

962 Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Daleelva i Høyanger

Årsrapport 2012

Ola Ugedal, Terje Bongard, Jan Gunnar Jensås og Gunnel Østborg

NINA Rapport



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en 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.

Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Daleelva i Høyanger

Årsrapport 2012

Ola Ugedal
Terje Bongard
Jan Gunnar Jensås
Gunnel Østborg

Ugedal, O., Bongard, T., Jensås, J.G. & Østborg, G. 2013. Ferskvannsbioologiske undersøkelser i Daleelva i Høyanger. Årsrapport 2012 - NINA Rapport 962. 41 s.

Trondheim, juni 2013

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2571-7

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Norunn S. Myklebust

KVALITETSSIKRET AV

Trygve Hesthagen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsleder Odd Terje Sandlund (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Statkraft Energi AS

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Sjur Gammelsrud

FORSIDEBILDE

Syvdeterskel i midtre deler av Daleelva. Foto: Gunnbjørn Bremset

NØKKEWORD

Daleelva

Laks

Sjøaure

Vannkraftutbygging

Forsuring

Fiskeproduksjon

Bunndyr

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Sluppen
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon: 73 80 14 00

NINA Tromsø

Framsenteret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00

NINA Lillehammer

Fakkeldgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00

Sammendrag

Ugedal, O., Bongard, T., Jensås, J.G. & Østborg, G. 2013. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Daleelva i Høyanger. Årsrapport 2012 - NINA Rapport 962. 41 s.

I perioden 2003 - 2012 er det gjennomført ferskvannsbiologiske undersøkelser i Daleelva i høyanger for å bedre kunnskapen om bestandstilstanden hos laks og sjøaure. I prosjektet inngår også en evaluering av gjennomførte tiltak (terskler, biotopjusteringer i sidebekker, utsetting av énsomrige laksunger) samt tilrådinger om nye kompensasjonstiltak.

Bestandene av laks og sjøaure i Daleelva er negativt påvirket av forsurening, vassdragsregulering, beskatning, ekstremflommer, flomsikringsarbeider og andre fysiske inngrep i vassdraget. I tillegg kommer bestandsreducerende faktorer utenfor vassdraget, som lusepåslag på utvandrende smolt og ugunstige temperatur- og næringsforhold i havet. Det sammensatte trusselbildet gjør det vanskelig å isolere påvirkninger fra enkeltfaktorer.

Bunndyrundersøkelsene i Daleelva har pågått i årene 2003 - 2012. Resultatene viser at økosystemet i elva er sterkt påvirket av regulering og forsurening, og består av en svært fattig fauna. I kombinasjon med kanaliseringer blir virkningene av utspydingsflommer forsterket. Det er trolig forsurening, lite tilført organisk materiale, lite begroing, kraftregulering og flomutspylinger som er de fem viktigste årsakene til lav diversitet, lav bioproduksjon, fattig artsmangfold og lave forekomster av hver art. I slike elver vil fiskens ernæring bestå av større andeler terrestriske insekter, særlig fra beitemark i nærheten. Det er mulig at den lave bunndyrproduksjonen i Daleelva er en begrensende faktor for produksjonen av ungfisk.

I 2012 ble det funnet årsyngel av laks på 11 av 15 undersøkte stasjoner i hovedstrengen av Daleelva, mens det ble funnet årsyngel av aure på bare 6 av stasjonene. Laksyngel ble funnet på flere stasjoner og i høyere tettheter enn i 2011, mens aureyngel ble funnet på færre stasjoner og i lavere tettheter enn året før. I 2012 ble det funnet både eldre laksunger og eldre aureunger på alle stasjonene nedstrøms utløpet av kraftverket K2, mens på de tre stasjonene oppstrøms var det bare aure. Tettheten av eldre laksunger var gjennomgående høyere enn av eldre aureunger i de nedre deler av elva.

Undersøkellesprogrammet i Daleelva har vist store variasjoner i årsklassestyrke i ungfisksamfunnene. I 2012 var årsklassen som ble klekt i 2010 dominerende i ungfiskbestanden av både laks og aure (som 2-åringer). Årsklassen av laks som ble klekt i 2011, synes å være av de svakeste på mange år i Daleelva.

Analyser av aluminiumsinnhold på gjellevevet til presmolt av laks viste høye verdier våren 2012, og innholdet i enkeltfisk varierte fra 150 til 385 µg/g tørrvekt, med et gjennomsnitt på 254 µg/g tørrvekt. Aluminiumsnivåene våren 2012 var lavere enn i 2008, men høyere enn de andre fem årene dette er undersøkt. I alle år har aluminiumsnivåene vært så høye at det må forventes redusert sjøoverlevelse til laksesmolt.

I 2012 ble det totalt fanget 411 laks med en samlet vekt på 1635 kg under sportsfisket i Daleelva, noe som er den høyeste registrerte elfefangst i perioden 1970 - 2012. Elfefangsten av sjøaure var 44 kg. Alle de 49 fangete sjøaurene ble satt ut igjen, mens 79 av 411 fangete lakser (22 %) ble satt ut igjen. Laksefangstene i Daleelva fordelte seg i 41 % smålaks, 46 % mellomlaks og 13 % storlaks. Gjennomsnittsvekta for laks var 4,0 kg, mens gjennomsnittsvekta for sjøaure var 0,9 kg. Utviklingen i fangst av laks i Daleelva de siste årene samsvarer med utviklingen i andre vassdrag i Vest-Norge med økte fangster av mellomlaks og storlaks de to siste årene.

Analyser av skjellprøver tyder på at i overkant av 60 % av fangsten av laks i 2011 og 2012 bestod av individ som med sikkerhet kunne karakteriseres som vill fisk. Andelen laks som med

sikkerhet kunne sies å ha kultiveringsbakgrunn var henholdsvis 17 og 24 % i disse to årene, mens rømt oppdrettslaks utgjorde henholdsvis 8 og 4 % av materialet i 2011 og 2012.

Laks som har vært to år i sjøen utgjorde hovedmengden av den ville laksen i fangstene i både 2011 og 2012. Disse laksene vandret ut som smolt i 2009 og 2010. Av disse to årgangene av smolt synes 2010-årgangen å være den sterkeste. Denne årgangen kan totalt sett gi like høye fangster av laks i Daleelva som 2004-årgangen av smolt, som dominerte i fangstene av vill laks på midten av 2000-tallet.

Ola Ugedal, Terje Bongard, Jan Gunnar Jensås & Gunnel Østborg, Norsk institutt for naturforskning, Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim.

E-post: ola.ugedal@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning.....	7
2 Områdebeskrivelse	8
2.1 Generell beskrivelse	8
2.2 Vannkraftutbygging.....	11
2.3 Avbøtende tiltak	13
3 Bunndyr	15
3.1 Materiale og metoder	17
3.2 Resultater	19
3.3 Diskusjon	22
4 Ungfiskundersøkelser	24
4.1 Metoder	24
4.2 Tetthet av ungfisk i hovedelva	25
4.3 Alder, størrelse og årsklassestyrke i hovedelva	26
4.4 Tetthet av ungfisk i sidebekker	29
4.5 Gjellealuminium hos presmolt om våren	30
5 Voksen fisk.....	32
5.1 Metoder	32
5.2 Fangster i 2012	32
5.3 Sammensetning av laksebestanden	33
5.4 Gytetelling	36
6 Referanser	36
Vedlegg	40

Forord

Etter oppdrag fra Statkraft Energi AS har Norsk institutt for naturforskning (NINA) foretatt fiskebiologiske undersøkelser i Daleelva i perioden 2003 - 2012.

Martine Bjørnhaug, John Anton Gladsø og Høyanger Jakt og Fiskelag gjennomførte registrering av gytefisk. Ørjan Aardal har samlet inn bunndyrprøvene. Alle disse bidragsyterne takkes herved. Høyanger Jakt og Fiskelag takkes for god organisering av skjellprøveinnsamling og annen bistand til prosjektet.

I de første årene av undersøkelsesperioden ble prosjektet organisert av Roar A. Lund og Bjørn Ove Johnsen NINA. I forkant av feltarbeidet i 2007 kom Gunnbjørn Bremset inn som erstatning for Roar A. Lund, mens Ola Ugedal erstattet Gunnbjørn Bremset i forkant av feltarbeidet i 2012.

Vi takker Statkraft Energi AS for oppdraget.

Juni 2013
Ola Ugedal
Prosjektleder

1 Innledning

De ferskvannsbiologiske undersøkelsene i Daleelva i perioden 2003 - 2012 har vært gjennomført på oppdrag fra Statkraft Energi AS. Innholdet i undersøkelsesprogrammet har vært fastsatt i dialog mellom regulanten Statkraft og påleggsmyndigheten Direktoratet for naturforvaltning. Formålet med undersøkelsesprogrammet er som følger:

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

Det er tidligere vist at Daleelva er påvirket av sur nedbør (Åtland mfl. 1998a) og at laks- og sjøaurebestandene er redusert som følge av sterk regulering av vassdraget til kraftformål (Åtland mfl. 1998b). Daleelva har en ustabil vannkjemie og det er registrert fiskedød i sammenheng med sure episoder, der det har vært svært høye konsentrasjoner av labilt aluminium (Åtland mfl. 1998a). Det er utarbeidet en kalkingsplan for vassdraget (Hindar 1997), som ble revidert i 2010 (Garmo mfl. 2010).

Et vanlig trekk ved regulerte vassdrag er at tapping av vann fra høytliggende magasiner fører til endringer i vanntemperaturen i elva nedenfor kraftverksutløpet (Johnsen mfl. 2010). 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 mfl. 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 mfl. 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 mfl. 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.

Denne årsrapporten omhandler elvefangst av laks og sjøaure, analyser av skjellprøver fra elvefangsten, ungfiskundersøkelser og bunndyrundersøkelser, og adresserer derfor i hovedsak overvåkingsaspektet i undersøkelsesprogrammet. Resultater fra tidligere undersøkelser som omhandler alle aspekter i undersøkelsesprogrammet er sammenstilt i en samlerapport for perioden 2003 - 2010 (Bremset mfl. 2011).

Gytefisktellinger inngår også som en del av undersøkelsesprogrammet i Daleelva. Høsten 2012 var sikten i elva gjennomgående dårlig på grunn av gravearbeider i forbindelse med etablering av det nye Eiriksdal Kraftverk. Det ble gjennomført et forsøk på telling i slutten av oktober, men tellingen ble avbrutt fordi siktforholdene ble vurdert å være for dårlige til å få pålitelige resultater.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Generell beskrivelse

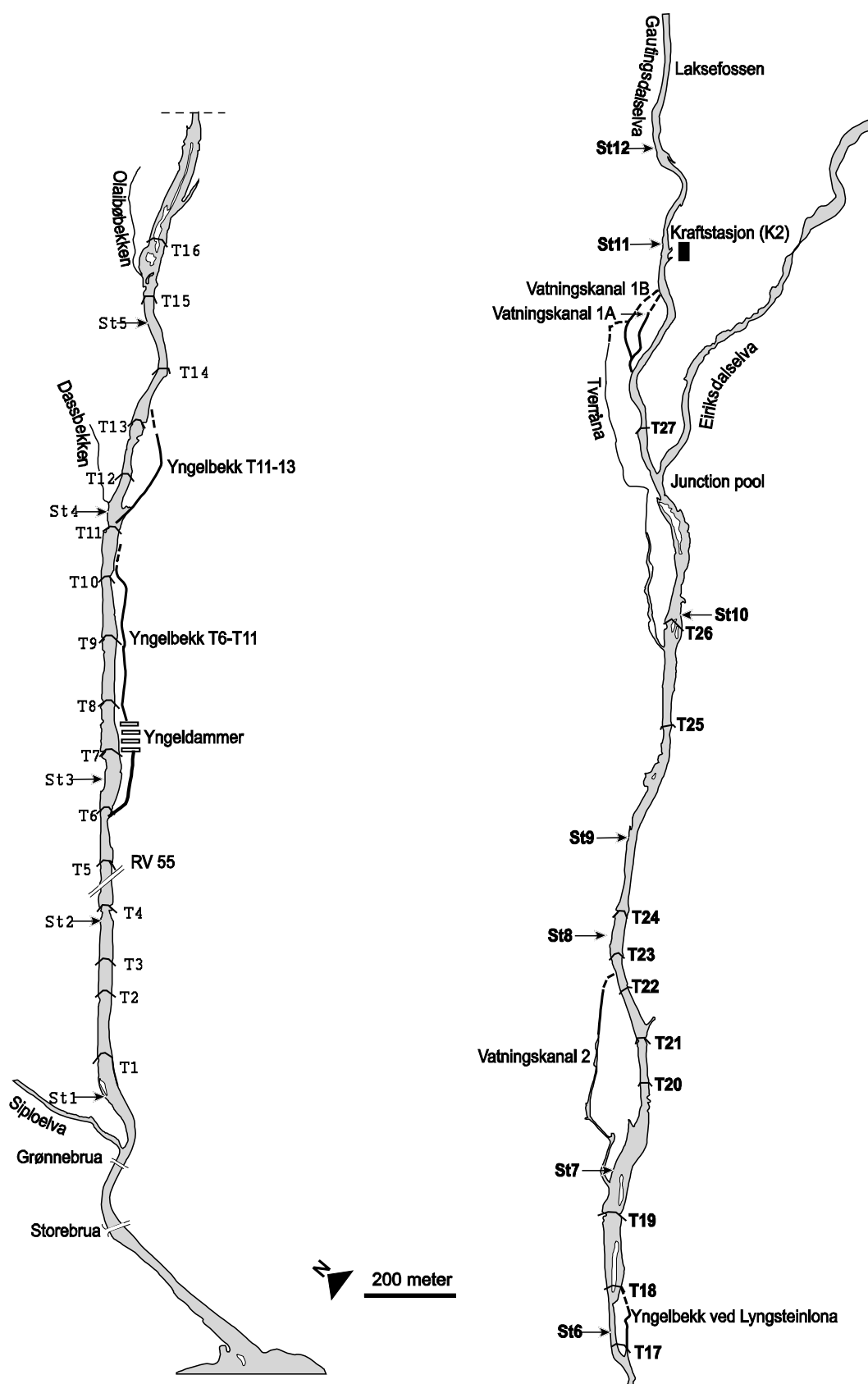
Daleelva er nedre del av Høyangervassdraget, som har sine kildeområder i fjellområdene mellom Høyanger, Gaularfjellet og Balestrand på nordsiden av Sognefjorden. Vassdraget har et naturlig nedbørfelt på 172 km². To større sidevassdrag danner øvre del av vassdraget (Eiriksdalselva og Gautingsdalselva). 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 miljøforvaltningens kategorisystem er bestandstilstanden til laksen i Daleelva vurdert som dårlig, med forsuring, fysiske inngrep, vassdragsreguleringer og rømt oppdrettslaks som avgjørende påvirkningsfaktorer for tilstandsvurderingen (www.lakseregistret.no). Sjøaurebestanden i Daleelva er vurdert som redusert, med fysiske inngrep, vassdragsreguleringer og lakselus som avgjørende påvirkningsfaktorer.

Sjøvandrende laksefisk kan normalt vandre om lag 5,1 km fra sjøen opp til utløpet av kraftstasjon K2 (**figur 2.1**). 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 liten forekomst av finere substratklasser. Høyanger Jakt- og Fiskelag har ved flere anledninger lagt ut egnet gytesubstrat i lakseførende deler. Elva er 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 2.1. Kart over Daleelva med lokalisering av terskler (T) og undersøkelsesstasjoner (St) i hovedstreng, sidebekker og sideløp. Kartet er ikke oppdatert med hensyn på beliggenhet og nummerering av nye terskler.

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 flommen 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 flommen 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. Fiskekort selges på døgn-, uke- og sesongbasis, og det er innført både personlige døgnkvoter og sesongkvoter. I perioden 1995-1998 var det en sesongkvote på 150 kg sjøaure, før sjøaure ble fredet for elvefiske i perioden 1999-2002. De siste årene har det blitt praktisert et rettet fiske mot laks, slik at all fanget sjøaure har blitt satt ut igjen.

Tilløpsbekkene og sideløpene til hovedstrengen (**figur 2.1**) har med unntak av Siploelva 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 tilløpsbækker og sideløp er beregnet til om lag 18 800 m² (**tabell 2.1**).

Tabell 2.1. Tilløpsbækker og sideløp til Daleelva fra utløpet til kraftstasjonen K2 med oppgitt lengde (m), gjennomsnittsbredde (m), areal (m²), antall kalkbrønner og gyteforhold. Sidebækkene 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 = opprensning 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
Olaibøbekken	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 tilløpsbækker	5 400	-	18 800	12	-

2.2 Vannkraftutbygging

Vassdraget er sterkt regulert (**figur 2.2**). Klemetsen & 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:

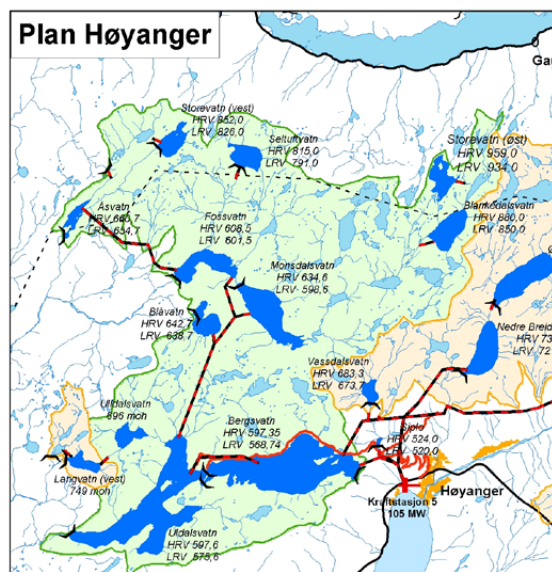
- 1) Overføring av Hovlandsvassdraget til Uldalsvatn i Kråkevassdraget med videre overføring derfra til Bergsvatn i Ørevassdraget.
- 2) Overføring av avløpet fra Storevatn i Sandaelva samt Dalavasselv i Ytreelva til Hovlandsvassdraget.
- 3) Overføring av avløpet fra Siplo".

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 vassslippingen 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 i 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. Gautingdalsvassdraget oppstrøms utløpet av Langevatnet (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 Breidalsvatnet 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 om lag 8-9 m³/s. Om våren kan samlet vannføring i Daleelva komme opp i 50 m³/s på grunn av avrenning fra uregulert område. Vannføringene beregnes ut fra arealstørrelse av nedbørsfeltet og kjente avrenningsdata for området (Hindar 1997).

Utbyggingen 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.



Figur 2.2. Kart over eksisterende kraftverk og reguleringer knyttet til Høyangervassdraget.

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 flaskehalser i overføringssystemene, trange installasjoner i kraftstasjonene (høy brukstid), kombinert med økende avrenning fra nedbørfeltet de seneste 10-årene.

Tillatelse til bygging av Eiriksdal kraftverk ble gitt i kongelig resolusjon av 19.12.08. Den nye konsesjonen stiller skjerpete 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 centimeter per time. Grensen for vannstandsvariasjoner skal evalueres i løpet av en femårsperiode etter at det nye kraftverket er satt i drift.

Eiriksdal kraftverk planlegges satt i drift i løpet av sensommeren 2013 (Trine Hess Elgersma pers medd.). I de siste tre årene har det vært et betydelig anleggsarbeid i øvre deler av Daleelva på grunn av bygging av dette kraftverket, og de siste 1,5 år også bygging av en ny transformatorstasjon (Statnett). I tillegg til arbeidet med flomforbygninger har dette sannsynligvis også vært en belastning på vassdraget med hensyn på tilslamming (Trine Hess Elgersma pers medd.). Det har blitt tatt vannkjemiske prøver månedlig under anleggsarbeidene.

2.3 Avbøtende tiltak

Som avbøtende tiltak for hydrologiske endringer etter fraføring av vann er det bygd til sammen 27 terskler i hovedelva. Som et avbøtende tiltak for redusert naturlig lakseproduksjon, settes det årlig ut om lag 20 000 énsomrige laksunger. Det legges i tillegg ut lakserogn og kalkes flere steder i vassdraget. For utfyllende opplysninger om de ulike kompensasjonstiltakene vises det til de respektive avsnitt nedenfor.

Bygging av terskler

Med grunnlag i en 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 mfl. 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 sideløp til Daleelva (jf. **figur 2.1**). Dette er Yngelbekk T6-T11, Dassbekken, Olaibøbekken, Yngelbekk T11-T13, Yngelbekk ved Lyngsteinslona, Vatningskanal 2, Tverråna og Vatningskanal 1. Med unntak av Dassbekken og Olaibøbekken har sideløpene vanninntak fra hovedelva. Vedlikehold av tersklene blir bekostet av regulanten.

Utsetting av fisk og utlegging av rogn

Kultiveringsvirksomheten i vassdraget har 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 Fiskelag"*.

Det ble i 1975 og 1977 inngått avtaler mellom Statkraft og Høyanger Jakt- og Fiskelag (HJF) om årlig utsetting av 10 000 settefisk i Daleelva. Med bakgrunn i de nye kravene om bruk av stedegen stamme, ble det i 1989 etablert et kultiveringsanlegg for laks ved kraftverket K2. Inntaksvannet til anlegget kom fra rørgata til kraftstasjonen K2. Vannet ble filtrert, luftet og kalket. I tillegg til klekkeri hadde anlegget fire 2 x 2 m kar innendørs for oppforing av énsomrig settefisk, samt to tilsvarende kar plassert utendørs for oppbevaring av stamfisk. I forbindelse med etablering av Eirisdal kraftverk er kultiveringsanlegget fjernet, og aktiviteten er flyttet til et provisorisk klekkeri i nærheten av det gamle anlegget (Sjur Gammelsrud, Statkraft Energi AS, personlig meddelelse).

Stamfisken blir fanget i Daleelva og hvert år blir det lagt inn om lag 25 000 rogn i klekkeriet. Når all rogn er på plass heves vanntemperaturen til 7-8 °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. Temperaturnivået legges da rundt 11 °C, og fisken føres videre ved denne temperaturen fram til utsetting. Utsettingene har vanligvis skjedd i perioden juni-august, men enkelte år har fisken vært satt ut noe senere. I spesielt tørre og varme somrer kunne vanntemperaturen i det gamle anlegget komme opp i 16-17 °C.

Kultiveringsstrategien har vært å produsere stor énsomrig settefisk som står vinteren over i elva og vandrer ut som smolt neste vår. Fisken har ikke blitt sortert og har derfor hatt relativt stor spredning i størrelse. Fra og med 2001 skal all fisk ha blitt merket ved fettfinneklipping. Settefisken ble imidlertid ikke merket i 2009. Det har de fleste år blitt utsatt om lag 20 000 énsomrige laksunger.

I tillegg har eventuell overskuddsrogn blitt satt ut i lakseførende del. Dette har vært utført av Høyanger Jakt- og Fiskelag (HJF), og har vært et tiltak som ikke har inngått i avtalen mellom regulanten og HJF. I noen av sidebekkene (Dassbekken, Olaibøbekken, Vatningskanal 2 og Tverråna) har det vært lagt ut befruktet aurerogn. Denne har vært tatt fra fisk fra hovedelva og Tverråna (Svein Arne Forfod, Høyanger kommune, 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 fullkalles 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 ble ikke prioritert i nasjonal handlingsplan for kalking som gjaldt til og med 2010. Fylkesmannen i Sogn og Fjordane har anbefalt kalking av Daleelva i forbindelse med den nye kalkingsplanen. Det er nylig utarbeidet en plan for hvordan Høyangervassdraget kan fullkalles (Garmo mfl. 2010), og kalking av vassdraget er prioritert blant de nye kalkingsprosjektene i den nye kalkingsplanen (Anonym 2011).

3 Bunndyr

Statkraft, Sogn og Fjordane fylke og Høyanger kommune har i samarbeid med NINA finansiert bunndyrundersøkelser i Daleelva i perioden 2003 - 2012. Det er tidligere tatt noen bunndyrprøver i Daleelva, (Åtland mfl. 1998b, Urdal & Hellen 1999, mfl. 2001). NINA-undersøkelsene er tidligere rapportert i flere årsrapporter (se referanser i Bremset mfl. 2012). Denne samlerapporten omfatter alle bunndyrundersøkelser som er gjennomført av NINA fra 2003 til 2012.

Bunndyr i rennende vann er en organismegruppe som representerer et stort biomangfold og er prioritert i den nye vannforskriften (www.lovdatab.no). Det er fremdeles stor kunnskapsmangel i norske vassdrag om utbredelser, forekomster, reguleringspåvirkninger, forsurening og økosystemdynamikk mellom fisk og bunndyr.



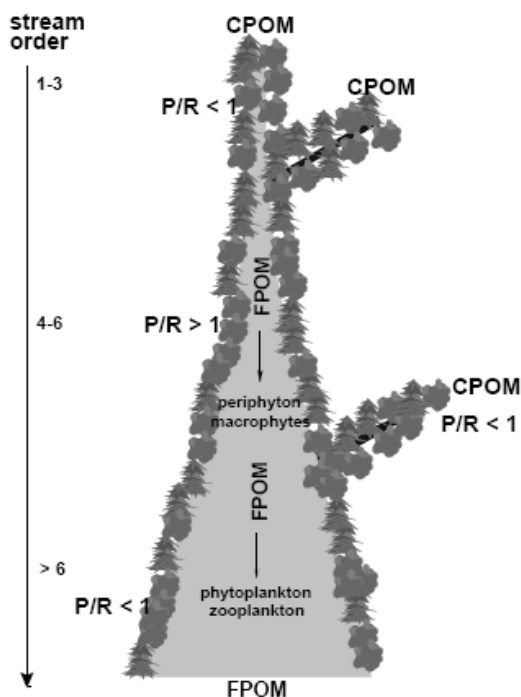
Døgnfluen Baetis rhodani er benyttet som en hovedindikatorart i forsureningssammenheng (Foto: Terje Bongard).

Urørte elver og bekker har kompliserte økosystemer. De inneholder et stort antall arter av både produsenter og konsumenter. Artene har ulike nisjer og krav, og spenner fra sårbare spesialiserte til robuste opportuniste. Ulike påvirkninger har betydning for artsmangfold og forekomster i økosystemene i elvene. Antropogene påvirkninger i rennende vann er eksempelvis dreneringer og fysiske inngrep, kraftreguleringer, industriutslipp, kloakk eller landbruksavrenning. Hver enkelt av disse påvirkningene kan hver for seg eller samlet gi ulike effekter på både arts- og gruppenivå.

Biologisk mangfold er blitt et begrep som brukes av forvaltningen. Det er nå akseptert at vi må ta vare på artsmangfoldet og dermed leveområdene til så mange arter som mulig. Verdien av artsmangfold er ikke mulig å vurdere i penger. Artsmangfoldet er vår forsikring for framtida, både som genressurser og som garanti for at naturen vil omsette og resirkulere seg selv. Resirkuleringen sikrer ikke bare mat og ressurser, gjennom det som nå kalles økosystemtjenester. Biomangfoldet kan også hindre sykdomsutbrudd og oppblomstringer av skadelige organismer. Naturen er en vev hvor en ennå ikke kan forutsi hvilke arter som er livsnødvendige for at veven skal være bærekraftig. I Norge har vi kanskje 25 000 insektarter, og disse utgjør 99 % av dyreartene i fastlands-Norge.

I ferskvann er det flere tusen arter bunndyr. De dominerende gruppene i rennende vann er gjerne fjærmygg (omtrent 800 arter), døgnfluer (44 arter), steinfluer (35 arter) og vårflyer (202 arter). Fordeling og mengde av bunndyr bestemmes av faktorer som strømhastighet, bunnforhold, massetransport av uorganisk og organisk materiale og oksygenforhold. Vannote beskrev

ei elv som et dynamisk system hvor de ulike delene av elva har et artsmangfold av produsenter og konsumenter avhengig av omgivelsene og deres bidrag av organisk materiale til vassdraget (Vannote mfl. 1980). I øvre deler vil plantemateriale fra omgivelsene (alloktont) dominere, slik som løv og avfall (grovt materiale, CPOM). Nedover vil det bli mer og mer egenproduksjon i form av algevekst, moser og vannplanter (autoktont materiale, og mer finfordelte organiske partikler; FPOM, **figur 3.1**).



Figur 3.1. Elva som et dynamisk omsetningssystem. CPOM (Coarse particulate organic matter) tilføres mest i de øvre delene. Dette fører til at disse leveområdene har en høyere respirasjon enn produksjon ($P/R < 1$). Dette forholdet endrer seg nedover, hvis/når tilførselen av organisk materiale blir mindre enn egenproduksjonen. I de nedre deler hvor elva er stor og stilleflytende svinger forholdet ofte tilbake igjen.

Endringene i økosystemet langs elva har avgjørende betydning for artssammensetninger og forekomster av bunndyr, som alle er konsumenter. En finner at de øverste delene har en større andel arter som spiser løv og grovere plantedeler (kuttere, se **tabell 3.1**). Denne organismegruppen spiller en avgjørende betydning for hele elvas økosystem, fordi denne oppdelingen gjør organisk materiale bedre tilgjengelig, og fører til at nedbrytning og omsetning skaper flere nisjer som igjen øker produksjonen av biomangfold (Merritt mfl. 2008). Oppdelingen av løv og kvist fører til utlekking av næringsstoffer og økning av partikkeloverflater som dermed blir tilgjengelige for begroing. Alger, sopp og bakterier vil vokse på overflaten av plantedelene som kutterne har produsert. Andelen av de dyregruppene som lever av denne påveksten og de etter hvert finere partiklene, vil derfor øke nedover i elva. Disse gruppene kalles skrapere, samle- og filtrerere (**tabell 3.1**). Predatorandelen er ofte mer stabil gjennom hele vassdraget.

Dette artsmangfoldet utgjør ernæringstilbudet til fisk, og det er avgjørende for fiskens vekst og bestandsstørrelse at mattilgangen er stabil.

Tabell 3.1. Inndeling av bunndyr etter sin overordnede ernæringsnisje; funksjonelle grupper, etter (Merritt mfl. 2008). Noen arter kan ha overlappende ernæring, og noen har ukjente preferanser.

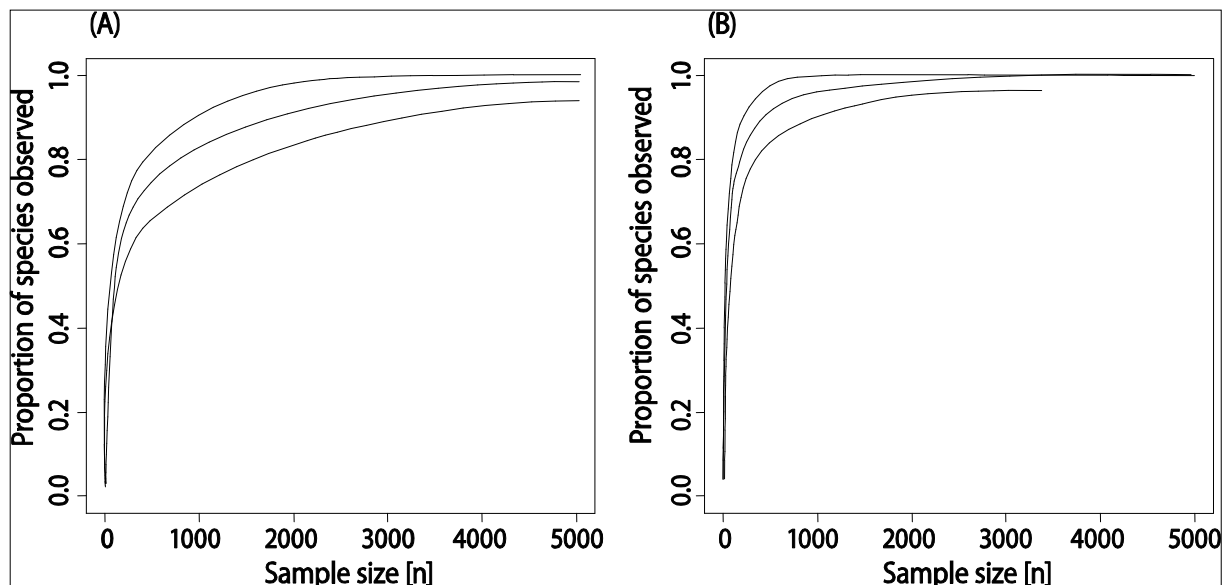
Kuttere ("Shredders")	Tygger større plantedeler, kutter opp og lager grove biter, CPOM og FPOM
Samlere ("Collector-gatherers")	Spiser CPOM og FPOM
Filtrerere ("Collector-filterers")	Spinner nett eller har tilpassede filteranordninger
Skrapere ("Scrapers")	Skraper påvekst av substrat og næringspartikler
Predatorer	Dyrespisere
Algesugere ("Piercers")	Suger ut innholdet av algetråder

3.1 Materiale og metoder

Innsamling av bunndyr ble gjort med sparkeprøver (Frost mfl. 1971). I perioden 2003 - 2005 ble det brukt håv med maskevidde 250 µm. Det ble tatt 3 minutters prøver på stasjonene 1, 10 og 11 (se **figur 2.1**). Prøvene ble i disse årene fiksert hele på etanol, plukket og artsbestemt på laboratoriet. Stasjon 1 og 11 er i denne rapporten kalt henholdsvis «Nederst» og «Øverst», og er fulgt opp med 10 minutters prøver i perioden 2006 - 2010, og med 5 minutters prøver i 2012. Prøvetakingen ble utført av Svein Arne Forfod, og senere Ørjan Aardal. Prøvene ble pakket i is og sendt med flypost. Morgen etter ble prøvene analysert på NINAs laboratorium i Trondheim. Siden 2006 er det brukt 500 µm maskevidde i håven, noe som gjør at små stadier kan skylles gjennom duken. I og med hyppigere prøvetaking vil man imidlertid kunne dokumentere større stadier av artene i senere prøver. Prøvetaking ble i flere perioder gjennomført annenhver uke. På grunn av arbeidsforhold, finansiering, flommer og tørke har det tidvis vært vanskelig å følge undersøkelsesprogrammet.

NINA har utviklet en metode for overvåking og klassifisering av bunndyr som åpner for et tettere prøveprogram til en langt lavere kostnad (Bongard & Aagaard 2006, Bongard mfl. 2011). Metoden fører til at resultatene er mer sammenlignbare over tid, samt at data kan relateres til EUs femdelte skala for økologisk tilstand. Metoden er en forbedring i forhold til et av de største problemene med prøvetaking i rennende vann, nemlig å avgjøre om den innsamlete og analyserte prøven er stor nok til å avdekke det reelle artsinventaret. Metoden tar utgangspunkt i det faktum at det er avtakende sannsynlighet for å påvise nye arter etter hvert som man identifiserer et økende antall individer i en bunndyrprøve (**figur 3.2**). Metoden består enkelt sagt i å analysere prøver inntil det ikke lenger dukker opp nye arter, det vil si at knekkpunktet i kurven i figuren passerer. Om det bestemmes en prøvestørrelse på forhånd vet man ikke hvor langt opp på kurven artsregistreringen vil befinne seg. Dalelva har et mye lavere artsantall enn det som er vanlig, men det ble for sikkerhets skyld tatt 10 minutters prøver. Det siste året ble det tatt 5 minutters prøver, som viser seg å være tilstrekkelig for å dokumentere biomangfoldet i Dalelva. Det samme problemet med prøvestørrelser har betydning også når det gjelder standardiserte framstillinger av antall individer per tids- eller arealenhet (Engen mfl. 2011).

Hver art har øvre og nedre grenser for påvirkninger av ulike forurensninger - artenes tålegrenser. Innenfor tålegrensene er det optimumskonsentrasjoner der organismene trives best. Dette utnyttes i beregning av forsuringsindekser. Forekomst av tolerante og sensitive former som døgnfluen *Baetis rhodani* brukes til å beregne forsuringsgrad ut fra etablerte forsuringsindekser.



Figur 3.2. Illustrasjon av hvordan størrelse på bunndyrprøver (x-aksen) har betydning for hvor stor andel av artene (y-aksen) som påvises under prøvetaking. A viser registrert andel av det totale antall bunndyr på en lokalitet, mens B viser de 25 vanligste artenes økende sannsynlighet for registrering ved økende prøvestørrelse. Figuren er fra (Bongard mfl. 2011).

Forsuringsindeks 1 (Raddum & Fjellheim 1990, Raddum 1999) har følgende verdier:

Indeks = 1,0: upåvirket eller lite forsuringsskadet - lokaliteter der det finnes én eller flere arter som tåler pH ned til 5,5.

Indeks = 0,5: moderat forsuringsskade - lokaliteter hvor ingen av disse artene er til stede, men hvor det finnes én eller flere arter som tåler pH ned til 5,0.

Indeks = 0,25: tydelig forsuringsskadet - lokaliteter som inneholder arter som tåler pH ned til 4,7, men mangler de andre følsomme formene.

Indeks = 0: sterkt forsuringsskadet - lokaliteter der det bare finnes arter med høy toleranse for surt vann (tåler pH < 4,7).

Forsuringsindeks 2 (Raddum & Fjellheim 1990, Raddum 1999) tar hensyn til subletale effekter av forsuring for å avdekke begynnende skade, og beregnes ut fra antallsforholdet mellom den forsuringfølsomme døgnfluen *Baetis rhodani* og de mest tolerante steinfluer:

Forsuringsindeks 2 = 0,5 + antall Baetis rhodani / antall tolerante steinfluer.

Vannforskriftens mål for god økologisk tilstand angir at Indeks 1 og 2 bør være bedre enn eller lik 0,75 (Iversen 2009a, Iversen 2009b). Forsuringsindeksene gir relativt grove anslag over forsuringstilstanden i et vassdrag. Rekruttering av *Baetis rhodani* fra mindre påvirkede bekker og vassdrag i tilknytning til eller i nærheten av vassdraget er en konstant feilkilde. Arten har kohorter gjennom hele sesongen og reetablerer derfor i tillegg raskt på kort tid. Det er også slik at når forekomstene blir lave, kan utregningen av indeksene gi resultater som ikke nødvendigvis stemmer. For Indeks 2 regnes det for eksempel ikke verdier over 4. Bunndyrtilstanden må derfor også bygge på vurderinger av hele artsmangfoldet og deres forekomster.

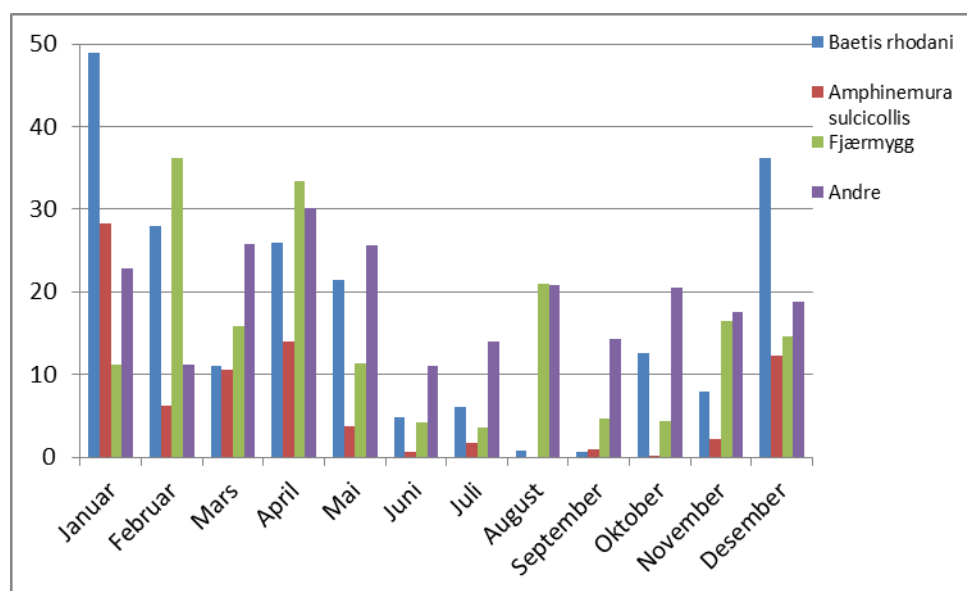
I perioden 2003 - 2012 ble det tatt til sammen 94 bunndyrprøver i Daleelva. I underkant av

55 000 individer ble samlet inn og gjennomgått. Døgn-, stein- og vårfluer (EPT-artene) ble artsbestemt. Før programmet med sending av prøver ble etablert i 2006 ble det kun tatt noen få prøver i årene 2003-2005. I 2008 ble det kun tatt to prøver, og i 2011 ble det ikke tatt prøver.

3.2 Resultater

Antall individer per prøveminutt har variert fra mindre enn 10 til omkring 150, og gjennomsnittsverdien var 57 individer per minutt. Dette er grovt anslått bare mellom 10 og 30 % av forventet individantall i en urørt elv, som bør ligge omtrent mellom 200 og 500 per prøveminutt.

Døgnfluen *Baetis rhodani* utgjør hele 35 % prosent av det totale antall organismer. Sammen med steinfluen *Amphinemura sulcicollis* utgjør disse to artene 48 % av materialet. Av totalt 31 taksa som ble registrert i 2006 - 2010, dominerte *Baetis rhodani* og *Amphinemura sulcicollis* på alle undersøkelsestidspunktene (**figur 3.3**). Dette sammenfaller med hypotesen om at opportunistiske enkeltarter vil dominere i påvirkede økosystemer (Petrin mfl. 2013). Tovingelarver utgjør nesten 30 prosent, hvorav fjærmygg alene står for over 20 prosent. **Figur 3.3** viser også at i sommerhalvåret klekker de ettårige EPT-artene, og artsmangfoldet går dermed ned.

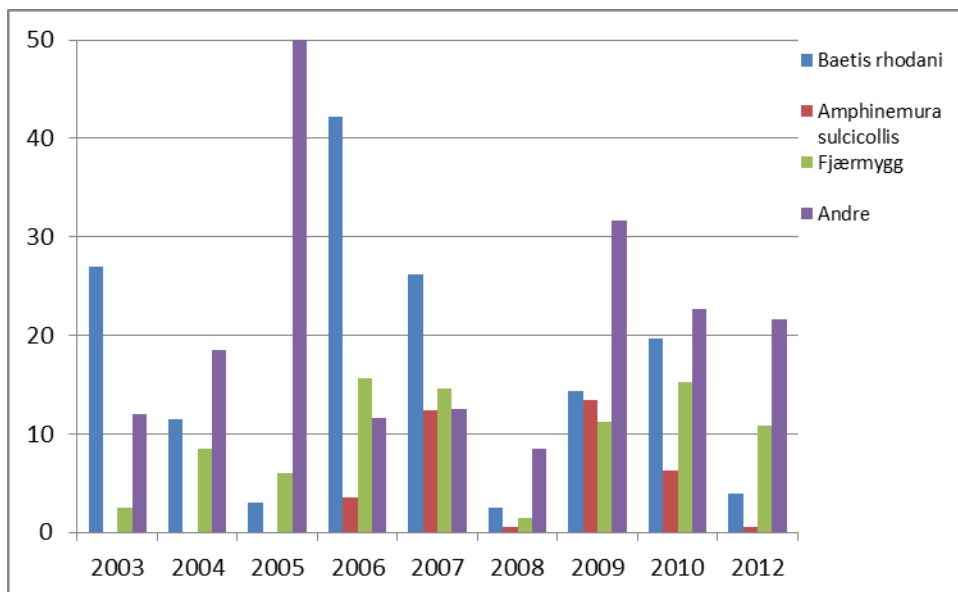


Figur 3.3. Gjennomsnittlig antall individer per minutt prøve gjennom sesongen for hele materialet fra Daleelva 2003 - 2012.

Fordelingen mellom år er imidlertid ikke lik. *B. rhodani* viser en tendens til en generell tilbakegang siden 2006 (blå søyler, **figur 3.4**). *A. sulcicollis* økte i antall senhøsten 2006, og dominerte i bunndyrprøvene fram til klekking sommeren 2007. Utover høsten og vinteren 2007 økte antallet nymfer igjen. I 2008 ble det kun tatt to prøver i juli, så det er ikke mulig å vite om arten fremdeles dominerte dette året. I 2009 og vinteren 2009/10 var dominansen fremdeles til stede, men i mars 2010 kollapset bestanden. De siste årene har arten bare blitt registrert med enkeltindivider i prøvene (røde søyler, **figur 3.4**).

Mange av artene opptrer i så små forekomster at registrering av tilstedeværelse ofte er tilfeldig. Det ble bare funnet to arter døgnfluer i løpet av undersøkelsesperioden. Av de nesten 55 000 bunndyrene som er gjennomgått ble det funnet færre enn 10 individer av den andre døgnfluearten, *Ameletus inopinatus*. I tillegg ble det funnet til sammen 13 arter steinfluer og 12 arter vårfluer i undersøkelsesperioden. Av disse var fem steinflue- og to vårfluearter regelmessig forekommende. I 2007 ble det funnet ett individ av vårfluen *Hydropsyche pellucidula*, som er vanlig forekommende i Sør-Norge, men ny for Sogn og Fjordane. Noen få individer av vårflue-

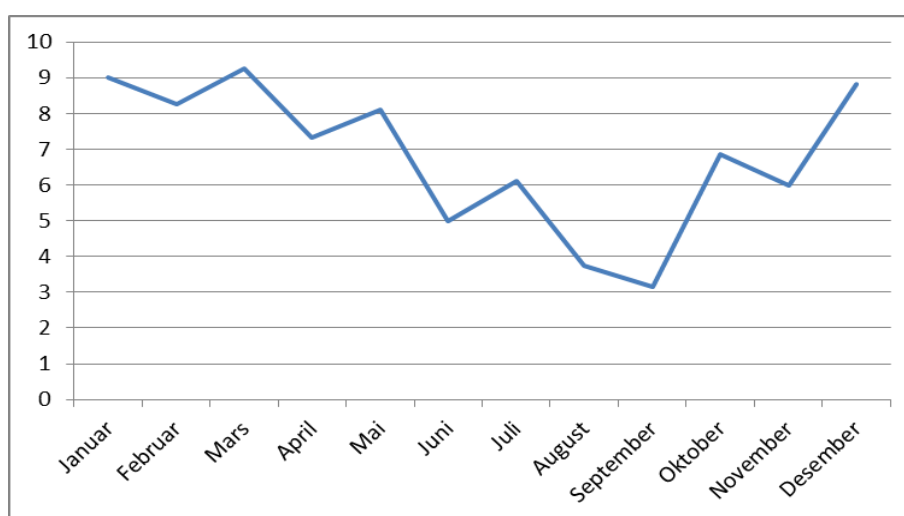
ne *Glossosoma intermedia* og *Micropterna lateralis* ble funnet. Det ble funnet noen tomme hus av vårfluen *Micrasema* spp.



Figur 3.4. Gjennomsnittlig antall individer per minutt prøve per år for hele materialet fra Daleelva 2003 - 2012.

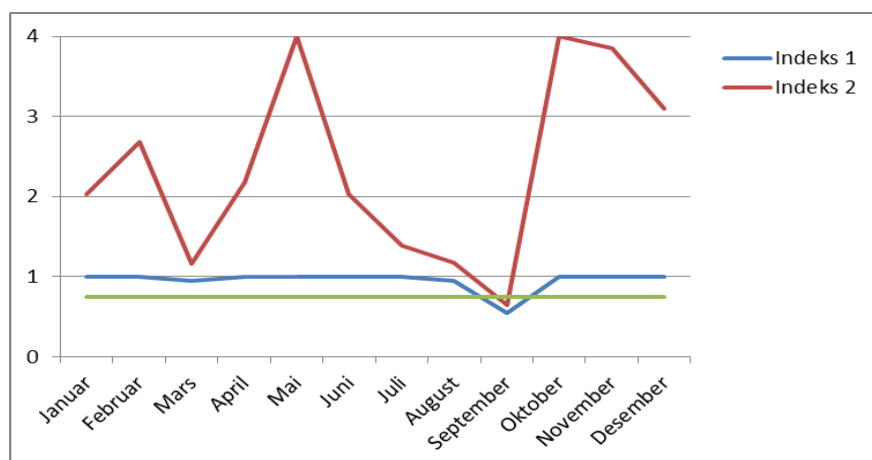
Bortsett fra vårfluen *Hydropsyche pellucidula* er alle registrerte arter funnet i Daleelva vanlig forekommende på Vestlandet, og med få unntak lite sensitive i forhold til forurengning. Tidligere er *Baetis muticus* registrert i Daleelva (Åtland mfl. 1998b), men den ble ikke funnet igjen i perioden 2003 - 2012. Svært få grupper av andre vannlevende organismer ble registrert. Viktige og vanlige grupper som vannbiller var totalt fraværende.

Figur 3.5. viser fordelingen av antall EPT-arter gjennom året. De fleste arter er ettårige og klekker om sommeren. I og med at Daleelva har så få arter blir næringsforholdene for fisk mindre gunstige under vekstsesongen. Fra juli til oktober er det bare noen få arter tilgjengelig som føde av disse viktige hovedgruppene.



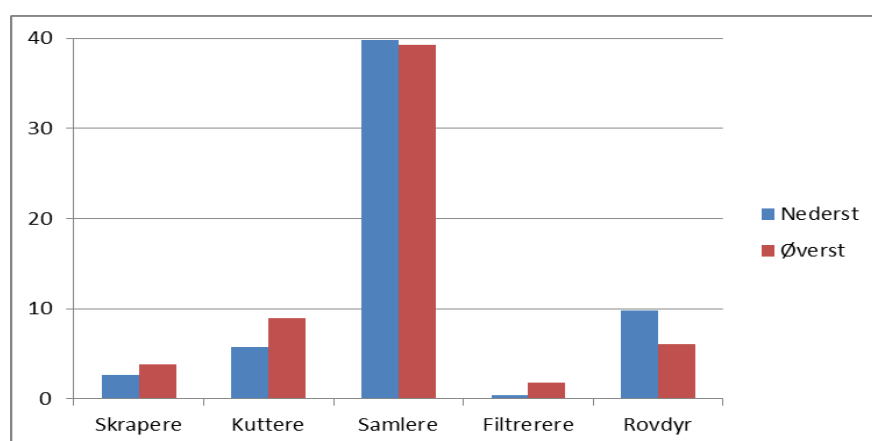
Figur 3.5. Sesongmessige variasjoner i antall arter av døgnfluer, steinfluer og vårfluer (EPT-arter) påvist i bunndyrprøver fra Daleelva i perioden 2003 - 2012.

Begge forsuringsindeksene viser gode verdier, noe som skyldes at det med få unntak ble registrert individer av *Baetis rhodani* i hver prøve. Unntaket var septemberprøvene i 2007, hvor høy vannføring ga usikre prøver og lave verdier (**figur 3.6**).



Figur 3.6. Raddums forsuringsindeks 1 og 2 vist som gjennomsnittsverdier av prøvene fra Daleelva 2003 - 2012. Øverst verdiene fra hvert år, nederst fra måned til måned. God økologisk tilstand iflg. Vannforskriften er indikert med grønn linje. (Daleelva faller i kategorien HMWB (heavily modified water body), og er dermed unntatt fra kravet om God økologisk tilstand. En HMWB skal karakteriseres ut fra økologisk potensiale).

Fordelingen mellom funksjonelle grupper er svært skjev i materialet. Gruppen samlere utgjør alene omkring 80 prosent av bunndyrsamfunnet. Dette er arter som spiser oppdelte organiske partikler av ulik størrelse. De to dominerende artene *B. rhodani* og *A. sulcicollis* er plassert i gruppen samlere, men de kan også tilhøre nisjen skrapere (Merritt mfl. 2008, Petrin 2011). Dette støtter hypotesen om at opportunistarter ofte vil dominere i påvirkede lokaliteter (Petrin mfl. 2013). De andre gruppene utgjør i hovedsak de siste 20 prosentene (**figur 3.7**). Filtrerere, som knott og nettspinnende vårfluer, utgjør en svært liten andel. Algesugere, som vårfluene i familien Hydroptilidae, er fullstendig fraværende. Artsrike grupper som midd, fjærmygg og tovingelarver består av arter som dekker de fleste funksjonelle grupper, men disse er til dels fåtallige i materialet, er tidkrevende å artsbestemme og det finnes gjerne heller ikke tilstrekkelig kunnskap om de enkelte artenes nisjer og ernæring.



Figur 3.7. Gjennomsnittlig antall dyr per minutt prøve av funksjonelle grupper på øvre og nedre stasjon i Daleelva, vist for hele perioden 2003 - 2012.

3.3 Diskusjon

Prøvetaking av bunndyr i rennende vann er problematisk, og gir ofte svært usikre statistiske data over forekomster av hver art (Engen mfl. 2011). Substrat på elvebunn er en mikromosaikk av små habitater hvor artene opptrer i klumpvise levesteder. For å få holdbare data for antall individer per areal må det tas et større antall kvantitative prøver, noe som i praksis ofte er dyrt og tidkrevende (Bongard & Aagaard 2006). En praktisk måte å løse dette problemet på er å renonsere på kravet om statistisk signifikans for individantall, og i stedet øke innsatsen for å registrere arter (se avsnitt 3.6 i Bongard & Aagaard 2006). Dette gir ikke bare en bedre artsregistrering, men også praktisk anvendbare overslag over forekomster av hver art. Ulempene ved manglende statistikk oppveies med fordelene av mange prøvetidspunkter, slik det er gjort i Daleelva. Det ble av ressurs hensyn valgt ut kun to lokaliteter, men en ser i ettertid at prøvetaking på tre eller fire lokaliteter ikke vil øke kostnadene i særlig grad. Flere lokaliteter vil gjøre resultatene sikrere.

For å gjøre behandlingen av prøvene enklere ble det brukt 500 µm håv, noe som fører til at små stadier av fjærmygg kan bli underrepresentert. I årene 2003 - 2005 ble det imidlertid brukt 250 µm sparkehåv, uten at det ga høyere forekomster av fjærmygg.

Langtidsserier av biologiske prøver er fåtallige i Norge, men framheves i strategidokumenter som særdeles verdifulle. Dersom man i tillegg kan øke prøvefrekvensen gjennom sesongen, forbedres dataene ytterligere. Overvåkingen i Daleelva har vært verdifull nettopp fordi prøveprogrammet har vært relativt tett over flere år. Det var likevel lange perioder uten prøvetaking, og grunnet miljøvernleder Svein Arne Forfods bortgang ble 2011 helt uten prøvetaking.

Antall dyr per prøveminutt fra Daleelva er svært lavt, og viser en svært fattig fauna som er betydelig påvirket. Det er trolig forsurening, lite tilført organisk materiale, lite begroing, kraftregulering og flomutspylinger som er de fem viktigste årsakene til lav diversitet og lav produksjon av bunndyr. Økning i primærproduksjon, begroing, bedrer som regel individantallene i fattige elver. Et eksempel er virkningene av et næringsrikt utslipp fra settefiskanlegget som førte til en kraftig alge-begroing våren 2010. Dette ga oppblomstring av fjærmygg og midd på nederste stasjon den 21. april 2010. Daleelva blir tilført relativt lite alloktont materiale fra omgivelsene. I kombinasjon med forsurening og utspylinger fører det til en svært lav biologisk produksjon av bunndyr i Daleelva. Artsantallet i Daleelva er tilsvarende svært lavt.

Flommer kan være en stor utfordring for både fisk og bunndyr. Daleelva blir ofte utsatt for kraftige utspylinger i forbindelse med flommer (eksempelvis 15.09 og 15.11. 2005). Mye tyder på at unormalt store flommer har opptrådt oftere de senere årene på Vestlandet. Slike katastrofedriv kan være økende i antall og størrelse på Vestlandet, og er sannsynligvis en sekundærefekt av klimaendringer (G.G.Raddum, UiB, pers medd.). Store flommer kan røre om elvesubstratet ned til halvmeters dyp, skylle ut organisk materiale og forårsake katastrofeliknende fall i populasjoner av bunndyr. Slike flommer vil kunne gjøre forholdene temporært svært vanskelige for fisk og yngel. De negative virkningene av store flommer er kjent fra flere studier, blant annet USA og Spania (Hilsenhoff 1996, Gibbins mfl. 2007). Transporten av sand og utvasking av organisk materiale er sammen med vannføringen i seg selv de viktigste negative faktorene ved store flommer. 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/s. Bunnsubstratet er tilsvarende utsatt under slike forhold og vannhastigheter. Det finnes få data fra tidligere undersøkelser i Daleelva, så det er vanskelig å si om forholdene har forverret seg (Urdal & Hellen 1999, Hellen mfl. 2001).

Det lave artsantallet og de svært lave forekomstene kan skyldes flere faktorer enn regulering og utspylingssflommer. Det lave antallet døgnfluearter antyder spesielt at forsurening er et problem. Forsuringsindeksene gir en relativt grov beskrivelse av forureningstilstanden. Daleelva kommer relativt godt ut på skalaen, men dette skyldes som regel de lave forekomstene av ar-

tene som brukes i indeksen, som dermed gir ekstreme utslag ved utregningen av indeksene. Når en ser på resultatene under ett er det usikkert hvor stor innvirkning forsuring har på bunndyrsamfunnet. Det er få forsuringssensitive arter og svært lave tettheter av hver art. Artsutvalget består av en større andel forsuringstolerante arter enn forventet. Den forsuringfølsomme døgnfluen *Baetis rhodani* er imidlertid funnet i nesten alle prøver, noe som gir høyeste score for Raddums forsuringindeks 1. Ingen andre sterkt sensitive arter eller grupper (verdi 1) ble funnet i noen av prøvene. Akkumulering av aluminium som følge av forsuring er en av mekanismene som øker dødeligheten av arter og senker forekomster (Raddum & Fjellheim 1990, Wren 1991, Herrmann 2001).

Lavt artsantall og lave forekomster er to av grunnene til den skjeve fordelingen mellom funksjonelle grupper i økosystemet. Den sterke dominansen av få arter gjennom lang tid er en indikasjon på et økosystem som er sterkt påvirket. I urørte systemer veksler som regel mange flere arter på å dominere fra år til år, og de ulike bunndyrartene i urørte vassdrag klekker og vokser i ulike perioder av året, og tilbyr dermed et variert arts mangfold med naturlig høye forekomster som stabil næringstilgang for ungfiskbestandene. Det er sannsynlig at den lave bunndyrproduksjonen i Daleelva er en begrensende faktor for bestandstettheten av smolt. Mangel på bunndyr fører ofte til at tilgangen på luftinsekter blir viktig som ernæring for fisk i sommerhalvåret i slike elver. Dette er kjent fra andre regulerte elver med lave bunndyrforekomster (Bongard 2008). I og med at det gjøres mye for å opprettholde en bærekraftig fiskebestand i Daleelva, er det viktig å følge med bunndyrsamfunnet ikke bare som næringsgrunnlag for fisk, men også for å følge med på utviklingen av dette samfunnet i seg selv. De foruroligende lave tetthetene av bunndyr bør overvåkes for å belyse konsekvensene av et problem som kan bli økende i årene framover.

Den sterke dominansen av bare to arter gjennom så lang tid er ytterligere en indikasjon på et økosystem som er sterkt påvirket. *Baetis rhodani* er ofte dominerende i rennende vann generelt i Norge, men i urørte systemer veksler som regel mange flere arter på å dominere fra år til år. En sammenligning av forventet artsantall i en upåvirket elv og antall arter som er registrert i Daleelva, viser et uforholdsmessige lite arts mangfold spesielt for døgnfluer og vårfluer, men også for steinfluer (**tabell 3.2**).

Tabell 3.2. Sammenligning av forventet og registrert artsantall for døgn-, stein- og vårfluer i Daleelva.

Kategori / parameter	Døgnfluer	Steinfluer	Vårfluer
Registrert artsantall for Sogn og Fjordane	9	21	60
Anslått forventet antall arter i Daleelva	7	19	30
Registrert antall arter i Daleelva	2	13	12

4 Ungfiskundersøkelser

4.1 Metoder

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 metodikk for ungfiskundersøkelser (elektrisk fiskeapparat) til tetthetsberegninger på et større antall lokaliteter, kan utbredelsen av årsyngel (0+) gi informasjon om foretrukne gyteområder. Dette ut fra at laksunger i sitt første leveår har begrenset spredning fra gyteområdene (Johnsen & Hvidsten 2002).

For å oppnå best mulig sammenlignbarhet med tidligere undersøkelser i vassdraget (Urdal og Hellen 1999, Hellen mfl. 2001), ble seks av de samme lokalitetene som tidligere er undersøkt inkludert i undersøkelsesprogrammet som startet opp i 2003. Disse lokalitetene er stasjonene 1, 4, 6, 8, 10 og 11 (**figur 2.1**). De øvrige stasjoner i undersøkelsesprogrammet er valgt slik at de er mest mulig representative for de ulike områdene av vassdraget.

I perioden 2003 - 2010 ble det gjennomført undersøkelser på 12 stasjoner i hovedstrengen og seks stasjoner i sidebekker og sideløp (se **figur 2.1** for beliggenhet av stasjonene). I 2011 ble stasjonsnettet utvidet med fire stasjoner som er lokalisert i øvre deler av hovedstrengen (se **vedlegg 1**). Årsaken til det utvidete stasjonsnettet er at man ønsker mer oppløsning i datasettet, for å kunne kartlegge eventuelle endringer i fiskesamfunn i forbindelse med etablering av Eirisdal kraftverk. I 2012 ble bare tre av disse stasjonene fisket, da den fjerde var påvirket av anleggsvirksomheten i forbindelse med etablering av det nye kraftverket.

På fire av stasjonene i hovedløpet ble tettheten beregnet med utgangspunkt i utfangstmetoden (Zippin 1958, Bohlin mfl. 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 hovedelva og sideløpene (antall fisk fanget i første fiskeomgang delt på estimert fangsteffektivitet).

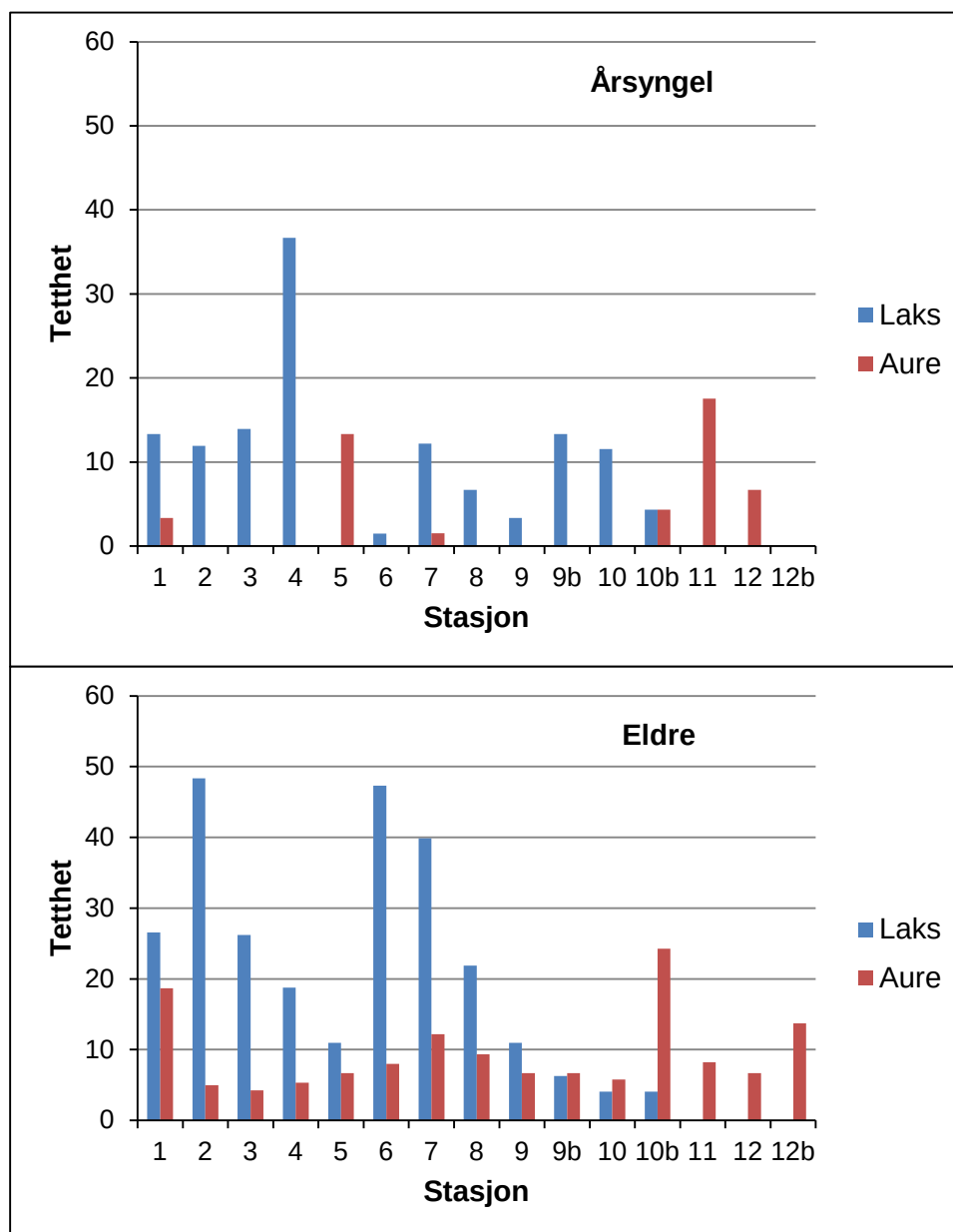
Det ble anvendt et fiskeapparat av Paulsen-type med likestrømpulser under fisket. Apparatet var drevet av et 12 volts/15 amperetimer batteri, og ble båret på ryggen under fisket. Som følge av lav ledningsevne i elvevatnet ble fiskeapparatets spenning satt til 800 volt ved 250 ohms belastning, og en pulsfrekvens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

I utgangspunktet var det et mål å undersøke arealer på omtrent 100 m² på de ulike stasjonene i hovedløpet. I 2012 varierte arealene på de undersøkte stasjonene i hovedløpet mellom 100 og 120 m². Det ble fisket fra elvebredden og inntil 8 meter ut i elveløpet. I sideløpene ble hele bekkens bredde undersøkt, og de undersøkte arealene i disse varierte mellom 62 og 157 m². Fisketettheten er oppgitt som antall individer pr. 100 m².

Undersøkelsen i 2012 ble gjennomført 18. - 20. oktober. Fisken ble bedøvd, artsbestemt og lengdemålt, fra snute til enden av naturlig utstrakt halefinne og sjekket for eventuell manglende fettfinne. På fire stasjoner ble all fisk eldre enn årsyngel avlivet, nedfrosset og senere aldersbestemt ved analyse av skjell/otolitter. På resten av stasjonene ble det tatt en liten skjellprøve for aldersanalyse av all eldre fisk og «store» årsyngel. Fisken ble deretter gjenutsatt på stasjonen. Eldre laksunger som hadde intakt fettfinne ble klassifisert å være naturlig produsert fisk.

4.2 Tetthet av ungfisk i hovedelva

I 2012 ble det funnet årsyngel av laks på 11 av de 15 undersøkte stasjonene i hovedstrengen av Daleelva (**figur 4.1**). Det ble ikke funnet årsyngel av laks på de tre stasjonene oppstrøms utløpet av K2. Tetthetene av årsyngel var gjennomgående lave (mindre enn 15 yngel pr.100 m²), med unntak av på stasjon 4 hvor den beregnede tettheten var 37 yngel pr.100 m²). Det ble funnet årsyngel på flere stasjoner i 2012 enn i 2011.



Figur 4.1. Beregnet tetthet (antall individ pr. 100 m²) av ungfisk i Daleelva i 2012. Øverst: årsyngel. Nederst: eldre fiskunger. Stasjonene er gruppert fra nederst til øverst i elva. De nye stasjonene som ble opprettet i 2011 er navngitt i forhold til nærmeste hovedstasjon nedstrøms.

I 2012 ble det funnet årsyngel av aure på 6 av de 15 undersøkte stasjonene i hovedstrengen av Daleelva. Nedstrøms utløpet av K2 var det aureyngel på bare fire av stasjonene i 2012,

mens det i 2011 ble funnet aureyngel på alle stasjonene nedstrøms kraftverksutløpet. På alle stasjoner med forekomst av aureyngel var tetthetene lave.

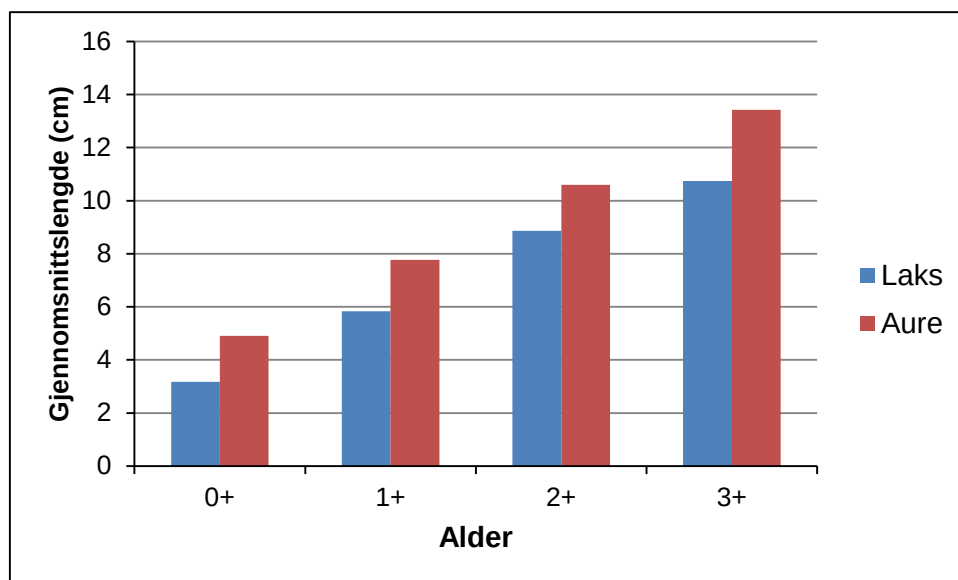
I 2012 ble det funnet både eldre laksunger og eldre aureunger på alle stasjonene nedstrøms utløpet av K2, mens på de tre stasjonene oppstrøms var det bare aure (**figur 4.1**). Tettheten av eldre laksunger var gjennomgående høyere enn for eldre aureunger i de nedre deler av elva. På seks av stasjonene var estimert tetthet av eldre laksunger høyere enn 20 individer pr. 100 m², og på tre av disse var tettheten høyere enn 40 individer pr. 100 m². Med unntak av en stasjon (stasjon 10b) var beregnet tetthet av eldre aureunger lavere enn 20 individer pr. 100 m².

Det ble også funnet utsatte laksunger på alle stasjoner fra og med stasjon 7 og opp til og med stasjon 11, like ovenfor utløpet av K2. De større utsatte laksungene var fettfinnekleipt, og var også lett å kjenne igjen på utseende. Disse laksungene varierte fra 7 til 15 cm, med en gjennomsnittslengde på 11 cm. I tillegg ble det fanget tre mindre laksunger (4 - 6 cm) på stasjon 10 og 11, som hadde klare ytre trekk på å være fra settefiskanlegget. Dette kan være fisk som ble satt ut som yngel våren 2012. Den beregnede tettheten av utsatte laksunger varierte fra 1 til 26 individer pr. 100 m².

4.3 Alder, størrelse og årsklassestyrke i hovedelva

I alt ble det fanget 271 ville laksunger på de 12 hovedstasjonene i Daleelva i 2012. Fangsten var dominert av 2-åringer (46 %) og 3-åringer (23 %). Det ble fanget flere årsyngel (18 %) enn 1-åringer (11 %). I tillegg ble det funnet én 4-årig laksunge.

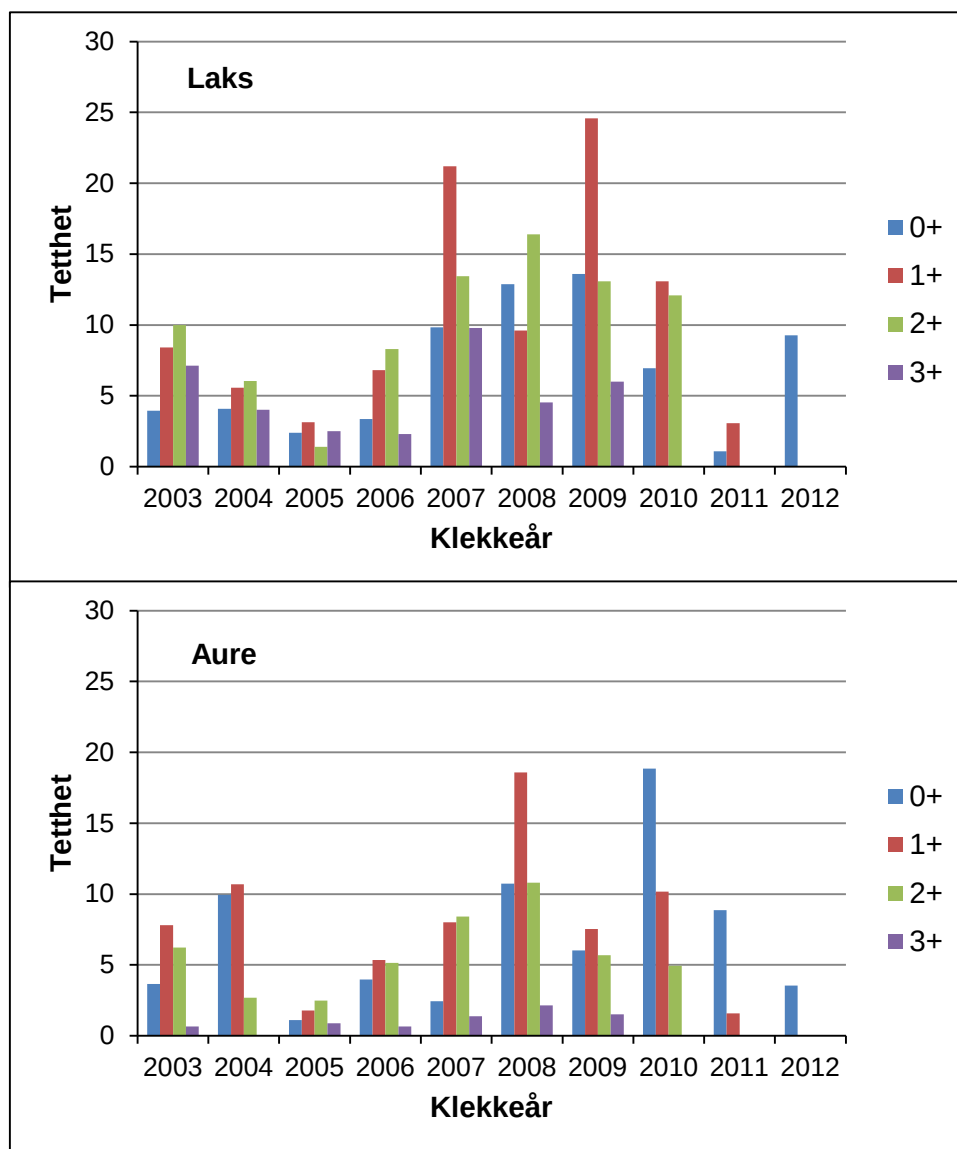
I alt ble det fanget 96 aureunger på de 12 hovedstasjonene i Daleelva i 2012. Fangsten var dominert av 2-åringer (52 %). Årsyngel (13 %), 1-åringer (18 %) og 3-åringer (17 %) forekom i omtrent lik stor andel i fangsten.



Figur 4.2. Gjennomsnittstørrelse (i cm) til laks- og aureunger med ulik alder i Daleelva i oktober 2012.

Aureunger var gjennomgående vesentlig større enn laksunger av samme alder i oktober 2012 (**figur 4.2**). Dette samsvarer med resultater fra tidligere år. Sammenliknet med de fleste tidligere år, var både laks- og aureungene små i forhold til sin alder høsten 2012 (Bremset mfl.

2010). Ungfiskundersøkelsene i Daleelva har vist forholdsvis store variasjoner i størrelse og sammensetning av ungfiskbestandene i undersøkelsesperioden 2003 - 2012. Spesielt hos laks har det vært enkelte sterke årsklasser som har dominert ungfiskbestanden i flere år (**figur 4.3**). Laksyngel klekket i 2007 dominerte ungfiskbestandene både i 2007 (som årsyngel), 2008 (som ettåringer) og i 2009 (som toåringer) – og også i 2010 var det fremdeles en god del igjen av denne årsklassen i form av treåringer. Tilsvarende har årsklassen som ble klekt i 2009 vært den dominerende årsklassen i både 2010 (som ettåringer) og 2011 (som toåringer). I 2012 var årsklassen som ble klekt i 2010 dominerende i ungfiskbestanden av laks (som toåringer). Årsklassen som ble klekt i 2011 synes å være av de svakeste på mange år i Daleelva.



Figur 4.3. Gjennomsnittlig tetthet (antall individer pr. 100 m²) av ungfisk med ulik alder på de 12 hovedstasjonene for elfiske i Daleelva. Øverst: laks. Nederst: aure. I figuren er tetthetene gruppert etter klekkeår slik at figuren viser utvikling av tetthet av samme årsklasse ved ulik alder. For årsklassen som klekket i 2011 har vi derfor bare tetthet av denne som 0+ i 2011 og 1+ i 2012.

Ungfiskbestandene av aure har også vist betydelige årlige variasjoner i mengde og årsklassestyrke (**figur 4.3**). Av årsyngel har det vært spesielt gode årsklasser i 2004, 2008 og 2010. Årsklassen fra 2004 dominerte tallmessig også i 2005 (som ettåringer), men var kraftig redusert i bunnåret 2006. Årsklassen fra 2008 var tallmessig dominerende i 2009 (som ettåringer)

og godt representert i 2010 (som toåring). Dette året var det bare den sterke 2010-årsklassen som forekom i større tettheter. Høsten 2011 og 2012 dominerte denne årsklassen fremdeles ungfiskbestanden av aure i Daleelva.

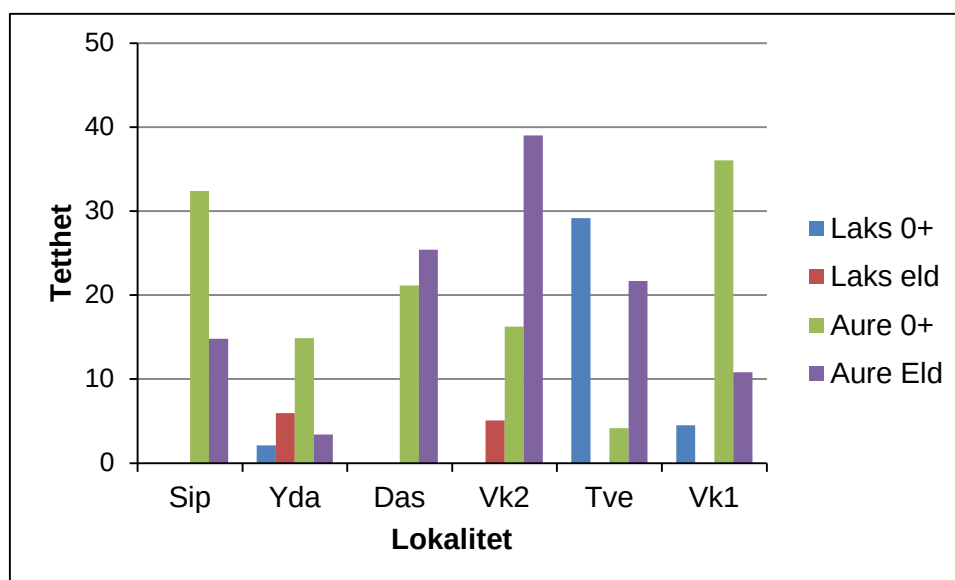
Ungfiskundersøkelser basert på elektrisk fiske har vært brukt i Norge siden slutten av 1960-tallet (Forseth & Forsgren 2009). Elektrisk fiske med gjentatt overfisking underestimerer vanligvis bestandsstørrelsen (Bohlin mfl. 1989, Forseth & Forsgren 2009). De gjennomsnittlige tetthetene av årsyngel hos begge arter har vært lave i hele perioden 2003 - 2012. Tetthetene av årsyngel i Daleelva har de fleste 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 større ungfisk (Bohlin mfl. 1989), noe som vil være spesielt utslagsgivende i vassdrag med lav ledningsevne som i Daleelva. Det er følgelig grunn til å anta at tettheten av årsyngel har blitt betydelig underestimert i ungfiskundersøkelsene. Undervurderingen kan være større i 2012 enn i mange andre år, fordi årsyngelen var mindre dette året enn i de fleste foregående år.

En annen forklaring til misforholdet mellom årsklasser er klumpvis fordeling av årsyngel. I Ingdalselva fant Johnsen & Hvidsten (2002) at årsyngel av laks spredte seg lite i løpet av den første sommeren. Plassering av prøvefelt i forhold til gytegroper vil derfor kunne gi store utslag på den relative tettheten som blir estimert under elektrofiske. Et ytterligere forhold som gjør bestandsestimer 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.

De store flommene med påfølgende opprensninger og nye sikringsarbeider kan ha medført endringer på flere av ungfiskstasjonene i løpet av undersøkelsesperioden. Det var betydelige flommer i september måned både i 2003, 2004 og 2005 (Lund mfl. 2006a). Disse flomepisode-ene skjedde i forkant av de årlige ungfiskundersøkelsene, og har trolig påvirket resultatene både indirekte og direkte. Indirekte ved at bunnsubstrat og strømningsforhold på stasjonene ble endret, og direkte ved at ungfisk kan ha blitt drept eller transportert nedstrøms av flomvannføringene. I tillegg har det gjennom mesteparten av undersøkelsesperioden blitt gjennomført flomsikringstiltak i og ved elveleiet. I anleggsperioder har det vært betydelige gravearbeider i elveleiet, som sammen med transport til og fra elveleiet har bidratt til ustabile bunnsubstrater.

4.4 Tetthet av ungfisk i sidebekker

I 2012 ble det funnet årsyngel av laks i Yngeldammene, Tverråna og Vatningskanal 1 (**figur 4.4**). I Tverråna ble det beregnet en tetthet av laksyngel på 29 individer pr. 100 m². Eldre laksunger ble funnet i lave tettheter i Yngeldammene og Vatningskanal 2. Årsyngel og eldre aureunger ble funnet i alle de fem sidebekkene. Tettheten av aureyngel var gjennomgående en god del høyere i sidebekkene enn i hovedelva i 2012.



Figur 4.4. Beregnet tetthet (antall individer pr. 100 m²) av ungfisk i sideløp og sidebekker til Daleelva i oktober 2012. Lokalitetene var Sipløelva, Yngeldammene, Dassbekken, Vatningskanal 2, Tverråna, Vatningskanal 1 (se **figur 2.1**).

Undersøkelsen i 2012 samsvarer med tidligere år og bekrefter at sidebekkene er dominert av aure. I Sipløelva har det siden 2003 bare blitt fanget aure, og verken naturlig produsert eller utsatt laks har vært påvist i denne bekken (Bremset mfl. 2012). I 2012 var det i likhet med foregående år få funn av eldre laksunger. Yngeldammene er det eneste området utenom hovedstrengen der eldre laksunger er funnet i hele undersøkelsesperioden 2003 - 2012.

Generelt sett har det blitt funnet svært lite årsyngel av laks i sidebekkene i undersøkelsesperioden. Ut fra at årsyngel vanligvis har lav spredningsevne den første sommeren (Johnsen & Hvidsten 2002), tilsier fraværet av yngel i sidebekkene at disse 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 livsløpet fram til smolt. Følgelig synes sidebekkene å ha en viss 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 & 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 de likevel bidra med en betydelig del av smoltproduksjonen av aure.

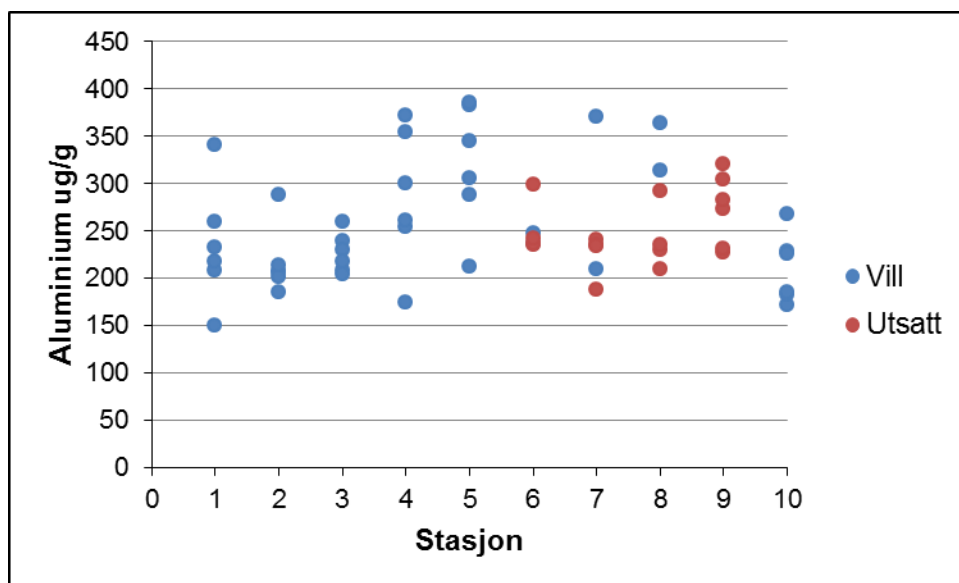
4.5 Gjellealuminium hos presmolt om våren

Metoder

Den 8. mai 2012 ble det samlet inn presmolt laks for måling av aluminium på gjellene. Det ble tatt prøver fra 10 stasjoner beliggende fra veibrua i Høyanger sentrum opp til utløpet av kraftstasjonen K2 (**vedlegg 2**). På hver stasjon ble det tatt prøver av seks presmolt, som varierte i lengde fra 10,0 cm til 14,5 cm. Fiskene ble ut fra ytre kjennetegn klassifisert som smolt (tydelige smoltkarakterer og utydelige parmerker). I tillegg ble det vurdert om fisken var naturlig produsert ($n = 42$) eller utsatt ($n = 18$). 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 Universitetet for miljø- og biovitenskap på Ås.

Resultater og diskusjon

Analyser av aluminiumsinnhold på gjellevevet til presmolt laks viste høye verdier på alle de ti stasjonene som ble undersøkt våren 2012 (**figur 4.5**). Aluminiumsnivået på gjellene hos enkeltfisk varierte mellom 150 og 385 $\mu\text{g/g}$ tørrvekt, og gjennomsnittsverdien var 254 $\mu\text{g/g}$. Det var ingen trend i aluminiumsinnholdet langs hovedstrengen av elva. Det var heller ikke noen forskjell i aluminiumsverdier på naturlig produserte laksunger (gjennomsnittlig 251 $\mu\text{g/g}$) og på utsatt fisk (gjennomsnittlig 255 $\mu\text{g/g}$).



Figur 4.5. Aluminiumsinnhold ($\mu\text{g/g}$ tørrvekt) i gjellevev hos ville og utsatte presmolt laksunger i Daleelva i mai 2012. Stasjonene i elva er gruppert fra nederst (Høyanger sentrum) til øverst i elva.

Målingene som ble gjort våren 2012 viser at alle de 60 undersøkte laksungene hadde gjelleverdier av aluminium som oversteg 50 $\mu\text{g/g}$, noe som betyr at deres ioneregulering var påvirket av aluminium. Det ble imidlertid ikke funnet dødelige konsentrasjoner av aluminium (>400 $\mu\text{g/g}$) hos noen av de undersøkte laksungene våren 2012. Erfaringer fra forsøk med laksesmolt har vist at ved konsentrasjoner tilsvarende 20-50 $\mu\text{g/g}$ tørrvekt påvirker aluminium $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$ aktiviteten (et enzym som er viktig for smoltens evne til å ioneregulere når den kommer ut i sjøvann), mer enn 50 $\mu\text{g/g}$ påvirker ionereguleringen også i ferskvann, og ved konsentrasjoner over 400 $\mu\text{g/g}$ begynner dødelighet å inntreffe (Kroglund mfl. 2008). I eksperimenter i

elva Imsa i Rogaland er det funnet at laksesmolt som hadde vært utsatt for forhøyete aluminiumsverdier, hadde 20-50 % lavere tilbakevandningsrate som voksen laks sammenliknet med kontrollgrupper (Kroglund & Finstad 2003, Kroglund mfl. 2007). Konklusjonene fra disse studiene var at selv moderat forsurete vassdrag med innhold av 5-15 µg labilt aluminium per liter elvevann, kan forårsake betydelig redusert tilbakevandring av laks.

Det er gjennomført analyser av aluminiumsnivå i gjellelev hos laksunger i Daleelva i seks år i perioden 2004 - 2012 (**tabell 4.1**). Gjennomsnittsverdiene for aluminium har variert mye mellom år, med de laveste nivåene våren 2010 og de høyeste nivåene våren 2008. Aluminiumsnivåene i gjellelev hos presmolt av laks våren 2012 var lavere enn i 2008, men høyere enn de andre årene. I alle år har imidlertid aluminiumsnivåene vært så høye at det må forventes redusert sjøoverlevelse til den utvandrende smolten. Variasjoner i aluminiumsnivåer mellom år hos den utvandrende smolten kan tenkes å bidra til variasjoner i sjøoverlevelse mellom ulike smoltårsklasser. Det hadde derfor vært nyttig å gjennomføre årlige målinger av aluminiumsnivåer, som et ledd i en langsiktig overvåking av bestandssituasjonen for de sjøvandrende bestandene i vassdraget.

Tabell 4.1. Aluminiumsnivå (µg/g tørrvekt) i gjellelev hos laksunger fanget om våren i Daleelva i 2004, 2005, 2008 - 2010 og 2012.

År	Prøvedato	Antall stasjoner	Antall fisk	Variasjon (µg/g)	Snitt (µg/g)
2004	28/4	6	20	90-498	169
2005	28/4	6	20	70-238	147
2008	5/5	10	59	171-725	368
2009	2/5	9	51	59-261	145
2010	18/5	10	60	17-257	74
2012	8/5	10	60	150-385	254

5 Voksen fisk

5.1 Metoder

For presentasjon av fangster av laks og sjøaure i sportsfisket over år, er den offisielle statistikk-lagten lagt til grunn (Norges offisielle statistikk, Statistisk sentralbyrå, www.ssb.no).

Innsamling av skjellprøver fra sportsfiskefangstene er utført av Høyanger Jakt- og Fiskelag. Målet har vært å samle inn flest mulig skjellprøver av laks og sjøaure. I 2011 og 2012 ble det samlet inn og analysert henholdsvis 165 og 294 skjellprøver av laks, noe som utgjorde henholdsvis 84 og 89 % av laksen som ble rapportert avlivet etter fangst disse to årene. I tillegg kom det inn skjellprøver fra fem sjøaure disse to årene. Lavt antall skjellprøver av denne arten skyldes at så godt som all sjøauren settes tilbake i elva etter fangst.

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 mfl. 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 den som oppdrettsfisk, dersom det ellers er høy grad av samsvar mellom opplysninger om fiskens morfologi og skjellanalyse.

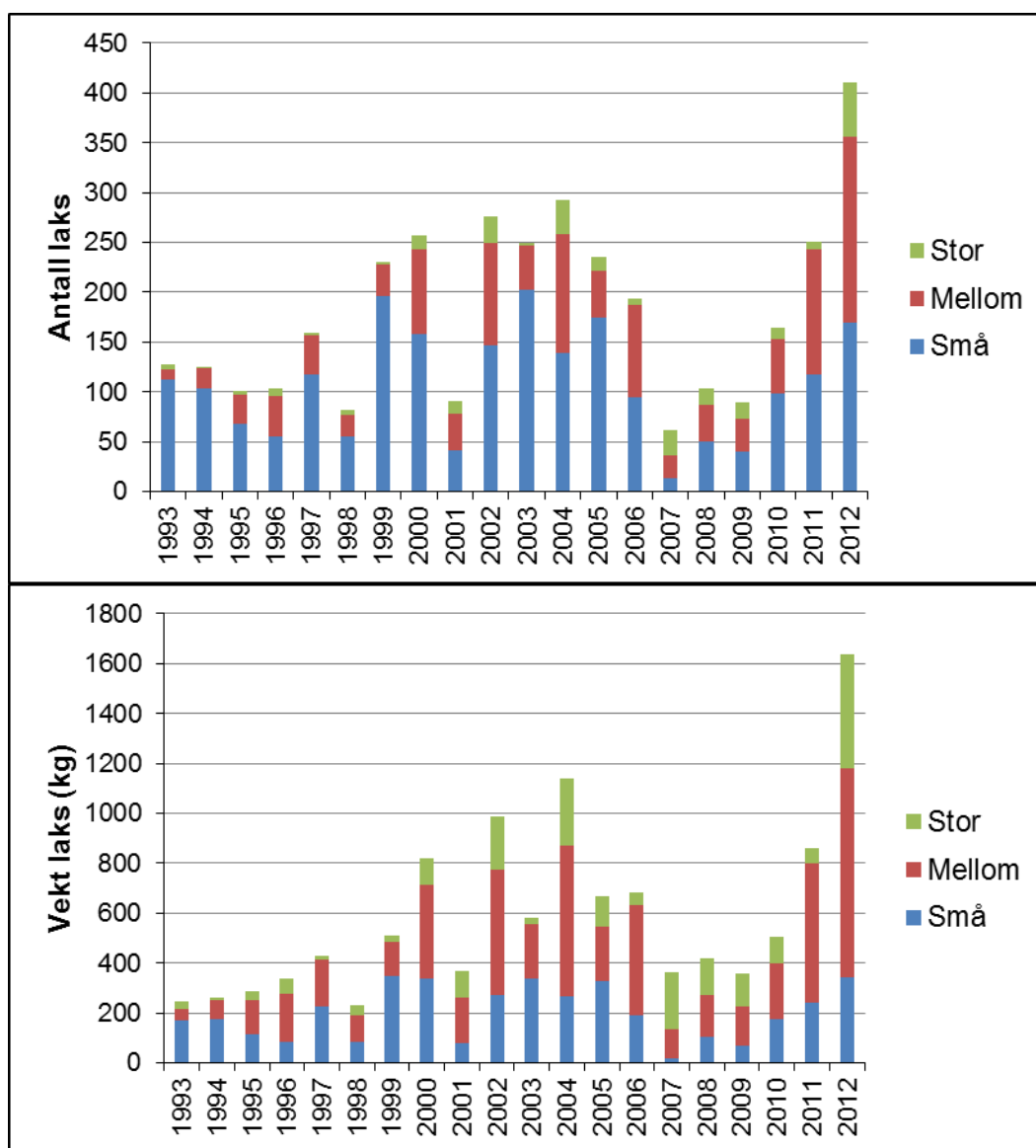
Ungfiskundersøkelsene i Daleelva har vist at nesten all utsatt fisk går ut av elva året etter utsetting, det vil si at settefiskene vandrer ut som ettårig smolt (det er en svært lav smoltalder sammenliknet med villfisk). På grunn av fjerning av fettfinne har utsatt fisk vært mulig å identifisere i elvefangstene. Manglende fettfinne kan imidlertid til en viss grad ha blitt oversett av fiskerne, og i tillegg har trolig også selve merkingen vært mangelfullt utført hos en del av settefiskene år om annet (Lund mfl. 2006a). Ved skjellanalysen er det derfor også gjort en vurdering av om laks som ikke er rapportert å være fettfinneklippet, kan ha kultiveringsbakgrunn.

5.2 Fangster i 2012

I 2012 ble det totalt rapportert en fangst av 411 laks med en samlet vekt på 1635 kg i Daleelva (**figur 5.1**). Dette er den høyeste registrerte fangsten i perioden 1993 - 2012. I antall fordelte fangsten seg i 41 % smålaks, 46 % mellomlaks og 13 % storlaks.

I 2012 ble det fanget 49 sjøaure med en samlet vekt på 44 kg. All sjøauren ble satt ut igjen, mens 79 av 411 (19 %) lakser ble satt ut igjen (www.fangstrapp.no). Andelen laks satt ut etter fangst i 2012 var om lag like høy som i 2011 (22 % gjenutsatt), og vesentlig høyere enn i 2010 (5 % gjenutsatt). Så godt som all sjøaure har vært satt ut igjen fra og med 2009, og det drives sannsynligvis lite målrettet fiske etter denne arten. Fangststatistikken gir derfor ikke lenger noen god pekepinn på variasjoner i størrelsen på aurebestanden. Gjennomsnittsvekta for laks og sjøaure i 2012 var henholdsvis 4,0 og 0,9 kg.

I den offisielle fangststatistikken foreligger laks- og sjøaurefangstene fra sportsfisket atskilt først fra og med 1970. I denne perioden har det skjedd en vesentlig forskyving i elvefangstene, fra dominans av sjøaure tidlig i perioden til en økende og etter hvert sterk dominans av laks mot slutten av perioden (**vedlegg 2**)



Figur 5.1. Rapportert fangst av laks med ulik størrelse (små: < 3 kg, mellom: 3-7 kg, stor ≥ 7 kg) i Daleelva i perioden 1993 - 2012. Laks som er rapportert sluppet ut etter fangst er inkludert. Øverst: antall laks. Nederst: samlet vekt av laks.

5.3 Sammensetning av laksebestanden

Både i 2011 og 2012 utgjorde individ som med sikkerhet kunne karakteriseres som vill laks, i overkant av 60 % av skjellmaterialet i Daleelva. Disse to årene utgjorde andelen laks som med sikkerhet kunne sies å ha kultiveringsbakgrunn, henholdsvis 17 og 24 %, mens rømt oppdrettslaks utgjorde henholdsvis 8 og 4 % av skjellmaterialet i 2011 og 2012 (**tabell 5.1**). I tillegg utgjorde laks med usikker bakgrunn henholdsvis 12 og 9 % av materialet de to årene. Dette er hovedsakelig individer hvor det er vanskelig å avgjøre om laksen er naturlig produsert (vill) eller kultiveringsfisk.

Skjellmaterialer innsamlet i perioden 2003 - 2012 viser at det har vært til dels store variasjoner i sammensetningen av laksebestanden i Daleelva (**tabell 5.1**). Perioden sett under ett har naturlig produsert laks utgjort den største kategorien. Imidlertid har innslaget av vill laks variert

betydelig mellom år, fra i underkant av 20 % (2003) til i overkant av 70 % (2009). Utsatt fisk har også utgjort en betydelig kategori i undersøkelsesperioden, fra i overkant av 50 % i 2003 til mindre enn 10 % i 2008 og 2009. Innslaget av rømt oppdrettsfisk har de fleste år ligget mellom 10 og 20 %, men andelen har vært lavere enn 10 % de to siste årene. Ut fra metodiske begrensninger kan det imidlertid være vanskelig å identifisere oppdrettsfisk som er rømt i tidlige livsstadium. Det er derfor sannsynlig at innslaget av rømt oppdrettslaks har vært noe høyere enn det som kunne bestemmes med sikkerhet i skjellanalysene.

Tabell 5.1. Antall og prosentvis andel (parentes) av ulike kategorier laks fanget i Daleelva i perioden 2003 - 2012. Utsatt fisk er tilbakevandrende laks utsatt som énsomrige laksunger, mens utsatt/rømt fisk er en samlekategori for utsatt laks og oppdrettet laks som har rømt på smoltstadiet. Usikker bakgrunn er en kategori som hovedsakelig inneholder laks hvor det er vanskelig å avgjøre om den er naturlig produsert (vill) eller utsatt kultiveringsfisk.

År	Naturlig produsert	Rømt fisk	Utsatt fisk	Usatt/rømt fisk	Usikker bakgrunn	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)
2009	50 (72)	9 (13)	5 (7)	5 (7)	1 (1)	70 (100)
2010	-	-	-	-	-	-
2011	99 (61)	13 (8)	28 (17)	3 (2)	20 (12)	163 (100)
2012	178 (61)	11 (4)	70 (24)	6 (2)	27 (9)	292 (100)

Laks som har vært to år i sjøen utgjorde hovedmengden av den ville laksen i skjellprøvematerialet og dermed fangsten i Daleelva både i 2011 og 2012 (**tabell 5.2**). Disse laksene vandret ut som smolt i 2009 og 2010. Av smolt-årgangen 2009 er det samlet inn skjellprøver fra i alt 97 individer (60 i 2011 og 37 i 2012). I tillegg ble det fanget et ukjent antall fisk fra denne årgangen som 1-sjø-vinter laks i 2010. Av smolt-årgangen 2010 er det samlet inn skjellprøver fra i alt 137 laks (26 i 2011 og 111 i 2012). Det forventes også fangst av 3-sjø-vinter laks fra denne årsklassen i 2013. Vurdert ut fra skjellmaterialet, som utgjorde over 80 % av den laksen som ble avlivet etter fangst i Daleelva, så vil smolt som vandret ut i 2010, gi et større antall laks fanget enn smolt som vandret ut i 2009.

Tabell 5.2. Sjøalderfordeling av vill og utsatt laks (laks utsatt som énsomrige laksunger) fanget i Daleelva i perioden 2003 - 2012.

Type av laks	År	1-sjøvinter	2-sjøvinter	3-sjøvinter	4-sjøvinter
Naturlig produsert	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 (2)
	2009	18 (38)	15 (32)	14 (30)	0 (0)
	2010	-	-	-	-
	2011	26 (27)	60 (62)	10 (10)	0 (0)
	2012	20 (12)	111 (65)	37 (22)	2 (1)
Utsatt	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	7 (18)	24 (62)	7 (18)	1 (2)
	2009	3 (60)	1 (20)	1 (20)	0 (0)
	2010	-	-	-	-
	2011	12 (46)	13 (50)	1 (4)	0 (0)
	2012	3 (5)	42 (64)	20 (30)	1 (1)

Skjellmaterialer innsamlet i perioden 2003 - 2012 viser at villaksen i Daleelva har et forholdsvis bredt spekter med hensyn til lengden på sjøoppholdet (**tabell 5.2**). Mens mesteparten av den ville laksen i 2003 og 2005 hadde tilbrakt én vinter i sjøen (henholdsvis 93 og 79 %), hadde mesteparten av villaksen i 2004, 2006, 2008, 2011 og 2012 tilbrakt to vintre i sjøen (andel på 56- 65 %). Ut fra skjellmaterialet synes det å ha vært en sterk årsklasse (2002-årgangen av laksesmolt) som dominerte innsiget av laks i 2003 (1-sjøvinter) og i 2004 (2-sjøvinter). En ny sterk årsklasse (2004-årgangen av laksesmolt) dominerte innsiget i perioden 2005 - 2007. Innsiget de to siste årene har vært dominert av 2009- og 2010-årgangen av laksesmolt. Av disse to synes 2010-årgangen å være den sterkeste årsklassen, og kan totalt sett gi like høye fangster av laks i Daleelva som 2004-årgangen. Det ble fanget flere laks av 2010-årgangen som 2-sjøvinter i 2012 enn som 1-sjøvinter i 2011, mens det ble fanget mest 1-sjøvinter laks av 2004-årgangen av laksesmolt.

De smolt-årgangene som har gitt de største fangstene av vill laks i Daleelva har også gjennomgående gitt de største fangstene av utsatt laks. Spesielt ble det fanget mange utsatt laks fra smolt-årgangen 2002, som dominerte fangstene av utsatt laks i 2003 og 2004 (**tabell 5.2**).

Utviklingen i fangst av laks i Daleelva de siste årene samsvarer med utviklingen i andre vassdrag i Vest-Norge. I 2011 og 2012 økte innsiget av mellomlaks og storlaks betydelig til Sør- og Vest Norge (Anonym 2013a). Denne økningen kan knyttes til storskala bedring i laksens overlevelsesvilkår i havet. Samtidig kan lakselus og andre påvirkningsfaktorer fra oppdrett hatt mindre negativ effekt enn tidligere år på smolt fra mange bestander i Vest-Norge i 2009 og 2010. Det var disse smolt-årgangene som kom tilbake som mellomlaks og storlaks i 2011 og 2012 (Anonym 2013a).

5.4 Gytefisktelling

Gytefisktellinger inngår også som en del av undersøkelsesprogrammet i Daleelva (Bremset mfl 2011, 2012). Høsten 2012 var sikten i elva gjennomgående dårlig på grunn av gravearbeider i forbindelse med etablering av det nye Eiriksdal Kraftverk. Det ble gjennomført et forsøk på telling i slutten av oktober, men tellingen ble avbrutt fordi siktforholdene ble vurdert å være for dårlige til å få pålitelige resultater. Det ble imidlertid observert mye fisk i de områdene som ble dekket. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning vurderte sannsynligheten for gytebestandsoppnåelse for laks som svært god i Daleelva i 2012, som i 2011 (Anonym 2013b).

6 Referanser

Anonym 1973. Hydrologi/hydrologiske beregninger vedr. Daleelven og Gautesdalsoverføring. A/S Årdal og Sunndal verk. Beregninger nr. 62.13 s.

Anonym 2013a. Status for norske laksebestander i 2013. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 5. 130 s.

Anonym 2013b. Vedleggsrapport med vurdering av måloppnåelse for de enkelte bestandene. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 5b. 670 s.

Anonym 2011. Nasjonal handlingsplan for kalking 2011 - 2015. Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim.

Armstrong, J.D., Kemp, P.S., Kennedy, G.J.A., Ladle, M. & Milner, N.J. 2003. Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. Fisheries Research 62: 143-170.

Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. Hydrobiologia 173: 9-43.

Bongard, T. 2008. Bunndyr i Barduelva. Vurderinger på bakgrunn av bunnprøver tatt 2.9.2008. Upublisert notat. 8 s.

Bongard, T. & Aagaard, K. 2006. BLOKLASS. Klassifisering av økologisk status i norske vannforekomster - elver. Forslag til bunndyrindeks for definisjon av Vanndirektivets fem nivåer for økologisk status. NINA rapport 113. 22 s.

- Bongard, T., Diserud, O.H., Sandlund, O.T. & Aagaard, K. 2011. Detecting invertebrate species change in running waters: an approach based on the sufficient sample size principle. *Benthic Open Environmental & Biological Monitoring Journal* 4: 72-82.
- Bremset, G. & 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. & 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. & Johnsen, B.O. 2011. Bestandsstatus for sjøvandrende laksefisk i Daleelva i Høyanger. Årsrapport 2010. NINA Rapport 722. 32 s.
- Bremset, G., Johnsen, B.O. & Bongard, T. 2011. Bestandsstatus for sjøvandrende laksefisk i Daleelva i Høyanger. Samlerapport fra ferskvannsbiologiske undersøkelser i perioden 2003 - 2010. NINA Rapport 602. 122 s.
- Bremset, G., Bongard, T. & Johnsen, B.O. 2012. Bestandsstatus for sjøvandrende laksefisk i Daleelva i Høyanger. Årsrapport 2011. NINA Rapport 830. 36 s.
- Engen, S., Aagaard, K. & Bongard, T. 2011. Disentangling the effects of heterogeneity, stochastic dynamics and sampling in a community of aquatic insects. *Ecological Modelling* 222: 1387-1393.
- Forfod, S.A. 2005. Situasjonen i Daleelva etter flaumen tysdag/onsdag 14.-15.09.05. Notat utarbeidet 17.9.2005 av miljøvernleiar Svein Arne Forfod, Høyanger kommune. 4 s.
- Forseth, T. & Forsgren, E. 2009. Elfiske-metodikk. Gamle problemstillinger og nye utfordringer. NINA Rapport 488. 74 s.
- Frost, S., Huni, A. & Kershaw, W.E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Canadian Journal of Zoology* 49: 167-173.
- Garmo, Ø., Hindar, A. & Kroglund, F. 2010. Reviderte kalkingsplaner for Guddalsvassdraget og Høyangervassdraget. NIVA-rapport nr. 6032-2010. 35 s.
- Gibbins, C., Vericat, D., Batalla, R.J. & 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.
- Hellen, B.A., Kålås, S., Sægrov, H. & Urdal, K. 2001. Fiskeundersøkingar i 13 laks- og sjøau-revassdrag i Sogn og Fjordane hausten 2000. Rådgivende Biologer Rapport 491. 161 s.
- 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 s.

Hindar, K., Diserud, O., Fiske, P., Forseth, T., Jensen, A.J., Ugedal, O., Jonsson, N., Sloreid, S.E., Arnekleiv, J.V., Saltveit, S.J., Sægvog, H. & Sættem, L.M. 2007. Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. NINA Rapport 226. 78 s.

Iversen, A. 2009a. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiserings-system for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Side 181, i: Rapport fra Direktoratetsgruppe for gjennomføringen av vanndirektivet.

Iversen, A. 2009b. Overvåking av miljøtilstand i vann. Veileder for vannovervåking i hht. kravene i Vannforskriften. Side 120, i: Rapport fra Direktoratetsgruppe for gjennomføringen av vanndirektivet.

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

Johnsen, B.O., Arnekleiv, J.V., Asplin, L., Barlaup, B.T., Næsje, T.F., Rosseland, B.O. & Saltveit, S.J. 2010. Effekter av vassdragsregulering på villaks. Kunnskapsserien for laks og vannmiljø Rapport 3. 111 s.

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. & Gunnerød, T.B. 1975. Fiskeribiologiske undersøkelser i Høyanger 1974. Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. Rapport fra DN-reguleringsteamet 5-1975. 24 s.

Kroglund, F. & 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. & Salbu, B. 2007. Exposure to moderate acid water and aluminium reduces Atlantic salmon post-smolt survival. *Aquaculture* 273: 360-373.

Kroglund, F., Rosseland, B.O., Teien, H.C., Salbu, B., Kristensen, T. & Finstad, B. 2008. Water quality limits for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) exposed to short term reductions in pH and increased aluminum simulating episodes. *Hydrology and Earth System Sciences* 12: 491-507.

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

Lund, R.A., Johnsen, B.O. & Bongard, T. 2006a. Tilstanden for laks- og sjørretbestanden 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 s.

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

Merritt, R.W., Cummins, K.W. & Berg, M.B.E. 2008. An introduction to the aquatic insects of North America. 4th ed. edition. Kendall/Hunt Publishing Co., Dubuque, Iowa.

Petrin, Z. 2011. Species traits predict assembly of mayfly and stonefly communities along pH gradients. *Oecologia* 167: 513-524.

Petrin, Z., Brittain, J.E. & Saltveit, S.J. 2013. Mayfly and stonefly species traits and species composition reflect hydrological regulation: a meta-analysis. *Freshwater Science* 32: 425-437.

Raddum, G.G. (red.). 1999. Large scale monitoring of invertebrates: Aims, possibilities and acidification indexes. Workshop on biological assessment and monitoring - ICP- Waters report 50/99, s: 7-16. Norwegian Institute of Water Research, Oslo.

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

Urdal, K. & Hellen, B.A. 2001. Ungfiskundersøkingar i Dale-, Hovlands- og Ytredalselva, Høyanger, hausten 1998. Rådgivende Biologer Rapport 394. 36 s.

Vannote, R.L., Minshall, G.W., Cummins, K.W., Sedell, J.R. & Cushing, C.E. 1980. River continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 130-137.

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

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. Konesjonssøknad av 18.12.1974 for Gautingdalsprosjektet med kraftstasjon 5.

Vasshaug, Ø. 1974b. Regulering av Gautingsdalsvassdraget 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. Konesjonssøknad av 18.12.1974 for Gautingdalsprosjektet med kraftstasjon 5.

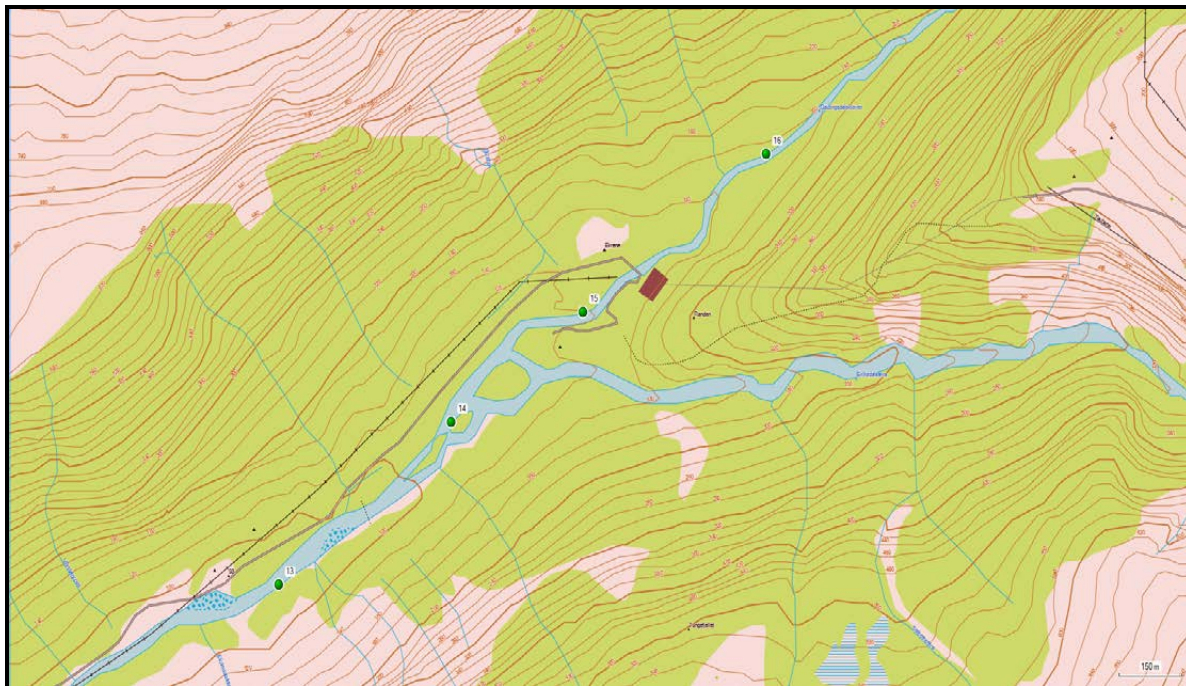
Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. *Journal of Wildlife Management* 22: 82-90.

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 s.

Åtland, Å.B., Barlaup, B., Gabrielsen, S.E., Hindar, A., Kleiven, E., Kvellestad, E., Raddum, G.G., Skiple, A. 1998b. Vannkvalitet og anadrom fisk i Høyanger- og Ortneviksvassdraget i Sogn og Fjordane. NIVA Rapport 3891-98.

Vedlegg

Vedlegg 1. Lokalisering av fire nye stasjoner for elfiske i Dalelva i 2011 og 2012. I 2012 ble de to nederste (st. 9b og 10 b) og den øverste (st. 12b) av disse stasjonene fisket.



Vedlegg 2. Lokalisering av prøvestasjoner for gjelleanalyser av laksunger i Daleelva i perioden 2008 - 2010 og 2012. Stasjon 10 ble ikke undersøkt i 2009. Se **figur 2.1** 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
10	Ved kraftstasjon K2	N61 14.619 E6 09.121



Norsk institutt for naturforskning (NINA) er et nasjonalt og internasjonalt kompetansesenter innen naturforskning. Vår kompetanse utøves gjennom forskning, utredningsarbeid, overvåking og konsekvensutredninger.

NINAs primære aktivitet er å drive anvendt forskning. Stikkord for forskningen er kvalitet og relevans, samarbeid med andre institusjoner, tverrfaglighet og økosystemtilnærming. Offentlig forvaltning, næringsliv og industri samt Norges forskningsråd og EU er blant NINAs oppdragsgivere og finansieringskilder.

Virksomheten er hovedsakelig rettet mot forskning på natur og samfunn, og NINA leverer et bredt spekter av tjenester gjennom forskningsprosjekter, miljøovervåking, utredninger og rådgiving.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-2571-7

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger