

Fiskebiologiske undersøkelser i Sima med vurdering av vintervannføring og stranding av gytegrøper 2011, 2012 og 2013



Fiskebiologiske undersøkelser i Sima med vurdering av vintervannføring og stranding av gytegroper 2011, 2012 og 2013

LFI Uni Miljø
Thormøhlensgt. 49B
5006 Bergen

Telefon: 55 58 22 28

ISSN nr: ISSN-1892-889

LFI-rapport nr: 224

Fiskebiologiske undersøkelser i Sima med vurdering av vintervannføring og stranding av gytegroper 2011, 2012 og 2013

Dato: 28.08.2013

Forfattere: Helge Skoglund, Bjørnar Skår, Sven-Erik Gabrielsen og Bjørn T. Barlaup

Geografisk område: Hordaland

Oppdragsgiver: Statkraft

Antall sider: 34

Emneord: Regulerte elver, ungfisk, gytefisketelling, villaks, sjøaure, gytegroper

Subject items: Regulated rivers, juvenile fish, Counting of spawning stocks, wild Atlantic salmon, sea trout, redds

Forsidefoto: Uvanlig tørt kaldt og tørt vær resulterte i svært lave vannføringer i Sima vinteren 2013
Foto: LFI Uni Miljø v/Helge Skoglund

Forord

Vintrene 2011, 2012 og 2013 har LFI Uni Miljø gjennomført undersøkelser av gytegroper for sjøaure og laks i Sima. Undersøkelsene har vært gjort på oppdrag fra Statkraft, og skulle danne et grunnlag for å vurdere behov for vintervannføring og effekter av å regulere Skykkjedalsvatnet. Kontaktperson hos Statkraft har vært Rolf Jenssen. Stian Myklatun v/Statkraft har vært behjelpelig med å informere om lokale vannførings- og isforhold og Louise Andersen v/BKK har stått for hydrologiske data. Vi takker alle for et godt samarbeid.

Bergen, 28. august 2013

Bjørn T.Barlaup
Forskningsleder

Helge Skoglund
Prosjektleder

Innhold

| | |
|---|----|
| Hovedfunn og anbefalinger..... | 5 |
| Sammendrag | 6 |
| 1.0 Innledning | 7 |
| 1.1 Bakgrunn og hensikt..... | 7 |
| 1.2 Beskrivelse av vassdraget..... | 7 |
| 1.3 Nye planer for regulering av Skykkjedalsvatnet..... | 9 |
| 2.0 Materiale og metoder..... | 10 |
| 2.4 Vannstand og vannføring | 10 |
| 2.1 Ungfiskundersøkelser..... | 11 |
| 2.2 Gytefisktelling..... | 12 |
| 2.3 Undersøkelser av gytegroper | 13 |
| 3.0 Resultater | 14 |
| 3.4 Vannstand og vannføring | 14 |
| 3.5 Artsfordeling, lokalisering av gytegroper og eggoverlevelse..... | 15 |
| 3.6 Eggutvikling og tidspunkt for klekking og swimup..... | 19 |
| 3.7 Fangststatistikk..... | 20 |
| 3.8 Gytefisktelling og eggtetthet | 21 |
| 3.9 Ungfiskundersøkelser..... | 23 |
| 4.0 Diskusjon | 25 |
| 4.1 Bestandsstatus for laks og sjøaure i Sima..... | 25 |
| 4.2 Vurdering av vintervannføring og stranding av gytegroper ved dagens vannføringsregime | 26 |
| 4.3 Vurderingen av konsekvenser av Skykkjedalen pumpe på bestandene av sjøaure og laks i Sima..... | 27 |
| 4.4 Vurdering av vannføringsbehov i Sima vinterstid | 29 |
| 5.0 Konklusjoner og anbefalinger | 32 |
| 6.0 Referanser..... | 33 |

Hovedfunn og anbefalinger

- Som følge av vassdragsregulering blir vannføringen i Sima periodevis svært lav om vinteren. Dette var spesielt markert vinteren 2013, da vedvarende kaldt og tørt vær resulterte i uvanlig lave vannføringer (< 10 l/s).
- Lave vintervannføringer resulterer i at mange gytegroper i Sima blir liggende delvis tørrlagt eller svært grunt ved lave vintervannstander. Til tross for dette viser resultatene at det i vintrene 2011, 2012 og 2013 ikke forekom unaturlig høy eggdødelighet i gytegroper, og et lavt til moderat antall gytegroper hadde gått tapt som følge av stranding og tørrlegging.
- De lave vintervannføringene vurderes som en flaskehals for ungfiskproduksjon i vassdraget.
- Planene om å overføre nedbørsfeltet til Skykkjedalsvatnet vil redusere vannføringen i Sima ytterligere. Dette vil høyst sannsynlig forsterke vintervannføring som flaskehals for fiskebestanden. Det er også mulig at fiskeproduksjonen i vassdraget vil bli negativt påvirket av redusert sommervannføring.
- Det anbefales at det etableres et vannføringsregime som sikrer produksjon av laks og sjøaure. Det er vurdert hvilken effekt minimumsvannføring på 500, 300 og 100 l/s vil ha for fiskebestandene.

Sammendrag

Vannføringen i Sima er betydelig redusert som følge av regulering (77 % av vannføring fraført). Lave vintervannføringer har blitt utpekt som en potensiell flaskehals for bestandene av sjøaure og laks i vassdraget. Hensikten med undersøkelsen har vært å belyse hvorvidt (i) dagens vannføringsregime medfører at gytegroper strander og tørrlegges ved lave vintervannføringer, (ii) hvordan nye reguleringsplaner med bygging av Skykkjedalen pumpe vil påvirke stranding av gytegroper, og (iii) vurdere hvilken vannføring som vil være tilstrekkelig for å unngå at gytegroper strander.

Både vinteren 2011 og 2013 var kalde og tørre, og resulterte i svært lave vannføringer. Vannstandloggeren ved Tveit, i øvre del av den lakseførende strekningen i Sima, registrert vannføringer <10 l/s vinteren 2013.

Det ble foretatt undersøkelser av henholdsvis 83, 74 og 66 gytegroper i Sima vinteren 2011, 2012 og 2013. Undersøkelser viser at det forekom eggdødelighet som følge av at gytegroper ble tørrlagt alle tre årene. I 2011 og 2012 var antall gytegroper som gikk tapt som følge av stranding lavt (<5 %), mens det i 2013 var moderat (13 %). Den gjennomsnittlige eggoverlevelsen var 91,2 % i 2011 og 86,4 % i 2012, og 75,8 % i 2013. Tilsig fra grunnvann synes å være viktig for å unngå at eggene tørrlegges og fryser til ved lave vannstander i elven, og tilfører også en vesentlig del av vannføringen i vassdragets nedre del i tørre perioder om vinteren.

Gytefisketellingene og ungfisكتetthetene tilsier at sjøaurebestanden i Sima er selvreproduserende. Gytebestanden i perioden 2005-2011 har vært forholdsvis lav (77-244 gytefisk observert). Det har også vært forholdsvis lave fangster under sportsfiske, men innrapporteringene herfra er mangelfulle. Det har også forekommet årlig gyting og rekruttering av laks i Sima. Gytebestanden av laks har med få unntak bestått av et fåtall individer, noe som gjenspeiler et regionalt mønster med lav sjøoverlevelse. Høsten 2012 ble det registrert en gytebestand på 477 sjøaure og 48 laks. Dette er en markant økning i forhold til de foregående syv årene for begge artene.

Resultatene tilsier at tørrlegging av gytegroper ved lave vintervannføringer medfører en lav til moderat reduksjon i eggoverlevelse i Sima. Lave vannføringer vurderes som den største flaskehalsen for overlevelse hos ungfisk. Planene om å overføre nedbørsfeltet til Skykkjedalsvatnet vil redusere vannføringen i Sima ytterligere. Dette vil høyst sannsynlig forsterke vintervannføring som flaskehals for fiskebestanden. Det er også mulig at fiskeproduksjonen i vassdraget vil bli negativt påvirket av redusert sommervannføring, som følge av redusert oppvekstareal for ungfisk og dårligere vandringsmuligheter for gytefisk

Det anbefales at det opprettes en minimumsvannføring for å sikre fiskebestandene i Sima. En vannføring i størrelsesorden 300-500 l/s, målt ved Tveit, vurderes å være tilstrekkelig for å sikre de viktigste gyte- og oppvekstområdene i Sima. En lavere minimumsvannføring, for eksempel i størrelsesorden 100 l/s, vil kunne bidra til å bedre forholdene i forhold til dagens situasjon i spesielt tørre perioder, men vurderes å være utilstrekkelig for unngå økt dødelighet for ungfisk.

1.0 Innledning

1.1 Bakgrunn og hensikt

Som følge av vassdragsregulering er vannføringen i Sima kraftig redusert. Tidligere fiskebiologiske undersøkelser i vassdraget påpekte at perioder med svært lav vintervannføring trolig kunne medføre økt dødelighet som følge av stranding av egg og ungfisk, og være en flaskehals for produksjonen av laks og sjøaure i Sima (Sandven m.fl. 2009). I forbindelse med at det foreligger planer om å utvide reguleringen ved å overføre uregulerte nedbørsfelt i vassdraget, har LFI Uni Miljø blitt bedt om å utforme et treårig undersøkelsesprogram for å undersøke forholdet mellom vintervannføring og stranding av gytegrøper i perioden 2011-2013. Undersøkelsene skulle utføres på en tilsvarende måte som tidligere er blitt gjort i Bjoreio (se Skoglund m.fl. 2012), og hensikten har vært:

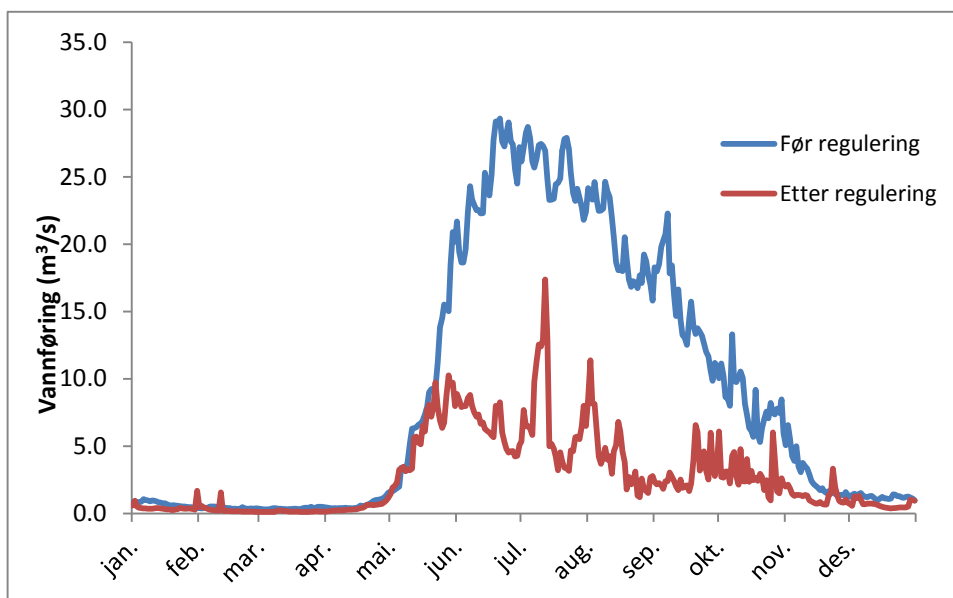
- Belyse hvorvidt dagens vannføringssituasjon medfører negative konsekvenser for laks og sjøaure i vassdraget ved at gytegrøper tørrlegges ved lave vintervannføringer.
- Vurdere hvordan nye planer for regulering vil påvirke situasjonen i forhold til stranding av gytegrøper
- Vurdere hvilken vannføring som eventuelt vil være tilstrekkelig for å unngå at gytegrøper strander.

Basert på hydrologiske data fra vassdraget er det etablert en sammenheng mellom dybdefordeling av gytegrøper og vannstandsdata fra vassdraget. Denne rapporten omfatter undersøkelser utført i årene 2011, 2012 og 2013. I tillegg er det inkludert informasjon om ungfisktettheter og gytefisktelinger fra de pågående langsiktige fiskebiologiske undersøkelsene som LFI Uni Miljø utfører for Statkraft i ulike vassdrag i Hardanger (Sandven m.fl. 2009, Skår m.fl. 2013).

1.2 Beskrivelse av vassdraget

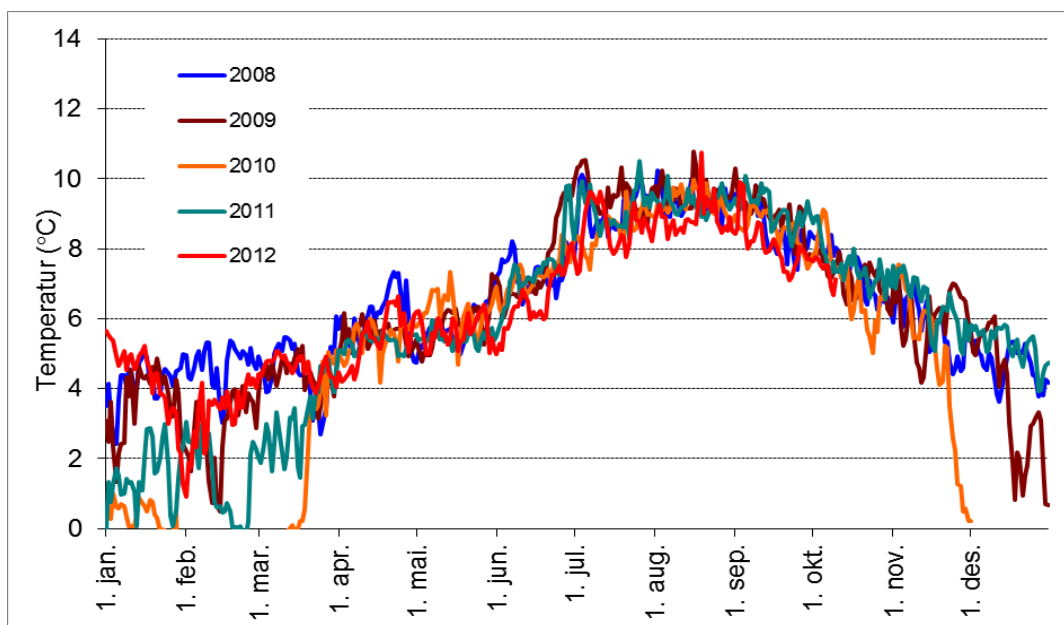
Sima (NVE vassdragsnr. 050.4Z) renner ut i Simadalsfjorden i Eidfjord kommune innerst i Hardangerfjorden, og har sitt utspring fra fjellområdene rundt Hardangerjøkulen. Det naturlige nedbørsfeltet til vassdraget var opprinnelig 146 km² og med store deler av feltet preget av høyfjellsområder (62 % jmf. feltberegninger fra NVE lavvannskart) og bre (Hardangerjøkulen, 24 %). Vassdraget ble regulert i perioden 1973-79, og det gjenværende nedbørsfeltet til vassdraget er nå redusert til 35 km². Etter reguleringen er Skykkjedalsvatnet den eneste gjenværende større innsjøen i nedbørsfeltet til Sima. Den lakseførende strekningen er ca. 4,3 km og utgjør et vanddekt areal oppmålt til ca. 52 000 m².

Reguleringen har ført til at vannføringen i Sima har blitt betydelig redusert (Figur 1). Gjennomsnittlig vannføring gjennom året etter regulering er om lag 23 % av det den var før reguleringen. Reduksjonen er størst om sommeren, men resulterer også i at vannføringen kan bli svært lav i perioder med lavt tilsig om vinteren.



Figur 1. Middelvannføring (døgnverdier) for perioden før (1961-1979) og etter regulering (1980-1988) i Sima. Data fra NVE.

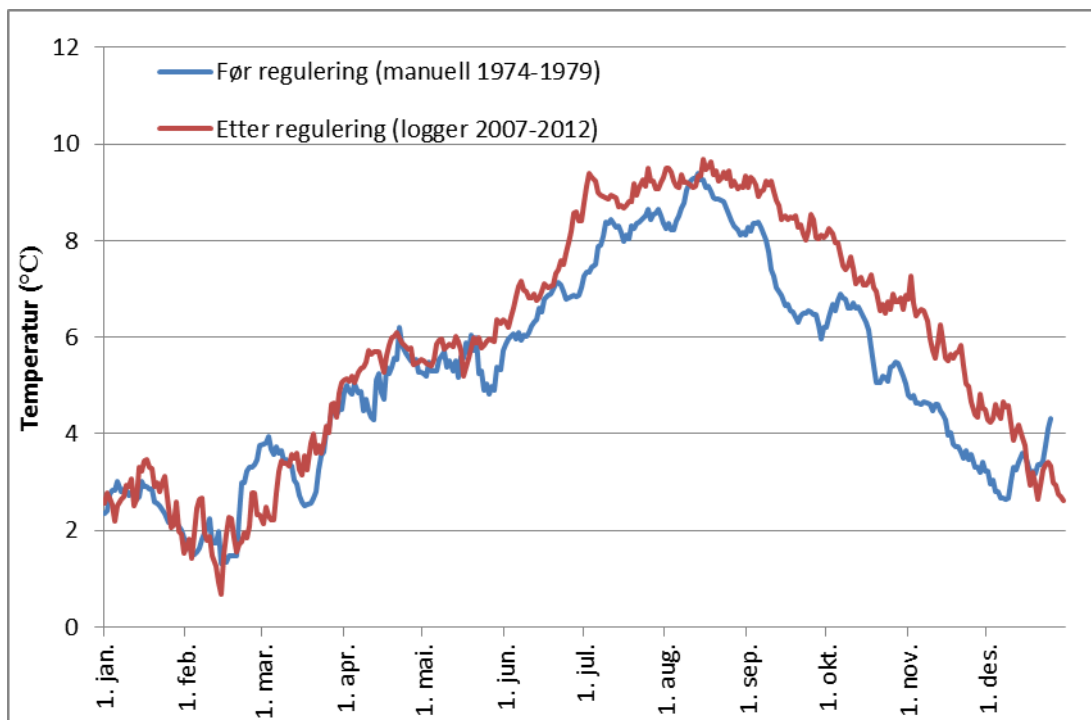
Registreringer av vanntemperatur i perioden 2008-2012 viser at Sima er sommerkald og vintervarm (Figur 2). Sommertemperaturen overstiger sjelden 10 °C, mens temperaturen om vinteren i lange perioder holder seg mellom 2-5 °C. Dette temperaturregimet tilsier at Sima i betydelig grad er grunnvannspåvirket.



Figur 2. Døgnmiddeltemperaturer nederst på den lakseførende strekningen i Sima for perioden 2008-2012. Temperaturer under 0 °C tyder på at loggeren i perioder har vært tørrlagt om vinteren i enkelte av årene.

Manuelle temperaturmålinger i perioden 1979-1979, som er under utbyggingsperioden, men før Sima kraftverk ble satt i drift, viser at vanntemperaturen i Sima var lavere om sommeren og høsten før reguleringen (Figur 3). Temperaturøkningen skyldes trolig at kaldt smeltevann fra høyfjellet og fra breen er

fraført. Den høye vintertemperaturen tilsier at Sima var betydelig grunnvannspåvirket om vinteren, også før regulering.

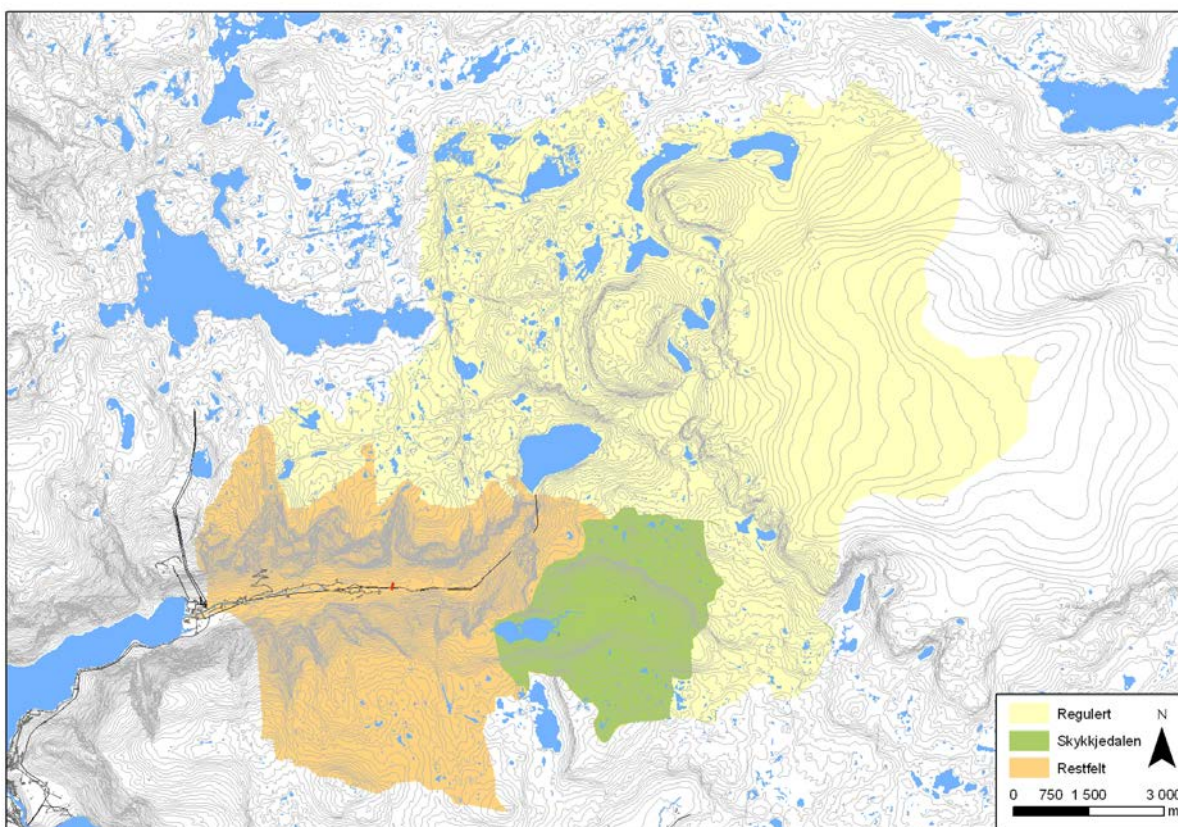


Figur 3. Temperaturforhold før og etter reguleringen i Sima. Temperaturkurven fra før reguleringen er basert på flytende ukemiddel fra manuelle målinger ved Medhus i perioden 1974-1979, mens kurven etter regulering er basert på døgnmiddeltemperaturer fra loggere i perioden 2007-2012.

1.3 Nye planer for regulering av Skykkjedalsvatnet

Statkraft Energi AS utreder planer om å overføre nedbørsfeltet til Skykkjedalsvatn. Planen inkluderer å etablere en pumpestasjon som pumper vannet fra Skykkjedalsvatnet (kote 837) og opp til eksisterende inntak ved kote 945, og inn på overføringstunnelen mellom Sysenvatnet og Rembesdalsvatnet. Pumpen planlegges å få en kapasitet på 2 m³/s (Rolf Jenssen pers. med.).

Planene omfatter at tilsiget fra Skykkjedalsvatnet vil bli betydelig redusert gjennom året, og dermed at vannføringen i Sima vil bli tilsvarende redusert i forhold til dagens situasjon. Det legges opp til en minstevannføring på 0,12 m³/s i perioden 1.juni-31.september, noe som tilsvarer 5-percentilen for sommersesongen. Det er ikke lagt opp til en vintervannføring i vinterhalvåret. I vinterperioden vil derfor alt vannet fra Skykkjedalsvatnet overføres så lenge tilsiget er lavere enn slukeevnen på 2 m³/s. En oversikt over nedbørsfelter som blir berørt er vist i Figur 4.

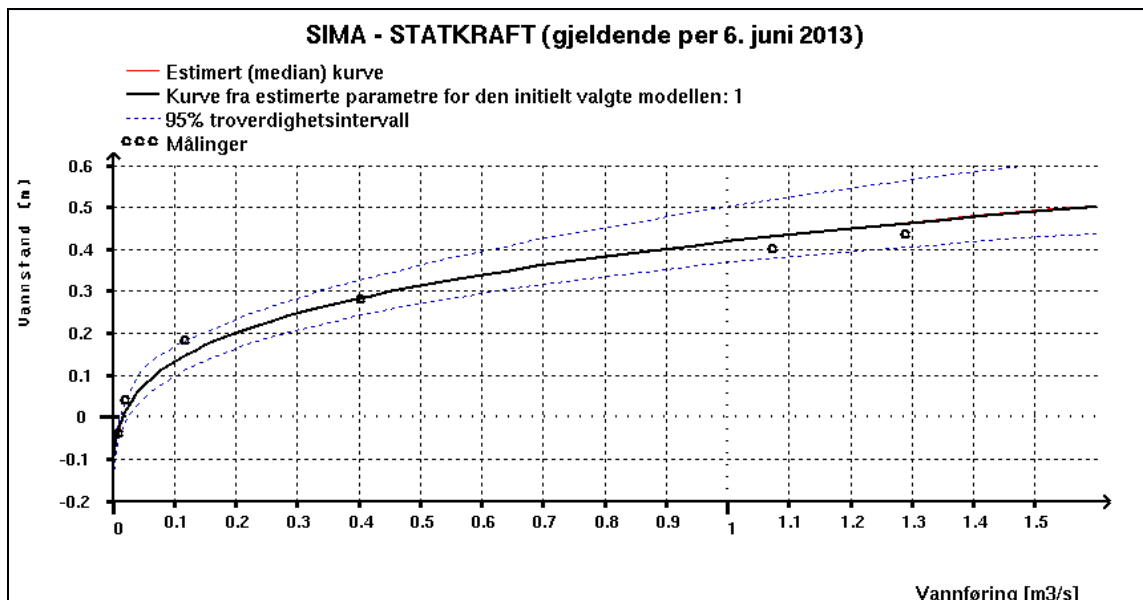


Figur 4. Oversikt over nedbørsfeltet til Sima. Områder med gult er omfattet av eksisterende reguleringer, planene som omfattes av Skykkjedalen pumpe er vist med grønt, mens det øvrige restfeltet til Sima er vist med oransje. Den røde streken indikerer vandringshinderet for laks og sjøaure. Nedbørsfeltene er hentet fra NVE lavvannskart og NVE Atlas.

2.0 Materiale og metoder

2.4 Vannstand og vannføring

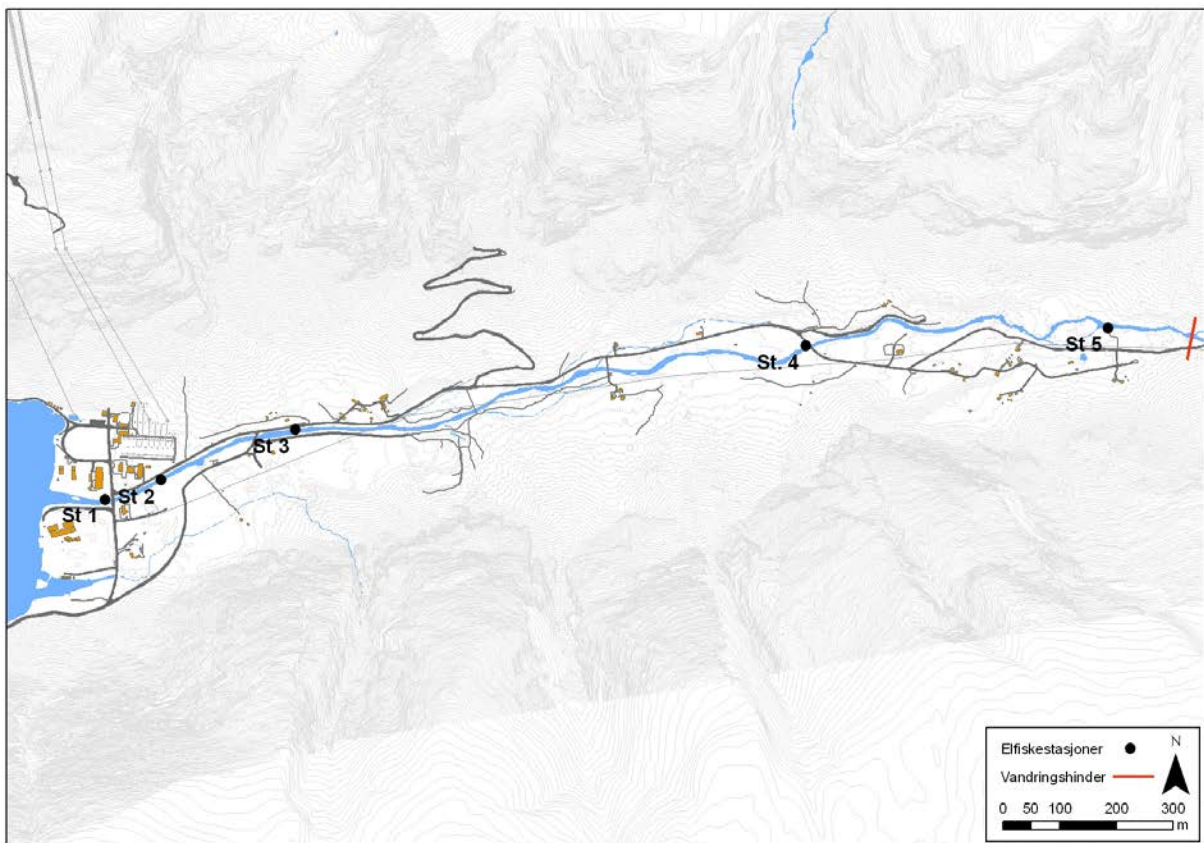
Vannstanden har siden 9. april 2010 blitt logget hver time ved Tveit som er i den øvre delen av den lakseførende strekningen i Sima. Loggeren er opprettet og driftes av BKK på oppdrag fra Statkraft Energi AS. Det er etablert en vannføringskurve for stasjonen (Figur 5). Sammenhengen er i utgangspunktet basert på fire vannføringsmålinger fra 0,118 til 1,129 m³/s. I tillegg er det gjort visuelle observasjoner av vannføring ved to tilfeller når vannføringen var ekstremt lav (antatt å være henholdsvis 10 og 20 l/s). Disse to punktene er lagt inn i sammenhengen for å få mer realistiske vannføringsestimater ved lave vannføringer, men kan være beheftet med usikkerhet. Også enkelte av de øvrige målingene er opplyst å være mindre god (pers. medd. Louise Andersen, BKK). Vannføringsestimatene vil derfor være usikre for lave (<0,4 m³/s) og høye vannføringer (>1,2 m³/s).



Figur 5. Sammenheng mellom vannstand og vannføring for loggeren plassert ved Tveit i Sima. De to punktene med lavest vannføring er basert på visuelle vurderinger av vannføring. Figur oppgitt av Louise Andersen, BKK.

2.1 Ungfiskundersøkelser

For å undersøke tettheten av ungfisk har det siden 2007 årlig blitt utført et kvantitativt elektrisk fiske med tre gangers overfiske på hver stasjon i henhold til standard metode beskrevet av Bohlin m. fl. (1989). Totalt er det undersøkt 5 stasjoner (Figur 6) med et areal på 100 m² for hver stasjon. All fisk samlet inn ved elektrisk fiske ble artsbestemt, og et utvalg ble frosset ned for senere aldersbestemmelse ved lesing av otolitter eller lengdefordeling. Resten av fisken ble gjenutsatt etter å ha blitt talt opp og kategorisert som 0+ eller eldre. Basert på aldersanalyse av innsamlet fisk og kategorisering i felt er det skilt mellom ensomrig og eldre fisk. Tetthetsberegningene er gjort for hver av disse to gruppene.



Figur 6. Oversikt over stasjoner for elektrisk fiske i Sima. Vandringshinderet for laks og sjøaure er vist med en rød strek.

2.2 Gytefisktelling

Gytefisktellingene ble utført ved at en person dykket nedover elva med tørrdrakt og snorkel. Observasjoner av fisk ble fortløpende notert og kartfestet på vannfast blokk under telling. Sjøauren ble delt inn i følgende størrelseskategorier: <1 kg, 1-2 kg, 2-3 kg og >3 kg. Blenkjer, dvs. umoden fisk som vandrer frem og tilbake mellom ferskvann og sjø, ble registrert, men ikke tatt med i regnskapet over gytefisk. Laksen ble delt inn i følgende størrelseskategorier: tert (<3 kg), mellomlaks (3-7 kg) og storlaks (>7 kg). Oppdrettslaks ble skilt fra villaks. Nyrømt oppdrettslaks kan i hovedsak lett skilles fra villaks på utseende, mens oppdrettslaks som har rømt som smolt og/eller gått i sjøen i lengre tid vil ofte ikke kunne skilles fra villaks. Dette medfører at andelen av oppdrettslaks generelt kan bli underestimert ved dykkerregistreringene (Lehmann m. fl. 2008).

Eggtetthet er beregnet ut fra en forventning om antall egg som produseres pr. hofisk i de ulike størrelseskategoriene i bestandene i forhold til elvearealene. Andelen av hofisk i gytebestanden er antatt å være 10 % for tert, 70 % blant mellomlaks og 55 % for storlaks. For sjøaure ble det antatt en kjønnsfordeling på 50 % for alle størrelsesgruppene. Videre har vi antatt gjennomsnittsverken for tert, mellomlaks og storlaks å være 2 kg, 5 kg og 8 kg, og for sjøaure er vekten for observasjonskategoriene 0,5-1 kg, 1-2 kg 2-3 kg og >3 kg oppgitt som henholdsvis 0,75 kg, 1,5 kg, 2,5 kg og 4 kg. Antall egg pr. kg hofisk ble antatt å være 1450 for laks og 1900 for sjøaure (Sættem 1995, Hindar m. fl. 2007). Det vanddekte elvearealet i Sima ble under boniteringsarbeid i 2010 oppmålt og beregnet til å være 52 000 m².

2.3 Undersøkelser av gytegroper

Det ble gjort et forsøk på å undersøke gytegroper 15. april 2010. Feltarbeidet måtte imidlertid avbrytes ettersom yngelen allerede var svømmedyktig og hadde forlatt grusen i mange av gytegroperne. Det foreligger derfor ikke data for gytegroper i 2010. I 2011, 2012 og 2013 ble undersøkelsene av gytegroper gjennomført 28-29 mars 2011, 6. mars 2012 og 5. april 2013. Vannstand og vannføring ved undersøkelsestidspunktet er gitt i Tabell 1. Gytegroperne ble funnet ved å grave forsiktig i grusen med en spiss gartnerspade. Når en gytegrop (eggglomme) ble lokalisert, ble vanddypet over gytegroppa (dvs. fra vannoverflate og ned til substratet ved gytegroppen) og gravedypet ned til eggene registrert (fra substratoverflate og ned til de øverste eggene). Plasseringen av gytegroppen ble så avmerket med GPS. Eggoverlevelsen ble estimert ved å telle antall levende og døde egg og/eller plommeseekkyngel. Det er viktig å bemerke at eggoverlevelsen kan bli noe overestimert her da det kan inntreffe dødelighet både i perioden fra undersøkelsestidspunktet og frem til klekking og videre frem til yngelen forlater gytegroperne. To rognkorn/plommeseekkyngel fra hver grop ble tatt og frosset ned, og senere artsbestemt på laboratoriet ved hjelp av elektroforese (Mork & Heggberget 1984; Vuorinen & Piironen 1984).

Tabell 1. Vannstand og vannføring fra logger ved Tveit ved undersøkelser av gytegroper i årene 2011-2013.

| Dato | Vannstand (m) | Vannføring (l/s) |
|-------------------|---------------|------------------|
| 28. og 29.03.2011 | 0,34 og 0,31 | 610 og 470 |
| 06.03.2012 | 0,36 | 680 |
| 05.04.2013 | -0,035 | 10* |

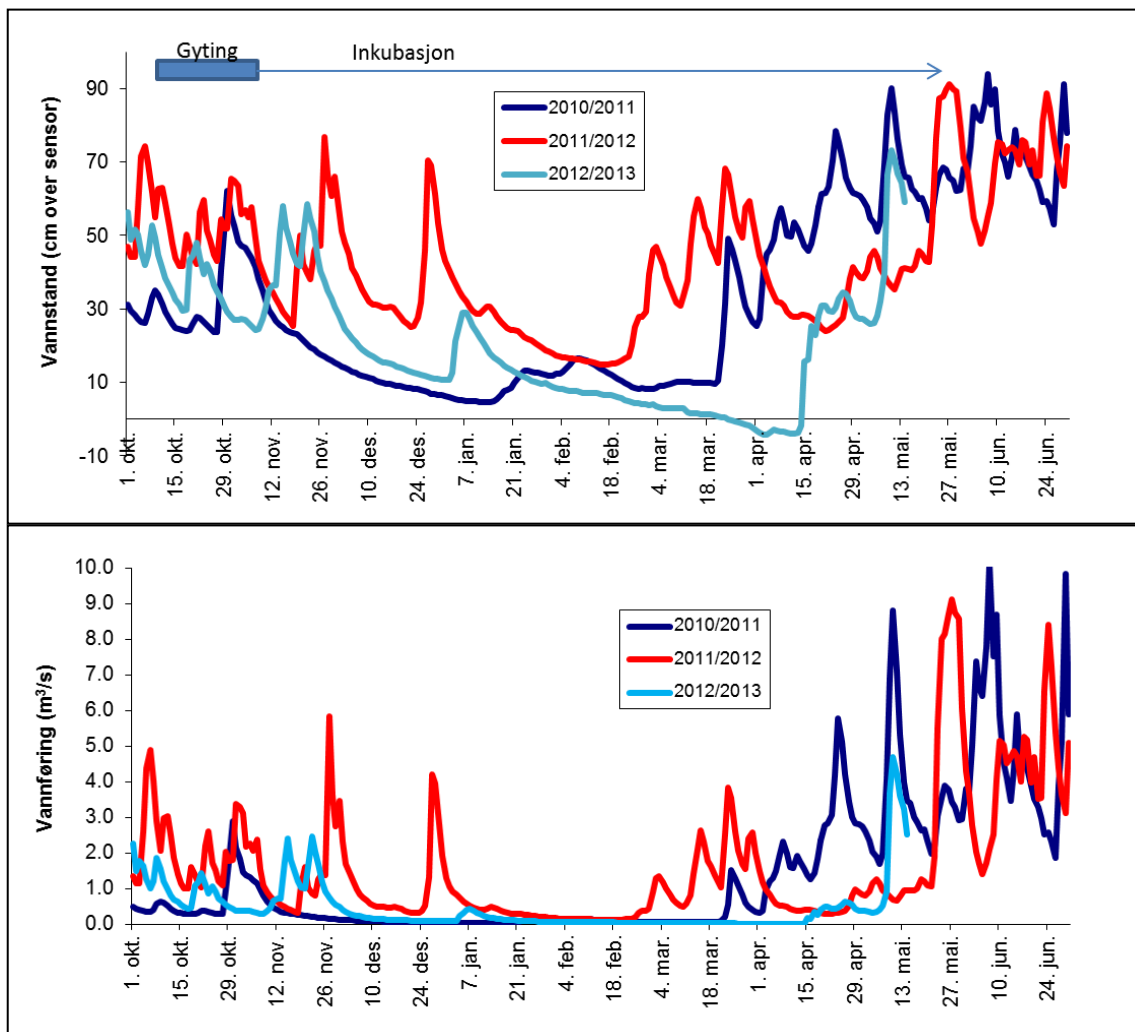
* Vannføring visuelt anslått å være om lag 10-20 l/s ved Tveit under feltarbeidet.

Sammenhengen mellom vannstand og stranding av gytegroper er etablert ut i fra det målte vanddypet og gravedypet for gytegroperne som har vært undersøkt, samt vannstanden som ble målt ved loggeren på Tveit ved undersøkelsestidspunktet. Deretter beregnes det hvor mange gytegroper som vil få negative vannstands nivåer ned til substratet over gytegroperne ved ulike nivåer av vannstand, ved tilsvarende metode som er brukt ved undersøkelser i Bjoreio (Skoglund m.fl. 2012). Sammenhengen mellom vannstand og stranding forutsetter at det er prøvetatt et representativt utvalg av gytegroperne i vassdraget. I tillegg forutsetter det at nivået for vannstand for hver enkelt gytegrop vil endre seg proporsjonalt med vannstands nivået på lokaliteten der loggeren er plassert ved Tveit.

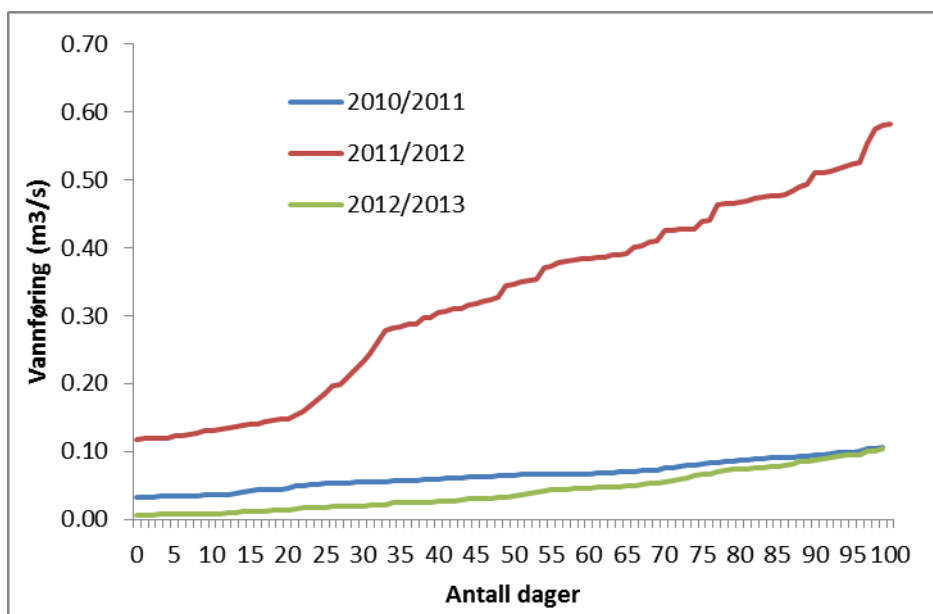
3.0 Resultater

3.4 Vannstand og vannføring

I Figur 7 er vannstand og vannføring fra loggerstasjonen ved Tveit vist for gyte- og inkubasjonsperioden for de tre årene det har vært utført undersøkelser av gytegroper i Sima. De tre årene skiller seg fra hverandre ved at vannstanden og vannføring i 2010/2011 og 2012/2013 var lavere i både gyteperioden og gjennom store deler av inkubasjonsperioden sammenlignet med 2011/2012. Som det kommer frem av varighetskurven i Figur 8, var vannføringen svært lav (<50 l/s) over lengre perioder begge disse to vintrene. Særlig lav var vannføringen vinteren 2013, da vannføringen på det laveste er estimert å være <10 l/s. Under feltarbeidet den 05.04.2013 ble vannføringen ved Tveit anslått å være i størrelsesorden 10-20 l/s. En annen påfallende observasjon som ble gjort under feltarbeidet var at vannføringen var vesentlig høyere (trolig >100-200 l/s) i midtre og nedre deler enn i vassdragets øvre deler. Denne økningen i vannføring nedover vassdraget synes i første rekke å skyldes tilførsel fra grunnvannskilder, noe som også påpeker viktigheten av grunnvannstilsig for vannføringen i Sima.



Figur 7. Målt vannstand (øverst) og estimert vannføring (nederst) fra vannstandslogger ved Tveit i Sima fra høst 2010 til sommer 2012. Den antatt viktigste perioden for gyting og påfølgende inkubasjon er indikert øverst.



Figur 8. Varighetskurve for de 100 dagene av vinteren med lavest vannføring i årene 2010/2011, 2011/2012 og 2012/2013.



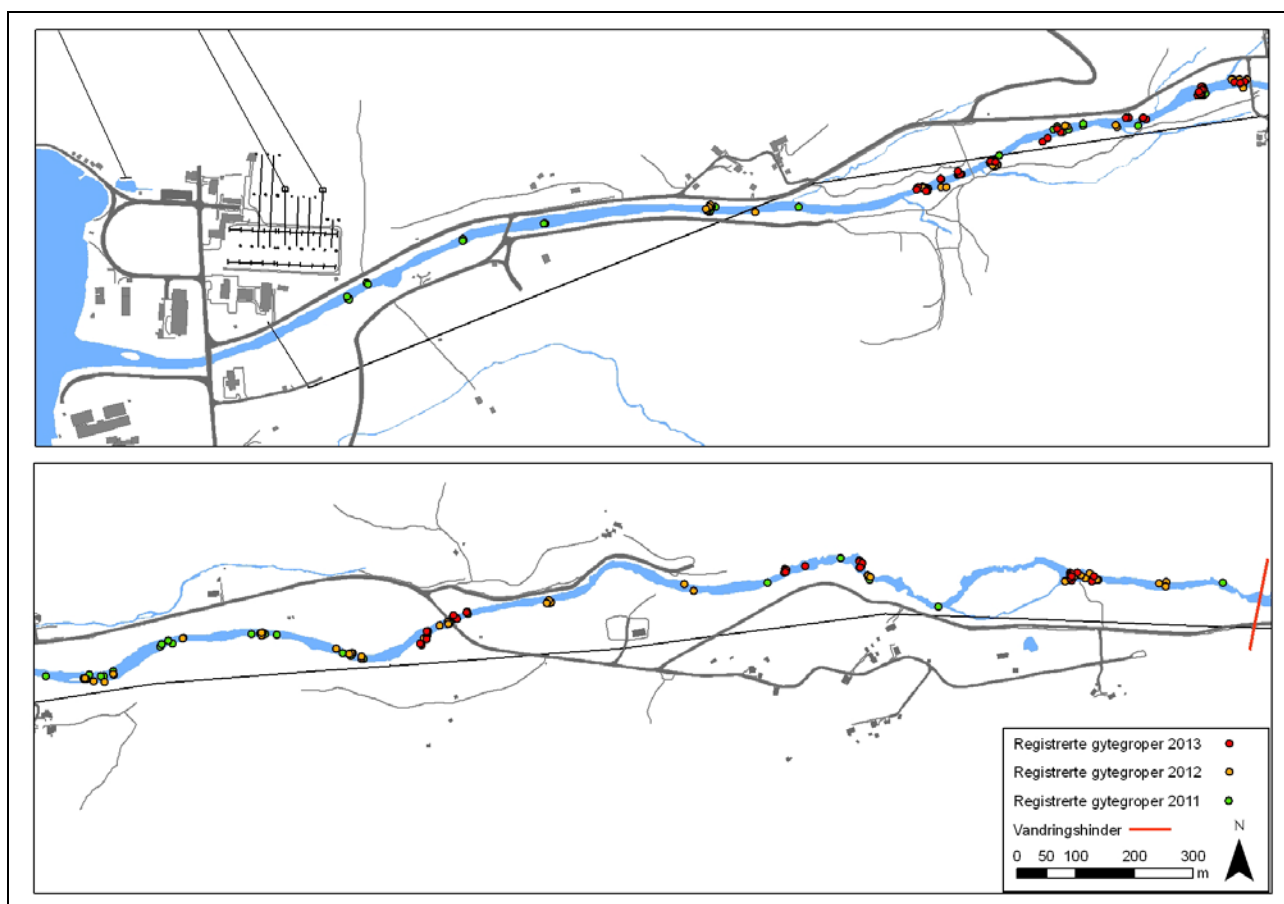
Det var svært lav vannføring i Sima da under feltarbeid 05.04.2013. Bildet til venstre viser ekstremt lav vannføring i øvre del av lakseførende strekning, vannføringen var betydelig høyere i midtre (t.h.) og nedre deler av vassdraget.

3.5 Artsfordeling, lokalisering av gytegroper og eggoverlevelse

I 2011, 2012 og 2013 ble det undersøkt henholdsvis 83, 74 og 66 gytegroper i Sima (Tabell 2). De undersøkte gytegroperne utgjør kun et utvalg av de eksisterende gytegroperne som har blitt gytt i de to årene, og viser dermed ikke omfanget av gytingen i vassdraget. Artsbestemmelse ved bruk av elektroforese av egg viser at den største andelen av de registrerte gytegroperne hadde blitt gytt av aure begge årene (Tabell 2). I 2011 og 2012 ble det lokalisert gytegroper spredt langs hele den lakseførende strekningen i Sima (Figur 7). I 2013 var det ikke mulig å utføre undersøkelser i den nedre delen av elven ettersom store deler av elveleiet var dekket av is. Både fordelingen av gytegroper og av gytefisk, som observert under gytefisktellningene, tilsier at det er mindre gyteaktivitet i den nederste delen av den lakseførende strekningen.

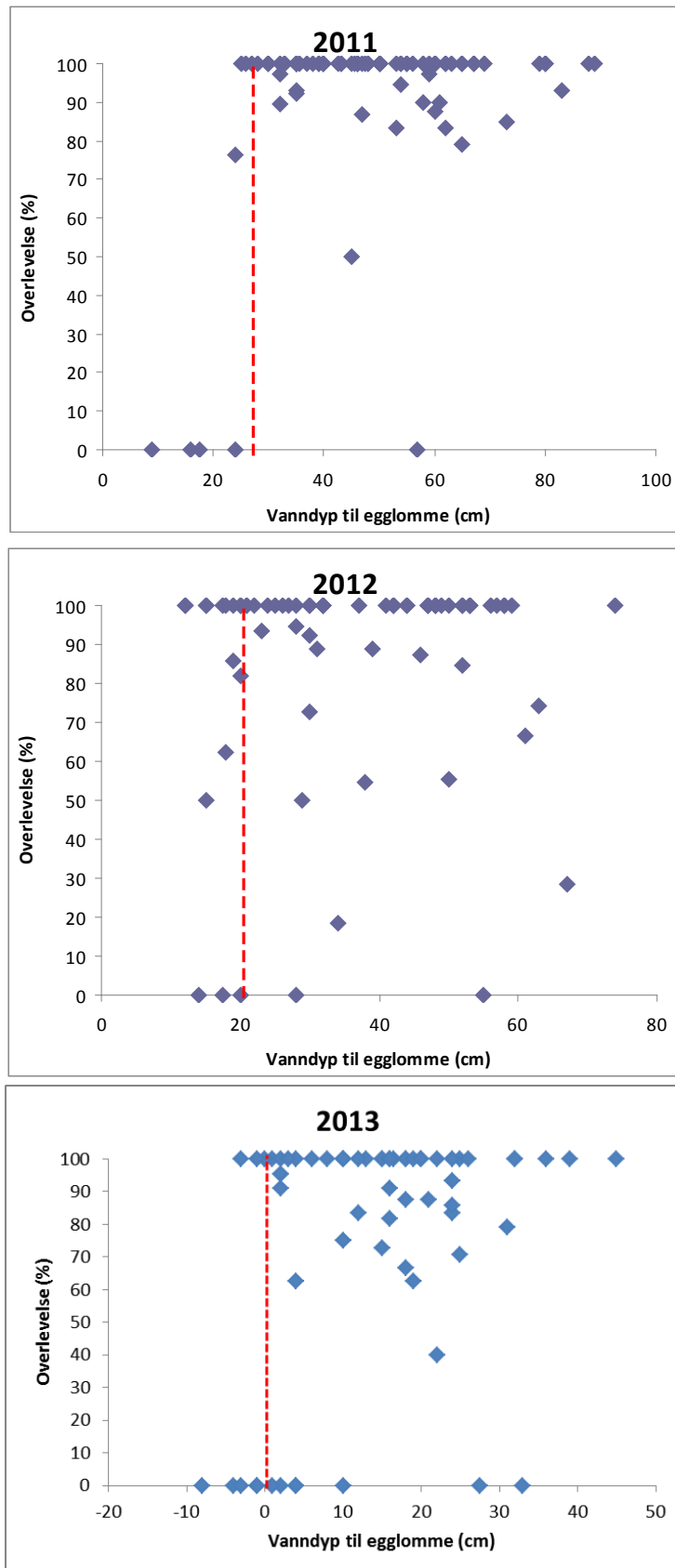
Tabell 2. Oversikt over antall og artsfordeling for undersøkte gytegrøper registrert i Sima i 2011 og 2012. Egg/plommeseekyngel er artsbestemt ved bruk av elektroforese. Mange av prøvene fra gytegrøpene i 2011 var av ukjente grunner vanskelig å artsbestemme. Som følge av svakt utslag på mange av prøvene er det også knyttet noe usikkerhet til utfallet av artsbestemmelsen for noen av gytegrøpene dette året.

| År | Antall gytegrøper undersøkt | | | | Gjsn. Eggverlevelse (%) |
|------|-----------------------------|------|----------|--------|-------------------------|
| | Aure | Laks | Ubestemt | Totalt | |
| 2011 | 32 | 19 | 32 | 83 | 91,2 |
| 2012 | 57 | 5 | 12 | 74 | 86,7 |
| 2013 | 42 | 11 | 13 | 66 | 75,8 |



Figur 9. Oversikt over lokalisering av undersøkte gytegrøper i Sima på sen vinteren 2011, 2012 og 2013.

Den gjennomsnittlige eggverlevelsen i gytegrøpene var henholdsvis 91 %, 86 % og 76 % i 2011, 2012 og 2013. Sammenhengen mellom vannstand og eggverlevelse er vist i Figur 8, og resultatene viser at det i alle årene har forekommet dødelighet som følge av at gytegrøper har blitt tørrlagt. Eggverlevelsen i forhold til vanddypp tilsier at færre enn 5 % av de lokaliserte gytegrøpene hadde gått tapt som følge av stranding i 2011 og 2012, mens 14 % av gytegrøpene gikk tapt i 2013 (Figur 10).



Figur 10. Eggoverlevelse i gytegrøper i forhold til vannndyp for undersøkte gytegrøper i 2011 (øverst), 2012 (midt) og 2013 (nederst). Vannndypet er målt fra vannoverflaten og ned til egglommen i gytegrøpen (vannndyp + gravedyp). Den røde stiplede linjen indikerer den laveste vannstanden som ble registrert gjennom vinteren.

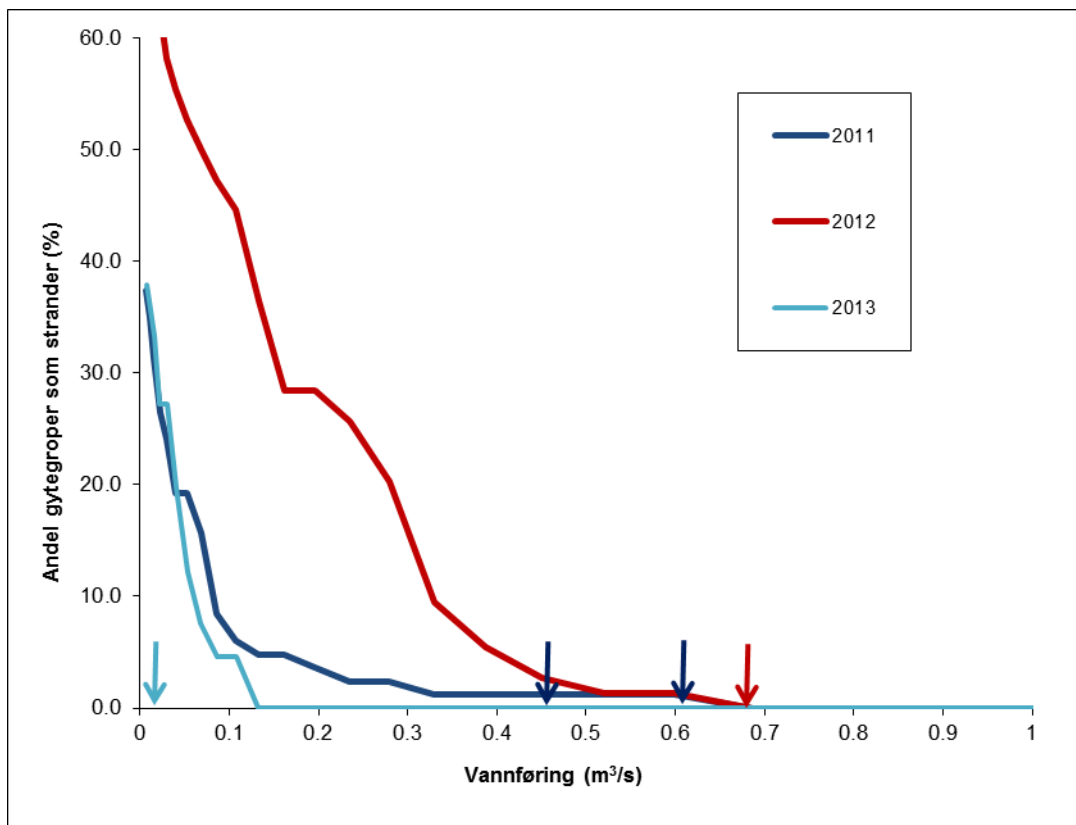
I både 2011 og 2012 var vannstanden på loggeren ved Tveit henholdsvis 25 og 20 cm høyere når gytegrøpene ble undersøkt enn hva den var på sitt laveste i løpet av vinteren. Ut i fra plasseringene av gytegrøper i forhold til den røde linjen i Figur 10, så synes mange gytegrøper i disse årene å ha vært tørrlagt når vannstanden i elva var på sitt laveste på vinteren. I 2013 ble gytegrøpene undersøkt når vannstanden var på sitt laveste. Ettersom dette også var en ekstremt tørr vinter med uvanlig lav vannføring, representerer dette trolig et ytterpunkt for hvor utsatt gytegrøpene i Sima vil være for stranding. Som følge av den lave vannstanden ble flere gytegrøper dette året funnet tørrlagt. Totalt 38 % av gytegrøpene ble funnet på tørrlagte grusrygger. I tillegg ble 60 % av gytegrøpene funnet på områder som lå grunnere enn 10 cm. Selv om mange gytegrøper dermed lå utsatt til for tørrlegging og frost, ble det i hovedsak bare funnet økt dødelighet i gytegrøper hvor også eggene lå over grunnvannsspeilet nede i grusen. Disse utgjorde 13 % av de undersøkte gytegrøpene.



Lokalisering av to gytegrøper på tørrlagt grusrygg i Sima den 05.04.2013. Spadene markerer plasseringen av to gytegrøper. I gytegrøpen som er markert med den bakerste spaden var alle eggene døde, mens det i den forreste gytegrøpen ble funnet levende plommeseekkyngel som hadde klart seg ettersom de lå vanndekket under grunnvannsspeilet nede i grusen (Foto: LFI Uni Miljø v/Helge Skoglund).

Ut i fra vanddyb på registrerte gytegrøper i årene 2011-2013 har vi beregnet hvor stor andel av gytegrøpene som tørrlegges ved ulike vannføringer (Figur 11). Den estimerte sammenhengen vil være usikker når den ekstrapoleres langt i fra den vannstanden undersøkelsen ble utført på, og bør derfor brukes med forsiktighet. Totalt sett tilsier sammenhengen at en vannføring større enn om lag $0,4-0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ vil

være tilstrekkelig for at majoriteten av gytegrøpene vil være vanddekt i alle årene, mens omfanget av stranding øker raskt ved vannføringer lavere enn om lag 0,1 m³/s.



Figur 11. Estimert sammenheng mellom vannføring (målt ved Tveit) og stranding av gytegrøper i Sima for årene 2011, 2012 og 2013. Sammenhengene er basert på dybdeprofil for registrerte gytegrøper de tre årene, og sammenhengen mellom vannstand og vannføring ved vannstandsloggeren på Tveit. Pilene angir hvilken vannføring undersøkelsene ble utført på i de ulike årene, og kurvene vil være mer usikre desto lenger bort fra disse vannføringene en beveger seg.

3.6 Eggutvikling og tidspunkt for klekking og swimup

I alle årene hadde eggene klekket i en stor andel av gytegrøpene ved undersøkelsestidspunktet, og yngelen hadde varierende mengde med plommesekk igjen. I tillegg ble det funnet yngel med lite eller ingen gjenværende plommesekk, samt at det ble observert enkelte frittsvømmende yngel som allerede syntes å ha kommet opp av grusen i enkelte av gytegrøpene. I 2010 var yngelen så langt utviklet ved undersøkelsestidspunktet (15.04.2010) at arbeidet måtte avbrytes. Basert på utviklingsmodeller og temperaturforholdene i vassdraget, har vi beregnet når yngelen er forventet å komme opp av grusen (swimup). (Tabell 3). Resultatene fra denne modelleringen tilsier at aureyngelen forventes å komme opp av grusen i perioden fra mars-mai, mens laksen vil komme opp av grusen i perioden mai-juni. Det er imidlertid en del variasjon mellom de undersøkte årene. Videre er det sannsynlig at tidspunktet for swimup vil variere noe mer innen hvert enkelt år enn det som er oppgitt i Tabell 3. Dette skyldes både at gytetidspunktet kan vare over en lengre periode enn det som er forutsatt i modellen, men også at det synes å forekomme betydelig temperaturvariasjon innad i vassdraget som følge av grunnvannskilder. Ved

feltarbeidet ble det observert flere lokaliteter der det så ut som at gytegrøpene fikk avrenning fra grunnvannskilder. I disse gytegrøpene var eggene kommet lenger i utviklingen sammenlignet med egg som ikke var direkte påvirket av grunnvann. Generelt medfører den høye vintertemperaturen at eggutviklingen i Sima er raskere enn det som er vanlig for andre vassdrag i regionen.



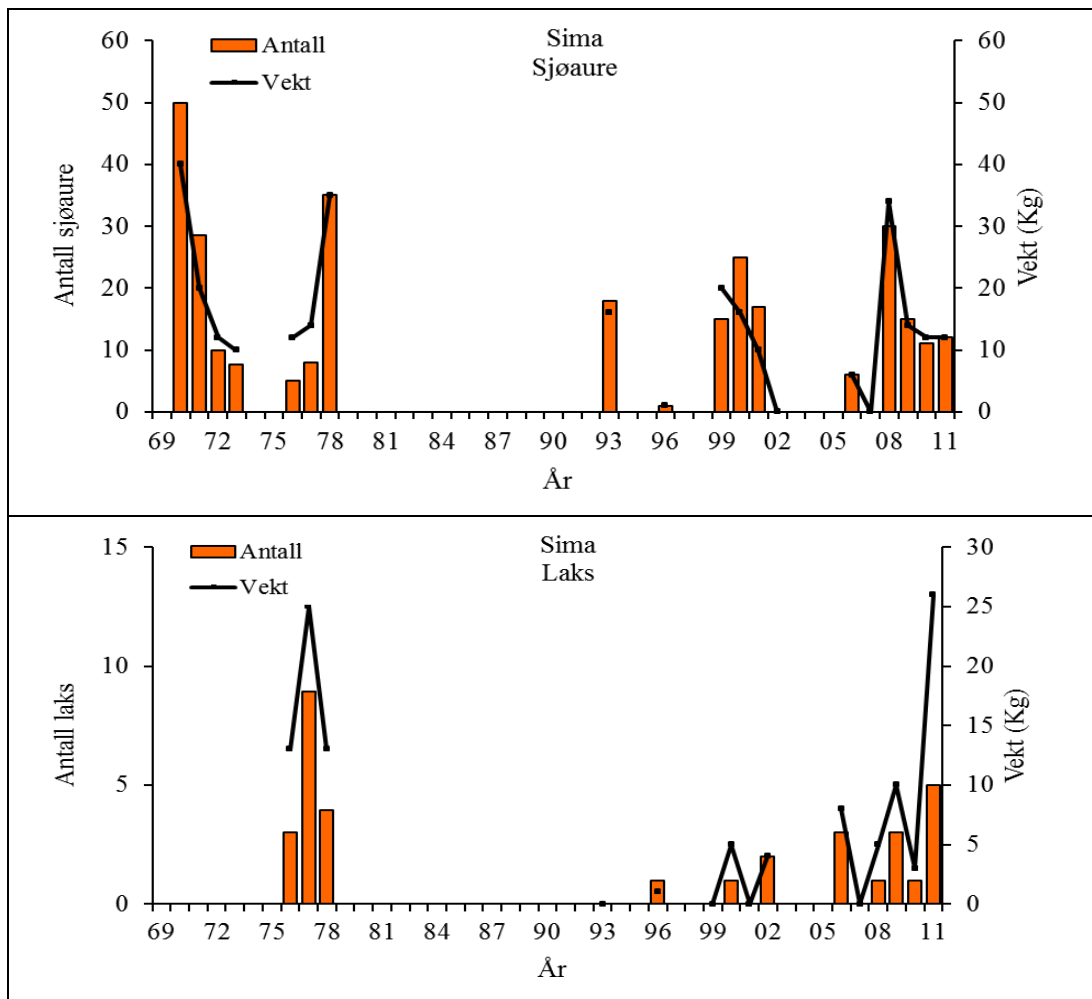
I enkelte gytegrøper hadde yngel hadde brukt opp hele plommesekken og var fritt svømmende mens i andre gytegrøper hadde yngelen store deler av plommesekken igjen og lå fremdeles nede i gytegrøpen. Den store forskjellen i utvikling mellom gytegrøper kan tilskrives temperaturforskjeller som følge av grunnvannspåvirkning i ulike deler av elveleiet.

Tabell 3. Beregnet tidspunkt for når yngelen hos laks og aure kommer opp av grusen i Sima for årsklassene 2009-2012, og variasjon i døgnmiddeltemperatur i samme perioden. Beregningene er basert på temperaturdata fra logger plassert i nedre del av lakseførende strekning i Sima, og modeller for utvikling hos egg og plommesekkyngel gitt av Crisp (1981; 1988). For aure er det antatt at gytetidspunkt er 15. oktober-1. november, mens gytetidspunkt for laks er antatt å være 1. november-15. november.

| Årsklasse | Aure | | Laks | |
|-----------|------------------|------------|----------------|------------|
| | Peak swimup | Temperatur | Peak swimup | Temperatur |
| 2009 | 30.mars-20.april | 3,7-5,8 °C | 2-18.mai | 4,8-6,3 °C |
| 2010 | 3-22.mai | 4,7-7,3 °C | 6-17.juni | 6,6-7,3 °C |
| 2011 | 4-24.mai | 5,1-5,9 °C | 7-20.juni | 6,6-7,6 °C |
| 2012 | 15.mars-10.april | 3,8-5,4 °C | 21.april-8.mai | 4,8-6,6 °C |

3.7 Fangststatistikk

Den offisielle fangststatistikken for Sima går tilbake til 1970 (Figur 12). Statistikken er mangelfull i store deler av perioden og mengden innrapportert fisk er lav. Den høyeste fangsten som har vært innrapportert var i 1978 med til sammen 48 kg fisk.



Figur 12. Offisiell fangststatistikk for sjøaure (øverst) og laks (nederst) i Sima for perioden 1969-2011 (data hentet fra www.lakseregisteret.no).

3.8 Gytefisktelling og egg tetthet

Gytefisktellingene i Sima har blitt utført årlig siden 2005. Det ble også gjennomført gytefisktelling i 2000 (Barlaup & Halvorsen 2000) (Tabell 4). Gytebestanden av villaks har generelt vært lav, og i seks av de ni årene med undersøkelser har det blitt registrert færre enn 10 villaks. Den største gytebestanden ble registrert høsten 2012, da det ble talt 48 villaks. Det er kun registrert enkelte rømte oppdrettslaks i vassdraget, men ettersom antall villaks har vært svært lavt i enkelte år så har rømt oppdrettslaks allikevel kunne utgjort en betydelig andel. I gjennomsnitt har andel rømt oppdrettslaks vært 10,6 % i perioden 2005-2012. Ettersom rømt oppdrettslaks kan være vanskelig å skille fra villaks utelukkende basert på morfologiske kriterier ved gytefisktelling, er det mulig at andelen rømt oppdrettslaks har blitt underestimert.

Antall sjøaure har variert til dels mye mellom år. Det høyeste antallet ble observert i 2000, da det ble talt 532 sjøaure, mens det laveste er 77 sjøaure i 2008. Det synes å være en positiv trend i gytebestanden med forholdsvis høye gytebestander i 2010 og 2012. De fleste sjøaurene observert under gytefisktellingen har vært i størrelseskategorien 0,5-1 kg, men det har årlig blitt observert større individer.

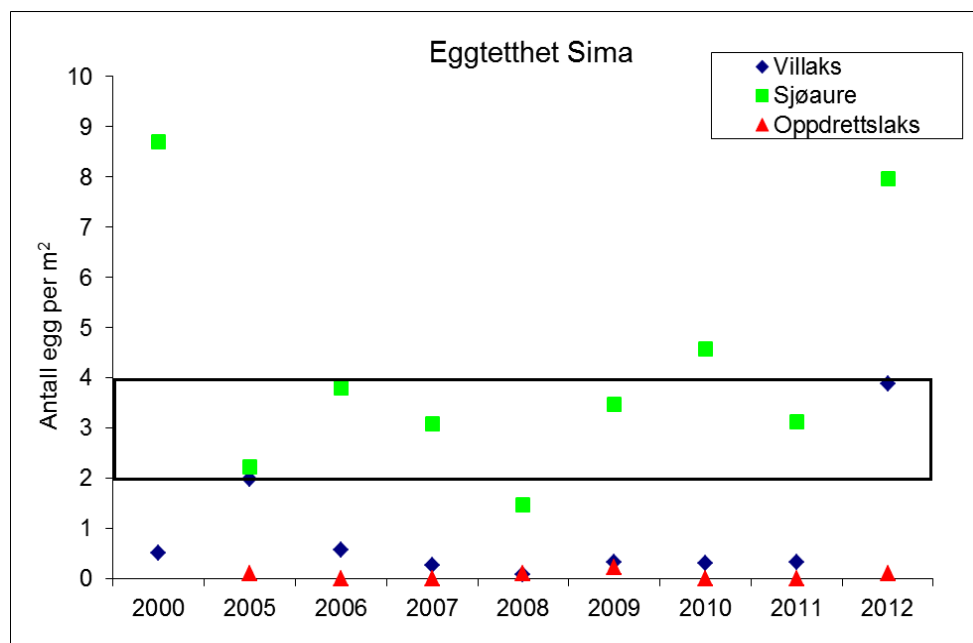
Tabell 4. Resultater fra gytefisktellningene i Sima i perioden 2000-2012.

| | | År | | | | | | | | |
|--------------------|-----------------------------|-------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| | | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
| Sjøaure | 0,5 – 1 kg | 511* | 22 | 69 | 87 | 38 | 77 | 142 | 100 | 309 |
| | 1 – 2 kg | | 40 | 63 | 53 | 29 | 53 | 69 | 48 | 130 |
| | 2 – 3 kg | 10* | 19 | 28 | 16 | 10 | 26 | 26 | 11 | 34 |
| | > 3 kg | 11* | 6 | 9 | 5 | 0 | 7 | 7 | 8 | 4 |
| | Sjøaure totalt | 532 | 87 | 169 | 161 | 77 | 163 | 244 | 167 | 477 |
| Villaks | Tert (>3 kg) | 21 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| | Mellomlaks (3-7 kg) | 5 | 17 | 7 | 2 | 1 | 4 | 1 | 4 | 33 |
| | Storlaks (> 7 kg) | 0 | 6 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 12 |
| | Villaks totalt | 26** | 25 | 9 | 3 | 1 | 5 | 6 | 5 | 48 |
| Rømt oppdrettslaks | Tert (>3 kg) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Mellomlaks (3-7 kg) | | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | Storlaks (> 7 kg) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Oppdrettslaks totalt | ** | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 |

*I 2000 ble sjøauren inndelt i størrelseskategoriene 0,5-1,5, 1,5-3 og >3 kg.

**Ikke skilt på villaks og oppdrettslaks i 2000.

Ut i fra observasjonene av gytefisk, har egg tettheten av laks vært lavere enn 2 egg per m² i 8 av de 9 undersøkte årene, og lavere enn 0,5 egg i 6 av de 9 årene (Figur 13). For sjøaure er egg tettheten beregnet å være høyere enn 2 egg per m² i 8 av de 9 undersøkte årene, og i både 2000 og 2012 overstiger egg tettheten for sjøaure 8 egg per m².

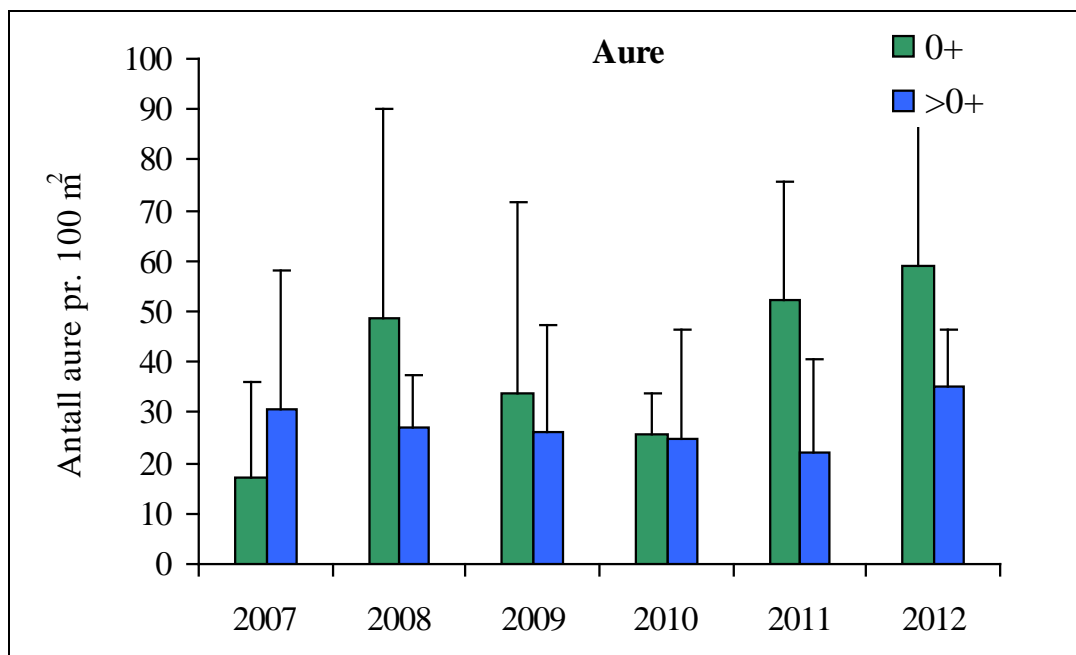


Figur 13. Egg tetthet beregnet ut i fra antall villaks, oppdrettslaks og sjøaure observert ved gytefisktellningene i 2000, og i årene 2005-2012. Rammen i figuren angir nivået for egg tetthet som det antas må til for å fylle bæreevnen i vassdraget med hensyn til ungfisk.

3.9 Ungfiskundersøkelser

Tettheter og vekst for aure

Det har vært registrert både ensomrig og eldre aure på samtlige stasjoner i Sima i undersøkelsesperioden (Figur 14). Tettheten av ensomrig aure har variert fra 17-59 fisk per 100 m², mens tettheten av tosomrige og eldre aure har variert fra 22-46 fisk per 100 m². I 2012 var tetthetene av både årsunger og eldre aureunger høyere enn i de andre årene i undersøkelsesperioden.



Figur 14. Gjennomsnittlige tettheter av ensomrig (0+) og eldre (> 0+) aure pr. 100 m² på stasjonene undersøkt med elektrisk fiske i Sima i 2007-2012.

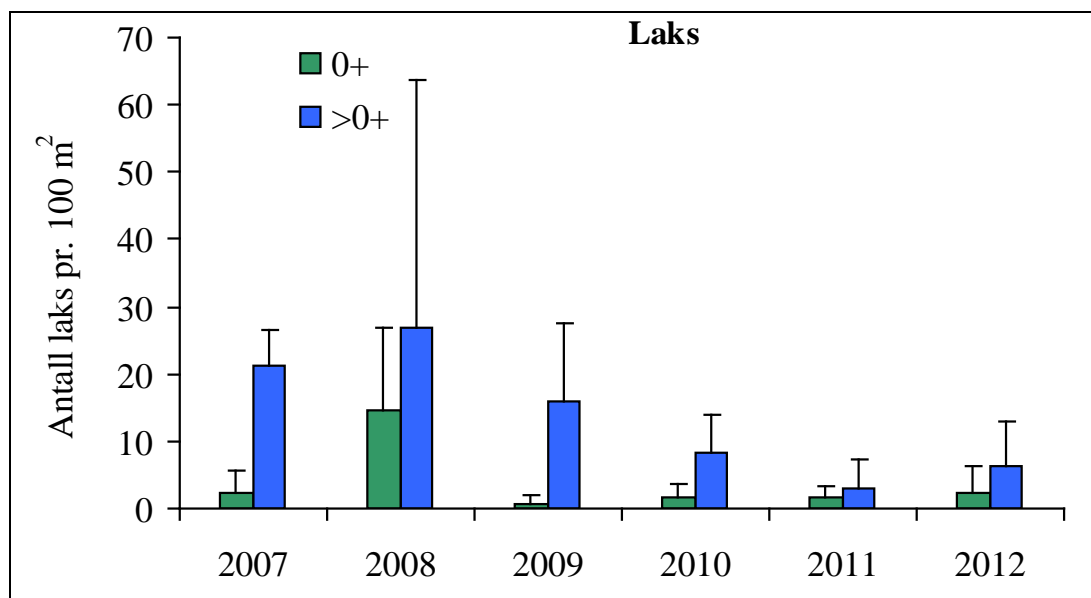
Aldersbestemt materiale av aure fanget i Sima i perioden 2007-2012 er vist i Tabell 5. Ungfisk av aure hadde en gjennomsnittlig lengde på ca. 6 cm etter første vekstsesong, 9-10,5 cm etter andre og 12-14 cm etter tredje vekstsesong. Basert på det aldersbestemte materialet synes det som de fleste aurene smoltifiserer og forlater Sima etter 3 år på elva.

Tabell 5. Gjennomsnittlig lengde (cm) med standard avvik (SD) for ulike aldersklasser av aure tatt om høsten i Sima i perioden 2007-2012. N er antallet fisk analysert. Data basert på aldersanalyse av otolitter og lengdefordeling.

| Dato | Ensomrig (0+) | | Tosomrig (1+) | | Tresomrig (2+) | | Firesomrig (3+) | |
|------------|---------------|-----|---------------|-----|----------------|----|-----------------|---|
| | cm (SD) | N | cm (SD) | N | cm (SD) | N | cm (SD) | N |
| 20.11.2007 | 5,8 (0,5) | 84 | 8,8 (0,9) | 43 | 11,8 (1,7) | 82 | 14,7 (2,0) | 4 |
| 12.11.2008 | 6,0 (0,7) | 195 | 9,7 (1,3) | 92 | 12,8 (1,6) | 9 | 18,5 (--) | 1 |
| 01.12.2009 | 6,2 (0,6) | 170 | 10,0 (1,4) | 112 | 12,1 (1,1) | 11 | 13,6 (--) | 1 |
| 11.11.2010 | 6,0 (0,6) | 56 | 10,7 (1,0) | 72 | 12,3 (--) | 1 | -- | 0 |
| 14.10.2011 | 5,6 (0,5) | 23 | 9,6 (0,9) | 44 | 12,8 (1,7) | 4 | -- | 0 |
| 10.10.2012 | 5,5 (0,7) | 27 | 9,9 (1,1) | 38 | 14 (1,2) | 6 | -- | 0 |

Tettheter og vekst for laks

I Sima ble det registrert årsunger og eldre laksunger i alle år i undersøkelsesperioden (Figur 15), men ikke på alle stasjoner hvert år. De gjennomsnittlige tetthetene av eldre laks har variert mellom 3-27 fisk per 100 m², og tettheten av årsunger har vært lav i de fleste årene. I 2012 ble det til sammen registrert bare 11 ensomrige laks i Sima, og disse ble funnet på stasjonene 1-3. Resultatene fra ungfiskundersøkelsene indikerer en nedgang i tettheten av laksunger fra 2008-2012.



Figur 15. Gjennomsnittlige tettheter av ensomrig (0+) og eldre (> 0+) laks pr. 100 m² på stasjonene undersøkt med elektrisk fiske i Sima i 2007-2012.

Aldersbestemt materiale av laks fanget i Sima i perioden 2007 - 2012 er vist i Tabell 6. Ungfisk av laks hadde en lengde på ca. 4 - 5 cm etter første vekstsesong, 7-8 cm etter andre, 9-10 cm etter tredje og 11-12,5 cm etter fjerde vekstsesong. Basert på det aldersbestemte materialet synes det som de fleste laksungene smoltifiserer og forlater Sima etter 3 til 4 år på elva.

Tabell 6. Gjennomsnittlig lengde (cm) med standard avvik (SD) for ulike aldersklasser av laks tatt om høsten i Sima i perioden 2007-2012. N er antallet fisk analysert. Data basert på aldersanalyse av otolitter og lengdefordeling.

| Dato | Ensomrig (0+) | | Tosomrig (1+) | | Tresomrig (2+) | | Firesomrig (3+) | | Femsomrig (4+) | |
|------------|---------------|----|---------------|----|----------------|----|-----------------|----|----------------|---|
| | cm (SD) | N | cm (SD) | N | cm (SD) | N | cm (SD) | N | cm (SD) | N |
| 20.11.2007 | 4,7 (0,7) | 11 | 7,8 (0,7) | 71 | 9,9 (1,2) | 32 | 10,6 (0,3) | 2 | 14,0 (--) | 1 |
| 12.11.2008 | 4,9 (0,5) | 58 | 7,3 (0,5) | 33 | 9,3 (0,9) | 52 | 11,0 (1,1) | 14 | -- | 0 |
| 01.12.2009 | 4,7 (0,3) | 4 | 7,7 (0,8) | 33 | 10,2 (0,8) | 25 | 11,9 (0,8) | 19 | -- | 0 |
| 11.11.2010 | 4,9 (0,4) | 8 | 7,6 (0,4) | 3 | 10,2 (0,9) | 8 | -- | 0 | -- | 0 |
| 14.10.2011 | 4,4 (0,1) | 5 | 7,4 (0,7) | 7 | 9,8 (0,4) | 3 | 12,6 (0,2) | 3 | -- | 0 |
| 10.10.2012 | 4,1 (0,3) | 11 | 7,3 (0,5) | 12 | 10,3 (1,2) | 13 | 12,2 (1,0) | 6 | -- | 0 |

4.0 Diskusjon

4.1 Bestandsstatus for laks og sjøaure i Sima

Både gytefisktellinger og ungfisktetthetene tilsier at sjøaurebestanden i Sima er livskraftig og selvreproduserende. Bestandsstørrelsen i perioden 2005-2011 har imidlertid vært forholdsvis lav. I de fleste årene i denne perioden tilsier egg tetthetene at gytebestanden av sjøaure har vært tilstrekkelig til å sikre en fullverdig rekruttering av ungfisk. Det synes imidlertid ikke å ha vært grunnlag for et stort høstbart overskudd av sjøaure i denne perioden. Fangstrapporteringer fra Sima viser også at det har vært et lavt fangstuttak fra vassdraget, selv om mangelfull rapportering tilsier at fangstene fra sportsfiske har vært større enn det som har blitt innrapportert. Det ble imidlertid observert en markant økning av sjøaure under gytefisktelling høsten 2012, da det ble observert 477 sjøaure.

Både gytefisktellinger og ungfiskundersøkelser viser at det årlig forekommer gyting og rekruttering av laks i Sima. I flere av årene med gytefisktellinger har gytebestanden av laks kun bestått av et fåtall individer, og gytebestanden har høyst sannsynlig vært begrensende for ungfiskproduksjonen i vassdraget i en årrekke. Det er sannsynlig at lave sommertemperaturer bidrar til å redusere potensialet for produksjonen av lakseunger i vassdraget. Ungfiskundersøkelsene viser allikevel at temperaturforholdene i Sima ikke er begrensende for at det forekommer rekruttering av lakseunger. Det ble registrert en betydelig økning i antall gytelaks høsten 2012 da det ble observert 48 laks i vassdraget.

I forvaltningssammenheng anses ikke Sima å ha en egen selvreproduserende laksebestand (jmf. Lakseregisteret, <http://www.dirnat.no/kart/lakseregisteret/>). Tilgang til gyte- og oppveksthabitat tilsier også at potensialet for produksjon av lakseunger er vesentlig høyere enn den har vært i de senere årene. Mindre vassdrag, som Sima, med naturlig lave bestandsstørrelser av laks vil ofte være utsatt for immigrasjon av feilvandrerer fra større bestander. Disse bestandene kan inngå i en metapopulasjonstruktur og være viktige gyte- og oppvekstområder selv om det ikke har egne genetisk distinkte og selvreproduserende bestander (Skaala m.fl. 2010).

Det er vanskelig å si i hvor stor grad reguleringen har påvirket fiskebestandene i Sima. Fangststatistikkene for vassdraget er svært mangelfulle, og gir ikke grunnlag for å vurdere hvor store bestander av sjøaure og laks har vært i vassdraget før regulering, eller hvor stort potensial vassdragene hadde. I tillegg har bestandene av både laks og sjøaure i regionene vært på et historisk lavmål i de siste to tiårene, noe som synes å skyldes gjennomgående dårlig overlevelse i sjøfasen (Skoglund m.fl. 2009). I de siste årene har det blitt observert en økning i innsiget av laks over store deler av Vestlandet, og det er også tendenser til en bedring i bestanden av sjøaure i flere av vassdragene i indre deler av Hardangerfjorden (Skoglund m.fl. 2012, LFI Uni Miljø upubliserte data). Økningen i gytebestandene av laks og sjøaure i Sima i 2012 gjenspeiler trolig også denne trenden.

4.2 Vurdering av vintervannføring og stranding av gytegroper ved dagens vannføringsregime

Undersøkelsen av gytegroper på senvinteren i Sima i årene 2011, 2012 og 2013 viser at det i alle årene har forekommet eggdødelighet som følge av at gytegroper har strandet ved lave vannstander om vinteren. Omfanget av gytegroper som har gått tapt er allikevel forholdsvis lavt, og eggoverlevelsen totalt sett har vært moderat til god (>75 %). Dette til tross for at det både i 2011 og 2013 forekom episoder med svært lav vannføring som følge av kalde og tørre perioder med lite tilsig om vinteren. Spesielt lavt var tilsiget igjennom den kalde og tørre vinteren i 2013. Vannføringen var da på det laveste estimert å være under 10 l/s ved målestasjonen ved Tveit i øvre del av den lakseførende strekningen. Undersøkelsene viste også at mange gytegroper da ble liggende på grusrygger som var helt eller delvis tørrlagt i elveleiet. Selv ved denne ekstremt lave vannføringen var det bare om lag 13 % av gytegroperne som hadde gått tapt som følge av tørrlegging, og vannstanden hadde vært tilstrekkelig til å holde eggene fuktig i majoriteten av gytegroperne.

Erfaringer fra ni års undersøkelser av gytegroper i Bjoreio viser at dødelighet som følge av stranding av gytegroper varierer betydelig mellom år. Det største omfanget av stranding forekommer i år da en har høy vannføring i gytetiden om høsten, etterfulgt av en tørr vinter med lave vannstander (Skoglund m.fl. 2012). Med forbehold om at det kun foreligger tre år med undersøkelser fra gytegroper i Sima, tilsier resultatene at gytegroperne er mindre utsatt for stranding og tørrlegging i Sima enn i Bjoreio. En sannsynlig årsak til dette er at vannstandvariasjonene i Sima generelt er mindre enn i Bjoreio.

Et påfallende resultat fra undersøkelsene var at overlevelsen i stor grad var høy selv i gytegroper som lå grunt og delvis tørrlagt. Mange av disse hadde klart seg selv om de i en periode var tørrlagt når vannstanden var på det laveste i løpet av vinteren. Vanligvis vil en ha høy sannsynlighet for total eggdødelighet når gytegroperne tørrlegges. Imidlertid kan både egg og plommeseckkyngel klare seg i tørrlagte gytegroper dersom fuktigheten i substratet er tilstrekkelig høy, og egg/kyngel ikke blir utsatt for frost. Snø og isdekke i elveleiet kan bidra til å isolere gytegroperne slik at frost ikke trenger ned til eggglommen, og samtidige bidra til å holde tilstrekkelig fuktighet i substratet. Et spesielt forhold i Sima er at vannføringen i tørre perioder i stor grad er påvirket av tilsig av grunnvann. Flere steder kan en observere grunnvannstilsig som kommer fra kilder i eller like ved elveleiet. Disse kan bidra til å holde grusen fuktig og hindre frost lokalt i området hvor grunnvannet siger ut. I tillegg bidrar grunnvannspåvirkningen til at vintertemperaturen i Sima er høy gjennom hele vintersesongen, og kan trolig bidra til å hindre at frosten trekker ned i substratet. Bidrag fra grunnvannskilder kan derfor være en viktig faktor for å unngå tørrlegging av gytegroper i Sima i perioder når tilsiget ellers er lavt. Vedvarende perioder med lav vannføring kan imidlertid også føre til redusert oksygentilførsel, som både kan medføre økt dødelighet og andre sub-letale effekter.



Vannføringen i vestre bildekant kommer fra en grunnvannskilde med utløp i elveleiet like til venstre for personen. Vannet fra kilden bidrar til å holde substratet ved gytegrepene fuktig også ved lave vannstander, og samlet bidrar grunnvannstilsig betydelig til vannføringen i Sima i tørre perioder. (Foto: LFI Uni Miljø v/Helge Skoglund).

I tillegg til stranding av gytegrøper, vil lave vintevannføringer medføre redusert vanddekt areal, og dermed begrense tilgangen til egnet ungfiskhabitat. Mens ungfisktetthetene av laks generelt er svært lave, og trolig begrenset av lave gytebestander, så er ungfisktettheten av aure på et nivå som kan forventes i tilsvarende vassdrag. Det er imidlertid sannsynlig at de lave vannføringene om vinteren er den største flaskehalsen for ungfiskproduksjonen i vassdraget, men det er uavklart hvordan de lave vintervannføringene påvirker vanddekt areal, og overlevelse hos ungfisk.

4.3 Vurderingen av konsekvenser av Skykkjedalen pumpe på bestandene av sjøaure og laks i Sima

Dersom planene som utredes om å overføre tilsiget fra Skykkjedalsvatnet med pumpe blir realisert, vil dette medføre fraføring av en betydelig del av det gjenværende nedbørsfeltet til Sima. Det aktuelle nedbørsfeltet utgjør om lag 53 % av nedbørsfeltet til Sima ved Tveit, i øvre del av den lakseførende strekningen, og om lag 27 % av nedbørsfeltet ved utløp i sjø. Dette vil føre til at vannføringen i Sima blir ytterligere redusert gjennom hele året. Det legges opp til en minstevannføring fra Skykkjedalsvatnet i perioden 1.juni- 31.september på $0,12 \text{ m}^3/\text{s}$, men ikke noen minstevannføring i vinterhalvåret. Så lenge vannføringen er lavere enn slukeevnen til pumpen på $2 \text{ m}^3/\text{s}$, så vil hele vannføringen fra dette feltet overføres til overføringstunellen til Rembesdalsvatnet. Vi har ikke tilgjengelige hydrologiske data for hvor mye denne reguleringen vil påvirke vannføringen på den lakseførende strekningen i Sima. Ettersom feltet som planlegges fraført i stor grad består av

høytliggende fjellområder, der nedbøren vinterstid i hovedsak kommer som snø, vil avrenningen gjennom vinteren fra det berørte området vanligvis være lavt i forhold til de lavereliggende områdene av nedslagsfeltet. Den største vannføringsreduksjonen vil trolig forekomme i varme perioder om sommeren, da snøsmeltingen fra dette feltet trolig bidrar betydelig til avrenningen til Sima. Reguleringen vil imidlertid føre til redusert vannføring også om vinteren, da vannføringen i utgangspunktet kan bli svært lav under dagens forhold.

Et forhold som også er uavklart er hvordan reguleringen vil påvirke bidrag fra grunnvannskilder til vassdraget. I dagens situasjon bærer de hydrologiske forholdene i Sima preg av å være betydelig påvirket av grunnvannstilførsel. Dette er markert i temperaturregimet i vassdraget, og grunnvann utgjør et betydelig bidrag til vannføringen i Sima i perioder med lavt tilsig. Flere plasser kan det observeres kilder av grunnvann som renner ut i eller like ved elveleiet i Sima (se bilde ovenfor). Disse grunnvannskildene har trolig grunnvann med forholdsvis kort oppholdstid, og som tilføres vann fra nedbør og bekker som drenerer inn i rasviftene og løsmassene i dalside og dalbunn. En redusert vannføring fra Skykkjedalsvatnet kan medføre at mindre vann tilføres løsmassene i dalsiden nedenfor, og dermed redusere grunnvannstilsig i de øvre delene av Sima. Det er imidlertid uklart hvilken betydning reguleringen vil få for dette forholdet.

Redusert vannføring forventes å påvirke fiskebestandene på tre måter:

1. Redusert vannstand på vinteren kan føre til økt dødelighet ved at gytegroper og ungfisk strander og tørrlegges
2. Redusert oppveksthabitat og næringstilgang for ungfisk
3. Vandringsmuligheter kan bli vanskeligere for gytefisk/smolt

Som diskutert ovenfor, vurderes de lave vintervannføringene i Sima å være den største flaskehalsen for bestandene av laks og sjøaure i vassdraget. En redusert vannføring vil føre til at vannstanden blir ytterligere redusert i perioder med lavt tilsig. Samtidig vil lavvannsperiodene få lenger varighet. Dette vil høyst sannsynlig forsterke vinteren som flaskehals for fiskebestanden.

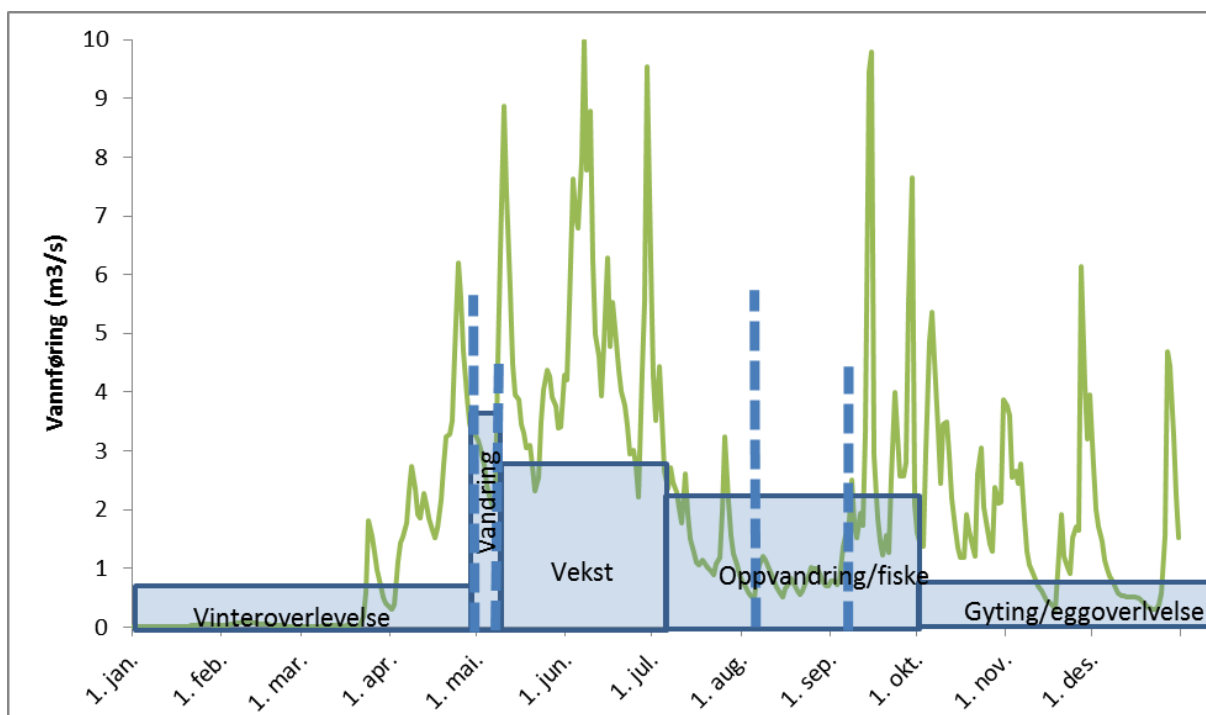
Trolig vil den største effekten av redusert vannføring være redusert vanndekket areal og redusert tilgang til egnet habitat for ungfisk. Dette vil være aktuelt gjennom hele året. Ettersom de laveste vannføringene vanligvis forekommer på vinteren, er det sannsynlig at dette er den største flaskehalsen for ungfisk og som dermed blir sterkeste berørt av ytterligere redusert vannføring. Ettersom vannføringsreduksjonen vil være størst sommerstid, er det mulig at oppvekstareal i sommerperioden vil bli en større flaskehals etter regulering. Det er ikke etablert noen sammenheng mellom vannføring/vannstand og vanndekt areal, noe som gjør det vanskelig å vurdere hvor stor innvirkning den reduserte vannføringen vil få for ungfiskproduksjon både sommer og vinter.

En annen mulig konsekvens av reguleringen er at redusert vannføring sommer og høst kan påvirke oppvandring av gytefisk. Både gytefisktellingene og ungfiskundersøkelsene viser at de viktigste gyte- og rekrutteringsområdene for laks og sjøaure i Sima er lokalisert i de øvre delene av den lakseførende strekningen. Deler av elvestrekningen i Sima fra Tveit og oppover er preget av partier med mindre fosser og kulper. Ved lav vannføring kan flere av disse fossene være

oppvandringshindrende for gytefisk, og særlig for laks og stor sjøaure. I tillegg vil redusert sommervannføring kunne ha effekt på utøvelse av fiske i vassdraget.

4.4 Vurdering av vannføringsbehov i Sima vinterstid

Den eksisterende reguleringen i Sima resulterer i at vannføringen er betydelig redusert sammenlignet med tidligere. For å redusere faren for økt dødelighet av ungfisk og gytegrøper, foreslo Sandven m.fl. (2009) å etablere en minstevannføring ved å slippe vann fra magasinet i Rembesdalsvatnet. Ut i fra skjønnmessige vurderinger ble det da foreslått en minstevannføring på 300 l/s. Denne anbefalingen har så langt ikke blitt realisert. Dersom planene om å bygge Skykkjedalen pumpe blir realisert, vil dette føre til ytterligere redusert vannføring. For å unngå en forverring av situasjonen for laks og sjøaure i Sima bør det derfor etableres et vannføringsregime som sikrer at det ikke oppstår kritisk lave vannstander for fisken året rundt. Fortrinnsvis bør vannføringen i vassdraget tilpasses fiskens vannføringsbehov i ulike faser av livssyklusen, og gjennom året. Dette kan for eksempel gjøres ved å bruke «byggeklossmetoden» (Tharme & King 1998) som er en metode for å planlegge en optimal vannressursfordeling i forhold til ulike interesser, og der vannføringen kan planlegges som et fleksibelt slipp gjennom året som illustrert i Figur 16. I den følgende delen vil vi primært diskutere forslag til vannføringsregime for vintersituasjonene, ettersom lav vintevannføring vurderes som den største flaskehalsen for fiskebestandene i Sima.



Figur 16. Illustrasjon av byggeklossmetoden for å fastsette vannføringsbehov for ulike livsstadier av laks og aure i regulerte vassdrag, med vannføring for Sima i 2011. Blokkene er kun vist som illustrasjon og er ikke reelle forslag for vannføring.

Et slipp av vann i Sima bør dimensjoneres slik at det er tilstrekkelig til å sikre både gytegrøper og viktige ungfiskhabitat for laks og sjøaure. Selv om det ikke ble avdekket unaturlig høy dødelighet i gytegrøper i de tre årene med undersøkelser, så

bør det tas høyde for at dødelighet kan variere mellom år. Det bør derfor være et mål å sikre at majoriteten av gytegroper er vanddekket gjennom hele vinteren. Ut i fra sammenhengen mellom vannføring og stranding av gytegroper i Figur 11, er det estimert at en vannføring på om lag 500 l/s (målt ved Tveit) vil være tilstrekkelig til å holde elveprofilen vanddekket for de fleste gytegroperne (<95 %). Ettersom vannføringen synker ned under 100 l/s vil omfanget av gytegroper som strander øke raskt.

Vi vurderer det allikevel slik at dagens vannføringsregime i Sima er en større flaskehals for overlevelse for ungfisk enn for eggoverlevelse. Ettersom det ikke foreligger noen informasjon om forholdet mellom vanddekt areal og vannføring i Sima, er det vanskelig å vurdere hvor stor vannføring som må til for å sikre tilstrekkelig leveområder for ungfisk. I tillegg er vannføringskurven som er etablert for vannstandsmåleren på Tveit usikker på lave vannføringer, noe som gjør det usikkert hvor lave vannføringer som faktisk har forekommet i perioden med tilgjengelige data. Fra FKB-N50 kartgrunnlag er arealet av den lakseførende strekningen i Sima estimert å være om lag 64 000 m², noe som trolig vil tilsvare det vanddekte arealet når elven er breddfull. Høsten 2010 ble det foretatt en manuell oppmåling av vanddekt areal ved å måle elvebredden på transekter langs hele den lakseførende strekningen av Sima. Målingene ble foretatt ved en vannføring på 400 l/s ved Tveit, og det vanddekte arealet ble bergregnet å være om lag 52 000 m². Det er ikke foretatt noen oppmålinger på lavere vannføringer. Ut i fra befaringer i vassdraget ved ulike vannføringer, vil trolig det vanddekte arealet bli vesentlig redusert ved vannføringer ned mot 100 l/s. Ut i fra dette har vi vurdert forventede effekter ved tre ulike nivåer for minimumsvannføringer i vinterhalvåret (ved Tveit):

- **500 l/s** – vil i stor grad sikre en vannstand som er tilstrekkelig for å unngå stranding av gytegroper og ungfisk. Ut i fra oppmålinger av vanddekket areal vil dette med stor sannsynlighet også sikre et tilstrekkelig vanddekt areal for å unngå at lave vannføringer blir en flaskehals for ungfisk.
- **300 l/s** – vil trolig være tilstrekkelig for å unngå at egg tørrlegges i majoritetene av gytegroperne. Det er sannsynlig at dette vil bidra til å sikre at de viktigste ungfiskhabitatene vil være vanddekt.
- **100 l/s** – risiko for dødelighet hos egg og ungfisk. Trolig vil større deler av elveleiet bli tørrlagt, og det er fare for at dette i større grad kan være begrensende for overlevelse hos ungfisk

Totalt sett vurderes en minstevannføring i størrelsesorden 300-500 l/s å være det mest robuste vannføringsnivået for å sikre gytegroper og ungfisk av laks og aure i Sima. Det er også sannsynlig at en vannføring på om lag 300 l/s vil kunne sikre store deler av gyte- og oppveksthabitat. En minimumsvannføring tilsvarende 100 l/s ved Tveit vil trolig også representere en bedring i forholdene fiskebestandene i forhold til dagens situasjon i spesielt tørre år. Totalt sett vurderes allikevel en minimumsvannføring på i størrelsesorden 100 l/s å være marginalt og øke risiko for vinterdødelighet. En oversikt over vurderingene og antall dager det ville vært nødvendig å slippe vann for å opprettholde en slik vannføring i 2010 og 2011 er gitt i Tabell 7.

Tabell 7. Oversikt over vurderinger av nytte og konsekvens for ulike nivåer for minstevannføring gjennom vinteren i Sima, og en oversikt over antall dager vannføringen var under disse nivåene i vintersesongen 2010/2011 og 2011/2012. Vannføringen er målt ut i fra vannstandsstasjonen ved Tveit.

| Aktuell minstevannføring i vinterperioden | Vurdering av nytte/konsekvens | Antall dager under med lavere vannføring | | |
|---|---|--|-----------|-----------|
| | | 2010/2011 | 2011/2012 | 2012/2013 |
| 100 l/s | -Risiko for økt eggdødelighet som følge av stranding av gytegroper -Redusert vanddekt areal -Sannsynlig at vannføringen vil være begrensende for ungfiskproduksjon | 96 | 0 | 96 |
| 300 l/s | -Tilstrekkelig til å sikre egg mot tørrlegging i de fleste år -Sannsynligvis tilstrekkelig til å sikre at viktige oppvekstområder er vanddekt, men redusert vanddekt areal vil trolig redusere potensialet for ungfiskproduksjon | 134 | 38 | 133 |
| 500 l/s | -Tilstrekkelig til å sikre gytegroper mot stranding -Tilstrekkelig til å sikre vanddekket areal for de viktigste ungfiskhabitatene | 160 | 90 | 165 |

En usikkerhet i vurderingene er at vannføringsdataene er usikre for lave vannføringer. Dette gjør det vanskelig å vurdere hvor lav vannføringen som reelt sett har forekommet i løpet av vinterperioden. Det anbefales at det foretas flere vannføringsmålinger ved lave vannføringer for å få en mer robust vannføringskurve. Det bør gjøres ytterligere oppmålinger, evt. etableres en hydraulisk modell, for å kvantifisere sammenhengen mellom vannføring og vanddekt areal for å gi et bedre grunnlag for hvordan ulike vannføringer påvirker tilgang til ungfiskhabitat for ungfisk. I tillegg påpekes det at det også bør vurderes hvorvidt den foreslåtte minstevannføringen på 0,12 m³/s om sommeren blir tilstrekkelig for å ivareta fiskebestandene i Sima etter regulering.

5.0 Konklusjoner og anbefalinger

Bestandssituasjonen for sjøaure og laks

- Bestanden av sjøaure i Sima er livskraftig, men bestandsstørrelsen er i årene 2005-2011 vurdert som moderat til lav. Det forekommer også årlig gyting og rekruttering av laks, men bestanden er ikke på et nivå der den er selvreproduserende.
- Det ble observert en økning i gytebestandene av sjøaure og laks i Sima i 2012, noe som også har blitt observert i flere vassdrag i indre deler av Hardangerfjorden. Det gjenstår å se hvorvidt dette gjenspeiler en vedvarende bedring i sjøoverlevelsen for sjøaure og laks i regionen.

Vintervannføring og stranding av gytegroper

- Vannføringen i Sima er svært redusert ved dagens reguleringsregime. I tørre perioder kan vannføringen bli svært lav om vinteren. Dette gjelder særlig på den øvre del av lakseførende strekningen, hvor også de viktigste gyte- og oppvekstområdene er lokalisert. Lave vintervannføringer vurderes som den største flaskehalsen for ungfiskproduksjonen for både laks og aure.
- Undersøkelser av gytegroper viser at mange gytegroper blir liggende delvis tørrlagt eller på svært grunt vann ved lave vintervannstander. Til tross for dette har et forholdsvis lavt antall gytegroper gått tapt som følge av stranding. I 2011 og 2012 hadde færre enn 5 % av de undersøkte gytegroperne gått tapt som følge av stranding. Omfanget av stranding var noe høyere som følge av de uvanlige lave vannføringene vinteren 2013, da 13 % av de undersøkte gytegroperne gikk tapt som følge av stranding. Gjennomsnittlig eggoverlevelse var moderat til god (75-92 %) alle de tre undersøkte årene.
- De hydrologiske forholdene i Sima er betydelig påvirket av grunnvannstilsig. Dette gir seg uttrykk i spesielt høye vintertemperaturer (ca. 4 °C) og lave sommertemperaturer (sjelden >10 °C). Dette medfører at yngelen klekker og forlater gytegroppen tidligere enn i andre vassdrag i regionen. Bidrag fra grunnvann kan være viktig for å unngå tørrlegging og innfrysning av gytegroper og ungfisk i perioder med lite tilsig om vinteren, og vil ha betydning for vekst hos ungfisk. I tillegg utgjør grunnvannstilsig betydelig av vannføringen i Sima i perioder da øvrig tilsig er lite, spesielt i nedre del av vassdraget.

Konsekvens ved utbygging av Skykkjedalen pumpe

- Regulering Skykkjedalsvatnet vil føre til ytterligere redusert vannføring i Sima. Dette vil gi reduserte produksjonsforhold for sjøaure og laks både sommer og vinter. Særlig kritisk vurderes redusert vannføring i vinterperioden å bli, ettersom dette vil kunne gi lengre perioder med kritisk lave vannføringer.

Anbefaling om vintervannføring

- Det anbefales at det etableres en minimumsvannføring i Sima, for eksempel ved å slippe vann fra Rembesdalsvatnet. I dagens situasjon vurderes vintervannføringen å være den største flaskehalsen, men vannføringen bør være tilstrekkelig til å sikre alle livsstadier gjennom hele året.
- En vannføring i størrelsesorden 300-500 l/s, målt ved Tveit, vurderes å være tilstrekkelig for å sikre de viktigste gyte- og oppvekstområdene i Sima. En lavere minimumsvannføring, for eksempel i størrelsesorden 100 l/s, vil bidra til å bedre forholdene i forhold til dagens situasjon i spesielt tørre perioder, men vurderes å være utilstrekkelig for unngå økt dødelighet for ungfisk.
- Det bør gjøres ytterligere oppmålinger, evt. etableres en hydraulisk modell, for å kvantifisere sammenhengen mellom vannføring og vanddekt areal, dette for å gi et bedre grunnlag for å vurdere hvordan ulike vannføringer påvirker tilgang til habitat for ungfisk.
- Det bør gjøres ytterligere vurderinger av hvorvidt den planlagte minstevannføringen i sommerperioden er tilstrekkelig for å sikre gunstige vilkår for gyte- og ungfisk.
- Vurderingene av vannføring vil være sårbare for usikkerheter i vannføringskurven ved Tveit. Det anbefales derfor at det foretas flere målinger ved lave vannføringer for å få en mer robust vannføringskurve.

6.0 Referanser

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

Hindar, K. Diserud, O., Fiske, P., Forseth, T., Jensen A.J., Ugedal, O., Jonsson, N., Storeid, S.-E., Arnekleiv, J.V., Saltveit, S.J., Sægrov, H. & Sættem, L.M. (2007) Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. NINA rapport nr. 226. 78 s.

Lehmann, G., Wiers, T. & Gabrielsen, S.-E. (2008) Uttak av rømt oppdrettslaks fra vassdrag – undersøkelser høsten 2007. LFI-Unifob Rapport nr. 149. 31 sider.

Mork, J., & T. G. Heggberget. (1984) Eggs of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.); identification by phosphoglucoisomerase zymograms. *Fisheries Management* 15:59-65.

Sandven, O.R., Gabrielsen, S.-E., Barlaup, B.T., Lehmann, G.B., Wiers, T., Skoglund, H. & Halvorsen, G.A. (2009) Statusrapport for langsiktige undersøkelser av laksefisk i seks regulerte vassdrag i Hardanger 2007-2008. LFI Uni Miljø rapport nr 166.

- Skaala, Ø., Johnsen, G.H. & Barlaup, B.T. (2010). Prioriterte strakstiltak for sikring av de ville bestandene av laksefisk i Hardangerfjordbassenget i påvente av langsiktige forvaltningstiltak. Rapport fra Havforskningen, nr. 10-2010. 39 sider.
- Skoglund, H., Barlaup, B.T., Gabrielsen, S.-E., Lehmann, G.B., Halvorsen, G.A., Wiers, T., Skår, B., Pulg, U. & Vollset K.W. (2012) Fiskebiologiske undersøkelser i Eidfjordvassdraget – sluttrapport for perioden 2004-2012. LFI Uni Miljø rapport nr 203.
- Skoglund, H., Sandven, O.R., Barlaup, B.T., Wiers, T., Lehmann, G.B. & Gabrielsen, S.-E. (2009) Gytedefisktelinger i Nordhordland, Hardanger og Ryfylke 2004-2008 – bestandsstatus for villfisk og innslag av rømt oppdrettslaks. LFI Uni Miljø rapport nr. 163.
- Skår, B., Gabrielsen, Skoglund, H, S.-E., Barlaup, B.T., Lehmann, G.B., Wiers, T. & Halvorsen, G.A. (2013) Langsiktige undersøkelser av laksefisk i seks regulerte vassdrag i Hardanger 2007-2012. LFI Uni Miljø rapport nr. 223.
- Sættem, L.M. (1995) Gytebestander av laks og sjøaure. En sammenstilling av registreringer fra ti vassdrag i Sogn og Fjordane fra 1960-94. – Direktoratet for Naturforvaltning. Utredning nr. 7-1995. 107 sider.
- Tharme, R.E. & King, J.M. 1998. Development of the Building Block Methodology for instream flow assessments, and supporting research on the effects of different magnitude flows on riverine ecosystems. - Water Research Commission Report No. 576/1/98. 452 s.
- Vuorinen, J., & J. Piironen. (1984) Electrophoretic identification of Atlantic Salmon (*Salmo salar*), brown trout (*S. trutta*), and their hybrids. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 41:1834-1837.



Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)

Ferskvannsekologi - laksefisk - bunndyr

LFI ble opprettet i 1969, og er nå en seksjon ved Uni Miljø, en avdeling i Uni Research AS, et forskningsselskap eid av universitetet i Bergen og stiftelsen Universitetsforskning Bergen. LFI Uni Miljø tar oppdrag som omfatter forskning, overvåking, tiltak og utredninger innen ferskvannsekologi. Vi har spesiell kompetanse på laksefisk (laks, sjøaure, innlandsaure) og bunndyr, og på hvilke miljøbetingelser som skal være til stede for at disse artene skal ha livskraftige bestander. Sentrale tema er:

- Bestandsregulerende faktorer
- Gytebiologi hos laksefisk
- Biologisk mangfold basert på bunndyrsamfunn i ferskvann
- Effekter av vassdragsreguleringer
- Forsuring og kalking
- Biotopjusteringer
- Effekter av klimaendringer

Oppdragsgivere er offentlig forvaltning (direktorater, fylkesmenn), kraftselskap, forskningsråd og andre. Viktige samarbeidspartnere er andre forskningsinstitusjoner (herunder NIVA, NINA, HI, og VESO) og FoU miljø hos oppdragsgivere.

Våre internettsider finnes på www.miljo.uni.no