

332

OPPDRAKSMELDING

Vandring og ernæring hos laksesmolt i Trondheimsfjorden og på Frohavet

Nils Arne Hvidsten
Bjørn Ove Johnsen
Colin D. Levings



NINA · NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Vandring og ernæring hos laksesmolt i Trondheimsfjorden og på Frohavet

Nils Arne Hvidsten
Bjørn Ove Johnsen
Colin D. Levings

NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

NIKU Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs og NIKUs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding

NIKU Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA og NIKU gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befaringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, årsrapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "almenheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvern-avdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

Opplag: Varierer

Fakta-ark

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINA og NIKUs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner).

Opplag: 1200-1800

I tillegg publiserer NINA og NIKU-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O. & Levings, C.D. 1995. Vandring og ernæring hos laksesmolt i Trondheimsfjorden og på Frohavet. - NINA Oppdragsmelding 332: 1-17.

Trondheim, juli 1995

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-0547-5

Forvaltningsområde:

Norsk: Fiskeøkologi

Engelsk:

Rettinghshaver ©:

NINA•NIKU Stiftelsen for naturforskning og

kulturminneforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon: Tor G. Heggberget

NINA•NIKU, Trondheim

Design og layout: Solveig Myrseth

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 100

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

7005 Trondheim

Tel: 73 58 05 00

Fax: 73 91 54 33

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13118

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

Referat

Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O. & Levings, D. 1995 Ernæring og vandringer hos laksesmolt fanget i Trondheimsfjorden og på Frohavet. - NINA Oppdragsmelding 332: 1-17.

Det ble i perioden 1992 til 1994 utviklet metoder for fangst og merking av smolt på vandring ut Trondheimsfjorden. Undersøkelsene bygger på tidligere studier av smoltens atferd i Orkla og i estuariet utenfor Orkla. Vandringsstudiene ble gjennomført ved hjelp av akustisk merking av smolt og følging av smolten utover fjorden. Det ble i tillegg benyttet partrål til å fange postsmolt. Fra land ble det fisket med flytegarn på begge sider av fjorden. Undersøkelsene ble gjennomført i samarbeide med SINTEF, NHL for å kartlegge sammenhengen mellom strømsystemene i fjorden og vandringsrutene til smolten. Vandringsatferden synes å ha likhetstrekk med det en finner i elva. Smolten synes hovedsakelig å drive passivt med overflatestrømmene. Det er imidlertid ikke fullt samsvar mellom simulert vandringshastighet og vandringsrute og faktisk hastighet og vandringsrute hos de fiskene som vi har simulert vandring for. Smolten synes å ha stor årlig variasjon i næringsvalg. Ernæringsanalysene viste at smolten i indre del av fjorden har høy magefylling av næringsdyr fra oppholdet i elva. Ytterst i fjorden var magefyllingen liten, i 1992 og 1993 materialet, men varierende, her var det mest overflateinsekter, men marine næringsdyr begynte å inngå i næringsvalget. I 1994 var magefyllingen i det samme området vesentlig større og krill var den viktigste dyregruppen. Smolt fanget lenger ut i havet i 1994, mellom Tarva og Halten, hadde fortsatt stor magefylling og magene var dominert av krill. Videre arbeidshypotese er at det kan være sammenheng mellom overgang til aktiv svømmeatferd lenger ut i fjorden og økt næringsopptak hos postsmolten.

Erneord: Postsmolt, ernæring, atferd.

Nils Arne Hvidsten og Bjørn Ove Johnsen, NINA, Tungasletta 2, 7005 Trondheim.

Colin Levings, Fisheries and Oceans, West Vancouver Laboratory, 4160 Marine Drive, West Vancouver, B.C., V7V 1N6 CANADA.

Forord

Postsmoltundersøkelsene inngår i NINA's instituttprogram; Kystøkologi som avsluttes ved utgangen av 1995. Undersøkelsene kom i stand etter ønske fra Direktoratet for naturforvaltning, Vassøkologisk avd., som sammen med NINA har finansiert prosjektet.

Det ble fisket med garn fra land i Trondheimsfjorden av Nils Petter Tøndel (1990 - 1992), Stig Tore Sørli, Frank Skogen og Ole Johan Brovold (1992 og 1993). Svein Ivar Dahlen, Jon Kvernmo og Thomas Larsen har deltatt i fanging og følging av laksesmolten (1992 og 1993). Fiske med partrål ble utført av Julius Dahle, Arild Refsnes og Svein Utset. Vi takker alle for godt samarbeide.

Prosjektet er et samarbeidsprosjekt med Fisheries and Oceans, West Vancouver Laboratory, British Columbia, Canada ved Dr. Colin Levings. Colin Levings har deltatt i feltarbeide og bearbeidelse i Norge sommeren 1992 og høsten 1994.

Trondheim, oktober 1995.

Nils Arne Hvidsten
Prosjektleder

Innhold

Referat	3
Forord.....	3
Innhold.....	4
1 Innledning	4
2 Metoder	5
3 Resultater og diskusjon	5
3.1 Fangst av smolt med garn og trål.....	5
3.2 Vandringsundersøkelser.....	6
3.3 Ernæring.....	14
4. Videreføring	16
4.1 Tråling.....	16
4.2 Akustisk merking og følging med sonar.....	16
4.3 Predasjon/beiting på laksesmolt.....	16
4.4 Lakselus-undersøkelser	16
5. Litteratur	17

1 Innledning

Det eksisterer liten kunnskap om laksesmolten etter at den forlater elva. Overlevelse i postsmoltfasen kan være avgjørende for årsklassestyrken hos laks (Chadwick 1988). Undersøkelser har vist at ulike bestander av atlantisk laks kan ha forskjellig oppholdstid i estuariet og fjorden utenfor heimelva (Levings et al. 1994). Dette prosjektet startet for å utprøve egnete metoder for fjord- og sjøundersøkelser av postsmolt. Målsettingen er å analysere vandringsatferd og smoltens ernæring. Prosjektet bygger på tidligere undersøkelser av smolt både i Orkla under utvandringen i elva (Hvidsten et al. 1995), og under utvandringen fra elva i osområdet hvor beitetrykket på smolten fra marine fisk ble undersøkt (Hvidsten & Lund 1988).

Undersøkelsene ble gjennomført i Trondheimsfjorden, hvor det årlig vandrer ut et stort antall smolt trolig opptil 1 000 000 stk., (fra ialt 14-18 lakseproduserende elver). Dette gjør Trondheimsfjorden til en av de viktigste lakseområdene i Europa.

2 Metoder

I prosjektperioden ble det utviklet en trål. Vi valgte å satse på partrål som har vist seg å være effektiv ved fangst av pelagisk fisk (Holst & Hvidsten 1992). Trålen blir trukket med lav hastighet (<1,5 knop). Trålen kan brukes til fanging av smolt i fjord og åpne havområder.

I munningen av Orkla ble det benyttet fangstfelle til innfangning av smolt på utvandring. Fangstposen ble tømt hver kveld og morgen. Smolten ble oppbevart i levendefiskkasser inntil den ble brukt i vandringsundersøkelsene. Det ble utviklet en egnet merke-metode for de akustiske merkene som ble benyttet. Hvert merke ble individuelt tilpasset hver fisk ved bruk av tekstilstrikk som ble stiftet sammen. Merket ble utviklet i samarbeide med Sintef UNIMED. Merkene ble utformet slik at de ga god vektfordeling ved at sender- og batteridel ble delt. Sender og batteridel ble limt fast til tekstilstrikken slik at de ble lokalisert til hver sin side av smolten. I tillegg til gunstig vektfordeling, unngår en å bruke bedøvelse med denne merke-metoden. Videre er det ikke nødvendig å ta opp smolten av vannet under merkingen.

Etter merking ble smolten oppbevart i rennende vann i levendefiskkasse i minimum en time før den ble satt ut. Akustisk merket smolt ble satt ut på flo sjø om kvelden eller natta, sammen med 30 eller flere andre smolt. Smolten ble satt ut på samme område som den ble fanget, eller flyttet ca. 150 m utenfor utløpsosen.

Merkenes hørbare rekkevidde var vanligvis liten (<100 m). Hver smolt ble fulgt kontinuerlig i inntil ett døgn. Ni merkinger var vellykkete hvor smolten ble fulgt utover i fjorden, tre fisk i 1992 og seks i 1993, av ialt 10 i 1992 og 9 forsøk i 1993.

Norges Hydrotekniske Laboratorium (NHL) har utviklet en tredimensjonal strømningsmodell som beskriver strømningsforholdene i denne delen av Trondheimsfjorden (Utnes, Brørs og Eidnes 1992). Simulerte smoltvandring er gjennomført ved hjelp av denne modellen.

3 Resultater og diskusjon

3.1 Fangst av smolt med garn og trål

Garnfiske etter smolt fra land ble gjennomført i Trondheimsfjorden ved Lensvik og Kvithyll i perioden 1990 til 1993. I 1991 ble det forsøkt med drivgarn etter smolten. På tross av betydelig innsats ble det ikke fanget mer enn åtte smolt på garn og drivgarn tilsammen. Det ble fanget en mulig laksesmolt (utypisk laks) med garnfiske fra land på Kvithyll. Fisket ble gjennomført i perioden 16/5 til 3/7 1992 og utgjorde 40 garnnetter. I Lensvik ble det fisket en sjøauresmolt (16/6 i 1992) på tilsammen 48 garnnetter i perioden 9/5 til 2/7. Tilsammen åtte sjøauresmolt ble fanget i 1990, men ingen i 1991. I 1990 ble det fanget tilsammen 4 laksesmolt på Geitneset på garn fra land og med drivgarn.

Resultatene tyder på at laksesmolten trolig i liten grad er nær land under utvandringen. Drivgarna har samme hastighet som vannstrømmen og laksesmolten synes å ha liten egenbevegelse i fjordområdet. Drivgarn ute i vannmassene er derfor trolig vanligvis lite effektive til å fange smolt.

Det ble gjennomført tråling etter smolt i Trondheimsfjorden i 1992, 1993 og 1994. I 1994 ble det også gjennomført tråling på Frohavet. Innleide fiskebåter trålte i perioden 11. mai til 23. juni i 1992. Fjorden ble delt inn i forskjellige trålsone (figur 1). På ialt 23 tråltrekk ble det fanget tilsammen 254 postsmolt i 1992, i 1993 ble det gjennomført 19 trekk som ga 745 smolt (figur 2), i 1994 ble det ialt fanget 211 smolt fordelt på tilsammen på 6 trekk (figur 3). Materialet er fordelt etter sone og ukenummer (tabell 1). Sone 1 er fra Orklas munning ut til Geitneset. Sone 2 er fra Geitneset og ut til Kvithyll. Sone 3 er fra Kvithyll og ut til Agdenes fyr. Sone 4 er derfra og ut til Garten og Stavøya i Agdenes, Sone 5 er ut til en linje trukket fra Tarva til på nordsiden av Fjellværøya (Hitra) og Sone 6 går ut til Froan (figur 1).

Tabell 1. Fangst av smolt i Trondheimsfjorden 1992 til 1994 etter ukenummer. IF = ingen fangsting.

1992							
uke	20	21	22	23	24	25	sum
sone 1	0	49	IF	2	1	IF	52
sone 2	11	IF	2	0	0	0	13
sone 3	IF	149	33	5	0	IF	187
sone 4	IF	IF	IF	IF	IF	2	2
sum	11	198	35	7	1	2	254
1993							
uke	18	19	20	21	22	23	sum
sone 1	2	59	IF	IF	24	IF	85
sone 2	1	20	51	259	IF	IF	331
sone 3	0	48	20	156	13	IF	237
sone 4	IF	5	IF	71	IF	IF	76
sone 5	IF	IF	IF	IF	IF	6	6
sum	3	132	71	486	37	6	745
1994							
uke	21	22	23				sum
sone 3	66	18	IF				84
sone 6	IF	14	113				127
sum	66	32	113				211

Fisket ble gjennomført ved å tråle i overflata. Det ble trålt i forskjellig avstand fra land. Det var ikke mulig å gjennomføre en systematisk innsamling for å finne smoltens hovedvandingsrute og tidspunkt for utvandring ved disse innledende forsøkene. Trålfisket tok sikte på å skaffe materiale av postsmolt. Områdene for de ulike tråltrekkene er vist i **figur 1, 2 og 3**.

3.2 Vandringsundersøkelser

Den akustisk merkete smolten ble fulgt med båt fra merkestedet i munningen av Orkla. Båtens posisjon under utvandringen ble registrert ved hjelp av GPS-satelittnavigatør og posisjonene ble senere skrevet ut ved hjelp av databasert kart, og senere tegnet over på et mer detaljert kart (**figur 4-6**). Fiskens posisjon avviker lite fra følgebåtens posisjon, normalt mindre enn 100 m.

Den merkete smolten vandret i overflatelaget og langt fra land gjerne langs strømkanter. Vandringshastig-

heten så ut til å være lik overflatestrømmen. Smolt nr. 6 brukte 10 timer på 15 km, som er en gjennomsnittshastighet på 1,5 km pr. time (**figur 4**). Smolten hadde samme retning og fart ut fjorden både ved fallende og ved fløende sjø. Trolig skyldes det at smolten var helt i overflata, hvor det var et ferskvannslag som gikk ut fjorden uavhengig av tidevannsstrømmen. Smolt nr. 8 fulgte en stor strømvirvel utenfor Viggja før den fortsatte videre utover (**figur 4**). Smolten oppholdt seg i strømvirvelen utenfor Viggja mens sjøen flødde (ca. 6 timer). Smolten brukte omlag 23 timer ut til Korsfjorden, en distanse på ca. 19 km. Vandringshastigheten til smolt nr. 8 var omlag halvparten av hastigheten til smolt nr. 6. Vannføringen i Orkla var $448 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ under utvandringen for smolt nr. 6 og halvparten ved utvandringen av smolt nr. 8 (**tabell 2**). Vannføringen i Gaula var $600 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ under utvandringen, både for smolt nr. 6 og nr. 8. Smolt nr. 9 ble fulgt et kort stykke før vi mistet kontakten. Denne smolten hadde den største vandringshastigheten (**tabell 2**). Det var liten vannføring i Orkla da smolt nr. 9 vandret ut, men det var stor forskjell på flo og fjære (**tabell 2**).

Ved trålingen 22. mai 1992 ble det fanget tre Carlinmerkete smolt ved Agdenes. Disse var utsatt som 2-årig smolt fra A/S Settefiskanlegget Lundamo nederst i Gaula tre døgn tidligere. Disse hadde hatt en vandringshastighet på 0,7 km/time (minimum). Den gjennomsnittlige vandringshastigheten til all smolten var 1,4 km/time.

Smolten synes å vandre langt fra land. Garnfiske fra land har til tross for betydelig innsats i flere år gitt ubetydelig fangst. Resultatet fra tråling og hydroakustisk merking synes å tyde på at postsmolten for det meste vandrer utenfor fjæresonen, i dypt farvann.

Norsk Hydroteknisk Laboratorium (NHL) har simulert vandringsruten til smolt nr. 6 og nr. 8 i 1992. Modellen som ble benyttet inkluderer ferskvannstrømmene fra Orkla, Gaula, tidevannsstrømmen og vindindusert strøm. Simuleringer av vandringsrutene til smolten er overensstemmende for vandringsstraseen, men vandringshastigheten var langt raskere for den observerte vandringsruten enn den simulerte. For smolt nr. 8 var det avvik i traséen som smolten har vandret. Forskjellen i simulert og observert vandringsstrase og hastighet skyldes trolig saktere uttynning av ferskvannet på toppen av brakkvannet enn det modellen forutsetter (Utne et al. 1992), men det kan også indikere noe aktivitet hos fisken.

Smolten synes å vandre i det aller øverste vannlaget og hovedsakelig passivt å drive med strømmen i dette fjordområdet. Det er også tidligere vist at smolt vandrer i overflata, men foretar dykk ned til 2-4 meters dyp (Holm et al. 1982). Vi ser av undersøkelsene i

Trondheimsfjorden at vandringshastigheter og vandringsbaner kan variere fra døgn til døgn. Det var under disse undersøkelsene i 1992 svært rolige forhold med lite vind. Følgebåten kunne drive sammen med smolten i flere timer i vindstille vær uten å bruke motor. Vi mener at dette sammen med at smolten gjerne blir fanget i strømkanter ved trålingen viser at smolten hovedsakelig må ha en overveiende passiv forflytning i fjordsystemet. Det vil derfor trolig være stor variasjon i utvandingshastighet hos smolten før den kommer ut av fjorden avhengig av hvor stor vannføringen er fra Orkla og Gaula, styrken på tidevannstrømmen (månefasen) og vindindusert strøm.

Dette kan en også se av vandringsbanene til mange smolt som kommer inn i bakevjer (figur 4-6).

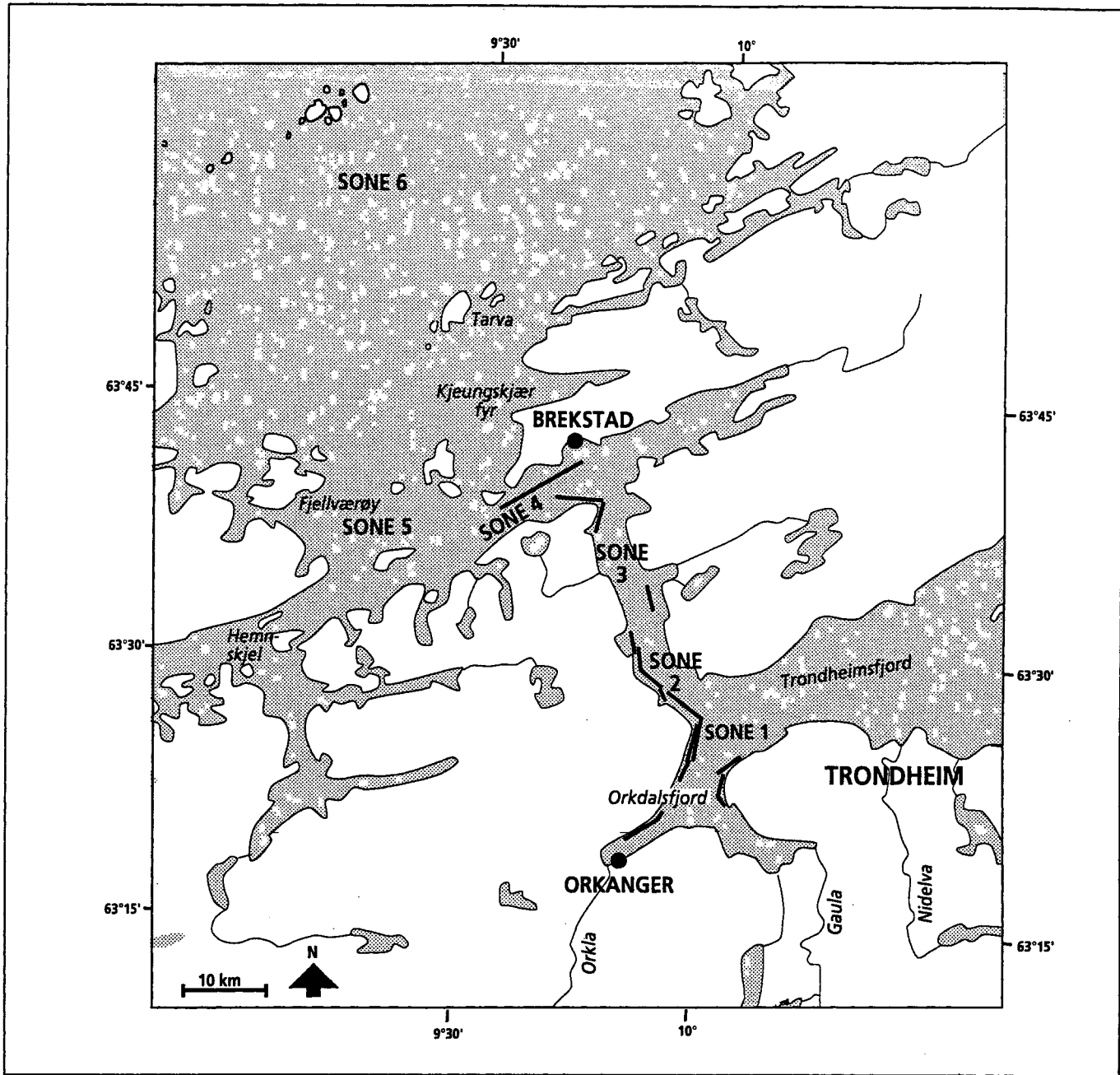
Saltholdighet i vannet under utvandringen har vært opptil 15 promille ved følgingene i 1993 (tabell 2). Vanntemperaturen varierte mellom 5 og 11° C. Det var lav vanntemperatur i første del av utvandringen <8° C. Osmotiske problemer for fisken kan en vanskelig tenke seg når vannet har så lite saltinnhold, slik at det er vanskelig å tenke seg at det er osmotisk stress som fører til at enkelte fisk kan synes å vegre seg for å gå ut av fjorden (Sigholt og Finstad 1990).

Tabell 2. Vanntemperatur og saltholdighet i perioden med følging av akustisk merket smolt i Trondheimsfjorden.

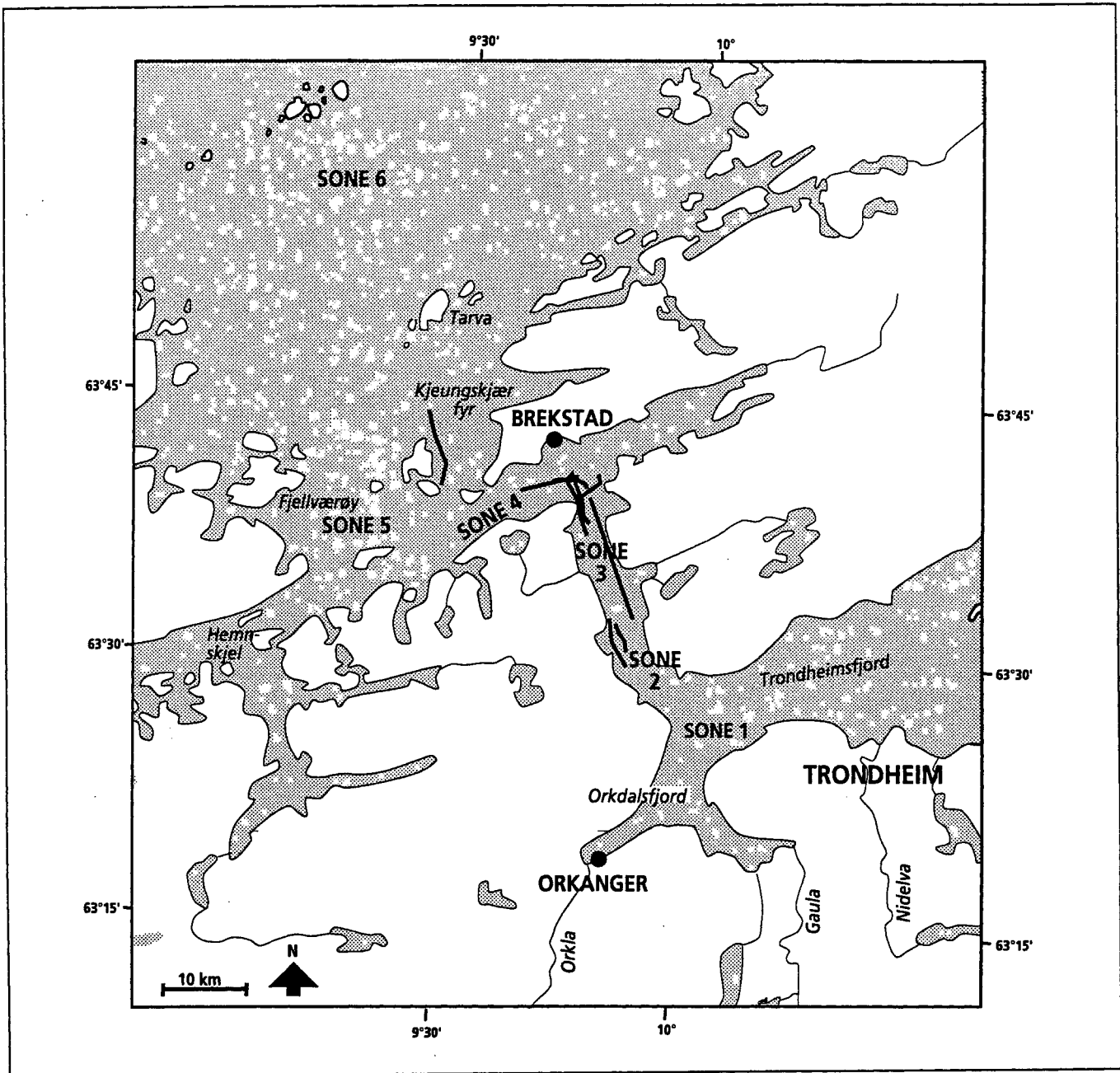
Dato	Smolt nr.	Vanntemp. 0 m °C	Vanntemp. 1 m °C	Saltholdighet 0 m ‰	1 m ‰
930504	193	3,1 - 4,9	3,1 - 5,6	0 - 12,0	0 - 13,8
930507	293	4,5 - 8,1	4,5 - 8,1	0 - 14,0	0 - 6,6
930509	393	5,6 - 6,8	7,8	0 - 9,5	0 - 10,6
930511	493	6,4 - 7,3	6,7 - 7,3	0 - 2,4	0 - 4,2
930515	593	7,3 - 7,7	7,9 - 8,2	0 - 0	0 - 2,7
930521	693	(9,7)	(9,8)	0 - 0	0 - 0
930522	793	10,8	(10,8)	0 - 0	0 - 0
930530	893	9,9 - 11,6	10,3 - 11,7	0 - 14,6	0 - 15,0
930604	993	9,6 - 10,5	11,1 - 11,4	0 - 6,8	0 - 15,0

Tabell 3. Vandringshastighet hos akustisk merket smolt i Trondheimsfjorden. Vannføring i Orkla (ved utløpet) og høydeforskjeller på flo og fjære er vist. *, ** Vandringshastighet hos tre Carlin-merkete smolt utsatt i Gaula er også vist.

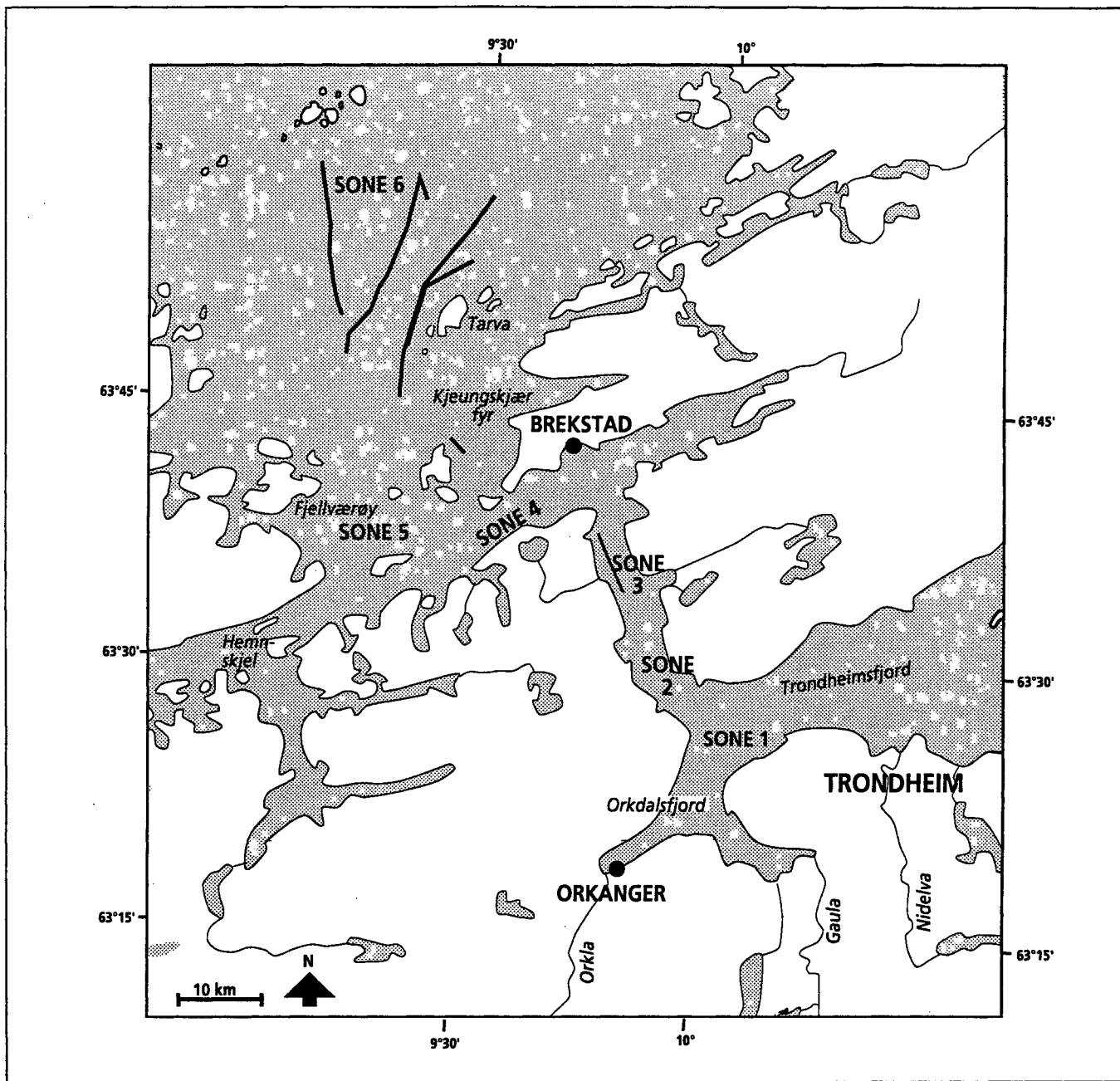
Dato	Merke nr.	Flo tidspunkt	Flo vannstand cm.	Orkla m ³ s ⁻¹	Distanse/tid km / time	Hastighet km/time
920519 *	-	22.23	192	329	50 / 72	0,7
920519	692	22.23	192	329	15 / 10	1,5
920527	892	21.15	135	255	19 / 23	0,8
920601	992	00.48	263	256	6,4 / 2,3	2,8
930504	193	23.18	278	311	8,5 / 4,8	1,8
930507	293	01.31	299	195	10,4 / 7,4	1,4
930509	393	02.56	281	236	1,8 / 3,6	0,5
930511	493	04.28	247	255	4,4 / 17	0,3
930515	593	20.32	210	160	6,8 / 5,3	1,3
930521	693	00.39	267	277	1,8 / 2,1	0,9
930522	793	01.14	272	258	1,5 / 1,2	1,3
930530	893	19.56	229	58	10,2 / 4,6	2,2
930604	993	00.31	290	51	4,6 / 5,8	0,8
930518 **	-	22.57	241	338	50 / 200	0,3



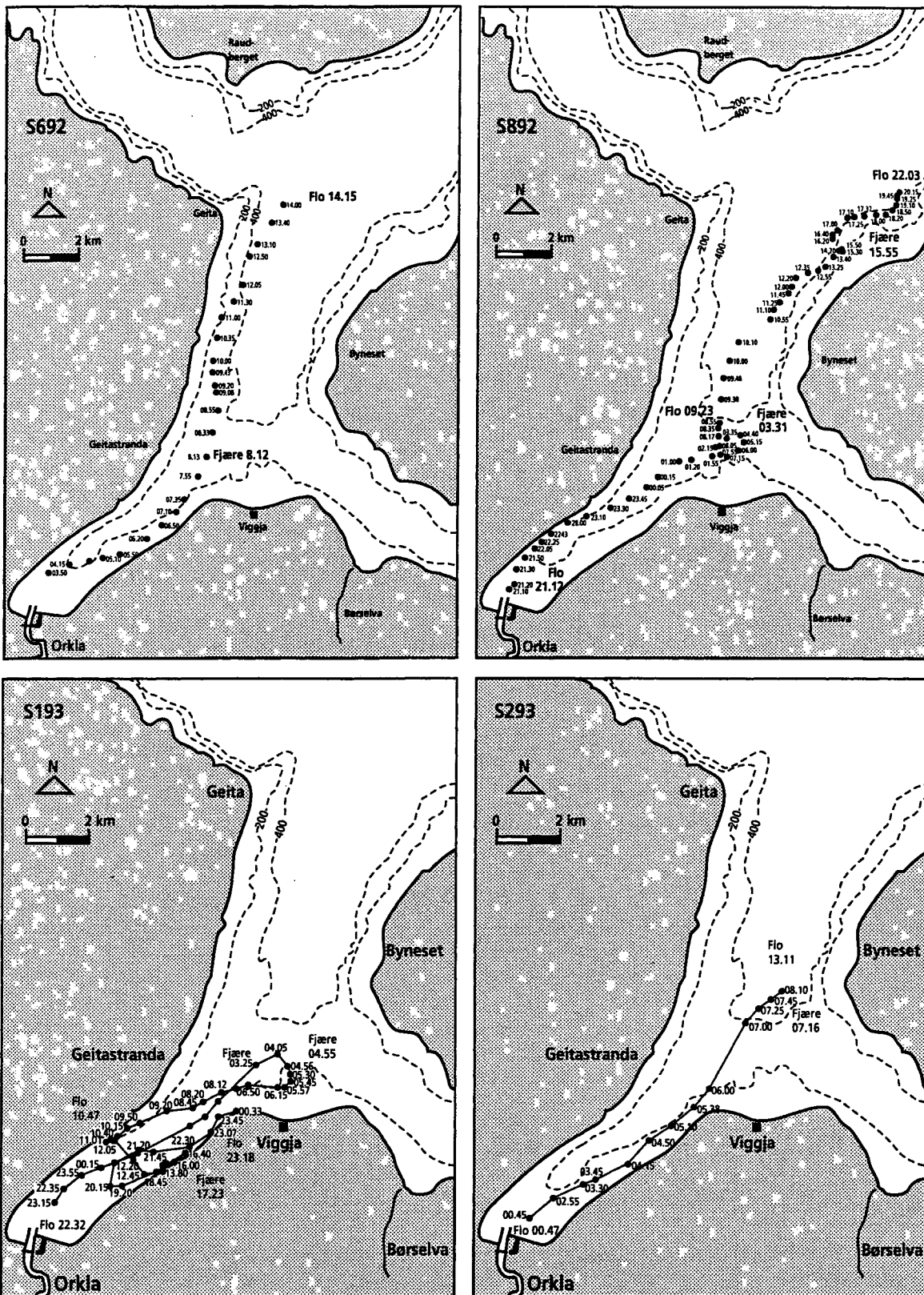
Figur 1. Oversiktskart over Trondheimsfjorden og tiliggende havområde, med inntegnede trålsoner og gjennomførte tråltrekk i 1992.



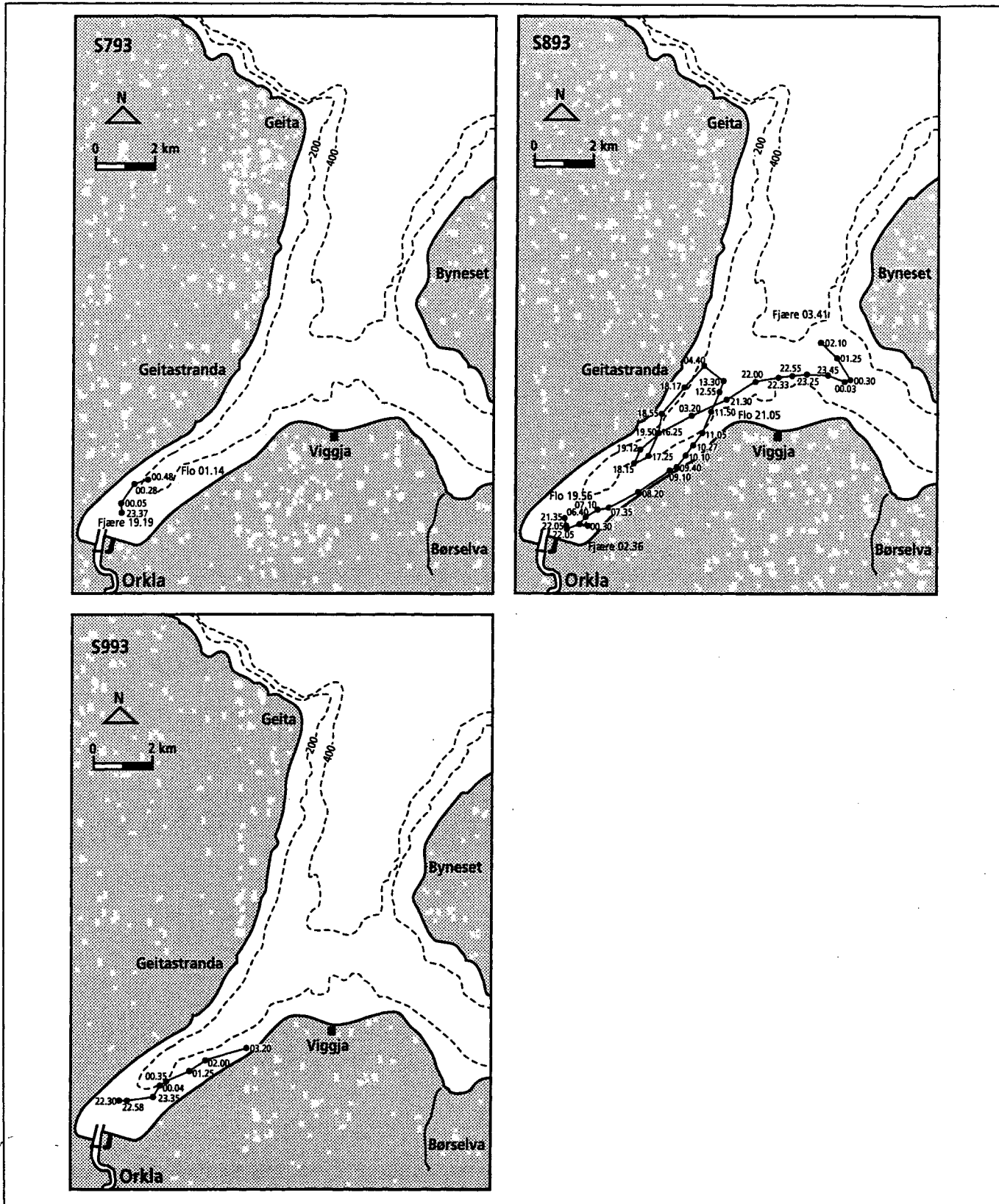
Figur 2. Oversikt over tråltrekk gjennomført i Trondheimsfjorden og tilleggende havområde i 1993



Figur 3. Oversikt over tråltrekk gjennomført i Trondheimsfjorden og tilleggende havområde i 1994.



Figur 4. Vandringsrute for akustisk merket smolt nr 6 og 8 i 1992, 193 og 293 i 1993 Trondheimsfjorden.



Figur 6. Vandringsrute for smolt nr. 793, 893, og 993 i Trondheimsfjorden.

3.3 Ernæring

Smoltmagenes fyllingsgrad ble vurdert på en skala fra 0 (tom mage) til 5. I tillegg ble mageinnholdet veid (kfr. Levings et al. 1994) og «forage ratio» ble beregnet som forholdet mellom vekten av mageinnholdet og vekten av smolten. Mageprøvene ble bearbeidet enkeltvis og gjennomsnittlig volumprosent (Nilsson 1955) og frekvensprosent (Hynes 1950) ble benyttet for å sammenligne de ulike dyregruppens betydning i mageinnholdet.

Magematerialet fra undersøkelsene i 1992 viser at smolt fra indre sone hadde stor fyllingsgrad av næringsdyr fra elva (Levings et al. 1994). Amphipoden *Gammarus zaddachi* ble funnet i flere smoltmager og stammer fra estuariet fra den elva den kommer fra. Det var mindre magefylling hos smolten fra sone 2 og 3 enn fra sone 1. En stor andel mager var tomme (sone 2 og 3). Det var voksne insekter som dominerte, hovedsakelig Diptera, i sone 3. Voksne insekter ble spist i stort antall og det ble funnet Hyperiid amphipoder i en stor del av smolten fra sone 3. Disse amphipodene (*Gammaridae*) er pelagiske. Det ble videre funnet innslag av sildelarver i magene. Det ble i akttatt en stor mengde sildeyngel i løpet av trålperioden (Hvidsten et al. 1992 & Levings et al. 1994). Det ble funnet få Calanoide copepoder i magene. Noen smoltmager i sone 1 inneholdt amphipoden *Chorophium* sp. som lever på grunt vann, dette kan tyde på at smolten har vært nært land.

I 1993 var det noe større innslag av marine krepsdyr i magene enn i 1992 (**tabell 4**). Det var innslag av krepsdyrslekta *Euphasidae* (krill) som utgjorde mesteparten av i krepsdyrene. Overflateinsektene utgjorde størsteparten av mageinnholdet.

Mageanalyser av næringsdyr fra smolt våren 1994 viser vesentlig bedre magefylling enn i 1992 og 1993 i ytre del av Trondheimsfjorden (**tabell 5**). Fyllingsgraden var fortsatt høy på smolten som ble fanget ute på Frohavet innfor Halten.

Viktigste dyregruppe var krepsdyrslekta *Euphasidae* (minimum to forskjellige arter). Hyperiid amphipoder utgjorde nest viktigste krepsdyrgruppe. Fiskeyngel var nest viktigste næringsdyrgruppe. Det var yngel fra flere fiskeslag som sild og lyr. Insekter utgjorde en liten andel i smoltmagene. Det var større andel av fiskeunger i ytre sone (Sone 6) i forhold til i ytre del av fjorden (sone 3).

Undersøkelsene av smoltens næringsvalg viser at det er betydelig forskjell i hvilke næringsdyr som ble spist og mengden av næringsdyr mellom årene 1992, 1993 og 1994 (**tabell 6**). Vi antar at det kan ha vesentlig betydning for vekst og overlevelse hos laksen at den kan finne store fettrike krepsdyr det ene året, mens den et annet år har spist mest overflateinsekter.

Tabell 4. Næringsdyr i mageinnholdet hos postsmolt av laks i sone 3, angitt i frekvens- og volumprosent for 1993.

Dyregruppe	Sone 3 n=100	
	freq %	volum %
Calanoidae copepoda	3,0	0,04
Euphausiidae	10,0	20,59
Hyperiid amphipoda	3,0	0,77
Pel. gamma.	3,0	0,70
Decapoda, zoea larv	42,0	2,00
Corophium spp.	-	-
ubest Crustacea	17,0	8,59
Diptera larve	1,0	-
Diptera voksne	43,0	24,73
Coleoptera	3,0	0,04
Insekter	67,0	20,25
Sild	-	-
Fisk	2,0	17,08
Ubest fisk	-	-
Trebiter	18,0	2,73
Frø	-	-
Skjell	45,0	2,39
Polychaeta	-	-
Fyllingsgrad	2,2 ±, ±1,2	

Tabell 5. Næringsdyr i mageinnholdet hos postsmolt av laks i sone 3 og 6, angitt i frekvens- og volumprosent, i totaltallene er mageinnholdet for fisk fra sone 5 medtatt.

Dyregruppe	Sone 3 n=84		Sone 6 n=108		Totalt	
	freq %	volum %	freq %	volum %	freq %	volum %
Calanoidae copepoda	6,1	0,03	14,8	0,34	10,1	0,17
Euphausiidae	64,6	92,34	38,0	39,78	49,5	63,05
Hyperiid amphipoda	3,7	0,11	63,0	8,74	35,1	4,20
Pel. gamma.	0	0	0,9	0,01	0,5	0,01
Decapoda, zoea larv	8,5	0,06	0,9	0,004	3,8	0,03
Corophium spp.	2,4	0,03	0,9	0,08	1,4	0,05
Isopoda	1,2	0,03	0	0	0,5	0,01
Ubestemte krepsdyr	9,8	3,44	38,9	23,68	27,4	14,10
Diptera larve	3,7	0,03	0	0	1,4	0,01
Diptera voksne	37,8	2,40	39,8	1,40	37,0	1,68
Coleoptera	2,4	0,01	0,9	0,02	1,4	0,02
Insekter	17,1	0,92	17,6	0,65	15,9	0,52
Sild	0,0	-	7,4	15,77	4,3	7,93
Fisk	3,7	0,53	24,1	9,42	15,9	6,40
Trebiter	2,4	0,05	0,9	0,06	1,4	0,05
Frø	1,2	0,02	3,7	0,02	2,4	0,02
Skjell	0	-	0	-	1,4	0,03
Polychaeta	1,2	0	0	-	1,0	1,71
'Forage ratio'	0,023 ± 0,020		0,019 ± 0,0220		0,021±, ± 0,021	
Fyllningsgrad	3,04 ± 1,57		3,06 ± 1,13		3,03 ±, ± 1,32	

Tabell 6. Forekomst av hovednæringsgrupper i mageinnhold (volumprosent) «forage ratio» og gjennomsnittlig fyllningsgrad hos postsmolt i Trondheimsfjorden i 1992 og 1994.

SONE 3

Dyregruppe	1992 (n=188)	1993 (n=100)	1994 (n=84)
Insekter	72,0	45,0	3,35
Krepsdyr	23,8	32,7	96,04
Fisk	1,0	17,1	0,53
Andre	-	5,1	0
'Forage ratio'	0,012 ±, ± 0,015		0,023 ±, ± 0,020
Gjennomsnittlig fyllningsgrad	1,2 ±, ± 2,0		3,0 ±, ± 1,6

4. Videreføring

Undersøkelsene i 1992, 1993 og 1994 var vellykket og gir grunnlag for å gjennomføre et større prosjekt med siktemål å undersøke smoltens vandring og ernæring i lenger ut i fjorden og havet. Det blir viktig å se hvor smolten starter med aktiv vandring og hvilken retning smolten tar utenfor Trondheimsfjorden.

Videre undersøkelser vil gi kunnskap om næringsvalget til smolten lenger ut i fjorden og sjøen og om årsvariasjoner i kvalitet og kvantitet av næringsemnene. Vi ønsker å undersøke næringsvalget i forhold til næringstilbudet for analyse av næringspreferanse. Det vil bli viktig å se på om det vil være sammenheng mellom aktiv svømmeatferd og næringsopptak og hvilke(n) vandringsrute smolten har utenfor Trondheimsfjorden.

Fra og med 1995 er prosjektet et samarbeidsprosjekt med Havforskningsinstituttet, Senter for Havbruk, Universitetet i Bergen og Fisheries and Oceans, West Vancouver Laboratory, Canada.

4.1 Tråling

Gjennom prosjektet er det utviklet en trål som fanger smolt i fjord og indre havområder. Det er imidlertid overveiende sannsynlig at mye smolt svømmer ut av trålen, dette fordi det har vært flere tilfeller av merket smolt i trålen, og det er bare et fåtall merket vill og oppforet smolt i Trondheimsfjorden, slik at den merkete smolten representerer en kraftig overrepresentasjon i fangsten. Merket smolt er trolig dårligere til å svømme unna enn umerket fisk. Vi vurderer derfor å forbedre trålen som ble benyttet med sikte på å gjøre den mer effektiv i forhold til senere stadier i postsmoltfasen da fiskens svømmehastighet er større.

For å fange smolt levende og minst mulig skadd før merking med akustiske sendere vil vi lage et spesielt fangstkammer i trålen som gir mer skånsom behandling av smolten.

Vi ønsker å foreta tråling fra Orkdalsfjorden til utenfor Halten. Området deles opp i 6 ulike soner (**figur 1**). Trålingene blir gjennomført på fallende sjø og ved å tråle mot strømmen i strømkanter. Dette effektiviserer trålingen.

Det vil bli samlet inn prøver av marin fiskeyngel med eget fangstnett. Planktonprøver vil bli tatt for å sammenligne mattilbudet i forhold til valgt næring hos smolten.

4.2 Akustisk merking og følging med sonar

Det akustiske utstyret som ble benyttet i disse forsøkene har vesentlige begrensinger. Vi ønsker å benytte nye akustiske merker for å lette følgingen lenger ut i fjorden og ut i åpen sjø. Vi vil i tillegg til hydrofoner benytte mottakerdelen på sonar til mottak av signalene fra fiskemerkene. Smolten vil bli merket etter innfangning i trålen.

4.3 Predasjon/beiting på laksesmolt

Stor dødelighet preger laksens første periode i sjøen. Predasjon fra torsk, lyr og sei er trolig vesentlig i områder hvor store mengder med smolt er tilstede. Vi ønsker å undersøke predasjon fra marin fisk på postsmolt på lokaliteter i Trondheimsfjorden som er antatte flaskehalsar med hensyn til predasjon fra gråfisk.

4.4 Lakselusundersøkelser

Laksesmolt fanget i forbindelse med dette prosjektet blir analysert med hensyn til angrep fra lakselus (Finstad et al. 1994).

5. Litteratur

- Chadwick, E.P.M. 1988. Relationship between Atlantic salmon smolts and adults in Canadian rivers. *In Atlantic salmon: planning for the future: Proceedings of the Third International Atlantic salmon symposium, Biarritz, France, October 21-23, 1986. Edited by D. Mills and D. Piggins.* Timer Press, Portland, Oregon: pp301-324.
- Finstad, B., Johnsen, B.O. & Hvidsten, N.A. 1994. Prevalence and mean intensity of Salmon lice, *Lepeoptheirus salmonis* Krøger, infection on wild Atlantic salmon, *Salmo salar* L., postsmolts. *Aquacult Fish. Mgmt*, 25: 761-764.
- Holm, M., Huse, I., Waatevik, E., Døving, K.B., & Aure, J. 1982. Behaviour of Atlantic salmon smolts during seaward migration. I: Preliminary report on ultrasonic tracking in a Norwegian fjord system. *ICES., C. M. 1982/7*: 17pp.
- Holst, J.Chr. & Hvidsten, N.A. 1992. Partrål som prøvetakingsmetode i norsk fiskeriforskning. - *Fiskets Gang*, 9/10: 24-26.
- Hvidsten, N.A. & Lund, R.A. 1988. Predation on hatchery reared and wild smolts Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the estuary of River Orkla, Norway. *J. Fish. Biol.* 33: 121-126.
- Hvidsten, N. A., Johnsen, B.O. & Levings, C.D. 1992. Atferd og ernæring hos utvandrende laksesmolt i Trondheimsfjorden. *Norsk institutt for naturforskning. Oppdragsmelding 164*: 1-14.
- Hvidsten, N. A., Jensen, A.J., Vivås, H., Bakke, Ø. & Heggberget, T.G. 1995. Downstream migration of Atlantic salmon smolts in relation water flow, water temperature, moon phase and social interaction. *Nordic J. Fresh. Res.* 70: 38-48.
- Hynes, H.B.N. 1950. The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteuo pungius*) with a review of the methodes used in studies of the food of fishes. *J. Animal Ecol.* 19: 35-58.
- Levings, C.D., Hvidsten, N.A. & Johnsen, B.O. 1994. Feeding of Atlantic salmon (*Salmo salar*) postsmolts in a fjord in central Norway. *Can. J. Zoology.* 72: 834-839.
- Nilsson, N. A. 1955. Studies on the feeding habits of the trout and char in the North Swedish lakes. *Rep. Inst. Freshw. res. Drottningholm.* 36: 163-211.
- Sigholt, T. & Finstad, B. 1990. Effect of low temperature on seawater tolerance in Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. *Aquaculture* 84: 425-434.
- Utne, T., Brørs, B. & Eidnes, G. 1992. Trondheimsfjordmodellen. Tredimensjonal numerisk simulering av strømning og smoltvandring i Trondheimsfjorden. *SINTEF, NHL - Rapport STF 60, A92112*; 46 sider.

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0547-5

332

**NINA
OPPDRAGS-
MELDING**

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7005 TRONDHEIM
Telefon: 73 58 05 00
Telefax: 73 91 54 33

**NINA
Norsk institutt
for naturforskning**