunn av lavt antall fisk satt ut på den høyeste vannføringen.

Det var ingen sammenheng mellom vannføring i Eira på slippdato og overlevelse av utsatt postsmolt fra slipp til registrering ytterst i Eresfjorden eller ytterst i Langfjorden. Det var heller ingen sammenheng mellom overlevelse og gjennomsnittlig vannføring de siste tre, seks og ni dagene før slipp. Overlevelsen varierte betydelig mellom slippdatoer, noe som tyder på at flere faktorer påvirker overlevelse av postsmolt i første fase av sjøvandringen. Overlevelse under første del av sjøvandringen var relativt lav, noe som illustrerer at dette er en spesielt kritisk fase av laksens sjøopphold. Overlevelsen fra slipp til registrering ytterst i Eresfjorden varierte mellom 55 og 58 % mellom ulike grupper og år, og fra slipp til registrering ytterst i Langfjorden mellom 28 og 35 %. Postsmolten som overlevde til ytterst i Langfjorden i 2006 var større enn de som ikke overlevde. Det samme ble funnet for vill postsmolt i 2004, men ikke for utsatt postsmolt i 2004. Resultatene tyder på at økt postsmoltstørrelse kan ha en positiv effekt på overlevelsen i tidlig sjøfase.

Vannføringen i Eira hadde ingen effekt på vandringshastighet fra slipp til første registrering ytterst i Eresfjorden verken for utsatt eller vill postsmolt. Tid fra slipp til første registrering ytterst i Eresfjorden (9,5 km lang strekning) varierte mellom 5,7 og 71 timer (gjennomsnittlig 20,3 timer), og fra slipp til ytterst i Langfjorden (37 km lang strekning) mellom 2,2 og 3,7 dager (gjennomsnittlig 2,9 dager) i 2006. Dette tilsvarte en gjennomsnittlig vandringshastighet på henholdsvis 0,88 og 0,68 kroppslengder per sekund. Dette er i samsvar med resultater fra 2002 (gjennomsnittlig 0,54-0,69 kroppslengder per sekund) og 2004 (gjennomsnittlig 0,53-0,77 kroppslengder per sekund). Postsmolten passerte lyttestasjonene like gjerne midtfjords som nærmere land, både ytterst i Eresfjorden og ytterst i Langfjorden. I Langfjorden i 2006 ble postsmolten registrert i mindre grad på sørsida av fjorden enn midtfjords og nær nordsida av fjorden. Dette tyder på at det finnes mønstre i postsmoltens vandringsruter. Dette mønsteret var imidlertid ikke konsistent mellom år; i 2004 svømte postsmolten i mindre grad på nordsida av fjorden enn midtfjords og på sørsida. Ytterst i Eresfjorden var det ingen tendens til at postsmolten foretrakk å vandre på den ene eller andre sida av fjorden.

Eva B. Thorstad, Ingebrigt Uglem, Finn Økland, Bengt Finstad, Rolf Sivertsgård & Arne J. Jensen, Norsk institutt for naturforskning (NINA), Tungasletta 2, 7485 Trondheim.

# Innhold

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Sammendrag</b> .....   | <b>3</b>  |
| <b>Innhold</b> .....  | <b>4</b>  |
| <b>Forord</b> .....   | <b>5</b>  |
| <b>1 Innledning</b> .....   | <b>6</b>  |
| <b>2 Områdebeskrivelse</b> .....  | <b>8</b>  |
| <b>3 Materiale og metoder</b> .....   | <b>9</b>  |
| 3.1 Grupper av fisk.....  | 9         |
| 3.2 Håndtering og merking av fisk.....  | 10        |
| 3.3 Registrering av fisk ved automatiske lyttebøyer.....  | 11        |
| 3.4 Vannføring og dataanalyser.....   | 13        |
| 3.5 Vanntemperatur og salinitet i Eresfjorden og Langfjorden.....   | 13        |
| <b>4 Resultater</b> .....   | <b>14</b> |
| 4.1 Overlevelse.....  | 14        |
| 4.2 Vandringshastighet.....   | 14        |
| 4.3 Vandringsrute.....  | 17        |
| 4.4 Vanntemperatur og salinitet i Eresfjorden og Langfjorden.....   | 19        |
| 4.4.1 Vanntemperatur.....   | 19        |
| 4.4.2 Salinitet.....  | 20        |
| <b>5 Diskusjon</b> .....  | <b>21</b> |
| 5.1 Overlevelse.....  | 21        |
| 5.2 Vandringshastighet.....   | 22        |
| 5.3 Vandringsrute.....  | 23        |
| 5.4 Styrket kunnskap om postsmoltens fjordvandring.....   | 23        |
| 5.5 Konsekvenser av Aurareguleringen for postsmoltens overlevelse i tidlig sjøfase.....   | 24        |
| <b>Referanser</b> .....   | <b>26</b> |
| <b>Vedlegg 1 Resultater fra tidligere undersøkelser: Fjordvandring av postsmolt laks og ørret sluppet innerst i Romsdalsfjorden</b> ..... | <b>28</b> |
| <b>Vedlegg 2 Vanntemperatur og salinitet i Eresfjorden og Langfjorden</b> .....   | <b>31</b> |

## Forord

Norsk institutt for naturforskning (NINA) ble bedt av Statkraft Energi AS om å foreta undersøkelser av utvandring av postsmolt laks i Eresfjorden og Langfjorden i 2006 i forbindelse med forventet høy vannføring i Auravassdraget på grunn av rehabilitering og nedtapping av Aursjødammen. Undersøkelsen var i henhold til et pålegg fra Direktoratet for naturforvaltning (DN). Hovedformålet var å undersøke vandringshastigheter og overlevelse av postsmolt i fjorden ved høy og tilnærmet naturlig vannføring, slik den tidligere var under uregulerte forhold i Auravassdraget. Resultater fra tidligere undersøkelser av smoltutvandring i samme fjordområde i 2002 og 2004 ble inkludert for å utgjøre en referanse for vandringshastigheter og overlevelse ved regulert vannføring, slik at effekter av redusert vannføring i forbindelse med kraftreguleringen kunne evalueres.

Undersøkelsen i 2006 ble finansiert av Statkraft Energi AS. Undersøkelsene i 2002 og 2004 ble finansiert av EU (kontrakt nr Q5RS-2002-00730), AquaNet Canada (RSM), NINA og Statkraft Energi AS.

Vi vil takke Statkraft Energi AS for oppdraget, finansiering av undersøkelsen og et godt samarbeid. Videre vil vi takke Bjørg Anne Vike, Petter Sira og Torbjørn Utigard ved Statkraft Energi AS sitt settefiskanlegg i Eresfjord for hjelp og godt samarbeid. Egil Arnesen og Øyvind Solem og Villa Leppefisk AS v/ Johan Andreassen og Bjørn-Vegard Løvik takkes for hjelp under feltarbeidet i 2006. Kari Sivertsen, NINA, takkes for grafisk utforming av rapportens figur 2, og Bjørn Ove Johnsen, NINA, takkes for kommentarer til en tidligere versjon av rapporten.

Trondheim, april 2007

Arne J. Jensen  
prosjektleder

# 1 Innledning

Auravassdraget har vært gjenstand for tre store kraftutbygginger, som alle har ført til at vann har blitt ført bort fra vassdraget. Dette har medført en redusert ferskvannstilførsel til Eresfjorden og Langfjorden, innerst i Romsdalsfjorden, hvor Auravassdraget munner ut via elva Eira. Kraftutbyggingene medførte en samlet reduksjon i middelvannføringen i Eira på 60 % (Jensen et al. 2007).

Høy vannføring i elva ved smoltutvandring kan øke overlevelsen for postsmolt laks i første fase av fjordvandringen. Dette er observert i merkeforsøk både i Gaula og i Surna, men ikke i Oppløvvassdraget (Hvidsten & Hansen 1988, Strand et al. 1993). I Suldalslågen ga høy vannføring under smoltutvandringen større fangster av smålaks året etter, noe som tyder på økt smolt-overlevelse (Forseth et al. 2003). Ferskvannstilførselen i fjordsystemet fra alle nedbørsfelt i fjorden var også av betydning for smålaksfangstene året etter. Også i Eira er det funnet en positiv sammenheng mellom vannføringen i Eira i mai og årsklassestyrke, noe som tyder på at høy vannføring under smoltutvandringen øker overlevelsen i sjøfasen (Jensen et al. 2007).

Det er ikke kjent hvilke mekanismer som bidrar til at det er funnet en positiv effekt av vannføring på overlevelse av postsmolt i disse undersøkelsene, men noen hypoteser kan framsettes:

- Med økt vannføring blir ferskvanns- og brakkvannslaget i fjorden tykkere, noe som kan øke overlevelsen i overgangen fra elva til saltvann ved at økt turbiditet reduserer faren for å bli oppdaget av predatorer.
- Økt fersk- og brakkvannslag kan beskytte postsmolten mot lakselusinfeksjoner.
- Fersk- og brakkvannslag i fjorden kan fysiologisk sett medføre en mer skånsom overgang for postsmolten fra ferskvann til saltvann.
- Hvis postsmolten benytter ferskvanns- og brakkvannslaget i forbindelse med orientering utover fjorden, kan tykkelse og utstrekning av dette laget ha en betydning for vandringshastighet og overlevelse.
- I større vassdrag kan høy vannføring i elva gi økt strøm i fjordsystemene og bidra til at postsmolten kommer raskere ut fjorden, og dermed har en høyere overlevelse på grunn av redusert predasjon og redusert sjanse for å strande i "blindfjorder".
- En høy vannføring eller flom under smoltutvandringen kan også tenkes å synkronisere smoltutvandringen fra elva, slik at et større antall smolt kommer ut i fjorden samtidig, og sjansen for å bli spist av en predator reduseres.

Redusert vanntilførsel som følge av kraftregulering kan dermed føre til økt dødelighet blant annet på grunn av økt predasjon og mindre målrettet vandring ut fjorden.

I 2006 ble det forventet høy og tilnærmet naturlig vannføring i Auravassdraget på grunn av rehabilitering og nedtapping av Aursjødammen. Det ble derfor gjennomført undersøkelser av utvandring av postsmolt laks i Eresfjorden og Langfjorden for å undersøke vandringshastigheter og overlevelse i fjorden ved høy og tilnærmet naturlig vannføring, slik det var tidligere under uregulerte forhold.

Formålene med undersøkelsen var spesielt å:

- Kartlegge utvandring og overlevelse av postsmolt laks under de spesielle vannføringsforholdene som var forventet våren og forsommeren 2006.
- Sammenlikne resultater fra undersøkelsen i 2006 med tilsvarende undersøkelser i 2002 og 2004.
- Vurdere om Aurareguleringen kan ha hatt konsekvenser for postsmoltens overlevelse i tidlig sjøfase.

Resultater fra tidligere undersøkelser av smoltutvandring i samme fjordområde i 2002 og 2004 (Finstad et al. 2005a, b, Thorstad et al. 2007, **vedlegg 1**) ble inkludert som en referanse for vandringshastigheter og overlevelse ved regulert vannføring, og for å kunne evaluere effekter av redusert vannføring i forbindelse med kraftreguleringen.



Undersøkelsen ble gjennomført ved å merke smolt fra Statkraft Energi AS sitt settefiskanlegg (2002, 2004 og 2006) og vill smolt fra Eira (2004) med akustiske sendere. Fisken ble satt ut i fjorden ved munningen av Eira, innerst i Eresfjorden (**figur 1, 2, 3**). Overlevelse og vandrings-hastighet i Eresfjorden og Langfjorden ble undersøkt ved at merket postsmolt ble registrert når de passerte automatiske lyttestasjoner ytterst i Eresfjorden og Langfjorden (**figur 2**).



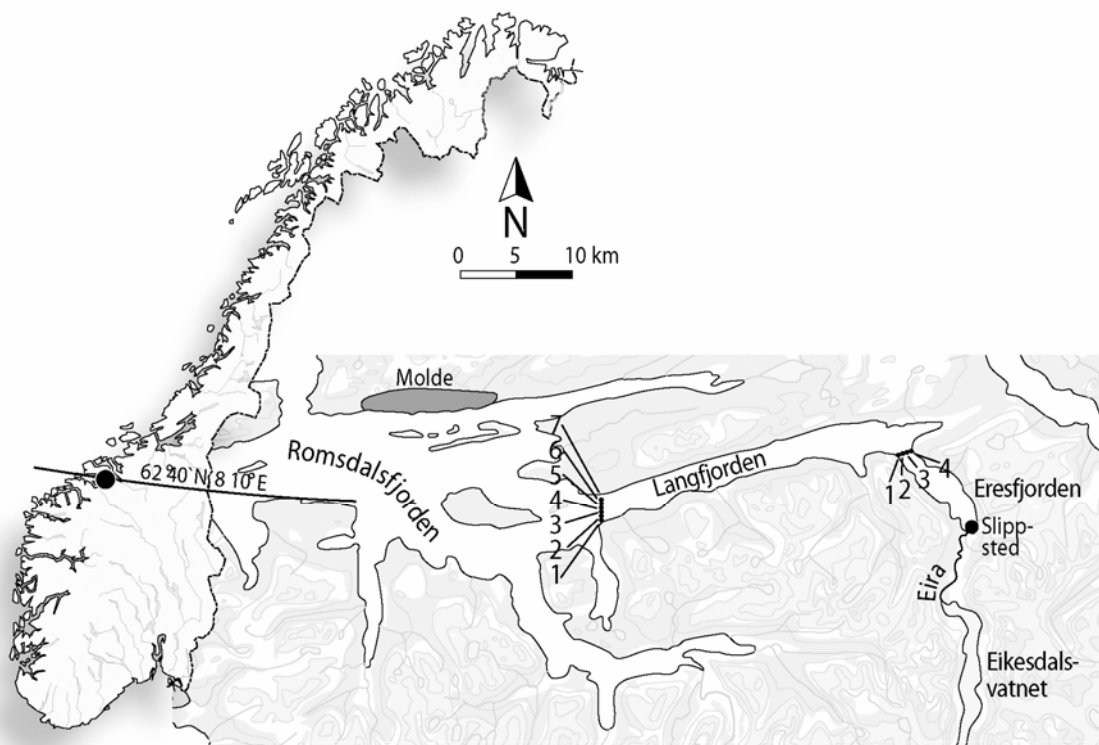
*Figur 1. Eresfjorden mot munningen av Eira. Foto Eva. B. Thorstad.*

## 2 Områdebeskrivelse

Auravassdraget munner ut i Eresfjorden, innerst i Romsdalsfjorden, via elva Eira (**figur 2**). Opprinnelig hadde vassdraget et nedslagsfelt ved utløpet av Eikesdalsvatnet på 1 085 km<sup>2</sup>, og det årlige middelavløpet for perioden 1930-1952 var 41 m<sup>3</sup>/s. Etter tre kraftutbygginger er nedslagsfeltet redusert til 316 km<sup>2</sup>, slik at middelavløpet nå (1976-2004) er 16 m<sup>3</sup>/s, det vil si 40 % av det opprinnelige middelavløpet.

Etter kraftutbyggingen er vannføringen i vassdraget normalt en funksjon av overløp over Aursjødammen og avrenning fra uregulert restfelt. På grunn av rehabilitering og nedtapping av Aursjødammen ble det forventet høy og tilnærmet naturlig vannføring i Auravassdraget våren og forsommeren 2006.

For mer detaljert beskrivelse av vassdraget, reguleringen og fiskebiologiske undersøkelser, henvises det til Jensen et al. (2007).



**Figur 2.** Slippsted for akustisk merket smolt ved munningen av Eira og plassering av automatiske lyttestasjoner ytterst i Eresfjorden (fire lyttestasjoner, nummerert fra 1 til 4) og ytterst i Langfjorden (sju lyttestasjoner, nummerert fra 1 til 7).

### 3 Materiale og metoder

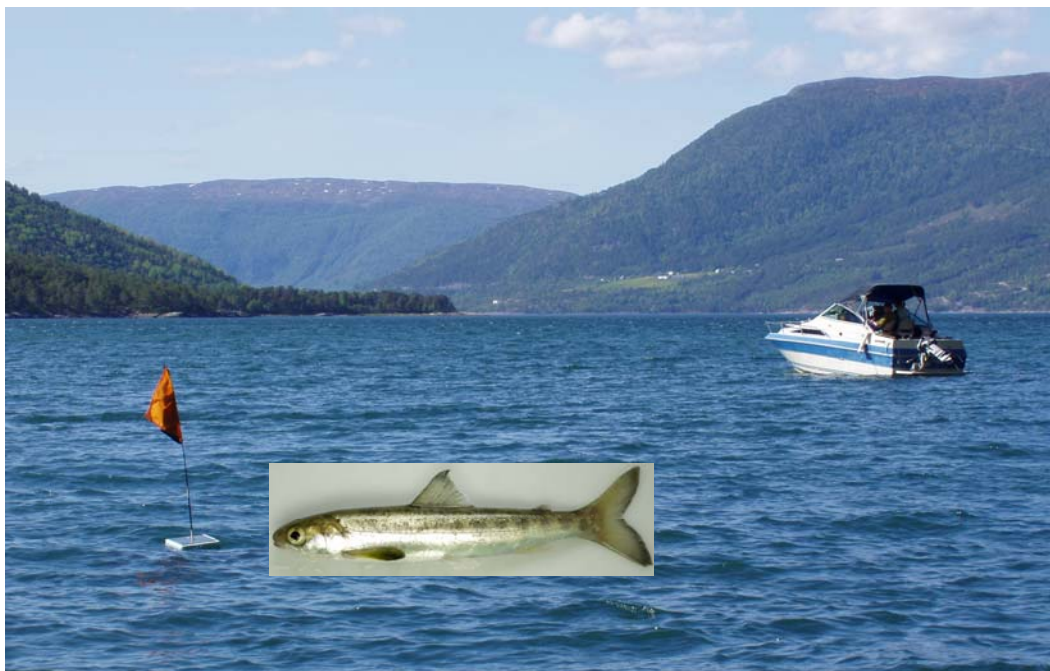
Metodebeskrivelsene nedenfor omfatter generelt undersøkelsene i alle undersøkelsesår; 2002, 2004 og 2006. Undersøkelsene i 2002 og 2004 er publisert tidligere, og for detaljer vedrørende disse undersøkelsene, henvises det til Finstad et al. (2005a) og Thorstad et al. (2007). Undersøkelsen i 2006 rapporteres for første gang her, slik at flere detaljer er beskrevet for dette undersøkelsesåret enn for tidligere år.

#### 3.1 Grupper av fisk

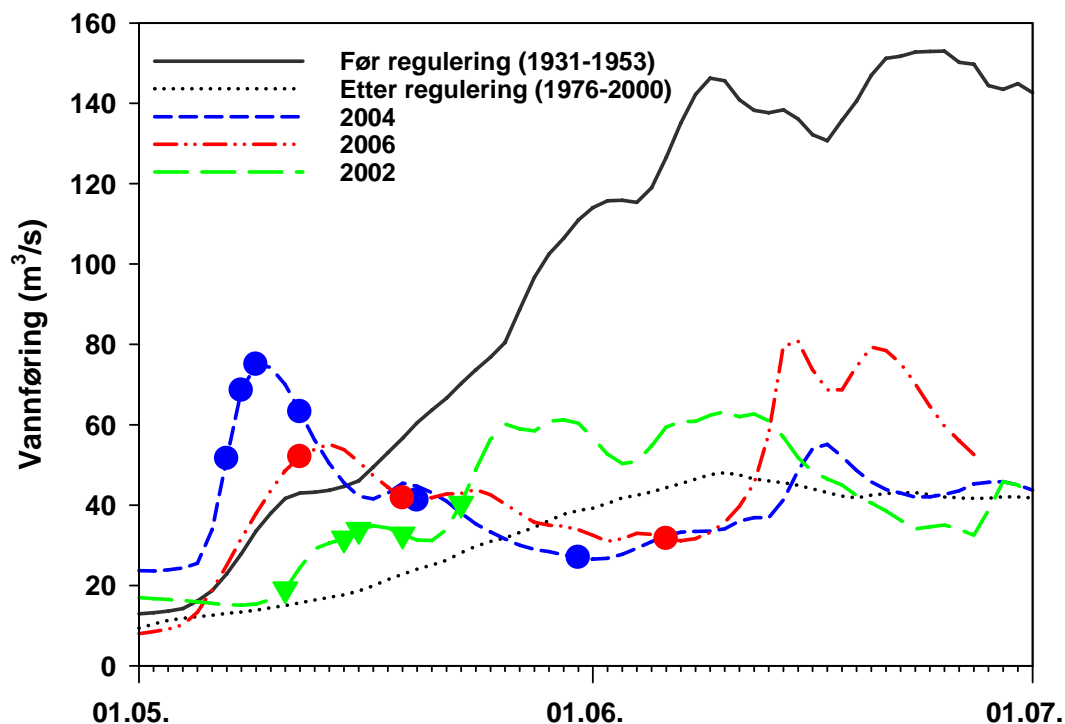
Laksesmolt fra Statkraft Energi AS sitt settefiskanlegg i Eresfjord ble benyttet i undersøkelsen alle tre år. Fisken var to-årig, med vill laks fra Eira som foreldre. I 2004 omfattet undersøkelsen også ei gruppe med vill smolt fanget i smoltfelle (beskrevet i Jensen et al. 2007) under utvandring i Eira. "Utsatt smolt" refererer i rapporten til smolt fra settefiskanlegget, mens "vill smolt" er produsert naturlig i elva. Laksen kalles "postsmolt" i første sjøfase etter at de har forlatt ferskvann (Allan & Ritter 1977).

I 2006 ble 60 smolt fra settefiskanlegget merket med akustiske sendere og sluppet i tre puljer; 20 smolt ble sluppet henholdsvis 12. mai, 19. mai og 6. juni (**tabell 1**). Før merking ble fisken satt over i sjøvann i stamfiskhuset i Eresfjord. Fisk sluppet 12. mai ble satt over på sjøvann 1. mai, og fisk sluppet 19. mai og 6. juni ble satt over på sjøvann 7. mai. Sjøvannstoleransetester (Blackburn & Clarke 1987) 8. og 18. mai (uttak av 10 smolt fra stamfiskhuset ved hver dato) viste konsentrasjoner av plasmaklorid på henholdsvis 128,3 ( $\pm 2,6$  SD) og 132,5 ( $\pm 5,6$  SD) mM. Disse verdiene tyder på at smolten var sjøvannstolerant og klare til å bli sluppet i sjøvann (Sigholt & Finstad 1990). Smolten som ble merket var gjennomsnittlig 288 mm (total lengde, variasjonsbredde 247-317 mm) og 217 g (variasjonsbredde 139-282 g).

I tillegg til de 60 utsatte smolt som ble merket i 2006, ble 96 utsatte smolt merket i 2002 og 2004 (25 smolt i 2002 og 71 smolt i 2004) og 43 ville smolt i 2004. Oversikt over slippdatoer og antall merkede fisk i de ulike år er gitt i **tabell 1** og **figur 4**.



**Figur 3.** Eresfjorden sett fra munningen av Eira og utover. Fra tidligere undersøkelser med manuell peiling av akustisk merket postsmolt. Foto Eva. B. Thorstad og Núría Plantalech Manel-la.



**Figur 4.** Vannføring i Eira ved utløpet av Eikesdalsvatnet i mai og juni som et gjennomsnitt før første (1931-1953) og etter siste (1976-2000) kraftregulering, og for årene 2002, 2004 og 2006. Symboler viser datoer for slipp av akustisk merket smolt fra settefiskanlegget i Eresfjord i 2002 ( $\blacktriangledown$ ), 2004 ( $\bullet$ ) og 2006 ( $\bullet$ ). Oversikt over antall fisk satt ut ved hver slippdato er gitt i **tabell 1**. Data fra Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) (stasjon 104.2.0.1001.1 Eikesdalsvatn).

### 3.2 Håndtering og merking av fisk

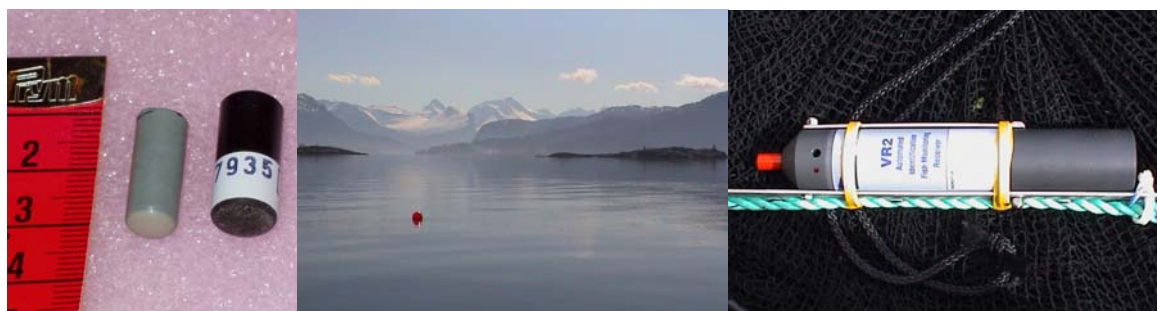
Fisken ble merket med akustiske sendere produsert av VEMCO (Halifax, Nova Scotia, Canada) eller Thelma (Trondheim) (**figur 5**). Generelt ble utsatt smolt merket med sendere fra VEMCO, mens vill smolt ble merket med sendere fra Thelma, med noen få unntak. Vill smolt er generelt mindre enn utsatt smolt, og Thelma produserte sendere som var mindre enn VEMCO sine sendere. I 2006 ble sendere fra VEMCO benyttet (kodete sendere, modell V9-6L-R256, frekvens 69 kHz, 9 mm i diameter, 20 mm lengde, 3.3 g i luft, 2.0 g i vann, garantert levetid 55 dager). Tiden mellom to påfølgende signaler fra en sender varierte tilfeldig mellom 20 og 60 sekunder. Tilfeldig variasjon i signalfrekvens reduserer sjansen for kodekollisjon ved lyttebøyene hvis flere merkede fisk er innenfor rekkevidde samtidig.

Forholdet mellom fiskens kroppsmasse og senderens masse i vann varierte mellom 1,4 og 5,4 % for utsatt smolt og mellom 4,0 og 8,0 % for vill smolt (alle undersøkelsesår). Vi har tidligere funnet at forholdet mellom senderens masse og fiskens kroppsmasse ikke påvirket smoltoverlevelsen (Thorstad et al. 2007). Moore et al. (2000) anbefalte generelt for laksesmolt at sendere burde være mindre enn 5 % av fiskens kroppsmasse for å minimere effekter av senderen på fiskens atferd og overlevelse. Imidlertid er det funnet at sendere som veier opp til 12 % av fiskens kroppsmasse ikke hadde noen effekt på svømmekapasitet hos klekkeriproduert ungfisk av regnbueørret (Brown et al. 1999).



Fisken ble bedøvet i et bad med 2-phenoxyetanol (EC No 204–589–7, SIGMA Chemical Co., St Louis, MI, USA, ca 0,7 ml per liter vann). Deretter ble fisken lagt med buken opp på operasjonsbordet, som var V-formet for at fisken skulle ligge stabilt. Senderen ble ført inn i bukhulen gjennom et ca 1,3 cm langt snitt, laget med skalpell. Snittet ble lukket med to eller tre sting med permanent silketråd (3/0 Ethicon). All håndtering og merking av fisk var godkjent av Forsøksdyrutvalget (FDU).

Dagen etter merking ble fisken transportert til småbåthavna i Eresfjord i plastposer eller bøtter med vann (ca 5 min transporttid), hvor de ble satt i et oppbevaringsbur. Burene bestod av to plastringer (90 cm diameter) i henholdsvis topp og bunn av buret (75 cm avstand mellom ringene), med vegger av knutefritt nylonnett (maskevidde 13 x 13 mm). I 2006 stod fisken i buret 2-3 timer, før de ble sluppet i småbåthavna på dagtid ca 2 timer før flo. Mye postsmolt, både vill og utsatt, ble observert i sjøen på slippstedet, som ligger like ved munningen av Eira. Fisken virket i god form ved slipp.



**Figur 5.** Venstre: Akustisk sender fra Thelma (liten) og VEMCO (stor). Midten: Automatisk lyttebøye i Romsdalsfjorden. Høyre: VEMCO VR2 mottaker som ble benyttet ved automatiske lyttebøyer. Foto Finn Økland og Eva B. Thorstad.

### 3.3 Registrering av fisk ved automatiske lyttebøyer

Etter slipp ble fisken registrert da de passerte automatiske lyttebøyer ytterst i Eresfjorden og ytterst i Langfjorden, henholdsvis 9,5 og 37,0 km fra slippstedet ved munningen av Eira (**figur 2, 5**). Ytterst i Eresfjorden er fjorden 1,48 km bred, og ytterst i Langfjorden 2,60 km bred. I 2004 og 2006 ble et transekt med lyttebøyer plassert begge steder med formål å registrere all merket fisk som passerte. Ytterst i Eresfjorden ble fire lyttebøyer spredt tvers over fjorden, og ytterst i Langfjorden sju lyttebøyer. Begge årene ble mottakerne (VEMCO modell VR2) festet på 3 m eller 5 m dyp på hvert utlegg (**figur 5**). Utleggene var ankret i bunnen og hadde blåse på overflaten. I 2004 ble det i tillegg plassert mottakere på 10 m dyp på noen av utleggene som en ekstra sikring. I 2002 var lyttebøyene plassert på samme lokaliteter, men færre lyttebøyer ble benyttet, slik at det antas at kun en andel av fisken som passerte ble registrert. Mottakerne registrerte merkeidentitet, dato og klokkeslett for signaler fra sendere innenfor sin rekkevidde.

Sjødybde hvor lyttebøyene var plassert varierte mellom 24 og 288 m. Rekkevidde for hver mottaker var typisk 200-260 m i radius rundt hver bøye for sendere på 0,5-3,0 m dybde, men rekkevidden varierte betydelig med faktorer som bølgehøyde og saltholdighet (rekkevidden varierte mellom 45 og 620 m ved tester). Lengste avstand mellom lyttebøyer var 185 m i 2004 og 2006, slik at under dårlige forhold kunne merket fisk teoretisk sett ha passert transektene uten å bli registrert. Resultatene viste imidlertid at all fisk som ble registrert i Langfjorden disse to årene hadde blitt registrert ved passering i Eresfjorden, unntatt ett individ i 2004. Fisken ble i nesten alle tilfeller også registrert ved flere enn én lyttebøye ved passering både i Eresfjorden og Langfjorden (**tabell 2 og 3**). Resultatene tyder derfor på at dekningsgraden var nær 100 % ytterst i Eresfjorden og Langfjorden i 2004 og 2006.

**Tabell 1.** Oversikt over akustisk merket smolt sluppet innerst i Eresfjorden i 2002, 2004 og 2006. Vannføring i Eira er gitt for slippdato, samt som gjennomsnitt for de tre, seks og ni siste dagene før slipp. Antall og andeler fisk registrert ytterst i Eresfjorden og Langfjorden, og vandringshastigheter fra slipp til første registrering på disse stedene er også gitt. I 2004 og 2006 ble tilnærmet all merket fisk som passerte ytterst i Langfjorden og Eresfjorden registrert. I 2002 var det utplassert færre lyttebøyer, slik at det antas at kun en andel av fisken som passerte ble registrert.

| Slipp-<br>dato        | Antall<br>fisk<br>sluppet | Vannføring<br>slippdato<br>(m <sup>3</sup> /s) | Vannføring<br>tre siste<br>dager<br>(m <sup>3</sup> /s) | Vannføring<br>seks siste<br>dager<br>(m <sup>3</sup> /s) | Vannføring<br>ni siste<br>dager<br>(m <sup>3</sup> /s) | Antall<br>(andel)<br>registrert i<br>Eresfjord | Antall<br>(andel)<br>registrert i<br>Langfjord | Vandringshastighet<br>slipp-Eresfjord<br>(kroppslengder s <sup>-1</sup> ),<br>gj.snitt (min-maks) | Vandringshastighet<br>slipp-Langfjord<br>(kroppslengder s <sup>-1</sup> ),<br>gj.snitt (min-maks) |
|-----------------------|---------------------------|--|---|--|--|--|--|---|---|
| <b>Klekkerismolt:</b> |                           |  |   |  |  |  |  |   |   |
| 11.05.02              | 5                         | 19   | 17  | 16   | 16   | 2 (40 %)                                       | 1 (20 %)                                       | 0,275 (0,269 - 0,281)   | 0,756 (0,756 - 0,756)   |
| 15.05.02              | 5                         | 32   | 30  | 25   | 22   | 4 (80 %)                                       | 4 (80 %)                                       | 0,425 (0,162 - 0,670)   | 0,502 (0,225 - 0,740)   |
| 16.05.02              | 5                         | 34   | 32  | 28   | 24   | 2 (40 %)                                       | 2 (40 %)                                       | 0,737 (0,582 - 0,892)   | 0,510 (0,493 - 0,527)   |
| 19.05.02              | 5                         | 33   | 34  | 33   | 30   | 3 (60 %)                                       | 5 (100 %)                                      | 0,709 (0,362 - 1,096)   | 0,788 (0,511 - 1,118)   |
| 23.05.02              | 5                         | 40   | 35  | 34   | 34   | 3 (60 %)                                       | 1 (20 %)                                       | 0,354 (0,064 - 0,631)   | 1,285 (1,285 - 1,285)   |
| 07.05.04              | 4                         | 52   | 37  | 30   | 28   | 3 (75 %)                                       | 3 (75 %)                                       | 0,368 (0,150 - 0,619)   | 0,593 (0,491 - 0,662)   |
| 08.05.04              | 10                        | 69   | 51  | 38   | 33   | 2 (20 %)                                       | 2 (20 %)                                       | 0,590 (0,033 - 1,148)   | 0,137 (0,120 - 0,154)   |
| 09.05.04              | 2                         | 75   | 65  | 46   | 39   | 2 (100 %)                                      | 2 (100 %)                                      | 0,313 (0,265 - 0,362)   | 0,912 (0,842 - 0,982)   |
| 12.05.04              | 20                        | 63   | 69  | 67   | 54   | 11 (55 %)                                      | 4 (20 %)                                       | 0,456 (0,015 - 1,618)   | 0,258 (0,091 - 0,404)   |
| 20.05.04              | 15                        | 45   | 44  | 44   | 48   | 9 (60 %)                                       | 6 (40 %)                                       | 0,523 (0,182 - 1,095)   | 0,568 (0,082 - 0,864)   |
| 31.05.04              | 20                        | 27   | 28  | 29   | 31   | 12 (60 %)                                      | 8 (40 %)                                       | 0,778 (0,043 - 1,352)   | 1,381 (0,080 - 1,846)   |
| 12.05.06              | 20                        | 52   | 48  | 40   | 31   | 16 (80 %)                                      | 11 (55 %)                                      | 1,102 (0,662 - 1,915)   | 0,603 (0,434 - 0,829)   |
| 19.05.06              | 20                        | 42   | 45  | 49   | 50   | 10 (50 %)                                      | 3 (15 %)                                       | 0,593 (0,178 - 1,052)   | 0,765 (0,613 - 0,918)   |
| 06.06.06              | 20                        | 32   | 32  | 32   | 33   | 7 (35 %)                                       | 3 (15 %)                                       | 0,795 (0,301 - 2,045)   | 0,901 (0,488 - 1,440)   |
| <b>Total</b>          | <b>156</b>                |  |   |  |  | <b>86 (55 %)</b>                               | <b>55 (35 %)</b>                               |   |   |
| <b>Villsmolt:</b>     |                           |  |   |  |  |  |  |   |   |
| 07.05.04              | 2                         | 52   | 37  | 30   | 28   | 2 (100 %)                                      | 2 (100 %)                                      | 1,481 (1,085 - 1,878)   | 1,289 (0,687 - 1,892)   |
| 08.05.04              | 9                         | 69   | 51  | 38   | 33   | 4 (44 %)                                       | 4 (44 %)                                       | 0,645 (0,025 - 1,016)   | 0,764 (0,080 - 1,131)   |
| 09.05.04              | 2                         | 75   | 65  | 46   | 39   | 1 (50 %)                                       | 0 (0 %)  | 0,030 (0,030 - 0,030)   | -   |
| 12.05.04              | 15                        | 63   | 69  | 67   | 54   | 12 (80 %)                                      | 5 (33 %)                                       | 0,512 (0,157 - 1,572)   | 0,272 (0,044 - 0,438)   |
| 20.05.04              | 14                        | 45   | 44  | 44   | 48   | 6 (43 %)                                       | 4 (29 %)                                       | 0,250 (0,030 - 0,547)   | 0,337 (0,056 - 0,926)   |
| 22.05.04              | 1                         | 41   | 43  | 43   | 44   | 0 (0 %)  | 0 (0 %)  | -   | -   |
| <b>Total</b>          | <b>43</b>                 |  |   |  |  | <b>25 (58 %)</b>                               | <b>15 (35 %)</b>                               |   |   |

### 3.4 Vannføring og dataanalyser

Vannføring i Eira registrert ved utløpet av Eikesdalsvatnet ble benyttet i analysene. Vannføringen i alle tre undersøkelsesårene var høyere enn gjennomsnittet for perioden etter siste regulering (1976-2000) i det meste av mai (**figur 4**). I første halvdel av mai var vannføringen i to av undersøkelsesårene (2004 og 2006) også høyere enn gjennomsnittet for perioden før regulering (1931-1953), mens for resten av mai og juni i disse årene var vannføringen mye lavere enn gjennomsnittet for perioden før regulering. I 2002 var vannføringen lavere enn for perioden før regulering det meste av mai og juni.

Vannføringen i mai og juni 2006 ble ikke så høy som forventet, og var maksimum 54 m<sup>3</sup>/s. Slipp av akustisk merket fisk skjedde på vannføringer på 52, 42 og 32 m<sup>3</sup>/s dette året (**tabell 1**). Vannføringen var faktisk høyere i første halvdel av mai 2004 enn i 2006, med et maksimum på 75 m<sup>3</sup>/s. Slipp av akustisk merket smolt skjedde på et større spekter av vannføringer i 2004 (27-75 m<sup>3</sup>/s) enn i de to øvrige årene. Vannføring ved slipp av akustisk merket fisk varierte mellom 19 og 75 m<sup>3</sup>/s for de tre undersøkelsesårene sett under ett (**tabell 1**). Siden kun to laks ble sluppet på 75 m<sup>3</sup>/s, er disse ikke inkludert i analyser av overlevelse (se nedenfor). Analyser av overlevelse gjelder derfor for vannføringer mellom 19 og 69 m<sup>3</sup>/s.

Siden vannføringen i 2006 ikke ble så høy og tilnærmet representativ for uregulerte forhold som antatt (se også diskusjon kap. 5.5), så kunne det ikke gjøres en sammenligning av overlevelse og vandringshastighet mellom regulerte forhold (2002 og 2004) og "uregulerte" forhold (2006), som planlagt. Materialet fra de ulike årene ble derfor slått sammen for å undersøke effekter av variasjon i vannføring på overlevelse og vandringshastighet. Utsatt og vill postsmolt ble analysert hver for seg. I tillegg ble det gjennomført separate analyser for utsatt postsmolt i 2004, siden dette var året med flest slippdatoer og størst variasjon i vannføring. Vannføring i dagene før slipp kan påvirke tykkelse på ferskvannslaget i fjorden. Effekter av vannføring på slippdatoen og gjennomsnittlig vannføring de siste tre, seks og ni dagene før slipp (**tabell 1**) ble derfor testet i forhold til overlevelse og vandringshastighet.

Andel av utsatt fisk som ble registrert ytterst i Eresfjorden og Langfjorden i 2004 og 2006 ble benyttet som et mål på overlevelse siden vi antar at tilnærmet all merket fisk som passerte disse stedene ble registrert. Data fra 2002 ble ikke inkludert i analyser av overlevelse siden det var utplassert færre lyttebøyer dette året, og det antas at kun en andel av fisken som passerte ble registrert (se kap. 3.3). Datoer med slipp av færre enn fem fisk er i utgangspunktet ikke inkludert i analyser av effekter av vannføring på overlevelse.

Vandringshastigheter ble beregnet som kroppslengder per sekund fra slipp til første registrering ved lyttebøyer henholdsvis ytterst i Eresfjorden og ytterst i Langfjorden målt korteste vandringsrute (kroppslengde for individuelle smolt, ikke gjennomsnittslengder, ble benyttet i beregningene). Dette må betraktes som en minimums vandringsrate og ikke eksakt svømmehastighet siden fisken ofte ikke følger korteste rute (Thorstad et al. 2004, Økland et al. 2006).

### 3.5 Vanntemperatur og salinitet i Eresfjorden og Langfjorden

Vanntemperatur og salinitetsprofiler ble registrert på 11 stasjoner i Eresfjorden og Langfjorden i 2006 (stasjon 1 ved slippstedet, stasjon 2-6 i Eresfjorden og stasjon 7-11 i Langfjorden, **vedlegg 2**). Målingene ble gjort i forbindelse med slipp av fisk 12. mai, 19. mai og 6. juni. Tilsvarende registreringer ble gjort ved ti av stasjonene 4., 14. og 30. mai 2004, og ved tre eller fire av stasjonene (alle i Eresfjorden) 14. mai, 24. mai og 2. juni 2002.

## 4 Resultater

### 4.1 Overlevelse

Overlevelse fra slipp til registrering ytterst i Eresfjorden var 55 % for utsatt postsmolt i 2006, og fra slipp til registrering ytterst i Langfjorden 28 % (**tabell 1**). Overlevelse for utsatt postsmolt i 2004 var tilnærmet lik; 55 % til ytterst i Eresfjorden, og 35 % til ytterst i Langfjorden. Overlevelse for vill postsmolt i 2004 var også tilnærmet lik; 58 % til ytterst i Eresfjorden og 35 % til ytterst i Langfjorden. Overlevelsen varierte betydelig mellom slippdatoer i de tre undersøkelsesårene (**tabell 1**). Noe av denne variasjonen skyldes trolig tilfeldigheter siden flere av slippene omfattet et svært lavt antall fisk.

Det var ingen signifikant effekt av vannføring på overlevelse fra slipp til ytterst i Eresfjorden eller Langfjorden for utsatt postsmolt i 2004 og 2006 (**figur 6 og 7**). Dette gjaldt både for vannføring på slippdatoen og gjennomsnittlig vannføring for de tre, seks og ni siste dagene før slipp. Hvis resultater fra datoer med færre enn fem fisk sluppet også ble inkludert i analysene (se kap. 3.4), var det fortsatt ingen signifikant effekt av vannføring på overlevelse fra slipp til ytterst i Eresfjorden eller Langfjorden, men sammenhengen mellom vannføring på slippdatoen og overlevelse var positiv ( $n = 9$  slippdatoer; overlevelse slipp til ytterst i Eresfjorden:  $r^2 = 0,13$ ,  $P = 0,35$ ; overlevelse slipp til ytterst Langfjorden:  $r^2 = 0,22$ ,  $P = 0,20$ ). Vill smolt ble ikke testet på grunn av et lavt antall fisk på mange slippdatoer (**tabell 1**).

Det var en tendens (nær-signifikant) til at postsmolt registrert ytterst i Eresfjorden i 2006 var større enn postsmolt som ikke ble registrert (Mann-Whitney U test,  $U = 326,5$ ,  $P = 0,077$ ). Postsmolt registrert ytterst i Langfjorden i 2006 var større enn postsmolt som ikke ble registrert (Mann-Whitney U test,  $U = 240,0$ ,  $P = 0,039$ ).

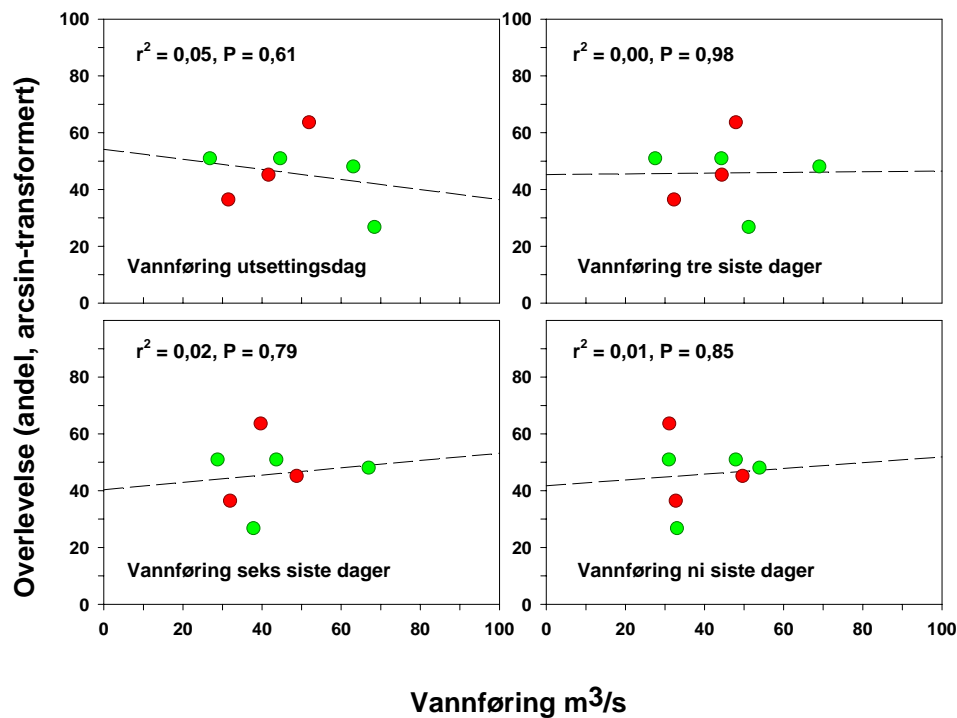
### 4.2 Vandringshastighet

Postsmolten brukte gjennomsnittlig 20,3 timer (variasjonsbredde 5,7-71,0,  $SD = 16$ ) på den 9,5 km lange strekningen fra slipp til første registrering ytterst i Eresfjorden i 2006. Dette tilsvarer en gjennomsnittlig vandringshastighet på 0,88 kroppslengder per sekund (variasjonsbredde 0,18-2,05,  $SD = 0,49$ ), eller 0,47 km/t.

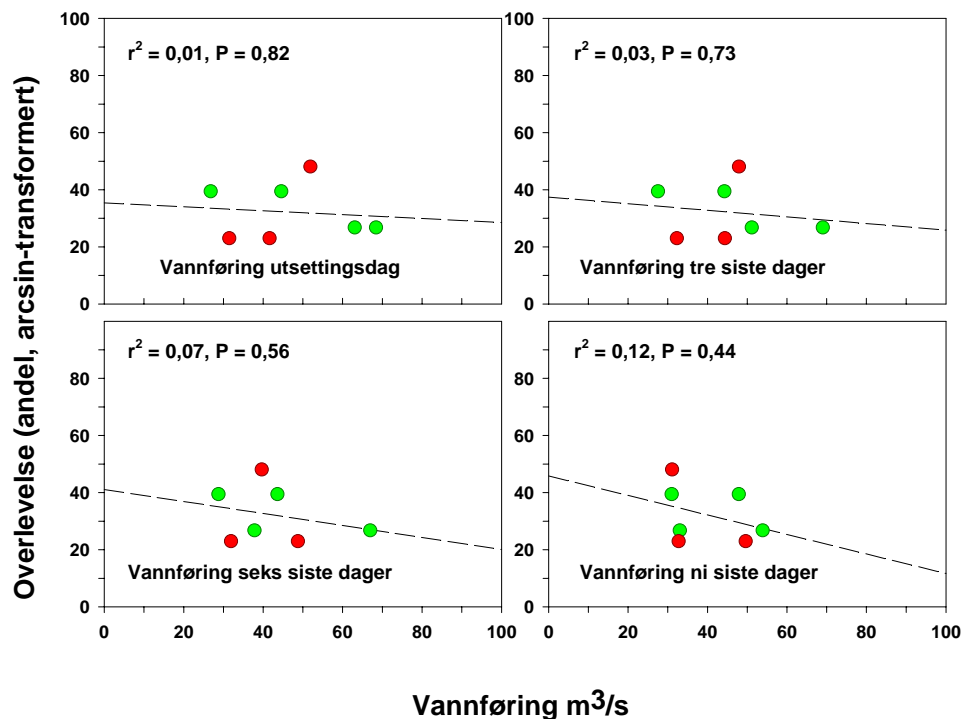
Postsmolten brukte gjennomsnittlig 2,9 dager (variasjonsbredde 2,2-3,7,  $SD = 0,50$ ) på den 37 km lange strekningen fra slipp til første registrering ytterst i Langfjorden i 2006. Dette tilsvarer en gjennomsnittlig vandringshastighet på 0,68 kroppslengder per sekund (variasjonsbredde 0,43-1,44,  $SD = 0,24$ ), eller 0,52 km/t.

Vannføring hadde ingen effekt på vandringshastighet fra slipp til første registrering ytterst i Eresfjorden eller ytterst i Langfjorden for utsatt postsmolt (**figur 8-9**). Resultatene var de samme når materialet for 2004 ble analysert separat ( $n = 6$  slippdatoer,  $r^2 = 0,04-0,50$ ,  $P = 0,12-0,70$ ). Vannføring hadde heller ingen effekt på vandringshastighet fra slipp til første registrering ytterst i Eresfjorden for vill postsmolt (**figur 10**). På grunn av liten utvalgsstørrelse ble dette forholdet ikke testet for vill postsmolt registrert ytterst i Langfjorden. Det må påpekes at de øvrige analysene også er basert på et lite antall smolt for flere av slippdatoene (**tabell 1**).

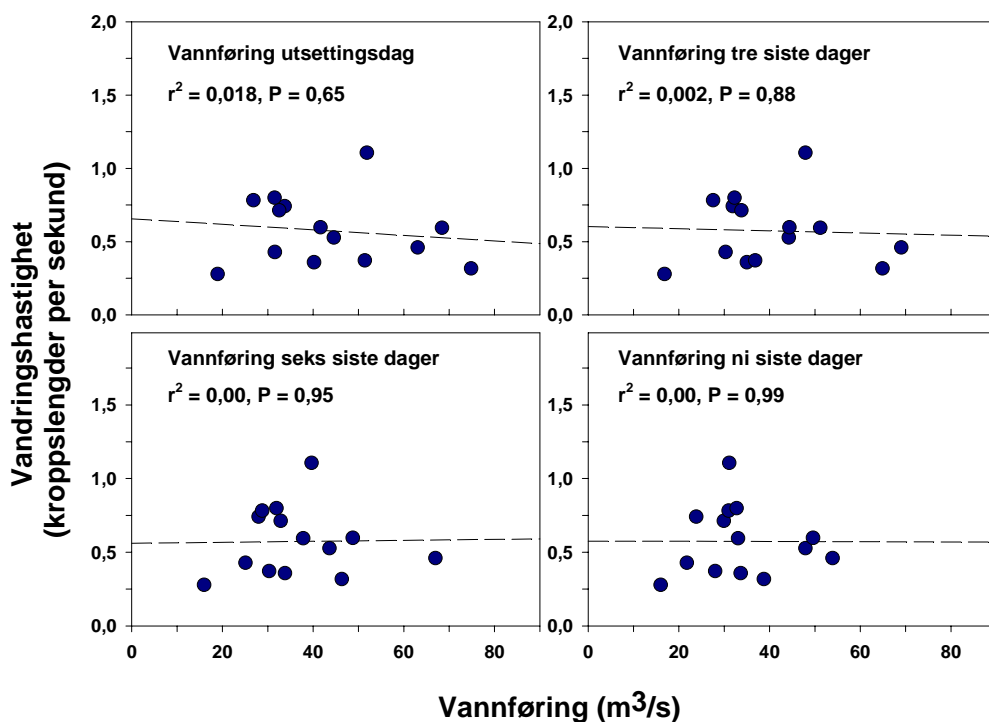




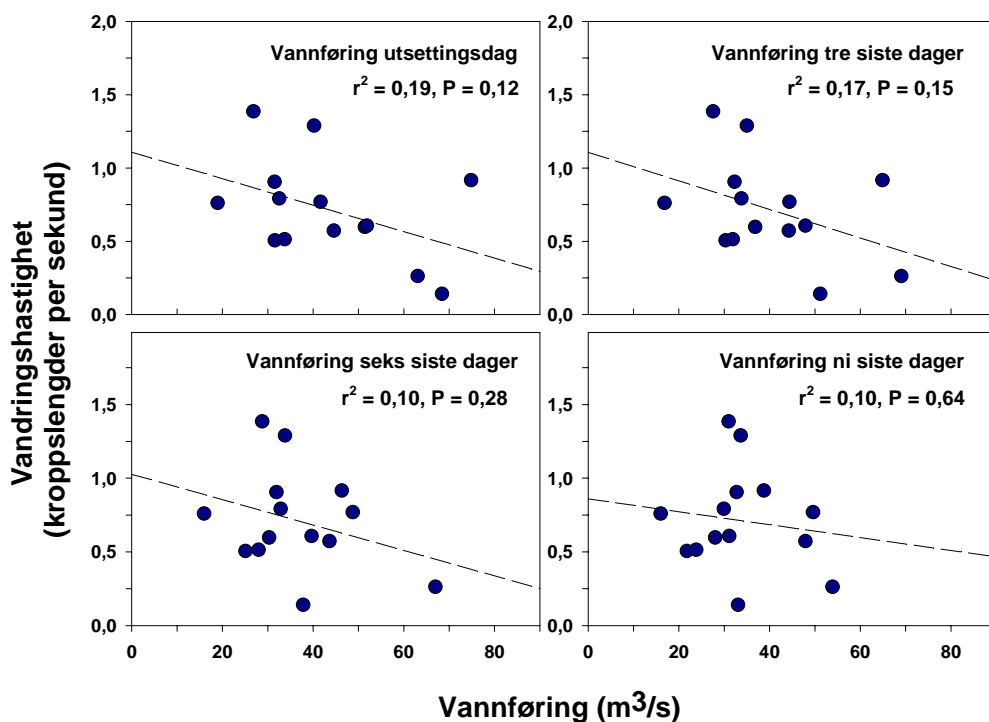
**Figur 6.** Sammenheng mellom vannføring (på slippdato og gjennomsnitt for de tre, seks og ni siste dagene før slipp) og overlevelse av utsatt postsmolt fra slipp til ytterst i Eresfjorden ved ulike slippdatoer i 2004 (●) og 2006 (●). Stiplede linjer representerer ikke-signifikante lineære regresjoner ( $P > 0,05$ ) for dette forholdet.



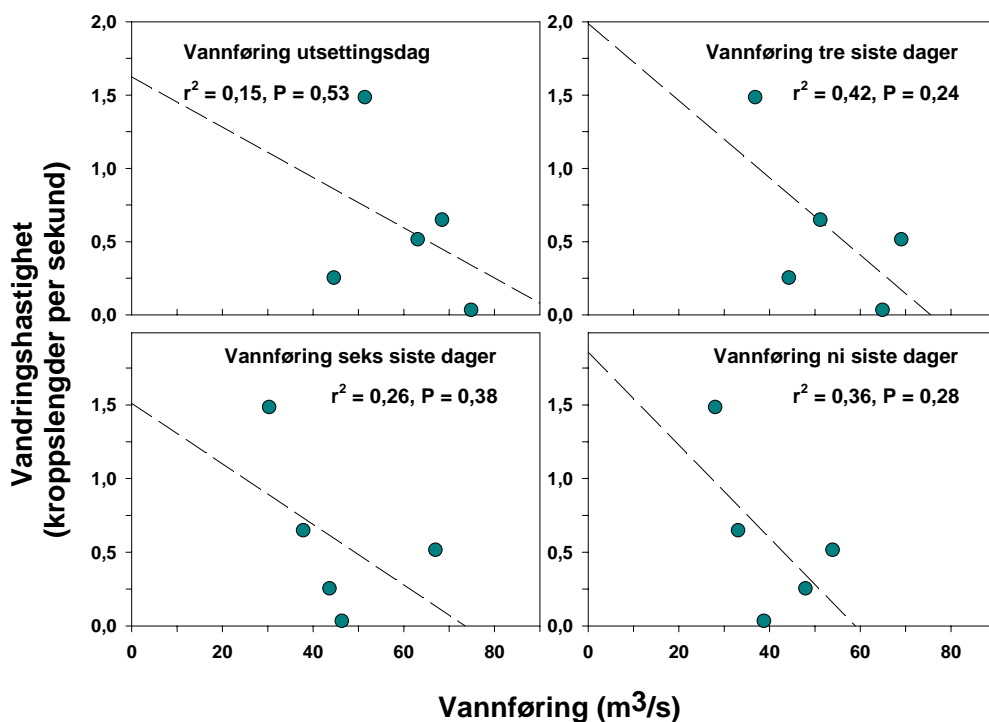
**Figur 7.** Sammenheng mellom vannføring (på slippdato og gjennomsnitt for de tre, seks og ni siste dagene før slipp) og overlevelse av utsatt postsmolt fra slipp til ytterst i Langfjorden ved ulike slippdatoer i 2004 (●) og 2006 (●). Stiplede linjer representerer ikke-signifikante lineære regresjoner ( $P > 0,05$ ) for dette forholdet.



**Figur 8.** Sammenheng mellom vannføring (på slippdato og gjennomsnitt for de tre, seks og ni siste dagene før slipp) og vandringshastighet (gjennomsnitt for ulike slippdatoer,  $n = 14$ ) for utsatt postsmolt fra slipp til ytterst i Eresfjorden i 2002, 2004 og 2006. Stiplede linjer representerer ikke-signifikante lineære regresjoner ( $P > 0,05$ ) for dette forholdet.



**Figur 9.** Sammenheng mellom vannføring (på slippdato og gjennomsnitt for de tre, seks og ni siste dagene før slipp) og vandringshastighet (gjennomsnitt for ulike slippdatoer,  $n = 14$ ) for utsatt postsmolt fra slipp til ytterst i Langfjorden i 2002, 2004 og 2006. Stiplede linjer representerer ikke-signifikante lineære regresjoner ( $P > 0,05$ ) for dette forholdet.



**Figur 10.** Sammenheng mellom vannføring (på slippdato og gjennomsnitt for de tre, seks og ni siste dagene før slipp) og vandringshastighet (gjennomsnitt for ulike slippdatoer,  $n = 5$ ) for vill postsmolt fra slipp til ytterst i Eresfjorden i 2004. Stiplede linjer representerer ikke-signifikante lineære regresjoner ( $P > 0,05$ ) for dette forholdet.

### 4.3 Vandringsrute

All merket postsmolt i 2006 fulgte en enveis vandringsrute ut fjorden uten å reversere vandringsretning (det vil si at ingen ble registrert i Eresfjorden igjen etter at de var registrert i Langfjorden).

Utvandrende postsmolt ble registrert ved alle lyttebøyer i Eresfjorden i 2006, men med et noe høyere antall fisk registrert ved de to lyttebøylene midtfjords enn ved land (27 og 28 fisk registrert i midtfjords, *versus* 22 og 25 fisk ved land **tabell 2**). Alle unntatt to individer ble registrert ved minst to lyttebøyer ved passering, og mange ble registrert ved alle fire lyttebøyer. Det var ingen tendens til at postsmolten vandret på den ene sida av fjorden framfor den andre.

**Tabell 2.** Oversikt over hvilke lyttebøyer individuelle postsmolt ble registrert ved ytterst i Eresfjorden i 2006. Numre på lyttebøyer korresponderer til numre i figur 2; lyttebøye 1 er på vestsida av fjorden og lyttebøye 4 på østsida av fjorden. Lyttebøye 2 og 3 er i midten.

| Fisk nr.                      | Lyttebøye nr |           |           |           |
|-------------------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|
|                               | 1            | 2         | 3         | 4         |
| 182                           | x            |           |           |           |
| 183                           |              | x         | x         | x         |
| 184                           | x            | x         |           |           |
| 186                           | x            | x         | x         |           |
| 187                           | x            | x         |           |           |
| 188                           | x            | x         | x         | x         |
| 189                           | x            | x         | x         | x         |
| 190                           | x            | x         |           |           |
| 192                           | x            | x         | x         |           |
| 193                           | x            | x         | x         | x         |
| 195                           |              |           | x         | x         |
| 196                           |              | x         | x         | x         |
| 197                           | x            | x         | x         | x         |
| 198                           | x            | x         | x         | x         |
| 199                           | x            | x         | x         |           |
| 200                           | x            | x         | x         | x         |
| 201                           | x            | x         | x         | x         |
| 202                           |              |           | x         | x         |
| 204                           | x            | x         | x         | x         |
| 205                           | x            | x         | x         | x         |
| 208                           | x            | x         | x         |           |
| 209                           |              |           | x         | x         |
| 214                           |              | x         | x         | x         |
| 216                           | x            | x         |           |           |
| 217                           | x            | x         | x         | x         |
| 218                           |              |           |           | x         |
| 221                           | x            | x         | x         | x         |
| 223                           |              | x         | x         | x         |
| 225                           |              | x         | x         | x         |
| 229                           |              | x         | x         | x         |
| 235                           |              | x         | x         | x         |
| 237                           | x            | x         | x         | x         |
| 238                           | x            | x         | x         | x         |
| <b>Totalt<br/>antall fisk</b> | <b>22</b>    | <b>28</b> | <b>27</b> | <b>25</b> |

Utvandrende postsmolt ble registrert ved alle lyttebøyer i Langfjorden i 2006, men med et større antall fisk registrert midtfjords og på den nordlige sida av fjorden enn ved de to sørligste lyttestasjonene (12-16 fisk registrert ved stasjon 3-7, *versus* 4-6 fisk ved de to sørligste stasjonene **tabell 3**). Alle individer ble registrert ved minst to lyttebøyer ved passering, og noen ble registrert ved alle sju lyttebøyer.

**Tabell 3.** Oversikt over hvilke lyttebøyer individuelle postsmolt ble registrert ved ytterst i Langfjorden i 2006. Numre på lyttebøyer korresponderer til numre i figur 2; lyttebøye 1 er på sørsida av fjorden og lyttebøye 7 på nordsida av fjorden.

| Fisk nr.                  | Lyttebøye nr |          |           |           |           |           |           |
|---------------------------|--------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                           | 1            | 2        | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         |
| 182                       |              |          | x         | x         | x         |           | x         |
| 183                       |              |          |           |           | x         | x         | x         |
| 187                       |              |          |           | x         | x         | x         | x         |
| 188                       |              |          | x         | x         | x         | x         | x         |
| 189                       | x            | x        | x         | x         |           |           |           |
| 193                       |              |          | x         | x         | x         | x         | x         |
| 195                       |              | x        | x         | x         | x         |           |           |
| 196                       |              |          |           | x         | x         |           |           |
| 198                       |              |          | x         | x         | x         | x         | x         |
| 199                       |              |          | x         | x         | x         | x         | x         |
| 200                       |              | x        | x         | x         | x         |           |           |
| 209                       |              | x        | x         | x         | x         | x         | x         |
| 216                       | x            | x        | x         | x         | x         | x         | x         |
| 217                       | x            | x        | x         | x         | x         | x         | x         |
| 221                       |              |          | x         | x         | x         | x         | x         |
| 225                       |              |          |           |           | x         | x         | x         |
| 238                       | x            |          |           |           | x         | x         | x         |
| <b>Totalt antall fisk</b> | <b>4</b>     | <b>6</b> | <b>12</b> | <b>14</b> | <b>16</b> | <b>12</b> | <b>13</b> |

## 4.4 Vanntemperatur og salinitet i Eresfjorden og Langfjorden

### 4.4.1 Vanntemperatur

I 2006 varierte vanntemperaturen mellom 5,4 og 11,5 °C i overflaten i Eresfjorden og Langfjorden, mens på 1 m dyp varierte den mellom 8,8 og 12,4 °C (**vedlegg 2**). For alle målte dyp (0-9 m) varierte vanntemperaturen mellom 5,3 og 12,4 °C.

I 2004 varierte vanntemperaturen mellom 7,4 og 12,7 °C i overflaten i Eresfjorden og Langfjorden, mens på 1 m dyp varierte den mellom 7,5 og 12,3 °C (**vedlegg 2**). For alle målte dyp (0-11 m) varierte vanntemperaturen mellom 7,0 og 12,7 °C.

I 2002 varierte vanntemperaturen mellom 7,9 og 14,5 °C i overflaten i Eresfjorden, mens på 1 m dyp varierte den mellom 9,4 og 12,5 °C (**vedlegg 2**). For alle målte dyp (0-11 m) varierte vanntemperaturen mellom 7,1 og 14,5 °C.

#### 4.4.2 Salinitet

Generelt ble et tynt fersk- og brakkvannslag registrert i Eresfjorden, mens de fleste registreringer var > 25 psu i Langfjorden (**vedlegg 2**). Ingen registreringer på noe dyp var < 20,3 psu i Langfjorden.

I 2006 varierte saliniteten i Eresfjorden mellom 0,1 og 26,9 psu i overflaten, mellom 1,1 og 29,5 psu på 0,5 m dyp, mellom 17,7 og 32,2 psu på 1 m dyp, og mellom 24,3 og 32,6 psu på 2 m dyp (**vedlegg 2**). I Langfjorden varierte saliniteten mellom 20,3 og 32,9 psu på overflaten, mellom 20,8 og 33,0 psu på 0,5 m dyp, mellom 22,2 og 33,1 psu på 1 m dyp, og mellom 27,0 og 33,1 psu på 2 m dyp.

I 2004 varierte saliniteten i Eresfjorden mellom 6,3 og 21,8 psu i overflaten, mellom 8,1 og 24,5 psu på 0,5 m dyp, mellom 7,7 og 29,7 psu på 1 m dyp, og mellom 20,1 og 30,8 psu på 2 m dyp (**vedlegg 2**). I Langfjorden varierte saliniteten mellom 20,4 og 31,1 psu på overflaten, mellom 21,1 og 31,3 psu på 0,5 m dyp, mellom 21,1 og 31,3 psu på 1 m dyp, og mellom 22,0 og 31,6 psu på 2 m dyp.

I 2002 varierte saliniteten i Eresfjorden mellom 0,1 og 24,8 psu i overflaten, mellom 0,6 og 29,4 psu på 0,5 m dyp, mellom 20,9 og 31,1 psu på 1 m dyp, og mellom 26,5 og 31,5 psu på 2 m dyp (**vedlegg 2**).

## 5 Diskusjon

### 5.1 Overlevelse

Det var ingen sammenheng mellom vannføring i Eira på slippdato og overlevelse av postsmolt fra slipp til registrering ytterst i Eresfjorden eller ytterst i Langfjorden. Det var heller ingen sammenheng mellom overlevelse og gjennomsnittlig vannføring de siste tre, seks og ni dagene før slipp. Overlevelsen varierte betydelig mellom slippdatoer, noe som tyder på at en rekke faktorer påvirker overlevelse av postsmolt i første fase av sjøvandringen. Faktorer som påvirker overlevelse av postsmolt kan for eksempel være predasjon (som igjen kan være påvirket av hvor synkron smoltutvandringen er, samt predatorers populasjonsdynamikk og oppholdssted), smoltkvalitet, orienteringsevne, mattilgang, lakselusinfeksjoner og andre miljøfaktorer. Vannføring på slippdatoen varierte mellom 19 og 69 m<sup>3</sup>/s, og det er vanskelig å vite om et større spekter av vannføringer ville gitt et annet resultat. Høyere vannføring var forventet våren 2006 på grunn av rehabilitering og nedtapping av Aursjødammen, men dette skjedde ikke. Som et resultat var det ikke stor forskjell på tykkelsen av fersk- og brakkvannslaget i Eresfjorden og Langfjorden under smoltutvandringen i 2006 og tidligere år, og resultater kunne ikke sammenlignes mellom regulerte og "uregulerte" forhold som planlagt.

Det er tidligere vist at gjennomsnittlig vannføring i Eira i mai har en positiv effekt på årsklassestyrke av laks, noe som tyder på at økt vannføring har positiv effekt på sjøoverlevelse (Jensen et al. 2007). At vi ikke fant en signifikant effekt av økt vannføring på overlevelse i første fase av fjordvandringen i denne undersøkelsen, kan tyde på at den positive effekten av økt vannføring er knyttet til forklaringer som ikke fullt ut fanges opp av en undersøkelse i første del av fjordfasen (se ulike hypoteser framsatt i innledningen). For eksempel kan det være at effekten på overlevelsen finner sted senere i den marine fasen, eller at synkron utvandring fra elva har større betydning for overlevelse enn tykkelse på ferskvannslaget og strømhastigheten ut fjorden for smolt fra Eira innenfor de vannføringer og forhold som ble undersøkt. Effekter av synkron utvandring vil ikke dekkes av en undersøkelse som denne, der smolten ble satt ut i elvemunningen. En må også være oppmerksom på at det ikke behøver å være én av hypotesene framsatt i innledningen som alene forklarer at økt vannføring under smoltutvandringen medfører økt overlevelse, men at flere av forklaringene kan være medvirkende, og i ulik grad i ulike år og vassdrag. Datamaterialet som kunne inkluderes i analysene bestod av få slipp, og med et lavt antall smolt for noen av slippene. Et begrenset materiale kombinert med at flere faktorer påvirker overlevelse i første fase av sjøvandringen kan også ha medvirket til at vi ikke fant en signifikant effekt av vannføring på overlevelse i denne undersøkelsen.

Overlevelse under første del av sjøvandringen var relativt lav, noe som illustrerer at dette er en spesielt kritisk fase av laksens sjøopphold. Overlevelsen varierte overraskende lite mellom år og mellom vill og utsatt postsmolt. Fra slipp til registrering ytterst i Eresfjorden varierte overlevelsen mellom 55 og 58 % mellom ulike grupper og år, og fra slipp til registrering ytterst i Langfjorden mellom 28 og 35 %. En høy andel av dødeligheten i denne fasen av sjøvandringen skyldes trolig predasjon, hovedsakelig av sei, torsk og måker (Reitan et al. 1987, Jepsen et al. 2006, **figur 11**). Dette stemmer overens med høy predasjon registrert utenfor andre vassdrag. I munningen av Orkla ble det beregnet at torsk spiste 20 % av utvandrende smolt (Hvidsten & Lund 1988), mens i munningen av Surna ble det beregnet at torsk og sei spiste 25 % av utvandrende smolt (Hvidsten & Møkkelgjerd 1987). En høyere dødelighet i Eresfjorden sammenlignet med Orkla og Surna kan skyldes at dødeligheten ikke bare ble estimert i munningen av elva men over et større fjordområde, samt for alle predatorer samlet. Håndtering og merking av fisk som gjennomført i denne undersøkelsen kan også medføre ekstra dødelighet. Størrelsen på senderen var imidlertid innenfor generelle anbefalinger for å minimere effekter på fiskens atferd og overlevelse (se kap. 3.2), og fisken ble håndtert så rakst og skånsomt som mulig under merking og transport. Vi kan dermed anta at dødeligheten som følge av håndtering og merking av fisken ikke var høy.

Postsmolten som overlevde til ytterst i Langfjorden i denne undersøkelsen (2006) var større enn de som ikke overlevde. Det samme ble funnet for vill postsmolt merket i 2004, men ikke for utsatt postsmolt i 2004 (Thorstad et al. 2007). Resultatene tyder på at økt postsmoltstørrelse kan ha en positiv effekt på overlevelsen i tidlig sjøfase. Dette kan for eksempel ha sammenheng med predasjon, og at små postsmolt i større grad blir spist av predatorer enn større postsmolt. At større smolt hadde høyere overlevelse enn mindre smolt er trolig ikke en merkeeffekt, siden forholdet mellom den aktuelle senderens masse og fiskens kroppsmasse ikke påvirket overlevelsen (Thorstad et al. 2007).



**Figur 11.** Predasjon medfører dødelighet av postsmolt i fjorden. Torsk og sei fanget i munningen av Eira i 2004 ( $n = 58$ ) hadde gjennomsnittlig 1,5 postsmolt laks i magen (Jepsen et al. 2006). Foto Eva B. Thorstad.

## 5.2 Vandringshastighet

Vannføring hadde ingen effekt på vandringshastighet fra slipp til første registrering ytterst i Eresfjorden verken for utsatt eller vill postsmolt. Det er imidlertid verdt å merke seg at (det ikke-signifikante) forholdet mellom vannføring fra Eira og vandringshastighet fra slipp til første registrering i Langfjorden var negativt, og ikke positivt slik en kunne tenke seg hvis økt strøm av vann ut fjorden, eller økt smoltkvalitet som følge av et tykkere brakkvannslag, økte vandringshastigheten. Det finnes ikke tilsvarende data fra andre fjordsystemer, så vi vet ikke om dette er en spesiell observasjon for innerste del av Romsdalsfjorden under de gjeldende forhold, eller et mer generelt fenomen i norske fjordsystemer. Hvorvidt dette resultatet er relatert til vannføringen i Eira er også uklart, siden vannføringen i Eira kan samvariere med andre fenomener i fjordsystemet. For eksempel kan ferskvannstilførselen fra Eira samvariere med ferskvannstilførsel fra andre vassdrag, som igjen kan påvirke brakkvannslag og strømmønster i fjorden.

Postsmolten viste stor individuell variasjon i vandringshastighet. Tid fra slipp til første registrering ytterst i Eresfjorden (9,5 km lang strekning) varierte mellom 5,7 og 71 timer (gjennomsnittlig 20,3 timer), og fra slipp til ytterst i Langfjorden (37 km lang strekning) mellom 2,2 og 3,7 da-



ger (gjennomsnittlig 2,9 dager) i 2006. Dette tilsvarte en gjennomsnittlig vandringshastighet på henholdsvis 0,88 og 0,68 kroppslengder per sekund, eller 0,47 og 0,52 km/t. Dette er i samsvar med resultater fra 2002 (gjennomsnittlig 0,54-0,69 kroppslengder per sekund, Finstad et al. 2005a) og 2004 (gjennomsnittlig 0,53-0,77 kroppslengder per sekund, Thorstad et al. 2007). Høyere brutto vandringshastigheter er registrert i andre undersøkelser av postsmolt laks (LaBar et al. 1978, Fried et al. 1978, Moore et al. 1992, 1995, LaCroix & McCurdy 1996), trolig på grunn av større strømhastigheter på disse lokalitetene. Brutto vandringshastighet er en sum av fiskens egen vandring og vannstrømmen, og ulike strømforhold vil derfor medføre forskjeller mellom undersøkelser. Strømhastigheten i Eresfjorden ble målt under manuell peiling av postsmolt i 2003 og 2004 og var generelt lav (gjennomsnittlig 0,09 og 0,16 m<sup>3</sup>/s) (Thorstad et al. 2004, Økland et al. 2006).

### 5.3 Vandringsrute

All merket postsmolt i 2006 fulgte en enveis vandringsrute ut fjorden uten å reversere vandringsretning (det vil si at ingen ble registrert i Eresfjorden igjen etter at de var registrert i Langfjorden). I 2004 ble noen få individer registrert i Eresfjorden etter at de hadde vært i Langfjorden (Thorstad et al. 2007).

Postsmolten passerte lyttestasjonene like gjerne midtfjords som nærmere land, både ytterst i Eresfjorden og ytterst i Langfjorden i 2006. Dette samsvarer med undersøkelser i 2004 (Thorstad et al. 2007). Ørretsmolt, derimot, svømte helst nærmere land (Thorstad et al. 2007).

I Langfjorden i 2006 ble postsmolten registrert i mindre grad på sørsida av fjorden enn midtfjords og nær nordsida av fjorden. Dette tyder på at det finnes mønstre i postsmoltens vandringsruter, som for eksempel kan ha sammenheng med strømforhold i fjorden. Dette mønsteret var imidlertid ikke konsistent mellom år; i 2004 svømte postsmolten i mindre grad på nordsida av fjorden enn midtfjords og på sørsida (Thorstad et al. 2007). Ytterst i Eresfjorden var det ingen tendens til at postsmolten foretrakk å vandre på den ene eller andre sida av fjorden verken i 2004 eller 2006.

### 5.4 Styrket kunnskap om postsmoltens fjordvandring

Denne undersøkelsen har bidratt til styrket kunnskap om postsmoltens fjordvandring, og har i stor grad bekreftet resultater fra undersøkelser i Romsdalsfjorden i perioden 2002-2004 (**vedlegg 1**). Det har tidligere eksistert svært lite kunnskap om denne fasen av laksens livssyklus. Telemetri i form av merking med akustiske sendere er den eneste metoden vi i dag kjenner for å innhente detaljert informasjon om individers vandringsmønster og overlevelse over større fjordområder. Dette medfører at et begrenset antall fisk inngår i undersøkelsene. I tillegg til stor individuell variasjon kan det også være stor variasjon mellom år i miljøforhold, vandringsatferd og overlevelse. En må derfor være forsiktig med å trekke for vidtrekkende konklusjoner basert på et relativt lite antall individer, og uten å dekke mellomårlig variasjon.

At resultatene fra 2006 i stor grad samsvarer med resultater fra tidligere år, styrker den kunnskapen vi tidligere har innhentet gjennom telemetriundersøkelser i Romsdalsfjordssystemet. Resultatene har på den ene siden vist at postsmolt har stor svømmekapasitet, og at de kan svømme over lengre fjordstrekninger med relativt høy hastighet (**vedlegg 1**). På den andre siden har undersøkelsene vist at postsmolten har høy dødelighet i første fase av sjøvandringen, og dermed bekreftet at dette er et viktig stadium av laksens livssyklus. Resultatene har også vist relativt stor konsistens mellom år og type fisk (vill og utsatt) i vandringsatferd og overlevelse, men at postsmoltens kroppsstørrelse har betydning ved at større postsmolt vandrer raskere over lange fjordstrekninger, og ved at større postsmolt kan ha høyere overlevelse.

## 5.5 Konsekvenser av Aurareguleringen for postsmoltens overlevelse i tidlig sjøfase

Basert på denne undersøkelsen er det vanskelig å trekke konklusjoner om Aurareguleringen har hatt konsekvenser for postsmoltens overlevelse i tidlig sjøfase. Dette skyldes 1) at vi ikke kunne vurdere effekter av vannføringer og fersk- og brakkvannslag i fjordsystemet som var representative for uregulerte forhold siden vannføringen i 2006 ikke ble så høy som forventet, og 2) at vi ikke fant signifikante effekter innenfor vannføringene som ble testet.

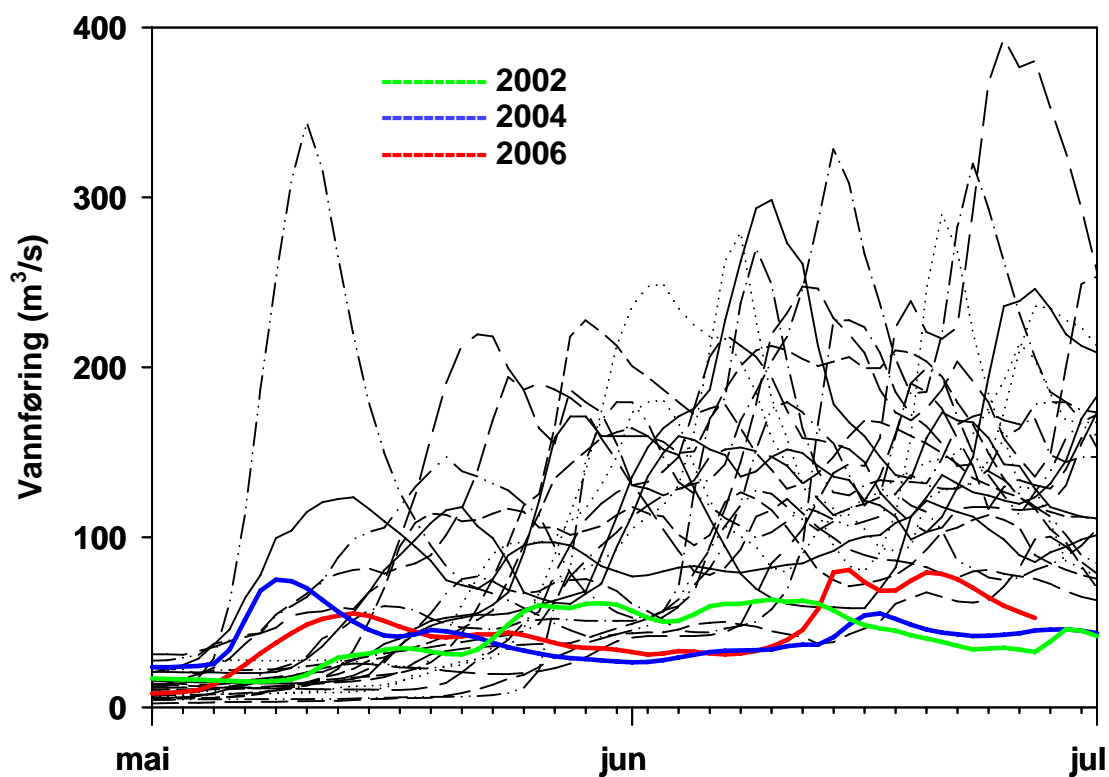
Imidlertid tyder nye resultater (Jensen et al. 2007) på at økt vannføring under smoltutvandringen har en positiv effekt på sjøoverlevelse, siden gjennomsnittlig vannføring i Eira i mai har en positiv effekt på årsklassestyrke av vill laks. Samtidig er gjennomsnittlig vannføring i Eira i mai og juni redusert som en følge av reguleringen. Det er derfor sannsynlig at Aurareguleringen har hatt en negativ effekt på sjøoverlevelsen av postsmolt laks fra Eira. Hva som er årsakene til at økt vannføring medfører økt sjøoverlevelse (se hypoteser i innledningen) vet vi imidlertid ikke.

Siden 1959 har det de fleste år blitt satt ut laksesmolt med individuelt nummererte Carlinmerker fra settefiskanlegget i Eresfjord (Jensen et al. 2007). De første årene var gjenfangsten av smolt satt ut i Eira ganske god (1-3 % eller mer de fleste årene fram til 1970), men gjenfangsten gikk tilbake utover i 1970-årene (Møkkelgjerd & Jensen 1987). I perioden 1994-2006 var gjenfangstene svært lave (lavere enn 0,2 % alle år unntatt 2001 og 2002, da gjenfangstene var 0,4-0,8 %, Jensen et al. 2007). Denne reduksjonen i gjenfangster av Carlin-merket smolt kan ha flere årsaker, men kan også være knyttet til reduksjon i vannføring under utsetting og utvandring i perioden fra 1959.

Har kraftreguleringen endret smoltens utvandringstidspunkt i vassdraget? Det meste av vill laksesmolt vandrer nå ut fra Eira i løpet av mai. I årene 2001-2006 varierte median dato for utvandring (det vil si den dagen da halvparten av smolten var registrert) for laksesmolt mellom 6. og 23. mai, men var de fleste årene mellom 11. og 17. mai (Jensen et al. 2007). Relativ endring og økning i vannføring synes å være triggere for utvandring av laksesmolt fra Eira, men vanntemperaturen er også av betydning (Jensen et al. 2007). En analyse av utsettinger av Carlin-merket smolt i perioden 1960-1976 viste at utsettingstidspunktet med maksimal gjenfangst varierte mellom år, men at det var mellom 20. mai og 10. juni de fleste år. Vi har ikke informasjon om utvandringstidspunkt for vill smolt i Eira før kraftutbyggingen. Resultater fra Carlin-merkingen tyder imidlertid på at smolten i dag vandrer ut tidligere, og ved lavere vannføringer, enn det som var optimal utsettingsperiode på seksti- og første halvdel av syttitallet. En eventuell endring i utvandringstidspunktet etter regulering kan være en direkte effekt av endrede fysiske forhold, en indirekte effekt som følge av endringer i andre livshistorieparametre, eller en kombinasjon. Smoltutvandringen i Eira strekker seg over en måneds tid, basert på undersøkelser med smoltfelle i perioden 2001-2006 (Jensen et al. 2007). Om utvandringen var mer synkronisert under uregulerte forhold med en tydelig flomtopp (se nedenfor) vet vi ikke.

Vannføringen i Eira i mai og juni varierte mye mellom år under uregulerte forhold, men karakteristisk var en vårflo i løpet av mai og/eller juni som var større enn 100 m<sup>3</sup>/s alle år i perioden 1931-1953, og som var større enn 150 m<sup>3</sup>/s i 83 % av årene (opp til nesten 400 m<sup>3</sup>/s ett av årene) (**figur 12**). Disse flomtoppene, som kan være viktig for smoltutvandringen, har blitt redusert etter regulering. I 2002, 2004 og 2006 var maksimum vannføring i mai og juni henholdsvis 63, 75 og 81 m<sup>3</sup>/s. Flomtoppene under uregulerte forhold kom vanligvis i siste halvdel av mai og i løpet av juni. Uregulert vannføring i første halvdel av mai var mange år lavere enn vannføringen i 2002, 2004 og 2006. Imidlertid var vannføringen i siste halvdel av mai og juni 2002, 2004 og 2006 lav i forhold til uregulerte forhold. Vannføringen var lavere enn noen gang registrert under uregulerte forhold (1931-1953) i periodene 31. mai - 11. juni 2006 og 29. mai - 13. juni 2004 (**figur 12**). Det samme gjaldt i siste halvdel av juni i 2002 og 2004. Tørre år kunne også forekomme før regulering, men bare ett år (1951) i perioden 1931-1953 kan sammenlignes

med den lave vannføringen i 2002, 2004 og 2006, ved at det stort sett var vannføringer lavere enn 80 m<sup>3</sup>/s i hele mai og juni.



**Figur 12.** Vannføring i Eira ved utløpet av Eikesdalsvatnet i mai og juni i alle enkeltår før regulering (1931-1953) (svarte linjer) sammenlignet med vannføringen i 2002, 2004 og 2006. Data fra Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) (stasjon 104.2.0.1001.1 Eikesdalsvatn).

## Referanser

- Allan, I.R.H. & Ritter, J.A. 1977. Salmonid terminology. - Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer 37: 293-299.
- Blackburn, J. & Clarke, W.C. 1987. Revised procedure for the 24 hour seawater challenge test to measure seawater adaptability of juvenile salmonides. - Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 1515: 1-39.
- Brown, R.S., Cooke, S.J., Anderson, W.G. & McKinley, R.S. 1999. Evidence to challenge the "2% rule" for biotelemetry. - North American Journal of Fisheries Management 19: 867-871.
- Finstad, B., Økland, F., Thorstad, E.B., Bjørn, P.A. & McKinley, R.S. 2005a. Migration of hatchery-reared Atlantic salmon and wild anadromous brown trout post-smolts in a Norwegian fjord system. - Journal of Fish Biology 66: 86-96.
- Finstad, B., Økland, F., Thorstad, E.B., Diserud, O., Bjørn, P.A., Sivertsgård, R., Kristoffersen, R. & McKinley, R.S. 2005b. I smoltens kjølvann. - NINA Temahefte 31: 48-53.
- Forseth, T., Fiske, P., Hvidsten, N.A. & Saltveit, S.J. 2003. Smoltoverlevelse i Suldalslågen - miljøfaktorer som påvirker smoltutvandring og overlevelse i fjorden. - Suldalslågen - Miljørapport nr. 30: 1-59. Statkraft SF, Oslo.
- Fried, S.M., McCleave, J.D. & LaBar, G.W. 1978. Seaward migration of hatchery-reared Atlantic salmon, *Salmo salar*, smolts in the Penobscot River estuary, Maine: riverine movements. - Journal of the Fisheries Research Board of Canada 35: 76-87.
- Hvidsten, N.A. & Hansen, L.P. 1988. Increased recapture rate of adult Atlantic salmon, *Salmo salar* L., stocked as smolts at high water discharge. - Journal of Fish Biology 32: 153-154.
- Hvidsten, N.A. & Lund, R.A. 1988. Predation on hatchery-reared and wild smolts of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the estuary of River Orkla. - Journal of Fish Biology 33: 121-126.
- Hvidsten, N.A. & Møkkelgjerd, P.I. 1987. Predation on salmon smolts, *Salmo salar* L., in the estuary of the River Surna. - Journal of Fish Biology 30: 273-280.
- Jensen, A.J., Finstad, B., Hvidsten, N.A., Jensås, J.G., Johnsen, B.O., Lund, E. & Solem, Ø. 2007. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Rapport for prosjektperioden 2004-2006. - NINA Rapport 241: 1-63.
- Jepsen, N., Holthe, E. & Økland, F. 2006. Observations of predation on salmon and trout smolts in a river mouth. - Fisheries Management and Ecology 13: 341-343.
- LaBar, G.W., McCleave, J.D. & Fried, S.M. 1978. Seaward migration of hatchery-reared Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts in the Penobscot River estuary, Maine: Open water movements. - Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer 38: 257-269.
- Lacroix, G.L. & McCurdy, P. 1996. Migratory behaviour of post-smolt Atlantic salmon during initial stages of seaward migration. - Journal of Fish Biology 49: 1086-1101.
- Moore, A., Lacroix, G.L. & Sturlaugsson, J. 2000. Tracking Atlantic salmon post-smolts in the sea. - I *The ocean life of Atlantic salmon - environmental and biological factors influencing survival* (Mills, D., red.), s. 49-64. Oxford: Fishing News Books.
- Moore, A., Potter, E.C.E. & Buckley, A.A. 1992. Estuarine behaviour of migrating Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts. - I *Wildlife telemetry* (Priede, I.M. & Swift, S.M., red.), s. 390-399. Chichester: Ellis Horwood Limited.
- Moore, A., Potter, E.C.E., Milner, N.J., & Bamber, S. 1995. The migratory behaviour of wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts in the estuary of the River Conwy, North Wales. - Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 52: 1923-1935.
- Møkkelgjerd, P.I. & Jensen, A.J. 1987. Reguleringer av Auravassdraget - Oppsummering og forslag til tiltak for fisket. - Direktoratet for naturforvaltning. Reguleringsundersøkelsene. Rapport nr. 10-1987. 158 s.
- Reitan, O., Hvidsten, N.A. & Hansen, L.P. 1987. Bird predation on hatchery reared Atlantic salmon smolts, *Salmo salar* L., released in the River Eira, Norway. - Fauna norvegica Ser. A 8: 35-38.
- Sigholt, T. & Finstad, B. 1990. Effect of low temperature on sea-water tolerance in Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. - Aquaculture 84: 167-172.

- 
- Strand, R., Heggberget, T.G., Rikstad, A., Johnsen, B.O. & Ebbing, T. 1993. Havbeiteprosjektet i Opløyelva, Nærøy kommune, Nord-Trøndelag. - NINA Oppdragsmelding 191: 1-39.
- Thorstad, E.B., Økland, F., Finstad, B., Sivertsgård, R., Bjørn, P.A. & McKinley, R.S. 2004. Migration speeds and orientation of Atlantic salmon and sea trout post-smolts in a Norwegian fjord system. - *Environmental Biology of Fishes* 71: 305-311.
- Thorstad, E.B., Økland, F., Finstad, B., Sivertsgård, R., Plantalech, N., Bjørn, P.A. & McKinley, R.S. 2007. Comparing migratory behaviour and survival of wild and hatchery-reared Atlantic salmon and wild anadromous brown trout post-smolts during the first stages of marine migration. - *Hydrobiologia* 582: 99-107.
- Økland, F., Thorstad, E.B., Finstad, B., Sivertsgård, R., Plantalech, N., Jepsen, N. & McKinley, R.S. 2006. Swimming speeds and orientation of wild Atlantic salmon post-smolts during the first stage of the marine migration. - *Fisheries Management and Ecology* 13: 271-274.

## Vedlegg 1 Resultater fra tidligere undersøkelser: Fjordvandring av postsmolt laks og ørret sluppet innerst i Romsdalsfjorden

Det har tidligere eksistert svært lite kunnskap om fjordvandringen av laksemolt. Undersøkelser av akustisk merket postsmolt av laks og ørret ble gjennomført i Romsdalsfjorden i 2002-2004. Smolt fra settefiskanlegget i Eresfjord (med vill fisk fra Eira som foreldre, heretter kalt utsatt smolt) og vill smolt fanget under utvandring i Eira inngikk i undersøkelsene. Formålet med undersøkelsene var å kartlegge overlevelse, vandringshastigheter og vandringsruter av postsmolt, samt å se resultater i sammenheng med lakselus. Resultatene er i liten grad publisert på norsk (se referanseliste nedenfor), og en oppsummering av resultatene gis derfor her.

### Metoder

Resultatene er basert på merking av totalt 173 laksesmolt og 72 ørretsmolt fra settefiskanlegget og 51 ville laksesmolt og 49 ville ørretsmolt fra Eira (total 345 postsmolt i 2002-2004). Fisken ble satt ut ved munningen av Eira innerst i Eresfjorden og registrert når de passerte automatiske lyttebøyer som var plassert rundt i fjordsystemet (**figur 2**). Oppsettet av lyttebøyer varierte noe mellom år, men generelt ble fisken registrert ved passering ytterst i Eresfjorden (9,5 km fra slippstedet) og ytterst i Langfjorden (37-48 km fra slippstedet), samt at noen få lyttebøyer var plassert ytterst i Romsdalsfjorden og andre steder i Eresfjorden og Langfjorden. Vandringshastigheter ble beregnet som kroppslengder per sekund fra slipp til første registrering ved lyttebøyer henholdsvis ytterst i Eresfjorden og ytterst i Langfjorden målt korteste vandringsrute. Dette må betraktes som en minimums vandringsrate og ikke eksakt svømmehastighet siden fisken ofte ikke følger korteste rute.

I tillegg ble noen postsmolt peilet manuelt fra båt i noen timer etter slipp, ved at posisjonen deres ble registrert hvert 10. minutt. Vandringsretninger og vandringshastigheter ble korrigert for vannstrømmen (målt med strømkors over de samme 10-minuttersperioder), slik at postsmoltens egenbevegelse kunne beregnes.

### Resultater

#### Vandringshastigheter for postsmolt laks i Eresfjorden

(Finstad et al. 2005a, Thorstad et al. 2007)

- Utsatt laks brukte gjennomsnittlig 1,2 dager fra slipp i munningen av Eira til første registrering ytterst i Eresfjorden i 2002, og 3,3 dager i 2004. Dette tilsvarte gjennomsnittlige vandringshastigheter på henholdsvis 0,41 og 0,56 kroppslengder per sekund. Vill laks brukte gjennomsnittlig 5,6 dager på samme strekning i 2004, noe som tilsvarte en vandringshastighet på 0,53 kroppslengder per sekund. Vandringshastigheten var ikke forskjellig mellom utsatt og vill laks fra slipp til første registrering ytterst i Eresfjorden.

#### Vandringshastigheter for postsmolt laks i Eresfjorden og Langfjorden

(Finstad et al. 2005a, Thorstad et al. 2007)

- Utsatt laks brukte gjennomsnittlig 2,7 dager fra slipp i munningen av Eira til første registrering ytterst i Langfjorden i 2002, og 7,0 dager i 2004. Dette tilsvarte gjennomsnittlige vandringshastigheter på henholdsvis 0,69 og 0,56 kroppslengder per sekund. Vill laks brukte gjennomsnittlig 18,8 dager på denne strekningen i 2004, noe som tilsvarte en vandringshastighet på 0,77 kroppslengder per sekund. Utsatt laks brukte altså kortere tid på å vandre gjennom fjordsystemet enn vill laks. Utsatt laks var imidlertid større, og vandringshastigheten målt som kroppslengder per sekund var ikke forskjellig mellom de to gruppene.

### Vandringshastigheter og atferd for ørretsmolt

(Finstad et al. 2005a, Sivertsgård et al. 2007, Thorstad et al. 2004, 2007)

- Postsmolt ørret, både utsatt og vill, oppholdt seg i stor grad i indre del av fjordsystemet. Bare 27 % (2002) og 9 % (2004) av den ville ørreten ble registrert lengre ut i fjordsystemet enn Eresfjorden i løpet av de 7-18 ukene undersøkelsene varte. Vandringshastigheten fra slipp til første registrering ytterst i Eresfjorden var lav; gjennomsnittlig 0,11 (2002) og 0,06 (2004) kroppslengder per sekund for vill ørret. Det tok gjennomsnittlig 18 (2002) og 15 (2004) dager før den ville ørreten ble registrert ytterst i Eresfjorden første gang. Postsmolt ørret svømte nærmere land enn postsmolt laks (gjennomsnittlig avstand fra land under manuelle peilinger var 374 m for utsatt laks og 125 m for utsatt ørret).
- At ørreten i stor grad oppholder seg i fjordsystemet og ikke vandrer lengre ut i sjøen betyr at de er mer sårbare for lakselusinfeksjoner enn laksen. Imidlertid har de muligheter for å returnere til ferskvann for avlusing, siden de oppholder seg nært elvemunningene.

### Dødelighet av postsmolt laks

(Jepsen et al. 2006, Thorstad et al. 2007)

- Overlevelse for utsatt laks i 2004 var 55 % fra slipp til registrering til ytterst i Eresfjorden, og 35 % til ytterst i Langfjorden. Overlevelse for vill laks i 2004 var 58 % fra slipp til registrering ytterst i Eresfjorden og 35 % til ytterst i Langfjorden. Overlevelsen var ikke forskjellig mellom vill og utsatt laks.
- Høy dødelighet i første fase av sjøvandringen antas å hovedsakelig skyldes predasjon fra sei, torsk og måker. Sei og torsk ble observert og samlet inn i munningen av Eira. Torsken angrep gjerne postsmolten fra dypere vann, mens seien jaget postsmolten i stor hastighet nær overflaten. Sei (n = 39) hadde gjennomsnittlig 1,8 postsmolt i magen og torsk (n = 19) gjennomsnittlig 0,9 postsmolt i magen. Opp til 8 postsmolt ble funnet i én mage. Torsken hadde annet mageinnhold i tillegg til postsmolt. Seien hadde bare postsmolt i magen, noe som tyder på at seien i større grad enn torsken hadde spesialisert seg på å spise postsmolt. Seien hadde spist både ørret, utsatt laks og vill laks, mens torsken i større grad bare hadde spist utsatt laks.

### Resultater fra manuelle peilinger hvor svømmehastighet og -retning ble korrigert for fjordstrømmen for å registrere fiskens egenbevegelse

(Thorstad et al. 2004, Økland et al. 2006)

- Manuelle peilinger viste at postsmolten svømmer aktivt, og at de ikke driver passivt med strømmen. Det var generelt store individuelle variasjoner i postsmoltens vandringshastighet.
- Vandringshastigheter for utsatt laks i forhold til bakken var gjennomsnittlig 1,27 kroppslengder per sekund (fiskens egenbevegelse pluss vannstrømmen), mens fiskens egenbevegelse var 1,32 kroppslengder per sekund. (At egenbevegelsen var raskere enn vandringshastigheten i forhold til bakken betyr at fisken til en viss grad hadde svømt mot strømrretningen.) For vill laks var vandringshastigheten i forhold til bakken 1,22 kroppslengder per sekund, mens fiskens egenbevegelse var 1,17 kroppslengder per sekund.
- Vandringshastigheter for utsatt ørret i forhold til bakken var gjennomsnittlig 0,68 kroppslengder per sekund (fiskens egenbevegelse pluss vannstrømmen), mens fiskens egenbevegelse var 0,56 kroppslengder per sekund.
- Både laks og ørret svømte i alle himmelretninger, og i alle retninger i forhold til fjordstrømmen. Postsmolt laks hadde en mindre grad av forflytninger innover fjorden enn i andre retninger, noe som resulterte i en netto forflytning utover fjorden. Laksen viste altså ikke en presis navigering ut fjordsystemet.
- Ved å sammenligne vandringshastigheter registrert under manuelle peilinger med vandringshastigheter fra slipp til første registrering ved automatiske lyttebøyer, fant vi at laksen hadde svømt en ca dobbelt så lang distanse som korteste rute når de ble registrert ved lyttebøyene ytterst i Eresfjorden og Langfjorden. Dette gjaldt både vill og utsatt laks.
- Strømhastigheten i Eresfjorden målt under manuell peiling av postsmolt var generelt lav (gjennomsnittlig 0,09 og 0,16 m<sup>3</sup>/s), og under slike forhold vil postsmoltens egenbevegelse

være av stor betydning under utvandringen. I systemer med sterkere vannstrømmer, vil vannstrømmene ha større betydning.

### **Effekter av lakselusinfeksjoner og lakselusbeskyttelse**

(Sivertsgård et al. 2007)

- Grupper av laks- og ørretsmolt fra klekkeriet ble infisert med lakselus eller behandlet med substans EX som beskyttelse mot lakselus. Fjordvandringen ble sammenlignet med ubehandlede kontrollgrupper. Det var ingen effekt av verken lakselusinfeksjon eller beskyttelse med substans EX på overlevelse og vandringshastighet i fjordsystemet. Imidlertid tok det mer enn to uker før stadier av lakselus som er forventet dødelige for postsmolt hadde utviklet seg på kontrollgrupper av infisert postsmolt som ble holdt tilbake i laboratoriet. Lakse-smolten i denne undersøkelsen brukte opp til ni dager på å vandre ut fjordsystemet, slik at de var allerede ute i havet når dødelige stadier av lakselus eventuelt hadde utviklet seg. Dødelighet som følge av lakselusinfeksjon i første fase av fjordvandringen forventes derfor ikke å skje før laksen har kommet ut i ytre fjordområder eller havet (avhengig av hvor raskt de vandrer, som igjen vil være avhengig av fiskens størrelse).

### **Referanser**

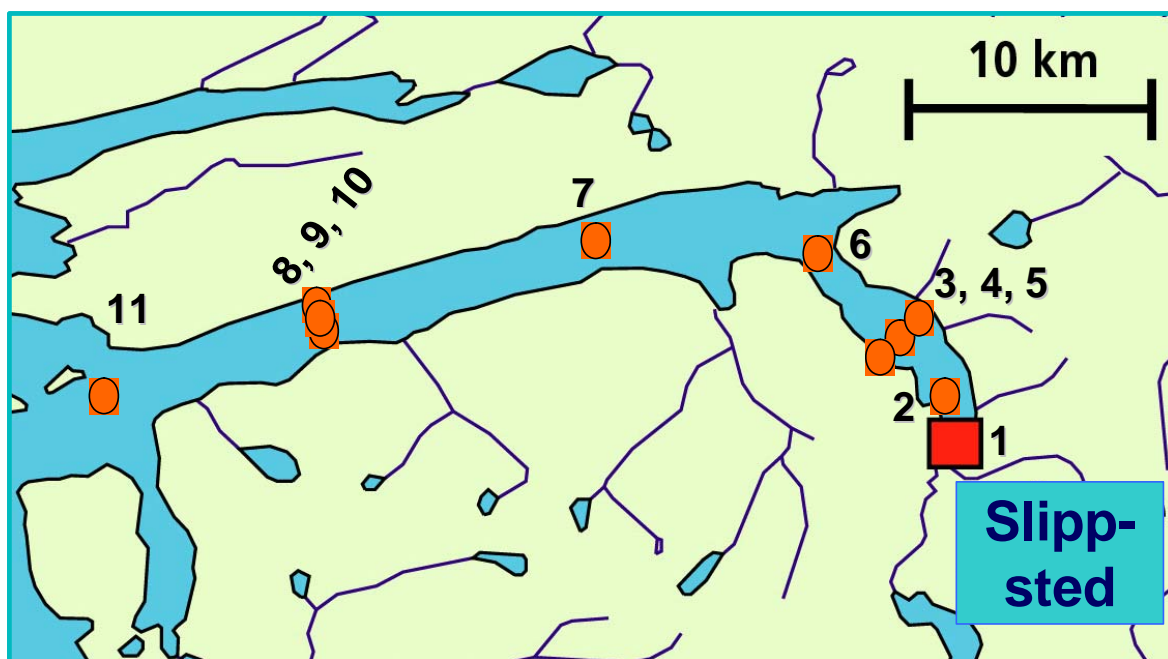
- Finstad, B., Økland, F., Thorstad, E.B., Bjørn, P.A. & McKinley, R.S. 2005a. Migration of hatchery-reared Atlantic salmon and wild anadromous brown trout post-smolts in a Norwegian fjord system. - *Journal of Fish Biology* 66: 86-96.
- Finstad, B., Økland, F., Thorstad, E.B., Diserud, O., Bjørn, P.A., Sivertsgård, R., Kristoffersen, R. & McKinley, R.S. 2005b. I smoltens kjølvann. - *NINA Temahefte* 31: 48-53.
- Jepsen, N., Holthe, E. & Økland, F. 2006. Observations of predation on salmon and trout smolts in a river mouth. - *Fisheries Management and Ecology* 13: 341-343.
- Økland, F., Thorstad, E.B., Finstad, B., Sivertsgård, R., Plantalech, N., Jepsen, N. & McKinley, R.S. 2006. Swimming speeds and orientation of wild Atlantic salmon post-smolts during the first stage of the marine migration. - *Fisheries Management and Ecology* 13: 271-274.
- Sivertsgård, R., Thorstad, E.B., Økland, F., Finstad, B., Bjørn, P.A., Jepsen, N., Nordal, T. & McKinley, R.S. 2007. Effects of salmon lice infection and salmon lice protection on fjord migrating Atlantic salmon and brown trout post-smolts. - *Hydrobiologia* 582: 35-42.
- Thorstad, E.B., Økland, F., Finstad, B., Sivertsgård, R., Bjørn, P.A. & McKinley, R.S. 2004. Migration speeds and orientation of Atlantic salmon and sea trout post-smolts in a Norwegian fjord system. - *Environmental Biology of Fishes* 71: 305-311.
- Thorstad, E.B., Økland, F., Finstad, B., Sivertsgård, R., Plantalech, N., Bjørn, P.A. & McKinley, R.S. 2007. Comparing migratory behaviour and survival of wild and hatchery-reared Atlantic salmon and wild anadromous brown trout post-smolts during the first stages of marine migration. - *Hydrobiologia* 582: 99-107.



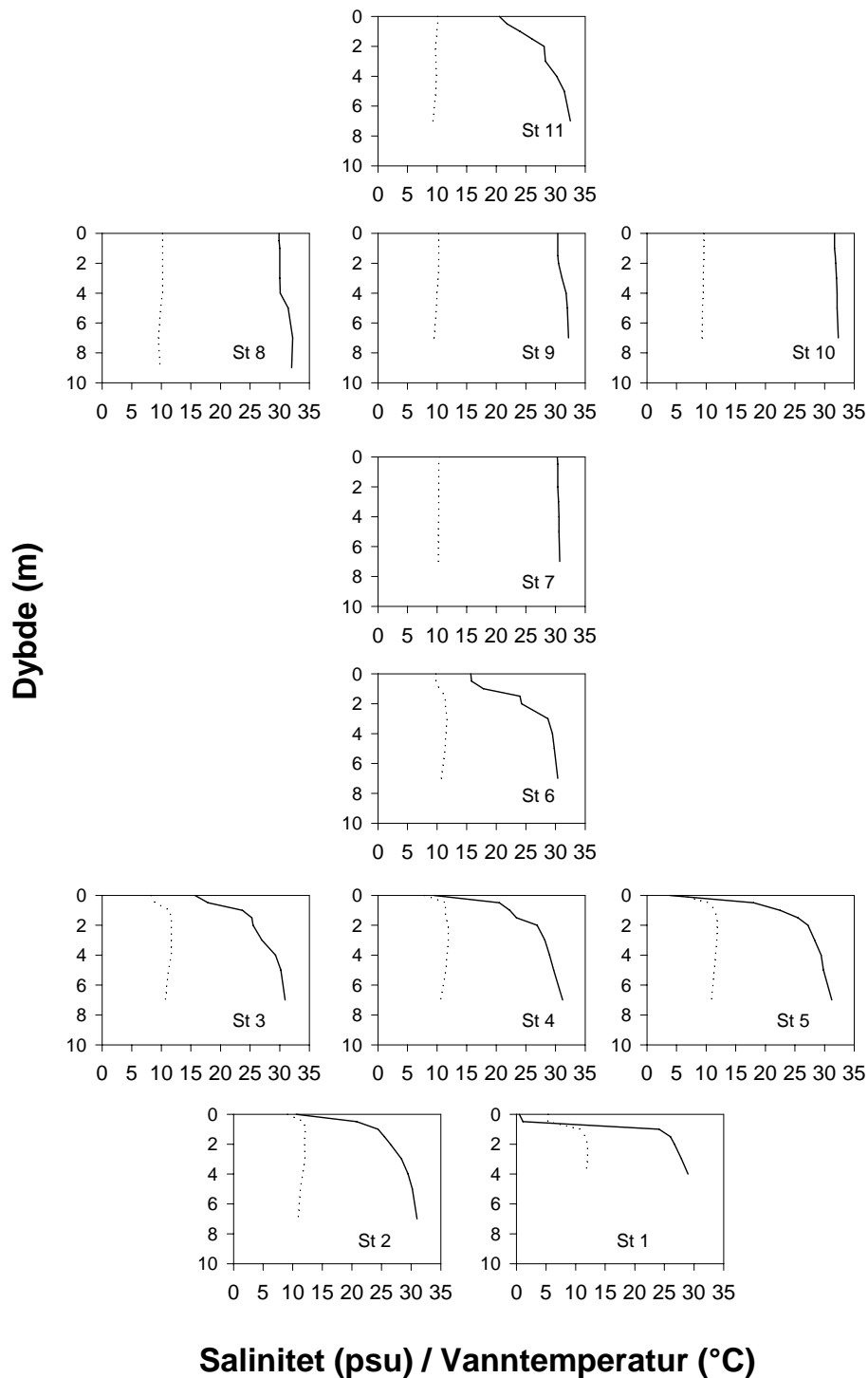
## Vedlegg 2 Vanntemperatur og salinitet i Eresfjorden og Langfjorden

Vanntemperatur og salinitetsprofiler i Eresfjorden og Langfjorden i 2002, 2004 og 2006. Stasjoner hvor vanntemperatur (°C) og salinitet (psu) ble målt er vist på kart over Eresfjorden og Langfjorden (røde symboler med stasjonsnummer ved siden av). Stasjon 1 er slippstedet for akustisk merket fisk i småbåthavna.

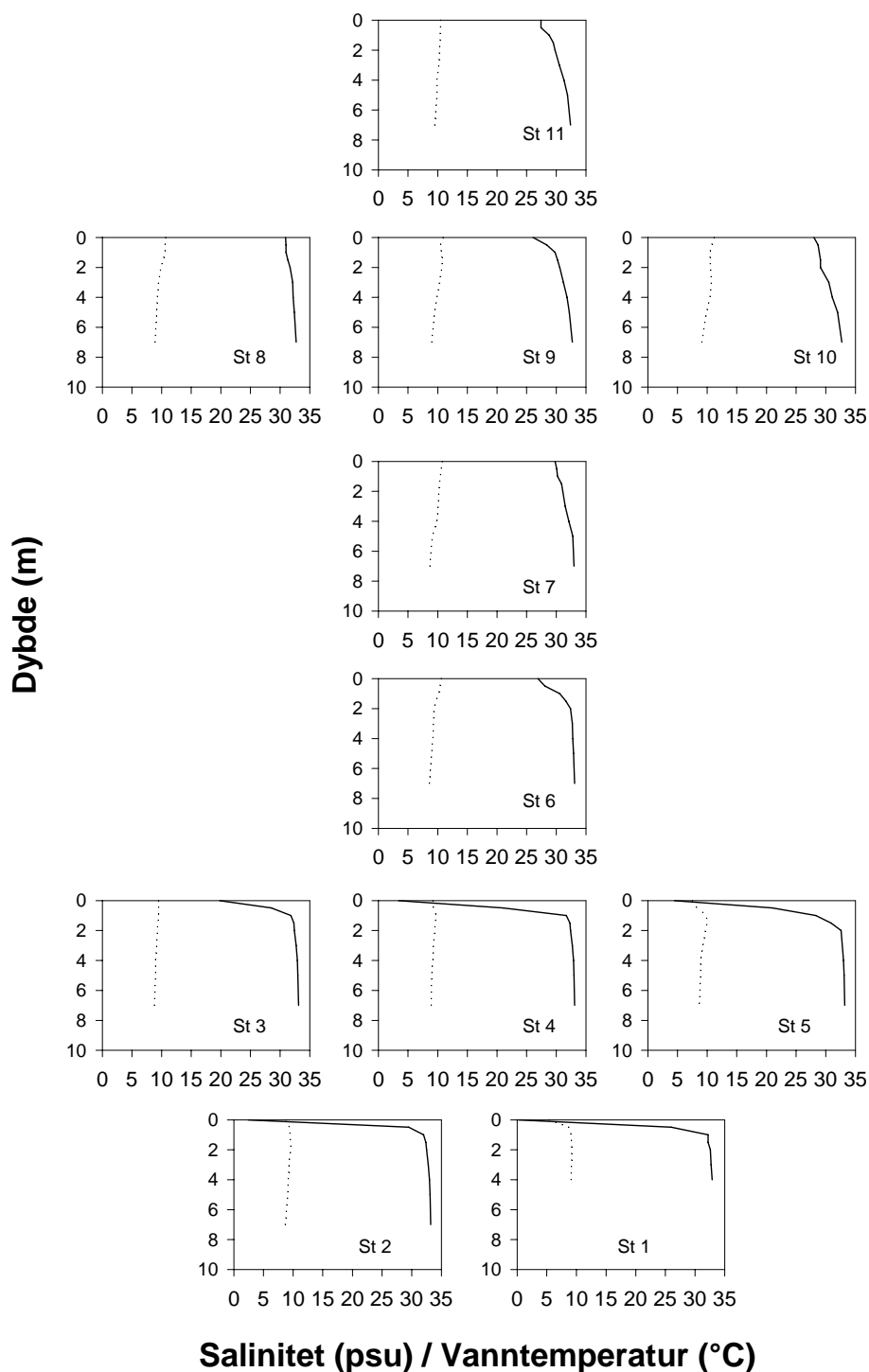
Profiler for hver enkelt stasjon på ulike datoer er vist i figurer på de neste sidene (målinger fra én dato på hver side). Målinger ble ikke foretatt på alle stasjoner ved alle datoer.



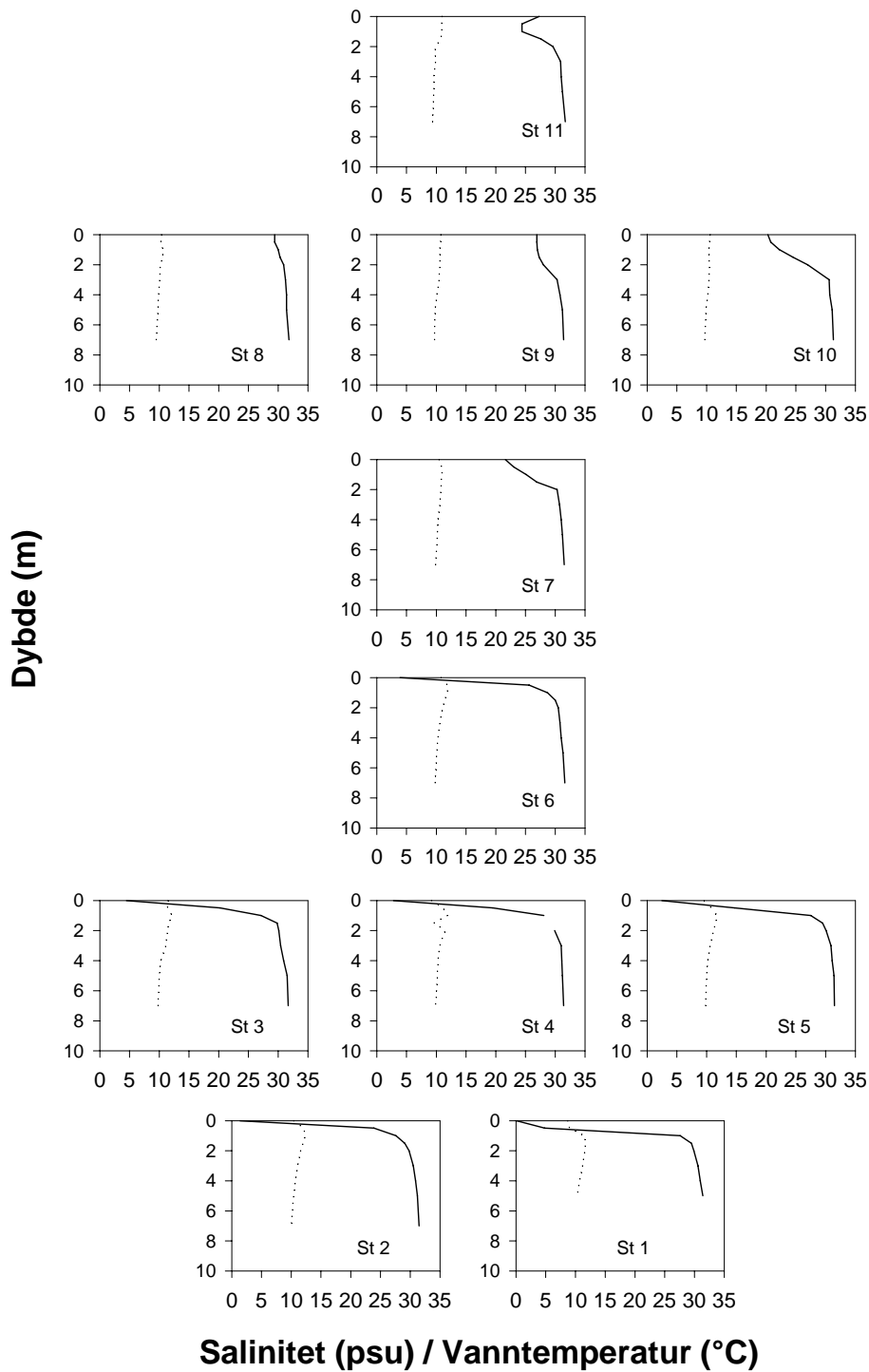
Vanntemperatur (°C) og salinitetsprofiler (psu) på ulike stasjoner i Eresfjorden og Langfjorden **12. mai 2006**. Vanntemperatur er vist som stiplede linjer og salinitet som heltrukne linjer.



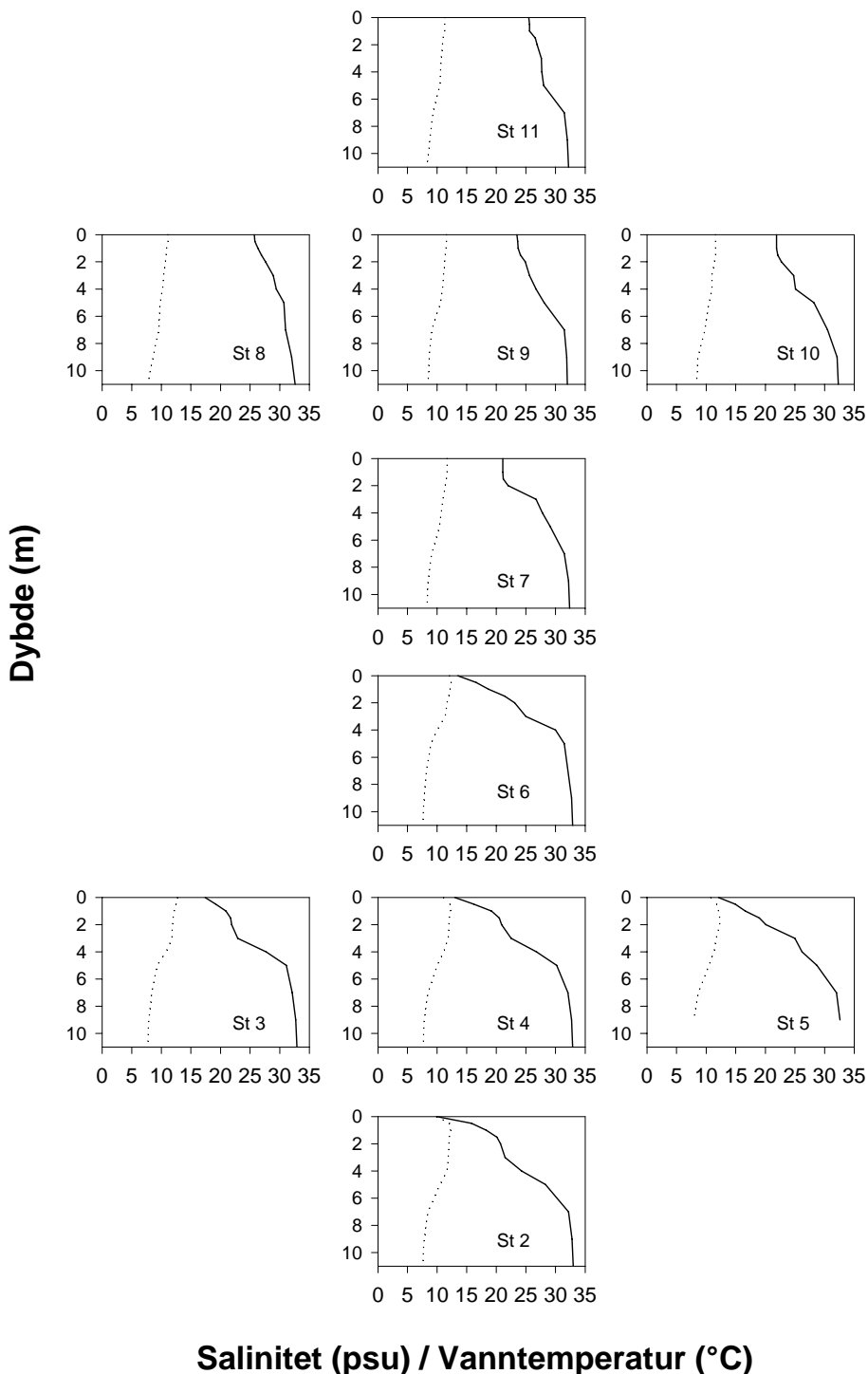
Vanntemperatur (°C) og salinitetsprofiler (psu) på ulike stasjoner i Eresfjorden og Langfjorden 19. mai 2006. Vanntemperatur er vist som stiplede linjer og salinitet som heltrukne linjer.



Vanntemperatur (°C) og salinitetsprofiler (psu) på ulike stasjoner i Eresfjorden og Langfjorden **6. juni 2006**. Vanntemperatur er vist som stiplede linjer og salinitet som heltrukne linjer.

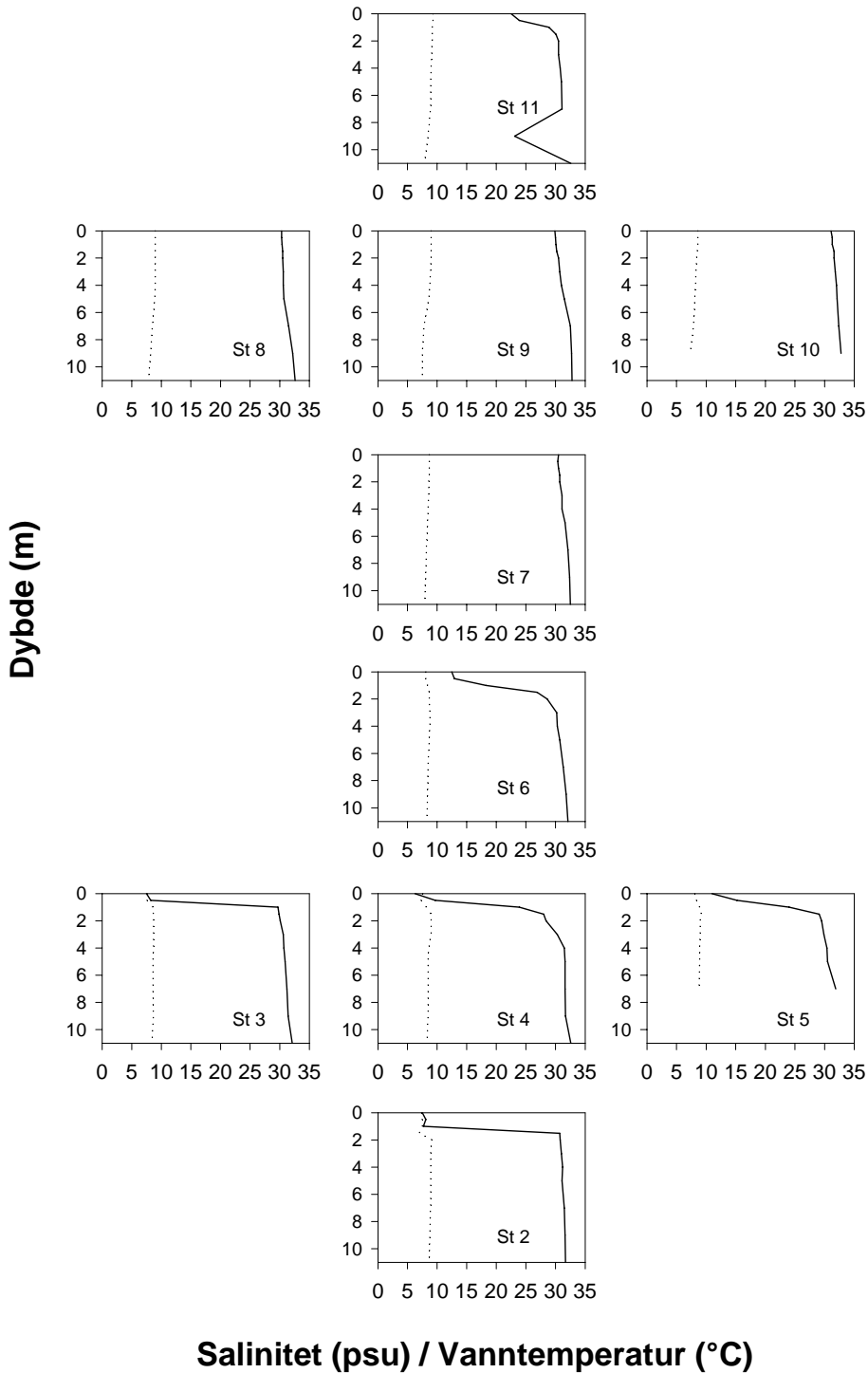


Vanntemperatur (°C) og salinitetsprofiler (psu) på ulike stasjoner i Eresfjorden og Langfjorden  
**4. mai 2004.** Vanntemperatur er vist som stiplede linjer og salinitet som heltrukne linjer.

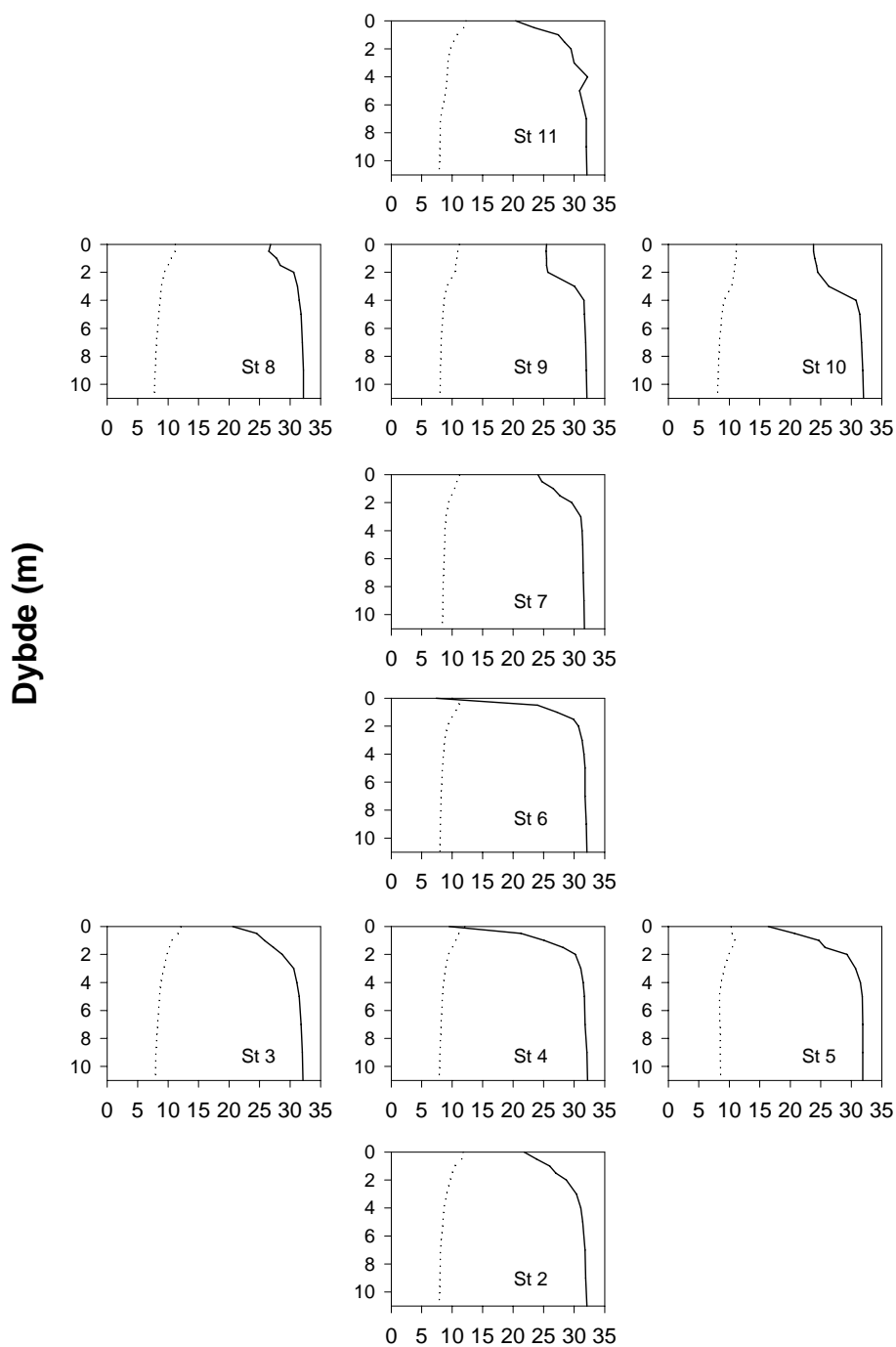


**Salinitet (psu) / Vanntemperatur (°C)**

Vanntemperatur (°C) og salinitetsprofiler (psu) på ulike stasjoner i Eresfjorden og Langfjorden **14. mai 2004**. Vanntemperatur er vist som stiplede linjer og salinitet som heltrukne linjer.

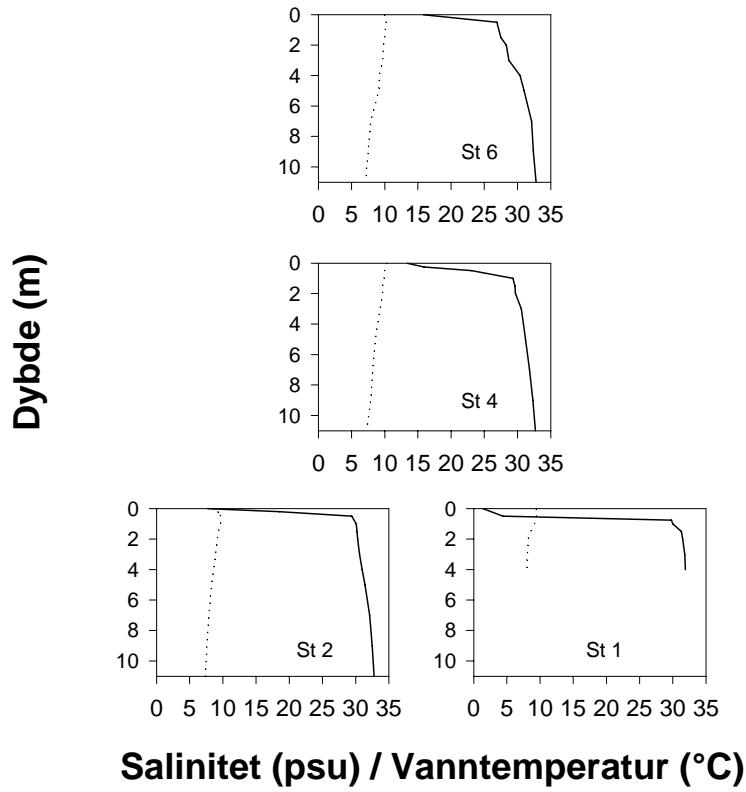


Vanntemperatur (°C) og salinitetsprofiler (psu) på ulike stasjoner i Eresfjorden og Langfjorden  
**30. mai 2004.** Vanntemperatur er vist som stiplede linjer og salinitet som heltrukne linjer.



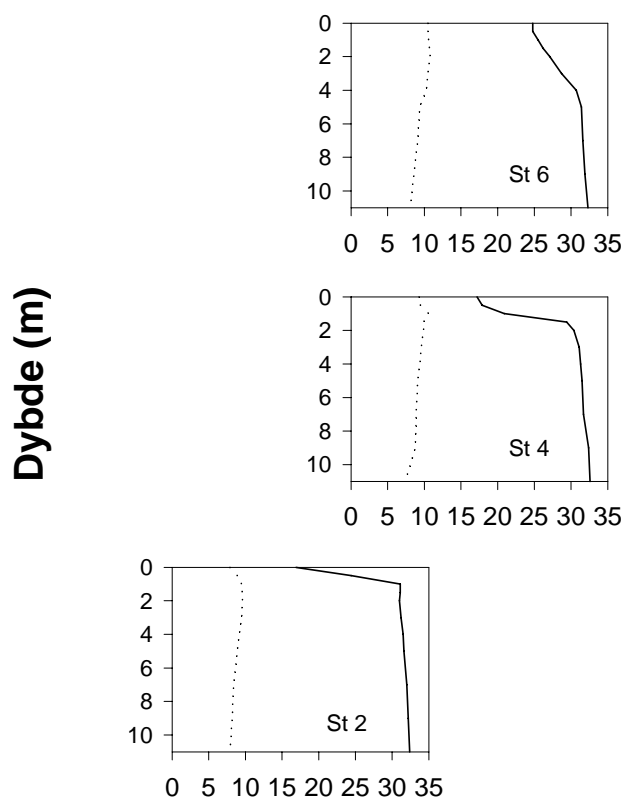
**Salinitet (psu) / Vanntemperatur (°C)**

Vanntemperatur (°C) og salinitetsprofiler (psu) på ulike stasjoner i Eresfjorden 14. mai 2002. Vanntemperatur er vist som stiplede linjer og salinitet som heltrukne linjer.



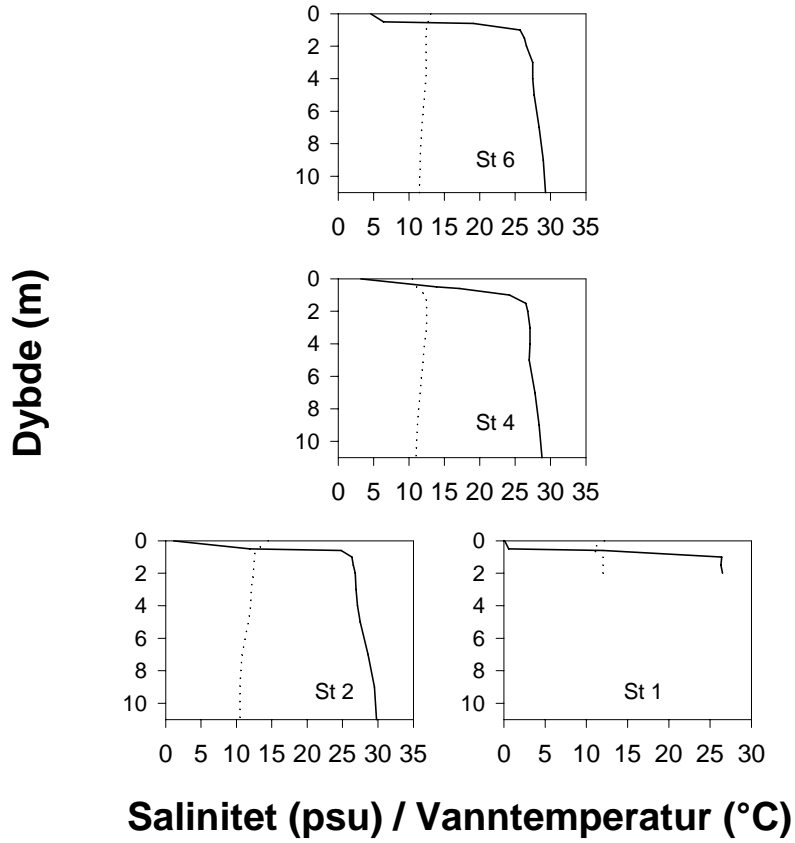


Vanntemperatur (°C) og salinitetsprofiler (psu) på ulike stasjoner i Eresfjorden **24. mai 2002**.  
Vanntemperatur er vist som stiplede linjer og salinitet som heltrukne linjer.



**Salinitet (psu) / Vanntemperatur (°C)**

Vanntemperatur (°C) og salinitetsprofiler (psu) på ulike stasjoner i Eresfjorden **2. juni 2002**.  
 Vanntemperatur er vist som stiplede linjer og salinitet som heltrukne linjer.





# NINA Rapport 253

ISSN:1504-3312

ISBN 10: 82-426-1813-9

ISBN 13: 978-82-426-1813-9



## Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

[www.nina.no](http://www.nina.no)