

Bestandsstatus for sjøvandrende laksefisk i Daleelva i Høyanger

Resultater fra ferskvannsbiologiske undersøkelser i 2008 og 2009

Gunnbjørn Bremset
Terje Bongard
Bjørn Ove Johnsen



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

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

NINA Temahefte

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

NINA Fakta

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

Annen publisering

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

Norsk institutt for naturforskning

Bestandsstatus for sjøvandrende laksefisk i Daleelva i Høyanger

Resultater fra ferskvannsbiologiske
undersøkelser i 2008 og 2009

Gunnbjørn Bremset
Terje Bongard
Bjørn Ove Johnsen

Bremset, G., Bongard, T. & Johnsen, B.O. 2009. Bestandsstatus for sjøvandrende laksefisk i Daleelva i Høyanger. Resultater fra fiskebiologiske undersøkelser i 2008 og 2009. - NINA Rapport 512, 51 sider.

Trondheim, desember 2009

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2084-2

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Odd Terje Sandlund (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)

Statkraft Energi AS

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Sjur Gammelsrud

FORSIDEBILDE

Yngeldammene ved terskel 7 i Daleelva. Foto: Gunnbjørn Bremset

NØKKEWORD

Daleelva

Laks

Sjøaure

Vannkraftutbygging

Forsuring

Produksjon

Tiltak

KEY WORDS

River Daleelva

Atlantic salmon

Sea trout

Hydro power development

Acidification

Production

Mitigating measures

Sammendrag

Bremset, G., Bongard, T. og Johnsen, B.O. 2009. Bestandsstatus for sjøvandrende laksefisk i Daleelva i Høyanger. Resultater fra ferskvannsbiologiske undersøkelser i 2008 og 2009. - NINA Rapport 512, 51 sider.

I perioden 2003-2009 er det gjennomført fiskebiologiske undersøkelser i Daleelva med formål å bedre kunnskapen om bestandstilstanden hos laks og sjøaure. I prosjektet inngår også en evaluering og optimalisering av gjennomførte tiltak (terskler, biotopjusteringer i sidebekker, utsetting av ønsomme laksunger) samt tilrådinger om eventuelle nye kompensasjonstiltak.

Fangsten av laks i Daleelva har økt fra et lavt nivå på 1970-tallet. Fangstøkningen etter årtusen-skiftet skyldes trolig først og fremst et økt antall utsatt laks og rømt oppdrettslaks. Laksens gjennomsnittsvekt i sportsfiskefangstene i perioden 1970-2007 har vært økende. Dette har primært sammenheng med at andelen smålaks har avtatt i fangstene. Det er grunn til å tro at også dette fenomenet har en sammenheng med en økende andel rømt oppdrettslaks i fangstene.

Sidebekker er viktige oppvekstområder for sjøaure, og bidrar med en betydelig andel av smolt-produksjonen. Fangsten av sjøaure har avtatt siden første del av 1970-tallet, og var svært lav også i perioden 2003-2008. Man har sett en liknende utvikling i andre sjøaurebestander i Sognefjorden. Dette tilsier at det er én eller flere bestandsreducerende faktorer som påvirker sjøauren i sjøfasen.

Ungfiskundersøkelser i perioden etter 1990 tyder på sviktende rekruttering hos både laks og aure i flere av de undersøkte årene. Mens ungfisk av aure har vært forholdsvis jevnt fordelt både i hovedstreng og sidebekker, er ungfisk av laks i hovedsak konsentrert til nedre og midtre deler av hovedstrengen.

Enkelte årsklasser av laks er betydelig sterkere enn andre. Laks som ble klekket i 2001 har tilhørt en slik spesielt sterk årsklasse, og har dominert både ungfiskbestandene og kohortene av voksen laks i påfølgende år. Laks klekket i 2004 synes også å være en spesielt sterk årsklasse, noe som trolig har gitt gode smoltutganger i 2007 og 2008.

Effekter av forsurening kan trolig forklare mye av rekrutteringssvikten hos laks i Daleelva. Tidligere vannanalyser og undersøkelser av gjellelev hos laksunger våren 2008 viser kraftig forsuringspåvirkning på ungfisk. Ytterligere kalkingstiltak kan derfor være påkrevd for å redusere negative effekter på fisk og bunndyr.

Gyteforholdene i øvre halvdel av vassdraget opp mot kraftstasjon K2 er begrenset, og fisketettheten i dette området er lavt. For å kompensere for den lave produksjonen er det behov for utsettinger av laks. Utsettinger av ettårs laksesmolt vil gi en større nettogevinst enn dagens strategi med utsetting av ønsomme laksunger. Det bør i den forbindelse vurderes å opparbeide en beholdning med stamlaks, for å redusere uttaket av lakserog fra vassdraget.

Bunndyrundersøkelsene som ble utført i 2008 og 2009 viser det samme bildet som tidligere. Det er få forsuringssensitive arter og svært lave tettheter av bunndyr i Daleelva. De lave tetthetene skyldes trolig en kombinasjon av forsurening og store flommer. Det er registrert færre arter, men samme gjennomsnittsantall i prøvene i rapporteringsperioden.

Gunnbjørn Bremset, Terje Bongard og Bjørn Ove Johnsen, Norsk institutt for naturforskning, 7485 Trondheim.

E-post: Gunnbjorn.Bremset@nina.no; Terje.Bongard@nina.no; Bjorn.O.Johnsen@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	4
Forord	5
1 Innledning	6
2 Områdebeskrivelse	7
2.1 Generell beskrivelse	7
2.2 Vannkraftutbygging	10
2.3 Kompenserende tiltak	12
3 Metoder og materiale	14
3.1 Fangststatistikk	14
3.2 Analyse av skjellprøver	14
3.3 Registrering av gytefisk	15
3.4 Ungfiskundersøkelser	16
3.5 Analyser av gjellevev hos presmolt laks	17
3.6 Bunndyrundersøkelser	17
4 Resultater	18
4.1 Fangststatistikk	18
4.2 Analyse av skjellprøver	22
4.3 Registrering av gytefisk	24
4.4 Ungfiskundersøkelser	25
4.5 Aluminium på gjellevev hos presmolt laks	30
4.6 Bunndyrundersøkelser	31
5 Diskusjon	33
5.1 Fangststatistikk	33
5.2 Analyse av skjellprøver	33
5.3 Registrering av gytefisk	36
5.4 Ungfiskundersøkelser	37
5.5 Aluminium på gjellevev hos presmolt laks	42
5.6 Bunndyrundersøkelser	43
6 Konklusjoner	45
7 Referanser	46

Forord

Etter oppdrag fra Statkraft Energi AS har Norsk institutt for naturforskning (NINA) foretatt fiskebiologiske undersøkelser i Daleelva i perioden 2003-2009.

Vi vil takke John Anton Gladsø, Bård Ottesen og Svein Arne Forfod for registrering av gytefisk, og Høyanger Jakt- og Fiskelag takkes for innsamling av fangststatistikk og skjellprøver. John Anton Gladsø og Svein Arne Forfod har også bistått under elektrisk fiske og har samlet inn gjelleprøver fra laksunger. Svein Arne Forfod takkes spesielt for å ha samlet inn bunndyrprøver, og for nyttig informasjon under gjennomføringen av prosjektet.

Takk går også til våre kolleger Jan Gunnar Jensås og Gunnel Marie Østborg for analyser av skjell fra henholdsvis ungfisk og voksenfisk, og til Hans-Christian Teien og Tove Loftaas ved Universitet for miljøfag og biovitenskap (UMB) for analyser av gjellevev.

I de første årene av prosjektperioden var det Roar Asbjørn Lund og Bjørn Ove Johnsen som organiserte prosjektet. I forkant av feltarbeidet i 2007 kom Gunnbjørn Bremset inn som erstatning for Roar Asbjørn Lund.

Vi takker Statkraft Energi AS for oppdraget.

Trondheim, desember 2009

Gunnbjørn Bremset
prosjektleder

1 Innledning

Hensikten med dette undersøkelsesprogrammet er som følger:

- Overvåking av bestandstilstanden hos laks og sjøaure i Daleelva,
- Evaluering av effekten av og optimalisering av iverksatte tiltak (terskler, biotopjusteringer i sidebekker og utsetting av ensomrige laksunger),
- Tilråding av eventuelle nye kompensasjonstiltak.

Det er tidligere vist at Daleelva er påvirket av sur nedbør (Åtland med flere 1998a) og at laks- og sjøaurebestandene er redusert som følge av sterk regulering av vassdraget til kraftformål (Åtland med flere 1998b). Daleelva har en ustabil vannkjemi og det er registrert fiskedød i sammenheng med surstøtepisoder der det har vært svært høye konsentrasjoner av labilt aluminium (Åtland med flere 1998a). Det er utarbeidet en kalkingsplan for vassdraget (Hindar 1997).

Et vanlig trekk ved regulerte vassdrag er at tapping av vann fra høytliggende magasiner fører til endringer i vanntemperaturen i elva nedenfor kraftverksutløpet. Slike temperaturendringer kan påvirke viktige fiskebiologiske faktorer som utviklingshastighet hos fiskeegg, klekketidspunkt, og ungfiskens tilvekst og næringsgrunnlag. I Daleelva er det funnet at énsomrig aure ovenfor utløpet av kraftverket var signifikant større enn aure med samme alder nedenfor kraftverket. Den markerte forskjellen ble tilskrevet en lavere vanntemperatur på strekningen nedenfor kraftverket (Åtland med flere 1998b).

Det er også påpekt at manøvreringen av kraftverket, som ligger i øvre del av den lakseførende strekningen i Daleelva, kan medføre raske endringer i vannføring og påfølgende stranding av ungfisk (Åtland med flere 1998b). Videre er elveløpet rettet ut og steinsatt på flere strekninger. For å kompensere for redusert vannføring er det bygd til sammen 27 Syvde-terskler. På partiene mellom tersklene er elva relativt hurtigrennende og substratet er dominert av grov stein. Det er påpekt at den omfattende terskelbyggingen kan ha favorisert aure siden reduksjonen av vannhastighet i terskelbassengene gjør disse områdene mer egnet for aure enn for laks (Åtland med flere 1998b).

Avtalen som foreligger mellom regulanten og Høyanger Jakt- og Fiskelag (avtale av 13.06.75 med tillegg av 12.09.77) om årlig utsetting av 10 000 settefisk av aure/laks i Daleelva, er et ytterligere kompensasjonstiltak vedrørende effekter av reguleringen av vassdraget.

I perioden 2003-2007 ble det utført ungfiskundersøkelser i hovedløpet og i sidebekker til Daleelva. I tillegg er skjellprøver av ungfisk og voksenfisk analysert, det er gjort registrering av gytefisk om høsten, og fangststatistikken er analysert med tanke på sammensetning og utvikling av fiskebestandene. Det ble også tatt gjelleprøver av ungfisk vårene 2004, 2005 og 2008 for vurdering av forsureingssituasjonen. I 2007 ble forsøringsundersøkelsene utvidet med regelmessige prøver av bunndyrfaunaen på to stasjoner i hovedstrengen.

Denne samlerapporten gir en oversikt over ungfiskundersøkelser, gytefiskregistreringer, skjellanalyser og fangst av voksenfisk i perioden 2003-2008. I tillegg er det for perioden 2008-2009 tatt med forsøringsundersøkelser i form av analyser av gjeller hos laksunger, og bunndyrundersøkelser for å vurdere ernæringsforhold og biologisk mangfold i vassdraget.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Generell beskrivelse

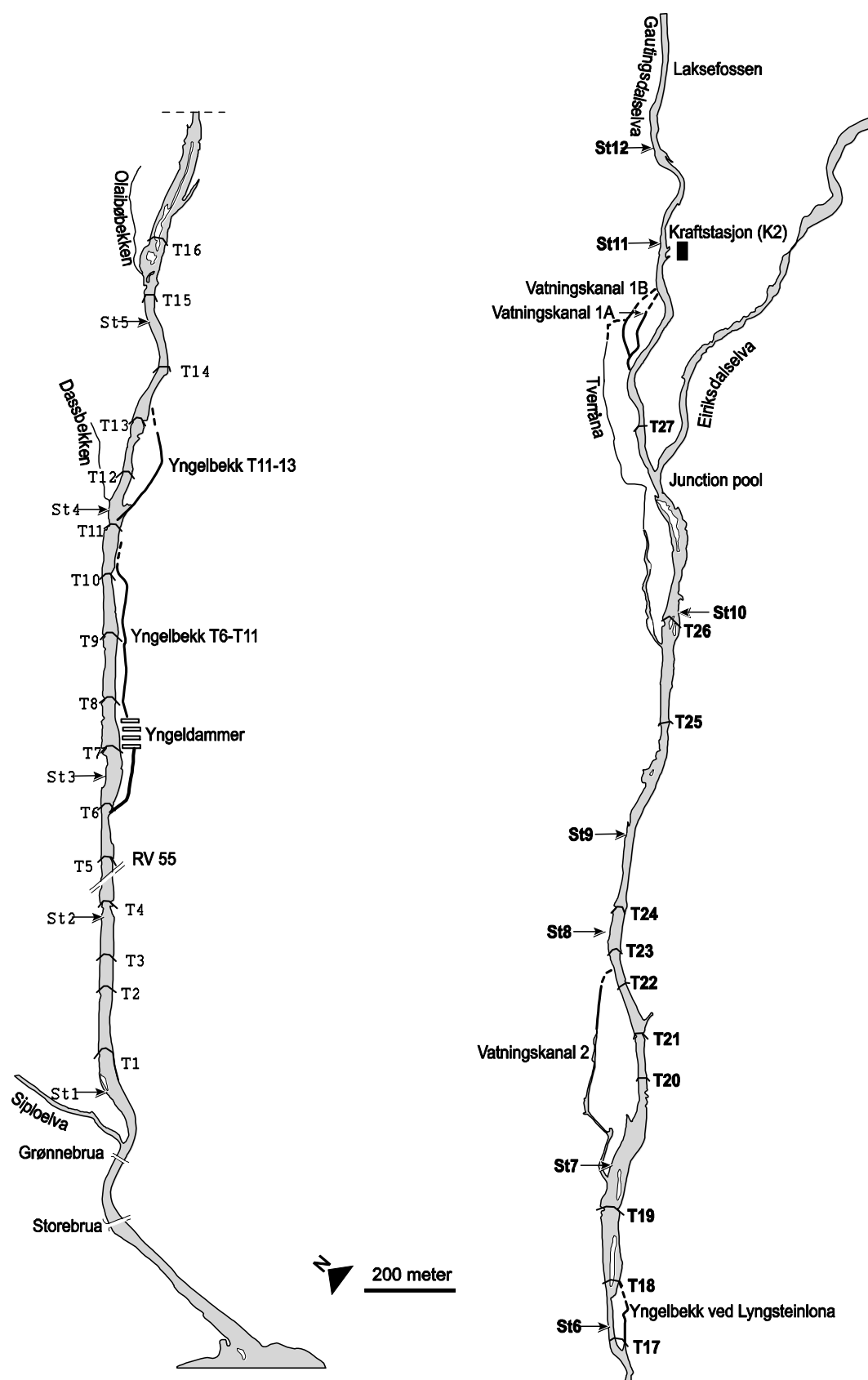
Daleelva er nedre del av Høyangervassdraget, som har sine kildeområder i fjellområdene mellom Høyanger, Gaularfjellet og Balestrand på nordsiden av Sognefjorden. Vassdraget har et naturlig nedbørfelt på 172 km². To større sidevassdrag danner øvre del av vassdraget (Eiriksdalselva og Gautingsdalselva). Begge disse sidevassdragene er sterkt regulert.

Stortinget opprettet i februar 2003 Sognefjorden nasjonale laksefjord, som omfatter de indre delene av Sognefjorden. I samme forbindelse ble fem elver innenfor dette fjordområdet gitt status som Nasjonale laksevassdrag. Denne ordningen innebærer at dette fjordområdet er gitt en særlig beskyttelse mot påvirkninger som kan virke negativt på laksebestandene. Daleelva er ikke blant de nasjonale laksevassdragene, og vassdraget ligger heller ikke innenfor Sognefjorden nasjonale laksefjord.

I det nasjonale kategorisystemet for sjøvandrende laksefisk (www.dirnat.no) er bestanden av laks i Daleelva vurdert som sårbar og opprettholdt gjennom tiltak (**kategori 3a**). Bestanden av sjøaure er vurdert som redusert på grunn av redusert ungfiskproduksjon (**kategori 4a**). Påvirkningsfaktorene som har hatt avgjørende betydning for kategoriplasseringene er vassdragsregulering og andre fysiske inngrep, samt forsuring og lakselus.

Sjøvandrende laksefisk kan normalt vandre om lag 5,1 km fra sjøen opp til utløpet av kraftstasjon K2 (**figur 1**). På høye vannføringer kan fisk vandre opp til Laksefossen (absolutt vandringshinder), som ligger om lag 500 meter oppstrøms kraftstasjonen. Daleelva er dominert av rullestein og har svært lite finere bunnsubstrat. I regi av Høyanger Jakt- og Fiskelag er vassdraget tilført gytesubstrat i den lakseførende delen. Elva er imidlertid svært utsatt for flomskader, og ble sterkt rasert under en skadeflom i november 1971. Da var flomvannføringen nærmere 300 m³/s ved Høyanger sentrum (Anonym 1973). Den store flommen i 1971 førte til dramatiske skader i Høyanger sentrum med påfølgende og omfattende sikringsarbeid i sentrumsområdet. I 1984 var det også en storflom som førte til evakuering fra flere hus og store skader. I senere år har det vært flere større flommer: I september 2003 (vannføring mellom 180 og 200 m³/s), i september 2004 (135-140 m³/s) og i september 2005 (180-200 m³/s).

Det er utført modellforsøk ved NTNU i Trondheim for å finne ut hvordan Høyanger best kan sikres mot effektene av slike flommer. En av konklusjonene var at terskelbassengene fanger opp masser som blir transportert under flommer, og at bassengene må tømmes for tilførte masser snarest mulig om de skal fungere tilfredsstillende ved neste flom. Likedan ble det konkludert med at flomvollene langs elva, fra bebyggelsen på Dale og ned til flomvernet som sikrer sentrumsområdet, må heves betydelig over større strekninger. Dette arbeidet ble satt i gang i 2005. Storflommen i september 2005 forårsaket store endringer i elvemorfologi. For eksempel ble kulpen som ligger i samløpet mellom Gautingsdalselva og Eiriksdalselva helt borte, og elva tok et nytt løp i retning Dyrdalsbrua. I dette området har elveleiet blitt senket med minst tre meter. Samtlige terskelbasseng nedover til Båthølen ved Dalestova ble fylt igjen, og vanntilførselen til flere av de kunstige sidebekkene ble tilstoppet (Forfod 2005).



Figur 1. Kart over Daleelva med lokalisering av terskler (T) og undersøkelsesstasjoner (St) i hovedstreng, sidebekker og sideløp.

Strekningen mellom kraftstasjon K2 og Laksefossen er ganske kupert og dominert av stor stein. Denne delen inneholdt før skadefloppen i 1971 noen av de viktigste fiskeplassene og gyteplassene i hele elva. Disse ble delvis ødelagt under floppen i 1971, ikke bare ved bortspyling av sand og grus, men også ved endring av selve elveleiet. Like nedenfor kraftstasjon K2, der Eiriksdalselva munner ut, var det tidligere en god kunstig fiskehøl som også ble rasert av floppen i 1971 (Vasshaug 1974b). Eiriksdalselva har en lakseførende strekning på 200 meter. Denne strekningen er nærmest tørrlagt etter regulering.

Fisket i Daleelva forvaltes av Høyanger Jakt- og Fiskelag, og er godt tilgjengelig for allmennheten. Foreningen disponerte en sesongkvote varierende fra 400 til 600 kg laks i årene 1995-2002. Fra 2002 har foreningen hatt anledning til å justere sesongfangsten av laks etter nærmere vurdering av fangstene og observasjoner av fisk i elva. Sesongkvoten for sjøaure har siden 1995 vært 150 kg, med unntak av perioden 1999-2002 da fangst av sjøaure ikke var tillatt. Fiskekort selges på døgn-, uke- og sesongbasis, og det er innført både personlige døgnkvoter og sesongkvoter.

Tilløpsbekkene og sideløpene til hovedstrengen (**figur 1**) har med unntak av Siplo tilsvarende stigningsforhold som hovedstrengen, og de renner i stor grad parallelt med hovedstrengen. Flere av sideløpene er kunstige kanaler som er etablert for å styrke gyte- og oppvekstmulighetene for laks og sjøaure. Regulanten Statkraft Energi AS har gitt tilskudd til dette kultiveringsarbeidet. Samlet oppvekstareal i tilløpsbekker og sideløp er beregnet til om lag 18 800 m² (**tabell 1**). Navnet på sidebekkene som inngår i undersøkelsene er uthevet i **tabell 1**.

Tabell 1. Tilløpsbekker og sideløp til Daleelva fra utløpet til kraftstasjonen K2 med oppgitt lengde (m), gjennomsnittsbredde (m), areal (m²), antall kalkbrønner og gyteforhold. Sidebekkene som inngår i undersøkelsene er uthevet. Gyteforholdene er vurdert etter en skala fra 1 (dårligst) til 4 (best). Bokstavkoder: U = utlagt grus, B = sterkt begrodd, R = opprenskning foretatt, T = små terskler er etablert.

Navn	Lengde (m)	Middels bredde (m)	Areal (m ²)	Kalkbrønner	Gyteforhold
Siploelva	650	8	5 200	0	4
Yngelbekk T6-T11	1 300	3	3 900	1	2-3, B, R
Yngelbekk T11-13	550	2,5	1 375	0	2, B
Dassbekken	300	1,5	450	1	1-2, R, B
Olaibekken	300	3	900	1	1, U, R, B
Yngelbekk ved Lyngsteinlona	200	3	600	3	3
Vatningskanal 2	950	2,5	2 375	1	2, U, T
Tverråna	750	4	3 000	3	3-4, U, T
Vatningskanal 1A	150	2,5	375	1	1, U, T
Vatningskanal 1B	250	2,5	625	1	2, U, T
Sum alle tilløpsbekker	5 400	-	18 800	12	-

Siploelva har utløp om lag 1,2 km ovenfor munningen av Daleelva. Mye av vannet i nedslagsfeltet er ført bort fra vassdraget (jf. kapittel 2.2) og lav vannføring begrenser tilgjengeligheten alle vintre og periodisk i tørre somrer. I deler av elva forsvinner vannet ned i grovt substrat. Vannkvaliteten er sur og det ble målt relativt høye konsentrasjoner av labilt aluminium i 1997 (Åtland med flere 1998b).

Yngelbekk T6-T11 har innløp fra hovedelva oppstrøms terskel 11 og løper parallelt med elva til utløpet like nedstrøms terskel 6. På strekningen ligger fire yngeldammer. Vintervannføringen i bekken anses for lav og det arbeides med tiltak for å øke denne. Kalkbrønnen ble ødelagt i forbindelse med omlegging av en turveg (Dalatrekken). Bekken er sterkt begrodd og det er foretatt opprenskning.

Yngelbekk T11-T13 har innløp fra hovedelva like oppstrøms terskel 13 og løper parallelt med hovedelva til utløpet like oppstrøms terskel 11. Bekken er sterkt begrodd.

Dassbekken har utløp midt mellom terskel 11 og terskel 12. Bekken er sterkt begrodd og det er foretatt opprenskning.

Olaibøbekken har utløp om lag 70 meter oppstrøms terskel 15. Det er vanskelig å finne bekkeutløpet for gytefisk. Det planlegges vanntilførsel med ventilregulering. Bekken er sterkt begrodd og det er foretatt opprenskning. Det er lagt ut gytegrus.

Vatningskanal 2 (Fyllinga) har utløp omtrent 120 m ovenfor terskel 19. Fisk vandrer opp i kanalen, der det er lagt ut gytegrus.

Tverråna har utløp omtrent 110 m nedstrøms terskel 26. Bekken har regulert vannføring ved hjelp av en ventil. Fisk vandrer opp i kanalen, der det er lagt ut gytegrus.

Vatningskanal 1B og Vatningskanal 1A er to kunstige kanaler som har felles utløp i hovedelva. Det er lagt ut gytegrus i begge kanalene. Vatningskanal 1B har regulert vannføring ved hjelp av en ventil.

2.2 Vannkraftutbygging

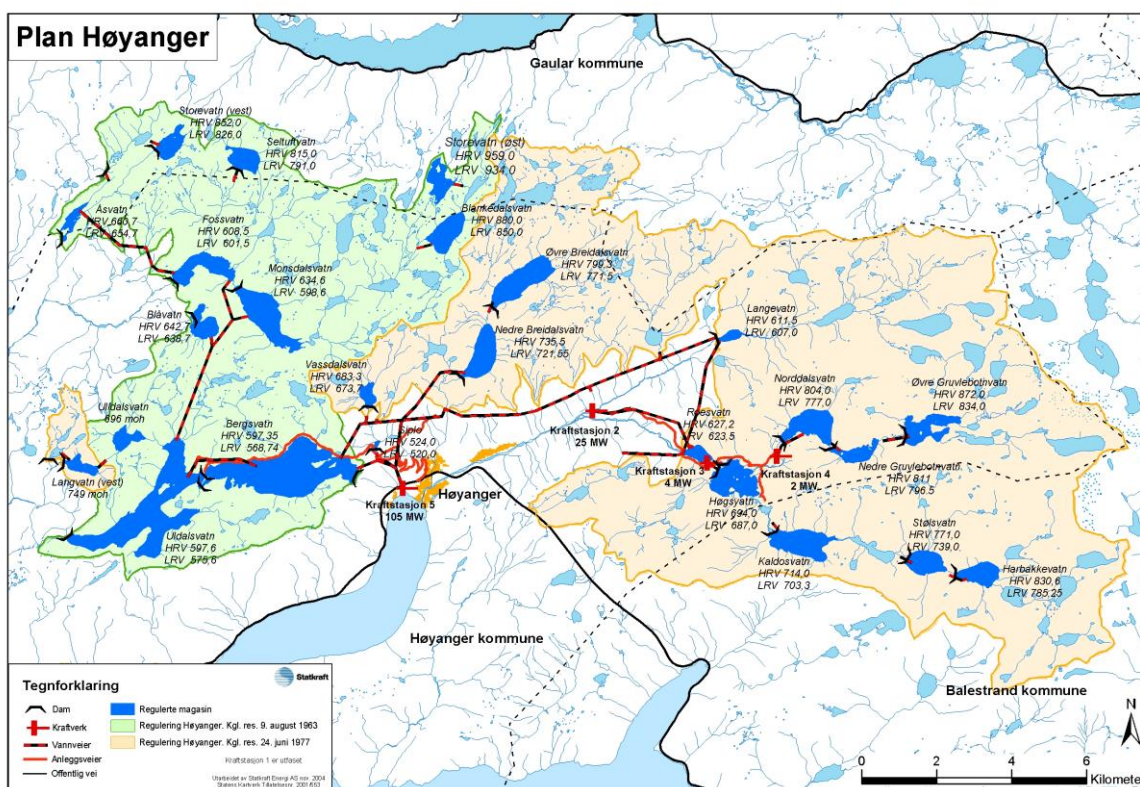
Vassdraget er sterkt regulert (**figur 2**). Klemetsen og Gunnerød (1975) beskriver reguleringen slik: *"Ved kgl. res. av 25.09.1936 fikk A/S Norsk Aluminium Company tillatelse til å erverve A/S Høyangfaldenes vassfall, kraftanlegg, reguleringsrettigheter og øvrige eiendommer og eiendomsrettigheter. Denne tillatelse trådte i kraft i stedet for de vassfalls- og reguleringskonsesjoner som A/S Høyangfaldene fikk ved kgl. res. av 19.11.1915 vedrørende Øre- og Dalelvvassdraget og kgl. res. av 2.4.1917 vedrørende Kråkevassdraget. Ved Kgl. res. av 9.08.1963 fikk A/S Norsk Aluminium Company videre tillatelse til å foreta følgende reguleringer:*

- 1) *Overføring av Hovlandsvassdraget til Uldalsvatn i Kråkevassdraget med videre overføring derfra til Bergsvatn i Ørevassdraget.*
- 2) *Overføring av avløpet fra Storevatn i Sandaelva samt Dalavasselv i Ytreelva til Hovlandsvassdraget.*
- 3) *Overføring av avløpet fra Siplo".*

Ved kongelig resolusjon av 24.06.77 fikk A/S Årdal og Sunndal Verk tillatelse til å foreta ytterligere regulering av Gautingdalsvassdraget i forbindelse med utbygging av Høyanger verk. I manøvreringsreglementet punkt 2 heter det: *"I kraftstasjonen K2 skal vassføringen ikke være under 5 m³/s i tida 1. juni - 15. september. I tida 16. september - 31. mai skal vassføringen på samme sted ikke være under 0,7 m³/s. For øvrig kan vasslippingen foregå etter kraftverkets behov".* Den gamle konsesjonstillatelsen fra 1936 utløp i 1980, og ved kongelig resolusjon av 20.05.88 ble Norsk Hydro A/S og Hydro Aluminium A/S gitt tillatelse til fortsatt regulering av Høyangervassdraget. Statkraft overtok driften av kraftverkene i Høyanger fra 1998. Ved kongelig resolusjon av 09.11.01 ble Statkraft gitt tillatelse til å overta reguleringskonsesjonene fra Norsk Hydro ASA og Hydro Aluminium AS i Høyangervassdraget.

Reguleringene har medført at avrenningen fra store deler av tilløpene i vestre del av vassdraget er ført over til Bergsvatnet vest for Høyanger. Gautingsdalsvassdraget oppstrøms utløpet av Langevatn (reguleringsdam) og mindre sidevassdrag på nordsiden av Dalsdalen, er også overført på denne måten. Vannet fra oppsamlingsmagasinet (Bergsvatnet) går direkte til kraftverket Høyanger I (K5) og deretter til sjøen og er dermed tatt vekk fra hovedelva. Øvre og nedre Breidalsvatn i nord er regulert og vannet føres også til K5. Eiriksdalsgreina (inkludert Sæbotnselva) er regulert, og vannet føres til kraftstasjonen Høyanger II (K2). K2 utnytter fallet fra Roesvatnet. Fra inntaket i Roesvatnet er det en om lag 2 km lang tilløpstunnel. Driftsvannet til K2 tas ut nær vannoverflata i magasinet.

Vannet fra K2 er med å danne Daleelva. Ved full produksjon går det 6,3 m³/s gjennom dette kraftverket. I tillegg til minstevannføring (5 m³/s i tidsrommet 1. juni - 15. september og 0,7 m³/s i tidsrommet 16. september - 31. mai) kommer bidrag fra uregulert felt og overløp. Normal sommervannføring ligger derfor på omkring 8-9 m³/s. Om våren kan samlet vannføring i Daleelva komme opp i maksimalt 50 m³/s pga avrenning fra ikke-regulert område. Det måles imidlertid ikke vannføring i elva, så tallet er kommet fram ved å benytte arealstørrelse og avrenningsdata for området (Hindar 1997).



Figur 2. Kart over eksisterende kraftverk og reguleringer knyttet til Høyangervassdraget.

Utbyggingen i dag berører nær 90 % av Høyangervassdragets nedslagsfelt. Midlere årlig kraftproduksjon fra de fem kraftstasjonene er om lag 840 GWh, med variasjoner ned til 600 GWh i tørre år og opp til 1100 GWh i nedbørrike år. Etter reguleringene er de årlige vårflommene betydelig dempet.

Konsesjon for tilleggsregulering i Daleelva

Statkraft Energi AS søkte i 2005 om konsesjon for å utnytte en større del av det energipotensialet som finnes i allerede regulerte og overførte vassdrag i Høyanger, Balestrand og Gaular kommuner. Flere steder i reguleringsområdet er det observert til dels store flomtap. Dette skyldes en rekke flaskehalsar i overføringssystemene, trange installasjoner i kraftstasjonene (høy brukstid), kombinert med økende avrenning fra nedbørfeltet de senere 10-årene. Søknaden har vært ute på høring og har vært behandlet av Olje og energidepartementet.

Tillatelse til bygging av Eirisdal kraftverk ble gitt i kongelig resolusjon av 19.12.08. Den nye konsesjonen stiller skjerpet miljøkrav til den nye kraftstasjonen, som er planlagt i nærheten av nåværende kraftstasjon K2. Ifølge manøvreringsreglementet (punkt 2) skal vannføringen i perioden 1. mai – 31. oktober ikke være under $6 \text{ m}^3/\text{s}$. I perioden 1. november – 30. april skal vannføringen ikke være under $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Alle vannstandsreduksjoner skal ved et egnet målepunkt i elva være maksimalt 13 cm/t . Grensen for vannstandsvariasjoner skal evalueres i løpet av en femårs periode etter at det nye kraftverket er satt i drift.

2.3 Kompenserende tiltak

For å kompensere reguleringssskadene er det bygd til sammen 27 terskler i hovedelva. I tillegg settes det årlig ut om lag 20 000 énsomrige laksunger. Det legges ut rogn og kalkes på flere steder i vassdraget. For utfyllende opplysninger om kompensasjonstiltakene, se nedenfor.

Bygging av terskler

Med grunnlag i vurdering av forholdene i Daleelva lagde Natur- og Landskapsavdelingen i NVE et skissemessig utkast til en plan (datert 18.12.81) for bygging av terskler. Etter en høringsrunde hos berørte parter og nye befaringer og oppmålinger i 1982, utarbeidet NVE en terskelplan datert 15.02.83. Det ble foreslått bygging av 12 terskler. I tillegg til tersklene ble regulanten pålagt å gjøre diverse mindre tiltak på fem ulike steder i elveløpet. Det ble bygd fem terskler i løpet av vinteren 1984 og de øvrige ble bygd i løpet av 1985. Arbeidet ble godkjent i august 1985. Alle tersklene ble bygd med såkalt Syvde-utforming (jf. Beheim med flere 1977).

I brev av 11.10.1991 sendte NVE et forslag om tiltaksplan på høring. Planen omfattet bygging av en rekke terskler samt opprenskningsarbeid og arrondering av arealene ved elvebreddene. I brev av 06.04.92 fra NVE ble Hydro Energi pålagt å bygge 11 nye terskler.

I tillegg til bygging av 27 terskler er det gjennomført biotopjusteringer i åtte sidebekker til Daleelva (jf. **figur 1**). Dette er Yngelbekk T6-T11 (inkludert yngeldammene), Dassbekken, Olaibøbekken, Yngelbekk T11-T13 (Systadbekken), Yngelbekk ved Lyngsteinslona, Vatningskanal 2 (V2), Tverråna, Vatningskanal 1 (V1A og V1B). I alle unntatt Dassbekken og Olaibøbekken, hentes vann inn fra hovedelva. Vedlikehold av tersklene blir bekostet av regulanten.

Utsetting av fisk og utlegging av rogn

Kultiveringsvirksomheten i vassdraget har lange tradisjoner som går tilbake til 1937 (Vasshaug 1974a). Vasshaug (1974b) uttrykker at *"de ikke ubetydelige mengder laks og sjøaure som fanges pr år (ca 1000 kg?) trolig skyldes den jevne utsetting av fisk foretatt av Høyanger Jakt- og Fiske-lag"*.

Det foreligger en avtale mellom regulanten og Høyanger Jakt- og Fiskelag (HJF) av 13.06.75 med tillegg av 12.09.77 om utsetting av 10 000 settefisk årlig av aure/laks i Daleelva. Avtalen kan sies opp dersom en av partene krever det, eller hvis fiskebiologiske undersøkelser viser at utsettingsrammen bør utvides. Direktoratet for naturforvaltning er klageinstans for eventuelle klager eller uklarheter om avtalens innhold.

Med bakgrunn i nye krav om at hver elv skal kultiveres med egen stamme, ble bygging av eget kultiveringsanlegg for laks i tilknytning til Daleelva tatt opp av Høyanger Jakt- og Fiskelag i 1986. Planer ble utarbeidet og regulanten stilte et område til disposisjon ved kraftverket K2. Anlegget kom i drift i 1989.

Inntaksvannet til anlegget kommer fra rørgata til kraftstasjonen K2. Vannet blir filtrert, luftet og kalket. I tillegg til et klekkeri, har anlegget fire 2 x 2 m kar innendørs for oppforing av énsomrig settefisk og to slike kar plassert utendørs for oppbevaring av stamfisk.

Stamfisken blir fanget i Daleelva og hvert år blir det lagt om lag 25 000 rogn i klekkeriet. Når all rogn er på plass, heves vanntemperaturen til 7,6-7,9 °C. Etter klekking heves vanntemperaturen til 10-11 °C og startforing foregår ved om lag 13 °C. Denne vanntemperaturen holdes inntil fiskens oksygenforbruk har blitt så stort (vanligvis i slutten av mai), at vanntemperaturen må senkes. Den legges da på omtrent 11 °C og fisken fores videre ved denne temperaturen fram til utsetting som vanligvis foregår i perioden juni-august. I tørre og varme somrer kan vanntemperaturen i anlegget gå opp mot 16-17 °C. Anleggets strategi er å produsere stor énsomrig settefisk som står vinteren over i elva og vandrer ut som smolt neste vår. Fisken sorteres ikke og har derfor relativt stor spredning i størrelse. Fra og med 2001 har all fisk som settes ut, blitt merket ved fettfinneklipping. Det har årlig blitt utsatt om lag 20 000 énsomrige laksunger.

I tillegg blir eventuell overskuddsrogn satt ut i lakseførende del. Dette utføres av Høyanger Jakt- og Fiskelag (HJF), og er et tiltak som ikke inngår i avtalen mellom regulanten og HJF. I noen av sidebekkene (Dassbekken, Olaibøbekken, Vatningskanal 2 (Fyllinga) og Tverråna) legges det ut befruktet aurerogn. Denne tas fra fisk som hentes fra hovedelva og fra Tverråna (Svein Arne Forfod, HJF, personlig meddelelse).

Kalking

Flere tilløpsbekker og forgreininger av hovedelva kalkes i dag med enkle kalkbrønner. Dette er et dugnadsarbeid som utføres av HJF. Disse sideløpene representerer gyte- og oppvekstområder for sjøaure og laks. Siden fisken kan vandre mot vassdragsavsnitt med bedre vannkvalitet, kan disse sideløpene være viktige refugier hvis vannkvaliteten i hovedløpet er dårlig. Det er utlagt kalkgrus i Gautingsdalselva og Eiriksdalselva. Det er antatt at kalkingsaktiviteten påvirker vannkvaliteten, men at vassdraget bør fullkalkes for å oppnå en akseptabel vannkvalitet gjennom hele året (Hindar 1997).

Det tas vannprøver i vassdraget ukentlig i perioden februar-mai (uke 8-22). Resten av året tas vannprøver annenhver uke. Vanligvis varierer pH mellom 5,8 og 6,2 i lakseførende del av vassdraget. Høyeste verdi som er målt i hovedelva siden 1999 er pH 6,38. De laveste verdiene er målt i sideelva Siplo (pH 5,36). Høyanger Jakt- og Fiskelag har utarbeidet søknad om midler til kalking av Daleelva. Vassdraget er ikke prioritert i nasjonal handlingsplan for kalking som gjelder til og med 2010. Fylkesmannen i Sogn og Fjordane vurderer Daleelva som en aktuell kandidat på lista over vassdrag som skal inngå i en ny nasjonal handlingsplan (fra og med 2011).

3 Metoder og materiale

3.1 Fangststatistikk

For presentasjon av fangster av laks og sjøaure i sportsfisket over år er den offisielle statistikken lagt til grunn (Norges offisielle statistikk, Statistisk sentralbyrå). Når det gjelder fangster i de ulike områder av vassdraget og til ulike tider av sesongen, er det benyttet opplysninger fra Høyanger Jakt- og Fiskelag. Fangstoppgaver ringes inn daglig i fiskesesongen, og fangststed og tidspunkt noteres for hver fisk.

3.2 Analyse av skjellprøver

Innsamling av skjellprøver fra sportsfiskefangstene er utført av Høyanger Jakt- og Fiskelag. Målet er å samle inn flest mulig skjellprøver av laks og sjøaure. I løpet av fiskesesongen 2008 ble det samlet inn prøver av 84 lakser som var fanget i Daleelva (**tabell 2**). I perioden 2003-2008 har andelen innleverte skjellprøver av samlet laksefangst ligget i området 73-91 %, mens andelen skjellprøver fra fangete sjøaurer har variert mellom 67 og 79 %.

Tabell 2. Antall laks og sjøaure fanget under elvefisket i Daleelva, samt antall og andel skjellprøver som er innsamlet fra disse fangstene i perioden 2003-2008. Det ble ikke fanget sjøaure i Daleelva i 2008.

År	Laks			Sjøaure		
	Antall fanget	Antall skjellprøver	Andel (%) skjellprøver	Antall fanget	Antall skjellprøver	Andel (%) skjellprøver
2003	250	183	73	34	23	68
2004	292	235	81	24	19	79
2005	236	212	90	13	10	77
2006	194	176	91	13	10	77
2007	62	52	84	6	4	67
2008	104	84	81	0	0	-

Rømt oppdrettslaks har blitt identifisert ved en kombinasjon av to forskjellige metoder; 1) ved ytre defekter anført på skjellkonvoluttene, og 2) ved analyse av skjellene (Lund med flere 1989). Ved en kombinert bruk av disse metodene er vanligvis skjellanalysen bestemmende for resultatet. I tilfeller der det etter skjellanalyse er tvil om fiskens opphav, kan opplysninger om ytre morfologiske defekter på fisken være avgjørende for å klassifisere fisken som oppdrettsfisk, dersom det ellers er høy grad av samsvar mellom opplysninger om fiskens morfologi og skjellanalyse.

Ved kombinert bruk av skjellanalyse og ytre morfologi kan man identifisere all villaks og tilnærmet all oppdrettslaks som har rømt etter ett eller flere års opphold i sjømerd, samt i overkant av halvparten av laksen som rømmer eller blir utsatt på smoltstadiet (Lund med flere 1989). En eventuell feilklassifisering av laks ved bruk av disse to metodene vil derfor gå i retning av at oppdrettslaks og utsatt laks blir klassifisert som villaks. Ved identifisering av utsatt laks eller laks som var rømt på smoltstadiet, er følgende kriteriegrunnlag anvendt: skjellene hadde oppdrettskarakterer fram til dette stadiet på skjellplata, det vil si en tilbakeberegnet smoltstørrelse som vanligvis var større enn hos villfisk, en uklar overgang mellom ferskvann- og sjøsonen på skjellene, irregulært vekstmønster i skjellets ferskvannsfase, udefinierbare årssoner og en stor andel erstatningsskjell på smoltstadiet (Lund med flere 1996).

Ungfiskundersøkelsene i Daleelva har vist at nesten all utsatt fisk går ut av elva året etter at de er utsatt, det vil si at settefisker vandrer ut som ettårs gammel smolt (det er en svært lav smoltalder sammenliknet med villfisk). På grunn av fjerning av fettfinne har utsatt fisk vært mulig å identifisere i elvefangstene. Fra og med 2002 har fettfinnekleipt fisk vært en del av fangstene i vassdraget. Det er imidlertid rapportert få fettfinnekleipte fisker i fangstene i 2003 (fire i fiskesesongen og to i stamfisket) og i 2004 (13 i fiskesesongen), men betydelig flere i 2005 (35 i fiskesesongen). Dette skyldes sannsynligvis at manglende fettfinne til en viss grad har blitt oversett av fiskerne. I tillegg skyldes dette trolig også at selve merkingen var mangelfullt utført hos en del av settefisker (Lund med flere 2006a).

3.3 Registrering av gytefisk

Strekningen fra kraftstasjon K2 til Høyanger sentrum har hver høst siden 2003 blitt undersøkt av to personer iført dykkerdrakt, dykkermaske og snorkel. Metoden er en form for fridykking der dykkerne driver med strømmen i overflatestilling i en parallell formasjon. Samtidig har det blitt gjort observasjoner av en person som oppholder seg på land. Observasjoner fra land og under vann har blitt kontinuerlig sammenholdt. For laks har observasjonene vært delt inn i følgende grupper, som er i samsvar med norsk standard for visuell identifisering av sjøvandrende laksefisk (Anonym 2004):

Laks mindre enn 3 kg
Laks 3-7 kg
Laks større enn 7 kg

Sjøaure mindre enn 1 kg
Sjøaure 1-3 kg
Sjøaure større enn 3 kg

3.4 Ungfiskundersøkelser

Ungfiskundersøkelsene er lagt opp slik at de kan gi kunnskap om hvilke områder av vassdraget som blir benyttet til gyting, i tillegg til å gi informasjon om vekst og fisketetthet i ulike områder. Ved å benytte tradisjonell ungfiskmetodikk (elektrisk fiskeapparat) til tetthetsberegninger på et større antall lokaliteter, kan utbredelsen av årsyngel (0+) gi informasjon om foretrekte gyteområder. Dette ut fra at laksunger i sitt første leveår har begrenset spredning fra gyteområdene (Johnsen og Hvidsten 2002).

I perioden 2003-2008 har det blitt gjennomført undersøkelser på 12 stasjoner i hovedstrengen og seks stasjoner i sidebekker og sideløp (se **figur 1** for beliggenhet av stasjonene). På den om lag 4,8 km lange elvestrekningen fra nederste stasjon til øverste stasjon ovenfor kraftverket (K2) er gjennomsnittsavstanden mellom ungfiskstasjonene om lag 440 meter.

På seks av stasjonene i hovedløpet ble tettheten beregnet med utgangspunkt i utfangstmetoden (Zippin 1958, Bohlin med flere 1989). Det vil si at disse stasjonene ble avfisket i tre fiskeomganger med elektrisk fiskeapparat. Metoden bygger på at tettheten beregnes ut fra nedgangen i fangst mellom hver fiskeomgang. Det er i beregningene skilt mellom årsyngel (0+) og eldre ungfisk (1+ og eldre) for laks og aure. Som følge av lave fangster på de fleste stasjonene som ble avfisket med tre fiskeomganger, ble fangstene summert og fangsteffektivitet estimert som en felles verdi for disse stasjonene. Estimert fangsteffektivitet for henholdsvis årsyngel og eldre ungfisk for hver av artene ble brukt til å estimere fisketettheten på alle stasjonene i hovedvassdraget og sideløpene (antall fisk fanget i første fiskeomgang delt på estimert fangsteffektivitet).

Det ble anvendt et fiskeapparat av Paulsen-type med likestrømpulser under fisket. Apparatet var drevet av et 12 volts/15 ampertimer batteri, og ble båret på ryggen under fisket. Som følge av lav ledningsevne i elvevatnet ble fiskeapparatets spenning satt til 800 volt ved 250 ohms belastning, og en pulsfrekvens på 70 hertz ble benyttet under det elektriske fisket. Arealene for de undersøkte prøveflatene ble beregnet ut fra feltemålinger med målebånd.

For å oppnå best mulig sammenlignbarhet med tidligere undersøkelser i vassdraget, (Urdal og Hellen 1999, Hellen med flere 2001), ble seks av de samme lokalitetene inkludert i det nye undersøkelsesprogrammet. Disse lokalitetene er stasjonene 1, 4, 6, 8, 10 og 11. De øvrige stasjoner i undersøkelsesprogrammet ble valgt slik at de var mest mulig representative for de ulike områdene av vassdraget.

I utgangspunktet var det et mål å undersøke arealer på omtrent 100 m² på de ulike stasjonene i hovedløpet. I noen områder var det så pass store tettheter at mindre areal ga et tilstrekkelig estimeringsgrunnlag (Bohlin med flere 1989). I andre områder var tetthetene så lave at det ble valgt å øke arealet. I 2007 varierte arealene på de undersøkte stasjonene i hovedløpet mellom 91 og 125 m². Det ble fisket fra elvebredden og inntil fem meter ut i elveløpet. I sideløpene ble hele bekkens bredde undersøkt, og de undersøkte arealene i disse varierte mellom 42 og 100 m². Fisketettheten er oppgitt som antall individer pr 100 m².

Fisken ble artsbestemt, målt fra snute til enden av halefinnen til nærmeste mm når fisken var naturlig utstrakt. All fisk eldre enn 0+ fanget under elektrofiske ble avlivet, nedfrosset og senere aldersbestemt ved skjellanalyse og bruk av otolitter dersom skjellanalysen ga tvil. Årsyngel (0+) ble skilt fra ettåringer (1+) ved frekvensfordeling av fiskelengdene på hver av lokalitetene. Laksunger i presmolt størrelse, det vil si større enn 99 mm (jf. Elson 1957) ble samtidig kjønnsbestemt og vurdert for kjønnsmodningsgrad (hannfisk).

3.5 Analyser av gjellelev hos presmolt laks

Tidlig i mai 2009 ble det samlet inn til sammen 51 presmolt laks fordelt på ni stasjoner i Daleelva (se **tabell 3** for inndeling i prøvestasjoner). I utgangspunktet var nedre lengdegrense satt til 95 mm. Imidlertid ble det på tre av stasjonene inkludert noen mindre lakseparr for å få et tilstrekkelig stort materiale. Fiskene ble ut fra ytre kjennetegn klassifisert som henholdsvis parr (tydelige parrmerker og ingen smoltkarakterer) eller smolt (tydelige smoltkarakterer og utydelige parrmerker). I tillegg ble det vurdert om fiskene var naturlig produsert eller utsatt fisk. Det ble tatt gjelleprøver fra fiskene for analyser av aluminiumsinnhold. Gjellebuene ble klippet av og lagt i en spesiell fikseringsvæske for konservering inntil analyse. De kjemiske analysene ble utført ved laboratoriet til UMB.

Tabell 3. Lokalisering av ni prøvestasjoner for gjelleanalyser av laksunger i Daleelva våren 2009. Se figur 1 for lokalisering av terskler.

Stasjon	Beliggenhet til prøvestasjon	UTM-koordinat
1	I området ved veibrua i Høyanger sentrum	N61 13.173 E6 04.519
2	Ved terskel 1, like nedstrøms brua på riksvei 55	N61 13.260 E6 04.737
3	Nedstrøms terskel 4	N61 13.367 E6 05.010
4	Ved terskel 10	N61 13.617 E6 05.732
5	Ved terskel 15	N61 13.792 E6 06.386
6	Ved terskel 19	N61 13.957 E6 07.018
7	Ved terskel 21	N61 14.140 E6 07.575
8	Ved gul løe på nordsida av elva	N61 14.271 E6 08.005
9	Ved Dyrdalsbrua	N61 14.358 E6 08.444

3.6 Bunndyrundersøkelser

NINA er i ferd med å utvikle en ny metode for overvåking og klassifisering av bunndyr (Bongard & Aagaard 2006, Bongard med flere 2009). Undersøkelsene innebærer at resultatene vil være sammenlignbare over tid, og dataene kan relateres til EU sin femdelte skala for økologisk status. Et forslag til kalibrering av denne skalaen tilpasset Vestlandet kan utarbeides på bakgrunn av blant annet resultatene fra Daleelva.

Statkraft Energi AS, Fylkesmannen i Sogn og Fjordane og Høyanger kommune har finansiert bunndyrundersøkelser i Daleelva gjennom flere år. Undersøkelsene er utført i samarbeid mellom Høyanger kommune og NINA. Det har blitt tatt prøver øverst og nederst i vassdraget for å følge bestandsutviklingene av bunndyr gjennom flomsituasjoner og stabile perioder. Bunndyrprøver er tatt i løpet av 10 minutter med sparkehåv (maskevidde 500 µm). De levende prøvene er lagt på is og vann, sendt med flypost og analysert morgenen etter på NINA sitt laboratorium i Trondheim. Metoden åpner for et tettere prøveprogram til en langt lavere kostnad.

Resultatene fra bunndyrundersøkelser i perioden 2006-2007 er tidligere rapportert (Bremset med flere 2008). I denne rapporten omhandles resultater fra bunndyrundersøkelser gjennomført i 2008 og 2009. I 2008 ble det tatt bunndyrprøver på ett tidspunkt (juli måned). I perioden januar-juni 2009 ble det samlet inn bunndyr på seks tidspunkt på to steder i hovedstrengen. I tillegg ble det samlet inn bunndyr i Siploelva på ett tidspunkt i september 2009.

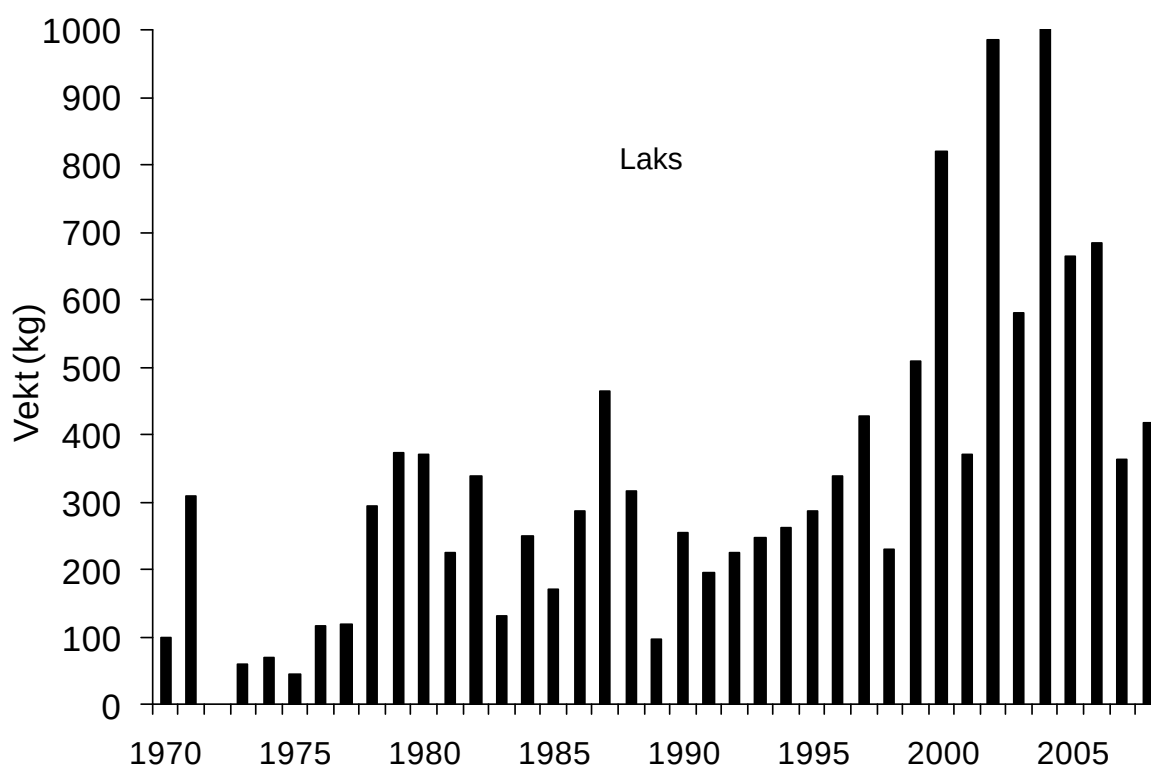
4 Resultater

4.1 Fangststatistikk

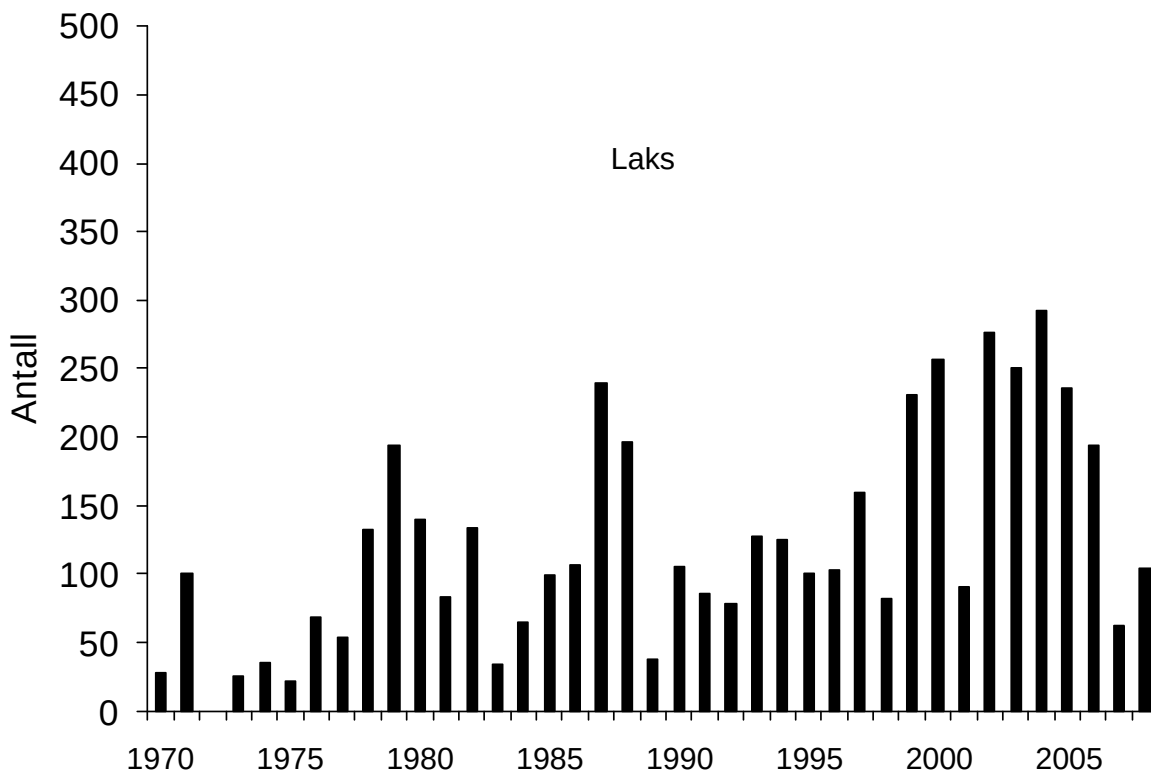
I Norges offisielle statistikk er det oppgitt fangster av laks og sjøaure for 13 av årene i perioden 1905-1922. I disse 13 årene varierte fangstene mellom 5 kg (1910) og 300 kg (1908). Bare i fem av årene var fangsten 100 kg eller mer. For perioden 1923-1968 er det ikke oppgitt fangster (Anonym 1970a). Det er heller ikke oppgitt fangster for 1969 (Anonym 1970b). I den offisielle fangststatistikken foreligger laks- og sjøaurefangstene fra sportsfisket atskilt først i årene etter 1969.

Laks

Siden begynnelsen av 1990-årene har sportsfiskefangstene av laks økt betydelig (**figur 3** og **figur 4**). Den høyest registrerte fangsten noensinne ble gjort i 2004 (1 141 kg), mens 2002 (987 kg) og 2000 (821 kg) var de nest beste fangstårene (**figur 3**). I 2003 var fisket underlagt en sesongkvote for hele vassdraget på 600 kg. Den rapporterte laksefangsten var da på 580 kg. I 2005 var laksefangsten 666 kg, men fisket ble da stoppet ved utgangen av august og ikke til vanlig tid ved 15. september, som følge av observasjoner av lite fisk på elva. Det var en klar nedgang i laksefangst fra 2006 til 2007 (nedgang fra 685 til 363 kg). Dette kan delvis skyldes at det i 2007 ble innført strengere døgn- og sesongkvoter for uttak av laks i Daleelva. Elvefangsten i 2008 var noe høyere (418 kg), men fremdeles vesentlig lavere enn nivået for perioden 2002-2006 (580-1141 kg).



Figur 3. Rapportert elvefangst av laks (vekt i kg) i Daleelva i perioden 1970-2008.

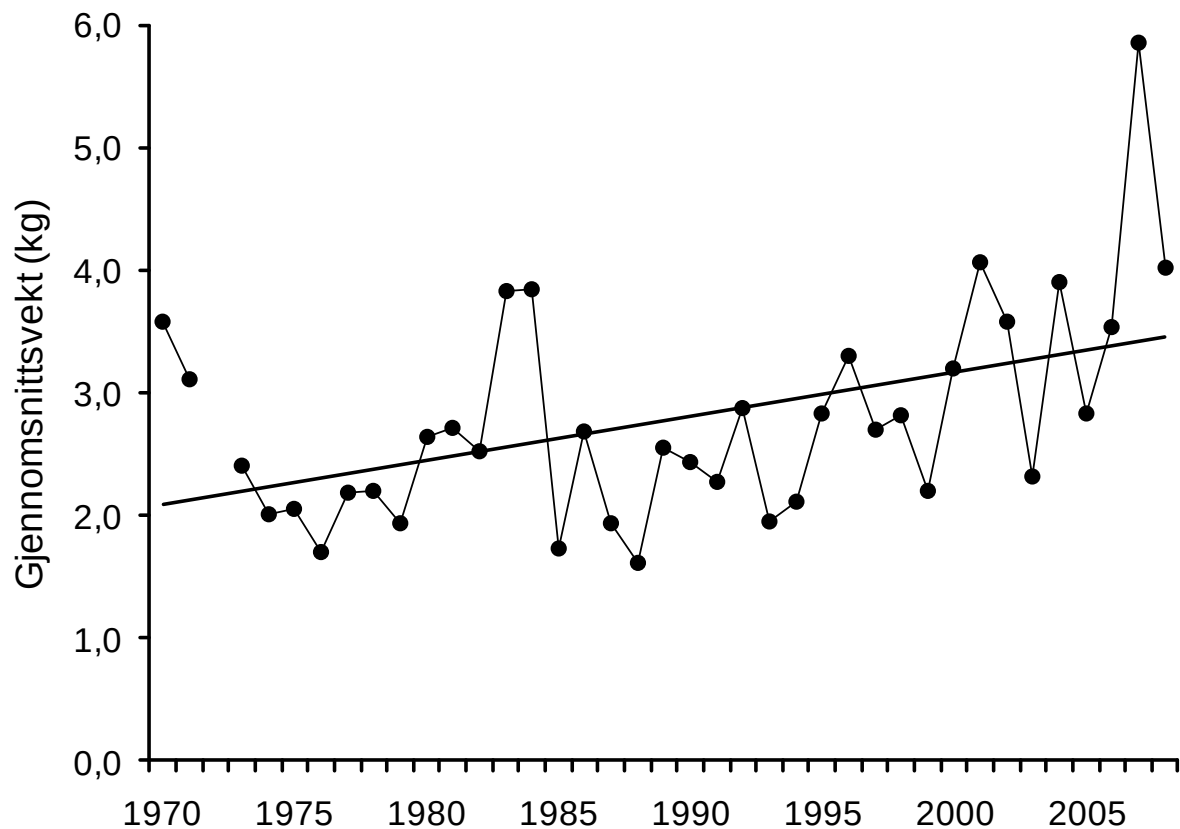


Figur 4. Rapportert elvefangst av laks (antall) i Daleelva i perioden 1970-2008.

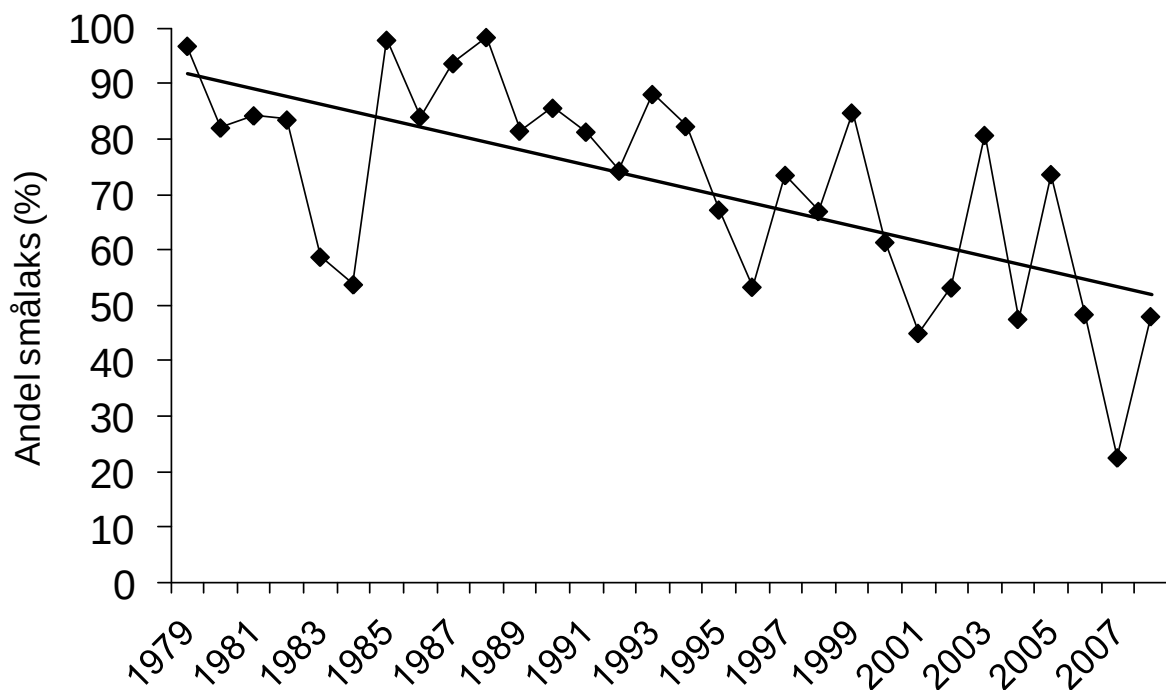
Gjennomsnittsstørrelsen hos laks har vist en økende tendens i perioden 1970-2008 (**figur 5**). Dette framgår også av størrelsesfordelingen av laks, som viser et økende innslag av mellomlaks og storlaks i perioden 1993-2008 (**figur 6**). Først fra 1979 oppgir den offisielle laksestatistikken fangstene fordelt på størrelsesgruppene over og under 3 kg. I perioden 1979-2008 var andelen smålaks i sportsfiskefangstene klart avtakende (**figur 7**).

Sjøaure

De rapporterte fangstene av sjøaure har variert mye med enkelte svært gode år (se **figur 3** og **figur 4**). Største registrerte fangst er på 500 kg (1971), mens fangstene var nede i 15 fisker i 1975. Gjennom 1990-årene var det en stadig nedgang i fangstene, og fra 1998 innførte Høyanger Jakt- og Fiskelag forbud mot fangst av sjøaure Daleelva. I 2003 ble det igjen lovlig å fiske etter arten. Fisket var underlagt en sesongkvote på 150 kg for hele vassdraget i 2003 og 2004, og kun 37 kg og 31 kg ble rapportert fanget i disse årene. Lave sjøaurefangster fortsatte i årene 2005-2007 (5-23 kg), og i 2008 ble det ikke fanget en eneste sjøaure i Daleelva.

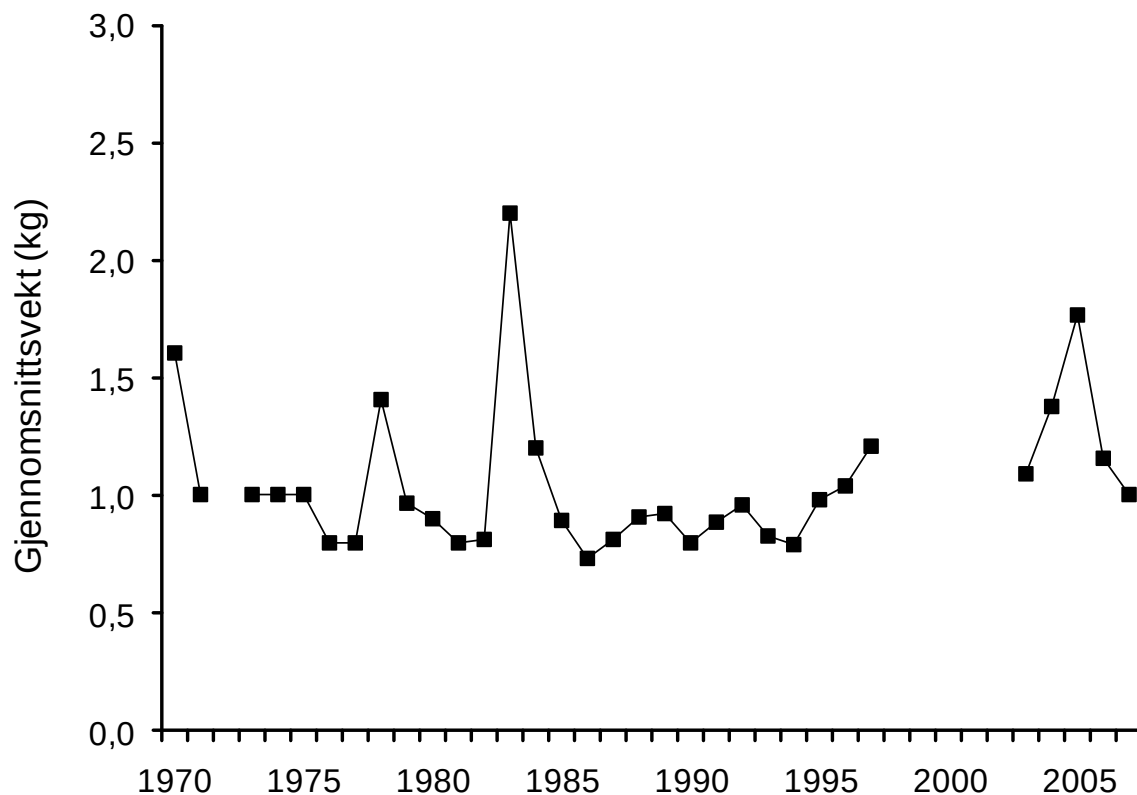


Figur 5. Gjennomsnittsvekt (kg) for laks fanget i Daleelva i perioden 1970-2008. Den inntegnede trendlinjen viser at det har vært en trend mot større lakser i løpet av perioden.



Figur 6. Andel smålaks (%) i sportsfiskefangster i Daleelva i perioden 1979-2008. Den inntegnede trendlinjen viser at det har vært en nedadgående trend i løpet av perioden.

Andelen sjøaure i de samlede elvefangster har stort sett variert mellom 40 og 75 % fra 1970 til fiskeforbudet ble innført i 1998. I perioden 2003-2007 var andelen av totalfangst (mellom 5 og 12 %) vesentlig lavere enn tidligere, og i fiskesesongen 2008 ble det ikke fanget noe sjøaure i Daleelva. Gjennomsnittsvekten til sjøaure har ikke blitt vesentlig endret i perioden 1970-2007, selv om de årlige variasjonene til dels har vært betydelige (**figur 7**).



Figur 7. Gjennomsnittsvekt (kg) hos sjøaure fanget i Daleelva i perioden 1970-2007. I 2008 ble det ikke åpnet for sjøaurefiske i Daleelva.

4.2 Analyse av skjellprøver

Ut fra skjellmaterialet var det i 2008 et 49 % innslag av villaks i elvefangstene, mens omtrent hver fjerde laks i fangstene var rømt oppdrettslaks (**tabell 4**). Dette er det høyeste innslaget av rømt oppdrettslaks som er påvist i perioden 2003-2008. I denne perioden har innslaget av villaks variert mellom 19 og 64 %, mens innslaget av utsatt laks har variert mellom 8 og 54 %. Ut fra metodiske begrensninger kan det være vanskelig å skjelne utsatt fisk fra kommersiell oppdrettsfisk som er rømt i tidlige livsstadium. Innslaget av sikker utsatt laks har de fleste år vært i størrelsesorden 16-23 %, med et spesielt høyt innslag på hele 54 % i 2003. Innslaget av utsatt laks i 2008 (8 %) er det laveste som er påvist i undersøkelsesperioden.

Tabell 4. Fordeling av villaks, rømt oppdrettslaks, utsatt laks, utsatt/rømt oppdrettslaks og usikre laks i skjellprøvematerialer innsamlet fra sportsfisket i Daleelva i perioden 2003-2008. Utsatt laks = gjenfangster av laks utsatt som énsomrige laksunger. Utsatt/rømt oppdrettslaks = utsatt laks eller oppdrettslaks som har rømt på smoltstadiet. N = antall laks og andel er oppgitt i parentes.

År	Villaks	Rømt oppdrettslaks	Utsatt laks	Utsatt/rømt oppdrettslaks	Usikre	Sum
2003	35 (19)	21 (12)	99 (54)	19 (10)	9 (5)	183 (100)
2004	69 (29)	39 (17)	48 (20)	66 (28)	13 (6)	235 (100)
2005	137 (64)	12 (6)	46 (22)	7 (3)	10 (5)	212 (100)
2006	96 (55)	25 (14)	40 (23)	6 (3)	9 (5)	176 (100)
2007	23 (44)	10 (19)	8 (16)	7 (13)	4 (8)	52 (100)
2008	41 (49)	20 (24)	7 (8)	5 (6)	11 (13)	84 (100)

Villaksen i Daleelva har et forholdsvis bredt spekter med hensyn til lengden på sjøoppholdet (**tabell 6**). Mens mesteparten av villaksen i 2003 og 2005 hadde tilbrakt én vinter i sjøen (henholdsvis 93 og 79 %), hadde mesteparten av villaksen i 2004, 2006 og 2008 tilbrakt to vintre i sjøen (andel på 56-62 %). Ut fra tallgrunnlaget synes det å ha vært en sterk årsklasse (2002-årgangen av laksesmolt) som dominerte innsiget av laks i 2003 (énsjøvinter) og i 2004 (tosjøvinter). En ny sterk årsklasse (2004-årgangen av laksesmolt) dominerte innsiget i perioden 2005-2007.

Tabell 6. Antallsmessig fordeling av fangst ut fra sjøalder (% i parentes) av villaks, utsatt laks og utsatt/rømt oppdrettslaks i skjellprøvematerialet innsamlet fra sportsfisket i Daleelva i perioden 2003-2008. Utsatt laks = gjenfangster av laks utsatt som énsomrige laksunger. Utsatt/rømt oppdrettslaks = utsatt laks eller oppdrettslaks som har rømt på smoltstadiet.

Type av laks	År	Énsjøvinter	Tosjøvinter	Tresjøvinter	Firesjøvinter
Villaks	2003	39 (93)	2 (5)	1 (2)	0 (0)
	2004	30 (44)	39 (56)	0 (0)	0 (0)
	2005	106 (79)	19 (14)	10 (7)	0 (0)
	2006	29 (31)	62 (65)	3 (3)	1 (1)
	2007	6 (27)	3 (14)	11 (50)	2 (9)
	2008	7 (18)	24 (62)	7 (18)	1 (3)
Utsatt laks	2003	99 (97)	3 (3)	0 (0)	0 (0)
	2004	12 (25)	36 (75)	0 (0)	0 (0)
	2005	43 (94)	2 (4)	1 (2)	0 (0)
	2006	2 (5)	36 (92)	1 (3)	0 (0)
	2007	1 (13)	0 (0)	7 (87)	0 (0)
	2008	1 (14)	3 (43)	1 (14)	2 (29)
Utsatt/rømt	2003	20 (77)	5 (19)	1 (4)	0 (0)
	2004	13 (20)	50 (76)	2 (3)	1 (2)
	2005	3 (43)	2 (29)	2 (29)	0 (0)
	2006	4 (67)	2 (33)	0 (0)	0 (0)
	2007	10 (59)	3 (18)	4 (23)	0 (0)
	2008	1 (20)	4 (80)	0 (0)	0 (0)

4.3 Registrering av gytefisk

Resultatene fra gytefiskregistreringene i 2003-2007 er presentert i tidligere årsrapporter (Lund med flere 2004, 2005 og 2006a, Bremset med flere 2008). Under gytefiskregistreringene høsten 2008 ble det observert til sammen 90 lakser og 90 sjøaurer, noe som tilsvarer om lag 19 lakser og 19 sjøaure per km undersøkt elvestrekning. Registreringene av gytelaks høsten 2008 er det nest laveste som er observert i perioden 2003-2008 (jf. **tabell 8**), og det er bare høsten 2007 at det er påvist færre gytelaks. Mengden sjøaure høsten 2008 var i likhet med de tre foregående år en god del lavere enn i begynnelsen av undersøkelsesperioden, da spesielt 2003 syntes å være et toppår for sjøaure i Daleelva.

Tabell 8. Størrelsesfordeling (kg) av laks og sjøaure som ble registrert om høsten like før gyting i perioden 2003-2008. Middels vannføring (m^3/s) i registreringsperioden er oppgitt.

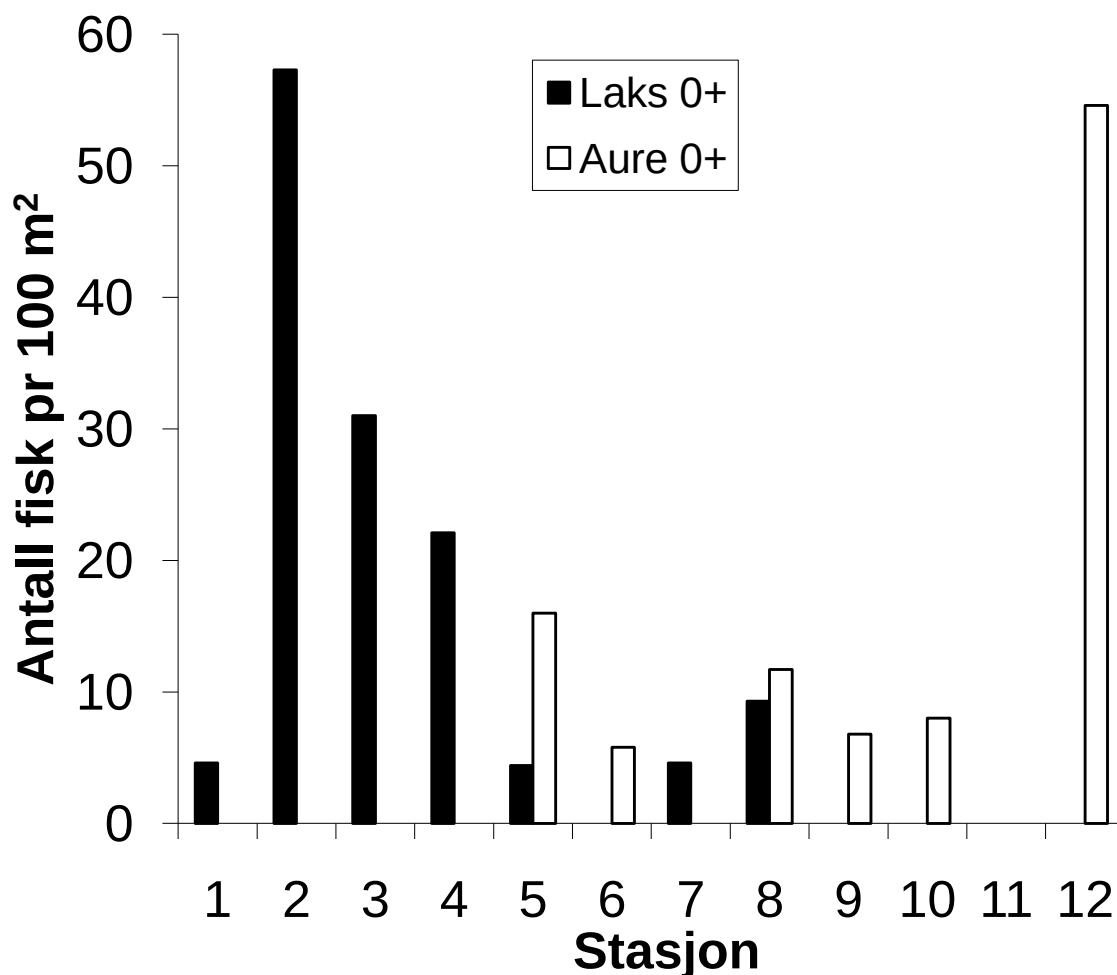
År	Laks			Sjøaure			Vannføring
	< 3 kg	3-7 kg	> 7 kg	< 1 kg	1-3 kg	> 3 kg	m^3/s
2003	126	61	7	285	36	4	4,0
2004	87	55	30	124	29	7	6,0
2005	82	40	15	85	27	10	4,0
2006	67	68	38	55	13	7	1,2
2007	4	15	15	83	25	6	1,7
2008	37	45	8	60	25	5	3,0

4.4 Ungfiskundersøkelser

I denne rapporten er det lagt hovedvekt på variasjoner i tid og rom i forekomst av ulike ungfisk-grupper i hovedelva, forekomst av ungfisk i sidebekker, samt årsklassestyrken til villfiskbestandene av laks og aure. Når det gjelder øvrige parametere som arts- og aldersavhengig vekst, innslag av kjønnsmodne hanner i ungfiskbestandene og mer detaljerte analyser av lokale variasjoner vises det til årsrapporter utgitt tidligere i undersøkelsesperioden.

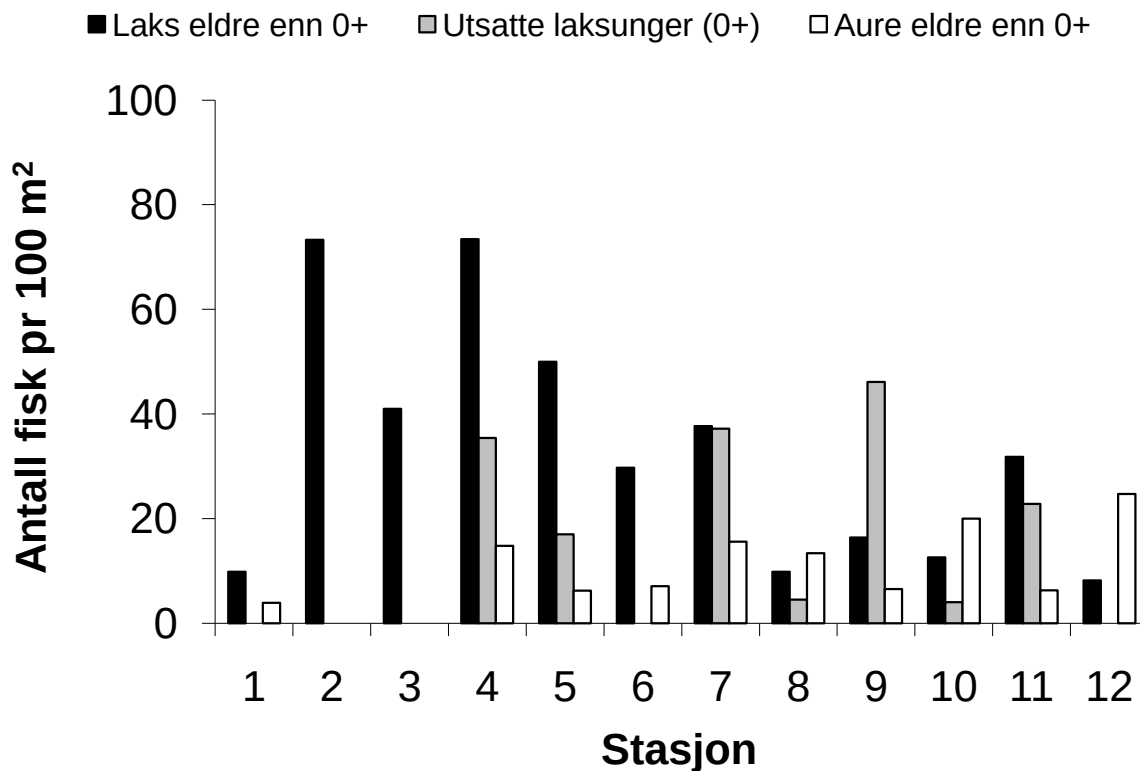
Fisketetthet i hovedelva

Høsten 2008 ble det fanget årsyngel av laks på sju av tolv undersøkte stasjoner i hovedstrengen av Daleelva (**figur 8**). Det ble ikke funnet laksyngel på de fire øverste stasjonene, og de høyeste tetthetene ble funnet på stasjonene 2-4. Med unntak av disse tre stasjonene var det svært lave tettheter av laksyngel, og middels yngeltetthet var 11,1 individer per 100 m². Det ble fanget årsyngel av aure på seks av de tolv stasjonene, men med unntak av den øverste stasjonen var også tettheten av aureyngel gjennomgående lave.



Figur 8. Tetthet av årsyngel av laks og aure på 12 stasjoner i Daleelva høsten 2008.

Det ble jevnt over funnet høyere tettheter av eldre ungfisk enn av årsyngel (**figur 9**). På sju av stasjonene var estimert tetthet av eldre ungfisk høyere enn 40 individer per 100 m², og spesielt i nedre deler var det jevnt over høye tettheter av eldre laksunger (40-70 lakseparr per 100 m²). Vassdraget sett under ett var det vesentlig høyere tetthet av lakseparr enn av aureparr (snitt på henholdsvis 33 og 9 individer per 100 m²). Utsatte laksunger ble fanget på sju av tolv stasjoner (**figur 9**), og det ble i snitt funnet 13,2 utsatte laksunger per 100 m². Det ble funnet spesielt høye tettheter på stasjonene 4, 7 og 9, der tetthetene var i størrelsesorden 20-40 individ per 100 m².



Figur 9. Tetthet av eldre ungfisk av laks og aure samt utsatte laksunger på 12 stasjoner i Dalelva høsten 2008.

Fisketetthet i sidekanaler og sidebekker

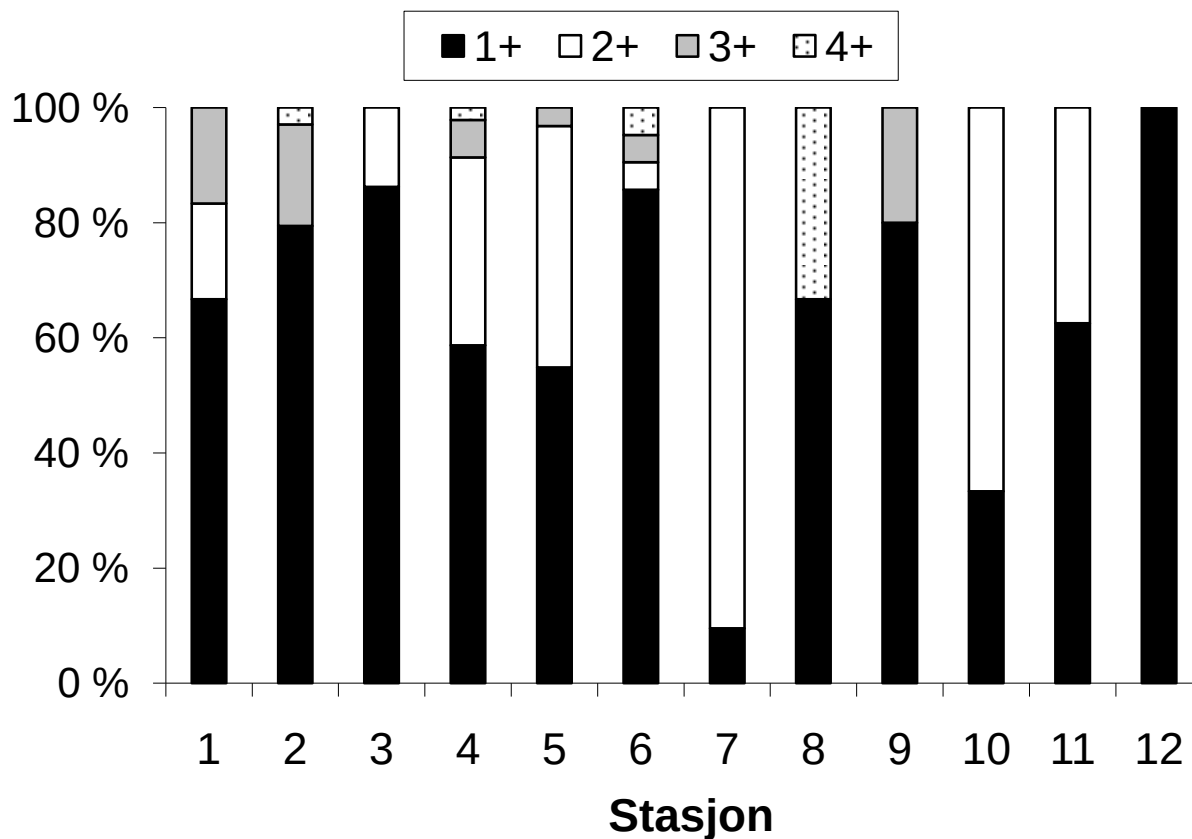
Sidebekkene er i langt større grad enn hovedstrengen dominert av aure. I Siplo har det i perioden 2003-2008 bare blitt fanget aure, og verken naturlig produsert eller utsatt laks ble påvist i denne sidebekken (**tabell 9**). I perioden 2003-2006 ble det ikke funnet årsyngel av laks i noen av sidebekkene, med unntak av to laksyngel fanget i Tverråna i 2005. I 2007 ble det imidlertid funnet årsyngel av laks både i Tverråna (4), Vatningskanal 1 (13) og Yngeldammen (1). Av eldre laksunger var det også forholdsvis få funn i undersøkelsesperioden, med unntak av Yngeldammen der det har vært forekomster av lakseparr i hele perioden. Utsatte laksunger har i de fleste år forekommet med lave tettheter i én eller flere sidebekker.

Tabell 9. Tetthet (antall pr 100 m²) av ville laksunger eldre enn årsyngel (V) og utsatte laksunger (U) i seks sidekanaler til Daleelva i årene 2003-2008. Dassbekken ble ikke undersøkt i 2007.

Lokalitet	2003		2004		2005		2006		2007		2008	
	V	U	V	U	V	U	V	U	V	U	V	U
Siplo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yngeldammen	17	1	32	0	13	2	35	0	6	7	3	0
Dassbekken	0	0	4	0	0	0	0	0	-	-	0	0
Vatningskanal 1	0	0	0	7	0	0	0	0	0	7	12	0
Tverråna	0	0	1	0	0	0	8	2	12	10	13	0
Vatningskanal 2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0

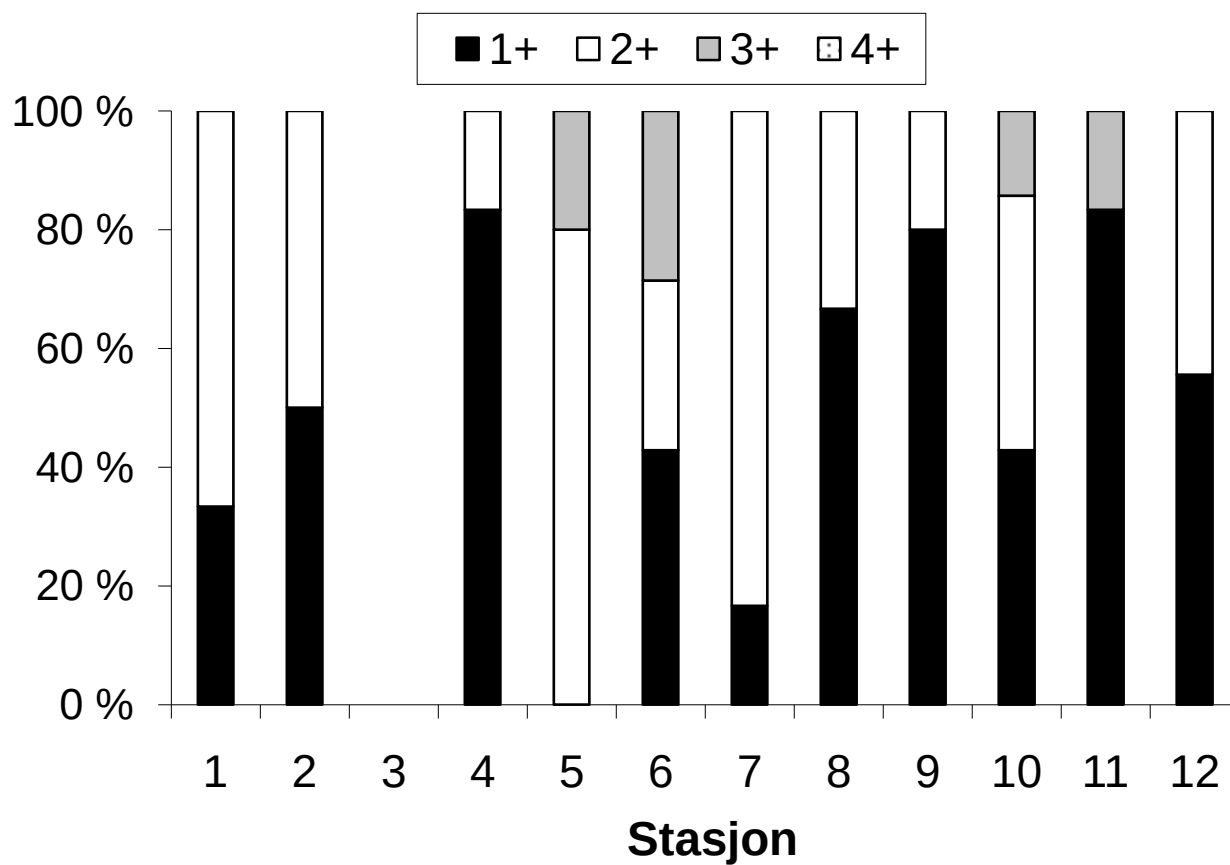
Alderssammensetning og årsklassestyrke

Høsten 2008 ble det fanget fem årsklasser av laksunger i Daleelva, hvorav ettåringer (1+) var den mest tallrike årsklassen av eldre laksunger (**figur 10**). Denne årsklassen var godt representert på 10 av de 12 undersøkte stasjonene, der de også utgjorde mer enn halvparten av eldre laksunger. Unntaket var på stasjonene 7 og 10, der toåringene (2+) var mest tallrik. Samlet sett utgjorde ettåringer 65 %, toåringene 26 %, treåringene 7 % og fireåringene 2 % av fangsten av eldre laksunger.



Figur 10. Aldersfordeling av eldre laksunger på 12 stasjoner i Daleelva høsten 2008.

Høsten 2008 ble det fanget fem årsklasser av aureunger i Daleelva, hvorav ettåringer (1+) var den mest tallrike årsklassen av eldre aureunger (**figur 10**). Denne årsklassen var godt representert på seks av de 12 undersøkte stasjonene, der de også utgjorde halvparten eller mer av eldre aureunger. Unntaket var på stasjonene 1, 5 og 7, der toåringene (2+) var mest tallrik. Samlet sett utgjorde ettåringer 48 %, toåringene 38 %, treåringene 6 % og fireåringene 8 % av fangsten av eldre laksunger.



Figur 11. Aldersfordeling av eldre aureunger på 12 stasjoner i Daleelva høsten 2008.

4.5 Aluminium på gjellevev hos presmolt laks

Analyser av aluminiumsinnhold på gjellevevet til presmolt laks viste middels høye verdier på alle de ni stasjonene som ble undersøkt våren 2009 (**tabell 10**). Aluminiumsnivået på gjellene hos enkeltfisk varierte mellom 59 og 261 µg/g, mens det gjennomsnittlige aluminiumsnivået varierte mellom 95 (stasjon 8) og 197 µg/g (stasjon 6).

Tabell 10. Oversikt over laksunger fanget på ni stasjoner i Daleelva i mai 2009 som ble undersøkt med tanke på aluminiumsinnhold i gjellevevet

Stasjon	Antall fisk	Fiskestørrelse		Aluminium (µg/g)	
		Lengde (mm)	Vekt (g)	Spenn	Snitt
1	3	85-125	5,8-17,3	126-169	148
2	6	103-142	11,6-24,1	75-161	124
3	6	66-125	2,5-14,7	67-224	157
4	6	124-150	14,5-28,2	67-194	131
5	6	126-139	13,4-23,1	68-166	119
6	6	118-138	11,0-18,7	170-251	197
7	6	121-132	12,0-16,4	101-261	196
8	6	100-126	7,5-18,0	62-185	95
9	6	94-153	6,8-26,4	59-242	143

Det ble registrert noe lavere aluminiumsverdier på naturlig produserte laksunger (gjennomsnittlig 111 µg/g) enn på settefisk (gjennomsnittlig 183 µg/g).

4.6 Bunndyrundersøkelser

På grunn av flommer og tørke har det tidvis vært vanskelig å følge undersøkelsesprogrammet. Det er tatt til sammen 15 sparkeprøver á 10 minutter (150 minutter total prøvetid) fordelt på en stasjon øverst ved kraftverket og en stasjon nedenfor brua ved skolen. I tillegg er det i september 2009 tatt en prøve i sideelva Siploelva (Hålandselva), for eventuelt å dokumentere virkningene av et uhell med utslipp av sementherder. **Tabell 11** viser subsamplet antall individer per minutt for hver prøve. Alle døgn-, stein- og vårfluer er artsbestemt. Totalt antall som ble gjennomgått i prøvene i perioden var omtrent 10 000 dyr.

Tabell 11. Registreringer av bunndyr i nederste og øverste del (etter utløpet fra kraftverket) av hovedstrengen i Daleelva i perioden juli 2008 – september 2009. En enkeltprøve fra Siploelva (Hålandselva) er inkludert. Det er oppgitt antall bunndyr per minutt prøve, det vil si at totalt antall bunndyr i prøvene er delt på 10.

LOKALITET	Nederst	Øverst	Nederst	Øverst	Nederst	Øverst	Nederst	Øverst	Nederst	Øverst	Nederst	Øverst	Nederst	Øverst	Siploelva
	03.07.2008	03.07.2008	21.01.2009	21.01.2009	04.03.2009	04.03.2009	30.03.2009	30.03.2009	14.04.2009	14.04.2009	06.05.2009	06.05.2009	25.06.2009	25.06.2009	17.09.2009
Dato															
Fåbørstemark	1	1	1		1		30	1	1	1	1	1	1	1	5
Midd	1	2	1		8		15	2	2	3	5	1	1	1	12
Døgnfluer															
<i>Ameletus inopinatus</i>				1		1									
<i>Baetis rhodani</i>	1	4	6	2	2	30	30	2	35	15	40	6	3	3	
Steinfluer															
<i>Diura nanseni</i>		1	2	3	2	1	1	8	2	1	1	3	1		
<i>Isoperla spp.</i>												1			
<i>Isoperla grammatica</i>															
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>			1	1		1						2			1
<i>Brachyptera risi</i>		1			1	1	1	2	8	15	1	2			
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>		1									5	3	1		1
<i>Amphinemura sulciollis</i>		1	6	3	5	65	15	20	30	42			1		
<i>Nemoura cinerea</i>			10	2				1			1				
<i>Nemurella pictetii</i>															2
<i>Protonemura meyeri</i>			2		1	1	2	1	5		1				
<i>Capnia atra</i>															
<i>Leuctra fusca/digitata</i>	1	1													
<i>Leuctra fusca</i>															
<i>Leuctra hippopus</i>			8	4	2	2	10	10	11	20	6	2			5

Tabell 11 forts.

	Nederst	Øverst	Nederst	Øverst	Nederst	Øverst	Nederst	Øverst	Nederst	Øverst	Nederst	Øverst	Nederst	Øverst	Siploelva
LOKALITET	03.07.2008	03.07.2008	21.01.2009	21.01.2009	04.03.2009	04.03.2009	04.03.2009	04.03.2009	14.04.2009	14.04.2009	06.05.2009	06.05.2009	25.06.2009	25.06.2009	17.09.2009
Dato															
Vårfluer															
<i>Rhyacophila nubila</i>		2	1	1	1	1	1	1	3	4	1	1	2	1	1
<i>Glossosoma intermedia</i>					1										
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	1	1	1	1	1		1		1	1	1		1	1	1
<i>Halesus radiatus</i>	1					1	1	1	1			1	1	1	
<i>Micropterna lateralis</i>					1										
<i>Apatania stigmatella</i>															1
<i>Potamophylax sp.</i>			1	1		1		1							
<i>Potamophylax cingulatus</i>								1		1		1	1		1
<i>Potamophylax latipennis</i>				1		1		1			1	1			1
Stankelbeinmygg		1	3	1	12	2	25	5	8	10	8	6	1		3
Knott		1						3	3	25	1	1	1	1	
Fjærmygg	1	2	2	1	35	15	30	5	35	5	15	8	2	3	15
Antall pr RI	7	19	45	22	73	123	162	65	145	143	85	40	17	12	49
Vannføring					8		1			1,5	5		8		
Vanntemperatur	11	10,8	0,8		2,2		1,2			2	5,7		11	10,2	

Ingen nye arter er funnet i perioden, og flere arter vårfluer som ble registrert de foregående år er ikke funnet igjen. Vårfluen *Hydropsyche pellucidula* ble funnet som ny art for Sogn og Fjordane i forrige rapporteringsperiode, men den ble ikke funnet i 2008-2009. Tidligere er døgnfluen *Baetis muticus* registrert i Daleelva (Åtland 1998). Arten er ennå ikke gjenfunnet i Daleelva. Begge disse artene er vanlige over store deler av Sør-Norge. Totalt antall døgn-, stein- og vårfluearter som ble registrert var 20, mot forrige periode 25, noe som er lavt.

Undersøkelsene innebærer at resultatene vil være sammenlignbare over tid, og dataene kan relateres til EU sin femdelte skala for økologisk status. I vanndirektivets betydning er trolig Daleelva en såkalt sterkt modifisert vannforekomst (SMVF), men sammenligning med en antatt referansetilstand vil likevel kunne gi et bilde på økologisk tilstand i vassdraget. Et forslag til kalibrering av denne skalaen tilpasset Vestlandet kan utarbeides på bakgrunn av blant annet resultatene fra Daleelva. Forventet artsantall i referansevassdrag innenfor hvert fylke er under utarbeidelse (www.dirnat.no; naturindeks), men et foreløpig anslag vil være at tilstanden ligger omkring moderat til dårlig økologisk status, både på grunn av lavt artsantall og på grunn av lave tettheter.

5 Diskusjon

5.1 Fangststatistikk

Det foreligger få data om fangsten av laks og sjøaure i Daleelva før vannkraftutbygging. Manglende fangstoppgaver i perioden 1923-1968 kan tyde på at fiskeinteressene i vassdraget ikke var store i denne perioden. Også på 1970-tallet var de rapporterte laksefangstene små, men fangstene tok seg opp til et noe høyere nivå på 1980- og 1990-tallet. Etter tusenårsskiftet ser det ut til at fangstene av laks har økt ytterligere. Laksefangsten i 2004 var den høyest registrerte noensinne, og fangsten i 2005 var større enn registrert i noen av årene før tusenårsskiftet til tross for at fiskesesongen ble avsluttet tidligere enn vanlig.

I noen laksevasdrag er det registrert en avtakende gjennomsnittsvekt etter regulering. Det tydeligste eksemplet på en slik utvikling her til lands er i Eira, der gjennomsnittsvekten hos laks har endret seg fra over 10 kg før utbygging til under fem kg i årene etter (Jensen med flere 2004). For denne elva er det konkludert med en klar sammenheng mellom den reduserte vannføringen og utvikling av en mindre laksetype. Det har også vært en generell trend for atlantisk laks at andelen av énsjøvinter-fisk har økt (Anonym 1996, Summers 1995).

Av foreliggende data for årene 1999 og 2000 ser det ut til at fisket i perioder har sammenheng med nedbør, men at det i andre perioder ikke har det (Johnsen med flere 2005). I 2000 ble det påvist sammenheng mellom topper i fisket og mindre økninger i vannføring mens det i 1999 var liten sammenheng mellom daglige fangster og vannføring. I 2000 falt de mindre økningene i vannføring sammen med nedbørstopper og det er vanskelig å si om en av delene eller begge var utslagsgivende. Mens hovedtyngden av fangsten i 1999 ble tatt i juli og første halvdel av august ble hovedtyngden i 2000 fanget i siste halvdel av juli og første halvdel av august med en topp i fangsten i overgangen juli/august. Disse forskjellene kan skyldes forsinket oppvandring i 2000, noe som igjen kan skyldes lavere vanntemperatur dette året.

Dersom en legger til grunn sjøaurefangsten som en indeks for utviklingen i bestandene, synes utviklingen i sjøaurebestandene å ha samvariert i Daleelva og i nabovassdragene. I kommunene Balestrand, Sogndal, Årdal og Lærdal, som er de klart viktigste sjøaurekommunene i området, var det etter årtusenskiftet en topp i fangstene i 2003 og deretter en årlig reduksjon. I 2005 utgjorde sjøaurefangstene i disse kommunene bare 2-72 % av fangstene i 2003. Det var også en tilsvarende utvikling for øvrige deler av Sogn og Fjordane. I 2005 utgjordene fangstene i fylket om lag 72 % av nivået i 2003. Dette kan tyde på at det har vært en eller flere felles faktorer som har påvirket bestandene i negativ retning. Det er følgende nærliggende å tro at slike bestandsreduserende faktorer påvirker sjøaurebestandene i sjøfasen.

5.2 Analyse av skjellprøver

Skjellprøvematerialet fra perioden 2003-2008 er basert på en høy andel av fisken som ble fanget i sportsfisket, samt prøver av laks fanget under stamfisket høsten 2003. Skjellanalyser av laksefangster fra tidligere år i Daleelva (1999-2001) baserer seg også på betydelige andeler av laksefangstene fra sportsfisket (76-87 %, jf. Urdal 1999, 2000 og 2001), men det er i disse undersøkelsene ikke skilt mellom villaks og utsatt laks. I beregningene er det antatt at omtrent halvparten av fisken som ble klassifisert som utsatt laks eller oppdrettslaks rømt på smoltstadiet var utsatte laksunger.

Villaks

Skjellanalyser har vist at bestanden av villaks i 2003 og 2005 i all hovedsak besto av énsjøvinter laks (93 og 79 %), mens andelen tosjøvinter laks var betydelig i 2004 og 2006 (56 og 65 %). I uregulerte vassdrag på Vestlandet med liknende topografi som den i Daleelva, er det vanlig at en ikke ubetydelig andel av bestanden består av mellom- og storlaks. Det foreligger ingen statistisk oversikt over fordelingen av fangstene med hensyn til størrelsesgrupper i Daleelva før regulering-

en som kan gi et bilde på den opprinnelige bestandssammensetningen. Ifølge opplysninger fra lokalt hold var det en betydelig forekomst av mellomlaks i fangstene før vassdraget ble regulert.

I perioden før 1979 differensierte ikke fangststatistikken i Daleelva mellom smålaks og større laks. I perioden 1979-1985, da man kan forvente at det meste av fangstene besto av villaks, var imidlertid andelen av de ulike størrelsesgrupper laks vekslende. I fem av disse sju årene var andelen smålaks over 80 % (82-98 %), mens den var mellom 54-59 % i de to øvrige årene. Foreliggende resultater tilsier at det er vanskelig å vurdere om den opprinnelige laksestammen i Daleelva har en endret størrelsessammensetning etter at vassdraget ble regulert. Det synes likevel klart at mellomlaks enkelte år fortsatt kan utgjøre en betydelig andel av villaksbestanden.

Både hos laks og aure er det en klar sammenheng mellom vekst hos ungfishen og smoltalder. I elver med god vekst er smoltalderen lav, og i elver med dårlig vekst er den høy. I Norge øker smoltalderen for begge arter med breddegraden (L'Abée-Lund med flere 1989, Metcalfe og Thorpe 1990). I Midt-Norge og på Vestlandet er vanlig smoltalder hos laks 2-4 år. Smoltalder hos villaks i Daleelva (gjennomsnittlig smoltalder 2,7-3,2 år i perioden 2003-2005) er derfor innenfor det en skal forvente i forhold til breddegraden.

En oversikt over laksens gjennomsnittlige smoltlengde i et stort antall norske elver (Lund med flere 1989) viser at smolten er størst helt i nord (Finnmark) og helt i sør (Rogaland). I området fra Nordland til Sogn og Fjordane er gjennomsnittslengden oftest 115-135 mm. Den gjennomsnittlige lengden hos vill laksesmolt i Daleelva (139-140 mm i 2003-2005) ligger i øvre delen av denne variasjonsbredden. Stor smolt er i utgangspunktet en positiv bestandsegenskap. Undersøkelser utført med oppdrettet laks- og auresmolt har vist at stor smolt har bedre sjøoverlevelse enn liten smolt (Hansen og Lea 1982, Jonsson med flere 1994). Tilsvarende er funnet hos villsmolt (Johnsen og Jensen 1997).

Utsatt laks

I sportsfisket kan utsatt fisk identifiseres ved at fettfinnen mangler (avklipt før utsetting). Antallet slik fisk rapportert av fiskerne var betydelig færre enn den andelen som ble identifisert i skjellprøvematerialet. Dette skyldes sannsynligvis at manglende fettfinne i en viss grad har blitt oversett av fiskerne til tross for betydelig informasjon gjennom oppslag ved elva og i lokale media. I tillegg skyldes dette trolig også at fettfinnen var mangelfullt nedklipt før fisken ble utsatt. Kontroll av utsatt fisk under ungfishundersøkelsene i 2004 og 2005 viste at fettfinnen ikke var klipt hos en del av fisken, samt at fettfinnen var bare delvis nedklipt hos en vesentlig andel av fisken (Lund med flere 2005, 2006a). Delvis nedklippede fettfinner kan til en viss grad vokse ut igjen, og er lett å overse uten nøye inspeksjon og kunnskap om hvordan slike finner ser ut etter hel eller delvis regenering.

Settefisk i Daleelva blir utsatt som énsomrige laksunger. På utsettingstidspunktet er kroppsstørrelsen liknende som hos laksesmolt i norske vassdrag. Det er vanlig å regne med at omtrent halvparten av presmolten dør i løpet av vinteren før smoltifisering (Elsø 1957, Symons 1979). Det er derfor grunn til å anta vesentlig lavere overlevelse fram til kjønnsmoden alder på laksunger utsatt om høsten sammenliknet med laksesmolt satt ut om våren. Gjenfangstraten av énsomrige settefisk som ble satt ut i 2001 var 0,92 %. Til sammenligning ble det i Surna beregnet tilsvarende gjenfangstrater på 0,49 og 0,42 % i to ulike år (Lund med flere 2006b).

I en oppsummering av smoltutsettinger i et stort antall norske elver ble det konkludert at overlevelseshastighet hos utsatt smolt vanligvis er lav, og ofte halvparten så stor som hos villsmolt (Finstad og Jonsson 2001). Redusert overlevelse kan være en effekt av at fisken er produsert under kunstige betingelser, dårlig håndtering, stressende transport eller uheldige utsettingsprosedyrer. Eksperimenter har vist at overlevelsen til fisken varierer med utsettingstid og -sted, alder og størrelse hos fisken ved utsetting, vannkvalitet, vannføring ved utsetting, kjønnsmodning og sjøvannstilpasning før utsetting. Gjenfangsten av laks satt ut på smoltstadiet har vanligvis variert mellom 0,5 og 2,5 % (Finstad og Jonsson 2001).

I Suldalslågen er det som i Daleelva over en rekke år utsatt betydelige mengder énsomrig laks i lakseførende del. Saltveit (1997) hadde følgende vurdering av tilslaget på disse utsettingene: *Utsettingene i Suldalslågen synes ikke negativt å ha påvirket mengden laks som naturlig er til stede. Eksperimentelle undersøkelser på predasjon og næringsanalyser indikerer heller ingen predasjon av betydning fra utsatt fisk på naturlig reprodusert 0+ laks og aure. Utsettingene synes også å produsere like mye smolt som naturlig smolt, men gir mindre enn 10 % av den voksne fisk på elv. Større dødelighet i havet av utsatt fisk skyldes at smolten vandrer senere enn villsmolt og at smolt fra utsatt fisk er mindre og har en dårligere kondisjon. Utsetting går på bekostning av den naturlige reproduksjon som bidrar med det meste av den voksne fisken til Suldalslågen* (sitat slutt).

Rømt oppdrettslaks

Hovedtyngden av rømt oppdrettslaks vandrer vanligvis opp i elvene om høsten, det vil si senere enn villaksen (Fiske med flere 2001). Denne tendensen er også vist ved skjellprøvematerialet fra Daleelva i 2003 idet andelen rømt oppdrettslaks i prøvene fra stamfisket om høsten var betydelig høyere enn i materialet fra sportsfiskefangstene. Sjøfisket i ytre kyststrøk av Sogn og Fjordane (lokalitet på Kolgrov ved munningen av Sognefjorden) har vært overvåket årlig for andelen rømt oppdrettslaks siden 1986. Årlig har en høy andel av fangstene vært rømt oppdrettslaks i dette området. I den nasjonale overvåkingen av fiskerier og gytebestander (NINA, upubliserte data og Fiske med flere 2001) har sjøfiskelokaliteter i ytre kyststrøk vært en god indikator på forekomsten av rømt oppdrettslaks i elvene i områdene innenfor. Det er derfor grunn til å tro at andelen rømt oppdrettslaks i gytebestanden i Daleelva kan ha vært relativt høy over en lang rekke år.

Rømt oppdrettslaks forekommer i alle deler av vassdragene (NINA, data fra landsomfattende overvåking av laksebestandene, upublisert materiale). I en studie av radiomerket laks i Namsen ble det funnet at oppdrettslaksene fordelte seg lenger opp i elva enn villaksen i gytetida (Thorstad med flere 1996). Undersøkelser av forekomst av oppdrettsfisk i Daleelva i perioden 2003-2005 viste at det hvert år ble fanget oppdrettslaks i alle deler av vassdraget. Daleelva er imidlertid et betydelig mindre vassdrag enn Namsen, noe som gjør at erfaringer fra Namsenvassdraget ikke nødvendigvis er overførbare til Daleelva.

Det er svært vanskelig å kvantifisere effekten av rømt oppdrettslaks på ville bestander av laks (Tufto og Hindar 2003). Dette gjelder også for bestanden i Daleelva. Det er imidlertid all grunn til å tro at oppdrettslaksen utgjør en betydelig trussel mot villaksen i vassdraget da det over flere år er registrert et betydelig innslag av slik fisk (15-38 % rømt oppdrettslaks i skjellprøvemateriale fra sportsfiskefangster i årene 1999-2001, Urdal 1999, 2000 og 2001). I flere år har Høyanger Jakt- og Fiskelag aktivt fanget og avlivet oppdrettslaks i tiden før gyting.

Oppdrettslaks er i eksperimentelle studier funnet å være konkurransemessig og reproduktivt underlegen den ville laksen og oppnådde mindre enn en tredjedel av gytesuksessen til den ville fisken (Fleming med flere 2000, McGinnity med flere 2003). Denne underlegenheten var mer tydelig hos oppdrettshannene enn hos hunnene og var avhengig av fiskens størrelse. Store hunner hadde best gytesuksess. Den reproduktive suksessen i et gjennomsnittlig livsløp hos oppdrettslaks ble funnet å være 16 % av villaksenes suksess. Resultatene tydet imidlertid på at årlige invasjon av rømt oppdrettslaks kan redusere produktiviteten, ødelegge lokale tilpasninger og redusere det genetiske mangfoldet i de ville bestandene.

Det eksisterende kunnskapsgrunnlaget er ikke tilstrekkelig for å kvantifisere effekten av rømt oppdrettslaks på gyteplassene i Daleelva. Det er imidlertid all grunn til å tro at oppdrettslaks årlig gyter side om side med villaks i Daleelva, og at avkom av denne fisken vokser opp i elva. I likhet med mange andre norske vassdrag er oppdrettslaksene i Daleelva forholdsvis stor, og er oftest i størrelsesgruppen 3-7 kg (mellomlaks). Dette kan føre til at store hanner av oppdrettslaks i kraft av sin størrelse utkonkurrerer mindre, ville hanner, og at eggene fra ville hunnlaks blir befruktet av rømt oppdrettslaks.

Sjøaure

Sjøaure oppholder seg hovedsakelig i fjordområdene innenfor en avstand på ca 100 km fra elva de stammer fra (Jensen 1968, Nordeng 1977, Jonsson 1985, Berg og Berg 1987, Lund og Hansen 1992, Møkkelgjerd med flere 1993, Johnsen og Jensen 1999). Lokale variasjoner i nærings- og temperaturforhold har derfor trolig større betydning for sjøveksten hos sjøaure enn hos laks. Infeksjonsgraden av lakselus i sjøen er ellers en viktig faktor for overlevelsen hos sjøaure i områder med betydelig oppdrettsvirksomhet der lus oppformerer i anleggene.

Registreringene av sjøaure på høsten like før gyting i perioden 2003-2008 viser at gytebestandene har vært relativt tallrike (tellingene har vist mellom 75 og 325 større aurer). Bestandsstørrelsen tilsier at oppbyggingstiltak etter den kraftige reduksjonen i 1990-årene til en viss grad synes å ha virket. Oppbyggingstiltakene har bestått i tilrettelegging av sideløp som oppvekstområder for aureunger, i første rekke utlegging av kalkgrus og utplassering av rogn, innføring av sesongkvoter i aurefisket fra og med 2003 (150 kg) og fiskestans i perioden 1998-2002. Resultatene tyder på at disse tiltakene har bidratt til å opprettholde en forholdsvis livskraftig bestand av sjøaure i Daleelva.

Som følge av det kvotebegrensete fisket etter sjøaure og at en del fiskere frivillig setter ut fanget sjøaure, foreligger det bare et begrenset materiale i form av skjellprøver som kan belyse livshistorien til sjøauren i Daleelva. Materialet kan allikevel gi informasjon om noen trekk i bestanden. Ut fra foreliggende materiale ser sjøauren i Daleelva ut til å ha en moderat god tilvekst i sjøen sammenliknet med sjøaure fra andre norske vassdrag (Jakobsen med flere 1992). Sammenliknet med sjøauren i Eira, som også ligger i et fjordområde på Vestlandet, vokser sjøauren i Daleelva noe bedre (Jensen med flere 2003).

Ut fra alderstruktur i ungfiskbestanden og analyser av skjell fra sjøaure oppholder de fleste aurene seg 3-4 år i Daleelva før de smoltifiserer og vandrer i sjøen. Sjøaurens smoltalder er oftest mer enn 4 år nord for Saltfjellet (L'Abée-Lund med flere 1989). I de fleste vassdrag mellom Saltfjellet og Hardangerfjorden er den mellom 3 og 4 år, med avtakende alder sørover. I Rogaland, Agder og ved Oslofjorden er sjøaurens smoltalder omkring 2 år (L'Abée-Lund med flere 1989). Sjøauren i Daleelva smoltifiserer dermed ved en alder som er vanlig for området, noe som også tilsier at vekstforholdene i vassdraget er innenfor det som er normalt for regionen.

5.3 Registrering av gytefisk

Registreringen av gytefisk om høsten i perioden 2003-2008 har vært utført med samme metodikk hvert år. Det har vært gjennomført en kombinasjon av drivtelling (to personer) og samtidig telling fra land. Ved bruk av flere observatører er det mulig at samme fisk blir telt flere enn en gang. Det antas at overestimering av bestanden er liten som følge av en slik årsak da observasjonene kontinuerlig ble vurdert av observatørene med henhold til fiskestørrelse og art, stedet fisken ble observert og fiskens forflytninger under observasjonen. Det var klart vann og gunstige observasjonsforhold under registreringen alle tre årene og dykkerne kunne til sammen kontrollere hele elvetverrsnittet og hele dybdeintervallet fra overflate til elvebunn. De fleste laksene så vel som sjøaurene ble alle årene observert i hølene. Tellingen ble alle årene gjennomført like i forkant av gyteperioden for laks og sjøaure og på vannføringer som var svært lik.

Drivtelling er anvendt i en rekke elver og metoden fungerer best der elvevannet er klart (Sætem 1995). Metoden er testet mot estimat ved bruk av merking-gjenfangst i nordamerikanske elver, og konklusjonene er at metoden vurderes å være pålitelig (Zubik og Fraley 1988, Slaney og Martin 1987). Etter gjentatte observasjoner av storaure og laks i elver i Telemark, kom Heggenes og Dokk (1995) til den samme konklusjonen. Etter drivtelling i et stort antall elver på Vestlandet konkluderte Hellen med flere (2001) at de fleste fiskene står på områder der de vil bli oppdaget dersom en følger hovedstrømmen nedover elva. Under gytefisketellingene i Daleelva var det få fisk som vandret nedstrøms ved forstyrrelse fra observatørene. Ved forstyrrelse fra dykkerne vandret vanligvis fisken oppstrøms. Denne metoden må derfor anses å gi et minimumsantall for antall gytefisk i elva.

Det synes å ha vært en klart avtakende trend i mengden gytende laks og sjøaure i perioden 2003-2008. Hos laks har den største nedgangen i mengden gytefisk skjedd mellom 2006 og 2007, fra 173 registrerte gytelaks i 2006 til 34 registrerte gytelaks i 2007. Dette tilsvarer en reduksjon på om lag 80 %. Tilsvarende er den største reduksjonen hos sjøaure registrert mellom 2003 og 2004, fra 325 registrerte gytefisk i 2006 til 160 registrerte gytefisk i 2007, noe som tilsvarer en reduksjon på om lag 50 %. Gytefiskregistreringene i perioden 2006-2008 tyder på en relativ tetthet på 7-39 laks og 24-37 sjøaurer per kilometer elv. Ved en tilsvarende registrering høsten 2000 (Hellen med flere 2001) ble det funnet 24 laks og 25 sjøaure per kilometer elvestrekning.

I en sammenstilling av registreringer av gytebestander i ti vassdrag fra Sogn og Fjordane for perioden 1985-1994, ble det konkludert med at mengden laks var om lag det halve sammenlignet med mengden for 25-30 år siden (Sættem 1995). I denne undersøkelsen ble det også funnet at de fleste fiskene av begge arter var lokalisert til den øvre delen av lakseførende strekning. I vår undersøkelse i Daleelva var både smålaks og større laks fordelt på alle deler av vassdraget i 2003, mens en større andel av laksene ble observert i øvre halvdel av vassdraget i 2004 og 2005. Dette til tross for at det er større tilgang på antatt egnet gytesubstrat i nedre halvdel av vassdraget. Store sjøaurer (større enn om lag 1 kg) ble observert i alle deler av vassdraget like før gyting, mens de fleste små aurer ble observert i nedre del av vassdraget.

5.4 Ungfiskundersøkelser

De store flommene med påfølgende opprenskninger og nye sikringsarbeider har medført endringer på flere av våre ungfiskstasjoner i løpet av undersøkelsesperioden. For eksempel var det en storflom 14. og 15. september 2005, som var om lag tre uker før gjennomføring av ungfiskundersøkelsene dette året. Det var også betydelige flommer både i september 2003 og i september 2004 i forkant av ungfiskundersøkelsene disse årene. Dette kan ha påvirket resultatene i noen grad, både indirekte ved endring av bunn- og strømforhold på stasjonene, og direkte ved at fisk kan ha blitt drept eller transportert nedstrøms som følge av flommen.

Fisketetthet i hovedelva

De midlere tettheter av årsyngel hos begge arter har vært svært lave i hele perioden 2003-2008. Tetthetene av årsyngel har enkelte år vært uforholdsmessig lave sammenliknet med mengden eldre ungfisk i påfølgende år. Dette indikerer at metodiske forhold har virket inn på resultatene. Generelt sett er det lavere fangbarhet på små ungfisk enn eldre ungfisk (Bohlin med flere 1989), noe som vil være spesielt utslagsgivende i vassdrag med lav ledningsevne. I april 2003 og april 2004 ble ledningsevnen i Daleelva målt til 11-12 $\mu\text{S}/\text{cm}$, noe som er langt under nedre grense for hva som regnes som gunstige for elektrofiske (30 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Det er følgelig grunn til å anta at tettheten av årsyngel har blitt underestimert i ungfiskundersøkelsene.

Et annet forhold som kan ha påvirket resultatene er at årsyngel av laks og aure ofte er mer klumpvis fordelt enn eldre ungfisk. Hos laks er det tidligere vist at årsyngel sprer seg lite i løpet av den første sommeren (Johnsen og Hvidsten 2002). Plassering av ungfiskstasjoner i forhold til gytegrøpene som ble etablert høsten i forkant vil derfor kunne gi store utslag på den relative tetthet som blir estimert under elektrofiske. Et tredje forhold som gjør bestandsestimater av årsyngel vanskelig, er at årsyngel nær bunnsubstratet lettere overses enn større ungfisk i øvre deler av vannkolonnen. Under elektrofiske vil det derfor lett skje en ubevisst seleksjon av stor fisk som flyter opp på bekostning av små yngel nede på elvebunnen. Samlet sett kan disse forholdene gjøre at man får et fortegnet bilde av den relative årsklassestyrken.

Når det gjelder forekomsten av årsyngel i tidligere år foreligger det tetthetsestimater fra seks av våre stasjoner i hovedelva i 1998 (Urdal og Hellen 1999) og 2000 (Hellen med flere 2001). I 1998 ble det fanget til sammen fem årsyngel av laks fordelt på tre stasjoner. I 2000 ble det fanget to årsyngel av laks på én av disse stasjonene. I 2003 og 2004 ble det fanget årsyngel av laks på fem av de seks stasjonene (ikke på den øverste), mens det i 2005 ble funnet årsyngel av laks på

halvparten av stasjonene. Midlere tetthet av årsyngel av laks var svært lav i 1998 og 2000 (0,3-0,8 yngel per 100 m²) og fortsatt lav i årene 2003-2008. Det kan likevel synes som at det har vært en viss økning i yngeltetthet i perioden etter 2005 (**tabell 13**).

Tabell 13. Sammenlikning av tetthet (antall per 100 m²) av årsyngel av laks på seks stasjoner i Daleelva i 1998 (Urdal og Hellen 1999), 2000 (Hellen med flere 2001) og i perioden 2003-2008.

Stasjon	1998	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1	2,0	0	3,2	9,7	0,8	1,3	12,2	4,6
4	1,0	0	1,6	1,4	13,6	6,0	3,3	22,1
6	0	2,0	4,8	3,4	0	8,3	0	0
8	2,0	0	3,7	1,3	0	0	0	9,3
10	0	0	0,9	3,8	0,4	12,0	6,7	0
11	0	0	0	0	0	0	30,1	0
Snitt	0,8	0,3	2,4	3,3	2,5	4,6	8,7	6,0

På de seks stasjonene som har vært undersøkt siden 1998 har gjennomsnittlig tetthet av eldre laksunger variert mellom 9 (2007) og 28 (2008) individer per 100 m² (**tabell 14**). Dette er lave tettheter sammenliknet med andre laksevassdrag, der midlere tettheter av eldre laksunger ofte ligger i størrelsesorden 30-50 individer per 100 m² (Bremset og Berg 1997). Det er trolig flere årsaker til de lave tetthetene av laksunger. I tillegg til negativ påvirkning fra kraftutbygging (se nedenfor) er det grunn til å anta at dårlig vannkvalitet over tid har utarmet den lokale laksebestanden (se avsnitt 5.5.). De omfattende fysiske inngrepene i form av kanalisering, elveforbygning, terskelbygging og graving i elveleiet (se diskusjon i Bremset med flere 2008) har trolig også bidratt til økt dødelighet hos laks i egg-, yngel- og parrstadiet.

Tabell 14. Tetthet (antall per 100 m²) av eldre laksunger på seks stasjoner i Daleelva i 1998 (Urdal og Hellen 1999), 2000 (Hellen med flere 2001), og i perioden 2003-2008.

Stasjon	1998	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1	13,9	7,4	22,9	38,3	19,3	15,1	7,1	9,8
4	8,0	8,1	45,8	33,5	21,4	20,0	10,1	73,4
6	22,0	13,9	10,4	24,4	39,5	21,6	5,5	29,7
8	8,7	10,2	17,4	15,7	16,7	11,1	8,1	9,8
10	0,7	1,0	6,0	10,9	17,7	12,0	16,2	12,6
11	4,1	0	5,3	3,3	0	0	6,8	31,8
Snitt	12,5	6,8	18,0	21,0	19,1	13,3	9,0	27,9

Det er vanskelig å isolere reguleringseffektene fra de øvrige bestandsreduserende faktorer som påvirker fiskebestandene i Daleelva. Erfaringer fra andre regulerte vassdrag tilsier imidlertid at dagens reguleringsregime er negativt for fiskeproduksjonen i Daleelva. Tørrlegging av elveareal med påfølgende stranding av ungfisk som følge av raske vannstandsendringer er viktige, negative påvirkningsfaktorer. Eksempelvis var det i september 2004 utfall av den ene maskinen (06.09.04) og begge maskiner (24.09.04) i K2-kraftverket. Mye vann fra restfeltet reduserte trolig tapet av ungfisk ved den siste anledningen. Den 16. august 2005 ble det også registrert stranding av ungfisk i Daleelva som følge av et teknisk uhell som medførte driftsstans i kraftstasjon K2 (Svein Arne Forfod, personlig meddelelse).

Et vanlig trekk ved regulerte vassdrag er at tapping av vann fra høytliggende magasiner fører til endringer i vanntemperaturen i elva nedstrøms kraftverksutløpet. Slike temperaturendringer kan påvirke viktige produksjonsfaktorer som utviklingshastighet hos fiskeegg, klekketidspunkt for eggene og ungfiskens tilvekst og næringsgrunnlag. Vanninntaket for K2 er plassert forholdsvis grunt i Roesvatnet. Dette innebærer at Daleelva har et liknende temperaturregime som før vassdraget ble utbygd.

Det er også kjent at kraftige flommer kan føre til dødelighet på yngelstadiet (Jensen og Johnsen 1999). I de senere år har forekommet flere større regnflommer i Daleelva; i september 2003 var vannføringen mellom 180 og 200 m³/s, i september 2004 ble det registrert 135-140 m³/s, og i september 2005 var vannføringen 180-200 m³/s. Straks etter flommen i 2005 ble det påbegynt et omfattende arbeid der skader på tersklene og annet opprenskingsarbeid ble utført. Dette medførte at elvevannet som følge av anleggsarbeidet var svært grumsete over en periode på flere måneder. Det er vanskelig å vurdere om disse flommene kan ha forårsaket ekstraordinær dødelighet i ungfiskstadiet, i og med at det ikke foreligger data fra perioden før vassdraget ble bygd ut.

I april 1997 ble det samlet inn materiale fra 14 gytegroper som alle var gytt av aure (Åtland med flere 1998a). Lavest overlevelse ble funnet på eggstadiet (32 %), mens det var bedre overlevelse på øyerogn (62 %) og plommesekkstadiet (72 %). Av totalt antall embryo innsamlet var 63 % levende. Denne overlevelseshesprosenten er noe i underkant av hva en normalt kan forvente. En medvirkende årsak til dette resultatet var trolig at det ble observert mye organisk materiale i to av gropene med høyest eggdødelighet. Utelates disse to gropene fra beregningene øker den totale overlevelseshesprosenten for alle livsstadier fra 63 % til 87 %. Det syntes derfor ikke som om uheldige vannkjemiske forhold i form av lav pH hadde medført overdødelighet på egg i Daleelva (Åtland med flere 1998a). En overlevelse på 87 % fra egg til plommeseckkyngel er i samme størrelsesorden som det som regnes som vanlig i naturlige elvesystem (Gibson 1997, Klemetsen med flere 2003).

I undersøkelsesperioden har tetthetene av årsyngel av aure jevnt over vært lave, noe som også ble registrert under tilsvarende undersøkelser i 1998 og 2000 (Urdal og Hellen 1999, Hellen med flere 2001). Selv om noe av resultatet kan skyldes metodiske begrensninger og tilfeldigheter knyttet til klumpvis fordeling av årsyngel (se ovenfor), er det indikasjon på at rekrutteringen hos aure de fleste år er forholdsvis dårlig. Dette helhetsinntrykket styrkes av registreringene av eldre ungfisk av aure. I perioden etter 1997 har midlere tetthet av aureparr variert mellom 5,5 og 18,6 individ per 100 m² (se **tabell 15**). Tettheten av aureparr var spesielt lav i 2006 og 2007, med de laveste verdiene som er påvist i Daleelva i den aktuelle perioden. De lave tetthetene av aureparr er i stor grad en funksjon av reduserte gytebestander av sjøaure de siste årene.

Tabell 15. Tetthet (antall per 100 m²) av eldre aureunger på seks stasjoner i Daleelva i 1998 (Urdal og Hellen 1999), 2000 (Hellen med flere 2001), og i perioden 2003-2008.

Stasjon	1998	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1	9,2	2,0	3,6	14,2	5,1	4,0	10,1	3,9
4	35,5	21,3	7,1	8,8	21,4	0	4,7	14,8
6	10,2	12,0	0	10,7	19,0	0,9	2,4	7,1
8	8,0	2,0	24,4	17,0	20,8	2,2	0	13,4
10	32,6	17,4	2,0	11,7	11,8	10,0	4,7	20,0
11	17,8	28,4	11,5	4,8	22,6	19,0	11,1	6,3
Snitt	18,6	13,9	8,1	11,2	16,8	6,0	5,5	10,9

Fisketetthet i sidebekkene

Generelt sett har det blitt funnet svært lite årsyngel av laks i sidebekkene i undersøkelsesperioden. Ut fra den klumpvise fordelingen av årsyngel rundt gytegrøpene og lav spredningsevne den første sommeren (Johnsen og Hvidsten 2002), er det rimelig å anta at sidebekkene vanligvis ikke brukes som gyteområder for laks. Funn av eldre laksunger og utsatt laks i noen av sidebekkene tyder imidlertid på at laksunger kan vandre inn fra hovedelva, og bruke disse bekkene som oppvekstområder i deler av parrstadiet. Følgelig synes sidebekkene å ha en viss positiv betydning for lakseproduksjonen i Daleelva.

Sidebekkene synes å ha en vesentlig større betydning for aure enn for laks. Dette er i overensstemmelse med tidligere undersøkelser i skandinaviske vassdrag, som viser en tendens til at laks dominerer tallmessig i hovedstrengen mens aure dominerer i sidebekkene (Karlström 1977, Bremset og Heggenes 2001). Årsyngel av aure ble med få unntak funnet i samtlige sidebekker i hele undersøkelsesperioden. Tettheten av 0+ varierte fra lav til middels høy, mens tettheten av eldre aureunger jevnt over var noe høyere enn for 0+. Resultatene viser at sidebekkene er viktige gyte- og oppvekstområder for aure. Selv om produksjonsarealet i sidebekkene er beskjedent (om lag 14 % i forhold til i hovedelva), vil sidebekkene likevel bidra med en betydelig del av smoltproduksjonen av aure.

Alderssammensetning og årsklassestyrke

Ungfiskundersøkelsene som har vært gjennomført i Daleelva siden 1998 viser at det er store variasjoner i årsklassestyrke hos laks. Undersøkelsene i 1998 viste en klar tallmessig dominans av toåringer (Urdal og Hellen 1999). I undersøkelsene som ble utført to år senere var to- og treårige laksunger mest tallrike, med toåringer som den dominerende årsklassen (Hellen med flere 2001). Tilsvarende var toåringer den klart dominerende årsklassen av laks i 2003. Denne årsklassen var fremdeles sterk i 2004, da treårs laksunger utgjorde hele 41 % av fangstene.

De varierende årsklassestyrkene i ungfiskbestandene gjenspeiles også i innsiget av voksen laks. I 2005 var det en spesielt sterk årsklasse med énsjøvinter, fulgt av et godt innsig av tosjøvinter laks i 2006 og tresjøvinter laks i 2007. Alle disse laksene vandret følgelig ut som smolt våren 2004. Gitt at en god del laksesmolt vandrer ut som treåringer i Daleelva (klekket våren 2001), tyder dette på at 2001-årsklassen av laks var spesielt sterk. Dette stemmer godt med det høye innslaget av toåringer i 2003 og det påfølgende høye innslaget av treåringer i 2004.

Av nyere årsklasser synes 2004-årgangen av laksunger, det vil si laksyngel klekket våren 2004, å være spesielt sterk. I 2006 var toåringer den dominerende årsklassen, og tilsvarende var det mange treåringer i 2007. Det var også et brukbart innslag med fireåringer i 2008. Basert på bestanden av laksunger i Daleelva skulle det tilsi brukbare smoltutganger vårene 2007 og 2008. Det ble også observert vesentlig mer smålaks høsten 2008 enn høsten 2007 (henholdsvis 37 og 4 individer), noe som understøtter antakelsen om at smoltutgangen våren 2007 var større enn våren 2006.

Vekst

Vanntemperatur og næringstilgang er de faktorer som har størst betydning for fiskens vekst (Brett med flere 1969, Elliot 1975). Daleelva domineres av vann fra kraftverket K2 som har vanninntak i Roesvatnet (ligger 627 moh). På grunn av høyden over havet kan vanntemperaturen i deler av sommerhalvåret være lav. I og med at vanninntaket til kraftverkstunellen ligger svært nær overflata i Roesvatnet, vil vanntemperaturene være i samme område som det ville vært uten noen regulering i vassdraget (Johnsen med flere 2005). I 2003 og 2004 ble det notert sommertemperaturer på henholdsvis 14,8 °C og 16,9 °C i hovedelva nedenfor kraftverket. Dette gir vekstforhold for ungfisk og en smoltalder som er innenfor det som er normalt for regionen. Skjellprøveanalyser fra årene 2003-2005 viste en gjennomsnittlig smoltalder som varierte fra 2,7 til 3,2 år for laks og fra 3,0 til 3,5 for sjøaure.

Det var stor variasjon i størrelsen på aureungene i de ulike sidebekkene og innenfor sidebekkene i ulike år, noe som tilsier at fiskunger produsert i de ulike bekkene kan ha svært forskjellig smoltalder. Variasjonen kan skyldes forhold som vekslende vannføring og vanntemperatur. Eksempelvis var gjennomsnittslengden for årsyngel av aure i Siplo vesentlig lavere i 2004 (56 mm) enn i de øvrige årene, noe som kan ha vært en følge av liten vannføring og ugunstig høy vanntemperatur i betydelige deler av vekstsesongen i 2004. Under lav vannføring kan vannet i denne elva forsvinne i det grove substrat i flere partier av elva for så å komme fram i områder lenger ned.

5.5 Aluminium på gjellelev hos presmolt laks

Aluminiumsverdiene på gjellelev fra laksunger fanget i Daleelva våren 2008 var gjennomgående svært høye (Bremset med flere 2008). Tilsvarende prøver våren 2009 viste fremdeles høye aluminiumsverdier, selv om nivået omtrent var halvert sammenliknet med foregående år. Våren 2009 varierte gjennomsnittsverdiene på ni stasjoner mellom 95 og 197 µg per gram analysert gjellelev, og enkeltfisker hadde aluminiumsverdier opp i 261 µg. Nyere studier har vist at selv forholdsvis lavt innhold av aluminium i elvevann kan påvirke vekst og overlevelse hos utvandrende laksefisk (Kroglund og Finstad 2003, Kroglund med flere 2007). Forsker Hans-Christian Teien ved UMB har i elektronisk brev av 11.06.08 gjort følgende betraktninger omkring resultatene fra Daleelva:

Målte konsentrasjoner av aluminium i gjeller på fisk er høye. Konsentrasjoner lavere enn 10 µg/g gjelle er konsentrasjoner for fisk som ikke er eksponert for aluminium (i ikke forsurede vassdrag). Erfaringer fra forsøk med laksesmolt har vist at ved konsentrasjoner tilsvarende 20-50 µg/g gjelle påvirker aluminium Na-K-ATPase aktiviteten, mer enn 50 µg/g påvirker ionereguleringen, og ved konsentrasjoner over 400 µg/g begynner dødelighet å inntreffe.

Målingene som ble gjort våren 2009 viser at alle de 51 undersøkte laksungene hadde gjelleverdier av aluminium som oversteg 50 µg/g, noe som betyr at ionereguleringen til disse fiskene var påvirket av aluminium. Mens det våren 2008 ble funnet dødelige konsentrasjoner av aluminium på 24 % av de undersøkte laksungene, var det ingen av de undersøkte laksungene som hadde slike konsentrasjoner våren 2009. I et eksperiment i elva Imsa i Rogaland fant Kroglund med flere (2007) at laksesmolt som hadde vært utsatt for forhøyete aluminiumsverdier hadde 20-50 % lavere tilbakevandringsrate sammenliknet med kontrollgruppa. Konklusjonen fra dette studiet var at selv moderat forsurete vassdrag med innhold av 5-15 µg labilt aluminium per liter elvevann kan forårsake betydelig redusert tilbakevandring av laks.

Målinger av aluminium på gjellelev fra 20 laksunger fanget i Daleelva våren 2004 viste gjennomsnittlige konsentrasjoner på 169 µg/g, med variasjoner mellom 90 og 498 µg/g (Lund med flere 2004). Tilsvarende målinger våren 2005 viste gjennomsnittlige verdier på 147 µg/g, og variasjoner mellom 70 og 238 µg/g (Lund med flere 2005). Målingene i 2008 viser følgelig vesentlig høyere verdier enn i tidligere undersøkte år, og tyder på at det har skjedd en merkbar forverring i forsureningssituasjonen for laks og sjøaure i Daleelva. Denne negative utviklingen tilsier at det er nødvendig å iverksette mer omfattende overvåkning av forsureningssituasjonen i nedbørsfeltet til Daleelva (se nedenfor).

Vannkvaliteten i Daleelva befinner seg på grensen av det som er levelig for laks (Lund med flere 2006a). I 1996 ble det observert fiskedød i vassdraget som følge av forsurening. Selv om det i senere år er gjennomført en betydelig innsats fra lokalt hold når det gjelder kalkingstiltak, tyder undersøkelsene de siste årene på at vassdraget fortsatt er forsuret. Ut fra nyere kunnskap (Kroglund med flere 2007) og årets funn av høye aluminiumsverdier på gjellelev hos laksunger, synes det klart at forsurening er en vesentlig bestandsreduserende faktor i Daleelva. Selv om det i senere år ikke har vært observert dødelighet på laksunger i Daleelva som følge av forsurening, kan skadene på bestanden være lite synlige. Eksempelvis kan forsureningen gi økt dødelighet i tidlige livsstadier (egg, larver og yngel) eller gi høy dødelighet på utvandrende smolt. Slik dødelighet vil være vanskelig å oppdage og skjelve fra naturlig dødelighet, som er spesielt høy i de tidligste livsstadier der det er en betydelig tetthetsavhengig dødelighet (Einum og Nislow 2005).

Forsuring kan også medføre mer indirekte effekter som økt feilvandring og redusert tilbakevandring. Dette er kjent fra vassdrag som kalkes på Sørlandet, og der kalkingen som gjennomføres ikke er tilstrekkelig (Johnsen 2003). Feilvandring er uheldig fordi den fører til et netto tap for den lokale stammen. I tillegg vil feilvandrende laks påvirke laksestammene i elvene som er utsatt for feilvandring. Ytterligere kalkingstiltak bør iverksettes for å sikre og styrke fiskebestandene i Daleelva. Det foreligger allerede en kalkingsplan for vassdraget, men fullkalking av Daleelva har foreløpig ikke vært prioritert i nasjonale handlingsplaner for kalking (Roy Langåker, Direktoratet for naturforvaltning, personlig meddelelse).

5.6 Bunndyrundersøkelser

Undersøkelsene viser svært lave tettheter av bunndyr i Daleelva, og forekomstene av de ulike artene var svært mye lavere enn forventet. Forventet antall bunndyr per prøveminutt i vestlandske elver bør være mellom 200 og 500 dyr. Antall bunndyr i prøvene fra Daleelva lå mellom 10 og 150, i gjennomsnitt 67 individer per minutt. Dette er nøyaktig det samme gjennomsnittet som i prøvene fra 2006-2007. Daleelva faller sannsynligvis inn under kategorien sterkt modifisert vannforekomst (SMVF) i EUs vanndirektiv på grunn av regulering og forbygging. Den femdelte skalaen for økologisk tilstand kan derfor kun brukes som en indikasjon. Kalibreringsarbeidet for skalaen er ikke avsluttet. Den økologiske tilstanden vurderes foreløpig å ligge mellom moderat og dårlig, på grunn av både lavt arts mangfold og lave tettheter.

En nærliggende forklaring på lavt arts mangfold og lav bunndyrtetthet er forsurening. Mange av de viktigste bunndyrartene er sensitive for forsurening, og opptrer i lave antall. Akkumulering av aluminium er blant annet en av mekanismene som øker dødeligheten av arter og forekomster (Raddum og Fjellheim 1990, Wren 1991, Herrmann 2001). I tillegg til forsuringproblemet er Daleelva jevnlig usatt for store flommer. Fiskebiologiske undersøkelser konkluderer vanligvis med at lav minstevannføring i et regulert vassdrag er negativt, men det kan vise seg at ekstremflommer kan være en like stor utfordring for både fisk og bunndyr.

Utslipet i sideelva Siploelva (Hålandselva) kan ha forårsaket miljøeffekter, men det er ikke mulig å konkludere ut fra bare en etterprøve. Arts mangfoldet og antall per art og gruppe var svært lavt. Den forsuringfølsomme *Baetis rhodani* manglet fullstendig. Siploelva er gjennomgående den sureste greina av Dalevassdraget.

De foruroligende lave bunndyrtetthetene som hittil er registrert bør fortsatt følges opp med overvåkingsundersøkelser. Daleelva er forbygd og nærmest kanalisert gjennom det meste av elveløpet fra kraftverket til sjøen. Dermed er bufferevnen mot høye vannføringer og flom sterkt redusert. Dette har tvunget fram en stadig høyere forbygning ned mot sentrum som nå skal kunne stå imot flommer på flere hundre m³/sek. Bunns substratet er tilsvarende utsatt under slike forhold og vannhastigheter.

Biotopforholdene for bunndyr er direkte overførbare til fisk. Ernæringsforholdene for fiskunger er avgjørende for produksjonen av utgående smolt. De ulike bunndyrartene klekker og vokser til ulike tider gjennom året, og et variert arts mangfold med naturlig høye forekomster tilbyr dermed stabil mattilgang av ulik størrelse og fangbarhet for fisken. Dette er viktig for alle størrelser av yngel. Langtidsserier av biologiske prøver er fåtallige, men framheves i strategidokumenter som særdeles verdifulle. Overvåkingen av Daleelva kan inngå som et unikt klimaovervåkingsprosjekt av en organismegruppe som er prioritert i EUs Vanndirektiv.

Mye tyder på at unormalt store flommer har opptrådt oftere de senere årene på Vestlandet. Gunnar Raddum ved Universitetet i Bergen antyder at slikt katastrofedriv kan være økende i antall og størrelse på Vestlandet, og er sannsynligvis en sekundæreffekt av klimaendringer. Slike flommer kan røre om elvesubstratet ned til halvmeters dyp, skylle ut organisk materiale og forårsake katastrofeliknende fall i populasjoner av bunndyr. De negative virkningene av store flommer er kjent fra flere studier, blant annet USA og Spania (Hilsenhoff 1996, Gibbins med flere 2007).

Transporten av sand og utvaskingen av organisk materiale er sammen med vannføringen i seg selv de viktigste negative faktorene ved store flommer. Sannsynligvis vil slike flommer også gjøre forholdene temporært svært vanskelige for fisk og yngel. I og med at det gjøres mye for å opprettholde en bærekraftig fiskebestand i Daleelva er det interessant å følge med bunndyrbestandene og deres potensial som matkilde for fisk. Særlig interessant er langtidstudier av rekolonisering etter disse flommene. Det finnes få data fra tidligere undersøkelser i Daleelva, så det er vanskelig å si om forholdene har forverret seg (Hellen med flere 2001, Urdal og Hellen 2001).

Artsantallet som ble registrert er lavere enn i forrige undersøkelsesperiode, men antall prøver er samtidig færre. Resultatene viser at rekolonisering av bunndyr fra småbekker og øvre deler av vassdraget er svært viktig for opprettholdelse og gjenvækst av bunndyrmangfold etter katastrofe-

flommer. Elvestrengene er kortere, brattere og har dermed færre biotoper enn lengre og slakere vassdrag. I og med lave artsantall er økosystemene i vestlandselver mer sårbare for påvirkninger. Tap av arter vil ha større konsekvenser jo færre arter og lavere individantall som finnes i utgangspunktet.

En fortsettelse av undersøkelsene med prøver annenhver uke vil være svært verdifullt for å fange opp konsekvensene av et problem som kan bli økende i årene framover. Bunndyrundersøkelsene vil kunne fungere som referanse for hvordan forbyggingsarbeid og nytt vannføringsregime i samband med nytt kraftverksprosjekt i Daleelva vil virke inn på det biologiske mangfoldet og grunnlaget for fiskeproduksjonen. Undersøkelsene kan generelt gi innspill til hvordan en bør forvalte reguleringer, kraftverkskjøringer og elveforbygninger for å optimalisere fiskeproduksjon og motvirke tap av biologisk mangfold. Overvåking bør derfor gjennomføres over flere år for å fange opp hvordan svingninger i utbredelse og forekomst av arter følger vannføringsregimer og bestandsutvikling hos elvelevende fisk.

Det arbeides med å få satt sammen en prosjektgruppe for studier av tersklene i elva, med sikte på å optimalisere utformingen av disse for stabilisering av elvebunnen, produksjon av ungfisk og utøving av fiske i vassdraget, korrelert med nytt vannføringsregime for elva. En vil med videreføring av bunndyrundersøkelsene få et unikt sett av opplysninger fra Daleelva som vil kunne fungere som bakgrunnsreferanse for habitattiltak og skjøtsel. Overføringsverdien mot andre sterkt regulerte og forsuringspåvirka vassdrag vil være stor.

6 Konklusjoner

- Fangsten av laks i Daleelva lå på et lavt nivå på 1970-tallet, men har siden den gang økt jevnt. Fangstøkningen etter årtusenskiftet skyldes først og fremst et økt antall utsatt laks og rømt oppdrettslaks.
- Laksens gjennomsnittsvekt i sportsfiskefangstene i perioden 1970-2008 har vært økende. Dette har primært sammenheng med at andelen smålaks har avtatt i fangstene. I tillegg har en økende andel oppdrettslaks i fangstene bidratt til høyere gjennomsnittsvekt.
- Fangsten av sjøaure har avtatt siden første del av 1970-tallet og var svært lav også i perioden 2003-2008. Man har sett en liknende utvikling i andre sjøaurebestander i Sognefjorden.
- Ungfiskundersøkelser i perioden etter 1990 tyder på sviktende rekruttering hos både laks og aure i flere av de undersøkte årene. Effekter av forsuring kan trolig forklare mye av denne rekrutteringssvikten.
- Sidebekker er viktige oppvekstområder for sjøaure og bidrar med en betydelig andel av smoltproduksjonen.
- Utsatt laks har gjennom hele undersøkelsesperioden utgjort en betydelig del av laksebestanden i Daleelva.
- Størrelsen på utsatte laksunger og lav forekomst av utsatte fiskunger fra tidligere år, tyder på at laks går ut av vassdraget som ettårs smolt våren etter at den er utsatt.
- Bunndyrundersøkelsene i perioden 2008-2009 viste få forsuringssensitive arter og svært lave tettheter av bunndyr i Daleelva. De lave tetthetene skyldes trolig en kombinasjon av forsuring og store flommer.
- Tidligere vannanalyser og undersøkelser av gjellelev hos laksunger fanget vårene 2008 og 2009 viser kraftig forsuringspåvirkning på ungfisk. Omfattende kalkingstiltak bør derfor iverksettes i vassdraget.
- Gyteforholdene for laks i øvre halvdel av vassdraget er begrenset, og tettheten av laksunger i dette området er lavt.
- Med basis i nåværende status for laksebestanden anbefales det utsetting av ettårs lakse-smolt istedenfor énsomrige laksunger om høsten.
- For å hindre at uttak av stamfisk reduserer naturlig gyting hos laks i vassdraget, bør det etableres en levende genbank med en beholdning av stamfisk. Stamfiskbeholdningen kan være i en nasjonal genbank eller som en del av et lokalt kultiveringsanlegg.

7 Referanser

- Anonym 1970a. Norges Offisielle Statistikk: Laks- og sjøaurefiske i elvane 1876-1968. – Statistisk sentralbyrå, Oslo, 73 sider.
- Anonym 1970b. Norges Offisielle Statistikk: Laks- og sjøaurefiske 1969. – Statistisk Sentralbyrå, Oslo, 47 sider.
- Anonym 1973. Hydrologi/hydrologiske beregninger vedr. Daleelven og Gautesdalsoverføringen. - A/S Årdal og Sunndal verk. – Beregninger nr. 62, 13 sider.
- Anonym 1996. Report of the Working Group on North Atlantic Salmon. – ICES CM 1996/Assess: 11 sider.
- Anonym 2004. Vannundersøkelse: Visuell telling av laks, sjørørret og sjørøye. – Norges Standardiseringsforbund, Oslo, 12 sider.
- Arnekleiv, J.V. 1985. Seasonal variability in diversity and species richness of ephemeropteran and plecopteran communities in a boreal stream. – Fauna Norvegica Serie B 32, 1-6.
- Arnekleiv, J.V., Kjærstad, G., Rønning, L. og Koksvik, J. 2001. Fisk, bunndyr og minstevannføring i elvene Tevla, Torsbjørka og Dalåa, Meråker kommune. – Vitenskapsmuseet, Rapport i Zoologisk Serie 2001-5, 90 sider.
- Arnekleiv, J.V., Koksvik, J.I., Hvidsten, N.A. og Jensen, A.J. 1994. Virkninger av Bratsbergreguleringen (Bratsberg kraftverk) på bunndyr og fisk i Nidelva, Trondheim (1982-1986). – Rapport Zoologisk serie 1994-7, Vitenskapsmuseet.
- Beheim, E., Jensen, K.W., Mellquist, P. og Vasshaug Ø. 1977. Biotopforbedring i regulerte og uregulerte laksevasdrag. Rapport fra "Lakseterskelutvalget". – NVE-Vassdragsdirektoratet. VN Rapport 3, 29 sider.
- Berg, O.K. og Berg, M. 1987. Migrations of sea trout, *Salmo trutta* L., from the Vardnes river in northern Norway. – Journal of Fish Biology 31, 113-121.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. og Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. – Hydrobiologia 173, 9-43.
- Bongard, T., Aagaard, K. 2006. BOKLASS. Klassifisering av økologisk status i norske vannforekomster - elver. Forslag til bunndyrindeks for definisjon av Vanndirektivets fem nivåer for økologisk status. - NINA Rapport 113, 28 sider.
- Bongard, T., Diserud, O.H., Sandlund, O.T. og Aagaard, K. 2009. An index for classifying running waters under the EU-WFD (innsendt manuskript).
- Bremset, G. og Berg, O.K. 1991. Undersøkelse av ungfiskbestander i dypere områder av elv. – Informasjon nr. 32 fra Terskelprosjektet, NVE-Vassdragsdirektoratet, Oslo, 77 sider.
- Bremset, G. og Berg, O.K. 1997. Density, size-at-age and distribution of young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in deep river pools. – Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 54, 2827-2836.
- Bremset, G. og Berg, O.K. 1999. Three-dimensional microhabitat use by young pool-dwelling Atlantic salmon and brown trout. – Animal Behaviour 58, 1047-1059.

- Bremset, G. og Heggenes, J. 2001. Competitive interactions in young Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout (*Salmo trutta* L.) in lotic environments. – Nordic Journal of Freshwater Research 75, 127-142.
- Bremset, G., Hvidsten, N.A., Heggberget, T.G. og Johnsen, B.O. 1993. Forbedring av oppvekst-områder for laksefisk i Gaula. – NINA Forskningsrapport 41, 18 sider.
- Bremset, G., Johnsen, B.O. og Bongard, T. 2008. Bestandsstatus for sjøvandrende laksefisk i Daleelva i Høyanger. Resultater fra fiskebiologiske undersøkelser i perioden 2003-2008. – NINA Rapport 396, 66 sider.
- Brett, J.R., Shelbourn, J.E. og Shoop, C.T. 1969. Growth rate and body composition of fingerling Sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*, in relation to temperature and ration size. – Journal of Fisheries Research Board Canada 26, 2363-2394.
- Dalley, E.L., Andrews, C.W. og Green, J.M. 1983. Precocious male Atlantic salmon parr (*Salmo salar*) in insular Newfoundland. – Canadian Journal Fisheries and Aquatic Sciences 40, 647-652.
- Dellefors, C. og Faremo, U. 1988. Early sexual maturation in males of wild sea trout, *Salmo trutta* L., inhibits smoltification. – Journal of Fish Biology 33, 741-749.
- Einum, S. og Fleming, I.A. 2001. Implications of stocking: ecological interactions between wild and released salmonids. – Nordic Journal of Freshwater Research 75, 56-70.
- Einum, S. og Nislow, K.W. 2005. Local-scale density-dependent survival of mobile organisms in continuous habitats: an experimental test using Atlantic salmon. – Oecologia 143, 203-210.
- Elliott, J.M. 1975. The growth of brown trout (*Salmo trutta* L.) fed on maximum rations. – Journal of Animal Ecology 44, 805-821.
- Elson, P.F. 1957. The importance of size in the change from parr to smolt in Atlantic salmon. – Canadian Fish Culturist 21, 1-6.
- Finstad, B. og Jonsson, N. 2001. Factors influencing the yield of smolt releases in Norway. – Nordic Journal of Freshwater Research 75, 37-55.
- Finstad, A.G., Einum, S., Forseth, T. og Ugedal, O. 2007. Shelter availability affects behaviour, size-dependent and mean growth of juvenile Atlantic salmon. – Freshwater Biology 52, 1710-1718.
- Fiske, P., Lund, R.A., Østborg, G.M. og Fløystad, L. 2001. Rømt oppdrettslaks i sjø- og elvefisket i årene 1989-2000. – NINA Oppdragsmelding 704, 26 sider.
- Fleming, I.A., Hindar, K., Mjølnerød, I.B., Jonsson, B., Balstad, T. og Lamberg, A. 2000. Lifetime success and interactions of farm salmon invading a native population. – Proceeding of Royal Society of London B 267, 1517-1523.
- Forfod, S.A. 2005. Situasjonen i Daleelva etter flaumen tysdag/onsdag 14.-15.09.05. – Notat utarbeidet av miljøvernleder i Høyanger kommune 17.09.05, 4 sider.
- Forseth, T., Næsje, T. F., Jensen, A.J., Saksgård, L. og Hvidsten, N.A. 1996. Ny forbitappings-ventil i Alta kraftverk: betydning for laksebestanden. – NINA Oppdragsmelding 392, 28 sider.
- Gibbins, C., Vericat, D., Batalla, R.J. og Gomez, C.M. 2007. Shaking and moving: Low rates of sediment transport trigger mass drift of stream invertebrates. – Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 64, 1-5.

- Halleraker, J.H., Johnsen, B.O., Lund, R.A., Sundt, H., Forseth, T. og Harby, A. 2005. Vurdering av stranding i Surna ved utfall av Trollheim kraftverk i august 2005. – SINTEF rapport TR A6220, 36 sider.
- Hansen L.P. og Lea, T.B. 1982. Tagging and release of Atlantic salmon smolts (*Salmo salar* L.) in the River Rana, northern Norway. – Report from Institute of Freshwater Research Drottningholm 60, 31-38.
- Harby, A. og Arnekleiv, J.V. 1994. Biotop improvement analysis in the river Dalåa with the river simulator. – Proceedings from the 1st International Symposium on Habitat Hydraulics, Trondheim, 513-520.
- Heggenes, J. og Dokk, J.G. 1995. Undersøkelser av gyteplasser og gytebestander til storaure og laks i Telemark, høsten 1994. – Rapport nr. 156, LFI, Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo, 25 sider.
- Hellen, B.A., Kålås, S., Sægrov, H. og Urdal, K. 2001. Fiskeundersøkingar i 13 laks- og sjøaurevassdrag i Sogn og Fjordane hausten 2000. – Rådgivende Biologer rapport 491, 161 sider.
- Herrmann, J. 2001. Aluminium is harmful to benthic invertebrates in acidified waters, but at what threshold(s)? – Water Air and Soil Pollution 130, 837-842.
- Hilsenhoff, W.L. 1996. Effects of a catastrophic flood on the insect fauna of Otter Creek, Sauk County, Wisconsin. – Transactions of the Wisconsin Academy of Science 84, 103-112.
- Hindar, A. 1997. Kalkingsplaner for Nausta, Gaula, Høyanger- og Ortnevikvassdraget i Sogn og Fjordane. – NIVA rapport 3756, 51 sider.
- Hutchings, J.A. og Myers, R.A. 1987. Escalation of an asymmetric contest: mortality resulting from mate competition in Atlantic salmon, *Salmo salar*. – Canadian Journal of Zoology 65, 766-768.
- Hvidsten, N.A. 1985. Mortality of pre-smolt Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L., caused by rapidly fluctuating water levels in the regulated River Nidelva, central Norway. – Journal Fish Biology 27, 711-718.
- Hvidsten, N.A. og Møkkelgjerd, P.I. 1987. Predation on salmon smolts, *Salmo salar* L., in the estuary of the River Surna, Norway. – Journal of Fish Biology 30, 273-280.
- Hvidsten, N.A. og Hansen, L.P. 1988. Increased recapture rate of adult Atlantic salmon *Salmo salar* L. stocked as smolts at high water discharge. – Journal of Fish Biology 32, 153-154.
- Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Jensen, A.J., Fiske, P., Ugedal, O., Thorstad, E.B., Jensås, J.G., Bakke, Ø. og Forseth, T. 2004. Orkla - et nasjonalt referansevassdrag for studier av bestandsregulerende faktorer hos laks. Samlerapport for perioden 1997-2002. – NINA Fagrapport 79, 96 sider.
- Jakobsen, H.J., Jensen, A.J., Johnsen, B.O., Møkkelgjerd, P.I. og Saksgård, L. 1992. Laks og sjøaure i Auravassdraget 1987-1990. – NINA Forskningsrapport 027, 35 sider.
- Jensen, A.J. og 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., Finstad, B., Hvidsten, N.A., Jensås, J.G., Johnsen, B.O. og Lund, E. 2003. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassraget. Årsrapport 2002. – NINA Oppdragsmelding 781, 36 sider.

Jensen, A.J., Finstad, B., Hvidsten, N.A., Jensås, J.G., Johnsen, B.O., Lund, E. og Holte, E. 2004. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Årsrapport 2003. – NINA Oppdragsmelding 813, 35 sider.

Jensen, K.W. 1968. Sea trout (*Salmo trutta* L.) of the river Istra, Western Norway. – Report from Institute of Freshwater Research Drottningholm 48, 187-213.

Johnsen, B.O. 2003. Hva slags opphav har laksen som går opp i Mandalselva og Tovdalselva? - I Laksen er tilbake i kalkete sørlandselver - en syntese av reetableringsprosjektet 1997-2002. – DN Utredning 2003-5, 72-77.

Johnsen, B.O. og Jensen, A. J. 1997. Havbeite i Vefsna. Utsetting av vill og oppforet laksesmolt. – NINA Oppdragsmelding 510, 25 sider.

Johnsen, B.O. og Jensen, A. J. 1999. Sjøaurebestandene i Vefsna, Fusta og Drevja, Nordland fylke. – NINA Oppdragsmelding 510, 28 sider.

Johnsen, B.O. og Hvidsten, N.A. 2002. Use of radio telemetry and electrofishing to assess spawning by transplanted Atlantic salmon. – Hydrobiologia 483, 13-21.

Johnsen, B.O., Lund, R.A. og Bekkby, T. 2005. Høyangeranleggene - konsekvensutredning. – NINA Oppdragsmelding 862, 55 sider.

Jonsson, B. 1985. Life history patterns of freshwater resident and sea-run migrant brown trout in Norway. – Transactions of American Fisheries Society 114, 182-194.

Jonsson, N., Jonsson, B. og Hansen L.P. 1994. Sea-ranching of brown trout, *Salmo trutta* L. – Fisheries Management and Ecology 1, 67-76.

Karlström, Ö. 1977. Habitat selection and population densities of salmon (*Salmo salar* L.) and trout (*Salmo trutta* L.) parr in Swedish rivers with some references to human activities. – Acta Universitatis Upsalensis 404, 3-12.

Klemetsen, C. og Gunnerød, T.B. 1975. Fiskeribiologiske undersøkelser i Høyanger 1974. Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. Rapport fra reguleringsteamet 5-1975, 24 sider.

Kroglund, F. og Finstad, B. 2003. Low concentrations of inorganic monomeric aluminium impair physiological status and marine survival of Atlantic salmon. – Aquaculture 222, 119-133.

Kroglund, F., Finstad, B., Stefansson, S.O., Nilsen, T.O., Kristensen, T., Rosseland, B.O., Teien, H.C. og Salbu, B. 2007. Exposure to moderate acid water and aluminium reduces Atlantic salmon post-smolt survival. – Aquaculture 273, 360-373.

L'Abée-Lund, J.H., Jonsson, B., Jensen, A.J., Sættem, L.M., Heggberget, T.G., Johnson, B.O. og Næsje, T.F. 1989. Latitudinal variation in life history characteristics of sea-run migrant brown trout *Salmo trutta*. – Journal of Animal Ecology 58, 525-542.

Lund, R.A. og Hansen, L.P. 1992. Exploitation pattern and migration of the anadromous brown trout, *Salmo trutta* L., from the River Gjengedal, western Norway. – Fauna Norvegica Serie A 13, 29-34.

Lund, R.A., Hansen, L.P. og Økland, F. 1989. Identifisering av rømt oppdrettslaks og vill-laks ved ytre morfologi, finnestørrelse og skjellkarakterer. – NINA Forskningsrapport 001, 54 sider.

Lund, R.A., Østborg, G.M. og Hansen L.P. 1996. Rømt oppdrettslaks i sjø- og elvefisket i årene 1989-1995. – NINA Oppdragsmelding 411, 16 sider.

Lund, R., Johnsen, B.O., Kvellestad, A. og Bongard, T. 2004. Fiskebiologiske undersøkelser i Daleelva i Høyanger i 2003-2004. – NINA Oppdragsmelding 836, 50 sider.

Lund, R., Johnsen, B.O., Kvellestad, A. og Bongard, T. 2005. Fiskebiologiske undersøkelser i Daleelva i Høyanger i 2003-2005. – NINA Rapport 75, 99 sider.

Lund, R.A., Johnsen, B.O. og Bongard, T. 2006a. Tilstanden for laks- og sjørøretbestanden i et regulert og forsuringspåvirket vassdrag på Vestlandet med fokus på tiltak. Undersøkelser i Daleelva i Høyanger i årene 2003-2005. – NINA Rapport 189, 106 sider.

Lund, R.A., Johnsen, B.O. og Fiske, P. 2006b. Status for laks og sjøaurebestanden i Surna relatert til reguleringen av vassdraget. Undersøkelser i årene 2002-2005. – NINA Rapport 164, 102 sider.

Metcalf, N.B. og Thorpe, J. 1990. Determinants of geographical variation in the age of sea-ward migrating salmon, *Salmo salar*. – Journal of Animal Ecology 59, 135-145.

Myers, R.A. 1984. Demographic consequences of precocious maturation of Atlantic salmon (*Salmo salar*). – Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 41, 1349-1353.

Møkkelgjerd, P.I., Jensen, A.J. og Johnsen, B.O. 1993. Merkinger av sjøaure i Aurlandsvassdraget 1949-70. – NINA Forskningsrapport 043, 15 sider.

Nordeng, H. 1977. A pheromone hypothesis for homeward migration in anadromous salmonids. – Oikos 28, 155-159.

Raddum, G.G. og Fjellheim, A. 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. – The Science of the Total Environment 96, 57-66.

Saltveit, S.J. 1997. Effekt av utsetting av laks i Suldalslågen. – Rapport fra Lakseforsterking-sprosjektet i Suldalslågen 42, 28 sider.

Skilbrei, O.T., Johnsen, B.O., Heggberget, T.G., Krokan, P.S., Aarset, B., Sagen, T. og Holm, M. 1998. Havbeite med laks – artsrapport. – Rapport til Norges Forskningsråd, 72 sider.

Slaney, P.A. og Martin, A.D. 1987. Accuracy of underwater census of trout populations in a large stream in British Columbia. – North American Journal of Fisheries Management 7, 117-122.

Strand, R., Fleming, I.A. og Johnsen, B.O. 2000. Utsetting av laksefisk. Arbeidsmøte, Kongsvoll 2000. – NINA Fagrapport 045, 49 sider.

Summers D.W. 1995. Long-term changes in the sea-age at maturity and seasonal time of return of salmon, *Salmo salar* L., to Scottish rivers. – Fisheries Management and Ecology 2, 147-156.

Symons, P.E.K. 1979. Estimated escapement of Atlantic salmon for maximum smolt production in rivers of different productivity – Journal of Fisheries Research Board Canada 36: 132 -140.

Sægrov, H. & Urdal, K. 2008. Fiskeundersøkingar i Fortunvassdraget i Sogn og Fjordane hausten 2007. – Rådgivende Biologer rapport 1097, 42 sider.

Sættem, L.M. 1995. Gytebestander av laks og sjøaure. – Utredning for DN 1995-7, 107 sider.

Thorstad, E., Heggberget, T.G. og Økland F. 1996. Gytevandring og gyteatferd hos villaks og rømt oppdrettslaks (*Salmo salar*) i Namsen og Altaelva. – NINA Fagrapport 17, 35 sider.

Tufto, J., og K. Hindar. 2003. Effective size in management and conservation of subdivided populations. – *Journal of Theoretical Biology* 222, 273-281.

Ugedal, O., Forseth, T., Jensen, A.J., Koksvik, J.I., Næsje, T.F., Reinertsen, H., Saksgård, L. og Thorstad, E.B. 2002. Effekter av kraftutbyggingen på laksebestanden i Altaelva: Undersøkelser i perioden 1981-2001. – Statkraft engineering as, Altaelva rapport 22, 166 sider.

Urdal, K. 1999. Analysar av skjellprøvar frå 20 elver i Sogn og Fjordane i 1999. – Rådgivende Biologer rapport 443, 33 sider.

Urdal, K. 2000. Analysar av skjellprøvar frå sportsfiske- og kilenotfangstar i Sogn og Fjordane i 2000. – Rådgivende Biologer rapport 493, 51 sider.

Urdal, K. 2001. Analysar av skjellprøvar frå sportsfiske- og kilenotfangstar i Sogn og Fjordane i 2001. – Rådgivende Biologer rapport 591, 51 sider.

Urdal, K. og Hellen, B.A. 1999. Ungfiskundersøkingar i Dale-, Hovlands- og Ytredalselva, Høyanger kommune, hausten 1998. – Rådgivende Biologer rapport 394, 36 sider.

Urdal, K. og Hellen, B.A. 2001. Ungfiskundersøkingar i Dale-, Hovlands- og Ytredalselva, Høyanger, hausten 1998. – Rådgivende Biologer rapport 394, 36 sider.

Vasshaug, Ø. 1974a. Befaringsrapport fra Daleelva, Høyanger. - Brev fra Konsulenten for Ferskvannsfisket i Vest-Norge av 13.5.1974 til A/S Årdal og Sunndal verk og brev fra Konsulenten for Ferskvannsfisket i Vest-Norge av 4.7.1974 til Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. (Bilag 4 i Årdal og Sunndal Verk A/S. Høyanger Verk. Konsesjonssøknad for Gautingdalsprosjektet med kraftstasjon 5 av 18.12.1974).

Vasshaug, Ø. 1974b. Regulering av Gautingdalsvassdraget m.v. i Høyanger, Sogn og Fjordane fylke. - Brev fra Konsulenten for Ferskvannsfisket i Vest-Norge av 4.7.1974 til Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. (Bilag 4 i Årdal og Sunndal Verk A/S. Høyanger Verk. Konsesjonssøknad for Gautingdalsprosjektet med kraftstasjon 5 av 18.12.1974).

Wootton, R.G. 1990. Biotic interactions: predation and parasitism. *Ecology of teleost fishes*, – Chapman & Hall, London, 196-215.

Wren, C.D. og Stephenson, G.L. 1991. The effect of acidification on the accumulation and toxicity of metals to freshwater invertebrates. – *Environmental Pollution* 71, 205-241.

Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. – *Journal of Wildlife Management* 22, 82-90.

Zubik, R.J. og Fraley, J.J. 1988. Comparison of snorkel and mark-recapture estimates for trout populations in large streams. – *North American Journal of Fisheries Management* 8, 58-62.

Åtland, Å., Barlaup, B.T., Bjerknes, V., Kvellestad, A., Raddum, G.G. og Sundt, R. 1998a. Undersøkelse av regulerte vassdrag med anadrome fiskebestander i Høyanger kommune, Sogn og Fjordane. – NIVA Rapport 3812, 72 sider.

Åtland, Å., Bjerknes, V., Barlaup, B.T., Gabrielsen, S.E., Hindar, A., Kleiven, E., Kvellestad, A., Raddum, G.G. og Skiple, A. 1998b. Vannkvalitet og anadrom fisk i Høyanger- og Ortnevikvassdraget i Sogn og Fjordane. – NIVA Rapport 3891, 72 sider.

NINA Rapport 512

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-2084-2



Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: 9500 37 687

<http://www.nina.no>