



Utredning 2008-9

Nå eller aldri for Vossolaksen

– anbefalte tiltak med bakgrunn i bestandsutvikling og trusselfaktorer



Nå eller aldri for Vossolaksen

– anbefalte tiltak med bakgrunn i bestandsutvikling og trusselfaktorer

Utredning 2008-9

Utgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

Dato:

Oktober 2008

Antall sider:

172

Emneord:

Atlantisk laks, trusselfaktorer, tiltak

Keywords:

Atlantic salmon, stock status, restoration

Bestilling:

Direktoratet for naturforvaltning,

7485 Trondheim

Telefon: 73 58 05 00

Telefaks: 73 58 05 01

www.dirnat.no/publikasjoner

TE 1274

Refereres som:

Barlaup, Bjørn T. (redaktør).

Nå eller aldri for Vossolaksen

– anbefalte tiltak med bakgrunn i bestandsutvikling og trusselfaktorer
DN-utredning 2008-9

Foto forside:

Storlaks tatt i fjordområdene utenfor Vosso. Ukjent fotograf

Foto bakside:

Laksefangst i Vossovassdraget tidlig på 1900-tallet. Ukjent fotograf

Ekstrakt:

Med utgangspunkt i en omfattende dokumentasjon av bestandssituasjonen og trusselfaktorene er det utarbeidet en plan for å redde kanskje verdens største atlantiske laks - Vossolaksen.

Bestanden er nær utryddelse, og genetiske analyser tilsier at den opprinnelige bestanden i vassdraget er erstattet med en bestand påvirket av rømt oppdrettsfisk. Den opprinnelige Vossolaksen er tatt vare på i den nasjonale genbanken i Eidfjord. Reetablering og gjenoppbygging av bestanden må baseres på en storstilt tilbakeføring av genbankmaterialet i form av utsetninger av rogn, yngel og smolt. Siden bruken av genbankmaterialet er tidsbegrenset må tiltakene startes umiddelbart og gjennomføres i løpet av kommende tiårsperiode. De to mest akutte trusselfaktorene i dag er angrep fra lakselus og innkryssning av rømt oppdrettslaks. Begge disse truslene kan håndteres gjennom koordinerte tiltak. I tillegg må det avklares i hvor stor grad giftig aluminium i brakkvannsområdene påvirker bestanden. Storlaksstammen i Vosso er en unik biologisk ressurs i nasjonal og internasjonal sammenheng. I kultur- og turistsammenheng er Vossolaksen et viktig symbol for den storslåtte Vestlandsnaturen. En gjennomføring av de anbefalte tiltakene vil utvilsomt styrke laksebestanden og muligheten for å reetablere en livskraftig bestand vurderes som gode. Hvis en slik plan ikke gjennomføres vil utvilsomt Vossolaksen gå tapt. Da mister vi verdens kanskje mest storvokste atlantiske laks, en enestående kulturarv og store framtidige muligheter for næringsutvikling og naturopplevelser.

Abstract:

The Vosso salmon run, representing possibly the largest sized Atlantic salmon in the world, is on the verge of extinction. A rescue plan has been developed, based on results from a broad research programme conducted from 2000-2007. The two most acute threats to the stock have been identified as genetic impacts from escaped farmed salmon, and increased mortality of migrating smolts caused by salmon lice from fish farming. Additionally, the studies have shown that elevated levels of aluminum in brackish water may effect smolt survival. The original stock has been kept in a live gene bank since the late 1980's. The rescue plan is based on the large scale reintroduction from the gene bank in combination with effective measures to reduce threats to the stock. An increased production of eggs in the gene bank will allow for a large scale reintroduced of eyed eggs, fry and smolts. However, the gene bank is time limited and the rescue plan has to be initiated immediately and carried out during the coming decade. The large-sized salmon of the Vosso River is a unique biological resource on a global scale. In terms of culture and tourism, it is an important symbol of the natural splendour of western Norway. Fulfilment of the recommendations provided in this report will strengthen the stock, and the probability of successful restoration is considered high. On the other hand, if the rescue plan is not implemented, the Vosso salmon will, without doubt, become extinct. This will result in the loss of perhaps the largest Atlantic salmon in the world, along with its unique cultural heritage and large future opportunities for business and recreation.

Forord

Den overordnede målsettingen for denne utredningen er å frambringe en kunnskapsbasis om Vossolaksen basert på omfattende undersøkelser av laksebestanden og dens livsmiljø i perioden 2000 - 2007. Denne kunnskapsoppsommeringen gir Direktoratet for naturforvaltning (DN) det faglige grunnlaget for en redningsaksjon der formålet er å tilbakeføre og gjenoppbygge laksebestanden i Vossovassdraget. Storlaksstammen i Vossovassdraget ble kraftig redusert på slutten av 1980-tallet.

Miljøvernmyndighetene har brukt store ressurser på undersøkelser og tiltak i mer enn ti år. Allerede på 1990-tallet satte DN i gang undersøkelser for å utrede effekter av sur nedbør i Vossovassdraget. Disse undersøkelsene har dokumentert en tydelig positiv utvikling av de vannkjemiske forholdene i Vossovassdraget som en følge av redusert sur nedbør og kalking, og vannkvaliteten i elva er i dag ikke skadelig for laks. I brakkvannsområdene er det grunnlag for å anta at giftig aluminium er på et nivå som kan ha negativ betydning for smoltens overlevelse. Det gjenstår fortsatt arbeid for å avklare hvilken effekt dette har på bestandsnivå. I den senere tid har undersøkelsene fokusert på å identifisere trusselfaktorer som kan være årsaken til at laksestammen ikke har tatt seg opp igjen. Videre er det fokusert på å kartlegge genetisk status og vurdering av innkryssing av rømt oppdrettlaks i Vossolaksbestanden.

Det er vist at angrep av lakselus kan medføre 80% økt dødelighet på utvandrende forsøkssmolt av Vossolaks. Genetiske undersøkelser tilsier at innkryssing av rømt oppdrettlaks har påvirket den genetiske sammensetningen til laksebestanden, slik at det nå er lite sannsynlig at det forekommer naturlig gyting av opprinnelig Vossolaks. For å unngå at Vossolaksen skal gå helt tapt må angrep av lakselus på utvandrende laksesmolt og rømt oppdrettlaks i elva komme ned på et bærekraftig nivå. Tiltak i fiskeoppdrettsnæringen blir avgjørende for Vossolaksens framtid. På bakgrunn av dette er fiskeoppdrettsnæringen og forvaltningsmyndigheter utfordret til å iverksette mer effektive tiltak. Næringen har startet dette arbeidet ved opprettelsen av Nordhordaland fiskehelsenettverk i 2005, og helt nylig ved bidrag til arbeidet med tilbakeføring av opprinnelig Vossolaks gjennom produksjon og sleping av laksesmolt.

Resultatene som blir lagt fram etter omfattende undersøkelser av Vossolaksen og dens livsmiljø er alvorlig langt ut over Vossovassdraget. En må regne med at det kan være tilsvarende situasjon for flere andre laksebestander som ikke er like grundig undersøkt.

Norge har et internasjonalt ansvar for å ta vare på de gjenværende stammene av Atlantisk laks, og Vossolaksen er blant de mest særegne laksestammer med sitt lange sjøopphold og store størrelse. Storlaksstammen i Vosso er derfor en unik biologisk ressurs i nasjonal og internasjonal sammenheng. Den utgjør også en stor kulturell verdi, potensial for fiskebasert friluftsliv, verdiskaping i regionen og er en indikator på en intakt storslått vassdragsnatur på Vestlandet. Vosso har fått status som nasjonalt laksevassdrag, noe som skal gi Vossolaksen ekstra vern.

Etter DN's vurdering tilsier konklusjonene i rapporten at Vossolaksen i dag må anses og forvaltes som utryddet i naturen. Etter innkryssing av rømt oppdrettlaks i elva gjennom mange år, er det bare stamfiskene i levende genbank for laks vi er sikre på er opprinnelig Vossolaks. Forvaltningsstrategien for å gjenoppbygge Vossolaksen blir derfor basert på opprinnelig Vossolaks som er tatt vare på i levende genbank. Materialet av Vossolaks i levende genbank har begrenset levetid og må benyttes i kommende 10-års periode. Skal vi redde Vossolaksen er det derfor nå eller aldri.

Forutsetningen for å lykkes med en redningsaksjon for Vossolaksen er at mange bidrar. Det kreves omfattende og koordinerte tiltak fra flere næringssektorer og forvaltningsmyndigheter. Med utgangspunkt i dagens kunnskap om Vossolaksen, har DN utarbeidet en plan for å redde Vossolaksen.

Forskning og overvåkning, kalking, kultivering og andre tiltak for å styrke Vossolaksen har siden 2000 blitt koordinert av FoU-utvalget for Vossovassdraget. Utvalget er sammensatt av Voss kommune, Fylkesmannen i Hordaland, Voss klekkeri, Bergen Kommunale Kraftselskap (BKK) og Direktoratet for naturforvaltning (DN). Undersøkelsene er gjennomført av forskingsinstitusjoner med spesialkompetanse på ulike fagområder, og er koordinert av Bjørn Barlaup ved Universitetsforskning Bergen (LFI-Unifob). Roy M. Langåker har vært ansvarlig for prosjektet i DN og er kontaktperson. DN vil med dette takke alle som har bidratt i rapporten og i arbeidet med Vossolaksen.

Trondheim, oktober 2008

Yngve Svarte
Direktør for artsforvaltningsavdelingen



Det var ikke uvanlig å få flere storlaks ved tømning av kilenota. Her er det Helge Furnes som viser fram fangsten fra kilenota ved Lammestølen i Bolstadfjorden på midten av 1960-tallet. Den største laksen på bildet er 25 kg. Gjennomsnittsvekten for laks tatt ved elvefiske var 10,9 kg. De samlede fangststatistikkene for elve- og sjøfiske i perioden 1949-1987 viser at det i gjennomsnitt ble tatt 11,3 tonn laks årlig, med fangster på 24,4 og 20,1 tonn i toppårene 1964 og 1980.

FOTOGRAF: HELGE FURNES JR.

Redaktørens forord

I år 2000 ble Vossoprosjektet igangsatt med Direktoratet for naturforvaltning som oppdragsgiver. Prosjektet har hatt som målsetting å gi et grunnlag for å vurdere hvilke tiltak som på sikt er best egnet til å sikre Vossolaksen. Foreliggende rapport sammenfatter resultatene for perioden 2000-2007 og peker på flere konkrete tiltak som er nødvendige for å redde bestanden.

Undersøkelsene har i hovedsak vært finansiert av Direktoratet for naturforvaltning, men Fylkesmannens miljøvernavdeling i Hordaland og Bergenshalvøens kommunale kraftselskap (BKK) har også bidratt. I tillegg har de utførende institusjoner lagt ned en betydelig egeninnsats. Videre hadde gjennomføringen av prosjektet ikke vært mulig uten et omfattende dugnadsarbeid fra lokale krefter.

En rekke institusjoner har vært bidragsytere i prosjektet; Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Havforskningsinstituttet (HI), Norsk institutt for naturforskning (NINA), Veterinærinstituttet, Institutt for biologi ved Universitetet i Bergen, Voss klekkeri, Rådgivende biologer og LFI-Unifob, Universitetsforskning Bergen. Sistnevnte har hatt koordineringsansvaret for prosjektet.

Prosjektet har vært basert på et tett samarbeid med en rekke personer; Eirik Straume Normann har hatt ansvaret for kilenotfiske på Straume og i Bolstadfjorden, Helge Furnes har hatt ansvaret for kilenotfiske i Bolstadfjorden og har bistått ved fangst av smolt ved bruk av smoltruse, Asbjørn Borge, Arvid Borge og Inge Sandal har hatt ansvaret for kilenotfiske ved Trengereid, Johannes Gullbrå, Atle Tysse og Øyvind Farestveit har hatt ansvaret for fiske med sittenot på Skolmen i prosjektets første fase, Karl Magne Bolstad har røktet smoltfellene i Bolstadhølen, Magnar Helland og Heine Mestad har hatt tilsyn med smoltruser. Ola Kvamme og Andreas Stamnes har stått for slep av

forsøkssmolt. Elve- og grunneierlag langs vassdraget, Hordaland grunneigar- og sjølaksfiskarlag, og Voss Jeger og Fiskarlag har alle bidratt med viktige innspill. Hallstein O. Leiren ga oss tilgang til fangstdagbøkene fra Stamnes Handelslag og har sammenstilt deler av denne statistikken. Voss klekkeri v/Geir Ove Henden, Monika Haugland, Kjersti N. Finne, Gøril Einarsen og Tore Henrik Øye har sørget for kultiveringstiltakene og bidratt med prøvetaking og feltinnsats. I tillegg til å drive fiske og annen aktivitet i prosjektet har alle disse og mange andre bidratt med viktig kunnskap om Vossolaksen.

Nordhordland fiskehelsenettverk (NFN), og spesielt Roar Ektvedt og Jan-Emil Johannessen, har bidratt med viktig og nyttig utveksling av kunnskap mellom havbruksnæringen og Vossoprosjektet. Innfisk AS v/Jon Løyland har utviklet ruser for å fange utvandrende smolt. Helge Haukeland har bidratt med dokumentasjon i form av film og foto. Torbjørn Forseth ved NINA har vært en faglig støttespiller og kvalitetssikrer for prosjektet.

Mange personer fra ulike miljø har bidratt med stor innsats under feltarbeidet og/eller laboratoriearbeidet: Tore Wiers, Gunnar Bekke Lehmann, Ole Sandven, Arne Johannessen, Torunn Landås, Berit Margrethe Aase (alle LFI-Unifob), Aleksander Andersen, John Anton Gladsø, Sveinung Hylland, Marianne Kroglund, Espen Lothe, og Tom Ole Nilsen.

Vi takker alle for et godt samarbeid!

Bergen, oktober 2008

Bjørn T. Barlaup

Innhold

Tiltak for å redde Vossolaksen	10
Sammendrag – bestandsutvikling og trusselfaktorer	13
1 Bakgrunn og hensikt	29
2 Vossolaksen – særtrekk, fangst- og bestandsutvikling	31
2.1 Livssyklus og karaktertrekk hos Vossolaksen	31
2.2 Fangst- og bestandsutvikling	32
2.2.1 Fangster i ferskvann	32
2.2.2 Fangster fra sitte- og kilenotfiske ved Stamnes	33
2.3 Bestandsutvikling for Vossolaksen i perioden etter fredningen og fram til idag	35
2.3.1 Stamfiske etter laks i perioden 1990-2007	35
2.3.2 Registreringsfiske med sittenot og kilenot i årene 2000-2007	36
2.3.3 Fangster av villaks	38
2.3.4 Innslaget av laks som stammer fra utsettinger fra Voss klekkeri	39
2.3.5 Telling av gytefisk ved dykking i 2000-2007	40
2.4 Samlet vurdering	42
2.5 Referanser	43
3 Undersøkelser av ungfiskbestanden og smoltutgangen i Vossovassdraget	44
3.1 Materiale og metoder	44
3.1.1 Overvåking av ungfiskbestanden	44
3.1.2 Rognplanting som metode for å styrke rekrutteringen	46
3.1.3 Undersøkelser av smoltutgangen i 2000-2007	46
3.2 Resultat av rognplantingen utført i årene 2004-2007	47
3.3 Tettheter av ungfisk i de ulike vassdragsavsnittene	48
3.3.1 Bolstadelva	48
3.3.2 Vosso	49
3.3.3 Teigdalselva	50
3.3.4 Strekningene oppstrøms Vangsvatnet	51
3.3.5 Strekningen oppstrøms Palmafossen	52
3.3.6 Strandavassdraget oppstrøms Voss	53
3.4 Lengde og aldersfordeling hos ungfisk i Vossovassdraget	54
3.5 Smoltutgang	56
3.5.1 Undersøkelser av smoltutgangen i Vossovassdraget i 2001-2007	56
3.5.2 Lengde- og aldersfordeling for utvandrende laksesmolt	59
3.5.3 Vurdering av smoltproduksjon før og nå	62
3.5.4 Størrelsen på smoltproduksjonen i forhold til gytebestanden	63
3.6 Samlet vurdering	64
3.7 Referanser	64

4	Angrep av lakselus som trusselfaktor	66
4.1	Bakgrunn og hensikt	66
4.2	Metoder	66
4.2.1	Forsøksgrupper og merking av utsatt smolt	66
4.2.2	Registrering av gjenfangster	67
4.2.3	Registrering av lakselus på innvandrende laks og sjøaure	67
4.3	Resultater og diskusjon	68
4.3.1	Gjenfangster fra forsøkene med settesmolt	68
4.3.2	Registrering av lakselus på innvandrende laks, sjøaure, rømt oppdrettslaks og rømt regnbueaure	71
4.3.3	Samlet vurdering	72
4.4	Referanser	72
5	Konsekvensar av innkryssing av oppdrettslaks	74
5.1	Undersøkingar av Vossolaksen	76
5.2	Genetiske metodar i arbeidet med vossolaksen frå 2008	76
5.3	Referanser	77
6	Aluminium som trusselfaktor i brakkvann	78
6.1	Innledning	78
6.2	Estuarine trusler for Vossolaksen	81
6.2.1	Undersøkelse av vannkvalitet og smoltoverlevelse våren 1994	81
6.2.2	Gjelle-Al målt under postsmolt tråling i 2000	82
6.3	Aluminium i brakkvann 2004-2007	83
6.3.1	Passive prøvetakere (DGT)	83
6.4	Resultater fra smolt eksponert i merd	86
6.4.1	Resultater 2000	86
6.4.2	Resultater 2001	87
6.4.3	Resultater 2002	91
6.4.4	Resultater 2007	92
6.4.5	Aluminium og sjøvannstilpasning	93
6.4.6	Vurdering av merdresultatene	93
6.5	Sleping av smolt (2001 – 2003 og 2005-2007)	94
6.5.1	Resultater 2001-2003	94
6.5.2	Resultater 2005-2007	97
6.5.3	ATPase-utvikling hos slepesmolt	98
6.5.4	Slep og slepemiljø	100
6.5.5	Vurdering av slep	101
6.6	Miljøeffekter på oppdrett i Osterfjorden	102
6.7	Samlet vurdering	104
6.8	Referanser	105

7	Forsuring som trusselfaktor i ferskvann	107
7.1	Innledning	107
7.2	Effekter av forsuring på laksebestanden i Vossovassdraget	108
7.2.1	Undersøkelser utført tidlig på 1990-tallet	108
7.2.2	Undersøkelser i perioden 1998-2007	109
7.3	Samlet vurdering	113
7.4	Referanser	114
8	Effekter av vassdragsreguleringer på laksebestanden	116
8.1	Vassdragsreguleringer	116
8.2	Teigdalselva	117
8.3	Bolstadelva	118
8.3.1	Endret vannføring i Bolstadelva som følge av regulering	118
8.3.2	Endret vanntemperatur i Bolstadelva som følge av regulering	118
8.3.3	Temperaturrendringens effekt på egg og plommeseckkyngel i Bolstadelva	119
8.3.4	Temperaturrendringenes effekt på veksten hos ungfisk i Bolstadelva	120
8.4	Vannkjemiske endringer	122
8.5	Andre mulige effekter av reguleringen	122
8.5.1	Bunndyrproduksjon	122
8.5.2	Smoltutvandring i Bolstadelva	122
8.5.3	Forhold i Bolstadfjorden	122
8.5.4	Endringer i ferskvannstilsig til fjordsystemet rundt Osterøy	122
8.6	Samlet vurdering	124
8.7	Referanser	125
9	Effekter av veibygging og senking av Vangsvatnet	127
9.1	Veibygging og senkingen av Vangsvatnet	127
9.1.1	Beskrivelse av inngrepet	127
9.2	Stranding av gytegroper og ungfisk	127
9.3	Partikkelforensning	129
9.4	Diskusjon	129
9.5	Samlet vurdering	130
9.6	Referanser	131
10	Vossolaksens betydning for kultur, livskvalitet og økonomi i fortid, nåtid og framtid	132
10.1	Sammendrag	132
10.2	Innledning	132
10.3	Metoder	135
10.3.1	Intervjuer	135
10.3.2	Intervju med oppdrettere	137
10.3.3	Spørreundersøkelser	137
10.4	Resultater og diskusjon	137
10.4.1	Økonomisk viktighet	137
10.4.2	Laksefiske som bidrag til inntekt på Stamnes på ulike tidspunkt	137
10.4.3	Viktigheten for kultur og livstil	140
10.4.4	Framtidsperspektiv	141
10.4.5	Spørreundersøkelse av ungdommer	143
10.5	Restaureringstiltak	145
10.6	Oppsummering og konklusjon	149
10.7	Referanser	150

11	Voss klekkeri	153
11.1	Historisk bakgrunn og utvikling fram til i dag	153
11.1.1	Nytt klekkeri	153
11.1.2	Pålegg og utbetringar på klekkeriet / karantenestasjon hausten 1990	154
11.1.3	Innlandsaure, rein/urein avdeling frå 1995	154
11.2	Forvaltning og organisering	154
11.3	Produksjon	154
11.3.1	Konsesjon og nye planar	154
11.3.2	Stamfiske / genbank / utfisking av oppdrettslaks	155
11.3.3	Merking av rogn og settefisk	155
11.3.4	Utsetjing over anadrom strekning	155
11.3.5	Sjukdomsutbrot og yngeldød våren 2003	156
11.4	Samarbeid med Voss Jeger og Fiskarlag, grunneigarar, forskings-miljø og forvaltninga	157
11.5	Referanser	157
12	Levende genbank som tiltak for å bevare norske laksestammer	158
12.1	Den levende genbanken for vill-laks	158
12.1.1	Generelle prosedyrer i Levende genbank	158
12.2	Levende Genbank Nord-Norge, Bjerka	159
12.3	Levende Genbank Midt-Norge, Haukvik	159
12.4	Levende Genbank Vestlandet, Eidfjord	159
12.5	Samarbeidspartnere	159
12.6	Vossolaksen i levende genbank	160
12.6.1	Bestand og påvirkningsfaktorer	160
12.6.2	Historikk og planer genbankmaterialet	160
12.6.3	Bruk av tilbakeført materiale	160
13	Havbruket og Vossolaksen	162
13.1	Historiske trekk i utviklingen av laksefiskoppdrettet	162
13.2	Oppbygging og utvikling av oppdrettsnæringen og dens organer	162
13.2.1	Fra små familiebedrifter til større selskaper og storkonsern	162
13.2.2	Utvikling av produksjonsvolum fra 1970-tallet til 2007	163
13.2.3	Hygiene og smitteforebygging	163
13.2.4	Svingninger i de internasjonale markeder	164
13.2.5	Fiskehelse	164
13.3	Fiskeoppdrettsnæringens forhold til offentlig forvaltning	166
13.4	Nordhordland Fiskehelsenettverk - et historisk samarbeid mellom havbuks- og villaksinteresser	166
13.4.1	Etablering og formål	166
13.4.2	Organisering	167
13.4.3	Finansiering av nettverkets virksomhet	167
13.4.4	NFNs daglige virksomhet	167
13.4.5	Evaluering av vinter-avlusingskampanjen 2007 – 08	169
13.4.6	Kan nettverkssamarbeidet bidra til å løse opp en mangeårig interessekonflikt?	171
13.4.7	Fiskehelsenettverkenes visjon	171
13.5	Referanser	171
14	Forvaltningsstrategi	173
14.1	Finne årsakene til Vossolaksens tilbakegang	173
14.2	Sette inn tiltak for å eliminere eller kompensere for de viktigste problemene	173
14.3	Bevare og utvikle bestanden	174
14.4	Utvikle fisket til beste for grunneiere, allmenheten og lokalsamfunnet	174

Tiltak for å redde Vossolaksen

Med utgangspunkt i en omfattende dokumentasjon av bestandssituasjonen og trusselfaktorene peker vi i denne rapporten på hvilke tiltak som må iverksettes for å redde Vossolaksen. Følgende punkt danner grunnlaget for en redningsaksjon med mål om å reetablere en selvreproduserende og livskraftig bestand:

- Bestanden er nær utryddelse, og genetiske analyser tilsier at den opprinnelige bestanden i vassdraget er erstattet med en bestand påvirket av rømt oppdrettsfisk
- Den opprinnelige Vossolaksen er tatt vare på i den nasjonale genbanken i Eidfjord. Reetablering og gjenoppbygging av bestanden i Vossovassdraget må baseres på en storstilt tilbakeføring av genbankmaterialet i form av utsetninger av rogn, yngel og smolt
- Bruken av genbankmaterialet er tidsbegrenset. Tiltak må startes umiddelbart og gjennomføres i løpet av kommende tiårsperiode
- Forskningsresultatene tilsier at de to mest akutte trusselfaktorene i dag er angrep fra lakselus og innkrysning av rømt oppdrettslaks. Begge disse truslene kan håndteres gjennom koordinerte tiltak
- En høstbar laksebestand i Vosso representerer årlige fiske- og turistinntekter i størrelsesorden 20 – 30 millioner kroner. Det burde derfor være samfunnsøkonomisk lønnsomt å redde laksestammen
- Vosso er definert som et nasjonalt laksevassdrag, og bestanden skal derfor ha særskilt beskyttelse og prioriteres med hensyn til tiltak og FoU

Vossolaksen har stor verdi som natur- og kulturarv

Norge har om lag en fjerdedel av verdens bestander av atlantisk laks, og har derfor et globalt ansvar for å ta vare på denne arten. Med sitt lange sjøopphold og sin store størrelse representerer Vossolaksen et ytterpunkt blant mangfoldet en finner hos stammer av atlantisk laks. Storlaksstammen i Vosso er derfor en unik biologisk ressurs i nasjonal og internasjonal sammenheng. I kultur- og turistsammenheng er Vossolaksen et viktig symbol for Vestlandsnaturen.

En gjennomføring av de anbefalte tiltakene vil utvilsomt styrke laksebestanden og muligheten for å reetablere en livskraftig bestand vurderes som gode. Hvis en slik plan ikke gjennomføres vil utvilsomt Vossolaksen gå tapt. Da

mister vi verdens kanskje største atlantiske laks, en enestående kulturarv og store framtidige muligheter for næringsutvikling og naturopplevelser. Legger en til grunn den samlede biologiske, kulturelle og økonomisk betydningen av Vossolaksen, taler dette sterkt for en redningsaksjon.

Miljøforholdene i Vossovassdraget er i dag ikke årsaken til at Vossolaksen er utryddningstruet

Grundige undersøkelser har vist at en rekke menneskeskapte faktorer har påvirket bestanden negativt i løpet av de siste 20 – 25 år; forsurening av vannkvaliteten både i ferskvann og brakkvann, vassdragsregulering, veibygging, senkingen av Vangsvatnet, og effektene av lakselus og rømt oppdrettslaks. Som følge av redusert sur nedbør har vannkvaliteten i elva blitt betydelig forbedret. Likeledes er de andre påvirkningene i ferskvannsdelen av laksens leveområde i dag bare vurdert å ha en moderat effekt på laksebestanden. Selv om årsakene til bestandssammenbruddet på slutten av 1980-tallet ikke er kjent, er miljøforholdene i elva i dag ikke lenger til hinder for å gjenoppbygge og opprettholde en livskraftig laksebestand.

Skal Vossolaksen reddes må angrep fra lakselus og innblanding av rømt oppdrettslaks komme ned på et bærekraftig nivå

Forsøk gjennomført med Vossolaks har vist at angrep fra lakselus kan medføre 80 % økt dødelighet på utvandrende forsøkssmolt. Resultatene tilsier at det forekommer en svært høy dødelighet når smolten vandrer ut fjordene på vei til åpent hav i løpet av noen uker i mai-juni. Rømt oppdrettslaks har utgjort en svært høy andel av gytebestanden i Vosso. I årene 2000-2007 er det i regi av prosjektet tatt ut over 1100 oppdrettslaks fra vassdraget og fjordområdene utenfor. Undersøkelser tilsier at innkrysning av rømt oppdrettslaks har påvirket den genetiske sammensetningen til bestanden, og at det nå er lite sannsynlig at det forekommer naturlig reproduksjon av opprinnelig Vossolaks i vassdraget. Det undersøkes også om andre faktorer kan være negative for laksebestanden. Det er grunnlag for å anta at giftig aluminium i brakkvansområdene er på et nivå som kan ha negativ betydning for smoltens overlevelse. Det gjenstår fortsatt arbeid for å avklare hvilken effekt dette har på bestandsnivå. Videre blir det gjennomført undersøkelser for å avklare om Nordhordlandsbrua

kan virke negativt på utvandrende laksesmolt og det letes også etter eventuelle andre, og så langt ukjente, årsaker. På bakgrunn av en omfattende dokumentasjon er angrep av lakselus og rømt oppdrettslaks pekt ut som de to mest akutte trusselfaktorene. Angrep av lakselus på utvandrende laksesmolt i fjord- og kystområder og rømt oppdrettslaks i elva må komme ned på et bærekraftig nivå om ikke Vossolaksen skal gå tapt.

Opprinnelig Vossolaks bevart i levende genbank er grunnlaget for redningsaksjonen

Heldigvis er Vossolaksen tatt vare på i den nasjonale genbanken i Eidfjord. Her ble stamlaks tatt inn på slutten av 1980-tallet og på begynnelsen av 1990-tallet. Dette var før laksestammen ble påvirket av rømt oppdrettslaks. I dagens situasjon er karene i genbanken det eneste stedet vi med sikkerhet har opprinnelig Vossolaks. På grunn av økende innavl og tap av genetisk variasjon er det ikke mulig å bevare Vossolaksen i genbanken over lang tid. Materialet fra genbanken er derfor datostemplet og må benyttes i kommende 10-års periode. Om Vossolaksen skal berges må det derfor handles nå.

Basert på den omfattende kunnskapen som er opparbeidet og sammenstilt i foreliggende rapport, vurderes mulighetene for å lykkes med å redde Vossolaksen som gode. Men dette vil kreve omfattende - og koordinerte tiltak fra flere næringssektorer og forvaltningsmyndigheter.

Strategi

Strategien i en tiltaksplan bygger på tre pilarer:

- En oppskalering av rognproduksjonen i genbanken og en storstilt tilbakeføring av Vossolaks materialet i form av rogn, settefisk og smolt
- Omfattende tiltak for å redusere effekten av de ulike trusselfaktorene
- Etablering av en levende genbank i Strandaelva, som blir et fristed der bare fisk fra genbanken eller avkom av disse skal finnes

Redningsplanen må følges av et FoU arbeid som har som hovedformål å dokumentere og evaluere effekten av iverksatte tiltak. På denne måten vil FoU-arbeidet danne grunnlag for justering og optimalisering av tiltakene.

Miljøvern-, fiskeri- og landbruksmyndighetene, Voss kommune, Hordaland fylkeskommune, vannkraftindustrien, oppdrettsnæringen og andre miljøengasjerte bedrifter og privatpersoner bør ha en felles interesse av å redde Vossolaksen gjennom en koordinert tiltaksplan.

Tiltak

For å redde den unike Vossolaksen gjennom koordinerte - og målrettede tiltak anbefaler vi følgende:

1. Kultiveringstiltak, utsetting av genbankmateriale i form av rogn, yngel og smolt

Formål: Hensikten er å reetablere og å bygge opp en stor ungfiskbestand av Vossolaks i vassdraget basert på fisk i genbank. Utsetting av rogn og yngel både på lakseførende strekning og i Strandaelva og eventuelt andre sidevassdrag oppstrøms lakseførende strekning. Denne reetableringen vil medføre at et høyt antall Vossosmolt igjen vandrer ut fra vassdraget årlig. Slep med utsetting av smolt vil i tillegg øke gytebestanden og dermed den naturlige rekrutteringen i vassdraget.

Tiltak

- Oppskalering av rognproduksjonen i genbanken til i størrelsesorden 1,5 – 2 millioner rogn årlig, dvs. økt stamfiskbeholdning i genbanken
- Opprusting av Voss klekkeri for mottak av større mengder rogn/settefisk fra genbanken før videre utsetting i Vossovassdraget
- Omfattende utplanting av øyerogn vinterstid (1-2 mill)
- Utsetting av ensomrig settefisk (200 000 – 400 000)
- Strandaelva ovenfor naturlig lakseførende strekning (og eventuelt andre sidevassdrag) skal brukes til å sette ut rogn og fisk fra genbanken. Strandaelva skal fungere som en levende genbank i vassdraget, som skal sikre økt produksjon av Vossolaks uten påvirkning fra rømt oppdrettslaks
- Utsetting av smolt (100 000 – 200 000) på ulike steder i utvandringsruta og med ulike behandlingsregimer (dvs med og uten medisinfor som beskytter mot lakselus-angrep)
- Alt materialet fra genbanken bør merkes ved bruk av genetiske markører eller andre merker

2. Tiltak for å redusere faren for høy dødelighet som følge av lakselusangrep på utvandrende laksesmolt

Formål: Redusere dødelighet forårsaket av angrep av lakselus til et bærekraftig nivå for Vossolaksen. Dette gjelder spesielt i tidsperioden mai og juni når smolt vandrer ut fra Vossovassdraget og gjennom fjord- og kystområder mot beiteområdene i havet

Tiltak

- Samordnede tiltak for å redusere spredning av lakselus fra oppdrettsanlegg. Dette gjøres allerede i dag ved synkron avlusing i regi av Nordhordland fiskehelsenettverk (NFN) som representerer de fleste oppdretterne med anlegg lokalisert i utvandningsruten for smolten fra Vosso. Skal denne strategien lykkes må alle oppdretterne som påvirker lakselusmengdene i utvandningsruta til Vossolaksen delta
- Kontroll av mengdene lakselus i oppdrettsanlegg. Dette utføres ved tellinger utført av Mattilsynet og ved egne tellinger utført av NFN
- Vurdere brakklegging av oppdrettsanlegg som har en lokalisering som er spesielt skadelig for utvandrende smolt
- Vurdere flytting av oppdrettsanlegg som har en lokalisering som er spesielt skadelig for utvandrende smolt
- Evaluere iverksatte tiltak mot lakselus ved utsett av forsøkssmolt gitt medisinfôr som beskytter mot lus og kontrollgrupper som ikke er gitt slik beskyttelse
- Evaluere iverksatte tiltak mot lakselus ved bruk av forsøk med smolt plassert i merder på ulike steder i utvandningsruten
- Fange inn noe av villsmolten som vandrer ut og slepe den ut fjordene, merke den, og dele den inn i grupper med og uten behandling med midler som beskytter mot lakselus
- Vurdere rømt fisk (oppdrettslaks og regnbueaure) som kilde til lakselusproblemet ved not/garnfiske i forkant av smoltutgangen

3. Tiltak mot rømt fisk

Formål: redusere innslaget av rømt laks i gytebestanden til et bærekraftig nivå.

Tiltak

- Generelle tiltak mot rømming på det enkelte anlegg i regi av oppdrettsnæringen
- Garnfiske etter rømt fisk vinterstid
- Sette inn en stor fangstnissats med kilenøter og sittesnøter i de indre fjordområdene for å ta ut all rømt oppdrettslaks i fangstene

- Fange inn (i kilenøter og sittesnøter) og teste genetisk all laks som kommer tilbake til Vossovassdraget, og sortere ut all fisk med oppdrettsbakgrunn
- Uttak av så mye oppdrettslaks fra elva som mulig før gyting ved fiske og dykking

4. Tiltak i forhold til skadelige vannkjemiske forhold i brakkvann og ferskvann

Formål: Frambringe mer kunnskap om i hvor stor grad utvandende smolt påvirkes av giftig aluminium i brakkvansområdene og fortsatt overvåking av vannkvaliteten i ferskvann.

Tiltak:

- Opprettholde forskning for å bestemme hvordan aluminium i brakkvann påvirker overlevelsen for utvandrende smolt, vurdering av eventuelle mottiltak
- Overvåking av vannkvaliteten i ferskvann og aluminiumsbelastning for utvandrende smolt

5. Tiltak i forhold til vassdragsregulering og andre fysiske inngrep

Formål: Redusere og avbøte skadeeffektene av vassdragsreguleringene og andre fysiske inngrep i vassdraget. Sørge for at negative effekter på naturlig fiskeproduksjon blir minst mulig gjennom målrettede tiltak.

Tiltak:

- Fortsatt kompensasjonstiltak for vassdragsreguleringen i form av utsetting av ensomrig laks
- Vurdere behovet for biotopjusterende tiltak (terskler, utlegging av gytegrus og stein) for å motvirke effektene av vassdragsreguleringen i Teigdalselva
- Vurdere mulighetene for kjøremønster som gir minst mulige skadeeffekter på ungfisk og utvandrende smolt (Teigdalselva og Bolstadselva)
- Vurdere innføring av minstevannsføring i Teigdalselva
- Kompensere for forringelse og tap av habitat/oppvekstområder og andre negative effekter grunnet flomsenkingsarbeid og veibygging
- Restaurere gyteområdet i utløpsosen av Vangsvatnet som gikk tapt ved flomsenkingen i 1991

Framdrift

I forhold til tidsbegrensningen som ligger i benyttelsen av genbankmaterialet av opprinnelig Vossolaksen vil vi anbefale at en tiltaksplan for å redde Vossolaksen settes til en periode på ti år med oppstart i 2008. En så lang tidsperiode er også nødvendig for å evaluere effekten av de ulike tiltakene tatt i betraktning at Vossolaksen har en generasjonstid på mellom fire og sju år.

Sammendrag - bestandsutvikling og trusselfaktorer

Bakgrunn og hensikt

Laksebestanden i Vossovassdraget ble kraftig redusert på slutten av 1980-tallet. Den ble derfor fredet fra 1992. Undersøkelser fra 1990-tallet og fram til i dag viser at bestanden ikke har tatt seg opp igjen, og Vossolaksen må derfor betraktes som sterkt truet av utryddelse. På den bakgrunn startet Direktoratet for naturforvaltning i år 2000 et tverrfaglig prosjekt, kalt Vossoprosjektet, for å sammenstille og oppdatere informasjon om bestandsstatus og mulige trusselfaktorer. Den overordnede målsettingen for arbeidet har vært å identifisere trusselfaktorer og å utarbeide konkrete tiltak som på sikt vil sikre en reetablering av en livskraftig bestand av Vossolaks.

Materialet som er benyttet i rapporten dekker både perioden før og etter bestandssammenbruddet på slutten av 1980-tallet, men det er lagt mest vekt på den nåværende situasjonen for bestanden. Rapporten er derfor i hovedsak basert på resultater fra undersøkelser gjennomført i perioden 2000-2007 som har hatt som mål å identifisere viktige trusselfaktorer. Prosjektet har hatt spesiell fokus på effekter av forurengning i ferskvann, giftig Al i brakkvann, angrep av lakselus og rømt oppdrettslaks. Dette var forhold som ble vurdert som viktige å få avklart ved oppstarten av prosjektet. I tillegg har prosjektet over disse årene opparbeidet viktig kunnskap om smoltutgangen, status for gytebestanden, og gjennomført en evaluering av iverksatte kultiveringstiltak.

Vossolaksen

Norge er en av de få nasjonene som fortsatt har mange tallrike laksebestander og har dermed et internasjonalt ansvar for å bevare villaksen. Dette gjelder spesielt storlaksstammer, der Norge har det største antallet gjenværende bestander. Da Villaksutvalget la fram sin utredning i 1999, ble det lagt vekt på viktigheten av å bevare både den atlantiske laksen som art og de enkelte bestandene med sine særtrekk. I denne sammenheng står Vossolaksen med sine helt spesielle egenskaper i en særstilling. Stortinget vedtok i mai 2007 å innlemme Vossovassdraget som nasjonalt laksevassdrag og fjordene ved Osterøy (Molviki - Tysso og Skreaneset – Olsnesnipa) som nasjonal laksefjord. Hensikten med nasjonale laksevassdrag og -fjorder er å gi laksebestandene i Norge særlig beskyttelse mot skadelige inngrep og aktiviteter i vassdragene og i de nærliggende fjord- og kystområdene.



Hele 36 kilo veide storlaksen som ble tatt i kilenot ved Vaksdal i 1946 og fotografert på fiskemottaket på Bontelabo i Bergen. Dette er trolig en av de største eksemplarene av atlantisk laks tatt i verden.

UKJENT FOTOGRAF

Vossolaksen representerer en av landets mest kjente bestander med storlaks. Livssyklusen er kjennetegnet ved at en stor andel av bestanden tilbringer fra to til tre år i sjøen og at de i løpet av denne tiden oppnår en høy gjennomsnittlig størrelse. Dette illustreres ved at gjennomsnittsvekten på laks rapportert fra fangstene i Bolstadelva for perioden 1965-1991 var på hele 10,9 kg, og tilsvarende 9,8 kg for laks fisket i sjøen og omsatt av Stamnes Handelslag i perioden 1964-1987. Til tross for at det muligens har vært fisket mer selektivt på storlaks og at andelen av smålaks kan være underrapportert, er det liten tvil om at gjennomsnittsvektene på fangstene av Vossolaks står i en særklasse når det gjelder atlantisk laks, selv på verdensbasis. Med sitt lange sjøopphold og sin store størrelse representerer derfor Vossolaksen et ytterpunkt blant mangfoldet en finner hos stammer av atlantisk laks.



Bildene viser sittenota på Skolmen hvor det er gjort forsøksfangst av innvandrende laks. Idet laksen passerer over flaken (hvitmalte planker senket ned foran fangsrommet) løses nota ut slik at laksen stenges inne i nota. I denne nota ble det i perioden 1952-1991 i gjennomsnitt tatt 88 laks per sesong med fangster på over 200 laks i gode år. Den gang konkurrerte sittenota på Skolmen med mer enn 30 sitte- og kilenøter i fjordene utenfor. Til sammenlikning har fangstene i årene 2000-2007 vært marginale, i 2007 ble det kun tatt 17 villaks på tre kilenøter benyttet for å registrere innvandrende laks.

FOTO: HELGE HAUKELAND

Et spesielt trekk ved Vossolaksen er at den på sin gytevandring tilbake til vassdraget må passere gjennom flere lange og trange fjorder. Disse naturgitte forholdene har gitt grunnlaget for framveksten av en rik fangstkultur basert på sittenøter og kilenøter langs innvandringsruten til laksen. Ikke overraskende viser undersøkelsene (se kapittel 10) at laksen historisk sett har hatt stor kulturell og økonomisk verdi for lokalsamfunnene som utnyttet denne ressursen både i fjordene og i vassdraget. Siden bestanden brøt sammen og alt fiske i elv og indre fjordområder ble fredet i 1992, har Vossolaksen sluttet å bidra økonomisk til lokalsamfunnene. Likevel viser intervju og spørresundersøkelser at laksen stadig er ansett som viktig, og mange ser et stort potensial når det gjelder Vossolaksens mulige framtidige bidrag til lokal kultur og økonomi dersom man lykkes med restaureringsarbeidet.

Laksefangstene før bestandssammenbruddet

Vossovassdraget har et nedbørfelt på 1641 km² og er Vestlandets største vassdrag. Et stort elveareal tilgjengelig for smoltproduksjon, kombinert med laksens store størrelse, tilsier et potensial for store fangstkvantum. I den offisielle fangststatistikken fra elvefiske ble det i perioden 1949 til 1987 rapportert inn en årlig gjennomsnittlig fangst på 3486 kg (sd=2026). I en samlet gjennomgang av de biologiske

og økonomiske verdiene av Vossolaksen er det avgjørende at resultatene fra sjøfiske i de indre fjordområder også tas med i vurderingen i tillegg til den offisielle fangststatistikken fra elvefiske. Laks tatt på sitte- og kilenotfiske i Stamnesområdet ble registrert og omsatt gjennom Stamnes Handelsslag. Statistikken fra handelslaget viser at det i perioden 1949-1987 årlig ble omsatt 7861 kg (sd=3568) laks. Fangstene av laks i fjordområdene like utenfor vassdraget var dermed mer en dobbelt så høye som fangstene rapportert inn fra sportsfiske i vassdraget. Sammenstiltes fangstene fra elve- og sjøfiske i perioden 1949-1987 gir dette en årlig gjennomsnittlig fangst på 11 310 kg (sd=4843). Årene med de høyeste fangstene er 1964 og 1980 da det samlet ble tatt hhv. 24 453 og 20 090 kg laks. Med en gjennomsnittlig vekt på om lag 10 kg vil en årlig fangst på 11,5 tonn utgjøre om lag 1150 laks. I toppårene 1964 og 1980 tilsier fangstkvantumet at det tilsvarende ble tatt om lag hhv. 2500 og 2000 laks. Likevel er de høye fangsttallene et klart underestimat, siden det samtidig foregikk en betydelig laksefangst som ikke er med i statistikken.

Gytebestandsmål er nå innført som et forvaltningstiltak for å sikre at laksebestandene ikke beskattes over "bevaringsgrensen". Gytebestandsmålet er definert av den internasjonale laksevernorganisasjonen NASCO som "det uøns-

skede gytebestandsnivået hvor rekrutteringen begynner å avta signifikant". For Vossovassdraget er det foreslått et gytebestandsmål på 422 storlaks (Hindar *et al.* 2007). Ut i fra en forventet normal overlevelse fra egg til smolt er det beregnet at en slik gytebestand vil gi en smoltproduksjon på om lag 75 000 smolt. Registreringsfiske i elva og fjord-områdene utenfor, samt resultatene fra gytefisketellingene i vassdraget, viser at gytebestanden er langt under dette gytebestandsmålet.

Fangststatistikkene viser at den økonomiske verdien av Vossolaksen vil være betydelig gitt en normal bestands-situasjon. Det er gjort beregninger som tilsier at lokal-samfunnet på Voss årlig taper 20-30 millioner på at Vossolaksen er borte (Ullaland 2004). I tillegg er en inntakt laksestamme en miljøindikator for den storslåtte Vestlandsnaturen som mange turister kommer for å opp-lev.

Bestandssammenbruddet og trusselfaktorer

En samlet vurdering av de tilgjengelige fangststatistikkene tilsier at det ikke har vært noen generell nedgang i fangst-ene av Vossolaks fra slutten av 1960-tallet og fram til slut-ten av 1980-tallet. Derimot var nedgangen i elvefangstene

fra 1987 til 1988 dramatisk, og vedvarende lave fangster i de etterfølgende årene viser at bestandsnedgangen var svært brå og kan betegnes som et bestandssammenbrudd. Nedgangen fra og med 1988 tyder på en unormalt lav smoltproduksjon eller unormalt høy dødelighet for smolt-årgangene som gikk ut fra vassdraget fra og med 1985.

Med fredningen av villaksen fra og med 1992, opphørte både ferskvannsfisket og sjøfisket. Resultater fra stam-fiske i regi av Voss klekkeri indikerer en ytterligere nedgang i gytebestanden i 1993, da antall villaks tatt på stamfiske ble mer enn halvert i forhold til året før, til tross for at fangstinnsatsen nær ble doblet. Etter 1993 har de årlige fangstene ved stamfisket ikke tatt seg opp. Denne situasjonen har vedvart til tross for fredningen, og viser at en eller flere faktorer har holdt bestanden nede gjennom hele 1990-tallet og fram til idag.

Årsaken til den uheldige bestandsutviklingen er ikke kjent, men flere faktorer har vært vurdert som skadelige eller potensielt skadelige for bestanden. I rapporten gis det en gjennomgang av de ulike trusselfaktorene. En kortfattet oversikt over trusselfaktorene og eventuelt iverksatte mot-tiltak er gitt i **Tabell 1**.



Stamnes Handelslag kjøpte laks fra sittenot- og kilenotfiskere i området fra Straume, Stamnes, indre Osterfjorden og Sørfjorden. Den årlige omsetningen ble bokført og viser at Handelslaget i gjennomsnitt omsatte hele 7,9 tonn laks i perioden 1949-1987. Den gjennomsnittlige vekten på laksen omsatt i perioden var på hele 9,8 kg. Bildet viser bøkene til Stamnes Handelslag hvor tallmaterialet er hentet fra.

FOTO: FRODE FALKENBERG

Tabell 1. Oversikt over trusselfaktorer, hvilken tidsperiode effektene har gjort seg gjeldene og eventuelle mottiltak som er iverksatt. Sammenstillingen er rangert kronologisk i henhold til antatt tidspunkt for skadelig effekt.

Trusselfaktor og effekt	Tidsrom for mulig negativ effekt	Iverksatte tiltak
Vassdragsregulering - Redusert smoltproduksjon i Teigdalselva og Bolstadelva - Økt smoltalder for laks i Bolstadelva grunnet redusert vanntemperatur - Forverring av vannkjemiske forhold - Endringer i hydrologiske forhold	Evanger kraftverk satt i drift fra 1969.	Drift av Voss klekkeri med utsetting av ensomrig laks siden 1990. Siden 1998 basert på tilbakeført materiale fra genbanken i Eidfjord. Biotopjusterende tiltak (terskler) i Teigdalselva. Kalking av vannet fra Evanger kraftstasjon i 1994-2005.
Lakselusangrep - Dødelig effekt når utvandrende smolt blir angrepet av mye lakselus - Smoltforsøk tilsier at lakselus kan medføre høy dødelighet på utvandrende villsmolt fra Vosso - Høye luseantall registret på villaks, sjøaure, oppdrettslaks og regnbueaure i Osterfjordsystemet	Etablering av oppdrettsmerder langs utvandningsruten for smolt siden midten av 1980-tallet.	Tiltak i form av øvre grense for antall lus tillatt pr. oppdrettslaks innført på siste halvdel av 1990-tallet. Nordhordland fiskehelsenettverk opprettet i 2005 med årlig synkron avlusing. Mattilsynet med egen "lusekampanje" iverksatt høsten 2007.
Giftig aluminium i brakkvannssonen - Forårsaket av sur nedbør, antatt negative effekter på utvandrende smolt	Forhold vurdert som mulig skadelige fra slutten av 1980-tallet	Ingen
Forsuring av vannkvaliteten i ferskvann grunnet sur nedbør - Negative effekter på ungfiskproduksjon, smoltkvalitet og smoltens sjøoverlevelse	Den dårligste vannkvaliteten med forhold vurdert som skadelige for laks, ble registrert på første halvdel av 1990-tallet.	Kalking av vannet fra Evanger kraftstasjon i perioden 1994-2005. Betydelig bedring av vannkvalitet som følge av redusert sur nedbør.
Rømt oppdrettslaks i gytebestanden - Krysning mellom oppdrettslaks og Vossolaks har påvirket den genetiske sammensetningen av laksestammen - Konkurransen mellom avkom av villaks og oppdrettslaks	Oppdrettslaks har dominert i fangstene av stamfisk fra og med 1993.	Uttak av oppdrettslaks ved stamfiske i regi av Voss klekkeri i perioden 1991-2007. Uttak av oppdrettslaks ved sitte- og kilenotfiske i indre fjordområder i årene 1994, 1995 og i 2000-2007.
Senking av Vangsvatnet og veibygging - Betydelig økt dødelighet for flere årsklasser (1988-1990) ungfisk grunnet stranding - Tap av viktig gyteplass i utløpet av Vangsvatnet og forringelse av oppvekstområde i en 700 m lang strekning nedstrøms utoset	Veifylling langs Vangsvatnet i 1989 Senking av Vangsvatnet vinteren 1991 Fra og med 1991	Pålegg om minstevannføring fra fangdam på utoset av Vangsvatnet ble gitt under anleggsperioden vinteren 1991. Ingen
Nordhordlandsbrua Resultat fra forsøk indikerer at utvandrende smolt kan oppfatte broen som et hinder. Dette kan bl.a. medføre at smolten blir mer utsatt for predasjon og lakselusangrep.	Fra 1994	Ingen



Overføring av forsøkssmolt til slepetanken. Smolten som slepes ut til kyststrømmen har en langt bedre overlevelse enn smolt som vandrer naturlig ut fra vassdraget.

FOTO: HELGE HAUKELAND

Effekter av regulering

De kjente, negative effektene av vassdragsreguleringene synes ikke alene å kunne forklare sammenbruddet i laksebestanden. Utbyggingen påvirker kun vassdraget nedenfor Evangervatnet, og berører ikke Vosso som er det viktigste produksjonsområdet for ungfisk. Det er likevel klart at reguleringen har ført til en reduksjon av smoltproduksjonen i Teigdalselva og trolig i Bolstadelva, og at dette har gjort laksebestanden mer sårbar for påvirkning av andre trusselfaktorer. Samlet sett vurderes ikke de kjente effektene av reguleringen som noe hinder for å opprettholde en livskraftig laksebestand i vassdraget.

Evanger-reguleringen har hatt en markert negativ effekt på fiskeproduksjonen i Teigdalselva som følge av redusert vannføring. Ved oppgangshinderet for anadrom fisk i Kråkefossen er midlere vannføring redusert med 70 % og dette har ført til mindre arealer tilgjengelig for smoltproduksjon. Fravær av minstevannsføring resulterer i perioder med svært lave vannføringer, spesielt om vinteren, og antas å være en flaskehals for ungfiskproduksjonen i Teigdalselva. I Bolstadelva er effektene av reguleringen mindre direkte. Den viktigste effekten for fiskebestanden i Bolstadelva antas å være endrede temperaturforhold. Redusert sommertemperatur fører til dårligere vekst hos ungfisken i Bolstadelva sammenlignet med ungfisk i Vosso. Dette har høyst sannsynlig redusert smoltproduksjonen i Bolstadelva pga. forhøyet smoltalder og økt vinterdødelighet. Overføringen av vann gjennom Evanger kraftverk medførte en betydelig forringelse av de vann-

kjemiske forholdene i Bolstadelva. For å motvirke dette har vannet fra Evanger kraftverk vært kalket i perioden 1994-2005. Kalkingen ble iverksatt fordi vanntilførselen fra Evanger kraftverk ble vurdert som skadelig for laksebestanden. Som følge av redusert sur nedbør og økt pH opphørte denne kalkingen fra og med 2006. Vannkjemien i vannet fra Evanger kraftverk vurderes derfor ikke lenger som noen trussel for laksebestanden i vassdraget med mindre forholdene forverres.

En kan heller ikke utelukke at reguleringen har hatt andre, mindre direkte og lite målbare effekter som kan ha påvirket fiskebestandene negativt. Eksempel på slike mulig skadelige effekter er endrede vannføring- og temperaturforhold under smoltutgangen, redusert produksjon av bunndyr og endring av de hydrologiske forholdene i Bolstadjorden og fjordene rundt Osterøy. Omfattende undersøkelser av Bolstadjorden under smoltutgangen har imidlertid ikke påvist forhold som er vurdert som skadelige for den utvandrende smolten.



Smolten fotografert inne i slepetanken. FOTO: BJØRN T. BARLAUP

Da det ikke finnes sammenlignbare undersøkelser fra tiden før regulering, er det vanskelig å tallfeste i hvor stor grad reguleringen har redusert produksjonen av ungfisk og smolt i vassdraget. Undersøkelsene av ungfiskbestanden utover på 1990-tallet og fram til 2007, viser at tetthetene av lakseunger er vesentlig lavere i Bolstadelva enn i Vosso. Det er ikke kjent om de lave tetthetene i Bolstadelva skyldes effekter av regulering, eller om ungfiskproduksjonen er begrenset av andre forhold. En unormalt lav gytebestand av laks er trolig et av forholdene som begrenser ungfisktetthetene i Bolstadelva.

Effekter av lakselus

Prosjektet har opparbeidet en rekke relevante resultater med tanke på lakselus som trusselfaktor. Resultatene fra slepeforsøkene utført i årene 2001-2007 viser at lakselusangrep kan redusere overlevelsen til forsøkssmolt med nær 80 %. Det foreligger også registreringer av sjøaure og regnbueaure med til dels meget store påslag av lus i fjordområdene som utgjør utvandningsruta for laksesmolten fra Vossovassdraget. Det vurderes derfor som overveiende sannsynlig at lakselus har bidratt til en betydelig redusert overlevelse for smolt som har vandret ut fra Vossovassdraget. Det konkluderes med at effektive tiltak må iverksettes for å håndtere denne trusselfaktoren om Vossolaksen skal reddes. Det er derfor avgjørende at oppdrettsnæringen og veterinærmyndighetene sørger for nødvendige tiltak, slik at lakselusproblemet kommer ned på et bærekraftig nivå i forhold til skadevirkninger på utvandrende smolt.

Lakselusinfeksjoner på utvandrende smolt som en mulig populasjonsregulerende faktor er påvist for laks og sjøaurepopulasjoner over store deler av norskekysten etter at problemstillingen kom opp tidlig på 1990-tallet som følge av en sterk vekst i oppdrettsnæringen. Fra 1999 er det gjennomført flere forsøk og undersøkelser i og omkring Vosso for å prøve å avklare lakselus som faktor for utviklingen av Vossostammen. Forsøkene har omfattet utsettingsforsøk og slep av ettårig, merket settesmolt med og uten behandling som gir beskyttelse mot angrep fra lakselus, merdforsøk i fjordsystemet, tråling etter utvandrende smolt, og mål av luspåslag på sjøaure, villaks, oppdrettslaks og regnbueaure i fjordsystemet.

Resultatene viser at det er svært lav overlevelse for settesmolt som settes ut i Vosso eller Bolstadelva. Dette resultatet gjelder både smolt som er gitt beskyttelsesfôr mot lakselus og kontrollgruppen som er gitt vanlig fôr. Det samme synes å gjelde for villsmolt som vandrer ut av vassdraget, noe som gjenspeiles i en marginal gytebestand.

Årsaken til den lave overlevelsen for forsøkssmolt satt ut i Vosso og Bolstad er ikke kjent, men dårlig smoltifisering og sen og lite synkron utvandring har trolig bidratt, og kan være hovedgrunnen til fraværet av gjenfangster for disse gruppene. Kontrollen av smoltproduksjonen ved Voss klekkeri har vist at justering av produksjonsforholdene (bl.a. lysstyring og vanntemperatur) har gitt en forbedret smoltkvalitet i siste del av forsøksperioden. Med produksjon og utsettinger av en fullgod settesmolt fra Voss klekkeri, har denne type forsøk et stort potensial for å isolere årsaken(e) som fører til høy dødelighet når smolten vandrer ut fra Vossovassdraget.

For å registrere gjenfangster fra forsøkene med settesmolt har laks som ble tatt i sittenot eller kilenot langs innvandningsruta i årene 2001-2007 blitt kontrollert for merker. I motsetning til de nær fraværende gjenfangstene (dvs. 2 stk.) av settesmolt satt ut i ferskvann er det gjort betydelige gjenfangster (dvs. 146 stk.) av settesmolten som er slept ut fjordene. Resultatene viser at gjenfangstprosenten varierer med utsettingsår, utsettingslokalitet og behandling. Fra slepeforsøkene til Fedje i 2001 og 2002 ble det totalt gjenfanget 36 laks, uten at det var signifikante forskjeller mellom lusebehandlet fisk og kontrollgruppen. Fra slepeforsøket til Manger i 2003 foreligger det totalt 71 gjenfangster. Av disse var 59 fra gruppen som ble gitt beskyttelsesfôr mot lakselus, mens 12 var fra kontrollgruppen. Denne forskjellen mellom behandlingsgruppene er statistisk signifikant (chi-square test, $p < 0,05$), og tilsier at kontrollgruppen hadde nær 80 % høyere dødelighet som følge av angrep fra lakslus enn gruppen som var behandlet. Fra slepeforsøket til Manger i 2005 er det også flere gjenfangster fra lusebehandlet smolt (23 stk.) enn fra kontrollgruppen (10 stk.), men forskjellen er ikke statistisk signifikant med det datagrunnlaget som foreligger så langt. Ettersom laksesmolten i liten grad vil være eksponert for lakselus under selve slepingen, vil forskjeller i gjenfangstprosent mellom gruppen som er lusebehandlet og kontrollgruppene gi en indikasjon på luseforholdene i fjord- og kystområdene utenfor slippstedet. Den store forskjellen i effekten av lakselus fra smoltisletpet i 2003 i forhold til i 2001 og 2002 kan derfor både skyldes mellomårsvariasjon i lusenivå, og at smolten i dette året ble satt lenger inne i fjordsystemet.

Siden 2005 har det i tillegg til sletpet til Manger også blitt slept smolt som ble sluppet lenger inne i fjordsystemet, i Osterfjorden og i Sørfjorden. Så langt er det fra slepeforsøket i 2005 bare gjenfanget 5 laks. Det kan dermed se ut som om smolten som blir sluppet inne i fjordsystemet rundt Osterøy klarer seg mye dårligere enn smolt som blir slept lenger ut.



Sjøaure fra Bolstadfjorden hardt angrepet av lakselus og nærbilde av kjønnsmoden lakselus med eggstrenger. Resultatene viser at laksesmolt som gis for som beskytter mot angrep av lakselus har opptil 80 % høyere overlevelse enn forsøkssmolt som ikke er gitt slik beskyttelse.

FOTO: TORE WIERS

Smoltforsøkene viser at laks som slepes ut til kysten i langt større grad kommer tilbake enn fisk som vandrer ut fra vassdraget. Dette tyder på at den høye dødeligheten er begrenset i tid til noen få uker etter at smolten forlater vassdraget og i rom til den om lag 100-120 km lange utvandningsruta fra Bolstad og ut fjordene til åpent hav. I denne fasen er smolten særlig sårbar og her kan en forvente økt dødelighet som følge av angrep fra lakselus og eventuelt som følge av aluminiumsbelastning i brakkvannsområdene. En kan heller ikke utelukke andre, ukjente forhold som kan medføre høy dødelighet på denne første delen av utvandringen.

Tråling i fjordsystemet rundt Osterøy har avdekket at laksesmolten kan få dødelige påslag av lakselus i dette fjordsystemet, men har ikke gitt kvantitative data omkring problemstillingen siden bare et fåtall smolt ble fanget. Derimot ble det fanget et større antall sjørret i trålforsøkene i Osterfjordsystemet, spesielt i 2000. Sjøaurene hadde til dels meget store påslag av lus (opptil ca 400 chalimus på en fisk) i områdene like innenfor Nordhordlandsbroen. Materialet viser meget tydelig at det var store mengder luslarver i fjordsystemet i 2000.

I årene 2002-2007, da utvandrende villsmolt har blitt innfanget i smoltruser i Bolstadfjorden, er det hvert år regelmessig blitt fanget sjøaure med store mengder lakselus i smoltrusene. Denne sjøauren har fått lusepåslaget i de mer

saltholdige områdene lenger ut i fjordsystemet. Dette er områder villsmolten med stor sannsynlighet skal passere, noe som tilsier at mengden luselarver i utvandningsruta er på et høyt og skadelig nivå.

Telling av lakselus på et utvalg av fangstene av villaks, sjøaure og oppdrettslaks tatt i sitte- og kilenøtene i de indre fjordområdene (Skolmen-Straume) i årene 2000 til 2007 har årlig vist høye påslag av lakselus. På et garnfiske utført i slutten av april i 1999 ble det tatt 115 regnbueaure som i gjennomsnitt hadde 4,4 voksne hunlus. Disse resultatene peker på at rømt regnbueaure, rømt oppdrettslaks og villfisk kan være en viktig kilde til produksjon av lakseluslarver i fjordsystemet. Dette gjelder kanskje spesielt rømt regnbueaure som trolig stammer fra lokale anlegg, og som synes å oppholde seg i fjordene over lang tid.

Effekter av aluminium i brakkvann

Undersøkelsene gir grunnlag for å anta at aluminiumskonsentrasjonen i brakkvannsområdene rundt Osterøy er på et nivå som kan ha negativ betydning for overlevelsen til smolt som vandrer ut fra Vosso. Forsøkene viser at smolten kan få relativt høye konsentrasjoner av aluminium på gjellene dvs. på et nivå hvor det er påvist dødelighet på laks og regnbueaure i merdoppdrett rundt Osterøy.

Laks påvirkes negativt av aluminium, enten metallet foreligger i ferskvann eller i sjøvann. Økte konsentrasjoner i ferskvann skyldes forsuring, hvor aluminium mobiliseres som følge av nedfall av syre over land. Økte konsentrasjoner i sjøvann skyldes transport av aluminium med elvevann (ferskvann). Kilden til aluminium i elvevannet kan være forsuring, men kan også være aluminium-humus komplekser. Dette siste er ugiftig i ferskvann, men kan bli giftig i sjøvann. Aluminium påvirker egenskaper som er viktige for saltvannstoleranse, og derved marin overlevelse, hos utvandrende laksesmolt. Både innholdet av aluminium i vann omkring Osterøy og mengde aluminium akkumulert på laksesmoltens gjeller, er på nivåer som betraktes som uakseptable innen fiskeoppdrett. Nivåene trenger ikke medføre akutt dødelighet, men kan påvises som redusert sykdomsresistens, økt sårbarhet for lakselusinfeksjon, endringer i atferd og redusert vekst. Konsentrasjonene er høyere i Osterfjorden enn i Sørkfjorden. Avhengig av utvandningsrute og utvandningshastighet vil dette sannsynligvis innebære at smolt som vandrer i Osterfjorden belastes mer for aluminium enn smolt som vandrer Sørkfjorden. Selv om fordelingen av smolt mellom disse to utvandningsrutene ikke er kjent, vil all fisk fra Vosso vandre i brakkvann/sjøvann som inneholder skadelige konsentrasjoner av aluminium.

Undersøkelser av aluminiumspåslag hos smolt som har vært eksponert i merder i Sørkfjorden og Osterfjorden er foretatt i 2000-2002 og 2007. Disse undersøkelsene viser at mengden av aluminium enkelte år kommer opp i verdier med klart skadepotensial, der en kan forvente redusert sykdomsresistens, redusert resistens for lakselus og dermed redusert tilbakevandring. Påslagene er markert høyere i Osterfjorden enn i Sørkfjorden, men varierer både innenfor den naturlige utvandningsperioden for smolt, og mellom ulike år.

Det er gjort undersøkelser av aluminiumspåslag på smolt under sleping fra Bolstadøyri til kyststrømmen i 2001-2003 og 2005-2007. Det viser seg at påslaget øker fra Bolstadøyri og fram til Vaksdal, for så å avta med økende salinitet ut mot Manger/Fedje. Aluminiumsverdiene fra disse målingene ligger atskillig lavere enn verdier målt ved eksponering i merder, trolig på grunn av kort eksponeringstid, og kan være noe av forklaringen på gjenfangstsuksessen for slept smolt sammenliknet med villsmolt og smolt utsatt i vassdraget.

Kunnskapsnivået med hensyn til giftvirkning av Al i sjøvann tillater ikke fastsettelse av entydige grenseverdier for metalleksponering og dets økologiske effekt. Akkumulert aluminium påvist i enkeltprøver i Osterfjorden var på nivåer hvor det er påvist dødelighet på laks og regnbueaure i merdoppdrett. På dette grunnlaget kan det ikke utelukkes

at utvandrende laksesmolt fra Vosso påvirkes negativt av Al i sjøvann. Graden av påvirkning vil avhenge av utvandningsrute (hvilken side av Osterøy), utvandringstidspunkt og ferskvannsbidrag i utvandningsperioden.

Samtidig vet vi at eksponering for Al og suboptimal vannkvalitet gjør smolten mindre motstandsdyktig mot angrep fra lakselus. Overført til Vosso og fjordene rundt Osterøy, vil smolt på utvandring fra Vosso blir eksponert for aluminium i fjordene. Laksesmolt som har passert Osterøy vil på sin videre vandring mot kyststrømmen passere områder med høy tetthet av oppdrettsanlegg i en økende salinitetsgradient, og med en økende konsentrasjon av lakselus. Smolt som på forhånd har vært eksponert for aluminium vil da få forsterket dødelighet som følge av luseinfeksjon.

Sur nedbør kulminerte på slutten av 1980-tallet, samtidig som laksebestanden i Vosso brøt sammen. På denne tiden var det også årvisse episoder med massiv fiskedød i oppdrettsanlegg med laks både i Osterfjorden og Sørkfjorden, der primærårsaken antas å være aluminiumspåslag på fiskegjellene. Disse episodene fant i hovedsak sted om våren i forbindelse med flommer, dvs. i samme tidsrom som smolten vandrer ut fra Vosso. Siden da er sur nedbør betydelig redusert, men den positive utviklingen i vannkvalitet som ble registrert utover 1990-tallet har nå stanset opp og ytterligere forbedringer i vannkvalitet forventes ikke med mindre det ikke gjennomføres ytterligere utslippsreduskjoner. Det er derfor grunnlag for å anta at vannkvaliteten omkring Osterøy fortsatt vil kunne ha betydning for smoltoverlevelse i løpet av vandringen ut gjennom fjordene og fram til rent sjøvann.



Laksesmolt i fangstrommet til storrusa i Bolstadfjorden. Den høye dødeligheten av laksesmolt forekommer trolig idet smolten vandrer den 100 km lange strekningen fra Bolstadfjorden og ut til kyststrømmen.

FOTO: BJØRN T. BARLAUP



I løpet av prosjektperioden 2000-2007 har det totalt blitt tatt 1079 rømt oppdrettslaks ved registreringsfiske i vassdraget og med not på de ulike lokalitetene i fjordene utenfor. Mye av denne oppdrettslaksen er kjønnsmoden (som eksemplaret på bilde) og har krysset seg inn i villfiskbestanden.

FOTO: BJØRN T. BARLAUP

Effekter av forsurening i Vossovassdraget

Om det ikke skjer en forverring av de vannkjemiske forholdene gjennom økt sur nedbør, vurderes det som lite sannsynlig at de vannkjemiske forholdene i ferskvannsfasen har noen vesentlig negativ påvirkning på laksebestanden. Det er imidlertid viktig at den pågående kontrollen av vannkjemi fortsetter for å fange opp en eventuell forverring av vannkvaliteten.

Forsuring er vurdert som en av faktorene som kan ha bidratt til den uheldige bestandsutviklingen for Vossolaksen. Dette har sin bakgrunn i målinger fra første halvdel av 1990-tallet som viser at vannkvalitetskravet for laks i perioder har vært overskredet. Den vannkjemiske overvåkingen av Vosso og Bolstadelva begynte i hhv. 1988 og 1993. Før dette var den vannkjemiske prøvetakingen fra vassdraget mer sporadisk. Målingene fra 1970 og -80-tallet indikerer en moderat forsuringsutvikling i vassdraget, men materialet er ikke egnet til å vurdere om forsurening bidro til bestandssammenbruddet på slutten av 1980-tallet.

I 1993 og 1994 ble det i hovedløpet av Vosso målt pH-verdier ned mot 5,7, konsentrasjoner av giftig aluminium (uorganisk monomert aluminium) opp mot 16 µg/l, og den syrenøytraliserende evnen (ANC) var redusert ned mot 10 µekv/l. I denne perioden ble det også utført forsøk som antydte skadelige forhold for laksesmolt, og det ble registrert en episode med fiskedød i forbindelse med en sjøsaltepisode i Teigdalselva. Samlet sannsynliggjør disse resultatene at laksebestanden sto i fare for å bli eller ble negativt påvirket av den uheldige vannkjemiske utviklingen på første halvdel av 1990-tallet. På bakgrunn av disse faresignalene, og den uheldige utviklingen for laksebestanden, ble det derfor besluttet å kalke vannet fra Evanger kraftstasjon fra og med våren 1994. Kalkingen og

reduksjonen i svoveldeposisjonen har deretter ført til en positiv utvikling i de vannkjemiske forholdene fra midten av 1990-tallet og fram til 2007. Dette illustreres ved at det i perioden 1991–1995 årlig ble målt pH-verdier lavere enn 6,0 i hovedløpet av Vosso mens det i årene 1998-2007 ikke er målt verdier lavere enn pH 6,2, med unntak av en prøve i 2002. På denne bakgrunn opphørte kalkingen av vannet fra Evanger kraftstasjon fra og med 2006. I tråd med den vannkjemiske utviklingen har prøvetaking av smolt vist at mengden aluminium på fiskens gjeller har avtatt i perioden 1998-2007. Dette vurderes som svært positivt og betyr at laksesmolten som forlater vassdraget nå i liten grad er negativt påvirket av sur nedbør. I tillegg viser prøvetaking av bunndyrsamfunnet at arter som er sensitive for surt vann, og som var fraværende i deler av vassdraget på 1990-tallet, nå har reetablert seg i hele vassdraget.

Effekter av rømt oppdrettslaks

Resultatene viser at de genetiske effektene av rømt oppdrettslaks er en svært alvorlig trussel mot Vossolaksen. For å motvirke den uheldige utviklingen er det avgjørende at antallet og andelen oppdrettslaks som gyter i vassdraget reduseres. Dette kan oppnås ved å redusere rømmingen av oppdrettslaks i regionen, ved utfisking av oppdrettslaks, i tillegg til å iverksette kultiveringstiltak og andre tiltak for å styrke villaksbestanden.

Undersøkelser der en har sammenliknet den genetiske variasjonen i avlslinjer av oppdrettslaks og villaks viser at det er en klart lavere genetisk variasjon i avlslinjene til oppdrettslaksene enn det en finner hos villaksen. Flere undersøkelser viser at oppdrettslaksen skiller seg fra villaksen i mange arvelige egenskaper. Disse spenner fra

allelisk variasjon registrert i enkeltgen, til sammensatte egenskaper som vekst, aggresjon og antipredator atferd. Disse sammensatte egenskapene er karakterer som en vet påvirker fitness og overlevelse i naturen. Årsakene til endringene er ulikt opphav til avlslinjer, founder effekter og genetisk drift (tilfeldige prosesser som særlig er vanlig i små bestander), samt respons til seleksjon for spesifikke egenskaper og passiv seleksjon gjennom tilpassing til oppdrettsmiljøet.

Framveksten av oppdrettsnæringen utover på 1980-tallet medførte at rømt oppdrettslaks ble et vanlig innslag i laksebestandene i Hordaland. All laks tatt på stamfiske av Voss klekkeri har vært bestemt til villaks eller oppdrettslaks ved avlesning av skjell. Resultatene fra dette fisket viser at rømt oppdrettslaks utgjorde et betydelig innslag av gytebestanden i årene 1990-1992, og at oppdrettslaksen siden 1993 trolig har dominert gytebestanden. En uheldig effekt som oppstår ved en lav gytebestand av villaks er at gytesuksessen til oppdrettslaksen øker. Det kan derfor skje endringer i villaksbestanden, både som følge av genetisk drift og som følge av immigrasjon av oppdrettslaks.

Gjennom de siste årene har Havforskningsinstituttet gjort genetiske studier av laks i Vosso. Undersøkelsene av de proteinkodende genene viste at det genetiske bidraget fra oppdrettslaks til 1996-årsklassen var 44.2 ± 16.4 % over ulike loci og avhengig av hvilken baseline som ble brukt. Dette antyder at genpoolen i Vossolaksen nå blir endret som følge av oppdrettslaks, og er i samsvar med undersøkelser der en bruker pigment i rogn som kriterium for å skille rogn gytt av villfisk og rømt fisk. HI har også sammenliknet genetisk variasjon hos de fem største oppdrettslinjene i Norge og et utvalg villaksbestander, deriblant Vossolaks, ved hjelp av 12 DNA mikrosatelitt markører.

Det viste seg at oppdrettslinjene hadde redusert genetisk variasjon, i gjennomsnitt 58 % av variasjonen som ble registrert i villaksen i undersøkelsen. I en senere studie er det gjort en sammenligning av DNA profiler basert på historisk og nytt skjellmateriale i sju laksepopulasjoner, deriblant for Vossolaks. Dette arbeidet viste genetisk endringer i Vossolaks og laks fra Eio og Opo, mens det ikke ble registrert endringer i fire andre populasjoner.

Effekter av anleggsarbeidet i forbindelse med senkingen av Vangsvatnet og veibygging

Flomsenkingen av Vangsvatnet vinteren 1991 medførte store og hyppige vannstandsendringer i Vosso som førte til stranding og betydelig dødelighet av flere årsklasser med ungfisk. Senkingen førte også til at det viktige gyteområdet på utløpet av Vangsvatnet gikk tapt. Både flomsenkingen (1991) og den omfattende veibygging langs Vangsvatnet (1989) førte til partikkelforurensing på et nivå som er antatt å være skadelig for ungfisk og bunndyr. Inngrepene skjedde på et uheldig tidspunkt da laksebestanden var svært sårbar. Det vurderes derfor som sannsynlig at de negative effektene av anleggsarbeidet er en av faktorene som har bidratt til den kritiske situasjonen for Vossolaksen utover på 1990-tallet og fram til i dag.

Vangsvatnet ble senket vinteren 1991 for å redusere nær årlige flomskader på bygninger og jordbruksområder rundt Vangsvatnet og for å sikre den nye veitraséen til stamveien mellom Oslo og Bergen. Det omfattende anleggsarbeidet i utløpet av Vangsvatnet førte til store og hyppige vannstandsendringer i Vosso ved at fangdammen i utløpet ble åpnet om kvelden og stengt om morgenen.





Bildet viser smolt fra Vossovassdraget. Smolten som stammer fra utsetninger av ensomrig yngel fra Voss klekkeri og som er tilbakeført Vossolaks fra den levende genbanken i Eidfjord, utgjør en betydelig andel (25-34%) av den totale smoltproduksjonen i vassdraget.

FOTO: ROY M. LANGÅKER

Jevnlige funn av strandet, død fisk fra tre årsklasser (1989-1990) viste at vannstandsendingene medførte en betydelig dødelighet for ungfiskstadiene. Det ble også dokumentert partikkelforurensning på et nivå skadelig for fisk og bunndyr. I tillegg ble det viktige gyteområdet i utløpet av Vangsvatnet permanent ødelagt, og den ca.700 m lange strekningen fra utløpsoset til Flagehølen ble trolig forringet som oppvekstområde for ungfisk.

I ettertid har det vært mye diskusjon om hvordan anleggsarbeidet påvirket laksebestanden, noe som i hovedsak skyldes vanskelighetene med å kvantifisere mulige effekter på bestandsnivå. På den ene siden synes skadevirkningene å være begrenset til en midlertidig effekt som bare rammet et fåtall årsklasser med ungfisk. Laksebestander har generelt en god evne til å ta seg inn etter slike episoder med høy dødelighet på enkelte årsklasser. Skaden kompenseres ved lav tetthetsavhengig dødelighet blant den gjenlevende ungfisken, som i tillegg har god tilvekst grunnnet lav konkurranse med annen fisk. Isolert sett burde derfor skadevirkningene av anleggsarbeidet være begrenset til de berørte årsklassene. På den annen side fant inngrepet sted på et tidspunkt der laksebestanden var svært sårbar. Innsiget av gytefisk hadde allerede vært på et historisk lavmål de siste årene før inngrepet, noe som viser at laksebestanden hadde vært utsatt for uvanlig høy dødelighet på et eller flere av livsstadiene. En ytterligere økning i dødeligheten for flere av årsklassene i denne kritiske perioden forsterket trolig den negative bestandsutviklingen. Årsklassene som ble påvirket av senkingen gikk ut som smolt fra 1991, og en unormalt lav overlevelse for disse

årsklassene gjenspeiles trolig i nedgangen i gytebestanden som ble registrert fra og med 1993. På begynnelsen av 1990-tallet økte innslaget av oppdrettslaks, og siden 1993 har oppdrettslaksen dominert i stamfisket. Svekkelsen av både ungfisk- og gytebestanden som fulgte av senkingen gjorde det trolig lettere for avkom av oppdrettslaks å etablere seg i vassdraget.

Effekter av Nordhordlandsbroen

Resultatene tilsier at smolten sanser broen eller endrede miljøforhold som følge av broen. Det er påpekt at laksesmolt som har forsinket utvandring på grunn av broen kan bli utsatt for økt predasjon eller økt smitte av lakselus.

Et forsøk utført av Havforskningsinstituttet (HI) i 2003 indikerte at Nordhordlandsbroen kunne fungere som et hinder for smoltutvandringen. Et oppfølgingsforsøk ble derfor gjennomført av HI i 2007 (Skilbrei og Holst 2007). Dette forsøket viste at smolt som ble satt ut på Stamnes og som svømte raskest til broen hadde holdt en gjennomsnittlig svømmehastighet på om lag 1 km per time. Disse smoltene kom fram til broen etter et par dager, og vandret noen ganger fram og tilbake på innsiden av broen før de passerte. De ble relativt lite påvirket av broen og passerte samme dag som de kom. Noen av smoltene som brukte lengre tid på å nå fram til broen svømte også fram og tilbake på innsiden av broen, og oppholdt seg ved broen i flere dager før de passerte.

Status for smoltproduksjonen i 2000-2007

Undersøkelsene viser at det er et klart misforhold mellom antall smolt som vandrer ut fra vassdraget (> 20 000/år) og det lave antallet gytelaks som kommer tilbake. Dette viser at sjøoverlevelsen er unormalt lav. Andelen rømt oppdrettslaks i gytebestanden har vært høy siden første halvdel av 1990-tallet. Dette medfører at naturlig gyting i vassdraget med stor sannsynlighet resulterer i avkom som genetisk er påvirket av rømt oppdrettslaks. Smoltproduksjonen av ren Vossosmolt opprettholdes ved utsettinger av yngel og rognplanting fra Voss klekkeri. Dette materialet er tilbakeført fra genbanken som er det eneste stedet en med sikkerhet har ren Vossolaks.

I årene 2000-2007 har det vært gjennomført undersøkelser for å bestemme når smolten vandrer ut fra vassdraget, og for å måle smoltstørrelse og smoltkvalitet. Fangstene i smoltfellene i Bolstadelta og i Bolstadfjorden viser at utvandringen i hovedsak skjer fra begynnelsen av mai til midten av juni. Normalt synkroniseres utvandringen slik at det meste av smolten vandrer ut i løpet av en relativt kort periode i mai, dvs. nesten 70 % av all laksesmolten blitt fanget i løpet av 20 dager fra 5. mai - 25. mai. Laksesmolt som ble fanget under utvandringen hadde en gjennomsnittlig lengde som varierte fra 12,5 til 14,9 cm. Den gjennomsnittlige smoltalderen varierte tilsvarende fra 2,5 til 3,2 år. Et fangst-gjenfangst estimat for størrelsen på smoltutgangen utført i 2001 tilsier at det med stor sannsynlighet vandret ut minst 20 000 laksesmolt fra vassdraget dette året. Sammen med ungfisktetthetene registrert ved elektrisk fiske viser dette at ungfiskproduksjonen i Vossovassdraget ikke er påfallende lav. Denne tilsynelatende normale situasjonen for smoltproduksjonen står i sterk kontrast til den kritiske situasjonen for gytebestanden. Flere forhold kan bidra til å forklare dette paradokset. For det første utgjør utsettingene av ensomrig yngel fra Voss klekkeri et betydelig tilskudd til ungfiskproduksjonen. Dette illustreres ved at andelen settefisk i smoltutgangen i 2001-2007 har variert fra 18 til 34 %, noe som tyder på god overlevelse etter utsetting, og at settefisken raskt tilpasser seg de naturlige forholdene i vassdraget. Dette resultatet er viktig fordi settefisken er avkom fra Vossolaks tilbakeført fra genbanken. Den utgjør dermed en buffer mot skadelig genetisk påvirkning som følge av det høye innslaget av rømt oppdrettslaks i gytebestanden. Tilsvarende tilbakeføres det materiale fra genbanken ved planting av øyerogn. Rognplantingen har pågått årlig siden 2004 og det er totalt lagt ut 675 000 rogn i denne perioden. Det er registrert høy overlevelse fra rogn plantet ut til yngelen forlater grusen, og dette vurderes som en viktig kultiveringsstrategi.

Oppdrettslaksen har siden 1993 dominert stamfiskfangstene, og bidrar hvert år med en høy andel gytefisk som ikke stammer fra vassdraget. En uheldig effekt som oppstår ved en lav gytebestand av villaks er at gytesuksessen til oppdrettslaksen øker. Når oppdrettslaksen lykkes med gytingen betyr det et kunstig tilskudd til ungfiskbestanden. Dette kunstige bidraget av ungfisk vil maskere en negativ effekt på ungfiskproduksjonen som følge av en lav gytebestand av villaks.

En naturlig mekanisme som bidrar til å opprettholde ungfiskbestanden, til tross for en dramatisk reduksjon i gytebestanden, er at overlevelsen for ungfiskstadiene av laks er regulert av tetthetsavhengige faktorer. Når gytebestanden er lav og det blir gytt få egg, vil en relativt stor andel av yngelen leve opp pga. lav konkurranse. I Vosso vil denne mekanismen bidra til å dempe de negative effektene den reduserte gytebestanden har hatt på produksjonen av ungfisk. Til tross for at tetthetsavhengig dødelighet gjør seg lite gjeldende for avkommet i bestander med få gytefisk, vil bestanden være svært følsom for tetthetsavhengige effekter. Sistnevnte forhold har stor relevans for Vossolaksen siden det lave antallet gytefisk gjør bestanden særlig sårbar ovenfor menneskelige inngrep eller andre uheldige forhold som har en negativ effekt på overlevelsen til egg- eller ungfiskstadiene.

Status for gytebestanden i 2000-2007

I årene 2000-2007 er det totalt registrert 275 villaks ved notfiske i de indre fjordområdene (Stamnes-Bolstadfjorden). Til sammenlikning kunne det tidligere bli tatt over 200 Vossolaks i løpet av en fiskesesong i en av disse nøtene. Dette viser at lakseinnsiget er marginalt sammenliknet med normalsituasjonen. I tillegg er det svært bekymringsverdig at rømt oppdrettslaks har utgjort 40 til 74 % av totalfangstene i disse nøtene.

I samarbeid med lokale krefter har prosjektet gjennomført et registreringsfiske med sittenot på Skolmen ved Stamnes (2000-2003), med kilenot og lakseruse i Bolstadfjorden på strekningen Furnes-Straume (2002-2007), og med kilenot v/Trengereid i Sørfjorden (2000-2007). Under registreringfiske ved Stamnes-Bolstadfjorden ble det i årene 2000-2007 tatt totalt 275 villaks.

Nivået på fangstene i registreringsfisket viser hvor redusert gytebestanden av laks er nå i forhold til tidligere. I sittenota på Skolmen ved Stamnes ble det tatt over 200 laks i enkelte sesonger, med en fangst på 88 laks i gjennomsnitt for perioden 1952-1991. På denne tiden konkurrerte sittenota på Skolmen med over 30 sitte- og kilenøter i fjordområdene utenfor. Til sammenlikning ble det i 2007



Rogn tilbakeført fra genbanken til Voss klekkeri blir senere satt ut som øyerogn, ensomrig yngel eller smolt. Bildene viser rognplanting med overføring av rogn i et gjennomsiktig rør til en gruskasse. Deretter fjernes rørene og rognen blir liggende nedgravd i grusen som i en naturlig gytegrøp. Metoden har vist seg å gi høy overlevelse fram til yngelen forlater grusen.

FOTO: TORE WIERS

tatt 17 villaks på tre kilenøter i Bolstadfjorden. Fangstene i 2000-2007 viser derfor at gytebestanden er marginal sammenliknet med normalsituasjonen.

Av den totale fangsten på 275 villaks i årene 2000-2007 var 201 naturlig rekruttert villfisk, mens 39 var fettfinneklippet og stammer fra utsetninger av ensomrig settefisk fra Voss klekkeri. De øvrige 35 laksene var gjenfangster av laks som er satt ut som settesmolt på ulike lokaliteter i forsøkssammenheng i prosjektet. Dersom en holder gjenfangstene av settesmolt fra forsøkene utenfor, utgjør settefisk totalt 16 % av innsiget av villaks i årene 2001-2007. Dette viser at tilbakeført materiale fra genbanken, både satt ut som ensomrig yngel og som settesmolt i slepefor-søk, bidrar til gytebestanden.

Fangstene fra registreringsfisket med sitte- og kilenot i fjordområdene viser et høyt innslag av rømt oppdrettslaks i hele perioden. Totalt har det i årene 2000-2007 blitt tatt 1079 rømte oppdrettslaks ved registreringsfiske i vassdraget, og med not på de ulike lokalitetene i fjordene. I de indre fjordområdene (Stamnes-Bolstadfjorden) utgjorde rømt oppdrettslaks fra 40 til 74 % av fangstene (gjennom-

snitt 58 %), og tilsvarende fra 20 til 74 % (gjennomsnitt 41 %) ved Trengereid. Ved Trengereid har det også blitt fanget et betydelig antall rømt regnbueaure (fra 37-165 stk. per år).

Storlaksen var klart underrepresentert i fangstene i 2000-2007 sammenliknet med normalsituasjonen. Materialet fra stamfisket tyder på at dette er en situasjon som har vedvart helt siden 1993. Det siste året det ble tatt mye storlaks på stamfisket var i 1992, da det ble tatt 16 laks større enn 110 cm. I de etterfølgende årene, fra 1993 til 2007, er det totalt bare tatt 4 laks større enn 110 cm. Årsaken til nedgangen i andelen storlaks er ikke kjent, men redusert sjøvekst og økt dødelighet for tresjøvinter laks kan være mulige forklaringer. En kan heller ikke utelukke at det store innslaget av oppdrettslaks i gytebestanden har ført til genetiske endringer som gir seg uttrykk i lavere sjøalder. Ettersom settefisk med opphav fra levende genbank i Eidfjord synes å ha en lik størrelsesfordeling ved kjønnsmodning som naturlig rekruttert villfisk, kan dette tyde på at alders- og størrelsesfordeling ved kjønnsmodning skyldes endringer i miljøbetingelser. Opprettholdelsen av den særegne storlaksstammen i Vosso

er basert på at en livssyklus med et treårig sjøopphold har gitt større suksess i form av antall avkom enn sjøopphold på ett år (smålags) og to år (mellomlags). Det er derfor naturlig å reise spørsmålet om forutsetningene for å opprettholde et høyt innslag av storlags (tresjøvinter laks) er endret etter bestandssammenbruddet i Vosso.

Det lave antallet villaks som er registrert ved notfiske i årene 2000-2007 viser at gytebestanden har vært langt lavere enn gytebestandsmålet på 422 storlags som er antatt å være nødvendig for å realisere vassdragets produksjonspotensial for smolt. Utsettingene fra Voss klekkeri, avkom fra rømt oppdrettslags, og lav tetthetsavhengig dødelighet på ungfiskstadiene bidrar til å opprettholde smoltproduksjonen i Vossovassdraget, til tross for en marginal gytebestand av villaks. En antatt utgang av 20 000 smolt vil selv ved en lav sjøoverlevelse på 2 % gi et totalt innsig av 400 gytelaks. Mest sannsynlig er antallet utvandrende smolt høyere og innsiget av gytelaks betydelig lavere enn disse tallene.

Framtiden for Vossolaksen

Basert på et sammensatt trusselbilde er det i denne rapporten utarbeidet konkrete forslag til tiltak for å tilbakeføre Vossolaksen, og å gi grunnlag for en livskraftig bestand i vassdraget. Skal Vossolaksen reddes må det gjennomføres en storstilt tilbakeføring av genbankmaterialet i form av rogn, yngel og smolt, i kombinasjon med tiltak for å redusere truslene. En gjennomføring av disse anbefalte tiltakene vil utvilsomt styrke laksebestanden, og muligheten for å reetablere en livskraftig bestand vurderes som gode. Om tiltakene ikke gjennomføres vil utvilsomt Vossolaksen gå tapt.

Undersøkelsene utført i Vossovassdraget har ikke funnet noen entydig årsak til bestandssammenbruddet. Siden undersøkelsene ble igangsatt først etter at gytebestanden i flere år hadde vært på et lavmål, har det ikke vært mulig å bestemme om nedgangen tidsmessig sammenfalt med store endringer i miljøbetingelsene i vassdraget eller i ungfiskbestanden.

Parallelt med bestandsnedgangen har det vært iverksatt ulike tiltak for å styrke bestanden. Disse tiltakene omfatter opprettelsen av Voss klekkeri med årlige utsettinger av lakseyngel fra 1990, oppbevaring av Vossolaks i genbanken med tilbakeføring av rogn til Voss klekkeri, og kalkingen av vannet fra Evanger kraftverk i perioden 1994-2005. Undersøkelsene viser at disse tiltakene i hovedsak har fungert etter hensikten, dvs. bruken av genbankmateriale har ført til økt smoltproduksjon og

kalkingen ga bedre vannkvalitet. Imidlertid har ikke den samlede effekten av disse tiltakene vært nok til å motvirke den negative bestandsutviklingen.

Selv om vassdragsreguleringen og senkingen av Vangsvatnet har medført endringer som har redusert potensialet for smoltproduksjon er stadig hovedandelen av vassdraget intakt som produksjonsområde for smolt. De vannkjemiske forholdene i vassdraget har, som følge av redusert sur nedbør og kalking, vist en klar positiv utvikling fra begynnelsen av 1990-tallet og fram til idag. Undersøkelsen viser at den vannkjemiske situasjonen nå i hovedsak tilfredsstiller laksens miljøkrav, og ferskvannsfasen synes derfor å være friskmeldt. Til tross for disse positive endringene i miljøforholdene er det likevel stadig unormalt få laks som kommer tilbake.

Størrelsen på smoltutgangen synes ikke å være den begrensende faktoren, siden det med stor sannsynlighet de senere årene har gått ut mer enn 20 000 smolt årlig. Dette, sammen med det lave antallet tilbakevandrende laks, tyder på en unormalt lav overlevelse etter at smolten har forlatt vassdraget. Gjenfangstene fra slepeforsøkene med smolt tyder på at den høye dødeligheten skjer under den første delen av smoltutvandringen, fra Bolstadfjorden og ut til kyststrømmen. Kommer smolten seg uskadet gjennom den lange fjordvandringen ser det ut til at den har en tilnærmet normal sjøoverlevelse.

Resultatene viser at angrep fra lakselus er en av trusselfaktorene som må håndteres for å sikre en normal overlevelse for utvandrende smolt. Også høye konsentrasjoner av giftig aluminium i fjordsystemet er en sannsynlig trusselfaktor, og det er behov for mer kunnskap om hvordan skadevirkningene gir seg utslag på bestandsnivå. Det høye innslaget av rømt oppdrettslags har med stor sannsynlighet medført genetiske endringer i bestanden. For å bevare Vossolaksen må trusselen fra rømt oppdrettslags reduseres, og motvirkes ved tilbakeføring av materiale fra genbanken.

Det er god grunn til å tro at en vil lykkes med tiltak i form av tilbakeføring av opprinnelig Vossolaks fra genbanken. Mengden av lakserogn som tilbakeføres fra genbanken vil øke betraktelig de kommende årene og det er opparbeidet kunnskap om utsettingsstrategier for rogn og ensomrig yngel som gir god overlevelse fram til smoltstadiet. I tillegg vil bruken av slep med lusebeskyttet settesmolt med stor sannsynlighet kunne bidra til en betydelig økning i innsiget av gytelaks. Resultatene fra slepeforsøkene gir et forsiktig estimat for forventet tilbakevandring i størrelsesorden 0,3 til 1,5 %, dvs. et slep av 50 000 smolt er forventet å gi et innsig fra 150 til 750 Vossolaks.

Det er imidlertid mer usikkert om en vil lykkes med tiltak for å øke sjøoverlevelsen for utvandrende smolt. En kan forvente at de tiltak og endringer som er skjedd utover på 1990-tallet og fram til i dag vil bidra i positiv retning. Dette gjelder både den markerte bedringen av det vannkjemiske miljøet i vassdraget, og at veterinærmyndighetene og oppdrettsnæringen på slutten av 1990-tallet og fram til i dag har iverksatt tiltak for å redusere lakselusproblemet. Her kan en spesielt trekke fram opprettelsen av Nordhordland fiskehelenettverk (NFN) i 2005. NFN er en frivillig sammenslutning av lokale laksefiskoppdrettere som geografisk dekker utvandningsruta for Vossosmolten. NFN har siden 2005 gjennomført systematisk overvåking og bekjempelse av lakselus. Nettverket har siden opprettelsen hatt et tett samarbeid med Vossoprosjektet og har bl.a. arrangert flere fagmøter hvor problemstillingene rundt Vossolaksen er blitt presentert og diskutert. Dette har igjen resultert i en egen informasjonsplakat ("Saman for Vossolaksen", se kapittel 13) for å bevisstgjøre den enkelte oppdretter og røkter om viktigheten av effektive tiltak mot lus. Et annet viktig tiltak er Matilsynets lusekampanje på Vestlandet med oppstart høsten 2007. Denne kampanjen fokusere på økt tilsyn og synkron avlusing som virkemiddel. Samlet vil disse tiltakene fra oppdrettsnæringen og Mattilsynet med stor sannsynlighet redusere lakselus som en kilde til dødelighet for utvandrende smolt fra Vossovassdraget. Fortsatte undersøkelser vil avdekke om disse tiltakene er tilstrekkelige til å bedre situasjonen for Vossolaksen.

Oppdrettsnæringens tiltak mot rømming forventes å redusere innsiget av rømt oppdrettslaks til vassdraget, men det er ikke realistisk at slike tiltak alene vil være nok til å håndtere denne trusselen. Det er derfor nødvendig å gjennomføre den foreslåtte utvidelsen av notfiske med uttak av rømt laks i de indre fjordområdene.

For å lykkes med tilbakeføring av en livskraftig bestand av opprinnelig Vossolaks, er det avgjørende at de ulike tiltakene fortløpende evalueres slik at tiltakene kan justeres og optimaliseres. Videre er det viktig å videreføre arbeidet med å bestemme årsakene til den lave sjøoverlevelsen. Dette gjelder både effektene av de trusselfaktorene som her er påpekt, men en skal heller ikke utelukke andre, ukjente faktorer.

Som det framkommer av rapporten har Vossolaksen historisk sett hatt stor kulturell og økonomisk verdi. Intervjuene og spørreundersøkelsene viser at det lokalt er et voksende håp knyttet til nyere forskning, og et styrket samarbeid mellom villaks- og havbruksinteresser i Nordhordland. En videreutvikling av dette samarbeidet, og en fortsatt sterk lokal deltagelse er et godt grunnlag for det videre arbeidet.

Referanser

- Barlaup, B.T. (redaktør) 2004. Bestandsutvikling, trusselfaktorer og tiltak. DN-utredning 2004-7.
- Hindar, K., Diserud, O., Fiske, P., Forseth, T., Jensen A.J., Ugedal, O., Jonsson, N., Storeid, S.-E., Arnekleiv, J.V., Saltveit, S.J., Sægrov, H. & Sættem, L.M. 2007. Gytebestandsmål for laksebestadner i Norge. NINA Rapport 226. 78 s.
- Skilbrei, O. & J.C. Holst. 2007. Hindrer Nordhordlandsbroen smoltens utvandring? Havforskningsnytt. Nr 12-2007.
- Ullaland, G.A., Hausken, J., Døskeland I. & H.M. Moxnes. 2004. Ferdigstilling av ordning med nasjonale laksevassdrag og laksefjordar - fråsegn. Hordaland Fylkeskommune. Strategi- og utviklingsavdelinga.



Smoltsliep på vei ut Bolstadfjorden.



Utløpet av Vossovassdraget ved Bolstad. Båten på bilde henter slepetanken og sleper forsøkssmolten ut fjordene.

FOTO: HELGE HAUKELAND

1 Bakgrunn og hensikt

Laksebestanden i Vossovassdraget ble kraftig redusert på slutten av 1980-tallet. Undersøkelser fra 1990-tallet og fram til i dag viser at gytebestanden ikke har tatt seg opp igjen. Vossolaksen vil derfor gå tapt dersom det ikke iverksettes omfattende tiltak. Et tverrfaglig FoU prosjekt, kalt Vossoprosjektet, ble igangsatt i 2000 for å sammenstille og oppdatere informasjon om bestandssituasjonen og trusselfaktorer. Resultatene fra dette arbeidet ble første gang rapportert i en utredning fra Direktoratet for naturforvaltning i 2004. Den overordnede målsettingen for arbeidet er å identifisere trusselfaktorer og utarbeide konkrete tiltak som på sikt vil sikre en reetablering av laksebestanden i Vossovassdraget. En samlet vurdering av resultatene fra prosjektet er gitt fremst i rapporten under "Tiltak for å redde Vossolaksen" og i det etterfølgende rapport sammendraget.

Generelt er det lagt vekt på å se de ulike trusselfaktorene i sammenheng og å supplere tidligere vurderinger med ny kunnskap om laksens biologi i forhold til den enkelte trussel. For en fullstendig bakgrunn og gjennomgang av de ulike trusselfaktorene henvises det til DN-utredningen fra Vossoprosjektet utgitt i 2004 (Barlaup *et al.* 2004). Foreliggende rapport sammenstiller resultatene fra undersøkelsene i perioden 2000 til 2007.

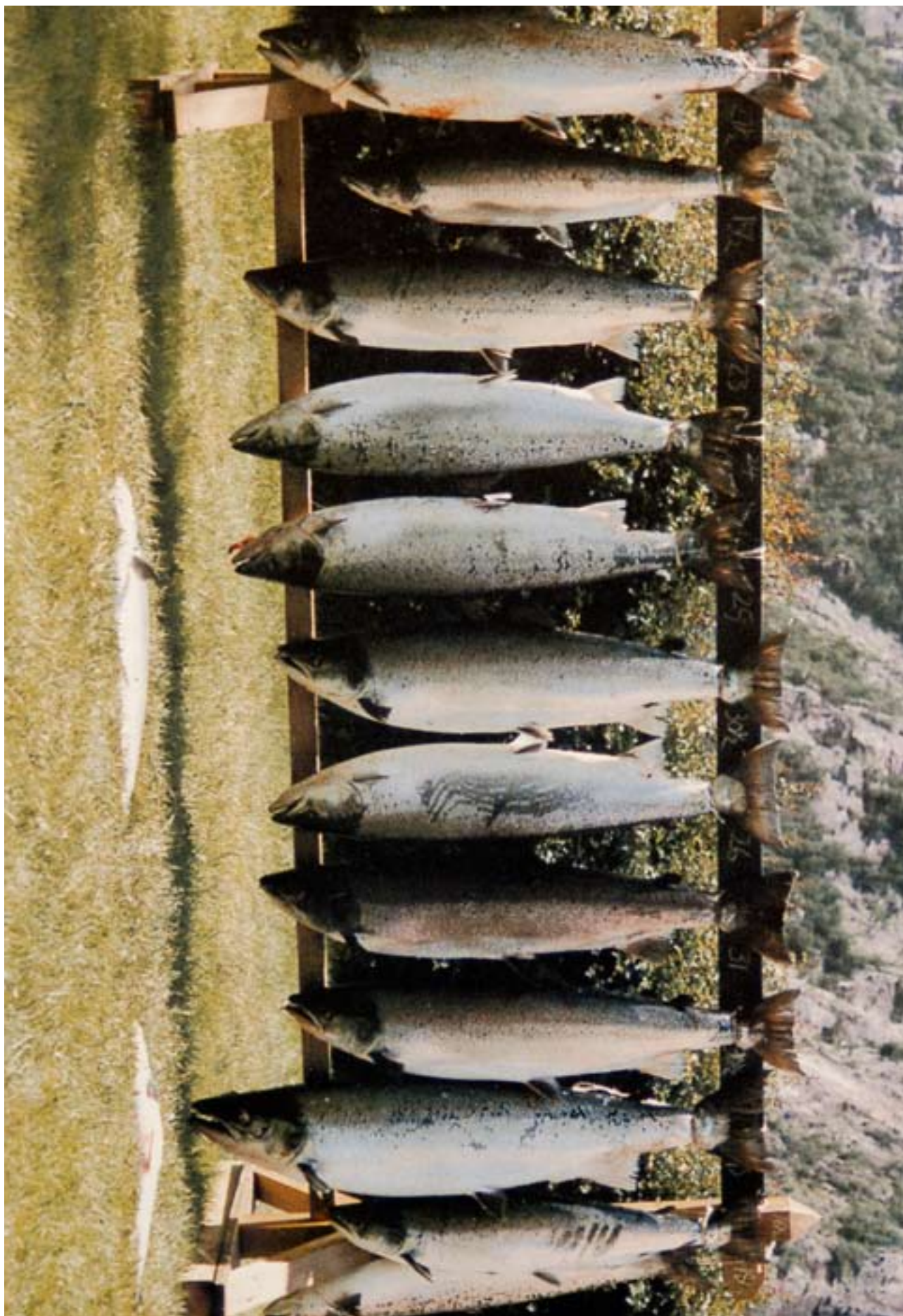
Prosjektet er basert på undersøkelser av smoltutgangen, forsøk med anleggssmolt produsert ved Voss klekkeri, og undersøkelser av innsiget av laks ved bruk av sittenot/kilenoter og stamfiske. Parallelt med arbeidet for å finne mulige årsaker er det gjort en evaluering av iverksatte tiltak for å styrke laksebestanden i vassdraget. Disse tiltakene omfatter tilbakeføring av levende materiale fra genbanken i Eidfjord til Voss klekkeri med etterfølgende utplanting av øyerogn, utsetting av ensomrig yngel, utsetting av ettårig smolt i ferskvann og slep av smolt ut fjordene. I tillegg er det gjort en vurdering av tiltakene med kalking av utløpsvannet fra Evanger kraftstasjon, som ble avsluttet i 2005, og tiltaket med å ta ut rømt oppdrettslaks fra gytebestanden.

Første del av rapporten gir en presentasjon av Vossolaksen og beskriver endringer i bestanden over tid. Bestandsutviklingen er beskrevet ved bruk av fangststatistikkene fra sjøfiske og ferskvannsfiske fra slutten av 1940-tallet fram til fredningen av laksen i 1992. Deretter

er vurderingen av bestandssituasjonen basert på resultatene fra stamfiske og registreringsfiske i regi av Voss klekkeri i perioden 1992-2007, og fiske med sittenot/kilenot i 2000-2007. Utviklingen i ungfiskbestanden (fra ensomrig yngel til smolt) i vassdraget er hovedsakelig basert på en sammenstilling av materialet fra overvåkingen av ungfisk som har pågått årlig fra 1990 og fram til i dag. Dette materialet er supplert med nye resultater fra undersøkelsen av smoltutgangen, gjennomført i årene 2000-2007.

Andre del av rapporten (**kapitlene 4-9**) omtaler de ulike trusselfaktorene. Først kommer kapitlene som omhandler truslene som i dagens situasjon vurderes som de mest alvorlige; lakselus, rømt oppdrettslaks, og giftig aluminium i brakkvann. Deretter følger kapitler om effektene av forurenging i ferskvann, vassdragsregulering, og veibygging og senking av Vangsvatnet. Gjennomgangen av trusler etterfølges av kapitler om henholdsvis Vossolaksens betydning for lokal kultur og økonomi, Voss klekkeri, genbanken og Nordhordland fiskehelsenettverk. Rapporten avsluttes med et kapittel som beskriver forvaltningsstrategien lagt til grunn for å sikre Vossolaksen.





Så sent som i 1980 ble det tatt hele 20 tonn Vossolaks, og et relativt godt fiske ble opprettholdt fram til bestandssammenbruddet på slutten av 1980-tallet. Bilde viser en av de siste storfangstene i Bolstadelva og ble tatt i 1987.

FOTO: MINTO WILSON, LÅNT UT AV OLE KRISTIAN SKORVE.

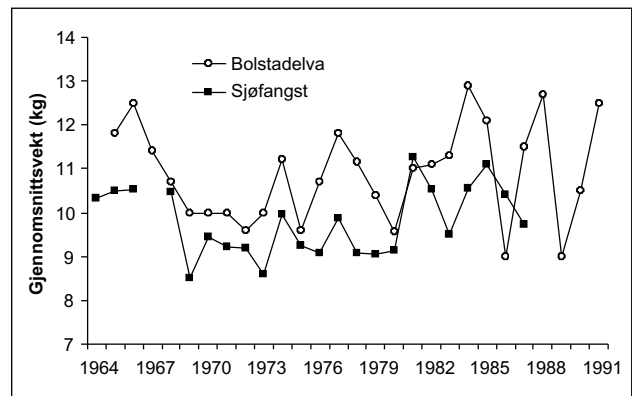
2 Vossolaksen – særtrekk, fangst- og bestandsutvikling

Av Bjørn T. Barlaup og Helge Skoglund
LFI-Unifob, Universitetsforskning Bergen

2.1 Livssyklus og karaktertrekk hos Vossolaksen

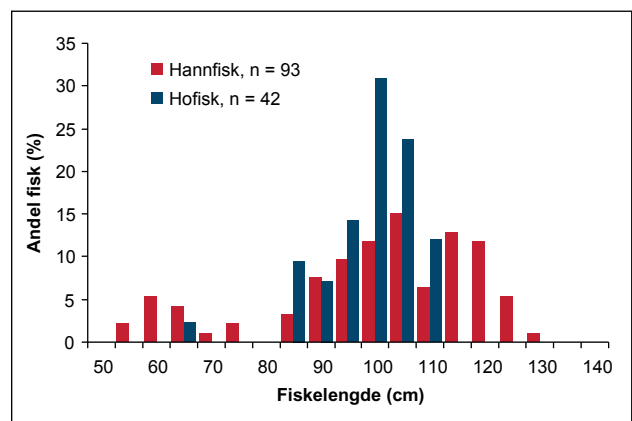
Laksens evne til å finne tilbake til elva den ble født i gjør at laksebestander i ulike vassdrag i stor grad er reprodusert isolert fra hverandre, noe som er grunnlaget for utviklingen av ulike laksestammer. Med unntak av enkelte feilvandrerere, er det med andre ord lite utveksling av genetisk materiale mellom bestander. Over mange generasjoner har derfor hver laksebestand kunnet tilpasse seg de rådende forholdene i det enkelte vassdrag ved at de individene med de gunstigste egenskapene etterlater seg flest avkom (naturlig seleksjon). En rekke grunnleggende egenskaper som gyttidspunkt, vekst, atferd, sykdomsresistens, tidspunkt for smoltutgang, og alder ved kjønnsmodning kan derfor innenfor hver bestand ha blitt tilpasset de lokale forholdene (Taylor 1991).

Det fremste kjennetegnet ved laksestammen i Vossovassdraget er at en uvanlig stor andel av bestanden har et sjøopphold over flere år og at den er spesielt storvokst. Dette illustreres klart ved at gjennomsnittsvekten på laks rapportert fra fangstene i Bolstadelva for perioden 1965-1991 var på hele 10,9 kg, og tilsvarende 9,8 kg for laks fisket i sjøen og omsatt av Stamnes Handelslag (**Figur 2.1**). Den største fisken som visstnok er tatt i vassdraget veide 35 kg og ble tatt på garn. Den største laksen tatt på sjøfiske ble tatt i kilenot ved Vaksdal og veide hele 36 kg. Ellers er det notert fisk på 34 og 32 kg og en rekke fisk mellom 25 og 30 kg (Tveit 2002). Til tross for at det muligens har vært fisket mer selektivt på storlaks og at andelen av smålaks kan være underrapportert, er det liten tvil om at gjennomsnittlig størrelse på Vossolaks står i en særklasse når det gjelder atlantisk laks, selv på verdensbasis (**Figur 2.2**). I Bolstadelva ble det sagt å være like vanlig å få laks over 20 kg som å få smålaks (tert) (Karl Magne Bolstad pers. medd.).



Figur 2.1. Gjennomsnittlig vekt på laks i ulike år fra fangster i Bolstadelva og fra sjøfangster omsatt av Stamnes Handelslag.

Den karakteristiske størrelsen til Vossolaksen er høyst sannsynlig et resultat av at stor fisk over generasjoner har blitt favorisert gjennom naturlig seleksjon i vassdraget. Dette betyr at Vossolaksens størrelse er genetisk forankret. Hvilke fysiske eller biologiske faktorer som gjør denne strategien mer fordelaktig i Vossovassdraget i forhold til mange andre større elver er ikke kjent men både den relativt store vannføringen og den lange fjordvandringen kan gjøre det fordelaktig å være stor.



Figur 2.2. Lengdefordeling for hann- og hunnfisk blant et utvalg av villaks fanget under stamfiske i regi av Voss klekkeri i perioden 1986-1993. Lengdefordelingen viser at de største og minste individene i hovedsak er hanner, mens hunnfisken ofte er noe mindre enn de største hannene.

Med sitt lange sjøopphold og store individstørrelse representerer Vossolaksen et ytterpunkt i mangfoldet en finner blant stammer av Atlantisk laks. Det store Vossovassdraget gjør også at Vossolaksen har potensiale for en relativt stor bestandsstørrelse. Norge er en av de få nasjonene på verdensbasis som fortsatt har mange tallrike laksebestander og har dermed et internasjonalt ansvar for å bevare villaksen. Dette gjelder spesielt storlaksstammer, der Norge har det klart største antallet gjenlevende bestander (Størkensen 1992). Da Villaksutvalget la fram sin utredning, ble det lagt vekt på viktigheten av både å bevare den atlantiske laksen som art, men også å bevare de enkelte bestandene med sine særtrekk (NOU 1999). I denne sammenheng bør Vossolaksen med sine helt spesielle egenskaper stå i en særstilling.

Stortinget vedtok i mai 2007 å innlemme Vossovassdraget som nasjonalt laksevassdrag og fjordene ved Osterøy (Molviki - Tyssø og Skreanaset – Olsnesnipa) som nasjonal laksefjord. Hensikten med nasjonale laksevassdrag og laksefjorder er å gi laksebestandene i Norge særlig beskyttelse mot skadelige inngrep og aktiviteter i vassdragene og i de nærliggende fjord og kystområder (Stortingsproposisjon nr. 32. 2006, Energi-og miljøkomiteen. 2007).

2.2 Fangst- og bestandsutvikling

Det er et velkjent fenomen at størrelsen på laksebestander kan variere kraftig mellom år. Årsakene til variasjonen kan være både naturlige og menneskeskapte. Hos atlantisk laks er det som regel en god sammenheng mellom antall smolt som går ut og antall laks som kommer tilbake. Variasjon i smoltproduksjonen som følge av varierende forhold i vassdraget vil derfor bidra til svingninger i gytebestanden. Tetthetsavhengig dødelighet i ferskvannshabitatet setter den øvre grensen for smoltproduksjonen. I havet vil ikke tetthetsavhengig dødelighet være begrensende, men andre forhold vil her kunne påvirke overlevelse og føre til store svingninger i gytebestanden. En viktig faktor i denne sammenheng synes å være havtemperaturen på oppvekstområdene, siden gunstige havtemperaturer har vist seg å gi sterke årsklasser av tilbakevandret laks (Friedland *et al.* 1998). I tillegg vil en lang rekke andre naturlige (f.eks. predasjon og parasitter) og menneskeskapte (forurensing og fiske) faktorer kunne påvirke bestandsutviklingen. For å kunne vurdere svingningene på bestandsnivå og eventuelt avdekke om bestanden er unormalt lav, er det nødvendig med lange tidsserier som gjenspeiler årlige variasjoner i størrelsen på gytebestanden.

Fangststatistikk, basert på innrapporterte fangster fra laksefiske i vassdraget, er for de fleste vassdrag det eneste grunnlaget en har for å vurdere endringer på bestands-

nivå. En god fangststatistikk er derfor et svært viktig redskap for å overvåke bestandene. Imidlertid er det klare begrensninger ved å bruke fangststatistikk til dette formålet. Variasjon i fangsttinnings- og innrapportering vil føre til mellomårsvariasjon i fangstene som ikke gjenspeiler endringer på bestandsnivå. Disse feilkildene gjør seg gjeldene for de fleste fangststatistikker, også for statistikkene angående fiske av Vossolaks.

2.2.1 Fangster i ferskvann

Den offisielle fangststatistikken for fangst av laks i Vossovassdraget, perioden 1876-2001, er gitt i **Figur 2.3** og viser at fangstene varierer en god del over hele perioden på 125 år. Den gjennomsnittlige årlige fangsten for perioden er på 3886 kg (sd=2295). Den høyeste innrapporterte fangsten er på 10 887 kg, tatt i 1964. Statistikken må anses som et minimumstall for fangstene grunnet en generell lav innrapportering fra deler av fisket. Dette gjelder særlig fangstene tatt med kjerr, not og garn som trolig i liten grad er blitt innrapportert.

Fra slutten av 1960-tallet gir fangststatistikken et inntrykk av at utviklingen går gradvis nedover fram til slutten av 1980-tallet, hvor fangstene når et historisk bunnivå. Feilkilder i form av variabel fangsttinnings- og innrapportering gjør det imidlertid høyst usikkert om den generelle nedgangen i fangstene fra slutten av 1960-tallet gjenspeiler en reell nedgang i bestandsstørrelsen i samme tidsperiode.

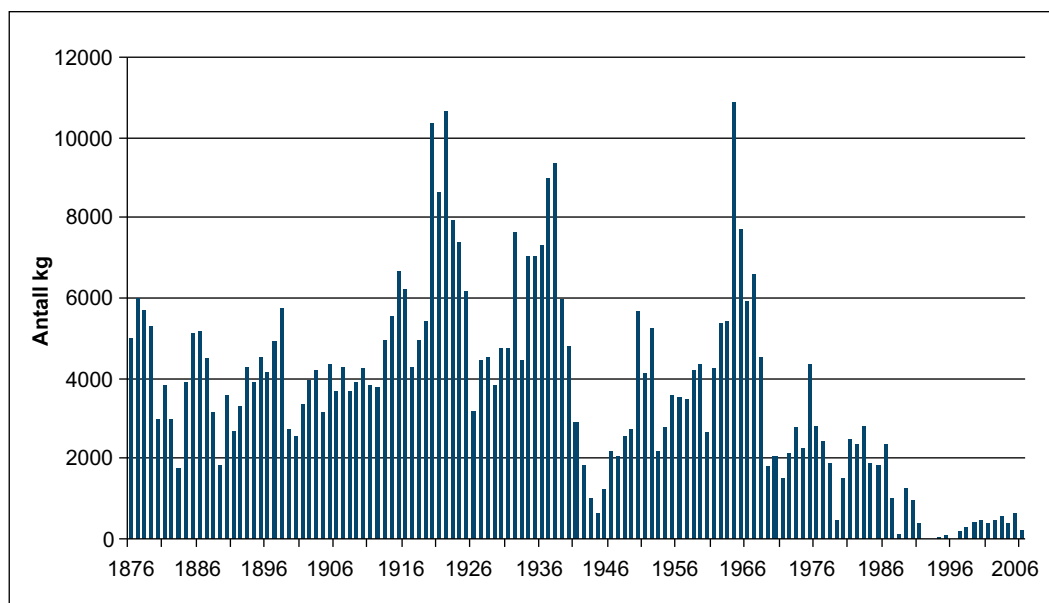
Bolstadelva Grunneigarlag har holdt en detaljert og tilnærmet fullstendig fangstjournal for laks tatt ved sportsfiske i vassdragsavsnittet i perioden 1965-1991. Denne statistikken har en langt lavere feilmargen med tanke på fangsttinnings- og innrapportering enn den offisielle fangststatistikken. Siden dette er den nederste delen av vassdraget passerer all laks Bolstadelva på vei videre opp i vassdraget. Fangstene herfra kan derfor brukes som et relativt mål på hvor mye laks som gikk opp i vassdraget årlig.

Den gjennomsnittlige fangsten i Bolstadelva i perioden 1965-1991 var på 1586 kg (sd=886) (**Figur 2.4**). De to årene som skiller seg ut ved å ha de høyeste fangstene er 1967 og 1987, da fangstene var hhv. 3543 og 3217 kg. Selv om fangstene varierte en del mellom år, tyder ikke fangstutviklingen i Bolstadelva på en gradvis nedgang fra midten av 1960-tallet og frem til 1987, slik den offisielle fangststatistikken (**Figur 2.3**) gir inntrykk av. Fra 1987 til 1988 var det derimot en dramatisk nedgang fra den nest høyeste til den laveste fangsten så langt i perioden. Fangstene i de påfølgende årene frem til fredning i 1992 var alle dårligere enn noen av de foregående årene. Et

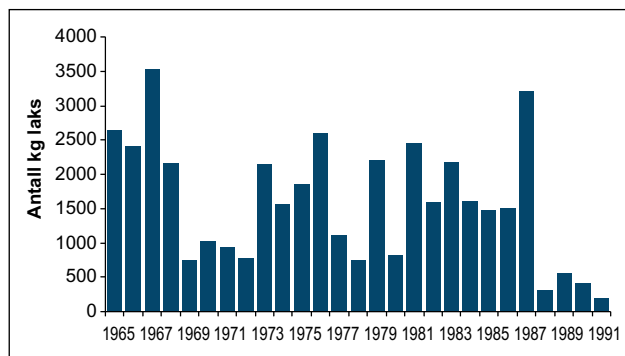
slikt fall i fangstutviklingen gir en klar indikasjon på at bestandsnedgangen på slutten av 1980-tallet var svært brå. Dette illustreres ved at de gjennomsnittlige fangstene i årene 1965-1987 var 1797 kg (sd=785) mens tilsvarende gjennomsnitt for årene 1988-1991 var 368 kg (sd=131). Denne dramatiske nedgangen kan karakteriseres som et bestandssammenbrudd, og tyder på en dramatisk økt dødelighet på et eller flere av laksens livsstadier. Gitt at nedgangen fant sted i 1988, og at mye av laksen oppholder seg tre år i sjøen, tyder dette på en unormalt dårlig smoltproduksjon eller unormalt høy dødelighet for smoltårgangene som gikk ut fra og med 1985.

2.2.2 Fangster fra sitte- og kilenotfiske ved Stamnes

I tillegg til fisket i Vossovassdraget ble det også drevet et omfattende sjøfiske etter Vossolaks i fjordene rundt Osterøy. Fangstene fra dette sjøfisket ble omsatt gjennom en rekke oppkjøpere og det har ikke latt seg gjøre å få en samlet oversikt over dette fangstvolumet. En del av fangsten ble omsatt av Stamnes Handelslag som årlig kjøpte laks fra sittenøter og kilenøter fra slutten av 1940-tallet og fram til 1991. I forbindelse med denne sammenstillingen har vi fått tilgang til handelslagets bokføring av



Figur 2.3. Offisiell fangststatistikk for anadrom laksefisk i Vossovassdraget (kilde: Statistisk sentralbyrå). Både laks og sjøaure kan inngå i rapporteringsgrunnlaget, men fangstene består hovedsaklig av laks. Etter fredningen i 1992 har det bare vært sportsfiske etter sjøaure og oppdrettslaks. Data fra årene 1999-2006 er innhentet fra lakseregisteret.



Figur 2.4. Fangst av laks i Bolstadelva i perioden 1965-1991 (data fra Bolstad Grunneierlag v/Karl Magne Bolstad).

omsetningen av laks for perioden 1949-1987. Materialet fra perioden 1964-1987 er systematisert og bearbeidet av Halstein O. Leiren, mens materialet i perioden tilbake til 1949 er bearbeidet av LFI.

Stamnes Handelslag kjøpte laks fra fiskere i området ved Straume, Stamnes, indre Osterfjorden og Sørfjorden. Antall nøter og hvilke nøter som inngikk i omsetningen varierte fra år til år. Fangststigningen og fangsteffektiviteten som ligger til grunn for omsetningen det enkelte år varierer derfor mye, og endringer i den årlige omsetningen er derfor ikke et egnet mål på bestandsutviklingen.

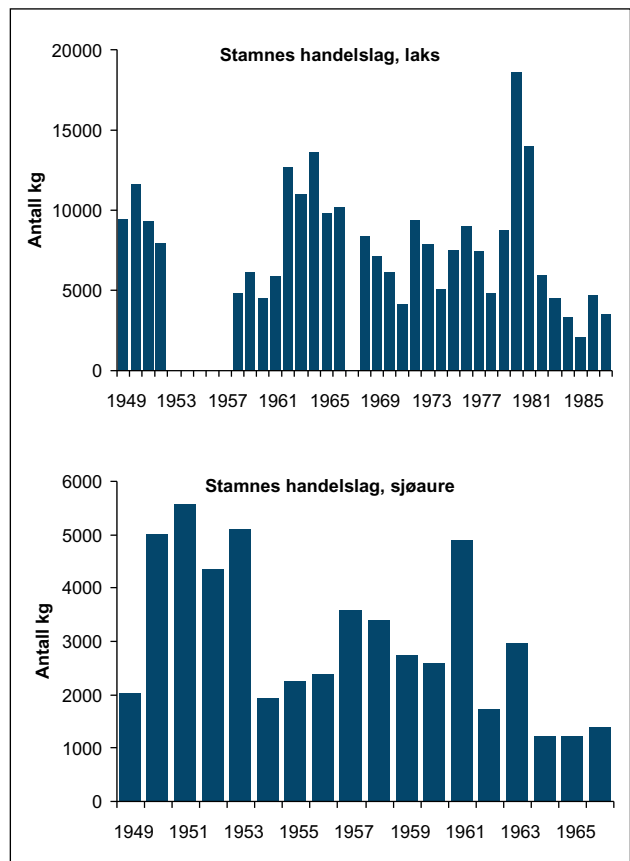
På den annen side gir omsetningen et svært viktig mål på hvor mye laks som ble tatt ved sjøfiske. I denne sammenheng er det viktig å være klar over at Stamnes Handelslag bare utgjorde en av mange oppkjøpere. Selv om handels-

laget kanskje var den største oppkjøperen, er det klart at omsetningen herfra bare representerte en begrenset del av det totale sjøfisket etter Vossolaks i områdene rundt Osterfjorden.

Omsetningen fra Stamnes Handelslag er gitt i **Figur 2.5** og viser at laksefangstene fra sjøfisket har vært betydelig høyere enn fangstene innrapportert fra Vossovassdraget. Handelslaget omsatte i gjennomsnitt 7,9 tonn laks (sd=3,6) i perioden 1949-1987. Den største omsetningen i et enkelt år stammer fra 1980 og var på hele 18,6 tonn. Den gjennomsnittlige vekten på laksen omsatt i perioden 1949-1987 var på 9,8 kg (sd=0,8) (**Figur 2.1**), og viser med all tydelighet hvor spesielt storvokst Vossolaksen er. I tillegg til laks omsatte handelslaget i perioden 1949-1966 i gjennomsnitt 3,0 (sd=1,4) tonn sjøaure, med en gjennomsnittsstørrelse på 1,4 kg (sd=0,1).

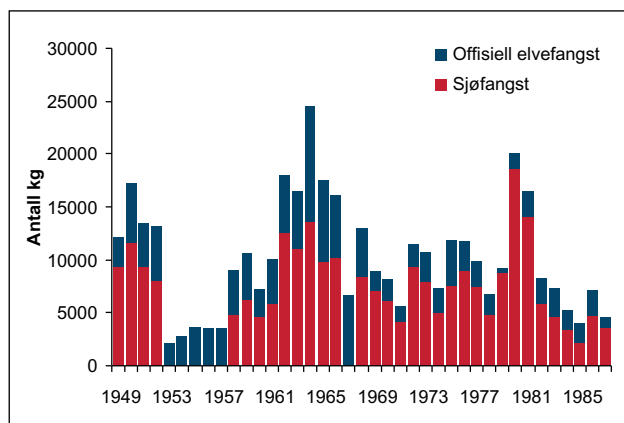
Sammenstiltes fangstene gitt i den offisielle fangststatistikken fra vassdraget og fangstene fra sjøfiske omsatt gjennom Stamnes Handelslag får en et mest mulig realistisk mål på hvor mye Vossolaks som er høstet årlig i perioden 1949-1987. I disse årene ble det fra Vossovassdraget rapportert inn en årlig gjennomsnittlig fangst på 3486 kg (sd=2026). Tilsvarende gjennomsnittsfangst fra sjøfiske omsatt gjennom Stamnes Handelslag var 7861 kg (sd=3568) for de årene det finnes data. Fangstene av laks fra sitte- og kilenotfiske i fjordområdene like utenfor vassdraget var således mer en dobbelt så høye som fangstene rapportert inn fra sportsfiske i vassdraget. Sammenstiltes fangstene fra elve- og sjøfiske i perioden 1949-1987, gir dette en årlig gjennomsnittlig fangst på 11310 kg (sd=4843) (**Figur 2.6**). Årene med de høyeste fangstene er 1964 og 1980, da det totalt ble tatt hhv. 24 453 og 20 090 kg laks. Med en gjennomsnittlig fiskevekt på om lag 10 kg, slik det ble rapportert både fra fangstene i Bolstadelva og fra sjøfiske, vil en årlig fangst på om lag 11 tonn utgjøre om lag 1100 laks. I toppårene 1964 og 1980 tilsier fangstkvantumet at det tilsvarende ble tatt om lag hhv. 2500 og 2000 laks.

Fangstene fra sportsfiske i ferskvann og sjøfiske i perioden 1949 til 1987 viser at Vossovassdraget kan opprettholde en gjennomsnittlig årlig fangst på om lag 11 tonn over tid. I denne perioden er det riktignok relativt store mellomårsvariasjoner i fangstmengde (fra om lag 5 til 25 tonn), men det synes ikke som år med høye fangster representerer en overbeskatning som fører til dramatisk lavere fangster i etterfølgende år. Den relativt store mellomårsvariasjonen i statistikkene skyldes trolig naturlig variasjon i forhold som kan påvirke størrelsen på smoltutgangen og sjøoverlevelsen, og ikke minst variasjon i fangstinnsatsen og fangstinnrapporteringen som ligger til grunn for statistikkene.



Figur 2.5. Oversikt over antall kg laks og sjøaure omsatt av Stamnes Handelslag i perioden 1949-1987. Data fra Stamnes Handelslag er bearbeidet av Hallstein O. Leiren og LFI. For årene 1953-1957 og 1967 mangler det data for laks.

I perioden 1949-1987 er det god grunn til å tro at de årlige fangstene av Vossolaks var betydelig høyere enn de om lag 11 tonn som ble rapportert i de to statistikkene som her er benyttet. Årsaken til dette er som tidligere nevnt en betydelig underrapportering av fangstene i ferskvann og at fangstene av Vossolaks tatt i sjøfiske rundt Osterfjorden også ble omsatt av andre oppkjøpere enn Stamnes Handelslag. I tillegg ble Vossolaksen beskattet ved fiske på blandete bestander som foregikk med drivgarn i havet og med landfaste redskaper ute ved kysten og ytre fjordområder. Når disse forholdene tas i betraktning synes derfor et totalt uttak på 11 tonn årlig å være et klart underestimat på hvor mye Vossolaks som totalt ble høstet i denne perioden.



Figur 2.6. Sammenstilling av fangster fra fjordene i Stamnesområdet og fangster fra vassdraget. Tallgrunnlaget for figuren er den offisielle fangststatistikken for Vossovassdraget og kvantum av laks omsatt av Stamnes Handelslag. For årene 1953-57 og 1967 finnes det ikke data fra sjøfangst.

De samlede statistikkene som her er presentert gir også et grunnlag for å anslå det økonomiske potensiale dersom laksebestanden i Vossovassdraget tar seg opp. I 1995 ble de lokale ringvirkningene av den årlige fangsten på om lag 5 tonn laks og sjøaure i Lærdalselva beregnet til om lag 11 millioner kroner. Senere er det beregnet at tap av laksefiske som følge av lakseparasitten *G. salaris* fører til et årlig tap for Lærdal kommune på om lag 10 millioner kroner (NOU 1999). Disse overslagene innebærer en omsetning på om lag kr. 2000 pr. kilo laks, og kan trolig også overføres til Vossovassdraget. Denne prissettingen, sammen med fangststatistikkene og etterfølgende prisstigning, gjør det rimelig å anta at et fiske på en normal bestand av Vossolaks vil representere en årlig omsetning på minst 10 millioner kroner, og det er senere gjort beregninger som tilsier at lokalsamfunnet på Voss årlig taper 20-30 millioner på at Vossolaksen er borte.

2.3 Bestandsutvikling for Vossolaksen i perioden etter fredningen og fram til idag

Etter den dramatiske nedgang i laksefangstene på slutten av 1980-tallet ble situasjonen ansett som så kritisk at Direktoratet for Naturforvaltning vedtok å stenge for all fangst av anadrom laksefisk i vassdraget fra og med 1992. I ettertid har Fylkesmannen i Hordaland åpnet for et avgrenset fiske etter oppdrettslaks, sjøaure og brunaure i deler av vassdraget. Villaksen er derimot fortsatt fredet i hele vassdraget.

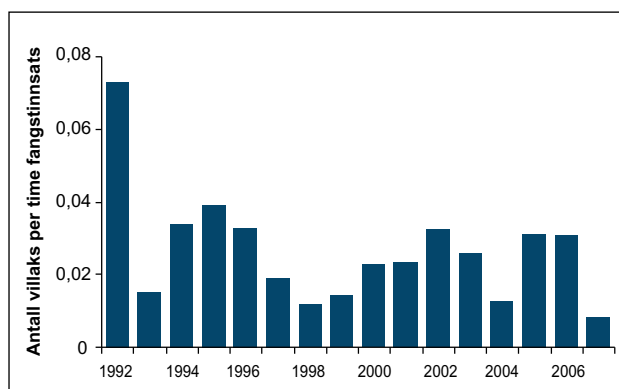
Med fredningen i 1992 opphørte både sjøfiske og fiske av villaks i vassdraget. All innrapportert fangst i de etter-

følgende årene stammer fra sportsfiske etter sjøaure og oppdrettslaks. Denne fangststatistikken kan derfor ikke brukes som et mål på utviklingen i gytebestanden etter fredningen. Voss klekkeri har imidlertid opprettholdt et årlig stamfiske/registreringsfiske etter gytelaks siden høsten 1990 og fangstutviklingen for dette fisket brukes her som et indirekte mål på utviklingen i gytebestanden. I tillegg ble det i årene 2000-2007 gjennomført undersøkelser av gytebestanden basert på fiske med sittetot på Skolmen ved Stamnes, kilenøter i Bolstadfjorden og dykkerregistreringer for å telle gytefisk i vassdraget. Resultatet fra disse undersøkelsene er her brukt for å gi en vurdering av gytebestanden i perioden 2000-2007.

2.3.1 Stamfiske etter laks i perioden 1990-2007

For å få et mål på bestandsutviklingen etter fredningen har vi brukt resultater fra stamfiske etter laks i regi av Voss klekkeri. Ved stamfiske er antall timer fisket med stang eller garn bokført, og dette gir mulighet for å standardisere fangsten pr. tidsenhet (antall villaks fanget pr. time fisket) mellom de ulike årene.

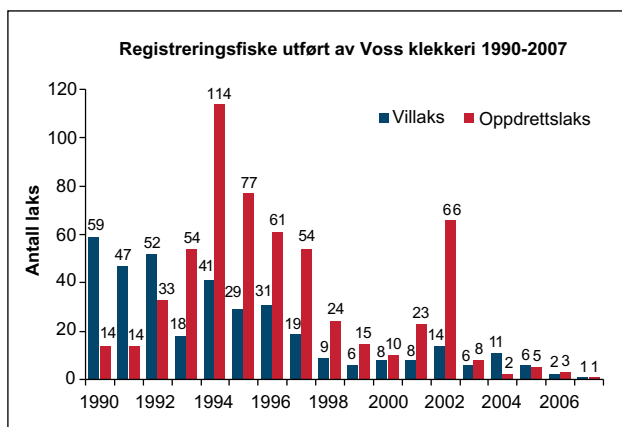
I 1993 ble antall villaks tatt til stamfisk mer enn halvert i forhold til året før, selv om fangsttynnsatsen nær ble doblet (Henden 1997). Det ble ikke ført oversikt over fangsttynnsatsen ved stamfisket i årene før 1992, men nedgangen i 1993 ble helt klart oppfattet som dramatisk (G.O. Henden pers. medd.). Etter 1993 har fangstene ved stamfisket ikke tatt seg nevneverdig opp og det generelle inntrykket fra stamfiske er at gytebestanden av laks har vært unormalt lav fra 1993 og fram til i dag (**Figur 2.7**). Denne situasjonen har vedvart til tross for fredningen som resulterte i stans av alt laksefiske både i sjøen og i ferskvann fra og med 1992. Det faktum at bestanden ikke har tatt seg opp etter fredningen viser at en eller flere faktorer har holdt bestanden nede gjennom hele 1990-tallet.



Figur 2.7. Antall villaks per time fiske med stang og garn etter stamfisk til Voss klekkeri i perioden 1992-2007 (Data fra Geir Ove Henden v/ Voss klekkeri).

Framveksten av oppdrettsnæringen utover på 1980-tallet medførte at rømt oppdrettslaks ble et vanlig innslag i laksebestandene i Hordaland. Etter bestandssammenbruddet i 1988 har antallet villaks i gytebestanden vært lavt og rømt oppdrettslaks har utgjort en urovekkende stor del av gytebestanden. All laks tatt på stamfiske av Voss klekkeri har vært bestemt til villaks eller oppdrettslaks ved avlesning av skjell. Resultatene fra dette fisket viser at rømt oppdrettslaks utgjorde et betydelig innslag av gytebestanden i årene 1990-1992, og at oppdrettslaksen siden 1993 har dominert gytebestanden (**Figur 2.8**). Siden oppdrettslaksen krysser seg med villaks endres bestandens genetiske basis. Dette anses som en alvorlig trussel mot den særegne storlaksstammen og er nærmere omtalt i **kapittel 5**.

Lengdefordelingen av laks tatt på stamfiske i Vossovassdraget viser at de aller fleste oppdrettslaksene har en lengde som varierer fra 65 til 85 cm, mens villfiskene fordeler seg på tert (opp til 65-70 cm, mellomlaks (om lag 75-95 cm) og storlaks (> 95 cm). Oppdrettslaksen skiller seg derfor fra Vossolaksen ved at den sjelden oppnår lengder over 95-100 cm. Lengdefordelingen av villaks blir nærmere diskutert i neste kapittel.



Figur 2.8. Antall villaks og oppdrettslaks tatt ved registreringsfiske/stamfiske i Vossovassdraget i perioden 1990-2007. Figuren er basert på data fra Voss klekkeri v/Geir Ove Henden.

2.3.2 Registreringsfiske med sittenot og kilenot i årene 2000-2007

I samarbeid med lokale krefter ble det utført et registreringsfiske med sittenot v/Skolmen på Stamnes (2000-2003), med kilenot og lakseruse i Bolstadfjorden på strekningen Furnes-Straume (2002-2007), og med kilenot v/Trengereid i Sjørfjorden (2000-2007) (**Tabell 2.1**).

Samlet har registreringsfiske gitt grunnleggende informasjon om gytebestanden og har bare vært mulig fordi det lokalt er lagt ned en svært stor dugnadsinnsats. Registreringsfiske har hatt følgende målsettinger:

- Gi et relativt mål på størrelsen og sammensetningen av gytebestanden av laks som går opp i Vossovassdraget
- Identifisere merket laks som stammer fra yngelutsettinger og smolt satt ut i forsøkssammenheng av Voss klekkeri
- Identifisere og fjerne oppdrettslaks fra gytebestanden



Sittenot ved Stamnes. På 1960-tallet var det 14 sittenøter i drift bare i området rundt Stamnes.

FOTO: BJØRN T. BARLAUP

Tabell 2.1. Oversikt over fangst av innvandrende laks på de ulike lokalitetene. Det er skilt mellom villaks, oppdrettslaks, usikre, sjøaure og regnbueaure. Villaks inkluderer her både naturlig rekruttert laks og fisk med ulik kultiveringsbakgrunn, mens usikre er laks som ut i fra skjellanalysene ikke kunne identifiseres som oppdrettslaks eller villaks.

Lokalitet	År	Redskap (antall)	Fangstperiode	Villaks	Rømt oppdrettslaks	Laks usikre	Sjøaure	Regnbueaure
Trengereid	2000	Kilenot (1)	03.07-01.09	115	95	6	140	93
	2001	Kilenot (1)	01.07-09.09	93	88	5	45	46
	2002	Kilenot (1)	01.07-31.08	60	169	9	65	52
	2003	Kilenot (1)	14.07-30.08	132*	84*			85
	2004	Kilenot (1)	16.07-27.08	72	18	3	11	55
	2005	Kilenot (1)	16.07-29.08	75	32		165	37
	2006	Kilenot (2)	04.06-14.08	96	47	2	39	52
	2007	Kilenot (2)	03.07-31.08	65	41	4	22	165
Stamnes	2000	Sittenot (1)	18.07-25.08	7	20	2	204	
(Skolmen)	2001	Sittenot (1)	02.07-26.08	19	24	5	182	
	2002	Sittenot (1)	24.06-04.09	40	107	6	125	1
	2003	Sittenot (1)	30.06-30.08	41	38	8	99	1
Bolstadfjorden	2002	Lakseruse	01.07-06.09	3	10	0	152	
(Straume- Furnes)	2003	Kilenot (1) + lakseruse (1)	12.06-30.08	25	47	7	144	
	2004	Kilenot (2)	01.06-20.09	49	37	5	127	3
	2005	Kilenot (3) + lakseruse (1)	01.06-13.09	31	21	6	749	1
	2006	Kilenot (3)	26.05-08.09	43	48	5	138	
	2007	Kilenot (3) + lakseruse (1)	30.05-04.10	17	35	1	547	

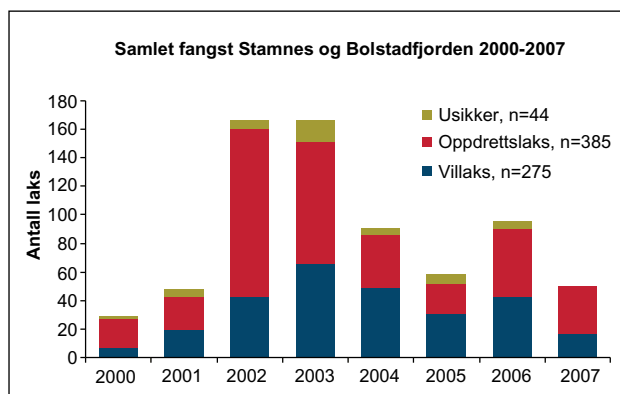
*Ikke kontrollert ved skjellavlesning, tall basert på morfologiske kjennetegn.

Ved fiske ble all fisk artsbestemt, og all innfanget laks ble lengdemålt, tatt skjellprøve av og undersøkt for merker. Laks som ut i fra ytre karaktertrekk ble bestemt til oppdrettslaks ble avlivet mens fisk som ble vurdert som villaks eller mulig villaks ble satt ut igjen. En fordel med notfiske er at laksen generelt fanges på en skånsom måte og kan settes ut igjen uskadet. Skjellprøvene ble senere analysert for med sikkerhet å bestemme den enkelte fisk til oppdrettslaks eller villaks, og for å bestemme laksens sjøalder. Det ble også tatt en vevsprøve fra et utvalg laks for senere genetisk analyse.

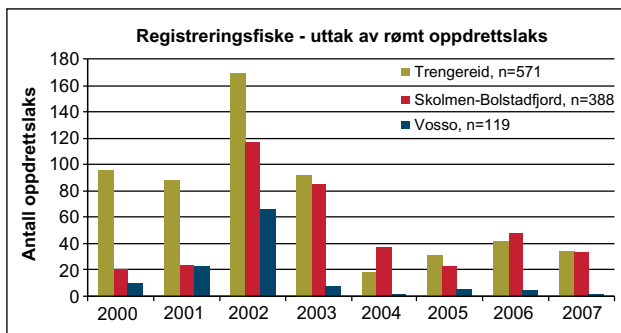
Innslag av rømt oppdrettslaks

Som for registreringsfiske i vassdraget, viser fangstene fra registreringsfisket med sitte- og kilenot i fjordområdene et høyt innslag av rømt oppdrettslaks i hele prosjektperioden. I de indre fjordområdene (Stamnes-Bolstadfjorden) utgjorde rømt oppdrettslaks fra 40 til 74 % av fangstene (snitt 58 %, **Figur 2.9**), og tilsvarende fra 20 til 74 % (snitt 41 %) ved Trengereid. Ved Trengereid har det også blitt fanget et betydelig antall rømt regnbueaure, men innslaget av disse synes å være mindre ved Stamnes-Bolstadfjorden

(**Tabell 2.1**). I løpet av prosjektperioden 2000-2007 har det totalt blitt tatt 1079 rømt oppdrettslaks ved registreringsfiske i vassdraget og med not på de ulike lokalitetene i fjordene (**Figur 2.10**).

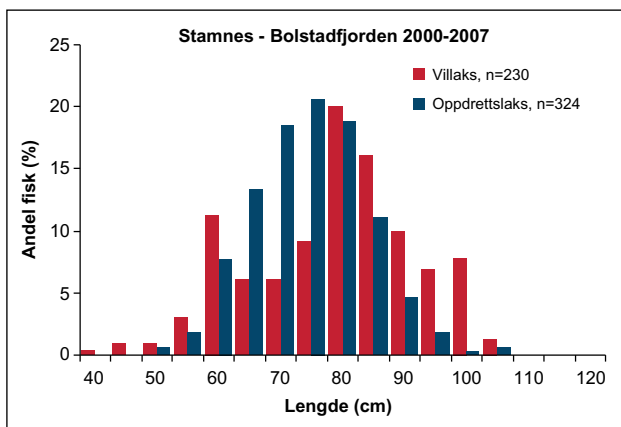


Figur 2.9. Antall laks og andelen av villaks og rømt oppdrettslaks tatt i sittenota på Skolmen og på kilenøtene i Bolstadfjorden under registreringsfiske i årene 2000-2003. Fangsttynnsatsen har økt gjennom perioden.



Figur 2.10. Samlet fangst av rømt oppdrettslaks ved registreringsfiske i vassdraget og med not i fjordområdene i perioden 2000-2007.

Lengdefordelingen av laks tatt i Stamnes-Bolstadfjorden viser at villaks og oppdrettslaks i stor grad overlapper i størrelse, men andelen av storlaks (>95 cm) er dominert av villaks (**Figur 2.11**). Størrelsesfordelingen blant oppdrettslaksen er også mer uniform, mens villaksen har en trimodal fordeling som gjenspeiler oppholdstiden i sjøen før den kommer tilbake for å gyte.



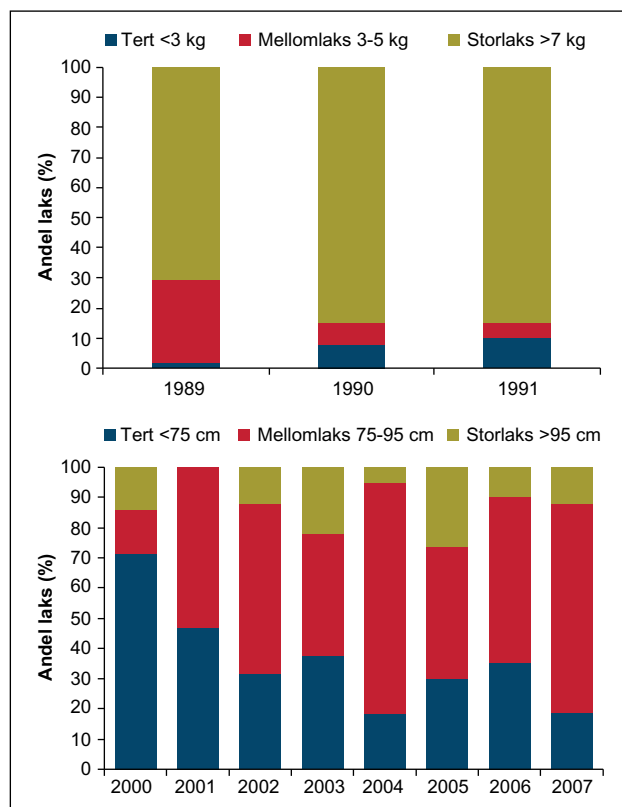
Figur 2.11. Lengdefordeling av villaks og oppdrettslaks tatt ved registreringsfiske ved Stamnes-Bolstadfjorden i årene 2000-2007.

2.3.3 Fangster av villaks

Varierende forhold under fisket og ulike fangsttinningsgjør det vanskelig å bruke fangstene ved registreringsfiske til å direkte sammenligne bestandssituasjonen for villaks mellom år. Fangstene i sitte- og kilenot i Stamnes-Bolstadfjorden synes å samvariere med fangstene på Trengereid og med elvefangster fra regionen for øvrig. Fangstene av villaks i Stamnes-Bolstadfjorden har imidlertid vist en nedadgående trend fra 2003 (**Figur 2.9**), noe som har skjedd til tross for at fangsttinningsgjør har økt utover i perioden (se **Tabell 2.1**). Det er derfor et klart inntrykk at bestandssituasjonen har forverret seg utover i perioden, noe som også gjenspeiles fra registreringsfiske i vassdraget (se **Tabell 2.1**).

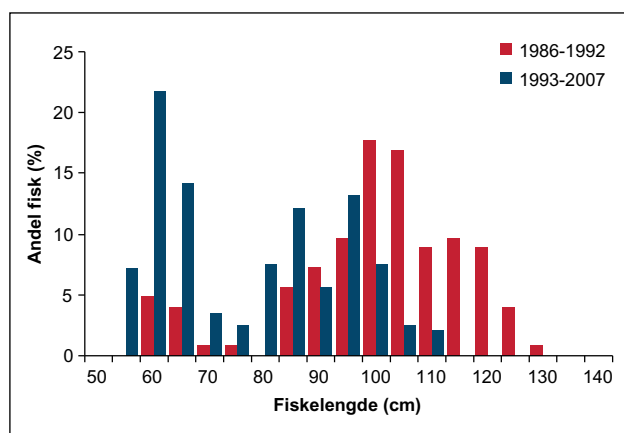
Nivået på fangstene i registreringsfiske sier også litt om hvordan bestandssituasjonen er nå i forhold til tidligere. I sittenota på Skolmen ved Stamnes ble det tatt over i 200 laks i enkelte sesonger og med en fangst på 88 laks i snitt i perioden 1952-1991. På denne tiden konkurrerte sittenota på Skolmen med en rekke sitte- og kilenøter i fjordområdene utenfor. Til sammenligning ble det i 2007 tatt kun 17 villaks på hele 3 kilenøter i Bolstadfjorden.

I løpet av prosjektperioden har en også sett en endring i størrelsesfordelingen i gytebestanden av villaks sammenlignet med tidligere. Tidligere var gytebestanden i stor grad dominert av storlaks som har et sjøopphold på 3 år eller mer, og som dermed oppnår størrelser over 7 kg. Ved fiske på Skolmen i årene 1989-1991 ble det tatt hhv. 50, 37 og 50 storlaks (laks >7 kg) som da utgjorde hhv. 69, 82, og 82 % av fangstene (**Figur 2.12**). Gjennomsnittsvekten på storlaksen tatt på Skolmen i disse tre årene var hhv. 10,2 kg, 11,6 kg og 10,4 kg. I prosjektperioden 2000-2007 utgjorde storlaks (laks >95 cm) i snitt kun 14 % av fangsten ved registreringsfiske ved Stamnes-Bolstadfjorden (**Figur 2.12**).



Figur 2.12. Fordeling av smålaks, mellomlaks og storlaks i fangstene ved sittenota på Skolmen i årene 1989-1991 sammenliknet med villaks fanget ved registreringsfiske med not ved Stamnes-Bolstadfjorden i årene 2000-2007. Merk at de to figurene har ulike kriterier for kategoriene smålaks, mellomlaks og storlaks, der vekt er brukt for perioden 1991-1989 mens lengde er brukt i årene 2000-2003. Dette er gjort fordi det ikke finnes både lengde og vekt for begge periodene. Data fra 1989-1991 er framskaffet av Johannes Gullbrå.

Det relativt lave innslaget av storlaks i årene 2000-2007 gjenspeiler en situasjon som trolig har vært gjeldende siden begynnelsen av 1990-tallet. Resultatene fra stamfiske som har pågått årlig siden 1986 viser at 1992 er siste året det ble tatt mye spesielt stor laks. I 1992 ble det på dette fisket tatt 16 laks større enn 110 cm, mens det i årene 1993 til 2007 totalt bare er tatt 4 laks større enn 110 cm. Når resultatene fra stamfiske i årene 1986-1992 sammenliknes med resultatene fra årene 1993-2007 framgår en tydelig reduksjon i andelen storlaks samtidig som andelen smålaks og mellomlaks har økt (**Figur 2.13**), og dermed at sjøalder ved kjønnsmodning har blitt redusert. Denne utviklingen er ikke særegen for Vossolaksen siden en nedgang i andelen av storlaks synes å være et trekk funnet i flere storlaksbestander i Norge (NOU 1999).



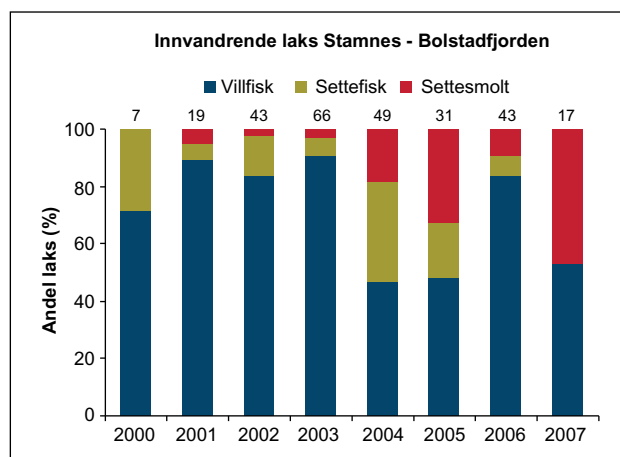
Figur 2.13. Lengdefordeling av villaks tatt ved stamfiske i Vossovassdraget fordelt på årene 1986 til 1992 og årene 1993 til 2007.

Alder og størrelse ved kjønnsmodning er i stor grad genetisk styrt, men påvirkes også av miljøforhold. Det er ikke kjent om den observerte endringen i bestandsstruktur hos Vossolaksen skyldes genetiske endringer, eller om det for eksempel skyldes endrede vekstforhold i havet. Ettersom settefisk med opphav fra levende genbank i Eidfjord synes å ha en lik størrelsesfordeling ved kjønnsmodning som naturlig rekruttert villfisk (se neste underkapittel), kan dette tyde på at alders- og størrelsesfordeling ved kjønnsmodning skyldes endringer i miljøbetingelser. Opprettholdelsen av den særegne storlaksstammen i Vosso er basert på at en livssyklus med et treårig sjøopphold har gitt større suksess i form av antall avkom enn sjøopphold på ett år (smålaks) og to år (mellomlaks). Det er derfor naturlig å reise spørsmålet om forutsetningene for å opprettholde et høyt innslag av storlaks (tresjøvinter laks) er endret etter bestandssammenbruddet i Vosso.

2.3.4 Innslaget av laks som stammer fra utsettinger fra Voss klekkeri

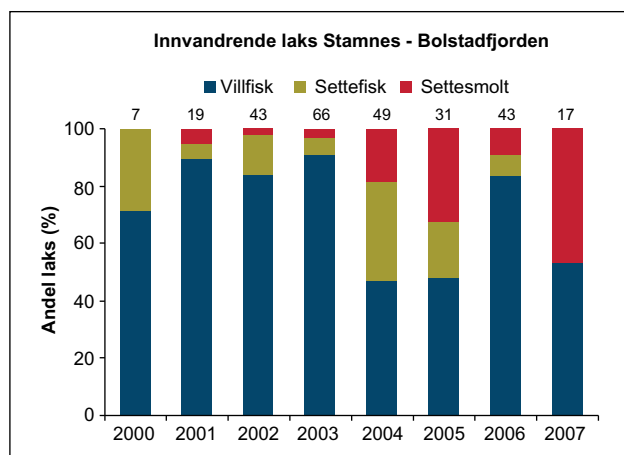
For å styrke laksebestanden i Vossovassdraget har det siden 1990 årlig vært satt ut ensomrig laks i vassdraget. Settefiskproduksjonen har vært basert på materiale fra Vossolaks tilbakeført til Voss klekkeri fra genbanken i Eidfjord. Med tanke på den usikre bestandsstatusen har det vært viktig å måle tilslaget ved bruk av denne kultiveringsstrategien. All settefisk har derfor blitt fettfinneklippet siden 1994, slik at innslaget av settefisk kan tallfestes både i ungfiskbestanden og i gytebestanden. Et viktig delmål for registreringsfisket har derfor vært å undersøke andelen fettfinneklippet fisk i fangstene.

Undersøkelser av ungfisk ved elektrisk fiske om høsten viser at settefisk har utgjort et betydelig innslag i ungfiskbestanden, og i perioden 2001-2007 har settefisken utgjort totalt 24% av utvandrende smolt registrert i smoltfellene. Ved registreringsfiske ved Stamnes-Bolstadfjorden i perioden 2000-2007 ble det tatt totalt 275 villaks. Av disse var 201 naturlig rekruttert villfisk, mens 39 var fettfinneklippet og stammer fra utsettinger av ensomrig settefisk fra Voss klekkeri. De øvrige 35 laksene var gjenfangster av laks satt ut som settesmolt på ulike lokaliteter i forsøks-sammenheng i prosjektet. Dersom en holder gjenfangstene av settesmolt fra forsøkene utenom utgjør settefisken totalt 16 % av innsiget av villaks i årene 2001-2007. Dette viser at tilbakeført materiale fra genbanken, både satt ut som ensomrig yngel og som settesmolt i slepeforsøk, bidrar til gytebestanden (**Figur 2.14**).



Figur 2.14. Oversikt over andel av villaks tatt ved registreringsfiske ved Stamnes-Bolstadfjorden som stammer fra naturlig rekruttert villaks (villfisk), ensomrig settefisk fra Voss klekkeri (settefisk) og smoltutsettinger fra forsøk (settesmolt). Tallet over hver søyle angir det totale antallet fisk undersøkt.

Det er ingen forskjell i størrelsesfordelingen blant settefisk og naturlig rekruttert villfisk (**Figur 2.15**), noe som viser at vekst i havet og alder ved kjønnsmodning er nokså likt mellom villfisk og settefisk. Det synes å være en noe høyere andel av tert og tilsvarende mindre innslag av storlaks blant laks som stammer fra utsetninger fra settesmolt fra forsøkene, noe som trolig skyldes at denne fisken er satt som smolt etter ett år med god vekst i klekkeriet.



Figur 2.15. Fordeling av smålaks, mellomlaks og storlaks blant henholdsvis naturlig rekruttert laks (villfisk), ensomrig settefisk fra Voss klekkeri (settefisk) og gjenfangster av forsøkssmolt (settesmolt). Dataene er for samlede fangster ved registreringsfiske ved Stamnes-Bolstadfjorden i årene 2001-2007. For settesmolt er gjenfangstene ved Trengereid inkludert.

2.3.5 Telling av gytefisk ved dykking i 2000-2007

Gytefisktellingene har blitt utført ved at dykkere m/snorkel driver med strømmen og rapporterer observasjonene til en person på land, eller noterer på vannfaste blokker underveis. For å oppnå et best mulig resultat gjøres registreringene ved lav vannføring. På elvestrekningen ovenfor Vangsvatnet og i Vosso dykker to personer parallelt, mens i Bolstadelva dykker fire personer parallelt. I Teigdalselva blir gytefisktellingene utført under gytetiden for sjøauren, rundt midten av oktober, og her blir hele bredden av elva dekket av en dykker. I 2003, 2004 og 2006 måtte gytefisktellingene avbrytes på grunn av høy vannføring og/eller svært dårlig sikt, og følgelig foreligger det ikke resultater fra gytefisktellingene disse årene.

Antall laks og sjøaure observert under gytefisktellingene i perioden 2000-2007 er gitt i **Tabell 2.2**. Det ble observert betydelig færre laks i 2005 og 2007 enn i årene 2000-2002. Forholdene under gytefisktellingene var noe dårligere i disse to årene, noe som kan ha ført til noe større underestimering av antallet. Det er imidlertid lite tvil om at resultatene gjenspeiler at gytebestanden i de senere årene har blitt ytterligere redusert.

Antall sjøaure som blir registrert varierer til dels svært mye mellom år, noe som i stor grad gjenspeiler tidspunktene for gjennomføring av gytefisktellingene. I slutten av november og ut i desember er gytetesongen over og sjøauren har forlatt gyteplassene. Gytefisktellingene som er gjennomført i september og oktober viser at sjøaurebestanden i vassdraget er nokså tallrik. En del av sjøauren i vassdraget er også storvokst, og av de totalt 1245 sjøaurene som ble sett i hovedvassdraget i 2007 ble hele 284 anslått å være større enn 2 kg.

I så store vassdrag vil resultatene fra gytefisktellingene kun representere et minimumstall på antall laks som står i elva, da en del av fisken kan stå i innsjøene eller på steder i elva hvor dykkerne ikke kan observere dem. En annen ulempe er at det under tellingen bare unntaksvis er mulig å skille mellom rømt oppdrettslaks og villaks. Til tross for disse begrensningene vil tellingene gi grunnleggende informasjon om de relative endringene i størrelsen på gytebestanden mellom år. I tillegg gir registreringene svært nyttig informasjon om gyteområder og i hvor stor grad disse er tatt i bruk. I alle årene er hovedinntrykket at det er unormalt lite laks på elvestrekningene, noe som gjenspeiles ved at det blir observert svært få laks på kjente gyteplasser som ved innløpet til Evangervatnet, utløpet av Flagehølen, utløpet av Seimsvatnet, utløpet av Skurvehølen og Vassenden. Dette inntrykket forsterkes av at det på disse gyteplassene ble observert påfallende få gytegroper.

Tabell 2.2. Antall fisk registrert under gytefisktellinger ved dykking i perioden 2000-2007. I årene 2000-2002 er dykkerregistreringene i hovedvassdraget utført to ganger i løpet av høsten. Resultatene fra månedskiftet november-desember er oppgitt i parentes, og resultatene fra Teigdalselva er tatt med i summen for begge gytefisktellinger. I Teigdalselva gjennomføres gytefisktellinger årlig i september-oktober.

2000	15.09 og 27.11			
	Sjøaure	Smålaks	Mellomlaks	Storlaks
Ovenfor Vangsvatnet	46 (22)	0 (3)	4 (4)	0 (2)
Vosso	155 (131)	26 (21)	13 (17)	1 (1)
Bolstadelva	51 (21)	9 (6)	8 (9)	1 (3)
Teigdalselva (17.10)	602	17	11	0
Sum	854 (776)	52 (47)	36 (41)	2 (6)
2001	21.09 og 30.11			
	Sjøaure	Smålaks	Mellomlaks	Storlaks
Ovenfor Vangsvatnet	134 (9)	11 (5)	7 (15)	1 (0)
Vosso	568 (40)	12 (4)	38 (16)	3 (0)
Bolstadelva	109 (15)	17 (3)	12 (9)	5 (3)
Teigdalselva (19.10)	429	5	16	1
Sum	1240 (493)	45 (17)	73 (56)	10 (4)
2002	23.09 og 26.11			
	Sjøaure	Smålaks	Mellomlaks	Storlaks
Ovenfor Vangsvatnet	231 (42)	6 (12)	15 (21)	1 (9)
Vosso	499 (324)	30 (28)	48 (26)	15 (2)
Bolstadelva	180 (42)	17 (27)	10 (16)	11 (5)
Teigdalselva (09.10)	740	15	11	3
Sum	1650 (1148)	68 (82)	84 (74)	30 (16)
2005	08.12			
	Sjøaure	Smålaks	Mellomlaks	Storlaks
Ovenfor Vangsvatnet	2	2	0	0
Vosso	7	4	3	0
Bolstadelva	1	3	2	0
Teigdalselva (08.10)	502	3	3	0
Sum	512	12	8	0
2007	10.10			
	Sjøaure	Smålaks	Mellomlaks	Storlaks
Ovenfor Vangsvatnet	500	0	0	0
Vosso	594	0	9	0
Bolstadelva	151	1	3	4
Teigdalselva (30.09)	238	0	1	0
Sum	1483	1	13	4

2.4 Samlet vurdering

I en samlet gjennomgang av de biologiske og økonomiske verdiene av Vossolaksen er det i tillegg til fiske i ferskvann, helt avgjørende at resultatene fra sjøfiske tas med i vurderingen. Dette skyldes at de naturgitte forholdene med trange og lange fjorder har gitt grunnlaget for framveksten av en unik fangstkultur basert på sittenøter og kilenøter langs innvandringsveien til Vossolaksen. I årene 1949-1987 ble det fra Vossovassdraget rapportert inn en årlig gjennomsnittlig fangst på 3486 kg (sd=2026), mens tilsvarende gjennomsnittsfangst fra sjøfiske omsatt gjennom Stamnes Handelslag var 7861 kg (sd=3568). Sammenstiltes fangstene fra elve- og sjøfiske i perioden 1949-1987, gir dette en årlig gjennomsnittlig fangst på hele 11310 kg (sd=4843), noe som viser det store potensialet for lakseproduksjonen i Vossovassdraget. I toppårene 1964 og 1980 var de totale fangstene hhv. 24,4 tonn og 20,1 tonn laks. Med en gjennomsnittlig fiskevekt på om lag 10 kg, slik det ble rapportert både fra fangstene i Bolstadelva og fra sjøfiske, vil en årlig fangst på om lag 11 tonn utgjøre om lag 1100 laks. I toppårene 1964 og 1980 tilsier fangstkvantumet at det ble tatt om lag hhv. 2500 og 2000 laks. Likevel er de høye fangsttallene et klart underestimat, siden det samtidig foregikk en betydelig fangst av Vossolaks som ikke er med i beregningsgrunnlaget som her er brukt. Fangststatistikkene viser at den økonomiske verdien av Vossolaksen vil være betydelig gitt en normal bestandssituasjon. Basert på en forventet omsetning på om lag kr. 2000 pr. kilo, som bl.a. ble beregnet for Lærdalsvassdraget i 1999, vil et sportsfiske på en normal bestand av Vossolaks representere en årlig omsetning på minst 10 millioner kroner. Det er senere gjort beregninger som tilsier at lokalsamfunnet på Voss årlig taper 20-30 millioner på at Vossolaksen er borte.

Vurdert ut i fra de ulike fangststatistikkene som foreligger, ser det ikke ut til at det har skjedd noen generell nedgang i fangstene av Vossolaks fra slutten av 1960-tallet og fram til slutten av 1980-tallet. Derimot var nedgangen i elvefangstene fra 1987 til 1988 dramatisk, og vedvarende lave fangster i de etterfølgende årene tilsier at bestandsnedgangen var svært brå og kan betegnes som et bestandssammenbrudd. Nedgangen fra og med 1988 tyder på en unormalt lav smoltproduksjon eller unormalt høy dødelighet for smoltårgangene som gikk ut fra vassdraget fra og med 1985.

Med fredningen av villaksen fra og med 1992 opphørte både ferskvannsfisket og sjøfisket. Resultater fra stamfisket i regi av Voss klekkeri indikerer en ytterligere nedgang i gytebestanden i 1993, da antall villaks tatt på stamfiske ble mer enn halvert i forhold til året før, til tross for at fangstinnnsatsen nær ble doblet. Etter 1993 har de

årlige fangstene ved stamfiske ikke tatt seg nevneverdig opp og det generelle inntrykket fra stamfiske er at gytebestanden av laks har vært unormalt lav fra 1993 og fram til i dag. Det faktum at bestanden ikke har tatt seg opp etter fredningen i 1992 viser at en eller flere faktorer har holdt bestanden nede gjennom hele 1990-tallet.

Gytebestandsmål er nå innført som et forvaltningstiltak for å sikre at laksebestandene ikke beskattes over "bevaringsgrensen", som av den internasjonale laksevernorganisasjonen NASCO defineres som "det uønskede gytebestandsnivået hvor rekrutteringen begynner å avta signifikant". For Vossovassdraget er det foreslått et gytebestandsmål på 422 storlaks. Ut i fra en forventet normal overlevelse fra egg til smolt er det beregnet at en slik gytebestand vil gi en smoltproduksjon på om lag 75 000 smolt. Registreringsfiske i elva og fjordområdene utenfor, samt resultatene fra gytefisketellingene i vassdraget, viser at gytebestanden er langt under dette gytebestandsmålet.

Framveksten av oppdrettsnæringen utover på 1980-tallet medførte at rømt oppdrettslaks ble et vanlig innslag i laksebestandene i Hordaland. Etter bestandssammenbruddet i 1988 har antallet villaks i gytebestanden vært lavt og rømt oppdrettslaks har siden 1993 dominert i stamfiskefangstene. Omfanget av problemet illustreres ved at det totalt i årene 2000-2007 er tatt ut hele 1079 rømte oppdrettslaks ved registreringsfiske i vassdraget og med not på de ulike lokalitetene i fjordene. Siden oppdrettslaksen krysser seg med villaksen endres bestandens genetiske basis. Dette er en svært alvorlig trussel som må håndteres dersom ikke Vossolaksen skal gå tapt.

Ved registreringfiske med nøter i området Stamnes-Bolstadfjorden ble det i årene 2000-2007 tatt totalt 275 villaks. Storlaksen var klart underrepresentert i fangstene i denne perioden sammenliknet med normalsituasjonen. Nivået på fangstene i registreringsfisket viser hvor redusert bestanden er nå i forhold til tidligere. I sittenota på Skolmen ved Stamnes ble det tatt over i 200 laks i enkelte sesonger og med en fangst på 88 laks i gjennomsnitt for perioden 1952-1991. På denne tiden konkurrerte sittenota på Skolmen med over 30 sitte- og kilenøter i fjordområdene utenfor. Til sammenligning ble det i 2007 tatt 17 villaks på tre kilenøter i Bolstadfjorden. Fangstene i 2000-2007 viser derfor at gytebestanden er marginal sammenliknet med normalsituasjonen.

Av den totale fangsten på 275 villaks i årene 2000-2007 var 201 naturlig rekruttert villfisk, mens 39 var fettfinneklippet og stammer fra utsettinger av ensomrig settefisk fra Voss klekkeri. De øvrige 35 laksene var gjenfangster av laks satt ut som settesmolt på ulike lokaliteter i forsøks-sammenheng i prosjektet. Dersom en holder gjenfangstene

av settesmolt fra forsøkene utenom utgjør settefisken totalt 16 % av innsiget av villaks i årene 2001-2007. Dette viser at tilbakeført materiale fra genbanken, både satt ut som ensomrig yngel og som settesmolt i slepeforsøk, bidrar til gytebestanden.

Med sitt lange sjøopphold og store individstørrelse representerer Vossolaksen et ytterpunkt i mangfoldet en finner blant stammer av Atlantisk laks. Størrelsen på Vossovassdraget bidrar også til at Vossolaksen har et uvanlig potensial for stor bestandsstørrelse. Norge er en av de få nasjonene på verdensbasis som fortsatt har mange tallrike laksebestander og har dermed et internasjonalt ansvar for å bevare villaksen. Dette gjelder spesielt storlaksstammer, der Norge har det klart største antallet gjenlevende bestander (Størkensen 1992). Da Villaksutvalget la fram sin utredning, ble det lagt vekt på viktigheten av både å bevare den atlantiske laksen som art, men også å bevare de enkelte bestandene med sine særtrekk (NOU 1999). I denne sammenhengen bør Vossolaksen med sine helt spesielle egenskaper stå i en særstilling.

2.5 Referanser

- Energi- og miljøkomiteen. 2007. Innstilling fra energi- og miljøkomiteen om vern av villaksen og ferdigstilling av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder Innst. S. nr. 183.
- Friedland, K.D., Hansen, L.P. & Dunkley, D.A. 1998. Marine temperatures experienced by postsmolts and the survival of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the North Sea area. *Fisheries Oceanography* 7: 22-34.
- Henden, G.O. 1997. Notat frå Voss klekkeri; spørsmål og vurderingar til rapporten om laksebestanden i Vossovassdraget, utført av Harald Sægrov med fleire. - Voss klekkeri 28. november 1991, 1s.
- NOU. 1999. Til laks åt alle kan ingen gjera. Om årsaker til nedgangen i de norske villaksbestandene og forslag til strategier og tiltak for å bedre situasjonen. Norsk offentlig utredning. 1999. 297s.
- Stortingsproposisjon nr. 32. 2006. Om vern av villaksen og ferdigstilling av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder (2006-2007).
- Størkensen, Ø.R. 1992. Truete arter i Norge. DN-rapport, 1992-6. 89 s.
- Taylor, E. B. 1991. A review of local adaptation in Salmonidae, with particular reference to Pacific and Atlantic salmon. *Aquaculture* 98: 185-207.
- Tveit, L. 2002. Driftsplan for Vossovassdraget.



3 Undersøkelser av ungfiskbestanden og smoltutgangen i Vossovassdraget

Av **Sven Erik Gabrielsen, Helge Skoglund, Bjørn T. Barlaup og Tore Wiers**
LFI-Unifob, Universitetsforskning Bergen

Undersøkelser av ungfiskbestandene av laks og aure i Vossovassdraget stammer i hovedsak fra de årlige undersøkelsene av ungfisktettheter som har pågått siden 1991. I tillegg er det framskaffet viktig informasjon om smoltutgangen i prosjektet som har pågått i perioden 2000-2007. For situasjonen før den dramatiske bestandsnedgangen på slutten av 1980-tallet finnes det svært begrenset informasjon om ungfiskbestandene i vassdraget. Det er derfor ikke mulig å vurdere i hvor stor grad situasjonen har endret seg før og etter bestandssammenbruddet. I dette kapittelet gis en vurdering av ungfiskbestanden i forhold til hvor mye laksesmolt en kan forvente at vassdraget normalt skal kunne produsere. Det er også lagt vekt på å redegjøre for hvor stor gytebestanden av villaks bør være for å realisere vassdragets potensial for smoltproduksjon og hvordan dette målet står i forhold til den fåtallige gytebestanden etter bestandssammenbruddet.

3.1 Materiale og metoder

3.1.1 Overvåking av ungfiskbestanden

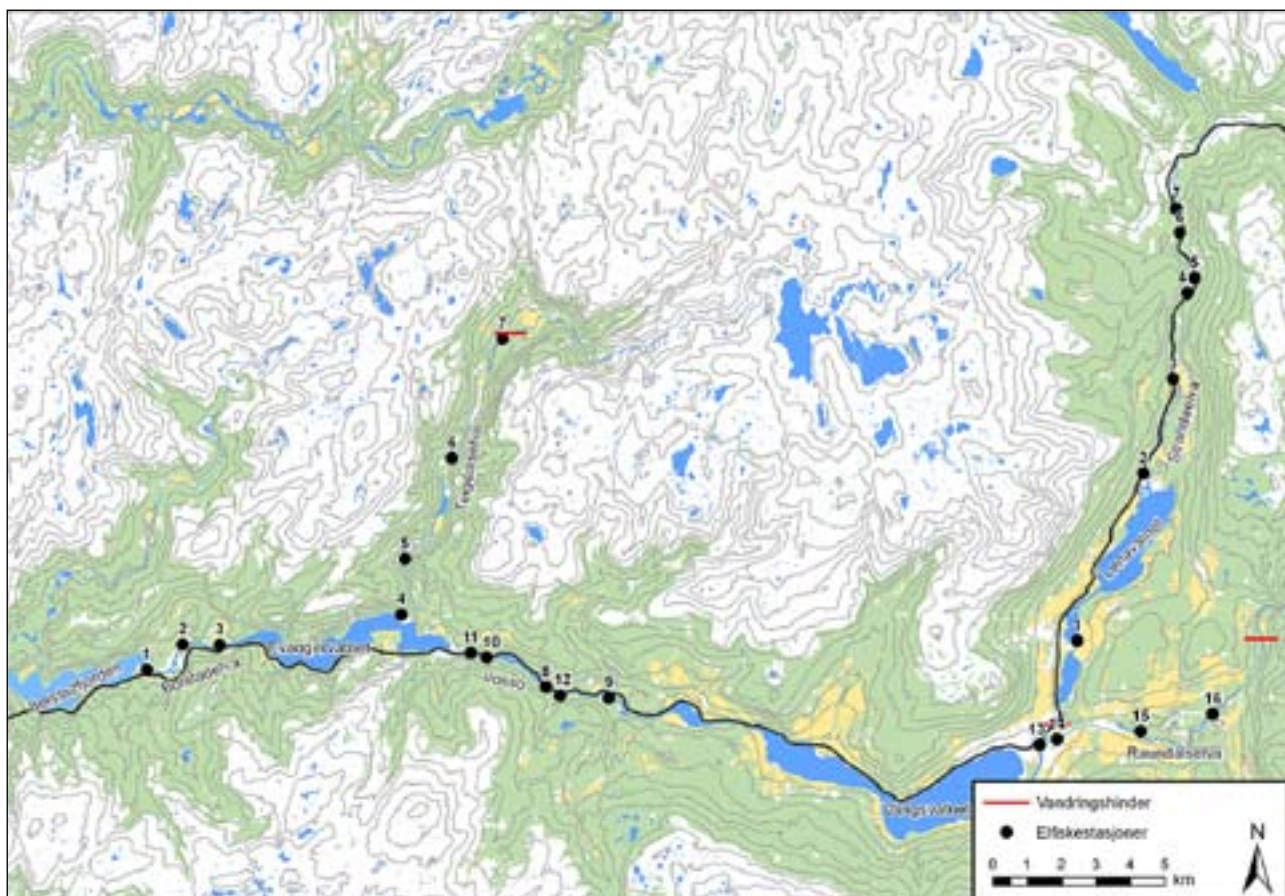
Undersøkelsene av ungfisktetthetene i Vossovassdraget har pågått årlig siden 1991. I perioden 1991-1993 ble undersøkelsene utført i regi av Fylkesmannen i Hordaland (Sægrov *et al.* 1994) og Bergenshalvøens kommunale kraftselskap (BKK) (Fjellheim *et al.* 1994). Fra og med 1994 har undersøkelsene vært utført av LFI på oppdrag fra DN, med den hensikt å overvåke ungfiskbestanden av laks og aure i de ulike delene av vassdraget (Barlaup & Gabrielsen 2007). Fiskeundersøkelsene er basert på et stasjonsnett opprettet i perioden 1991-1993 som inkluderer stasjoner i Bolstadelva, Teigdalselva og Vosso (Fjellheim *et al.* 1994). Dette stasjonsnettet ble utvidet med en sta-

sjon i Vosso oppstrøms Vangsvatnet i 1996, en stasjon i nedre del av Raundalselva i 1997 og to stasjoner i Vosso i 1999 (st. 11 og 12) og 7 nye stasjoner opprettet oppstrøms anadrom strekning i Strandavassdraget i 2000. Sistnevnte utvidelse av stasjonsnettet ble gjort for å følge opp utsetninger av lakseyngel i Strandaelva fra og med 2001.

Stasjonsnettet for det elektriske fiske i Bolstadelva, Teigdalselva, Vosso og strekningene oppstrøms Vangsvatnet er gitt i **Figur 3.1**. Hver stasjon har et areal på 100 m² og blir overfisket 3 ganger i samsvar med standard metode gitt av Bohlin *et al.* (1989). Fisket utføres om høsten, normalt i september eller i oktober.

Basert på lengdefordeling og aldersbestemmelse er det skilt mellom ensomrig og eldre fisk. Frem til og med 1999 ble et utvalg av tosomrige og eldre fisk tatt med for aldersanalyse, mens fra og med 2000 ble all tosomrig og eldre fisk analysert. Tetthetene av ungfisk ble estimert for den enkelte stasjon, og tetthetene for vassdragsavsnittene ble funnet ved å ta gjennomsnittet av tilhørende stasjoner (tetthet 2, Bohlin *et al.* 1989). Stasjonene som ble undersøkt i 1991-1993 kan avvike noe fra stasjonsnettet for resten av perioden.

Som det fremgår av **Tabell 3.1** og **Tabell 3.2**, har Voss klekkeri siden 1990 satt ut laks- og aureyngel og lakserogn i Vossovassdraget. Utsettingene fra Voss klekkeri er basert på rogn fra Vossolaks tilbakeført fra genbanken og utsettingene har vært ansett som et viktig ledd i arbeidet for å gjenoppbygge laksebestanden. Etter 1994 er den ensomrige utsatte laksen merket ved at den er fettfinneklippet. En kan derfor skille mellom settefisk og villfisk i undersøkelsene av ungfiskbestandene, noe som gjør det mulig å vurdere tilslaget for denne kultiveringsstrategien.



Figur 3.1. Kart med stasjonsnett for elektrisk fiske for undersøkelser av ungfiskbestandene i Vossovassdraget.

Tabell 3.1. Utsetting av umerket og merket lakseyngel (0+) i Vossovassdraget i perioden 1990-2007. Våren 2000, 2001, 2002 og 2003 ble det i tillegg satt ut h.h.v. 7 900, 8 450 og 3 200, 5 250 ettårige lakseparr i Bolstadelva. I perioden 2001-2007 er det i gjennomsnitt satt ut ca. 42 000 ensomrig laks årlig i Strandaelva oppstrøms anadrom strekning. I tillegg er det totalt satt ut om lag 46 000 ensomrig laks i Raundaelva oppstrøms Palmafossen i perioden 1990-2007. Data fra Voss klekkeri (Geir Ove Henden, pers. medd.).

År	Bolstadelva Laks (0+)		Vosso Laks (0+)		Teigdalselva Aure (0+)			
	Umerket	Merket	Umerket	Merket	Umerket	Merket	Umerket	Merket
1990	40 000	-	50 000	-	10 000	-	-	-
1991	11 000	-	30 500	-	54 000	-	11 000	-
1992	40 000	-	78 000	-	28 000	-	36 300	10 000
1993	40 000	-	105 000	-	-	-	75 000	-
1994	-	14 500	-	22 000	-	-	25 000	50 000
1995	-	17 500	6000	34 000	-	-	-	45 000
1996	-	26 500	-	35 000	-	-	-	-
1997	-	26 500	-	63 000	-	-	-	-
1998	-	10 000	-	23 000	-	-	-	-
1999	-	28 000	-	60 000	-	-	-	-
2000	-	20 000	-	54 000	-	-	-	-
2001	-	25 000	-	69 000	-	-	-	-
2002	-	20 500	-	48 500	-	-	-	-
2003	-	-	4 400	-	-	-	-	-
2004	-	20 000	13 200	33 800	-	5 200	-	-
2005	-	25 800	-	64 700	-	10 000	-	-
2006	-	23 000	-	58 000	-	10 500	-	-
2007	-	15 000	-	77 500	-	16 500	-	-

3.1.2 Rognplanting som metode for å styrke rekrutteringen

For å styrke rekrutteringen til laksebestanden har det siden 2004 årlig vært plantet ut rogn fra genbanken i Eidfjord. Rognplanting som kultiveringsmetode kan utføres på ulike måter. De vanligste metodene som tidligere har vært brukt er enten å grave rogn direkte ned i elvegrusen, eller å legge dem i bokser eller esker som igjen plasseres ut i elva (Barlaup & Moen 2001). Hvilken metode som er best egnet er avhengig av vassdragsspesifikke forhold. Etter befaringer i Vossovassdraget i 2004 ble det valgt å legge ut rogn i gruskasser. Bruk av kasser gir muligheten for en god fordeling av rogn og vår erfaring fra tilsvarende prosjekter i andre vassdrag tilsier at dette generelt er en god og robust metode. Metoden består i å legge ut rogn på øyerognstadiet i kasser som er fylt med grus og deretter plassert på egnede plasser i elva. Kassene som brukes er perforerte plastkasser (21 cm høy, 40 cm bred og 60 cm lang). Når kassene fylles med grus settes det ned fire drenerør (ca. 20 cm lange) som fører ned i grusen. Rogn helles i porsjoner i hvert av drenerørene, og når så rørene trekkes opp vil grusen rase over og omslutte eggene. Eggene blir da liggende i lommer innimellom grusen som i en naturlig gytegrep. Det er svært viktig at grusen i kassene har riktig kornfordeling. Hvis det er for mye finpartikulært materiale i grusen vil dette føre til dårlig gjennomstrømming og oksygenvikt for eggene, mens for grov grus kan føre til at hulrommene i grusen blir for store og at eggene lekker ut av kassen. Kassene plasseres på steder i elva som på forhånd er vurdert som egnet i forhold til ulike hydrologiske forhold. Dette for å sikre at kassene ikke blir utsatt for tørrlegging, utspyling og/eller sedimentering, og at yngelen har tilgang til egnet habitat etter å ha forlatt kassene. Kassene blir sikret ved å grave dem delvis ned i elvegrusen eller ved å plassere dem mellom større steiner.

I tillegg ble noe av rogn lagt i såkalte Vibertbokser (fult navn er Whitlock-Vibert bokser), som er plastikkbokser (15 cm ´ 9 cm ´ 6 cm) hvor rogn legges i sammen med litt grus (Whitlock 1978). I hver av disse Vibertboksene ble det lagt ut enten 500 eller 1000 øyerogn, som så graves ned i gruskasser eller direkte i elvegrusen.

Overlevelse frem til yngelen kommer opp av grusen ble målt ved å telle antall gjenværende døde rognkorn og plommeseckkyngel i et utvalg av kassene og Vibertboksene. Dette ble gjort etter at all yngelen hadde kommet opp av grusen og forlatt kassene.

All rogn som er tilbakeført fra genbanken er fargemerket, dvs. rogn bades i et fargestoff på øyerognstadiet slik at det avsettes et fargemerke i øresteinen (otolitten). Fargestoffet vil settes av som en farget ring i fiskens ørestein og kan

senere avleses under mikroskop. Veterinærinstituttet (tidligere VESO) har hatt ansvaret for fargemerkingen som ble utført i henhold til standard metode (Moen 1996, 2000). Hensikten med denne merkingen er å senere kunne identifisere fisk som stammer fra rognplantingen. En oversikt over antall rogn som har vært plantet ut i Vossovassdraget i perioden 2004 til 2007 er gitt i **Tabell 3.2**.

Tabell 3.2. Planting av fargemerket lakserogn i Vossovassdraget i perioden 2004-2007.

* I 2006 ble det også lagt ut 29 000 rogn i Bordalselva.

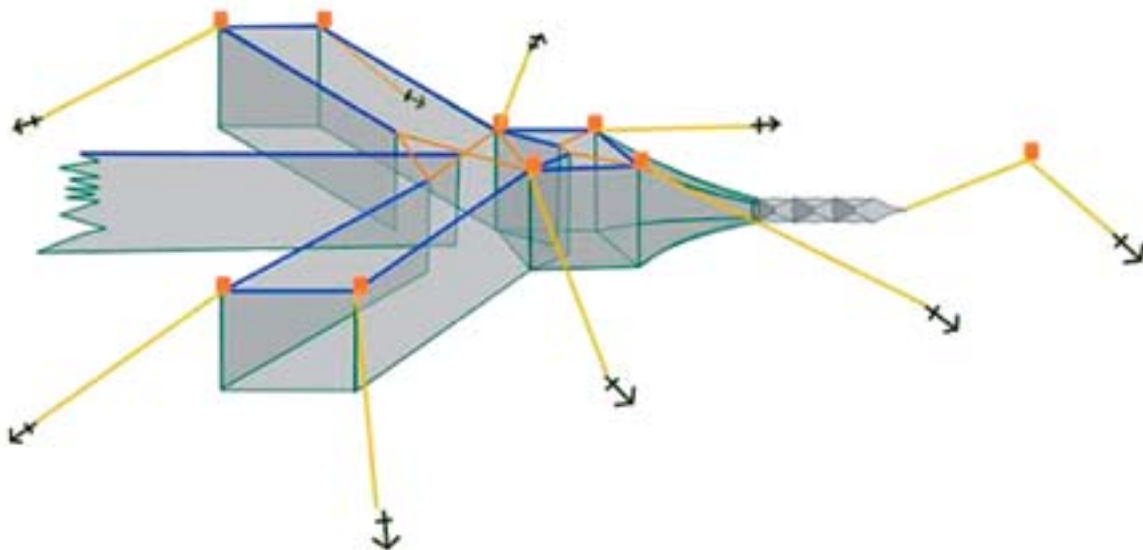
Lokalitet/ År	Bolstadelva	Vosso	Teigdalen	Sum
2004	92 500	92 500	-	185 000
2005	19 500	40 000	-	49 500
2006	96 700	259 900	18 000	403 600*
2007	28 500	8 960	-	37 460

3.1.3 Undersøkelser av smoltutgangen i 2000-2007

I forbindelse med at det ble produsert smolt ved Voss klekkeri, ble det i årene 2000-2007 gjort undersøkelser av smoltutgangen. I de tre første årene ble det benyttet en såkalt River-fishlift for å fange utvandrende smolt. River-fishlift er en fangstinnretning som er utviklet av Havforskningsinstituttet (Holst & McDonald 2000). I 2000 og 2001 ble denne smoltfella satt ut nedstrøms brua på Bolstad i slutten av april, og tatt opp i løpet av første halvdel av juni. I 2002 ble River-fishlift benyttet fram til midten av mai da den ble erstattet med et såkalt smolthjul, som fisket til midten av juni. Smolthjulet er en fangstinnretning som fanger utvandrende smolt ved at smolten går inn i en åpning med et roterende hjul som løfter smolten over i et fangstkammer. I 2003 ble det bare benyttet smolthjul til fangst av smolt i Bolstadelva.

I tillegg til fangster av smolt i vassdraget er det siden våren 2002 benyttet storruser ute i Bolstadfjorden. Storruse er et fangstredskap som normalt benyttes til fangst av aure og røye. For bruk i Bolstadfjorden ble derfor rusene modifisert for fangst av smolt, bl.a. ved å redusere maskevidden i fangstrommet (**Figur 3.2**). I 2002 var begge storrusene plassert ved Furnes. I 2003 og 2004 var en plassert ved Furnes og en ved Trollkona. I 2005 var begge rusene plassert ved Trollkona, mens det ble benyttet en ruse ved Furnes i 2006 og 2007.

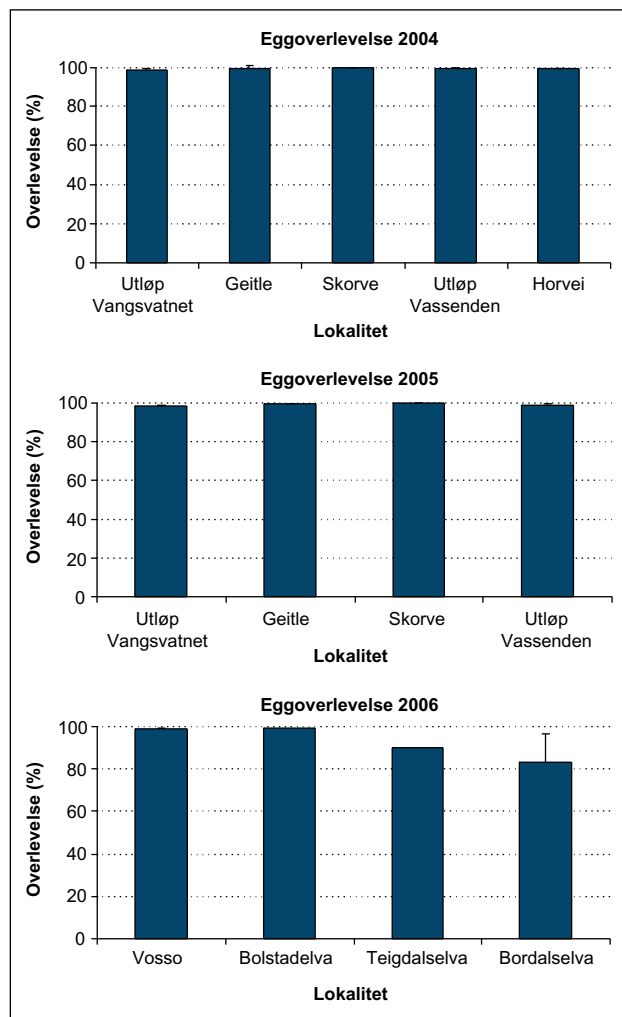
Antall laks- og sjøauresmolt som gikk i smoltfellene ble kontrollert daglig. Innfanget smolt ble overført til et akvarium for identifisering av eventuelle merker. Et utvalg av laksesmolten ble prøvetatt for bestemmelse av lengde, alder og fysiologisk status.



Figur 3.2. Storruse benyttet for innfangning av smolt i Bolstadfjorden i årene 2002-2007. Skisse fra ruseprodusenten Innfisk As på Evje.

3.2 Resultat av rognplantingen utført i årene 2004-2007

Kontroll av eggoverlevelsen ble gjennomført ved å telle opp antall døde rogn gjenværende i gruskassene og/eller Vibertbokser. Eggoverlevelse ble funnet å være gjennomgående høy for de undersøkte lokalitetene i disse fire årene og den gjennomsnittlige eggoverlevelsen var på 99 % (std=2) (**Figur 3.3**). I 2007 ble det funnet et fåtall døde rogn i kassene og som i de to foregående årene ble eggoverlevelsen vurdert som svært god. Imidlertid er erfaringene fra de ulike lokalitetene at enkelte kasser eller Vibert bokser var forsvunnet fra noen av lokalitetene. I tillegg ble det registrert en del utspyling i noen av de kassene som stod igjen. Det er ikke kjent om kassene ble tatt av flom før eller etter yngelen forlot kassene, men om flommen tok kassene før yngelen forlot kassene ville dette medført høy dødelighet. Generelt viser resultatene at rognplantingen fungerer etter hensikten og at det er avgjørende å finne fram til lokaliteter hvor rogn blir liggende også i perioder med flom. Så langt i prosjektet er det opparbeidet viktig kunnskap om disse forholdene og lokalitetene som benyttes i dag er ikke utsatt for utspyling eller tap av kasser. Samlet sett vurderes derfor rognplanting som en egnet metode for tilbakeføring av rognmateriale fra genbanken.



Figur 3.3. Gjennomsnittlig eggoverlevelse med standardavvik basert på telling av gjenværende døde rogn i gruskasser eller Vibertbokser på ulike lokaliteter for rognplanting i Vossovassdraget i 2004, 2005 og 2006.

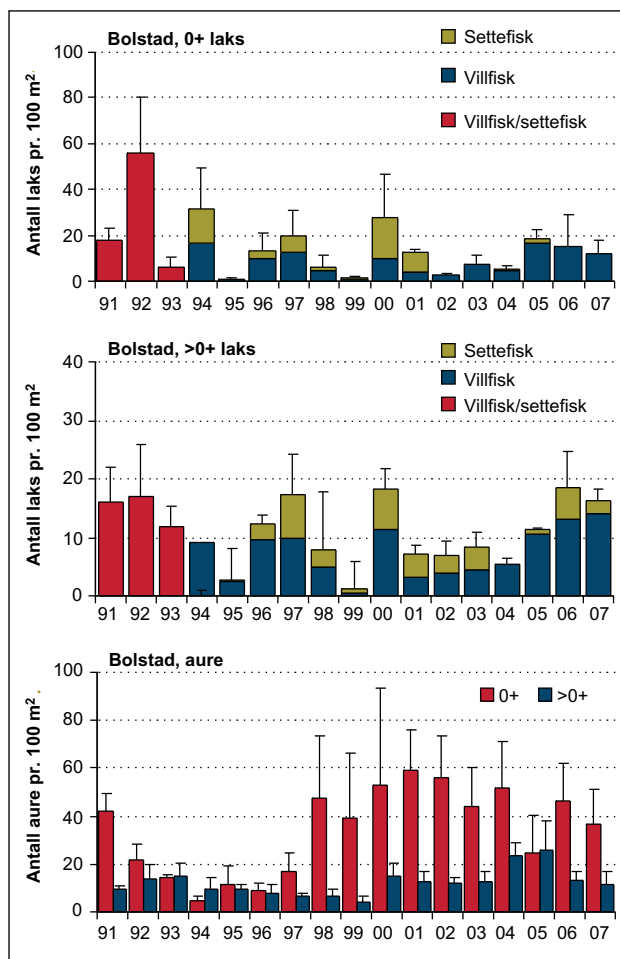
3.3 Tettheter av ungfisk i de ulike vassdragsavsnittene

3.3.1 Bolstadelva

De gjennomsnittlige tetthetene av ensomrige og eldre laks i Bolstadelva for perioden 1991-2007 er vist i **Figur 3.4**. De estimerte tetthetene av ensomrig laks i Bolstadelva har variert mye (1-56 fisk per 100 m²) i perioden 1991- 2007. For flere av årene har tetthetene av naturlig rekruttert laks vært lave, noe som kan tyde på at rekrutteringen har vært begrenset av en lav gytebestand. Tetthetene av tosomrig og eldre laks i Bolstadelva har i hovedsak variert fra 7 til 18 laks per 100 m² i undersøkelsesperioden. Innslaget av settefisk i Bolstadelva har i gjennomsnitt for perioden med utsetninger vært om lag 30 % for ensomrige og 35 % for tosomrige og eldre laks. For andel settefisk i de enkelte årene, se **Tabell 3.3**. Settefisken utgjør dermed en vesentlig del av ungfiskbestanden i Bolstadelva. Unntakene er i 1995 og 2002 da det elektriske fisket ble utført før settefisken var satt ut, og i 2003 da det ikke ble satt ut ensomrig settefisk i Bolstadelva. Andelen av settefisk kan også være underestimert for tosomrige og eldre fisk i 1995, da noen av den tresomrige fisken kan stamme fra umerket settefisk i 1993. Det lave innslaget av ensomrig settefisk fra 2004-2007 skyldes at det har blitt satt ut få eller ingen merket ensomrig laks i denne perioden. Dette medfører også mindre innsalg av settefisk for den eldre laksen.

Det er ingen trender i de gjennomsnittlige tetthetene av verken ensomrige eller eldre laksunger gjennom undersøkelsesperioden (enkle lineære regresjoner, $p > 0,05$). Dersom en analyserer tetthetene på de enkelte stasjonene så er det en signifikant økning tosomrige og eldre ungfisk på en av stasjonene i Bolstadelva (stasjon nr 3. $p = 0,02$), men ingen endringer på de øvrige stasjonene (alle $p > 0,05$).

Da det ikke forekommer utsetninger av aure i Bolstadelva, stammer all auren i elva fra naturlig rekruttering. I motsetning til de varierende tetthetene av lakseyngel synes tetthetene av ensomrig aure i Bolstadelva å være mer stabil. Siden 1998 er det imidlertid registrert en markert økning i forhold til tidligere år (**Figur 3.4**). Tetthetene av tosomrig og eldre aure har variert fra om lag 5 til 15 fisk per 100 m² i undersøkelsesperioden. Det er en signifikant økning av gjennomsnittlig tettheter av ensomrig aure i Bolstadelva i undersøkelsesperioden (lineær regresjon, $p = 0,02$). Gjennomsnittlige tettheter av tosomrig og eldre ungfisk av aure viste en også en økende trend, men sammenhengen var ikke signifikant ($p = 0,06$).



Figur 3.4. Gjennomsnittlige tettheter med standard feil for ensomrige (0+) og eldre (>0+) laks- og aureunger i Bolstadelva i perioden 1991-2007.

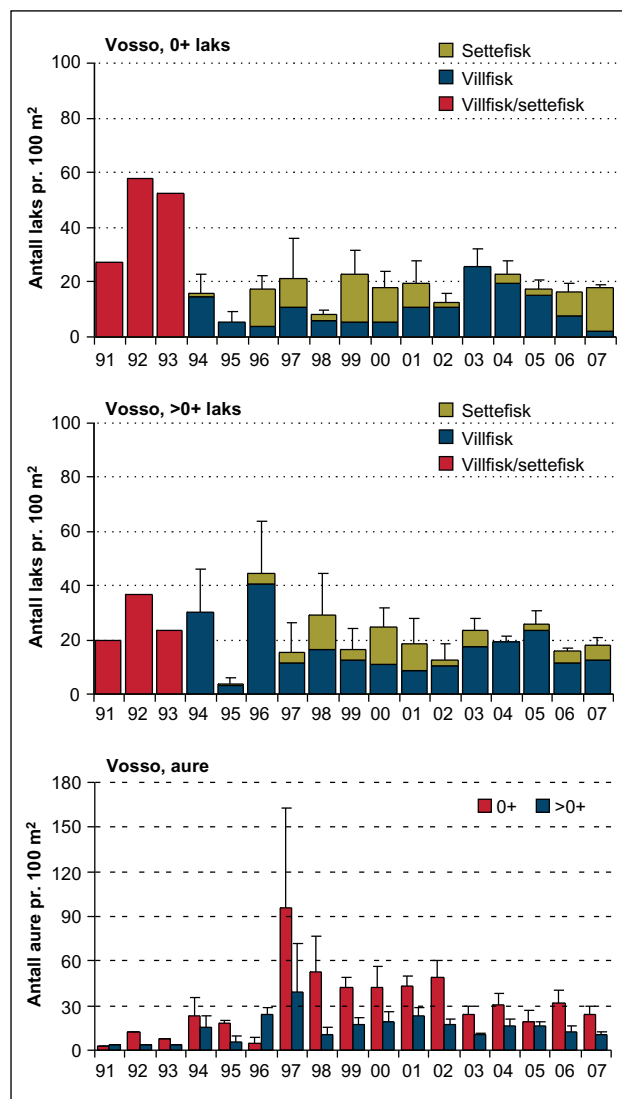
Tabell 3.3. Andel settefisk av laks i prosent (%) i Bolstadelva i perioden 1994-2006. Undersøkelsene ble utført før settefisken ble satt ut i 1995 og i 2002, samt at det ikke ble satt ut merket laks i 2003.

År	Årsyngel (0+)	Eldre laks (> 0+)
1994	47	
1995	--	13
1996	28	23
1997	38	43
1998	20	37
1999	50	67
2000	63	38
2001	68	55
2002	--	43
2003	--	48
2004	7	--
2005	12	6
2006	0	28
2007	0	13
Gjennomsnitt	30 %	35 %

3.3.2 Vosso

De gjennomsnittlige tetthetene av ensomrige og eldre lakseunger i Vosso mellom Evangervatnet og Vangsvatnet er vist i **Figur 3.5**. De høyeste tetthetene av ensomrig laks ble funnet i årene 1992 og 1993, da tetthetene oversteg 50 per 100 m². For årene 1994-2007 har tettheten av ensomrig laks vært lavere og har variert fra 6 til 26 fisk per 100 m². Stasjonsnettet i årene 1991-1993 kan derimot variere noe fra årene etter, da ungfiskundersøkelsene i disse årene ble utført av Fylkesmannen i Hordaland. Den observerte nedgangen i tetthetene fra 1993 til 1994 representerer derfor ikke nødvendigvis en reell endring i ungfiskbestanden. Tettheten av tosomrige og eldre lakseunger har variert fra om lag 15 til 45 fisk per 100 m², med unntak av 1995 da tettheten var 4 per 100 m². Innslaget av settefisk i Vosso har i gjennomsnitt for perioden med utsetninger vært om lag 47 % for ensomrige og 28 % for tosomrige og eldre laks. For andel settefisk i de enkelte årene, se **Tabell 3.4**. Et unntak er igjen 1995 og 2002, da undersøkelsene ble gjort før settefisk ble satt ut. Også her kan andelen av settefisk blant eldre fisk også være underestimert for tosomrige og eldre fisk i 1995, da noen av den tresomrige fisken kan stamme fra umerket settefisk i 1993. I 2003 var ikke settefisk merket, men andelen settefisk ville nok allikevel ha vært lavt pga. det lave utsettingstallet dette året (se **Tabell 3.1**). Videre ble ikke all settefisk merket i 2004, slik at andelen settefisk dette året også er noe underestimert. Videre vil dette ha betydning for eldre årsklasser av laks i 2005 og 2006. Samlet viser resultatene at det gjennomgående blir funnet stabilt høyere tettheter av laks på stasjonsnettet i Vosso sammenliknet med Bolstadelva, og at settefisk utgjør en betydelig andel av ungfiskproduksjonen.

Ser en undersøkelsesperioden under ett så er det ingen trender i tetthetene av verken ensomrige eller eldre ungfisk av laks i Vosso (enkle lineære regresjoner, $p > 0,05$). Analyser på stasjonsnivå viser at det har vært en signifikant økning av tosomrig og eldre ungfisk av aure på en av stasjonene på vassdragsavsnittet (stasjon 10, $p = 0,03$), men ingen signifikant endring på noen av de øvrige stasjonene.



Figur 3.5. Gjennomsnittlige tettheter med standard feil for ensomrige (0+) og eldre (> 0+) lakse- og aureunger i Vosso i perioden 1991-2007.

Tetthetene av ensomrig aure på stasjonene i Vosso har vært stabilt høyere i årene 1997-2006 (20-96 per 100 m²) sammenliknet med årene 1991-1996 (5-23 per 100 m², **Figur 3.5**). Tettheten av tosomrig og eldre aure viser også den samme utviklingen, med stabilt høyere tettheter i årene fra og med 1996 sammenliknet med årene 1991-1995, men ingen signifikant trend når en ser perioden under ett (enkle lineære regresjoner, alle $p > 0,05$).

Tabell 3.4. Andel settefisk laks i prosent (%) i Vosso i perioden 1994-2006. Undersøkelsene ble utført før settefisken ble satt ut i 1995 og i 2002, samt at det ikke ble satt ut merket laks i 2003.

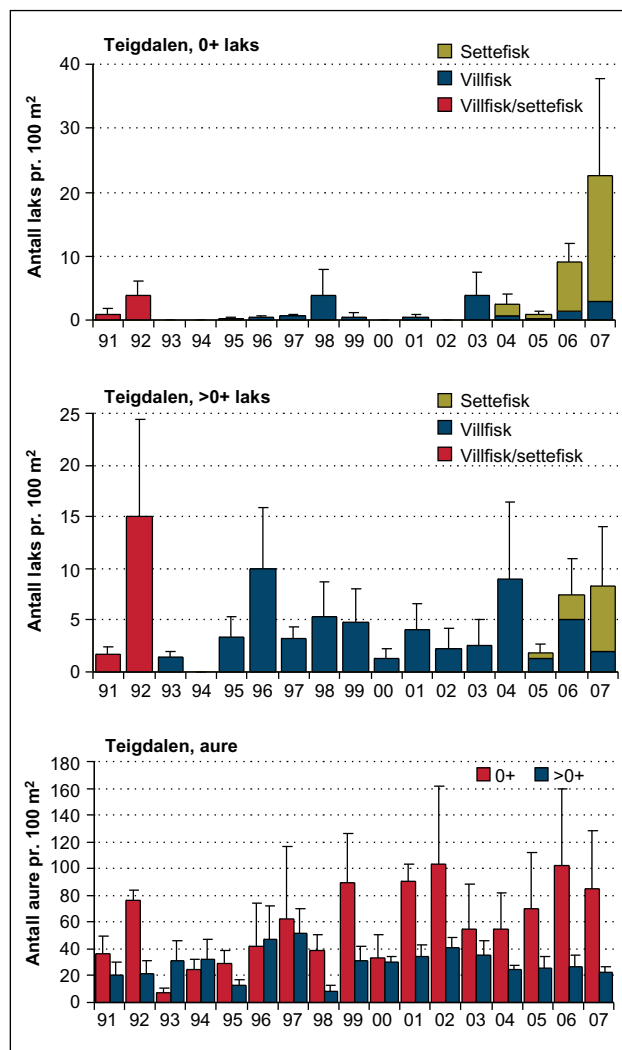
År	Årsyngel (0+)	Eldre laks (> 0+)
1994	8	--
1995	--	12
1996	78	9
1997	48	26
1998	27	44
1999	76	23
2000	69	56
2001	45	54
2002	--	18
2003	--	26
2004	15	--
2005	13	9
2006	55	30
2007	88	31
Gjennomsnitt	47 %	28 %

3.3.3 Teigdalselva

Tettheter av ungfisk av laks og aure i Teigdalselva er vist i **Figur 3.6**. I perioden 1991-2007 har det blitt registrert svært lave tettheter av både ensomrig laks (0-9 per 100 m²) og tosomrig og eldre laks (0-15 per 100 m²), og det er ingen trender i tetthetene gjennom perioden (lineære regresjoner, $p > 0,05$). De lave tetthetene skyldes i hovedsak at en bare finner naturlig rekrutterte lakseunger på de to nederste av de totalt fire stasjonene i Teigdalselva. Den begrensede utbredelsen av naturlig rekruttert laks i Teigdalselva stemmer overens med dykkerregistreringene, der observasjonene av gytelaks nesten uten unntak blir gjort i nedre del av Teigdalselva (nedstrøms Mestadvatnet). I 1992 ble det funnet 15 tosomrig og eldre laks, men resultatet gjenspeiler trolig et høyt innslag av settefisk. Utsettingene av laks i Teigdalselva som opphørte i 1992, startet opp igjen i 2004 (**Tabell 3.1**). Det er siden den gang registrert laks på alle stasjonene og innslaget av ensomrig settefisk har vært på mellom 70-90 %. Innslaget av settefisk blant eldre laks har vært på ca. 30 % i 2005 og 2006, mens dette tallet steg til over 70 % i 2007.

I motsetning til laksen er auren godt representert i hele den anadrome delen av Teigdalselva. De gjennomsnittlige tetthetene av ensomrig aure varierer fra 7 til over 90 fisk per 100 m² og har økt gjennom perioden (lineær regresjon, $p < 0,05$), mens tettheten av tosomrige og eldre aure i hovedsak er stabile med mellom 20 til 40 individer

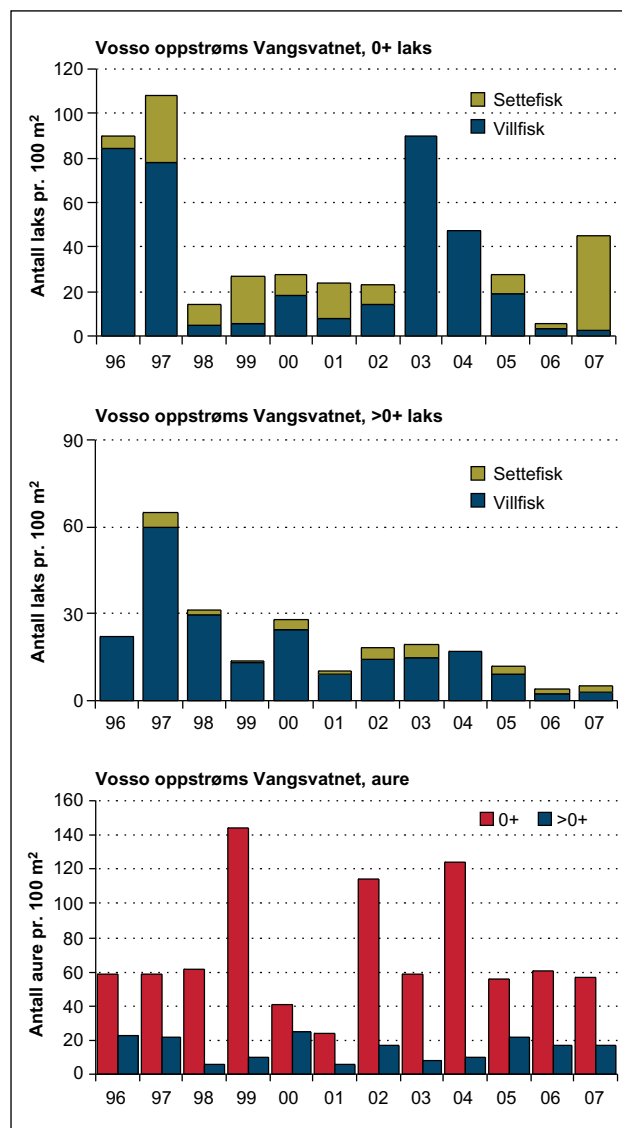
per 100 m² ($p > 0,05$, **Figur 3.6**). Siden 2001 har tetthetene av ensomrig aure vært over 50 individer pr. 100 m². Tetthetene av aure i første del av perioden er påvirket av utsettinger av ensomrig settefisk. Etter 1995 er det ikke satt ut aure i Teigdalselva. Tetthetene har ikke avtatt etter at utsettingene opphørte og resultatene tyder på gode rekrutteringsforhold for aure i Teigdalselva.



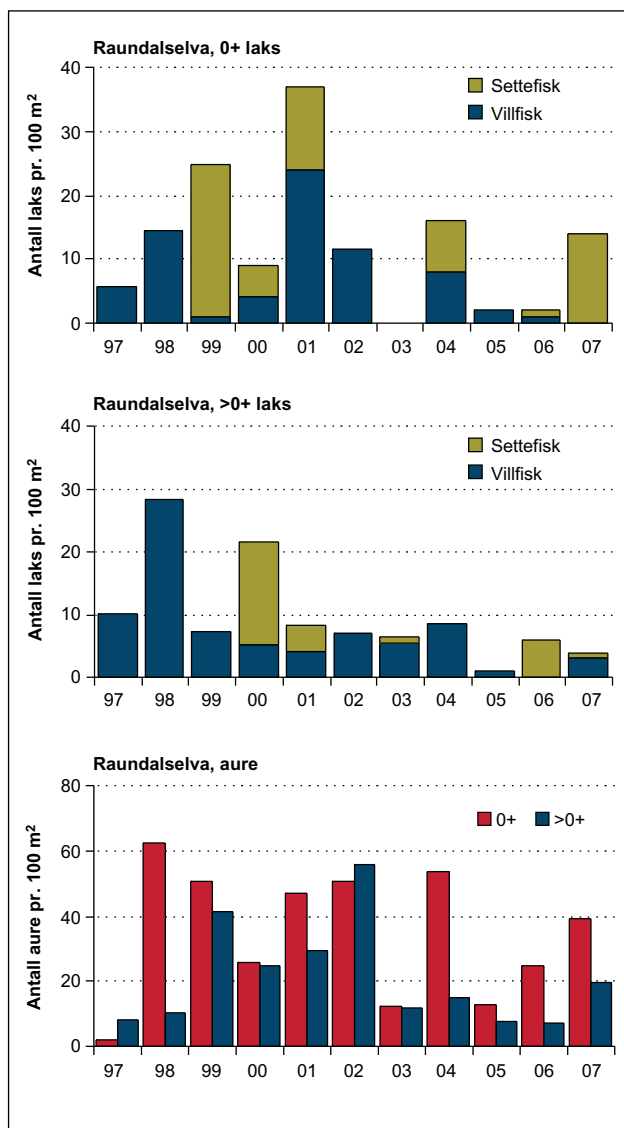
Figur 3.6. Gjennomsnittlige tettheter med standard feil for ensomrige (0+) og eldre (> 0+) laks- og aureunger i Teigdalselva i perioden 1991-2007.

3.3.4 Strekningene oppstrøms Vangsvatnet

Tettheter av laks og aure funnet på stasjonen lokalisert i Vosso på strekningen mellom Vangsvatnet og samløpet mellom Strandaelva og Raundalselva (st.13) er vist på **Figur 3.7**. Det er funnet varierende tettheter av ensomrig laks på denne stasjonen fra 6 til 108 per 100 m², men ingen trend gjennom perioden (lineær regresjon, $p > 0,05$). Innslaget av settefisk oppstrøms Vangsvatnet har i gjennomsnitt for perioden med utsetninger vært om lag 41 % for ensomrige og 17 % for tosomrige og eldre laks. Tetthetene av tosomrige og eldre laks har variert fra 65 per 100 m² i 1997 til 4 per 100 m² i 2006, og viser en signifikant nedgang gjennom perioden ($p < 0,05$). Tettheten av ensomrig aure har generelt vært høy, mens tettheten av eldre aure har variert fra 6 til 25 per 100 m² i undersøkelsesperioden. Tetthetene av ensomrig og eldre aure viser ingen endring gjennom undersøkelsesperioden. Samlet tilsier resultatene at det er produksjon av både laks og aure på strekningen fra Vangsvatnet og opp til samløpet mellom Strandaelva og Raundalselva.



Figur 3.7. Tettheter for ensomrige og eldre laks og aure på stasjonen i Vosso mellom Vangsvatnet og samløpet mellom Strandaelva og Raundalselva.



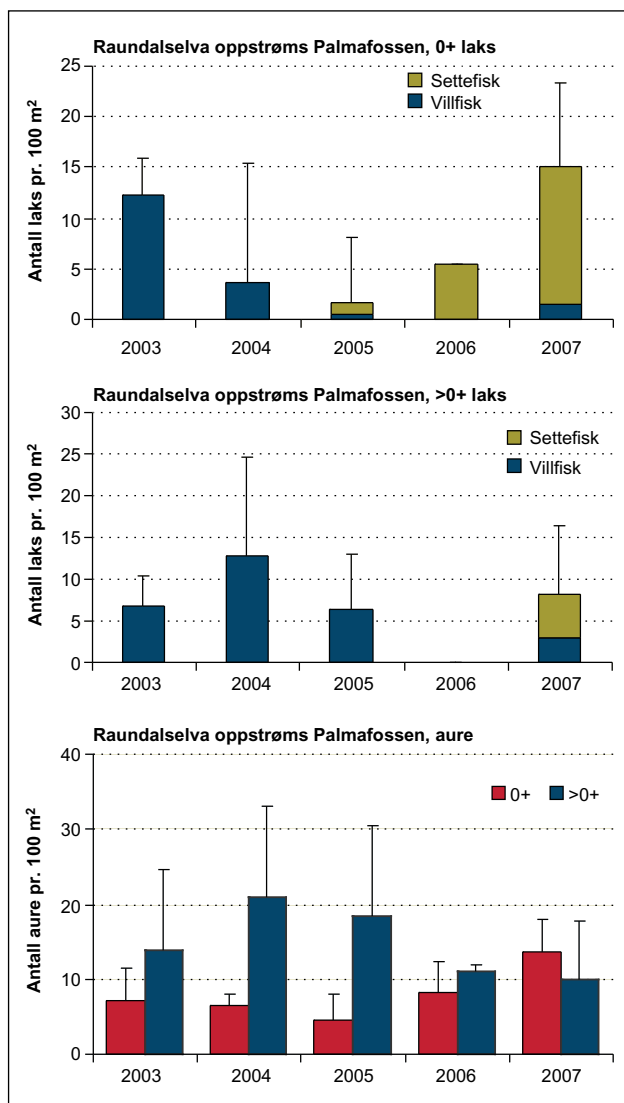
Figur 3.8. Tettheter for ensomrige og eldre laks og aure i Raundalselva.

På stasjonen i nedre del av Raundalselva har tetthetene av ensomrig laks variert fra 0 til 37 per 100 m², og fra 1 til 28 per 100 m² for tosomrige og eldre laks (**Figur 3.8**). Innslaget av settefisk i Raundalselva har i gjennomsnitt for perioden med utsetninger vært om lag 35 % for ensomrige og 27 % for tosomrige og eldre laks. Tetthetene av ensomrig aure har i den undersøkte perioden variert fra 2-63 per 100 m², mens tetthet av tosomrig og eldre har variert mellom 7-63 per 100 m². Det er ingen signifikante trender i tettheter for verken laks eller aure i undersøkelsesperioden (lineære regresjoner, $p > 0,05$).

3.3.5 Strekningen oppstrøms Palmafossen

Raundalselva vurderes som relativt kald og næringsfattig i forhold til de andre anadrome elvestrekningene i vassdraget. Resultatene fra det elektriske fisket viser at det forekommer rekruttering av både laks og aure på den nederste delen av elvestrekningen. I Palmafossen i nedre del av Raundalselva, ble det på slutten av 1950-tallet bygd laksetrapp for at laksen skulle kunne utnytte strekningen ovenfor fossen. Denne trappa ble restaurert på slutten av 1980-tallet. Ved elektrisk fiske ovenfor trappa i 1993 ble det registrert noen få laksunger som ble vurdert til å være settefisk (Sægrov et al. 1994). Sporadisk elektrisk fiske utført av Voss klekkeri på strekningen senere på 1990-tallet ga ingen eller få laksunger. Dette tyder på at svært få laks har vandret opp laksetrappa i Palmafossen eller at egg- og yngelstadiene har hatt dårlig overlevelse. Da det elektriske fisket ble tatt opp igjen i 2002, ble det for første gang påvist naturlig rekrutterte laks som stammet fra flere årsklasser på strekningen oppstrøms trappa (G.O. Henden, Voss klekkeri pers. medd., LFI upubliserte data). Dette er interessante observasjoner, siden den ca. 7-8 km lange strekningen tilgjengelig for laks ovenfor Palmafossen i Raundalselva trolig har et betydelig produksjonspotensial for laks. Med denne bakgrunn ble det opprettet to stasjoner for elektrisk fiske på strekningen i 2003.

De estimerte tetthetene av ensomrig laks i Raundalselva oppstrøms Palmafossen har variert fra 15,1 til 1,6 fisk pr. 100 m² i perioden 2003-2007 (**Figur 3.9**). Usettingene av laks startet opp igjen i 2005. Det ble fanget 2 settefisk i 2005 mens all laks fanget på stasjonene i 2006 var settefisk. Tetthetene av eldre laks har variert fra 0,0 til 13 fisk pr. 100 m² i samme periode (**Figur 3.9**). Det er kun registrert eldre settefisk av laks i 2007. Resultatene viser at laksen har tatt i bruk denne strekningen de siste årene, men at tetthetene av naturlig rekrutterte eldre laks er lave. Tettheten av ensomrig aure funnet i perioden 2003-2007 har vært på mellom 5 og 14 fisk pr. 100 m² (**Figur 3.9**). Tetthetene av eldre aure har vært høyere enn laks, og har i de fire undersøkelsesårene vært over 10 fisk pr. 100 m² (**Figur 3.9**).

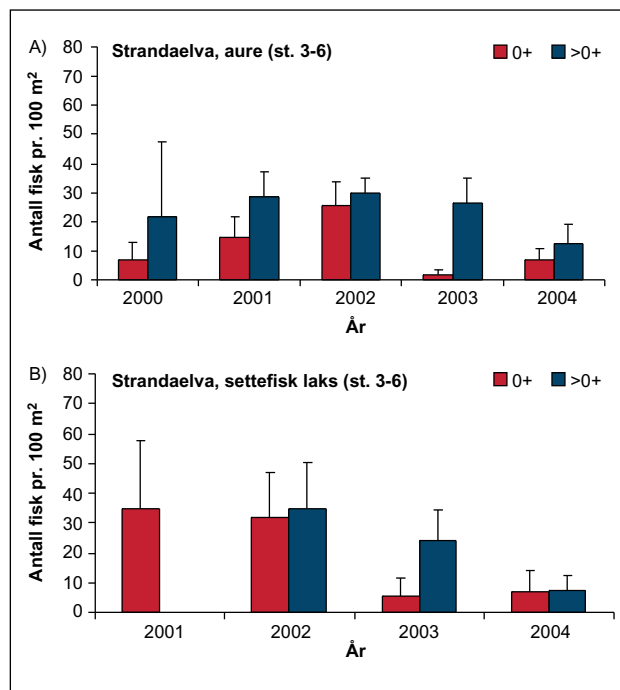


Figur 3.9. Tettheter for ensomrige og eldre laks og aure oppstrøms Palmafossen i Raundalselva.

3.3.6 Strandavassdraget oppstrøms Voss

Høsten 2000 ble sju stasjoner for elektrisk fiske etablert på strekningen oppstrøms vandringshinderet i Strandavassdraget. Dette ble gjort for å ha et referansemateriale i forhold til utsetting av ensomrig laks på strekningen fra og med 2001. Det er ikke registrert store forskjeller i tetthetene av tosomrig og eldre aure før og etter utsetting av laks, mens tettheten av ensomrig aure har variert mer, med tettheter mellom 2 og 26 fisk per 100 m² (**Figur 3.10**). Gjenfangster fra utsatt laks er gjort på fire av de syv stasjonene som ligger i tilknytning til utsettingsområdet. Den gjennomsnittlige tettheten av ensomrig settefisk av laks på disse fire stasjonene ble funnet å være relativt høy med over 30 fisk per 100 m² i 2001 og 2002, mens tetthetene av eldre laks i 2002 og 2003 var hhv. 35 og 23,9 fisk per 100 m² (**Figur 3.10**). Det ble kun satt ut 6

100 ensomrig laks i 2003 noe som resulterte i et lavt antall ensomrig laks (5,8 fisk per 100 m²) registrert høsten 2003 og eldre laks i 2004 (7,2 fisk pr. 100 m²). I 2005 ble det ikke utført undersøkelser, mens det i 2006 ble gjennomført et begrenset kvalitativt fiske på stasjonene hvor det blir satt ut laks. Det ble da fisket over et område på totalt ca. 900 m². På det kvalitative fiske i 2006, ble det fanget totalt 80 aure, fordelt på 10 ensomrige og 70 eldre individer. Tilsvarende ble det fanget 68 laks, fordelt på 16 ensomrige og 52 eldre individer.



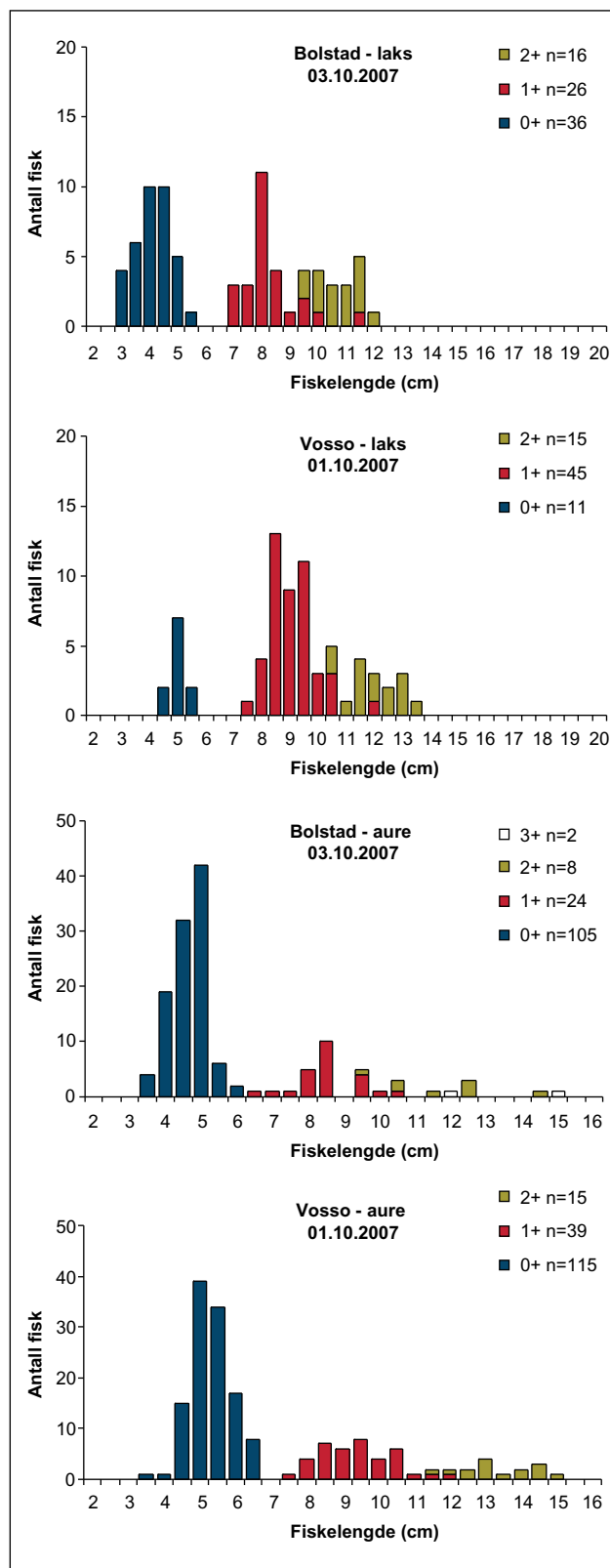
Figur 3.10. Gjennomsnittlige tettheter med standardfeil for A) resident aure og B) ensomrige og eldre settefisk av laks på stasjonene oppstrøms anadrom strekning i Strandaelva. Tetthetene er gjennomsnitt fra de fire stasjonene på strekningen hvor det ble satt ut laks.

Ved å sette ut laks ovenfor anadrom strekning i Strandaelva unngår en at ungfisken må konkurrere med avkom fra oppdrettslaks og naturlig rekruttert laks. Med tanke på det store arealet dette vassdragsavsnittet utgjør og de gode vekstforholdene pga. gunstige temperaturforhold, ligger forholdene her godt til rette for en betydelig smoltproduksjon. Utsettingene her er derfor et viktig tiltak for å bevare Vossolaksen.

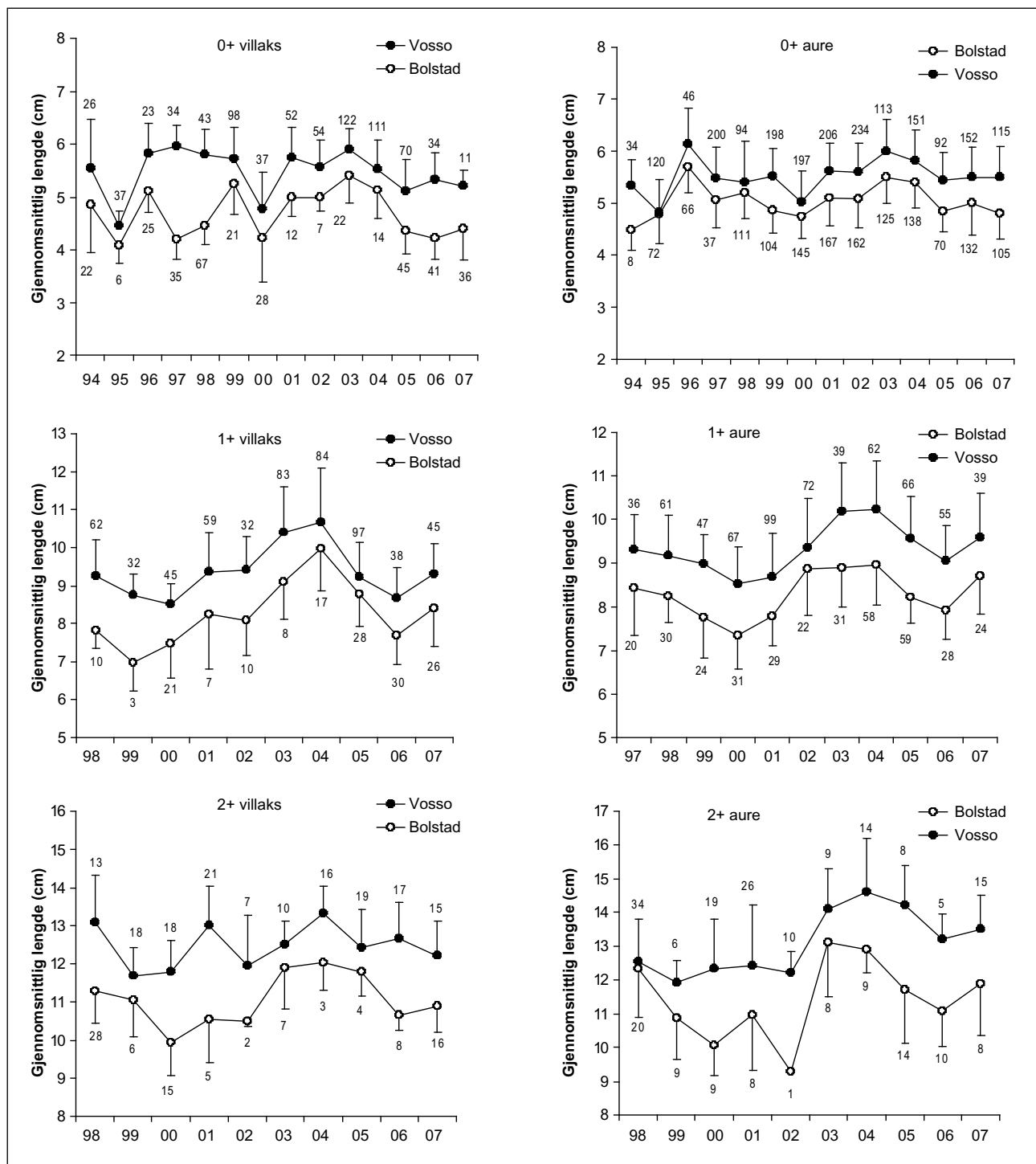
3.4 Lengde og aldersfordeling hos ungfisk i Vossovassdraget

Med få unntak blir det på de undersøkte stasjonene funnet tre aldersklasser av ungfisk; ensomrige, tosomrige og tresomrige fisk. Fraværet av fireårig og eldre fisk skyldes i hovedsak at mesteparten av ungfisken har smoltifisert etter tre somre i elva (Barlaup & Gabrielsen 2000, 2002, 2003). I grove trekk skilles de ulike årsklassene ved at de har ulike lengdefordelinger, selv om de kan overlappe noe i størrelse (**Figur 3.11**).

Veksten hos ungfisken varierer noe både mellom år og mellom de ulike elvestrekningene. Dette skyldes variasjon i en rekke forhold som bla. kvaliteten på tilgjengelig habitat og næring, temperatur og konkurranseforhold. En faktor som påvirker vekstforholdene er Evanger-reguleringen, som har medført at sommertemperaturen i Bolstadelva er lavere enn i Vosso. Denne temperaturendringen har bidratt til at fiskens vekst er lavere i Bolstadelva enn i Vosso, noe som fremgår av **Figur 3.12**. Gjennomsnittslengden på ungfisk i alle aldersklasser er kortere i Bolstadelva enn i Vosso. Denne forskjellen viste seg også å være statistisk signifikant for både aure og laks i alle aldersgrupper, og når gjennomsnittslengdene på de to elvestrekningene ble testet med en parret t-test ($p < 0,05$). Lengdene innen samme elvestrekning ser ut til å variere noe mellom år, noe som kan skyldes at fisken opplever ulike vekstforhold i ulike år, men noe av variasjonen kan også skyldes at undersøkelserne ble foretatt til ulike tidspunkt mellom år. Også forskjellen i lengde mellom Vosso og Bolstadelva varierer mellom år (**Figur 3.12**).

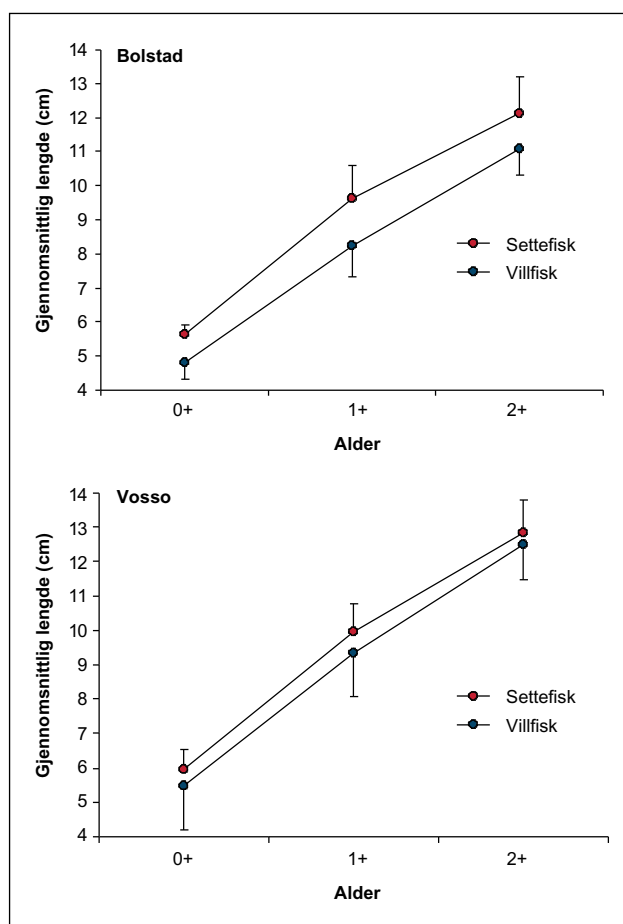


Figur 3.11. Lengdefordeling hos ungfisk av naturlig rekrutterte laks og aure i Bolstadelva og Vosso høsten 2007.



Figur 3.12. Gjennomsnittlige lengder med standardavvik hos tre aldersklasser av villfisk av laks og aure i Bolstadelva og Vosso i ulike år.

I tillegg til forskjeller i fiskelengde som gjenspeiler ulike vekstforhold mellom elveavsnitt og mellom år, finner en forskjeller i lengden mellom settefisk og villfisk av laks (**Figur 3.13**). Settefisken er gjennomsnittlig større enn naturlig rekruttert fisk, noe som gjelder for begge elveavsnitt og for alle årsklasser ($p < 0,01$, parett t-test). Settefisken blir hovedsaklig satt ut som ensomrig fisk etter å ha gått en sommer i kar på Voss klekkeri. Frem til utsettelsestidspunktet opparbeider settefisken seg et vekstforsprang inne på klekkeriet i forhold til villfisken i elva, og dette forspranget ser den ut til å beholde i hele elvefasen fram til smoltifisering.



Figur 3.13. Gjennomsnittlige lengder med standardavvik hos settefisk og villfisk av laks i Bolstadelva og i Vosso i perioden 1994-2006.

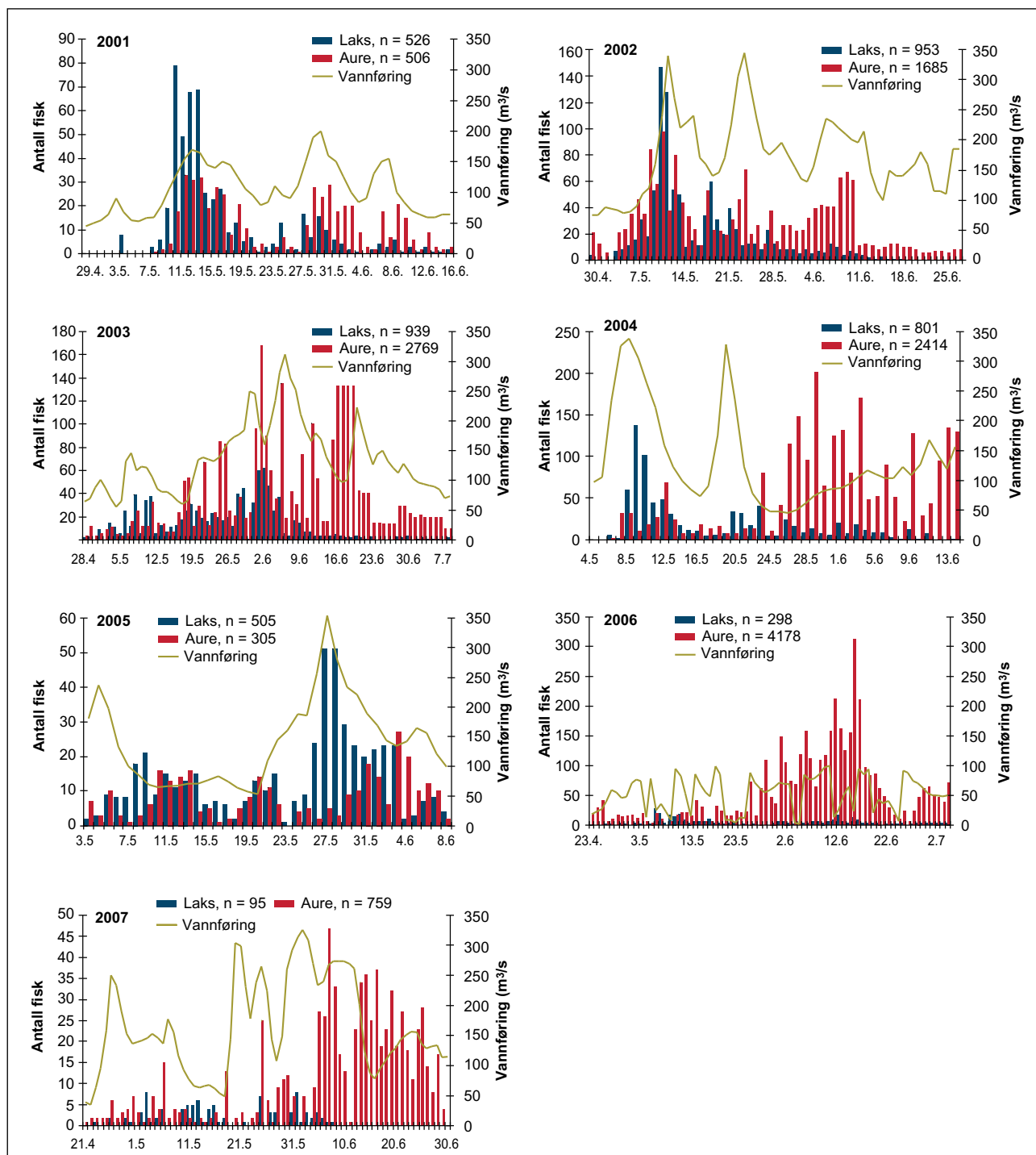
3.5 Smoltutgang

3.5.1 Undersøkelser av smoltutgangen i Vossovassdraget i 2001-2007

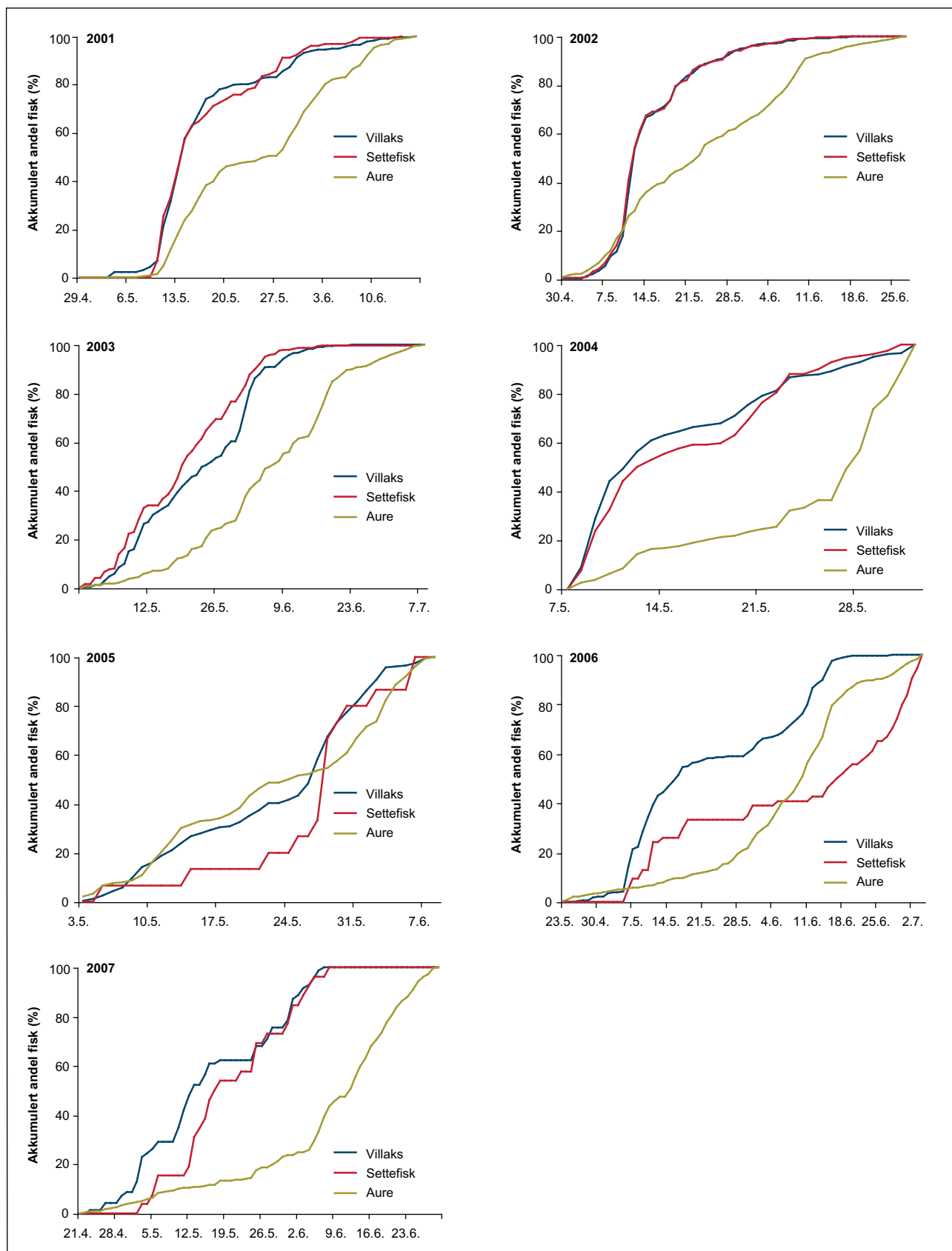
Smoltutvandringen hos laks skjer vanligvis i en konsentrert periode (ca. 3-6 uker) på våren. I tiden før utvandringen gjennomgår ungfisken en rekke morfologiske, fysiologiske og adferdsmessige forandringer som forbereder fisken på overgangen fra ferskvann til sjøvann. Denne prosessen kalles smoltifisering og består blant annet i at fisken blir mer strømlinjeformet og sølvfarget. Den territorielle atferden opphører og smolten samler seg i stimer før vandringen nedover vassdraget tar til (McCormick *et al.* 1998). Tidspunktet for smoltutvandringen varierer noe mellom elver, og styres av flere faktorer. Lysregimet og vanntemperaturen regnes som de viktigste faktorene som initierer smoltifiseringsprosessen, og som dermed avgjør tidspunktet for når smolten er klar til å vandre. Selve utvandringen blir ofte utløst av økende vannføring og vanntemperatur (McCormick *et al.* 1998). Disse mekanismene har over mange generasjoner blitt tilpasset forholdene i det enkelte vassdrag, slik at laksen vandrer ut når forholdene i sjøen er gunstige. Trolig er temperaturen i sjøen en viktig faktor, og vanligvis vandrer smolten ut på et tidspunkt da sjøtemperaturen har nådd 8°C (Hvidsten *et al.* 1998).

Fangstene av laks- og auresmolt i smoltfellene i Bolstadelva og Bolstadfjorden om våren i perioden 2001-2007 viser at utvandringen i hovedsak skjer fra begynnelsen av mai og frem til midten av juni (**Figur 3.14**, **Figur 3.15**). Hovedandelen av villsmolten og settefisken som stammer fra utsetninger av ensomrig lakseyngel, vandret ut av vassdraget i løpet av noen få dager i mai. I en fangstperiode på 80 dager, har nesten 70 % av all laksesmolt for perioden 2001 – 2007 blitt fanget i løpet av 20 dager fra 5.mai-25. mai (**Figur 3.16**).

Auresmolten vandret jevnere ut over hele perioden og på et senere tidspunkt, og har ikke vært så synkron som laksesmolten (**Figur 3.14**, **Figur 3.15**). Når det gjelder fangst av aure i storrusene i Bolstadfjorden, så omfatter nok disse en god del aure som holder til i Bolstadfjorden.

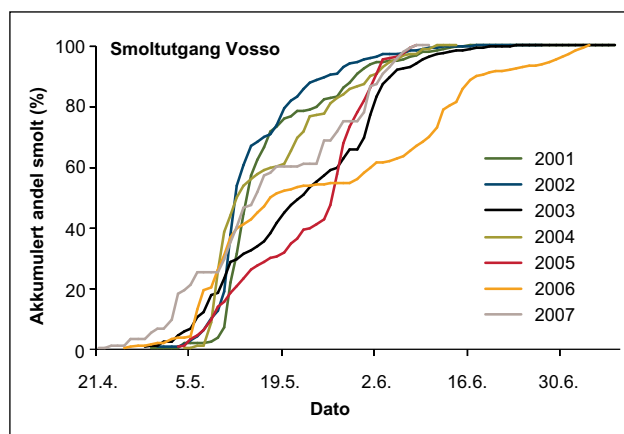


Figur 3.14. Antall utvandrende laksesmolt og aure totalt fanget i ulike fangstinnretninger for smolt i Bolstadelva og i Bolstadfjorden om våren i perioden 2001-2007 Vannføring ved Bulken i Vosso for samme periode er gitt i alle figurene. Smoltfellen som ble benyttet i Bolstadhølen i 2001 var River-fishlift, mens det i 2002 først ble benyttet River-fishlift som deretter, den 15.05, ble erstattet med et smolt-hjul. I 2003 ble det bare benyttet smolthjul i Bolstadhølen. Fra og med 2002 er det benyttet smoltruser i Bolstadfjorden.



Figur 3.15. Tidspunkt for utvandring av laksesmolt og aure fanget i ulike fangstinnretninger for smolt i Bolstadelva og i Bolstadfjorden om våren i perioden 2001-2007. Resultatene viser andel utvandret smolt som akkumulert prosentandel. Det er skilt mellom naturlig rekruttert laks (villaks), settefisk satt ut som ensomrig laks fra Voss klekkeri og aure.

Utvandring av smolt synes i stor grad å være styrt av stor eller økende vannføring (**Figur 3.14**). Et generelt problem er at smoltfellene er mindre effektive ved store vannføringer. Den reelle utvandringen på flomtoppene er derfor trolig høyere enn hva en får inntrykk av i **Figur 3.14**. Dette betyr trolig også at laksesmolten i realiteten vandret ut mer synkront enn hva en får inntrykk av i **Figur 3.15**. Årene 2005 og 2006 skiller seg noe ut ved å ha sen flomtopp (2005) og lave vannføringstopper (2006) sammenlignet med de andre årene. Smoltutvandringen i 2005 var sen, mens utvandringen i 2006 var mindre synkron og pågikk over en lengre periode sammenlignet med smoltutvandringen i de andre årene (**Figur 3.16**).



Figur 3.16. Utvandring av laksesmolt i årene 2001-2007. Hver av linjene viser både villsmolt og smolt fra settefisk satt ut som ensomrige fra Voss klekkeri.

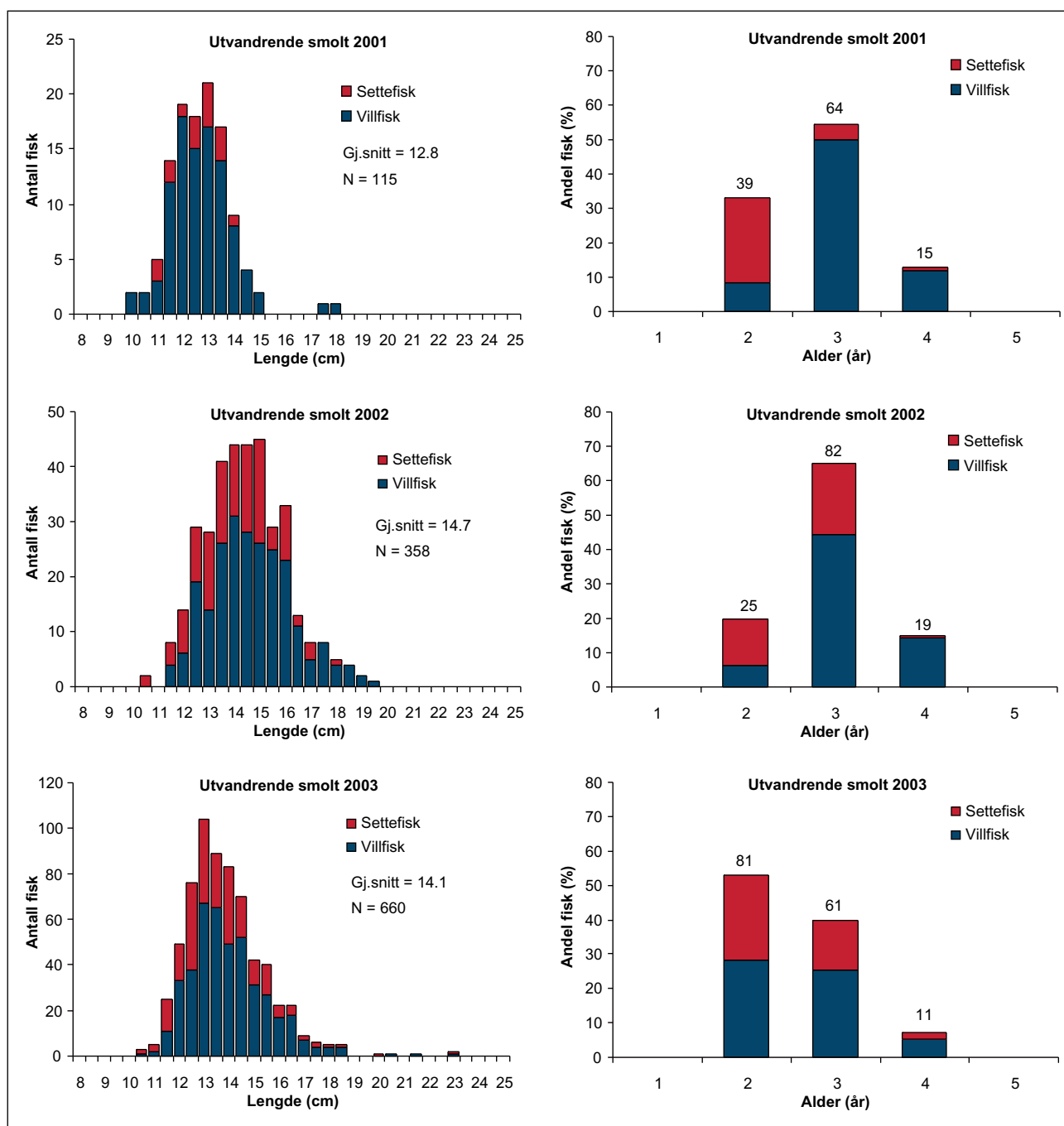
3.5.2 Lengde- og aldersfordeling for utvandrende laksesmolt

Ungfisk av laks kan leve i ferskvann fra ett til åtte år før den smoltifiserer (Metcalf & Thorpe 1990). Hvor mange år ungfisken tilbringer i elva før den smoltifiserer er i stor grad knyttet til veksten hos ungfisken, der de fiskene som vokser raskt smoltifiserer tidligere enn fisk som vokser senere (Økland *et al.* 1993). Ungfiskens vekstforhold er i stor grad knyttet til vanntemperatur og daglengde, noe som varierer mellom ulike lakseelver og som igjen fører til at smoltalder varierer mellom vassdrag (Metcalf & Thorpe 1990). Laksesmolt som ble fanget under utvandringen i Vossovassdraget om våren i perioden 2001-2007 hadde tilbrakt 2-4 år i elva (**Figur 3.17**, **Figur 3.18**), og den gjennomsnittlige smoltalderen har variert fra 2,5 til 3,2 år (**Tabell 3.5**). Gjennomsnittslengden i perioden har variert fra 12,5 til 14,9 cm (**Tabell 3.5**, **Figur 3.17**, **Figur 3.18**). Settefisk satt ut som ensomrig fisk fra Voss klekkeri smoltifiserer generelt tidligere enn villfisken og er yngre og noe større sammenlignet med villfisken (**Tabell 3.5**). Hovedårsaken til denne forskjellen mellom naturlig reprodusert fisk og settefisk ligger mest sannsynlig i den observerte størrelsesforskjellen som tidligere nevnt (**Figur 3.17**, **Figur 3.18**). Vekstforspranget som settefisk får over villfisk den første sommeren i klekkeriet opprettholdes frem til de forlater vassdraget. Settefisk satt ut som ensomrig laks fra Voss klekkeri har i perioden utgjort omtrent 26 % av totalfangsten av laksesmolt fanget med smoltfeller i perioden 2001-2007 (**Tabell 3.6**). I 2005 var andelen kun 3 %. Dette skyldes at det i 2003 kun ble satt ut 4 400 settefisk som i tillegg var umerket. Det lave antallet settefisk fanget i 2005 stammer derfor fra utsetninger før 2003. Av den grunn er andelen settefisk i 2005 tatt ut i beregningen av den totale andelen med settefisk. Disse relativt høye innslagene av settefisk i smoltutgangen samsvarer med resultatene fra overvåkingen av ungfiskbestanden og viser klart at settefisk bidrar betydelig til smoltproduksjonen i vassdraget. Kultivering i form av utsetninger av ensomrig fisk har derfor to viktige positive sider; den øker smoltproduksjonen, og den utgjør en buffer mot innblanding av rømt oppdrettsfisk i villaksbestanden.

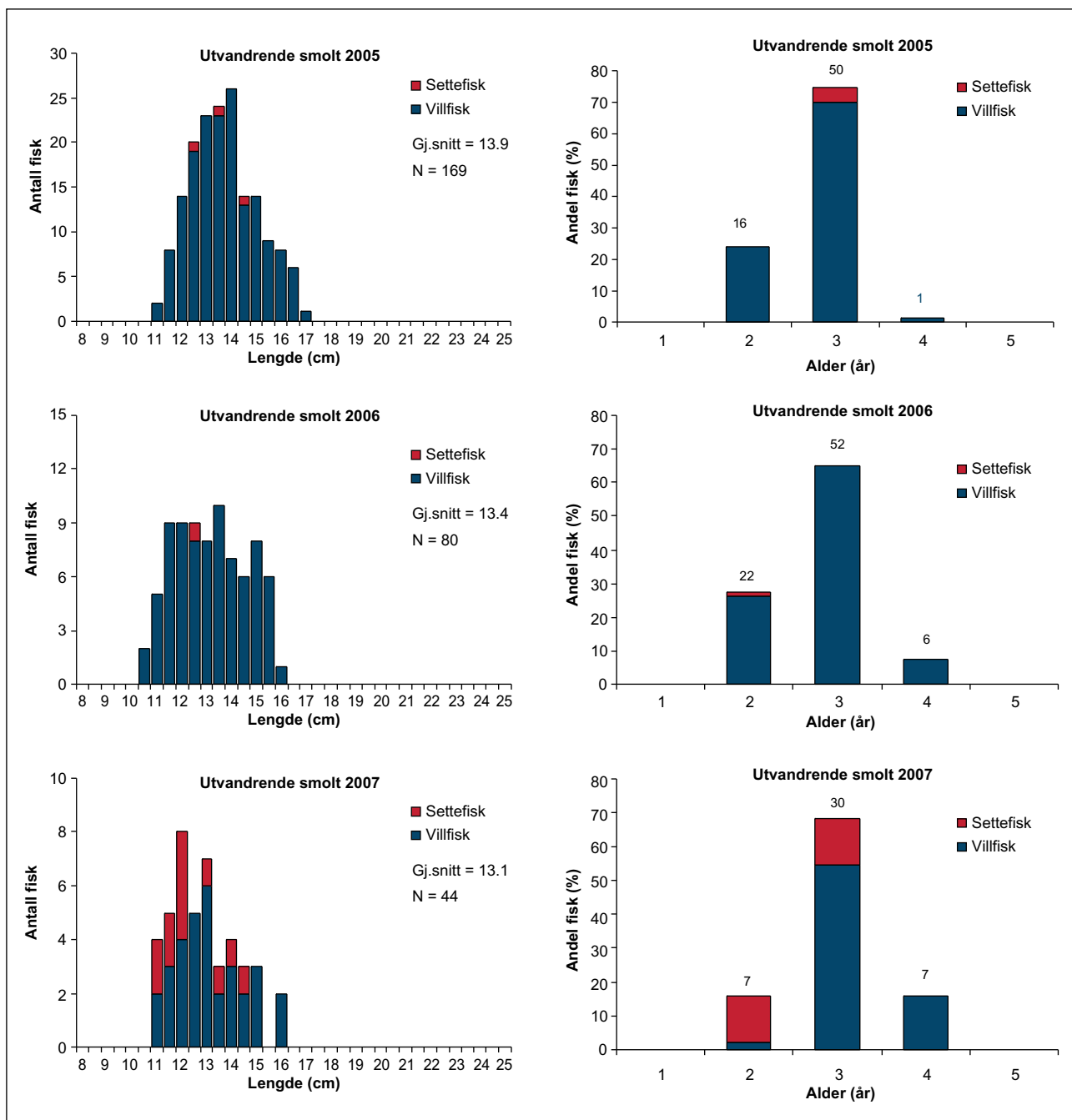
Et utvalg av utvandrende smolt er årlig blitt lengdemålt og aldersbestemt (**Figur 3.17**, **Figur 3.18**). Alders- og lengdefordeling på utvandrende smolt vil naturlig variere som et resultat av mellomårsvariasjon i vekstforhold, bl.a. temperaturforhold i vekstsesongen. Smoltlengde og alder vil også variere mellom ulike elveavsnitt som et resultat av ulike vekstforhold. Et eksempel på dette er forlenget smoltalder i Bolstadelva som følge av Evangerreguleringen (se **kapittel 8**).

Tabell 3.5. Gjennomsnittlig alder og lengde med standard avvik (SD) for utvandrende laksesmolt i Vossovassdraget i perioden 2001-2007. N er antallet laks undersøkt. Data er basert på aldersanalyse av otolitter.

År	Villfisk				Settefisk			
	Alder	N	Lengde (cm)	N	Alder	N	Lengde (cm)	N
2001	2,8 (0,6)	85	13,6 (1,2)	85	2,2 (0,5)	35	13,1 (0,9)	35
2002	3,1 (0,6)	82	14,9 (1,6)	237	2,6 (0,5)	44	14,2 (1,4)	118
2003	2,6 (0,7)	90	14,2 (1,6)	465	2,4 (0,6)	63	14,0 (3,8)	238
2004	2,5 (0,6)	54	13,9 (1,5)	530	2,4 (0,5)	7	14,1 (1,5)	143
2005	2,8 (0,5)	64	13,9 (1,3)	166	3,0 (0,0)	3	13,6 (1,1)	3
2006	2,8 (0,6)	79	13,4 (1,4)	79	2,0 (--)	1	12,8 (--)	1
2007	3,2 (0,5)	32	13,3 (1,4)	32	2,5 (0,5)	12	12,5 (1,2)	12



Figur 3.17. Lengde- og aldersfordeling for et utvalg av laksesmolten fanget i ulike fangstinnretninger for smolt i Bolstadelva og i Bolstadfjorden om våren i perioden 2001-2003. Antall aldersbestemt fisk er gitt over hver søyle.



Figur 3.18. Lengde- og aldersfordeling for et utvalg av laksesmolten fanget i ulike fangstinnretninger for smolt i Bolstadelva og i Bolstadfjorden om våren i perioden 2004-2007. Antall aldersbestemt fisk er gitt over hver søyle.

Tabell 3.6. Andel (%) av villfisk og settefisk for utvandrende laksesmolt i Vossovassdraget i perioden 2001-2007.

År	Villfisk	Settefisk
2001	75,5	24,5
2002	65,9	34,1
2003	67,1	32,9
2004	78,8	21,2
2005	97,0	3,0*
2006	81,9	18,1
2007	72,6	27,4

* Det ble ikke satt ut settefisk i 2005.

3.5.3 Vurdering av smoltproduksjon før og nå

Produksjonspotensialet for laksesmolt er gitt ut i fra både fysiske og biologiske forhold, der mengden og kvaliteten på leveområdet setter rammene for hvor mye fisk som kan produseres. Det er imidlertid svært krevende å tallfeste smoltproduksjon i et så stort vassdrag som Vossovassdraget. Store deler av vassdraget består av dype og strie partier hvor det ikke er mulig å undersøke med elektrisk fiske. De områdene som er mulig å undersøke ved elektrisk fiske vil ikke være representative for vassdraget for øvrig, noe som gjør at en ikke uten videre kan ekstrapolere tetthetene fra de undersøkte stasjonene til hele vassdraget. Her vil vi gi en vurdering av vassdragets produksjonspotensial for laksesmolt ut i fra tilgjengelig areal, og hvordan smoltproduksjonen har vært i de senere årene.

Totalt utgjør de ulike elvestrekningene i den lakseførende delen av Vossovassdraget et areal på i overkant av 1 km² (Tabell 3.7). Vosso mellom Vangsvatnet og Evangervatnet er det største vassdragsavsnittet, og er trolig dette som er det viktigste oppvekstområdet for ungfisk, men en kan også forvente et betydelig antall smolt fra de øvrige vass-

dragsavsnittene. I tillegg til elveavsnittene kommer de store innsjøene som sannsynligvis også kan fungere som oppvekstområder for ungfisk og dermed bidra til smoltproduksjonen i vassdraget.

Ettersom det ikke finnes tilgjengelig informasjon om smoltproduksjonen i Vossovassdraget, må vi basere oss på undersøkelser fra andre vassdrag. Fra norske elver finnes det informasjon om smoltproduksjon fra elvene Imsa og Orkla som er utført av NINA. I Imsa ble det funnet at den årlige smoltproduksjon varierte fra 3,5 til 24 smolt per 100 m² i perioden 1975-1994 (Jonsson et al. 1998). Imsa er en liten elv, og har trolig en høyere ungfiskproduksjon per arealenhet enn det en kan forvente i Vosso. I Orkla, hvor vannføringen er mer lik den en finner i Vosso, ble det estimert tettheter fra 4 til 10,8 smolt per 100 m², og et gjennomsnitt på 6,5 smolt per 100 m² over en periode på 19 år (Hvidsten *et al.* 2004). Disse to studiene angir en noe høyere smoltproduksjon enn studier fra andre land. Ut fra informasjon rapportert i litteraturen beregnet Symons (1979) den gjennomsnittlige smoltproduksjonen for en elv, der laksen smoltifiserer etter tre år, til om lag 2 smolt per 100 m². Studier av en rekke kanadiske laksevassdrag har vist at smoltproduksjonen varierte fra 1 til 7,6 smolt per 100 m² (Chaput *et al.* 1998). Basert på disse studiene er det realistisk å anta at smoltproduksjonen i Vossovassdraget normalt vil ligge innenfor intervallet fra 2 til 10 smolt per 100 m² elveareal. Ut i fra det tilgjengelige elvearealet oppgitt i Tabell 3.7, kan en forvente at normal smoltproduksjon i så fall ligger i størrelsesorden 20 000 - 100 000 smolt per år for Vossovassdraget. I dette anslaget er det ikke tatt høyde for at det også kan produseres smolt i innsjøene. Det er kjent fra tidligere at laksen også bruker innsjøene som leveområde i både Vossovassdraget (Haraldstad *et al.* 1983) og i flere andre laksevassdrag både på Vestlandet (Barlaup & Gabrielsen 2002; Gabrielsen & Barlaup 2002), og andre steder i Norge (Halvorsen & Jørgensen 1996, Halvorsen & Svenning 2000, Lura 2002).

Tabell 3.7. Areal av elveleie og lengde på de ulike lakseførende vassdragsavsnittene i Vossovassdraget beregnet på grunnlag av N50-kartdata. Arealet av innsjøene er ikke tatt med i beregningene. For Vosso mellom Evangervatnet og Bulken er Seimsvatnet tatt med i beregningen av lengde, men ikke areal. Da Teigdalselva er regulert og det vanndekte arealet ikke lenger fyller hele elvebredden på kartet, er arealet her istedenfor beregnet ut i fra en omtrentlig vanndekt bredde på 15 m.

Vassdragsavsnitt	Areal (m ²)	Andel av areal (%)	Lengde (m)
Bolstadelva (Bolstadøyri – Vassenden)	221 902	21	3 400
Teigdalselva (Evangervatnet – Kråkefoss)	151 500	14	10 100
Vosso (Evanger – Bulken)	501 229	48	10 000
Vosso (o/Vangsvatnet – samløp Strandaelva-Raundalselva)	121 409	11	1 750
Raundalselva (samløp – Palmafoss)	48 243	5	2 300
Strandaelva (samløp – Rognsfoss)	7 795	1	200
Sum	1 052 078	100	27 750

Selv om produksjonen av laks per arealenhet vil være lavere i innsjøene sammenliknet med elvestrekningene, utgjør Evangervatnet, Vangsvatnet og Seimsvatnet til sammen et så stort flateareal at de totalt sett kan utgjøre et betydelig bidrag til vassdragets produksjon av laksesmolt. En skal heller ikke se bort fra at Bolstadfjorden med sitt ferskvannsmiljø kan bidra til produksjonen av laksesmolt. Det er derfor mulig at det reelle potensialet for smoltproduksjon i Vossovassdraget er i øvre del, eller over det intervallet som er gitt ovenfor.

Undersøkelsene av ungfiskbestanden viser at det med enkelte unntak blir registrert både ensomrige og eldre laksunger på alle de undersøkte stasjonene i vassdraget. De observerte tetthetene av ungfisk er også på nivå med det en finner i andre vassdrag det er naturlig å sammenligne Vossovassdraget med (Barlaup *et al.* 2004). Ut i fra gjenfangster av merket smolt våren 2001, ble antall smolt i vassdraget estimert å være 78 975 (se Barlaup *et al.* 2004 for detaljer). Få gjenfangster medførte at usikkerhetsmarginen i estimatet var stor, men resultatene tilsa at det høyst sannsynlig vandret ut mer enn 20 000 laksesmolt dette året. Ettersom vi ikke har noen informasjon om størrelsen på smoltutgangen tidligere så er det ikke mulig å si hvordan sammenbruddet i gytebestanden har påvirket ungfiskproduksjonen. Det er imidlertid rimelig å anta at smoltproduksjonen i dag er betydelig lavere enn det bæreevnen i vassdraget skulle tilsi.

3.5.4 Størrelsen på smoltproduksjonen i forhold til gytebestanden

De relativt normale situasjonen for ungfiskbestanden synes å stå i sterk kontrast til den kritisk situasjonen til gytebestanden i Vossovassdraget. Flere forhold kan bidra til å forklare dette tilsynelatende paradokset. Overlevelse for ungfiskstadiene hos laksefisk synes i stor grad å være tetthetsavhengig (Gee *et al.* 1978, Solomon 1985, Elliott 1994, Chaput *et al.* 1998, Jonnson *et al.* 1998). Høye tettheter av ungfisk resulterer i stor konkurranse om leveområdene og følgelig høy dødelighet, mens lave tettheter fører til liten konkurranse og høyere overlevelse (Elliott 1994). I tillegg utgjør rognplantingen og utsettinger av ensomrig settefisk et betydelig tilskudd til ungfiskbestanden.

Rømt oppdrettslaks er en annen kilde til ungfiskproduksjon som ikke stammer fra den naturlige gytebestanden. Oppdrettslaksen har siden 1993 dominert stamfiskfangstene (se **kapittel 2.3.1**) og bidrar hvert år med en høy andel gytefisk som ikke stammer fra vassdraget. En uheldig effekt som oppstår ved en lav gytebestand av villaks er at gytesuksessen til oppdrettslaksen øker (Lura

1995, Sægrov *et al.* 1997). Når oppdrettslaksen lykkes med gytingen betyr det et kunstig tilskudd til ungfiskbestanden som ikke stammer fra gytefisk som er vokst opp i vassdraget. Det kunstige bidraget av ungfisk fra rømt oppdrettslaks vil maskere en eventuell negativ effekt på ungfiskproduksjonen som følge av en lav gytebestand av villaks.

Det lave antallet gytefisk i Vossovassdraget reiser spørsmålet om hvor stor gytebestanden bør være for å realisere vassdragets produksjonspotensiale for smolt. Hvor mange egg som må gytes per arealenhet for å oppnå dette målet vil være avhengig av elvas bæreevne, som vil variere mellom vassdrag. Forvaltningen av laksevassdrag i den østlige delen av Canada er i stor grad basert på at det årlig blir gytt omtrent 2,4 egg per m² elveareal, og det er antatt at optimal smoltproduksjon blir realisert hvis dette målet blir nådd eller er høyere (Elson 1975, Chadwick 1982). I den skotske elven Gironck Burn ble tilsvarende optimal eggtetthet beregnet til 3,4 egg per m² elveareal (Buck & Hay 1984), mens det i Imsa ble funnet at smoltproduksjonen økte med økende eggtettheter opp til om lag 6 egg per m² (Jonnson *et al.* 1998). Ved å bruke tilgjengelig kunnskap om gytebestand og rekrutter fra vassdrag der dette er kjent, utarbeidet Hindar *et al.* (2007) gytebestandsmål for 80 norske laksevassdrag. Gytebestandsmålene skal innføres som en et forvaltningstiltak for å sikre at laksebestandene ikke beskattes over "bevaringsgrensen", som av den internasjonale laksevernorganisasjonen NASCO defineres som "det uønskede gytebestandsnivået hvor rekrutteringen begynner å avta signifikant". Hindar *et al.* (2007) forslø et gytebestandsmål for Vossovassdraget som tilsvarer en samlet årlig eggdeposisjon på i overkant av 3 millioner egg, noe som igjen tilsvarer 2 egg per m² eller en gytebestand på minimum 211 hofisk på 10 kg. Dersom en forutsetter en kjønnsfordeling på 50 % hann- og hofisk, tilsvarer dette en gytebestand på 422 fisk. Ut i fra en forventet normal overlevelse fra egg til smolt beregnet de at dette ville gi en smoltproduksjon på om lag 75 000 smolt.

Det utarbeidete gytebestandsmålet som er oppgitt av Hindar *et al.* (2007) representerer et "førstegenerasjons" gytebestandsmål og er beheftet med noe usikkerhet. Etter hvert som en får mer kunnskap og bedre metoder til å beregne ungfiskproduksjon i vassdrag vil trolig gytebestandsmålene endre seg en del. Gytebestandsmålet som er utarbeidet sier allikevel en del om hvilket nivå gytebestanden bør være på for å realisere vassdragets potensial for smoltproduksjon. Ut i fra en samlet fangst i sjø- og elvefiske på om lag 11 tonn med en gjennomsnittsvekt på om lag 10 kg i perioden 1949-1987, tilsier dette at innsiget til vassdraget i denne perioden var flere ganger større enn det en det oppgitte gytebestandsmålet. Registreringsfiske

i elva og fjordområdene utenfor, samt resultatene fra gytefisktellningene i vassdraget, viser at gytebestanden av villaks de siste årene trolig er langt under gytebestandsmålet på 422 laks.

Utsettingene fra Voss klekkeri, avkom fra rømt oppdrettslaks og lav tetthetsavhengig dødelighet på ungfiskstadiene fører som nevnt til at det produseres relativt mye smolt i Vossovassdraget til tross for en marginal gytebestand av villaks. En utgang av 20 000 smolt og en normalt lav sjøoverlevelse på 2 % vil gi et totalt innsig av 400 gytelaks. Mest sannsynlig er både smoltutgangen høyere og innsiget av gytelaks lavere enn disse tallene. Det synes derfor å være et klart misforhold mellom antall smolt som vandrer ut og antallet gytelaks som kommer tilbake til vassdraget. Dette tilsier at laksesmolten som forlater vassdraget har en unormalt lav sjøoverlevelse. Bestandssammenbruddet på slutten av 1980-tallet var trolig forårsaket av lav sjøoverlevelse, og det faktum at gytebestanden siden ikke har tatt seg opp tyder på at denne situasjonen har vedvart.

3.6 Samlet vurdering

I årene 2000-2007 har det vært gjennomført undersøkelser for å bestemme når molten vandrer ut fra vassdraget, og for å måle smoltstørrelse og smoltkvalitet. Fangstene i smoltfellene i Bolstad elva og Bolstadfjorden viser at utvandringen i hovedsak skjer fra begynnelsen av mai og frem til midten av juni. Normalt synkroniseres utvandringen slik at det meste av molten vandrer ut i løpet av en relativt kort periode i mai, dvs. nesten 70 % av all laksemolten blitt fanget i løpet av 20 dager fra 5. mai-25. mai. Laksesmolt som ble fanget under utvandringen hadde en gjennomsnittlig lengde som varierte fra 12,5 til 14,9 cm mellom år. Den gjennomsnittlige smoltalderen varierte tilsvarende fra 2,5 til 3,2 år. Et fangst-gjenfangst estimat for størrelsen på smoltutgangen utført i 2001 tilsier at det med stor sannsynlighet vandret ut minst 20 000 laksesmolt fra vassdraget dette året. Sammen med ungfisktetthetene registrert ved elektrisk fiske viser dette at ungfiskproduksjonen i Vossovassdraget ikke er påfallende lav. Denne tilsynelatende normale situasjonen for smoltproduksjonen står i sterk kontrast til den kritiske situasjonen for gytebestanden. Flere forhold kan bidra til å forklare dette paradokset. For det første utgjør utsettingene av ensomrig yngel fra Voss klekkeri et betydelig tilskudd til ungfiskproduksjonen. Dette illustreres ved at andelen settefisk i smoltutgangen i 2001-2007 har variert fra 18 til 34 %. Dette tyder på god overlevelse etter utsetting og at settefisk raskt tilpasser seg de naturlige forholdene i vassdraget. Dette resultatet er viktig fordi settefisk er avkom fra Vossolaks tilbakeført fra genbanken. Denne fisken utgjør derfor en buffer mot uheldig genetisk påvirkning

som følge av det høye innslaget av rømt oppdrettslaks i gytebestanden.

Oppdrettslaksen har siden 1993 dominert stamfiskfangstene, og bidrar hvert år med en høy andel gytefisk som ikke stammer fra vassdraget. En uheldig effekt som oppstår ved en lav gytebestand av villaks er at gytesuksessen til oppdrettslaksen øker. Når oppdrettslaksen lykkes med gytingen betyr det et kunstig tilskudd til ungfiskbestanden. Dette kunstige bidraget av ungfisk vil maskere en negativ effekt på ungfiskproduksjonen som følge av en lav gytebestand av villaks.

En naturlig mekanisme som bidrar til å opprettholde ungfiskbestanden, til tross for en dramatisk reduksjon i gytebestanden, er at overlevelsen for ungfiskstadiene av laks er regulert av tetthetsavhengige faktorer. Når gytebestanden er lav og det blir gytt få egg, vil en relativt stor andel av yngelen leve opp pga. lav konkurranse. I Vosso vil denne mekanismen bidra til å dempe de negative effektene den reduserte gytebestanden har hatt på produksjonen av ungfisk. Til tross for at tetthetsavhengig dødelighet gjør seg lite gjeldene for avkommet i bestander med få gytefisk, vil bestanden være svært følsom for tetthetsuavhengige effekter. Sistnevnte forhold har stor relevans for Vossolaksen siden det lave antallet gytefisk gjør bestanden særlig sårbar ovenfor menneskelige inngrep eller andre uheldige forhold som har en negativ effekt på overlevelsen til egg eller ungfiskstadiene.

3.7 Referanser

- Barlaup, B.T. (redaktør) 2004. Bestandsutvikling, trusselfaktorer og tiltak. DN-utredning 2004-7.
- Barlaup, B.T. & Gabrielsen, S.E. 2007. Vossovassdraget - Fisk. I: Kalking i vann og vassdrag – effektkontroll av større prosjekter 2006. Direktoratet for naturforvaltning. Notat 2007-2.
- Barlaup, B.T. & Gabrielsen, S-E. 2003. Vossovassdraget - Fisk. I: Kalking i vann og vassdrag – effektkontroll 2002. Direktoratet for naturforvaltning. Notat 2003-3.
- Barlaup, B.T. & Gabrielsen, S-E. 2002. Vossovassdraget – Fisk. I: Kalking i vann og vassdrag. Resultatkontroll av større prosjekter 2001. Direktoratet for naturforvaltning. Notat 2002-1.
- Barlaup, B.T. & Gabrielsen, S-E. 2000. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1999. Vossovassdraget - Fisk. Direktoratet for naturforvaltning. DN notat 2000-2.
- Barlaup, B.T. & Moen, V. 2001. Planting of salmonid eggs for stock enhancement – a review of the most commonly used methods. *Nordic J. Freshw. Res.* 75: 7-19.

- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing -theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- Buck, R.J.G. & Hay, D.W. 1984. The relation between stock size and progeny of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in a Scottish stream. *Journal of Fish Biology* 23: 1-11.
- Chadwick, E.M.P. 1982. Stock-recruitment relationship for Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Newfoundland Rivers. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 39: 1496-1501.
- Chaput, G., Allard, J., Caron, F., Dempson, J.B., Mullins, C.C. & O'Connell, M.F. 1998. River-specific target requirements for Atlantic salmon (*Salmo salar*) based on a generalized smolt production model. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55: 246-261.
- Elliott, J. M. 1994. Quantitative ecology and the brown trout. Oxford University Press Inc., New York. 286 s.
- Elson, P.F. 1975. Atlantic salmon rivers smolt productions and optimal spawning: an overview of natural production. *Int. Atl. Salmon Found. Spec. Publ. Ser.* 6: 96-119.
- Fjellheim, A., Raddum, G.G. & Barlaup, B.T. 1994. Fiskeribiologiske undersøkelser i Teigdalselva og Bolstadelva. Laboratorium for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske (LFI), Bergen. Rapport nr. 80, 68s.
- Gabrielsen, S-E. & Barlaup, B.T. 2002. Flekke-Guddalsvassdraget – Fisk. I: Kalking i vann og vassdrag. Resultatkontroll av større prosjekter 2001. Direktoratet for naturforvaltning. Notat 2002-1.
- Gee, A.S., Milner, N.J. & Hemsworth, R.J. 1978. The effect of density on mortality in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Animal Ecology* 47: 497-505.
- Halvorsen, M. & Jørgensen, L. 1996. Lake use by juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and other salmonids in northern Norway. *Ecology of Freshwater Fish* 5: 28-36.
- Halvorsen, M. & Svenning, M.-A. 2000. Growth of Atlantic salmon parr in fluvial and lacustrine habitats. *Journal of Fish Biology* 57: 145-160.
- Haraldstad, Ø., Ballestad, M., Gravem, F.R., Hindar, K., Jonsson, B., Matzow, D., Schei, T.A., Synnes, K. & Sættem, L.M. 1983. Vossoprosjektet. Ferskvannøkologisk forskning i Vossevassdraget 1972-1982. Zoologisk institutt, Universitetet i Oslo, Rapport nr. 11-1983.
- Hindar, K., Diserud, O., Fiske, P., Forseth, T., Jensen A.J., Ugedal, O., Jonsson, N., Storeid, S.-E., Arnekleiv, J.V., Saltveit, S.J., Sægvog, H. & Sættem, L.M. 2007. Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. NINA Rapport 226. 78 s.
- Holst, J.C. & McDonald, A. 2000. Fish-lift: A device for sampling live fish with trawls. *Fisheries Research* 48: 87-91.
- Hvidsten, N. A., Johnsen, B.O., Jensen, A.J., Fiske, P., Ugedal, O., Thorstad, E.B., Jensås, J.G., Bakke, Ø. og Forseth, T. Orkla – et nasjonalt referansevassdrag for studier av bestandsregulerende faktorer av laks. NINA Fagrapport 079. 96 s.
- Hvidsten, N. A., Heggberget, T. G. & Jensen, A. J. 1998. Sea water temperature at Atlantic salmon smolt entrance. *Nordic J. Freshw. Res.* 74:79-86.
- Jonsson, N., Jonsson, B. & Hansen, L.P. 1998. The relative role of density-dependent and density-independent survival in the life cycle of Atlantic salmon *Salmo salar*. *Journal of Animal Ecology* 67: 751-762.
- Lura, H. 2002. Laksesmoltproduksjon i Fotlandsvatnet i Bjerkreimsvassdraget. *Ambio Miljørådgivning. Rapport nr. 10009.*
- Lura, H. 1995. Domesticated female Atlantic salmon in the wild: spawning success and contribution to local populations. Dr. scient. avhandling. Universitetet i Bergen.
- McCormick, S.D., Hansen, L.P., Quinn, T.P. & Saunders, R.L. 1998. Movement, migration, and smolting of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55 (Suppl. 1): 77-92.
- Metcalf, N.B. & Thorpe, J.E. 1990. Determinants of geographical variations in the age of seaward-migration salmon, *Salmo salar*, *Journal of Animal Ecology* 59: 135-145.
- Moen, V. 1996. Otolitt-merking av laks. Massemerking av rogn og yngel ved tilsetning av fargestoff i vannbad. SVLT-Oppdragsavdelingen. Rapport 1996
- Moen, V. 2000. Badmerking av øyerogn – effekter av merking på laks utsatt i vassdrag som øyerogn og ufo- ret yngel. VESO Rapport 1-2000: 27 s.
- Solomon, D.J. 1985. Salmon stock and recruitment, and stock enhancement. *Journal of Fish Biology (Suppl. A)*: 45-57.
- Symons, P.E.K. 1979. Estimated escapement of Atlantic salmon (*Salmo salar*) for maximum smolt productivity in rivers of different productivity. *J. Fish. Res. Board Can.* 36: 132-140.
- Sægvog, H., Hindar, K., Kålås, S. & Lura, H. 1997. Vossolaksen blir erstatta med rømt oppdrettslaks. Rådgivende Biologer AS. Rapp. nr. 248. 23 sider.
- Sægvog, H., Kålås, S. & Lura 1994. Vossolaksen - Livshistorie - bestandsutvikling - rekruttering - kultivering. Zoologisk Institutt, Økologisk Avdeling. Universitetet i Bergen.
- Whitlock, D. 1978. The Withlock Vibert Box Handbook. Federation of fly fisherman, California.
- Økland, E., Jonsson, B., Jensen, A.J. & Hansen, L.P. 1993. Is there a threshold size regulating seaward migration of brown trout and Atlantic salmon? *Journal of Fish Biology* 42: 541-550.

4 Angrep av lakselus som trusselfaktor

Av Bjørn T. Barlaup¹, Helge Skoglund¹, Nils Arne Hvidsten², Vilhelm Bjerknes³, Jens Christian Holst⁴, Ove Skilbrei⁴ og Geir Ove Henden⁵

¹LFI-Unifob, Universitetsforskning Bergen, ²NINA, Trondheim, ³NIVA – Vestlandsavdelingen, ⁴Havforskningsinstituttet, ⁵Voss klekkeri

4.1 Bakgrunn og hensikt

Ved oppstarten av prosjektet i 2000 ble lakselus pekt ut som en sannsynlig trusselfaktor for smolt som vandret ut fra Vosso. Bakgrunnen for dette var at framveksten av oppdrettsnæringen førte til en endring i forholdet mellom parasitt (lakselus) og vert (laks). Veksten i havbruket har gitt et unaturlig høyt antall nye verter som er til stede i oppdrettsmerdene hele året. I områder med mye oppdrett har dette ført til en økning i antall lakselus som har vært ansett som en trussel for vill laksesmolt idet den vandrer ut fra elvene og ut til åpent hav (Heuch 2005; Bjørn et al. 2008). I Hordaland, som er et oppdrettsintensivt fylke, er lakselus vurdert til å være en faktor som påvirker bestandsstatus for 12 av 25 laksebestander, dvs. 48 % av bestandene (Hansen et al. 2008).

I årene 2000-2007, med unntak av 2004, har det årlig blitt produsert ettårig smolt ved Voss klekkeri. Hensikten med smoltproduksjonen har vært å gjennomføre utsettingsforsøk for å belyse forhold som kan forklare den uheldige bestandssituasjonen. Forsøkene har fokusert på eventuelle skadelige effekter av lakselus og forsuring. For å få ytterligere informasjon om lusesituasjonen er det i årene 2000-2007 foretatt tellinger av lakselus på et utvalg villaks, oppdrettslaks og sjøaure tatt i sitte- og kilenotfiske i de indre fjordområdene. I vurderingsgrunnlaget er det også tatt med mer sporadiske registreringer fra bl.a. tråling og garnfiske i fjordområdene.

4.2 Metoder

4.2.1 Forsøksgrupper og merking av utsatt smolt

Ved utsetting ble settesmolten delt inn i ulike forsøksgrupper som gitt i **Tabell 4.1**. All smolten ble før utsetting merket med mikromerke (Coded Wire Tag), som er en liten nummerert metalltråd som injiseres i fiskens nesebrusk. Gjenfangster av voksen laks merket med mikromerke identifiseres ved bruk av en metalldetektor. I tillegg til denne merkingen ble fisken fettfinneklippet for å ha et ytre kjennetegn ved gjenfangst.

For å undersøke eventuelle effekter av lakselusangrep ble halvparten av smolten gitt et fôr (Aquavet Slice) som beskytter mot lakselusangrep. Smolten ble håndført med dette fôret i en periode på minst sju dager før utsetting. I ukene før utsetting ble det også foretatt fysiologiske målinger av smolten for å vurdere smoltstatus før utsetting (se **kapittel 6.5**).

I første del av forsøksperioden, 2000-2003, ble smolten fordelt på utsettinger i Vosso (v/Flage og Geitle) og i Bolstad elva (v/Vassenden). Ved utsettingene ble smolten transportert i tank til utsettingsstedene og satt ut ved bruk av et rør koplet direkte til tanken og med avløp ut i elva, eller ved at tanken ble senket ned i elva. I årene 2001-2003 ble det i tillegg utført forsøk hvor en gruppe smolt ble slept ut utvandringsruta fra Bolstad, ut Sørfjorden, og Radfjorden før den ble satt ut ved Hellesøy/Hernar i 2001 og 2002 (N 60.42.00, Ø 04.41.50), og ved Manger/Hjeltefjorden i 2003, 2005, 2006 og 2007 (N 60.37.50, Ø 04.56.00) som vist i **Figur 4.1**. Varigheten av slepet var om lag ett døgn (20-27 timer). Under slepet ble smolten oppbevart i en slepemerde/kasse på slep bak båten. Slepavstanden var ca. 110 km og slepet ble utført i en hastighet på ca. 2,5 knop. En oversikt over størrelsen og utsettingsstedet for de ulike forsøksgruppene av smolt er gitt i **Tabell 4.1** og **Tabell 4.2**, mens en oversikt over dato for utsetting de ulike årene er gitt i **Tabell 4.3**.

Smolten produsert ved Voss klekkeri ble også benyttet i merdforsøk for å undersøke mulige effekter av forsuring både i ferskvann og langs smoltens utvandringsrute i fjordene rundt Osterøy. Disse forsøkene er presentert i **kapitlene 6 og 7**.

Tabell 4.1. Oversikt over antall smolt produsert ved Voss klekkeri og satt ut i Vosso, Bolstadelva eller som ble slept ut til Fedje (2001-2002) eller Manger (2003). Grupper merket "med slicefôr" har fått fôr som gir beskyttelse mot angrep av lakselus.

År for utsetting	Vosso med slicefôr	Vosso uten slicefôr	Bolstad med slicefôr	Bolstad uten slicefôr	Slep med slicefôr	Slep uten slicefôr	Sum utsetting i elv	Sum utsetting etter slep
2000	4370	4370	4370	4370			17480	0
2001	2775	2840	3060	2820	2840	2740	11495	5580
2002	4700	4700	4700	4700	4700	4700	18800	9400
2003	4035	3625	3890	3900	4025	4100	15450	8125

Tabell 4.2. Oversikt over antall smolt produsert ved Voss klekkeri og satt ut i Bolstadelva eller slept ut til enten Vikanes i Osterfjorden, Vaksdal i Sørfjorden eller Manger. Grupper merket "med slicefôr" har fått fôr som gir beskyttelse mot angrep av lakselus. I 2005 ble det bruk badebehandling i stedet for slicefôr.

År for utsetting	Bolstad med slicefôr	Bolstad uten slicefôr	Sørfj. med slicefôr	Sørfj. uten slicefôr	Osterfj. med slicefôr	Osterfj. uten slicefôr	Manger med slicefôr	Manger uten slicefôr	Sum elv	Sum slep
2005	3500	3500	3500	3603	3500	3500	4334	3500	7000	21937
2006	3250	3250	3250	3250	3250	3250	3250	3250	7000	19500
2007	-	-	5000	4800	5000	4800	5130	4800	-	29530

Tabell 4.3. Oversikt over dato for utsetting eller slep for de ulike gruppene med settesmolt fra Voss klekkeri i perioden 200 til 2007.

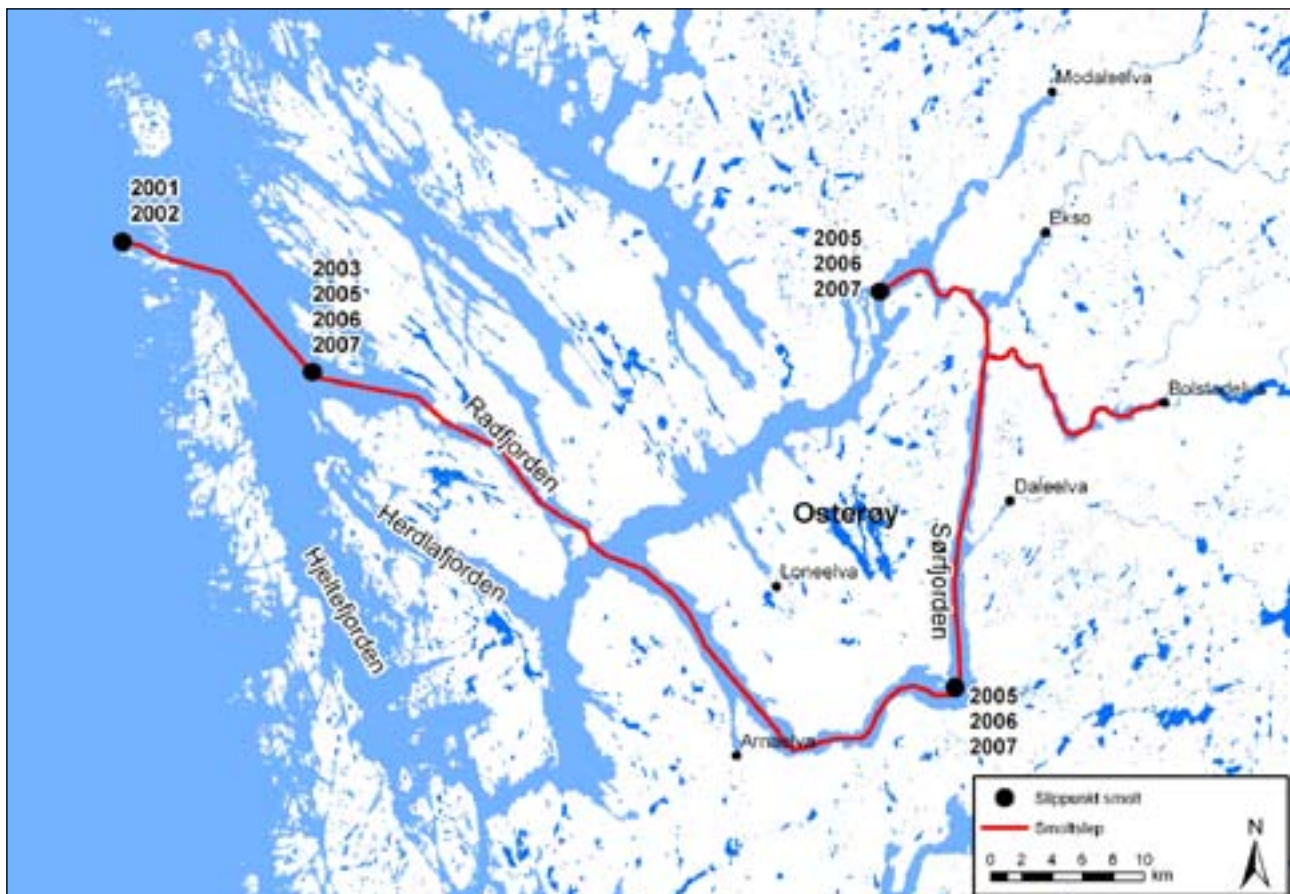
År for utsetting	Dato for utsetting i Vosso	Dato for utsetting i Bolstadelva	Dato for slepeforsøk Sørfjorden	Dato for slepeforsøk Osterfjord	Dato for slepeforsøk Fedje/Manger
2000	15.05	15.05	Ikke utført	Ikke utført	Ikke utført
2001	09.05	09.05	Ikke utført	Ikke utført	08-09.05
2002	14.05	14.05	Ikke utført	Ikke utført	13-14.05
2003	13.05	14.05	Ikke utført	Ikke utført	14-15.05
2005	Ikke utført	10.04 og 06.05	08.05	10.05	11.05
2006	Ikke utført	Ikke utført	10.05	11.05	12-05
2007	Ikke utført	Ikke utført	14.05	15.05	18.05

4.2.2 Registrering av gjenfangster

Etter at laksesmolten har forlatt Vossovassdraget vil den normalt være i sjøen fra ett til tre år før den søker tilbake til vassdraget for å gyte. For å registrere laks som stammer fra forsøkene har fisken som ble tatt i sittenot eller kilenot blitt kontrollert for merker. Notfisket har i tillegg hatt som målsetting å gi et relativt mål på bestandsutviklingen og å fjerne oppdrettslaks fra gytebestanden som beskrevet i **kapittel 2.3.2**. Fisket har vært utført med kilenot v/ Trengereid (2000-2007), sittenot v/Skolmen på Stamnes (2000-2003) og med kilenot i Bolstadfjorden v/Straume og Furnes (2003-2007). I tillegg er det undersøkt for merker på et utvalg laks tatt i en kilenot som fisket nær Lonevågen i 2002. Voss klekkeri har gjennomført overvåkingsfiske i Vosso og Bolstadelva om høsten, hvor det har blitt registrert merket laks og tatt ut oppdrettslaks.

4.2.3 Registrering av lakselus på innvandrende laks og sjøaure

Laks og sjøaure som ble tatt i sittenot eller kilenøter på strekningen Skolmen-Bolstadfjorden er i perioden 2000-2007 blitt kontrollert for lakselus. Dette er utført ved at fiskerne har registrert antall lus på et eget registrerings-skjema. Registreringen var i utgangspunktet tenkt å ha en oppløsning slik at en kunne skille mellom hovedstadiene av lakselus dvs. fastsittende og bevegelige stadier. Imidlertid viste det seg at det ble for tidkrevende for den enkelte fisker å kunne gi en slik oppløsning. Derfor ble det totale antall lus talt opp for den enkelte fisk. Det ble registrert lus på et utvalg av fangsten, fordi registreringene i enkelte tilfeller ble utelatt pga. hensynet til en skånsom håndtering av fangsten eller vanskelige lysforhold. Resultatene av registreringene er oppgitt som intensitet, dvs. gjennomsnittlig antall lus for villaks, sjøaure og oppdrettslaks som var infisert med lus.



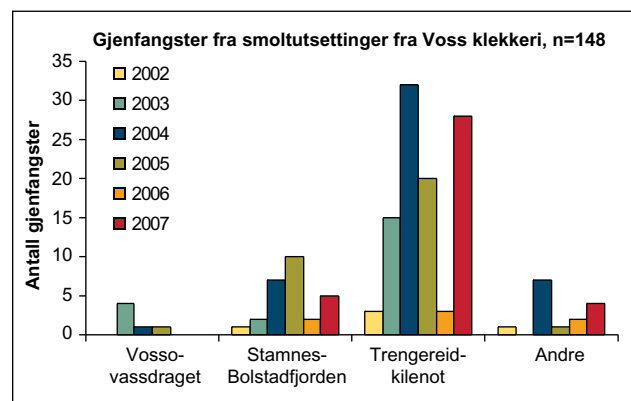
Figur 4.1. Rute for slipp av settesmolt i årene 2001-2007. De svarte sirkelene angir stedene hvor smolten ble sluppet fri de ulike årene.

4.3 Resultater og diskusjon

4.3.1 Gjenfangster fra forsøkene med settesmolt

Totalt er det til og med fangstsesongen 2007 registrert 148 gjenfangster av laks som stammer fra smoltutsettingene fra Voss klekkeri. Flest gjenfangster er tatt i kilenota ved Trengereid og ved registreringsfiske med sitte- og kilenot ved Stamnes-Bolstadfjorden, mens 6 av gjenfangstene er gjort i Vossovassdraget (**Figur 4.2**). I tillegg er det gjort 4 gjenfangster i kilenøter i fjordsystemet utenfor Osterøy, samt 8 gjenfangster i andre vassdrag (2 i Daleelva i Vaksdal, 2 i Ekso, 2 i Arnaelva og 2 i Vikja i Sogn og Fjordane). Ettersom fisken ikke bærer andre ytre merker enn klippet fettfinne og det er få andre vassdrag der laksen kontrolleres systematisk etter mirkomerker (CWT), vil feilvandret fisk i liten grad registreres.

I **Tabell 4.4** er det gitt en oversikt over gjenfangstene av tilbakevandrende gytefisk fra forsøkene med utsettinger av settesmolt. Et påfallende resultat er at svært få gjenfangster stammer fra smoltutsettingene som er gjort i ferskvann, dvs. Bolstadfjorden eller Vosso. Av totalt 76 725 settesmolt satt ut i Vosso og Bolstadfjorden i perioden



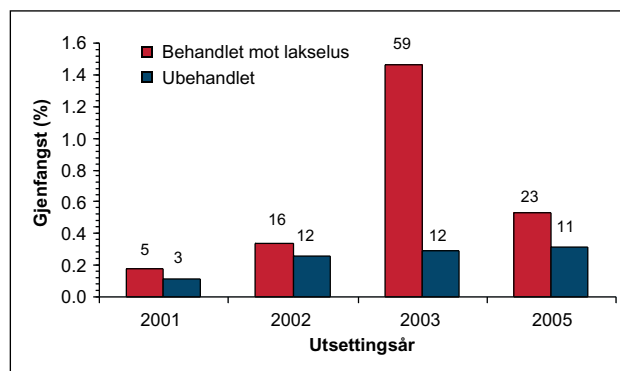
Figur 4.2. Fangstlokalitet for gjenfangster fra smoltutsettingene fra Voss klekkeri i perioden 2002-2007.

2000-2006 er det så langt kun gjort to gjenfangster. Samlet gir dette en gjenfangstprosent på 0,003 % for settesmolt som er satt ut i vassdraget. De øvrige 146 gjenfangstene som er gjort stammer fra smolt som har vært slept ut og sluppet på ulike lokaliteter i fjord- og kystområdene. I perioden 2000-2006 er det totalt slept ut 64 542 smolt, noe som uavhengig av utsettingslokalitet og behandling gir en foreløpig gjenfangst på totalt 0,23 %. Denne vil trolig øke ettersom en fortsatt venter flere gjenfangster fra smoltutsettingene i 2005 og 2006 i de neste årene.

Den dårlige overlevelsen for settesmolt satt i vassdraget gjelder både for smolt som er gitt beskyttelsesfôr mot lakselus og kontrollgruppen som er gitt vanlig fôr. En årsak som kan bidra til å forklare den dårlige overlevelsen er usikkerheten knyttet til settesmoltens smoltifiseringsstatus (se **kapittel 6.5**). Settesmolten har i stor grad vandret senere og mindre synkront ut av vassdraget enn villfisk og trolig har en betydelig andel av settesmolten vandret sent ut eller blitt stående igjen i vassdraget (se Barlaup *et al.* 2004). Resultatene kan også gjenspeile forhold som gir høy dødelighet for villsmolt som vandrer ut fra vassdraget, men på grunn av settesmoltens avvikende utvandring har forsøkene en begrenset overføringsverdi til utvandrende villsmolt. I årene 1999-2001 ble det totalt innfanget og Carlinmerket 2829 villsmolt i Vossovassdraget hvorav ca. 400 stk., merket i 1999, ble gitt beskyttelsesbad mot lakselus. Det er senere ikke gjort noen gjenfangster som stammer fra disse utsettingene, noe som tilsier en lav sjø-overlevelse også for utvandrende villsmolt.

Resultatene fra slepeforsøkene viser også at gjenfangstprosenten varierer med utsetningsår, utsettingslokalitet og behandling. Fra slepeforsøkene til Fedje i 2001 og 2002 ble det begge årene gjort noe flere gjenfangster av lusebehandlet fisk enn av kontrollgruppen (**Figur 4.3**), men det er få gjenfangster og forskjellen er ikke statistisk signifikant (chi-square tester, $p > 0,05$). Fra slepeforsøket til Manger i 2003 foreligger det totalt 71 gjenfangster. Av disse var 59 fra gruppen som ble gitt beskyttelsesfôr mot lakselus, mens 12 var fra kontrollgruppen. Denne forskjellen mellom behandlingsgruppene er statistisk signifikant (chi-square test, $p < 0,05$), og tilsier at kontrollgruppen hadde 79 % høyere dødelighet som følge av angrep fra lakselus enn gruppen som var behandlet. Fra slepeforsøket til Manger i 2005 er det også flere gjenfangster fra lusebehandlet smolt enn fra kontrollgruppen, men forskjellen er ikke statistisk signifikant med det datagrunnlaget som foreligger så langt. Det er imidlertid sannsynlig at det kommer flere gjenfangster fra denne gruppen som tresjøvinter laks i 2008. I fangstsesongen 2007 ble det ikke registrert gjenfangster av tert fra slepeforsøket i 2006.

Ettersom laksesmolten i liten grad vil være eksponert mot lakselus under slepingen utover i fjordsystemet, vil forskjeller i gjenfangstprosent mellom gruppen som er lusebehandlet og kontrollgruppene gi en indikasjon på luseforholdene i fjord- og kystområdene utenfor slippstedet. Forskjeller i gjenfangster fra slepeforsøkene de ulike årene vil derfor både gjenspeile variasjon i luseforhold i tid og rom, og forskjeller mellom utsettingslokaliteter. Den store forskjellen i effekten av lakselus fra smolt-slepet i 2003 i forhold til i 2001 og 2002 kan derfor både skyldes mellomårsvariasjon i lusenivå, og at molten i dette året ble satt lenger inne i fjordsystemet. Resultatene



Figur 4.3. Gjenfangstprosent av grupper med laksesmolt som har vært behandlet mot lakselus (slicefôr) og ubehandlet (kontrollgruppe) og deretter slept ut fjordene og sluppet ytterst i Hjeltefjorden ved Manger. Tallene over kolonnene angir antall gjenfangster fra hver gruppe.

fra slepeforsøkene vil derfor ikke være direkte overførbare for villsmolt, ettersom villsmolten i større grad vil være eksponert for lakselus i hele utvandningsruten.

Siden 2005 har det i tillegg til slepet til Manger også blitt slept smolt som ble sluppet lenger inne i fjordsystemet, i Osterfjorden og i Sørfjorden. Så langt er det fra slepeforsøket i 2005 gjenfanget 3 laks (gjenfangstprosent 0,04 %) som ble sluppet i Sørfjorden og 2 laks (0,03 %) som ble sluppet i Osterfjorden. Det kan dermed se ut som om molten som blir sluppet inne i fjordsystemet også klarer seg mye dårligere enn smolt som blir slept lenger ut.

Samlet sett viser resultatene fra smoltforsøkene at laks som slepes ut til kysten og slippes fri i langt større grad kommer tilbake enn fisk som vandrer ut fra vassdraget. Dette tyder på at den høye dødeligheten er begrenset i tid til noen få uker etter at molten forlater vassdraget og i rom til den om lag 100-120 km lange utvandningsruta fra Bolstad og ut fjordene. Resultatene sannsynliggjør at lakselus er en viktig dødelighetsfaktor for utvandrende laksesmolt.

Det har også vært forsøkt å fange utvandrende villsmolt fra Osterfjordsystemet for å tallfeste eventuelle lusepåslag. HI gjennomførte tråling i Osterfjordsystemet årlig i perioden 2000-2003, men generelt har det vist seg vanskelig å fange smolt i Osterfjordsystemet sammenlignet med for eksempel i Sognefjorden og Nordfjord (Holst 2005). Likevel ble det i 2000 fanget til sammen 45 fisk etter stor trålinnsats, men de fleste fiskene ble fanget relativt langt inne i fjordsystemet i den sonen hvor det ikke forventes lusepåslag som følge av ferskvannspåvirkning. Fiskene som ble fanget i de indre deler av fjordsystemet hadde da heller ikke lusepåslag, noe som heller ikke var forventet siden 2000 var et år med stor ferskvannspåvirkning. En

Tabell 4.4. Oversikt over gjenfangster gjort t.o.m. fangstsesonen 2007 fra de ulike utsettingsgruppene av settesmolt. Gjenfangster av tre- og firesjøvinter laks fra utsettingene i 2005 ventes først i 2008 og 2009, mens gjenfangster av to-, tre- og firesjøvinter fisk fra utsettingene i 2006 først ventes i årene 2008-2010. De første gjenfangstene fra utsettingene i 2007 ventes først fra 2008.

År	Utsettingslokalitet	Behandling	Antall smolt	Gjenfangster Sjøalder					
				1	2	3	4	Sum	%
2000	Vosso	Slice	4370	0	0	0	0	0	0
		Kontroll	4370	0	0	0	0	0	0
	Bolstadelva	Slice	4370	0	1	0	0	1	0,02
		Kontroll	4370	0	0	0	0	0	0
2001	Vosso	Slice	2775	0	0	0	0	0	0
		Kontroll	2840	0	0	0	0	0	0
	Bolstadelva	Slice	3060	0	0	0	0	0	0
		Kontroll	2820	0	0	0	0	0	0
	Slep-Fedje	Slice	2840	2	2	1	0	5	0,18
		Kontroll	2740	2	1	0	0	3	0,11
2002	Vosso	Slice	4700	0	0	0	0	0	0
		Kontroll	4700	0	0	0	0	0	0
	Bolstadelva	Slice	4700	1	0	0	0	1	0,02
		Kontroll	4700	0	0	0	0	0	0
	Slep-Fedje	Slice	4700	9	5	2	0	16	0,34
		Kontroll	4700	8	2	2	0	12	0,26
2003	Vosso	Slice	4035	0	0	0	0	0	0
		Kontroll	3625	0	0	0	0	0	0
	Bolstadelva	Slice	3890	0	0	0	0	0	0
		Kontroll	3900	0	0	0	0	0	0
	Slep-Manger	Slice	4025	33	23	2	1	59	1,47
		Kontroll	4100	6	5	1	0	12	0,29
2005	Bolstadelva	Slice	3500	0	0	-	-	0	0
		Kontroll	3500	0	0	-	-	0	0
	Slep-Sørfjorden	Slice	3500	0	2	-	-	2	0,06
		Kontroll	3603	0	1	-	-	1	0,03
	Slep-Osterfjorden	Slice	3500	0	1	-	-	1	0,03
		Kontroll	3500	0	1	-	-	1	0,03
	Slep-Manger	Slice	4334	3	20	-	-	23	0,53
		Kontroll	3500	1	10	-	-	11	0,31
2006	Bolstadelva	Slice	3250	0	-	-	-	0	0
		Kontroll	3250	0	-	-	-	0	0
	Slep-Sørfjorden	Slice	3250	0	-	-	-	0	0
		Kontroll	3250	0	-	-	-	0	0
	Slep-Osterfjorden	Slice	3250	0	-	-	-	0	0
		Kontroll	3250	0	-	-	-	0	0
	Slep-Manger	Slice	3250	0	-	-	-	0	0
		Kontroll	3250	0	-	-	-	0	0
2007	Slep-Sørfjorden	Slice	5000	-	-	-	-	-	-
		Kontroll	4800	-	-	-	-	-	-
	Slep-Osterfjorden	Slice	5000	-	-	-	-	-	-
		Kontroll	4800	-	-	-	-	-	-
	Slep-Manger	Slice	5130	-	-	-	-	-	-
		Kontroll	4800	-	-	-	-	-	-

smolt som ble fanget i trålen i Radfjorden i 2000 hadde 60 lus mens to smolt i Herdlaffjorden hadde 4 og 6 lus. Holst (2005) påpeker at trålingen således har avdekket at fisk kan få dødelige påslag i dette fjordsystemet, men at trålingen så langt ikke har kunnet gi kvantitative data omkring problemstillingen.

I 2002 og 2003 ble det satt ut merder med laksesmolt for indirekte måling av relativ lusemengde i fjordsystemet (Holst 2005). Merdene er sydd av not og har et volum på ca 1 m³. De ble fortøyd på posisjoner ute i vandringsrutene, 50-100 meter fra land på ca 1 meters dyp. I hver merd ble det i 2002 satt ut 30 smolt fra Voss klekkeri, i 2003 15 fra Voss klekkeri og 15 fra Dale klekkeri. Hvert år ble det også satt ut 3 villsmolt fanget på Bolstad i hver merd. Merdene ble satt ut i 6 posisjoner rundt Holsnøy. Merdene stod ute 20 dager, fra 10. mai til 30. mai. Fisken ble avlivet ved opptak og lagt enkeltvis i poser og frosset. Lusepåslaget ble talt kort tid etter på tint fisk. I begge år var de observert påslag på fiskene mellom 1 til 2 lus i snitt per fisk. Tilsvarende forsøk med om lag samme metodikk ble gjennomført av HI i 2007 (Boxaspen & Asplin 2008). Merdene med smolt som var satt i omtrent samme områdene som i 2002 og 2003 hadde i 2007 om lag 1 lus i gjennomsnitt på stasjonen ved Manger og under 0,2 lus i snitt på merdene i Herdleffjorden og Radfjorden. Disse resultatene kan gjenspeile en reduksjon i lusemengden fra 2002/2003 til 2007 i disse områdene. Imidlertid ble det i 2007 funnet høye gjennomsnittsverdier (ca 3,5 lus per fisk) for en merd satt i Hjeltefjorden.

Resultatene fra metoden med å slepe behandlet og ubehandlet laksesmolt viser at denne typen forsøk synes å være en velegnet fremgangsmåte for å lokalisere problemområdene, og for å undersøke nivåene av lakselus i deler av utvandringsruten. Tilsvarende forsøk, som har vist mindre grad av forskjell mellom gruppene har vært gjennomført i Trondheimsfjorden hvor det ikke er oppdrettsanlegg (Hvidsten *et al.* 2007).

Resultatene fra slepeforsøkene peker også på potensialet ved å bruke slep av smolt som metode for å øke innsiget av laks til vassdraget. Av totalt 4025 laksesmolt som var behandlet med lusefôr og slept til Manger våren 2003 har en ved et begrenset fiske med kilenot i sjøen og registreringsfiske i vassdraget en gjennfangstprosent på 1,47 %. Ved å øke smoltproduksjonene til for eksempel 50 000, som så lusebehandles og slepes til kysten, vil en med en slik gjennfangstprosent forvente en tilbakevandring på over 700 gytelaks.

Fra Daleelva i Vaksdal kommune har det blitt utført sammenlignbare smoltslipp med Vosso-prosjektet fra 2001 og fram til i dag. Denne smolten har noe over en mil kortere

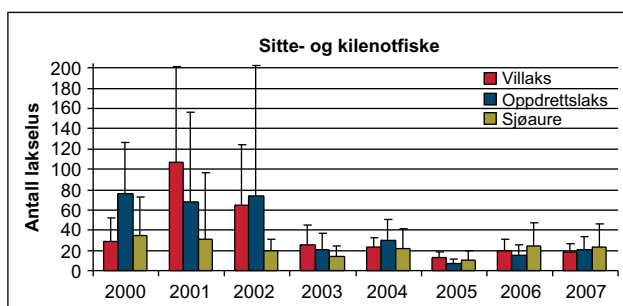
vei ut fjorden i forhold til Vossosmolten, men har deretter samme utvandringsrute som smolt fra Vosso som vandrer på sørsiden av Osterøy. Hovedkonklusjonen fra forsøkene er at overlevelsen av smolt sluppet i elven har vært langt høyere enn for tilsvarende slipp i Vosso. Årsakene til dette er ukjente, men vi antar at det har bidratt at vandringsveien i fjorden er kortere. Det kan også ha vært forskjeller i smoltkvalitet, bl.a. at smolten benyttet i forsøkene i Daleelva har vært noe større enn smolten i forsøkene i Vosso. Gjenfangsten har imidlertid variert betydelig de siste årene, fra nær nullpunktet de to siste årene til at over 1 % av smolten som ble sluppet i 2002 ble gjenfangst i elven. Lakselus har bare hatt en statistisk negativ effekt på overlevelsen etter slippet i 2002. I de dårlige årene har vi ikke kunnet påvise effekter av lakselus, men smålaksen som har kommet igjen har vært uvanlig små. Dette har vært tolket som at forhold i havet har vært ugunstige for fødeopptak, vekst og overlevelse hos post-smolt de siste årene, i alle fall i denne regionen.

Studier av smoltutvandringen i fjorden har blitt utført ved hjelp av telemetri. Akustiske merker som sender lydsignaler til lyttebøyer ble operert inn i relativt stor kultivert smolt av Vosso og Dalestamme i 2003 og 2007. Lyttebøyene var plassert ut til Nordhordlandsbroen ved utløpet av fjordene rundt Osterøy. I disse forsøkene var overlevelsen de nesten 50 kilometerne fra utløpet av Vosso ved Stamnes og ut til broen lavere enn forventet (10-15 %). Fordi overflatelaget består av ferskvann/brakkvann gjennom denne første delen av vandringsveien så antar vi at andre forhold enn lakselus har forårsaket denne dødeligheten, som predasjon og/eller uheldig vannkjemi.

4.3.2 Registrering av lakselus på innvandrende laks, sjøaure, rømt oppdrettslaks og rømt regnbueaure

Tellinger av lakselus på villaks, sjøaure og oppdrettslaks viser at det i alle år er blitt registrert en relativ høy gjennomsnittlig intensitet (dvs. gjennomsnittlig antall lus funnet på fisk som hadde lakselus). Både for villaks og oppdrettslaks var det spesielt høye gjennomsnittsverdier i årene fra 2000 til 2002, mens verdiene i de etterfølgende årene har vist en klar reduksjon (**Figur 4.4**). En liknende trend finner en for sjøauren der de høyeste registrerte gjennomsnittsverdiene ble funnet i 2000 og 2001. De registrerte lusemengdene på innvandrende fisk tilsier at det har vært relativt mye luselarver i fjordsystemene i perioden. Dette inntrykket forsterkes av resultatene fra trålforsøk utført av HI i Osterfjordsystemet i 2000. Det ble da påvist til dels meget store påslag av lus på sjøaure (opptil ca 400 chalimus på en fisk) i områdene like innenfor Nordhordlandsbroen (Holst 2005). I 1999 gjennomførte

HI et fiske etter rømt regnbueaure i Osterfjordsystemet i slutten av april og begynnelsen av mai for å undersøke påslaget av modne hunner på denne gruppen fisk. Det ble i alt fisket 130 garnnetter hovedsakelig i området fra Nordhordlandsbroen til Valestrandsfossen. De fleste garna stod på Osterøysiden og garn på fastlandssiden (Hylkje) ga små fangster. Det ble totalt fanget 115 regnbueørret. I snitt hadde fiskene 4,4 voksne hunnlus mens eggstrengenes gjennomsnittlige lengde var 13,4 mm (Holst 2005). Årlig tas det betydelige mengder rømt regnbueaure i kilenota ved Trengereid (fra 37 til 165 stk. per år i perioden 2000-2007). Denne fisken synes derfor å oppholde seg lenge i fjordene rundt Osterøy og kan derfor være en svært uheldig kilde til produksjon av lakseluslarver.



Figur 4.4. Gjennomsnittlig intensitet av lakselus (med standard avvik) for villaks, oppdrettslaks og sjøaure i sitte- og kilenotfiske på strekningen Skolmen til Straume i årene 2000-2007.

I årene 2002-2007, da utvandrende villsmolt har blitt innfanget i smoltruser i Bolstadfjorden, er det hvert år regelmessig blitt fanget sjøaure med store mengder lakselus i smoltrusene. Denne sjøauren har fått lusepåslaget i de mer saltholdige områdene lenger ut i fjordsystemet. Dette er områder villsmolten med stor sannsynlighet skal passere, noe som tilsier at mengden luselarver i utvandningsruta er på et høyt og skadelig nivå.

4.3.3 Samlet vurdering

Samlet har prosjektet opparbeidet en rekke relevante resultater med tanke på lakselus som trusselfaktor. Resultatene fra slepeforsøkene utført i årene 2001-2007 viser at lakselusangrep kan redusere overlevelsen til forsøkssmolten med nær 80 %. Det foreligger også en rekke registreringer av sjøaure og regnbueaure med til dels meget store påslag av lus i fjordområdene som utgjør utvandningsruta for laksesmolten fra Vossovassdraget. Det vurderes derfor som overveiende sannsynlig at lakselus har hatt betydelige negative populasjonseffekter for laksestammen i Vosso. Det konkluderes derfor med at effektive tiltak må iverksettes for å håndtere denne trusselfaktoren om Vossolaksen skal reddes. Det er derfor avgjørende at oppdrettsnæringen og veterinærmyndighetene sørger for nødvendige tiltak, slik at lakselusproblemet er på et bærekraftig nivå i forhold til skadevirkninger på utvandrende smolt.

4.4 Referanser

- Barlaup, B.T. (redaktør) 2004. Bestandsutvikling, trusselfaktorer og tiltak. DN-utredning 2004-7.
- Bjørn, P.A., B. Finstad, R. Nilsen, L. Asplin, I. Uglem, Ø. Skaala, K.K. Boxaspen & T. Øverland. 2008. Nasjonal overvåking av lakselusinfeksjon på ville bestander av laks, sjørørret og sjørøye i forbindelse med nasjonale laksevassdrag og laksefjorder. NINA Rapport 377.
- Boxaspen, K. & Asplin, L. 2008. Lakselussituasjonen på Vestlandet i 2007. Kyst og Havbruk 2008:148-152.
- Hansen, L.P., Fiske, P., Holm, M., Jensen, A.J., og Sægrov, H. 2008. Bestandsstatus for laks i Norge. Prognoser for 2008. Rapport fra arbeidsgruppe. Utredning for DN 2008-5.
- Heuch, P.A., P.A. Bjørn, B. Finstad, J.C. Holst, L. Asplin & F. Nilsen. 2005. Relationships between salmon lice on wild and farmed salmonids: A review of population dynamics, management measures and effects on wild salmonid fish stocks in Norway. *Aquaculture* 246: 79-92.
- Holst, J.C. Angrep av lakselus som trusselfaktor. 2005. I: Barlaup, B.T. (redaktør) 2004. Bestandsutvikling, trusselfaktorer og tiltak. DN-utredning 2004-7.
- Hvidsten, N.A., B. Finstad, F.Kroglund, B.O. Johnsen, R.Strand, J.V. Arnekleiv & P.A. Bjørn. 2007. Does increased abundance of sea lice influence survival of wild Atlantic salmon post-smolt? *Journal of Fish Biology* 71, 1639-1648.



5 Konsekvensar av innkryssing av oppdrettslaks

Av Øystein Skaala, Havforskningsinstituttet

I tillegg til fleire teoretiske arbeid og modellstudiar, fins det to empiriske undersøkingar som gir konkrete data på korleis overlevingssevne hos atlantisk laks vert påverka som følgje av innkryssing av oppdrettslaks. Det eine er utført i Irland under eit EU finansierte prosjekt (McGinnity et al 1997) eit anna er utført ved NINA i Noreg (Fleming et al 2000). Slike arbeid er ressurskrevjande og vanskelege bl.a. fordi ein ofte manglar grunnlagsdata, og dessutan fordi kravet til overvaking og prøvetaking, og kontroll med støy frå ikkje-genetiske effektar er stort. Nokre av konklusjonane til McGinnity et al (1997) som sette ut familiegrupper av villaks, oppdrettslaks og kryssingar på augerognstadeiet, var:

- Overlevinga frå augerogn til smolt er mykje lågare for avkom frå oppdrettslaks enn for villaks. Smoltproduksjonen frå oppdrettslaks var 34-55% av villaksen sin
- Størst skilnad i overleving fram til fyrste sommar
- Avkom av oppdrettslaks vaks fortare og fortrenge villaksen som var mindre
- Lågare innslag av dverghannar i avkom frå oppdrettslaks enn for villaks
- Villaksen hadde større tendens til å vandra nedover som presmolt om hausten
- Vekst og overleving hos hybridfamiliar var intermediær eller lik villaks
- Avkom av oppdrettslaks og hybridar kan overleva fram til smolt i naturlege habitat
- Rømt laks kan endra både enkeltgen og samansette arvelege trekk i villaksbestandar
- Oppdrettslaksen hadde lågare marin overleving enn villaksen

Fleming *et al.* (2000) som sette ut kjønnsmodne oppdrettsfisk og ville gyttarar ovafor fiskefella i Imsa og undersøkte avkommet konkluderte med følgjande:

- Oppdrettslaksen hadde mindre enn ein tredjedel av villaksen sin gytesuksess
- Oppdrettshannar hadde dårlegare gytesuksess enn oppdrettshoer
- Genstraumen inn i villbestanden gjekk i hovudsak via oppdrettshoer og villhannar

- Indikasjonar på seleksjon imot oppdrettslaksen i tidleg livsfase, men ikkje etterpå
- Produktiviteten i villaksbestanden vart redusert med meir enn 30%
- Reproduktiv suksess over ein generasjon for oppdrettslaksen var 16 % av villfisk
- Jamn immigrasjon av oppdrettsfisk kan verka negativt på bestanden sin produktivitet og på lokale tilpassingar og redusera den genetiske diversiteten hos villaks

Ein del andre arbeid som ikkje spesifikt omhandlar genstraum frå rømt oppdrettslaks, men som omhandlar genstraum frå utsett oppdretta laksefisk har og relevans i samband med vurderinga av effektane av rømt oppdrettslaks. Yokota & Watanabe (1997) konkluderte i ein simuleringsstudie med at ved ein-vegs gentransport, slik ein har i samband med fiskeutsetjing, vil setjefisken over tid endra og tilslutt erstatta den naturlege bestanden. Genetiske studiar i Spania viste at når augerogn frå Shin i nord-Spania vart sett ut i elva Ulla, hadde juvenil fisk frå Shin signifikant lågare overleving, og smoltproduksjonen var opptil 9 gonger høgare for den lokale populasjonen i Ulla. Tilsvarende er det funne at tilslaget (i sportsfiske) på skotsk laks i dei spanske elvane Ason og Nansa er svært lågt (Verspoor & de Leaniz 1997).

Dei fleste genetiske studiane av utsetting, er utført på aure (*Salmo trutta L.*). Genetisk merke aure utsett i ein sjøaurebestand og i ein stasjonær elvebestand i Øyreselva i Hordaland (Skaala *et al.* 1996) viste at den utsette oppdretta gytefisken reproduserte og overførte genmateriale til villfisk i begge lokalitetar. Det genetiske bidraget frå den utsette auren var 19,2 % og 16,3 % fyrste sommar etter klekking. Estimata for overleving var om lag tre gonger høgare for avkom av vill aure enn for hybrid avkom. Innslaget av avkom av utsett aure avtok i den innkryssa årsklassen i begge lokalitetane gjennom dei to åra undersøkinga varte. Dette tydar på ein seleksjon imot det utsette materialet.

I seinare tid er det gjort ei rekkje undersøkingar i sør-Europa, i stor grad basert på markørgenet LDH-5*, som gjev dels motstridande informasjon om tilslag, kjønnsmodning og reproduksjon hos utsett aure. I nokre

undersøkingar finn ein veldig stor mortalitet hos introdusert materiale (Beaudou *et al.* 1994; Arias *et al.* 1995), medan ein i andre forsøk har vist at introdusert materiale fortrenge og erstatta lokale populasjonar (Largiadere & Scholl 1995). Det kan sjå ut til at påverknaden er mindre ved utsetting i elv enn i innsjøar, og mindre i innsjøar der fiskepresset var stort enn i innsjøar med lågt fiskepress, fordi settefisk er meir fangbar enn villfisk (Garcia-Marin *et al.* 1998).

I dei fleste samanlikningane som er basert på protein-kodande gen, har ein funne små reduksjonar i allelisk diversitet og små eller ingen reduksjonar i heterozygoti. Årsaka til dei små skilnadane i genetisk variasjon som er observert i fleire studiar, skuldast mest sansynleg den låge graden av variasjon i protein kodande gen hos laks, og tilhøyrande metodiske begrensingar. Dette blir underbygd av resultatane frå DNA-baserte undersøkingar. Norris (1999) som brukte 15 DNA mikrosatellitt markørar for å samanlikna genetisk variasjon fant mellom 20 og 48% færre allelar i oppdrettslinjer enn i vill laks. Skaala *et al.* (submitted), samanlikna norske oppdrettslinjer med fire villaksbestandar i 12 DNA mikrosatellitt loci, fant svært redusert allelisk variasjon i alle gen i oppdrettslinjene, og i gjennomsnitt hadde oppdrettslinjene om lag 60 % av variasjonen i villaksen. Ei direkte samanlikning av allelisk variasjon mellom ei avlslinje og den ville utgangsbestanden, viste at avlslinja hadde 50 % av variasjonen observert i den ville bestanden. Den genetiske distansen observert mellom avlslinja og utgangsbestanden var 2-6 gonger større enn distansen observert mellom ville bestandar.

Konklusjonen på undersøkingane der ein har samanlikna den genetiske variasjonen i oppdrettslaks og villaks må difor bli at avlslinjer har klart lågare genetisk variasjon enn det ein finn i villbestandar.

Desse undersøkingane har vist at avlslinjer har redusert grad av genetisk variasjon. Dei fortel likevel ikkje noko særleg om korleis domestisering endrar finess relaterte trekk, som vekst, kjønnsmodning, anti preator atferd eller vandrings mønster. Kunnskap om slike endringar er påkrevd når ein skal prøva å forstå korleis og i kva grad gentransport frå oppdrettslaks påverkar genetisk samansetjing og økologien til villaksen. Difor er det blitt gjennomført studiar som samanliknar oppdrettslaks og villaks i trekk som vekst, aggresjonsnivå, og antipreatoratferd. På grunn av høg arvbarhet for vekst og den aktive seleksjonen for vekst i avlsprogramma, er det ikkje uventa at oppdrettslaks veks langt betre enn villaks (Einum and Fleming, 1997). Likevel har ein inntil nyleg visst lite om kva mekanismar som ligg bak vekstprosessen, og som difor blir selektert for. Nye undersøkinga har vist ein nær

samanheng mellom domestiseringsseleksjon for vekst og den endokrine reguleringa, der individ med høgare nivå av veksthormon blir selektert i avlsprogramma (Fleming *et al.* 2002).

I undersøkingar av aggresjon og atferd hos laks frå Imsa, Loneelva og oppdrettslaks, fant ein at oppdrettslaksen var meir aggressiv enn begge dei ville laksebestandane, og difor dominerte desse i parvise samanlikningar. Oppdrettslaksen var meir risikovillig i simulerte predatorangrep, og hadde høgare vekstrate enn villaks. Kryssingar av oppdrettslaks og villaks hadde oftast eit intermediaer uttrykk i desse eigenskapane. Habitatbruk og diett var lik, noko som antyd at oppdrettslaks og villaks konkurrerer om desse ressursane (Einum & Fleming 1997).

Når dyr blir domestisert, blir miljøet deira drastisk endra, og likeins seleksjonskreftene dei er påverka av. Til dømes blir seleksjonstrykket frå predatorar fjerna. Hos laks er det vist at hjarterytmen er høgare og at flyktresponsen er meir uttrykt hos vill 1+ enn hos oppdrettslaks. Også flykttida var lengre hos vill enn hos domestisert laks, og det tok lengre tid før hjarterytmen gjekk attende til nivået før angrep hos villaks enn hos domestisert (Johnsson *et al.* 2001).

Vi kan konkludera med at fleire undersøkingar viser at oppdrettslaks skiljer seg frå villaks i mange arvelege eigenskapar, som spenner frå allelisk variasjon registrert i enkeltgen til samansette eigenskapar som vekst, aggresjon og antipredator atferd. Desse samansette eigenskapane er karakterar som ein veit påverkar fitness og overleving i naturen. Årsakene til endringane er ulikt opphav til avlslinjer, founder-effektar og genetisk drift, samt response til seleksjon for spesifikke eigenskapar og passiv seleksjon gjennom tilpassing til oppdrettsmiljøet.

5.1 Undersøkingar av Vossolaksen

I Vosso, som tidlegare var vidkjent for den store laksen, har det sidan slutten på 1980-talet vore ein påfallande reduksjon i gytebestanden. Samstundes vandrar det rømt laks opp i vassdraget, og oppmot 50-80% av gytebestanden har vore oppdrettslaks over fleire år. Det kan difor føregå endringar i bestanden både som følgje av genetisk drift (tilfeldige prosessar som særleg er vanlege i små bestandar) og som følgje av immigrasjon av oppdrettslaks.

Havforskningsinstituttet har teke del i fire genetiske undersøkingar av vossolaks:

- Genetisk variasjon hos villaks og oppdrettslaks ved proteinkodande gen
- Genetisk variasjon hos villaks og oppdrettslaks ved DNA mikrosatellittar
- Samanlikningar av toleranse for lakselus
- Genetiske endringar i laksepopulasjonar med mykje rømt oppdrettslaks

Det første arbeidet er rapportert til DN (Skaala & Hindar 1997). Undersøkinga av dei proteinkodande gena viste at det genetiske bidraget frå oppdrettslaks til 1996 årsklassen var $44.2 \pm 16.4\%$ over ulike loci og avhengig av kva baseline som vart nytta. Dette antyd at genpoolen i Vossolaksen no blir endra som følgje av oppdrettslaks, og er i samsvar med undersøkingar der ein brukar pigment i rogn som kriterie for å skilja rogn gytt av villfisk og rømt fisk.

Skaala *et al.* (2005) samanlikna genetisk variasjon hos dei fem største oppdrettslinjene i Noreg og eit utval villaksbestandar, mellom anna vossolaks, ved hjelp av 12 DNA mikrosatellitt markørar. Det vart vist at oppdrettslinjene hadde redusert variasjon, i gjennomsnitt hadde oppdrettslaksen 58% av variasjonen som blei registrert i villaksen i undersøkinga. DNA markørane separerte mellom vill og oppdretta laks med høg presisjon (>95 %). Laks frå Neiden i Finnmark viste store skilnader frå sørlegare laksepopulasjonar.

I eit seinare arbeid (Skaala *et al.* 2006), samanlikna ein DNA profilar basert på historisk og nytt skjellmateriale i sju laksepopulasjonar, mellom anna vossolaks. Dette arbeidet viste genetiske endringar i vossolaksen og laks frå Eio og Opo, medan det ikkje vart registrert endringar i fire andre populasjonar.

5.2 Genetiske metodar i arbeidet med vossolaksen frå 2008

Dersom det er ønskjeleg å undersøkje bakgrunnen til laks som vandrar opp i Vosso for å gyta, for å sortera vossolaks frå annan laks, eventuelt også hybridar, kan dette gjennomførast med DNA mikrosatellitt markørar (Hansen *et al.* 2006; Vähä & Primmer 2006). Arbeidet er diskutert med Michael M. Hansen, som tidlegare har gjennomført liknande arbeid på sjøaure i Danmark. Det er føreslege å samla inn gytefisk frå Vosso og nærområdet, samt fisk frå viktige nabobestandar som td. Loneelva, Daleelva, Eksingedalselva og Arnaelva. Desse må genotypast saman med referansematerialet av vossolaks frå 1980. Vi tenkjer to problemstillingar:

- Dokumentasjon av dagens vossolaks
- Unngå, alt. redusera innkryssing av rømt oppdrettslaks

Havforskningsinstituttet har lagt vossolaksen inn i sitt interne prosjekt på evaluering av nasjonale laksefjordar og –vassdrag, og vil slik kunna dekkja ein god del av kostnadane. Det kan og vera aktuelt å testa genbankmaterialet mot 1980-profilen av vossolaks. Arbeidet med vossolaksen vil imidlertid bli meir omfattande enn for andre vassdrag som inngår i dette prosjektet, og noko ekstra finansiering vil difor vera ein fordel for undersøkinga. Genotyping og analyse av data krev noko tid, og det er difor viktig at innsamlinga av nabolokalitetar skjer så tidleg som muleg, slik at dette kan bli tidleg opparbeida. Prøvar av innsamla gytefisk frå vosso må overleverast så tidleg som muleg, slik at vi får resultat av genotypinga tidleg nok til at rømlingar, hybridar etc. kan sorterast ut før stryking.

5.3 Referanser

- Arias, L., Sanchez, L. & Martinez, P. 1995. Low stocking incidence in brown trout populations from northwestern Spain monitored by *LDH-5** diagnostic markers. *Journal of Fish Biology* 47 (Supplement A): 170-176.
- Beaudou, D., Cattaneoberrebi, G. & Berrebi, P. 1994. Genetic impacts of trout (*Salmo trutta fario*) stocking practices on in-situ populations - case of the Orb basin (Herauld). *Bulletin Francais de la peche et de la pisciculture* 332:83-92.
- Einum, S. & Fleming, I.A. 1997. Genetic divergence and interactions in the wild among native, farmed and hybrid Atlantic salmon. *J. Fish Biol.* 50: 634-651.
- Fleming, I.A., Agustsson, T., Finstad, B., Johnsson, J.I. and Björnsson, B.Th. (2002). Effects of domestication on growth physiology and endocrinology of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 59: 1323-1330.
- Fleming, I. A., Hindar, K., I. Mjølnerød, B., Jonsson, B., Balstad, T. & Lamberg, A. 2000. Lifetime success and interactions of farm salmon invading a native population. *Proceedings Royal Society London B* 267: 1517-1523.
- Garcia-Marin, J.L., Sanz, N. & Pla, C. 1998. Proportions of native and introduced brown trout in adjacent fishes and unfished Spanish rivers. *Conservation Biology* 2: 313-319.
- Hansen M.M., Bekkevold, D., Jensen, L.F., Mensberg, K-L.D & Nielsen, E.E. 2006. Genetic restoration of a stocked brown trout *Salmo trutta* population using microsatellite DNA analysis of historical and contemporary samples. *Journal of Applied Ecology* 43:4, 669-679
- Johnsson, J.I., Höjesjö, J. & Fleming, I.A. 2001. Behavioral and heart rate response to predation risk in wild and domesticated Atlantic salmon. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58: 788-794.
- Largiader, C.R. & Scholl, A. 1995. Effects of stocking on the genetic diversity of brown trout populations of the Adriatic and Danubian drainages in Switzerland. *Journal of Fish Biology* 47 (Supplement A): 209-225.
- McGinnity, P., Stone, C., Taggart, J.B., Cooke, D., Cotter, D., Hynes, R., McCamley, C., Cross, T. & Ferguson, A. 1997. Genetic impact of escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) on native populations: use of DNA profiling to assess freshwater performance of wild, farmed and hybrid progeny in a natural river environment. *ICES Journal of Marine Science* 54: 998-1008.
- Norris, A.T., Bradley, D.G. & Cunningham, E.P. 1999. Microsatellite genetic variation between and within farmed and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations. *Aquaculture* 180: 247-264.
- Skaala, Ø., Jørstad, K.E. & Borgstrøm, R. 1996. Genetic impact on two wild brown trout (*Salmo trutta L.*) populations after release of non-indigenous hatchery spawners. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53: 2027-2035.
- Skaala, Ø., Taggart, J.B. & Gunnes, K. 2005. Genetic differences between five major domesticated strains of Atlantic salmon and wild salmon. *J. Fish Biol.* Vol 67, 119-129.
- Skaala, Ø., Høyheim, B., Glover, K. & Dahle, G. 2004. Microsatellite analysis in Atlantic salmon: low allelic variability in domesticated strains and high potential for discrimination between domesticated and wild individuals. *Aquaculture*, Vol 240, 131-143.
- Skaala Ø & Hindar K 1997. Genetic changes in the River Vosso salmon stock following a collapse in the spawning population and invasion of farmed salmon. (Superabstract). *ICES J. of Marine Science*, Convenors report.
- Skaala, Ø., Wennevik, V. & Glover, K.A. 2006. Evidence of temporal genetic change in wild Atlantic salmon, *Salmo salar L.*, populations affected by farm escapees. *ICES Journal of Marine Science* 63(7):1224-1233.
- Verspoor, E. & Garcia de Leaniz. 1997. Stocking success of Scottish Atlantic salmon in two Spanish rivers. *J. Fish Biol.*
- Vähä J-PK & Primmer CR. 2006. Detecting hybridization between individuals of closely related populations - a simulation study to assess the efficiency of model-based Bayesian methods to detect hybrid individuals. *Molecular Ecology* 15: 63-72.
- Yokota, M & Watanabe, S. 1997. One-way gene flow by stocking and its effects on a fish population. *Fisheries Science* 4:539-542.

6 Aluminium som trusselfaktor i brakkvann

Av Vilhelm Bjerknes¹, Frode Kroglund², Åse Åtland¹, Bjørn T. Barlaup³ og Sigurd Stefansson⁴

¹ NIVA-Vestlandsavdelingen, ² NIVA-Sørlandsavdelingen, ³ LFI-Unifob, Universitetsforskning Bergen,

⁴ Institutt for biologi, Universitetet i Bergen

6.1 Innledning

Det er veldokumentert at surt vann som inneholder aluminium er giftig for fisk i ferskvann, hvor laks er den mest følsomme arten (Rosseland & Staurnes 1994). Vannkvalitetsgrenser for laks i ferskvann med hensyn til forsurende er beskrevet i Kroglund *et al.* (2002, 2008). Det primære giftstoffet er aluminium, som påvirker enkeltfisk ved å bl.a. virke på gjellevev, enzymer, blodelektrolytter og hormonbalanse. Disse påvirkningene innvirker i neste omgang på bl.a. atferd, vekst, sykdomsresistens og overlevelse. Al avgiftes når pH heves, f.eks. etter kalking eller etter at surt vann blandes med vann som har høy pH. Avgiftingshastighet er relatert til pH og tar timer hvis pH er lavere enn 6, minutter hvis pH er omkring 6,4 Kroglund *et al.* 2001a, b).

Det har lenge vært antatt at Al i sjøvann er ufarlig som følge av pH-økningen, og at Al raskt vil felles ut av løsning (Jenssen & Leivestad 1989, Rosseland *et al.* 1998, Rosseland & Skogheim 1986, Staurnes *et al.* 1998). Basert på den kunnskap som etter hvert forelå fra "blandsoner" i ferskvann ble det tidlig på 90-tallet reist spørsmål om riktigheten av denne påstanden. Det ble reist en hypotese om at Al fra sure elver etter innblanding i sjøvann ville gjennomgå tilstandsending som tilsvarte de endringene som er påvist i ferskvann. Denne antagelsen baserte seg på at sjøvann har høy bufferevne og høy pH. De første indikasjonene på at Al også kan være giftig i brakkvann (10 ppt) kom i 1993. Det ble da innrapportert betydelig akkumulering av aluminium på gjeller til voksen laks i et merdanlegg i Fedafjorden på Sørlandet (K. Thorud, Veterinærinstituttet, pers. medd.). Det ble antatt at denne akkumuleringen var forårsaket av Al i flomvann fra Kvina (forsuret vassdrag). Når dette miljøproblemet først var beskrevet, er Al-relatert giftighet påvist nesten årlig ved anlegget, til tross for at Kvina i dag er kalket. Erfaringer fra oppdrettsnæringen tilsier også at kalking ikke innvirker på giftighet til aluminium i sjøvann (Rosten *et al.* 2000). Dødelighet etter eksponering for Al er i dag beskrevet fra flere sjøområder på Sørlandet og fra anlegg

lokalisert rundt Osterøy og i Masfjorden (Rosseland *et al.* 1998, Bjerknes *et al.* 2003). Disse observasjonene gav det faglige grunnlaget for NFR prosjektene: "*Endringer av metallers tilstandsform i overgangen fra ferskvann til sjøvann (estuarier) og virkningen på laks og marine organismer*", BF, MAREMI, prosjekt nr. 108102/110, periode 1995-1997, (Rosseland *et al.* 1998) og "*Mobilisering av metaller i estuarier og virkningen på marine organismer*", periode 1997-1999 (Kristensen *et al.* 2000). Senere er det gjennomført årlige studier av brakkvannet utenfor Storelva i Holt; Tvedestrand (Kroglund *et al.* 2007, Kroglund *et al.* i trykken 2008ab). Foruten resultat i samsvar med det over ble det i 2007 dokumentert effekter på postsmoltvandring. Smolten fra vassdraget ble stående i 4-6 ppt saltvann over mange uker. Kun 20 % av den merka smolten vandret ut i saltvann (>25 ppt). Likeledes var vandringshastigheten lav i brakkvann. Basert på resultat fra dette ene året kan det synes som at smoltens vandring kan påvirkes. Dette repeteres i 2008.

I det første programmet ble forsøkene utført på HI's forskningsstasjon i Matre. Forsøkene viste at fisk i sjøvann påvirkes negativt av Al, og at gifteffekten vedvarer i flere timer (F. Kroglund pers medd.). Påvirkningsgraden var korrelert til mengde Al på gjellene. Det ble påvist effekter som dødelighet og effekter på ulike blodparametre som plasmaklorid, hematokritt og glukose. Blodverdiene var signifikant forskjellig fra referansematerialet, men fisken døde med tilnærmet normale blodverdier: plasmakloridverdier mellom 120 og 130 mM og hematokrittverdier omkring 40-45 %. Kraftigst respons ble registrert på glukose, hvor nivået var forhøyet og oversteg 12 mM. Resultatet antyder at ioneregulering ikke er årsak til dødelighet. Mekanismen som medfører dødelighet er antatt å være respiratorisk/sirkulatorisk stress med opphopning av CO₂ i fiskens blod og medfølgende pH-senkning i blodet (acidose). Reduksjonen i plasmaklorid er en mekanisme for å motvirke blodforsuringen. Tydeligere påvirkninger ville sannsynligvis ha fremkommet dersom det var lagt mer vekt på blodgasser i disse undersøkelsene. Ved dødelighetsepisoder i 1997 i oppdrettsanlegg Osterfjorden ble

det observert at den døde fisken hadde hjertesprenging (Bjerknes *et al.* 2003). Dette har trolig sammenheng med den ekstrabelastningen fiskens hjerte blir påført når gjellene klogges med aluminium, hvor respirasjonssvikt vil være relatert til bl.a. akkumulering av Al på gjeller og eksponeringsvarighet. Konsentrasjonen av giftig Al i sjøvannet var da høyere enn det som forelå i det sure ferskvannet. Dette tyder på at tilstandsformer av Al som i ferskvann er ufarlig (kolloidalt Al) kan transformeres til å bli bio-akkumulerbare i sjøvann. Dette ble observert i forsøkene utført i Matre og sannsynliggjort som prosess i sjøvannet omkring Osterøy (Bjerknes *et al.* 2003). Senere er samme fenomen beskrevet flere ganger og vurderes i dag til å tilsvare prosessene som beskrives i forbindelse med sjøsaltepisoder på land (Standing *et al.* 2002). Remobilisering av Al på giftig form tiltar når saliniteten overskrider 1-2 ppt og avtar igjen når saliniteten overskrider ca 15 ppt. Reduksjonen i giftighet over tid (aldring av vannet; økende avstand fra kildeområdet) kan delvis forklares med fortynning, men kan også skyldes tiltagende transformasjon av giftige tilstandsformer til ugiftige former av Al. Kilden til Al i de ulike observasjonene må tilskrives Al-bidrag fra ferskvann ettersom Al-konsentrasjonen i atlantisk havvann er lavere enn 0,5 $\mu\text{g Al L}^{-1}$, samtidig som konsentrasjonen i kystnære farvann i sommermånedene vil være lavere enn 5 $\mu\text{g Al L}^{-1}$ (Hydes 1977, Beusekom 1988, Helmers & Loeff 1993). Utover de registreringene som er gjort i Norge foreligger det lite data på biologiske effekter av Al i sjøvann. Det er påvist at Al tas opp av bl.a. diatomeer (Beusekom & Weber 1995). Foruten fortynning i saltvann kan bindinger til vevsstruktur i alger være en av mekanismene som bidrar til å fjerne Al i brakkvann.

Konklusjoner fra forsøkene utført i Matre er (Rosseland *et al.* 1998):

- Al i sjøvann har størst giftighet i intervallet 2-3 til 10 ppt. Effekter er påvist opp til 15 ppt
- Al akkumuleres på gjeller
- Konsentrasjonen av Al kan øke i sjøvann i forhold til konsentrasjon i kilden. Lavmolekylært uorganisk aluminium (LMM Al) mobiliseres fra høyemolekylære kolloidale og organiske former (HMM Al_c og Al_o) i ferskvannet
- Ikke alt kolloidalt og organisk bundet aluminium (Al_c og Al_o) er like mobiliserbar, ikke alt lavmolekylært uorganisk aluminium er like giftig
- Uorganisk aluminium avgiftes som funksjon av tid. Lavmolekylært uorganisk aluminium generert i sjøvann polymeriserer etter hvert til høymolekylære og ugiftige former av Al

- Det ble påvist fiskeresponser som atferdsendringer, symptomer på kvelning og økning i glukose. Responsene var forskjellig fra det som påvises i ferskvann ved samme belastning (her målt som gjelle-Al). Fisken døde med normale eller noe lave plasmakloridverdier.
- Kunnskapen tillater ikke fastsettelse av grenseverdier med hensyn på dose-respons

Foruten data fra forsøk foreligger det en rekke observasjoner som i dag tolkes som forårsaket av Al i sjøvann. Allerede i 1986 ble det beskrevet fiskedød rundt Osterøy. Disse episodene var relatert til flom i nærliggende elver (Bjerknes *et al.* 1985, Bjerknes 1986). Det kan heller ikke utelukkes at også tidligere episoder med fiskedød skyldes samme fenomen. Observasjoner gjort i 1997/98 viste at fisken under flomepisoder akkumulerte betydelige mengder Al på gjellene og døde av hjertesprenging (Bjerknes *et al.* 2003). Episoden påvirket kun laks. Fysiologisk og atferdsmessig respons og dødelighet hos regnbueørret holdt i samme anlegg er markert mindre enn hos laks. Dette illustrerer artsforskjeller i toleranse.

Utover det som er dokumentert fra merdanlegg i fjorder og fra forsøk er det etter hvert etablert en betydelig erfaringsbase innen oppdrettsnæringen. Det er påvist Al-relatert dødelighet i smoltanlegg som benytter saltvann for å avgifte surt ferskvann og/eller til å tvangssmoltifisere fisken, samt i forbindelse med brønnbåttransporter (Staurnes *et al.* 1998, Rosseland *et al.* 1997, Rosseland 1999, Rosten *et al.* 1999, Rosseland *et al.* 2000, Bjerknes *et al.* 2003). Hovedkonklusjonene fra disse forsøkene kan oppsummeres som:

- Gjeller fra vill og anleggsprodusert laks uten Al-belastning har <5 $\mu\text{g Al g}^{-1}$ gjelle tv, både i ferskvann og i sjøvann.
- Oppdrettsanlegg med Al-relaterte problem ligger i fjorder som har en eller flere tilførsler fra sure og/eller kalka elver.
- Dødelighet sammenfaller i tid med snøsmelting på land og flom i elvene
- Elvene tilfører fjordsystemet store mengder aluminiumsrikt ferskvann med lav temperatur.
- Laksedød påvises ved en saltholdighet mellom 5-10 ‰
- Fiskedød har vært relatert til hjertesprengning hos laksen. Det påvises normalt ikke effekter på blodplasmaklorid. Det er imidlertid påvist betydelig gjellevevsforandringer som også kan medføre at respiratorisk overflate blir redusert (Lucassen pers. medd.)
- I settefiskanlegg inntreffer det problemer når surt vann behandles med sjøvann når saliniteten overstiger 2 ppt.
- Det er dokumentert problemer under brønnbåttransporter når metallholdig ferskvann blandes med sjøvann under transporten.

Det er også dokumentert effekter på andre arter enn atlantisk laks. I forsøk er det påvist effekter både på piggvar og torsk (Kroglund *et al.* upublisert data fra Solbergstrand). Undersøkelsene til Kristensen (2000) påviste at dødelighet var relatert til metabolisme. Denne var igjen relatert til metallakkumulering på gjellene. I andre forsøk er det påvist at blåskjell akkumulerer Al, uten at det i denne undersøkelsen ble forsøkt påvist biologiske effekter av akkumulert metall (Kroglund, M. 1998).

Det foreligger lite data på effekter av Al i sjøvann for villfisk. Et unntak er data generert i forbindelse med HI's tråling etter postsmolt i Sogn og Fjordane i 1999 (Bjerknes & Kroglund 1999). I denne undersøkelsen ble det innfanget 20 smolt fra 2 stasjoner i Nordfjord og 41 smolt fra 4 stasjoner i Sognefjorden (**Tabell 6.1**). Konsentrasjonene var < 10 µg Al/g tv kun hos 7 av 61 smolt fanget i Sogn og Fjordane. Med unntak av Hundvikfjorden i Nordfjord ble det registrert enkeltfisk med gjelle-Al konsentrasjoner >87 µg Al g⁻¹ tv på samtlige prøvestasjoner. Gjennomsnittsverdiene varierte fra 27 til 65 µg Al g/gjelle tv. Selv om resultatene viser forhøyede gjelle-Al konsentrasjoner er det usikkert hvor fisken hadde akkumulert metallet. Enten ble dette akkumulert i elver innenfor de respektive fjordene eller så ble dette akkumulert i brakkvannsfasen. Det er kjent at en rekke vassdrag i ytre Sogn er moderat påvirket av forurengning, og at disse i perioder transporterer betydelige mengder Al til fjorden (Larsen *et al.* 2003). Dersom Al ble akkumulert i sjøfasen kan det ikke utelukkes at aluminium representerer et miljøproblem for utvandrende postsmolt i disse fjordene. Dersom Al ble akkumulert i elvefasen antyder resultatet at en eller flere vassdrag i disse fjordene er påvirket av forurengning.

Sjøvannstoleransen hos laksesmolt påvirkes av aluminium ved at Al innvirker på aktiviteten til gjelleenzymet Na⁺K⁺-ATPase (Bjerknes (red.) 2007). I forsøk utført ved NINAs forskningsstasjon på Ims i Rogaland ble det påvist samsvar mellom mengde av aluminium på gjellene og nivåene av plasmaklorid, glukose og Na⁺K⁺-ATPase aktivitet forut for utsetting. Det var videre godt samsvar mellom mengde aluminium på gjellene ved utsetting i sjø og overlevelse og gjenfangst som tilbakevandrende laks.

I det samme forsøket ble det påvist at eksponering av smolt for lakselus ga markert høyere dødelighet hos smolt som på forhånd hadde vært eksponert for aluminium. Gjenfangstverdiene til smolten som ble utsatt i Imsa var redusert for alle grupper som hadde gjelle-Al over 25 µg/g tørrvekt. Forsøkene viser at vannkvaliteten i siste del av settefiskfasen har betydning for sjøvannstoleranse og overleving. Eksponering for lakselus etter utsetting virker forsterkende på dødelighet hos postsmolt som har vært utsatt for suboptimal vannkvalitet i forkant.

Overført til Vosso og fjordene rundt Osterøy, vil smolt på utvandring fra Vosso blir eksponert for aluminium i fjordene. Laksesmolt som har passert Osterøy vil på sin videre vandring mot kyststrømmen passere områder med høy tetthet av oppdrettsanlegg i en økende salinitetsgradient, og med en økende konsentrasjon av lakselus. Smolt som på forhånd har vært eksponert for aluminium vil få forsterket dødelighet som følge av luseinfeksjon.

Tabell 6.1. Aluminiumkonsentrasjoner (mg Al/g tørrvekt) på laksegjeller fra Nordfjord og Sognefjorden 24.-31. mai 1999. Data fra Bjerknes & Kroglund 1999.

	Nordfjord Husevågøy	Nordfjord Hundvikfj.	Sognefj. Utl. Liffjord	Sognefj. V. for Liffjord	Sognefj. v/Leirvik	Sognefj. v/Lavik
Antall	10	10	8	7	13	13
Middel	44	27	28	65	38	43
STD	39	11	32	62	20	22
Minimum	10	11	6	11	3	8
Ant < 10	1	0	0	3	2	1
Maksimum	136	45	97	167	95	87
Ant > 50	3	0	3	1	4	5

6.2 Estuarine trusler for Vossolaksen

6.2.1 Undersøkelse av vannkvalitet og smoltoverlevelse våren 1994

Våren 1994 ble det gjort en studie med eksponering av laksesmolt i merd på 6 stasjoner (**Figur 6.2**) i Bolstadfjordsystemet (Bjerknes m. fl. 1995). Fisken ble eksponert i perioden 11.-27. mai 1994. Resultatene viste ingen dødelighet hos fisk på noen av stasjonene under eksponeringsforsøket, og blodverdiene var relativt normale på samtlige stasjoner (**Tabell 6.2**). Sjøvannstestene viste høyest dødelighet på fisk fra stasjonene 3, 4 og 5 (Straume, Leiren og Veafjorden). Det var også fisk fra disse tre stasjonene som hadde de høyeste plasmakloridverdiene etter sjøvannstestene (>190 mmol/L). Disse forsøkene ble gjort før en hadde fått på plass metode for kvantitative analyser av gjelle-Al. Studien konkluderte med at vannkvaliteten i

Bolstadfjordsystemet ikke var akutt toksisk for laksesmolt i løpet av den perioden forsøket pågikk, men at en ikke kunne utelukke at dødeligheten i sjøvannstestene hadde sammenheng med en Al-belastning. Salinitet, pH og total-aluminium er presentert i **Tabell 6.3**. Stasjonene 3 og 6 hadde de høyeste konsentrasjonene av total-Al og på stasjon 6 i Veafjorden var total konsentrasjonen av Al på ett tidspunkt opp i $130 \mu\text{g/L}$. Til sammenlikning kan det nevnes at ved undersøkelse av dødelighet i oppdrettsanlegg i Osterfjorden våren 1997 døde laks i brakkevann som inneholdt 70 mg Al/L (Bjerknes *et al.* 2003). Uavhengig av årsak er det uansett viktig å legge merke til forskjellene i respons mellom stasjon 2 og stasjon 3 hvor fisken saltregulerte godt og stasjon 1 og stasjon 4-6 hvor fisken regulerte mindre tilfredsstillende. All fisk hadde samme status ved eksponeringsstart så dette er forskjeller som ble etablert i løpet av eksponeringsperioden.



Figur 6.1. Kart over stasjonene for eksponering av laksesmolt i 1994.

Tabell 6.2. Oppsummering av resultatene fra merdforsøket i 1994. I sjøvannstestene ble 10 fisk eksponert i 24 timer til 34 ppt saltvann. Gjennomsnittsverdier og standard avvik er presentert.

Stasjon		Fiskerespons i ferskvann		Fiskerespons etter saltvannstest		
		Hematokritt %	Plasma-Cl mmol/L	Døde	Plasma-Cl mmol/L	Hematokritt %
1	Bolstadstrandi	44 ± 4	131 ± 9	1	$175,1 \pm 16,8$	$28,7 \pm 5,5$
2	Tysso	43 ± 5	139 ± 8	1	$151,4 \pm 5,4$	$39,5 \pm 2,0$
3	Skånsviki	39 ± 4	135 ± 7	0	$156,4 \pm 13,2$	$35,2 \pm 3,9$
4	Straume	40 ± 5	129 ± 6	2 (2 døende)	$214,0 \pm 17,3$	$29,0 \pm 6,4$
5	Leiren	43 ± 7	138 ± 5	3	$194,2 \pm 24,7$	$34,6 \pm 6,2$
6	Veafjorden	37 ± 5	138 ± 8	(5 døende)	$199,8 \pm 16,8$	$29,9 \pm 4,1$

Tabell 6.3. Vannkjemi målt under eksponeringsforsøk i Bolstadfjorden i 1994. Gjennomsnittsverdier og standard avvik er presentert for pH og total aluminium.

Stasjon		Salinitet ppt	pH	total-Al $\mu\text{g L}^{-1}$
1	Bolstadstrandi	0,4	6,56 $\pm$ 0,14	43 $\pm$ 10
2	Tysso	0,4	6,35 $\pm$ 0,31	45 $\pm$ 20
3	Skånsviki	0,4	6,45 $\pm$ 0,07	57 $\pm$ 14
4	Straume	0,58	6,54 $\pm$ 0,08	44 $\pm$ 8
5	Leiren	0,68	6,64 $\pm$ 0,12	53 $\pm$ 15
6	Veafjorden	4,5 ppt	7,07 $\pm$ 0,25	63 $\pm$ 29

6.2.2 Gjelle-Al målt under postsmolt tråling i 2000

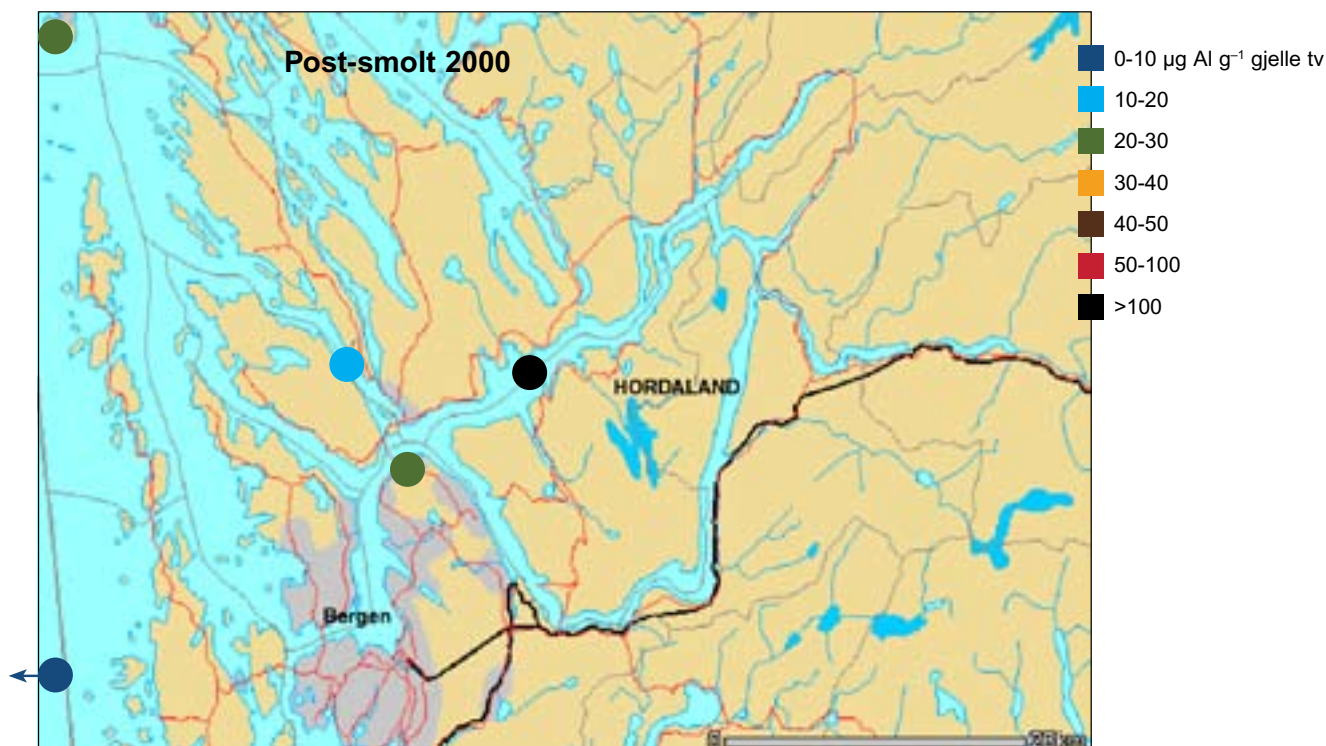
Smolt innfanget i forbindelse med HIs tråling av postsmolt i 2000 ble analysert for gjelle-Al. Størst antall smolt ble fanget i Norskehavet (Tabell 6.4). Denne fisken hadde lite Al på gjellene ($<4 \mu\text{g Al g}^{-1}$ tv). Konsentrasjonene

var på samme nivå som normalt måles i oppdrettsanlegg når fisken ikke er under noen form for Al-belastning (Bjerknes *et al.* 2003).

Det ble fanget et lite antall smolt ved Nordhordlandsbrua, i Herdafjorden øst for Fedje og i Osterfjorden (Figur 6.2). Gjelle-Al konsentrasjonen i Osterfjorden var høy (48-655 $\mu\text{g Al g}^{-1}$ tv). På de andre fangststedene var konsentrasjonen høyere enn det som forventes hos upåvirket fisk (17-33 $\mu\text{g Al g}^{-1}$ tv). Konsentrasjonene i Osterfjorden var på et nivå hvor det i forsøk og i oppdrettsanlegg er påvist dødelighet. Vi må kunne anta at utvandrende smolt vil påvirkes i en negativ retning lenge før akkumuleringen blir letal. Konsentrasjonene var for øvrig på nivå med konsentrasjoner målt på enkelte stasjoner i Nordfjord og Sognefjorden i 1999.

Tabell 6.4. Konsentrasjoner av aluminium ($\mu\text{g Al g}^{-1}$ tørrvekt gjelle) funnet på gjellene til vill laksesmolt tatt med trål av Havforskningsinstituttet i mai 2000. Fangststedene er lokalisert langs den antatte utvandningsruta til Vossolaksen.

	Lonevåg N.hordlandsbr.	Osterfjorden	Herdlafjorden	Øst for Fedje	Norskehavet
Snitt	22,1 $\pm$ 7,4	256,1 $\pm$ 276	18,8 $\pm$ 2,4	28	$<3-4$
Min-maks	17-33	48-655	17-20	28	$<3-4$
Antall (N)	4	4	2	1	25



Figur 6.2. Gjelle-Al nivåer hos postsmolt prøvetatt av HI under smolt tråling i 2000.

6.3 Aluminium i brakkvann 2004-2007

6.3.1 Passive prøvetakere (DGT)

Mens tradisjonelle stikkprøver av vann gir et øyeblikksbilde, kan passive prøvetakere gi et bilde av situasjonen over en viss tid. Ved å plassere flere passive prøvetakere i et påvirket fjordsystem kan vi på en enkel og rimelig måte få et bilde av spredningsmønsteret av miljøgifter fra en forurensningskilde. Denne metoden ble derfor benyttet for å studere spredning og konsentrasjon av aluminium i fjordene rundt Osterøy i utvandringsperioden for smolt i årene 2004-2007.

De tradisjonelle metodene som har vært benyttet for å påvise lavmolekylære (giftige) aluminiumsfraksjoner og andre metaller i ferskvann kan ikke benyttes i sjøvann. Bortsett fra Åtland *et al.* (2004), som benyttet passive prøvetaking for å undersøke bl.a. hvordan sjøvannstilsetting påvirket metaller i vann i settefiskanlegg, var bruk av DGT-metoden i saltvann relativt upløyd mark da vi startet med dette i fjordene rundt Osterøy i 2004.

DGT (se bilde under) står for "Diffusive Gradients in Thin films", og er en passiv diffusjonsprøvetaker som integrerer

middel-konsentrasjon av frie ioner over prøvetakingsperioden. DGT-ene fanger opp frie (labile) metall-ioner, mens metaller bundet i kolloider, partikler og humuskomplekser ikke fanges opp. Da det er de frie ionene som er mest reaktive og gir sterkest biologisk effekt gjør dette metoden spesielt egnet til å forutsi biologiske effekter av metaller. Testing har vist god sammenheng mellom labilt aluminium målt med DGT og opptak av aluminium i gjeller hos ørret (Røyset *et al.* 2004).

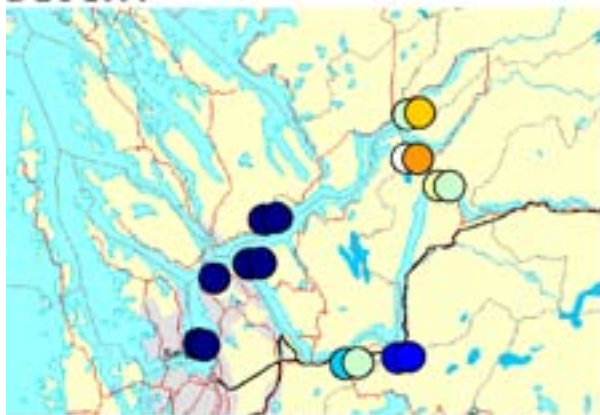
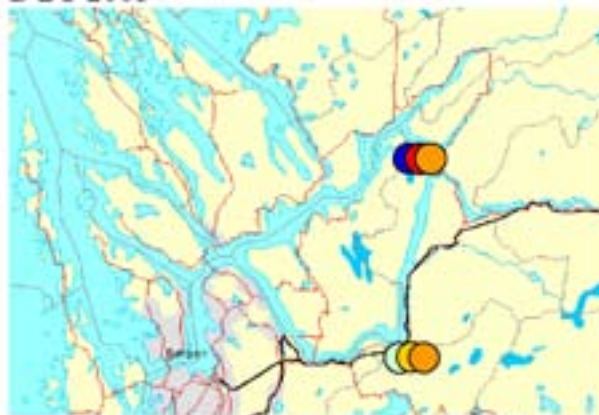
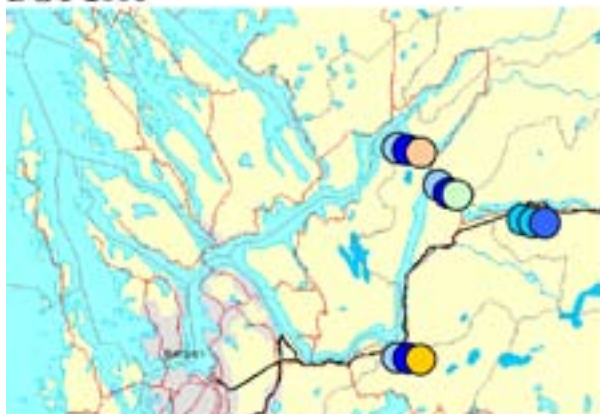
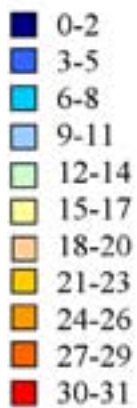
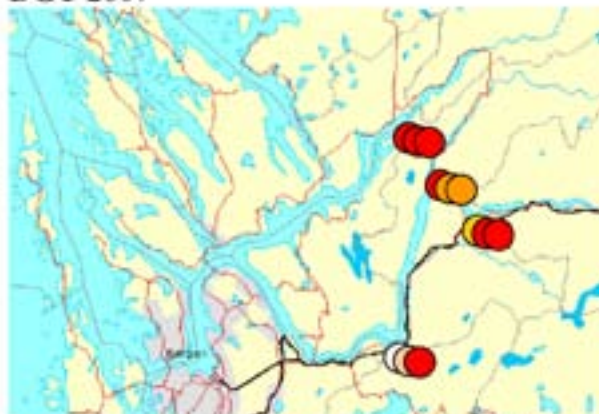
Prøvetakerne ble festet til en oppankret line like under overflaten. En flottør i overflaten sørger for at prøvetakeren står på samme dyp uavhengig av tidevannsvariasjonene.

Figur 6.3 viser konsentrasjonsnivåene av monomert aluminium i fjordsystemet under smoltutvandringsperioden i årene 2004-07.

Tabell 6.5 navngir stasjonene som ble benyttet i de ulike årene. Konsentrasjonene av monomert aluminium i overflatelaget varierte både mellom perioder i samme år og mellom år, avhengig av bl.a. ferskvannsavrenning og salinitet, stort sett med høyere verdier i Osterfjorden (Gammersvik) enn i Sørfjorden (Vaksdal).



DGT (hvit) prøvetaker monteres i PVC-rør for eksponering.

DGT 2004**DGT 2005****DGT 2006****DGT 2007****Figur 6.3.** Gjennomsnittsverdier av monomert aluminium ($\mu\text{g/L}$) i overflatevann målt med DGT under smoltutvandring i 2004-2007.

I 2004 ble målinger foretatt i periodene 6-14 mai og 14-27 mai.

I 2005 ble målingene foretatt i periodene 15-24 mai, 24-31 mai og 31 mai-8 juni.

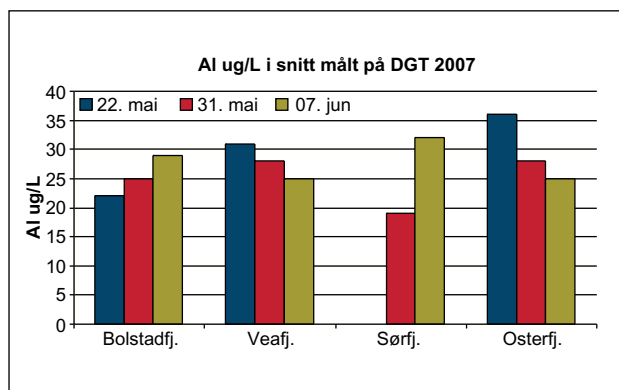
I 2006 ble målingene foretatt i periodene 10-22 mai, 22 mai-1 juni og 1-6 juni.

I 2007 ble målingene foretatt i periodene 14-22 mai, 22-31 mai og 31 mai-7 juni.

Underste sirkel viser verdien for første periode, øverste for siste periode. Skalaen til venstre viser konsentrasjonsintervaller av monomert aluminium i $\mu\text{g/L}$.

Tabell 6.5. Stasjoner for vannkvalitetsundersøkelser.

År	Stasjoner
2004	Veafjorden: Stamnes Osterfjorden: Gammersvik, Romarheim, Fyllingsnes, Hamre Sørfjorden: Vaksdal, Skaftå Byfjorden: Eikeviken
2005	Osterfjorden: Gammersvik Sørfjorden: Vaksdal
2006-07	Bolstadfjorden: Bolstadøyri Veafjorden: Stamnes Osterfjorden: Gammersvik Sørfjorden: Vaksdal



Figur 6.4. Gjennomsnittsverdier av monomert aluminium målt med DGT i Bolstadfjorden (Bolstadøyri), Veafjorden (Stamnes), Sørfjorden (Vaksdal) og Osterfjorden (Gammersvik) i periodene 14.-22. mai, 22. – 31. mai og 31. mai – 7. juni. Måling ved Vaksdal mangler for den første perioden.

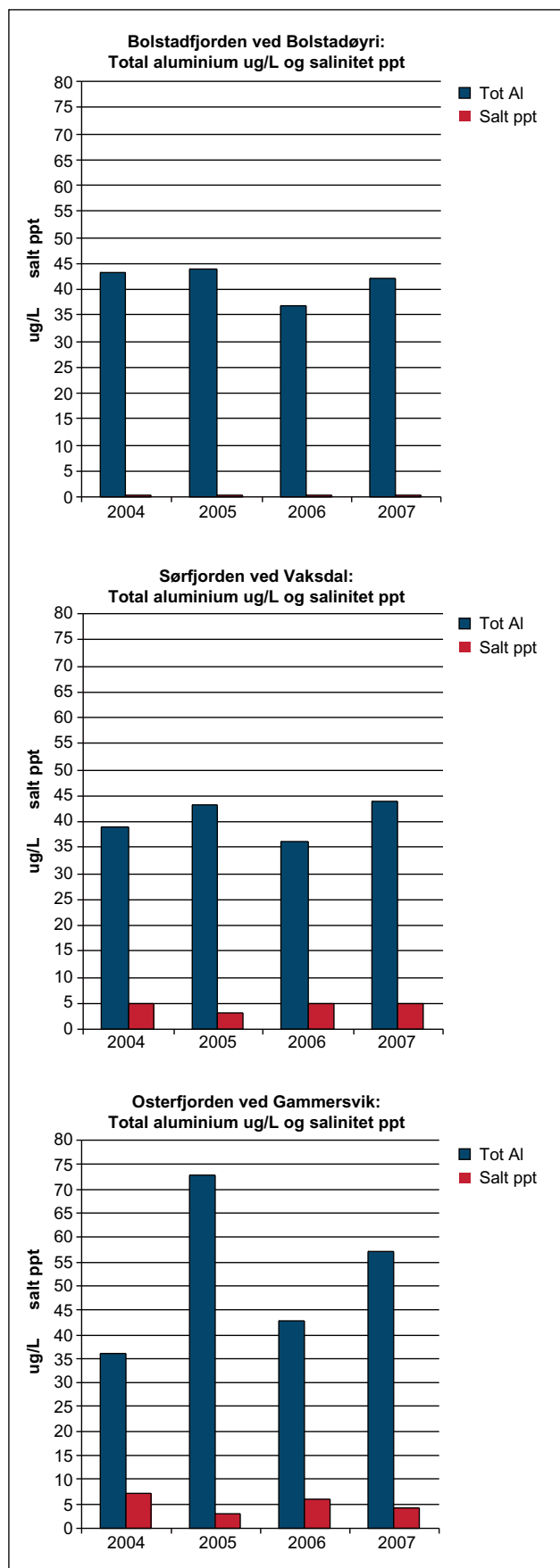
Totalkonsentrasjonen av aluminium i elvevann øker i flomsituasjoner på grunn av økning i kolloidalt og partikulært materiale. I estuariet vil dette føre til en økning av lavmolekylært aluminium på grunn av økt mobilisering fra kolloidalt materiale ved økt salinitet (Teien 2006).

På grunn av stor tilførsel av surt, aluminiumrikt ferskvann fra bl.a Eksingedalselva, Modalselva og Romarheimselva er aluminiumskonsentrasjonene i Osterfjorden stort sett høyere enn i Sørfjorden. Figuren fra 2004 viser at det først skjer en økning, deretter en nedgang i monomert aluminium utover i fjordene. Vi antar at økningen skyldes at en økende mengde kolloidalt og partikulært bundet aluminium utløses med økende salinitet, for deretter å avta med økende fortykning.

På samme stasjon er det variasjoner i konsentrasjon mellom ulike perioder, avhengig av variasjoner i ferskvannstilførsel, vind- og strømforhold. I 2007 registrerte vi de høyeste konsentrasjonene av monomert aluminium som er målt i fjordsystemet til nå. DGT-verdiene for de ulike måleperiodene i mai-juni 2007 er også gjengitt i **Figur 6.4**.

Den første perioden med DGT-målinger er identisk med perioden for sleping og slipping av smolt fra Voss klekkeri, mens den naturlige smoltvandringen stort sett skjer noe senere (og langsommere). I 2007 var verdiene av monomert aluminium høye i Veafjorden (Stamnes) og Osterfjorden. I de andre årene har aluminiumskonsentrasjonene vært gunstig lave i begge fjordarmene under sleping og utsetting. Nivåene på de fire stasjonene er forbausende like, til tross for forskjell i saltholdighet. Dette kan skyldes at stasjonen i Bolstadfjorden, som er tilnærmet fersk, ble tilført relativt høye konsentrasjoner av monomert aluminium fra Vosso, mens de andre stasjonene har en ideell salinitet for utløsning av monomert aluminium fra kolloidalt og partikulært bundet aluminium.

Figur 6.5 viser konsentrasjoner av totalaluminium i vannprøver (overflate) og saltholdighet i overflaten på prøvestasjonene Bolstadøyri, Vaksdal og Gammersvik i årene 2004-07. Grafene viser gjennomsnitt av i alt 3-4 vannprøver fra hver stasjon i hvert av årene, tatt i forbindelse med skifting av DGT'er. Gammersvik i Osterfjorden har de høyeste gjennomsnittskonsentrasjonene av totalaluminium, og saltholdighetsnivåer i området 3-5 ppt. Dette salinitetsnivået regnes som optimalt for utløsning av monomert aluminium fra humus og partikler. Vaksdal har omtrent samme salinitetsnivå som Gammersvik, men lavere verdier av totalaluminium, noe som gir et lavere nivå av monomert aluminium (se **Figur 6.4**). Saltholdighetsverdiene ved Bolstadøyri (<1 ppt) er for lave til å ha en optimalt utløsende effekt på aluminium.



Figur 6.5. Gjennomsnittsverdier av total aluminium ($\mu\text{g Al/L}$) og saltholdighet (ppt) i overflatevann på stasjonene Bolstadøyri, Vaksdal og Gammersvik.

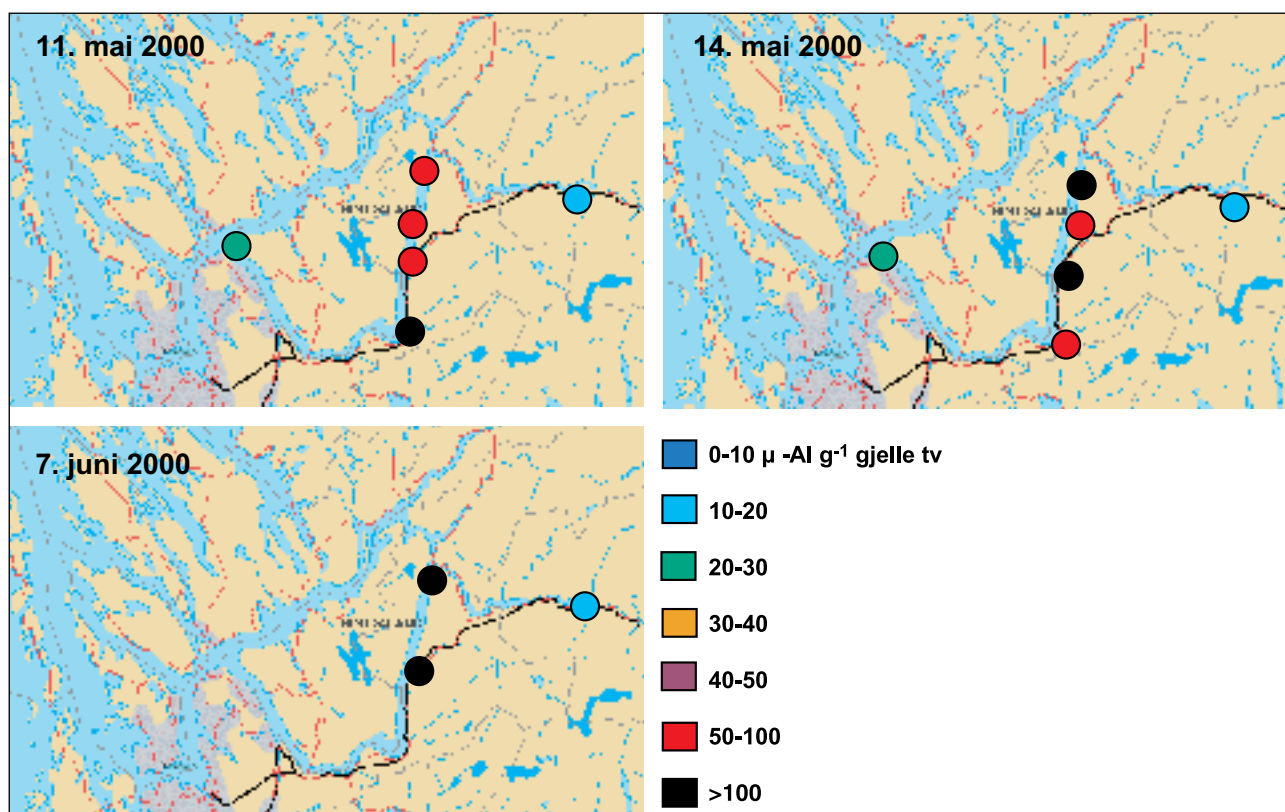
6.4 Resultater fra smolt eksponert i merd

I 2000, 2001, 2002 og 2007 ble laksesmolt fra Voss klekkeri eksponert i sjømerder plassert på ulike stasjoner innen Vossovassdraget, i Bolstadfjorden og rundt Osterøy. Belastning og respons er vurdert på bakgrunn av vannkjemiske analyser, analyse av ulike blodparametre og aluminium på gjellene. Gjelle-Al konsentrasjonene og fysiologisk status til smolten ved klekkeriet representerer bakgrunnstilstand for disse parametrene. Endring i gjelle-Al etter opphold i saltvann representerer enten akkumulering (høyere verdier) eller en eliminering (lavere verdier).

Smolt ble eksponert i merder på fem stasjoner fra 8. mai 2000, på 12 stasjoner fra 7. mai 2001 og på 3 stasjoner fra 13. mai 2002. I 2000 ble ikke prosjektet finansiert og hele feltarbeidet er utført som egeninnsats fra LFI, UiB. I 2002 ble budsjettet betydelig redusert i forhold til innsatsen i 2001 og er i stor grad finansiert som egeninnsats av NIVA. I 2001 ble prosjektet finansiert av DN. Som følge av denne variable finansiering er innsatsen forskjellig fra år til år.

6.4.1 Resultater 2000

I 2000 var bakgrunnsnivået for gjelle-Al målt ved Voss klekkeri $12 \mu\text{g Al g}^{-1}$ tv. Fisk eksponert på stasjon 1 til 4 (i Veafjorden) akkumulerte til dels betydelige mengder Al på gjellene (**Tabell 6.6, Figur 6.6**). Allerede etter 3 døgn ble det målt i størrelsesorden $70 \mu\text{g Al g}^{-1}$ tv på samtlige stasjoner i Veafjorden. Konsentrasjoner lavere enn $50 \mu\text{g Al g}^{-1}$ ble kun målt på et fåtall fisk. Fisk eksponert ved Nordhordlandsbrua (NHB) (v/Hamre i Sørfjorden) hadde på samme tidspunkt akkumulert mer beskjedne mengder Al. Mens konsentrasjoner omkring $10 \mu\text{g Al g}^{-1}$ tv var vanlig ved klekkeriet var medianverdien ved NHB omkring $20 \mu\text{g Al g}^{-1}$ tv. Økende eksponeringstid fra 11. til 14. mai påvirket ikke konsentrasjonsnivået i nevneverdig grad. Stasjon 1 og 3 ble også prøvetatt 7. juni. Konsentrasjonen hos fisk på stasjon 3 hadde da økt i forhold til situasjonen tre uker tidligere mens konsentrasjonen på stasjon 1 var noe lavere. Alle målinger utført på stasjon 1 til 5 representerte gjelle-Al konsentrasjoner som var høyere enn det fisken hadde før utsetting og høyere konsentrasjoner enn det som ble målt hos fisk eksponert innen Vossovassdraget. Det ble ikke utført målinger på vannkvalitet i 2000. Derfor kan de registrerte metallakkumuleringene ikke relateres til Al-konsentrasjoner i sjøvannet. Akkumulering av Al resulterte ikke i dødelighet eller i entydige endringer i hematokritt (**Tabell 6.6**).



Figur 6.6. Kartillustrasjon over gjelle-Al nivåer målt på tre ulike tidspunkt i 2000. Nivåene er illustrert med fargede sirkler.

Tabell 6.2. Gjennomsnittlige konsentrasjoner ($\pm$ SD) av aluminium funnet på gjellene og hematokritt målt på blod fra laksesmolt eksponert i merder i Veafjorden og Sørfjorden fra 7. mai til 7. juni 2000.

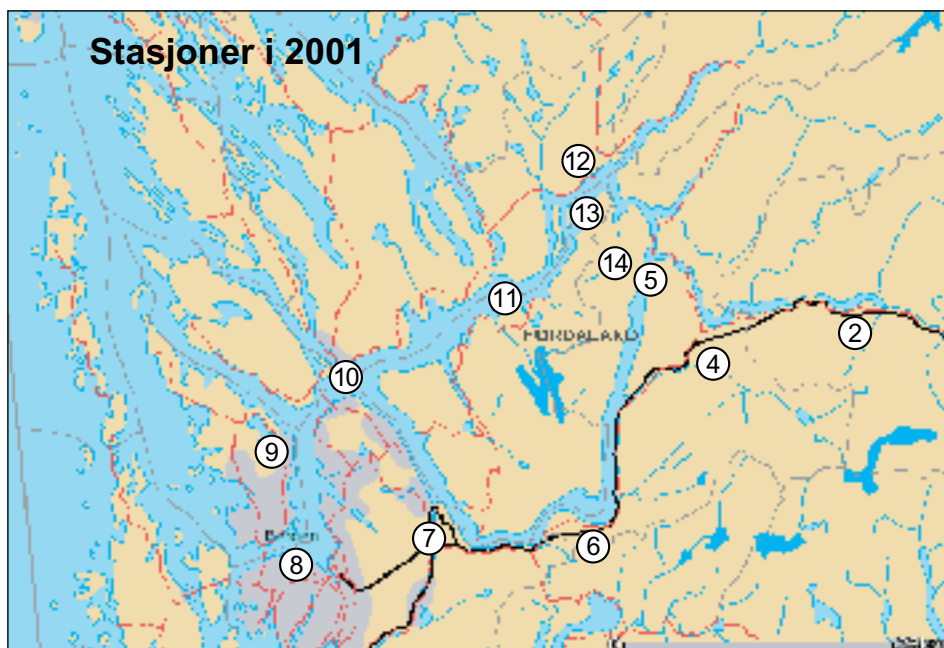
	Gjelle-Al, $\mu\text{g Al g}^{-1}$ gjelle tv				Hematokritt	
	7. mai	11. mai	14. mai	7. juni	11. mai	14. mai
Voss klekkeri	12.5 $\pm$ 4.7					
Kvamme		78.8 $\pm$ 32.5	129.3 $\pm$ 48.4	103.2 $\pm$ 21.5	34.0 $\pm$ 11.7	39.9 $\pm$ 4.4
Askeneset		66.5 $\pm$ 14.1	77.9 $\pm$ 8.6		38.4 $\pm$ 3.0	37.8 $\pm$ 4.4
Fokstad		68.6 $\pm$ 20.3	99.4 $\pm$ 30.5	138.2 $\pm$ 28.8	34.0 $\pm$ 12.2	35.0 $\pm$ 4.2
Vaksdal		92.6 $\pm$ 34.9	74.8 $\pm$ 18.6			42.8 $\pm$ 1.5
Hamre		19.5 $\pm$ 5.0	23.0 $\pm$ 9.5		35.8 $\pm$ 7.8	37.6 $\pm$ 5.7

6.4.2 Resultater 2001

Pilotforsøket utført i 2000 ble repetert og samtidig utvidet i 2001. Det ble dette året tatt vannprøver (**vedlegg A**). Saliniteten var lavere enn 2 ppt på samtlige prøvedyp ved Bolstadøyri, Trollkona og ved Straume. I Sørfjorden varierte saliniteten mellom 4 og 7 ppt i overflatevannet ved Vaksdal for å stige til ca 30 ppt på 4 m dyp. Ved Garnes var saliniteten mellom 10 og 12 ppt i overflata. I Osterfjorden var saliniteten mellom 2 og 3 ppt ned til 4 m dyp. Ved Gammersvik var saliniteten høy på 5 m dyp, og mellom 3 og 9 ppt i overflata. Ved Romarheim varierte saliniteten mellom 3 og 7 ppt i overflata og mellom 5 og 14 ppt på 1 m dyp. Ved Molvik var saliniteten i overflata

høy tidlig i undersøkelsesperioden med avtok utover i mai. Samme ble målt ved Leknes og Salhus, mens denne variasjonen var mindre entydig i Eikeviken (Byfjorden). Målingene viser at det var betydelig variasjoner i salinitet fra stasjon til stasjon, hvor salinitet også varierte med dyp og over tid. Det er tydelig at det kom inn betydelige mengder ferskvann som reduserte salinitet i hele fjordsystemet mellom 14. og 21. mai. Denne ferskvannstilførselen kan ha bidratt med surt og Al-rikt vann, men data foreligger ikke på dette ettersom det ikke ble foretatt målinger av vannkjemi i elver.

Fra 7. mai ble fisk eksponert på til sammen 12 stasjoner (**Figur 6.7**).



Figur 6.7. Kart over prøvetaksstasjoner i 2001. Stasjon 1 (Voss klekkeri) og stasjon 3 (innløp Evangervatnet) er ikke vist i figuren.

Salinitet, pH og metallkonsentrasjon ble målt samtidig som fisken ble prøvetatt. Forsøksfisken hadde ved forsøksstart $2.6 \pm 1.3 \mu\text{g Al g}^{-1}$ tv ved klekkeriet. Ved tolkning av resultatene ansees alle verdier høyere enn $10 \mu\text{g Al g}^{-1}$ tv å være ensbetydende med en akkumulering av Al. Tilnærmet samtlige fisker akkumulerte Al; dog kan resultatet inndeles i tre responsnivåer (**Tabell 6.7**).

Lav på minst to datoer: Konsentrasjoner på $10 \mu\text{g Al g}^{-1}$ tv eller lavere ble målt på samtlige prøvedatoer ved Salhus og på to prøvedatoene ved Garnes, Byfjorden og Leknes. På de andre prøvedatoene var gjelle-Al konsentrasjonen lavere enn $20 \mu\text{g Al g}^{-1}$ tv.

Høy konsentrasjon: Konsentrasjonen var høyere enn $50 \mu\text{g Al g}^{-1}$ tv på minst to prøvetakingsdatoer ved Romarheim og Gammersvik. På begge stasjoner var gjelle-Al konsentrasjonen betydelig lavere ved første prøvetaking (etter 1 uke i sjøvann).

Variabel konsentrasjon: Ved stasjonene Kallestadsundet, Molvik, Vaksdal og nedstrøms Straume var konsentrasjonen høy kun på en prøvetakingsdato.

Tabell 6.7. Gjelle-Al (snitt $\pm$ SD) målt ved Voss klekkeri (bakgrunnsverdier) og på fisk eksponert i småmerder på ulike stasjoner i Veafjorden og Osterfjorden i 2001.

Tabell 6.7. Gjelle-Al (snitt $\pm$ SD) målt ved Voss klekkeri (bakgrunnsverdier) og på fisk eksponert i småmerder på ulike stasjoner i Veafjorden og Osterfjorden i 2001.

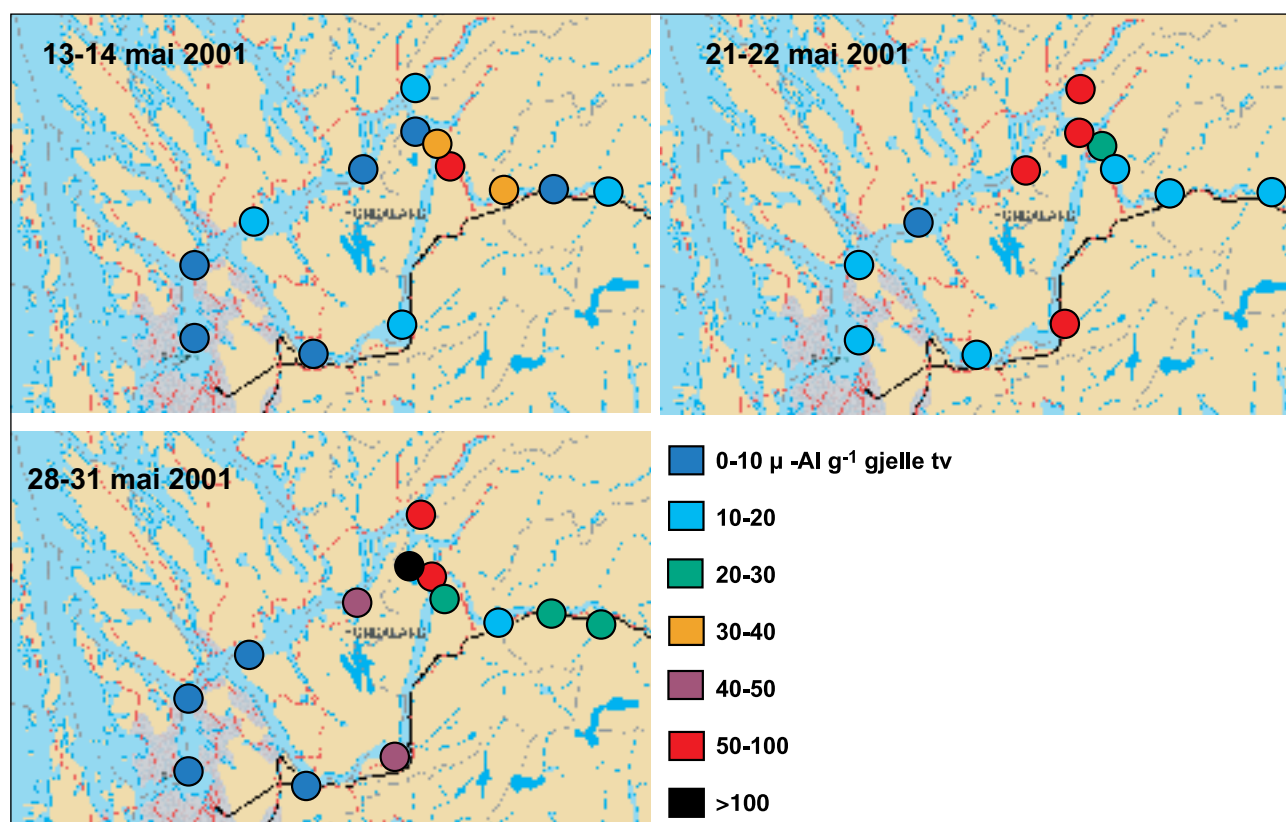
Nr.	Område	7. mai	13.-14. mai	21.-22. mai	28.-31. mai
	Voss klekkeri	2.6 ± 1.3			
2	Innløp Evangervann		10.2 ± 6.4		20.8 ± 26.1
3	Bolstadøyri		7.2 ± 6.0	18.4 ± 5.0	23.0 ± 25.6
	Fishlift		23.0 ± 15.2		48.4 ± 39.5
4	Furneset – Trollkona		33.0 ± 41.0	15.4 ± 5.8	18.8 ± 20.5
5	Nedstrøms Straume		57.8 ± 51.4	15.4 ± 5.9	23.6 ± 23.2
6	Vaksdal		13.5 ± 6.8	74.2 ± 14.9	45.6 ± 27.7
7	Garnes		5.9 ± 3.2	16.4 ± 11.2	8.2 ± 7.1
8	Byfjorden		6.2 ± 6.8	19.4 ± 9.8	5.7 ± 4.7
9	Salhus		4.6 ± 5.6	10.3 ± 9.3	4.9 ± 3.4
10	Leknes		16.1 ± 10.2	3.3 ± 2.1	8.8 ± 12.2
11	Molvik		5.7 ± 3.5	57.5 ± 30.3	40.4 ± 29.8
12	Romarheim		17.2 ± 21.9	85.0 ± 41.7	54.4 ± 26.8
13	Gammersvik		9.8 ± 3.3	55.4 ± 16.9	125.5 ± 68.9
14	Kallestadsundet		31.4 ± 7.2	23.7 ± 6.5	62.0 ± 9.9

Selv om mengden Al fisken hadde akkumulert på gjellene varierte fra den ene uken til neste, var hovedtendensen at fisk eksponert ved Vaksdal, Molvik, Romarheim og Gammersvik hadde økende akkumulering fra 13. til 28. mai (**Figur 6.8**). Dette kan samsvare med økt ferskvannsbidrag til området. Ved Trollkrona og Leknes avtok konsentrasjonen etter 13. mai. Denne uke til uke variasjonen i konsentrasjon må tilskrives forskjeller i eksponeringskonsentrasjon og hvor bio-reaktivt Al er på de ulike tidspunktene. Dette vil bl.a. være avhengig av vannføring, Al-konsentrasjon i vassdragene og av salinitet og av aldring i blandingen. Akkumuleringen av Al resulterte ikke i entydige fysiologiske responser som kunne påvises som effekt på ioneregulering, metabolisme eller blodprosent (**Figur 6.10**).

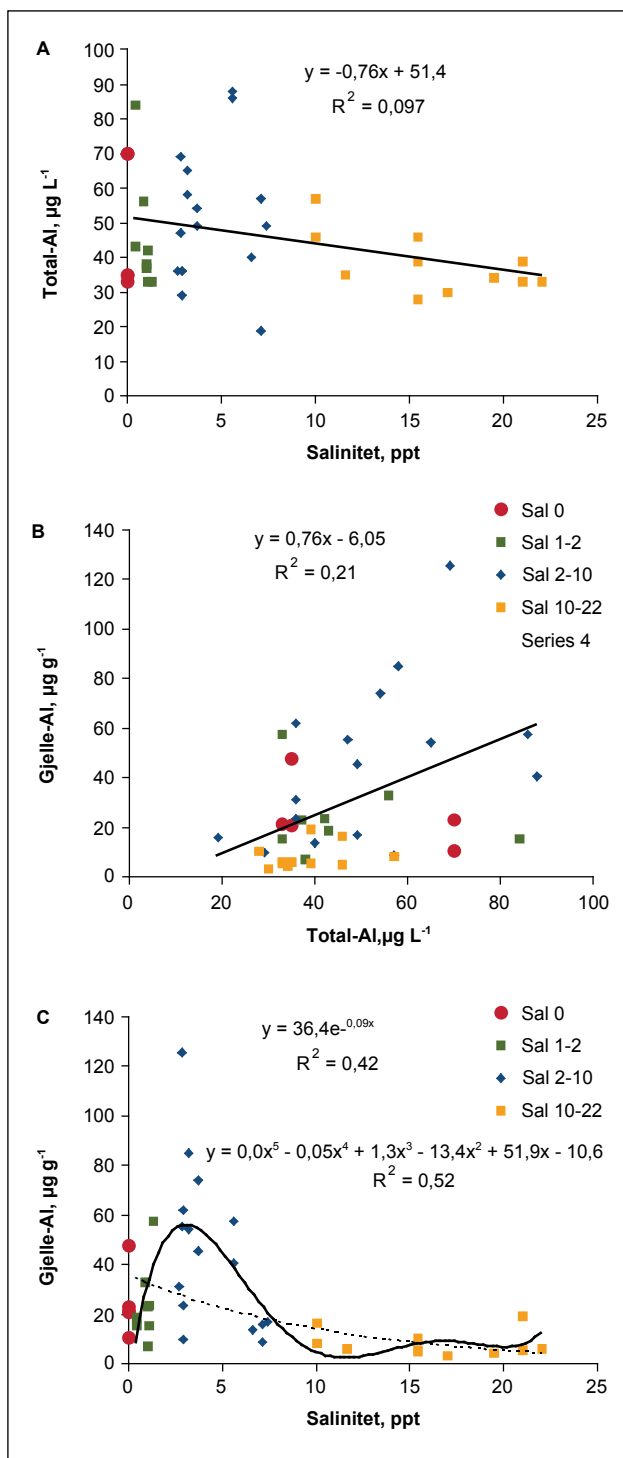
Salinitet på den enkelte stasjonen er direkte relatert til ferskvannsbidraget på den aktuelle prøvedatoen. Al konsentrasjonene må ha sitt opphav i ferskvann ettersom reint sjøvann (35 ppt) inneholder $<0,5 \mu\text{g Al L}^{-1}$. Det var derfor forventet at det kunne foreligge en korrelasjon mellom salinitet og total-Al såfremt Al-tilførselen var konstant og lik for alle vassdrag innen regionen (**Figur 6.9 a**). Sammenhengen var svak ($R^2=0.10$). Det forelå imidlertid en svak sammenheng mellom total-Al og gjelle-Al ($R^2=0.21$). Samtidig var sammenhengen mellom

salinitet og gjelle-Al sterkere, men ikke-lineær ($R^2=0.42$ for eksponensiell; 0.52 for 5-grads polygon) (**Figur 6.9**). Gjelle-Al var lav på alle stasjoner som hadde en salinitet som oversteg 7 ppt, og lav på de fleste stasjonene som hadde en salinitet som var lavere enn 2 ppt. Resultatet viser at gjelle-Al konsentrasjonen er avhengig av både Al-tilførsler og salinitet i blandingen.

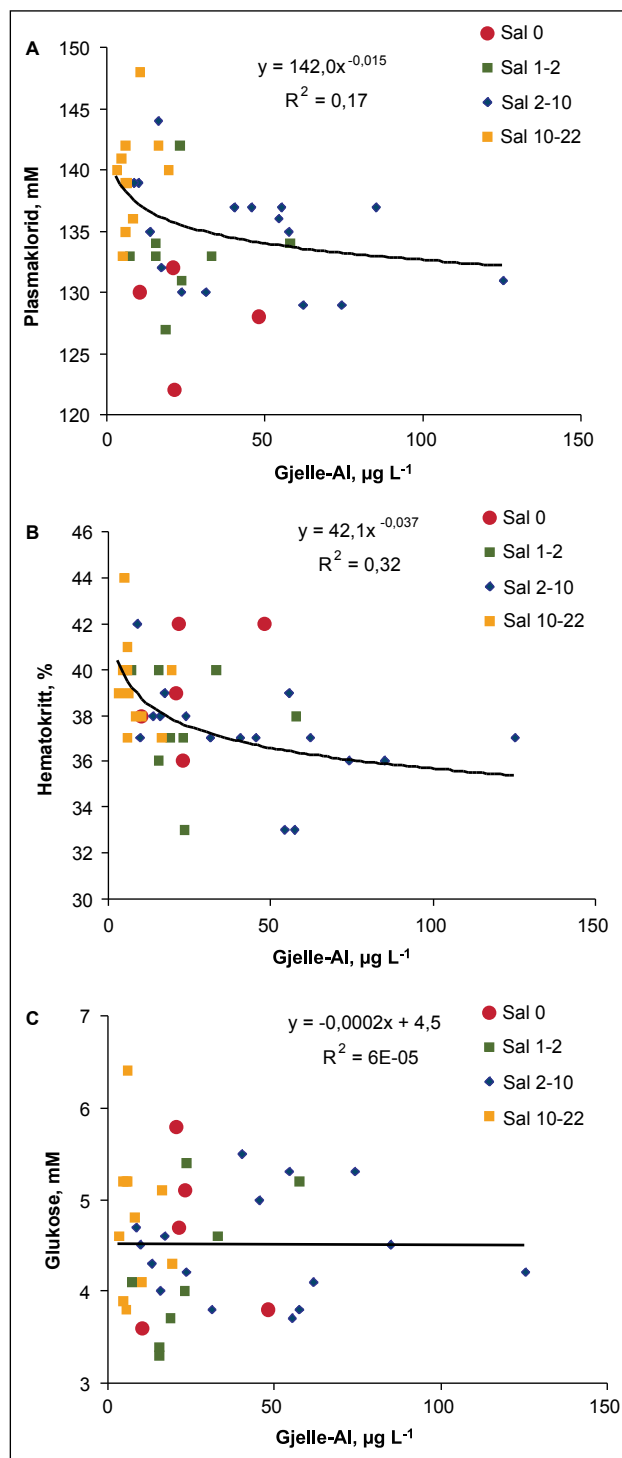
Selv om det ikke ble påvist kraftige fysiologiske responser som tilfellet normalt er i surt Al-rikt ferskvann, var det likevel enkelte systematiske responser på prøver tatt av fisk eksponert for > 1 ppt saltvann. Plasmaklorid var svakt relatert til gjelle-Al (**Figur 6.10 a**). Konsentrasjoner mellom 138 og 148 mM ble kun målt hos fisk som hadde $<20 \mu\text{g Al g}^{-1}$ tv. Disse ble fortrinnsvis påvist i vann som hadde >10 ppt i salinitet. Konsentrasjoner mellom 130 og 137 mM ble målt uavhengig av gjelle-Al nivå og salinitet. Det var samtidig en klar tendens til at hematokritt kunne være noe lavere hos fisk med gjelle-Al konsentrasjoner som oversteg ca $40 \mu\text{g Al g}^{-1}$ tv ($R^2=0.32$). Samtidig kunne nivået være like lavt hos fisk med lavere gjelle-Al konsentrasjoner (**Figur 6.10 b**). Det ble ikke registrert tendenser i forhold til glukose (**Figur 6.10 c**). Reduksjonen i plasmaklorid og hematokritt kan indikere en mulig stressrespons på endringer i vannkvalitet.



Figur 6.8. Gjelle-Al konsentrasjoner målt på fisk holdt i merder i Bolstadfjorden, Veafjorden, Osterfjorden og Byfjorden i perioden 7. til 31. mai 2001. Bakgrunnsnivået av gjelle-Al ved utsetting var $2.6 \pm 1.3 \mu\text{g Al g}^{-1}$ tv.

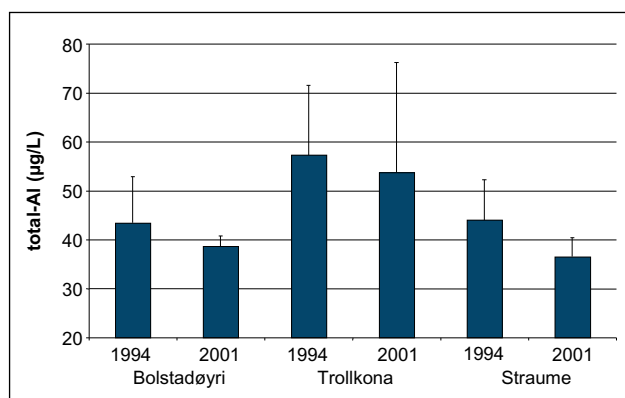


Figur 6.9 a-c. Sammenheng mellom salinitet (ppt) og total-Al ($\mu\text{g Al L}^{-1}$). Hver prøvedato er markert med ulike markører. Sammenhengen er beskrevet for sjøvann med salinitet $> 0,5$ ppt.



Figur 6.10 a-c. Sammenhenger mellom gjelle-Al og ulike fysiologiske parametre basert på målinger foretatt i sjøvann med salinitet $> 0,5$ ppt.

For stasjoner som ble prøvetatt både i 1994 og 2001 var det samsvar i nivået til tot-Al (**Figur 6.11**). Det var ikke signifikante forskjeller mellom årene. Selv om dette ikke er et bevis for at fisken prøvetatt i 1994 var påvirket av Al, antyder sammenlikningen at dette kan ha vært tilfellet. Likeledes antyder resultatet at det ikke er grunnlag for å anta at Al ikke var et problem i 2000, selv om vannkjemisk dokumentasjon ikke forelå.



Figur 6.11. Sammenligning mellom målingene av total-Al fra 1994 og 2001 på tre stasjoner.

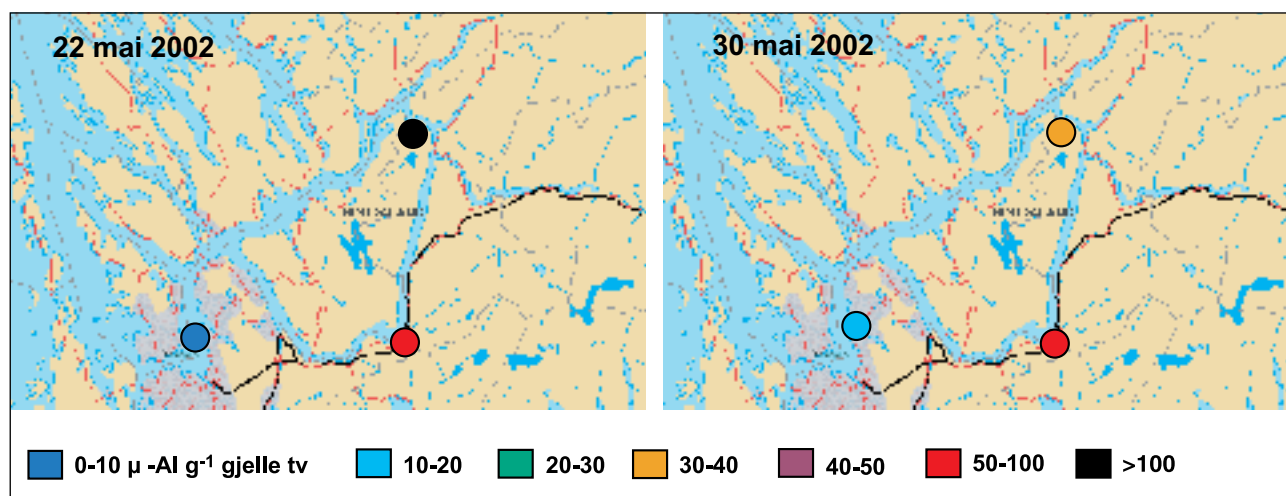
6.4.3 Resultater 2002

Det ble i 2002 utført et meget avgrenset forsøk og fisk ble kun eksponert ved tre stasjoner, hvorav to i Osterfjorden-Sørfjorden og en i Byfjorden (**Figur 6.12**). Bakgrunnskonsentrasjonen av gjelle-Al ved klekkeriet var før utsetting 13. mai på $1.8 \pm 1.6 \mu\text{g Al g}^{-1}$ tv. Som i tidligere år var gjelle-Al konsentrasjonen etter 1 til 2 uker i brakkvann høy ved Gammersvik og Vaksdal. Maksimumsnivået var $200 \mu\text{g AL g}^{-1}$ ved Gammersvik og $100 \mu\text{g Al g}^{-1}$ ved Vaksdal (**Tabell 6.8**). Salinitet i overflatevannet ned til 2 m dyp var på begge stasjonene omkring 4 ppt. Fra 2 m dyp og nedover var salinitet variable, men normalt >10 ppt (**Vedlegg A**). Ved Eikeviken akkumulerte også fisken Al, men nivåene var mer beskjedne enn det som ble målt lengre inn i fjorden.

Ved Voss klekkeri hadde fisken en fysiologisk status som må betraktes som normal (**Vedlegg B**). De målte verdiene indikerte ikke fysiologiske forstyrrelser. Etter 2 uker eksponering ved Gammersvik var hematokritt lav til tross for at salinitet ikke oversteg 5 ppt. Verdiene var også noe lave ved Vaksdal uten at nivået i seg selv antyder at fisken var skadet. Basert på målingene kan det ikke konkluderes med at fisken var "skadet".

Tabell 6.8. Gjelle-Al (snitt $\pm$ SD) målt ved Voss klekkeri (bakgrunnsverdier) og på fisk eksponert i småmerder på tre stasjoner i Sørfjorden (Vaksdal), Osterfjorden (Gammersvik og Byfjorden (Eikeviken) i 2002.

Stasjonsnr.	Sted	13. mai	15. mai	22. mai	30. mai
	Voss Klekkeri	$1,8 \pm 1,6$			
6	Vaksdal			50 ± 19	87 ± 13
8	Eikeviken		10 ± 2	3 ± 5	13 ± 6
13	Gammersvik			202 ± 166	35 ± 33

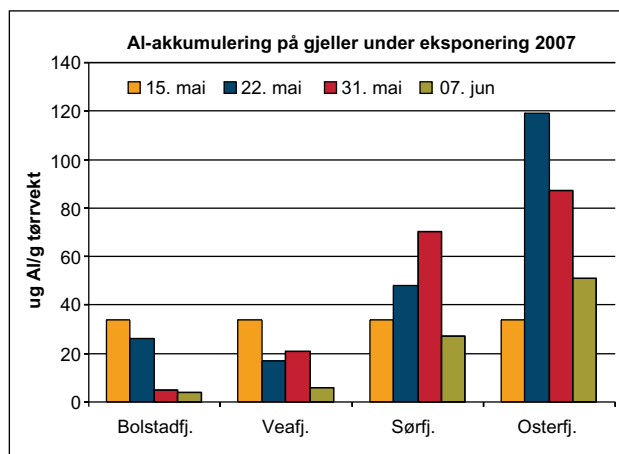


Figur 6.12. Gjelle-Al konsentrasjoner målt på fisk holdt i merder i Sørfjorden, Osterfjorden og Byfjorden i perioden 13. til 30. mai 2002. Bakgrunnsnivået av gjelle-Al ved utsetting var $1.8 \pm 1.6 \mu\text{g Al g}^{-1}$ tv.

6.4.4 Resultater 2007

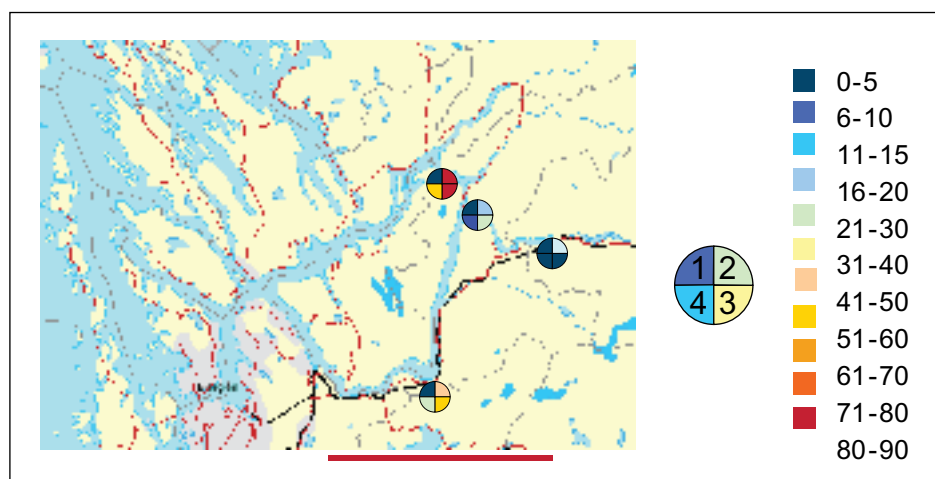
I 2007 ble 50 fisk transportert fra Voss klekkeri i plastposer for deretter å bli satt ut i fjordsystemene utenfor. Fisken ble satt ut i småmerder ved Bolstadøyri (Bolstadjorden) 14. mai, Stamnes (Veafjorden) 15. mai, Gammersvik (Østerfjorden) 15. mai og Vaksdal (Sørfjorden) 19. mai. Prøvetaking av fisk ble utført samtidig med skifte av DGT'er (se **kapittel 6.3.1**). Ved hver prøvetaking ble det tatt ut 10 fisk. Fisken ble lengdemålt og veid. Det ble tatt gjellerpøver for analyse av aluminium (2. høyre gjellebue) og Na⁺K⁺ATPase (2. venstre gjellebue). Videre ble det tatt ut blodprøver som ble analysert ved bruk av I-STAT-instrument.

Aluminiumavsetning på fiskegjellene er vist i **Figur 6.13** og **Figur 6.14**. **Figur 6.13** gir et bilde av fordelingen av aluminiumsavsetning på gjeller i ulike fjordsegmenter. Generelt viser figurene de samme trendene som framkommer fra år til år ved bruk av DGT'er, med økende avsetning fra Bolstadjorden og utover mot Vaksdal og Gammersvik, og høyest avsetning i Østerfjorden. Imidlertid er det forskjeller i relativ avsetningsmengde mellom DGT'er og fisk i ulike perioder. Dette kan ha flere årsaker. Bl.a. står DGT'ene permanent plassert i overflaten mens fisken kan bevege seg i merden i et dybdeintervall på 1,5 m. Videre er det velkjent at fisken kan kvitte seg med aluminiumsholdig gjelleslim med ujevne mellomrom. I tillegg vil avsetningen på fiskens gjeller bestå av både monomert, bioreaktivt og organisk eller partikulært bundet aluminium, uten at analysemetoden skiller mellom de ulike fraksjonene. Det er også mulig at Al som er reaktiv ovenfor en DGT ikke er like reaktiv ovenfor en fiskegjelle. Dette kan variere med saltinnholdet.



Figur 6.14. Aluminium på gjeller av laksesmolt (μg Allg tørrvekt) under eksponering i Bolstadjorden ved Bolstadøyri, Veafjorden ved Stamnes, Sørfjorden ved Vaksdal og Østerfjorden ved Gammersvik i mai-juni 2007. Verdien for 15. mai er middelverdi målt i Voss klekkeri før transport.

Sammenlikning av analysene av totalaluminium (**Figur 6.3**) og DGT-analysene gir oss en indikasjon på hvor mye av totalaluminium som foreligger på monomert, bioreaktiv form. Svakheten i en slik sammenlikning er at det monomere aluminiumet fra DGT'en viser et gjennomsnitt over en lengre periode, mens vannprøvene bare viser et øyeblikksbilde. Likevel kan vi anta at en liten forskjell i konsentrasjon mellom total og monomert aluminium betyr at en stor andel av totalaluminium foreligger som monomert, bioreaktivt eller skadelig aluminium. Hvor stor denne delen er, avhenger bl.a. av saltholdigheten. Vi har pr i dag ikke metoder for å analysere monomert aluminium direkte i saltvannspåvirkete prøver.

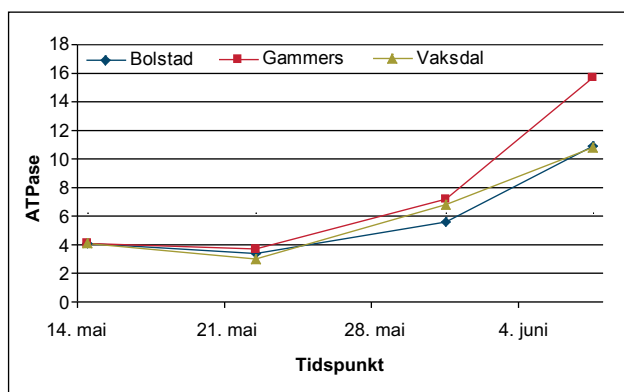


Figur 6.13. Aluminiumpåslag på gjeller (μg Allg tørrvekt) ved fire ulike prøvetakinger av fisk under eksponering ved Bolstadøyri (høyre), Stamnes (midterst), Gammersvik (øverst) og Vaksdal (nederst.) i mai-juni 2007. Hver rute i sirklene representerer middelverdi av 10 fisk. Kvadrat 1= 15. mai, 2= 22. mai, 3= 31. mai og 4= 7. juni.

6.4.5 Aluminium og sjøvannstilpasning

Verdiene av gjellealuminium i Osterfjorden og Sørfjorden i 2007 var på et nivå som ville påvirke sjøvannstilpasningen dersom disse verdiene hadde vært registrert i ferskvann (Kroglund *et al.* 2007, 2008). Som **Figur 6.15** viser er ATPase-utviklingen hos eksponert fisk i Osterfjorden tilsynelatende (ikke signifikant) bedre enn i Sørfjorden og Bolstadfjorden, enda de to sistnevnte lokalitetene har en lavere aluminiumsavsetning. Dette kan bety flere ting. Andelen av monomert (bioreaktivt) aluminium kan være mindre enn antatt. Det kan også være at de mekanismene som hemmer ATPase-utviklingen er forskjellig i ferskvann og brakkvann. Tilsvarende observasjoner er gjort i tilsvarende forsøk i Songe-estuariet i Aust-Agder i 2006 og 2007 (Kroglund pers. medd.). Observasjonene tyder på at aluminiumsavsetning i brakkvann har ingen eller ubetydelig effekt på utvikling av sjøvannstilpasning hos laksesmolten målt som Na^+K^+ -ATPase.

Det er imidlertid viktig å merke seg at ATPase-nivået ved utsetting var svært lavt, og at det først er etter 3 uker i brakkvann at nivået ligger der det skal være hos en god smolt. Dette er en uventet sein utvikling av denne smolt-kvalitetsindikatoren. Årsaken til dette er ikke avklart.



Figur 6.15. Utvikling av $\text{Na}^+ \text{K}^+$ ATPase aktivitet hos eksponert smolt ved Bolstadøyr, Gammersvik og Vaksdal fra 14. mai til 7. juni 2007.

Tabell 6.9. Gjennomsnittlig Na^+ , K^+ -ATPase verdier og gjennomsnittlige lengder for utvandrende laksesmolt prøvetatt fra ruse i Bolstadfjorden ved Furnes i 2006 og 2007. Standardavvik i parentes.

Dato	NAKATpase	Lengde (cm)	Antall (N)
04.05.06	11,6 (2,7)	12,7 (1,03)	9
11.05.06	7,3 (2,0)	13,5 (1,5)	10
19.05.06	9,2 (2,0)	13,9 (1,15)	10
06.06.06	22,2 (4,1)	14,8 (1,5)	10
09.05.07	7,5 (1,5)	12,7 (0,5)	5
15.05.07	5,6 (3,0)	13,9 (0,9)	5
22.05.07	17,5 (3,1)	14,4 (1,4)	5
31.05.07	19,4 (3,2)	13,7 (1,1)	13

6.4.6 Vurdering av merdresultatene

Det døde ikke fisk i forbindelse med merdeksponeringene verken i 1994, i 2000-2002 eller i 2007. Dette utelukker ikke at andre og økologisk viktige fysiologiske mekanismer og/eller prosesser kan være påvirket. Endring av utvandringsevillighet, postsmoltmigrasjon, redusert fluktningsrespons og svekket preging vil alle kunne påvirke overlevelse fra smolt til kjønnsmoden laks. Effekter på vandringsevillighet ble påvist i Storelva i Holt i 2007. Selv om det er for tidlig å konkludere med at dette skyldes aluminiumsbelastning (Kroglund *et al.* i trykk), kan dette samtidig være den økologiske responsen som også påvirker smolt fra elvene omkring Osterøy.

Blodprøver tatt av smolt hvor gjelle-Al konsentrasjonen hadde økt, hadde fra 5 til 10 mM lavere plasmakloridnivå enn referanseciksen. Dette antyder at fisk som akkumulerte Al på gjellene var under et fysiologisk stress. Denne type responser er tidligere rapportert fra andre forsøk og undersøkelser (Rosseland *et al.* 1998, Bjerkens *et al.* 2003). I samtlige av disse undersøkelsene er det rapportert om fiskedød hvor døende fisk hadde ca. 10 mM lavere plasmaklorid enn referanseciksen. Fiskedød skyldes sannsynligvis respiratorisk svikt som henger sammen med akkumulering av Al på gjellene og hemming av gassutveksling. Økt CO_2 nivå i blodet forårsaker en blodforsuring. Denne kan motvirkes av fisken ved å transportere bl.a. Cl^- ioner ut fra blodvesken.

Når Al akkumuleres på fiskegjeller må det være en ferskvannskilde til Al. Konsentrasjon av Al i sjøvann er lavere enn deteksjonsgrensene for de metodene som tradisjonelt benyttes innen forsurningsforskning såfremt sjøvannet ikke tilføres Al fra en kilde. Ettersom Al kan foreligge på både giftige, ugiftige kolloidale og ugiftige ikke-akkumulerbare

ionebyttbare former, kan måling av bare total-Al feilestimer giftighet under visse forutsetninger. Det foreligger dessverre ingen entydig god analytisk metode for å separere giftige fra ugiftige tilstandsformer av Al i sjøvann, såfremt det ikke benyttes en in situ fraksjonering. Selv da er det begrensninger. Analyse av gjellemetall har i flere forsøk vist seg å være en hensiktsmessig bio-indikator for metalleksponering. Akkumuleringskurven påvist i merdstasjonene plassert omkring Osterøy er i samsvar med det som erfaringsmessig er påvist i ulike forsøk og innen akvakultur. Akkumulerte konsentrasjoner er på nivå som betraktes som uakseptable innen akvakultur. Nivåene trenger ikke resultere i akutt dødelighet, men er uønsket ved at de påvirker vekst og immunforsvar. På denne bakgrunn er nivåene målt omkring Osterfjorden å betrakte som uakseptable og det kan ikke utelukkes at de er en viktig medvirkende årsak til hvorfor Vosso-laksen har lav marin overlevelse. Total-Al konsentrasjonen målt i flere vannprøver i 2001 og 2002 var på nivå hvor det er registrert fiskedød innen fiskeoppdrett. Dette styrker konklusjonen om at vannkjemien omkring Osterøy er marginal, og at denne kan være kritisk for utvandrende laksesmolt.

Ferskvann er kilden til Al i sjøvann. Fraværet av sterke sammenhenger mellom salinitet og total-Al skyldes mest sannsynlig regionale forskjeller i Al-konsentrasjon, samt dag til dag variasjon i Al konsentrasjon innen vassdrag. Begge faktorer vil skape lokale variasjoner i konsentrasjoner innen fjordsystemet. Regionale forskjeller i Al-transport synes som den rimeligste forklaringen til den observerte variasjonen i dette materialet. I fremtiden er det ønskelig med Al-transportberegninger fra samtlige av de viktigste ferskvannskildene innen fjordsystemet. Basert på forsøk i kar opprettholdt Al sin giftvirkning i >80 minutter etter at blandingen var etablert. Det var tilnærmet ingen avtak i giftighet fra 20 til 80 minutter. Dette antyder at Al i sjøvann kan forbli giftig over lang tid.

Høyest akkumulering av aluminium på gjellene ble som forventet målt ved saliniteter mellom 2 og 9 ppt. Basert på forsøk og feltstudier synes saliniteter mellom 1 og 15 ppt å representere vannkvaliteter hvor Al kan være giftig. I forsøkene utført i 1994 hadde fisken størst ioneregulatoriske problemer i saltvannstestene der fisken var forhåndseksponert for salinitet mellom 0,6 og 5 ppt. Surt vann kan avgiftes ved å innblande saltvann. Avgiftning oppnås delvis gjennom pH-økningen samt at økningen i ionestyrke i seg selv svekker giftighet. Når salinitet overstiger en kritisk grense vil saltbidraget forårsake at tilstandsformene til Al endres fra ugiftig til giftig. Det synes som om dette inntreffer i området omkring 1 ppt. Når salinitet overstiger denne grensen transformeres Al som i ferskvann er ufarlig, til former som kan være giftige i sjøvann. Med økende alder på vannet vil bio-akkumulerbart Al transformeres

videre til nye og ufarlige kolloide samt kationiske forbindelser. Denne prosessen tar mange timer og kan ta døgn. Mer giftig Al transformeres til ugiftig Alc når salinitet øker til over 10 ppt, enn det som transformeres ved saliniteter <5. Etterhvert som fjordvannet beveger seg mot fjordmunningen øker salinitet. Al vil sannsynligvis avgiftes ved at salinitet øker, samtidig som konsentrasjon avtar ettersom mer og mer sjøvann blandes inn.

6.5 Sleping av smolt (2001 – 2003 og 2005-2007)

Fisken ble hvert av de tre årene 2001-2003 slept ut i rute gjennom Veafjorden og Sørfjorden for å unngå Al-rikt brakkvann i Osterfjorden (**Tabell 6.10**). Dette ble gjort for å maksimalisere sannsynlig marin overlevelse. Alle slepene i disse årene gikk til kyststrømmen. I 2004 ble det ikke foretatt sleping. I 2005-2007 ble ett slep ført til Osterfjorden og sluppet i området Gammersvik - Vikanes, ett til Vaksdal - Olsnesøyne og ett via Sørfjorden til Manger – Toska (**Tabell 6.10**). Til og med 2006 ble slepingen utført med slepekiste bygget av tre. Denne ble byttet ut i 2007 med en kiste bygget av glassfiber. Smolten ble lastet i slepekista om kvelden eller morgen og stod om lag 12 timer i kista før slepet startet. Alle slepe startet fra Bolstadøyri.

6.5.1 Resultater 2001-2003

Under slepet akkumulerte fisken Al alle årene (**Figur 6.16**). Før slepet begynte hadde fisken en gjelle-Al konsentrasjon på ca 3 µg Al g⁻¹ tv i 2001, 1,8 µg Al g⁻¹ tv i 2002 og 9 µg Al g⁻¹ tv i 2003. På prøvetakingspunktene i Veafjorden ble det for årene 2001, 2002 og 2003 hhv. målt gjelle-Al konsentrasjoner i intervallet 17-27, 8-10 og 9-14 µg Al g⁻¹ tv. Over samme fjordstrekning økte saliniteten fra 0 til ca 14 ppt i 2001 og 2002, mens den i 2003 gikk fra 0 til 5 ppt. Dette er salinitetsnivåer hvor det kan forventes remobilisering av Al. Total-Al konsentrasjonen i vannet økte fra ca 28 µg Al L⁻¹ ved Furnes (Trollkona) til 40 µg Al L⁻¹ ved Garnes i 2001 (**Tabell 6.11**). I 2002 var total-Al konsentrasjonen i området 58 til 61 µg/l på strekningen fra Fureneset til Garnes (**Tabell 6.12, Tabell 6.13**). Total-Al konsentrasjonen var 96 µg/l på Bolstadøyri i 2003, mens fra Furnes til Garnes var konsentrasjonen i området 42 til 58 µg/l (**Tabell 6.13**).

Fra Garnes til Manger forble gjelle-Al nivået relativt uforandret på tross av at saliniteten over samme strekning økte til 30 ppt. Fra Manger til utsettingslokaliteten avtok gjelle-Al konsentrasjonen. Denne tidsforsinkelsen i

Tabell 6.10. Oversikt over smoltslep i perioden 2001-2007.

År	Slippunkt for smolten	Distanse	Start		Stopp	
			Dato	Kl.	Dato	Kl.
2001	Hellesøy	110 km	8. mai	09:15	9. mai	12:00
2002	Hernar	110 km	13. mai	15:00	14. mai	13:00
2003	Manger/Hjeltefjorden	93 km	14. mai	07:15	15. mai	03:15
2005	Vaksdal/Olsnesøy	40 km	9. mai	09:30	9. mai	18:45
	Vikanes	29 km	10. mai	12:30	10. mai	18:00
	Mangersfjorden v/ Toskaflua	93 km	11. mai	17:00	12. mai	04:45
2006	Vaksdal/Olsnesøy	40 km	10. mai	09:00	10. mai	18:00
	Vikanes	29 km	11. mai	09:00	11. mai	15:30
	Mangersfjorden v/ Toskaflua	93 km	12. mai	17:00	13. mai	12:30
2007	Vaksdal/Olsnesøy	40 km	14. mai	09:45	14. mai	18:45
	Vikanes	29 km	15. mai	09:45	15. mai	15:30
	Mangersfjorden v/ Toskaflua	93 km	18. mai	20:15	19. mai	12:00

respons på økning i salinitet er forventet. Både akkumulering og eliminering av Al er en tidsavhengig prosess. På utsettingstidspunktet, ved avslutningen av slepet, var gjelle-Al konsentrasjonen tilnærmet lik bakgrunnsverdien fra klekkeriet.

Økningen i plasmakorid og reduksjonen i hematokritt i løpet av slepet i 2001 og 2002 kan skyldes saltvannstilvenningen, men akkumulering av gjelle-Al kan ikke elimineres som medvirkende faktor (**Tabell 6.11**, **Tabell 6.12**).

Tabell 6.11. Vannkjemi (overflatevann) og fiskestatus målt i forbindelse med slepet i 2001. Gjennomsnittsverdier +/- standardavvik er presentert sammen med antall fisk pr. stasjon.

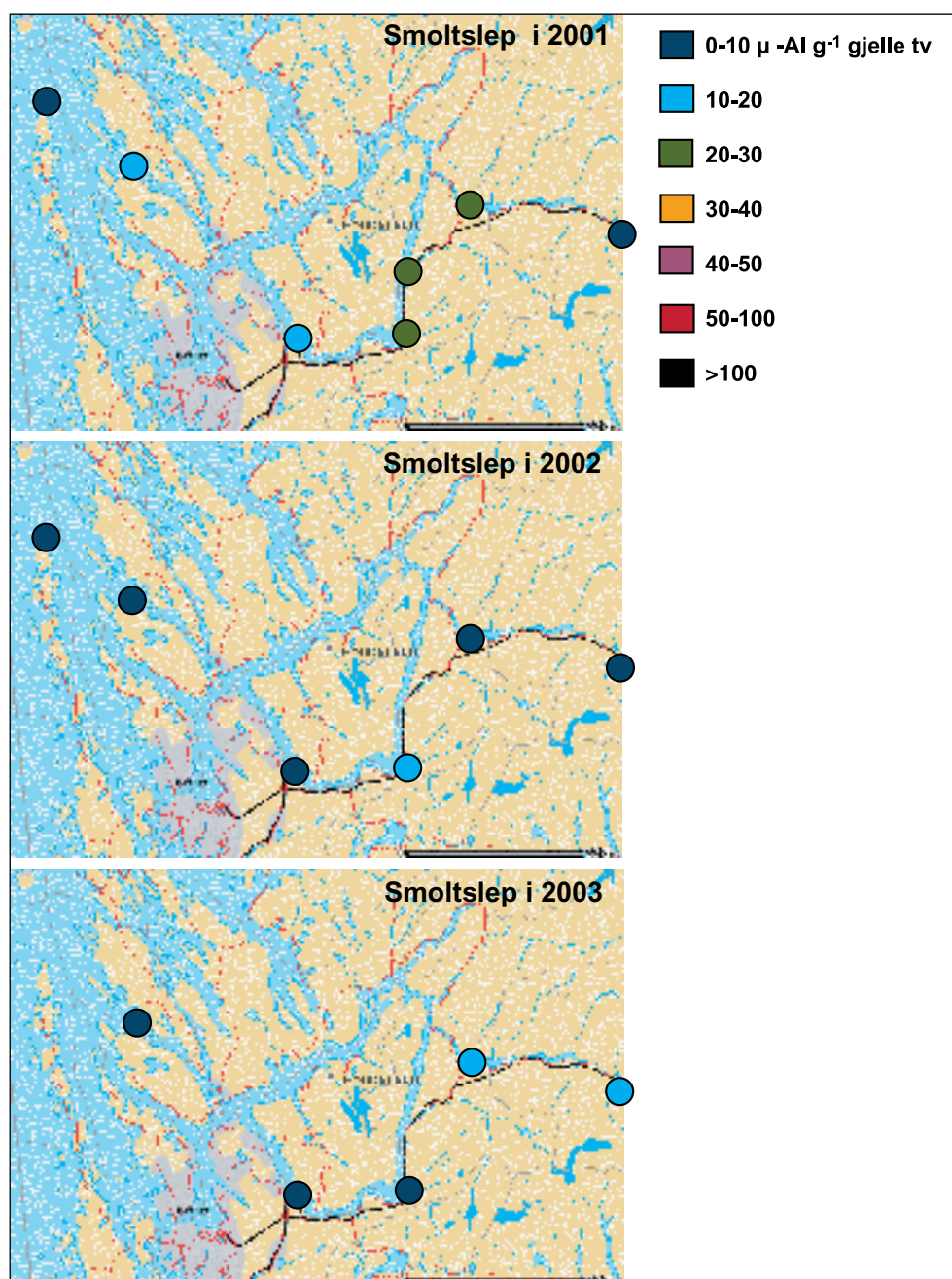
Sted	Dato	Kl.	Gjelle-Al	Glukose	Hematokritt	Plasma Cl	Salinitet	pH	T-Al	Fe
			µg/g tv	mmol/l	%	mmol/l	ppt		µg/l	µg/l
Voss klekkeri	7. mai		2,6 ± 1,3			124	0			
Furnes	8. mai	10:45	21,3 ± 11,0		42	128	0,9	6,9	28	24
Stanghelle	8. mai	17:10	26, 5 ± 9,0		42	134	9,9	7,9	39	30
Vaksdal	8. mai	20:00	23, 7 ± 5,9		38	136	10,2	7,8	41	45
Garnes	8. mai	23:30	16,8 ± 20,0		36	137	13,8	8,1	40	30
Manger	9. mai	06:00	19,4 ± 8,3		31	148	30,8	8	29	15
Hellesøy	9. mai	10:30	5,4 ± 4,7		33	147	30	8,1	24	15

Tabell 6.12. Vannkjemi (overflatevann) og fiskestatus målt i forbindelse med slepet i 2002. Gjennomsnittsverdier +/- standardavvik er presentert sammen med antall fisk pr. stasjon.

Sted	Dato	Kl.	Gjelle-Al	Glukose	Hematokritt	Plasma Cl	Salinitet	pH	T-Al	Fe
			µg/g tv	mmol/l	%	mmol/l	ppt		µg/l	µg/l
Fureneset	13. mai	19:30	10 ± 7,9 (n=9)	8,3 ± 2,8 (n=10)	41 ± 5,3 (n=8)	129 ± 3,5 (n=9)	0,5		58	11
Vaksdal	14. mai	01:00	12 ± 12,4 (n=8)	10,1 ± 3,5 (n=8)	37 ± 4,1 (n=5)	124 ± 6,7 (n=8)	4,9		52	<3
Garnes	14. mai	14:15	11 ± 10,5 (n=6)	6,6 ± 1,7 (n=6)	34 ± 2,9 (n=6)	129 ± 9,9 (n=6)	9,2		61	8
Manger	14. mai	09:30	4 ± 2,6 (n=7)	6,6 ± 1,7 (n=7)	32 ± 3,5 (n=2)	147 ± 2,3 (n=7)	24,6			
Hernar	14. mai	13:00	8 ± 6,1 (n=8)	6,1 ± 1,6 (n=8)	32 ± 5,7 (n=2)	145 ± 4,5 (n=8)	28,8		34	<3

Tabell 6.13. Vannkjemi (overflatevann) og fiskestatus målt i forbindelse med slepet i 2003. Gjennomsnittsverdier +/- standardavvik er presentert sammen med antall fisk pr. stasjon.

Sted	Dato	Kl.	Gjelle-Al	Glukose	Hematokritt	Plasma Cl	Salinitet	pH	T-Al	Fe
			µg/g tv	mmol/l	%	mmol/l	ppt		µg/l	µg/l
Voss klekkeri	13. mai		8,6 ± 4,5 (n=5)							
Bolstadøyri	13. mai	21:00	19,2 ± 5,4 (n=5)				0,6		96	
Furenes							0,7		42	
Stanghelle	14. mai	12:30	13,8 ± 5,6 (n=5)				3,6		50	
Vaksdal	14. mai	14:45	9,6 ± 1,3 (n=5)				2,9		58	
Garnes	14. mai	17:30	8,6 ± 5,3 (n=5)				5,1		52	
Manger	15. mai	03:00	8,6 ± 2,1 (n=5)				31,7		<5	



Figur 6.16. Gjelle-Al målt under slep i 2001, 2002 og 2003. Fisken hadde bakgrunnskonsentrasjoner på hhv. 3, 1,8 og 9 µg Al g⁻¹ tv før slepene tok til fra Bolstadøyr.

6.5.2 Resultater 2005-2007

Al-akkumuleringen under sleping varierte mellom årene, med høyest verdier i 2005 både i Sørfjorden og Osterfjorden (**Tabell 6.14**). Som påvist for perioden 2001-2003 kvitter fisken seg med aluminium under siste del av slepet fram til Manger, noe som har sammenheng med økende salinitet. I 2007 var akkumuleringen den laveste som er registrert, til tross for at verdiene av totalaluminium i overflatevannet lå på samme nivå som tidligere år. Dette står i motsetning til akkumuleringen under eksponering i merder i 2007, som var særdeles høy. På fjordstrekningene i Sørfjorden og Osterfjorden økte saliniteten fra 0 til opp mot 10 ppt, dvs. salinitetsnivåer hvor det kan forventes remobilisering av Al. Som **Tabell 6.14** viser, var verdiene av akkumulert aluminium på Voss klekkeri de høyeste som er målt. Etter

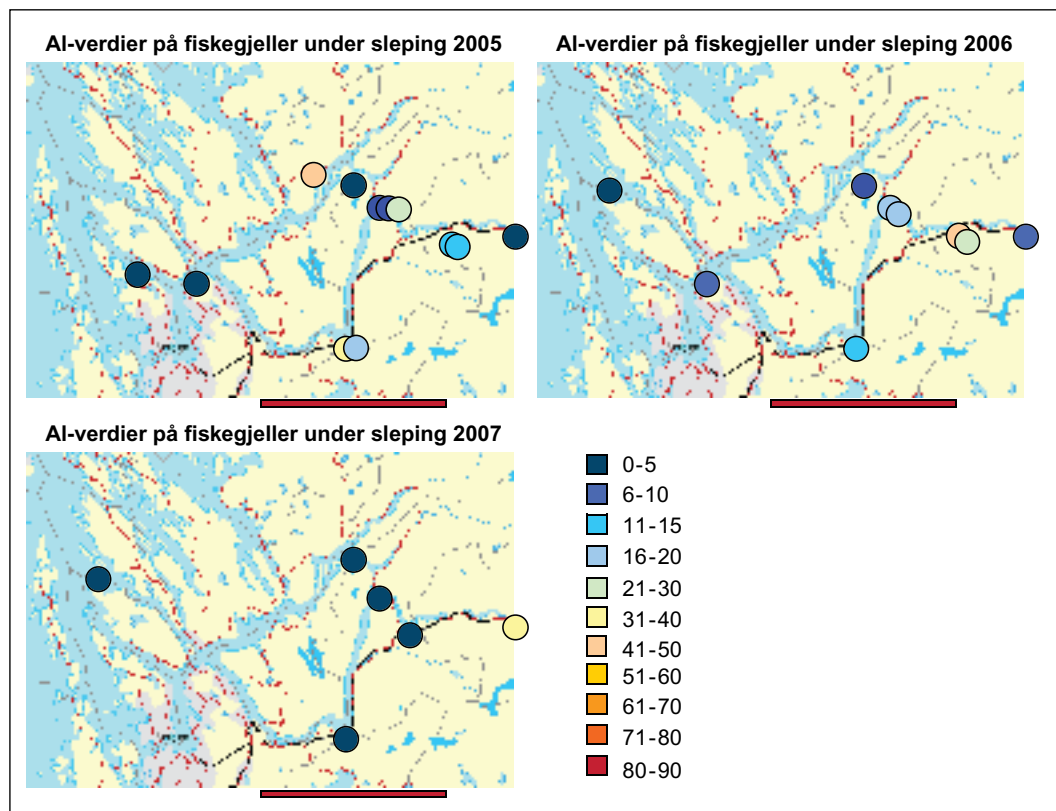
oppholdet i slepekisten over natten ved Bolstadøyri sank verdiene fra 33,6 µg/g til 3,3 µg/g tørrvekt.

Figur 6.17 viser også konsentrasjoner av gjellealuminium under sleping i 2005-2007.

Gjelleprøver fra Bolstadfjorden i de ulike årene er tatt ved oppstart av slep fra Bolstadøyri, samtidig med vannprøver for analyse av totalaluminium, mens tallene som er presentert fra Sørfjorden, Osterfjorden og Manger er hentet fra prøver tatt ved slipping av smolten. Det mest påfallende ved denne serien er verdiene for gjellealuminium i 2007. Både salinitet og totalaluminium i vannet lå på samme nivå som tidligere år, noe som skulle tilsi en større akkumulering.

Tabell 6.14. Vannkjemi (overflatevann) og gjellealuminium (gjennomsnitt ± standardavvik) på fisk målt i forbindelse med slepene i 2005-2007.

	2005			2006			2007		
	Gjelle Al µg/g	Sal ppt	Tot Al µg/L	Gjelle Al µg/g	Sal ppt	Tot Al µg/L	Gjelle Al µg/g	Sal ppt	Tot Al µg/L
Voss	4,1±5,2			10,2±4,2			33,6±33,4		
Bolstadøyri	13,5±7,4	0,3	43	47,5±50,6	0,7	45	3,3±2,3	0,9	42
Stamnes	5,6±2,6	3,3	43	16,8±14,1	1,9	38	3,1±2,2	1,8	47
Vaksdal	31,5±44,5	9,7	46	13,7±7,8	6,9	36	3,1±3,6	4,3	44
Vikanes	47,1±115,7	6,4	59	5,9±2,6	4,6	46	1,8±1,5	8,9	57
Manger	3,8±4,4	22,4	-	4,3±2,4	28,7	5	1,9±2,0	30	-



Figur 6.17. Aluminiumavsetning på gjeller hos smolt under slep i årene 2005-2007.

Den eneste store forskjellen på 2007 sammenliknet med tidligere år er skifting av slepekiste, men vi har vansker med å forklare at dette skulle påvirke akkumuleringen i så stor grad.

Blodprøver av smolt ble tatt samtidig med andre prøver på ulike stasjoner under sleping og ved slipp av smolt, og undersøkt ved hjelp av ISTAT-instrument. **Tabell 6.15** viser verdier av plasmaklorid og glukose. Som forventet stiger plasmaklorid etter hvert som fisken eksponeres for økende salinitet (se også **Tabell 6.12** ovenfor). I utgangspunktet var plasmakloriden spesielt lav i 2007, noe som også gir seg utslag i verdiene under slepingen. Instrumentet registrerer ikke verdier på høyere nivå enn 140 mmol/L. Glukoseverdiene i disse prøvene ligger noe

høyere enn de verdiene som er gjengitt i **Tabell 6.12** for 2002. Legg spesielt merke til de høye glukoseverdiene og de lave verdiene av plasmaklorid ved Gammersvik i 2005, sammenliknet med de andre stasjonene dette året. Dette er indikasjoner på stress, som bekreftes ved at det ved denne prøvetakingen ble observert en markert stressatferd hos fisken. Dette antas å henge sammen med den estuarine blandsonen på denne stasjonen.

6.5.3 ATPase-utvikling hos slepesmolt

I **Tabell 6.16** er det gitt en oversikt over ulike forhold med tanke på lysstyring og temperatur under produksjon av settesmolt i perioden 2002-2007.

Tabell 6.15. Plasmaklorid og glukose (mmol/L) målt i blodprøver av fisk under sleping i 2005-2007.

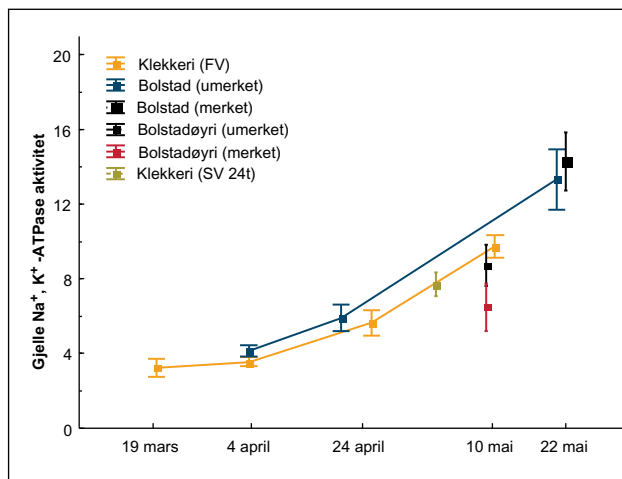
	2005		2006		2007	
	Cl mmol/L	Glukose mmol/L	Cl mmol/L	Glukose mmol/L	Cl mmol/L	Glukose mmol/L
Voss klekkeri	136±3	6,8±4,0	-	-	-	-
Bolstadøyri	134±3	10,6±4,6	133±3	11,3±5,7	119±8	11,2±4,1
Stamnes	133±4	11,0±5,2	136±3	8,1±3,9	120±9	10,7±2,8
Vaksdal	134±4	8,1±2,1	135±2	11,3±4,1	116±6	9,6±2,4
Gammersvik	125±6	17,7±7,2	-	-	117±4	9,0±3,8
Vikanes	135±3	11,9±4,6	136±5	9,6±4,9	-	-
Hagelsund	137±3	9,1±3,0	>140	7,3±1,4	-	-
Manger	>140	5,7±1,5	>140	6,7±1,0	133±6	5,4±1,3

Tabell 6.16. Oversikt over lysstyrings- og temperaturforhold under produksjonen av de ulike smoltårgangene.

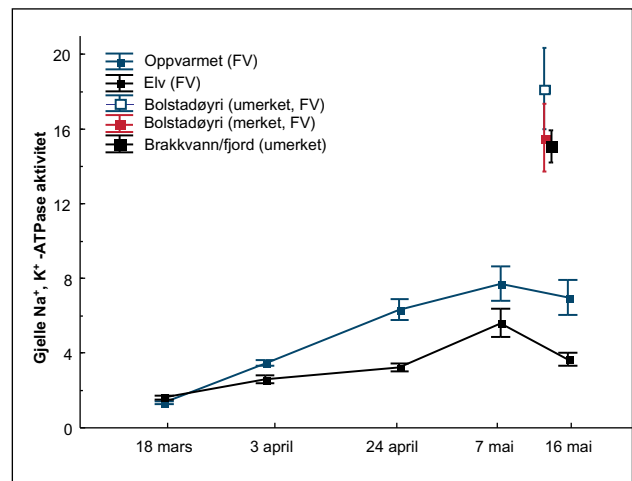
2002	Fisken fikk regulert lysstyring fra desember 2001 (8 timers lys, 16 timers mørke fra 01.12.01-01.03.02). I tillegg til testing av anleggsprodusert smolt ble det også tatt prøver av villsmolt.
2003	Fisken fikk regulert lysstyring (simulert naturlig lysperiode) fra desember 2002. Grupper av fisk ble gitt oppvarmet vann fra den 12.03.03, mens den resterende produksjonen ble holdt på elvevann fram til 24.04 da elvetemperaturen nådde ca. 6 °C. Begge grupper gikk ved naturlig temperatur etter dette.
2004	Fisken fikk regulert lysstyring (simulert naturlig lysperiode) fra desember 2002. Grupper av fisk ble gitt oppvarmet vann fra den 12.03.03, mens den resterende produksjonen ble holdt på elvevann fram til 24.04 da elvetemperaturen nådde ca. 6 °C. Begge grupper gikk ved naturlig temperatur etter dette.
2005	Det ble ikke produsert smolt dette året
2006	Simulert lysstyring frå 1. november
2007	Simulert lysstyring frå 10. november. Kjølevatn frå Voss Energi tilkople 13. april. Dette bidrog til å auke temp til smolt ca 2,5 °C i høve til elvetemp. Frå 13. april til smoltutsett var vanntemp 6-8 °C.

Med utgangspunkt i undersøkelsene av smoltifiseringsutviklingen i 2002 og 2003 framgår det at fisken er for liten og har en utilfredsstillende sjøvannstoleranse. Tilførsel av oppvarmet vann førte til en høyere Na^+ , K^+ -ATPase verdi hos denne gruppen med en noe forbedret sjøvannstoleranse. Tilførsel av oppvarmet vann synes positivt for smoltutviklingen og det ble derfor foreslått å tilføre oppvarmet vann fra ettersommer til sen høst/vinter, deretter sette fisken over på elvevann og igjen gi fisken oppvarmet vann fra begynnelsen av mars til utsetting i mai. En ideell smoltstørrelse vil være utsettingsklar smolt på 50 gram med en lengde på rundt 16-17 cm.

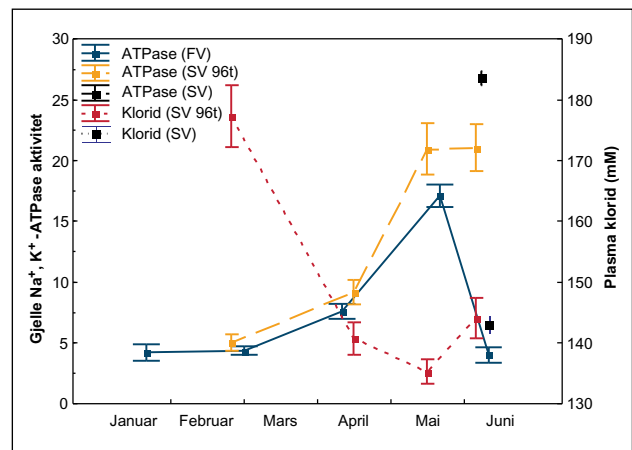
Målinger av gjelle Na^+ , K^+ -ATPase aktivitet viser en positiv utvikling av smoltkvaliteten hos klekkerifisk i både 2002 og 2003 (**Figur 6.18** og **Figur 6.19**). Imidlertid viser målinger av Na^+ -K-ATPase verdier hos utvandrende villsmolt (**Figur 6.18** og **Figur 6.19**) og fra forsøk med Vossosmolt i Bergen (**Figur 6.20**) at anleggfsfisk ved Voss klekkeri ikke oppnår optimal smoltstatus, hvilket er i samsvar med plasmakloridverdier målt hos sjøvannstestet anleggfsfisk. Na^+ , K^+ -ATPase verdier målt hos utvandrende villsmolt fanget i rusen på Bolstadøyri er høyere enn verdier målt hos utvandrende anleggssmolt både i 2002 og 2003. Det er imidlertid en positiv utvikling hos utvandrende anleggssmolt fra 2002 til 2003, der utvandrende anleggssmolt i 2003 synes å ha en tilfredsstillende Na^+ , K^+ -ATPase verdi.



Figur 6.18. Na^+ , K^+ -ATPase verdier hos anleggfsfisk i Voss klekkeri, villfisk og anleggfsfisk fanget i Bolstad smolthjul og ruse på Bolstadøyri 2002.



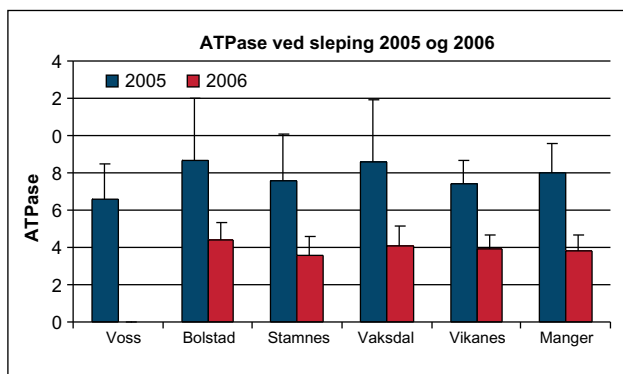
Figur 6.19. Na^+ , K^+ -ATPase verdier hos anleggfsfisk (oppvarmet og elvetemperatur) i Voss klekkeri, villfisk (umerket, FV), anleggfsfisk fanget i smolthjul på Bolstadøyri og ruse i Bolstadfjorden i 2003.



Figur 6.20. Na^+ , K^+ -ATPase - og plasmaklorid verdier fra forsøk med Vossolaks i Bergen 2001.

I 2005 og 2006 ble det tatt prøver for måling av Na^+ , K^+ -ATPase -aktivitet i klekkeriet før transport, ved Bolstadøyri før sleping, og under sleping og ved slipping av smolt. **Figur 6.21** viser at Na^+ , K^+ -ATPase -nivået var nesten dobbelt så høyt i 2005 som i 2006, og at det ikke skjedde noen signifikant endring i Na^+ , K^+ -ATPase -nivå i løpet av transporten fra klekkeriet til de ulike slippstedene. Utgangsnivået av Na^+ , K^+ -ATPase -aktivitet målt i prøver fra Voss klekkeri før transport i 2007 var på 4,1, dvs. samme nivå som i 2006. Det ble ikke foretatt analyse av Na^+ , K^+ -ATPase under sleping dette året.

Eksporeringsforsøkene med smolt våren 2007 viser en klar økning i smoltens ATPase-aktivitet i løpet av noen uker i brakkevann. Dette går fram av analysene fra Bolstad, Vaksdal og Gammersvik i 2. halvdel av mai og begynnelsen av juni 2007. Analysene viser en positiv utvikling i Na^+ , K^+ -ATPase aktivitet på alle tre stasjonene, med verdier mellom 10 og 15 den 7. juni (se **Figur 6.15**). Dette tyder på at smolutviklingen til denne fisken er noe forsinket ifht den smolten som ble fanget i elven i 2002-2003 (**Figur 6.18** og **Figur 6.19**) og 2006-2007 (se **Tabell 6.9**), og ifht smolt av Vossostamme fra forsøkene i Bergen i 2001 og 2002 (**Figur 6.20**). Vi har ennå ikke tilstrekkelig grunnlag til å forklare disse observasjonene, men resultatene tyder på at det skal være mulig å gjennomføre tiltak i produksjonen og utsettingen av smolt for å oppnå mer fullstendig smoltifisering og høyere smoltstatus hos den fisken som settes ut enn tilfellet er i dag.



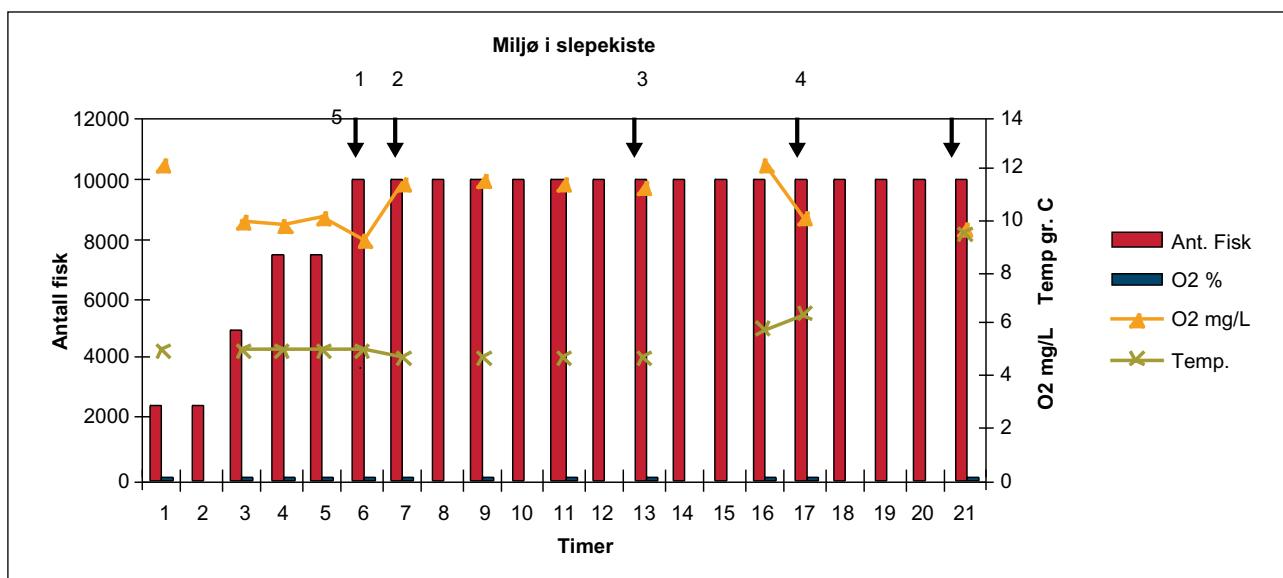
Figur 6.21. Na^+ , K^+ -ATPase -aktivitet (middel og standardavvik) målt ved transport og slipping av smolt i 2005 og 2006.

6.5.4 Slep og slepemiljø

I 2007 ble det tatt i bruk en ny slepekiste. Den nye kisten er i glassfiber, lengde 6,5 m, diameter 1,20 m, volum ca. 7,7 m³, og er perforert med over 3000 hull for gjennomstrømming av vann. Under prøve-slep (uten fisk) i 2,5 knop ble det foretatt måling av vannstrøm inne i kisten. Strømmen i kisten varierte mellom ca. 9 og 35 cm/sek i ulike dybdenivåer forut og akterut inne i kisten. Ved hjelp av fargeprøver ble vannutskiftingen anslått til 5 minutter.



Slepekisten som ble benyttet i årene 2001-2006.



Figur 6.22. Oksygen og temperatur i slepekiste under innlasting, akklimatisering og sleping av 10.000 smolt fra Bolstadøyri til Vaksdal 13.-14. mai 2007. Innlasting foregikk fra kl. 2100 til 0100. Deretter ble kisten slept ut i strømmen fra Bolstadelva. Slepingen startet kl. 0900, og slipp ved Vaksdal fant sted kl. 1600. Pilene på figuren viser: 1. Igangsetting av pumpeaggregat for å øke gjennomstrømming mens kisten lå ved kai. 2. Slepning til elvemunningen. 3. Start sleping. 4. Passasje Stamnes. 5. slipp ved Vaksdal.

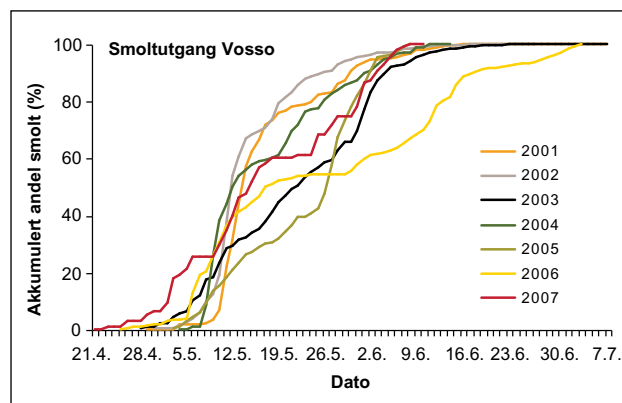
Figur 6.22 viser resultatet av temperatur- og oksygenmålinger foretatt i kisten under første innlasting, oppbevaring og sleping av fisk fra Bolstadøyri til Vaksdal 13. – 14. mai 2007. Det ble benyttet pumpeaggregat i en kort periode etter at oksygenet begynte å synke (1-2 på **Figur 6.22**). Oksygeninnholdet var aldri lavere enn 9,3 mg/L (76 % av metning), dvs. godt innenfor det optimale for laksfisk. Videokamera inne i kisten med skjerm i førerhuset på slepebåten gjorde det mulig å observere fiskens atferd. Fisken sto godt spredt mot strømmen under sleping, uten tegn på stress. Ved sleping i Ostefjorden 15. mai ble det imidlertid observert en episode der fisken plutselig gikk over fra jevn fordeling til sammentrenging i bunnen av kisten. Episoden varte i ca. 5 minutter, hvorefter fisken vendte gradvis tilbake til normal atferd. Dette ble assosiert med en mulig estuarin blandsoner med brå endring av vannkvalitet og/eller temperatur.

6.5.5 Vurdering av slep

Det var forskjeller i akkumulering av Al mellom årene. Mest Al ble akkumulert i 2001 og 2005, og minst i 2002 og 2007. Selv om det var forskjeller, ble mest Al akkumulert i området Stamnes til Vaksdal og Stamnes til Vikanes. Bortsett fra 2007 antyder resultatene at fisken under slepet ble eksponert for akkumulerbart Al. Dette ble senere eliminert når eksponeringsnivået avtok utover mot kyststrømmen.

Slepe ble utført med en konstant hastighet på ca. 2,5 knop. Hovedutvandringen av smolt fra Vosso starter omkring 10. mai, og øker i intensitet utover mot 20 mai (**Figur 6.23**). Det betyr at slepingen gjennom fjordene har foregått samtidig eller litt i forkant av naturlig utvandring av smolt i fjordsystemet. Naturlig smoltutvandring er ikke like retningsorientert som slepet, og smolten vil i større grad følge time til time forskjeller i strømhastighet, tidevann mm. Smolten vil heller ikke oppholde seg på ett dyp, men vil i hovedsak oppholde seg innenfor overflatesjiktet. Eksponeringsvarighet (belastningen) under slepet må således betraktes som en minimumseksponering i forhold til det som naturlig utvandrende villsmolt opplever. Likeledes er det uavklart hvor stor del av naturlig utvandring fra Vosso som skjer i Sørkjøfjorden og Osterfjorden. Belastningsnivået er vesentlig forskjellig mellom disse to fjordarmene (jfr merdforsøkene). Dersom smolten vandrer i Osterfjorden vil belastningen være betydelig større.

Resultatene fra slepeundersøkelsene illustrerer at fisken ble eksponert for Al-holdig vann uten at vi her kan fastslå den økologiske betydningen av belastningen. Data på marin overlevelse vil bidra til å avklare dette, selv om



Figur 6.23. Smoltutvandringen i Vosso 2001-2007. Utvandringen starter omkr. 10. mai. 50 % av smolten har vandret ut av Vosso innen 15.- 20. mai.

konklusjonsgrunnlaget vil være usikkert ettersom det ikke foregår noen referanseutsetting av smolt i upåvirket vann. Som det framgår av **Tabell 4.4** er det klart høyere gjenfangster på den smolten som har blitt slept ut, og dette indikerer i alle fall at problemene kan være knyttet til den første delen av laksens utvandningsrute. Fraværet av aluminiumsakkumulering under sleping i 2007 er påfallende, og foreløpig vanskelig å forklare.

Tabell 6.18 viser at gjenfangsten fra smoltslepe til Fedje/Manger var relativt høy i 2002, 2003 og 2005. Disse årene var aluminiumkonsentrasjonene i fjordene relativt høye (**Tabell 6.17**). I og med at gjenfangstene av vill, naturlig utvandret laks er så små, er det imidlertid umulig å trekke noen konklusjoner om betydningen av aluminium på grunnlag av dette. Det kan imidlertid konkluderes med at smolt som slepes ut til kyststrømmen har en høyere overleving enn smolt utsatt i Vosso, Bolstadelva og i fjordene. Denne fisken har en kortere eksponering for Al enn villaks, samt at fisken tvinges forbi de antatt belastende områdene. Dette skulle begunstige overlevelse. Videre er det en markert høyere overleving for smolt som er behandlet mot lakselus (slice) sammenliknet med kontroll. Dette indikerer dødelighet grunnet lakselus, men sier ikke noe om betydning av aluminium.

Aluminiumspåslaget på gjellene til slepesmolten øker ut mot Vaksdal, for så å avta fram mot Fedje/Manger, dvs. en relativt kortvarig påvirkning. **Tabell 6.18** viser aluminiumspåslag ved Vaksdal i ulike år, og gjenfangst av gytefisk av den enkelte smoltårgang. Sammenhengen høy suksess versus lavt aluminium kan være tilstede i dette materialet, men foreløpig har vi for få år og for lave tall for gjenfangst til å trekke sikre konklusjoner.

Tabell 6.17. Aluminium på gjeller hos merd-eksponert smolt ved Vaksdal og Gammersvik 2000-2002.

År	Stasjon	Prøvedatoer	µg Al g ⁻¹
2000	Vaksdal	11.05; 14.05	92,6; 74,8
2001	Vaksdal	13.05; 21.05; 28.05	13,5; 74,2; 45,6
2001	Gammersvik	13.05; 21.05; 28.05	9,8; 55,4; 125,5
2002	Vaksdal	22.05; 30.05	50; 87
2002	Gammersvik	22.05; 30.05	202; 35

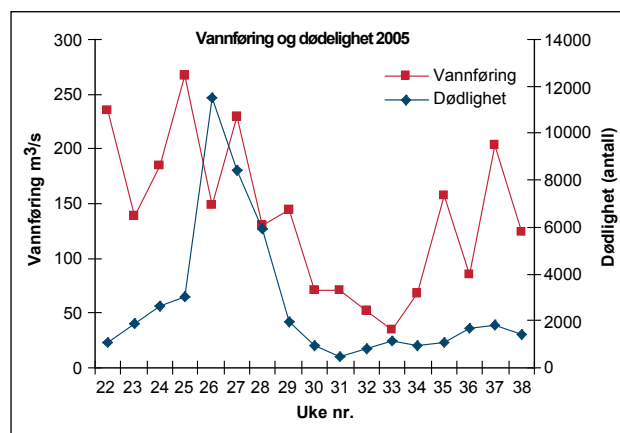
Tabell 6.18. Aluminiumpåslag på gjeller av smolt ved passering Vaksdal under sleping til Fedjel Manger, og antall tilbakevandring fra utsetting i de ulike år. Tilbakevandrende gytefisk er delt mellom smolt som ble behandlet med slice-fôr som gir beskyttelse mot angrep av lakselus og smolt fra kontrollgruppen som ikke ble gitt denne fôrtypen. Antall tilbakevandret laks er gitt i parentes bak prosentandelen.

År	Al på gjeller (µg g ⁻¹) ved Vaksdal	Tilbakevandring av laks fra gruppen smolt som er behandlet med slice (%)	Tilbakevandring av laks fra smolt i kontrollgruppen (%)
2001	24	0,18 (5)	0,11 (3)
2002	12	0,34 (16)	0,26 (12)
2003	10	1,47 (59)	0,29 (12)
2005	32	0,53 (23)	0,31 (11)
2006	14	-	-
2007	3	-	-

6.6 Miljøeffekter på oppdrett i Osterfjorden

Sur nedbør kulminerte på slutten av 1980-tallet, samtidig som laksebestanden i Vosso brøt sammen. På denne tiden var det også årvisse episoder med massiv fiskedød i oppdrettsanlegg med laks og regnbueørret både i Osterfjorden og Sørfjorden, der primærårsaken viste seg å være aluminiumspåslag på fiskegjellene (Bjerknes *et al.* 2003). Disse episodene fant i hovedsak sted om våren i forbindelse med flommer, dvs. i samme tidsrom som smolten vandrer ut fra Vosso. Selv om forsurningsnivået ble redusert utover 1990-tallet forventes det ikke ytterligere redusjoner fremover såfremt det ikke gjennomføres ytterlige utslipps-reduksjoner.

Det registreres fortsatt økning i dødelighet i oppdrettsanlegg i Osterfjorden i forbindelse med flommer i nedbørfeltet (Bjerknes *et al.* 2003). Død fisk har akkumulert aluminium på gjellene. I 2005 døde et stort antall regnbueørret i overgangen juni-juli, i uke 26-27 (**Figur 6.24**). Dessverre har vi ikke data om vannkvalitet eller gjellealuminium fra denne episoden, men sammenheng og forløp er det samme som ble observert for laks av Bjerknes *et al.* 2003.



Figur 6.24. Vannføring ved Bulken og dødelighet i et oppdrettsanlegg for regnbueørret i Osterfjorden. Vannføringen i Vosso er her benyttet som en indikator på ferskvannstilførselen til fjord-systemet.

En tilsvarende episode med dødelighet av regnbueørret fant sted i det samme området våren 2007, nærmere bestemt i dagene 28.-31. mai. Det ble samtidig registrert høye konsentrasjoner av kiselalger (se **Tabell 6.19**). Det ble registrert 9,4 mill celler av kiselalger i prøven fra 1 m dyp og 4,7 mill celler av kiselalger i den integrerte prøven fra 0-4 m. Kiselalgen *Chaetoceros wighamii* var dominerende.

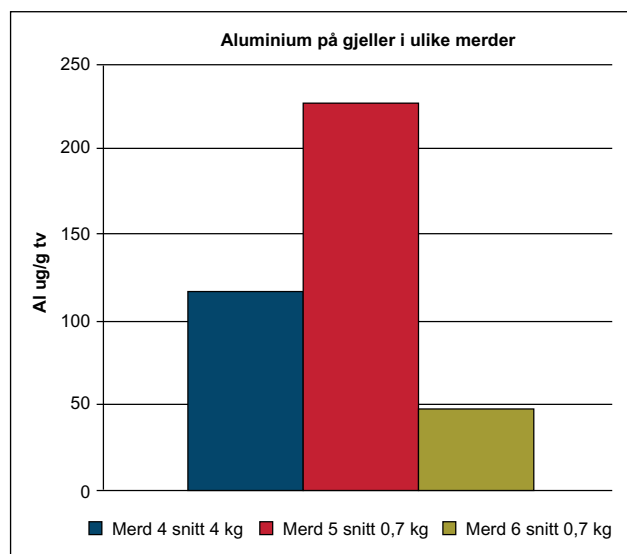
Tabell 6.19. Alger Celler (L) fra prøver ved oppdrettsanlegg i Osterfjorden 31. mai 2007. Prøve fra 1 m dyp og integrert prøve 0-4 m dyp.

	1 m	0-4 m
	celler/l	celler/l
Kiselalger		
<i>Chaetoceros wighamii</i>	8,467,200	4,422,600
<i>Skeletonema</i>	831,600	264,600
<i>Diatoma</i>	84,600	27,300
Prymnesiophyceer		
<i>Chrysochromulina</i> sp.	340,200	264,600
Kiselalger i alt	9,383,400	4,714,500

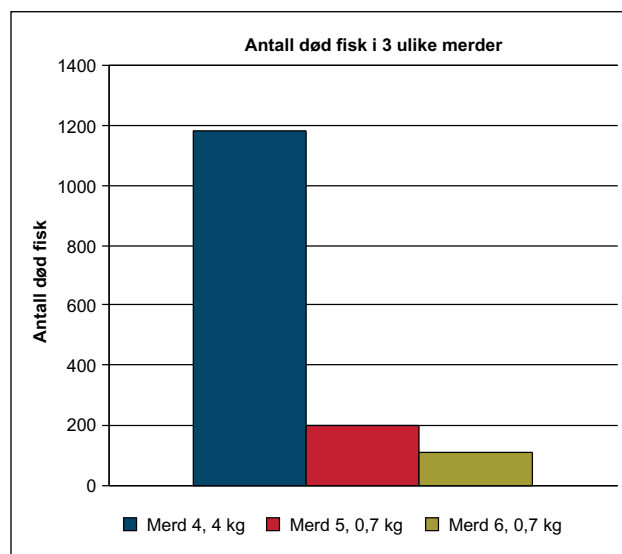
Død fisk hadde store avsetninger av aluminium på gjellene (**Figur 6.25**). Al-avsetningen var høyest i merder som lå på strømsiden av anlegget. Det var to størrelsesgrupper av fisk i anlegget, og dødeligheten var markert høyere på den største fisken, til tross for at denne befant seg på lesiden av anlegget, og hadde lavere aluminiumsavsetning (**Figur 6.25**, **Figur 6.26**). Det er vanlig at den største fisken er mest utsatt, mest sannsynlig fordi denne har et mindre gjelleareal i forhold til kroppsvekt. Det er gjellene som angripes, og fisken dør på grunn av respirasjonssvikt og

hjertespreng. Hjertespreng følger av økt slagfrekvens for å øke sirkulasjonen. Dette anses som et kompensasjonstiltak fra fiskens side for å sikre oksygentilførselen til blodet.

I dette tilfellet har trolig høy konsentrasjon av kiselalger bidratt til fiskens respirasjonsproblemer. Algene er utstyrt med lange, spisse pigger, som gjør at de lett setter seg i gjellegitteret til fisken og skaper irritasjon, økt slimutskillelse, og til dels penetrering av gjelleepitelet.



Figur 6.25. Aluminiumsavsetning på gjeller av regnbueørret i tre ulike merder i dagene 28.-31. mai 2007. Merd nr. 4 og 6 ligger i le retning fra ferskvannsstrømmen, mens merd nr. 5 ligger mot ferskvannsstrømmen.



Figur 6.26. Dødelighet i tre av merdene i anlegget 28.-31. mai 2007.

6.7 Samlet vurdering

Det døde ingen fisk i løpet av merdforsøkene, verken i 1994, i perioden 2000-2001 eller i 2007. Basert på innfanging av villsmolt i Bolstadhølen og Bolstadfjorden synes hovedmengden av smolten fra Vosso å utvandre omkring 15.mai, og smoltutvandring i fjordsystemet foregår fra siste halvdel av mai og utover i juni. Fisk i merder ble prøvetatt i dette tidsrommet alle årene. Sleping av settesmolt ble utført over samme periode som hovedutvandringen av naturlig smolt foregikk.

I alle årene med merdeksponering ble det påvist akkumulering av Al på gjeller av laksesmolt i fjordvannet omkring Osterøy. Smolten akkumulerte også Al på gjellene under slepet, bortsett fra i 2007. Fisk fanget i forbindelse med postsmolttråling hadde også akkumulert Al på gjellene. Det er tidligere påvist Al som et miljøproblem innen samme fjordområde (Bjerknes *et al.* 2003), og det er påvist sammenheng mellom flom i elver og fiskedød i oppdrettsanlegg i fjorden (Bjerknes *et al.* 1985, Bjerknes 1986). Slike episoder ble også dokumentert i 2005 og 2007. Al i brakkvann kan således ikke utelukkes som begrensende faktor for utvandrende laksesmolt innen dette fjordsystemet. De ulike laksebestandene som benytter dette fjordsystemet kan eksponeres ulikt som følge av forskjeller i utvandringstidspunkt, sted og rute.

Gjelle-Al konsentrasjonene på merdeksponert smolt i Sørfjorden var høyere i 2000 og 2002 enn i 2001. Denne fjorden var dekket med fire stasjoner i 2000, med to stasjoner i 2001 og kun en stasjon i 2002 og 2007. Stasjonen nedstrøms Straume og Vaksdal kan betraktes som felles for 2000 og 2001, mens Vaksdal var felles alle årene. I 2000 var konsentrasjonene av gjelle-Al mellom 70 og 100 $\mu\text{g g}^{-1}$ tv på samtlige prøveuttak. I 2001 varierte konsentrasjonene målt nedstrøms Straume mellom 15 og 58 $\mu\text{g Al g}^{-1}$ tv og ved Vaksdal mellom 14 og 74 $\mu\text{g Al g}^{-1}$ tv. Ved Vaksdal i 2002 hadde fisken akkumulert Al til nivåer mellom 50 og 90 $\mu\text{g Al g}^{-1}$ tv. I 2007 varierte akkumulert aluminium ved Vaksdal mellom 48 og 70 $\mu\text{g Al g}^{-1}$ tv, og ved Gammersvik i Osterfjorden mellom 46 og 119 $\mu\text{g Al g}^{-1}$ tv.

Ved sleping i 2005 økte konsentrasjonen av gjellealuminium fra 5,6 $\mu\text{g g}^{-1}$ ved Stamnes til 31,5 $\mu\text{g g}^{-1}$ ved Vaksdal og 47,1 $\mu\text{g g}^{-1}$ ved Vikanes i Osterfjorden. I 2006 var belastningen vesentlig lavere ved Vaksdal og slippstedet ved Vikanes, henholdsvis 13,7 og 5,9 $\mu\text{g g}^{-1}$. Belastningen gikk i begge år ned til $<5 \mu\text{g g}^{-1}$ før slipp ved Manger. Slepingen i 2005 og 2006 foregikk helt identisk med tidligere slep, med samme slepekiste og med hastighet ca. 2,5 knop. Konsentrasjonen i totalaluminium var noe lavere i 2006 sammenliknet med 2005. I 2007 var konsentrasjonen av gjellealuminium ved klekkeriet på Voss før transport den høyeste som er målt, 33,6 $\mu\text{g g}^{-1}$.

Prøvetaking ved Bolstadøyri umiddelbart før sleping, dvs. en natt etter innlasting i kisten, viste at konsentrasjonen av gjellealuminium da var redusert til 3,3 $\mu\text{g g}^{-1}$. Dette året skjedde det ingen akkumulering av gjellealuminium under transport, verken i Sørfjorden eller Osterfjorden, til tross for at totalaluminium i vannet var på samme nivå som de foregående år.

Forskjellen mellom årene kan skyldes forskjeller i ferskvannsbidrag og Al-transport til fjorden. Hvis vannføringskurvene ved Bulken er representative for ferskvannsavrenningen innen regionen var ferskvannstilførselen betydelig høyere i midten av mai i 2000 enn i 2001. Det bør fremskaffes data på total Al-transport fra de respektive vassdragene innen regionen før endelige konklusjon trekkes. Total-Al må inkluderes i måleprogrammene innen vassdragene, ettersom kolloidale tilstandsformer av Al også kan bidra til gifteffekt i sjøvann. Kalking av ferskvann har sannsynligvis ingen innvirkning på giftighet av Al i sjøvann.

Kunnskapsnivået med hensyn til giftvirkning av Al i sjøvann tillater ikke fastsettelse av entydige grenseverdier for metalleksponering og dets økologiske effekt. Akkumulert aluminium påvist i enkeltprøver i Osterfjorden var på nivåer hvor det er påvist dødelighet på laks og regnbueørret i merdoppdrett. Det er antatt at regnbueørret er mer tolerant enn laks, og vi må kunne anta at villfisk ikke er mer tolerant enn oppdrettsfisk. Det er derfor trolig at fisk påvirkes i en negativ retning lenge før en dose er letal. På dette grunnlaget kan det ikke utelukkes at utvandrende laksesmolt fra Vosso påvirkes negativt av Al i sjøvann. Graden av påvirkning vil avhenge av utvandningsrute (hvilken side av Osterøy), utvandringstidspunkt og ferskvannsbidrag i utvandningsperioden.

Samtidig vet vi at eksponering for Al og suboptimal vannkvalitet gjør smolten mindre motstandsdyktig mot angrep fra lakselus. Overført til Vosso og fjordene rundt Osterøy, vil smolt på utvandring fra Vosso blir eksponert for aluminium i fjordene. Laksesmolt som har passert Osterøy vil på sin videre vandring mot kyststrømmen passere områder med høy tetthet av oppdrettsanlegg i en økende salinitetsgradient, og med en økende konsentrasjon av lakselus. Smolt som på forhånd har vært eksponert for aluminium vil da få forsterket dødelighet som følge av luseinfeksjon.

Det er observert økning i konsentrasjon av organisk materiale i vassdrag på Sør- og Vestlandet i de senere år. Aluminium bundet til organisk stoff vil ikke gi skade i ferskvann, men blir bioreaktivt når saltholdigheten øker i blanding med sjøvann i estuariet. For å få en bedre oversikt over tilførsler av organisk bundet aluminium bør total-aluminium innføres som analyseparameter i forbindelse med vassdragsovervåkingen.

6.8 Referanser

- Beusekom, J.E.E. 1988. Distribution of dissolved aluminium in surface waters of the North Sea: Influence of biological processes. *Mitt. Geol-Palaeontol. Inst. Univ. Hamburg*, no. 65: 137-151.
- Beusekom, J.E.E. & Weber, A. 1995. The influence of aluminium on the growth and development of diatoms in the North Sea. *Dtsch. Hydrogr. Z. (Suppl.)*, no. 5: 213-220.
- Bjerknes, V. (red). 2007. Vannkvalitet og smoltproduksjon. Juul forlag 2007. 228 s.
- Bjerknes, V. 1986. Variasjoner i brakkvasslaget og verk-nader for fiskeoppdrettet kring Osterøy våren 1986. NIVA-notat 86014, 27s.
- Bjerknes, V., Fyllingen, I., Holtet, L., Teien, H.-C., Rosseland, B.O. & Kroglund, F. 2003. Aluminium deposition and mortality in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) in estuarine waters. *Marine Chemistry* 2011.
- Bjerknes, V., Golmen, L.G. & Åtland, Å. 1995. Undersøkelser av vannkvalitet og overleving av lakse-smolt i Bolstadfjorden. NIVA-rapport 3282, 47 s.
- Bjerknes, V., Kirkerud, L. A. & Magnusson, J. 1985. The Salhusfjord floating bridge. Consequence analyses on environmental changes and aquaculture. (In Norwegian). NIVA report 1723.
- Bjerknes, V. & Kroglund, F. 1999. Aluminiumanalyse av gjeller fra vill postsmolt av laks fra fjorder i Sogn og Fjordane våren 1999. Rapportering av resultater. NIVA-notat 2000.
- Helmers, E. & Van der Loeff, M.M.R. 1993. Lead and aluminum in Atlantic surface waters (50 degree N to 50 degree S) reflecting anthropogenic and natural sources in the eolian transport. *J. Geophys. Res. C Ocean*, vol. 98: 261-273.
- Hydes, D.J. 1977. Dissolved aluminium concentration in sea water. *Nature*. Vol. 268, no. 5616, pp. 136-137.
- Jenssen, E.A. & Leivestad, H. 1989. Surt vann og smoltproduksjon. Sluttrapport fra Vannbehandlingsprosjektet Salar/BP 1984/87. 82s.
- Kristensen, T., R. Andersen, M. Staurnes, T. Nordtug, G. Skjærvø, H.-C. Teien, & B.O. Rosseland. 2000. Histologiske og fysiologiske effekter, spesielt for strandsoneorganismer. En undersøkelse av respirasjonsforstyrrelser og fysiologiske effekter av aluminium på fisk i en marin blandson. Sluttrapport for NFR Prosjektnr. 113984/122. MAREMI, 14 s.
- Kroglund, F., Kleiven, E., Barlaup, B.T., Halvorsen, G.A., Gabrielsen, S.E., Skoglund, H & Wiers, T., Gutterup, J., Teien, H.C. 2007. Fisk og bunndyr, effekter av sjøsaltepisoder vinteren 2004/2005 NIVA-rapport nr. OR-5369. 96 s.
- Kroglund, F., Rosseland, B.O., Teien, H.C., Salbu, B., Hansen, T. & Kroglund, M. Aluminum toxicity in coastal/brackish waters. Artikkel under produksjon.
- Kroglund, F., Teien, H.-C., Rosseland, B.O., Salbu, B. & Lucassen, E.C.H.E.T. 2001a. Water quality dependent recovery from aluminum stress in Atlantic salmon smolts. *Water, Air, and Soil Pollut.* 130: 911-916.
- Kroglund, F., Teien, H.-C., Rosseland, B.O. & Salbu, B. 2001b. Time and pH-dependent detoxification of aluminum in mixing zones between acid and non-acid rivers. *Water, Air and Soil Pollution* 130: 905-910.
- Kroglund, F., Rosseland B.O., Teien, H.-C., Teien, Salbu, B., Kristensen, T. og Finstad B. 2008. Water quality limits for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) exposed to short term reductions in pH and increased aluminium simulating episodes. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 12. 491-507.
- Kroglund, F. Wright, R. & Burchart, C., 2002. Acidification and Atlantic salmon; critical limits for Norwegian rivers. NIVA-rapport 4501: 61s.
- Kroglund, M. 1998. pH and aluminium dependent toxicity in dynamic inequilibrium systems - effects on invertebrates in fresh waters and estuaries. Cand. scient. Thesis, Institute of Zoology, NTNU, May 1998, 77 pp.
- Larssen, T. Kroglund, F. Traaen, T.S. 2003 Oversikt over potensielt forsuringsbelastende laksebestander i Sogn og Fjordane. NIVA rapport 4661, 39s.
- Rosseland, B.O. 1999. Vannkvalitetens betydning for fiskehelsen, s. 240-252. I: Poppe, T. (red.) Fiskehelse og fiskesykdommer, Universitetsforlaget AS 1999, ISBN 82-00-12718-4.
- Rosseland, B.O., Maroni, K., Salbu, B. & Rosten, T. 2000. Vannkvalitetsundersøkelsen '99. Resultater fra undersøkelser av 53 settefiskanlegg våren 1999 mht. råvann, driftsvann, vannkjemisk miljø i fiskekar og aluminium og jern på gjeller av laksesmolt. Kompendium KPMG, NIVA (sperret).
- Rosseland, B.O., Salbu, B. & Hansen, T. 1997. Endringer i metallers tilstandsform i overgangen fra ferskvann til sjøvann (estuaries) og virkningen på laks og marine organismer. NFR, MAREMI konferanse, Ålesund, januar 1997.
- Rosseland, B.O., Salbu, B., Kroglund, F., Hansen, T., Teien, H.-C., Håvardstun, J. 1998. Endring av metallers tilstandsform i overgangen fra ferskvann til sjøvann (estuaries) og virkningen på laks og marine organismer (ESTUMIX). Sluttrapport til Norges Forskningsråd, Prosjektnr. 108102/122

- Rosseland, B.O. & Skogheim, O.K. 1986. Neutralization of acidic brook-water using a shell-sand filters or sea-water: Effects on eggs, alevins and smolts In: Rosseland, B.O. & O.K. Skogheim. 1984a. A comparative study on salmonid fish species in acid aluminium-rich water. II. Physiological stress and mortality of one and two year old fish. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 61: 186 - 194. Salmonids. Aquaculture 58: 99 - 110.
- Rosseland, B.O. & Staurnes, M. 1994. Physiological mechanisms for toxic effects and resistance to acidic water: An ecophysiological and ecotoxicological approach. In: Steinberg, C.E.W. & R.W. Wright (eds.): Acidification of Freshwater Ecosystems: Implications for the Future, pp 227 - 246, John Wiley & Sons, Ltd
- Rosten, T., Maroni, K., Rosseland, B., & Salbu, B. 1999. Vannkvalitet under transport av laksesmolt. SND Nord Trøndelag, Follasmolt, Lensvik Settefisk, Hydro Seafood, Åsen Settefisk, Flatanger Settefisk, Bindalssmolt. KPMG Consulting AS.
- Røyset O, Rosseland BO, Kristensen T, Kroglund F, Garmo OA, Steinnes E. 2005. Diffusive gradients in thin films sampler predicts stress in brown trout (*Salmo trutta* L.) exposed to aluminum in acid fresh waters. Environmental Science & Technology 39(4):1167-1174.
- Standring, W.J.F., Teien, H.C., Kroglund, M. & Salbu, B. 2002. Remobilisation of river transported colloidal aluminium in estuaries and subsequent Al deposition onto fish gills. Water, Air and Soil Pollution.
- Teien HC, Standring WJF, Salbu B. 2006. Mobilization of river transported colloidal aluminium upon mixing with seawater and subsequent deposition in fish gills. Science Of The Total Environment 364(1-3):149-164.
- Staurnes, M., Nortvedt, R. & Rosseland, B.O. 1998. Vannkvalitet. I: Hansen, T. (red.): Oppdrett av laksesmolt, s 87 - 113. Landbruksforlaget, ISBN 82-529-1722-4.
- Åtland, Å., Kroglund, F., Kristensen, T. , Teien, H.K. 2004. Smoltproduksjon i surt, aluminiumsrikt råvann: vannbehandling med silikat og sjøvann. NIVA rapport 2004/24 s. Prosjektnr: O-23526.



7 Forsuring som trusselfaktor i ferskvann

Av Bjørn T. Barlaup¹, Sven-Erik Gabrielsen¹, Frode Kroglund², Vilhelm Bjerknes³, Ann Kristin Lien Schartau⁴, G.A. Halvorsen¹ & G.G. Raddum¹

¹ LFI-Unifob, Universitetsforskning Bergen, ² NIVA-Sørlandsavdelingen, ³ NIVA-Vestlandsavdelingen, ⁴ NINA, Oslo

7.1 Innledning

Sur nedbør som følge av langtransportert luftforurensing har hatt store negative konsekvenser for laksebestandene i Norge, og minst 25 laksebestander er gått tapt som følge av forsuring (Hesthagen & Hansen 1991). I tillegg er bestanden redusert i et større antall elver (NASCO 2005). De mest omfattende skadene finner en på Sørlandet og i Rogaland, men det er også påvist tap eller skade på laksebestander i Hordaland og Sogn og Fjordane (se bl.a. Lien *et al.* 1996, Hindar *et al.* 1997; Bjerknes *et al.* 1998; Hansen *et al.* 2007). I hvor stor grad en fiskebestand er påvirket av forsuring vurderes ofte i kategoriene ”utdødd”, ”reduert”, ”mulig påvirket” eller ”upåvirket” (Bulger *et al.* 1993; Lien *et al.*, 1996; Kroglund *et al.* 2002, 2007, 2008). Om tålegrensene (vannkvalitetskravet) for laksen blir tydelig overskredet over lengre tid vil dette forårsake en klart redusert eller utdødd bestand, og basert på vannkjemiske målinger, kan forsuring med sikkerhet pekes ut som årsaken. I slike tilfeller kan følgene av forsuring være åpenbare som ved observasjon av død og døende ungfisk og gytefisk i forbindelse med kraftige surstøt eller mer kronisk forsuret vannkjemisk (Skogheim *et al.* 1984, Hesthagen 1986; Barlaup & Åtland 1996; Åtland *et al.* 1998; Kroglund *et al.* 2007). Slike opplagte effekter av forsuring er imidlertid sjeldne, siden forsuringen som regel er mer moderat og ofte forekommer i forbindelse med snøsmelting eller andre flomepisoder. Styrken og frekvensen av slike episoder vil også variere mye mellom år som følge av variasjon i bl.a. mengden og kvaliteten på nedbøren. Under slike forhold kan det være vanskelig å fastslå om, og i tilfelle i hvor stor grad en fiskebestand er påvirket av forsuring. Vannkvalitetsgrenser for laksepart og smolt er definert i Kroglund *et al.* 2008.

Når laksebestander blir redusert som følge av forsuring er årsaken redusert overlevelse på fiskens mest sensitive livsstadier. Rognstadiet er særlig følsomt for lav pH (Peterson *et al.* 1980; Lacroix 1985) og etter klekking er plommeseekkyngelen sårbar for både lav pH og giftig aluminium (Baker & Schofield 1982; Skogheim & Rosseland 1984; Reader *et al.* 1988). Selv om disse tidlige stadiene

i laksens livssyklus er utsatt, har det vist seg at smoltstadiet er det mest følsomme for forsuring (Rosseland & Skogheim 1984; Staurnes *et al.* 1993, 1995, 1996). Under smoltifiseringen gjennomgår laksen en rekke fysiologiske tilpasninger for å klare overgangen fra ferskvann til sjøvann. I denne fasen kan forsuring med utfelling av aluminium på gjellene medføre gjelleskader, svikt i viktige fysiologiske funksjoner og dermed redusert overlevelse fra smolt til voksen laks (Staurnes *et al.* 1993; Kroglund & Staurnes 1999; Kroglund *et al.* 2007, 2008).

Som grunnlag for å bestemme om en bestand er påvirket av forsuring benyttes et vannkjemisk og biologisk måleprogram. En svakhet med vannkjemisk prøvetaking er at den gir et øyeblikksbilde av forholdene ved prøvetakingstidspunktet. Ved f.eks. månedlig prøvetaking vil det være stor sannsynlighet for at kortvarige flomepisoder med surt vann ikke registreres. Likeledes kan det oppstå såkalte blandsoner som er giftige for fisken i avgrensede områder. Disse oppstår der surt, aluminiumsrikt vann fra sidebekker eller sideelver renner inn i hovedløpet (Rosseland *et al.* 1992). Blandsonene er giftige fordi aluminium omdannes (polymeriseres) til en form som felles ut på fiskens gjeller (Rosseland *et al.* 1992; Poleo *et al.* 1994; Kroglund *et al.* 2001). Utbredelsen og effekten av slike blandsoner kan vanskelig fanges opp ved vannkjemisk prøvetaking. Det er derfor usikkerhet forbundet med vurderingen av hvor godt den målte vannkjemien representerer det faktiske vannkjemiske miljøet fisken opplever. Undersøkelser av biologiske indikatorer er derfor et nødvendig tillegg til den vannkjemiske overvåkingen.

Endringer på arts- og populasjonsnivå blant vannlevende insekter (bunndyr) og fisk er de mest brukte biologiske indikatorene på forsuringseffekter. Antall bunndyrarter reduseres og forsuringfølsomme bunndyr erstattes av mer forsuringstolerante arter ved forsuring (Larsen *et al.* 1999; Sandin *et al.* 2004). Fraværet av disse indikatorartene gir klare indikasjoner på at bunndyrsamfunnet er påvirket av forsuring og resultatene vil som regel sammenfalle med målte effekter på fiskebestandene (Lien *et al.* 1996). I fiskebestander hvor forsuringen fører til rekrutterings-

svikt som følge av høy dødelighet på tidlige livsstadier (rogn/plommesekk/ynge) kan dette bli synliggjort i form av svake eller fraværende årsklasser i ungfiskbestanden. Denne formen for rekrutteringsvikt skyldes som regel at de vannkjemiske tålegrensene er overskredet i lengre perioder, og den skadelige vannkvaliteten vil normalt fanges opp av den vannkjemiske overvåkingen. Det svakeste punktet i laksens livssyklus i forhold til forsurening er som nevnt smoltstadiet. Smoltens vandring fra ferskvann til sjø foregår om våren og ofte i forbindelse med vårflommen. Kortvarige episoder med forsuret vann i forkant av eller i forbindelse med vårflommen, eller dannelsen av de nevnte giftige blandsonene i denne perioden, kan medføre en betydelig svekkelse av smolten. Hyppig prøvetaking av vannkvalitet og prøvetaking av smoltens fysiologiske status kan derfor være nødvendig for å avdekke skadelige effekter av forsurening på dette stadiet. Eventuelle forsuringsskader på smolten vil medføre redusert sjøoverlevelse. Det er også en rekke andre faktorer, f.eks. parasitter, predasjon, og ugunstig sjøtemperatur som kan medføre lav sjøoverlevelse i den 1-3 år lange perioden laksen tilbringer i havet. I bestander som har en tydelig redusert gytebestand, og hvor det er usikkert om forsurening har bidratt til resultatet, vil undersøkelser av vannkvalitet og smoltkvalitet idet smolten forlater vassdraget derfor være viktige for å avdekke eventuelle skadelige effekter av forsurening.

I Vossovassdraget har forsurening vært vurdert som en av flere mulige faktorer for å forklare den dramatiske tilbakegangen i laksebestanden. Den vannkjemiske overvåkingen av Vosso og Bolstadelva begynte i hhv. 1988 og 1993. Før dette er den vannkjemiske prøvetakingen fra vassdraget mer sporadisk. Målingene fra 1970- og 80-tallet indikerer en moderat forsuringsutvikling i vassdraget men materialet er ikke egnet til å vurdere om forsurening bidro til bestandssammenbruddet på slutten av 1980-tallet (Kroglund *et al.* 1998).

For en mer detaljert gjennomgang av forsuringssituasjonen på 1990-tallet henvises det til den forrige Vossorapporten (Barlaup *et al.* 2004) og arbeid referert i denne. I foreliggende rapport gis en oppdatert vurdering av hvordan laksebestanden har vært påvirket av de vannkjemiske forholdene med vekt på perioden etter år 2000. Materialet er basert på vannkjemiske målinger utført og vurdert i DN-prosjektet "Kalking i vann og vassdrag" og egne vannkjemiske og biologiske målinger gjort i forbindelse med smoltutgangen fra Vosso. For en mer detaljert gjennomgang av den vannkjemiske utviklingen henvises det til de årlige rapportene fra "Kalking i vann og vassdrag" (DN-notat).

7.2 Effekter av forsurening på laksebestanden i Vossovassdraget

7.2.1 Undersøkelser utført tidlig på 1990-tallet

På den faste målestasjonen i Vosso v/Kvilekvål ble det registrert en nedgang i pH-verdiene i perioden 1988-1994. Da overvåkingen ble utvidet i 1993 ble det påvist ustabile vannkjemiske forhold på flere stasjoner i hovedløpet, og flere av sideelvene var tydelig påvirket av forsurening. Bolstadelva hadde generelt en dårligere vannkemi enn Vosso, noe som skyldtes tilførsel av surt vann fra flere sideelver og fra Evanger kraftstasjon. Evanger kraftstasjon har siden 1972 overført vann fra Eksingedalen og dette vannet har generelt en dårligere kvalitet enn hovedløpet i Vosso.

De vannkjemiske målingene i 1993 og 1994 viser at vannkvalitetskravet for laks i perioder ble overskredet. I hovedløpet av Vosso (v/Kvilekvål) ble det målt pH-verdier ned mot 5,7, konsentrasjoner av giftig aluminium (uorganisk monomert aluminium: UM-Al) opp mot 16 µg UM/l, og den syrenøytraliserende evnen (ANC) var redusert ned mot 10 µekv/l. Dette er verdier som er assosiert med redusert bestandsstyrke i flere vassdrag og i forsøk (Kroglund *et al.* 2008).

De første fiskeforsøkene for å undersøke mulige effekter av forsurening ble utført våren 1993. Laksesmolt fra Eiostammen fra fiskeanlegget i Eidfjord ble da plassert i kar på elvebredden og eksponert for vann pumpet opp fra elva på ulike stasjoner i Vossovassdraget. Samtidig ble det gjennomført en intensiv vannkjemisk overvåking (Kroglund *et al.* 1993). De vannkjemiske undersøkelsene viste at på flere stasjoner i hovedvassdraget (Flage, Kvilekvål og utløpet av Evangervatn) sank pH verdiene til mellom 5,8 og 6,0 i løpet av mai. I tillegg ble det registrert relativt høye konsentrasjoner av uorganisk monomert aluminium (opp til 16 µg/l). I undersøkelsen fra 1993 og 1994 ble det påpekt at tilførsel av surt, aluminiumsrikt vann fra sideelver, bl.a. Teigdalselva og Tverrelva, bidro til forsureningen av hovedløpet, og at dette kunne bidra til å skape giftige blandsoner for fisken i hovedløpet (Kroglund *et al.* 1993, 1995).

Et viktig bidrag til de ugunstige forholdene våren 1993 var trolig en kraftig episode med sjøsaltanrikt nedbør. Denne nedbøren utløste surt, aluminiumsrikt vann i en rekke vassdrag på sør- og vestlandet og medførte fiskedød flere steder vinteren og våren 1993 (Hindar *et al.* 1993, 1994; Barlaup & Åtland 1996). I Hordaland ble det rapportert om fiskedød i bl.a. Gaupåsvassdraget, Loneelva, Daleelva, Ekso, og i Teigdalselva. I Teigdalselva ble det funnet død ungfisk av både laks og aure (G.G. Raddum, pers. medd.)

og surt, aluminiumsrikt vann ble vurdert som den mest sannsynlige årsaken til fiskedøden.

Basert på de biologiske og vannkjemiske resultater fra Vossovassdraget våren 1993 og våren 1994 ble det utarbeidet en kalkingsplan for å motvirke eventuelle negative effekter av forsuring på laksebestanden (Kaste *et al.* 1994). Planen resulterte i bygging av et doseringsanlegg med kontinuerlig kalking av utløpsvannet fra Evanger kraftstasjon fra og med våren 1994. Målinger fra Evanger kraftstasjon før kalking, i perioden mai-november 1993, viste at middel pH i utløpsvannet var 5,75 (N=28) (Kaste *et al.* 1994). Etter at kalkingen kom igang har pH-verdien i utløpsvannet i hovedsak vært høyere enn pH 6,0. Kalkdosereren var i drift fram til juni 2005 da den positive utviklingen i de vannkjemiske forhold ikke lenger gjorde det nødvendig å kalke vannet fra kraftstasjonen. I perioden 2001-2005 var dosereren kun i drift i de første 5-6 månedene av året. I dag drives kun en begrenset innsjøkalking i nedbørfeltet til Vosso.

7.2.2 Undersøkelser i perioden 1998-2007

I 1998 ble det gjort en ny vurdering av de vannkjemiske og hydrologiske forholdene i vassdraget (Kroglund *et al.* 1998 a). Dette arbeidet viste at vannføringen fra Evanger kraftverk i perioder om vinteren og våren, før vårflommen, kunne dominere vannføringen i Bolstadelva. Slike forhold kan oppstå i perioder når avrenningen i hovedløpet normalt er lav og kraftproduksjonen og vannføringen gjennom Evanger kraftverk er høy. Dette er et unormalt avrenningsmønster som skyldes Evanger-reguleringen. Forekomsten av såkalte blandsoner på strekningen fra utløpet av Vangsvatnet til Bolstadfjorden ble da vurdert å kunne utgjøre en trussel for laksebestanden. Giftigheten av blandsonene skyldes omdannelse (polymerisering) av aluminium når surt, aluminiumsrikt vann blandes med en bedre vannkvalitet i hovedløpet og at aluminiumet så felles ut på fiskens gjeller. Utbredelsen av blandsonene vil variere både i rom og tid. Den romlige utbredelsen vil være avhengig av både de vannkjemiske forholdene og størrelsen på vannføringen i sideelven i forhold til hovedløpet. En uttynnings effekt som følge av innblanding av vann med god vannkemi fra hovedløpet vil avgrense utbredelsen og skadeeffekten av blandsonen. Videre er det kjent at vanntemperaturen bestemmer hastigheten på omdannelsen og dermed også utbredelsen av blandsonene. Ved lav temperatur vil blandsonene øke i utbredelse ved at omdannelsen går relativt saktere enn ved høyere temperaturer (Lydersen *et al.* 1991, Kroglund m.fl. 1993). Et forhold som kan redusere de negative effektene av giftige blandsoner er at ungfisk av laks og aure trolig til en viss grad aktivt unngår den skadelige vannkjemien som oppstår (Åtland & Barlaup 1995).

Faren for skadelige effekter av giftige blandsoner gjorde at det i 1998 og 1999 ble iverksatt prøvetaking for å bestemme om ungfisk som lever i områder med antatte blandsoner akkumulerer aluminium på gjellene. Resultatene fra disse målingen viser at det begge årene ble funnet høyest konsentrasjoner av aluminium på fiskens gjeller i områder som var påvirket av innløpene (blandsonene) fra Rasdalselva og Skorveelva. Ved prøvetakingstidspunktet i april/mai hadde disse to sideelvene pH verdier i intervallet 5,44 - 5,65 og konsentrasjoner av uorganisk monomert aluminium fra 7 til 22 µg/l. Alle de andre undersøkte lokalitetene hadde pH verdier > 6,0 og konsentrasjoner av uorganisk monomert aluminium < 5 µg/l. Unntaket var Sagelva i 1998 som hadde pH 5,91. Disse resultatene støttet opp under antagelsen om at tilførsel av aluminium fra sideelvene felles ut på gjellene til fisk som lever i blandsonen mellom sideelv og hovedløp.

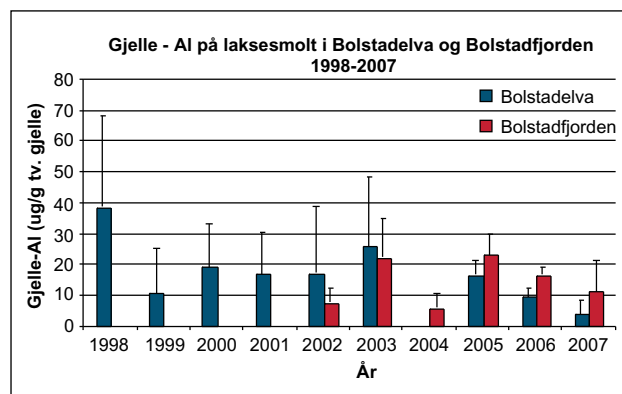
I 2000 ble det gjort en vurdering av behovet for ytterligere kalkingstiltak i vassdraget (Hindar & Kroglund 2000). Basert på de vannkjemiske målingene i Raundalselva og Strandaelva, med lave konsentrasjoner av uorganisk monomert aluminium, ble det ikke anbefalt kalking av disse elvestrekningene. I hovedløpet fra utløpet av Vangsvatnet og ned til Bolstad ble det heller ikke påvist vannkvaliteter som ble vurdert som skadelige. Imidlertid ble det lagt avgjørende vekt på at avrenning fra de søndre lokalfeltene i nedre del av Vosso tilfører hovedløpet uorganisk monomert aluminium, og at dette kan felles ut på fiskegjellene og påføre smolten skader som reduserer sjøvannsoverlevelsen. Basert på føre-var prinsippet ble det derfor anbefalt terrengkalking i nedre del av vassdraget for å holde aluminium tilbake, eventuelt i kombinasjon med kalkdosering av de aktuelle sideelvene i perioden februar-mai. Videre ble det anbefalt å videreføre kalkingen ved Evanger kraftstasjon og skjellsandkalkingen i Teigdalselva og Tverrelva. Den anbefalte terrengkalkingen av de søndre feltene ble ikke realisert, mens kalkingen ved Evanger kraftstasjon ble opprettholdt fram til 2006. Hovedårsakene til at planene om terrengkalking ikke ble videreført var den generelle bedringen i vannkjemiske forhold og målinger som viste lave konsentrasjoner av aluminium på gjellene til utvandrende smolt og smolt plassert i bur i ulike deler av vassdraget (Barlaup *et al.* 2004).

Overvåkingen av vannkvaliteten fram til 2006 viser en naturlig bedring av forsuringssituasjonen i siden 1995/96 (Saksgård & Schartau 2007). Bl.a. viste målinger av vannkvaliteten oppstrøms kalkingsanlegget i Evanger en forholdsvis god vannkvalitet med pH > 6,0 hele året. Dette var bakgrunnen for at den kontinuerlige kalkingen av kraftverksvannet ble stanset i 2006.

For å styrke vurderingsgrunnlaget med tanke på forsurening som trusselfaktor for Vossolaksen er det i årlig i perioden 2000 til 2007 foretatt undersøkelser av vannkvaliteten og gjellealuminium i forbindelse med smoltutgangen. Et viktig spørsmål er hvor mye aluminium som kan felles ut på gjellene før dette påvirker overlevelsen til fisken. Det er gjort en lang rekke studier for å bestemme grenseverdier av gjelle-Al relatert til smoltens sjøoverlevelse (Kroglund m.fl. 2007). Det forventes ikke at det vil forekomme dødelighet i ferskvannseksposeringer før gjelle-Al >300 µg Al/g gjelle tv. Eksponeringen må samtidig vare i mange dager for å gi dødelighet ved denne metallkonsentrasjonen. Settes det imidlertid krav til at det ikke skal være effekter på vekst, saltvannstoleranse samt sjøoverlevelse må grenseverdien senkes til 30 µg Al/g tørrvekt gjelle (Kroglund *et al.* 2007). Konsentrasjoner av gjelle-Al < 30 µg Al/g kan derfor brukes til å skille smolt med forventet god helse fra smolt med forringet helse.

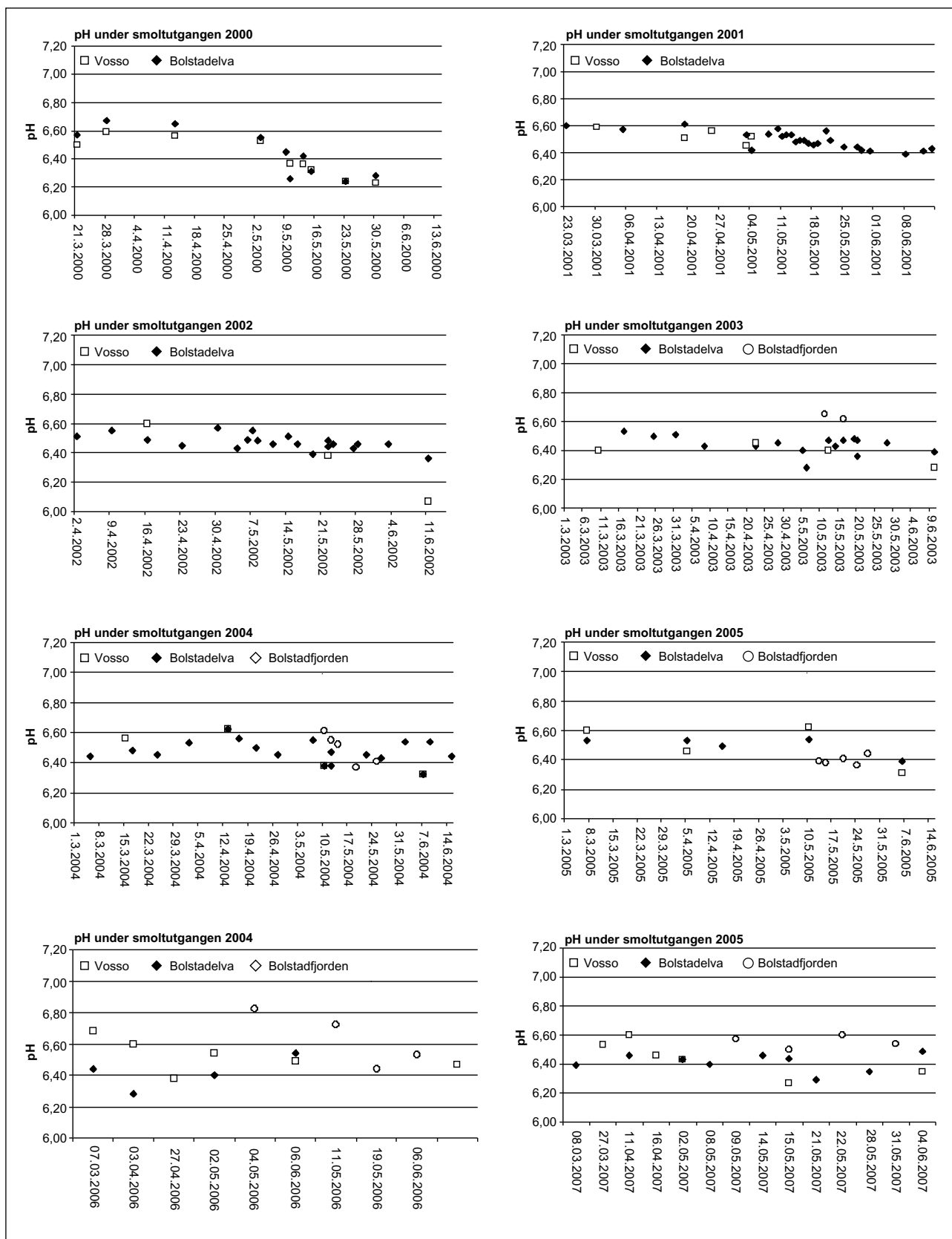
I perioden 1998-2007 er det årlig gjort målinger av aluminium på gjellene til laksesmolt i hovedløpet i Bolstadelva og/eller i Bolstadhølen før og under smoltutvandringen om våren (mars-mai) (**Figur 7.1**). De høyeste konsentrasjonen ble funnet i 1998 da det i gjennomsnitt ble målt 39 µg Al/g tørrvekt gjelle. I de etterfølgende årene var konsentrasjonen betydelig lavere og varierte fra 21 til 4 µg Al/g tørrvekt gjelle i Bolstadelva og fra 22 til 6 µg Al/g tørrvekt gjelle for smolt innfanget i Bolstadfjorden. Disse lave verdiene av gjelle-Al er som forventet gitt de relativt høye pH verdiene målt i forbindelse med smoltutgangen i disse årene (**Figur 7.2**). Samtlige målinger er over pH 6,2 med unntak av en måling i Vosso i juni 2002. Generelt i perioden er de fleste målingene i mai mellom pH 6,2 og 6,6.

En sammenstilling av resultatene fra perioden 2000-2007 viser at det bare er en liten andel av de undersøkte laksesmoltene som har konsentrasjon av gjelle-Al høyere enn 30 µg Al/g tørrvekt gjelle. Dvs. av 162 undersøkte ville laksesmolt hadde 90 % konsentrasjoner av gjelle-Al < 30 µg Al/g tørrvekt gjelle. Om det ikke skjer en forverring av de vannkjemiske forholdene vurderes det derfor som lite sannsynlig at de vannkjemiske forholdene i ferskvannsfasen vil ha noen betydelig negativ påvirkning på laksebestanden. Denne konklusjonen underbygges også av resultatene fra omfattende burforsøkene og fysiologiske målingene av settesmolt utført i vassdraget i 2000. Resultatene tydet på at smolten da ikke ble betydelig negativt påvirket (Barlaup *et al.* 2004). I de etterfølgende årene 2001-2007 ble det funnet om lag samme nivå av aluminium på fiskens gjeller samtidig som de vannkjemiske forholdene generelt var gunstigere enn på 1990-tallet. God evne til sjøvannstoleranse hos vill laksesmolt funnet i forsøk våren 2001 (Barlaup *et al.* 2004) forsterker inntrykket av at smolten ikke påvirkes negativt.



Figur 7.1. Gjennomsnittlige konsentrasjoner (med standard avvik) for aluminium funnet på gjellene til presmolt eller utvandrende laksesmolt i Bolstadelva og i Bolstadfjorden i årene 1998-2007. Data fra 2005 er fra smolt tatt ved Kvilekvål i Vosso siden det dette året ikke foreligger data fra Bolstadelva.





Figur 7.2. Variasjon i pH målt under smoltutgangen i Vosso, Bolstadelva og Bolstadfjorden i årene 2002-2007. Data fra egen målinger og fra DN-prosjektet "Kalking i vann og vassdrag" (Schartau 2001, Schartau og Saksgård 2002, Saksgård & Schartau 2003, 2004, 2005, 2006, 2007)

De positive resultatene fra smoltundersøkelsene i årene 2000-2007 står i kontrast til resultatene fra undersøkelsene tidlig på 1990-tallet da det ble ansett som sannsynlig at smolten kunne bli skadet av de vannkjemiske forholdene. Hovedårsaken til de ulike resultatene fra de to periodene er høyst sannsynlig den positive utviklingen i de vannkjemiske forholdene. Dette underbygges av vannkvalitetsgrenser for laks som tilsier at sannsynligheten for skade på laksesmolt i Vossovassdraget har avtatt som følge av forbedringen av de vannkjemiske forholdene (**Tabell 7.1**, **Tabell 7.2**).

Vinteren 2005 forårsaket flere stormer en såkalt sjøsaltepisode som medførte forsuring av vannkjemien i flere vassdrag på Vest- og Sørlandet (Kroglund *et al.* 2007).

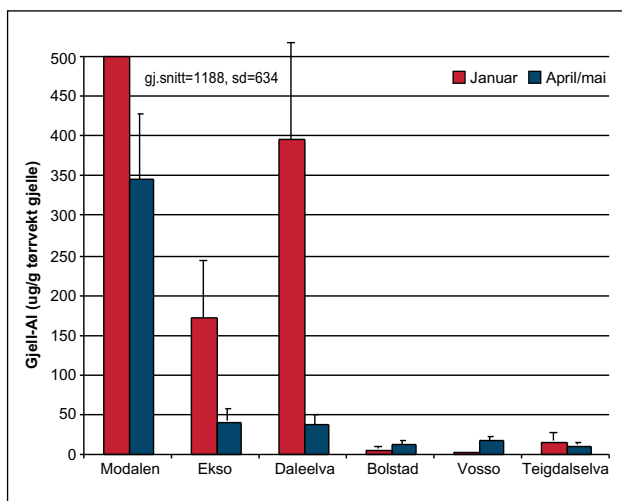
Dette var samme type episode som i 1993 førte til fiske-død i flere Vestlandsvassdrag, deriblant i Daleelva, Ekso og Teigdalselva. I forbindelse med episoden i 2005 ble det tatt prøver av vannkvalitet og gjelle-Al i Vossovassdraget og i nabovassdragene Daleelva, Ekso og Modalselva. Resultatene viste at episoden medførte en betydelig forverring av den vannkjemiske situasjonen som igjen resulterte i økt utfelling av aluminium på fiskens gjeller i samtlige vassdrag med unntak av Vossovassdraget. Dette resultatet er gjengitt i **Figur 7.3** og viser at fisken i Vossovassdraget forble relativt upåvirket av episoden sammenliknet med fisk fra nabovassdragene. Disse resultatene tilsier at den positive vannkjemiske utviklingen siden midten av 1990-tallet har gjort Vossovassdraget mindre sårbar for denne type episoder (jfr. Hindar *et al.* 2002)..

Tabell 7.1. Vannkvalitetsgrenser (årlig gjennomsnitt) for laks basert på bestandsstatus og vannkvalitet (årlig gjennomsnitt) for 73 norske laksebestander. Bestandsstatus er kategorisert som upåvirket, mulig påvirket, påvirket eller utdødd (fra Kroglund m.fl. 2002).

	Utdødd	Påvirket	Mulig påvirket	Ikke påvirket
pH	<5.7	5.2 til 6.1	5.6 til 6.2	>6.0
LAI (µg L ⁻¹)	>20	5 til 50	3 til 25	<10
ANC (µekv L ⁻¹)	<8	-5 til 15	10 til 36	>20
Ca (mg L ⁻¹)	<2.6	0.4 til 2.2	0.6 til 1.9	>1.1

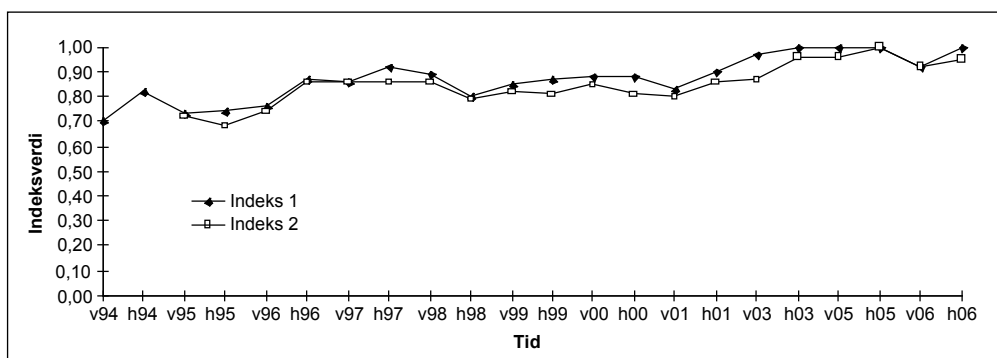
Tabell 7.2. Vannkvalitet (årlig gjennomsnitt) i perioden 1993-2006 i Bolstadelva og Vosso. De gjennomsnittlige konsentrasjonene av uorganisk monomert aluminium var ikke over deteksjonsgrensen på 6 µg/l i noen av årene. Basert på data fra Kroglund *et al.* 1998, Schartau 1997, 2000, 2001, Schartau og Saksgård 2002, Hartvigsen 1998, 1999, Hartvigsen og Schartau 2000 og Saksgård og Schartau 2003, 2004, 2005, 2006, 2007.

År	Bolstadelva			Vosso		
	pH	ANC	Ca	pH	ANC	Ca
1993	6,03	9,2	0,86	6,15	29	1,07
1994-1995	6,19	30,9	0,98	6,13	35	1,06
1996	6,25	33	1,03	6,19	36	1,11
1997	6,23	34	1,04	6,27	34	1,08
1998	6,42	34	0,97	6,42	35	1,01
1999	6,46	38	1,04	6,46	39	1,11
2000	6,38	30	0,93	6,35	33	1,08
2001	6,42	41	1,00	6,42	49	1,12
2002	6,35	28	0,74	6,42	40	1,03
2003	6,34	32	0,96	6,39	37	1,08
2004	6,40	35	0,90	6,46	42	1,04
2005	6,37	36	0,93	6,40	39	1,05
2006	6,40	54	0,88	6,46	65	1,08
2007	6,31	36	0,92	6,39	44	1,12



Figur 7.3. Konsentrasjoner av aluminium funnet på gjeller til presmolt etter sjøsaltepisoden i januar 2005 og senere samme vår i april og mai. Figuren viser resultater av prøvetaking av ungfisk av laks i samtlige vassdrag med unntak av Modalselva hvor det bare ble funnet aure. Figuren er basert på data gitt i Kroglund et al. 2007.

Endringene i de vannkjemiske forholdene er også årsaken til de observerte endringer på arts- og populasjonsnivå blant vannlevende insekter (bunndyr) i Vossovassdraget i perioden 1993-2006. I overvåkingen av vassdraget brukes sammensetningen av bunndyrsamfunnet, i form av forsuringsindekser, som en biologisk indikator, siden flere bunndyrarter vil dø ut ved forsurening. Fraværet av disse indikatorartene gir klare indikasjoner på at bunndyrsamfunnet er påvirket av forsurening og resultatene vil som regel sammenfalle med målte effekter på fiskebestandene (Lien et al. 1996). I perioden 1993 - 1995 indikerer indeksverdiene i Vossovassdraget at bunndyrfaunaen var tydelig skadet. Deretter har det vært en markert positiv utvikling og i 2006 ble bunndyrsamfunnet i Vossovassdraget karakterisert som upåvirket av surt vann (Figur 7.4) (Halvorsen & Raddum, 2007).



Figur 7.4. Endringer i sammensetningen av bunndyrsamfunnet i Vossovassdraget i perioden 1994-2006, basert på prøvetaking vår og høst. Utviklingen av forsuringsindeks 1 og 2 for Vossovassdraget (etter Halvorsen & Raddum 2007).

7.3 Samlet vurdering

Forsuring er vurdert som en av faktorene som kan ha bidratt til den uheldige bestandsutviklingen for Vossolaksen. Dette har sin bakgrunn i målinger fra første halvdel av 1990-tallet som viser at vannkvalitetskravet for laks i perioder har vært overskredet. Den vannkjemiske overvåkingen av Vosso og Bolstadelva begynte i hhv. 1988 og 1993. Før dette var den vannkjemiske prøvetakingen fra vassdraget mer sporadiske. Målingene fra 1970 og -80-tallet indikerer en moderat forsuringsutvikling i vassdraget men materialet er ikke egnet til å vurdere om forsurening bidro til bestandssammenbruddet på slutten av 1980-tallet.

I 1993 og 1994 ble det i hovedløpet av Vosso målt pH-verdier ned mot 5,7, konsentrasjoner av giftig aluminium (uorganisk monomert aluminium) opp mot 16 µg UmA/l, og den syrenøytraliserende evnen (ANC) var redusert ned mot 10 µekv/l. I denne perioden ble det også utført forsøk som antydte skadelige forhold for laksesmolt og det ble registrert en episode med fiskedød i forbindelse med en sjøsaltepisode i Teigdalselva. Samlet sannsynliggjør disse resultatene at laksebestanden sto i fare for å bli eller ble negativt påvirket av den uheldige vannkjemiske utviklingen på første halvdel av 1990-tallet. På bakgrunn av disse faresignalene, og den uheldige utviklingen for laksebestanden, ble det derfor besluttet å kalke vannet fra Evanger kraftstasjon fra og med våren 1994. Kalkingen og reduksjonen i svoveldeposisjonen har deretter ført til en positiv utvikling i de vannkjemiske forholdene fra midten av 1990-tallet og fram til 2007. Dette illustreres ved at det i perioden 1991-1995 årlig ble målt pH-verdier lavere enn 6,0 i hovedløpet av Vosso mens det i årene 1998-2007 ikke er målt verdier lavere enn pH 6,2, med unntak av en prøve i 2002. På denne bakgrunn opphørte kalkingen av vannet fra Evanger kraftstasjon fra og med 2006. I tråd med den vannkjemiske utviklingen har prøvetaking av smolt vist at mengden aluminium på fiskens

gjeller har avtatt i perioden 1998-2007. Dette vurderes som svært positivt og tilsier at laksesmolten som forlater vassdraget nå i liten grad er negativt påvirket av sur nedbør. Likeledes viser prøvetaking av bunndyrsamfunnet at arter som er sensitive for surt vann og som var fraværende i deler av vassdraget på 1990-tallet nå har reetablert seg i hele vassdraget. Om det ikke skjer en forverring av de vannkjemiske forholdene vurderes det derfor som lite sannsynlig at de vannkjemiske forholdene i ferskvannsfasen har noen negativ påvirkning på laksebestanden.

7.4 Referanser

- Baker, J.D. & Schofield, C.L. 1982. Aluminum toxicity to fish in acidic waters. *Water Air Soil Pollut.* 18: 289-309.
- Barlaup, B.T. (redaktør) 2004. Bestandsutvikling, trusselfaktorer og tiltak. DN-utredning 2004-7.
- Barlaup, B.T. & Åtland, Å. 1996. Episodic mortality of brown trout (*Salmo trutta* L.) caused by sea-salt induced acidification in western Norway: effects on different life stages within three populations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 8:1835-1843.
- Bjerknes, V., Barlaup, B.T., Gabrielsen, S.E., Hindar, A., Kleiven, E., Kvellestad, A., Raddum, G.G., Skiple, A. & Åtland, Å. 1998. Undersøkelse av vassdrag med anadrome fiskebestander i Sogn og Fjordane. NIVA-rapport 3950-98.
- Bulger, A. J., Lien, L., Cosby, B.J. & Henriksen, A. 1993. Brown trout (*Salmo trutta*) status and chemistry from the Norwegian thousand lakes survey: statistical analysis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50: 575-585.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1990. Acid precipitation: biological monitoring of streams and lakes. – *The Sci. Total Envir.* 96: 57-66.
- Halvorsen G.A. & Raddum, G. G. 2007. Vossvassdraget. Invertebrater. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. DN-notat 2007-2
- Hansen, L.P., Fiske, P., Holm, M., Jensen, A.J., & Sægrov, H. 2007. Bestandsstatus for laks 2007. Rapport fra arbeidsgruppe. Utredning for DN 2007-2: 88 sider.
- Hartvigsen, R. & Schartau, A.K. 2000. Vossovassdraget. Vannkjem, s. 430-433, 444-451. - I Kakling i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1999. - DN-notat 2000-2, 536 s.
- Hindar, A., Tørseth, K., Henriksen, A. og Orsolini, Y. 2002. Betydningen av den nordatlantiske svingning (NAO) for sjøsaltepisoder og forsuring i vassdrag på Vestlandet og i Trøndelag. NIVA-rapport 4592-2002, 32 s.
- Hesthagen, T. 1986. Fish kills of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in an acidified river of SW Norway. *Water, Air, and Soil Pollution* 30: 619-628.
- Hesthagen, T. & Hansen, L.P. 1991. Estimates of the annual loss of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in Norway due to acidification. *Aquaculture and fisheries Management* 22: 85-91.
- Hindar, A., Henriksen, A., Tørseth, K. & Lien, L. 1993. Betydning av sjøsaltanrikt nedbør i vassdrag og mindre nedbørfelt. Forsuring og fiskedød etter sjøsaltepisoden i januar 1993. NIVA-rapport nr. 2917-1993.
- Hindar, A., A. Henriksen, K. Tørseth & A. Semb. 1994. Acid water and fish death. *Nature* 372, 327 – 328.
- Hindar, A. & Kroglund, F. 2000. Forsuringssituasjonen for laks i Vosso og vurdering av behov for ytterligere kalkingstiltak. NIVA-rapport 4255-2000, 41 s.
- Hindar, A., Kroglund, F. & Skiple, A. 1997. Forsuringssituasjonen i lakseførende vassdrag på Vestlandet; vurdering av behovet for tiltak. NIVA-rapport 3606-97.
- Kaste, Ø., Hindar, A. & Kroglund, F. 1994. Miljøtiltak for bevaring av laksen i Vossovassdraget – kalkingsplan. NIVA-rapport 2992, 23 s.
- Kroglund, F., Berntssen, M., Åtland, Å. & Rosseland, B.O. 1993. Er laksen truet selv ved moderat forsuring. NIVA-rapport nr. 2947-93.
- Kroglund, F., Finstad, B., Staurnes, M., Rosseland, B.O., Hektoen, H., Van Berkum, T. & Iversen, M. 1995. Vannkvalitetskravet til laksesmolt: undersøkelser av smoltkvalitet i ulike vassdrag. DN-notat 1995.
- Kroglund, F., Hindar, A., Kaste, Ø. & Rosseland, B.O. 1998. En vurdering av vannkvaliteten i Vossovassdraget i perioden 1967-1997. NIVA-rapport 3823-98, 71 s.
- Kroglund, F., Lydersen, E. & Rosseland, B.O. 1993. Endringer i aluminiumskjemi i blandsoner med kalket og surt vann. Områder karakterisert av aluminiums ulikevekt og stor giftighet for fisk. I: Fløisand, I. & E. Løbersli (red.): TVLF og naturens tålegrenser. NILU OR 17/93.
- Kroglund, F., Kleiven, E., Barlaup, B.T., Halvorsen, G.A., Gabrielsen, S.E., Skoglund, H & Wiers, T., Gutterup, J., Teien, H.C. 2007. Fisk og bunndyr, effekter av sjøsaltepisoder vinteren 2004/2005 NIVA-rapport nr. OR-5369. 96 s.
- Kroglund, F., Rosseland B.O., Teien, H.-C., Teien, Salbu, B., Kristensen, T. og Finstad B. 2008. Water quality limits for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) exposed to short term reductions in pH and increased aluminum simulating episodes. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 12. 491-507.
- Kroglund, F., Teien, H.-C., Rosseland B.O. & Salbu, B. 2001. Time and pH-dependent detoxification of aluminum in mixing zones between acid and non-acid rivers. *Water, Air and Soil Pollution* 130: 905-910.
- Kroglund, F. Wright, R. & Burchart, C., 2002. Acidification and Atlantic salmon; critical limits for Norwegian rivers. NIVA-rapport 4501: 61s.
- Larsen, J., Birks, H.J.B., Raddum, G.G. et al 1996. Quantitative relationships of invertebrates to pH in Norwegian river systems. *Hydrobiologia* 328: 57-74.

- Lacroix, G.L. 1985. Survival of eggs and alevins of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in relation to the chemistry of interstitial water in redds in some acidic streams of Atlantic Canada. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42: 292-299.
- Lien, L., G.G. Raddum, A. Fjellheim & A. Henriksen. 1996. A critical limit for acid neutralizing capacity in Norwegian surface waters, based on new analyses of fish and invertebrate responses. *Sci. Total Environ.* 117: 173-193.
- Lydersen, E., Salbu, B., Poleo, A.B.S. & Muniz, I.P. 1991. Formation of and dissolution kinetics of Al (OH)₃ (s) in synthetic freshwater solutions. *Water Resour. Res.* 27: 351-357.
- NASCO. 2005. The convention for the conservation of the salmon in the North Atlantic Ocean.
- Peterson, R.H., Daye, P.G. & Metcalfe, J.L. 1980. Inhibition of Atlantic salmon (*Salmo salar*) hatching at low pH. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 770-774.
- Poleo, A.B.S., Lydersen, E., Rosseland, B.O., Kroglund, F., Salbu, B., Vogt, R. & Kvellestad, A. 1994. Increased mortality of fish due to changing Al-chemistry of mixing zones between limed streams and acidic tributaries. *Water, Air, and Soil Pollut.* 75: 339 - 351.
- Raddum, G. G. 1999. Large scale monitoring of invertebrates: Aims, possibilities and acidification indexes. – S. 7-16 i: Raddum, G.G., Rosseland, B.O. & Bowman, J. (red.). Workshop on biological assessment and monitoring; evaluation of models. - ICP-Waters Rapp. 50/99. NIVA, Oslo.
- Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 1984. Acidification and early warning organisms in freshwater in western Norway. - *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 22: 1973-1980.
- Reader, J.P., Dalziel, T.R.K. & Morris, R. 1988. Growth, mineral uptake and skeletal calcium deposition in brown trout, *Salmo trutta* L., yolk-sac fry exposed to aluminum and manganese in soft acid water. *J. Fish Biol.* 32: 607-624.
- Rosseland, B.O., Blakar, I., Bulger, A., Kroglund, F., Kvellestad, A., Lydersen, E., Oughton, D.H., Salbu, B., Staurnes, M and Vogt, R. 1992. The mixing zone between limed and acidic river waters: complex aluminium chemistry and extreme Skogheim, O.K. & B.O. Rosseland. 1984. A comparative study on salmonid fish species in acid aluminium-rich water I. Mortality of eggs and alevins. *Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm.* 61:177-185.
- Saksgård, R. & Schartau, A.K.L. 2007. Vossvassdraget, Vannkjemi. Kalking i vann og vassdrag - Effektkontroll av større prosjekter 2006. DN-notat 2007-2
- Saksgård, R. & Schartau, A.K. 2006. Vossovassdraget. Vannkjemi. Kalking i vann og vassdrag – Effektkontroll 2005. DN-notat 2006-1.
- Saksgård, R. & Schartau, A.K. 2005. Vossovassdraget. Vannkjemi. Kalking i vann og vassdrag – Effektkontroll 2004. DN-notat 2005-2.
- Saksgård, R. & Schartau, A.K. 2004. Vossovassdraget. Vannkjemi. Kalking i vann og vassdrag – Effektkontroll 2003. DN. Notat 2004-2.
- Saksgård, R. & Schartau, A.K.L. 2003. Vossovassdraget. Vannkjemi, s. 220-221. - I Kalking av vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2002. - DN-notat 2003-3, 275 s.
- Schartau, A.K.L. 1997. Vossovassdraget. Vannkjemi. s. 223-231 - I Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. DN-notat 1997-1. 288 s.
- Schartau, A.K. 2000. Vosso-vannkjemi. I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1999. DN-notat 2000-2.
- Schartau, A.K. 2001. Vosso-vannkjemi. I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 2000. DN-notat 2001-2.
- Schartau, A.K. 2002. Vosso-vannkjemi. I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 2001. DN-notat 2002-1.
- Skogheim, O.K., Rosseland, B.O. & Sevaldrud, I.H. 1984. Deaths of spawners of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in river Ognå, S.W. Norway, caused by acidified aluminium-rich water. *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm.* 61: 195-202.
- Staurnes, M., Blix, P. & Reite, O.A. 1993. Effects of acid water and aluminium on parr-smolt transformation and seawater tolerance in Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50: 1816-1827.
- Staurnes, M., Hansen, L.P., Fugelli, K. & Haraldstad, Ø. 1996. Short-term exposure to acid water impairs osmoregulation, seawater tolerance, and subsequent marine survival of smolts of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 1695-1704.
- Staurnes, M., Kroglund, F. & Rosseland, B.O. 1995. Water quality requirements of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in water undergoing acidification or liming in Norway. *Water, Air and Soil Pollut.* 85:347-352.
- Kroglund, F. & Staurnes, M. 1999. Water quality requirements of smolting Atlantic salmon (*Salmo salar*) in limed acidic rivers. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 56: 2078-2086.
- Åtland, Å. & Barlaup, B. T. 1995. Avoidance of toxic mixing zones by Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout (*Salmo trutta* L.) in the limed River Audna, Southern Norway. *Environ. Poll.* 90: 203-208.
- Åtland, Å., Barlaup, B. T., Bjerknes, V., Kvellestad, A., Raddum, G.G. & Sundt, R. 1998. Undersøkelse av regulerte vassdrag med anadrome fiskebestander i Høyanger kommune, Sogn og Fjordane. NIVA-rapport 3812-98.

8 Effekter av vassdragsreguleringer på laksebestanden

Av Helge Skoglund, Sven Erik Gabrielsen og Bjørn T. Barlaup
LFI-Unifob, Universitetsforskning Bergen

Vassdragsreguleringer og andre menneskeskapte fysiske inngrep forekommer i mange lakseelver. Effekter av regulering som redusert vannføring, raskt skiftende vannføringer og tørrlegging eller forringelse av habitat kan få store konsekvenser for laksebestandene. Andre fysiske inngrep som kanalisering av elvestrekninger og senking av innsjøer vil også som regel føre til forringelse av laksens habitat. I Vossovassdraget er det gjort flere vassdragsreguleringer og fysiske inngrep. En detaljert beskrivelse av de viktigste inngrepene med tanke på effekter på laksebestanden ble gitt i den første rapporten fra prosjektet. Her følger en oppdatering av de viktigste resultatene og en vurdering av effektene på laksebestanden.

8.1 Vassdragsreguleringer

Den mest omfattende reguleringen er utbygging av Evanger kraftverk i regi av Bergenshalvøens Kommunale Kraftselskap (BKK). Evanger kraftverk tar vann fra nedslagsfeltet til Teigdalselva og overføringer fra Eksingedalsvassdraget og Modalsvassdraget. I den søndre delen av nedslagsfeltet til Vossovassdraget er det mindre Torfinnsvassdraget overført til Hodnaberg kraftverk i Bergsdalen, som drives av BKK og Voss og Omland Energiverk (VOE). Utbyggingen av Evanger kraftverk tilfører vann til Vossovassdraget, mens reguleringen av Torfinnsvatn, som ble gjennomført allerede i 1932, fører vann ut av nedslagsfeltet. En oversikt over hvordan disse inngrepene har endret nedbørsfeltet er gitt i **Tabell 8.1**. VOE driver i tillegg to elvekraftverk, et i Rognsfossen i Strandaelva, og et i Palmafoss i Raundalselva. I Rognsfossen får en strekning på ca. 300 m mellom vanninntaket og kraftverket svært redusert vannføring når kraftverket er i drift. Ellers antas begge disse elvekraftverkene i liten grad å påvirke fiskebestanden i vassdraget. Når effekter av kraftutbygging blir vurdert er det derfor lagt vekt på utbyggingen av Evanger kraftverk, siden denne antas å være den som i størst grad har påvirket hydrologien og dermed fiskebestandene i vassdraget. Arbeidet med utbyggingen av Evanger kraftverk startet opp i 1963, og reguleringen har deretter foregått i flere ledd (**Tabell 8.2**).

Tabell 8.1. Oversikt over areal for nedbørsfelt i Vossovassdraget som er påvirket av regulering. (Etter Kaste et al. 1994).

Nedbørsfelter	Areal (km ²)
Naturlig nedbørsfelt	1492,2
Overført til Evanger kraftverk	+ 254,3
Herav overført fra Teigdalselva	- 58,8
Overført til annet vassdrag (Torfinnsvatn)	- 46,6
Nedbørsfelt etter regulering	1641,1

Tabell 8.2. Oversikt over arbeid i forbindelse med utbygging av Evanger kraftverk (etter Krogslund et al. 1998 og Ingvald Midtun pers. medd.). Evanger kraftverk har en maksimal slukeevne på 53,8 m³/s.

År	Reguleringsarbeid
1963	Forberedende arbeid starter opp på Evanger
1969	Aggregat I i drift. Overføring av Teigdalen, f.o.m. Grasdalen t.o.m. Bjørndalen
1971	Regulering av Volavatn og Piksvatn. Overføring fra Harkavatn
1972	Overføring av Eksingedalsvassdraget, f.o.m. Ekse-Torvedalen t.o.m. Grøndalsvatn. Regulering av Grøndalsvatn
1973	Aggregat II i drift. Overføring av Eksingedalsvassdraget, f.o.m. Eitro t.o.m. Askjeldalsvatnet.
1974	Regulering av Askjeldalsvatnet.
1975	Overføring av Holaskardvatnet i Modalsvassdraget.
1977	Aggregat III i drift.
1984	Overføring av Sødalsvatnet og Kvannegrøvatnet i Modalsvassdraget. Regulering av Skjerjevatnet og Holskardvatnet.
1986	Regulering av Vassøyane

Utbyggingen berører i stor grad Teigdalselva, som har fått en sterkt redusert vannføring. I tillegg får også Vossovassdraget nedstrøms utløpet fra kraftverket i Evangervatnet endret hydrologi. Reguleringen fører her til at Bolstadelva får endret vannføring, vanntemperatur og vannkjemi. Overføringen av forsuret vann fra Eksingedalen har forringet vannkjemien i nedre deler av Vossovassdraget (Kaste et al. 1994, Krogslund et al. 1998), og har ført til at vannet fra Evanger kraftverk har blitt

kalket kontinuerlig i perioden 1994-2006. For en nærmere beskrivelse av de vannkjemiske endringene som følge av Evangerutbyggingen henvises det til kapittel 7.

8.2 Teigdalselva

Nedbørsfeltet til Teigdalselva strekker seg over et område på totalt 145,7 km², hvorav 58,8 km² er overført til Evanger kraftverk. Ved Kråkefoss, som er oppgangshinder for laks og sjøaure i Teigdalselva, er midlere vannføring redusert med ca. 70 % (Fjellheim *et al.* 1994). Lenger nedover i elva vil reduksjonen i vannføring være mindre, da en får avrenning fra uregulerte felter. Siden det ikke er noen minste vannføring i Teigdalselva, kan vannføringen i perioder bli svært lav (< 300 l/s). Lengre og kortere episoder med lave vannføringer forekommer hele året, men er mest vanlig i vinterhalvåret.

Reguleringen og fraværet av minste vannføring fører til store og relativt hurtige variasjoner i vannføring (DN utredning 2004-7), men det er periodene med lavest vannføring, < 300 l/s, som antas å være flaskehalsen for ungfiskproduksjonen i elva (Fjellheim *et al.* 1994). Lav vannføring fører til mindre vanndekt areal, og dermed også mindre areal tilgjengelig for ungfiskproduksjon. En annen viktig faktor er at vannføringsendringene nå skjer hurtigere, siden innsjøene øverst i nedbørsfeltet er regulert og dermed ikke lenger fungerer som buffer for variasjoner i vannstanden (Fjellheim *et al.* 1994). Hurtige reduksjoner i vannstand øker risikoen for at ungfisken strander (Saltveit 2001). I Teigdalselva er det også observert at lave vintervannføringer kan føre til at gytegrøper strander og at ungfisk fryser inne på grunt vann.

For å kompensere for redusert ungfiskproduksjon som følge av reguleringen inngikk BKK i 1989 en avtale med Fylkesmannen i Hordaland om å sette ut ensomrige sjøaure- og lakseunger. Settefiskprogrammet startet i 1990 og det ble på det meste satt ut ca. 75 000 ensomrige sjøaure. I årene 1990-1993 ble det også satt ut en del lakseunger, men dette ga dårlig tilslag. Settefiskprogrammet ble senere evaluert av Fjellheim *et al.* (1994, 1995) og det ble da konkludert med at bæreevnen for aure allerede var nådd av naturlig rekruttert fisk. Videre utsettinger var dermed unødvendig og kanskje til og med skadelig for bestanden. Istedenfor å fortsette utsettingene ble det derfor foreslått å øke bæreevnen ved biotopjusterende tiltak. I 1995 ble det etablert fire større terskeldammer og lagt ut steingrupper i elva for å øke vanndekt areal og skape flere oppveksthabitat for ungfisken. Tersklene ble lagt til områder som i stor grad ble tørrlagt ved lav vannføring, og dermed regnet som lite egnet som oppvekstområder for ungfisk. I 1996 og 1997 ble det foretatt bestandsestimater av ungfisk (> 0+) av laks og aure i to av terskelbassengene, ved Forvoren og

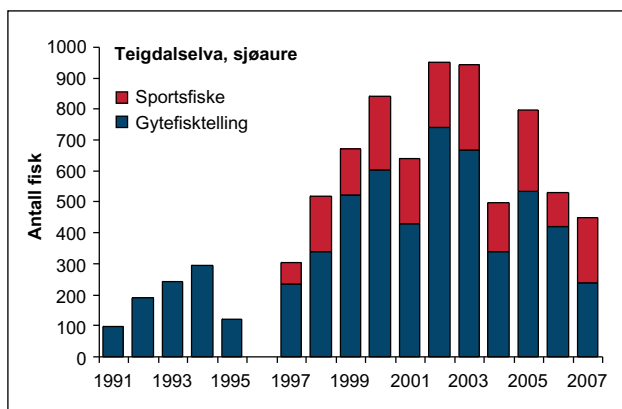
Fasteland, ved å bruke not og merk-gjenfangst teknikker. I terskelbassenget på Forvoren ble det i 1996 estimert å være henholdsvis 779 aure og 410 laks, og 1124 aure og 489 laks i 1997. I terskelbassenget på Fasteland ble det tilsvarende funnet 327 aure i 1996 og 915 aure i 1997 (Fjellheim *et al.* 1998). Her ble det ikke tatt laks, noe som skyldes at laksens utbredelse i Teigdalselva i hovedsak er begrenset til den nederste delen av elva.

Resultatene fra notkastene og etterundersøkelsene viser at etablering av terskler sammen med utlegging av steingrupper har vært vellykket og trolig har medført en betydelig økning i bæreevnen på områdene med terskler som følge av økt vanndekt areal og økt vannvolum gjennom hele året. Fra og med 1996 ble utsetting av fisk midlertidig stanset i tre år, og en ny evaluering slo fast at tetthetene av ungfisk ikke hadde blitt lavere som følge av stopp i utsettingsprogrammet (Fjellheim *et al.* 1998, Fjellheim *et al.* 2003). Det ble anbefalt en videre stans i utsettingene, og at det istedenfor burde etableres flere terskler i elva som kompensasjon for redusert bæreevne og dermed lavere ungfiskproduksjon etter regulering. Siden 2004 er det årlig satt ut et begrenset antall (5000 – 16 000) lakseyngel i Teigdalselva

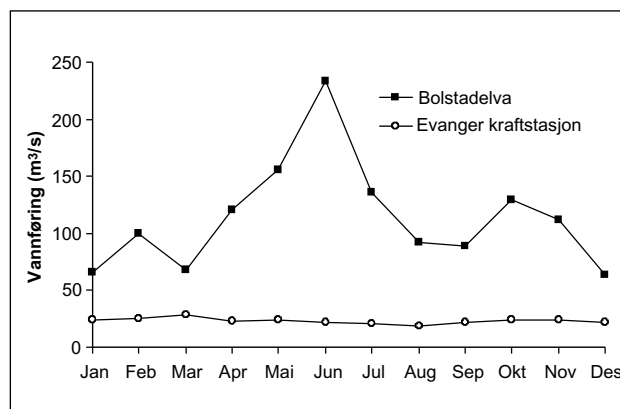
I tillegg til redusert vanndekt areal, har den reduserte vannføringen i Teigdalselva resultert i økt begroing i Mestadvatnet. Dette kan redusere kvaliteten på Mestadvatnet som oppvekstområde for fisk. Mest bekymringsverdig er utviklingen på utløpet av Mestadvatnet som er et viktig gyteområde for sjøauren. Økt begroing har her ført til at deler av det opprinnelige gyteområdet er forringet og en videre begroing kan her føre til at hele gyteområdet går tapt.

På grunn av mangel på sammenlignbare forundersøkelser er det vanskelig å anslå hvor stor negativ effekt reguleringen har hatt på bestandene av laks og sjøaure i Teigdalselva. Ungfiskundersøkelser i perioden 1991-2007 viser at tetthetene av aureunger er god, mens tetthetene av lakseunger er lave (se **kapittel 3.3.3**).

Tellingene av gytefisk viser at det var en svært positiv utvikling i gytebestanden av sjøaure på siste halvdel av 1990-tallet og utover på 2000-tallet (**Figur 8.1**). Dette skyldes nok både en positiv vannkjemisk utvikling i elva, biotopjusterende tiltak i form av nevnte terskler, og kanskje også en generell tendens til mer milde og våte vintersituasjoner som motvirker lengre perioder med svært lave vintervannføringer. I de siste årene har det blitt registrerte en nedgang i gytebestanden av sjøaure, men den årsaken til dette er ikke kjent. Tellingene av gytefisk har vist en mer sporadiske forekomster av laks og gjenspeiler ikke samme positive utvikling som observert for sjøaure perioden sett under ett.



Figur 8.1. Antall sjøaure i Teigdalselva i årene 1991-2007 basert på dykkeregistreringer av gytetisk og fangststatistikk. Fangststatistikken er bare ført f.o.m. 1997. Det ble ikke utført gytetelling i 1996 og lavt antall i 1995 skyldes delvis uheldige forhold under registreringene.



Figur 8.2. Estimert gjennomsnittlig månedlig vannføring i Bolstadelva og gjennomsnittlig vannføring fra Evanger kraftverk, perioden 1996-1999.

8.3 Bolstadelva

I Bolstadelva har utbyggingen ført til en endring i vannføring, temperaturregime og vannkjemi. Siden det finnes få undersøkelser fra tiden før reguleringen, er det også her vanskelig å kvantifisere de ulike effektene reguleringen har hatt på bestandene av laks og sjøaure. I de neste avsnittene blir det gjort rede for hvordan reguleringen har endret hydrologien i Bolstadelva og hvordan dette kan ha påvirket fiskebestandene.

8.3.1 Endret vannføring i Bolstadelva som følge av regulering

Vanntilførselen via Evanger kraftverk har ført til en økt gjennomsnittlig vannføringen i Bolstadelva. Den største endringen er likevel at vannføringen fra kraftverket har ført til at vannføringen i Bolstadelva i snitt er blitt jevnere enn hva den var før reguleringen. Dette er illustrert på **Figur 8.2** som viser den gjennomsnittlige månedlige vannføringen i perioden 1996-1999 i Bolstadelva og fra Evanger kraftstasjon.

Da det ikke finnes kontinuerlige målinger av vannføringen i Bolstadelva, har den her blitt estimert ut fra vannføringen ved Bulken i Vosso, fra Evanger kraftverk og fra Mestad i Teigdalselva i perioden 1996-1999. Siden vannføringen fra de øvrige delene av nedslagsfeltet ikke er kjent, har disse blitt antatt å ha samme vannføring i forhold til arealet av nedslagsfeltet som det uregulerte nedslagsfeltet til Teigdalselva (jmf. Kroglund *et al.* 1998).

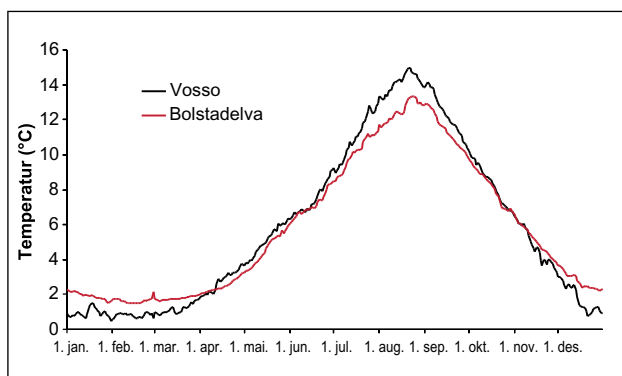
Ut fra **Figur 8.2** ser vi at vannføringen fra Evanger kraftverk generelt utgjør en større del av vannføringen i

Bolstadelva på vinteren enn på sommeren. Det er viktig å merke seg at **Figur 8.2** viser gjennomsnittlige månedsverdier og dermed ikke variasjonen i vannføring de ulike månedene. Vannføringen ut fra kraftverket vil i perioder med lav vannføring i Vosso og lite annet resttilsig dominere vannføringen i Bolstadelva i større grad enn ellers. Utbyggingen av Evanger kraftverk påvirker derfor vannføringen i Bolstadelva i størst grad ved lave vintervannføringer i vassdraget, og fører til at vannføringen blir mer utjevnnet over året.

8.3.2 Endret vanntemperatur i Bolstadelva som følge av regulering

Vanntemperaturen i en elv vil være et resultat av temperaturen i tilsiget som samlet danner elva, samt de temperaturendringer som skjer i elvevannet når varme blir avgitt eller tilført fra lufta. På grunn av de store vannmassene og korte elvestrekningene i Bolstadelva, ville elva i uregulert tilstand hovedsaklig vært bestemt av temperaturen i Vosso, Teigdalselva og resttilsig til Evangervatnet. I tillegg ville det vært en eventuell oppvarming/nedkjøling idet vannet passerer Evangervatnet. Etter regulering er tilførselen av vann fra Teigdalselva blitt redusert, og en får tilførsel av vann fra kraftverket. Da nedslagsfeltet til Evanger kraftverk hovedsaklig ligger på høyfjellet >700 moh. vil kraftstasjonen generelt tilføre vassdraget vann med relativt lav vanntemperatur om sommeren. Om vinteren vil derimot vannet som tappes fra magasinene og som kjøres gjennom Evanger kraftverk generelt ha en høyere temperatur enn det normale tilsiget. Hvor mye temperaturen i Bolstadelva har forandret seg som følge av reguleringen er vanskelig å si siden det ikke finnes temperaturdata fra elva før reguleringen. Ved å bruke vanntemperaturen

i Vosso, kraftverket og i Bolstadelva etter regulering, modellerte Raddum & Gabrielsen (1999) hvordan temperaturen i Bolstadelva ville vært i uregulert tilstand. Dette ble gjort ved å beregne hvor stor temperaturendringen er gjennom Evangervatnet ved å sammenligne temperaturen i Bolstadelva med vektet temperaturbidrag fra Vosso og Evanger kraftverk. Slik kunne en videre beregne teoretisk temperatur i Bolstadelva i uregulert tilstand basert på temperaturmålinger i Vosso, og temperaturendringene gjennom Evangervatnet. De kom frem til at utbyggingen av Evanger kraftverk har ført til en økt vintertemperatur og redusert sommertemperatur i Bolstadelva. I uregulert tilstand ville sannsynligvis temperaturen i Bolstadelva på vinteren vært tilnærmet lik temperaturen i Vosso, mens sommertemperaturen ville ha ligget 0,25-1 °C over Vosso (Raddum & Gabrielsen 1999). Gjennomsnittlig temperatur for årene 1994-2000 i Vosso og i Bolstadelva er vist på **Figur 8.3**.



Figur 8.3. Temperaturkurver fra Vosso og Bolstadelva basert på gjennomsnittlige døgnavsnitt for perioden 1994-2000.

8.3.3 Temperaturendringens effekt på egg og plommesekkyngel i Bolstadelva

Laksen graver eggene ned i elvegrusen under gytetiden på høsten, hvor eggene ligger og utvikler seg til de klekker utpå våren. Plommesekkyngelen blir liggende nede i grusen frem til plommesekken begynner å bli oppbrukt, da må yngelen opp av grusen for å spise. De første ukene etter at yngelen er kommet opp av grusen er kritisk for yngelens overlevelse (Elliott 1994, Einum & Fleming 2000). Hvor høy dødeligheten er, kan derimot variere med de fysiske forholdene i elva (Jensen & Johnsen 1999). Det er derfor svært viktig at tidspunktet for første næringsopptak sammenfaller med forhold i elva som gir god overlevelse for yngelen.

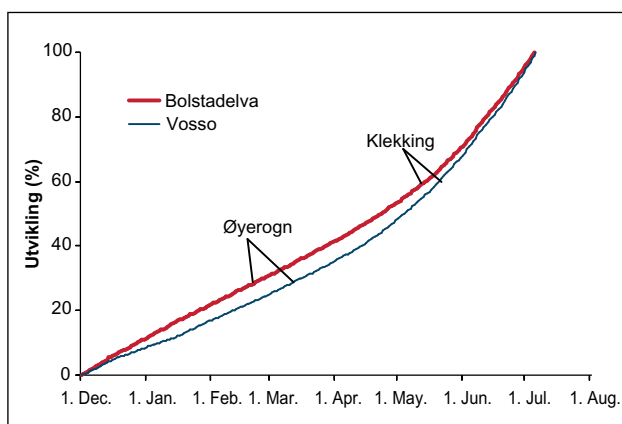
Utviklingshastigheten til eggene og plommesekkyngelen er i hovedsak styrt av vanntemperatur, slik at tidspunktet for klekking og første næringsopptak i en elv reguleres av

når fisken gyter. Over lang tid har laksen tilpasset seg det lokale temperaturregimet i elva den tilhører, og gyter til et tidspunkt som er antatt å være optimalt for avkomets overlevelse (Godin 1982, Heggberget 1988, Jensen *et al.* 1991). Fysiske forhold som kan være kritisk for yngel rundt første næringsopptak er vanntemperatur, vannføring og tilgang på passende næringsemner. Studier fra norske elver har vist at lakseyngelen kommer opp av grusen etter at vanntemperaturen overstiger om lag 8°C, og som oftest etter vårflommen (Jensen *et al.* 1991). Når temperaturregimet blir forandret som følge av regulering kan dette forskyve tidspunktet for første næringsopptak. Når reguleringen fører til økt vintertemperatur, slik tilfellet er i Bolstadelva, vil eggene utvikle seg raskere og klekke tidligere enn før reguleringen. Det kan igjen føre til at yngelen har brukt opp plommesekken og må starte første næringsopptak for tidligere, og ved lavere vanntemperatur. Fremskyndet utvikling antas derfor å kunne medføre redusere overlevelse for lakseyngel.

For å finne ut om endring i temperaturregimet i Bolstadelva har påvirket tidspunktet for klekking og første næringsopptak i vesentlig grad, har det både blitt utført beregninger og gjort forsøk. Når en kjenner gytetidspunktet og temperaturen i en elvestrekning kan en beregne tiden frem til klekking og til første næringsopptak. Dette ble gjort ved å bruke ligning 1b fra Crisp (1981, 1988) og med de temperaturdata som er tilgjengelige fra Vosso og Bolstadelva. Da vanntemperaturen i disse to vassdragsavsnittene som nevnt ville vært relativt like om vinteren (Raddum & Gabrielsen 1999), er Vosso brukt som en referanse for hvordan utviklingen av egg og plommesekkyngel i Bolstadelva ville vært i uregulert tilstand. Gytetidspunkt er bestemt ut i fra dykkerobservasjoner og stryketidspunkt (Geir Ove Henden pers. medd). Gytetiden for laksen i vassdraget varer vanligvis fra midten av november og ut i siste halvdel av desember, noe som stemmer med tidligere studier fra Vossovassdraget (Sægrov *et al.* 1991, Lura & Sægrov 1991) og fra observasjoner gjort ved gytefisktellingene. Intensiteten i gytinga er høyest rundt månedskifte november-desember, slik at start, gytetopp og slutt er satt til henholdsvis 15. november, 1. desember og 15. desember.

Klekking av lakseeggene skjer hovedsaklig i april og mai, og varierer mellom år og mellom de to vassdragsavsnittene (DN utredning 2004-7). Klekketidspunktet er vanligvis tidligere i Bolstadelva, noe som skyldes at vintertemperaturen her er høyere enn i Vosso (**Figur 8.4**). Forskjellen mellom vassdragsavsnittene er størst for egg som er gytt tidlig i gytesesongen, fordi temperaturforskjellen er størst ved begynnelsen av gyteperioden. Første næringsopptak for lakseyngelen varierer også litt mellom år, men skjer stort sett i slutten av juni og begynnelsen av juli.

Forskjellen mellom tidspunktene for første næringsopptak er hovedsaklig mindre enn mellom klekkesidspunktene i de to elveavsnittene. Dette kommer av at temperaturøkningen på forsommeren ofte er større i Vosso enn i Bolstadelva, slik at plommeseckyngelen i Vosso nesten klarer å ta igjen det forspranget i utvikling som yngelen i Bolstad har på grunn av det tidligere klekkesidspunktet i Bolstadelva. Dette illustreres i **Figur 8.4**, som viser utviklingen av eggene fra de er gytt og til yngelen kommer opp av grusen. Figuren er basert på temperaturene i Vosso og Bolstadelva i 1996-1997. Temperaturen ligger over 8 °C ved første næringsopptak i alle årene, både i Vosso og Bolstadelva, og kommer enkelte år over 12 °C.



Figur 8.4. Eksempel på utvikling av egg og plommesekk fra gyting 1. desember. Første næringsopptak skjer når utviklingen har nådd 100 %. Kurvene er beregnet ut i fra målt temperatur i Bolstadelva og Vosso i 1996/1997.

Ut fra dette kan vi si at klekkesidspunktet er forskjellig mellom Bolstadelva og Vosso, og at dette mest sannsynlig skyldes det endrede temperaturregimet i Bolstadelva som følge av reguleringen ved Evanger kraftverk. Forskjellen er imidlertid liten for tidspunktet for første næringsopptak, og temperaturen i elva ligger godt over det som anses som kritisk for at yngelen skal kunne ta til seg føde i de årene som her er undersøkt. Endret temperaturregime i Bolstadelva ser derfor ikke ut til å representere noen ekstra flaskehals for det kritiske stadiet der yngelen kommer opp av grusen og skal begynne å spise. Det synes heller ikke å være noen sammenheng mellom temperatur den første uken etter mesteparten av yngelen er beregnet å komme opp av grusen og tettheten av ensomrig laks samme året i Bolstadelva ($r^2 = 0,09$, $p = 0,62$) eller i Vosso ($r^2 = 0,32$, $p = 0,25$).

I vår vurdering har vi antatt at utviklingen i Vosso ville være relativt lik utviklingen i Bolstadelva i uregulert tilstand, og at temperaturen nede i gytegrøpene i grusen er den samme som vanntemperaturen i elva. Vi har videre konkludert med at endringene i temperaturregime

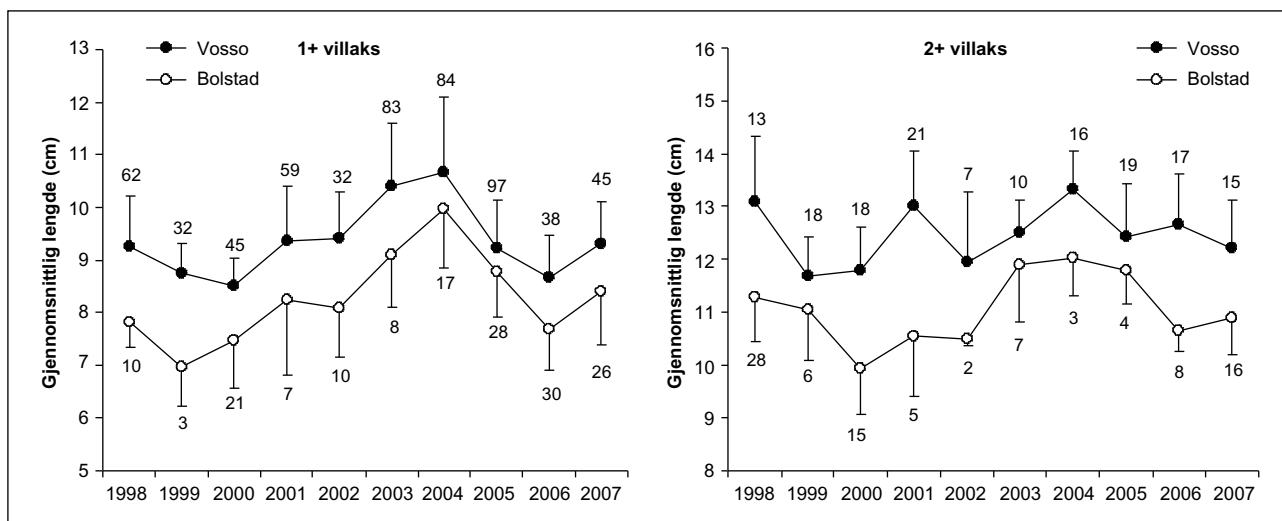
i Bolstadelva som følge av regulering ikke ser ut til å ha påvirket tidspunktene for første næringsopptak eller temperaturforholdene i denne perioden i vesentlig negativ retning for de årene som her er undersøkt. Ettersom det ikke er gjort direkte observasjoner av overlevelse av yngel, så en kan en imidlertid ikke utelukke eventuelle negative effekter. Forskjellen i tidspunktene for første næringsopptak mellom Vosso og Bolstadelva i de undersøkte årene er allikevel så liten at årsvariasjon i klimaet sannsynligvis vil overskygge eventuelle negative effektene av reguleringen.

8.3.4 Temperaturendringenes effekt på veksten hos ungfisk i Bolstadelva

For å evaluere hvorvidt temperaturendringene i Bolstadelva har påvirket veksten hos ungfisk av laks og aure, ble gjennomsnittlige lengder hos ungfisk fra ulike årsklasser fra Bolstadelva og Vosso sammenlignet. Materialet som her er brukt stammer fra de årlige ungfiskundersøkelsene, og det er kun brukt naturlig rekruttert fisk. Ensomrige fisk er som regel greie å skille fra andre årsklasser ut fra størrelsen, mens tosomrige og eldre vil ha noe overlappende lengder. Det er derfor kun sammenlignet eldre årsklasser (tosomrige og tresomrige) fra de årene det finnes aldersbestemt materiale.

Gjennomsnittslengden på ungfisk av laks i alle aldersklasser er mindre i Bolstadelva enn i Vosso (**Figur 8.5**). Denne forskjellen viste seg også å være statistisk signifikant for både aure og laks i alle aldersgrupper og når gjennomsnittslengdene på de to elvestrekningene ble testet med en paret t-test ($p < 0,05$). Lengdene innen samme elvestrekning ser ut til å variere noe mellom år, noe som kan skyldes at fisken opplever ulike vekstforhold i ulike år, men noe av variasjonen kan også skyldes at undersøkelsene ble foretatt til ulike tidspunkt mellom år.

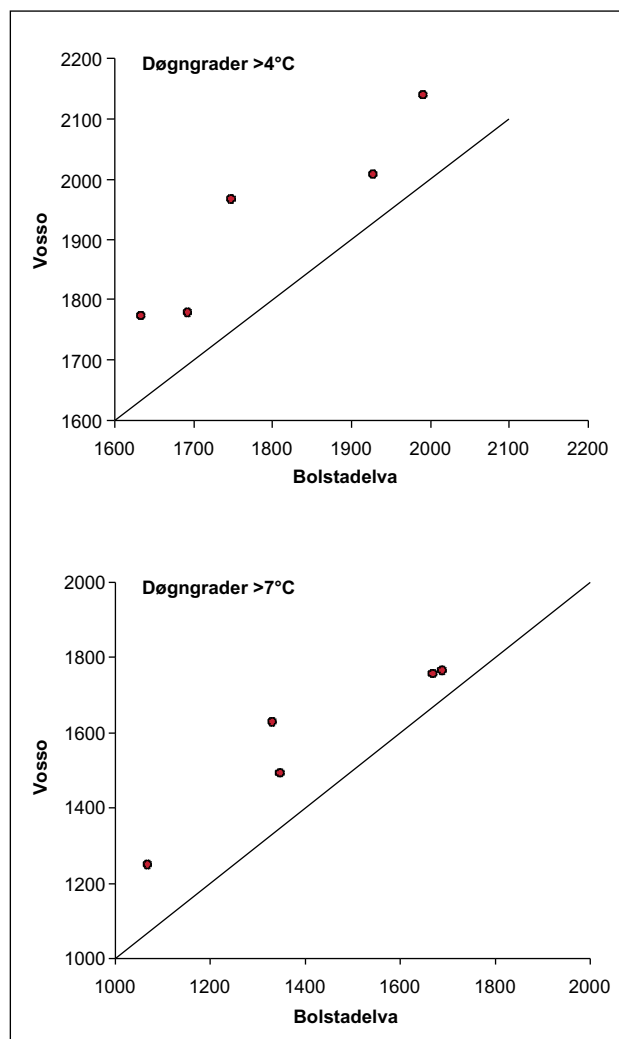
Den observerte forskjellen i størrelse mellom ungfisk av laks og aure mellom Vosso og Bolstadelva, skyldes at fisken lever under ulike vekstforhold i de to elveavsnittene. De viktigste miljøfaktorene som bestemmer veksten til laksefisk er temperatur og næringstilgang, der veksten øker med temperaturen til den når et optimum og deretter avtar (Elliott 1994, Elliott & Hurley 1997, Forseth *et al.* 2001). Den nedre temperaturgrensen for vekst hos lakseparr er ved 6-7,7 °C (Elliott & Hurley 1997, Forseth *et al.* 2001) og tilsvarende for aure er rundt 4 °C (Elliott 1994). For å få et inntrykk av om vekstforholdene for aure- og lakseunger i Bolstadelva og Vosso er forskjellige som følge av ulik temperatur, kan en sammenligne den årlige summen av antall døgngrader over 4 °C og over 7 °C i de to elveavsnittene.



Figur 8.5. Gjennomsnittlige lengder med standardavvik hos to aldersklasser av villfisk av laks i Bolstadelva og Vosso. Figurene viser reduserte vekstforhold i Bolstadelva i forhold til Vosso.

I **Figur 8.6** ser vi at summen av antall døgngrader for døgnet da temperaturen er over 4 °C og over 7 °C er større for Vosso enn for Bolstadelva i de fem årene hvor det finnes temperaturdata for begge elveavsnittene. Denne forskjellen er også statistisk signifikant ved en parret t-test ($p < 0,05$). Lavere sommertemperatur i Bolstadelva fører til at aure- og lakseungene her vokser dårligere enn i Vosso. Om temperaturforskjellen kan forklare hele vekstforskjellen mellom de to elveavsnittene, eller om andre faktorer som f.eks. næringstilgang, forhøyet vintertemperatur eller dårlig vannkjemi kan forklare deler av den observerte forskjellen er usikkert da datagrunnlaget foreløpig er for lite til å kunne skille de ulike effektene.

Vi kan derfor konkludere med at redusert sommertemperatur i Bolstadelva etter regulering fører til dårligere vekstforhold for både aure- og lakseunger. Redusert vekst kan tenkes å påvirke ungfiskproduksjonen på flere måter. En lavere vekst hos ungfisken vil blant annet føre til en høyere gjennomsnittlig smoltifiseringsalder (Økland *et al.* 1993), fordi en høyere andel av ungfisken vil vente ett år før de smoltifiserer. Dermed vil også generasjonstiden blir forlenget, samtidig som et år ekstra i elva vil medføre høyere dødelighet per årsklasse. Begge deler vil i sin tur medføre at smoltproduksjonen i Bolstadelva reduseres. En kan også forvente en økt vinterdødelighet hos ungfisken som følge av redusert vekst. Dette henger sammen med at små ungfisk generelt har et lavere energiinnhold per enhet kroppsvekt enn større fisk, og dermed mindre energireserver å tære på gjennom vinteren (Berg & Bremset 1998). En forhøyet vintertemperatur kan også tenkes å føre til høyere metabolisme i vinterhalvåret, og at fiskens energireserver dermed tappes fortere. Det er derimot usikkert hvorvidt dette påvirker ungfiskbestanden i Bolstadelva.



Figur 8.6. Summen av døgngrader for de dagene når temperaturen er over 4 °C og over 7 °C for Bolstadelva og Vosso i årene 1994-1997 og 2001. Linjen angir hvor summen av døgngrader for de to elveavsnittene vil være like store.

8.4 Vannkjemiske endringer

Som følge av Evanger reguleringen ble Vossovassdraget tilført relativt surt og aluminiumsholdig vann. Flere undersøkelser påpekte at denne tilførselen kunne være skadelig for ungfisk av laks i Bolstadelva og laksesmolt som vandret ut fra Vossovassdraget (Kroglund *et al.* 1998, Kaste *et al.* 1994). For å motvirke slike skadelige effekter av forsuring ble det iverksatt kontinuerlig kalking av vannet fra Evanger kraftstasjon fra og med 1994. På grunn av redusert sur nedbør har det siden midten av 1990-tallet vært en positiv utvikling i de vannkjemiske forholdene i vassdraget og kalkingen av vannet fra Evanger kraftstasjon ble derfor avsluttet i 2006. Før kalkingen kom i gang i 1994 medførte imidlertid reguleringen en forverring av de vannkjemiske forholdene i Bolstadelva og det er rimelig å anta at dette hadde en negativ effekt på fiskebestandene, særlig laksebestanden, i vassdraget. Denne problemstillingen er nærmere beskrevet i kapitlene som omhandler vannkvaliteten og forsuringsproblematikken i vassdraget (kapittel 7).

8.5 Andre mulige effekter av reguleringen

8.5.1 Bunndyrproduksjon

Det er også mulig at reguleringen har hatt andre, mindre direkte og lite målbare effekter enn det som har vært diskutert så langt. Høy vannføring om vinteren i Bolstadelva kan føre til utvasking av organisk materiale og gi dårligere forhold for bunndyr, i tillegg til at drivet av bunndyr øker og kan føre til unormalt høyt tap av larver, som er hovednæringen for ungfisk (NOU 1999). Siden bunndyrenes livssyklus er avhengig av temperaturen, kan den økede vintertemperaturen føre til at viktige næringsdyr for fisken klekker for tidlig (NOU 1999). Om slike effekter kan skade næringsgrunnlaget for fisk i Bolstadelva er vanskelig å påvise og er heller ikke undersøkt.

8.5.2 Smoltutvandring i Bolstadelva

De hydrologiske endringene i Bolstadelva kan også påvirke utvandringstidspunktet for smolten i vassdraget. Vannføring og vanntemperatur er de viktigste miljøvariablene som styrer utvandringen av smolt (McCormick *et al.* 1998). Undersøkelser av smoltutgangen i Vossovassdraget de siste årene har vist at smolten vanligvis vandrer ut av vassdraget i forbindelse med større økninger i vannføring i løpet av mai. Den gjennomsnittlige vannføringen fra Evanger kraftverk er om lag 25 m³/s. Under smoltutgangen vil denne vanntilførselen bidra til å dempe den relative endringen i vannføring som skjer i forbindelse med

regn og snøsmelting. I tillegg vil vannet fra kraftverket sannsynligvis dempe temperaturøkningen i vassdraget nedenfor Evangervatnet. I noen tilfeller, når vannføringen er generelt lav, kan dette trolig påvirke smolten i negativ retning ved at tidspunktet for smoltutgangen blir endret eller ved at smoltutgangen blir mindre synkron enn hva tilfelle ville vært før regulering.

8.5.3 Forhold i Bolstadfjorden

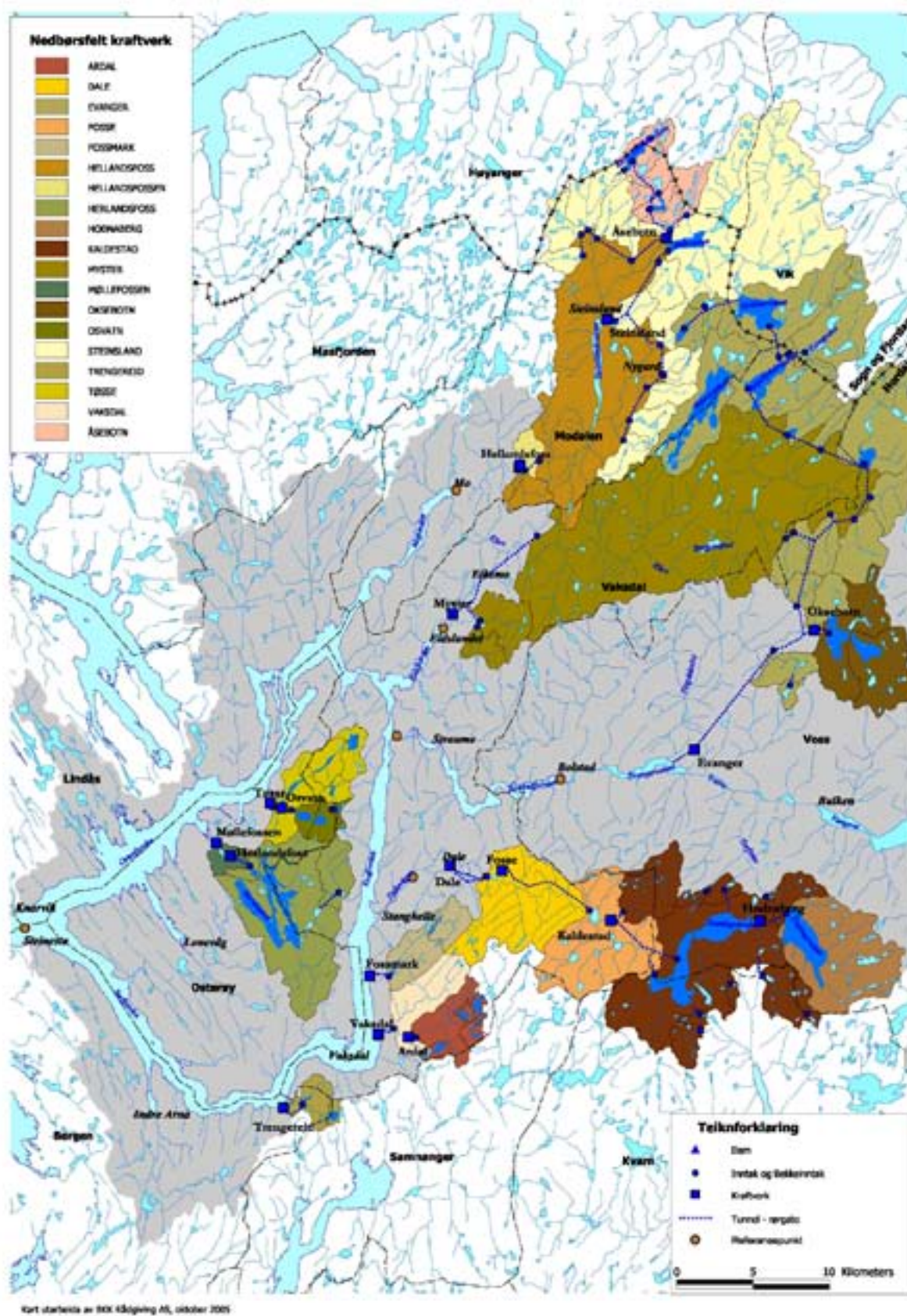
Den økte vintervannføringen påvirker ikke bare elvestrekningen nedenfor kraftverket, men også fjordsystemet utenfor vassdraget. Bolstadfjorden er en terskelfjord der de øvre vannmassene i fjorden er veldig ferskvannspåvirket, særlig i perioder med høy vannføring i vassdraget. De dypere vannmassene i fjorden er derimot anoksiske og rikt på giftig hydrogensulfid (H₂S) som følge av at den grunne terskelen ved Straume motvirker at dypvannsmassene skiftes ut (Bjerknes *et al.* 1995). En større avrenning fra vassdraget om vinteren kan føre til at overflatelaget av brakkvann blir mektigere, noe som igjen fører til mindre innstrømming av sjøvann. Dette vil i sin tur redusere utskiftingen av dypvannet i fjordbassenget. Den reduserte utskiftingen av dypvann kan føre til en akkumulering av hydrogensulfid og anoksiske forhold i dypvannsmassene. En eventuell oppstrømming av bunnvann med lite oksygen og mye hydrogensulfid kan føre til toksiske effekter hos fisk som skal passere på vei ut eller inn i fjorden (Bjerknes *et al.* 1995). For å undersøke disse forholdene ble det derfor igangsatt ytterligere undersøkelser av de vannkjemiske og fysiske forholdene i Bolstadfjorden i 2005 og 2006. Undersøkelsene, som ble utført av Rådgivende biologer (Johnsen & Bjørklund, 2006), konkluderte også med at utbyggingen av Evanger kraftverk kan ha medført en redusert utskiftingen av dypvannet i Bolstadfjorden, men at forholdene i dypvannet synes i hovedsak uforandret fra perioden før reguleringen på 1970-tallet og fram til i dag. Videre ble det konkludert med at giftig bunnvann ikke blander seg inn i overflatelagene i Bolstadfjordens indre basseng. Det ble også påpekt at bunnvannet i Bolstadfjorden har vært anoksiske og rikt på giftig hydrogensulfid før reguleringene, og at en kan anta at fisken ikke dykker ned i de oksygenfrie og giftige dypvannsmassene (Johnsen & Bjørklund 2006).

8.5.4 Endringer i ferskvannstilsig til fjordsystemet rundt Osterøy

På oppdrag av FoU-utvalget for Vosso ble BKK-Rådgiving gitt i oppdrag å beregne en teoretisk gjennomsnittlig endring som følge av reguleringene i avrenningsmønsteret til Osterfjordsystemet i perioden for smoltutgang. Et kart som viser de regulerte nedbørfeltene i Osterfjordsystemet

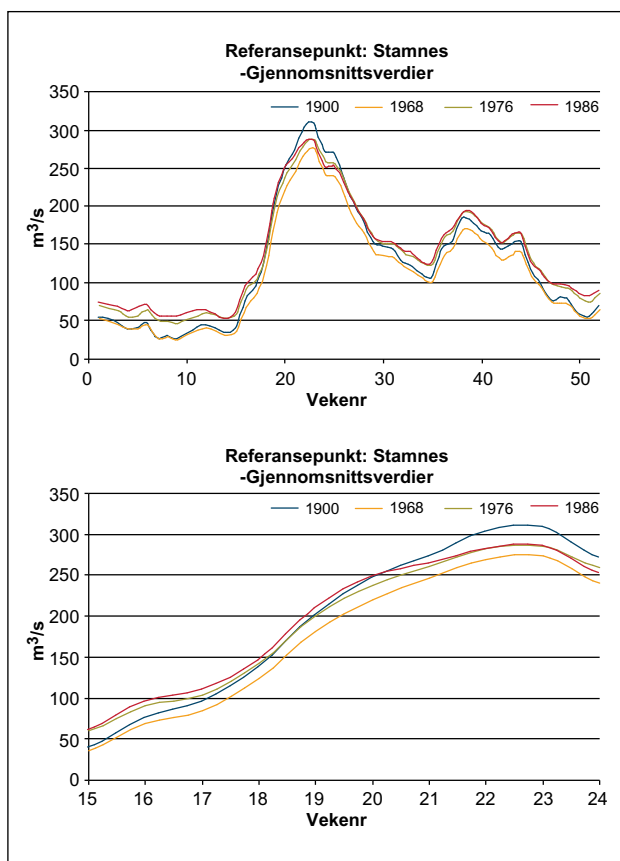
er vist i **Figur 8.7**. Beregningen er basert på kurver for gjennomsnittsverdier for tredveårsnormalen 1961-1990 overført til naturtilstand (år 1900) og år som representerer

ulike stadier med tanke på reguleringene, dvs. 1968, 1976 og 1986. For en nærmere beskrivelse av metoder og resultat henvises det til Næss *et al.* (2005).

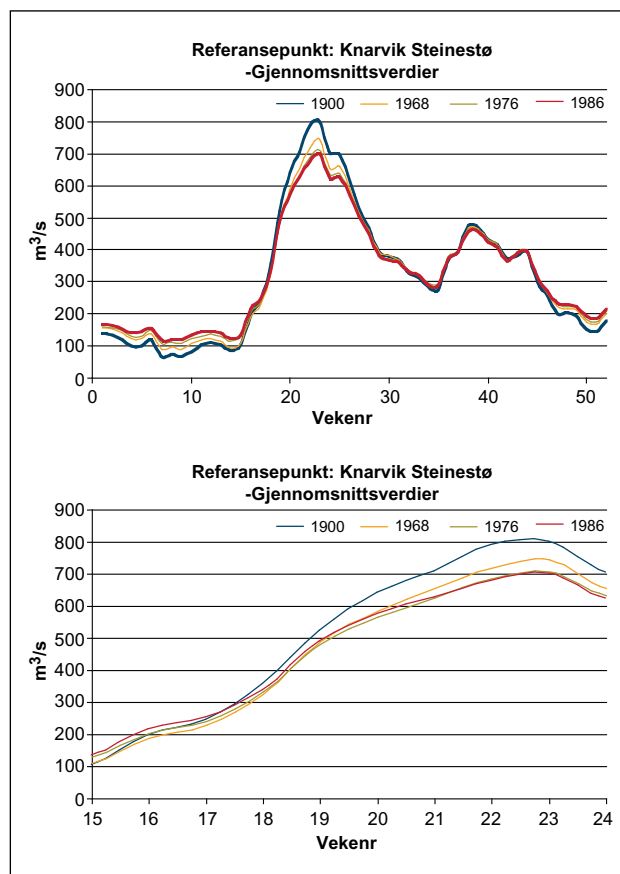


Figur 8.7. Kart over vassdrag og regulerte nedbørfelt i nedslagsfeltet rundt Osterøy. Kartet er utarbeidet av BKK Rådgiving AS (Næss *et al.* 2005). Referansepunktene viser målepunkt for simulert avrenning før og etter regulering.

De simulerte endringene for ferskvannstilførselen ved referansepunkt Stamnes er gitt i **Figur 8.8** og viser at reguleringene har resultert i en klar økning i tilførselen av ferskvann om vinteren og redusert tilførsel under smoltutgangen. Det samme mønsteret framkommer også for de øvrige reguleringene i Osterfjordsystemet og den samlede effekten av disse endringen framkommer ved referansepunktet ved Knarvik sør for Osterøy (**Figur 8.9**). Generelt vil disse hydrologiske endringene bety at vannføringen i elvene og ferskvannstilsiget til fjordene under smoltutgangen har blitt redusert i forhold til naturtilstanden før reguleringene. I den enkelte elv kan dette medføre en mindre synkron og forsinket utvandring, mens de eventuelle effektene på smoltens fjordvandring rundt Osterøy ikke er kjent.



Figur 8.8. Vannføringskurver for referansepunkt Stamnes basert på gjennomsnittsverdier for perioden 1961-90 for hele året (øverst) og under smoltutgangen (nederst). Hver kurve gjengir simulert avrenning i naturtilstand (år 1900) og år som representerer ulike stadier med tanke på reguleringene. Smolten vandrer ut fra og med uke 18 til uke 24. Figur utarbeidet av Næss et al. (2005).



Figur 8.9. Vannføringskurver for referansepunkt Knarvik basert på gjennomsnittsverdier for perioden 1961-90 for hele året (øverst) og under smoltutgangen (nederst). Hver kurve gjengir simulert avrenning i naturtilstand (år 1900) og år som representerer ulike stadier med tanke på reguleringene. Smolten vandrer ut fra og med uke 18 til uke 24. Figur utarbeidet av Næss et al. (2005).

8.6 Samlet vurdering

Evanger-reguleringen har hatt en markert negativ effekt på fiskeproduksjonen i Teigdalselva som følge av redusert vannføring. Ved oppgangshinderet for anadrom fisk i Kråkefossen er midlere vannføring redusert med 70 % og dette har ført til mindre arealer tilgjengelig for produksjon av ungfisk. Fravær av minstevannsføring resulterer i perioder med svært lave vannføringer, spesielt om vinteren, og antas å være en flaskehals for ungfiskproduksjonen i Teigdalselva. I Bolstadelva er effektene av reguleringen mindre direkte. Den viktigste effekten for fiskebestanden i Bolstadelva antas å være endrede temperaturforhold. Det har vært diskutert om økt vintertemperatur har fremskynnet klekkesidspunktet for rogn og tidspunktet for yngelens

første næringsopptak. Undersøkelsene så langt tyder imidlertid på at dette ikke er et problem i Bolstadelva. På den annen side resulterer den reduserte sommertemperaturen i dårligere vekst hos ungfisken i Bolstadelva sammenlignet med ungfisk i Vosso. Dette har høyst sannsynlig redusert smoltproduksjonen i Bolstadelva pga. forhøyet smoltalder og økt vinterdødelighet. Overføringen av vann gjennom Evanger kraftverk medførte en betydelig forringelse av de vannkjemiske forholdene i Bolstadelva. For å motvirke dette har vannet fra Evanger kraftverk vært kalket siden 1994. Kalkingen ble iverksatt fordi vanntilførselen fra Evanger kraftverk ble vurdert som skadelig for laksebestanden. Som følge av redusert sur nedbør og økt pH opphørte denne kalkingen i 2006. Vannkjemien i vannet fra Evanger kraftverk vurderes derfor ikke lenger som noen trussel for laksebestanden i vassdraget. Det er likevel viktig at den pågående kontrollen av vannkjemi fortsetter for å fange opp en eventuell forverring av situasjonen.

En kan heller ikke utelukke at reguleringen har hatt andre, mindre direkte og lite målbare effekter som kan ha påvirket fiskebestandene negativt. Eksempel på slike mulig skadelige effekter er endrede vannføring- og temperaturforhold under smoltutgangen, redusert produksjon av bunndyr og endring av de hydrologiske forholdene i Bolstadfjorden og fjordene rundt Osterøy.

Da det ikke finnes sammenlignbare undersøkelser fra tiden før regulering, er det vanskelig å tallfeste i hvor stor grad reguleringen har redusert produksjonen av ungfisk og smolt i vassdraget. Undersøkelsene av ungfiskbestanden utover på 1990-tallet og fram til 2007, viser at tetthetene av lakseunger er vesentlig lavere i Bolstadelva enn i Vosso. Det er ikke kjent om de lave tetthetene i Bolstadelva skyldes effekter av regulering, eller om ungfiskproduksjonen er begrenset av andre forhold. En unormalt lav gytebestand av laks er trolig et av forholdene som begrenser ungfisktetthetene i Bolstadelva.

De kjente, negative effektene av utbyggingen synes ikke alene å kunne forklare sammenbruddet i laksebestanden. Utbyggingen påvirker kun vassdraget nedenfor Evangervatnet, og berører ikke Vosso som er det viktigste produksjonsområdet for ungfisk. Det er likevel klart at reguleringen har ført til en reduksjon av smoltproduksjonen i Bolstadelva og Teigdalselva og at dette har gjort laksebestanden mer sårbar for påvirkning av andre trusselfaktorer.

8.7 Referanser

- Berg, O.K. & Bremset, G. 1998. Seasonal changes in the body composition of young riverine Atlantic salmon and brown trout. *Journal of Fish Biology* 52: 1272-1288.
- Bjerknes, V., Golmen, L.G. & Åtland, Å. 1995. Undersøkelser av vannkvalitet og overleving av lakse-smolt i Bolstadfjorden. NIVA-rapport 3282, 47 s.
- Crisp, D.T. 1988. Prediction, from temperature, of eying, hatching and 'swim-up' times for salmonid embryos. *Freshwater biology* 19:41-48.
- Crisp, D.T. 1981. A desk study of the relationship between temperature and hatching time for the eggs of five species of salmonid fishes. *Freshwater biology* 11:361-368.
- Einum, S. & Fleming, I. A. 2000. Selection against late emergence and small offspring in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Evolution* 54:628-639.
- Elliott, J. M. 1994. Quantitative ecology and the brown trout. Oxford University Press Inc., New York. 286 s.
- Elliott, J.M. & Hurley, M.A. 1997. A functional model for maximum growth of Atlantic salmon parr, *Salmo salar*, from two populations in northwest England. *Functional Ecology* 11: 592-603.
- Fjellheim, A., Barlaup, B.T., Gabrielsen, S.E. & Raddum, G.G. 2003. Restoring fish habitat as an alternative to stocking in a river with strongly reduced flow. *Ecology & Hydrobiology* 3:17-26.
- Fjellheim, A., Barlaup, B.T. & Raddum, G.G. 1998. Oppfølgende fiskeribiologiske undersøkelser i Teigdalselva – En evaluering av tiltak for å styrke fiskebestandene. Laboratorium for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske (LFI), Bergen. Rapport nr. 100, 57s.
- Fjellheim, A., Raddum, G.G. & Barlaup, B.T. 1995. Dispersal, growth and mortality of brown trout (*Salmo trutta* L.) stocked in a regulated west Norwegian river. *Regulated Rivers: Research & Management* 10: 137-145.
- Fjellheim, A., Raddum, G.G. & Barlaup, B.T. 1994. Fiskeribiologiske undersøkelser i Teigdalselva og Bolstadelva. Laboratorium for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske (LFI), Bergen. Rapport nr. 80, 68s.
- Forseth, T., Hurley, M.A., Jensen, A.J. & Elliott, J.M. 2001. Functional models for growth and food consumption of Atlantic salmon parr, *Salmo salar*, from a Norwegian river. *Freshwater Biology* 46: 173-186.

- Godin, J.-G. J. 1982. Migrations of salmonid fishes during early life history phases: daily and annual timing. In: Proceedings of the Salmon and Trout Migratory Behaviour Symposium. E. L. Brannon & E. O. Salo (eds):22-50.
- Heggberget, T. G. 1988. Timing of spawning in Norwegian salmon (*Salmo salar*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 45:845-849.
- Jensen, A.J. & Johnsen, B.O. 1999. The functional relationship between peak spring floods and survival and growth of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*). Functional Ecology 13:778-785.
- Jensen, A. J., Johnsen, B.O. & Heggberget, T.G. 1991. Initial feeding time of Salmon, *Salmo salar*, alevins compared to river flow and water temperature in Norwegian streams. Environmental Biology of Fishes 30:379-385.
- Johnsen, G.H. & Bjørklund, A.E. 2006. Temperaturmålinger i Bolstadfjorden våren / sommeren 2006. Rådgivende Biologer AS, rapport 929, 10 sider, ISBN 82-7658-494-2.
- Kaste, Ø., Hindar, A. & Kroglund, F. 1994. Miljøtiltak for bevaring av laksen i Vossovassdraget – kalkingsplan. NIVA-rapport 2992, 23 s.
- Kroglund, F., Hindar, A., Kaste, Ø. & Rosseland, B.O. 1998. En vurdering av vannkvaliteten i Vossovassdraget i perioden 1967-1997. NIVA-rapport 3823-98, 71 s.
- Lura, H. & Sægrov, H. 1991. Documentation of successful spawning of escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in Norwegian rivers. Aquaculture 98: 151-159.
- McCormick, S.D., Hansen, L.P., Quinn, T.P. & Saunders, R.L. 1998. Movement, migration, and smolting of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 55 (Suppl. 1): 77-92.
- NOU. 1999. Til laks åt alle kan ingen gjera. Om årsaker til nedgangen i de norske villaksbestandene og forslag til strategier og tiltak for å bedre situasjonen. Norsk offentlig utredning. 1999. 297s.
- Næss, S., Kirkhorn, T. & Midtun, I. 2005. Bolstadfjordsystemet. Utbygging og hydrologiske endringer. Dokumentasjon på historisk utbygging og hydrologiske konsekvenser. Rapport fra BKK Rådgiving AS.
- Raddum, G.G. & Gabrielsen, S.E. 1999. Endringer i temperatur og vekst av fisk i Bolstadelvi etter regulering. Laboratorium for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske (LFI), Bergen. Rapport nr. 110, 31s.
- Saltveit, S.J., Halleraker, J.H., Arnekleiv, J.V. & Harby, A. 2001. Field experiments on stranding in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) during rapid flow decreases caused by hydropeaking. Regulated Rivers: Research & Management: 17: 609-622.
- Sægrov, H., Barlaup, B. T. & Lura, H. 1991. Anleggsarbeidet i Vosso vinteren 1990-91. Effekter på overleving av lakseegg. Terskelbygging ved Bulken. Silting. Regulering i anleggsperioden. -Zoologisk Museum, Økologisk avdeling, Universitetet i Bergen. 25 s.
- Økland, E., Jonsson, B., Jensen, A.J. & Hansen, L.P. 1993. Is there a threshold size regulating seaward migration of brown trout and Atlantic salmon? Journal of Fish Biology 42: 541-550.

9 Effekter av veibygging og senking av Vangsvatnet

Av Bjørn T. Barlaup & Helge Skoglund
LFI-Unifob, Universitetsforskning Bergen

9.1 Veibygging og senkingen av Vangsvatnet

I forbindelse med bygging av ny stamvei mellom Bergen og Oslo ble det på 1980-tallet og begynnelsen av 1990-tallet utført anleggsarbeid langs Vossovassdraget. For å sikre den nye veitraséen langs Vangsvatnet var det behov for å senke Vangsvatnet. Behovet for å senke Vangsvatnet sammenfalt også med tidligere planer for å redusere nær årlige flomskader på bygninger og jordbruksområder rundt Vangsvatnet. Selve flomsenkinga ble utført i perioden 1989-1991, ved at det ble utført et omfattende anleggsarbeid i utløpet av Vangsvatnet ved Bulken (Lilandsosen).

Gjennomføringen av senkingsarbeidet vinteren 1991 vakte sterke reaksjoner lokalt, og det ble fryktet at inngrepet kunne få katastrofale følger for laksebestanden som fra før var sterkt svekket. Det ble senere stilt kritiske spørsmål fra lokalt hold angående saksgangen, hvorvidt konsesjonsvilkårene var fulgt og måten anleggsarbeidet ble gjennomført på. Det ble også gjort innvendinger mot deler av forskningen som ble gjennomført i vassdraget i forbindelse med senkingsarbeidet. Kritikken ble fremsatt skriftlig av Skjærven *et al.* (1997). Med utgangspunkt i denne kritikken gjennomførte Norsk institutt for naturforskning (NINA) på oppdrag fra Direktoratet for Naturforvaltning (DN) en evaluering av mulige konsekvenser av flomsenkingen på laksebestanden i vassdraget (Thorstad *et al.* 1999). I tillegg skrev DN en betenkning med tanke på saksbehandlingen i forbindelse med senkingsarbeidet (Anon. 2000).

Da DN i ettertid gikk gjennom saken ble det konkludert med at den formelle saksgangen var blitt gjennomført på korrekt måte (Anon. 2000). Det ble imidlertid påpekt at de ferskvannsbiologiske undersøkelsene som ble utført før og under anleggsarbeidene var noe mangelfulle, og at det ikke ble funnet dokumentasjon for at konsesjonsvilkåret om ulike avbøtende tiltak for vassdragsmiljøet var gjennomført. Det ble videre uttrykt at en bedre overvåking av anleggsarbeidet kunne ha redusert noe av skadevirkningene, men at det var uklarhet om hvem som hadde ansvaret med å overvåke arbeidene.

For en mer fullstendig beskrivelse av inngrepet og konsekvensvurderingen henvises det DN-utredning 2004-7. Her gis en oppsummering av de viktigste kjente skadeeffektene av inngrepene, dvs. stranding av ungfisk, tap av gyte- og oppvekstområder for laks, og partikkelforurensing.

9.1.1 Beskrivelse av inngrepet

Arbeidet med flomsenkinga startet vinteren 1989/1990 ved at tunnelmasse ble fylt ut i utløpet. I tillegg ble det brukt rundt 4 tonn dynamitt i undervannssprengninger (Tveit 2002). Arbeidet førte til omfattende tilslamming av vassdraget som syntes langt ut i fjordsystemet (Tveit 2002), og det ble anslått at omtrent 100 000 m³ finmasse ble transportert nedover vassdraget (Skjærven *et al.* 1997).

Etter lokale reaksjoner gikk Fylkesmannen i Hordaland inn og ga pålegg om minstevannsføring under resten av arbeidet (Thorstad *et al.* 1999). I tillegg til partikkelforurensing fra løsmassene i fangdammen og fra gravearbeidet, ble det brukt 10 tonn med dynamitt for utspredning av elveløpet (Thorstad *et al.* 1999). Dette medførte utvasking av ammonium og nitritt i vassdraget i løpet av anleggsperioden.

9.2 Stranding av gytegroper og ungfisk

Arbeidet med flomsenkinga ble utført i utløpet av Vangsvatnet vinteren 1991. Det ble da lagt en stor fangdemning av løsmasser høyt oppe i utløpet, slik at anleggsmaskinene kunne komme til i elveløpet nedenfor. Dammen ble åpnet om kvelden og holdt åpen om natten for å tappe vann ut fra Vangsvatnet. Dette førte til svært store og brå døgnvariasjoner i vannføringen, der store deler av elveleiet ble liggende tørt på dagen (Skjærven *et al.* 1997). Et av forholdene som vakte reaksjoner under anleggsperioden var at de hyppige vannstandsendringene medførte stranding av gytegroper og ungfisk (Sægrov *et al.* 1991, Skjærven *et al.* 1997). Det ble også funnet større

mengder strandet ungfisk fra tre årsklasser på den tørrlagte elvebredden under arbeidene (Sægrov *et al.* 1991, Skjærven *et al.* 1997). Dette var en naturlig konsekvens av vannføringsregimet som fulgte av anleggsarbeidet, der fangdammen på utløpet av Vangsvatnet ble åpnet på kvelden og stengt på morgenen, dette gjorde ungfisken svært sårbar for stranding. Mengden av strandet fisk som ble funnet på elvebredden viser også klart at store mengder ungfisk gikk tapt og at strandingen medførte en betydelig dødelighet av ungfisk. Både i Vosso og Bolstadelva ble det målt vesentlig lavere tettheter av ungfisk i 1991 enn året før, og dette resultatet ble antatt å være en følge av økt dødelighet etter anleggsarbeidene vinteren 1991 (Sægrov & Vasshaug 1993).

Bestandsutviklingen for laksen i Vossovassdraget viser at laksebestanden opplevde en brå nedgang på slutten av 1980-tallet, og at smoltårsklassene som gikk ut fra og med 1985 trolig hadde unormalt høy dødelighet. Dette tilsier at senkingsarbeidet ikke er en av hovedårsakene til den brå bestandsnedgangen av Vossolaks (Thorstad *et al.* 1999). På den annen side viser bestandsutviklingen utover på 1990-tallet at det var nok en brå nedgang i gytebestanden i 1993 (**Kapittel 2.3.1**). Dette kan gjenspeile en ekstra høy dødelighet for årsklassene som vandret ut som smolt i 1991. Nedgangen i gytebestanden i 1993 ble av Skjærven *et al.* (1997) sett på som en bekreftelse på at anleggsarbeidene hadde svært negative følger for laksebestanden.

I tillegg til stranding av ungfisk medførte anleggsarbeidet også konsekvenser av mer varig karakter. I forbindelse med senkingen av Vangsvatnet ble det vinteren 1991 bygd en terskel over utløpet av Vangsvatnet. Før inngrepet var utløpsosen kjent som et viktig gyteområde for laksen i vassdraget. Gravearbeidet i forbindelse med senkingen og byggingen av terskelen ødela de fleste gytegroper som var gytt i området høsten 1990 og ødela samtidig mye av gyteområdet (Sægrov *et al.* 1991). En stor del av det opprinnelige gytearealet gikk tapt der hvor terskelen ble bygd, og i tillegg er et større areal gått tapt ved at bunnforholdene ble endret, slik at de ikke lenger tilfredsstiller laksens krav til gytehabitat. Dykkerregistreringer de senere årene har vist at bunnforholdene domineres av finkornete sprengmasser og sand, som gjør området uegnet for gyting. Endringen av utløpsosen har derfor medført et varig tap av dette gyteområdet. Det er naturlig å anta at tapet av dette gyteområdet har en negativ innvirkning på rekrutteringen til laksebestanden, siden det er urealistisk at tapet er kompensert for ved etablering av nye gyteområder. I laksevassdrag er det mange eksempler på at laks og sjøaure har viktige gyteplasser i utløpsosen av innsjøer. Dette er ikke tilfeldig, siden forholdene i slike utos ofte vil være spesielt gunstige med tanke på både gyting og senere oppvekstmuligheter for yngelen.

I tillegg kan en forvente at inngrepet på strekningen fra utoaset til Flagehølen medførte en varig forringelse av strekningens verdi som oppvekstområde for ungfisk. Strekningen består nå av en dyp og rett stilleflytende strekning og antas å være mindre egnet som oppvekstområde for ungfisk. Strekningen mellom utoaset og Flagehølen er om lag 700 m lang og har fra lokalt hold vært ansett som viktige oppvekstområder for ungfisk før flomsenkingsarbeidet (Thorstad *et al.* 1999).

En varig endring som følge av flomsenkinga er at middelvannstanden i Vangsvatnet er redusert. Fra lokalt hold har det blitt hevdet at senkingen har ført til synlige endringer ved at vannføringen i elva endres raskere. Elva stiger raskere ved nedbør og faller raskere igjen enn hva den gjorde tidligere (Tveit 2002). Det kan ikke utelukkes at slike endringer kan ha betydning for produksjonen av ungfisk og på forløpet av smoltutgangen. Imidlertid foreligger det ikke undersøkelser som viser i hvilken grad vannføringsregimet er endret etter senkingen av Vangsvatnet (Thorstad *et al.* 1999).

Generelt fører et omfattende inngrep som flomsenking til en rekke effekter som tildels er lite målbare. For eksempel kan reduserte bunndyrtettheter medføre næringssvikt og dårligere kondisjon hos fisk, og stress forårsaket av langvarig eksponering av partikkelforurensning kan føre til at smoltens sjøvannstoleranse reduseres (Thorstad *et al.* 1999). Slike effekter kan føre til økt dødelighet over tid og er vanskelige å kvantifisere. Det kan ikke utelukkes at senkingen førte til denne type lite målbare og uheldige effekter på fiskebestanden.

9.3 Partikkelforensning

Av Vilhelm Bjerknes

NIVA -Vestlandsavdelingen

Fra januar til september 1989 ble det lagt ut 183.000 m³ vegfylling langs Vangsvatnet fra Vassenden og 700 m øst-øst. 130.000 m³ besto av utsprengt tunnelmasse, 49.500 m³ var morene, og 3.500 m³ var løssprengt fjell og blokker. Fra januar til april 1991 ble det utført flomsikringsarbeid med utvidelse av elveløpet mellom Vangsvatnet og Flage. I alt 21.500 m³ masse ble fjernet, herav omlag 5.000 m³ løsmasse og 16.500 m³ fjell. Alle naturinngrep som medfører at løsmasser kommer i kontakt med vann vil medføre partikkelforensning. Partikler påvirker slimhinner og gjeller hos fisk. I tillegg til respirasjon har gjellene viktige funksjoner i fiskens osmoregulering, og står sentralt i forbindelse med smoltifiseringen hos laks, dvs. omleggingen av laksens fysiologiske funksjoner fra å leve i ferskvann til å tilpasse seg sjøvann. Redusert appetitt og tilvekst er vanlige effekter av langtidseksponering for moderate partikkelkonsentrasjoner. Dårlig sikt i vannet bidrar trolig også til redusert næringsopptak (Hynes 1971, Grande 1986). Partikler påvirker også bunndyr og viktige næringsdyr for fisk, både direkte og indirekte. Sedimentert finstoff reduserer permeabiliteten i substratet, og kan påvirke overleving av rogn og yngel av laks og aure, og av andre dyr som lever i substratet.

Overvåking av vannkvalitet og før- og etterundersøkelser av bunndyr er beskrevet i to rapporter som tar for seg henholdsvis vegfyllingsarbeidet langs Vangsvatnet fra januar til oktober 1989 (Bjerknes & Aanes 1990) og flomsikringsarbeidet i utløpet av Vangsvatn fra januar til april 1991 (Bjerknes *et al.* 1991 og evaluert av Thorstad *et al.* (1999)).

Det er dokumentert tørrstoffnivåer som antas å ha negativ effekt på fisk. Majoriteten av det partikulære materialet kommer fra sprengstein, som anses for å være mer aggressiv enn partikler av glasiofluvial opprinnelse. Sterkt redusert vannføring som følge av fangdammen ved Vangsvatn gjør det vanskelig å veie partikkeleksponering og ekstrem vannkvalitet som skadeårsak i forhold til uttørking og frost. Begge forhold ble forårsaket av anleggsarbeid.

Anleggsarbeidet både i 1989 og i 1991 medførte betydelig partikkelforensning, mest markert mellom Vangsvatn og Seimsvatn. Partikkelforensningen under flomsikringsarbeidet våren 1991 medførte ”betydelig redusert avkastning” iflg. EIFAC’s skala over effekter. Giftighetsgrensene både for ammonium og nitritt kan ha vært overskredet på elvestrekningen mellom Vangsvatn og Seimsvatn i perio-

der under flomsikringsarbeidet våren 1991, men dette er ikke dokumentert.

Gjennomsnittlig tørrstoffkonsentrasjon ved utløpet av Vangsvatnet i perioden januar-april 1991 var 6 ganger høyere enn gjennomsnittet i forbindelse med legging av vegfylling langs Vangsvatnet i 1989. Ved utløpet av Seimsvatn var gjennomsnittskonsentrasjonen 1,4 ganger høyere, og ved utløpet av Evangervatn like høy som i 1989. Ut fra dette er det sannsynlig at partikkeltransport og -sedimentasjon har hatt store biologiske effekter på elvestrekningen Vangsvatn-Seimsvatn.

Vannprøver fra Bolstadfjorden i mai 1989 viste høye konsentrasjoner av uorganisk tørrstoff (6,1-8,6 mg/L mellom 5 og 10 m dyp).

Bunndyrsamfunnet ved Flage (mellom Vangsvatn og Seimsvatn) var sterkt desimert etter flomsikringsarbeidet våren 1991, dels som følge av tørrlegging og frost, dels som følge av partikkeleksponering, og tetthetene utgjorde fra 1,6 til 15 % for ulike grupper i forhold til tidligere undersøkelser. Også på stasjonene lengre nede i vassdraget var reduksjonene betydelige sammenliknet med tidligere undersøkelser.

I forbindelse med flomsikringsarbeidet i utløpet av Vangsvatn i 1991 har konsentrasjonene både av ammonium og nitritt vært atskillig høyere enn under vegfyllingsarbeidet i 1989. Sprenging i fjell i forbindelse med flomsikringsarbeidet skjedde i og omkring selve elveleiet, og arbeidet foregikk på ekstremt lave vannføringer, dvs. at fortynningen var minimal. Uten å ha dekning i direkte målinger i elva nedstrøms anleggsområdet, vil vi anta at det kan ha forekommet perioder med giftige konsentrasjoner av ammonium og/eller nitritt mellom Vangsvatn og Seimsvatn vinteren og våren 1991.

9.4 Diskusjon

Anleggsarbeidet både i 1989 og i 1991 medførte betydelig partikkelforensning, mest markert mellom Vangsvatn og Seimsvatn. Partikkelforensningen under flomsikringsarbeidet våren 1991 medførte ”betydelig redusert avkastning” iflg. EIFAC’s skala over effekter. Giftighetsgrensene både for ammonium og nitritt kan ha vært overskredet på elvestrekningen mellom Vangsvatn og Seimsvatn i perioder under flomsikringsarbeidet våren 1991, men dette er ikke dokumentert.

Det ble påvist sterk reduksjon i bunndyrtetthet etter flomsikringsarbeidet, og stranding av fisk ble observert

nedstrøms Vangsvatn i forbindelse med vannstandssenkning. Det er dokumentert tørrstoffnivåer som antas å ha negativ effekt på fisk. Majoriteten av det partikulære materialet kommer fra sprengstein, som anses for å være mer aggressivt enn partikler av glasiofluvial opprinnelse. Sterkt redusert vannføring som følge av fangdammen ved Vangsvatn gjør det vanskelig å veie partikkeleksponering og ekstrem vannkvalitet som skadeårsak i forhold til uttørking og frost. Begge forhold ble forårsaket av anleggsarbeid.

Undersøkelsene før, under og etter anleggsarbeidene gir ikke tilstrekkelig grunnlag for en kvantitativ bedømmelse av effektene på laksebestanden i Vosso. Thorstad *et al.* (1999) hevder at anleggsarbeidene ikke er "...hovedårsaken til tilbakegangen, fordi tilbakegangen begynte tidligere enn en forventet effekt av anleggsarbeidene. Den sterke tilbakegangen av laksebestanden vi har sett på 1990-tallet kan være en effekt av at anleggsarbeidene virket negativt på en bestand som allerede var svekket, slik at de framskyndet en tilbakegang til det nivå laksebestanden er på i dag. Anleggsarbeidene ville i en sterk laksebestand trolig medført en forbigående effekt."

Her bør det tilføyes at arbeidet med RV 13 langs Vosso fra Bulken til Evanger og videre via Bolstad til Dale startet allerede tidlig på 1980-tallet, og pågikk kontinuerlig fram til begynnelsen av 1990-tallet. Det er bare fra den siste bolken av anleggsarbeidet at det er utført vannkjemisk og biologisk overvåking for å dokumentere mulige skader av anleggsvirksomhet. Vosso nedenfor Vangsvatnet, strandsonen langs Evangervatnet og Bolstadelva berøres direkte av vegfyllinger på flere strekninger, og vi må anta at effektene i form av partikkeltransport og sedimentasjon ved utlegging av disse vegfyllingene har vært til dels like dramatiske som det vi observerte i 1989 og 1991.

Videre har kraftutbyggingen i vassdraget, særlig det langvarige arbeidet med Evanger kraftverk (over 20 år) bl.a. bidratt med økt partikkeltransport på lakseførende strekning i anleggsperioden.

Selv om anleggsarbeidene ikke er hovedårsaken til reduksjonen i lakseproduksjon i Vosso, slik Thorstad *et al.* (1999) hevder, har anleggsvirksomhet i og langs vassdraget påvirket laksebestanden over atskillig lengre tid enn overvåkingsperioden fra 1989 til 1991. Mangel på dokumentasjon gjør det imidlertid umulig å kvantifisere mulige skader.

9.5 Samlet vurdering

I sin evaluering av de biologiske konsekvensene av anleggsarbeidene konkluderte Thorstad *et al.* (1999) med at de dokumenterte effektene av partikkelforurensing, stranding av gytegroper og fisk, og tilbakegang i bunn-dyrfauna ble antatt å ha ført til negative konsekvenser for laksebestanden i Vossovassdraget. De negative effektene kunne ikke kvantifiseres grunnet utilstrekkelige før- og etterundersøkelser. De påpekte blant annet at undersøkelsene av ungfisktettheter før og etter anleggsarbeidene var utført slik at resultatene er lite egnet til å kvantifisere skadeeffektene. Videre konkluderte Thorstad *et al.* (1999) med at skadeeffektene av anleggsarbeidet sannsynligvis ikke var en av hovedårsakene til den store tilbakegangen av laks i Vossovassdraget. Dette ble begrunnet med at tilbakegangen for bestanden begynte tidligere enn forventet effekt av anleggsarbeidene. Samtidig ble det påpekt at inngrepet fant sted på et uheldig tidspunkt da laksebestanden var sterkt redusert.

Skadeeffektene av anleggsarbeidet vil i hovedsak være størst for ungfiskbestanden i Vosso, mens konsekvensene for ungfisken i Bolstadelva sannsynligvis var mer moderate. Vosso, mellom Vangsvatnet og Evanger, er den lengste elvestrekningen og er også den som bidrar klart mest til smoltproduksjonen i vassdraget. En vesentlig nedgang i ungfiskbestanden her vil derfor medføre en betraktelig nedgang i smoltproduksjonen totalt for hele vassdraget. I en normal bestandssituasjon skulle en forvente at en svekkelse av ungfiskbestanden som følge av et slikt inngrep bare ville medført en forbigående effekt for bestanden. Dette henger sammen med at en stor del av dødeligheten på ungfiskstadiet er tetthetsavhengig (Gee *et al.* 1978, Solomon 1985, Elliott 1994, Chaput *et al.* 1998, Jonnson *et al.* 1998). Når tettheten av ungfisk er svært lav vil det være liten konkurranse om territorier, og vekst og overlevelse for den enkelte yngel vil da være høy. Under vanlige omstendigheter vil derfor laksebestander ha et stort potensial for å hente seg inn igjen etter en midlertidig bestandsnedgang (Solomon 1985).

Til tross for at effektene av senkingen på ungfiskbestanden var midlertidige og bare rammet et fåtall årsklasser, fant inngrepet sted på et tidspunkt der laksebestanden var svært sårbar. Innsiget av gytefisk hadde allerede vært på et historisk lavmål de siste årene før inngrepet, noe som viser at laksebestanden hadde vært utsatt for uvanlig høy dødelighet på en eller flere av livsstadier. En

ytterligere økning i dødeligheten i flere av årsklassene i denne kritiske perioden bidro trolig til å forsterke den negative bestandsutviklingen. I denne sammenheng kan det påpekes at den økte dødeligheten av ungfisk som fulgte av senkingen sammenfalt i tid med flere andre trusselfaktorer. Forsuringssituasjonen ble vurdert som mest alvorlig på første halvdel av 1990-tallet og lakselusangrep på utvandrende smolt er også vurdert som en trussel i denne perioden. En liten gytebestand forårsaket av unormalt lav sjøoverlevelse som følge av forsuring, lakselusangrep eller andre forhold ville blitt ytterligere redusert om antallet utvandrende smolt var lavt grunnet senkingen. Årsklassene som ble påvirket av senkingen gikk ut som smolt fra 1991 og en unormalt lav overlevelse for disse årsklassene gjenspeiles trolig i nedgangen i gytebestanden som ble registret fra og med 1993. På begynnelsen av 1990-tallet økte innslaget av oppdrettslaks og siden 1993 har oppdrettslaksen dominert i stamfisket. Svekkelsen av både ungfisk- og gytebestanden som fulgte av senkingen kan ha gjort det lettere for avkom av oppdrettslaks å etablere seg, og dermed ha økt gytesuksessen til oppdrettslaksen.

Når en samlet tar i betraktning både omfanget av strandingen og det uheldige tidspunktet for inngrepene, vurderes det som sannsynlig at de negative effektene av anleggsarbeidet er en av faktorene som har bidratt til den kritiske situasjonen for Vossolaksen utover på 1990-tallet og fram til idag.

9.6 Referanser

- Anonym. 2000. Gjennomgang av saksbehandlingen i forbindelse med flomsikring i Vossovassdraget. Direktoratet for naturforvaltning, Juni 2000. 12 s.
- Bjerknes, V. & Aanes, K. J. 1990. Anleggsarbeid på RV 13 ved Bulken i Voss kommune. Effekter på vannkvalitet og bunndyr. NIVA rapport nr. 2428. 56 s.
- Bjerknes, V., Aanes, K. J. & Bækken, T. 1991. Flomsikring av Vangsvatn. Miljøvirkninger av anleggsarbeid. NIVA rapport nr. 2676. 38 s.
- Chaput, G., Allard, J., Caron, F., Dempson, J.B., Mullins, C.C. & O'Connell, M.F. 1998. River-specific target requirements for Atlantic salmon (*Salmo salar*) based on a generalized smolt production model. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 55: 246-261.
- Elliott, J. M. 1994. Quantitative ecology and the brown trout. Oxford University Press Inc., New York. 286 s.
- Gee, A.S., Milner, N.J. & Hemsworth, R.J. 1978. The effect of density on mortality in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). Journal of Animal Ecology 47: 497-505.
- Grande, M. 1986. Virkning av partikler på fisk. I: Nicholls, M. & A. H. Erlandsen. Foredrag fra seminar 22. og 23. mai 1986, Dombås, Norge, s. 71-91. Norsk Limnologiforening.
- Hynes, H.B.N. 1971. The Biology of polluted Waters. Liverpool University Press. 202 pp.
- Jonsson, N., Jonsson, B. & Hansen, L.P. 1998. The relative role of density-dependent and density-independent survival in the life cycle of Atlantic salmon *Salmo salar*. Journal of Animal Ecology 67: 751-762.
- Skjærven, K., Birkeland, L., Andersen, K., Skorve, A. & Skorve, O.K. 1997. Notat om skadeverknader frå flaumsenkinga av Vangsvatnet. Voss 10.06.96. Rev. 08.01.97. 30 s.
- Solomon, D.J. 1985. Salmon stock and recruitment, and stock enhancement. Journal of Fish Biology (Suppl. A): 45-57.
- Sægrov, H., Barlaup, B. T. & Lura, H. 1991. Anleggsarbeidet i Vosso vinteren 1990-91. Effektar på overleving av lakseegg. Terskelbygging ved Bulken. Silting. Regulering i anleggsperioden. -Zoologisk Museum, Økologisk avdeling, Universitetet i Bergen. 25 s.
- Sægrov, H. & Vasshaug, Ø. 1993. Tettleik av ungfisk i Bolstadelva og Vosso, Hordaland fylke, 1988-1991. Fylkesmannen i Hordaland – Miljøvernavdelinga. Rapport nr. 4/1993, 12 s.
- Thorstad, E. B., Heggberget, T. G. & Økland, F. 1999. Biologisk evaluering av anleggsarbeider i Vossavassdraget 1989-91 med hovedvekt på laks. Norsk institutt for naturforskning. 29 s.
- Tveit, L. 2002. Driftsplan for Vossovassdraget.

10 Vossolaksens betydning for kultur, livskvalitet og økonomi i fortid, nåtid og framtid

Av Kristin Hoelting, Fulbright stipendiat ved Universitetet i Bergen

Dette forskningsarbeidet ble utført i 2007 og 2008 ved Unifob og finansiert av et Fulbright stipend. Jeg er tatt opp som Masterkandidat ved Universitetet i Washingtons School of Marine Affairs, og jeg har min bakgrunn fra et fiskesamfunn i sørøst Alaska hvor laksefiske fortsatt gir et viktig kulturelt og økonomisk grunnlag for lokalsamfunnet. Jeg deltar selv i dette laksefiske om sommeren. Jeg ble interessert i å studere villaksen i Norge på grunn av at avstamningen min er i fra Hordaland fylke. Jeg lærte norsk for å gjennomføre intervjuene for dette prosjektet.

Jeg vil takke alle de som var villige til å bli intervjuet for bidragene sine og sitt gode selskap. En spesiell takk til Eirik Normann, Monika Haugland, Geir Ove Henden og Roar Ektvedt for hjelpen med å avtale intervjuer, til Magnar Helland for hjelpen med spørreundersøkelsen til ungdom, og til Ingebrigt og Ingolf Gammersvik og Halstein Leiren for at de ønsket meg velkommen. Takk til min veileder i Norge, Bjørn T. Barlaup, og alle de andre på LFI-Unifob for veiledningen og selskapet. Takk til Diane Sandvik og Ole Sandven for hjelpen med teksten. Takk til Mark Wolf-Armstrong, antropolog og tidligere president og CEO for Restore America's Estuaries, for hans tanker og kommentar om kapittelet, og til Marc Miller, antropolog og professor ved Universitetet i Washington School of Marine Affairs for kommentar og tanker gjennom dette året. Og tusen takk til Fulbright Foundation for finansiering av prosjektet.

10.1 Sammendrag

Dette etnografiske forskningsprosjektet har hatt som mål å undersøke viktigheten av Vossolaksen for mennesker og samfunn langs laksens vandringsrute fra elv og videre ut gjennom de indre og ytre fjordområdene. Undersøkelsene har fokusert på laksens bidrag til kulturelle verdier, livskvalitet og økonomi i fortid, nåtid og framtid. Spørreundersøkelser og intervjuer med laksefiskere og grunneigere ble brukt til å samle inn og

systematisere personlig meninger om viktigheten av Vossolaksbestanden. I tillegg ble det samlet inn informasjon om lokalt engasjement og interesse for tidligere og pågående restaureringstiltak. Både intervjuene og spørreundersøkelsene viste at å bygge opp bestanden av Vossolaks er sett på som veldig viktig langs hele vandringsruten. Resultatene viser også at mange ser et stort potensial når det gjelder Vossolaksens mulige framtidige bidrag til lokal kultur og økonomi dersom man lykkes med restaureringsarbeidet. Dette synet er særlig utbredt for folk bosatt langs elva og i det indre fjordområdene. Samtidig har folk blitt desillusjonert gjennom de siste 15 årene, og resignert i forhold til at både laksen og kulturen rundt laksefiske er borte. Resignasjonen kommer av følelsen av at tidligere tiltak for å bevare Vossolaksen har vært uten støtte eller har vist seg å være mislykket. I tillegg kan resignasjonen knyttes til bekymringen for at kunnskap rundt laksefiske ikke er overført til yngre generasjoner idet bestanden er nær utryddet. De som er engasjert i å bygge opp bestanden gjennom ulike restaureringstiltak har et mer positivt syn enn de som ikke er involvert i slikt arbeid. Men mange av de som sa at de hadde resignert ville gjerne bli overbevist om at det var grunn til å se mer optimistisk på situasjonen. Det er også et voksende håp knyttet til nyere forskning og et styrket samarbeid mellom villaks- og havbruksinteresser i Nordhordland som arbeider mot et felles mål om å redde Vossolaksen. Noen faktorer som ble nevnt som viktige for framtiden til Vossolaksen var, 1) at ungdommen engasjerer seg i restaureringstiltak, og 2) at restaureringsarbeidet baseres på et utvidet samarbeid mellom ulike interessegrupper.

10.2 Innledning

Gjennom sine naturlige utbredelsesområder, har de ulike artene av stillehavslaks og den atlantiske laksen representert viktige økonomiske, økologiske og kulturelle verdier. Fra de tempererte skogene langs de nordlige delene av Stillehavskysten til Norskekysten har den årlig tilbake-

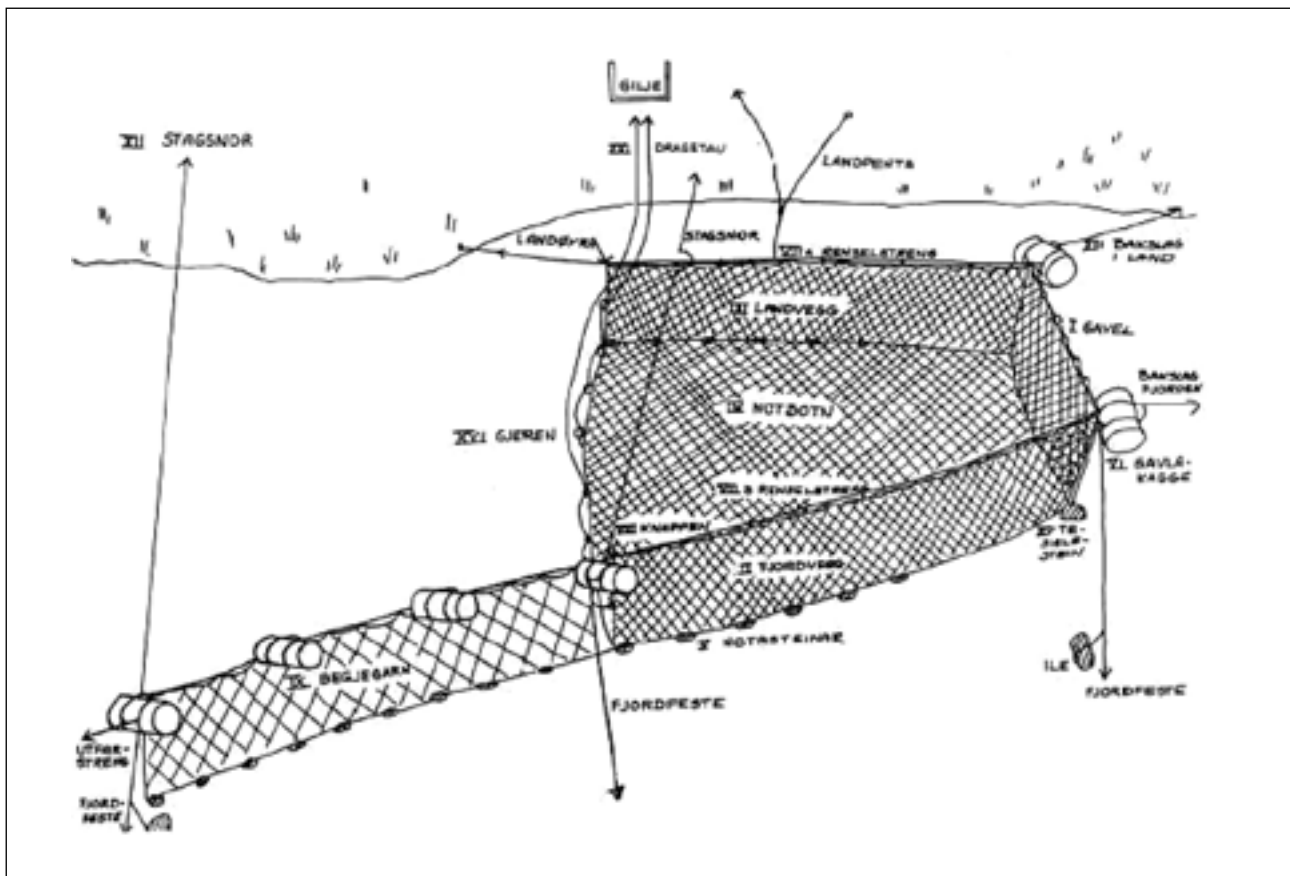
vandringen av laks vært viktig for bosetningene i de nordlige områdene. Urfolk som stammer fra den nordvestlige delen av Amerika fikk en vesentlig del av sin mat fra laksen, og også i Norge utgjorde laksen en næringskilde som var viktig for det opprinnelige bosetningsmønsteret. (Berg, s. 13). I Norge utviklet laksen seg fra å være en lokal matvare til handelsvare i regionale og internasjonale markeder. Dette startet 1700-tallet og muligens tideligere (Eggum, s. 49).

I de siste århundrer har en i Norge sett en stadig utvikling av nye fiskemetoder og etableringen av en sportsfiskeindustri med sterke økonomisk og kulturelle røtter. Vossovassdraget var en viktig lakseelv, og var kanskje den mest kjente norske lakseelv blant engelske og amerikanske fluefiskerne. Det var ikke den store mengden laks som gjorde den berømt slik som Altaelva og Tanaelva i Nord-Norge; det var heller den store størrelsen til Vossolaksen, med en gjennomsnittsvekt på over 10 kg. Yrkesfisket i fjordområdene utenfor vassdraget skilte seg også ut i form av den tette konsentrasjonen av laksegiljer, som enten var bygd opp på fjordsiden eller ute i strømmene (se bildene under).



En gilje er et høy punkt som fiskere kan sitte på for å få et godt overblikk over noten. Når fiskeren ser at laksen går inn stenges noten og laksen er fanget. Det var først på 1920- og 30-tallet at fiskerne begynte å bygge vegger og tak på giljene sine slik som denne giljen ved Stamnes (Gammersvik 1984). Venstre bildet: Eirik Normann 'steiner' sitjenota, med gilje i bakgrunn. Høyre bildet: Gilje bygd over strømmen.

FOTO: KRISTIN HOELTING



Fisken som satte på giljen hadde god oversikt over laksene som kom inn i noten under giljen. En sitjenot er en aktiv fiskeredskap som forutsetter at fiskerne er på vakt og aktivt utløser en mekanisme som ved hjelp av et steinlodd sørger for at inngangen på noten heves slik at noten stenges etter at fisken har svømt inn i nota (se **Figur 10.1**).

Etter bestandssammenbruddet for Vossolaksen på slutten 1980-tallet og fredningen av laksefiske inne i fjordene og i elva etter 1992, har kulturen og livsstilen til samfunnene langs vassdraget og fjordene forandret seg mye. Dette forskningsprosjektet har hatt som mål å forstå og beskrive noe av livsstilen og de kulturelle og økonomiske verdiene knyttet til Vossolaksen. Hvor viktig er Vossolaksen for folk som bor langs Vossovassdraget og fjordene i dag? Hvordan er lokalsamfunnene engasjert i tiltak for å bygge opp bestanden, og hvor håpefulle er de i forhold til at aktuelle tiltak kan lykkes? Er livsstilen og de kulturelle verdiene knyttet til Vossolaksen viktig nok til at folk fremdeles er interessert og engasjert 15 år etter fredningen av fisket i elva og de indre fjordområdene og et generelt redusert fiske langs kysten?

Informasjon for å bestemme hvilket forhold lokale fiskere og grunneiere har til Vossolaksen ble samlet inn ved å gjennomføre muntlige intervjuer. Synspunkter og meninger fra intervjuene har vært benyttet for å beskrive nåtidens engasjement og interesse for restaurering av Vossolaksen. Uttalelsene i intervjuene i de tre ulike kassustudielokalitetene blir diskutert og sammenlignet, i tillegg til resultater fra en spørreundersøkelse av laksefiskere og grunneiere langs vassdraget. Det er å håpe at disse resultatene skal bidra til en meningsfull kontekst for restaureringsarbeidet som i dag er i gang for å bygge opp Vossolaksbestanden. I tillegg har beskrivelsen av de sosiale dimensjonene knyttet til bestandsutviklingen for Vossolaksen en generell relevans for andre reetableringsprosjekter for laks både i Norge og resten av verden.



Overblikk over sitjenota fra gilja.

FOTO: KRISTIN HOELTING

10.3 Metoder

10.3.1 Intervjuer

For å beskrive hva Vossolaksen betyr for folk som bor langs Vossovassdraget, er det utført 21 muntlig historieintervjuer (Ritchie 2003) av grunneigere og tidligere og nåværende laksefiskere i området. Intervjuene fant sted fra januar til april 2008, og ble gjort på norsk.

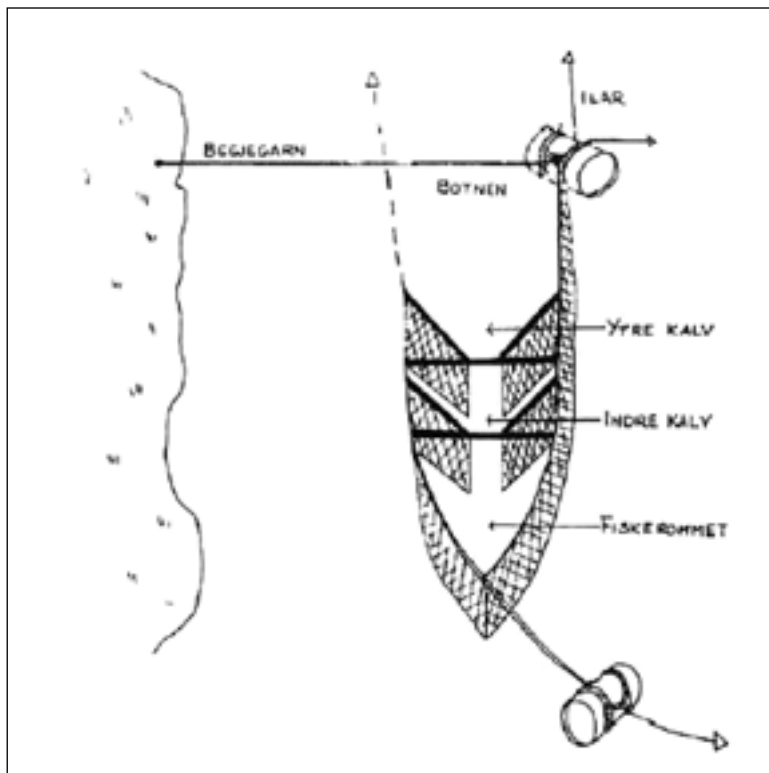
Hovedlokalitetet for studiene var Stamnes og nærområdene i Veafjorden, Osterfjorden og Bolstadfjorden. Tolv fiskere og grunneigere ble intervjuet fra Furnes, Stamnes, Kallestad og Gammersvik. Andre studielokaliteter inkluderte Vosso, hvor fire grunneigere og fiskere ble intervjuet fra Voss, Bulken og Bolstad, og Øygarden/Fjell/Sotra-området, med fem intervjuer fra Hellesøy, Turøy, Vik, Toft og Lokøy (se **Figur 10.2**). Intervjuene

var semi-strukturert; intervjuobjektene skulle beskrive sine erfaringer og opplevelser med laksefiske og forandringene de observerte i industrien og samfunnene sine knyttet til laksefiske. I tillegg skulle de fortelle om sine perspektiver angående situasjonen for Vossolaksen og restaurerings tiltakene som er igangsatt. De fleste intervjuene fant sted hjemme hos intervjuobjektene, men med noen intervjuer på kontoret eller over telefon. Alle intervjuene ble tatt opp på diktafon og transkribiert.

De første intervjuobjektene ble kontaktet gjennom lokalekjente fra de ulike områdene som er involvert i Vossoprosjektet. Disse intervjudeltakerne anbefalte en lang liste med andre som hadde vært engasjert i laksefiske enten som fiskere eller grunneigere, og i tilfellet med Øygarden, noen som hadde fortsatt med kilenotfiske (se **Figur 10.3**) etter laks i sommersesongen fram til denne undersøkelsen ble utført.



Figur 10.2. Vandningsrutene til Vossolaksen forbi de 4 geografiske områdene brukt i spørreundersøkelsen: Voss/Bolstad (elv), Stamnes-området (indre fjord), midtre fjord og Øygarden/Fjell/Sotra (kyst).



Figur 10.3. Kilenot er en av de viktigste laksefiskeredskapene som er i bruk i Norge. Den ble utviklet på 1820-tallet basert på eldre fiskemetoder (Berg 1986, s. 13, NOU, s. 49). Laksen følger et ledegarn og blir lurt inn gjennom noen åpninger (kalver) til et indre rom hvor den ikke kan finne veien ut (Etter Gammersvik 1984, s. 64).

10.3.2 Intervju med oppdretere

Det ble også gjort noen intervjuer med lakseoppdrettselskaper angående situasjonen i Vossovassdraget. Intervjuene var semi-strukturert, med spørsmål angående intervjuobjektens erfaringer med lakseoppdrett og annen laksefiskeindustri, forandringer de hadde sett i både akvakultur og situasjonen til villaksen, og perspektivene sine på restaurering av Vossolaksen i dag. Kontakt med deltakerne ble tatt gjennom Nordhordland Fiskehelsenettverket, og alle de som ble intervjuet jobber hos et av medlemsselskapene. Intervjuene fant sted på kontorene til intervjudeltakerne, og ble tatt opp på diktafon og transkribert (for en liste av de som ble intervjuet, se **Appendiks A**).

10.3.3 Spørreundersøkelser

Fiskere og grunneigere

En kort spørreundersøkelse ble også sendt rundt for å understøtte intervjuene. Spørreundersøkelsen ble gitt ut til medlemmer i Hordaland Grunneigar- og Sjølaksefiskarlag, Bolstadelva Grunneigarlag, Vangsvatnet Grunneigarlag og Voss Jeger og Fiskarlag, i tillegg til de opprinnelige intervjudeltakerne. Spørreundersøkelsen fokuserte på personlig kunnskap om og engasjement i restaureringstiltakene, synspunkter om hvor mulig og hvor viktig det er å bygge opp Vossobestanden, og personlig meninger om Vossolaksens viktighet angående økonomi og natur- og kulturopplevelser i deltakernes lokalsamfunn. I alt ble 40 skjema fylt ut og sendt tilbake, inkludert 15 fra de opprinnelige intervjudeltakerne, og 25 fra andre.

Resultater fra spørreundersøkelsene er skiltet i 4 geografiske områder langs vandringsruta for Vossolaksen: Elv, indre fjord, midtre fjord og kyst. (se **Appendiks B** for en detaljert liste av alder, kommunen og hovedarbeid til de som deltok i spørreundersøkelsen).

Ungdommer

At de yngre generasjonene har mistet interesse og kunnskap om laksefiske var ofte et tema i intervjuene. For å vurdere forskjellene i perspektiv mellom de eldre og yngre generasjoner ble en kort spørreundersøkelse gitt ut til alle elevene fra Stamnes-området som gikk i 8. og 9. klasse på Dale Barne og Ungdomsskule. Spørreundersøkelsen spurte hva elevene visste om restaureringstiltak og hvor viktig de synes Vossolaksen har vært og er for lokal kultur, økonomi og naturopplevelser i fortiden, i dag og i framtiden. I alt ble 15 svar returnert, inkludert 11 elever som hadde en eller flere laksefiskere i familien og 4 som ikke var i slekt med noen laksefiskere (se **Appendiks C** for en liste over alder og hvor ungdommene kom fra i Stamnes-området).

10.4 Resultater og diskusjon

10.4.1 Økonomisk viktighet

“Det var nok viktig, men vart jo mindre og mindre viktig, det var då viktigare tidlegare. No var det jo meir som hobby sjølv om det gav inntekt. Og det gav inntekt til dei som fiska, og det gav inntekt til dei som eidge plassen, for dei hadde sin del. Og så butikken, altså handel, dei kjøpte fisken og henta fisk på giljene.”

-Knut Helge Kulshammar, Stamnes

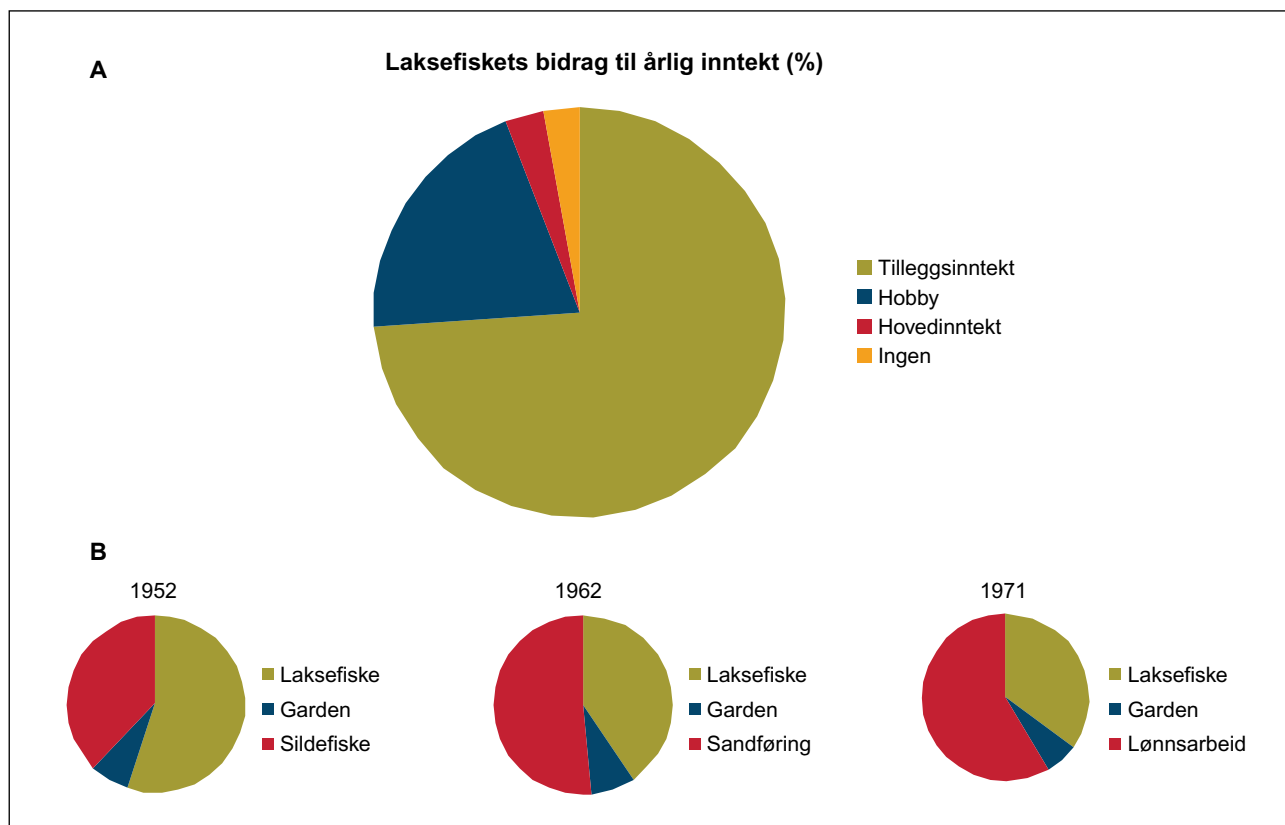
“Den tida når eg vaks opp, så var laksefiske eit vesentleg bidrag til at folk kunne bu her i det heile tatt. For dei hadde desse småbruka med nokre sauer og ei ku, så dreiv dei å dyrke poteter og grønsaker, og så var det sildefiske om vinteren, så fiska dei laks om sommeren, og hummar om høsten. Men laksen var hovudinntekta den tida. Hovudgrunn til at det i det heile tatt kunne bu folk her.”

-Kåre Sæle, Øygarden

Vandringsruta til Vossolaksen er en av de lengste i Norge. Innvandringen fra kysten starter i fjordsystemet ved Fedje og Øygarden, og fortsetter videre innover gjennom de forskjellige ytre fjordene (Hjeltefjorden, Herdlefjorden and Radfjorden), de indrefjordene rundt Osterøy (Sørfjorden, Veafjorden og Osterfjorden) og til slutt inn i Bolstadfjorden og opp gjennom elvestrekninngene med tilgjengelig gyteområder på den 35 km lange strekningen fra Bolstad til Voss (se kartet over utvandringsruta i **Figur 10.2**). Samfunnene langs hele denne innvandringsruta fangstet på Vossolaksen som svømte forbi, og utøvelse av både yrkesfiske og sportsfiske gav et stort bidrag til årsinntekten. Fiskere og grunneigere som deltok i spørreundersøkelsen skulle beskrive hvor viktig bidraget fra laksefiske hadde vært for inntektene sine. Av de som svarte, svarte 74 % at villaksefiske var en sideinntekt, 20 % at det var en hobby, 3 % at det var hovedinntektet, og 3 % at det hadde ingen betydning for inntekten (se **Figur 10.4**).

10.4.2 Laksefiske som bidrag til inntekt på Stamnes på ulike tidspunkt

I indre del av fjorden og i elva var fiskerne helt avhengig av Vossolaksen, fordi det var den mest tallrike laksebestanden som vandret forbi disse områdene. Som **Figur 10.4b** illustrerer har laksefiskets bidrag til inntektene på Stamnes minnet gradvis gjennom den andre halvdel av 1900-tallet. Fra og med 1980 og 90-tallet hadde de fleste funnet annet arbeid, og de som fortsatte med laksefiske var for det meste enten pensjonister eller skoleungdommer som ikke var avhengige av laksefiske som en viktig



Figur 10.4. Øverste figur viser resultater fra spørsmålet “Hvor viktig har laksefiske vært for inntekten din?” som ble stilt til fiskere/grunneiere i spørreundersøkelsen. 4b. De nederste figurene viser gjennomsnittsbidraget av laksefiske til lokale husholdninger på Stamnes på tre forskjellige tidspunkt. De nederste figurene er gjengitt etter Ågot Gammersvik, figur 101, s.234.

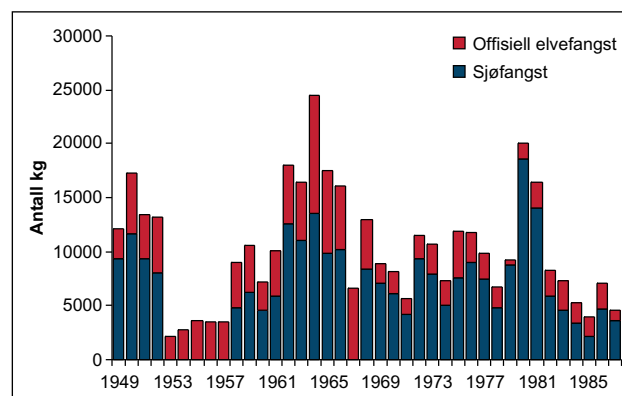
inntekt. Som Olav Gammersvik beskrev, “Når det var mindre fisk, sant, så vart interessa mykje mindre... Dei som eigde lakseplassane, dei gav seg å fiska sjølv... Så var ein del skuleungdom her som blei interessert i å fiska laks.” En skuleungdom kunne tjene bra penger i løpet av sommeren på laksefiske, men yrkesaktive som hadde en familie å forsørge kunne ikke bruke tid på å fiske laks isteden for å bruk tid på sin faste jobb.

Denne endringen bort fra at laksefiske var en vesentlig del av den årlige inntekta skjedde på grunn av flere faktorer. Hovedfaktoren var at fiskeressursen ble dramatisk redusert på slutten av 1980-tallet, men før dette sammenbruddet i bestanden var laksefiske allerede mindre viktig for økonomien. Byggingen av nye og bedre veier gjorde tilgjengeligheten for nytt arbeid større. Som Olga Farestveit forklarte, “vi hadde jo Dale fabrikk, og det var ein del folk som jobba der, sant. Og etter kvart ... så vart det meir veier, og så vart det meir bilar og så kunne folk reise lenger vekk for å få seg et arbeid ... til Voss og til byen og sånt, alt dette der vart meir tilgjengeleg.”

Den minkende prisen på villaksen i markedet, på grunn av økt tilbud av oppdretslaks, var også en faktor som gjorde laksefiske mindre interessant som arbeid. Helge

Furnes forklarte at “det er jo klart det at oppdrettarane kom jo snart inn på markedet i Norge, og då veit du seig jo prisen radikalt.” Men Helge og andre sier at den dramatiske reduksjonen i selve lakseinnslaget var hovedfaktoren.

Figur 10.5 viser fangstene i elva og det indre fjordområdet fra 1949 til sent på 1980-tallet. Bestandssammenbruddet skjedde først på slutten av 1980-tallet.



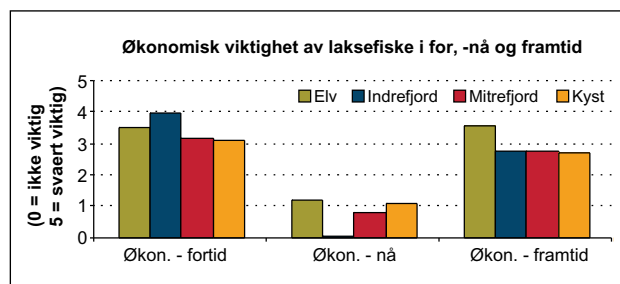
Figur 10.5. Sammenstilling av fangster fra fjordene i Stamnes-området og fangster fra vassdraget. Tallygrunnlaget for figuren er den offisielle fangststatistikken for Vossovassdraget og kvantum av laks omsatt av Stamnes Handelslag. For årene 1953-57 og 1967 finnes det ikke data fra sjøfangst. Gjengitt fra Barlaup & Skoglund, 2004.

Som mange av de som ble intervjuet gjorde oppmerksom på, så var de økonomiske tapene etter at Vossolaksen forsvant store. Tidligere tjente elvegrunneiere godt på utleie av strekningene sine til sportsfiskere, ofte fra Storbritania eller U.S.A. To Amerikanske sportsfiskere skrev en historie om en tur til Bolstadøyri på 1960-tallet. De leide både overnatting og fiskerettighetene, og skrev at “for seks folk i en uke kostet det \$4,200 som inkluderte alt untatt alkohol og kleppere.” (Bissel 1972, s. 11-12, egen oversetning). Bolstadøyri var kanskje den mest berømte elvestrekningen i Vossovasdraget². I dag er det kalkulert at samfunnet taper i størrelsesorden 20-30 millioner kroner hvert år som følge av at Vossolaksen er borte (Ullaland *et al.* 2004).

Fiskere i de midtre fjordområdene, slik som Askøy, Meland, Bergen og Osterøy kommuner, fisket på en blanding av laks fra Vosso, Daleelva, Ekso og andre laksebestander som vandret forbi. Kystfiskerne som bodde i de ytterste delene av fjordsystemet hadde et viktig forhold til Vossolaksen, selv om de fikk fisk i nøtene sine som stammet fra mange forskjellige elvesystemer.

Avhengig av hvor de var lokalisert og perspektivet deres, sa noen av kystfiskerne som ble intervjuet at de ikke hadde noe spesielt forhold til Vossolaksen. Samtidig sa andre at de lett kunne skille den uvanlig store Vossolaksen fra annen laks i fangstene. Som en av kilenotfiskerne fra Øygarden kommune, Kåre Sæle, beskrev, “Vossolaksen, var hovedgrunnlaget for laksefiske her... Vossolaksen var den viktigaste bestanden som me hadde å fiska på.” En annen kilenotfisker fra Øygarden, Ole Vik, var enig at Vossolaksen var en del av fangsten, men sa at “vi er ikkje så avhengig av Vosso her hos oss. Her ute med havet... andre stammer kjem sør i frå, det er akkurat som etter straumane det veit du... Det varierar voldsomt kor laksen kjem frå.”

Forskjellen i den økonomiske viktigheten av Vossolaksen fra de ulike områdene var synlig i svarene på spørreundersøkelsen. Den historiske økonomiske viktigheten ble oppfattet som høyest for de som kom fra de indre fjordområdene og langs elvestrekningene, mens det høyeste potensialet for økonomisk betydning av laksefiske i framtiden ble rapporterte fra folk bosatt langs elva (se **Figur 10.6**).



Figur 10.6. Resultater fra spørreundersøkelsen som viser hvordan den økonomiske betydningen av Vossolaksen varierer over tid og mellom de ulike geografiske områdene langs vandringsruta.

Det er interessant at svarene fra de indre fjordområder, inkluderte de fra sitjenotfiskerne fra Stamnes-området, var mest klare på forskjellene mellom den historiske økonomiske betydningen av fisket etter Vossolaks og den økonomiske viktigheten i dag, som de rangerer nær null. Dette står i kontrast til svarene fra de andre områdene hvor de vurderer at laksen i dag også har en viss verdi. Kanskje dette kan forklares med at fiskerne fra områdene lengre ute i fjorden og langs kysten fremdeles ser noe laks som går forbi, og selv om det ikke er Vossolaks, er det kanskje en oppfatning om at laksefiske generelt ikke er helt borte.

I tilfellet for elveområdet er oppfatningen av den økonomiske nedgangen også noe mindre dramatiske enn for de indre fjordområdene. Dette er kanskje forbundet til et større håp for framtiden; fiskere og grunneigere langs elva svarte mer positivt om den potensielle økonomiske viktigheten av Vossolaksen i framtiden sammenliknet med de fra de andre områdene. Det er også interessant å notere at den økonomiske viktigheten av Vossolaksen langs elva faktisk var rangerte litt høyere for framtidspotensialet enn sammenliknet med viktigheten i fortiden, noe som står i kontrast til de andre områdene som svarte at den økonomiske viktigheten blir mindre i framtiden enn det var historisk sett.

¹Fiskeguider heter ofte ‘klepper’ i Hordaland, etter den kleppen, en krok som ble brukt til å få fisken på land til slutt. Åsmund Eknæs beskrev en klepper: “Denne personen var alltid ein nordmann, og han var den viktigaste støtta fiskaren hadde ute på elva. Klepparen skulle ro, men ikke bare ro, men ro på ein måte at dei kom over dei beste fiskeplassane i den rette vinkelen og med passeleg fart. Når det var fisk på, måtte klepparen få fiskaren inn til land på den besten staden og stå klar til å kleppe laksen når han var teken inn til land.” (Eknæs 1979, s. 138-139).

²Vossoelva dukker opp ofte i internasjonale sportfiske litteratur, og de 3 kilometer strekningen som heter Bolstad er ofte i hovedfokus (se Berntsen 1990, Bissell 1972, Schwiebert, 1984).

10.4.3 Viktigheten for kultur og livstil

“[Laksefiske] var vel nesten det viktigaste når det gjaldt kultur og kva folk snakka om, så var det vel nesten det viktigaste. Det var det. Og økonomisk og. Så butikken her nede. Butikken hadde jo veldig god inntekt på det, og ikkje berre at dei hadde god inntekt på laksen, men dei fekk levera veldig mykje utstyr – oljeklede, streng og mat og... Så det betydde grådig mykje for heile bygda.”

- Ola Kvamme, Stamnes



Helge Furnes forteller om den gamle redskap som tidligere var i bruk i de indre fjordområdene. FOTO: KRISTIN HOELTING

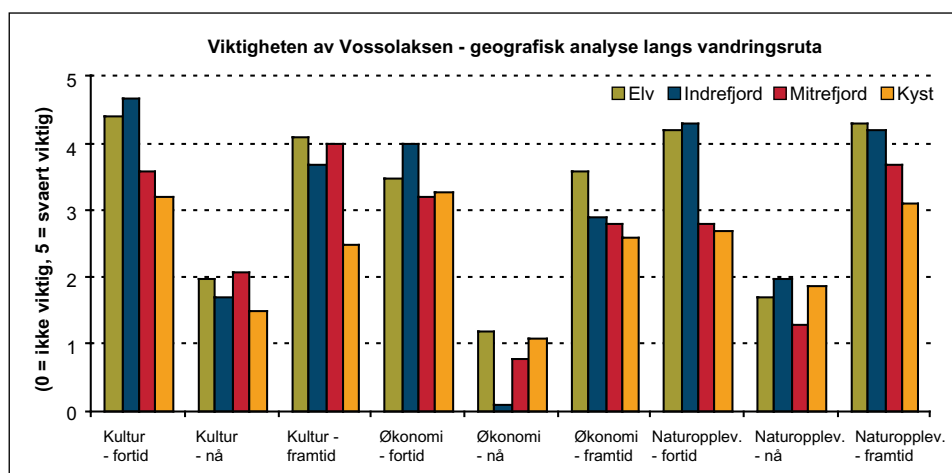
Knut Helge Kulshammar, en sitjenot fisker fra Stamnes, forklarte, var det tydelig hvor viktig laksen var for kulturen på Stamnes.

”[Laksen] var nok veldig viktig, men då trur eg rett og slett folk ikkje var bevisst på kor viktig han var for kulturen. For då var slik kvart år, sette det ut, altså det var ikkje noko som folk snakka om på annan måte, heller kor mykje fisk får me? Kva skal me gjera når me lagar nota til? Skal me snu lite grann på ho slik at det er betre sjanse for å komma betre til på straum? Kor tidleg skal me begynna? Har de høyrd noko om da er fisk ute med kysten...? Men du veit det var jo ein vesentleg del av dagleglivet her i bygda og dermed var da jo ein kultur.”

Det var noen fiskere som uttalte at det som var viktigste med laksefiske var rett og slett det å tjene penger, inkludert 95 år gammel Ingolf Gammersvik som begynte å fiske på 1930-tallet da laksefisket fremdeles var en hovedinntekt for mange folk i samfunnet. Han sa at laksen var, “i grunn inntekta for folk. Det var det som var viktig.” Men selv om de økonomiske verdiene var de viktigste, beskrev han også sin personlige interesse i fiske, og sa, “dette der å sjå 8-10 laksar som kjem symjande inn i nota, det er ei oppleving for livet.” Om den kulturelle verdien av laksen var en hovedverdi for samfunnene langs vandringsruta for Vossolaksen eller ikke, er det klart at livstilen i området forandret seg betydelig etter at bestanden brøt sammen.

Den økonomiske viktigheten av Vossolaksen er relativt enkelt å måle, men hvordan laksen bidrar til kulturen og livsmåten/livsstilen til lokalsamfunnene er mindre konkret og derfor vanskeligere å kvantifisere. Det er ikke desto mindre klart fra intervjuene og spørreundersøkelsene at Vossolaksen har en verdi ut over penger for folk som bor langs vassdraget og innvandringsruta for laksen. Som

For å prøve å måle den oppfattede kulturelle viktigheten av Vossolaksen, ikke bare i fortiden men også i dag og i framtiden, skulle deltakerne i spørreundersøkelsen svare på hvor viktig Vossolaksen var og er for kulturen, økonomien og naturopplevelsene i lokalsamfunnene deres. Alle svarene er presentert i **Figur 10.7** (inkludert de samme svarene om økonomisk viktigheten fra **Figur 10.6**).

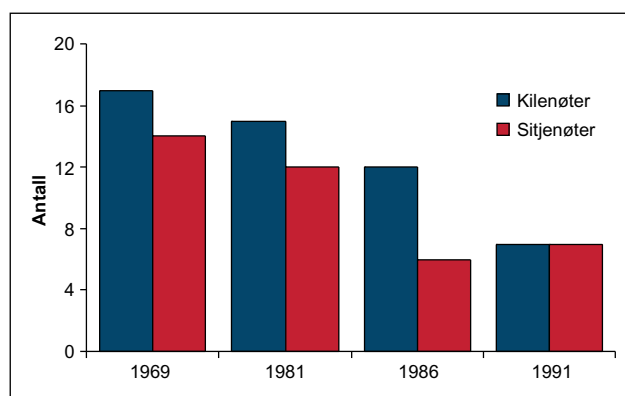


Figur 10.7. Svarene fra spørreundersøkelsen omfatter den relative viktigheten av Vossolaksen for kultur, økonomi og naturopplevelser og er fordelt på de ulike områdene hvor undersøkelsen ble utført.

Figur 10.7 viser tydelig at Vossolaksen generelt var viktigst både når det gjaldt kultur, økonomi og naturopplevelser i områdene langs elva og i de indre fjordområdene. Dette kan trolig forklares med at disse to områdene var helt avhengig av Vossobestanden for laksefisket. Det er interessant å legge merke til at for de fleste områdene, scoret 'kultur' høyere enn 'økonomi' for fortids, nåtid og framtidens verdi, untatt for kystområdene hvor økonomi fikk høyere svar for fortiden og framtiden, men kulturen fikk fremdeles litt høyere svar når det gjelder verdien i dag.

Intervjuene viste også at Vossolaksen var viktigst for samfunnene lenger inne i fjordene og langs elva. Kåre Sæle, en fisker fra kystområdet, snakket om den særlig store kulturelle betydningen av villaksefiskeriet oppe på Stamnes, som han sa hadde dødd ut etter at fisket ble fredet i 1992. Det som gjorde laksefiskekulturen sterkere på Stamnes var antageligvis at fisket var tett samlet og at fiskemetoden med bruk av sitjenot var spesiell. Magnar Helland, en av de yngste som var involvert i sitjenotfisket, sa at "miljøet på Stamnes var nok heilt unikt, fordi me var så tett – dei der ut [lengre ut i fjorden og langs kysten], dei var mykje meir spreidd, sant... og det var jo berre me som hadde sitjenot, og plutselig på Osterøy."

Tilbake i 1894 fantes det 44 sitjenøter i Nordhordland ifølge statistikkene, mens i 1982 var det bare 11 sitjenøter igjen i området. Av disse var det 2 i Osterfjorden, 3 i Sørfjorden og 6 på Stamnes (Gammersvik 1984, s. 64-66). Informasjon fra Stamnes Handelslag viser også hvor mange nøter som var i bruk over tid i Stamnes-området, inkludert kilenot. Dette viser den betydelige reduksjonen i antall nøter over tid (se **Figur 10.8**).



Figur 10.8. Antall sitje- og kilenøter i Stamnes-området som leverte fangster til Stamnes Handelslag i årene 1969, 1981, 1986 og 1991. Materialet er basert på opplysninger fra Stamnes Handelslag og er sammenstilt av Halstein O. Leiren. Gjengitt fra Barlaup et al. 2004.

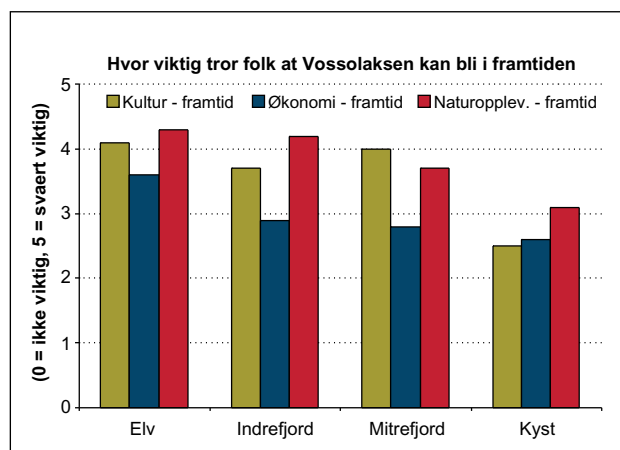
Spørreundersøkelsen viste at deltakere fra kystområdet satte litt høyere pris på den økonomiske betydningen av Vossolaksen enn den kulturelle, men laksefiske var fremdeles viktig for kystkulturen. Richard Toft, kilenotfisker fra Øygarden, sa at det handlet jo om å tjene penger, men: "Da er jo spenningen, og så er da tradisjonen – eg har jo gjort det i heile mitt liv! Og så den spenningen når sommaren kjem å fiska laks, og sjå at han blinkar i nota når du nærmar deg." Richard er enn av de kystlaksefiskerne som fortsatt har satt ut garn og fisket i de siste årene selv om det bare har vært tillatt i tre uker, dette gjaldt fram til 2008 da alt sjølaksefiske i Hordaland ble forbudt grunnet den uheldige bestandsutviklingen for laksestammene.

10.4.4 Framtidsperspektiv

"Det var mange sure dagar, veldig mange sure dagar. Men det var endå fleire gode dagar, i hvert fall viss du sat på ein bra lakseplass, og du følte at du levde i lag, i pakt med naturen. Og det skulle eg ønskt at folk i dag hadde fått opplevd mykje meir enn dei gjer."

–Halstein Leiren, Stamnes

Siden det nå er veldig få Vossolaks igjen, viser svarene at at Vossolaksen i dagens situasjon scorer lavt med tanke på viktighet for lokaløkonomi, kultur og naturopplevelser (se **Figur 10.7**). Likevel, da spørsmålet ble endret til hvor viktig de følte Vossolaksen kunne bli i framtiden, svarte deltakerne i spørreundersøkelse som gjengitt i **Figur 10.9**.



Figur 10.9. Svar fra spørreundersøkelsen fra alle de fire geografiske områdene om framtidens viktighet av Vossolaksen til lokalsamfunnene langs Vossodraget og innvandringsruten for Vossolaksen.

Disse resultatene indikerer enighet blant de ulike geografiske områdene om at viktigheten av Vossolaksen i framtiden ikke blir den økonomiske verdien av yrkesfiske, men heller blir basert på kultur, naturopplevelser og sportsfiske. Det området som har best mulighet til å tjene på Vossolaksen i framtiden er områdene langs elva fordi sportsfiske og turisme blir et viktig bidrag til inntektene i disse områdene. Dette gjelder trolig i mindre grad for de indre fjordområdene. Dette gjenspeiles i undersøkelsen ved at de høyeste scorene om framtidig viktighet av Vossolaksen kom fra folk bosatt langs vassdraget. Samlet viser svarene også en generell positiv holdning om framtiden for Vossolaksen. Utenom kystområdet rangerte alle områdene framtidig viktighet for kultur og naturopplevelser høyere enn gjennomsnitt 3 på en skala av 0-5 (null betyr ikke viktig og fem betyr svært viktig).

I hovedsak ga intervjuene samme inntrykk som spørreundersøkelsen, men det som ble sagt i intervjuene stemt ikke alltid overens med resultatene fra spørreundersøkelsen. Da de ble spurt om framtiden for Vossolaksen hadde de fleste en tro på at kulturen skulle dø ut så snart den generasjonen som kan noe om laksefiske – og som har et personlig forhold til laksefiske som livstil – er borte. Yrkesfiske etter laks i fjorden og elva har vært forbudt siden fredningen i 1992, dette gjorde slutt på bruken av sitjenøter på Stamnes og kilenøter hele veien ut fjorden. Unntaket var noen få sitjenøter som enkelte år fisket i forskningssammenheng.

Fram til 2007 var laksefiske med faststående redskap tillatt i Hordaland i de ytterste fjordene og langs kysten, men fra og med sommeren 2008 er det helt forbudt. Som Kåre Sæle sa det, “heile kulturen er i ferd med å dø ut.” Sæle beskrev, “det er nokon få sånne gamle idealistar som driv på framleis, og dei fleste er jo 70 år og eldre, det er ikkje noko ny rekruttering av folk som driv med kilenotfiske. Så derfor så trur eg at om 15 år, 20 år, så er sjøfiske vekke automatisk sjølv om det ikkje er freda, på grunn av manglande rekruttering.”

Selv om yngre mennesker blir interessert i laksefiske sier Igvald Lokøy fra Sotra at “dei har ikkje moglegheiter til det. Så det, det kostar – eg veit ikkje kva da vil kosta å rigga opp ei sånn kilenot, men eg kan tenka meg at det kostar ein 20-30 000 kr berre til å setta den ut i sjøen, og så skal du, fiska i tre veker, tre døgn per veka får du lov til å fiska. Så da er ikkje økonomi i det i det heile tatt.” Siden disse intervjuene ble gjort ble sjølaksefiskeriet stengt i Hordaland fylke, slik at disse meningene sansynligvis er enda sterkere i dag.

Nesten alle de som ble intervjuet var enige i at de yngre generasjonene ikke har grunnlag for et personlig forhold til lakseressursen. Som Gerhard Turøy, kilenotfisker fra Øygarden sa, “generasjonen min, me veit korleis det var til å ha [laksefiske] som yrke, å ha det som næring, men den generasjonen som kjem etter oss, no veit du, dei veit ikkje om det.”

Uten å kunne lære de unge om lokale strømforhold og vind og redskap, vil mye lokalkunnskap gå tapt. Ole Vik, en annen kilenotfisker fra Øygarden, snakket om den store dyktighet man måtte ha for å fiske ute ved kysten. “Også var det jo voldsomt, i alle fall sånn som på Turøy, du måtte jo kunna det veit du, for det er farleg og viss du kan det veit du. Det er ikkje enkelt – du må kunna med sjø, det er farleg, det er lett å drepa seg med nøtene... Og dei unge i dag dei kan det ikkje.”

Mange av de som ble intervjuet, inkludert Oddbjørn Helland, en av de fra den siste generasjonen kleppere fra Bolstad, ble forundret over det store tempoet som kunnskapen og interessen for laksen gikk ut fra de yngre generasjonene. Han husket at, “det som overraska mest er jo kanskje etter fredninga [i 1992] då, etter at fisket blei stoppa, så gjekk det utrueleg få år før dei som vaks opp, altså dei som kom etter oss då, ungdommane, det var liksom heilt fjernt. Altså dei kjente ikkje til historia, at dette faktisk hadde vore ein betydeleg ressurs for bygda, at dette var vår sommarjobb.”

Karl Bolstad, en annen tidligere klepper på Bolstad, gjennga også Hellands tvil. Han sa, “det var jo ganske utrueleg at dei liksom forsvann ut så fort. For viss du var 20 år eller 30 år før den tid så var det ingen her som ikkje hadde sett ein laks, så alle fulgte jo med på dette her når dei fekk fisk i elva og sånn, det var no ein interessant ting.” Uten noe direkt, personlig forhold til Vossolaksen og aktivitetene som skjedde rundt ressursen, observerte nesten alle intervjudeltakerne at andre prioriteter og interesser har utviklet seg blant ungdommer.

Denne forandringen har også noen politiske implikasjoner. Dette er en naturlig konsekvens av at de yngre generasjonene uten forhold til lakseressursen, tar over stillinger i lokal beslutningsorganer og erstatter eldre politikere som har personlige erfaringer med laksen. På denne måten forsvinner grunnlaget for en vurdering av den økonomiske og kulturelle verdien av Vossolaksen basert på egne erfaringer blant politikerne, ut av politikken. Så i dag vil de aller fleste som sitter i kommunestyret ikke ha noe personlig erfaring med hvordan området var da Vossolaksen var sentral i livet både økonomisk og kulturelt sett. Dette kan igjen påvirke muligheten til å få aksept for politiske beslutninger om restaureringstiltak og andre tiltak for å få laksen tilbake.

Helge Furnes, kilenotfisker fra Stamnes-området, beskriver, “Desse kommunestyrrerepresentantane som er i kommunestyret oppe på Voss, du veit, viss det no har vore 25 år sidan dei har fiska noko laks i Vosso, så har ikkje dei noko formeining om dette laksefiske i elva. Det er 25 år sida det var noko laks inne i Vosso... så dei som har vokst opp som sit i kommunestyret no, så viss du seier no dei er 40 år no då, så var ikkje dei så gamle liksom når det var laks i elva. Dei veit liksom ikkje kva den laksen betydde.”

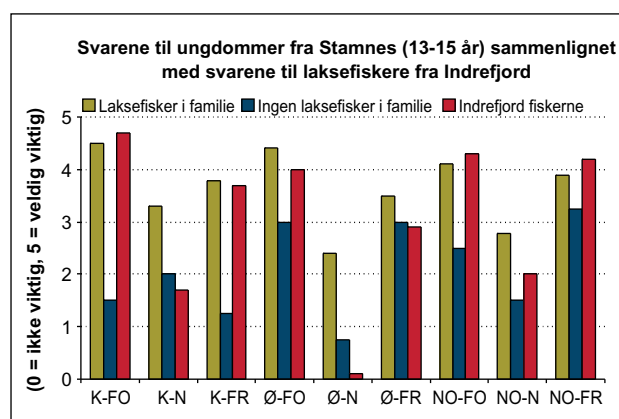
Selv om de ikke har noe personlig erfaring, er det både yngre lokalpolitikere og andre i lokalsamfunnet som engasjerer seg og prøver å gjøre noe for å bedre situasjonen for Vossolaksen. Et eksempel er “Vossomøtet” som har vært holdt årlig i perioden 2001 – 2007, og som er et åpent møte for diskusjon om nye forskningsresultat og restaureringstiltak som er i gang. Et viktig spørsmål er om Vossolaksen har en sterk nok posisjon i politikken slik at energi og nødvendige midler bevilges for å bygge bestanden opp igjen.

Om det er tilstrekkelig politisk vilje til å investere i tiltak for å få laksen tilbake så er dette arbeidet også avhengig av at de yngre generasjonene blir engasjert i tiltakene. Ole Kristian Skorve ser dette tydelig, og har stor tro på at det viktigste som må gjøres i forhold til Vossolaksens framtiden er at, “me må få unge folk til å overta dette her [med kultiveringstiltak].”

10.4.5 Spørreundersøkelse av ungdommer

For å vurdere hvor interessert yngre generasjoner er i denne problemstillingen, ble en kort spørreundersøkelsen gitt ut til ungdommer mellom 13 og 15 år som fra Stamnes-området som gikk på Dale Barne og Ungdomsskule. Disse elevene ble spurt om noen av de samme spørsmålene som ble stilt til de voksne laksefiskerne og grunneierne som deltok i spørreundersøkelsen. Av de ungdommene som deltok, kom 11 fra familier med laksefiskere, og 4 sa at de ikke hadde laksefiskere i slekta (se diagram i **Figur 10.10**).

Det var en stor forskjell i svarene fra de elevene som hadde fiskere i familiene sine og de som ikke hadde fiskere i familien. Ingen av gruppenes svar var akkurat lik svarene fra de voksne fiskerne/grunneierne fra det samme indre fjordområdet, men både voksne og ungdommer var enig i at naturopplevelser representerte den høyeste potensielle verdien av Vossolaksen i framtiden. Elevene med fiskere i familien gav høyere svar i alle kategorier om viktigheten av Vossolaksen, og deres svar var veldig lik svarene fra de voksne når det gjelder fortid og framtid.



Figur 10.10. Resultater av en spørreundersøkelse med ungdommer fra Stamnes-området. Elevene skulle svare på hvor viktig de syntes Vossolaksen har vært for kultur, økonomi og naturopplevelser i sitt lokalsamfunn i fortiden, i dag og i framtiden. Svarene var delt opp i to grupper, en med elever som sa at de hadde laksefiskere i familiene sine, og en annen gruppe uten laksefiskere i familien. Svar fra elevene er sammenlignet med svar fra fiskerne og grunneierne fra det samme geografiske området (det indre fjordsystemet) som deltok i spørreundersøkelsen.

Elevene uten en laksefisker i familien svarte generelt med en mye lavere score på viktigheten av laksefisket, med svar som var mer likt de voksens svar med tanke på viktigheten av Vossolaksen i dagens situasjon.

Dette at alle elevene svarte med høyere score enn de voksne fiskerne og grunneierne angående den økonomiske viktigheten i dagens situasjon viser en mulig mangel på forståelse om at Vossolaksen ikke representerer noe bidrag til lokaløkonomi i dag. Ungdommer i dag mangler som nevnt personlig erfaring med hvordan fisket gikk ned over tid og det er derfor naturlig at de ikke forstår hvor stor endringen har vært. En annen mulig forklaring er rett og slett at elevene ikke har et tydelig bilde av en Vossolaks. To elever, en som sa at faren sin var laksefisker, og en annen som ikke hadde en laksefisker i familien sin, skrev at de “veit ikkje kva en Vossolaks er for noko.”

At det også var høyere score på den aktuelle kulturelle viktigheten kan også vise at ungdommer er forvirret over hva en Vossolaksen er. Men disse høye svarene kan også vise en følelse av kulturell arv som kanskje finnes i Stamnes-området. Det er mulig at samtaler om laksen, selv om de ikke skjer så ofte nå som før, skjer i kontekst med ‘Stamnes kultur’, noe som gjør at ideen som ungdommer har om Vossolaksen er knyttet til det som gjør at Stamnes er forskjellig kulturelt fra andre steder i Hordaland fylke.

Det var noen andre store forskjeller mellom svar fra de to gruppene; bare 50 % av de uten laksefiskere i familien syntes det var viktig å bygge opp Vossolaksen, mens 90 %

av de med laksefiskere i familien syntes det var viktig. Men ingen stor forskjell viste seg når det gjaldt forståelse av det som skjer biologisk med Vossolaksen. Da de måtte velge hvilke av de følgende påstandene om Vossolaksen som var nærmeste virkeligheten – 1) sunn, 2) redusert, 3) nesten vekke eller 4) tapt – bare 7 % svarte 'sunn', mens 66 % svarte 'nesten vekke' og 27 % ' redusert'. At 93 % svarte enten redusert eller nesten vekke viser en bra biologisk forståelse av situasjonen.

Resultatene fra spørreundersøkelsen blant ungdommen støtter inntrykket til de fleste fiskerne og grunneierne som ble intervjuet, om at interessen og kunnskapen har gått kraftig tilbake blant yngre generasjoner. Men resultatene viser også en markert forskjell i interessenivå mellom de ungdommene som har fått høre fortellinger om kulturell tradisjon i forhold til laksefisk, og de som ikke har hørt om det. Av de 11 ungdommene som er slekt med en laksefisker svarte 9 at de hadde hørt fortellinger fra den personen. Bare 1 av de 4 ungdommer som ikke var slekt med en laksefisker hadde hørt 'litt' om laksefiske. Resultatene viser tydelig at det å vokse opp med en laksefisker i familien og å høre fortellinger har mye å bety for at et barn skal bli klar over hvor viktig Vossolaksen var i fortiden og for at det skal ha et ønske om at laksen kommer tilbake og blir viktig i framtiden.

I noen tilfeller svarte elevene på en måte som var veldig likt de voksne. Likevel må man passe på å ikke ekstrapolere disse resultatene mellom gruppene, fordi svarene er basert på forskjellig livserfaring og forhold til resursen.

At det er større interesse blant en del ungdommer kan bli motiverende for folk som har lyst til å bygge opp interessen blant kommende generasjoner for å reetablere Vossolaksen. Oddbjørn Helland tror at, "hvis det i dag hadde opna opp at eit fiske, så trur eg nok at me hadde hatt omtrent den same interessa og den same arbeidsstokken [for kleppere], men det er jo klart at no er no jobben å få dei interessert og få gitt dei kunnskapen, for den er jo heilt borte."

Noen unge mennesker er engasjert i sportsfiske gjennom organisasjoner bl.a. Jeger og Fiskerlaget, men ifølge intervjuene er det veldig få som er involvert i restauringstiltak rundt Vossolaksen eller i politikk om sjølaksefiske, som nå er sett på som en industri som er i ferd med å dø ut. En ung mann fra Straume, Eirik Normann, lærer nå å fiske med det gamle sitjenot redskapet. Han bruker den til forskningsfiske og andre tiltak for å bygge opp Vossolaksebestanden. Han har også nylig tatt over som Stamnes sin representant i Hordaland Grunneigar og Sjølaksefiskarlag. Mange av de som ble intervjuet var glad for at unge mennesker slik som Normann har blitt



Johannes Gullbrå (sentralt) forteller Eirik Normann (foran) og Arne Vassenden (til høyre) hvordan flaken settes ut. Flaken består av hvitmalt planker som senkes ned ved inngangen til sitjenota.

FOTO: KRISTIN HOELTING

involvert, men sånn som Johannes Gullbrå sa det, "han er ganske åleine i dette."

Selv om folk har resignert i forhold til at Vossolaksen i dagens situasjon har mistet sin viktighet i det moderne samfunn, er det fortsatt et tydelig håp og entusiasme med tanke på å bygge opp bestanden i framtiden. Mens det ikke er noen som tror at det blir et yrkesfiske i framtiden slik det var tidligere, er det mange som ser andre muligheter for hvordan Vossolaksen i framtiden vil bidra til lokalkultur og økonomi. Knut Helge Kulshammar tror at, "det viktigaste er ikkje å få den store mengda, men det viktigaste vil eg seia var å kunna vera med på kanskje å få en fisk, to fiskar, fire fiskar, fem... men det som kunne halda oppe kulturen, og sjølv sagt, viss ein skulle gjera noko rundt laksen, så ville det for meg virka om det blei noko slags form for fiskeing."

Svein Kallested, en annen sitjenotfisker fra Stamnes, er enig. Hans håp for framtiden er at det kunne bli "så mykje fisk at dei kunne begynna igjen med å fiska litt rundt omkring alle plassar. Då hadde det vore litt interessant. At folk såg seg rå til å setta ut ei not ein og annan plass, ikkje sånn som det var før, men at det kunne vore mulighet til å fisk litt laks igjen. Som ein hobby."

Ola Kvamme driver med turisme i de indre fjordområdene ved Stamnes, og han sier at selv om det ikke er noe økonomi i selve laksefiske i fjordane i framtiden, så tror han, “du hadde fått godt betalt med å ha turistar med [i sitjenota]. Fordi at det er nesten som å vera på jakt heile tida – det er grueleg spennande – forferdeleg spennande å få fiska laks på laksegilja.” Slike opplevelser kunne kombinere “fang og slipp” av laks tatt i sitjenota med guiding om historikk og kultur knyttet til laksefiske.

Kjell Skjærven, fisker og grunneier fra Bulken, beskrev de utrolige forandringene som han har sett langs elva i løpet av sitt liv. Han sa at det tidligere var “voldsom aktivitet langs vassdraget før. Det var fiskarar, det var klepparar, dei vart engasjerte, desse, både engelske og norske fiskarar, engasjerte folk i lokalsamfunnet som rodde og var klepparar... i min villast fantasi kan eg aldri tenka meg at noko annan generasjon vil oppleve ei sånn utvikling.” Skjærven sier at et av hovedmålene er “å få opp liv og røre langs vassdraget på ei eller annan måte.” Selv om Vossolaksen kanskje ikke er nødvendig for å få dette til, er det klart at en vellykket reetablering av laksestammen ville bety mye for folk og også være en stor fordel med tanke på turisme.

Det er mange i Voss som erkjenner det store potensialet en har for å utvikle turisme i forbindelse med Vossolaksen, og som Ole Kristian Skorve sier, “då vil jo dette her med fiske være midt i blinken.” Skorve nevner en ny organisasjon som heter Destinasjon Voss.” Målet til organisasjonen er å fremme og støtte resurssene som gjør Voss til en attraktiv turistdestinasjon. En av deres fem pilotprosjekter er å hjelpe til med innsatsen for å reetablere

Vossolaksebestanden. Selv om kulturen og næringsvirksomheten langs vandringsruta for laksen er i stor endring så framgår det klart at folk mener Vossolaksen i framtiden igjen kan få en viktig funksjon i lokalsamfunnene.

10.5 Restaureringstiltak

“Det bør begynne å visa noko etter 5-6 år, ja det bør det. Så det er ei spennande tid, altså, det er det...Nei, det er det eg og seier, det er ingen ting å tape, alt å vinne, eigentleg.”

-Oddbjørn Helland, Bolstad

“Det er snakka om å gjøra dei rette tinga, og du må gjøra dei konkrete kultiveringstiltaka som gjør at det kjem fisk tilbake.”

-Ole Kristian Skorve, Voss

Et av de sentrale spørsmålene i dette forskningsprosjekt var hvordan lokalfolk ser på tiltakene for å få laksen tilbake, og hvordan de er engasjert i disse tiltakene. For å forstå perspektivene deres, inkluderte spørreundersøkelsen et spørsmål om hvor viktig folk syntes det var å bygge opp Vossolaksen, og hvor realistisk de syntes det var. Av alle 40 skjemaene som ble samlet inn fra laksefiskere og grunneiere, var det bare en person som sa at han ikke syntes det var viktig å bygge opp laksebestanden. Han begrunnet dette med at det moderne samfunn har gått framover og at laksen ikke lenger er en viktig del av den moderne livstilen. Da de måtte utdype sine svar, nevnte noen av de andre 39 ulike grunner til at de synes det er viktig å få Vossolaksen tilbake (se **Tabell 10.1**).



En av de sentrale restaureringstiltakene i dag er sleping av Vossasmolt til havs om våren.

Til venstre: Pumping av smolt over i transporttanken.

Til høyre: Sleding av smolt i slepetanken utover fjorden.



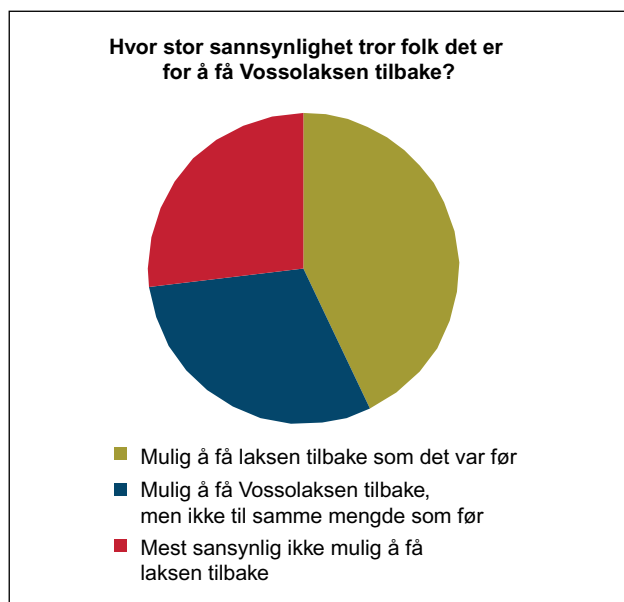
FOTO TIL VENSTRE: ODDBJØRN HELLAND.

FOTO TIL HØYRE: KRISTIN HOELTING

Tabell 10.1. Deltakernes begrunnelser for at en reetablering av Vossolaksen er viktig. Å svare på dette spørsmålet var valgfritt, og 50 % av deltakere gav minst ett svar. Antall deltakere som svarte de ulike alternativene er skrevet i parentes til høyre for hvert alternativ.

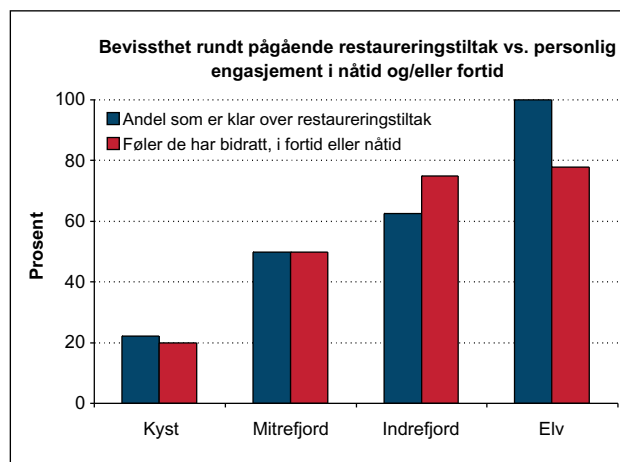
Økonomisk betydning for lokalsamfunn (13)
Unik, stor laksestamme (6)
Verneansvar (4)
Kulturell betydning (3)
Grunnlag for bosetning (3)
Miljøet knyttet til sportfiske (3)
Viktig for biologisk mangfold (2)
Viktig for turisme og ringverknader (2)
Hovedlaksestammen i området (2)
Viktig for oppdrettsnæringen sitt renommé at laksen bygges opp (1)

Intervjuene gav inntrykk av at de fleste hadde resignert i forhold til at Vossolaksen var tapt, men et flertall av de som er engasjert i restaureringstiltak så mer positivt på framtidsmulighetene for Vossolaksen enn de som ikke hadde noe slikt engasjement. I tillegg var det en større prosentandel av spørreundersøkelsens deltakere som mente det var mulig å bygge opp Vossolaksebestanden til sin tidligere styrke i forhold til de andre svaralternativene som var; 1) mulig å bygge den opp til en redusert styrke, eller 2) ikke mulig å bygge den opp i det hele tatt (**Figur 10.11**).



Figur 10.11. Spørreundersøkelsen inkludert ett spørsmål om hvor sannsynlig folk trodde det var å bygge opp Vossolaksebestanden. 43 % trodde det var mulig å bygge den opp til sin tidligere styrke, 30 % at det var mulig å bygge den opp til en mindre styrke enn før, og 27 % at det mest sannsynlig ikke var mulig å bygge opp bestanden.

Hvor stort engasjementet det er i restaureringstiltakene er en annen måte å måle hvor viktig Vossolaksen er for folk som bor langs vandringsveien for laksen. Etter Vossolaksens kollaps sent på 1980-tallet har fiskere og grunneiere fra hele vandringsruten diskutert hva som skjedde og mulighetene for å bygge opp betstanden. Mange av de som ble intervjuet hadde tidligere vært med på restaureringstiltak og jobbet frivillig for forskningprosjekter, men de var ikke alltid klar over den innsatsen som gjøres idag. For å få et bedre bilde av forståelsen og engasjement i restaureringstiltakene ble spørreundersøkelsens deltakere spurt om de 1) syntes de hadde bidratt til med innsats for å bygge opp Vossolaksebestanden, og 2) visste om aktuelle tiltak som blir gjort i dag (se **Figur 10.12**).



Figur 10.12. Resultat fra spørreundersøkelsens spørsmål, "Vet du om noen aktuelle tiltak for å bygge opp bestanden av Vossolaks?" og "Er/har du selv vært engasjert i tiltak for å bygge opp Vossolaksebestanden?" Deltakerne definerte selv om de var 'oppmerksomme' og 'engasjerte' og de har derfor gjort en subjektiv vurdering av disse termene.

Figur 10.12 viser at en større andel av grunneiere og fiskere i elva og de indre fjordområdene var klar over restaureringstiltak for Vossolaksen og at de selv har bidratt til innsats enten i fortid eller nåtid, sammenlignet med fiskere i de ytre områdene. Dette resultatet er ikke overaskende, siden det er størst mulighet for å delta i forsknings- og kultiveringsprosjekter i ferskvannsfasen av laksens livssyklus, med bl.a. drift av klekkeri og utsetting av lakseyngel. Mange i fjordområdene har også vært engasjert i arbeidet, inkludert registreringsfiske med sitjenot- og kilenøter, uttak av rømt oppdrettslaks og sleping av smolt ut fjordene for utsetting i kystsonen. Det kan ikke forventes at de som bor lenger ute ved kysten er så engasjert og oppmerksom på tiltakene for Vossolaksens reetablering, men de har også bidratt. Deres bidrag har vært i form av kilenotfiske og fangst av rømt oppdrettslaks.

Resultatene fra undersøkelsen gir også mening når en ser de i forhold til den kulturelle viktigheten av Vossolaksen i de forskjellige geografiske områdene (se **Figur 10.7**); Vossolaksen er i dag viktigere for kulturen, økonomien og naturopplevelsene langs vassdraget og i de indre fjordområdene enn lenger ute ved kysten, og er i disse områdene oppfattet å ha en større viktighet i framtiden. Denne høye rangeringen av kulturell viktighet er høyst sannsynlig bakgrunnen for et høyere nivå av forståelse og engasjement i restaureringsarbeidet; muligheter for direkte engasjement styrker den igjenstående kulturelle identifikasjon knyttet til laksen.

Resultatene gjengitt i **Figur 10.12** forsterker også inntrykket fra intervjuene om at mange som var engasjert i å redde Vossolaksen i begynnelsen senere har resignert og gitt opp arbeidet. Mange trodde at, hvis 15 år med forskning ikke har klart å identifisere en klar årsak som førte til kollapsen i Vossolaksebestanden, vil en kanskje aldri klare det. Derfor har mange sluttet til å investere sin tid og energi i noe som ser ut som en tapt sak; det har rett og slett tatt for lang tid.

I et intervju med Øyvind og Olga Farestveit diskuterte de denne følelse av resignasjon. Øyvind begynner med blandede meninger om at laksen er “no mykje mindre viktig no enn det var tidlegare, det er no berre heilt sikkert, men eg trur samtlege ville ha hatt han tilbake.” Olga fortsatte, “Men eg trur folk har resignert på ein måte. Det er blitt sånn, villaksen forsvinn, sant. Det er så mange ting som gjer det, me kan ikkje gjera nokon til med det, me resignerar... Men folk vil nok gjerne ha villaksen tilbake, dei vil nok ha den tida igjen, då, at det er fisk.”

Resignasjonen og desillusjoneringen blant folk som bor langs vassdraget er i tillegg forårsaket av flere andre faktorer – det er ikke bare et resultat av 15 år uten å finne noe endelig årsak til hvorfor laksen forsvant. Mange som ble intervjuet trodde at fiskeoppdrett er hovedårsaken til at Vossolaksen ikke klarer å reetablere seg. Folk peker spesielt på rømt oppdrettslaks og smoltdødelighet på grunn av lakselus som de største problemene, i tillegg til bekymringer over vannkvalitet (se **Tabell 10.2**).

En mening som var vanlig i intervjuene var at selv om oppdrettsnæringen gjorde mye skade for villaksen, var det få eller ingen muligheter for å få til endringer i denne bransjen. Ola Kvamme, en sitjenotfisker fra Stamnes, beskrev hvordan det var for lokale interesser som måtte stå i mot en internasjonal industri: “Det var no villaksen som var der først, då, slik at du skulle nesten tru at villaksen hadde på ein måte litt fortrinn kan du seia. Men det viser seg at det er pengane som rår slik at ein står veldig

Tabell 10.2. Intervjuobjektene meninger om hovedfaktorene som førte til nedgangen i Vossolaksebestanden og som forårsaker problemer for reetablering i dag fordelt på de forskjellige geografiske områdene.

ELVA
1) Veibygging (4 av 4 intervju)
2a) Smoltdødelighet p.g.a. lakselus (3 av 4)
2b) Senking av Vangsvatnet (3 av 4)
3) Forurensning i elva / vannkvalitet (2 av 4)
STAMNES
1) Smoltdødelighet p.g.a. lakselus (9 av 12 intervju)
2a) Rømt oppdrettsfisk (8 av 12)
2b) Forurensning i elva / vannkvalitet (8 av 12)
2c) Kraftutbygging / Vannregulering (8 av 12)
KYST
1) Forurensning i elva / vannkvalitet (5 av 5 intervju)
2) Rømt oppdrettsfisk (4 av 5)
3) Smoltdødelighet p.g.a. lakselus (3 av 5)

makteslaus overfor pengematka då, fordi det er mykje pengar i [oppdrettsindustrien].”

Folk fra elveområdet var særlig opptatt av veibygging og andre arbeid som gjorde at mye silt og sediment kom inn i elva, spesielt i forbindelse med byggingen av stamveien mellom Voss og Bergen på 1980-tallet og flomsenkingen av Vangsvattenet tidlig på 1990-tallet. Noen ga uttrykk for frustrasjon som følge av mangel på kultiveringstiltak fra myndighetene og forskningsmiljøet under og etter disse prosjektene tidlig på 1990-tallet.

Som Ole Kristian Skorve, en lokal sportsfisker og en av de som etablerte Voss klekkeri, forklarte, “Me meinte at det var viktig å setja ut fisk, og me var heilt sikker på at dette her var negativt, og det var viktig å få sett ut fisk. Og så fekk me liksom beskjed om at det var ikkje det, og då gjekk vår interesse ned – då følte me oss - me hadde ingen støtte. Og resultatet av det, det var at fiskeinteressa gjekk og den veien. Me kunne ikkje gjera noko – me hadde prøvd og gjort mest mogleg – me hadde bygd opp klekkeriet mykje på frivillig basis, og me såg kva som føregjekk, og så får du beskjed då om at dette her har ingen betydning, så det var ein god del av oss som gav opp, rett og slett.”

Det var tilsvarende følelser blant folk på Stamnes og ute langs kysten. Både før og etter kollapsen til Vossolaksen var mange sjølaksefiskere engasjert i en rekke saker som de mente kunne skade villaksen. Noen av de viktigste

temaene var byggingen av Nordhordlandsbroen³, overfiske og garnskader av drivgarnsfiske, og det samme annleggsarbeidet som Skorve og andre langs elva var bekymret for. Johannes Gullbrå, sitjenotfisker fra Stamnes, tror at fiskerne viste sitt engasjement, “fordi dei var ganske ivrige, det var mykje når, både denne [Nordhordlandsbrua] der som var her, dette med drivgarnsfiske som var jo ein sånn stor sak, og flaumregulering og regulering opp gjennom mot Voss, Vangsvatnet der. Så det var brukt mykje tid, og det blei informert nok, men eg trur at dei som var med på dette der, eg trur dei føler ein sånn avmakt på den måten at dei vart ikkje høyrd, eller alt for lite.”

I tillegg til å føle at deres bekymringer ikke ble tatt på alvor, trodde noen sjølaksefiskere at deres innsats og bidrag til forskning om Vossolaksen og andre laksebestander egentlig ble brukt i mot dem for å ta vekk fiskeriet deres. Det har historisk sett vært konkurranse mellom sportsfiskeinteresser i elvene og yrkesfiskeinteresser ute langs kysten og i fjordene⁴. Samtidig med stigende bekymringen over statusen til Vosso og andre truede laksebestander økte presset på å redusere fisketiden fra både myndighetene og elveeierne. Begrensing på laksefiske i sjøen var nødvendig for å bevare truede laksebestander siden fangstene ute ved kysten var på blandete bestander inkludert de som var mest truet.

Mange kystlaksefiskere som ble intervjuet følte at selv om de skjønnte problemet med å fiske på blandete bestander, handlet ikke bare presset for å få vekk sjølaksefiske om å bevare laksebestander; de mente at det også var et politisk forslag fra andre fiskeinteresser for å få bedre fiskemuligheter og fiskerettigheter i vassdragene. De følte også at etter en viss tid uten resultater, var det kanskje ikke lengre verdt å fjerne hele fiskeriet for å bevare en truet bestand. Som Kåre Sæle forklarte, “Nei, me har lyst å bevare han. Men det er noko som heiter byrdefordelingsprinsippet, og det er at ulemper, eller byrden av det å bevare bestanden, det skal fordelast riktig i mellom sjø og elv, og når me ikkje får fiska i da heile tatt, på grunn av at dei skal bevare Vossolaksen som nesten ikkje eksisterar, då føler me at det er noko feil.”

Intervjuer med fiskere fra de forskjellige områdene viste noen felles mål for reetablering av Vossolaksen, men viste også noen viktige forskjeller i perspektiv. Det er viktig at vi forstår alle disse forskjellige meningene når vi ser etter måter for å samarbeide for å bevare og reetablere laksebestander. Da Richard Toft fra Øygarden ble

spurt om hva han syntes var nødvendig for å bygge opp Vossolaksebestanden, forklarte han at det viktigste var at folk arbeider sammen i fellesskap. Likevel var inntrykket hans at alle de forskjellige interessegruppene bare peker på hverandre og skriker: “Dei vil ha det på sin måte, og den vil ha det på sin måte. Og så står dei der fortsatt og skrik på kvarandre. Da er jo det som skjer i dag, og det har dei gjort i mange år, og kor tid dei blir einige?”

Denne uenigheten blant de ulike interessegruppene langs vandringsruta for laksen ble også poengtert av de som ble intervjuet på Stamnes og langs elva. Men, blant de som er engasjert i Vossoprosjektet (se omtale i innledningen til rapporten) i dag er det en ny positiv følelse knyttet til et utvidet samarbeid som nå også inkluderer oppdrettsnæringen. Tidligere har ikke oppdrettsnæringen vært direkte engasjert i restaureringstiltak, og næringen har ofte stilt spørsmål ved om rømt oppdrettslaks og lakselus er et problem for de ville laksebestandene. I løpet av de senere årene har det vært en økt dokumentasjon av slike negative påvirkninger, inkludert resultater fra det pågående Vossoprosjektet som har dokumentert at angrep av lakselus fører til høy dødelighet for utvandrende Vossosmolt om våren (se **kapittel 4**). Samtidig, våren 2005, dannet fiskeoppdretterne i Nordhordland en organisasjon kalt Norhordland fiskehelsenettverk (NFN).

Et av hovedmålene for NFN er å bidra til å reetablere Vossolaksen. Dette skal i praksis gjøres gjennom å forsterke innsatsen for å redusere antall lakselus i sjøen mens Vossosmolten vandrer ut til havs gjennom fjordene om våren. Synkron avlusing av anlegg overalt langs vandringsruten er en strategi som er valgt for å gjøre dette effektiv.

Et annet tiltak som nettverket har iverksatt er å bevisstgjøre den enkelte oppdretter og røkterne på anleggene om situasjonen for Vossolaksen og hvor viktig deres bidrag i form av en effektiv lusebehandling er for å redde villlaksen. I den forbindelse er det utarbeidet en informasjonsplakat som heter “Saman for Vossolaksen” som vil bli plassert ut på alle anleggene som hører til nettverket og som bl.a. gir informasjon om at “Handtering av lakselus og rømt oppdrettslaks er to forhold som må løysast om ein skal redda Vossolaksen”. For en nærmere beskrivelse av nettverket henvises det til **kapittel 13**.

I tillegg har en gruppe oppdrettsselskap slått seg sammen for å finansiere produksjon av inntil 200 000 Vossosmolt

³Les mer om Nordhordlandsbroen i Havforskningsnytt. Nr 12-2007.

⁴Les mer om forholdene i mellom sjølaksefiske og elvafiske i NOU 1999, kapitlene 4.1 og 4.2.

i tillegg til de 30 000 smoltene som har vært produsert årlig på Voss klekkeri de siste årene. Dette delprosjektet har som erklært målsetting å bidra til å reetablere Vossolaksen.

Oddbjørn Helland, klepper fra Bolstadøyri og en av de som styrer Voss klekkeri, snakket om forholdene mellom villakseinteresser og oppdrettsnæringen. Mens det ikke har vært veldig mye kontakt i fortiden, sa han at “no siste åra har me hatt mykje kontakt, og det har vel vore veldig positivt. Og eg trur nok at det er felles interesser. Men tidlegare år så har me sete litt på kvar vår haug og kritisert litt kvarandre, kan du seia, det er jo sånn det har vore. Når ikkje du har noko kjennskap eller du ikkje har noko ansikt å forholde deg til, når ein ikkje kjenner folk, kjenner miljøet, så er det veldig lett å kritisera kvarandre uten at det er noko konstruktivt. Men no siste åra har me i alle fall hatt bra kontakt vil eg seia.”

Av de fiskeoppdretterne som ble intervjuet, mente et flertall at det var viktig å få Vossolaksen tilbake. Noen nevnte at Vossolaksebestanden er særlig viktig blant laksebestander på grunn av at den ble brukt som genetisk grunnlag for oppdrettslinja Mowi som er en av de fire viktigste genetiske linjene for oppdrettslaks som er i bruk i Norge i dag. Som Marit Solberg, adm. dir. ved Marine Harvest Norge, beskrev, Vossolaksen ble valgt på grunn av sin størrelse og at den ble kjønnsmoden senere enn andre laksebestander, noe som førte til bedre vekst og kjøttkvalitet.

Hun sa at selv om Marine Harvest ikke har noe anlegg i Nordhordland for øyeblikket, er de blant de største investorene i prosjektet som skal produsere Vossosmolt i Evangervatnet (se **kapittel 11.3.1**). Hun sa, “vi ville ikke vært med i Vossoprosjektet med penger og midler hvis ikke vi følte at Vossolaksen er en del av oppdrettshistorien. Vi vet at det er en flott stamme og vi vil gjerne at det skal gå bra med gjenreisningen. Vår nåværende hovedeier, er jo en veldig engasjert laksefisker og ønsker å bevare gode villaksstammer. Vossolaksen er kjent både i Norge og i utlandet, så det er jo også noe ekstra. Den er som et nasjonalsymbol for oss rett og slett, og det ville være forferdelig om den skulle forsvinne.”

De lakseoppdretterne som ble intervjuet trodde at miljøpåverkingen fra lakseoppdrett stort sett hadde minket, inkludert mindre bruk av antibiotika og bedre overvåkning av antall lakselus inne i og rundt merdene. De understreket at i tillegg til fokus på påvirkning fra havbruk på villaksen, burde andre aktører også tenke og forske på problemer i ferskvannshabitatet på grunn av vannkraft, sur nedbør og andre miljøfaktorer.

Selv om de pekte på at andre faktorer burde tas hensyn til erkjente oppdretterne som ble intervjuet sitt verneansvar og at oppdrettsnæringen har en viktig rolle. Jan Emil Johannessen, adm. dir. ved Lerøy Fossen AS, sa, “Vi erkjenner jo det at vi påvirker, vi påvirker naturen, for det er klart at vi driver jo i de fjordene, vet du, det er en stor biomasse sant, tusenvis av ganger større enn den ville laksen noen gang har vært i antall... men jeg kan ikke se at det ikke skal kunne gå an å kombinere det med villaksen.”

Som Roar Ektvedt fra NFN (Nordhordland fiskehelsenettverk) beskriver det i **kapittel 13** “lakseoppdrettsnæringen har i lang tid blitt sterkt kritisert for ikke å ta på alvor den trusselen som oppdrettet kan representere for vassdrags- og havmiljø i form av smittespredning, parasitter og rømming fra anlegg. Dersom det nevnte samarbeidet gir positive resultater, kan en våge å håpe på at tilsvarende prosjekter kan bidra til reetablering av laksestammer i flere vassdrag.”

Jan Emil Johannessen beskrev noe av motivasjonen for at fiskeoppdretterne ville bidra med denne innsatsen. Han sa at resultatene av forskningen i Vossoprosjektet til nå er et viktig utgangspunkt. “Så vi tror jo at det, basert på dette her som har vært forsket på, at det kan være en måte. Vi kan ikke garantere noe, men det kan være en måte å få opp en populasjon på. Og det er jo sant ingenting som hadde vært hyggeligere enn at det kom fisk igjen.”

Utsetning av en så stor mengde Vossosmolt, i tillegg til rognplanting og utsetting av ensomrig yngel, betyr en stor økning i antall smolt som vandrer ut. Sammen med målene om å gjøre elve- og fjordhabitatene mer gunstig med tanke på overlevelse av de ulike livsstadier, gir dette Vossolaken en sjanse til å reetablere en bærekraftig bestand.

10.6 Oppsummering og konklusjon

Vossolaksen har historisk sett hatt stor verdi for lokalsamfunnene langs vandringsruten fra kysten, inn gjennom de trange fjordene og i Vossovassdraget. Siden bestanden brøt sammen på slutten av 1980-tallet og fredningen av alt fiske i elv og indre fjordområder i 1992, har Vossolaksen sluttet å bidra økonomisk til lokalsamfunnene. Likevel er laksen stadig ansett som viktig. Dette gjenspeiles i tallrike restaureringstiltak og forskningsprosjekt gjennom de siste tiårene som lokalbefolkningen også har vært engasjert i. I mange tilfeller, slik som utviklingen av Voss klekkeri, har lokale krefter vært avgjørende for å iverksette og gjennomføre arbeidet.

Denne undersøkelsen har hatt som mål å beskrive Vossolaksens verdi for lokalsamfunnene i fortid, nåtid og framtid, og å undersøke det nåværende lokale engasjementet i tiltakene for å redde Vossolaksen. Resultatene viser at mange folk ser et stort potensial for at Vossolaksen i framtiden kan bidra kulturelt og økonomisk til lokalsamfunnene om bevaringstiltakene lykkes. Ettersom årene gikk og en ikke fikk laksen tilbake avtok imidlertid det lokale engasjementet. Dette var en følge av at de som tidligere fisket laks og hadde personlig interesse i restaureringstiltakene ble eldre og mistet håpet om å få tilbake livet forbundet med laksen. Denne eldre generasjonen har følelsen av at tidligere restaureringstiltak og bevaring ikke har hatt den nødvendige støtte eller har vært mislykket, og er bekymret for at kunnskapen om laksefiske ikke blir overført til nye generasjoner. Likevel, de som stadig er engasjert i pågående restaureringstiltak beskriver en større optimisme og et større håp om suksess enn de som ikke lengre er involvert, og mange av de som har resignert beskriver et ønske om å bli overbevist om at det er grunn til håp.

I dag er det en gryende følelse av optimisme med bakgrunn i ny forskning som gir grunn til å tro at de pågående bevaringstiltakene kan lykkes. Dette, sammen med et nytt og tett samarbeid mellom villaksinteresser og oppdrettsnæringen i Nordhordland, blir av flere oppfattet som et vendepunkt med tanke på å frambringe den nødvendige politiske vilje som må til for å gjennomføre restaureringstiltakene. En videreutvikling av dette samarbeidet mellom ulike interessegrupper i vassdraget og i fjordområdene oppfattes som svært viktig for å redde Vossolaksen. Det var ofte nevnt at det er veldig viktig å få større interesse og engasjement blant de unge generasjonene om arbeidet med Vossolaksen. En av de viktigste måtene eldre generasjoner kan bidra på er å aktivt overføre kunnskap til yngre generasjoner om hvor verdifull Vossolaksen var for lokalsamfunnet, og hvor verdifull laksen igjen kan bli i framtiden om restaureringsarbeidet lykkes. Det er å håpe at de mange beskrivelsene av Vossolaksens positive ringvirkninger som er gjengitt i dette kapittelet også kan bidra til et økt engasjement for å redde laksen.

10.7 Referanser

- Barlaup, B.T. & H. Skoglund. 2004. Vossolaksen – Særtrekk og bestandsutvikling. I: Barlaup B.T. (red.) Vossolaksen – bestandsutvikling, trusselfaktorer og tiltak. DN-utredning 2004 –7.
- Berg, Magnus. Det norske lakse- og innlandsfiskets historie: Fiskeetaten 1855-1986. Universitetsforlaget AS, 1986.
- Berntsen, Bredo. De dansende fluer: Fra sportsfiskets pionertid i Norge. Redaktør: Finn Parr Nyquist. Grøndahl & Søn Forlag, Oslo 1990.
- Bissell, Alfred E. and Charles Lee Reese, Jr. Further Notes on the Pursuit of Salar. Anthoensen Press, Maine, 1972.
- Direktorat for Naturforvaltning. Vossolaksen – bestandsutvikling, trusselfaktorer og tiltak. Utredning 2004-7.
- Eggum, Terje. Laks i Sikte. Skald AS, 1997.
- Eknæs, Åsmund. Innlandsfiske. Det Norske Samlaget. Oslo, 1979.
- Gammersvik, Ågot. Laksefiskarane: Teknologisk og økonomisk tilpassing på Stamnes i Nordhordland, 1870-1980. Magistergradsavhandling i etnologi. Universitetet i Oslo, 1984.
- NOU - Norges offentlige utredninger. Til laks åt alle kan ingen gjera? 1999:9
- Ritchie, Donald A. Doing Oral History: A Practical Guide. Second Edition. Oxford University Press, 2003.
- Schwiebert, Ernest. Remembrances of Rivers Past. Creative Arts Books Company, San Francisco. 1984.
- Skorve, Ole Kristian, Kjell Skjærven, Lars Birkeland, Kjell Andresen, og Arild Skorve. Notat om Skadeverknader Frå Flaumsenkinga av Vangsvatnet. Publisert privat, 1996.
- Ullaland, G.A., Hausken. J., Døskeland I. & H.M. Moxnes. 2004. Ferdigstilling av ordning med nasjonale laksevassdrag og laksefjordar - fråsegn. Hordaland Fylkeskommune. Strategi- og utviklingsavdelinga.

Appendiks A. Liste etter Intervjudeltakerne, skilte i fire kategorier: Indre fjord, elva, kyst og oppdrettsnæringen.

1) Indre fjord (Vaksdal kommune)	3) Kyst (Øygarden, Fjell og Sotra kommuner)
Farestveit, Olga – f. 1942	Lokøy, Ingvald – f. 1947
Farestveit, Øyvind – f. 1937	Sæle, Kåre – f. 1945
Furnes, Helge – f. 1935	Toft, Richard – f. 1932
Gammersvik, Ingolf – f. 1913	Turøy, Gerhard
Gammersvik, Olav – f. 1945	Vik, Ole – f. 1935
Gullbrå, Johannes – f. 1962	
Helland, Magnar	4) Oppdrettere
Kallestad, Osvald – f. 1923	Ektvedt, Roar, Nordhordland Fiskehelsenettverk
Kallestad, Svein	Fyllingsnes, Egil, Fyllingsnes Fisk
Kulshamar, Knut Helge – f. 1957	Fyllingsnes, Inge, Fyllingsnes Fisk
Kvamme, Ola – f. 1947	Fyllingsnes, Steinar, Fyllingsnes Fisk
Stamnes, Jan – f. 1942	Holsen, Øyvind, Leder, Salar Smolt
	Johannessen, Jan-Emil, Adm. dir., Lerøy Fossen
2) Elva (Voss kommune)	Solberg, Marit, Adm. dir., Marine Harvest Norway
Bolstad, Karl – f. 1937	
Helland, Oddbjørn – f. 1967	
Skjæven, Kjell – f. 1932	
Skorve, Ole Kristian – f. 1948	



Appendiks B. Spørreundersøkelse til Fiskere og Grunneigere

Anonym liste over de som svarte på spørreundersøkelsen, skilte i alder, kommune og hovedarbeid. Resultater ble skilt i fire geografiske områder: **Elva** (Voss kommune), **Indre fjord** (Vaksdal kommune), **Mitre fjord** (Osterøy, Bergen, Askøy og Meland kommuner), og **Kyst** (Øygarden, Fjell, Sotra og Fitjar kommuner). Det var 40 svar totalt.

1) Elva (10 svar totalt):	Bergen (5 svar)
Voss (10 svar)	Alder 39, HMS Boring Offshore
Alder 70, Poststyrer	Alder 54, Overingeniør
Alder 40, Skogsbruksleier	Alder 55, Telecomingeniør
Alder 54, Arkitekt	Alder 40, Annleggsarbeider
Alder 54, Elektro	Alder 49, Bergen kommune
Alder 59, Arkitekt	
Alder 50, Mekaniker	Askøy (1 svar)
Alder 75, Jernbarn stasjonsmester	Alder 61, Bonde
Alder 68, Bonde, elveeiger	
Alder 59, Annleggsarbeider	Meland (1 svar)
Alder 45, Småbruker, bilmekaniker	Alder 50, Byggmester, Bonde
2) Indre fjord (10 svar totalt):	4) Kyst (11 svar totalt):
Vaksdal (10 svar)	Øygarden (5 svar)
Alder 95, Elektriker, handelsmann, bonde	Alder 62, Fisker
Alder 84, Skipper	Alder 75, Fisker
Alder 72, Bonde	Alder 56, Jernbinder, Bonde
Alder 62, Bonde, annleggsdrift	Alder 58, Nordsjøarbeider
Alder 51, Tømrer	Alder 72, Fiskeskipper
Alder 65, Anleggsarbeider	
Alder 59, Sjøfører	Fjell (2 svar)
Alder 37, Sjøforsvaret, Olje	Alder 68, Bonde, Verkstedsarbeider
Alder 45, Revisor	Alder 77, Fisker
Alder 63	
	Sotra (1 svar)
3) Mitre fjord (9 svar totalt):	Alder 60, Fisker, Oppdretter
Osterøy (2 svar)	
Alder 84, Laksefisker, Brislingfisker	Fitjar (2 svar)
Alder 75, Anleggsarbeider	Alder 56, Oppkjøper
	Alder

Appendiks C. Spørreundersøkelse til Ungdommer fra Stamnes-området (15 svar totalt)

Anonym list over ungdommer som svarte på spørreundersøkelsen. Svar er skilte i alder, kjønn og hjemområdet på Stamnes.

Lunde (1 svar)	Straume (6 svar)
Alder 13, F	Alder 13, M
	Alder 13, F
Stamnes (7 svar)	Alder 14, M
Alder 13, F	Alder 14, M
Alder 13, F	Alder 14, F
Alder 14, M	Alder 15, F
Alder 14, M	
Alder 14, M	Grøsvik (1 svar)
Alder 14, F	Alder 14, F
Alder 15, M	

11 Voss klekkeri

Av Kjersti N. Finne, Geir Ove Henden og Monika Haugland, Voss klekkeri

11.1 Historisk bakgrunn og utvikling fram til i dag

Voss Fiskarlag vart skipa 5. april 1929 med føremål å setja ut fisk i fisketomme og fiskefattige vatn, og elles gjera viktig kultiveringsarbeid. Det vart òg gjort vedtak om å arbeida for å fremja laksebestanden. Laget starta opp same hausten med klekkeri, og har på ulike lokalitetar produsert yngel av fjellaure, sjøaure og laks fram til 70-åra. Under er ein tabell som viser utsett yngel, klekt ut frå Voss Jeger- og Fiskarlag (VJF) sine klekkeri i tida 1929 – 1978 (Tabell 11.1).

Tabell 11.1. Utsett yngel klekt ut frå Voss Jeger- og Fiskarlag sine klekkeri i tida 1929 – 1978. Tal frå Jubileumsskrift, VJF 1979.

10-års perioden	Fjellaure	Sjøaure	Laks	Yngel i alt
1929-1938	334 500	0	0	334 500
1939-1948	345 500	0	0	345 500
1949-1958	345 500	0	25 000	550 000
1959-1968	345 500	75 000	2 500 000	3 128 000
1969-1978	345 500	500 200	1 917 000	2 670 400
Sum	2 011 200	575 200	4 442 000	7 028 400

Oversikten viser det at i løpet av perioden 1949 til 1978 har vore sett ut over 4,4 millioner lakseyngel. Dette utgjør i snitt nesten 150 000 årleg. I 1964 vart det vart produsert heile 455 000 lakseyngel (Voss Jeger- og Fiskarlag 1979). Voss Jeger- og Fiskarlag og lokale lag har hatt klekkeri-drift på Tvildemoen, i Rognsfossen, ved Palmafossen, i Skulestadmoen og på Bulken. Vasskjelde har vore eit problem undervegs, og Voss Jeger- og Fiskarlag hadde allereie i 1978 ønske om eit nytt klekkeri/føringsanlegg.

Stiftelsen Voss klekkeri vart skipa i mai 1990. Fylgjande lag og organisasjonar med i stiftelsen; Bolstadelva grunn-eigarlag, Bulken og Evanger elveeigarlag, Fadnes og Mestad elveeigarlag, VJF, Voss kommune og BKK. I 2001 vart stiftelsen utvida med Voss Grunneigarsamskipnad og Evanger Sportsfiskarlag.

11.1.1 Nytt klekkeri

På grunn av nedgang i laksebestanden utover 80-åra, og frykt for negative konsekvensar av dei planlagte anleggsarbeida med ny stamveg og senking av Vangsvatnet, tok Voss Jeger- og Fiskarlag initiativ til nytt klekkeri. I konsesjonsvilkåra til BKK er det teke med at kraftutbyggjar kan bli pålagt å bygge og drive klekkeri i vassdraget. På bakgrunn av dette sette VJF i 1987 ned ei nemnd med fylgjande personar; Ståle Kvarme, Birger Berge, Per O. Stafnes, Aslak Himle, Jon Arvid Himle og Ole Kr. Skorve, for å planleggje eit nytt anlegg (Voss Jeger- og Fiskarlag 1988). Søknad om midlar vart sendt til DN i 1988, men vart i fyrste omgang avslegen. Jon Arvid Himle og Ole Kr. Skorve reiste då på møte med DN i Trondheim for å forhandla om framtidig stønad. Det vart gjeve positive signal om dette på møtet, og planleggingsarbeidet heldt fram med sikte på byggestart våren 1989. VJF fekk sjølv-eigande tomt av Voss kommune og planleggingsarbeidet vart lagt fram for årsmøtet i VJF i 1988. Etter dette vart plannemnda utvida med fiskeforvaltar hjå fylkesmannen, Øyvind Vasshaug, og miljøvernleiar i Voss kommune, Gunnar Berge.

Det store gjennombrøtet kom på eit møte på Evanger med representantar for elveeigarane frå heile den lakseførande delen av Vossavassdraget (Voss Jeger- og Fiskarlag 1988). VJF la fram sine planar om det førebuande arbeidet, og fiskeforvaltar Vasshaug la vekt på den viktige beredskapen det var å etablera klekkeri på Voss. Det vart full semje om planane. Møtet resulterte i at det vart oppretta eit interimsstyre for det vidare arbeidet. Fylgjande lag var med; Vangsvatnet grunneigarlag, Bulken-Evanger elveeigarlag, Evangervatnet grunneigarlag, Evanger Nord (Teigdalen) grunneigarlag, Bolstadelva grunneigarlag og VJF.

Finansieringa av klekkeriet kom på plass i 1989. Dei som bidrog med midlar var Direktoratet for naturforvaltning, Bolstadøyri Elvefond, Norges Jeger- og Fiskerforbund, Landbrukets Utbyggingsfond, BKK og Voss kommune.

Voss Energiverk utførte det meste av grunnarbeidet på tomte. Tømmerlinja ved Voss Yrkesskule stod for snikkararbeidet. I tillegg kom mykje dugnadsarbeid. Planlegging av vassbehandling og andre viktige tekniske installasjonar vart utført av konsulentfirma. Klekkeriet vart etter ein hektisk byggeperiode klart til fyrste stamfiske og rogninnlegg hausten 1989 (Voss Jeger- og Fiskarlag 1989).

11.1.2 Pålegg og utbetringar på klekkeriet / karantenestasjon hausten 1990

På grunn av furunkulose vart Stiftelsen Voss klekkeri pålagt å bygge karantenestasjon for stamfiskane (Voss Jeger- og Fiskarlag 1990). Klekkerennene måtte ombyggast slik at det vart eige vassinntak/uttak for kvar fisk. Karantenestasjonen vart etablert i ein tunnel ved Rognsfossen kraftverk. Her blei det plassert 10 kar for stamfisk. Voss klekkeri nytta vatn frå turbinrøyrer til kara. Befrukting og desinfeksjon av rogn vart utført i eiga brakke. Denne karantenestasjonen var ikkje god nok driftsmessig. Vassinntaket var usikkert og fleire store nestenulukker vart avverka i siste liten. Vi såg difor etter andre løysingar som kunne ivareta nødvendig sikkerheit både driftsmessig, og etter sjukdomsforskrifter.

11.1.3 Innlandsaure, rein/urein avdeling frå 1995

Fylkesveterinæren stilte krav om at fjellaureyngel måtte forast opp i eige rom, skild frå anadrom fisk. For å imøtekoma desse krava måtte Voss klekkeri skaffe nytt eigna lokale. Det gamle lukehuset til Voss og Omland Energiverk sto tomt etter at ny kraftstasjon vart etablert og dei gav løyve til å nytte dette. Fylkesveterinæren og fylkesmannen støtta planane. Det måtte leggjast ny vassleiding frå klekkeriet til lukehuset. I lukehuset var det plass til 3 kar, noko som gav moglegheit for oppføring av 20000 1-somrig innlandsaure. Lukehuset kan nyttast til stamfisk etter at innlandsauren er sett ut.

I 1995 vart klekkeriet og fóringshallen utbetra med smittesperre. Om hausten, i samband med stamfiskhald og stryking, vart fóringshallen urein avdeling, og klekkeriet rein avdeling. Stamfisk og rogn kunne vera i same huset. Heile prosessen kring stamfiskhald og stryking vart difor vesentleg betra.

11.2 Forvaltning og organisering

Voss klekkeri har hatt mange andre funksjonar enn å produsere setjefisk. I den kommunale fiskeforvaltninga har vi hatt fleire oppgåver, t.d. som sekretær for arbeidet med Handlingsplan for forvaltning av innlandsfiskeressursane i Voss kommune (1996-1999) og vi var med i utvalet som rullerte planen i 2000. I 2003 fekk Voss klekkeri i oppgåve å vere sekretær for arbeidet med ei ny rullering av handlingsplanen for fisk og vi har, i samarbeid med Voss kommune, hatt i oppgåve å følgje opp tiltaksdelen i desse planane. Her kan ein nemna utarbeiding av friluftskart og brosjyre for innlandsfiske, samt prøvefiske i innlandsvatn. Resultat frå

prøvefiske er presentert i eigne rapportar. Tilsette ved Voss klekkeri har vore kontaktpersonar i samband med gjennomføring av kalking i innsjøane og innsamling av vassprøvar. Voss klekkeri har òg vore med i driftsplanarbeidet til grunneigarar både når det gjeld Vossavassdraget og Teigdalselva. I tillegg har Voss Grunneigarsamskipnad i fleire år kjøpt sekretærfunksjon hjå oss.

Voss klekkeri har vore aktive i fleire forvaltningsutval tilknytt Vossavassdraget; "Vossoutvalet", "FOU-utvalet" og "Fagråd for anadrom laksefisk i Vossavassdraget". Når fagrådet vart oppretta i 1999, vart sekretærfunksjonen lagt til klekkeriet. Fagrådet er mellom anna høyringspart i saker som vedkjem laks og sjøaure i Vossavassdraget.

Voss klekkeri er medlem av den landsomfattande organisasjonen "Kultiveringsanleggenes forening" og vi har i mange år hatt kontrakt med VESO ("Helsetjenesten for kultiveringsanlegg") om helsetilsyn i anlegget. Denne medlemskapen har omfatta mellom anna skjelkontroll av stamlaks og individregistrering av kultiveringsfisk. Individregistrering er ein kartlegging av helsetilstand som i hovudsak ser på slitasjeskader som til dømes gjellelokkforkortingar og finneslitasje. I 2003 nytta vi VESO ekstra mykje i samband med yngeldød, og som konsulentar når vi utbetra vannbehandlingsanlegget m.m. (sjå eige kap.).

11.3 Produksjon

Det viktigaste arbeidet ved Voss klekkeri har heile tida vore å produsere god setjefisk av laks. I dag blir materiale av Vossolaks frå genbanken tilbakeført til vassdraget både ved utplanting av augerogn, utsetjing av 1-somrig setjefisk og ved produksjon av smolt. Voss Klekkeri produserer i tillegg 1-somrig brunaure for utsetting og fleire prøvefiska innsjøar syner godt tilslag på desse.

11.3.1 Konsesjon og nye planar

Konsesjon til drift av klekkeriet er gjeven av fylkesmannen med vilkår frå Mattilsynet. Stiftelsen Voss klekkeri har løyve til drift av klekkeri, setjefiskproduksjon og oppbevaring av stamfisk av laks, sjøaure og brunaure i Voss kommune (Vossavassdraget). Ein søkte ved årsskiftet 2007/2008 om utviding av eksisterande konsesjon og rammen for løyvet er per i dag som følgjer:

Det vert gjeve løyve til produksjon av 600 000 stk uføra og 500 000 stk føra yngel, 400 000 stk 1-somrig og 70 000 stk 1-årig smolt, stamfiskhald, og produksjon av 100 L rogn i året. Løyvet omfattar òg bruk av inntil 3 000 kg turrfør i året (brev frå fylkesmannen i Hordaland av 15. januar 2008).

Bakgrunnen for å søkje om utviding av konsesjonen er at ein har planar om å skalere opp smoltproduksjonen ved hjelp av merdanlegg i Evangervatnet. Ei utviding av kapasitet og produksjon ved klekkeriet er naudsynt for å kunne forsyne eit merdanlegg med tilstrekkeleg antal yngel i rett storleik. Ein eigna lokalitet for anlegg i Evangervatnet er funne og skriftleg avtale med grunneigarane er på plass. Stiftelsen Voss Klekkeri har fått konsesjon og utsleppsløyve for ein årleg produksjon på 200 000 stk laksesmolt av stadeigen stamme på lokaliteten (brev frå fylkesmannen i Hordaland av 28. april 2008).

11.3.2 Stamfiske / genbank / utfisking av oppdrettslaks

Arbeidet med å fange nok stamfisk til produksjonen har vore krevjande. Vi såg eit betydeleg krakk i laksebestanden i 1993, og sidan dette året har vi ikkje klart å fiske nok stamfisk for å utnytte kapasiteten i klekkeriet. Vi har likevel klart å nå dei målsetjingane om antal stamlaks som den levande genbanken i Eidfjord har for Vossavassdraget. Voss klekkeri har levert stamfiskmateriale til Levande genbank i perioden 1991 til 1998 og i 2001, i alt 78 familiar. Det er og frose inn mjølke frå 77 laksar (oppbevart i sædbank). I dag er nesten all produksjon av setjefisk av laks i Voss klekkeri basert på tilbakeført materiale frå genbanken i Eidfjord.



Fiske med garn for å ta ut rømt oppdrettsfisk er ei av oppgåvene til Voss klekkeri. Biletet er frå strekninga nedstraums Rognsfossen. FOTO: VIDAR HERRE

Rømt oppdrettslaks har i mange år vore eit stort problem i Vosso. Frå 1993 har andelen oppdrettslaks utgjort 60 – 70 % av den årlege totalfangsten under stamfiske. Vi ser det som svært viktig å få redusert omfanget av oppdrettslaks i gytebestanden. Dei åra det ikkje har vore stamfiske har vi difor hatt overvakingsfiske, for å ta ut oppdrettslaks og registrere villaks i vassdraget.

11.3.3 Merking av rogn og settefisk

Voss klekkeri søkte i 1994 om løyve og midlar til feittfinneklipping av 1-somrig laks og sjøaure som vart sett ut. Det vart løyvd midlar, og denne merkinga har stort sett vore gjennomført kvart år. Vi leiger inn skuleungdom til dette arbeidet, noko som er ein populær sommarjobb. Alt materialet vert i samarbeid med VESO merka med fargebad på rognstadiet (otolittmerking). Smolten vi produserer vert i tillegg snutemerka ("coded wire tag"). Dette arbeidet er eit viktig grunnlag for å evaluere utsetjingane på ein god måte.

11.3.4 Utsetjing over anadrom strekning

Ein strategi med å utnytte nye område for oppvekst av lakseyngel vart starta i 2001 då Fylkesmannen gav løyve til å setje ut 1-somrig laks i Strandavassdraget oppom lakseførande strekning. I perioden 2001-2006 vart det årleg sett ut inntil 50 000 stk yngel over ei strekning på 3 km etter avtale med grunneigarane. Resultat frå undersøkingar utført ved elektrofiske syner god overleving og tilvekst. I 2007 fekk ein på plass ei ny 5-årig avtale med grunneigarane på ei utvida strekning på rundt 10 km. Dette opna for at ein kunne auke antal yngel og i 2007 vart det sett ut 90 000 fisk. Startføra lakseyngel som er sett ut i Strandaelva er otolittmerka, men ikkje feittfinneklypt. I tillegg til Strandaelva er det òg sett ut yngel i Tverrelva, og merka rogn er planta ut i Bordalselva og Teigdalselva.



Lakseyngel sett ut i Strandaelva veks godt og gjer ein fin smolt. Her ser vi fangstar av lakseparr i Strandaelva som vil vandre ut som smolt om våren. FOTO: VOSS KLEKKERI V/GEIR OVE HENDEN

11.3.5 Sjukdomsutbrot og yngeldød våren 2003

Våren 2003 fekk vi svært stor dødelighet på plommesekkyngel både av laks og aure. Under akuttbesøk fann veterinær Carl Aage Wangel gassblærer i yngelen. Nitrogenovermetning i vatnet var truleg årsak til dette. Det vart sendt aure- og lakseyngel til Veterinærinstituttet i Trondheim for analyse. I desse prøvene vart det ikkje funne einskildfaktorar eller smittsam sjukdom som kunne forklare den omfattande yngeldøden. Det som vart funne var sparsomt med costia, gjellebetennelse, gjelleirritasjonar, og noko sopp (Wangel og Aunsmo 2003). Undevgs vart det tatt vannprøvar som vart sendt til NIVA for analyse, utan at det vart avdekka noko unormalt (Åtland 2003). I tillegg vart gjelleprøver av smolt som var i anlegget då første utbrot fann stad, analysert for metallar. Heller ikkje desse prøvene avdekka noko unormalt (Analysebevis NLH 2003).

Helsetjenesten for kultiveringsanlegg (VESO) var engasjert for å lage ein rapport om sjukdomsutbrotet (Wangel og Aunsmo 2003). Etter ei vurdering av det som vart observert under utbrotet, er nitrogenovermetning i kombinasjon med ugunstige miljøforhold den mest sannsynlege årsaken til at meir enn 90 % av all plommesekkyngel døydde i 2003. Ut i frå dette vart det førestlått å gjere ein del utbetringar på anlegget, for å driva førebyggjande arbeid mot liknande episodar. Det viktigaste var å få eit nytt vasshandsamingsanlegg med større kapasitet for lufting av nitrogengass i vatnet. Det andre var å lage eit opplegg som gjer det mogleg med årleg reingjering av rørsystem, sjølv med smoltproduksjon og fisk i anlegget heile året. Voss kommune, BKK og DN gjekk inn med midlar til opprusting av anlegget. I tillegg tok Voss klekkeri ein del av utgiftene sjølv. I slutten av november, like før nytt rogninnlegg, var utbetringane ferdige. Eit utvida vasshandsamingsrom med fleire moglegheiter til separate løysingar i ulike avdelinger, og nye vakuumlufte er på plass. I tillegg er det montert kalksteinfilter ved vanninntak i elva, for å betre filtreringa av vatnet før det kjem inn i klekkeriet.



11.4 Samarbeid med Voss Jeger og Fiskarlag, grunneigarar, forskingsmiljø og forvaltninga

Arbeidet ved Voss klekkeri vert utført av to tilsette i heil stilling. I tillegg har det heilt frå starten og fram til i dag vorte utført ei betydeleg mengd dugnadsarbeid frå lag og privatpersonar. Drifta ved klekkeriet har vore og er framleis heilt avhengig av den innsatsen våre frivillige legg ned kvar einaste veke året rundt og som vitnar om at det er stor interesse for det arbeidet klekkeriet driv. Vi er svært takksam for denne innsatsen som òg er til stor inspirasjon for dei tilsette.

Voss Jeger og Fiskarlag (VJF) har eit klekkeriutval på 8 personar som deler på vakter i helger og ved høgtider, dette utgjer om lag 0,5 årsverk. Døgnvakt på vekedagane vert delt mellom dei to tilsette. VJF er saman med grunneigarar med på fiskeutsetjingar og stamfiske. Både grunneigarar og VJF er viktige og positive samarbeidspartnarar for Voss klekkeri.

Ei anna viktig sak som i fyrste rekke VJF og grunneigarane har arbeidd med, er å få vurdert skadeverknadene i samband med flaumsenking og vegarbeid langs vassdraget. Etter mykje arbeid frå lokale krefter vedtok Direktoratet for naturforvaltning i 1998 å gje økonomisk stønad til gransking av biologiske konsekvensar av anleggsarbeidet. Dei juridiske sidene kring sakshandsaming av anleggsarbeidet vart og granska.

VJF har òg i samarbeid med grunneigarlag fått bygd laksetrapp i Palmafossen. Trappa var ferdig på slutten av 50-talet, og i 1988 vart den restaurert og ombygd. DN var med på planlegging og finansiering av dette tiltaket. I 2005 rasa delar av ein bygning ned i trappa og tetta store delar av den. Voss klekkeri fekk økonomisk støtte til oppreising og arbeidet vart utført ved hjelp av innleigd kranbil og dugnad. Voss klekkeri har sett ut feittfinneklypt setjefisk av laks ovanfor trappa, men det er ikkje kjent at det har vore fiska laks der. Hausten 2002 gjennomførte Voss klekkeri elektrofiske på fem stadar mellom Palmafossen og Skjervet i Raundalselva. Då vart det for fyrste gong funne naturleg rekrutterte lakseungar av fleire årsklassar ovanfor trappa i Palmafossen. Når vi no har sett at trappa vert nytta av laksen, hadde det vore viktig med eit opplegg på teljing for å sjå kor mykje laks som går opp.

Voss klekkeri har eit godt samarbeid med mange forskingsmiljø. Frå 1993 har Voss klekkeri hatt ansvar for innsamling av månadlege vassprøveseriar i Vossavassdraget. I 1993 og 1994 assisterte vi Norsk institutt for vannforskning (NIVA) i forsøk med smolt for å kartlegge forsurs-

ingssituasjonen. I 1994 deltok vi i eit telemetrisprosjekt saman med Norsk institutt for naturforskning (NINA). I samarbeid med NINA og NIVA har vi i 2001-2003 gjennomført testing av anleggssmolt i saltvatn, og mellom anna tatt blodprøver av fisken. Sidan 2001 har det vore tatt gjelleprøver av både anleggssmolt og villsmolt for å finne verdier av gjelleenzym. Dette har vore i samarbeid med Universitetet i Bergen. Prøvetaking av smolt er viktig for å kartlegge smoltkvaliteten. Voss klekkeri har eit godt samarbeid med Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske LFI-Unifob, Universitetsforskning Bergen. I åra 1999 til 2001 deltok vi i "Homingprosjektet" saman med LFI-Unifob og utførte både carlinmerking og elektrofisking. Saman med LFI delte vi og i overvåkingsarbeid i Vossavassdraget, som til dømes registrering av ungfisk. I samband med smoltproduksjonen dei siste åra, har vi samarbeidd med Havforskningsinstituttet i Bergen (HI) om snutemerking av smolt. I 2001-2003 vart ein tredjedel av smoltproduksjonen slept ut mot havet og frå 2005 har all smolten vorte slept. NINA har hatt ansvaret for dette. Hausten 2002 starta HI eit forskingsprosjekt om konsekvenser av innblanding av oppdrettslaks i villaksbestander. I dette prosjektet har Voss klekkeri delteke med fangst og stryking av oppdrettslaks, og innlegging og røking av rogn. Våren 2003 var vi med å samla inn villsmolt til eit nytt telemetriforsøk i regi av HI og LFI.

Stiftelsen Voss Klekkeri har heimeside på internett: www.vossklekkeri.no

11.5 Referanser

- Stiftelsen Voss klekkeri. 2003. Sjukdomsutbrot Voss klekkeri mai 2003.
- Voss Jeger- og Fiskarlag. 1979. Jubileumsskrift i høve Voss Jeger- og Fiskarlag sitt 50 årsjubileum 1929-1979.
- Voss Jeger- og Fiskarlag. 1988. Lagsnytt nr. 4 1988.
- Voss Jeger- og Fiskarlag. 1989. Lagsnytt nr. 2 1989.
- Voss Jeger- og Fiskarlag. 1990. Årsmelding 1990.
- Wangel, C.A. & A. Aunsmo. 2003. Voss klekkeri 2003, Oppsummering av funn og forslag til tiltak i forbindelse med dødelighet på plommeseekkyngel våren 2003.
- Åtland, Å., 2003. Prøvesvar. J. nr.125/03. s. nr. O-23004 21. Norsk institutt for vannforskning, Vestlandsavdelingen.

12 Levende genbank som tiltak for å bevare norske laksestammer

Av Håvard Lo, Veterinærinstituttet, seksjon for Miljø- og smittetiltak

12.1 Den levende genbanken for vill-laks

Oppbevaring av levende fisk er et tiltak som iverksettes for de mest truede laksestammene. Stammer som ikke lenger kan overleve i vassdragene, sikres til faren er over (**Figur 12.1**). Genbanken leverer enten rogn til lokale kultiveringsanlegg, som så produserer fisk for utsetting eller så kan øyerogn leveres for direkte utplantning i vassdragene for å klekkes der. Den første levende genbanken som ble opprettet var Haukvikanlegget på Vinjeøra i Sør-Trøndelag i 1989. Anlegget ble etablert for å ta vare på laksestammer fra gyrosmittede vassdraget i Midt-Norge. Senere ble et tilsvarende anlegg etablert i Eidfjord i Hardanger (1991) og på Bjerka i Nordland (1994). Laksestammene i Eidfjord-anlegget er utsatt for mange og ofte sammensatte trusselsfaktorer, mens stammene som er tatt inn på Bjerka-anlegget alle kommer fra gyro-infiserte vassdrag.

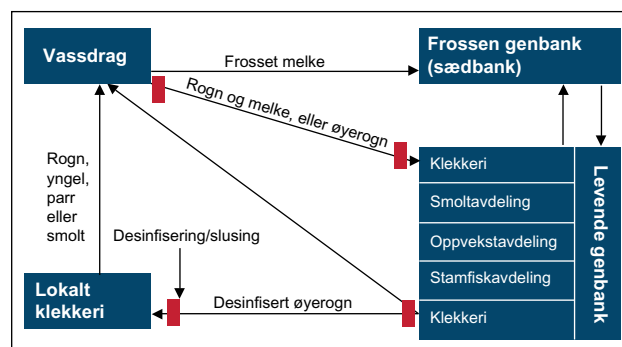
12.1.1 Generelle prosedyrer i Levende genbank

En av forutsetningene for drift av sentrale genbankanlegg, med forflytning av levende materiale mellom forskjellige smitteregioner, er at fiskesykdommer holdes under kontroll. For å kunne opprettholde en slik kontroll foregår hele livssyklusen i ferskvann og under kontinuerlig strenge hygieniske rutiner. All import og eksport av materiale foregår som desinfisert rogn. All stamfisk brukt ved nyinnlegg gjennomgår veterinærkontroll og blir obdusert og testet for IPN, BKD og furunkulose. I tillegg blir all stamfisk vurdert morfologisk, og skjellprøver av fisken blir analysert med sikte på å luke ut eventuell rømt oppdrettsfisk. I noen vassdrag blir stamfisken også gentestet for å sikre at den tilhører riktig populasjon.

Familier blir som rogn og yngel holdt i separate klekkesylindre og karenheter fram til nesten ett års alder (70-150 mm). 70-100 individer per familiegruppe blir så finnemerket og satt sammen i flerfamilie oppvekstkar der de går

fram til vel 2 års alder. Deretter blir hver familiegruppe redusert til 30-50 individer, hvert individ blir elektronisk merket og flyttet over i en oppvekstavdeling. I denne perioden holdes årsklassene isolert fra hverandre. Når fisken har nådd en vekt på ca 1 kg flyttes den videre til en flergenerasjons stamfiskavdeling. Alle de forskjellige avdelingene, stammene og årgangene fisk blir holdt strengt smitemessig adskilt. Ved eventuell påvisning av sykdom på anlegget vil det da kun kreves sanering av en begrenset del av anlegget. All fisk som dør av ukjente årsaker blir obdusert av anleggets tilsynsveterinær.

Ved all håndtering blir hver fisk registrert og utvalgte data lagres i en drifts database. Alle strykinger og kryssninger som foretas blir registrert i basen, som en dokumentasjon på det materialet som finnes i anlegget, og på det rognmaterialet som leveres til vassdragene. Slektstre/stamtavle for hvert enkelt individ er til enhver tid tilgjengelig og ligger som et grunnlag for bestemmelse av nye kombinasjoner i produksjon av utsettingsmateriale. Når fisken har nådd en alder på 8-10 år blir de brukt som grunnlag for produksjon av nye generasjoner stamfisk. Dette skjer etter spesielle prosedyrer for å kunne beholde og bringe videre så mye som mulig av de familiære og individuelle forskjellene i de nye generasjonene, innenfor de tekniske og praktiske begrensningene ved driften.



Figur 12.1. Flytskjema levende genbank for villaks.

12.2 Levende Genbank Nord-Norge, Bjerka

Genbankanlegget på Bjerka i Korgen kommune eies og drives av Statkraft AS. Anlegget var i utgangspunktet et regionalt settefiskanlegg for områdene Rana, Korgen og Vefsn. Statkraft sine utsettingspålegg i de aktuelle vassdragene ble gjort om til pålegg om stamfiskhold. Ved omlegging til genbankdrift i ble anlegget utvidet med en ny stamfiskavdeling og nytt vanninntak. Senere er også de gamle avdelingene på anlegget oppgradert. Anlegget har kapasitet til hold av 5-6 laksestammer, og en produksjon av ca 1000 liter rogn (ca 6.000.000 stk) per år.

Følgende laksestammer finnes på anlegget, alle er infisert av *Gyrodactylus salaris*:

- Ranaelva
(behandlet mot *G. salaris* og under overvåking)
- Røssåga
(behandlet mot *G. salaris* og under overvåking)
- Vefsna (*G. salaris*)
- Fusta (*G. salaris*)

12.3 Levende Genbank Midt-Norge, Haukvik

Genbankanlegget på Haukvik i Vinjeøra kommune eies og drives av Haukvik Kraft-smolt AS på oppdrag av Direktoratet for naturforvaltning, og var i utgangspunktet et kommersielt smoltanlegg. Anlegget har per i dag kapasitet til hold av 10-12 laksestammer, og en produksjon av ca 1500 liter rogn (ca 9.000.000 stk) per år.

Følgende laksestammer finnes på anlegget, de fleste er infisert av *Gyrodactylus salaris*:

- Driva (*G. salaris*)
- Batnfjordelva (*G. salaris*)
- Rauma (*G. salaris*)
- Måna (Behandlet mot *G. salaris* og friskmeldt)
- Innfjordelva (*G. salaris*)
- Steinkjervassdraget (*G. salaris*)
- Figga (*G. salaris*)
- Skibotnelva (*G. salaris*)
- Fjelna (rømt oppdrettsfisk)
- Namsblanken (rødlistet art)
- Vosso (sammensatt trusselsfaktor, finnes også på Eidfjordanlegget)
- Lærdalselva
(*G. salaris*, finnes også på Eidfjordanlegget)

12.4 Levende Genbank Vestlandet, Eidfjord

Genbankanlegget i Simadalen i Eidfjord kommune eies og drives av Statkraft SF på oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning. Anlegget ligger i nærheten av Statkraft sitt settefiskanlegg for regionen, og er det eneste som er bygget spesielt for genbankdrift. Helt siden oppstart har anlegget hatt problemer med kvaliteten på grunnvannet som er vannkilden til både settefiskanlegget og genbanken. Vannmengde og vannsikkerhet har også vært en begrensning for ønsket drift av anlegget. Alle disse problemstillingene er tatt i betraktning ved prosjektering og bygging av et nytt felles vannbehandlingsanlegg for genbanken og settefiskanlegget, som ble satt i drift sommeren 2004. Anlegget har kapasitet til hold av 7-8 laksestammer, og en produksjon av ca 500 liter rogn (ca 3.000.000 mill stk) per år.

Følgende laksestammer finnes på anlegget per 2008:

- Jølstra (vassdragsregulering og rømt oppdrettsfisk)
- Årøyelva (vassdragsregulering, lakselus)
- Lærdalselva (*G. salaris*, vassdragsregulering og lakselus)
- Vosso (vassdragsregulering, rømt oppdrettsfisk, sur nedbør, og lakselus)
- Ekso (vassdragsregulering, rømt oppdrettsfisk og lakselus)
- Eio/Bjoreio (vassdragsregulering, rømt oppdrettsfisk og lakselus)

12.5 Samarbeidspartnere

Både myndigheter, organisasjoner og næringsliv arbeider med genbank for laks.

- Direktoratet for naturforvaltning administrerer og har det faglige ansvaret for genbankarbeidet. Driften finansieres over DN's budsjett.
- Veterinærinstituttet, Seksjon for Miljø- og Smittetiltak har ansvar for den daglige drifta og den praktiske gjennomføringen av genbankarbeidet på oppdrag fra DN. VI koordinerer samarbeidet mellom de forskjellige aktørene som er med.
- Byggingen av levende genbank for Vest-Norge (Eidfjord) var et samarbeidsprosjekt mellom DN, Norges Bondelag, Eidfjord kommune og Statkraft. Anlegget drives av Statkraft på oppdrag fra DN.
- Genbankstasjonen for Nord-Norge (Bjerka) drives av Statkraft, mens stasjonen for Midt-Norge (Haukvik) drives av Haukvik Kraftsmolt A/S på oppdrag fra DN.

- Materialet som inngår i sædbanken lagres på GENO Hallsteingård Seminstasjon i Trondheim.
- Utvelgelse av vassdrag som skal inngå i levende genbank og sædbank foretas i samarbeid med Fylkesmennenes miljøvernadelinger og lokale foreninger og institusjoner som driver kultiveringsarbeid i elvene.

12.6 Vossolaksen i levende genbank

Vosso har vært en av landets viktigste storlakselver som tidligere trolig har gitt en årlig samlet fangst på over ti tonn. Laksens gjennomsnittsvekt har i alle år vært den høyeste i landet. I 1990 og 1991 var den henholdsvis 9,7 og 10,9 kg. Vassdraget har i dag et stort utnyttet potensial, og vil når det kommer i full produksjon igjen bli av svært stor betydning for sportsfisket i regionen. Lengde på naturlig lakseførende strekning er ca 44 km med flere vann og sideelver. I tillegg kommer en strekning på 11 km på grunn av etablert fisketrapp i sideelv. Nedbørfeltet er 1492 km² og midlere avrenning over året ca 101 m³/s.

12.6.1 Bestand og påvirkningsfaktorer

Bestanden har vært fredet siden 1992, og er nå på grensen til utrydding. Påvirkningsfaktorer som er registrert er, vassdragsreguleringer, forsuring, lakselus og rømt oppdrettslaks. I tillegg kommer fysiske inngrep ved senking av flomvannstanden i Vangsvatnet og omlegging av vei langs vassdraget. Vassdraget har vært kalket siden 1994. Sannsynligvis er det høy dødelighet på utvandrende smolt, og gjeldende hypoteser er påslag av lakselus og dårlig vannkvalitet (blandsoner) i nedre del av vassdraget og i sjøen. Gjennomsnittlig andel oppdrettslaks i gytebestanden i perioden 1990-1997 var hele 52 %.

12.6.2 Historikk og planer for genbank

Det ble frosset melke til sædbank fra 1986 til 1996, og samlet inn til levende genbank fra 1991 til 2001 (se **Tabell 1**). Fra strykingene i 2006 og 2007 ble alle innlegg av nye generasjoner familier også overført til genbanken på Haukvik. Dette gjøres både for å sikre det genetiske materialet og for å kunne bidra med en øket produksjonen av rogn for tilbakeføring til vassdraget fra 2011. Mengden av rogn som kan produseres på Haukvik vil avhenge av hvor mye av materialet som blir overført og den samlede kapasitet på anlegget. Fra og med 2011 er det foreløpig lagt opp til produksjon i ett stamfiskkar ved genbanken på Haukvik, i tillegg til to stamfiskkar ved genbanken i Eidfjord.

I tillegg til dette er det planlagt utvidelse av kapasiteten for produksjon av settefisk og smolt ved Voss klekkeri. Dette skjer i samarbeid med lokale oppdrettere, grunneiere og forvaltningen. Det utarbeides en langtidsplan for reetablering av den lokale laksestammen som innebærer utsetting av en større mengde rogn, settefisk og smolt årlig over ti år. Hvis tilbakeføringen av materiale fra genbanken skal fortsette etter 2018 er det mulig å forsterke bestanden i Levende genbank ved hjelp av frosset melke fra Sædbanken.

12.6.3 Bruk av tilbakeført materiale

Fram til og med 2003 er alt tilbakeført materiale klekket i Voss Klekkeri og satt ut som settefisk og smolt på forskjellige områder i vassdraget. Fra 2004 er et stort materiale i tillegg satt ut som desinfisert øyerogn på områder som normalt ikke er lakseførende. I tillegg foreligger det planer for å øke produksjonen av settefisk gjennom nybygg ved Voss klekkeri.

Tabell 12.1. Materiale i levende og frossen genbank fra Vossovassdraget.

Materiale gitt fra og med 2008 angir materiale planlagt innlagt, produsert, eller frosset ned i levende genbank (LG). N_e angir effektiv populasjonsstørrelse på innlagt materiale, beregnet ut fra antall og kjønnsfordeling på opphavsfisken. Fram til 2010 produseres det rogn bare ved genbanken i Eidfjord, mens det fra 2011 i tillegg legges opp til produksjon i ett stamfiskkar ved genbanken på Haukvik.

Aktivitet	Sædbank Innfrysing		LG 1.-gen		LG, N _e 1.-gen	LG 2.-gen	LG 3.-gen	LG Innfrysing		Tilbakeført fra LG
Sesong for stryking/ innlegg	Ant individer frosset inn fra vassdrag		Familier hentet inn fra vassdrag		Effektiv pop. 1.-gen	Familier av egen produksjon	Videre fra 2.-gen.	Antall frosset inn fra LG-anlegg		Rogn til- bakeført til vassdrag
	totalt	vill	totalt	uttatt	N _e	fam	fam	ind	fam	antall
Totalt	80	77	78	72	116	49	25	289	90	3.100.000
1986	18	18								
1987	5	5								
1988	8	7								
1989	8	7								
1990	9	8								
1991			4	4	8					
1992			18	18	23					
1993			3	3	6					
1994	20	20	9	9	18					
1995			12	12	18					
1996	12	12	16	16	20					
1997			5	4	8					30.000
1998			6	6	8	5		42	20	70.000
1999						5		30	20	150.000
2000						4		30	20	210.000
2001			5		7	12		31	20	130.000
2002						6				350.000
2003						4		56	20	450.000
2004						5				350.000
2005						5		50	21	650.000
2006						2	5	30	15	340.000
2007						1	20	20	15	370.000
2008							6			350.000
2009							6	30	15	350.000
2010							6			350.000
2011										500.000
2012										850.000
2013										1.000.000
2014										1.000.000
2015										1.000.000
2016										1.000.000
2017										1.000.000
2018										1.000.000
Sum Plan							18	30	15	8.400.000

13 Havbruket og Vossolaksen

Av Roar Ektvedt, Veterinær/prosjektleder Nordhordland fiskehelsenettverk (NFN)

13.1 Historiske trekk i utviklingen av laksefiskeoppdrettet

Fiskeoppdrett er ikke en ny næring. Kineserne har drevet fiskeoppdrett i flere tusen år. I Norge kjenner en til fiskekultivering i ferskvann tilbake til det 11. århundre. I norsk landmandsbok for 1870 er det omtalt to saltvannsparker: Engervannet i Sandvika (Bærum) og Hundebunnen i Østfold. I 1872 kom en tredje saltvannspark ved Larvik og i 1875 et mindre anlegg av samme sorten ved Fjellskilen på Sotra. Alle disse parkene ble lagt ned, og først i 1910 tok interessen seg opp igjen. På Sunnmøre stengte Cato Aall av en poll ved Taftesundet. Ved Grude, Røros og Røyken ble det startet dambruk. Heller ikke disse anleggene var lenge i drift.

Av pionerene i nyere tid på vestlandet kan en nevne Endre Rundhovde i Nordhordland og Erling Osland i Sogn. På slutten av 50-tallet begynte Osland å klekke fjellørret i Høyanger. Etter et par år med fjellørret, kjøpte han i 1960 rogn av regnbueørret fra Danmark. Det gjorde også andre pionerer. I Danmark og den første tida i Norge ble regnbueørreten oppdrettet i ferskvannsdammer. Osland fikk for lite ferskvann og begynte å sette yngel i sjøen i innhegninger langs stranda. Hensikten var å få fisken større enn porsjonsfisk. I 1966 fikk han tak i lakserogn. Det var vanskelig å skaffe fordi elveeierne fryktet at lakseoppdrett ville føre til dumping av prisen på villaks. Men i 1971 kjøpte statens kultiveringsanlegg rogn av Osland til sine klekkerier fordi de hadde for lite stamlaks. Osland og Rundhovde er to av mange pionerer fra tiden da havbruket begynte å ta form.

13.2 Oppbygging og utvikling av oppdrettsnæringen og dens organer

13.2.1 Fra små familiebedrifter til større selskaper og storkonsern

Fra slutten av 1960-tallet begynte en næring å ta form. I den første tiden var det små hobbyanlegg med regnbueørret i ferskvann, etter hvert også i sjø. I 1962 - 64 ble det stiftet 4 regionale oppdrettslag. Disse foreningene følte et sterkt behov for – i fellesskap – å utvikle akvakulturtek-

nologien, få markedsføringen inn i et system og lære mer om biologi og fiskehelse. Etter hvert som havbruket vokste, ble det viktig å bygge opp markeder internasjonalt. Norsk havbruk ble en eksportnæring

Den første salgsorganisasjonen, stiftet av oppdretterne, S/L Norsk Ørretomsetning ble etablert i 1965. Laget fikk lånegaranti fra Distriktenes utbygningsfond og fungerte til 1979. Oppdretterne la grunnlaget for seinere nasjonalt samarbeid ved stiftelsen av Norske Fiskeoppdretteres Forening (NFF) i 1970. NFF er seinere omorganisert og er i dag (2008) en del av Fiskeri- og Havbrukets Landsforening (FHL). I 1978 ble det lovbeskyttede Fiskeoppdretternes Salgslag A/L (FOS) etablert. FOS ble nedlagt etter konkurs i 1991. Fra den tid har eksport og omsetning blitt ivaretatt av private enkelteksportører.

I løpet av 1970-tallet begynte lakseoppdrettet å gå forbi ørretoppdrettet i størrelse. Den kombinerte virksomheten der den enkelte oppdretter sto for hele fiskens livssyklus, stryking av stamfisk, inkubering og klekking av rogn, oppføring til smolt på to år og matfiskeoppdrett i sjø, ble vanskelig etter hvert som produksjonen vokste. Derfor ble det etter hvert spesialisering. Stamfiskproduksjon, klekkeri- og settefiskeoppdrett ble en egen virksomhet, skilt fra matfiskproduksjon. Denne utviklingen skjøt fart på 1980-tallet da det etter hvert kom strengere offentlig regulering av næringa i form av konsesjonsrunder og produksjonsbegrensning. Hensynet til smittevern var også en medvirkende faktor til å isolere de ulike driftsformene fra hverandre. I 2008 kan vi registrere at utviklingen, i retning av langt færre og større eiere av typen konsern, har ført til at hele produksjonskjeden stadig oftere blir samlet i ett selskap. Men fysisk er stamfisk, settefisk og matfiskproduksjon isolert fra hverandre.

Hvorvidt utviklingen av havbruket ansees som positivt eller ei, er avhengig av øynene som ser. Alle typer anlegg har etter hvert blitt større. Settefiskanlegg som på 1980-tallet produserte 2-300.000 smolt pr år, har stadig blitt utvidet. De største har i 2008 en årsproduksjon på 2,5 til 5 millioner sjøklar smolt. Denne utviklingen innebærer at også driftsteknologi, anleggskonstruksjon, føringssystemer, datasystemer, automatisering, produksjonsovervåking og leverandørindustri har gjennomgått enorme forandringer. Det er i dag ikke mulig å betjene et

oppdrettsanlegg på sjøen med rein muskelkraft. En annen konsekvens av utviklingen er at behovet for råstoff til fôr har økt tilsvarende. Dette kan på sikt føre til mangel på råstoff, ettersom det hovedsakelig baseres på marint råstoff (hvit fisk).

Uten å komme nærmere inn på oppdrett av annet enn laksefisk, kan det nevnes at oppdrett av kveite er under utvikling. Torskeoppdrett er nå blitt kommersielt og har trolig et betydelig utviklingspotensial.

13.2.2 Utvikling av produksjonsvolum fra 1970-tallet til 2007

Havbruket utviklet seg i kystfylkene fra Rogaland til Finmark, med Hordaland, Møre og Romsdal, Nordland og Trøndelag som de ledende regionene. Det var først på slutten av 1970-tallet at oppdrettsproduksjonen begynte å få nasjonal økonomisk betydning. Produksjonen steg jevnt fra den spede begynnelsen. I 1980 var produksjonen ca 8.000 tonn til en førstehandsverdi av om lag 225 millioner kroner. Tidlig på 1980-tallet passerte laksefiskoppdrettet norsk saueneiering i førstehandsverdi. I 1985 var produksjonen nær 34.000 tonn og førstehandsverdien passerte 1 milliard. Til tross for en rekke tilbakeslag har produksjonen steget jevnt. I 2007 var produksjonen passert 700.000 tonn til en førstehandsverdi av mer enn 17 milliarder kroner. Laksefiskoppdrettet har passert de nasjonale fiskeriene i produksjonsomfang og førstehandsverdi. Av fylkene har Hordaland hatt størst produksjon i de fleste av de siste 30 år. Her har tonnasje ligget omkring 25 % av landsproduksjonen de fleste år. Produksjonen av oppdrettslaks som passerte regnbueørreten midt på 1970-tallet, har seinere utgjort nesten hele produksjonsøkningen. Regnbueørreten lå i mange år mellom 5000 og 10.000 tonn pr år. I 2007 var regnbueørretproduksjonen knapt 50.000 tonn, mens lakseproduksjonen var 706.000 tonn. De nevnte produksjonstall er basert på FHL-Havbruks estimater av rund fisk til norske og internasjonale markeder. Antall settefisk, smolt som settes i sjø hvert år er passert 200 millioner.

13.2.3 Hygiene og smitteforebygging

Som følge av oppdrettsteknologiens store ekspansjon har de nødvendige serviceindustrier også gjennomgått dramatiske endringer. Dette gjelder utstyrsindustri, fôrindustri, slakte- foredlingsindustri og transportsystemer.

Skånsom transport av levende fisk har etter hvert blitt helt livsviktig. Dette gjelder alle stadier, fra øyerogn via yngel og smolt til transport av levende slaktefisk. Alt må komme levende og uskadd fram til bestemmelsesstedet.

I havbrukets første tid kunne klekking av yngel, smoltoppdrett, sjøsetting og slaktefisktransport skje innenfor et nærrområde. For eksempel ble slakteferdig fisk håvet opp og bløgget i kar på oppdrettsanlegget før en kort transport til eget nærliggende slakteanlegg. En annen mye brukt metode var å slepe merder med slaktefisk inn til kai ved slakteriet. Slike metoder fikk en dramatisk slutt utover på 1980-tallet. Utbrudd av smittsomme sjukdommer, forårsaket av bakterier eller virus var ofte en følge av uforsiktig bløgging og sløying uten smittehygieniske forholdsregler. Smitten kunne spre seg fra lokale slakteanlegg ved sleping av infiserte merder tilbake til oppdrettsanlegg.

Som følge av smittesituasjon og med offentlige restriksjoner og hygieneforskrifter, kom det fra slutten av 1980-tallet krav til smitteforebyggende tiltak. Det gjaldt avstand mellom oppdrettslokaliteter, desinfeksjon og isolasjon av død fisk på anleggene, forbud mot sleping av merder med levende fisk, færre og større slakteanlegg i stor avstand fra oppdrett.

Brønnbåter for transport av levende fisk er blitt livsnødvendig for havbruksnæringen. Båtene er stadig blitt større og mer teknisk avanserte. Sjøl om båtene har kontinuerlig gjennompumping av sjøvann i brønnen under transport, må båtene ha utstyr for overvåking av oksygenivå og tilføring av ekstra oksygen ved behov. Det kan for eksempel være nødvendig å stenge ventilene og gå med lukket brønn i kortere perioder. Da tilføres oksygen. Men opphoping av avfallsstoffer fra fiskens stoffskifte gjør at situasjonen kan bli kritisk uten vannutskifting.

Ved oppdrett i sjø og transport av levende fiske er det et smittehygienisk problem at det må brukes åpne systemer med vanngjennomstrømming. Spesielt i de øvre sjikt av sjøvannet finnes det mikroorganismer og parasitter som trenger levende fisk som vertsorganismer for å føre sine generasjoner videre. Men enkelte unntak er dette ikke noe problem i villfiskpopulasjoner, der tettheten er liten. Men når mennesket griper inn i naturen og holder dyr, fiske eller andre akvatiske organismer i monokultur med stor individtetthet, oppstår det forhold hvor den naturlige balansen forrykkes, patogene mikroorganismer og parasitter kan få overtaket.

Tidlig på 1990-tallet kom det en forskrift om transport av levende fisk i brønnbåt eller tankbil. Smitteforebygging i form av reingjøring og desinfeksjon av brønn, rør, pumper og ventiler etter transport var nedfelt i forskriften. Samtidig ble det også slutt med å godkjenne trebåter for transport av levende fisk, fordi de var nær sagt umulige å desinfisere. Til tross for dette har det aldri blitt mulig å fri brønnbåtene fra mistanke og påstander om at de er smittespredere i havbruket.

13.2.4 Svingninger i de internasjonale markeder

De norske havbruket har et internasjonalt marked. Det driver både i konkurranse og samarbeid med søster-næring i land som Storbritannia, Irland, Canada og Chile. Sistnevnte er etter hvert blitt den største konkurrenten. Siden norsk havbruk drives uten offentlige støtteordninger, er næringen sårbar overfor svingninger i internasjonale markeder og offentlige reguleringer som disse til en hver tid er underlagt. Krav om minstepris, straffetoll og påstand om dumping av norske produkter har ført til perioder med importstopp på store markeder som EU og USA. Andre grunner til importbegrensninger er risiko for at norsk fisk kan overføre sjukdomssmitte. Dette har vært aktuelt for virusjukdommen ILA (Infeksiøs lakseanemi).. Slakte- og foredlingsindustrien sliter med en annen smitte, som ikke er en fiskesjukdom. Det gjelder bakterien *Listeria monocytogenes*, som kan forurense rå fiskeprodukter fra ureint vaskevann og utstyr i prosessen. Konsumering av slike produkter uten varmebehandling, kan påføre konsumenten sjukdom og i verste fall være dødelig. Noen land, Sveits, China og USA har "null-toleranse" for listeriabakterier og krever dokumentasjon for ukentlige listeria-negative prøver av produktene.

13.2.5 Fiskehelse

En del fiskesjukdommer var kjent lenge før utviklingen av havbruket. Det hadde vært sjukdom og død i stimer og steng med sei. I den internasjonale dambruksnæringen hadde sjukdommer vært gjenstand for forskning og bekjempelse i nesten hele 1900-tallet.

I lys av havbrukets historiske utvikling har oppdagelsen og bekjempelsen av fiskesjukdommer vært en kontinuerlig prosess. Det begynte å gi store utfordringer på slutten av 1970-tallet. Tidlig på 1980-tallet kom de første fiskehelsetjenestene i gang i Hordaland. Etter hvert ble det mange av disse langs kysten. Grupper av oppdrettere engasjerte veterinærer i kampen mot sjukdommene. Veterinærene som hadde liten utdanningsbakgrunn i disse problemstillingene, måtte skaffe seg mer kompetanse. Utdanningen av norske veterinærer ble også tilpasset dette behovet. Fra rundt 1990 etablerte universitetene i Bergen og Tromsø spesialstudier i fiskehelse. Det ble mulig å ta hovedfag og seinere master i dette faget. Disse har yrkestittel fiskehelsebiolog og i dag arbeider mange av dem sammen med veterinærer i fiskehelsefirmaer eller er ansatt i oppdrettskonsern.

Det har vært mange framskritt og mange tilbakeslag i kampen mot fiskesjukdommene. Bruken av antibakterielle midler er en av fiskeveterinærenes minst ærerike bragder. Dette toppet seg på slutten av 1980- og begynnelsen av 1990-tallet. Den ekstremt smittsomme og dødbringende bakteriesjukdommen furunkulose kom til Norge med importert smolt i 1985. Til tross for intens bekjempelse og nedslakting i angrepne anlegg, spredte furunkulosen seg langs kysten fra Trøndelag. Spredningen skyldtes trolig smittet laks på vandring, villfisk eller rømt oppdrettsfisk. Dette kunne ha vært spikeren i kista for lakseoppdrettet. Forbruket av antibakterielle midler tilsatt i medisinfôr nærmet seg 40 tonn aktivt legemiddel pr. år da det hele kulminerte i 1993. Da hadde forskerne utviklet en effektiv, oljebasert vaksine, med såkalt depoteffekt. Samtidig var teknologien for stikkvaksiner av smolt før sjøsetting blitt så avansert og effektiv at det reddet næringen. Men det lå mange havarerte og konkursrammede bedrifter i kjølvannet av den kampen.

Det forekommer en rekke andre årsaker til sjukdom og dødelighet i fiskepopulasjoner. Det gjelder både bakterier, virus og parasitter. På rogn og yngel i ferskvann kan sop-pinfeksjoner gi problemer. I sjøen er algeoppblomstring om vår og sommer av og til en trussel. Noen gir fysisk skade, mens andre kan bruke opp oksygenet i fiskens nærrområde.

Problemer i fiskens nærmiljø er kjent i form av groe på nøtene som kan tette igjen og hindre gjennomstrømming. Forgiftning og fiskedød på grunn av omrøring fra gassholdig sediment ga fiskedød i den tid anlegg lå i grunne terskelfjorder med dårlig utskifting.

Tabell 13.1. Oversikt over noen av de mest kjente og tapsbringende, smittsomme fiskesjukdommer i norsk havbruk. De som er merket med * kan smitte vertikalt, via egg til avkom. Resten smitter horisontalt = ved kontakt, direkte eller indirekte gjennom vannet.

I) Bakteriesjukdommer				
Navn	Årsak	Forekommer på laksefisk i	Behandling	Forebygging
Vibriose	Vibrio anguillarum	sjøanlegg eller sjøvannsinfisert ferskvann, sommer	Antibakterielle midler i fôr	Vaksinering før sjøsetting
Kaltvannsvibriose	Vibrio salmonicida	sjøanlegg i kaldt sjøvann	Antibakterielle midler i fôr	Vaksinering før sjøsetting
Furunkulose	Aeromonas Salmonicida	sommervarmt sjøvann og ferskvann	Antibakterielle midler i fôr	Vaksinering før sjøsetting
BKD= * bakteriell nyresjuka	Renibacterium salmoninarum	sjøvann og ferskvann hele året (kronisk)	Nedslakting sanering av anlegg	Brakklegging av anlegg
II) Virussjukdommer				
Navn	Årsak	Forekommer på laksefisk i	Behandling	Forebygging
VHS=Egtvedsjuka	VHS-virus	ferskvann og sjø, ekstremt smittsom	Lovpålagt nedslakting	Sanering av anlegg og lovpålagte stikkprøver
IHN=Infeksiøs hem. nekrose	IHN-virus	ferskvann og sjø Ekstremt smittsom	Lovpålagt nedslakting	Sanering av anlegg og lovpålagte stikkprøver
ILA=infeksiøs lakseanemi	ILA-virus	matfisk/stamfisk i sjø, hele året	Nedslakting	Brakklegging av anlegg
IPN*=infeksiøs pankreasnekrose	IPN-virus	Yngel og parr i ferskvann, smolt i sjø	Fjerning av sjuk/død fisk	Forbud mot smoltsalg ved utbrudd. Vaksine
PD=pankreas Disease	PD-virus	matfisk/stamfisk i sjøanlegg/ hele året	Fjerning av sjuk/død fisk, evt. Nedslakting	Brakklegging av anlegg. Vaksine utprøves
III) Utvortes parasitter				
Navn	Årsak	Forekommer på laksefisk i	Behandling	Forebygging
Gyrodaktylusangrep	Gyrodactylus salaris (haptomark)	på laks i ferskvann, vill eller i oppdrett	Utrydding av fisk og parasitt	Restriktiv kultivering. Stikkprøver i anlegg
Lakselusangrep	Lepeophtheirus salmonis (spesialisert krepsdyr)	på laks i sjø, vill eller i oppdrett	Avlusing med medisinfôr eller bademidler	Streng overvåking. Synkronisert vinteravlusing
Costiaangrep	Ichthyobodo necator (protozoo)	på laks i ferskvann og brakkvann	Formalinbad	Overvåking. Mikroskopi av hud- og gjelleslim
Trichodinaangrep	Trichodina (protozoo)	i sjøvann	Formalinbad	Overvåking. Mikroskopi av hud- og gjelleslim
IV) Innvortes parasitter				
Navn	Årsak	Forekommer på laksefisk i	Behandling	Forebygging
Bendelmarkinvasjon	Eubothrium crassum	laksefisk i ferskvann og sjøvann	Prazikvantel (Droncit) i fôr	Unngå mellom- verter
Nematoder (rundmark)	Hysterothylacium aduncum	laksefisk i sjøvann	Markmidler i føret	Unngå føring med rå, kvernet, hvitfisk

13.3 Fiskeoppdrettsnæringens forhold til offentlig forvaltning

Den første loven om bekjempelse av fiskesjukdom ble vedtatt av stortinget i 1968. Den første loven som regulerte norsk fiskeoppdrett ble vedtatt i 1973. Seinere ble disse lovene revidert flere ganger, og det kom etter hvert svært mange forskrifter, gitt med hjemmel i disse lovene.

I mange år, fra 1960-tallet og framover, var det strid mellom, Fiskeri-, Miljøvern- og Landbruksdepartementet om hvem som skulle forvalte det regelverk som regulerte havbruuket, men omkring år 2000 kom byråkrater og politikere til kloke løsninger. En del forskrifter som lå ”i grenseland” ble gitt med hjemmel i mer enn en lov. Det ble også bestemt at en forskrift kunne forvaltes av mer enn ett departement. Den etaten som i dag heter Mattilsynet er dannet ved fusjon mellom fire tidligere etater: Statens dyrehelsetilsyn, Statens landbruksstilsyn, Statens Næringsmiddelstilsyn og sjømatstilsynet fra Fiskeridirektoratet. Mattilsynet forvalter to lover: dyrevernavloven (ny lov om dyrevelferd i 2008) og Matloven av 2003 (lov om matproduksjon og mattrygghet). I den nye dyrevelferdsloven er hensynet til velferd hos fisk tatt med. Matloven erstattet ca 12 gamle lover, blant annet Lov om dyrehelse og Lov om fiskehelse.

Lov om akvakultur av 2005, som avløste den såkalte oppdrettsloven og forvaltes av Fiskeridirektoratet, setter forbud mot å drive fiskeoppdrett uten konsesjon (løyve) fra staten ved Fiskeridepartementet. En oppdrettskonsesjon setter grenser for produksjonsomfang, i tillegg til en rekke andre vilkår. Mange vilkår er nedfelt i forskrifter. Det gjelder for eksempel krav til teknisk standard, såkalt dugelighetsbevis. Settefiskkonsesjoner setter grenser for antall sjødyktig smolt produsert per år. Matfiskproduksjon i sjø, som tidligere hadde begrensninger i form av merdolum, har nå produksjonsbegrensning i form av biomasse på lokalitetsnivå.

Mattilsynet og Fiskeridirektoratet forvalter i fellesskap flere forskrifter, gitt med hjemmel i de nevnte lovene. En av de viktigste er Forskrift om drift av akvakultur. Et viktig krav i denne forskriften er at matfiskprodusenter i sjø skal utarbeide en driftsplan for sine lokaliteter/konsesjoner. Driftsplanen for påfølgende år skal sendes Fiskeridirektoratets regionkontor og Mattilsynets distriktkontor innen 1. oktober. Planen vurderes av disse i fellesskap. Dersom planen er i strid med regelverk, må den justeres. Godkjente planer kan settes i verk pr. 1. januar.

De viktigste forskriftene i fiskehelseforvaltningen er:

- Forskrift om forebygging, begrensning og utrydding av sjukdom hos akvatiske organismer, gitt i 1991
- Forskrift om drift av akvakulturanlegg, gitt i 2004
- Forskrift om bekjempelse av lakselus, gitt i 2000
- Forskrift om transport av akvatiske organismer, gitt i 1997
- Kvalitetsforskrift for fisk og fiskevarer, gitt i 1996
- Forskrift om internkontroll i akvakulturanlegg, gitt i 2004
- Forskrift om reingjøring og desinfeksjon av akvakulturanlegg, gitt i 1997

13.4 Nordhordland Fiskehelsenettverk - et historisk samarbeid mellom havbuks- og villaksinteresser

13.4.1 Etablering og formål

Nordhordland Fiskehelsenettverk (NFN), som ble etablert i 2005, er en frivillig sammenslutning av lokale laksefiskoppdrettere. Nettverket har ikke formell tilknytning til Vestnorsk Havbrukslag. Det dekker i 2008 et geografisk kystområde i Hordaland og Sogn, fra Korsfjorden i sør til Sognefjorden i nord. Fra Sotra/Øygarden i vest til Voss/Vaksdal i øst (**Figur 13.1**). De østlige kommunene har ikke fiskeoppdrett, men det foregår et tradisjonelt kultiveringsarbeid med sikte på å bevare og reetablere viktige stammer av vill laksefisk. I denne sammenhengen er Vossolaksen i hovedfokus. Først ute med etablering av nettverk var oppdretterne i Hardanger. De stiftet HFN i 2003. I 2006 ble Rogaland Fiskehelsenettverk etablert. De tre nettverkene har et faglig samarbeid gjennom firmaet FOMAS, som påtar seg dataregistrering, utarbeiding av statistikk, økonomi og regnskap.

Etableringen av NFN har hatt to hovedformål i sine tre første funksjonsår:

- 1) Systematisk overvåking og bekjempelse av lakselus i nettverkets geografiske område. Nettverket har dessuten en intensjon om å arbeide med andre viktige fiskehelseproblemer når dette viser seg nødvendig.
- 2) Organisert samarbeid med forskere ved Unifob (Universitetsforskningen i Bergen), med miljøvernmyndigheter, Mattilsynet, Fiskeridirektoratet og andre etater. Hensikten er gjennom fiskehelse- og parasittkontroll å bidra til å finne løsninger på mysteriet omkring sammenbruddet i villaksstammen i Vosso. Lakselusangrep som årsak til reduksjon i antall utvandrende villsmolt er en av flere mulige årsaksfaktorer.

Nettverket bør motivere oppdretterne til å bidra til forskningen, for eksempel ved praktiske metoder for å avdekke lakselus-effekt på villsmolten. Et praktisk eksempel er å sette ut små merder med villsmolt i fysisk nærhet av oppdrettsanlegg i sjøen.

13.4.2 Organisering

NFN er en sammenslutning med valgt styre, vedtekter, styremøter og årsmøte. Styret består av representanter for medlemsselskapene og en representant for villaksforskerne. Medlemmer er oppdrettselskaper som har lokaliteter i det nevnte geografiske området. Prosjektlederen er engasjert på deltid. Han har skriftlig arbeidsinstruks, som bl. a. omfatter sekretærarbeid for styre og årsmøte, organisering av fagmøter, rekruttering av nye medlemmer og kontakt til havbruksnæring, forskere, offentlig forvaltning og andre fiskehelsevirksomheter. Fra vedtektene kan det nevnes ting som avspeiler filosofien bak en slik sammenslutning:

Vedtektenes §3 Oppgaver

- Fremme utvikling og samarbeid mellom oppdrettsanleggene.
- Samle inn opplysninger som kan gi grunnlag for faglige beslutninger om forebyggende og akutte tiltak med særlig fokus på lakselus.
- Gi ut regelmessig informasjon til medlemmene via e-post eller sms.
- Planlegge og arrangere møter og seminarer om oppdrettsrelaterte forhold.
- Fremme samarbeid med andre interessenter til marine miljø i videste forstand i vårt område, herunder spesielt det pågående arbeid med å redde Vossolaksen.
- Arbeide for å øke kunnskapen om oppdrettsnæringen blant folk flest.
- Være formidler av kontakt mellom næring og institusjoner.

Til den daglige del av virksomheten, vedrørende økonomi, dataregistrering og statistikk har nettverket leid firmaet FOMAS – Fiskehelse og miljø AS på Tysnes.

Den faglige aktiviteten i NFN omfatter årlig: ett årsmøte, to til tre styremøter, to til tre fagmøter. Til fagmøtene presenteres relevante faglige temaer i havbruk, fiskehelse og lakseforskning. Det engasjeres foredragsholdere fra forskningsmiljøene innen marin, biologisk, klimatisk og veterinærmedisinsk forskning. Havbruksrelatert industri, fôr- og legemiddelfirmaer samt representanter fra fiskeri-, miljø-, og fiskehelseforvaltning inviteres til å delta og holde innlegg.

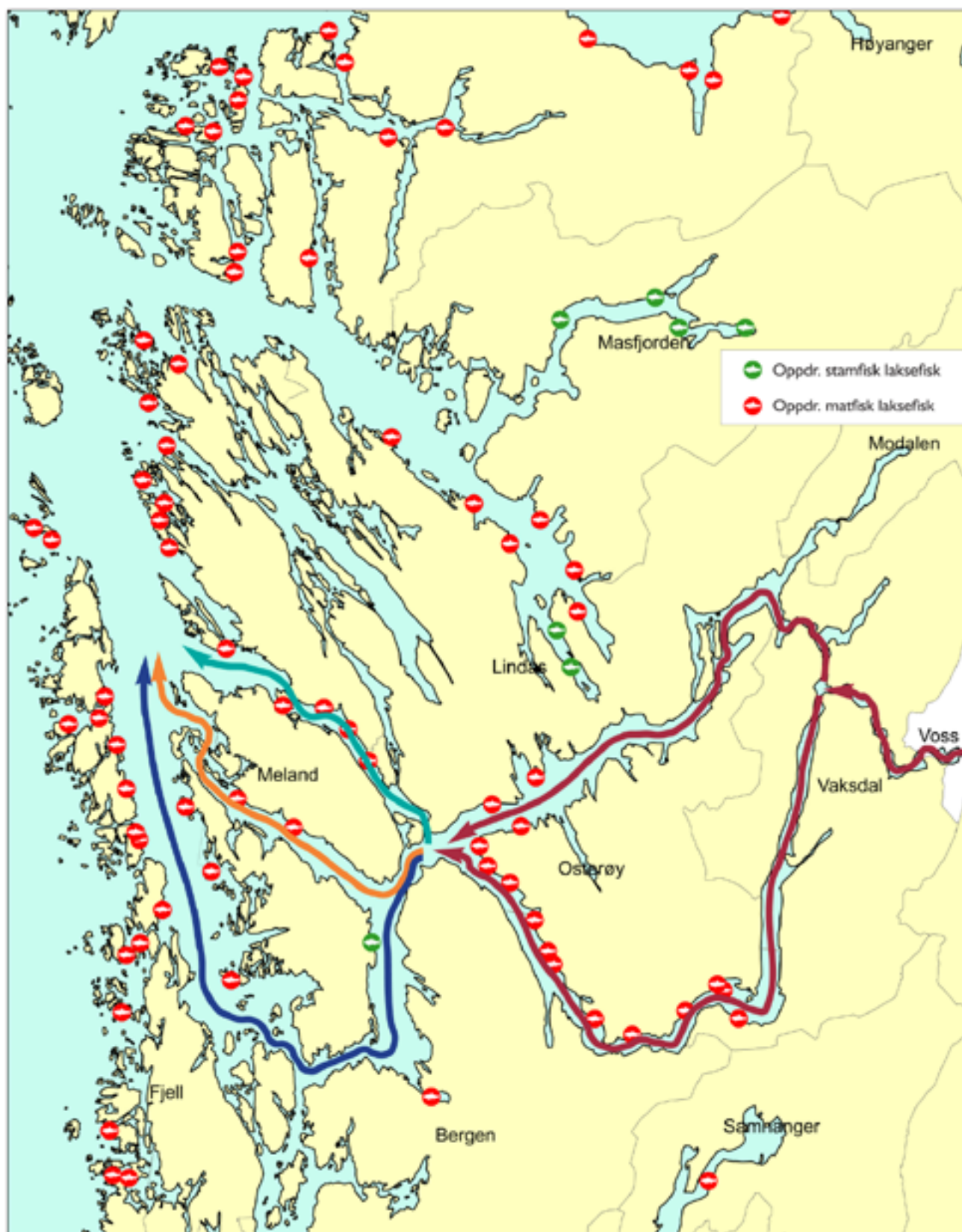
13.4.3 Finansiering av nettverkets virksomhet

Virksomheten blir finansiert gjennom to kilder. Hovedfinansieringen er medlemskontingent fra de oppdrettselskapene som er medlemmer i nettverket. I 2008 betaler selskapene inn til NFN kr. 5000,- pr sjølokalitet som er i drift i inneværende år. Den andre inntektskilden er tilskudd fra Hordaland Fylkeskommune. Det er gitt tilsagn på kr. 250.000,- i en treårs periode.

13.4.4 NFNs daglige virksomhet

Telling, registrering og rapportering av lakselus på oppdrettsfisk gjennomføres etter retningslinjer gitt av Mattilsynet med bakgrunn i Forskrift om bekjempelse av lakselus. Fysisk registrerer oppdretterne antall lakselus i snitt per fisk etter telling på 40 fisk i hver lokalitet hver annen uke. Fiskene er bedøvet i bad under prosessen. I tillegg registreres og rapporteres saltholdighet og temperatur på 3 meters dyp på oppdrettslokaliteten. Firmaet FOMAS – fiskehelse og miljø, lokalisert i Tysnes utfører registreringsarbeidet.

Mattilsynet, som er det offentlig forvaltnings- og tilsynsorgan for fiskehelse, med en rekke forskrifter hjemlet i Lov om matproduksjon og mattrygghet, har uttrykt stor tilfredshet med etableringen av fiskehelsenettverkene og deres virksomhet. Delvis etter mønster fra disses sjølpålagte vinter-avlusingskampanjer vedtok Mattilsynet høsten 2007 å gi pålegg om avlusing i desember-januar dersom oppdrettsfisk ved telling av lakselus på 40 fisk i hvert anlegg viste seg å ha mer enn 0,3 lus (alle stadier) i snitt pr fisk i anlegget. Dette kravet er strengere enn lakselusforskriftens grenseverdi for avlusing. Pålegget ble derfor gitt med hjemmel i Forskrift om forebygging, begrensning og utrydding av sjukdom hos akvatiske organismer.



Sannsynlig utvandningsrute for smolten som forlater Vossovassdraget.
Smoltutvandring skjer i løpet av noen uker i mai og/eller første halvdel av juni.

Figur 13.1. Kart over NFNs geografiske virkeområde, med oppdrettslokaliteter inntegnet

13.4.5 Evaluering av vinter-avlusingskampanjen 2007 – 08

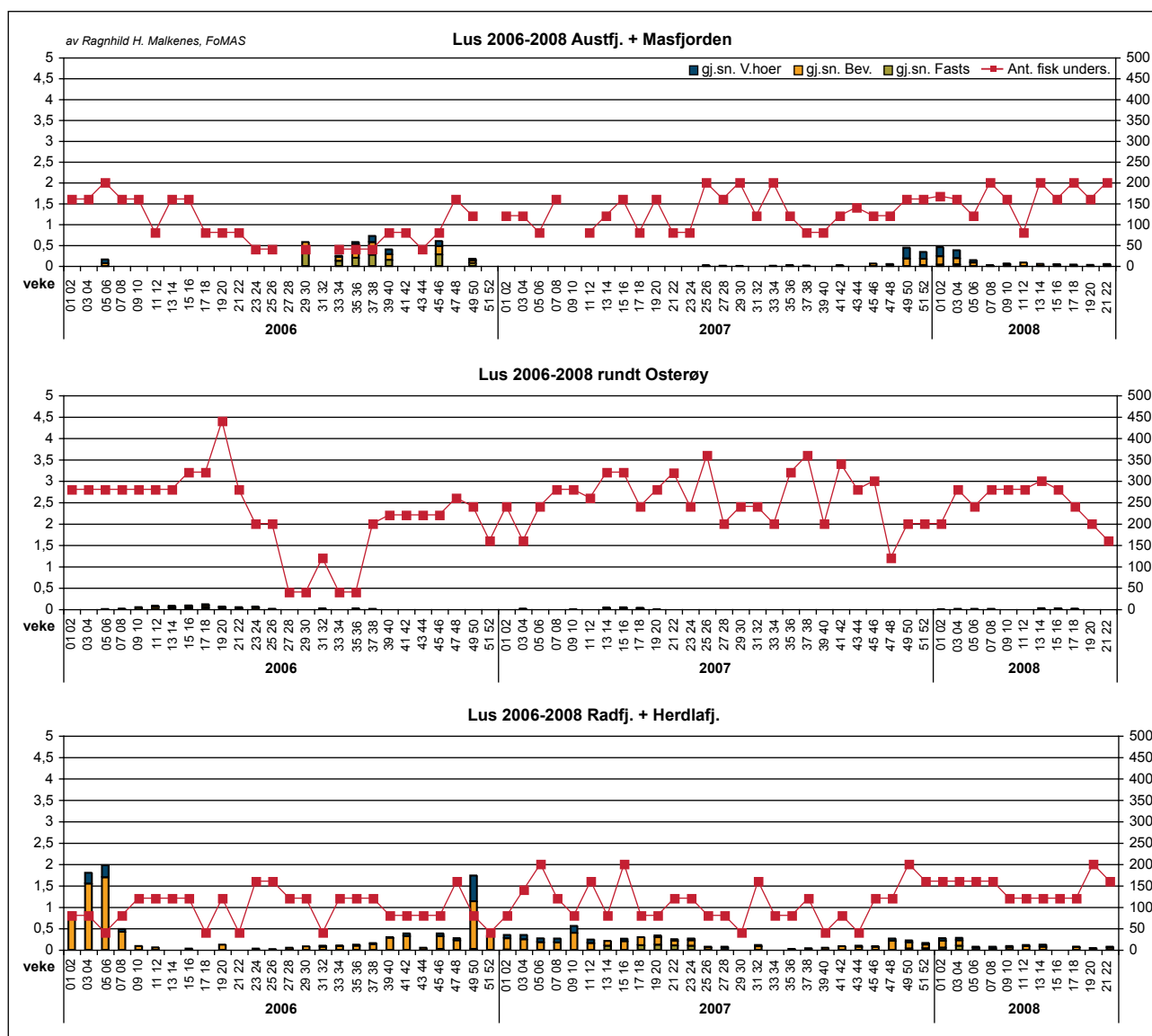
Tabell 13.2. Av alle lokalitetene NFN får rapporter fra var det 23 lok. med 2007-årgang, anbefalt Slice. Ti av disse hadde ikke lus. Ant. lok. med 2006 årgang var 6, anbefalt bad. Tre av disse hadde ikke lus. Dvs at av totalt 29 lok. var det 16 som behandlet, mens de øvrige 13 hadde < 0,3 lus. For tidlig slice: 30,8 % For sen slice: 7,7 % (her er ikke den ene i uke 8 med, hadde ikke lus ved fellesavlusning.)

AVLUSING NORDHORDLAND Vinter 2007/2008						
behandling/ uke	47	50-51	52-01	02-03	04-05	08
SLICE	1	3		7	1	*1
ingen	10 med < 0,3 lus					
BAD				**1	2	
ingen	3 med <0,3 lus					
sum beh.	1	2		8	2	1

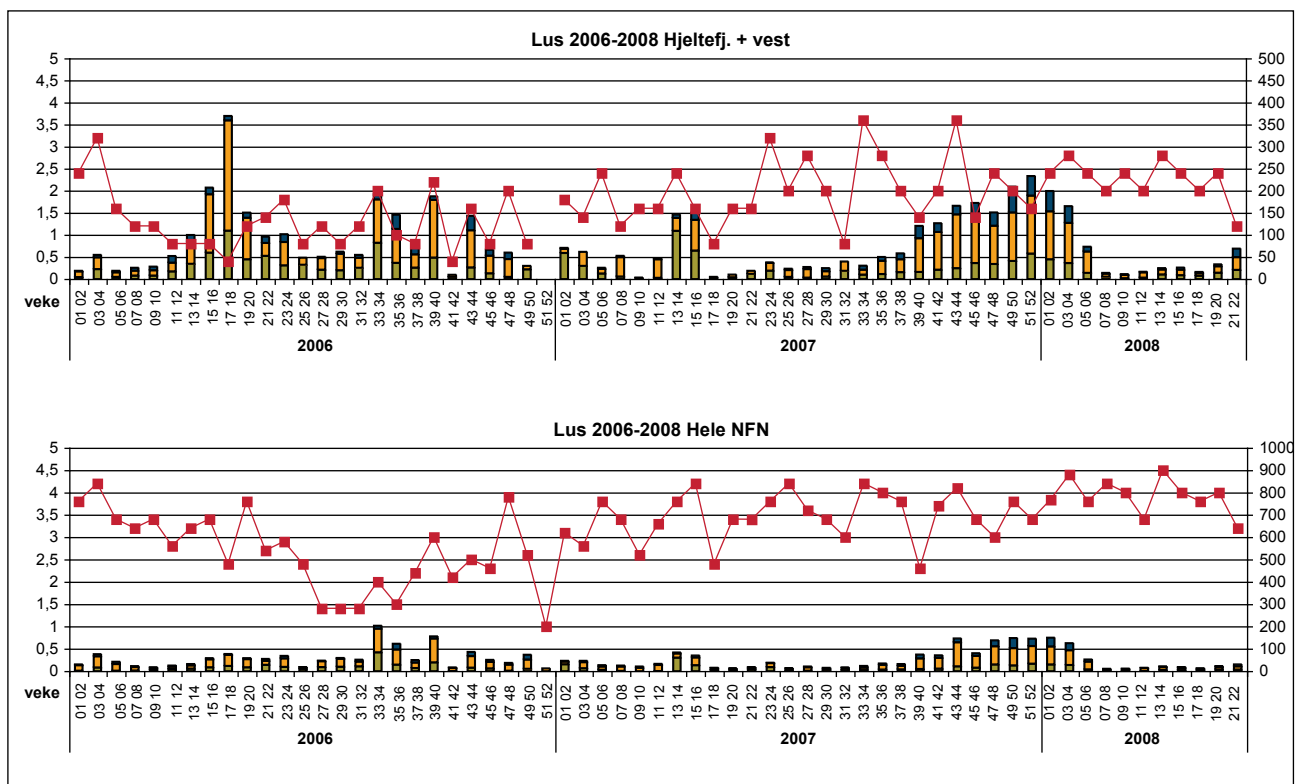
Tabell av Ragnhild H. Malkenes, FoMAS

* Hadde ikke lus ved fellesavlusningen, men fikk litt i februar.

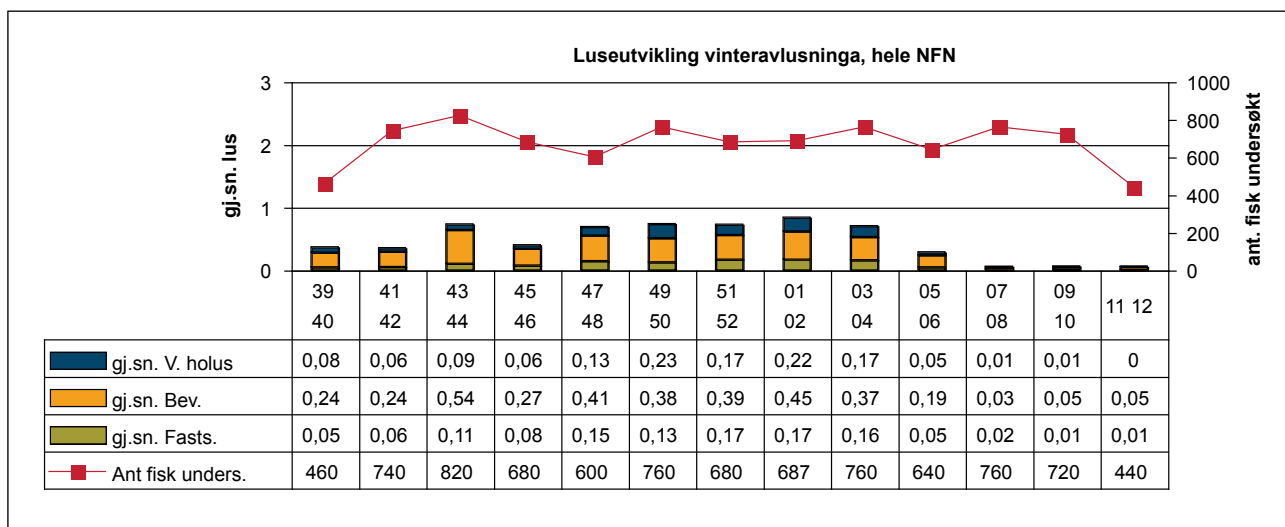
** Slaktet ut i løpet av jan., derfor uproblematisk med tidlig bading



Figur 13.2. Illustrasjon med diagrammer over lusetall og miljødata i 4 soner i 2006 – 2008. Lusenivået var lavt etter vinteravlusningen 2008, og INGEN enkeltlokaliteter var over grensen for Mattilsynets pålagte våravlusning i uke 15+16 (0,5 lus i snitt pr fisk). Dvs. at ingen i NFN trengte å delta i våravlusningen.



Figur 13.2. Forts.



Figur 13.3. Luseutvikling for hele NFN i forbindelse med vinteravlusning.

13.4.6 Kan nettverkssamarbeidet bidra til å løse opp en mangeårig interessekonflikt?

Fiskeoppdretterne i et lokalt geografisk område har gått inn i et forpliktende samarbeid med villaksforskere, elve-eierlag og kultiveringsanlegg knyttet til Vossovassdraget i Hordaland. Samarbeidet vil fysisk også berøre andre vassdrag, som Daleelva, Ekso og Modalselva. De samarbeidende oppdrettselskapene har lokaliteter i fjord- og kystområder som er fysisk berørt av de nevnte vassdragene. Alle har sitt utløp via Osterfjordsystemet mot kysten av Sotra, Øygarden, Nordhordland og Gulen. Vill laksefisk (laks og sjøørret) som vandrer ut og inn i dette geografiske området, kan komme i fysisk kontakt med oppdrettslokaliteter. Selskapene har forpliktet seg gjennom fiskehelsenettverkets vedtekter til å gjennomføre en systematisk kontroll og bekjempelse av lakselus og andre fiskehelseproblemer. Dessuten er det etablert et rednings- og samarbeidsprosjekt kalt Vosso-prosjektet. I samarbeid med Voss Klekkeri og med midler fra oppdrettselskaper og andre kilder skal det etableres et produksjonsanlegg for smolt. Det er søkt om konsesjon for et lite merdanlegg i Evangervatnet i Vossovassdraget. Herfra skal grupper av smolt slepes i små merder ut til flere lokaliteter i fjord- og kystområdet i Vossosmoltenes utvandringsområde.

Lakseoppdrettsnæringen har i lang tid blitt sterkt kritisert for ikke å ta på alvor den trusselen som oppdrettet kan representere for vassdrags- og havmiljø i form av smittespredning, parasitter og rømming fra anlegg. Dersom det nevnte samarbeidet gir positive resultater, kan en våge å håpe på at tilsvarende prosjekter kan bidra til reetablering av laksestammer i flere vassdrag.

Vi leser i avisene at villaksutvalgets leder mener tiden er i ferd med å løpe fra et slikt redningsarbeid. Han kritiserer også myndighetene for ikke å gå mer radikalt til verks ved oppretting av nasjonale laksefjorder. I vårt lokale tilfelle er Osterfjordbassenget blitt en av de nasjonale laksefjordene. Her skjedde det allerede tidlig på 1990-tallet en omlegging av oppdrettsvirksomheten. Oppdrett av laks i fjorden ble avviklet, og det har siden bare blitt oppdrettet regnbueørret.

Siden Osterfjorden er en typisk brakkevannsfjord der det bare oppdrettes regnbueørret, hører påvisning av lakselus i anleggene til sjeldenhetene. Lakselus på lokalt vandrende laksefisk i fjorden er likevel et kjent fenomen. Slike luseforekomster kan fisken ha fanget opp lenger ute på kysten. De kan fange opp frittsvevende larver i kyststrømmen, i nærkontakt med oppdrettslokaliteter eller i dypere vannlag i fjordene. Det er derfor nærliggende å trekke den slutning at en oppdrettsfri Osterfjord ikke nødvendigvis bidrar til å redusere problemet med lus og rømt oppdrettslaks i villaksmiljøet innenfor.

13.4.7 Fiskehelsenettverkens visjon

I den grad det kan snakkes om en visjon, har de tre etablerte fiskehelsenettverkene i Hardanger, Nordhordland og Rogaland en idé om gjennom felles innsats å arbeide for å redusere og kontrollere fiskehelse og –miljøtrusler som fiskeoppdrett i åpne, sårbare sjølokaliteter er konstant utsatt for. Når næringen lokalt i Nordhordland har knyttet dette til et samarbeid med villaksinteressene, kan det gi håp om en felles gevinst.

Fiskehelsenettverkets kontinuerlige dynamiske tiltak bør være til en hver tid å evaluere fiskehelsesituasjonen i havbruken og søke løsninger i nær kontakt med fiskehelse- og villaksforskere. Det arbeid som er satt i gang i 2008 i håp om å få kontroll over virussjukdommen pancreas disease er et eksempel på dette.

13.5 Referanser

Martin Binde: Om fiskeoppdrett, regelverk, sykdom og veterinærer. Vestenfjeldske veterinærforening 100-års jubileumsbok 2002.

Dag Møller: Etableringen av fiskeoppdretternes egne organisasjoner. Fiskerihistorisk årbok 2006. Norges Fiskerimuseum.

Erna Osland: Bruke havet. Pionertid i norsk fiskeoppdrett. Det norske Samlaget 1990.

Hans Inge Algrøy: Personlige meddelelser basert på Vestnorsk Havbrukslags statistiske data.



Saman om Vossolaksen



Bilde 1: Fisken blir kontrollert for lakselus.

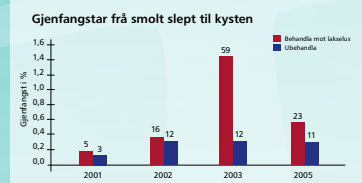
Bilde 2: Fisken er bedøvet før telling av lakselus.

Bilde 3: Storlaks teke i fjordområda utenfor Vosso ved Vaksdal. Ukjent fotograf.

Bilde 4: Vossolaks teke i kilenot i Bolstadfjorden på midten av 1960-talet. Den største laksen på bildet er 25 kg. Foto: Helge Furnes jr.

Biletet i topp er teke av LFI-Unifob v/Tore Wiers.

- Vossolaksen har tilpassa seg det største vassdraget på Vestlandet og det har resultert i verdas største Atlantiske laks med ei gjennomsnittsvekt på 10 -11 kg
- Så seint som i 1980 blei det teke 20 tonn Vossolaks, men på slutten av 1980-talet skjedde det eit samanbrot i bestanden. I dag står Vossolaksen i akutt fare for å bli utrydda
- I år 2000 blei det sett i verk eit tverrfagleg forskningsprosjekt med årlege undersøkingar for å skaffa eit kunnskapsgrunnlag for å sikra bestanden
- Den komande tiårsperioden vil det bli gjennomført ein storstilt redningsaksjon basert på tilbakeføring av rognmateriale frå den nasjonale genbanken
- Fleire menneskelege forhold har skapt den uheldige situasjonen; forsuring både i ferskvatn og brakkvatn, regulering av vassdrag, vegbygging, senking av Vangsvatnet, lakselus og rømt oppdrettslaks
- Handtering av lakselus og rømt oppdrettslaks er to forhold som må løysast om ein skal redda Vossolaksen
- Effektive tiltak mot lakselus i regi av Nordhordland fiskehelsenettverk er difor eit av fleire avgjerande bidrag til ein vellukka redningsaksjon
- Skal ein redda verdas største laks, må ein leggja til rette for ei normal overleving for smolten når den vandrar frå ferskvatn, gjennom brakkvatnet i fjordane og ut til ope hav



Gjennfangstar av laks som stammar frå settesmolten som er slept ut til Manger-Fedje.

Strategi i kampen mot lakselus

- NFN tilrår strenge, låge tiltaksgrenser for avlusing
- NFN samarbeidar med villaksforskninga mot eit felles mål
- Begge paratar legg «føre var» prinsippet til grunn
- NFN tilrår å variera mellom tilgjengelege midlar og metodar
- Hovudprinsippet er koordinert avlusing innan definert geografisk sone
- Det viktigaste avlusingstiltaket gjennom året er koordinert vinteravlusing

Forutsetningar for å lukkast er

- Koordinering over kort tidsrom, ca 2 veker
- Ta omsyn til appetitt ved oral avlusing
- Ta omsyn til ver og straum ved badeavlusing
- Avlusing i heile sona og i heile anlegg

Gevinstar ved koordinert vinteravlusing

- Økonomisk gevinst, færre framtidige avlusingar
- Redusert fare for resistens mot legemiddel
- Betre generell fiskehelse
- Positivt for villaks og miljø
- Redusert lusepåsleg på utvandrande villsmolt



Sannsynleg utvandringssone for smolten som forlet Vossovassdraget. Smolt-utvandringar skjer i løpet av nokre veker i mai og/eller første halvdel av juni.

“For oss er det ikkje enten eller, havet har plass til både oppdrett og villaks.”



Nordhordland Fiskehelsenettverk

Figur 13.4. Informasjonsplakat, utarbeidet for å illustrere forskningsarbeidet og samarbeidet med Nordhordland fiskehelsenettverk.

14 Forvaltningsstrategi

Atle Kambestad, Fylkesmannen i Hordaland, miljøvernavdelingen

Norge har internasjonale forpliktelser til å ta vare på de gjenværende laksestammene, og Vossolaksen er blant våre mest særegne og verneverdige laksestammer. Den utgjør også et stort potensial for inntekt til lokalsamfunnet. Den statlige fiskeforvaltningen prioriterer derfor Vossolaksen høyt, innenfor de rammer som statsbudsjettet setter. Bidragene til tiltak og forskning, -både med bevilgninger og innsats fra forvaltningen har vært høy de siste år, sett i forhold til hva som blir andre laksestammer i landet til del. Vossolaksen vil fortsatt ha høy prioritet. Direktoratet for naturforvaltning (DN) har i nært samarbeid med Fylkesmannen i Hordaland, Voss kommune og sentrale forskingsinstitusjoner laget et forslag til plan for å redde Vossolaksen. Arbeidet vil gå over en 10 års periode. Andre forvaltningsorgan, næringsaktører og interesseorganisasjoner vil bli invitert til å bidra i redningsaksjonen. En gjennomføring av tiltakene i aksjonen vil styrke laksebestanden og muligheten for å reetablere en livskraftig bestand vurderes som gode. Dette forutsetter omfattende og koordinerte tiltak fra flere næringssektorer og forvaltningsmyndigheter. Størrelsen på bevilgninger og innsats vil imidlertid avhenge av den til en hver tid politiske vilje til å prioritere villaks.

Hovedmålene for forvaltningen av Vossolaksen er:

1. Finne årsakene til Vossolaksens tilbakegang
2. Sette inn tiltak for å eliminere eller kompensere for de viktigste problemene
3. Bevare og utvikle bestanden av opprinnelig Vossolaks
4. Utvikle fisket til beste for grunneiere, allmennheten og lokalsamfunnet

14.1 Finne årsakene til Vossolaksens tilbakegang

”Mysteriet med den forsvunne Vossolaks” har vært viet mye oppmerksomhet fra forvaltningen de siste år. Forskingen har gitt oss mange svar. Det har vært mulig å eliminere en del mulige årsaker, og på den måten har problemene blitt ringet inn. Forvaltningens videre strategi er fortsatt å prioritere arbeidet med å identifisere effekten av kjente trusselsfaktorer og lete etter eventuelt nye trusselsfaktorer.

14.2 Sette inn tiltak for å eliminere eller kompensere for de viktigste problemene

Det første tiltaket som ble satt inn for å verne Vossolaksen etter at nedgangen startet, var stopp i fisket i sjø og elv. Det synes klart at beskatning ikke har vært deltagende i nedgangen for Vossolaksen, men når stammen går drastisk tilbake, er det likevel nødvendig å verne gytebestanden. Strengeste restriksjoner ble innført, med totalforbud mot de fleste former for fiske. Dette skapte som ventet sterke reaksjoner, og i noen tilfeller et dårlig samarbeidsklima i arbeidet med Vossolaksen. Etter noen år synes også interessen for laksestammen og fisket å dale. En gradvis lette i restriksjonene ble derfor innført i løpet av siste halvdel av nittitallet. Dette falt også i tid sammen med den nasjonale satsingen på å øke fiskerettighetshaverne og resten av den lokale forvaltningens deltagelse i å bevare og utvikle fiskebestandene og fiskemulighetene. Fylkesmannen oppfordret til etablering av et fagråd for laks- og sjøørretbestandene i Vossovassdraget, og dette kom på plass på slutten av nittitallet. Samtidig utarbeidet grunneierlagene en driftsplan. Den statlige forvaltningens politikk er nå å overlate mest mulig av arbeidet med fiske-regler til fagrådet, selv om den formelle myndighet fortsatt ligger hos den statlige fiskeforvaltningen.

Ettersom det tidlig på nittitallet ble avdekket at vannkvaliteten ikke var optimal for laks, ble det startet kalking av vannet fra Evanger kraftverk, samt grovkalking av Teigdalselva og Tverrelva. Da vannkvaliteten bedret seg på grunn av redusert luftforurensing, ble kalkingen trappet ned. Kalkdosereren i Evanger kraftverk ble i en periode opprettholdt i tiden før og under smoltutvandring, for sikkerhets skyld. Etter at en nå er mer sikker på at vannkvaliteten i vassdraget er stabilt god, er kalkingen her stoppet helt.

Det er avdekket at en del av elvestrengen ikke fungerer optimalt som gyte- og oppvekstområde for laks. Dette gjelder særlig utløpet ved Bulken, etter at flomsenkingen ble gjennomført. Forvaltningen ser behovet for å sette inn tiltak, men dette vil foreløpig ikke bli prioritert. Årsaken er at dette ikke kan være en viktig årsak til at laksebestanden ikke klarer å ta seg opp igjen.

De senere års forskning har vist at den delen av Vossosmolten som har best overlevelse, er den som er behandlet mot lakselus og slept ut nesten til havs før den slippes løs. I DN's forslag til tiltaksplan, er det lagt opp til å gjennomføre slep av smolt som et tiltak, da forskning har vist at sleping av lakselusbeskyttet smolt gir størst overlevelse fram til gytemoden laks. På bakgrunn av kunnskapen om at lakselus og innblanding av rømt oppdrettslaks er pekt ut som de mest akutte trusselsfaktorene, er fiskeoppdrettsnæringen utfordret til å gjennomføre tiltak slik at angrep på lakselus og mengden rømt laks i elva kommer ned på et bærekraftig nivå. Representanter fra lakseoppdrettsnæringen i regionen har sammen med flere andre innstanser svart på dette ved blant annet å øke smoltproduksjonen ved oppføring av smolt i merder i Evangervatnet. Forvaltningen ser positivt på dette tiltaket, og vil prioritere dette ved fordeling av det eggmaterialet som produseres ved DN's Levende genbank. Dette må ses på som kunstig åndedrett som må gjennomføres fram til en får tilfredsstillende overleving ved naturlig smoltutvandring.

14.3 Bevare og gjenoppbygge bestanden av Vossolaks

Vossolaksen utgjør med sine unike egenskaper en særlig verneverdig stamme. Dette gir et sterkt vernemotiv i seg selv. Men det er også avgjørende for den fremtidige avkastning av bestanden at det er den mest tilpassete stammen som vokser opp i vassdraget.

Dessverre synes innblanding av rømt oppdrettslaks å utgjøre en stor trussel mot bestanden av Vossolaks. I tillegg til arbeidet med å få redusert rømmingen fra oppdrettsanleggene i regionen til et bærekraftig nivå, er de viktigste tiltakene å redusere antall oppdrettsaks som gyter i vassdraget, samt å produsere mest mulig lakserogn av Vossostamme i levende genbank, for utsetting som egg og yngel.

Fram til rømmingsproblemet kommer ned på et bærekraftig nivå for Vossolaksen, anses utfisking av oppdrettsaks både i og utenfor vassdraget som viktig, og bør videreføres og utvikles. Dette må gjøres i en nøye vurdert balanse med de skader tiltakene kan ha på villaksen og sjørretbestanden i vassdraget.

Arbeidet med å bevare og oppformere Vossolaksestammen i Levende genbank anses som det viktigste tiltaket for å ta vare på og gjenoppbygge Vossolaksen. For å kunne tilbakeføre rognmateriale fra Levende genbank i Eidfjord, er Voss klekkeri viktig. Dessuten utføres det en rekke,

viktige overvåkings- og forskningsrelaterte oppgaver ved klekkeriet, som har stor betydning for arbeidet med Vossolaksen. Voss klekkeri har derfor hatt vesentlig høyere prioritert fra forvaltningen enn de fleste andre klekkerier i landet, og fått betydelige tilskudd de senere år. Det er forvaltningens intensjon at aktivitetsnivået ved Voss klekkeri videreføres, men omfanget av statlige tilskudd vil avhenge av statsbudsjettene.

Ved tilbakeføring av rogn fra genbanken, bør det løpende vurderes hvor det kan gjøre mest nytte. For å øke produksjonen av smolt fra vassdraget, og for å unndra en del av yngelen fra konkurranse med den mer aggressive og rasktvoksende yngelen fra oppdrettsstammene, bør Strandaelva ovenfor lakseførende strekning tas i bruk.

Dersom tilførselen av gener fra oppdrettslaks reduseres kraftig og kommer ned på et bærekraftig nivå, er det grunn for å tro at en kan lykkes med å gjenoppbygge den opprinnelige Vossolaksstammen. Om en i motsatt fall ikke lykkes med å hindre fortsatt omfattende gyting av oppdrettslaks i Vossavassdraget, vil neppe tilbakeføring av genbankmateriale fra levende genbank kunne hindre at den opprinnelige stammen går tapt.

14.4 Utvikle fisket til beste for grunneiere, allmenheten og lokalsamfunnet

Vossavassdraget er stort nok til å gi opphav til et betydelig laksefiske, med inntekstpotensial for både rettighetshavere og lokalsamfunn. Den statlige fiskeforvaltningen har vanligvis ikke sterke virkemidler mot rettighetshavere som ikke vil gi allmenheten rimelig god tilgang til fisket. Unntak fra dette gjelder når det brukes betydelige offentlige midler til kalking og andre tiltak for å bevare fiskebestander og fiskemuligheter. Dette må i høy grad kunne sies å være oppfylt for Vossavassdraget. Forvaltningen har en intensjon å få til en avtale med rettighetshaverne til Vossavassdraget som sikrer allmenheten rimelig god tilgang til fiske, samtidig som det skal være rom for næringsutvikling for grunneierne.

For de fleste tiltak fiskerettighetshaverne ønsker å sette inn for å utvikle lakse- og sjørretbestandene, vil det være et krav at de er godt organisert, og at det utarbeides detaljerte driftsplaner. Dette er også en forutsetning for at forvaltningsansvaret for fiskebestandene kan delegeres til lokalt nivå. Det er den statlige fiskeforvaltningens intensjon at det meste av forhold som knytter seg til beskatning ol. skal være styrt lokalt.

Utredninger oversikt

Utredning er utarbeidet av andre på oppdrag av DN eller i et samarbeid med DN. Innholdet har karakter av råd til DN.

2006

2006-1:	Effects on the marine environment of ocean acidification resulting from elevated levels of CO ₂ in the atmosphere	50,-
2006-2:	Effekter av klimaendringer på økosystemer og biologisk mangfold	50,-
2006-3:	Bestandsstatus for laks	50,-
2006-4	Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2005	50,-
2006-5	Satellittdata til kartlegging av arealdekke. Utprøving av til gjengelige kartdata for klassifisering av Sør-Trøndelag	50,-

Rapport er utarbeidet av DN, og gir uttrykk for direktoratets forslag eller standpunkter.

Notat er enklere oversikter, sammenstillinger, referater og lignende.

Håndbok gir veiledning og konkrete råd om forvaltning av naturen, som regel til bruk for lokale forvaltningsorganer

Temahefte gir en popularisert framstilling av et tema.

Mer info:
www.dirnat.no/publikasjoner

2007

2007-1:	Den norske våtmarksarven. Styrket forvaltning og utvidelse av nettverket av Ramsarområder og andre vernede våtmarker i Norge. Tiltaksplan 2007-2010	50,-
2007-2:	Bestandsstatus for laks 2007. Rapport fra arbeidsgruppe	50,-
2007-3:	Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2006	50,-
2007-4:	Supplerende kartlegging av biologisk mangfold i jordbrukets kulturlandskap, inn- og utmark, i Rogaland med en vurdering av kunnskapsstatus - Nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold	50,-

2008

2008-1:	Supplerende kartlegging av biologisk mangfold i jordbrukets kulturlandskap, inn- og utmark, i Møre og Romsdal; Møre og Romsdal og Oppdal, med en vurdering av kunnskapsstatus Nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold	50,-
2008-2:	Nasjonal overvåking av marint biologisk mangfold i havområder og Arktis – Forslag til overvåkingselementer, lokalisering og kostnadsoverslag	50,-
2008-3	Supplerende kartlegging av biologisk mangfold i jordbrukets kulturlandskap, inn- og utmark, i Buskerud med en vurdering av kunnskapsstatus Nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold	50,-
2008-4:	Supplerende kartlegging av biologisk mangfold i jordbrukets kulturlandskap, inn- og utmark, i Agder, med en vurdering av kunnskapsstatus	50,-
2008-5:	Bestandsstatus for laks i Norge. Prognoser for 2008. Rapport fra arbeidsgruppe	Internett
2008-6:	Supplerende kartlegging av biologisk mangfold i jordbrukets kulturlandskap, inn- og utmark, i Sogn og Fjordane Nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold	50,-
2008-7:	Evalueringsmetoder for <i>Gyrodactylus salaris</i> . - Rapport fra ekspertgruppe	50,-
2008-8:	Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2007	50,-
2008-9:	Nå eller aldri for Vossolaksen - anbefalte tiltak med bakgrunn i bestandsutvikling og trusselfaktorer	50,-

Direktoratet for naturforvaltning (DN) er det sentrale, utøvende og rådgivende forvaltningsorganet innenfor bevaring av biologisk mangfold, friluftsliv og bruk av naturressurser. DN's visjon, **For liv i naturen og natur i livet**, er et uttrykk for dette. DN er administrativt underlagt Miljøverndepartementet.

Myndigheten til å forvalte naturressurser er gitt gjennom ulike lover og forskrifter. Ut over lovbestemte oppgaver har direktoratet også ansvar for å identifisere, forebygge og løse miljøproblemer ved samarbeid, rådgivning og informasjon overfor andre myndigheter og grupper i befolkningen.



Direktoratet for
naturforvaltning

7485 Trondheim Telefon: 73 58 05 00
Telefaks: 73 58 05 01 www.dirnat.no