

Jo Vegar Arnekleiv og Lars Rønning

Habitattiltak i Dalåa, Meråker kommune – langtidseffekt av restaureringstiltak på utsatt laks – en oppsummering

**NTNU Vitenskapsmuseet
naturhistorisk notat 2018-4**



NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk notat 2018-4

Jo Vegar Arnekleiv og Lars Rønning

**Habitattiltak i Dalåa, Meråker kommune –
langtidseffekt av restaureringstiltak på
utsatt laks - en oppsummering**

NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk notat

Dette er en elektronisk serie fra 2013 som erstatter tidligere Botanisk notat og Zoologisk notat. Serien er ikke periodisk, og antall nummer varierer per år. Notatserien benyttes til rapportering fra mindre prosjekter og utredninger, datadokumentasjon, statusrapporter, samt annet materiale som ikke har en endelig bearbeidelse.

Tidligere utgivelser: <http://www.ntnu.no/web/museum/publikasjoner>

Referanse

Arnekleiv, J.V. & Rønning, L. 2018. Habitattiltak i Dalåa, Meråker kommune – langtidseffekteffekt av restaureringstiltak på utsatt laks – en oppsummering. - NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk notat 2018-4: 1-39.

Trondheim, januar 2018

Utgiver

NTNU Vitenskapsmuseet
Institutt for naturhistorie
7491 Trondheim
Telefon: 73 59 22 80
e-post: post@vm.ntnu.no

Ansvarlig signatur

Torkild Bakken (instituttleder)

Publiseringstype

Digitalt dokument (pdf)

Forsidefoto

Parti fra Øyvollen forsøksområde i Dalåa. Foto: Jo Vegar Arnekleiv

www.ntnu.no/museum

ISBN 978-82-8322-129-9
ISSN 1894-0064

Sammendrag

Arnekleiv, J.V. & Rønning, L. 2018. Habitattiltak i Dalåa, Meråker kommune – langtidseffekt av restaurerings-tiltak på utsatt laks – en oppsummering. - NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk notat 2018-4: 1-39.

Etter kraftutbyggingen i Stjørdalsvassdraget i Meråker (1994) ble sideelva Dalåa overført til Tevla pumpe-kraftverk og ved sammenløpet Tevla har Dalåa etter utbygging bare et restfelt på 13 % i forhold til uregulert. Etter regulering er vannføringa sterkt redusert og preget av det pålagte minstevannslippet på 0,5 m³/s (vinter) og 0,8 m³/s (sommer). Også hyppigheten i vannføringsendringer ved små regnflommer er sterkt redusert. Dalåa, som ligger ovafor naturlig lakseførende strekning, ble tidligere benyttet som kultiveringselv for laks, og det ble igangsatt forsøk for å finne mulige habitattiltak som kunne gjøre en fortsatt kultivering av laks mulig. På to områder i Dalåa (Øyvollen og Storuddu) ble det etablert forsøksfelt med fysiske habitattiltak i form av steinutlegging, kulpgraving og bygging av «elv i elva», samt referanseområder uten tiltak i 1993. NTE Energi AS fikk et foreløpig pålegg fra Direktoratet for naturforvaltning (DN) om utsetting av 80 000 startforet yngel pr. år av Stjørdalselvas laksestamme. Laksen har i hele perioden 1993-2016 vært satt ut ovafor lakseførende del, i sideelver i Meråker, hovedsakelig i Dalåa hvor en har gjennomført habitattiltak og fulgt utsettingene med årlige undersøkelser. Som del av fullføringen av en terskel- og tiltaksplan ble disse habitattiltakene restaurert høsten 2012, og tilslaget av settefisk er fulgt opp med undersøkelser i perioden 2011-2016.

I perioden 1993-2016 har det i tillegg vært utført undersøkelser på smoltutvandring, sjøtoleranse hos smolt, atferdsstudier på laks gjennom vinteren og studier av laksens habitatbruk og endringer i tetthet av laksunger over tid, samt effekter av å legge ut rogn av laks som alternativ til fiskeutsetting. Resultater av disse undersøkelserne er publisert i ulike rapporter og artikler, foruten at resultater fra undersøkelser før og etter restaurering av tiltakene ikke tidligere er publisert. Denne rapporten oppsummerer derfor resultater fra mange ulike prosjekter gjennomført i Dalåa i perioden 1993-2016.

Tetthet og fordeling av laks på tiltaksområder og referanseområder

I alle år, unntatt i 1994, 1997 og 2009, ble det satt ut mellom 19000 og 113500 ensomrig laks på elvestrekninger ovafor anadrom strekning i Stjørdalsvassdraget. All utsatt fisk har vært merket ved å klippe bort fettfinnen. På forsøksfeltene ved Øyvollen og Storuddu ble settefiskene hvert år fordelt likt utover feltet slik at tettheten i utgangspunktet skulle være om lag like stor på referansefeltet og tiltaksfeltet, men mengden settefisk har variert mellom år. Vi har foretatt ungfiskundersøkelser på referansefeltet og tiltaksfeltet ved bruk av standard elfiske med tetthetsberegning høst og vår. Hvert område (st. 4.2 – 4.9) ble målt opp og elfisket tre omganger på hver stasjon. Fisken ble lengdemålt og satt tilbake i lokaliteten, men det ble tatt med et utvalg fisk for aldersanalyse.

Tettheten av settefisk (alle årsklasser) på forsøksområdet på våren varierte mye mellom årene, men var signifikant høyere på feltet med tiltak sammenlignet med referansestasjonene. Tiltaksfeltene med utlagt stein på glattstryk/stryk hadde de høyeste tetthetene, helt opp i 350 ind./100 m² i 1995 og 1998. I den første femårsperioden (1995-1998) var tettheten av laksunger ca. 129 fisk/100 m² i gjennomsnitt på tiltaksfeltene, mens tettheten i 2005-2006 på de samme feltene var ca. 59 fisk/100 m². Reduksjonen i tettheten av laksunger antas i hovedsak å skyldes en sedimentasjon og gjenøring av substratet på tiltaksfeltene.

Resultater av restaurering av forsøksområdene i 2012

Det ble gjennomført en restaurering av elvesegmentene med tiltak i 2012 ved at sedimentert finstoff ble fjernet, og fraksjonert steinsubstrat ble lagt tilbake i hovedløpet. Måling av skjulkapasitet i 2016 viste at gjennomsnittlig vektet skjul på tiltaksfeltene varierte mellom 12,7 og 18,5, noe som klassifiseres som mye skjul, mens på referansefeltene var gjennomsnittlig skjul 1,4 – 4,7 (lite skjul), og for den etablerte kulpen var verdien for skjul 4,9 (lite skjul).

Tetthetene våren 2011, før restaureringen, varierte mellom 8,7 og 29 laks per 100 m² (alle feltene), mens tetthetene etter restaurering våren 2014 varierte mellom 12,3 og 178 laks per 100 m², og våren 2016 mellom 6 og 71 laks per 100 m², og med størst tetthet på tiltaksfeltene. Til tross for om lag lik mengde utsatt fisk høsten 2013 og høsten 2015 var de registrerte tetthetene av laksunger lavere våren 2016 enn våren 2014. Dette kan ha sammenheng med ulik vinterdødelighet de to vintrene, endringer i fiskehabitatet (observert sedimentasjon) og variasjoner i effektiviteten ved elfiske.

Vi fant en positiv sammenheng mellom verdiene for vektet skjul og tettheter av laksunger på stasjonene på forsøksfeltene i mai/juni 2016. Dette illustrerer at tilgang på skjul er en nøkkelfaktor i forhold til godt ungfisk-habitat og bæreevne for laksunger i elv.

Resultater av utlagt rogn

På forsøksområdene Øyvollen og Storuddu ble det i årene 2006, 2007 og 2009 (kun Storuddu) lagt ut øyerogn i februar-april. Gjennomsnittlig klekkeprosent var høy, 84-92 %. Elfiske med tetthetsberegninger på de faste prøveflatene på Øyvollen og Storuddu viste godt tilslag av ungfisk som stammet fra rognutlegg. Årsyngel (0+) fra utlagt rogn hadde høyere tetthet i referanseområdene enn settefisk, mens de som 1+ hadde høyest tetthet i tiltaksfeltene, i likhet med settefisken.

Atferd og dødelighet gjennom vinteren

Våre tetthetsdata fra tiltaksfeltene viser en dødelighet/utvandring på fra 26% til 63 % i gjennomsnitt for tiltaksområdene fra 0+ settefisk på høsten til tettheten av ettåringer vårtidligsommer året etter, og en signifikant reduksjon i tetthetene på feltene mellom høst og vår. I oktober 1997 og 1998 ble det merket (fargemerking og finneklipp) henholdsvis 687 og 1085 laksunger fra forsøksområdene (vesentlig tiltaksfeltene), og gjenfangst skjedde ved elfiske i april/mai rett etter isløsning. Resultatene indikerte stor grad av stedbundethet til fisk merket på tiltaksfeltene gjennom vinteren, men gjenfangstprosenten var svært lav (henholdsvis 11 % og 12,2 %).

I 2004 - 2006 ble det gjennomført en mer detaljert undersøkelse av atferd og vandringer av individuelt merkede laksunger gjennom vinteren (Linansaari mfl. 2005,2009, Alfredsen mfl. 2006). Av de 50 fiskene som ble merket i 2004 ble 13 aldri registrert seinere. 11 av disse var imidlertid gyteparr, og det ble funnet en sterk sammenheng mellom gytemodning og fisk som forsvant ut av feltet. Totalt for begge vintrene (N= 140) var det et tap på 32,3 %. Det var størst forflytning på høsten når temperaturen sank og før islegging, og størst emigrasjon fra referanseområdene. På tiltaksfeltene var fisken svært stedbunden og vandringer vær særlig knytta til fisk som kom tilbake fra referanseområdene høst og vår. 91 % av fiskene merket i tiltaksområdene oppholdt seg der gjennom hele vinteren. Forflytninger gjennom vinteren var tilnærmet lik mellom de to årene og med en median forflytning på bare 3,4 m (N= 55). Alle forflytninger på > 10 m mellom februar og april/mai de to vintrene var knyttet til fisk som returnerte til tiltaksfeltene fra det islagte referanseområdet Merkestudien viste at i gode ungfiskhabitater med mye skjul er lakseparr >1+ svært stedbunden gjennom vinteren, mens overflateis i referanseområder med dårlig habitat kan gi skjul om vinteren.

Smoltutvandring, smoltproduksjon og predasjon på smolt

Utvandring av smolt fra utsatt fisk ble undersøkt ved hjelp av ei Wolf-felle i perioden 1995-2004 samt i 2006 og 2009. Fella ble montert opp ved terskelen på Øydammen i Dalåa (304 moh.) hver vår og demontert på ettersommeren. I tillegg ble smoltutvandringa studert ved smoltfellefangst ved Sona i Stjørdalselva. Tidspunktet for utvandringen i Dalåa varierte mye mellom år, og med tidligste hovedutvandring 19.-21.mai og seineste 9.-24. juni på Øydammen. Smoltutvandringa ved fella på Øydammen var signifikant seinere (2-21 dager) enn utvandringa av villsmolt i Stjørdalselva. For både villsmolt og settefisksmolt fra Dalåa ble det imidlertid funnet en klar sammenheng mellom antallet smolt på utvandring og økning i vannføring ved Sona, men for utvandringen i Dalåa var det ikke en slik sammenheng, men sammenheng mellom antall utvandrende smolt og økning i vanntemperaturen. En jevn minstevannføring i smoltutvandringstida i Dalåa kan være en av årsakene til denne ulike atferden.

Smolt som hadde opphav i utlagt rogn kunne registreres første gang i 2009 i smoltfella i Dalåa. Det var to episoder hvor fella var delvis ute av funksjon, og hvor mye smolt kan ha passert. Vi registrerte 322 smolt i fella hvorav 19 % stammet fra rognutlegg, vesentlig fra utlegget i 2006 (3-åringer). Gjennomsnittslengde- og vekt til smolt med opphav i utlagt rogn var 130,2 mm og 17,1 g (N=61) og tilsvarende for smolt fra settefisk var 129,8 mm (N=261) og 15,6 g (N=70).

Presmolt av laks vil under smoltifiseringsprosessen utvikle sjøtoleranse, og laks som kommer ut i sjøen med lav sjøtoleranse vil ha større dødelighet og være mer utsatt for sykdommer enn smolt med god fysiologisk status. Evnen til sjøtoleranse (målt ved plasmaosmolalitet, klorid og magnesium i blodet) ble derfor undersøkt både for settefisksmolt fra Dalåa og villsmolt fra Stjørdalselva i egne forsøk i 1998 og 1999 (Urke mfl. 2001,2014). Forsøkene viste at både villsmolten og settefisksmolten utviklet sjøtoleranse samtidig, og at smoltutvandringen for begge gruppene ikke startet før etter at sjøtoleranse var etablert.

Det ble også undersøkt hvor lang tid smolten brukte på vandring fra Dalåa til Sona i Stjørdalselva (37 km), og hvor lenge den hadde full sjøtoleranse (lengden på smoltvinduet). Dette ble gjort ved å merke smolt med Carlinmerker ved fella i Dalåa, samt gjennom utvida sjøvanntoleransetest av settefisksmolten ved Brattøra Forskningsstasjon. Ved utvandring 18.-20. mai 1999 hadde smolt fra Dalåa utviklet sjøvannstoleranse, og denne holdt seg ut forsøksperioden på seks uker (30. juni). I 1998/99 ble det merka smolt med Carlinmerker i fella i Dalåa, men med lav gjenfangst i fella ved Sona. Gjennomsnittlig brukte 8 smolt 17,5 dager på strekningen, og en vandringshastighet på $2,45 \pm 0,9$ km pr.dag (Urke mfl. 2014).

I de årene hvor fella sannsynligvis har fanget storparten av den utvandrende smolten (årene 1995,1996,1998,2000,2001,2003, 2004) har smoltutgangen variert mellom 820 og 1460 smolt, med et gjennomsnitt på 1182. For perioden 1993-2002 ble det årlig satt ut i gjennomsnitt 12400 settefisk årlig ovafor fella og som ga en utvandring på 1182 smolt årlig, noe som tilsier en overlevelse fra 0+ til smolt på om lag 9,5 %. Dette vurderes som en lav overlevelse. I forholdet til antallet vill smolt fanget i fellene ved Sona varierte andelen av «Dalåasmolt» fra 4,8-18 % mellom år, og med et gjennomsnitt på 9,3 % i perioden 1995-2005. Laksesmolt produsert fra utsatt ensomrig laks har derfor utgjort en betydelig andel av registrert utvandrende laksesmolt i Stjørdalselva. Laksesmolt fra settefisk fanget ved Sona hadde en signifikant lavere smoltalder (gj.sn. 2,6 år, N= 1852) enn villsmolten (gj.sn. 3,8 år, N=8840), og den var signifikant lengre (gj.sn. 131,2 mm) enn villsmolten (121,9 mm) i samme periode (Arnekleiv mfl. 2007).

I et forsøk med vill laksesmolt fra Stjørdalselva påvirket ikke Carlinmerking fiskens evne til osmoregulering i sjøvann (Arnekleiv mfl. 2000). Ekstra dødelighet på smolt som følge av Carlinmerking skyldes derfor sannsynligvis andre forhold, men det er godt kjent at slik merking gir økt dødelighet. I tillegg til selve fangsten kan håndtering og merking medføre stress som igjen kan gi ekstra dødelighet, men et Carlinmerke i seg selv vil gjøre fisken mer synlig for predatorer. I årene 1998-2000 og 2004-2006 ble det ved fella i Dalåa totalt merket ca. 3000 laksesmolt med Carlinmerker. I en høl nederst i Dalåa ovafor Dalånesset ble det den 11. juli 2008 fanget en ørret på 1,3 kg, og ved åpning av fisken viste det seg at ørreten hadde 72 Carlinmerker i magesekken. Alle Carlinmerkene stammet fra merket smolt i Dalåa i årene 2004-2006, og med lengder fra 11,6 til 16,7 cm. Carlinmerkene er festet med metalltråd og hekter seg lett i hverandre. Det ble ikke Carlinmerket smolt etter 2006, og sannsynligvis har fisken spist smoltene det året de ble merket og så har ikke merkene passert hele fordøyelsessystemet, men hopet seg opp i magesekken.

Nøkkelord: laks – settefisk – habitat – vinteratferd - smolt

Jo Vegar Arnekleiv og Lars Rønning, NTNU Vitenskapsmuseet, Institutt for naturhistorie, NO-7491 Trondheim

Innhold

Sammendrag	3
Forord	7
1 Innledning	8
2 Metoder og materiale.....	10
2.1 Elvebeskrivelse, reguleringer, vannføring, vanntemperatur og vannkjemi	10
2.2 Studieområde og habitattiltak	11
2.3 Utsetting av fisk og undersøkelse av ungfisk og skjulkapasitet på tiltaksfelter og referansefelter	14
2.3.1 Utsetting av fisk.....	14
2.3.2 Elfiske på referansefelter og tiltaksfelter	14
2.3.3 Skjulmålinger	16
2.4 Restaurering av gjennomførte habitattiltak	17
3 Resultater og diskusjon	20
3.1 Tilslag av utsatt settefisk på tiltaksområder og referanseområder 1995-2006	20
3.2 Tettheter av utsatt fisk før og etter restaurering av tiltak i 2012	21
3.3 Kartlegging av skjul, fiskehabitat, og tilslag av utlagt rogn	23
3.3.1 Kartlegging av skjul og fiskehabitat	23
3.3.2 Tilslag av utlagt rogn.....	24
3.4 Atferdsstudier og dødelighet av laks i tiltaksområder og kontrollområder om vinteren	26
3.5 Smoltutvandring, smoltproduksjon og predasjon på smolt.....	27
3.5.1 Smoltutvandring og sjøtoleranse	27
3.5.2 Hvor mye smolt produserer utsettingene i Dalåa?	29
3.5.3 Predasjon på smolt	30
4 Konklusjoner.....	32
5 Referanser	34
6 Vedlegg.....	36

Forord

Etter kraftutbyggingen i Meråker (1994) fikk NTE Energi AS et foreløpig pålegg fra Direktoratet for naturforvaltning (DN) om utsetting av 80 000 startforet yngel pr. år av Stjørdalselvas laksestamme. Laksen har i hele perioden 1993-2016 vært satt ut ovafor lakseførende del, i sideelver i Meråker, hovedsakelig i Dalåa hvor en har gjennomført habitattiltak og fulgt utsettingene med årlige undersøkelser. Som del av fullføringen av en terskel- og tiltaksplan ble disse habitattiltakene restaurert høsten 2012, og tilslaget av settefisk er fulgt opp med undersøkelser i perioden 2011-2016.

I perioden 1993-2016 har det i tillegg vært utført undersøkelser på smoltutvandring, sjøtoleranse hos smolt, atferdsstudier på laks gjennom vinteren og studier av laksens habitatbruk og endringer i tetthet av laksunger over tid, samt effekter av å legge ut rogn av laks som alternativ til fiskeutsetting. Resultater av disse undersøkelsene er publisert i ulike rapporter og artikler, foruten at resultater fra undersøkelser før og etter restaurering av tiltakene ikke tidligere er publisert. Denne rapporten oppsummerer derfor resultater fra mange ulike prosjekter gjennomført i Dalåa i perioden 1993-2016.

Undersøkelsen er finansiert av Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk Energi AS og NTNU Vitenskapsmuseet.

Stjørdalsvassdragets Klekkeri v/ Pål Adolfsen takkes for samarbeidet og innsatsen i prosjektet med rognutlegging. Takk til Anders Foldvik NINA for samarbeidet og bruk av data fra habitatregistreringene i Dalåa. Også takk til øvrig personale som har deltatt på feltarbeidet og til samarbeidspartnere i SINTEF Energi og NTNU, Institutt for vann og miljøteknikk.

Trondheim, 30. januar 2018

Jo Vegar Arnekleiv

1 Innledning

Etter kraftutbyggingen i Meråker (1994) hvor bl.a. vannet fra Dalåa ble overført til Tevlamagasinet og Tevla pumpekraftverk, ble vannføringen i Dalåa (sideelv til Stjørdalselva) redusert med 70-80 % nedenfor inntaket. Med bakgrunn i tidligere kultivering av laks i vassdraget ønsket en å fortsette med kultivering av laks i Dalåa, men det var usikkerheter omkring dødelighet og tilslag av utsatte laksunger på en så liten restvannføring. Det ble derfor satt i gang forsøk med å tilrettelegge noen forsøksområder i Dalåa for fortsatt kultivering av laks. I forbindelse med kraftutbyggingen fikk NTE Energi AS et foreløpig pålegg fra Direktoratet for naturforvaltning (nå Miljødirektoratet) om utsetting av 80 000 startforet yngel pr. år av Stjørdalselvas laksestamme. Pålegget har blitt effektivt gjennom et samarbeid med Stjørdalsvassdragets klekkeri, og fisken er vesentlig satt ut i sideelver ovenfor lakseførende del av Stjørdalselva, men også noe i Forra. I forbindelse med etterundersøkelsene for fastsetting av minstevannføring i sideelver i Meråker, har NTNU Vitenskapsmuseet gjennomført et mangeårig program hvor ensomrig settefisk ble benyttet for å evaluere ulike habitattiltak og minstevannføring ved forsøk på kortere elvestrekninger (Arnekleiv & Rønning 2005, Arnekleiv mfl. 2002, Arnekleiv 1996, Harby & Bakken 1996, Harby & Arnekleiv 1994). En benyttet bl.a. nyutvikla habitatmodeller og «vassdragssimulator» for å bygge «elv i elva» og skape et best mulig oppveksthabitat på noen strekninger, mens andre deler av elva ble brukt som referanse uten tiltak. Tiltakene ble bygget i 1993. I de seinere årene er det fulgt opp med årlige undersøkelser på tilslaget av settefisk i ulike habitater og utviklingen i tetthet på tiltaksfeltene over mange år (Arnekleiv & Rønning 2013, Arnekleiv mfl. 2006). I tillegg er det gjort forsøk med utlegging av rogn for å sammenligne tilslag av settefisk og fisk fra rognutlegging (Arnekleiv & Rønning 2013), og det er gjennomført forskning på fiskens habitatbruk i vinterhalvåret (Alfredsen mfl. 2006, Linnansaari mfl. 2005, 2009).

Alle disse forsøkene og undersøkelsene er basert på årlige utsettinger av relativt store tettheter settefisk (0+ laks) på mindre elvepartier, og dette har bl.a. gitt kunnskap om bæreevne for settefisk i ulike habitater (Arnekleiv & Rønning 2013). I 2012 fullførte NTE byggingen av terskler og tiltak i Dalåa i henhold til godkjent terskel- og tiltaksplan, og etter innkomne uttalelser og innspill. NTNU Vitenskapsmuseet har deltatt med fiskesakkyndig bistand i prosessen. I gjennomføringen av de nye tiltakene inngikk også en restaurering av forsøksfeltene på Øyvollen og Storuddu i Dalåa høsten 2012, siden disse områdene i løpet av årene var blitt utsatt for sedimentasjon av sand og grus, og ikke lenger fungerte optimalt som ungfiskhabitat. Det er ikke utviklet noen standard metoder for hvordan en slik restaurering bør gjennomføres, men angitt noen ulike løsninger gjennom noen prosjekter (jf. Forseth & Harby 2013, Bakken mfl. 2016). Den valgte løsningen innebar å riste ut og fjerne finstoffet fra bunnssubstratet før steinsubstratet ble lagt tilbake i elvesenga, og metoden er nærmere beskrevet i denne rapporten. Stjørdalsvassdragets klekkeri har fortsatt med å sette ut fisk på alle tiltaksområdene og andre deler av Dalåa årlig i perioden 2012 – 2016.

Det har i de to siste tiårene vært mye fokus på ulike typer kompenserende tiltak i regulerte vassdrag og på restaurering av vassdrag, og det er gjennomført mange prosjekter gjennom NVE sine programmer «Biotopjusteringsprogrammet» (oppsummert i Faugli mfl. 1993 og Eie mfl. 1995), «Etterundersøkelser» (Haugum 1998) og «Miljøbasert vannføring, fase I og II» (oppsummert i Saltveit 2006, Brittain 2007 og Eie 2013). Det er også gjennomført en kunnskapsoppsummering om vassdragsreguleringer og villaks (Johnsen mfl. 2010). Dette har bidratt til økt kunnskap om effekter på fisk og miljø av ulike typer vassdragsreguleringer og vannbruk og virkninger av ulike typer tiltak som terskelbygging, steinsetting og andre fysiske habitatendringer. Andre prosjekter har gitt grunnleggende ny kunnskap om laksens og ørretens habitatkrav og populasjonsdynamikk (jf. Heggenes 1996, Heggenes & Saltveit 1990, Finstad et al. 2007, 2011, Einum mfl. 2006, Einum & Nislow 2011). Det er også utviklet og testet ulike habitatmodeller og modeller for vurdering av habitatjusterende tiltak (jf. Fiske & Jensen 2004, Fjeldstad et al. 2005). Ny kunnskap har gjort at en bedre kan målrette kompenserende tiltak i regulerte vassdrag, men det er fortsatt utført relativt få etterundersøkelser på effekten av slike tiltak og ikke minst undersøkelser som kan gi svar på langtidsvirkningen av ulike typer habitattiltak.

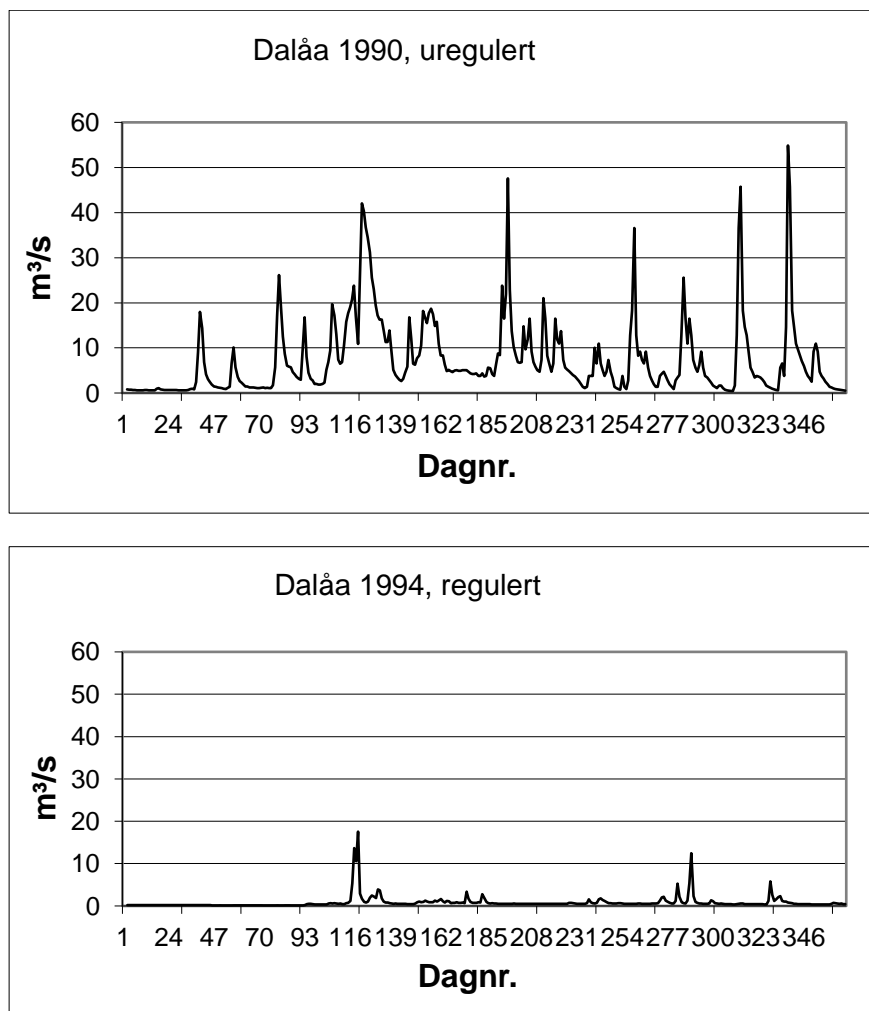
Derfor tok NTNU Vitenskapsmuseet initiativ til en oppfølging av undersøkelsene i Dalåa i perioden rett før og rett etter at restaureringen ble gjennomført i 2012. Rapporten gir data om tetthetsutviklingen av laks og fiskens bruk av ulike habitater, og dokumenterer hvordan denne restaureringen og tiltakene har påvirket elvemiljøet og produksjonsforholdene for fisk i perioden 1993-2016. Det er også tatt inn resultater fra tidligere års undersøkelser i Dalåa både på ungfisk og smolt.

2 Metoder og materiale

2.1 Elvebeskrivelse, reguleringer, vannføring, vanntemperatur og vannkjemi

Fra inntaket og 3 km nedover til Storuddu renner Dalåa i jevne stryk med unntak av et par fosser. Nivåforskjellen er ca. 75 m og elva går i et storsteinet løp og varierer i bredde fra 10 til 50 m. Fra Storuddu til Øydammen (ca. 2 km) er dalen flatere (nivåforskjell ca. 5 m), og elva flyter rolig i et bredt løp med fingrus. Fra Øydammen går elva i et bratt løp med fosser, kulper og stryk 2 km nedover til Dalåmomoen (nivåforskjell 150 m). Videre ned til sammenløp Tevla (1,5 km) er nivåforskjellen bare 15 m, og elva går i rolige stryk i et løp med mye elvegrus. Herfra og ned til sammenløpet med Torsbjørka går elva i en markert dal og veksler mellom stryk og småfosser dels i bart fjell og rolige elvepartier med mye elvegrus. Strekingen er 3,05 km og har et fall på 25 m.

Ved sammenløpet Tevla har Dalåa etter utbygging bare et restfelt på 13 % i forhold til uregulert. Før regulering var vannføringa preget av mange regnflommer og mindre vannføringstopper fra vår til høst, med vannføringer på 10-30 m³/s (figur 1).



Figur 1. Vannføringa (m³/s) i Dalåa i 1990, før regulering, og i 1994, etter regulering. Data frå målestasjon Trøa i Dalåa (data frå NVE).

Vårflommen nådde vanligvis opp i vel 30 m³/s, mens lavvannføringa på vinteren var på 0,5-2 m³/s. Etter regulering er vannføringa sterkt redusert og preget av det pålagte minstevannslippet på 0,5 m³/s (vinter) og 0,8 m³/s (sommer). Også hyppigheten i vannføringsendringer ved små regnflommer er sterkt redusert (figur 1).

Målinger av vanntemperaturen ovafor inntaket i Dalåa (uregulert) og nedenfor Øydammen (Trøa, regulert) i perioden 1995-1998 viser at elvevatnet i Dalåa nedafor inntaket varmes raskere opp på forsommeren enn ovafor og at sommertemperaturen fram til august er høyere på regulert enn uregulert elv (Arnekleiv mfl. 2002). Fra august fram til islegging følger kurvene hverandre godt. Maksimum døgnmiddeltemperatur på 16-20°C ble registrert i perioder i juli og august. Isleggingen skjer som regel i begynnelsen av november og varer til månedsskiftet april/mai.

Dalåa er påvirket av avrenning fra nedlagte Gilså gruver, noe som gir høye verdier av kobber og sink i Gilså ovafor samløp Kvernskardelva i Stordalen, godt ovafor reguleringsinntaket i Dalåa (Iversen mfl. 1998, Arnesen & Iversen 2000). Kvernskardelva bidrar imidlertid med en god vannkvalitet slik at det er levelige forhold for både fisk og bunndyr nedstrøms samløpet med Kvernskardelva (jf. Arnekleiv 1986, Arnekleiv mfl. 2002). Det ble i åtte perioder i 2006 tatt vannprøver fra to lokaliteter i Dalåa (oppstrøms samløp Tevla og ved Øyvollen), og verdier for 16 målte parametere er vist i vedlegg 1. Verdiene for surhet (gjennomsnittlig pH 6,8 og 7), konduktivitet (gjennomsnittlig 32 og 33 µS/cm) og kalsium (gjennomsnittlig 4,5 og 5 mg Ca/l) tilsier en god vannkvalitet for fisk. Verdiene for metaller og totalt organisk karbon (TOC) er vurdert etter SFT Veiledning 97/04 og vannforskriftens Veileder M-608, 2016 (kobber). Dette viser tilstandsklasse «mindre god» for jern, TOC og kobber.

Parameter	Gj.sn.verdi	Tilstandsklasse
Jern (totalt)	230/280 µg Fe/l	III - mindre god
Mangan	20 µgMn/l	II - god
TOC	5,4/5,9 µg C/l	III - mindre god
Kobber	10 µgCu/l	III - mindre god (M-608, 2016)

2.2 Studieområde og habitattiltak

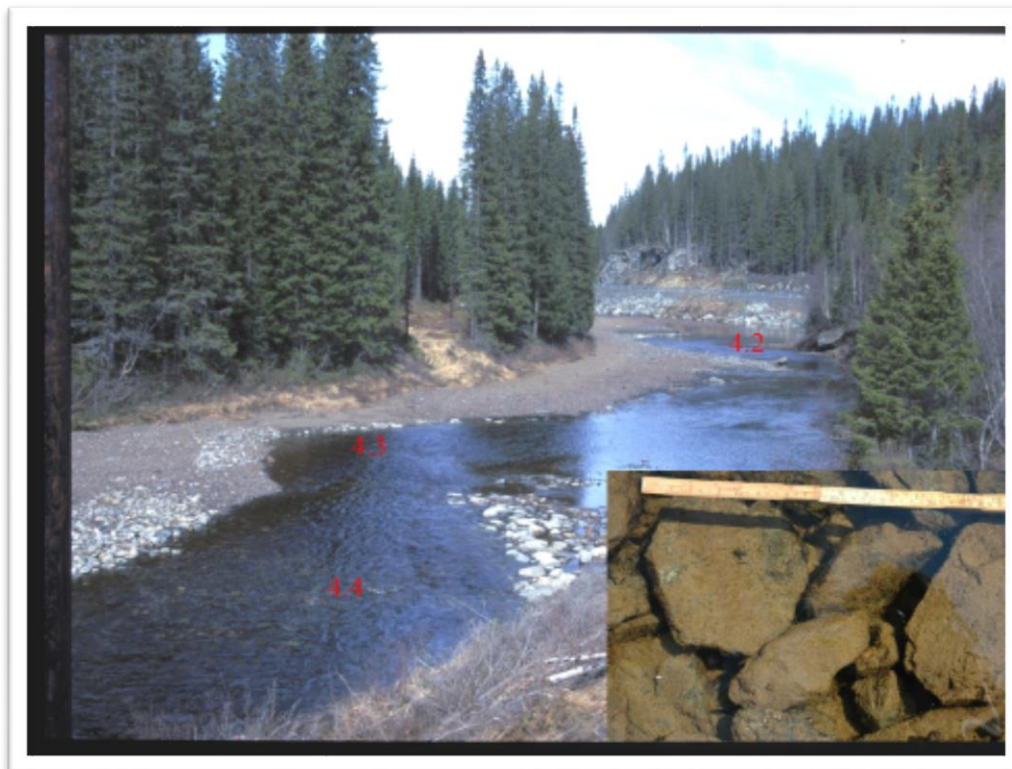
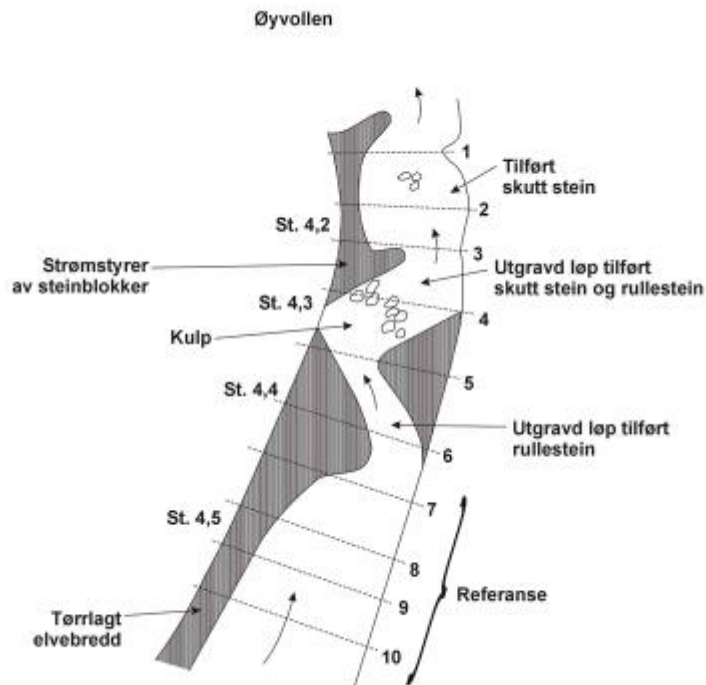
For å anskueliggjøre hvordan ulike tiltak i kombinasjon med forskjellige minstevannføringer virker på laksens habitatforhold, ble det benyttet Fysisk beskrivende vassdragsmodell (FBV) og Vassdragssimulatoren på prøveområdene Øyvollen og Storuddu i Dalåa i 1992-1993. FBV ble brukt til å finne en mest mulig optimal utforming av de biotopforbedrene prøvetiltakene med hensyn på dyp og strømhastigheter og belyse hvordan de hydrofysiske forholdene endrer seg med endringer i vannføring. I tillegg ble det gitt en beskrivelse av substratet på referansestasjonene og tiltaksstasjonene etter utlegging av stein. Simuleringene viste en bedring i habitatsforholdene etter tiltak, og forholdsvis små endringer i vanndekket areal på de minste vannføringene med tiltak (Harby et al. 1994, Harby og Bakken 1996, Harby og Arnekleiv 1994). Tiltakene med å bygge «elv i elva» og steinsetting for å skape bedre oppvekstbetingelser ble gjennomført allerede høsten 1993 i forbindelse med reguleringen av elva. Det ble også seinere benyttet ulike habitamodeller for å beskrive og sammenligne utvikling i habitatet over tid (Alfredsen mfl. 2004, Arnekleiv mfl. 2006, Alfredsen mfl. 2006).

Forsøksfeltet på Øyvollen består av en elvestrekning på ca. 240 m med opprinnelig homogene bunnforhold og strømhastighetsforhold. Strekingen ble delt i to, hvor den øvre delen ble holdt urørt som en referanse (4.5), mens tiltak ble utført i den nedre delen (4.2 -4.4, Figur 2).

Strømstyring (buhner), innsnevring av hovedløpet, kulpgraving og tilføring av ulike typer stein for å øke skjulplasser var av de vesentligste endringene. Figur 2 viser en skisse av hvordan tiltaket ble utformet med angitte prøveflater for innsamling av fisk og bunndyr.

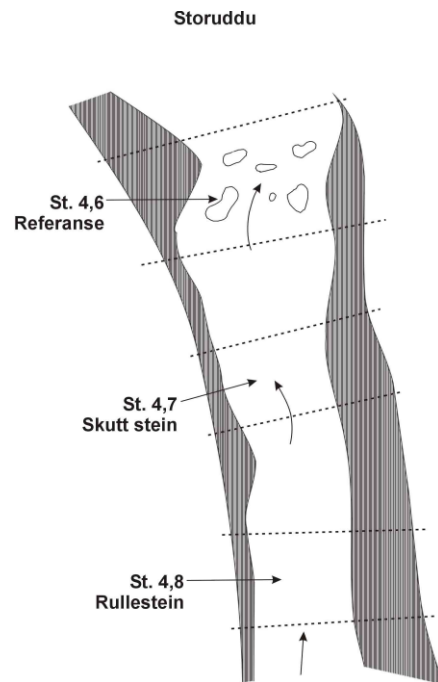
En beskrivelse av prøveflatene er gitt nedenfor.

- Felt 4.2 Utlagt siktet sprengstein 10-20 cm diameter. Glattstryk
- Felt 4.3 Oppgravd kulp med utlagt sprengstein/rullestein 10-30 cm diameter. Lav vannhastighet
- Felt 4.4 Utlagt siktet stein dominert av kuppelstein (fra grustak) med diameter 15-30 cm. Innsnevret elveparti - Strykparti
- Felt 4.5 Referanse. Naturlig fin elvegrus iblandet sand (2-5 cm diameter). Glattstryk



Figur 2. Skisse og bilde av hvordan forsøktiltakene ble utformet ved Øyvollen i Dalåa. Prøvetakingsområder for fisk og bunndyr er avmerket (St.4.2-4.5). Stiplede linjer på skissen viser transektene som er brukt i simuleringene av fiskehabitat og hydrofysiske forhold.

Forsøksfeltet på Storuddu, ca. 800 m oppstrøms Øyvollen er en ca. 180 m lang rolig strykstrekning nedstrøms en større høl; Storuddukulpen. Også her ble elveløpet snevret inn for å samle små vannmengder og den fine elvegrusen erstattet med sprengstein og sortert rundstein fra et grustak (Figur 3). Et referanseområde nederst på feltet var naturlig elveløp med varierte hydrofysiske forhold og spredte store steinblokker. Prøveflatene ble anlagt som angitt på skissen:



Figur 3. Skisse og bilde av hvordan forsøktiltakene ble utformet ved Storuddu i Dalåa. Prøvetakingsområder for fisk og bunndyr er avmerket (St.4.6-4.8). Stiplede linjer på skissen viser transektene som er brukt i simuleringene av fiskehabitat og hydrofysiske forhold.

Felt 4.6	Referanse. Grus, stein 5-20 cm diameter og spredte steinblokker. Varierte vannhastigheter.
Felt 4.7	Utlagt siktet sprengstein 10-20 cm diameter. Glattstryk/stryk
Felt 4.8	Utlagt sortert rullestein 25-30 cm diameter. Glattstryk
Felt 4.9	Referanse ovafor tiltaksfeltet, Stor stein, sand og grus. Glattstryk

2.3 Utsetting av fisk og undersøkelse av ungfisk og skjulkapasitet på tiltaksfelter og referansefelter

2.3.1 Utsetting av fisk

Allerede i 1992 ble det tatt inn stamlaks fra Stjørdalselva og høsten 1993 ble det totalt satt ut 64 700 ensomrig settefisk fra Stjørdalsvassdragets klekkeri (tabell 1). I alle år, unntatt i 1994, 1997 og 2009, ble det satt ut mellom 19000 og 113500 ensomrig laks på elvestrekninger ovafor anadrom strekning i Stjørdalsvassdraget (tabell 1). All utsatt fisk har i alle år vært merket ved å klippe bort fettfinnen. I 1994 ble det satt ut 10700 tosomrig settefisk og bare 1300 ensomrig settefisk, og i 1997 var 9000 av de 22500 settefiskene tosomrige. Det har vært noen episoder med høy dødelighet (vanligvis okerkvelning) i klekkeriet, og i 2009 ble det bare satt ut vel 1400 settefisk. Størst antall laks har vært satt ut i årene 2007, 2004 og 2002 (tabell 1), og totalt har det over en periode på 24 år vært satt ut ca. 1 525 486 settefisk av laks. Dette gir en gjennomsnittlig årlig utsetting av ca. 63 600 settefisk av et pålegg på 80 000.

På forsøksfeltene ved Øyvollen og Storuddu ble settefiskene hvert år fordelt likt utover feltet slik at tettheten i utgangspunktet skulle være om lag like stor på referansefelter og tiltaksfelter. Imidlertid varierte mengden settefisk mellom år, noe som medførte ulik tetthet per kvadratmeter mellom år (tabell 2). Utenom 2009, hvor det ikke ble satt ut fisk på forsøksområdet, og 2014 hvor det bare ble satt ut 2000 settefisk, har det årlig blitt satt ut 4500 til 12300 settefisk på forsøksområdene, hovedsakelig ensomrig laks satt ut i august. Dette gir en beregnet tetthet på mellom 0,8 og 2,1 fisk per kvadratmeter (tabell 2). I 2012, hvor tiltaksfeltene ble restaurert i september/oktober, ble det bare satt ut 4500 settefisk, og i årene etterpå varierte mengden settefisk utsatt i testområdet mye (tabell 2).

Dalåa er noe påvirket av tungmetaller fra nedlagte Gilså gruver, noe som kunne tenkes å påvirke overlevelse hos ungfisk og spesielt hos utlagt rogn og nyklekt yngel. Utlegging av rogn kan være en alternativ metode til utsetting av fisk, og det ble derfor gjort forsøk med utlegging av rogn i tre år; 2006, 2007 og 2009 (tabell 2). Forsøket er nærmere beskrevet i Arnekleiv & Rønning (2013).

2.3.2 Elfiske på referansefelter og tiltaksfelter

Vi har foretatt ungfiskundersøkelser på referansefelter og tiltaksfelter (Dalåa testområde jf. tabell 2) ved bruk av standard elfiske (Bohlin et al 1989) med tetthetsberegning høst og vår. Hvert område (st. 4.2 – 4.9) ble målt opp og elfisket tre omganger på hver stasjon. Fisken ble lengdemålt og satt tilbake i lokaliteten, men det ble tatt med et utvalg fisk for aldersanalyse. Også et fåtall ørret ble registrert på samme måte. Årets settefisk kunne lett skilles fra eldre settefisk ut fra farge og eventuelle slitasjemerker. Elfisket på høsten ble som regel gjennomført i september-oktober, og på våren fra månedsskiftet april-mai til første uke i juni. Vannføringa var ved elfisket lav (minstevannføring pluss lokalt tilsig), og temperaturen har variert mellom 2,5 og 9,0 °C.

Siden tettheten av settefisk varierte ganske mye mellom år har vi valgt å fokusere på fordelingen av ungfisktettheter mellom feltene på våren. Da vil settefiskene ha fått tid til å fordele seg i forhold til habitatforholdene, og eventuell tetthetsavhengig dødelighet har sannsynligvis fått virke slik at tetthetene på våren på en bedre måte gjenspeiler bæreevnen på de ulike feltene. Tetthetsfiske høst og vår vil kunne si noe om vinterdødeligheten.

Undersøkelsene fra de første forsøksårene viste en spesiell effekt av at bare én årsklasse var til stede i starten (mangel på naturlig konkurranse). Vi regnet også med at første årets utsatte fisk etter restaureringen (2013-utsettingen) ville gi stor dominans. For å sikre data på en mest mulig naturlig alderssammensetning ble det derfor gjennomført elfiske også vår og høst 2016.

Tabell 1. Antall settefisk av laks (ensomrig, 0+) satt ut i ulike områder/elver i Stjørdalsvassdraget fra Stjørdalsvassdragets Klekkeri i Meråker. All fisk er laks av Stjørdalselv/Forra stamme. (Data fra klerkkeriet).

*Det ble satt ut en andel tosomrig fisk, totalt 10170 i 1994 og 9000 i 1997.

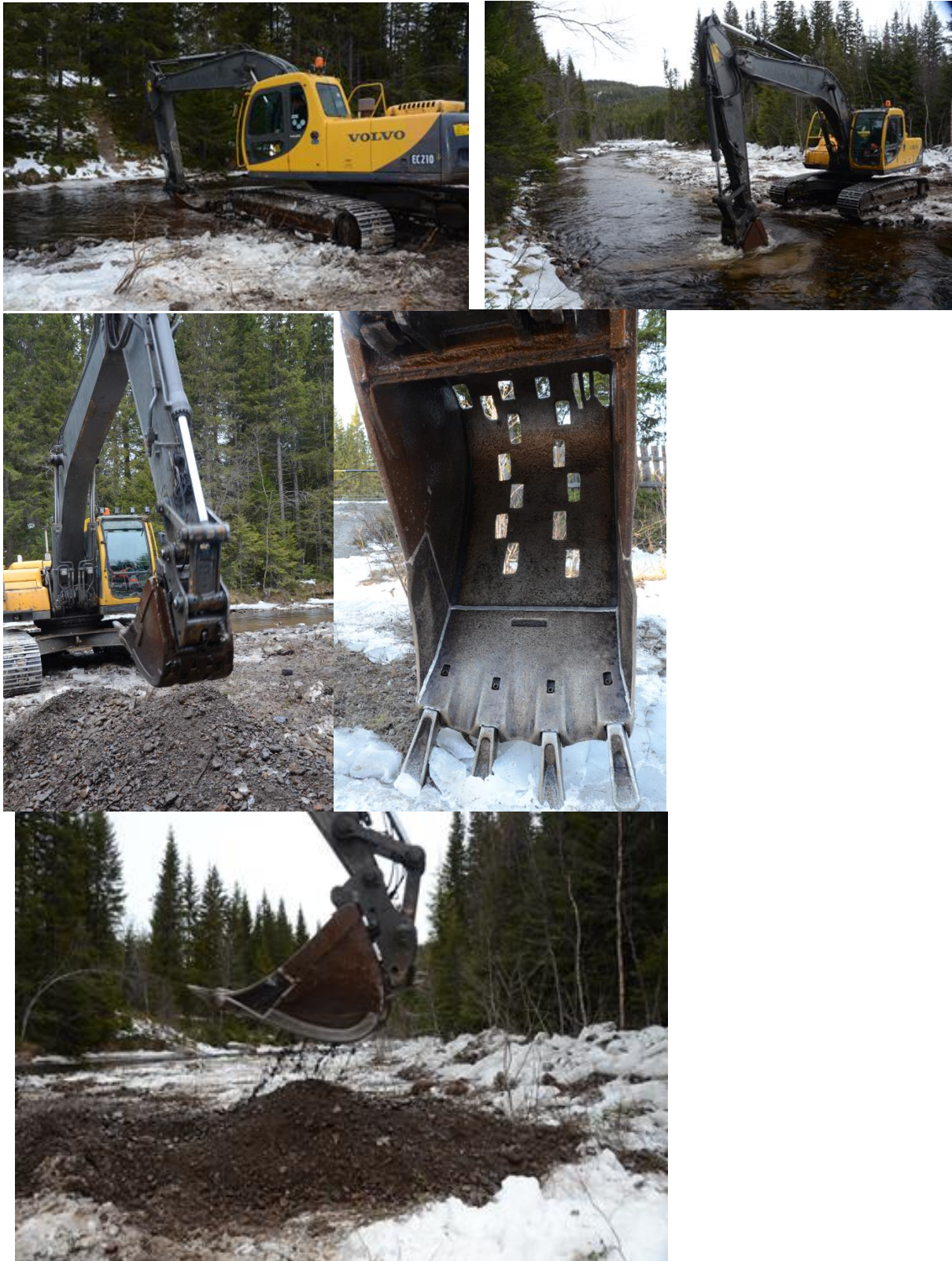
År	Dalåa ovaf. Øydammen	Dalåa nedstr. Øyd., andre sideelver	Forra/Vigda	Sum
1993	20000	13700	0	33700
1994	9800*	2200*	0	12000
1995	9000	10000	0	19000
1996	17000	25000	51000	93000
1997	16200*	5300*	1000	22500
1998	14000	8700	0	22700
1999	14000	10000	0	24000
2000	18000	25000	25600	68600
2001	10000	36500	18600	65100
2002	16000	25000	69500	110500
2003	19000	16000	12000	47000
2004	28200	48900	26200	103300
2005	29000	13300	26000	68300
2006	29000	40000	22350	91350
2007	25000	62500	26000	113500
2008	17500	58000	6500	82000
2009	0	846	590	1436
2010	16500	45900	21200	83600
2011	32400	32700	15900	81000
2012	21700	24200	0	45900
2013	26850	41680	17670	86200
2014	17500	44200	12900	74600
2015	30400	67000	0	97400
2016	20900	57900	0	78800
Sum	457950	714526	353010	1525486

Tabell 2. Antall settefisk av laks (ensomrig, 0+) satt ut i testområdet (Storuddu og Øyvollen) i Dalåa fra Stjørdalsvassdragets Klekkeri i Meråker. All fisk er laks av Stjørdalselv stamme. Rogna ble lagt ut i Dalåa ovafor Øydammen. (Data fra klekkeriet)

År	Dalåa testområde	Utsatt tetthet n/m ²	Dalåa, utlagt rogn, antall
1993	5000	0,8	
1994	5800	1,0	
1995	8000	1,4	
1996	11000	1,9	
1997	5000	0,8	
1998	9000	1,5	
1999	9000	1,5	
2000	10000	1,7	
2001	8000	1,4	
2002	7000	1,2	
2003	10000	1,7	
2004	11000	1,9	
2005	10000	1,7	
2006	8000	1,4	41000
2007	8000	1,4	21200
2008	6500	1,1	0
2009	0	0,0	36000
2010	7800	1,3	
2011	12300	2,1	
2012	4500	0,8	
2013	10350	1,8	
2014	2000	0,3	
2015	10000	1,7	
2016	6100	1,0	
Sum	184350	1,3	98200

2.3.3 Skjulmålinger

I perioden 1993-2006 ble det på hver stasjon angitt type habitat i form av substrat, vanndyp, vannhastighet (mesohabitat), mens det ikke fantes noen egen metode for å kvantifisere mengden skjul. I 2016, nesten fire år etter restaureringen av tiltaksfeltene, ble det målt skjul på både referansefelter og tiltaksfelter den 1. juni. Hulromskapasitet (skjulmulighetene) ble målt etter en metode beskrevet av Finstad mfl. (2007), der en 13 mm tykk plastslange stikkes inn i hulrom i substratet innenfor en 0,25 m² stor ramme som legges tilfeldig ut på elvebunnen (figur 4). Avhengig av hvor langt plastslangen kan stikkes inn i det enkelte hulrom blir størrelsen på hvert skjul kategorisert til S1 (2–5 cm), S2 (5–10 cm) eller S3 (> 10 cm), og det totale antallet skjul i de tre kategoriene blir telt opp innen hver prøveflate. Det ble tatt 6 skjulmålinger fordelt på to transekter tilknyttet hver elfiskestasjon, totalt 54 målinger i 18 transekter. Gjennomsnittlig antall skjul ble beregnet for hver av de tre kategoriene (S1-S3) for hvert transekt. Disse verdiene ble deretter summert opp for å gi en verdi for «vektet skjul» for hvert transekt slik: S1 + S2x2 + S3x3. I henhold til verdier for vektet skjul klassifiseres hvert transekt til å ha: Lite skjul (< 5), middels skjul (5–10) og mye skjul (> 10), jf. Forseth & Harby (2013).



Figur 6. Illustrasjonsfoto av oppgraving og rensing av steinmassene på tiltaksfeltene i Dalåa, oktober 2012.
Foto: Jo Vegar Arnekleiv

Det ble gjennomført en befarung i Dalåa i etterkant av ferdigstilling av restaureringen i oktober 2012, med bl.a.. representanter for utbygger, entreprenør, Miljødirektoratet, NVE og NTNU. Det var dannet til dels mye is, men fra det som var synlig konkluderte en med at restaureringen var vellykket,

men at det var behov for oppfølging med evaluering av restaureringen (referat fra Jarl Koksvik, Miljødirektoratet).

2.5 Studier av vinteratferd og utvandring av smolt

For å registrere vinteroverlevelse og forflytninger hos laksunger ble det, foruten tetthetsfiske høst og vår, gjennomført et merke-gjenfangstforsøk på forsøksfeltene. El-fanget fisk ble merket ved kombinasjoner av finnekling og fargemerking (Alsian Blue) på høsten og gjenfangster ved el-fiske på våren i perioden 1997-1999 (Arnekleiv mfl. 2002). Totalt ble det merket 627 laksunger høsten 1997, og 1085 laksunger høsten 1998. Laksungene ble etter merking satt tilbake på de samme feltene som de ble fanget ved Øyvollen og Storuddu. Forsøket ga data på forflytninger innen og mellom referansefelter og tiltaksfelter og indikasjoner på vinterdødelighet.

Vinteratferd og vandringer til ungfisk under og etter islegging ble studert i et prosjektsamarbeid mellom SINTEF Energiforskning, NTNU Institutt for vann og miljøteknikk og NTNU Vitenskapsmuseet i 2004-2006 (Alfredsen mfl. 2006, Linnansaari mfl. 2005, 2009). Fisk fra forsøksfeltene på Øyvollen ble merka med PIT-tag (Passive Integrated Transponder) og peilet ved hjelp av antenne sju ganger gjennom vinteren 2004/2005 og fem ganger i 2005/2006. Gjennomsnittlig vekt og lengde på merket fisk var $14.1 \pm 4,5$ g; 125 ± 11 mm i 2004 (N=50) og $13,0 \pm 4,0$ g og 114 ± 13 mm i 2005 (N= 90). Laksungene var derfor sannsynligvis to år og eldre og ble merket med 23 mm lang PIT-merke (0,6 g i luft) og satt tilbake på forsøksfeltene. Fiskene kunne peiles ved hjelp av ei mobil antenne med ei rekkevidde på ca. 70 cm, og posisjoneres ned til noen centimeters nøyaktighet også under is (Linnansaari mfl. 2005).

Ved forsøksutsettingene i Dalåa har vi også studert smoltutvandring, smoltkvalitet og mengde produsert smolt ved at smoltutvandringa årlig ble undersøkt ved hjelp av ei Wolf-felle i perioden 1995-2004 samt i 2006 og 2009 (Arnekleiv mfl. 2002, Arnekleiv & Rønning 2005, 2013). Fella ble montert opp ved terskelen på Øidammen i Dalåa (304 moh.) hver vår og demontert på ettersommeren. I enkelte år har fella vært oversvømt av kortvarige flommer og/eller blitt montert for seint på sesongen slik at en har gått glipp av deler av utvandringen. Men i sju av de tolv årene fella ble benyttet har en fanget og kontrollert mesteparten av den utvandrende smolten. Smolten ble fanget opp i ei renne som førte til et oppbevaringskar. Herfra kunne smolten håves opp for nærmere undersøkelser og gjenutsetting nedenfor fella (figur 7). I tillegg ble noe smolt fra Dalåa gjenfanget i smoltfeller som ble operert fra Sona bru i Stjørdalselva i perioden 1995-2005 (jf. Arnekleiv mfl. 2007).



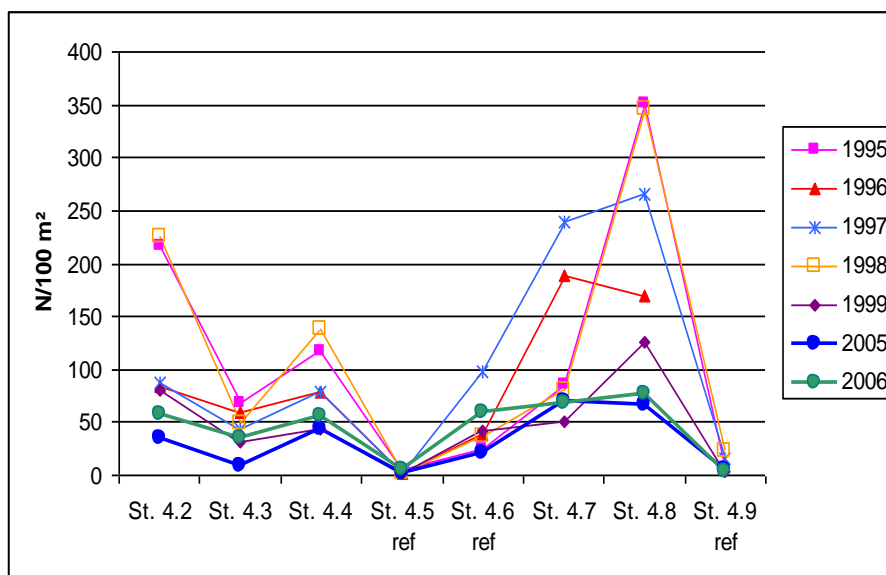
Figur 7. Bilde av smoltfella i terskelen ved Øidammen i Dalåa. Foto: Lars Rønning.

3 Resultater og diskusjon

3.1 Tiltag av utsatt settefisk på tiltaksområder og referanseområder 1995-2006

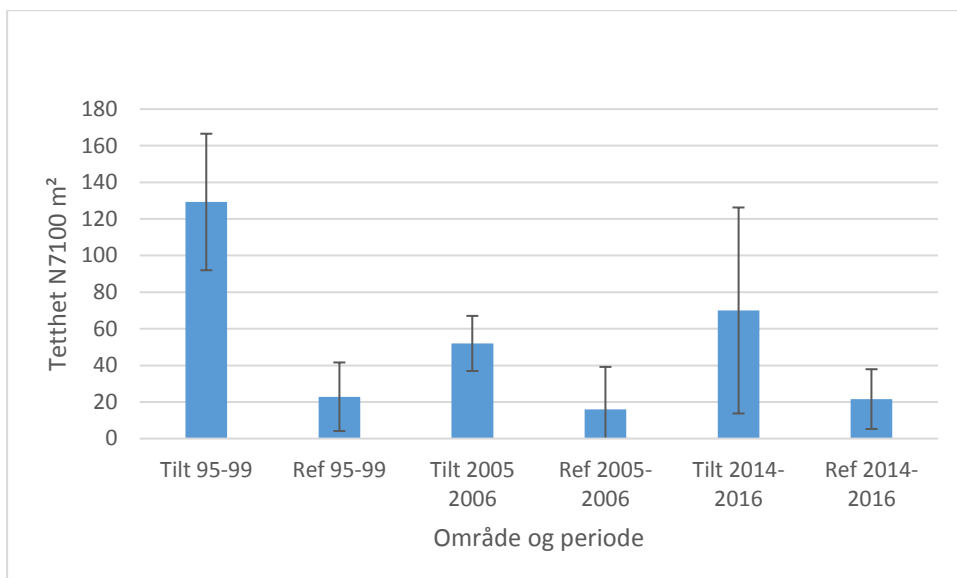
Tettheten av settefisk (alle årsklasser) på tiltaksfeltene på våren har variert svært mye mellom årene (figur 8), men var høyest på felter med tiltak sammenlignet med referansestasjonene 4.5 og 4.9. Referansestasjonen 4.6 hadde hvert år høyere tetthet enn de to andre referansestasjonene, noe som sannsynligvis har sammenheng med noe mer tilgjengelig skjul på st. 4.6. Her var det en del større stein og blokk, i motsetning til de to andre referansestasjonene med fin grus og sand. Tiltaksfeltene stasjon 4.7 og 4.8 hadde jevnt over de høyeste tetthetene, helt opp i 350 ind./100 m² i 1995 og 1998 (figur 8). Kulpområdet, st. 4.3 hadde jevnt over lavere tettheter enn tiltaksområdene på strykparter. Dette området ble allerede etter et par år gjenøret med finsedimenter.

I den første femårsperioden (1995-1998) var tettheten av laksunger ca. 129 fisk/100 m² i gjennomsnitt på tiltaksfeltene, mens tettheten i 2005-2006 på de samme feltene var ca. 59 fisk/100 m² (figur 9). Tetthetene varierte også mindre mellom referansefeltene og tiltaksfeltene enn tidligere år (figur 8). Dette kan ikke forklares med variasjoner i mengden utsatt fisk siden tetthetene av utsatt fisk var høye i 2002-2004 (tabell 2). Reduksjonen i tettheten av laksunger antas i hovedsak å skyldes en sedimentasjon og gjenøring av substratet på tiltaksfeltene (jf. figur 5). Mye av tettheten i 2005-2006 var ettåringer fra utsetninger året før (45-50 fisk pr. 100 m²). Gjenøringen har sannsynligvis vært mest negativ for de større laksungene siden kravet til skjul øker med størrelsen på fisken (Finstad mfl. 2007).



Figur 8. Estimerte tettheter (N/ 100 m²) av laksunger på ulike forsøksfelt i Dalåa på våren i perioden 1995-2006

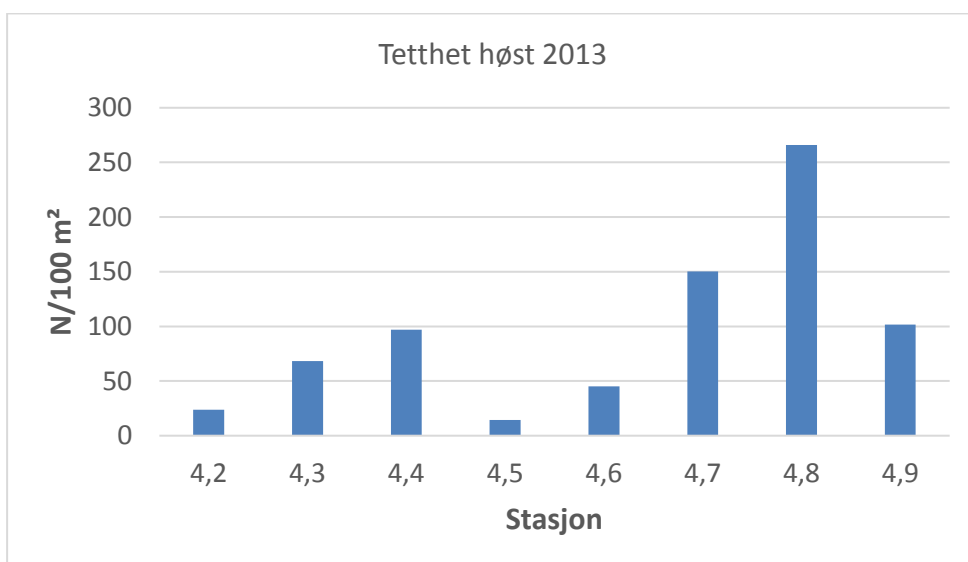
Selv om tetthetene er redusert på tiltaksfeltene viser beregningene av gjennomsnittlig tetthet i ulike perioder at tetthetene likevel er større på tiltaksfeltene enn på referansefeltene (figur 9). Tiltakene for å bedre ungfiskhabitatet for laksunger ved steinutlegging som gir økt mengde skjul ser derfor ut til å ha hatt en bra holdbarhet til tross for en tiltagende gjenøring over perioden på 12-13 år (1994-2006).



Figur 9. Beregna gjennomsnittlige tettheter (N/100 m² ± 95% c.i) av utsatte laksunger (>0+) på våren på tiltaksfelter og referansefelter i Dalåa i perioden 1995-1999, 2005-2006 og 2014-2016.

3.2 Tettheter av utsatt fisk før og etter restaurering av tiltak i 2012

I august 2013 ble det satt ut 10350 ensomrig laks på forsøksområdene i Dalåa, jevnt fordelt på referanseområder og tiltaksområder, med unntak av nederste feltet (st.4.2) hvor det ble satt ut et mindre antall. Et elfiske den 5-6. september 2013, ca fire uker etter utsetting, viste en høy tetthet av utsatte laksunger på tiltaksfeltene (utenom st. 4.2), og lave på referansefeltene 4.5 og 4.6 (figur 10).

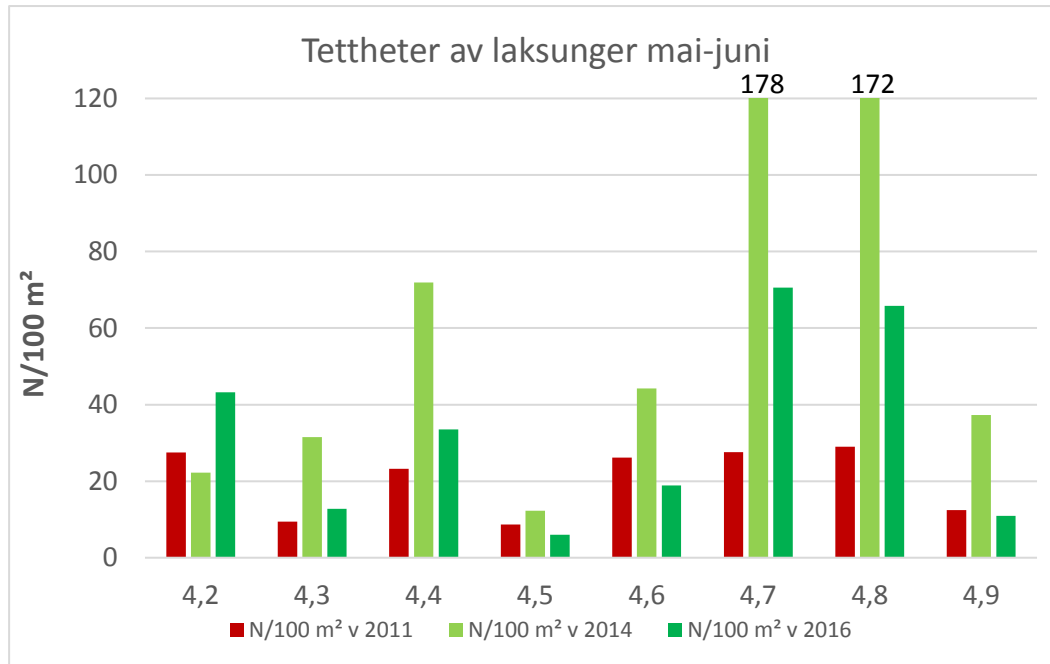


Figur 10. Tettheter (N/100 m²) av utsatte laksunger på forsøksfeltene i Dalåa, september 2013.

Tetthetene var særlig høye på steinsetningsfeltene st. 4.7 og 4.8 med henholdsvis 150 og 266 fisk per 100 m². Både tetthetene og fordelingen på de ulike habitatene var mye lik resultatene fra de første fem årene etter at tiltakene ble bygd, men tetthetene var noe lavere enn i 1995-98. Det var imidlertid uvanlig høy tetthet på referansestasjon 4.9. Her hadde det glidd ut noen steiner og festet seg noen

kvister og røtter nederst på stasjonen, og det stod mye ungfisk i dette området, noe som, i tillegg til steinsettingsfeltene, illustrerer at tilgang på skjul er en viktig faktor for bæreevnen av ungfisk.

Det ble satt ut svært lite fisk på forsøksområdene i 2014, men mye settefisk igjen i 2015 (jf. tabell 2). Tetthetene våren 2014 og 2016 skulle derfor reflektere fordelingen av fisk og tettheter etter to år med om lag like store utsetninger, og etter at tiltakene var restaurert. Tetthetstallene er vist i figur 11, og til sammenligning med tetthetene etter restaurering presenterer vi tetthetene og fordelingen av fisk på feltene våren 2011, før restaurering (figur 11).

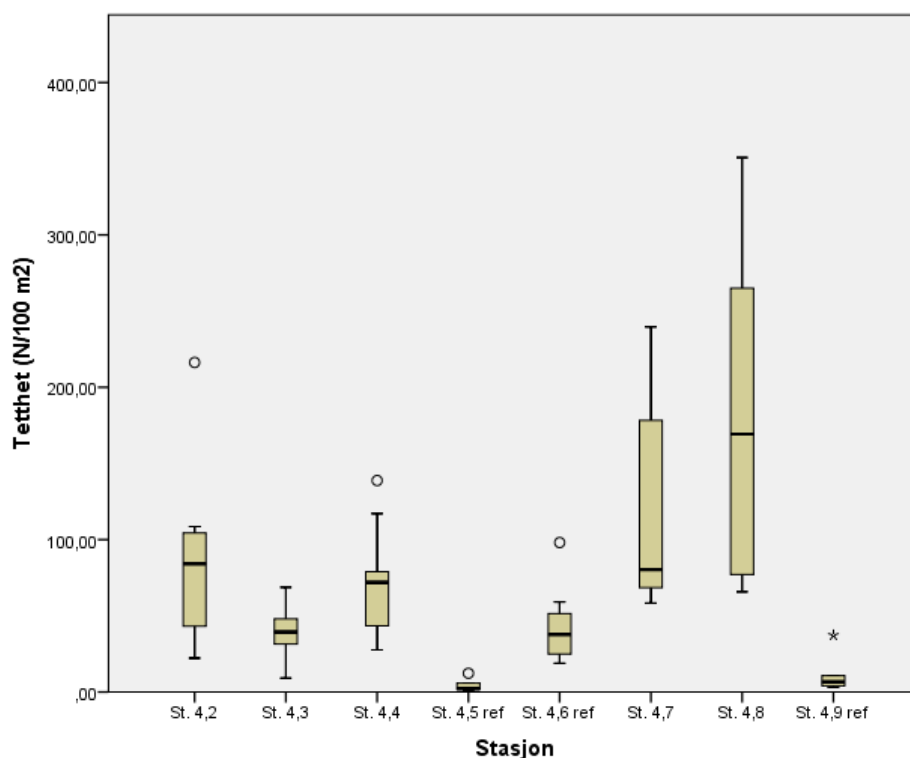


Figur 11. Estimerte tettheter (N/100 m²) av laksunger i ulike habitater om våren 2011, 2014 og 2016, basert på tre omganger elfiske.

Tetthetene våren 2011, før restaureringen, varierte mellom 8,7 og 29 laks per 100 m² (alle feltene), mens tetthetene etter restaurering våren 2014 varierte mellom 12,3 og 178 laks per 100 m², og våren 2016 mellom 6 og 71 laks per 100 m². Til tross for om lag lik mengde utsatt fisk høsten 2013 og høsten 2015 var de registrerte tetthetene av laksunger lavere våren 2016 enn våren 2014. Dette kan ha sammenheng med ulik vinterdødelighet de to vintrene, endringer i fiskehabitatet og variasjoner i effektiviteten ved elfiske. Våren 2016 registrerte vi en del fingrus og sand i de restaurerte tiltaksfeltene st. 4.7 og særlig 4.8. Ved tilbakelegging av steinmassene under restaureringen ble steinene delvis lagt i hauger, noe som skapte turbulens og sannsynligvis noe mer sedimentering mellom steinhaugene. Selv med noe lavere tettheter i 2016 enn i 2014 viser resultatene høye tettheter av laksunger i de restaurerte tiltaksfeltene, mens referansefeltene uten tiltak fortsatt har relativt lave tettheter av laksunger.

Basert på beregna tettheter fra elfiske på våren i hele forsøksperioden 1995-2016 (totalt 12 elfiskeperioder) er resultatene framstilt som boksplokk som viser gjennomsnitt og variasjoner i tettheter mellom de ulike feltene (figur 12).

Det er tydelig at habitattiltak i form av steinutlegg i stryk og glattstryk (stasjonene 4.2, 4.4, 4.7 og 4.8) gir høyere tetthet av ungfisk enn referansefeltene med grus/stein og kulpgraving. Sortert kuppelstein fra grustak (stasjon 4.8) ga de høyeste tetthetene i gjennomsnitt over perioden. Det var imidlertid store variasjoner i tettheter mellom år innen hvert felt (figur 12). Dette har sannsynligvis sammenheng med variasjonen i mengde settefisk satt ut hvert år, men trolig også variasjon i vinterdødeligheten mellom år og variasjon i effektiviteten ved elfiske mellom år og mellom stasjoner.



Figur 12. BoksploTT som viser gjennomsnittlig tetthet (N/100 m²) av laksunger (alle aldre) på våren på de ulike forsøksfeltene (stasjonene) for hele undersøkelsesperioden 1995-2016. I boksploTTet er medianverdien angitt med vannrett strek, mens 50 % av måleverdiene ligger innenfor boksen. Loddrette linjer angir 5 % og 95 % intervall for målte verdier. Ekstremverdier er angitt med sirkel eller stjerne.

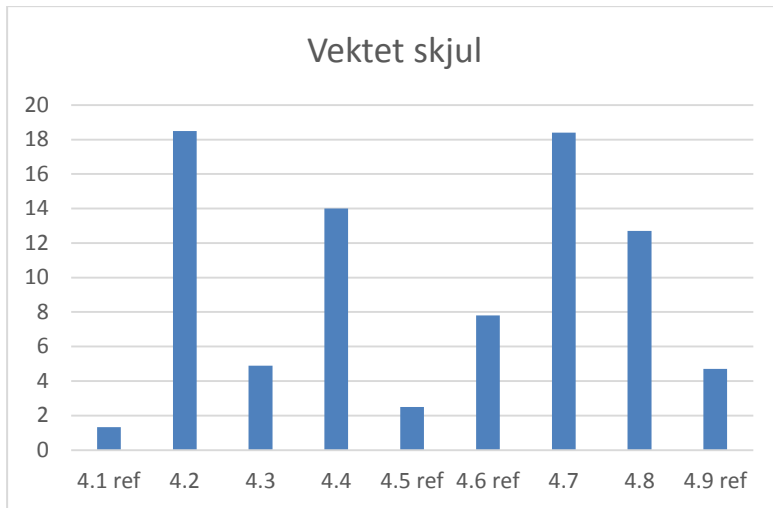
3.3 Kartlegging av skjul, fiskehabitat, og tilslag av utlagt rogn

3.3.1 Kartlegging av skjul og fiskehabitat

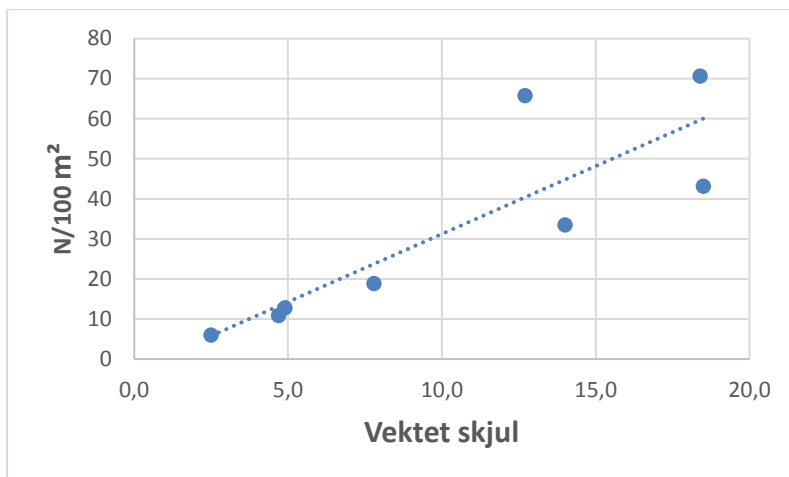
Det ble gjennomført skjulmålinger i totalt 18 transekter (totalt 54 ruter) fordelt på stasjonene 4.1-4.9. i 2016. Vektet skjul ble beregnet for hvert transekt i henhold til Forseth & Harby (2013) (vedlegg 2) og gjennomsnittlig vektet skjul for hver stasjon er vist i figur 13.

Vi fant de høyeste verdiene for vektet skjul på tiltaksfeltene (stasjonene) 4.2, 4.4, 4.7 og 4.8. På disse feltene varierte vektet skjul for transektene mellom verdien 10 og 25 (vedlegg 2), mens gjennomsnittlig vektet skjul for disse stasjonene varierte mellom 12,7 og 18,5, noe som klassifiseres som mye skjul (jf. Forseth & Harby 2013). På referansefeltene 4.1, 4.5 og 4.9 var gjennomsnittlig skjul 1,4 – 4,7 (lite skjul), mens referansefeltet 4.6 hadde verdi 7,8 (middels skjul). For den etablerte kulpen var verdien for skjul 4,9 (lite skjul).

Vi fant en positiv sammenheng mellom verdiene for vektet skjul og tettheter av laksunger på stasjonene på forsøksfeltene i mai/juni 2016 (figur 14). Dette illustrerer at tilgang på skjul er en nøkkelfaktor i forhold til godt ungfishabitat og bæreevne for laksunger i elv (jf. Finstad mfl. 2007).



Figur 13. Gjennomsnittlig vektet skjul for stasjonene på forsøksfeltene i 2016



Figur 14. Korrelasjon mellom vektet skjul og målte tettheter av laksunger på stasjonene (st. 4.2-4.9) på forsøksområdene i Dalåa i mai/juni 2016.

Elvestrekningen mellom Øyvollen og Sneidammen ble kartlagt av NINA i et samarbeidsprosjekt mellom NINA og Vitenskapsmuseet i 2008-2009 (FoU-prosjektet Envidorr). Substratkartet (vedlegg 3) viser at grov stein dominerer mellom Storuddukulpen og Sneidammen – et område uten tiltak. Dette gjenspeiles i bra tettheter av utsatte laksunger, særlig på strekningen rett oppstrøms Storuddukulpen (vedlegg 4). Tetthetstallene fra undersøkelsen viste 18-26 fisk pr. 100 m² for de gode habitatene og tiltaksfeltene med bare en omgang fiske. Gitt en fangbarhet på 0,5 gir det et estimat på 35-48 fisk pr. 100 m² (jf. Arnekleiv & Rønning 2013). Basert på bl.a. erfaringene fra habitatforsøkene på Øyvollen og Storuddu ble det også gjennomført fysiske habitattiltak med bl.a. utlegging av stein på flere områder i Dalåa og også i de regulerte sideelvene Tevla, Torsbjørka og Kopperåa (Anon. 2005).

3.3.2 Tilslag av utlagt rogn

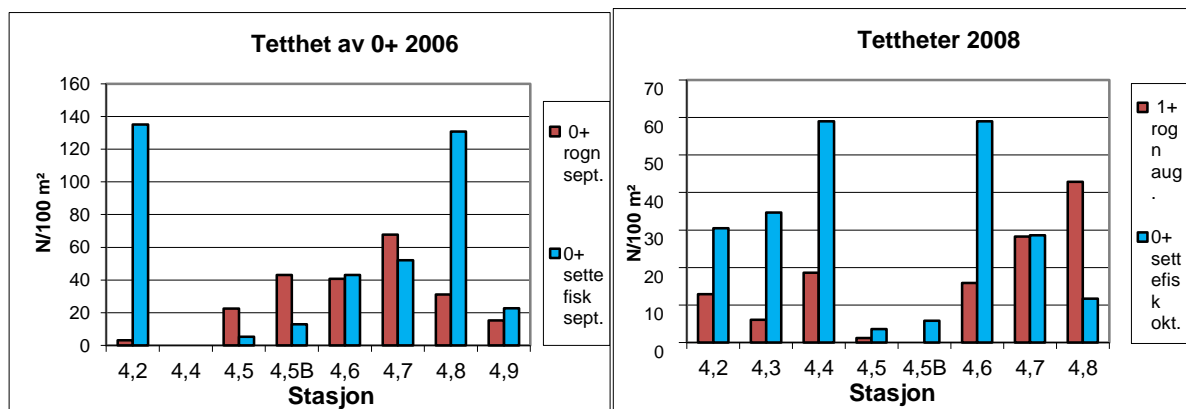
På forsøksområdene Øyvollen og Storuddu ble det i årene 2006, 2007 og 2009 (kun Storuddu) lagt ut øyerogn i februar-april (jf. tabell 2). Etter befruktning ble rogn lagt i rognsylindere med tilførsel av nedkjølt grunnvann. Rogna ble fordelt i rognbokser (WV-bokser) og gravd ned i grusen, alternativt satt ned i grus i plastkasser som så ble gravd ned i elvebunnen. I juni ble boksene kontrollert, og rogn dødeligheten beregnet. Gjennomsnittlig klekkeprosent var 84-92 % (Arnekleiv & Rønning 2013).

Forsøket viste at øyero gn lagt ut på antatt gunstige habitater i Dalåa hadde gjennomgående en høy klekkeprosent. Noen få WV-bokser var tettet til med finsedimenter og hadde høy dødelighet, mens i de fleste boksene var dødeligheten svært lav. Av 41 000 rognkorn i 2006 ble resultatet 35 860 yngel, mens beregnet antall yngel var 19 318 i 2007 og 26 448 plommese kkyngel i 2009 (Arnekleiv & Rønning 2013).

Siden settefisk en var merket (klipt fettfinne) kunne fisk fra utlagt rogn og settefisk skilles i fangstene ved elfiske. Elektrisk fiske og tetthetsberegninger (3 x elfiske, Zippinestimat) på de faste prøveflatene på Øyvollen og Storuddu viste godt tilslag av ungfisk som stammet fra rognutlegg, jf. figur 15-16. Årsyngel (0+) fra utlagt rogn hadde høyere tetthet i referanseområdene enn settefisk, mens de som 1+ hadde høyest tetthet i tiltaksfeltene, i likhet med settefisk en.

Hovedresultat fra undersøkelsen kan oppsummeres slik:

- Godt tilslag av årsyngel etter rognutlegging i 2006, og også og god tetthet av 1+ året etter
- Lavere tetthet av årsyngel fra rogn i 2007, men godt tilslag av 1+ i 2008.
- Meget lav tetthet av 0+ fra rogn i 2009, men god tetthet av >1+ fra rognutlegging sammenlignet med settefisk i 2009.
- God vekst på rognutlagt materiale. Årsyngel fra rogn er naturligvis mindre enn ensomrig settefisk første høsten, men som ettåringer (1+) tar "rognfisken" nesten igjen 1+ settefisk i lengde.



Figur 15. Beregnet tetthet av 0+ laks fra rognutlegg og 0+ settefisk på forsøksfeltene i Dalåa i 2006 (venstre), og tettheter av 1+ fra rogn og 0+ settefisk i 2008 (høyre)



Figur 16. Bilde av 1+ laks fra utlagt rogn (nederst) og 0+ settefisk (øverst) i Dalåa, august 2008.

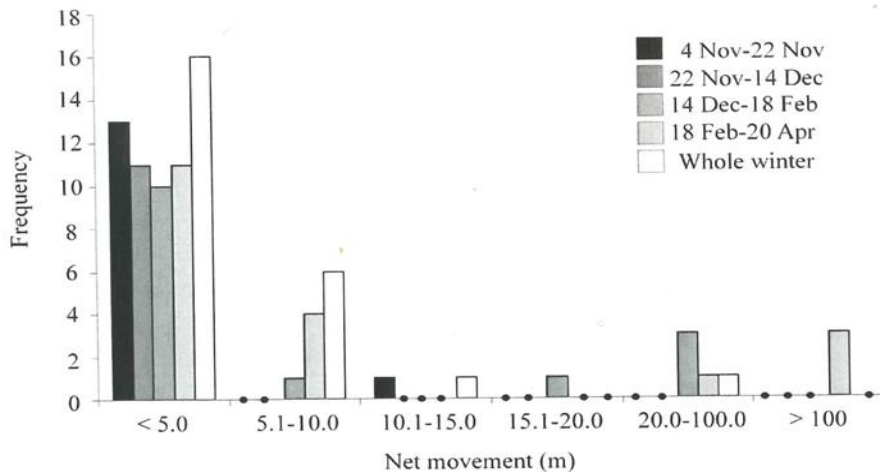
Metoden med utlegging av øyerogn er godt utprøvd (jf. Barlaup & Moen 2001) og forsøket viser at rognutlegging også fungerer godt i Dalåa, til tross for at vannet har noe forhøya tungmetallverdier fra nedlagte Gilså gruver.

3.4 Atferdsstudier og dødelighet av laks i tiltaksområder og kontrollområder om vinteren

I oktober 1997 og 1998 ble det merket (fargemerking og finneklipp) henholdsvis 687 og 1085 laksunger fra forsøksområdene (vesentlig tiltaksfeltene), og gjenfangst skjedde ved elfiske i april/mai rett etter isløsning. I 1998 og 1999 ble henholdsvis 97 % og 92 % av de gjenfanga fiskene fanga i det samme feltet som de ble merka. Av 13 registrerte forflytninger (gjenfangster i andre felt) hadde bare to fisk forflyttet seg mer enn 100 m, mens de øvrige forflytningene bare var noen meter til nabofelter (Arnekleiv mfl. 2002). Dette kan indikere stor grad av stedbundethet til tiltaksfeltene gjennom vinteren. Imidlertid var gjenfangstprosenten svært lav (henholdsvis 11 % og 12,2 %), noe som dels kan skyldes at bare en liten andel av populasjonen ble merka, og dels at det var en betydelig dødelighet og/eller foregikk en migrasjon i den lange perioden mellom merking og gjenfangst.

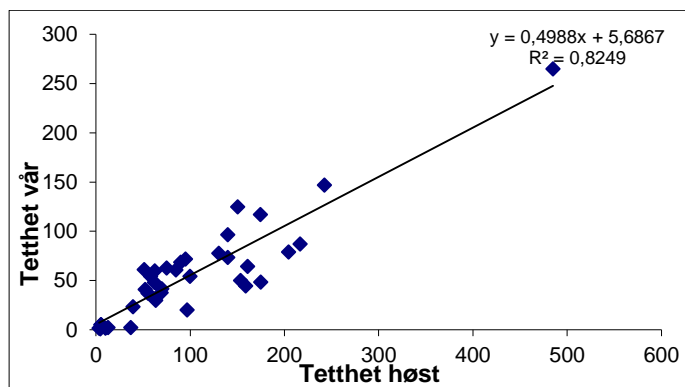
I 2004 - 2006 ble det gjennomført en mer detaljert undersøkelse av atferd og vandringer av individuelt merkede laksunger gjennom vinteren (Linnansaari mfl. 2005,2009, Alfredsen mfl. 2006). Av de 50 fiskene som ble merket i 2004 ble 13 aldri registrert seinere. 11 av disse var imidlertid gyteparr, og det ble funnet en sterk sammenheng mellom gytemodning og fisk som forsvant ut av feltet (Linnansaari mfl. 2009). Totalt for begge vintrene (N= 140) var det et tap på 32,3 %. Av de fiskene som ble peilet gjennom høst, vinter og vår de to årene, var det størst forflytning på høsten når temperaturen sank og før islegging, og størst emigrasjon fra referanseområdene. Gjennom isleggingsperiodene ble det registrert en økt andel fisk på kontrollfeltet (st. 4.5) da det la seg fast is på feltet og fisken brukte isdekket som skjul (Linnansaari mfl. 2009). På tiltaksfeltene var fisken svært stedbunden og vandringer vær særlig knytta til fisk som kom tilbake fra referanseområdene høst og vår (jf. figur 17). På våren, etter isløsning, ble ingen av de merka fiskene registrert i referanseområdene. De merka fiskene i tiltaksområdene var svært stedbundne gjennom vinteren, og fisk i tiltaksområdene var signifikant mer stedbundne enn fisk merket i referanseområdene. Også på tiltaksfeltene hvor det var spredte områder med bunnis, var laksungene likevel stedbundne, også under isløsningen på våren. 91 % av fiskene merket i tiltaksområdene oppholdt seg der gjennom hele vinteren. Alle forflytninger på > 10 m mellom februar og april/mai de to vintrene var knyttet til fisk som returnerte til tiltaksfeltene fra det islagte referanseområdet. Forflytninger gjennom vinteren var tilnærmet lik mellom de to årene og med en median forflytning på bare 3,4 m (N= 55) (Linnansaari mfl. 2009). Figur 17 viser registrerte forflytninger mellom ulike peileperioder i 2004/2005.

Merkestudien viste at i gode ungfiskhabitater med mye skjul er lakseparr >1+ svært stedbunden gjennom vinteren, mens overflateis i referanseområder med dårlig habitat kan gi skjul om vinteren. Laksungene var i stor grad stedbundne på tiltaksfeltene også under islegging om høsten og isløsning på våren.



Figur 17. Fordeling (%) av netto vandring (m) av laksunger mellom peileperiodene på Øyvollen forsøksområde i 2004/2005. Avstand er målt som lineær avstand mellom registreringspunktene på dagtid. Svarte prikker på x-aksen representerer en søyle med verdi 0. Etter Linnansaari mfl. 2006.

Våre tetthetsdata fra tiltaksfeltene viser en dødelighet/utvandring på fra 26% til 63 % i gjennomsnitt for tiltaksområdene fra 0+ settefisk på høsten til tettheten av ettåringer vår/tidligsommer året etter (Arnekleiv mfl. 2002), og en signifikant reduksjon i tetthetene høst-vår (figur 18). Da var utgangspunktet tettheter av settefisk på 0,8 -2,1 pr. m², men med variasjoner i mengden/tettheten av utsatt fisk mellom år. Denne variasjonen i tetthet av settefisk på høsten kan imidlertid i en viss grad bli utjevnet gjennom vinterdødeligheten, siden vi antar at en vil ha en tetthetsavhengig dødelighet på settefisk første året (jf. Einum et al. 2006, Skoglund et al. 2011). Det er gjort mange undersøkelser på dødelighet hos laksunger under naturgitte betingelser. For eldre laksunger (fra 0+ på høst og eldre) viser resultatene at det er normalt med en årlig dødelighet på 40-60 % (oppsummert i Hindar et al. 2007).



Figur 18. Sammenheng mellom observerte tettheter etter 3 omgangers fiske på høsten og våren på forsøksfeltene i Dalåa 1995-2016.

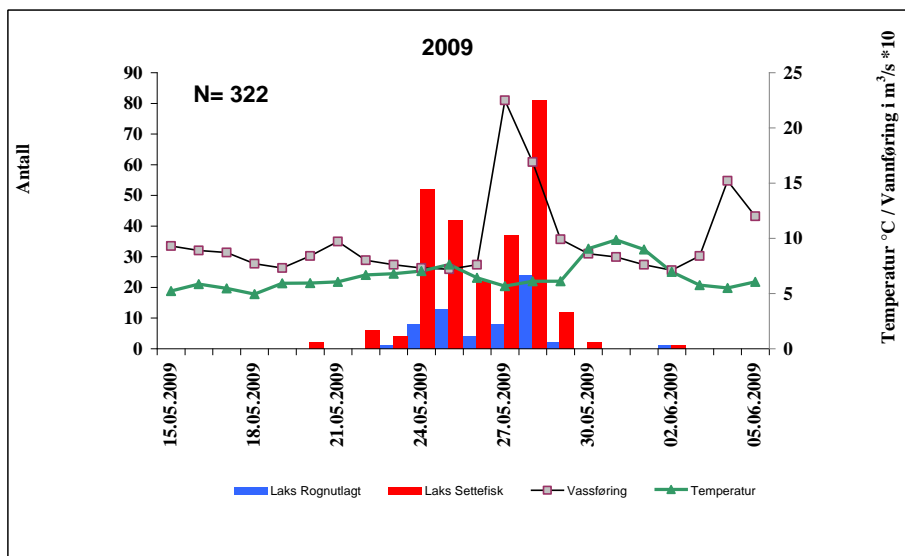
3.5 Smoltutvandring, smoltproduksjon og predasjon på smolt

3.5.1 Smoltutvandring og sjøtoleranse

Ved forsøksutsettingene i Dalåa har vi studert smoltutvandring og smoltkvalitet ved at smoltutvandringa årlig ble undersøkt ved hjelp av ei Wolf-felle i perioden 1995-2004 samt i 2006 og 2009 (Arnekleiv mfl. 2002, Arnekleiv & Rønning 2005, 2013). Fella ble montert opp ved terskelen på Øydammen i Dalåa (304 moh.) hver vår og demontert på ettersommeren.

Tidspunktet for utvandringen varierte mye mellom år, og med tidligste hovedutvandring 19.-21.mai og seineste 9.-24. juni på Øydammen. Smoltutvandringa av både settefisksmolt fra Dalåa og villsmolt i Stjørdalselva ble i mange år undersøkt ved Sona bru i Stjørdalselva. Undersøkelsene viste at smoltutvandringa ved fella på Øydammen var signifikant seinere (2-21 dager) enn utvandringa av villsmolt i Stjørdalselva (Arnekleiv mfl. 2002, 2007). For både villsmolt og settefisksmolt fra Dalåa ble det imidlertid funnet en klar sammenheng mellom antallet smolt på utvandring og økning i vannføring ved Sona, men for utvandringen i Dalåa var det ikke en slik sammenheng, men sammenheng mellom antall utvandrende smolt og økning i vanntemperaturen (Arnekleiv mfl. 2002, 2007). En jevn minstevannføring i smoltutvandringstida i Dalåa kan være en av årsakene til denne ulike atferden.

Smolt som hadde opphav i utlagt rogn kunne registreres første gang i 2009 i smoltfella i Dalåa, og en kunne da sammenligne utvandring av smolt som stammet fra settefisk med smolt som stammet fra utlagt rogn. Det var to episoder hvor fella var delvis ute av funksjon, og hvor mye smolt kan ha passert. Vi registrerte 322 smolt i fella hvorav 19 % stammet fra rognutlegg (figur 19), vesentlig fra utlegget i 2006 (3-åringer jfr. tabell 2). Siden fella hadde funksjonssvikt i to perioder vet vi imidlertid ikke totalantallet smolt som vandret ut, og kan derfor ikke beregne overlevelsen fra rogn til smolt. Gjennomsnittslengde- og vekt til smolt med opphav i utlagt rogn var 130,2 mm og 17,1 g (N=61) og tilsvarende for smolt fra settefisk var 129,8 mm (N=261) og 15,6 g (N=70).



Figur 19. Fangst av laksesmolt pr. døgn i fangstfelle ved Øydammen, Dalåa i 2009.

Presmolt av laks vil under smoltifiseringsprosessen utvikle sjøtoleranse, og laks som kommer ut i sjøen med lav sjøtoleranse vil ha større dødelighet og være mer utsatt for sykdommer enn smolt med god fysiologisk status. Evnen til sjøtoleranse (målt ved plasmaosmolalitet, klorid og magnesium i blodet) ble derfor undersøkt både for settefisksmolt fra Dalåa og villsmolt fra Stjørdalselva i egne forsøk i 1998 og 1999. Disse viste at både villsmolten og settefisksmolten utviklet sjøtoleranse samtidig, og at smoltutvandringen for begge gruppene ikke startet før etter at sjøtoleranse var etablert (Urke mfl. 2014a). Siden smolt fra utsettingene i Dalåa har en lengre vandringsrute til sjøen enn villsmolt produsert i Stjørdalselva, ble det også undersøkt hvor lang tid smolten brukte på vandring fra Dalåa til Sona i Stjørdalselva, ca. 15 km ovafor utløp i sjøen, og hvor lenge den hadde full sjøtoleranse (lengden på smoltvinduet). Dette ble gjort ved å merke smolt med Carlinmerker ved fella i Dalåa, samt gjennom utvida sjøvanntoleransetest av settefisksmolten ved Brattøra Forskningsstasjon.

Ved utvandring 18.-20. mai 1999 hadde smolt fra Dalåa utviklet sjøvanntoleranse, og denne holdt seg ut forsøksperioden på seks uker (30. juni). (Urke 2001, Urke mfl. 2014b). Dette betyr at laks

som har utvikla sjøtoleranse i øvre del av Stjørdalsvassdraget vil ha denne evnen selv om de ikke når sjøen før seks uker etterpå. I 1998/99 ble det merka smolt med Carlinmerker i fella i Dalåa, men med lav gjenfangst i fella ved Sona. Bare 8 smolt kunne benyttes til å gi en grov beregning av vandringshastighet mellom Øydammen og Sona, en avstand på ca. 37 km (tabell 3). Gjennomsnittlig brukte smolten 17,5 dager på strekningen, og en vandringshastighet på $2,45 \pm 0,9$ km pr.dag (Urke mfl. 2014b).

Tabell 3. Registrering av vandringshastighet hos carlinmerket laksesmolt i 1998 og 1999. Smolten ble merket ved fella på Øydammen (Felle 1) og gjenfanget i smoltfelle i Sjørdalselva ved Sona (Felle 2), en distanse på ca. 37 km. L = lengde i mm, bl s⁻¹ = kroppslengde pr. sekund. Etter Urke mfl. 2014b.

L (mm)	Felle 1	Felle 2	Dager	Km pr. dag	m s ⁻¹	bl s ⁻¹
127	13.mai.98	09.jun.98	27	1,42	0,016	0,129
124	23.mai.98	17.jun.98	25	1,54	0,017	0,143
132	09.jun.98	25.jun.98	16	2,40	0,027	0,210
140	11.jun.98	20.jun.98	9	4,27	0,049	0,352
136	21.mai.99	02.jun.99	12	3,20	0,037	0,272
146	21.mai.99	07.jun.99	17	2,26	0,026	0,179
141	25.mai.99	10.jun.99	16	2,40	0,027	0,197
140	02.jun.99	20.jun.99	18	2,13	0,024	0,176

3.5.2 Hvor mye smolt produserer utsettingene i Dalåa?

I enkelte år har fella på Øydammen vært oversvømt av kortvarige flommer og en har gått glipp av deler av utvandringen. I de årene hvor fella sannsynligvis har fanget storparten av den utvandrende smolten (årene 1995,1996,1998,2000,2001,2003, 2004) har smoltutgangen variert mellom 820 og 1460 smolt, med et gjennomsnitt på 1182 (Arnekleiv & Rønning 2005). Det ble også gjennomført et merke-gjenfangstforsøk i 1995, og beregnet en smoltproduksjon etter Petersenmetoden. Dette viste en estimert tetthet på over 5000 smolt ovafor fella i Dalåa, eller en tetthet på 10,7 smolt pr 100 m² og en overlevelse på 37-54 % (Arnekleiv 1996). Selv om forholdene for overlevelse var ekstra gode de første årene på grunn av mye tilgjengelig skjul og kun få aldersklasser laks tilstede, er dette sannsynligvis et for høyt estimat siden en vil ha dødelighet mellom merking og gjenfangst (jf. Anon 2014). Samtidig må en regne med at observerte antall smolt i fella er et minimumstall også for de årene fella tilsynelatende har fungert bra. Fella ble med årene slitt og hadde mindre åpninger og feil som kunne medføre at noe smolt forsvant forbi uten å bli registrert. Men gitt et gjennomsnittlig årlig smoltantall på 1182 smolt i perioden 1995-2004, så vet vi antallet ensomrig utsatt laks ovafor fella hvert år, og en smoltalder som varierte mellom 2 og 3 år (Arnekleiv mfl. 2002). For perioden 1993-2002 ble det årlig satt ut i gjennomsnitt 12400 settefisk årlig som ga en utvandring på 1182 smolt årlig, noe som tilsier en overlevelse fra 0+ til smolt på om lag 9,5 %. Dette er imidlertid grove beregninger beheftet med mange feil, men som gir et anslag på mengde smolt produsert i øvre del av Dalåa basert på utsettinger av hovedsakelig ensomrig settefisk. I en oppsummering av erfaringer med norske utsettinger av laksyngel og settefisk angir Fjellheim & Johnsen en overlevelse fra 0+ til smolt på 2-10 % som «lav» og 10-20 % som «normal».

Hvis vi antar en årlig produksjon på 1100-1300 smolt fra utsettingene på forsøksområdene i Dalåa og bruker arealet på utsettingsområdet, så vil smolttettheten være ca. 2-3 smolt pr. 100 m² (Arnekleiv mfl. 2002). Arealet som ble benytta i Dalåa ovafor Øydammen til laksutsettinger er betydelig mindre i forhold til det totale arealet hvor det settes ut laks i resten av Dalåa og andre sideelver (Arnekleiv & Rønning 2013). Vi har ikke tall for årlig totalproduksjon av smolt basert på utsettingene, men i og med at all settefisk var fettfinnekleipt ble de også registrert i smoltfellene som ble operert ved Sona bru i Stjørdalselva i perioden 1991-2005. I forholdet til antallet vill smolt fanget i fellene varierte andelen av «Dalåa-smolt» fra 4,8-18 % mellom år, og med et gjennomsnitt på 9,3 % i perioden 1995-2005 (Arnekleiv mfl. 2007). Laksesmolt produsert fra utsatt ensomrig laks har derfor utgjort en betydelig andel av registrert utvandrende laksesmolt i Stjørdalselva.

Laksesmolt fra settefisk fanget ved Sona hadde en signifikant lavere smoltalder (gj.sn. 2,6 år, N=1852) enn villsmolt (gj.sn. 3,8 år, N=8840), og den var signifikant lengre (gj.sn. 131,2 mm) enn villsmolt (121,9 mm) i samme periode (Arnekleiv mfl. 2007).

3.5.3 Predasjon på smolt

I årene 1998-2000 ble det ved fella i Dalåa totalt merket 2278 laksesmolt med Carlinmerker (Arnekleiv mfl. 2002, figur 20). Gjenfangsten av Carlinmerket laks i fellene ved Sona var bare 17 stk (0,7 %), noe som tyder på en stor dødelighet for denne smolt, og høyere enn for den smolt som kun var fettfinneklippt som settefisk. Det ble også Carlinmerket en del smolt i perioden 2004-2006. Det er godt kjent at slik ekstern merking kombinert med bedøvelse og håndtering av fisken gir økt dødelighet (Berg & Berg 1987,1990, Strand mfl. 2002). I et forsøk med vill laksesmolt fra Stjørdalselva påvirket ikke Carlinmerking fiskens evne til osmoregulering i sjøvann (Arnekleiv mfl. 2000). Ekstra dødelighet på smolt som følge av Carlinmerking skyldes derfor sannsynligvis andre forhold. I tillegg til selve fangsten kan håndtering og merking medføre stress som igjen kan gi ekstra dødelighet, men et Carlinmerke i seg selv vil gjøre fisken mer synlig for predatorer. Dette så vi godt i Dalåa, der de lyse grønne Carlinmerkene vistes godt i de humusfarga vannmassene selv om vi ikke så selve fisken.

Vi fikk en tilbakemelding som tydelig dokumenterte sterk predasjon på Carlinmerket fisk. Jan Erik Myre tok i 2008 kontakt med Stjørdalsvassdragets Klekkeri v/Pål Adolfsen. Han hadde med en ørret på 1,3 kg, tatt på spinner av guttene Erik og Jens Thommassen i en høl nederst i Dalåa ovafor Dalånesset den 11. juli 2008 (Figur 21). De så et smoltmerke i halsen på fisken, og ved åpning av fisken viste det seg at ørreten hadde 72 Carlinmerker i magesekken (Figur 22).

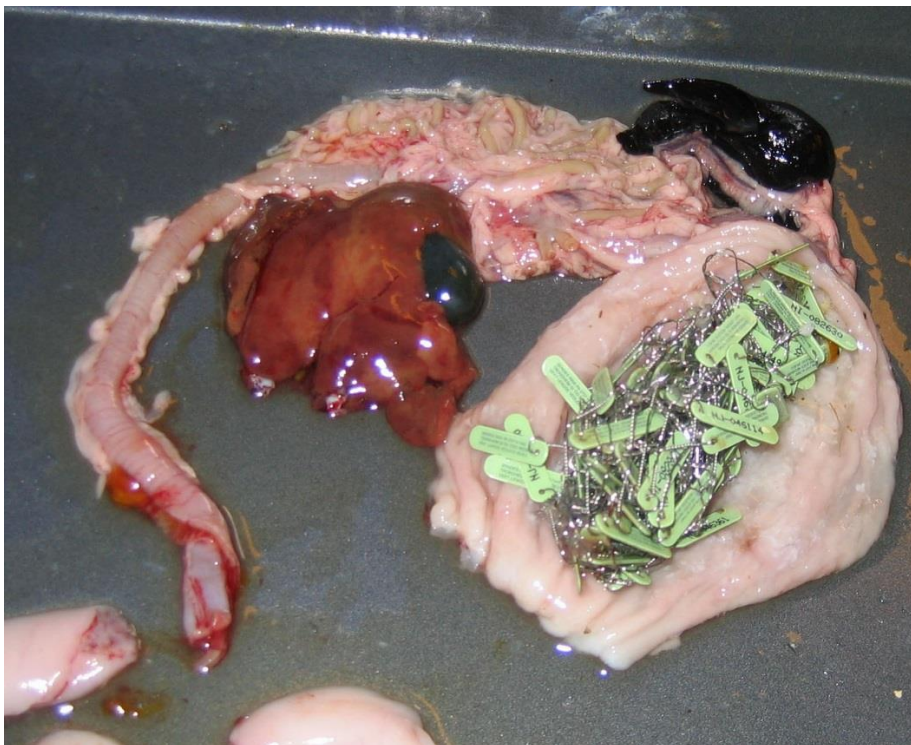


Figur 20. Carlinmerket smolt fra Dalåa. Foto: Jo Vegar Arnekleiv

Alle Carlinmerkene stammet fra merket smolt i Dalåa med lengder fra 11,6 til 16,7 cm. 12 av merkene er fra smolt merket i mai-juni 2004, 11 merker er fra smolt merket i mai-juni 2005, og 49 merker er fra smolt merket i mai-juni 2006. Carlinmerkene er festet med metalltråd og hekter seg lett i hverandre. Sannsynligvis har fisken spist smoltene det året de ble merket og så har ikke merkene passert hele fordøyelsessystemet, men hopet seg opp i magesekken. Det ble ikke Carlinmerket smolt etter 2006, og ørreten ble tatt i 2008.



Figur 21. Bilde av fiskerne med ørreten på 1,3 kg fanget nederst i Dalåa i 2008. Foto: Pål Adolfsen



Figur 22. Bilde av åpnet magesekk til en ørret på 1,3 kg fanget nederst i Dalåa i 2008. Foto: Pål Adolfsen

4 Konklusjoner

- I Dalåa, Meråker, hvor det er sterkt redusert vannføring etter regulering, ble det på to områder etablert tiltaksfeltet med fysiske habitattiltak (bl.a. utlagt stein) for økt produksjon av utsatt laksungel samt referanseområder uten tiltak i 1993. Det ble årlig satt ut lik mengde laks på tiltaksfeltet og referansefeltet, men ulikt antall mellom år. Tettheten av settefisk (alle årsklasser) på forsøksområdet på våren varierte mye mellom årene, men var signifikant høyere på feltet med tiltak sammenlignet med referansestasjonene. Tiltaksfeltene med utlagt stein på glattstryk/stryk hadde de høyeste tetthetene, helt opp i 350 ind./100 m² i 1995 og 1998. I den første femårsperioden (1995-1998) var tettheten av laksunger ca. 129 fisk/100 m² i gjennomsnitt på tiltaksfeltene, mens tettheten i 2005-2006 på de samme feltene var ca. 59 fisk/100 m². Reduksjonen i tettheten av laksunger antas i hovedsak å skyldes en sedimentasjon og gjenøring av substratet på tiltaksfeltene.
- Elvesegmentene med tiltak ble restaurert i 2012 ved at sedimentert finstoff ble fjernet, og fraksjonert steinsubstrat ble lagt tilbake i hovedløpet. Måling av skjulkapasitet i 2016 viste mye skjul på tiltaksfeltene (gjennomsnittlig vektet skjul 12,7-18,5), og lite skjul i referansefeltene (gjennomsnittlig skjul 1,4 – 4,7), samt lite skjul i den etablerte kulpen (vektet skjul 4,9).
- Tetthetene våren 2011, før restaureringen, varierte mellom 8,7 og 29 laks per 100 m² (alle feltene), mens tetthetene etter restaurering våren 2014 varierte mellom 12,3 og 178 laks per 100 m², og våren 2016 mellom 6 og 71 laks per 100 m², og med betydelig større tetthet på tiltaksfeltene enn på referansefeltene. Til tross for om lag lik mengde utsatt fisk høsten 2013 og høsten 2015 var de registrerte tetthetene av laksunger lavere våren 2016 enn våren 2014. Dette kan ha sammenheng med ulik vinterdødelighet de to vintrene, endringer i fiskehabitatet (observert sedimentasjon) og variasjoner i effektiviteten ved elfiske.
- Vi fant en positiv sammenheng mellom verdiene for vektet skjul og tettheter av laksunger på stasjonene på forsøksfeltene i mai/juni 2016. Dette illustrerer at tilgang på skjul er en nøkkelfaktor i forhold til godt ungfiskhabitat og bæreevne for laksunger i elv.
- I årene 2006, 2007 og 2009 ble det lagt ut øyerogn i februar-april på forsøksfeltene. Gjennomsnittlig klekkeprosent var høy, 84-92 %. Elfiske med tetthetsberegninger på de faste prøveflatene på Øyvollen og Storuddu viste godt tilslag av ungfisk som stammet fra rognutlegg. Årsungel (0+) fra utlagt rogn hadde høyere tetthet i referanseområdene enn settefisk, mens de som 1+ hadde høyest tetthet i tiltaksfeltene, i likhet med settefisk.
- Tetthetsdata fra elfiske viste en dødelighet/utvandring på 26% - 63 % i gjennomsnitt for tiltaksområdene fra 0+ settefisk på høsten til tettheten av ettåringer vår/tidligsommer året etter, og en signifikant reduksjon i tetthetene på feltene mellom høst og vår.
- I 2004 - 2006 ble det gjennomført en mer detaljert undersøkelse av atferd og vandringer av individuelt merkede laksunger gjennom vinteren (Linansaari mfl. 2005,2009, Alfredsen mfl. 2006). Det ble funnet en sterk sammenheng mellom gytemodning (gyteparr) og fisk som forsvant ut av feltet. Totalt for begge vintrene (N= 140) var det et tap på 32,3 %. Det var størst forflytning på høsten når temperaturen sank og før islegging, og størst emigrasjon fra referanseområdene. På tiltaksfeltene var fisken svært stedbunden og vandringer var særlig knyttet til fisk som kom tilbake fra referanseområdene høst og vår. 91 % av fiskene merket i tiltaksområdene oppholdt seg der gjennom hele vinteren. Forflytninger gjennom vinteren var tilnærmet lik mellom de to årene og med en median forflytning på bare 3,4 m (N= 55). Alle forflytninger på > 10 m mellom februar og april/mai de to vintrene var knyttet til fisk som returnerte til tiltaksfeltene fra det islagte referanseområdet. Merkestudien viste at i gode ungfiskhabitater med mye skjul er lakseparr >1+ svært stedbunden gjennom vinteren, mens overflateis i referanseområder med dårlig habitat kan gi skjul om vinteren.

- Utvandring av smolt fra utsatt fisk ble undersøkt ved hjelp av ei Wolf-felle i perioden 1995-2004 samt i 2006 og 2009. Fella ble montert opp ved terskelen på Øydammen i Dalåa (304 moh.) hver vår og demontert på ettersommeren. I tillegg ble smoltutvandringa studert ved smoltfellefangst ved Sona i Stjørdalselva. Tidspunktet for utvandringen i Dalåa varierte mye mellom år, og med tidligste hovedutvandring 19.-21.mai og seineste 9.-24. juni på Øydammen. Smoltutvandringa ved fella på Øydammen var signifikant seinere (2-21 dager) enn utvandringa av villsmolt i Stjørdalselva. For både villsmolt og settefisksmolt fra Dalåa ble det imidlertid funnet en klar sammenheng mellom antallet smolt på utvandring og økning i vannføring ved Sona, men for utvandringen i Dalåa var det ikke en slik sammenheng, men sammenheng mellom antall utvandrende smolt og økning i vanntemperaturen. En jevn minstevannføring i smoltutvandringstida i Dalåa kan være en av årsakene til denne ulike atferden.
- Smolt som hadde opphav i utlagt rogn kunne registreres første gang i 2009 i smoltfella i Dalåa. Vi registrerte 322 smolt i fella hvorav 19 % stammet fra rognutlegg, vesentlig fra utlegget i 2006 (3-åringer), men fella var ute av drift i perioder så bare en del av smoltutgangen ble registrert. Gjennomsnittslengde- og vekt til smolt med opphav i utlagt rogn var 130,2 mm og 17,1 g (N=61) og tilsvarende for smolt fra settefisk var 129,8 mm (N=261) og 15,6 g (N=70).
- Evnen til sjøtoleranse (målt ved plasmaosmolalitet, klorid og magnesium i blodet) ble undersøkt både for settefisksmolt fra Dalåa og villsmolt fra Stjørdalselva i egne forsøk i 1998 og 1999 (Urke mfl. 2001, 2014). Disse viste at både villsmolten og settefisksmolten utviklet sjøtoleranse samtidig, og sjøtoleransen holdt seg ut forsøksperioden på seks uker. Smoltutvandringen for begge gruppene startet ikke før etter at sjøtoleranse var etablert.
- Smolt fra ensomrig settefisk vandret ut seinere enn villsmolt fra Stjørdalselva. Vannføring var viktigste faktor for utvandring i Stjørdalselva, mens i Dalåa var vanntemperaturen viktigst.
- I 1998/99 ble det merka smolt med Carlinmerker i fella i Dalåa, men med lav gjenfangst i fella ved Sona. Gjennomsnittlig brukte 8 smolt 17,5 dager på strekningen, og en vandringshastighet på $2,45 \pm 0,9$ km pr.dag (Urke mfl. 2014).
- I perioden 1998-2006 ble det ved fella i Dalåa totalt merket ca. 3000 laksesmolt med Carlinmerker. I en høi nederst i Dalåa ble det den 11. juli 2008 fanget en ørret på 1,3 kg, og ørreten hadde 72 Carlinmerker i magesekken. Alle Carlinmerkene stammet fra merket smolt i Dalåa i årene 2004-2006, og med lengder fra 11,6 til 16,7 cm. Carlinmerkene er festet med metalltråd og hekter seg lett i hverandre. Det ble ikke Carlinmerket smolt etter 2006, og sannsynligvis har fisken spist smoltene det året de ble merket og så har ikke merkene passert hele fordøyelsessystemet, men hopet seg opp i magesekken.
- I de sju årene i perioden 1995-2004 hvor fella i Dalåa sannsynligvis har fanget storparten av den utvandrende smolten, varierte smoltutgangen mellom 820 og 1460 smolt, med et gjennomsnitt på 1182, tilsvarende en tetthet på ca. 2,1 smolt/100 m² ovafor fella. For perioden 1993-2002 ble det årlig satt ut i gjennomsnitt 12400 settefisk årlig som ga en utvandring på 1182 smolt årlig, noe som tilsier en overlevelse fra 0+ til smolt på om lag 9,5 %, noe som vurderes som en lav overlevelse.
- I forholdet til antallet vill smolt fanget i fellene ved Sona varierte andelen av «Dalåasmolt» fra 4,8-18 % mellom år, og med et gjennomsnitt på 9,3 % i perioden 1995-2005. Laksesmolt produsert fra utsatt ensomrig laks har derfor utgjort en betydelig andel av registrert utvandrende laksesmolt i Stjørdalselva.
- Laksesmolten fra settefisk fanget ved Sona hadde en signifikant lavere smoltalder (gj.sn. 2,6 år, N= 1852) enn villsmolten (gj.sn. 3,8 år, N=8840), og den var signifikant lengre (gj.sn. 131,2 mm) enn villsmolten (121,9 mm) i samme periode (Arnekleiv mfl. 2007).

5 Referanser

- Alfredsen, K., Borsanyi, P., Harby, A., Fjeldstad, H-P. & Wersland, S-E. 2004. Application of habitat modelling in river rehabilitation and artificial habitat design. – *Hydroecologie Applique*, vol. 14, no 1: 105-117.
- Alfredsen, K., Stickler, M. & Linnansaari, T. 2006. Verknad av is på habitat for fisk i elver med habitattiltak og minstevannføring. – NVE Rapport Miljøbasert Vannføring 1: 43 s.
- Anon. 2005. Kraftverkene i Meråker. Terskel- og tiltaksplan – tillegg til plan av 1994. Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk, Steinkjer, april 2005. 19 s. + vedlegg.
- Anon. 2014. Smolt – en kunnskapsoppsummering. Miljødirektoratet, Rapport M136-2014: 126 s.
- Anon. 2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Miljødirektoratet, Veileder M-608, 2016.
- Arnekleiv, J.V. 1986. Ungfiskundersøkelser i øvre del av Stjørdalsvassdraget i 1985. – K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Zool. Ser. 1986,1:1-29.
- Arnekleiv, J.V. 1996. Effekt av habitatjusteringer på fisk i Dalåa. – EnFO Publikasjon nr. 128-1996, Fiske-symposiet 1996: 152- 162
- Arnekleiv, J.V., Kjærstad G., Rønning L., Koksvik J. & Urke H.A. 2000. Fiskebiologiske undersøkelser i Stjørdalselva 1990-1999. Del I. Vassdragsregulering, hydrografi, bunndyr, ungfisktettheter og smolt. – Vitenskapsmuseet Rapport Zoologisk Serie 2000-3: 1-91.
- Arnekleiv, J.V., Kjærstad, G., Rønning, L. & Koksvik, J. 2002. Fisk, bunndyr og minstevannføring i elvene Tevla, Torsbjørka og Dalåa, Meråker kommune. – Vitenskapsmuseet Rapp.Zool.Ser. 2002,5: 1-90.
- Arnekleiv, J.V. & Rønning, L. 2005. Smoltutvandring og kraftverk – en undersøkelse i forbindelse med planlagt rehabilitering av Nustadfoss kraftverk i Stjørdalsvassdegaet, Meråker kommune. – NTNU Vitenskapsmuseet Zoologisk rapport 2005-1: 1-29.
- Arnekleiv, J.V., Koksvik, J., Rønning, L. & Harby, A. 2006. Long-term effects of habitat enhancement work on the density and survival of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr in a regulated stream. – International Conference on "Riverine Hydroecology: Advances in Research and Applications". Abstarct book, p. 30-31.
- Arnekleiv, J.V., Rønning, L., Koksvik, J., Kjærstad, G., Alfredsen, K., Berg, O.K. & Finstad, A.G. 2007. Ferskvannsbioologiske undersøkelser i Stjørdalselva 1990-2006. Faglig oppsummering: kraftverksregulering, bunndyr, drivfauna, ungfisk og smolt. – NTNU Vitenskapsmuseet Rapp.Zool.Ser 2007,1: 1-141.
- Arnekleiv, J.V. & Rønning, L. 2013. Kraftverkene i Meråker – resultater av habitattiltak og laksekultivering, og plan for kompensasjonsutsetting av laks i sideelver i Meråker. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk notat 2013-4: 1-26.
- Arnesen, R.T. & Iversen, E.R. 2000. Meråker gruvefelt – Vurdering av vannføring og forurensning. NIVA Rapport 4304-2000:1-12.
- Bakken, T.H., Forseth, T. & Harby, A. (red.). 2016. Miljøvirkninger av effektkjøring: Kunnskapsstatus og råd til forvaltning og industri. Centre for Environmental Design of Renewable Energy. NINA Temahefte 62. 205 s.
- 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.
- Berg, O.K. & Berg, M. 1987. Effects of Carlin tagging on the mortality and growth of sea trout. *Fauna Norvegica Series A* 8: 25-20.
- Berg, O.K. & Berg, M. 1990. Effects of Carlin tagging on the mortality and growth of anadromous Arctic char, *Salvelinus alpinus* (L). *Aquaculture and Fisheries Management* 22: 221-227
- 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.
- Brittain, J.E. 2007. FoU-programmet Miljøbasert vannføring fase I 2001-2005. Sluttrapport. NVE Rapport Miljøbasert vannføring 1: 77 s.
- Eie, J.A., Brittain, J.E. & Eie, J.A. 1995. Biotopjusteringstiltak I vassdrag. NVE Kraft og miljø 21: 79 s.
- Eie, J.A. 2013. Vannkraft og miljø. Resultater fra FoU-programmet Miljøbasert vannføring. NVE 2013. 102 s.

- Einum, S. & Nislow, K.H. 2011. Variation in population size through time and space: theory and recent empirical advances from Atlantic salmon. Chapter 11 in *Atlantic salmon Ecology* (eds Ø. Aas, S.Einum, A. Klemetsen & J. Skurdal). Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- Einum, S., Sundt-Hansen, L. & Nislow, K.H. 2006. The partitioning of density-dependent dispersal, growth and survival throughout ontogeny in a highly fecund organism. –*Oikos*, 113: 489-496.
- Faugli, P.E., Erlandsen, A.H. & Eikenæs, O. 1993. Inngrep i vassdrag; konsekvenser og tiltak – en kunnskapsoppsummering. NVE Publikasjon 13: 639 s.
- Finstad, A.G., Einum, S., Forseth, T. & Ugedal, O. 2007. Shelter availability affects behaviour, size-dependent and mean growth of juvenile Atlantic salmon. – *Freshwater Biology* 52: 1710-1718.
- Finstad, A.G., Armstrong, J.D. & Nislow, K.H. 2011. Freshwater Habitat Requirements of Atlantic salmon, p 67-88 in Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A. & Skurdal, J.(eds.) 2011. *Atlantic Salmon Ecology*. Blackwell Publishing Ltd. 467 pp.
- Fiske, P. & Jensen, A.J. 2004. Mot en modell for sammenhengen mellom vannføring og fiskeproduksjon. NVE Miljøbasert vannføring7: 30 s.
- Fjeldstad, H.P., Fergus, T., Bøe Olsen, N.R. 2005. Habitaforbedrende tiltak- geomorfologiske prosesser, sedimenttransport, erosjon og simulering av optimale forhold for fisk. NVE Miljøbasert vannføring 1: 34 s.
- Forseth, T. & Harby, A. (red.). 2013. Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag. NINA Temahefte 52: 1-90.
- Harby, A. & Arnekleiv, J.V. 1994. Biotope improvement analysis in the river Dalåa with the River System Simulator. – Proceedings of the 1st. International Symposium on Habitat Hydraulics: 513-520.
- Harby, A. & Bakken, T.H. 1996. Habitatjusteringer i Dalåa ved bruk av Vassdragssimulatoren. - EnFO Publikasjon nr. 128-1996, Fiskesymposiet 1996: 142-151.
- Hindar, K., Diserud, O., Fiske, P., Forseth, T., Jensen, A.J., Ugedal, O., Jonsson, N., Sloreid, S-E., Arnekleiv, J.V., Saltveit, S.J., Sægrov, H. & Sættem, L.M. 2007. Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. – NINA Rapport 226: 1-78.
- Iversen, E. R., Hylland, K., Arnesen, R.T. Källqvist, S.T. & Aanes, K.J. 1998. Kartlegging av forurensningstilstanden i Meråker gruvedfelt. - NIVA Rapport LNR 3938-98.
- Johnsen, B.O. (red), Arnekleiv, J.V., Asplin, L., Barlaup, B.T., Næsje, T.F., Rosseland, B.O. & Saltveit, S.J. 2010. Effekter av vassdragsregulering på villaks. Kunnskapsserien for laks og vannmiljø 3. 111 s.
- Linnansaari, T., Stickler, M., Alfredsen, K., Arnekleiv, J.V., Cunjak, R.A., Fjeldstad, H.P., Halleraker, J.H. & Harby, A. 2005. Movements and behaviour by juvenile Atlantic salmon in relation to ice conditions in small rivers in Canada and Norway. CGU HS Committee on River Ice Processes and the Environment. 13th Workshop on the Hydraulics of Ice Covered Rivers, Hannover NH, Sept. 15-16, 2005: 1-19.
- Linnansaari, T., Alfredsen, K., Stickler, M., Arnekleiv, J.V., Harby, A. & Cunjak, R.A. 2009. Does ice matter? Site fidelity and movements by Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr during winter in a substrate enhanced river reach. – *River Research and Applications* 25: 773-787.
- Saltveit, S. J. (red.) 2006. Økologiske forhold i vassdrag – konsekvenser av vannføringsendringer. En sammenstilling av dagens kunnskap. NVE 2006. 152 s.
- Skoglund, H., Einum, S. & Robertsen, G. 2011. Competitive interactions shape offspring performance in relation to seasonal timing of emergence in Atlantic salmon. – *Journal of Animal Ecology* 80: 365-374.
- Strand, R., Finstad, B., Lamberg, A. & Heggberget, T.G. 2002. The effect of Carlin tags on survival and growth of anadromous Arctic char, *Salvelinus alpinus*. – *Environmental Biology of Fishes* 64: 275-280.

6 Vedlegg

Vedlegg 1. Vannkjemiske data frå to lokaliteter i Dalåa i perioden mars-september 2006. Data fra Hans Christian Teien, Universitetet for Miljø og Biovitenskap (UMB), pers. medd.

Sted	Tid	pH	kond ($\mu\text{S}/\text{Cm}$)	Al mg/l	Mn mg/l	Fe (tot) mg/l	Fe(II) mg/l	Cu mg/l	Mg mg/l
Dalåa nederst	20.03.2006	7,32	32	0,03	0,00	0,10	0,09	0,00	0,93
Dalåa nederst	02.05.2006	6,69	28	0,13	0,01	0,18	0,22	0,01	0,51
Dalåa nederst	22.05.2006	6,87	29	0,10	0,01	0,13	0,15	0,01	0,47
Dalåa nederst	16.05.2206						0,04		
Dalåa nederst	25.06.2006	6,83	28						
Dalåa nederst	27.08.2006			0,01	0,00	0,05	0,01		0,80
Dalåa nederst	05.09.2006	6,98	35	0,42	0,07	1,03	0,13	0,02	0,54
Dalåa nederst	20.09.2006	7,47	44	0,04	0,01	0,19	0,07	0,01	0,75
Gjennomsnittverdier		7,03	32,67	0,12	0,02	0,28	0,10	0,01	0,67

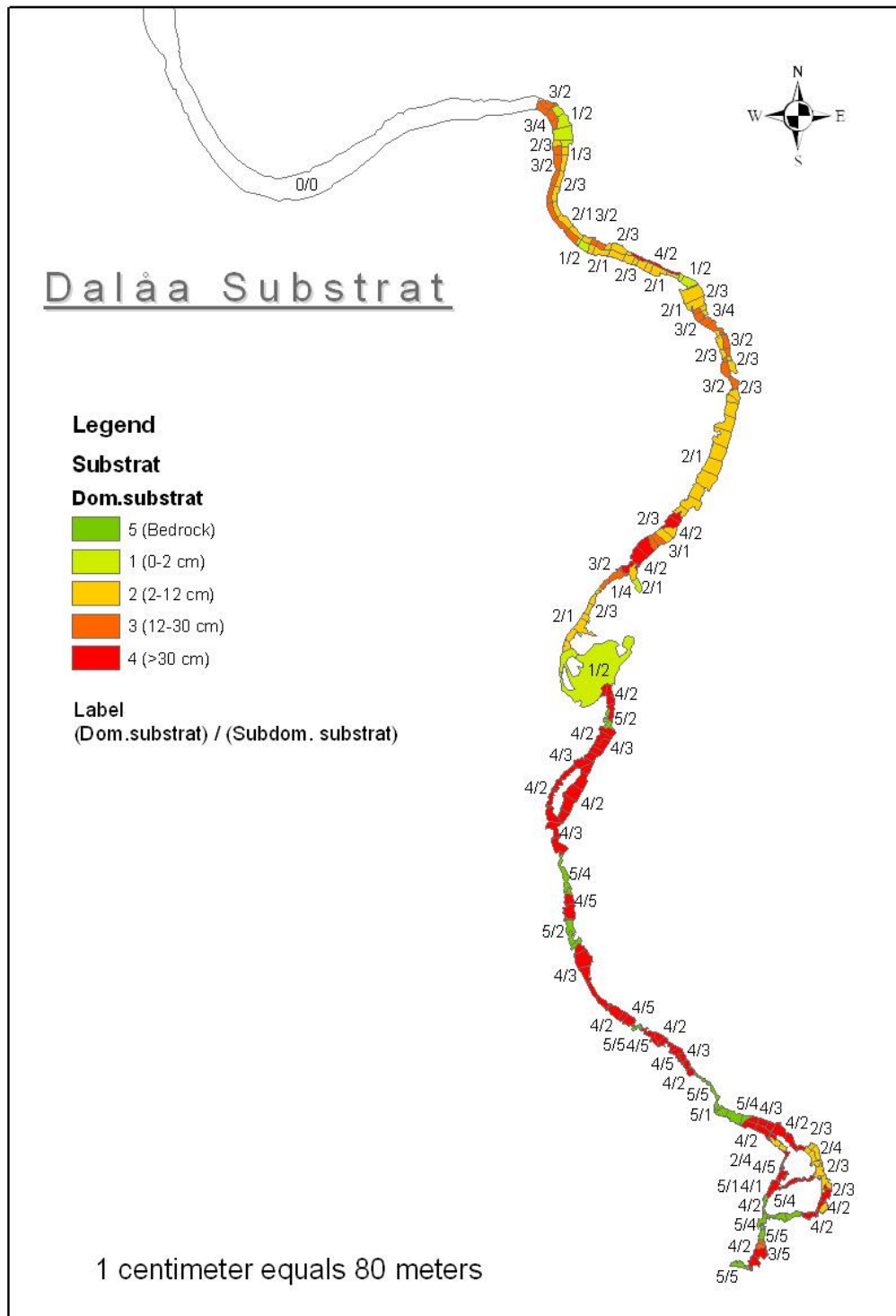
Dalåa v/Øyvollen	20.03.2006	7,23	53	0,04	0,01	0,12	0,11	0,00	0,87
Dalåa v/Øyvollen	02.05.2006	6,35	23						
Dalåa v/Øyvollen	22.05.2006			0,17	0,01	0,21	0,27	0,00	0,44
Dalåa v/Øyvollen	16.05.2206	6,79	26	0,12	0,01	0,14	0,16	0,01	0,43
Dalåa v/Øyvollen	25.06.2006	6,65	27	0,03	0,01	0,07		0,01	0,36
Dalåa v/Øyvollen	27.08.2006			0,01	0,01	0,04	0,03		0,79
Dalåa v/Øyvollen	05.09.2006	6,58	34	0,20	0,10	0,76	0,25	0,01	0,58
Dalåa v/Øyvollen	21.09.2006	7,36	37	0,09	0,01	0,27	0,14	0,01	0,69
Gjennomsnittverdier		6,83	33,33	0,09	0,02	0,23	0,16	0,01	0,59

Sted	Tid	Ca mg/l	Na mg/l	Si mg/l	K mg/l	Fluoride mg/l	Chloride mg/l	Nitrate- N mg/l	Sulfate mg/l	TOC mg/l
Dalåa nederst	20.03.2006	7,58	2,10	1,40	0,06	0,00	2,89	0,14	2,46	3,00
Dalåa nederst	02.05.2006	3,15	1,84	1,14	0,48		2,34	0,14	1,80	8,25
Dalåa nederst	22.05.2006	3,19	1,45	0,84	0,36					
Dalåa nederst	16.05.2206						1,79	0,05	1,66	7,19
Dalåa nederst	25.06.2006						1,80	0,02	1,52	5,35
Dalåa nederst	27.08.2006	7,15	1,56	0,72	0,72					
Dalåa nederst	05.09.2006	2,69	1,02	0,97	0,39					
Dalåa nederst	20.09.2006	6,11	1,70	1,25	0,52					
Gjennomsnittverdier		4,98	1,61	1,05	0,42	0,00	2,20	0,09	1,86	5,95
Dalåa v/Øyvollen	20.03.2006	6,87	2,00	1,36	0,05	0,00	2,82	0,11	2,21	3,82
Dalåa v/Øyvollen	02.05.2006									9,72
Dalåa v/Øyvollen	22.05.2006	2,36	1,65	1,08	0,38					
Dalåa v/Øyvollen	16.05.2206	2,73	1,62	0,84	0,39					
Dalåa v/Øyvollen	25.06.2006	3,07	1,16	0,58	0,44		1,33	0,01	1,69	2,58
Dalåa v/Øyvollen	27.08.2006	7,30	1,45	0,59	0,68					
Dalåa v/Øyvollen	05.09.2006	4,09	1,40	1,00	0,52					
Dalåa v/Øyvollen	21.09.2006	5,08	1,72	1,14	0,61					
Gjennomsnittverdier		4,50	1,57	0,94	0,44	0,00	2,07	0,06	1,95	5,37

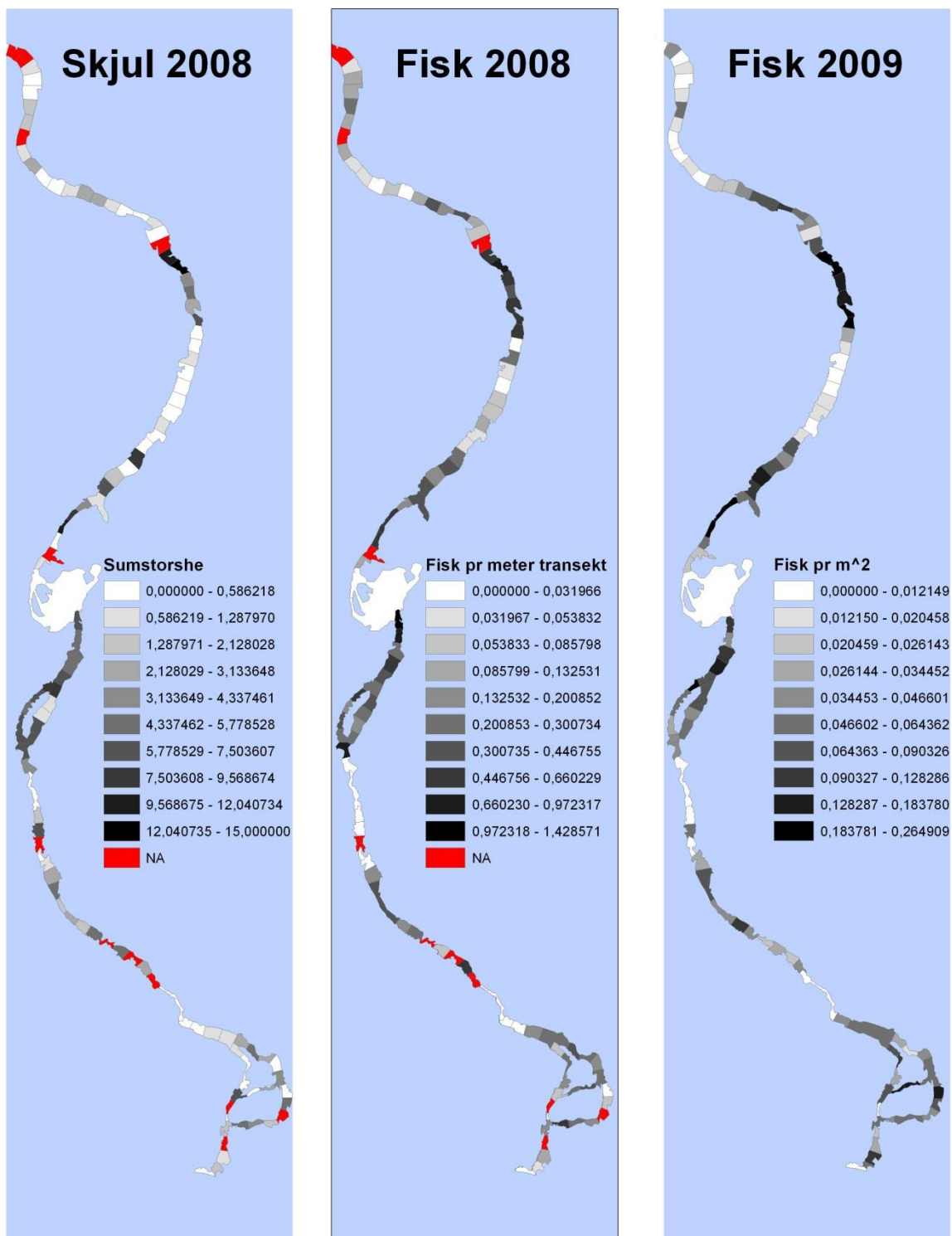
Vedlegg 2. Verdier for vektet skjul på de målte transektene på stasjonene i Dalåa, juni 2016

Stasjon	Vektet skjul
4.1 ref	1,33
	1,33
4.2	21
	16
4.3	5,67
	4
4.4	18
	10
4.5 ref.	2,33
	2,67
4.6 ref.	8,33
	7,33
4.7	25
	11,67
4.8	14
	11,3
4.9 ref.	6,33
	3

Vedlegg 3. Fordeling av substrat på strekningen Øyvollen-Sneidammen i Dalåa (kilde: A. Foldvik, NINA)



Vedlegg 4. Fordeling av skjul og tetthet av ungfisk pr. meter transekt (2008) og pr. m² (2009), basert på skjulmålinger og elfiske på strekningen Øyvollen – Sneldammen i Dalåa (kilde: A. Foldvik, NINA)



NTNU Vitenskapsmuseet er en enhet ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU.

NTNU Vitenskapsmuseet skal utvikle og formidle kunnskap om natur og kultur, samt sikre, bevare og gjøre de vitenskapelige samlingene tilgjengelige for forskning, forvaltning og formidling.

Institutt for naturhistorie driver forskning innenfor biogeografi, biosystematikk og økologi med vekt på bevaringsbiologi. Instituttet påtar seg forsknings- og utredningsoppgaver innen miljøproblematikk for ulike offentlige myndigheter innen stat, fylker, fylkeskommuner, kommuner og fra private bedrifter. Dette kan være forskningsoppgaver innen våre fagfelt, konsekvensutredninger ved planlagte naturinngrep, for- og etterundersøkelser ved naturinngrep, fauna- og florakartlegging, biologisk overvåking og oppgaver innen biologisk mangfold.

ISBN 978-82-8322-129-9
ISSN 1894-0064

© NTNU Vitenskapsmuseet
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

www.ntnu.no/museum