

«LIV» – livet i vassdragene

Langsiktige undersøkelser av laks og sjøårebestander i seks regulerte elver i perioden 2006-2012



Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske

LFI Uni Miljø
Thormøhlensgt. 49B
5006 Bergen

Telefon: 55 58 22 28

ISSN nr: ISSN-1892-889

LFI-rapport nr: 194

Tittel: «LIV» – livet i vassdragene
Langsiktige undersøkelser av laks og sjøaurebestander i seks regulerte elver i perioden 2006-2012

Dato: 16.01.2013

Forfattere: Sven-Erik Gabrielsen, Bjørn T. Barlaup, Helge Skoglund Godtfred A. Halvorsen, Ole Sandven, Tore Wiers, Gunnar B. Lehmann, Bjørnar Skår, Ulrich Pulg, Knut Wiik Vollset og Eirik Straume Normann
LFI Uni Miljø

Geografisk område: Hordaland

Oppdragsgiver: BKK

Antall sider: 36

Emneord: Regulert vassdrag, fisk, bunndyr, fysisk habitat

Subject items: Regulated river, fish stock, benthos, physical habitat

Forsidefoto: LFI Uni Miljø v/ Tore Wiers

Layout: Guri Jermstad AS

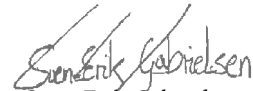
Forord

I perioden 2006-2012 har LFI Uni Miljø, i samarbeid med BKK, gjennomført undersøkelser i følgende seks regulerte elver i Hordaland; Matreelva, Modalselva, Ekso, Teigdalselva, Bolstadelva og Daleelva. LFI Uni Miljø har bidratt med kompetanse om ferskvannsbiologi, mens BKK Produksjon har bidratt med ekspertise innen hydrologi og hydraulikk. Foreliggende rapport er en sammenfatning av de viktigste resultatene fra disse «LIV»-elvene Undersøkelsene inkluderer ferskvannsbiologi, hydrobiologi og fysiske forhold.

Bergen, januar 2013



Bjørn T. Barlaup
Forskningsleder



Sven-Erik Gabrielsen
Prosjektleder

Innhold

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Sammendrag..... | 5 |
| 2 | Bakgrunn og hensikt | 10 |
| 3 | Kort beskrivelse av vassdragene..... | 11 |
| 4 | Fysiske forhold og gytemuligheter..... | 13 |
| 4.1 | Lokalisering og fordeling av gyteområder..... | 13 |
| 5 | Vannføringsforhold og vassdragsreguleringer..... | 16 |
| 6 | Temperaturforhold..... | 20 |
| 7 | Bestandene av laks og sjøaure..... | 23 |
| 7.1 | Fangst og bestandsutvikling..... | 23 |
| 7.2 | Innsig av gytefisk og egg tettheter..... | 23 |
| 7.3 | Ungfisk tettheter..... | 28 |
| 8 | Bunndyrundersøkelsene..... | 32 |
| 8.1 | Forsuring..... | 33 |
| 8.2 | Annen forurensing..... | 34 |
| 9 | Gjennomførte tiltak..... | 35 |
| 10 | Flaskehals og tiltak..... | 36 |
| 11 | Konklusjon | 38 |
| 12 | Litteratur | 38 |

1 Sammendrag

Prosjektet *Livet I Vassdragene* (LIV) er et samarbeid mellom LFI Uni Miljø og BKK som omfatter miljøundersøkelser i seks elver der BKK er regulant og der LFI Uni Miljø i en årrekke har utført fiskebiologiske undersøkelser og forskning. Elvene som inngår i prosjektet (LIV-elvene) er Daleelva, Teigdalselva, Bolstadelva, Ekso, Modalselva og Matreelva. Prosjektet har vært gjennomført i perioden 2006 til 2012.

LIV prosjektet har som utgangspunkt at inngrep i forbindelse med vassdragsregulering i ulik grad vil påvirke gyte- og oppvekstforholdene for laks og sjøaure. Dette kan true fiskebestandene om hensynet til fiskens miljøkrav ikke er kjent eller ikke ivaretas. På den annen side kan gode tiltak i regulerte vassdrag bidra til å sikre livskraftige fiskebestander som da er synlige og gode miljøindikatorer på en fungerende vassdragsnatur. Livskraftige og høstbare fiskebestander representerer også en viktig ressurs for mange lokalsamfunn i form av muligheter for rekreasjon, friluftsopplevelser og næringsutvikling. Muligheten til å sikre livsbetingelsene for laks og sjøaure i de regulerte vassdragene er hovedfokus i LIV prosjektet. Grunnlaget for prosjektet har vært opparbeidelse av biologiske og hydrologiske tidsserier sammen med kartlegging av fysisk-kjemiske forhold. Samlet har dette gitt grunnlaget for å peke ut faktorer som er bestemmende for fiskeproduksjonen og å evaluere og videreutvikle tiltak for å styrke bestandene. LIV-prosjektet har også hatt som mål å bidra med viktig kunnskap for kommende vilkårsrevisjoner, for klassifisering i henhold til vannrammedirektivet, og vil også bidra til et solid faglig grunnlag for forvaltning av laks og sjøaure i de undersøkte elvene.

Alle LIV-elvene har utløp i indre deler av fjordområdene nord for Bergen, og omfatter flere av de viktigste laks- og sjøaurevassdragene i Nordhordland. Karakteristisk for alle vassdragene er at store deler av nedbørsfeltet ligger i høytliggende fjellområder og at elvene renner i typiske glasiiale Vestlandsdaler med forholdsvis høy fallgradient. I samtlige vassdrag har det blitt gjennomført biologiske undersøkelser som omfatter gyteforhold, gytefisk, eggoverlevelse, ungfisk og bunndyr. I tillegg er det gjort undersøkelser av de fysiske og hydrologiske forholdene i vassdragene.

Laks og sjøaure stiller strenge krav ved valg av gyteplass, der en kombinasjon av vanddyp, vannhastighet og bunnssubstrat er de viktigste faktorene. I LIV-elvene er tilgang til egnet bunnssubstrat hvor fisken kan grave ned eggene den største begrensingen for hvor fisken kan gyte. Kartlegging av gyteforholdene i LIV-elvene viser at det på generelt basis er gode gyteforhold i alle vassdragene. Det er imidlertid forskjeller mellom vassdragene i både hvor mye av elvebunnen som er tilgjengelig for gyting, og hvordan gyteområdene er fordelt innad i vassdraget. I noen av vassdragene, som Matreelva og Daleelva, er det flere elvestrekninger hvor det helt eller delvis mangler gyteforhold. Slik mangel på gytemuligheter kan bidra til lav rekrutteringen av ungfisk på disse elvestrekningene, noe som igjen kan resultere i at vassdraget ikke får utfyllt sitt potensial for ungfiskproduksjon. Undersøkelser av gytegroper på de ulike gyteområdene har vist at eggoverlevelsen generelt er god i alle LIV-vassdragene, og at kvaliteten på gyteområdene ikke er begrensende for rekrutteringen til fiskebestandene i elvene. I flere av LIV elvene er det både gjennomført og planlagt tiltak for å bedre fiskens gytemuligheter. Tiltak for å øke gytearealet gjøres som regel ved å skape nye gyteplasser ved å legge ut grus med egnet kornfordeling, noe som er gjennomført i Matreelva, Modalselva, Ekso og Daleelva.

Vannføringsforholdene i de seks elvene som inngår i prosjektet er i ulik grad endret som følge av vassdragsreguleringene. I Matreelva og i Teigdalselva er store deler av nedbørsfeltet regulert bort og elvene har dermed fått betydelig redusert vannføring etter reguleringen. Det foreligger ingen formelle krav til minstevannføring i Teigdalselva, og vannføringen om vinteren er sannsynligvis en flaskehals for fiskeproduksjonen. I Modalselva, Bolstadelva, Ekso og Daleelva har kraftstasjonene utløp i de lakseførende strekningene og den gjennomsnittlige vannføringen på elvestrekningen nedenfor kraftstasjonene er i mindre grad berørt av reguleringene. Imidlertid er fordelingen av vannføringen gjennom året endret i disse vassdragene. Denne endringen fører generelt til en økt vintervannføring og en redusert sommervannføring i forhold til naturtilstanden. I tillegg forekommer det hurtige vannføringsendringer i forbindelse med stans, start

og kjøring av kraftverkene. Dette gjelder særlig i Ekso og Daleelva. For å motvirke uheldige effekter av denne manøvreringen er det innført et miljøtilpasset reguleringsregime som skal redusere faren for stranding av ungfisk og smolt ved at vannføringen reduseres mer gradvis ved produksjonsstans i kraftstasjonene. I Daleelva, Ekso og Modalselva fortsetter den lakseførende elvestrekningen også ovenfor utløpene fra kraftstasjonene. Disse elvestrekningene, også kalt restfelt, har fått en stor reduksjon i vannføringen i forhold til situasjonen før regulering. I samtlige restfelt er det krav om slipp av minstevannføring. Dette bidrar til å opprettholde et grunnlag for fiskeproduksjon i restelvestrekningene. Til tross for dette har reguleringen medført at oppvekstarealet for fisk i restfeltstrekningene har blitt betydelig redusert.

Vanntemperaturen i vassdragene har i hele prosjektperioden blitt kontinuerlig registrerte ved bruk av temperaturloggere. Matreelva skiller seg noe ut i fra de øvrige elvene ved at vintertemperaturen er relativt høy, samtidig som sommertemperaturen er noe lav i forhold til den lave vannføringen i elva. Ekso har høyest sommertemperatur av de undersøkte elvene, med temperaturer over 15 °C i deler av sommerperioden. Det er også vanlig at maksimumstemperaturen overstiger 15 °C i Teigdalselva og i restfeltet i Daleelva. Modalselva er forholdsvis sommerkald både i hovedløpet og i restfeltet oppstrøms Hellandsfossen kraftstasjon, mens Daleelva er vesentlig kaldere på strekningen nedstrøms utløpet av kraftstasjonen enn i restfeltet. Reguleringene har bidratt til å endre temperaturforholdene, men mangel på historiske data gjør det vanskelig å si i hvor stor grad temperaturen har endret seg i de ulike vassdragene. Elvestrekningene som ligger nedstrøms kraftstasjonene i Daleelva, Bolstadelva, Matreelva og Modalselva får tilført bunnvann fra overliggende magasiner. Dette vil som oftest gi reduserte sommertemperaturer og noe økte vintertemperaturer på disse elvestrekningene. Restfeltstrekninger og elver hvor høyereliggende nedbørsfelt har blitt fraført, som Teigdalselva og Ekso, har trolig fått høyere vanntemperatur om sommeren etter regulering.

For å kartlegge tilstanden til gytebestandene av laks og sjøaure har det årlig blitt gjennomført gytefisktellinger i alle LIV-elvene. Sammen med eventuelt uttak av laks i form av fangster i sportsfiske kan en dermed beregne hvor stort innsiget av laks og sjøaure har vært, dvs. hvor mye fisk som totalt sett har gått opp i elva hvert

år. Resultatene viser at Daleelva er det vassdraget som har hatt det største innsiget av laks (fra 126 til 802 laks pr. år). I Ekso har det i flere av årene vært et innsig opp mot eller over 100 gytelaks, mens innsiget til Teigdalselva, Matreelva og Modalselva i de fleste av årene i undersøkelsesperioden har bestått av noen titalls gytelaks.

Det ble registrert en markant økning i innsiget av laks i 2011 og 2012 i flere av LIV-elvene. Mestepartene av denne laksen var mellomlaks, det vil si laks som forlot elvene som smolt i 2009 og 2010, og som har oppholdt seg to år i havet før gytevandringen tilbake til elven. Økningen skyldes hovedsakelig en bedring i overlevelsesvilkårene i havet, samtidig som forholdene i fjord- og kystsystemet synes å ha vært gunstig for overlevelse for utvandrende laksesmolt. Det høye innsiget viser at smoltproduksjonen av laks i Ekso, Daleelva og Matreelva har vært tilstrekkelig til å gi et slikt høyt innsig når forholdene i fjord og hav gir god sjøoverlevelse. Iverksatte tiltak har bidratt til å sikre den viktige smoltproduksjonen i disse LIV-elvene. Det økte innsiget i 2011 og 2012 viser også hvilket stort potensial elvene har med hensyn på mengde tilbake vandret laks og dermed også rekreasjon og friluftsliv knyttet til laksefiske.

Gytefisktellinger gir også informasjon om gytefiskens størrelse og innslaget av rømt oppdrettslaks. Basert på samtlige observasjoner av gytefisk i LIV-elvene, har det vært registret 30 % tert (< 3 kg), 60 % mellomlaks (3-7 kg) og 10 % storlaks (> 7 kg). Innblanding av rømt oppdrettslaks anses som en trussel for å opprettholde de ulike bestandene av villaks, og sårbarhetsvurderinger tilsier at innslaget av rømt oppdrettslaks i gytebestandene på sikt bør være under 5 %. Gytefisktellinger viser at innslaget av rømt oppdrettslaks i de senere årene generelt er over dette nivået i LIV-elvene. Dette til tross for at det i flere av vassdragene legges ned en betydelig innsats med å ta ut rømt oppdrettslaks fra bestandene før gyting. I perioden 2004-2010 så har den gjennomsnittlige andelen av oppdrettslaks vært ca. 12 % i LIV-vassdragene. Det høye innsiget av villaks i 2011 og 2012 førte til at andelen av rømt oppdrettslaks ble lav (i gjennomsnitt 2,6 % for gytebestandene i 2011, og 3,7 % i 2012).

Vossovassdraget var tidligere kjent for sitt fiske av storlaks. Laksebestanden i Vossovassdraget gikk imidlertid kraftig tilbake på slutten av 1980-tallet og har derfor vært fredet siden 1992. I perioden 2010 til 2020 har

forvaltningen iverksatt en storstilt redningsaksjon for å få Vossolaksen tilbake. Dette arbeidet er basert på tilbakeføring av Vossomateriale fra den nasjonale genbanken og har så langt resultert i en markert økning av gytebestanden av Vossolaks i 2011 og 2012.

Innsiget av sjøaure har vært høyest i Daleelva (fra 900 til 1941 sjøaure per år) og Matreelva (676-1393 sjøaure). Lavest har sjøaureinnsiget vært i Ekso (203-644 sjøaure) og Modalselva (185-902 sjøaure), mens innsiget av sjøaure til Teigdalselva (448-787 sjøaure) har vært i et mellomstjikt. Gytefisktellene viser at Modalselva og Ekso har en mer storvokst bestand av sjøaure sammenliknet med sjøaurene i Matreelva, Teigdalselva og Daleelva.

Av LIV-elvene er det bare i Daleelva det i dag drives et ordinært sportsfiske etter laks. I Vossovassdraget (inkludert Bolstadelva og Teigdalselva) og Ekso er laksen fredet, mens Matreelva og Modalselva i forvaltningssammenheng ikke anses å ha egne selvreproducerende laksebestander. I de siste årene har det blitt innført vassdragsvise gytebestandsmål i alle norske lakseelver som et forvaltningsredskap for å vurdere om gytebestandene er store nok til å sikre bestandenes langsiktige levedyktighet. I Daleelva og Ekso har gytebestandsmålet blitt oppnådd i flere av årene i undersøkelsesperioden. Det må i denne sammenheng nevnes at det i Daleelva inngår et betydelig innslag av kultivert laks som stammer fra smoltutsettinger som bidrar til å øke innsiget av laks, samtidig som bestandene i begge vassdragene styrkes av kultivering i form av rognplanting. Ettersom det ikke tas ut laks ved fangst i Ekso vil gytebestanden representere hele innsiget til elva, mens det i Daleelva har blitt innført tiltak fra lokalt hold for å begrense fangstuttaket for å sikre at gytebestandsmålet blir nådd. Som følge av det høye innsiget av gytefisk i 2011 og 2012 ble gytebestandsmålet også nådd i Vossovassdraget i disse årene, samtidig som det ble registrert en god gytebestand i Matreelva hvor det ikke er fastsatt gytebestandsmål.

For sjøauren er statusen for gytebestandene generelt bedre enn sammenliknet med laks i alle de aktuelle vassdragene, og det drives derfor sportsfiske etter sjøaure i alle vassdragene. Særlig Matreelva og Daleelva har solide og høstbare bestander av sjøaure, mens sjøaurebestandene i Teigdalselva og Ekso kan karakteriseres som moderat gode. Imidlertid har det de senere år vært en jevn nedgang i antallet sjøaure i Ekso, og gyte-



Restfeltet i Daleelva er et viktig produksjonsområde for både sjøaure og laks. Bilde er tatt øverst i restfeltet høsten 2011 da det var et høyt innsig av laks til Daleelva.

Foto: Uni Miljø v/ Tore Wiers

bestanden har vært lav. I Modalselva har det vært en relativt bra gytebestand i noen få år, men særlig i de siste årene har gytebestanden vært påfallende lav. Av den grunn ble sportsfisket i Modalselva stoppet i 2012. I Vosso og Bolstadelva er det vanskelig å tallfeste gytebestandene ettersom observasjonsforholdene er vanskelige grunnet flere dype elvestrekninger og generelt dårlige siktforhold.

Undersøkelser av ungfiskbestanden viser at tetthetene av lakseunger har vært høyest i Daleelva og Ekso, mens tetthetene i Teigdalselva, Matreelva, Modalselva og Bolstadelva har vært relativt lave. Tetthetene av aureunger har vært forholdsvis god i Teigdalselva, Matreelva og Modalselva, mens tetthetene i Ekso, Bolstadelva og Daleelva har vært relativt lave. Tettheten av ungfisk synes bare til en viss grad å gjenspeile tilstanden til gytebestandene av laks og sjøaure i de ulike vassdragene. De beregnede tetthetene av ungfisk er basert på et standardisert elektrisk fiske på et fast stasjonsnett. Dette synes best egnet til å se på endringer i ungfiskbestanden over tid, og mindre egnet til å vurdere ungfiskproduksjon totalt sette i vassdraget eller til å sammenligne tettheter mellom elver.

Analysen av bunndyrsamfunnene fra alle elvene med hensyn på forurensningsskader, viser at Matreelva og Modalselva er moderat forurensningsskadet, og begge elvene blir klassifisert til å ha en moderat økologisk status med hensyn på forurensning. Begge elvene viser imidlertid klare tegn til bedring i den undersøkte perioden. Denne positive utviklingen skyldes trolig en redusert mengde sur nedbør i samme periode. Ekso viser ingen tegn til forurensningsskade i den kalkede delen av restfeltet og har en god økologisk status. Imidlertid kan det forekomme episodiske forurensningsproblemer nedenfor utløpet fra kraftverket i Ekso. Teigdalselva

og Daleelva har en god økologisk status med hensyn på forurensning, men det kan forekomme episoder med forurensning i Daleelva. I Bolstadelva (Vosso) har bunndyrsamfunnet en svært god økologisk status uten forurensningsproblemer.

Analysen av bunndyrsamfunnene tilsier at ingen av elvene er belastet med hensyn til organisk forurensning, og alle elvene blir klassifisert til å ha en god økologisk status. Imidlertid er undersøkelsene basert på få prøver til å kunne si noe sikkert om eventuell organisk forurensning.



Livskraftige og høstbare fiskebestander representerer en viktig ressurs i form av muligheter for rekreasjon, friluftsopplevelser og næringsutvikling. Livskraftige fiskebestander er også synlige og gode miljøindikatorer på en fungerende vassdragsnatur. Sjøaurene på øverste bilde gjør seg klar til å gyte i Teigdalselva. Nederste bilde viser en flott laks fisket i Daleelva.
Foto: Uni Miljø v/ Bjørn Barlaup (t.v.) og Sven-Erik Gabrielsen (t.h.)

En viktig del av LIV-prosjektet har vært å identifisere eventuelle flaskehalsar for fiskeproduksjon i de ulike elvene, og å vurdere aktuelle tiltak for å styrke fiskebestandene. Nedenfor vises en oversikt over de viktigste flaskehalsene og aktuelle tiltak i de ulike vassdragene:

optimal bruk av vannressurser til ulike interesser (kraft, fisk, vanning osv.), og blir i økende grad anvendt internasjonalt. For f.eks. laks så vil metoden kunne bli brukt til å vurdere hvordan man kan danne vannføringsforhold som er gunstige for laks, hvor man kan

| Potensiell flaskehals: | Vassdrag: | Tiltak: |
|-----------------------------------|--|--|
| Lav vannføring | Teigdalselva, Matreelva | Etablere dynamisk vannføring |
| Forsuring | Modalselva, Matreelva | Kalke for å etablere laks i elvene |
| Rømt oppdrettslaks | Alle | Uttak av oppdrettslaks |
| Hurtige vannstandsfluktasjoner | Ekso, Daleelva, Modalen | Unngå avvik i miljøtilpasset vannstandsreduksjon |
| Begrensede gytemuligheter | Matreelva, Daleelva, Ekso, Bolstadelva | Legge ut gytegrus, fjerne vannvegetasjon |
| Forurensning | Daleelva | Overvåke, lokalisere, kontroll på utslippene |
| Gassovermetning | Matreelva | Overvåke inntaket, kontroll |
| Dårlig kvalitet på ungfiskhabitat | Teigdalen | Biotopjustering |
| Oppvandring i fisketrapp | Modalen, Ekso | Justere fiskepassasjene |
| Tilgang til sideelv | Ekso (Mysterelv), Daleelva | Biotopjustere sideelvene |

I flere av elvene er det allerede innført tiltak som trolig er vesentlige for produksjonen av fisk. Et av de viktigste tiltakene som er iverksatt er gjeldende bestemmelser om minstevannføring i Daleelva, Ekso og i Modalselva. I Matreelva foreligger det en selvpålagt minstevannføring nedstrøms Hummelfoss kraftverk, mens Teigdalselva er uten minstevannføring. Hydrologiske data tilsier at vannføringen i Teigdalselva periodevis kan bli svært lav, og trolig er dette en flaskehals for ungfiskproduksjonen i vassdraget. I tillegg er vannføringen svært lav i Matreelva oppstrøms Hummelfoss kraftverk. En økning av vannføringen i restfeltene i LIV-elvene vil mest sannsynlig øke produksjonen av fisk siden produksjonsarealet er betydelig redusert etter reguleringen. En måte å løse tilstrekkelig mengde vann i restfeltene på, er å etablere en dynamisk vannføring som tilpasses fiskens krav gjennom året og ulike livsfaser. I flere av elvene med krav om minstevannføring er det i lange perioder av året en tilstrekkelig vannføring som er høyere enn minstevannføringskravet. Dette betyr at slipp av vann for å opprettholde kravet til minstevannføringen er unødvendig i flere perioder av året, mens det i andre perioder kan være nødvendig med slipp av vann. En tilnærming til en slik dynamisk regulering av vannføringen, kan være å benytte byggeklossmetoden. Denne «byggeklossmetoden» er en tilnærming for

definere gunstige vannføringsforhold ut fra laksens miljøkrav i ulike livsstadier (klossene) til ulike tider av året. Byggeklossmetoden brukt på laks skiller seg fra tradisjonelle tilnærminger basert på ulike former for nedskaleringer av naturlige forhold ved at den tar hensyn til og prøver å tilfredsstille laksens spesifikke krav i ulike faser. Første skritt i denne prosessen er å identifisere de viktigste flaskehalsene for fiskeproduksjon. I «LIV-vassdragene er disse stadiene forventet å være de viktigste flaskehalsene i forbindelse med vannslipp:

- 1) Vinteroverlevelse for rogn og laksunger, inkluderer gytesesongen (vintervannføring)
- 2) Smoltutvandring, lokkeflommer i restfeltene (smoltvannføring)
- 3) Oppvekst og sommerhabitat (sommervannføring)
- 4) Oppvandring av fisk (oppvandringsvannføring)

Kunnskapen som er opparbeidet om fiskebiologiske og hydrologiske forhold i LIV-prosjektet gir et godt grunnlag for å evaluere og videreutvikle slike elve-spesifikke tiltak rettet mot fiskebestandene. I tillegg gir LIV et godt kunnskapsgrunnlag for klassifisering i Vannrammedirektivet og kommende vilkårsrevisjoner.

2 Bakgrunn og hensikt

Det er økende fokus på vassdragsreguleringer som kilde til fornybar energi for å løse den globale klimakrisen. Samtidig stilles det større krav til å løse de lokale miljøkonsekvensene forbundet med vassdragsregulering særlig i forbindelse med revisjoner av konsesjoner og innføring av vannforskriften. Inngrepene i forbindelse med vassdragsregulering vil i ulike grad påvirke gyte- og oppvekstforholdene for laks og sjøaure. Dette kan true fiskebestandene om hensynet til fiskens miljøkrav ikke er kjent eller ikke ivaretas. På den annen side kan gode tiltak i regulerte vassdrag bidra til å sikre livskraftige fiskebestander som da er synlige og gode miljøindikatorer på en fungerende vassdragsnatur. Livskraftige og høstbare fiskebestander representerer også en viktig ressurs for mange lokalsamfunn i form av muligheter for rekreasjon, friluftsopplevelser og næringsutvikling. Muligheten til å sikre livsbetingelsene for laks og sjøaure i de regulerte vassdragene er hovedfokus i LIV prosjektet. Grunnlaget for prosjektet har vært opparbeidelse av biologiske og hydrologiske tidsserier sammen med kartlegging av fysiske forhold. Samlet har dette gitt grunnlaget for å peke ut faktorer som er bestemmende for fiskeproduksjonen og å evaluere og videreutvikle tiltak for å styrke bestandene.

Prosjektet har hatt navnet: «Livet i vassdragene (LIV)», med undertittel: «Langsiktige undersøkelser av laks og sjøaurebestander i seks regulerte elver 2006-2012». Bakgrunnen for prosjektet er det pågående miljø-samarbeidet mellom BKK og LFI Uni Miljø. Elvene som inngår i LIV er Matreelva, Modalselva, Ekso, Daleelva, Teigdalselva og Bolstadelva. LFI Uni Miljø har bidratt med kompetanse om ferskvannsbiologi, mens BKK Produksjon har bidratt med sin ekspertise innen hydrologi og hydraulikk.

Prosjektet har hatt følgende målsettinger:

- 1) Opparbeide langsiktige tidsserier i de seks regulerte elvene som grunnlag for miljøstatus og langsiktig forskning
- 2) Danne grunnlag for å drive forskning på bestandsregulerende mekanismer hos laks- og sjøaurebestander
- 3) Videreutvikle tiltak for å styrke rekrutteringen til fiskebestander i regulerte vassdrag

LIV-prosjektet har også som mål å bidra med viktig grunnlagsmateriale for kommende vilkårsrevisjoner, for klassifisering i henhold til vannrammedirektivet, og vil bidra til et solid faglig grunnlag for forvaltning av laks og sjøaure i de undersøkte elvene.

Med denne bakgrunn ble det utført undersøkelser over en periode på sju år i perioden fra 2006 til 2012. Metodisk har arbeidet bestått i tre målepunkt pr. år:

- Gytefisktellinger om høsten
- Undersøkelser av gytegrøper om vinteren
- Undersøkelser av ungfiskbestanden om høsten

Resultatene fra disse undersøkelsene er blitt sammenholdt med en fysisk kartlegging (bonitering) av det enkelte vassdrag. På bakgrunn av disse undersøkelsene er det for hver elv utarbeidet egne rapporter som omhandlet oppvekst- og gytemuligheter for laks og sjøaure, temperaturforhold, vannkjemi og bunndyr-samfunn.

BKK har bidratt i prosjektet med følgende karakterisering av hydrologiske og hydrauliske forhold i det enkelte vassdrag:

- Middelverdier med avvik for månedlig vannføringen før/etter regulering
- Vannføring med døgnoppløsning for det enkelte vassdrag i prosjektperioden
- Simulering av hydrauliske forhold på utvalgte elvestrekninger
- Utarbeidelse av ulike typer kartverk for det enkelte vassdrag, inkludert standard oversiktskart
- Bruk og tilrettelegging av GIS-utstyr for kartlegging

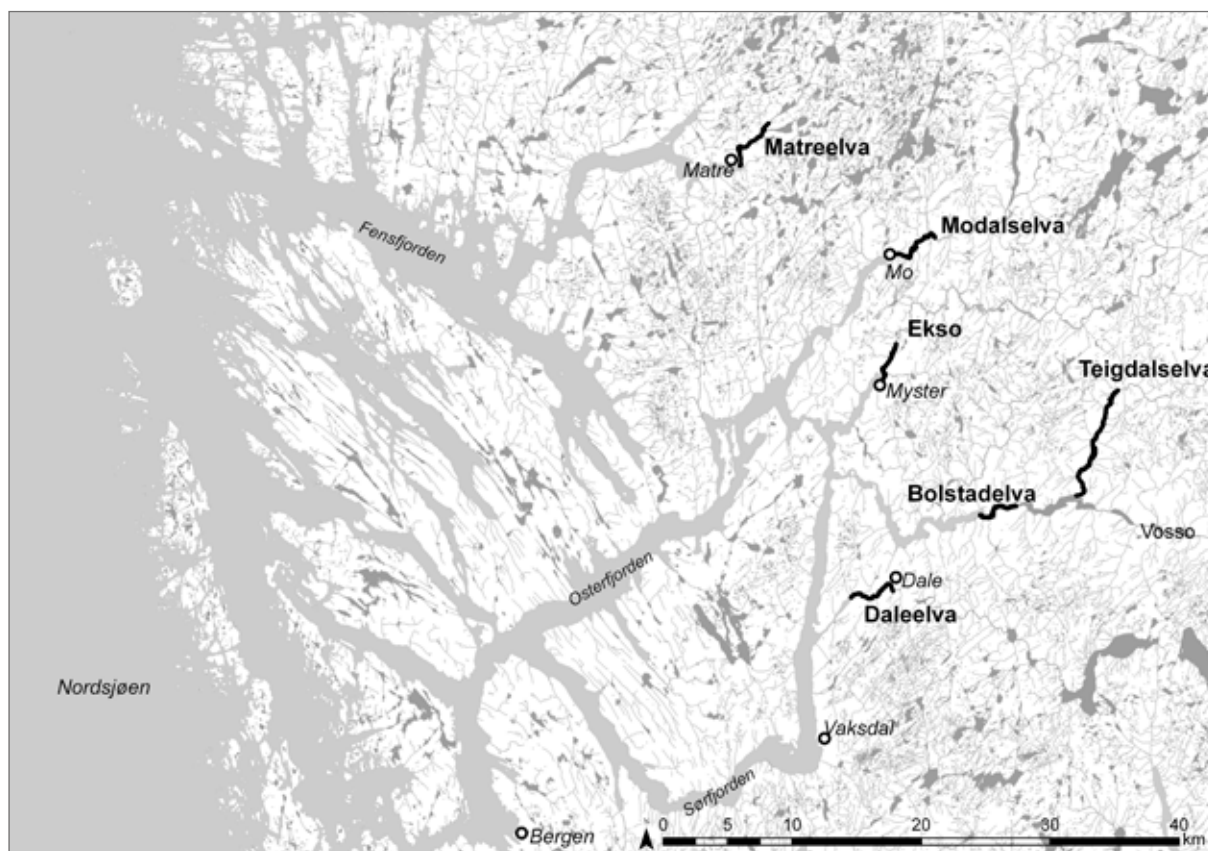
Disse undersøkelsene er en viktig del av «LIV»-prosjektet og resultatene fra dette arbeidet er presentert i separate rapporter for hvert enkelt vassdrag. Foreliggende rapport er en sammenfatning av de viktigste resultatene med tanke på biologiske forhold i LIV-elvene. For en mer detaljert gjennomgang av forholdene vises det til de vassdragsvise rapportene.

3 Kort beskrivelse av vassdragene

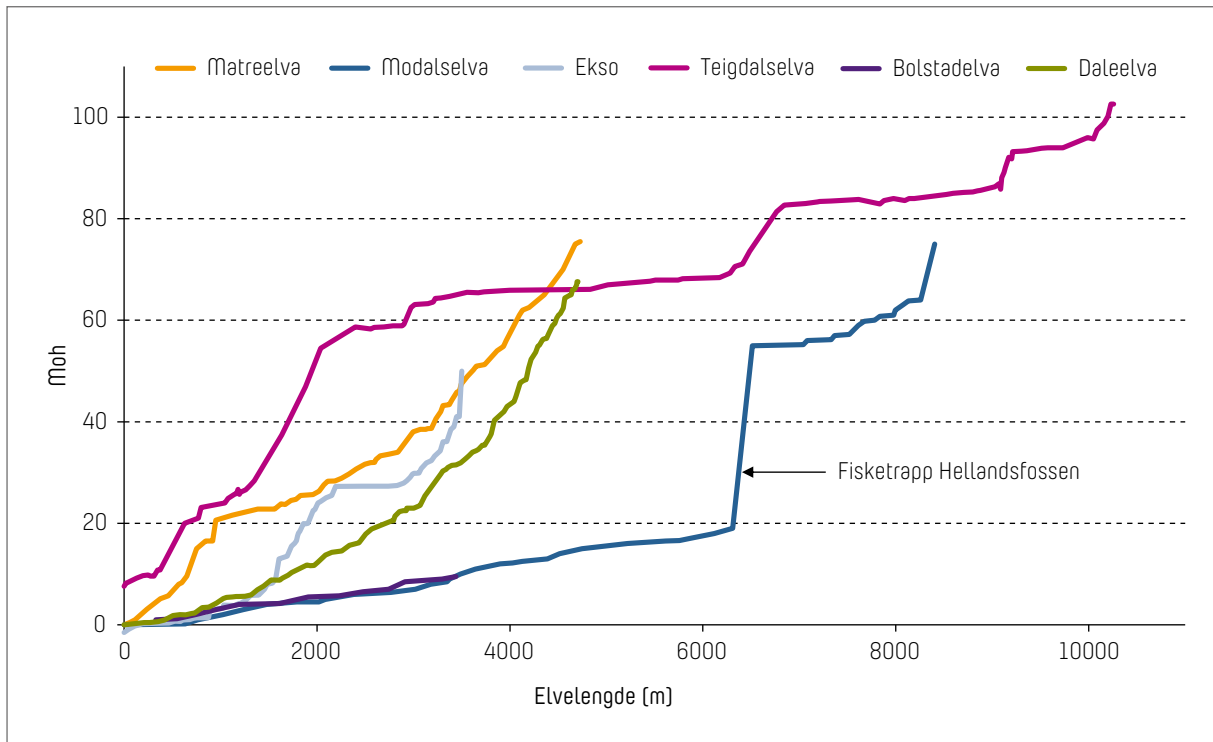
De aktuelle vassdragene har sine utløp i indre deler av fjordområdene nord for Bergen, og omfatter flere av de viktigste laks- og sjøaurevassdragene i Nordhordland (Figur 1). Teigdalselva og Bolstadelva er begge deler av Vossovassdraget, der Bolstadelva utgjør den nederste elvestrekningen mellom Evangervatnet og Bolstadfjorden, mens Teigdalselva er en sideelv som har sitt utløp i Evangervatnet. Den lakseførende strekningen i de øvrige vassdragene er generelt kortere og med få lakseførende sideelver. Karakteristisk for alle vassdragene er at store deler av nedbørsfeltet ligger i høytliggende fjellområder og at elvene renner i typiske glasiiale Vestlandsdaler med relativt høy gradient (Figur 2). Modalselva og Bolstadelva skiller seg ut ved å ha en slakere gradient. En oversikt over lengde og areal av de lakseførende elvestrekningene i de ulike vassdragene er gitt i Tabell 1.

Tabell 1. Arealet, lengden og gradienten på lakseførende strekning for LIV-elvene. Beregninger ved hjelp av N50-kartgrunnlag (Statens kartverk) i ArcGis 9.2 eller ved egen oppmåling. Gradienten for Modalselva er beregnet opp til Hellandsfossen (opprinnelig lakseførende strekning).

| Vassdrag | Areal (m ²) | Lengde (km) | Gradient (%) |
|--------------|-------------------------|-------------|--------------|
| Matreelva | 105 000 | 5,0 | 1,5 |
| Modalselva | 410 000 | 8,4 | 0,3 |
| Ekso | 139 555 | 3,5 | 1,4 |
| Teigdalselva | 183 000 | 10,0 | 0,9 |
| Bolstadelva | 221 000 | 3,4 | 0,3 |
| Daleelva | 105 000 | 4,7 | 1,7 |



Figur 1. Oversiktskart over studieområdet i «LIV» prosjektet.



Figur 2. Lengdeprofil i forhold til høyde over havet for de lakseførende elvestrekningen i de ulike vassdragene.



Fra øverst til venstre: Matreelva, Modalselva, Ekso, Teigdalselva, Bolstadelva og Daleelva.
Foto: Uni Miljø v/ Sven-Erik Gabrielsen

4 Fysiske forhold og gytemuligheter

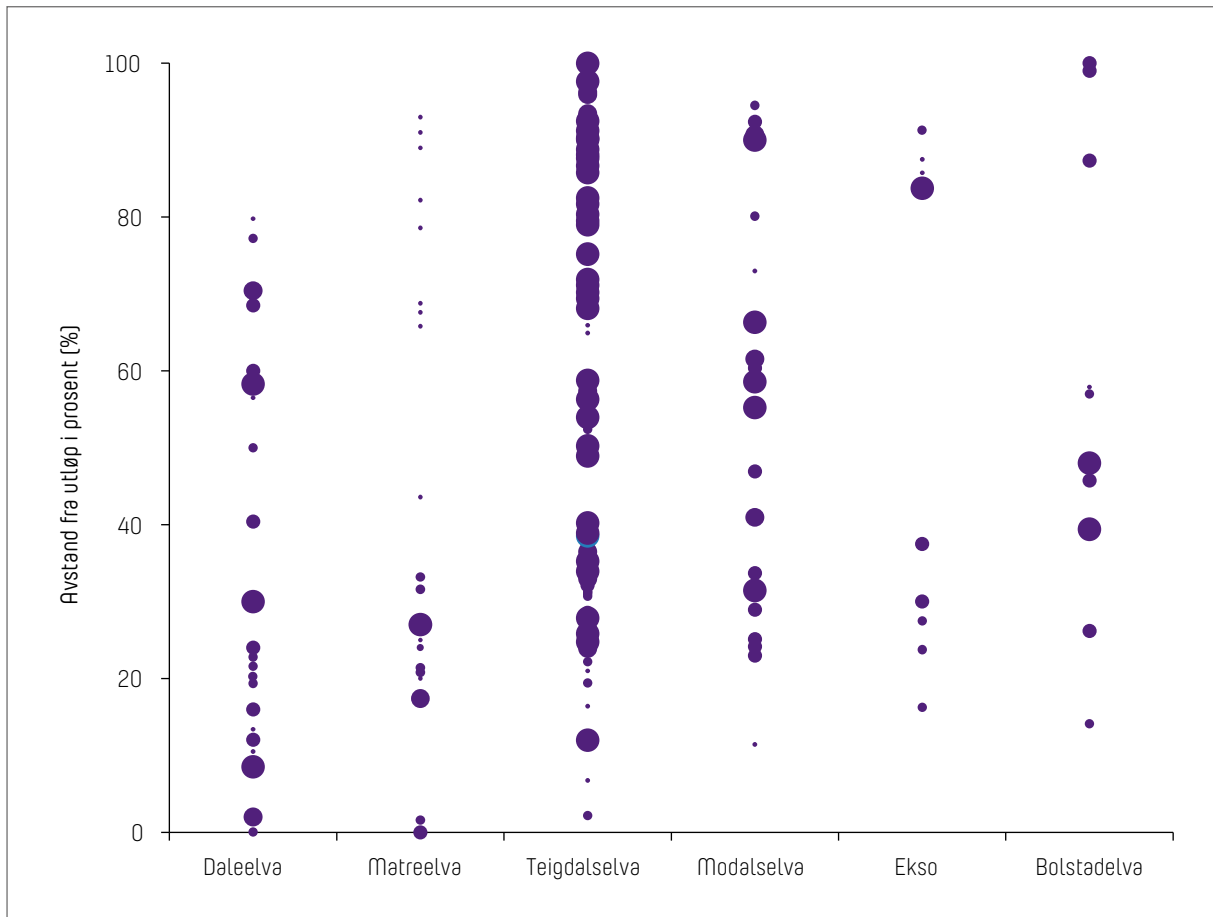
Nesten samtlige av vassdragene har, pga. fallgradienten, relativ høy vannhastighet med en elvebunn bestående av blokk, stein og med noe innslag av grus. Modalselva og Bolstadelva skiller seg ut ved å ha en flatere fallgradient. Med unntak av Bolstadelva, er vanddyppet ganske grunt i samtlige elver. Ved svært lave vannføringer om vinteren kan noen områder tørrlegges, dette gjelder spesielt for Daleelva og Teigdalselva.

4.1 Lokalisering og fordeling av gyteområder

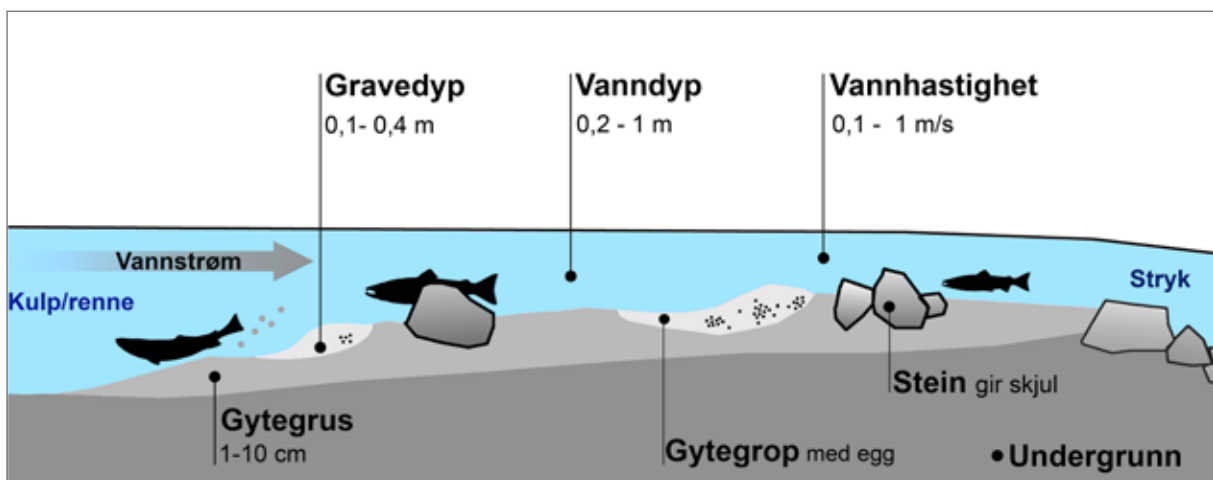
Gyteområdene er nøkkelhabitat for laks og aure og en viktig oppgave for prosjektet har vært å kartlegge gyteområdene i vassdragene. Laks og sjøaure gyter ved at hunfisken graver gytegroper i elvebunnen hvor eggene slippes og befruktes av en eller flere hanfisk. Deretter dekker hunfisken eggene til med stein og grus. For å sikre god overlevelse av eggene er hunfisken svært selektiv med tanke på hvor den velger å gyte. Valg av gyteplass er påvirket av vanddypp og vannhastighet, men det er bunnsubstratet som er bestemmende for hvor det er mulig for fisken å gyte. Etter gytingen blir eggene liggende nede i grusen og utvikler seg gjennom vinteren. Yngelen forlater først gytegroppen når plommesekken er nær brukt opp på våren/forsommeren. Tiden nede i gytegroppen er en svært følsom fase av livssyklusen. Forstyrrelser som stranding, sedimentering og utspyling kan ha stor effekt på overlevelsen til eggene, og dermed være en flaksehals for bestandene. Undersøkelser av gytegroper på ulike gyteområder har vist at eggoverlevelsen generelt er god i alle LIV-vassdragene. I Daleelva har det blitt registrerte at det forekommer noe stranding av gytegroper med påfølgende høy eggdødelighet på enkelte gyteområder. Stranding kan forekomme dersom fisken gyter på grunne områder når vannstanden er høy, men som senere blir tørrlagt når vannstanden synker. På et av de viktigste gyteområdene i Daleelva har det blitt installert en rekke undervannskameraer som filmer kontinuerlig under gytetiden. Formålet med dette er å se hvordan hurtige vannstandsfluktuasjoner i forbindelse med manøvrering av kraftverket påvirker gyteatferden, og gjøres som en del av forskningsprosjektet EnviPEAK.

Et annet viktig poeng har vært å kartlegge både omfanget og fordelingen av gyteområder i vassdragene og arealene til det enkelte gyteområdet. Forskning i de senere årene har vist at fordelingen av gyteområder kan være av stor betydning for ungfiskproduksjonene i vassdraget (Einum & Nislow 2011). I de første månedene etter at yngelen forlater gytegroppen vil den ofte etablere seg på områder nært gytegroppen. Deler av elven som ligger langt i fra gyteområder vil kunne tilføres for lite yngel til at det tilgjengelige ungfiskhabitatet på elvestrekningen blir «fylt opp» med ungfisk, og at bæreevnen til elven med hensyn til ungfisk ikke nås. I teorien vil en derfor forvente at ungfiskproduksjonen vil være større dersom gyteområdene er spredd jevnt opp igjennom hele vassdraget enn dersom de er med klumpvist fordelt med lange elvestrekninger uten gyteområder. I **Figur 3** er det laget en fremstilling som viser hvor det enkelte gyteområdet ligger i forhold til utløpet av elven i LIV-elvene. Som det framgår av figuren synes gyteforholdene å være best i Teigdalselva, men det er også forholdsvis gode gytemuligheter i Modalselva, Daleelva og Modalselva. I Ekso er der forholdsvis få gytemuligheter i midtre deler av den lakseførende strekningen, mens det i Matreelva og i restfeltet i Daleelva er få gytemuligheter i øvre deler av elven. De fleste elvestrekningene med manglende gytemuligheter har imidlertid gode oppvekstområder for ungfisk. Selv om det forekommer flekkvis gyting av laks og sjøaure på mindre lommer med grus også på disse elvestrekningene, er tilgangen på gyteområder trolig begrensende i forhold til å utnytte potensiale for ungfiskproduksjon.

For å undersøke nærmere hvordan fordeling av gyteområder påvirker ungfiskproduksjon, ble det gjennomført en omfattende studie av hvordan ungfisk fordeler seg i vassdraget i forhold til tilgang til gyteplasser og ungfisk (**Figur 4**). Arbeidet ble gjennomført som en del av mastergradsstudiet til Eirik Straume Normann ved Universitet i Bergen og var basert på data samlet inn i LIV-prosjektet. Studiet viste at aureyngelen i stor grad er konsentrert i nærheten av gyteområdene, og at tettheten generelt er lav på elvestrekninger med lite gyting. Dette peker på yngelens begrensede evne til å spre seg vekk fra gyteområdet og at spredningen av gyteplasser dermed er med på å definere elvens produksjonspotensial for ungfisk.



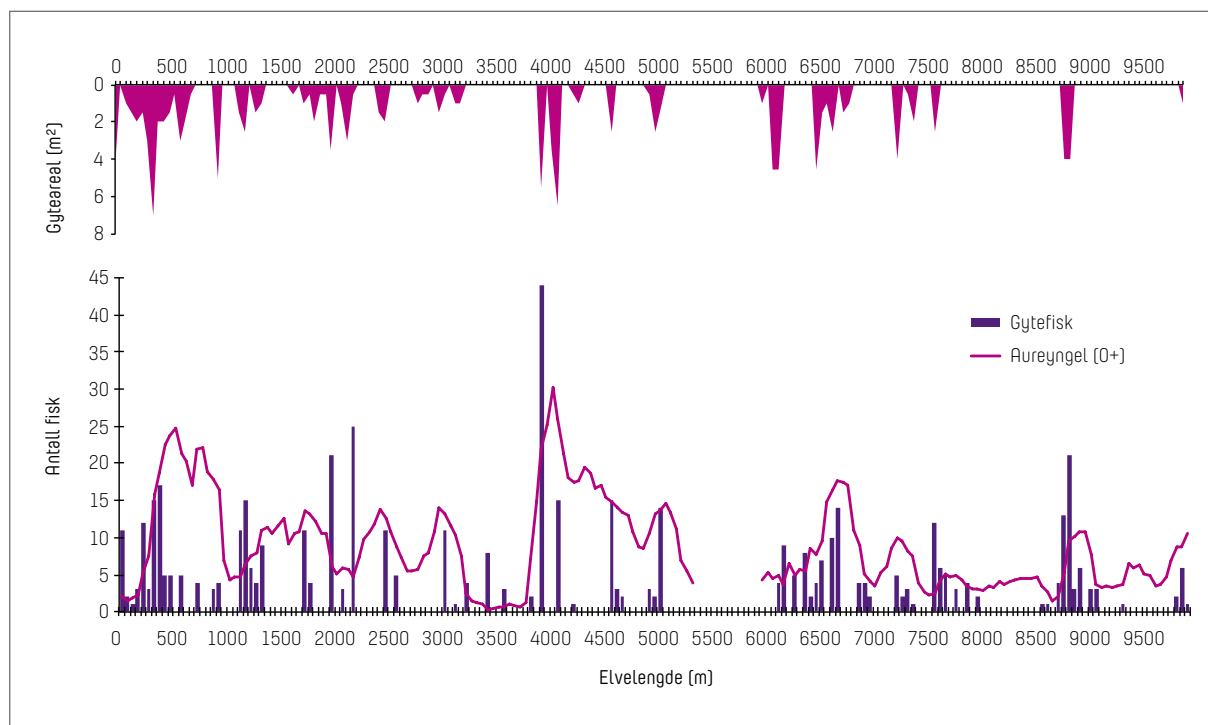
Figur 3. Gyteområdenes størrelse og avstand fra utløpet av LIV-vassdragene og opp til vandringshinderet målt i prosent (%) av elvens lengde. De minste sirklene er gyteområder med et areal <math>< 5 \text{ m}^2</math>, mens de største sirklene er gyteområder >math>> 100 \text{ m}^2</math>.



Tegning av typisk lengdesnitt for en gyteplass av laks. Det er hunnfisken som velger gyteplassen basert på substratsammensetning, vandrdyp og vannhastighet. I hver av LIV-elvene er fordelingen og størrelsen på gyteplassene kartlagt.



For å øke tilgangen på gyteområder, er det mulig å legge ut gytegrus. Bildet viser gytegrus lagt ut i restfeltet i Daleelva. De lyse områdene er gytegrøper laget av hunfisk. Foto: Tore Wiers, Uni Miljø



Figur 4. Fordeling av gyteområder, gytefisk av aure om høsten og aureyngel den påfølgende sommeren i Teigdalselva. Elvelengden angir elvens lengdeprofil fra vandringshinderet ved Kråkefossen (0 m) til utløpet ved Evangervatnet (10 000 m). Resultatene er hentet fra Master oppgaven til Eirik Straume Normann.

5 Vannføringsforhold og vassdragsreguleringer

Vannføringsforholdene i de seks elvene som inngår i prosjektet er i ulik grad endret som følge av vassdragsreguleringene (Figur 5 og Figur 6). I Matreelva er store deler av nedbørsfeltet regulert bort, noe som medfører at middelvannføringen er redusert med om lag 75 % av hva den opprinnelige vannføringen var før reguleringene. Det er ingen formelle krav om minstevannføring i Matreelva, men BKK har en selvpålagt minstevannføring på 200 l/s fra Hommelfossen kraftverk, som har utløp i øvre deler av den lakseførende strekningen. Også i Teigdalselva er store deler av nedbørsfeltet regulert bort og elva har dermed fått betydelig redusert vannføring etter reguleringen (50 % reduksjon). Det foreligger ingen formelle krav til minstevannføring i Teigdalselva, og lav vannføringen om vinteren er trolig en flaskehals for fiskeproduksjonen. I prosjektperioden er det registrert vannføring ned mot 40 l/s i Teigdalselva.

I Modalselva, Bolstadelva, Ekso og Daleelva har kraftstasjonene utløp i de lakseførende strekningene. Dette medfører at den gjennomsnittlige vannføringen på elvestrekningen nedenfor kraftstasjonene i mindre grad er berørt av reguleringene (Figur 6). Vannføringen har imidlertid blitt redusert i Modalselva og Ekso som følge av at deler av nedbørsfeltene har blitt overført til Evanger kraftverk. Dette har igjen resultert i at middelvannføringen i Bolstadelva har økt tilsvarende. Den største effekten av reguleringen i disse vassdragene er imidlertid at vannføringen gjennom året har blitt endret. Denne endringen fører generelt til en økt vintervannføring og en redusert sommervannføring i forhold til naturtilstanden. I tillegg forekommer det hurtige vannføringsendringer i forbindelse med stans, start og kjøring av kraftverkene. Dette gjelder særlig i Ekso og Daleelva. For å motvirke uheldige effektene av denne manøvreringen er det imidlertid innført et såkalt miljøbasert reguleringsregime som skal redusere faren for stranding av ungfisk og smolt. Utfall av kraftstasjon kan allikevel forekomme, og vil kunne føre til redusert overlevelse om fisken strander på tørrfallsområder. To spesielt sårbare livsstadier er kanskje yngelen i den første perioden etter at den har kommet opp av grusen, og smolten under utvandringen om våren. Et utfall i kraftproduksjonen som fører til raskt fall i vannføringen vil kunne føre til tap av yngel, ungfisk og smolt som strander på tørrlagte deler av elveleiet. For å motvirke dette er det fra BKK sin side spesiell fokus på å

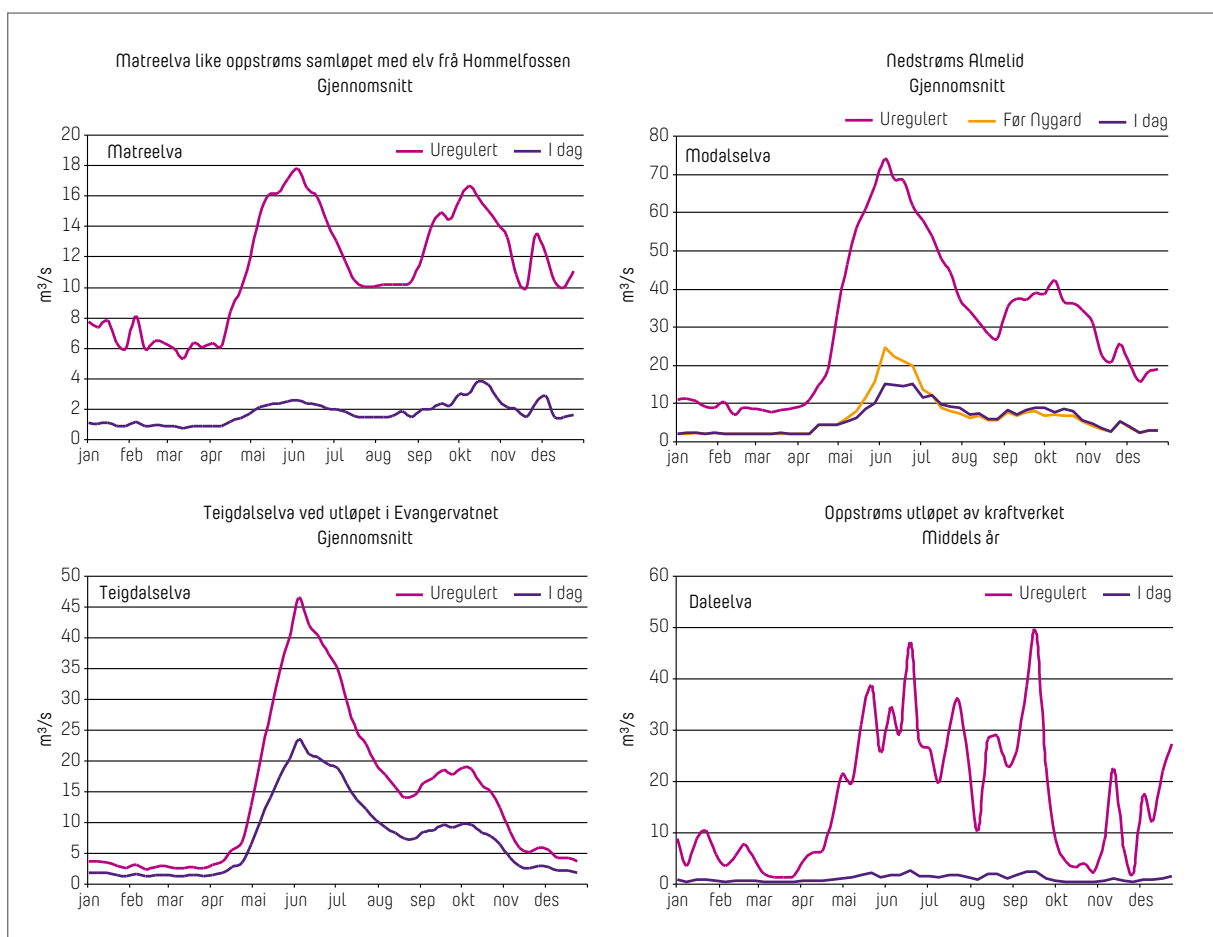
unngå uheldige nedkjøringer eller stans i kraftproduksjonen under periodene for smoltutvandring.

I Daleelva, Ekso og Modalselva fortsetter den lakseførende elvestrekningen også ovenfor utløpene fra kraftstasjonene. Disse elvestrekningene, også kalt restfelt, har fått en stor reduksjon i vannføringen i forhold til situasjonen før regulering (Figur 5). I samtlige restfelt er det krav om slipp av minstevannføring. I Dale har BKK inngått en avtale med Dale fabrikk som ble etablert i 1920 om slipp av 300 l/s i restfeltet. I Ekso lyder pålegget slik: «Det skal slippes en minstevannføring fra Nesevatn til Ekso på 2,0 m³/s i tiden 01. mai-30. september, og 1,0 m³/s i tiden 01. oktober-30. april, målt over inntaksdammen ved Nesevatn. Dersom tilsiget er lavere enn minstevannføringen slippes tilsiget». I Modalselva skal det slippes 3,0 m³/s i perioden 16. april-15. juli, 5,0 m³/s i perioden 16. juli-30. september og 2,2 m³/s i perioden 1. oktober-15. april. På tross av slipp av minstevannføring har oppvekstarealet for fisk blitt betydelig redusert i restfeltene. Sammen med lavvannsperioder vurderes dette som flaskehals for fiskeproduksjonen i restfeltene.

Redusert vannføring, og særlig reduksjon i størrelsen på flommer, fører til at elvene får redusert kapasitet til å transportere sedimenter. Dette kan igjen føre til økt sedimentering av sand og finsedimenter, som igjen tetter igjen hulrom mellom større steiner i bunnsubstratet. I tillegg kan en få økt begroing av vannplanter, som f.eks. krypsiv. Dette kan igjen føre til en forringelse av gyte- og oppvekstområdene for laks og aureunger. Økt sedimentering har blitt trukket frem som en mulig årsak til redusert ungfiskproduksjon i regulerte elver. Undersøkelser i Surna har vist at vannføringen på elvestrekningen nedenfor kraftverket ikke er stor nok til å spyle ut sedimenterte finmasser, og at dette har redusert andelen egnete oppvekstområder. Dette er trukket fram som en mulig årsak til redusert fiskeproduksjon (Lund et al. 2003). Tilsvarende har en vurdering av substratforholdene i Suldalslågen påpekt at finpartikulært materiale som tetter hulrom og fører til mindre skjul for fisk om sommeren og vinteren, kan være en begrensende faktor for lakseproduksjonen (Saltveit & Bremnes 2004). I LIV vassdragene er Matreelva, Teigdalselva og restfeltstrekningene i Ekso og Modalselva mest utsatt for økt sedimentasjon grunnet reguleringen.



Økt sedimentasjon på utløpet av Mestadvannet (venstre bilde) og Matrevannet (høyre bilde) har ført til begroing av vannvegetasjon slik at gytemulighetene reduseres eller forsvinner. Foto: Bjørn Barlaup, Uni Miljø



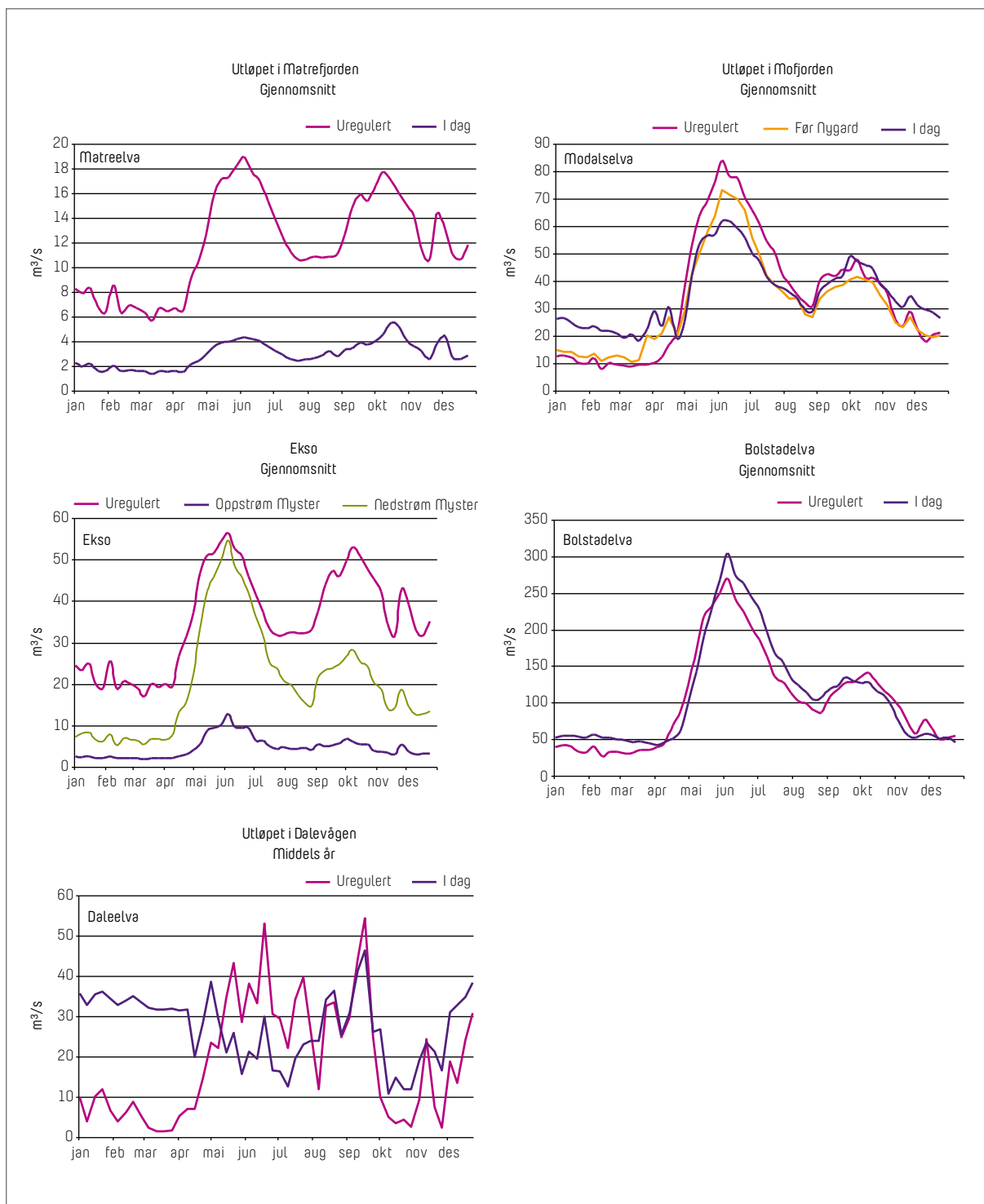
Figur 5. Beregnet vannføring i elvestrekninger med en restvannføring før og etter regulering av «LIV» vassdragene (data og figurer framskaffet av BKK).



Lite vann i restfeltet i Matreelva fører til en betydelig reduksjon i tilgang på gyte- og oppvekstareal og gjør det vanskelig for fisken å vandre. Foto: Ole Sandven, Uni Miljø



Nedstrøms kraftstasjonen i Ekso ble det dokumentert områder som ble tørrlagt ved reduksjon i kraftproduksjonen (venstre bilde). Rask endring i vannføringen kunne føre til stranding av yngel og smolt. I dag er tørlegging ikke lenger et problem fordi det ble iverksatt et tiltak i form av en terskel som opprettholder vannspeilet selv ved lave vannføringer (bilde til høyre). Foto: Sven-Erik Gabrielsen, Uni Miljø



Figur 6. Beregnet vannføring i hovedløpet nedstrøms kraftstasjon før og etter regulering av «LIV» vassdragene (data og figurer framskaffet av BKK). Endringer i vannføring i Ekso figuren er for både restfeltstrekningen oppstrøms utløpet av kraftstasjonen (oppstrøms Myster) og hovedløpet nedstrøms utløpet av kraftstasjonen (nedstrøms Myster).

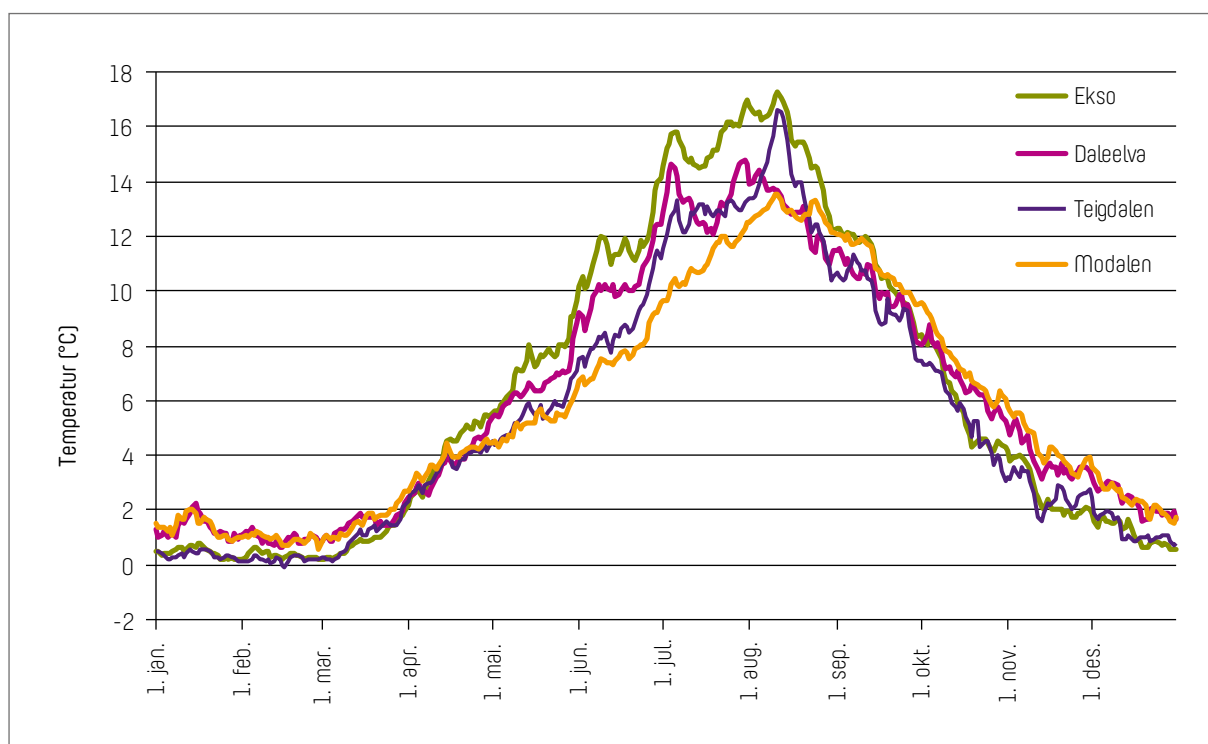
6 Temperaturforhold

De fleste fysiologiske prosesser hos fisk er temperaturavhengige, og vanntemperaturen er en av miljøfaktorene som har størst innvirkning på produksjon hos fiskebestander (Wotton 1990). Hos laks og aure er både utvikling av rogn og plommeseekkyngel, næringsopptak og vekst temperaturavhengig. Temperaturforholdene i vassdragene er derfor sterkt bestemmende for når yngelen forlater gytegrupene i grusen på våren/forsommeren og for vekstmulighetene til ungfisken. Vanntemperaturen er dermed i stor grad bestemmende for hvor mange år ungfisken bruker i elva før den smoltifiserer og forlater vassdraget. Vassdragsreguleringer vil påvirke temperaturforholdene ettersom vannføringen endres, og dette påvirker dermed også forholdene for fisken i vassdraget. Hvordan temperaturen endres ved regulering vil imidlertid være forskjellige for ulike typer inngrep. De største temperaturendringene vil som regel forekomme nedstrøms kraftstasjoner der vannet hentes fra dype vannlag i høyereliggende magasiner. I slike tilfeller vil en ofte få økte temperaturer om vinteren og redusert temperatur om sommeren (Tvede 2006). I restfelt og elvestrekninger med fraført vannføring vil en ofte få raskere temperaturøkning om våren og tilsvarende avkjøling om høsten (Tvede 2006). I tillegg vil redusert vannføring og redusert bidrag fra høyereliggende nedbørsfelt kunne gi økte sommertemperaturer i restfelt, mens økt grunnvannspåvirkning kan ha motsatt effekt.

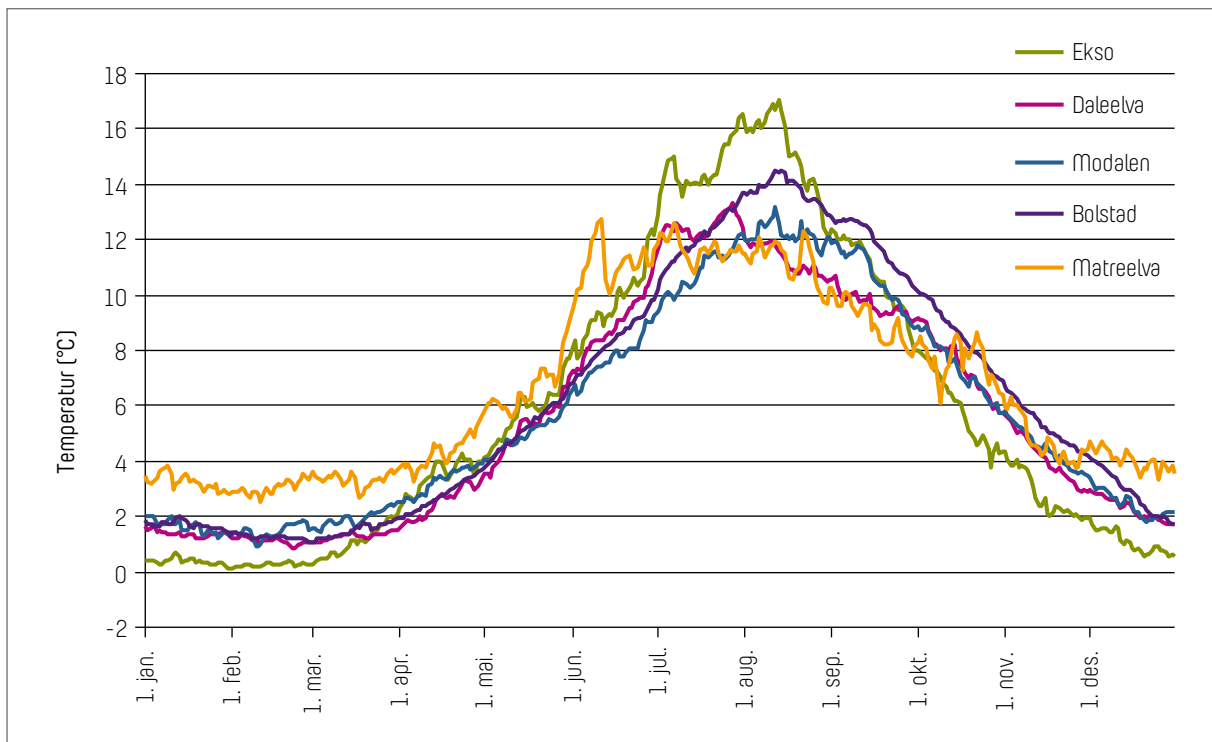
I prosjektperioden har vanntemperaturen i de aktuelle vassdragene blitt registrerte hver annen time ved bruk av temperaturloggere. Temperaturkurver for elvestrekninger med fraførte felt/restfelt er vist i **Figur 7** og for elvestrekninger nedstrøms utløp fra kraftstasjoner er vist i **Figur 8**. Matreelva skiller seg noe ut i fra de øvrige elvene ved at vintertemperaturen er relativt høy, samtidig som sommertemperaturen er noe lav i forhold til den lave vannføringen i elva (**Figur 8**). Trolig skyldes dette at vannføringen i Matreelva i store deler av tiden domineres av bidrag fra Hummelfoss kraftverk, som tappes fra magasinet i Hummelvatnet. En annen mulighet er bidrag fra grunnvann som kan gi det samme temperaturregime. Ekso har høyest sommertemperatur av de undersøkte elvene, med temperaturer >15 °C i deler av sommerperioden. Det er også vanlig at maksimumstemperaturen overstiger 15 °C i Teigdalselva og i restfeltet i Daleelva. Modalselva er forholdsviss sommerkald både i hovedløpet og i restfeltet oppstrøms Hellandsfossen kraftstasjon, mens Daleelva er vesentlig kaldere på strekningen nedstrøms utløpet av kraftstasjonen enn i restfeltet. Ettersom det i de fleste tilfeller ikke foreligger temperaturdata fra periodene før regulering er det vanskelig å vurdere hvor mye reguleringene har påvirket temperaturregimene i de ulike vassdragene. Det er tidligere sannsynliggjort at Bolstadelva har fått økt vintertemperatur og redusert sommertemperatur etter reguleringen (Raddum & Gabrielsen 1999). Teigdalselva og Ekso har med stor sannsynlighet fått økt sommertemperatur som følge av redusert vannføring og fordi deler av det høytliggende nedbørsfeltet har blitt fraført.



I Ekso (bildet til venstre) dannes det ofte is nedstrøms kraftstasjonen om vinteren, mens i Matreelva dannes det sjelden is nedstrøms kraftstasjonen. I Matreelva kommer kraftvannet fra Hummelvannet, mens i Ekso kommer vannet fra et elvekraftverk. Lite tilsig i vinterperioden fører til at kraftstasjonen i Ekso står i lange perioder uten kraftproduksjon og elva fryser til.
Foto: Tore Wiers, Uni Miljø



Figur 7. Gjennomsnittlig vanntemperatur basert på målinger hver 2. time i restfeltene i fire av de seks undersøkte BKK regulerede elvene i Hordaland i perioden 2002-2010.



Figur 8. Gjennomsnittlig vanntemperatur basert på målinger hver 2. time i hovedløpet nedstrøms kraftstasjon i fem av de seks undersøkte BKK regulerte elvene i Hordaland i perioden 2002-2010.



Vanntemperaturen i Daleelva er avhengig av vannføringen og er vesentlig kaldere om sommeren nedstrøms kraftstasjonen (bildet til venstre) enn vanntemperaturen oppstrøms kraftstasjonen (bilde til høyre). Foto: Ole Sandven, Uni Miljø

7 Bestandene av laks og sjøaure

7.1 Fangst og bestandsutvikling

De seks elvene som inngår i prosjektet omfatter flere av de viktigste lakse- og sjøaurevassdragene i Nordhordland. For de fleste vassdragene foreligger det fangststatistikker helt tilbake til slutten av 1800-tallet. Mange av statistikkene er imidlertid mangelfulle, og det er kun i de siste tiårene at det er skilt mellom laks og sjøaure i statistikken.

Vossovassdraget var det viktigste laksevassdraget i Hordaland med den særegne bestanden av storvokst Vossolaks. Fra dette vassdraget foreligger det bedre fangststatistikk enn sammenlignet med de andre vassdragene. Det var et omfattende laksefiske i både vassdraget og i fjordene og kystområdene utenfor. I Bolstadelva ble det i gjennomsnitt fanget 1,6 tonn laks årlig i perioden 1965-1991, mens den årlige gjennomsnittlige fangsten i hele Vossovassdraget og i laksenøtene i de indre fjordområdene var på hele 11,7 tonn i perioden 1946-1985 (Barlaup og Skoglund 2008). Bolstadelva var også et viktig gyte- og oppvekstområde for både laks og sjøaure i vassdraget. Det forekom også gyting av laks i Teigdalselva, men det synes som om Teigdalselva var viktigst som gyte- og oppvekstelv for sjøaure. Laksebestanden i Vossovassdraget kollapset på slutten av 1980-tallet og vassdraget har vært stengt for laksefiske siden 1992. I perioden 2010-2020 foregår det en storstilt redningsaksjon for å få tilbake Vossolaksen. For de øvrige vassdragene er fangststatistikkene ofte mangelfulle, og det finnes generelt mindre dokumentasjon om hvor store bestander det var av laks og sjøaure. Som i Vossovassdraget var også Ekso kjent for å ha en bestand av storvokst laks, og hadde en tilsvarende bestandsnedgang som i Vossovassdraget. I Daleelva var trolig bestanden av laks og sjøaure tidligere påvirket av utslipp fra industrien. Laksebestanden syntes å være god på slutten av 1990-tallet og på begynnelsen av 2000-tallet, men har hatt en nedgang siden 2005. I Matreelva og i Modalselva er det lokale beretninger om godt laksefiske i tidligere tider, men dette har i liten grad blitt rapportert inn. Alle vassdragene har vært påvirket av sur nedbør og i både Matreelva og Modalselva er de opprinnelige laksebestandene trolig utryddet som følge av forsuring (Hesthagen & Hansen 1991).

7.2 Innsig av gytefisk og eggsettheter

For å kartlegge tilstanden til gytebestandene av laks og sjøaure i «LIV-vassdragene», har det i hele prosjektperioden blitt gjennomført årlige gytefisktellinger i alle de aktuelle vassdragene. Dette gjøres like før eller under gytetiden ved at en eller flere personer snorkler nedover elven og registrerer antallet gytefisk. For å få en oversikt over det totale antallet fisk som vandrer opp i elvene, også kalt innsiget av gytefisk, har vi i **Figur 9** satt antallet fisk observert ved hjelp av gytefisktellinger sammen med innrapporterte sportsfiskefangster. Sammenstillingen viser at Daleelva er det vassdraget som har hatt det største innsiget av laks i perioden (126-802 laks). I den andre enden av skalaen ligger Teigdalselva (0-12 laks), Matreelva (13-237 laks) og Modalselva (16-61 laks), mens Ekso (39-493 laks) ligger i et mellomstilt med hensyn på innsiget av laks. Innsiget av laks viser en markant økning i 2011 i Daleelva, Matreelva og Ekso. Mestepartene av denne laksen var mellomlaks, dvs. i hovedsak laks som har oppholdt seg to år i sjøen og som dermed forlot elvene som smolt i 2009 og 2010. Økningen kan trolig i stor grad knyttes til en bedring i overlevelsesvilkår i havet (Anon. 2012), samtidig som forholdene i fjord- og kystsystemet synes å ha vært gunstig for overlevelse for utvandrende lakse-smolt. Det gode innsiget viser at smoltproduksjonen av laks i de ulike LIV-elvene har vært tilstrekkelig høyt til å gi en slik god avkastning når forholdene i fjord og hav gir god sjøoverlevelse. De mange gjennomførte tiltakene i LIV-elvene har bidratt til å sikre den viktige smoltproduksjonen i vassdragene. Det høye innsiget i 2011 viser også hvilket stort potensial elvene har med hensyn på antall tilbakevandret laks og dermed rekreasjon og friluftsliv knyttet til laksefiske.

Innsiget av sjøaure har vært høyest i Daleelva (fra 900 til 1941 sjøaure per år) og Matreelva (614-1393 sjøaure). Ekso (107-644 sjøaure) og Modalselva (140-902 sjøaure) har hatt det laveste innsiget av sjøaure, mens Teigdalselva (448-787 sjøaure) har ligget i et mellomstilt. Av praktiske grunner er ikke Bolstadelva tatt med i beregning av innsig, ettersom gytefisktellinger her er mer usikre, og at elven må sees i sammenheng med innsiget til hele Vossovassdraget. Sammenlignet med laksen, viser innsiget av sjøaure i 2011 og 2012 ingen



I 2011 var det et markert økt innsig av laks til LIV-elvene og de andre elvene i Osterfjordsystemet. Dette viste seg i hovedsak å være laks som stammet fra smoltutgangen i 2009. Smolten som vandret ut i 2009 må derfor ha hatt en betydelig bedre sjøoverlevelse enn i foregående år. Bildet viser en hunnlaks på vei opp fra Bykshølen i Arnaelva høsten 2011.

Foto: Tore Wiers, Uni Miljø

positiv endring. Det totale innsiget av sjøaure i Matre-elva, Modalselva og i Ekso i 2012 var det laveste for hele perioden og er bekymringsfullt. Sjøaure har et helt annet vandringsmønster enn laks og oppholder seg lokalt i fjordsystemet eller langs kysten, mens laksen vandrer helt ut i havet. Dermed er sjøaure mer utsatt for forholdene i fjordsystemet og i kystnære områder enn laks. Basert på vurderinger gitt av Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, så er: «De mest sannsynlige årsakene til nedgangen i bestandene på Vestlandet og

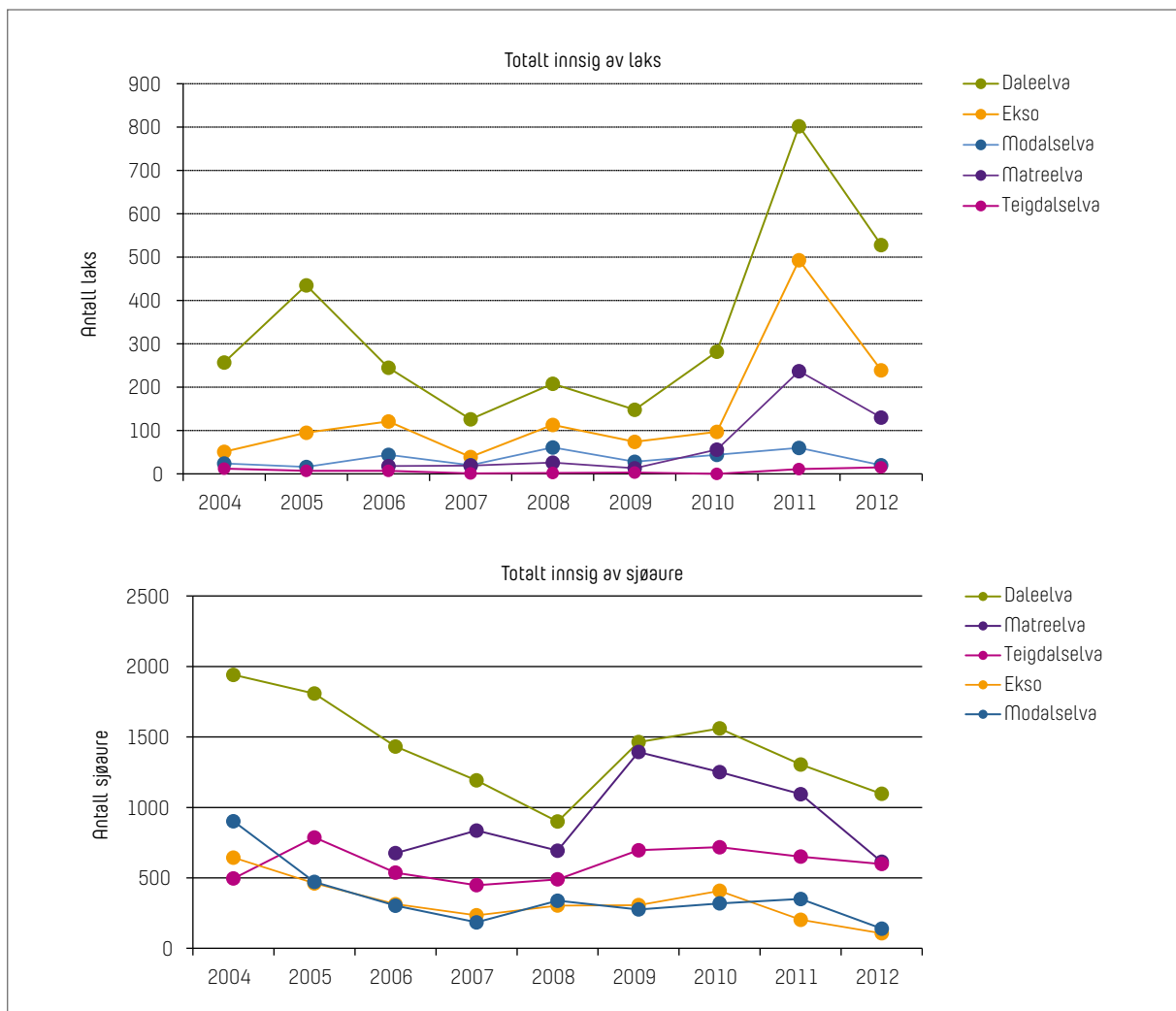
Trøndelag relatert til forhold i sjøen, inkludert økosystemendringer i sjøen, lakselus og fiskesykdommer» (Anon. 2012).

Som tidligere nevnt var det et betydelig fiske etter storlaks i både elven og i fjordområdene utenfor Vossovassdraget. Spesielt godt fiske var det i Bolstadelva. En gjennomgang av fangstdagbøker, har vist at laks på rundt 20 kilo ikke var uvanlig og gjennomsnittlig vekt den gang sportsfiske var på sitt beste lå på ca. 10 kilo

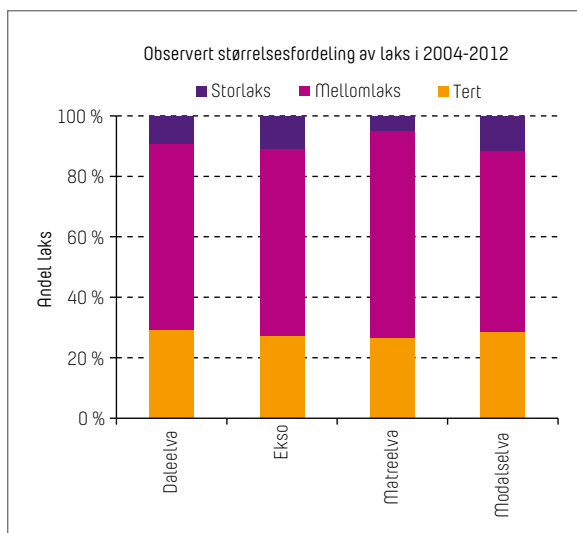
(Barlaup og Skoglund 2008). Det er forhåpninger om at den storstilte redningsaksjonen for villaksen i hele Vossovassdraget som er igangsatt for perioden 2010-2020 vil bringe Vossolaksen tilbake til fordums størrelse. Ekso var også kjent for sin storvokste laks, og fra lokalt hold er vi blitt fortalt at Matreelva opprinnelig var en elv med mye storlaks. Basert på våre observasjoner av størrelsen på gytefisk av laks i LIV-vassdragene, peker imidlertid ikke Ekso eller Matreelva seg ut ved å ha en større andel storlaks enn Modalselva og Daleelva (Figur 10). Gjennomsnittlig andel av tert har vært på 30 %, mellomlaks på 60 % og andel storlaks på 10 % for alle LIV-elvene i perioden 2004-2012.



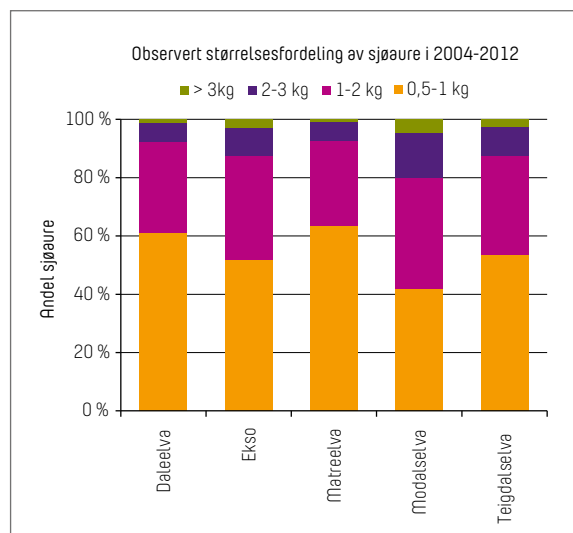
Daleelva har hatt det største innsiget av sjøaure og laks.
Foto: Tore Wiers, Uni Miljø



Figur 9. Innsiget (antall gytefisketelling + sportsfiskefangst) av laks og sjøaure i de aktuelle vassdragene. Det er ikke beregnet innsig for Bolstadelva av praktiske årsaker.



Figur 10. Observert størrelsesfordeling (i prosentandeler) av laks i LIV-vassdragene basert på gytefisktellinger i perioden 2004-2012.



Figur 11. Observert størrelsesfordeling (i prosentandeler) av sjøaure i LIV-vassdragene basert på gytefisktellinger i perioden 2004-2012.

I tillegg til å få oversikt over antallet gytefisk i de ulike elvene gir gytefisktellingerne også viktig informasjon om strukturen til bestandene, som størrelse på gytefiskene og innslaget av rømt oppdrettslaks. Modalselva er lokalt kjent for å ha større sjøaure sammenliknet med Matreelva, Teigdalselva og Daleelva. I Ekso har fangstene av sjøaure vært beskjedne, men også her har det blitt fisket forholdsvis storvokst sjøaure. Denne forskjellen i størrelsesfordeling av sjøaure i sportsfiskefangstene gjenspeiles også i gytefisktellingerne. I Modalsvassdraget var ca. 40 % av den observerte sjøaure mindre enn 1 kilo i perioden 2004-2012, mens tilsvarende andel i Matreelva, Teigdalselva og Daleelva var rundt 60 % (Figur 11). For sjøaure større enn 2 kilo var andelen 20 % i Modalselva, mens det for de andre tre var fra 7 til 11 % i samme periode. Ekso ligner noe på Modalselva med hensyn på størrelsesfordelingen av observerte sjøaure på gytefisktellingerne. Dette viser at Modalselva og Ekso har en mer storvokst bestand av sjøaure sammenliknet med sjøaurene i Matreelva, Teigdalselva og Daleelva.

Innblanding av rømt oppdrettslaks anses som en alvorlig trussel for å opprettholde genetisk distinkte villaksbestander, og sårbarhetsvurderinger tilsier at innslaget av rømt oppdrettslaks i gytebestandene på sikt bør være under 5 % (Hindar & Diserud 2007). Gytefisktellingerne viser at innslaget av rømt oppdrettslaks

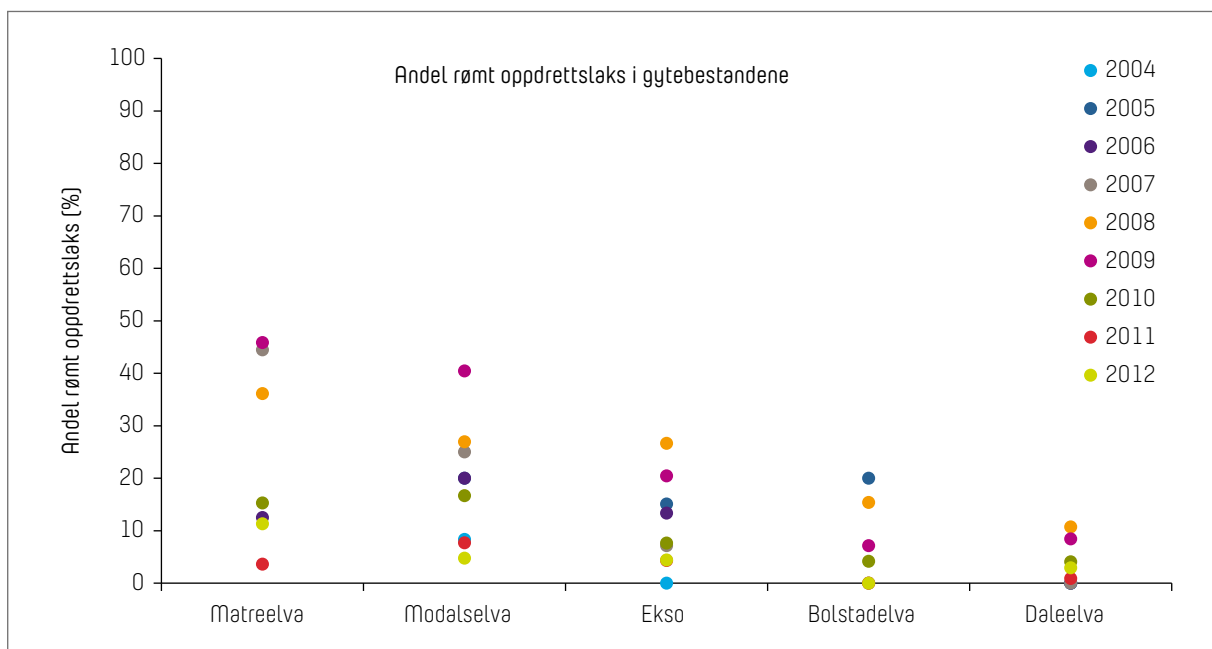
i de senere årene generelt er over dette nivået for alle de aktuelle vassdragene (Figur 12). I perioden 2004-2010 så har den gjennomsnittlige andelen av oppdrettslaks vært ca. 12 % i LIV-vassdragene. Det økte innslaget av villaks i 2011 og 2012 bidro til å redusere andelen av rømt oppdrettslaks i gytebestandene i forhold til årene tidligere i undersøkelsesperioden (2,6 % i 2011 og 3,7 % i 2012). En må her ta hensyn til at det kan være vanskelig å skille rømt oppdrettslaks fra villaks utelukkende basert på morfologiske kriterier ved snorkling. Dette fører til at oppdrettslaks feilaktig kan bli bestemt som villaks, og dermed at andelen av rømt oppdrettslaks generelt blir noe underestimert. I flere av vassdragene og fjordområdene utenfor blir det lagt ned en betydelig innsats for selektivt å fiske ut rømt oppdrettslaks. Dette arbeidet har utvilsomt redusert andelen rømt oppdrettslaks i gytebestandene.

Ettersom arealet av de lakseførende strekningene varierer mye mellom LIV-elvene, vil de ulike elvene også ha ulike forutsetninger for hvor stor potensial de har for fiskeproduksjon. Som følge av dette vil også antall gytefisk som må til for å sikre en tilstrekkelig rekruttering av ungfisk i vassdraget også variere mellom elvene. En måte å sammenligne tilstanden til gytebestandene i ulike vassdrag er ved å beregne egg tettheten, dvs. hvor mange fiskeegg som forventes å bli gytt i forhold til elvas oppvekstareal. Egg tettheten kan beregnes ut i fra



Oppdrettslaks utgjør en trussel mot villaks og uttak av disse om høsten i elven reduserer genetisk innblanding. Bilde viser uttak av rømt oppdrettslaks i Daleelva. Foto: Tore Wiers, Uni Miljø

antallet og størrelsesfordelingen av observert gytefisk, samt oppvekstarealet i vassdraget. I de siste årene har det blitt fastsatt vassdragsvise gytebestandsmål for alle laksevassdragene i Norge (Hindar et al. 2007, Anon. 2012). Gytebestandsmålet angir en nedre grense for hvor stor gytebestanden må være for å sikre en tilstrekkelig smoltproduksjon i vassdraget, og dermed bidra til å sikre langsiktig levedyktighet for laksebestandene (Anon. 2012). Disse er fastsatt av en ekspertgruppe ledet av Norsk Institutt for Naturforskning (Hindar et al. 2007), og måloppnåelse blir evaluert årlig av Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (Anon. 2011a,b). Det er foreløpig fastsatt gytebestandsmål for laksebestandene i Vossovassdraget (2 egg per m²), Daleelva (2 egg per m²) og Ekso (1 egg per m²). Disse gytebestandsmålene er såkalt «førstegenerasjon», og fastsettelsen i antallet egg kan bli revurdert. Det er ikke fastsatt noen gytebestandsmål for Matreelva og Modalselva ettersom disse ikke er ansett å ha egne selvrekrutterende laksebestander. En kan imidlertid forvente at en bør ha et sted mellom 2-4 egg per m² i disse vassdragene for å sikre en fullverdig rekruttering av laks. Det er heller ikke fastsatt gytebestandsmål for sjøaure, men mest sannsynlig vil en eggtetthet på 2-4 egg per m² være en god pekepinn på nivået som skal til for å sikre en fullverdig rekruttering også hos sjøaure.



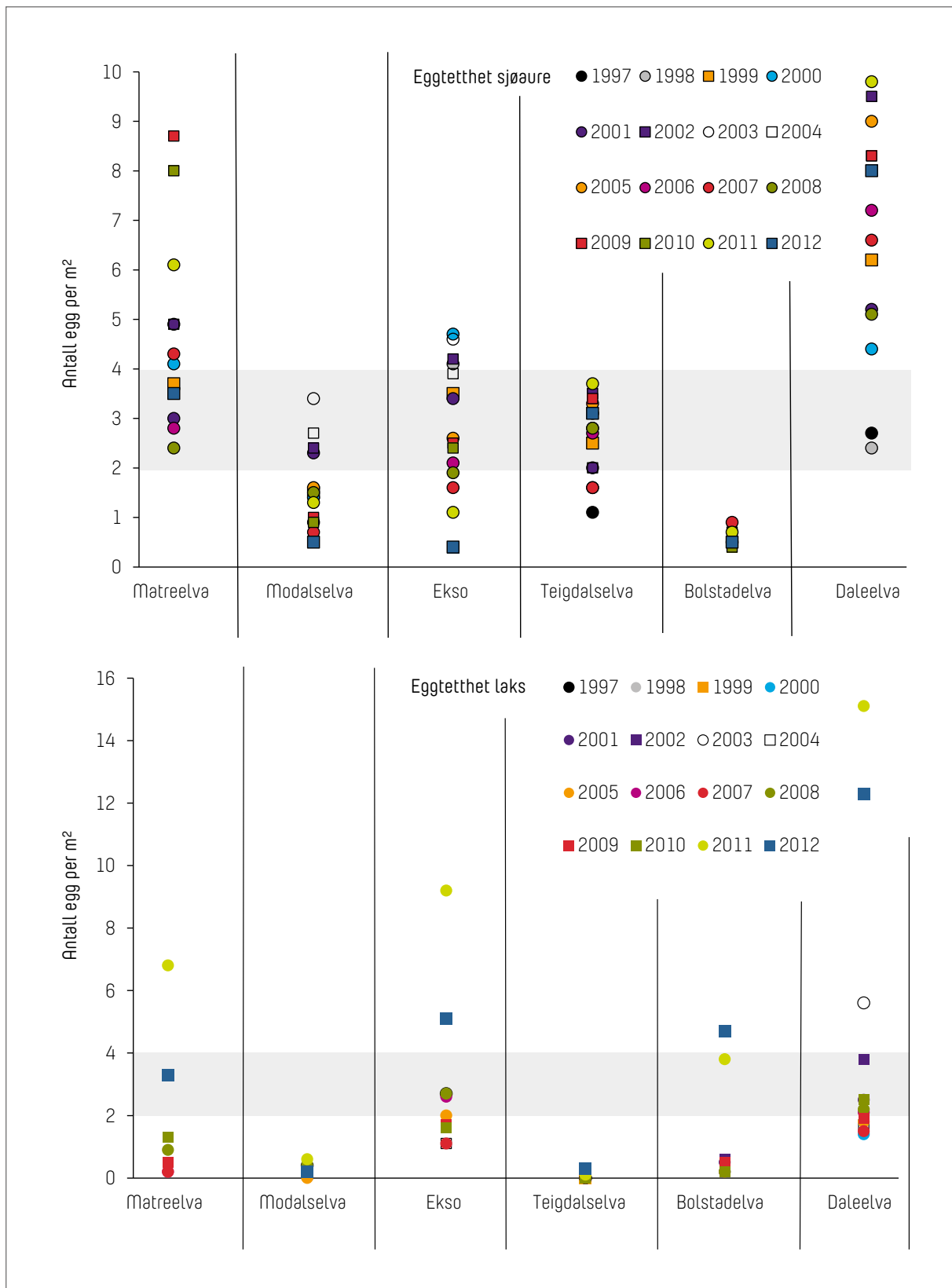
Figur 12. Andel rømt oppdrettslaks observert ved gytefisktelling i LIV-vassdragene. Innslaget av rømt oppdrettslaks vil i de fleste tilfeller være noe underestimert ettersom den rømte oppdrettslaksen ofte kan være vanskelig å skille fra villaks. I flere av vassdragene har det også blitt fisket/tatt ut et betydelig antall rømt oppdrettslaks før gytetiden.

De årlige gytefisktellingerne danner et godt utgangspunkt for å evaluere hvorvidt gytebestandsmålene i de ulike LIV-elvene har blitt oppfylt, og hvorvidt gytebestandene har vært tilstrekkelig for å sikre en fullverdig rekruttering av ungfisk. De beregnede eggtetthetene for laks og sjøaure i de årene det finnes tilgjengelige data for i de aktuelle vassdragene er gitt i **Figur 13**. For gytebestanden av laks, er det kun Daleelva og Ekso som har oppnådd det antatte gytebestandsmålet i enkelte år. I 2011 og 2012 ble gytebestandsmålet oppnådd i Ekso, Bolstadelva og Daleelva, samt at gytebestanden av laks var svært god også i Matreelva hvor det ikke er fastsatt gytebestandsmål. For øvrig har gytebestandene av laks i store deler av undersøkelsesperioden vært på et nivå der mengden gytefisk antas å ha vært begrensende for ungfiskproduksjonen i de fleste vassdragene. Dette til tross for at de fleste aktuelle vassdragene er stengt for laksefiske, og at gytebestanden derfor representerer det totale innsiget uten noen beskatning i form av sportsfiske i elva. Daleelva er det eneste vassdraget hvor det drives et ordinært fiske etter laks i denne perioden, og Dale Jakt og Fiskarlag har i de senere årene innført tiltak for å begrense fangstene for å sikre en tilstrekkelig gytebestand. Det er også et betydelig innslag av kultivert fisk i gytebestanden i Daleelva, som stammer fra utsettinger fra Dale klekkeri. I Ekso har gytebestanden vært tilstrekkelig til å oppfylle gytebestandsmålet i flere av årene, men det er lite som tilsier at bestanden har vært stor nok til å tåle beskatning.

I LIV-elvene er statusen for gytebestandene av sjøaure generelt bedre enn for laks. Dette gjelder særlig Matreelva og Daleelva som i flere år har hatt tallrike bestander av sjøaure, mens Teigdalselva og Ekso har hatt gytebestander som trolig har vært tilstrekkelig for å sikre en fullverdig rekruttering i de fleste årene. I Modalselva har gytebestanden av sjøaure vært tilstrekkelig i noen år, men særlig i de siste årene har trolig gytebestanden av sjøaure vært for lav for å sikre en fullverdig rekruttering. Det gjøres oppmerksom på at det lave antallet sjøaure som er blitt observert i Bolstadelva kan skyldes vanskelige observasjonsforhold. Bolstadelva er stor og har mange og dype holer som sammen med generelt dårlige siktforhold gjør det vanskelig å observere all fisk. I tillegg er gytefisktellingerne i flere år blitt gjennomført i etterkant av gytetiden for sjøaure. Basert på tettheter av sjøaurengel registrert ved det elektriske fiske, har Bolstadelva relativt sett en god fiskeproduksjon og dette forsterker inntrykket av at vi har underestimert gytebestanden av sjøaure. Tilstanden for gytebestanden av sjøaure i Bolstadelva er derfor ikke så dårlig som en kan få inntrykk av i **Figur 13**. Modalselva er mer egna for observasjoner av gytefisk, og den registrerte nedgangen av sjøaure basert på gytefisktellingerne i de senere årene er trolig reell og indikerer at gytebestanden siden 2005 trolig har vært begrensende for en fullverdig rekruttering av sjøaure.



Årsyngel av laks hvilende på gytegrus. Foto: Tore Wiers, Uni Miljø



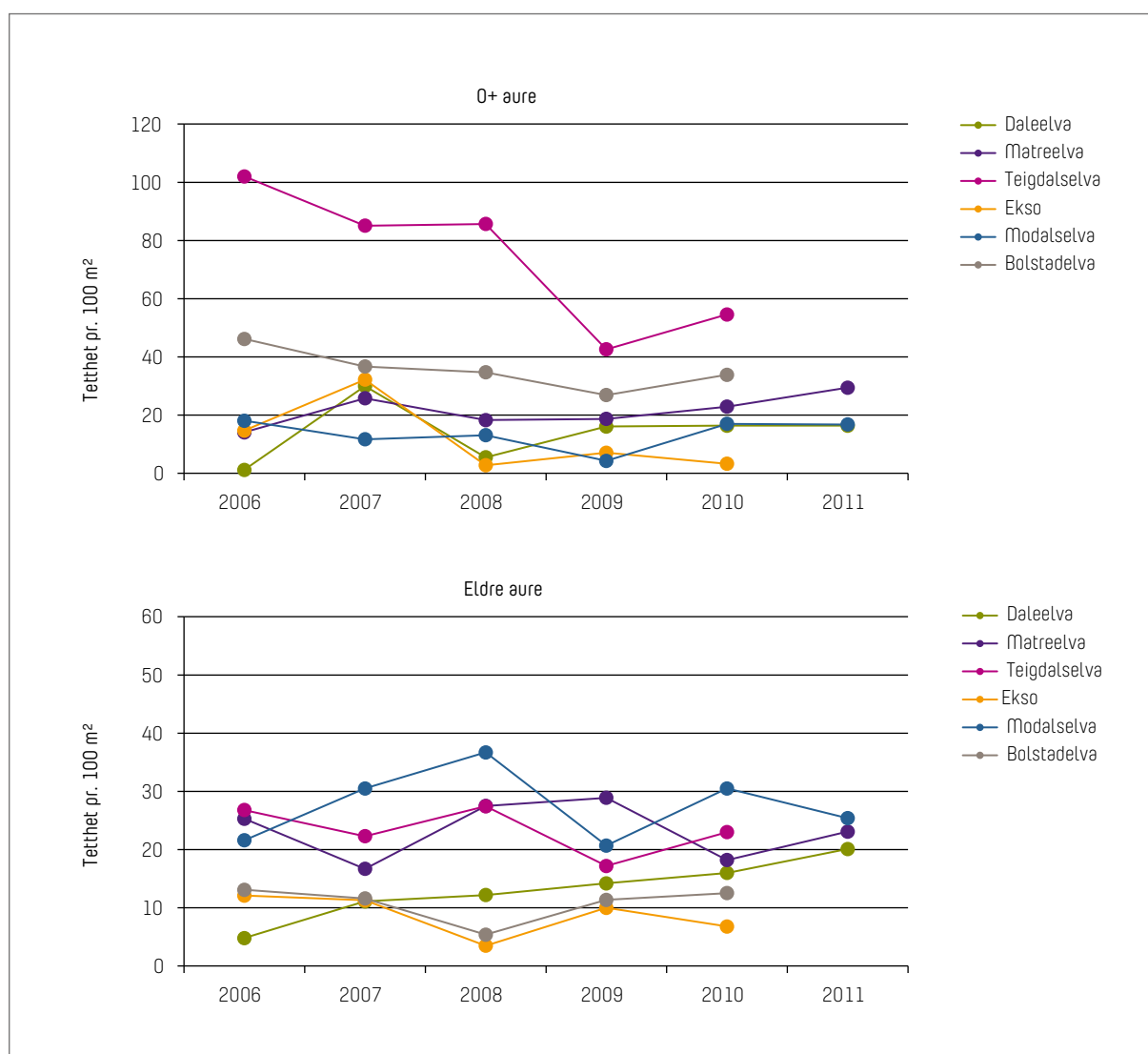
Figur 13. Eggtettheter for sjøaure (øverst) og laks (nederst) beregnet ut fra gytefisktellningene for alle år med tilgjengelig data. Den grå sonen angir nivået mellom 2 og 4 egg pr. m² som en kan anta må til for å sikre en fullverdig rekruttering av ungfisk i vassdragene. I Bolstadelva vil antallet gytefisk generelt bli underestimert pga. dårlige siktforhold og flere dype holer.

7.3 Ungfisktettheter

Med unntak av 2011, har ungfisktetthetene blitt undersøkt årlig ved elektrisk fiske på et fast stasjonsnett i alle vassdragene. Dette er en standard metode som brukes for å undersøke tetthetene av ungfisk på oppmålte areal som samlet utgjør et stasjonsnett fordelt på de ulike elvestrekningene. Resultatene benyttes til å følge endringer over tid innenfor og mellom de undersøkte LIV-elvene.

Aure

I perioden 2006-2011 har det blitt registrert en stor variasjon i tetthetene av aure i LIV-vassdragene (Figur 14). Tetthetene av årsyngel viser en større variasjon enn sammenliknet med tetthetene av eldre aure. Dette skyldes flere faktorer, bl.a. lavere fangbarhet for årsyngel og at gruppen eldre aure består av flere årsklasser. Av den grunn legges det størst vekt på tetthetene av eldre aure enn for tetthetene av årsunger, siden eldre aure trolig gir et mer riktig bilde av fisketetthetene i det enkelte vassdrag. Teigdalselva, Matreelva og Modals-



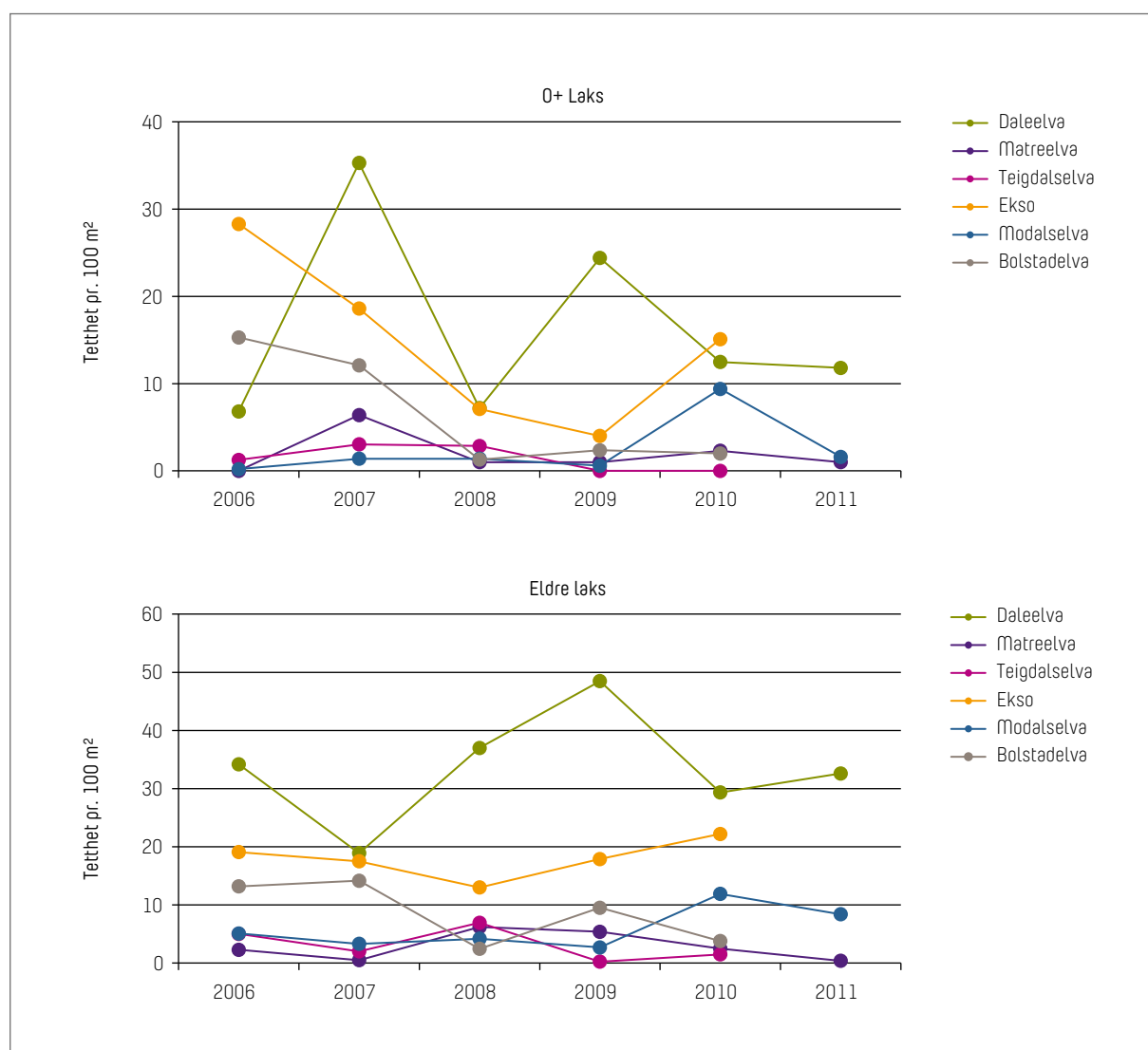
Figur 14. Gjennomsnittlig ungfisktettheter for årsyngel (0+) (øverst) og eldre aure (>0+) (nederst) i de undersøkte elvene i perioden 2006-2011. Merk at skalaen på figurene er ulik.

elva skiller seg positivt ut med hensyn på tettheter av eldre aure, mens tetthetene i Ekso, Bolstadelva og Daleelva har vært relativt sett lave.

Laks

Som for aure, har det i perioden 2006-2011 blitt registrert en stor variasjon i tetthetene av laks i LIV-vassdragene (Figur 15). Det legges større vekt på tetthetene av eldre laks enn for tetthetene av årsunger, siden eldre laks trolig gir et mer representativt bilde av fisketett-

hetene i det enkelte vassdrag. I perioden 2006-2011 skiller spesielt Ekso og Daleelva seg positivt ut med hensyn på tettheter av eldre laks, mens tetthetene for Teigdalselva, Matreelva, Modalselva og Bolstadelva har vært relativt sett lave i samme periode. Tetthetene av lakseunger synes å stemme forholdsvis bra med gytebestanden av laks i de ulike elvene (Figur 13, Figur 15). Dette betyr at i de vassdragene det observeres mye gytefisk av laks så er også de registrerte tetthetene av ungfisk høye og vica verca.



Figur 15. Gjennomsnittlig ungfisktettheter med standardavvik for årsyngel (0+) (øverst) og eldre laks (>0+) (nederst) i de undersøkte elvene i perioden 2006-2011. Merk at skalaen på figurene er ulik.

8 Bunndyrundersøkelsene

Innsamling av bunndyr fra et vassdrag er en anerkjent metode, både nasjonalt og internasjonalt, til å redegjøre for om et vassdrag er forsuringsbelastet og/eller utsatt for forurensning. Innsamlingen via «sparkemetoden» er blitt benyttet i mange år i bl.a. overvåkingen av sur nedbør og av kalkede elver i Norge. Basert på sammensetningen av bunndyrarter fra det enkelte vassdrag, regnes det ut en Forsuringsindeks 1 og 2 etter Fjellheim og Raddum (1990) og Raddum (1999). Indeksene baserer seg på forekomst av bunndyrarter som er mer eller mindre sensitive for surt vann. Artene er klassifisert som tolerante, litt følsom, moderat følsom og svært følsom for forsuring, og tilstedeværelse av de forskjellige artene gir henholdsvis indeksverdiene 0; 0,25; 0,5 og 1. Mens Indeks 1 får høyeste verdi bare ett individ av en svært følsom art finnes, er Indeks 2 en modifisering av denne indeksen. Den dominerende sensitive arten i elver og bekker på Vestlandet er døgnfluen *Baetis rhodani*. Er det ingen forsuringsproblemer er dette vanligvis den arten som det er flest individer av. Kommer det mer sur nedbør, er denne arten en av de første som forsvinner. I Indeks 2 blir antallet av *B. rhodani* sammenlignet med antallet av forsuringstolerante steinfluer. Denne indeksverdien varierer mellom 0,5 og 1.

Det nylig vedtatte Vanndirektivet (VD) i Norge bruker bl.a. bunndyr for å oppdage organisk belastning eller forurensning / eutrofiering. Metoden er å regne ut 'Average Score per Taxon' (ASPT) indeksen (Armitage et al. 1983). Denne baserer seg på poeng, der noen familier av bunndyr får poeng avhengig av hvor tolerante artene i familien er for organisk anrikning / forurensning. De mest tolerante får lav verdi, mens de mest intolerante får høy verdi.

ASPT indeksen og Forsuringsindeks 2 blir brukt i Vanndirektivet til å vurdere økologisk status i elver og bekker. Elvestrekningene blir klassifisert i 5 forskjellige kategorier, dvs. svært god, god, moderat, dårlig og svært dårlig økologisk status med hensyn på organisk belastning og forsuring. I følge VD er grensen mellom moderat økologisk tilstand og god økologisk tilstand den viktigste. Det vil bli pålagt å gjøre tiltak i vannforekomster som blir klassifisert i moderat økologisk tilstand eller dårligere for å få disse opp i god økologisk tilstand. Det er vedtatt foreløpige grenseverdier mellom de økologiske klassene for både forsuring og organisk belastning. Disse verdiene er vist i **Tabell 2**.



Bildet til venstre: Døgnfluen *Baetis rhodani*. Den er svært følsom mot forsuring, og er kanskje den viktigste indikatorarten vi har i Norge i dag. Bildet til høyre: Vårfluen *Rhyacophila nubila*. I motsetning til *B. rhodani*, har *R. nubila* høy tålegrense mot forsuring. Foto: Arne Fjellheim, Uni Miljø

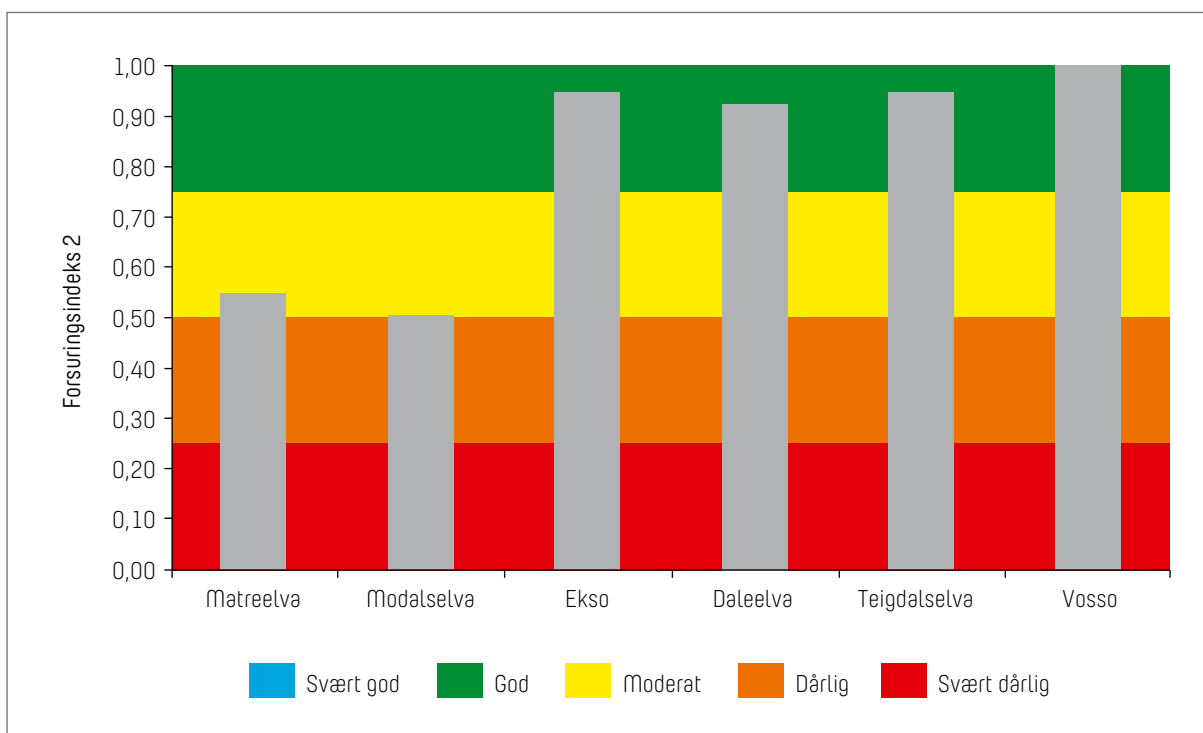
Tabell 2. Foreløpige grenseverdier for forsuring basert på Forsuringsindeks 2, og for organisk påvirkning basert på ASPT indeksen.

| Økologisk status | Forsuringsindeks 2 | ASPT – verdi |
|------------------|---------------------|--------------------|
| Svært god | $x = 1,0$ | $x \geq 6,8$ |
| God | $1,0 > x \geq 0,75$ | $6,8 > x \geq 6,0$ |
| Moderat | $0,75 > x \geq 0,5$ | $6,0 > x \geq 5,2$ |
| Dårlig | $x = 0,25$ | $5,2 > x \geq 4,4$ |
| Svært dårlig | $x = 0$ | $x < 4,4$ |

8.1 Forsuring

Resultatene fra analysen av bunndyrsamfunnene fra alle elvene med hensyn på forsuringsskader, er vist i **Figur 16**. Sammensetningen av bunndyrartene viser at Matreelva og Modalselva er moderat forsuringsskadet, og begge elvene blir klassifisert til å ha en moderat økologisk status med hensyn på forsuring. Begge elvene viser imidlertid tegn til bedring i den

undersøkte perioden. Ekso viser ingen tegn til forsuringsskade i den kalkede delen av restfeltet og har en god økologisk status. Imidlertid kan det forekomme episodiske forsuringproblemer nedenfor utløpet fra kraftverket i Ekso. Teigdalselva og Daleelva har en god økologisk status med hensyn på forsuring, men det kan forekomme episoder med forsuring i Daleelva. I Bolstadelva (Vosso) har bunndyrsamfunnet en svært god økologisk status uten forsuringproblemer.

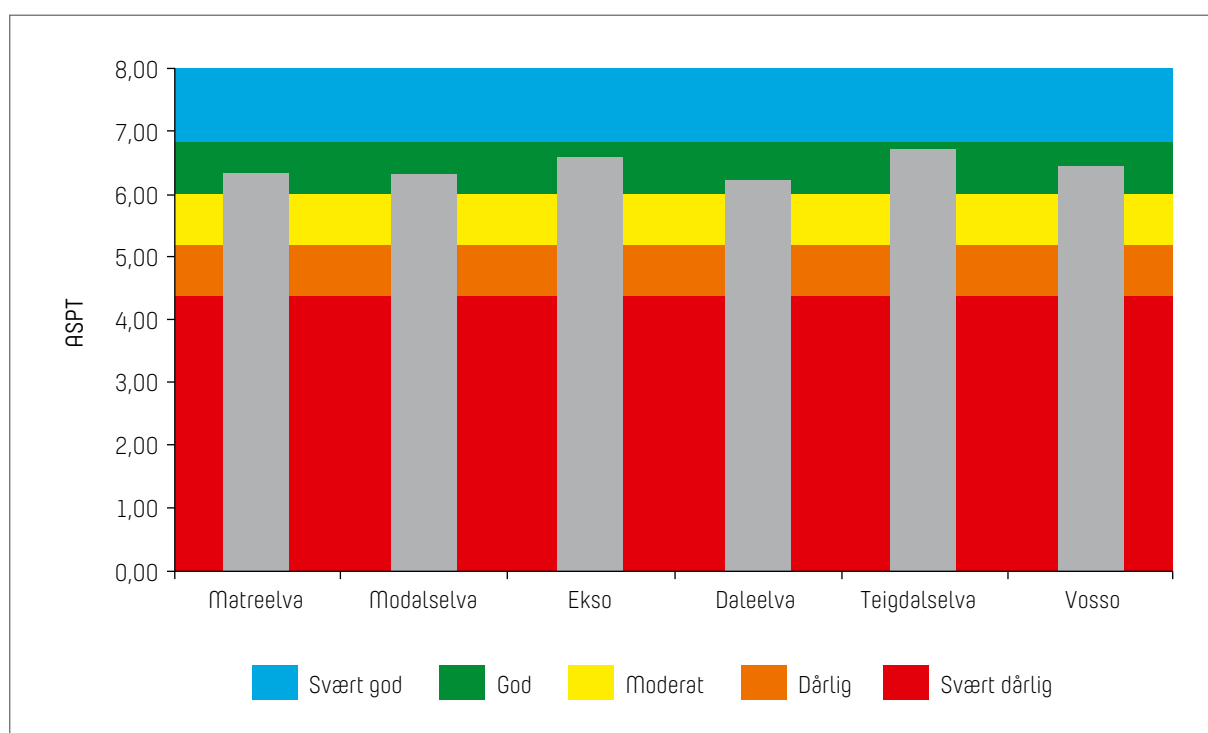


Figur 16. Gjennomsnittlig verdi av Forsuringsindeks 2 for alle bunndyrprøver tatt om høsten i perioden 2000 - 2010 i LIV vassdragene. Fargekodene angir økologisk status med hensyn på forsuring.

8.2 Annen forurensing

Resultatene fra analysen av bunndyrfamiliene i alle LIV elvene med hensyn på organisk forurensing, er vist i Figur 17. Sammensetningen av bunndyrfamiliene viser at ingen av elvene er belastet med organisk forurensing og alle elvene blir klassifisert til å ha en god økologisk status. Imidlertid er undersøkelsene basert på for få prøver til å kunne si noe sikkert om eventuell organisk forurensing. Vi har ingen sterke indikasjoner

på at dette forekommer på noen av de undersøkte stasjonene i LIV vassdragene. Imidlertid er det ved flere anledninger rapportert om utslipp av kloakk og kjemikalier i restfeltet i Daleelva. Det er også antydninger til at gassovermetning nedstrøms Hummelfoss Kraftverk i Matreelva kan påvirke bunndyrsamfunnet, men også dette er usikkert på grunn av få prøver.



Figur 17. Gjennomsnittlig verdi av ASPT for alle bunndyrprøver tatt om høsten i perioden 2000 - 2010 i LIV vassdragene. Fargekodene angir økologisk status med hensyn på organisk forurensing.

9 Gjennomførte tiltak

I alle LIV-elvene, har det blitt gjennomført tiltak både før og i løpet av prosjektperioden for å bedre forholdene for laks og sjøaure. I noen av elvene har den lakseførende strekningen blitt forlenget, terskler er blitt etablert, sideløp er åpnet opp og det er gjennomført kultiveringsarbeid i form av utsetting av øyerogn

eller fisk. En oversikt over de viktigste tiltakene som er blitt utført i LIV-elvene, er gjengitt i **Tabell 3**. Den vassdragsvise kunnskapen opparbeidet i LIV prosjektet utgjør et solid grunnlag for en fortløpende evaluering og eventuell justering av gjennomførte og planlagte tiltak for å øke fiskeproduksjonen.

Tabell 3. Tiltak gjennomført både før og i løpet av prosjektperioden i «LIV-vassdragene».

| Tiltak | Vassdrag |
|--|---|
| Pålagt minstevannføring | Daleelva, Ekso, Modalselva |
| Selvpålagt minstevannføring | Matreelva, Daleelva |
| Miljøtilpasset vannføringsreduksjon ved produksjonsstans | Ekso, Daleelva, Modalselva |
| Kalking mot sur nedbør | Ekso, Teigdalselva, Bolstadelva |
| Fisketrapp og/eller åpning av sideløp | Modalselva, Ekso, Daleelva |
| Terskler, ledebuner | Ekso, Daleelva, Teigdalselva, Modalselva |
| Kultivering; rognplanting og/eller utsetting av fisk | Ekso, Teigdalselva, Daleelva, Modalselva, Bolstadelva |
| Uttak av oppdrettslaks | Ekso, Modalselva, Daleelva, Matreelva |
| Tilførsel av gytegrus | Ekso, Modalselva, Daleelva, Matreelva |
| Tilførsel av store steiner og blokker (skjul) | Teigdalselva, Daleelva |
| Fjernet vannvegetasjon | Matreelva |



Fisketrappen i Raudfossen har vært et viktig tiltak for å øke fiskeproduksjonen i Ekso.

Foto: Sissel Mykletun, BKK Produksjon

10 Flaskehalsar og tiltak

En viktig del av LIV prosjektet har vært å identifisere eventuelle flaskehalsar for fiskeproduksjon i de ulike elvene, og å vurdere aktuelle tiltak for å styrke fiskebestandene. Hvor mye laks og aure som vandrer opp i elvene vil både være avhengig av en rekke faktorer som påvirker overlevelse i både elv og sjø. Grunnlaget for fiskeproduksjon vil imidlertid være avhengig av hvor mye ungfisk som produseres i ferskvannsfasen og som dermed vandrer ut av vassdraget som smolt. Elvas bæreevne for ungfiskproduksjon bestemmes i stor grad av faktorer som tilgang til ressurser, for eksempel ungfiskhabitat og næring, og omtales ofte som tetthetsavhengige faktorer. Endringer i gyte- og oppveksthabitat, for eksempel som følge av endret vannføring eller habitatforringelse, vil dermed også kunne medføre endringer i elvas bæreevne. I tillegg vil ungfiskproduksjonene være sterkt tetthetsavhengige faktorer som påvirker overlevelsen til ungfisk. Dette kan for eksempel være ugunstige vannkjemiske forhold eller stranding av ungfisk ved hurtige vannstandsfluktuasjoner. Ut i fra de innsamlede dataene og erfaringene som har blitt opparbeidet i LIV prosjektet, har vi gjort en vurdering av hva som kan være potensielle flaskehalsar for fiskeproduksjon i de ulike vassdragene eller som på ulik måte kan utgjøre en trussel for bestandene. En oversikt over de viktigste flaskehalsene og aktuelle tiltak er gitt i **Tabell 4**.

I tillegg til de vassdragsvise flaskehalsene for fiskeproduksjon vist i **Tabell 4**, har laksebestandene i alle de aktuelle vassdragene vært karakterisert ved at sjøoverlevelsen har vært spesielt lav i hele undersøkelsesperioden frem til 2011. Dette mønsteret sammenfaller med at sjøoverlevelsen har vært lav i en rekke laksevassdrag over store deler av Vestlandet i samme periode. Dette skyldes trolig både at oppvekstforholdene i havet har vært spesielt ugunstige for laks, samtidig som det i flere regioner kan forekomme betydelig dødelighet i utvandringstfasen, blant annet som følge av påslag fra lakselus i fjord- og kystområdene (Anon. 2012). Særlig lav har sjøoverlevelsen vært i vassdrag i Hordaland, og tyder på smolten i denne regionen har vært spesielt utsatt for høy dødelighet i tilknytning til utvandring og opphold i sjøfasen. Lav sjøoverlevelse kan i stor grad virke som en flaskehals for å opprettholde livskraftige og høstbare laksebestander i de LIV-elvene. Det økte innsiget av laks i 2011 og 2012 er et positivt i den forstand, og viser at flere av LIV-elvene har et betydelig potensial for å opprettholde livskraftige bestander av laks.

I flere av elvene er det allerede innført tiltak som trolig er vesentlige for produksjonen av fisk. Et av de viktigste tiltakene som er iverksatt er de gjeldende bestemmelsene om minstevannføring. I Daleelva, Ekso og Modalselva

Tabell 4. Oversikt over potensielle flaskehalsar for laks og sjøaure i LIV-elvene og forslag til tiltak for å motvirke disse.

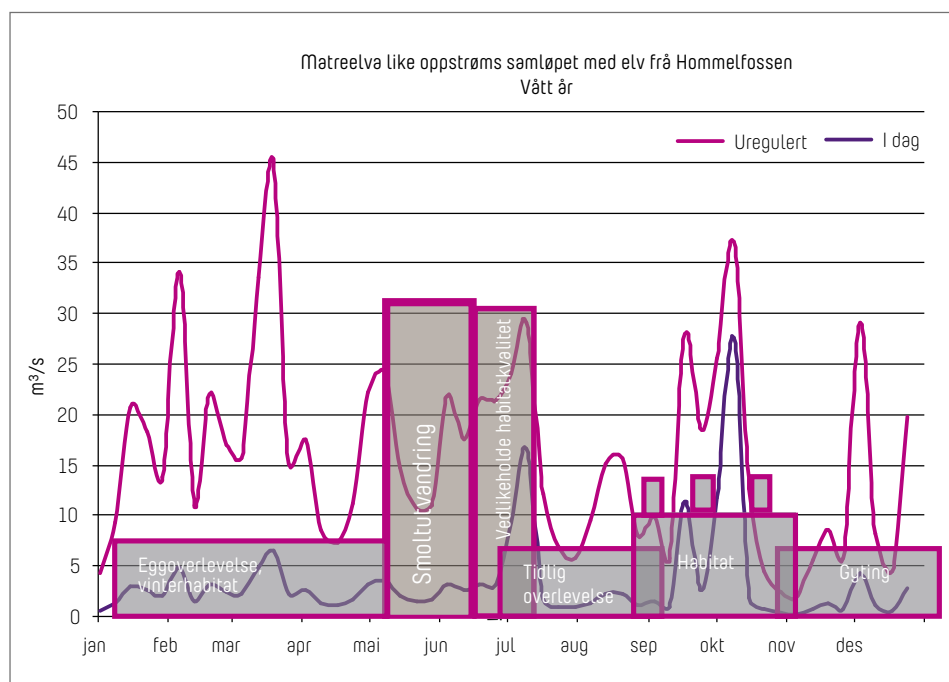
| Potensiell flaskehals: | Vassdrag: | Tiltak: |
|-----------------------------------|--|--|
| Lav vannføring | Teigdalselva, Matreelva | Etablere dynamisk vannføring |
| Forsuring | Modalselva, Matreelva | Kalke for å etablere laks i elvene |
| Rømt oppdrettslaks | Alle | Uttak av oppdrettslaks |
| Hurtige vannstandsfluktuasjoner | Ekso, Daleelva, Modalen | Unngå avvik i miljøtilpasset vannstandsreduksjon |
| Begrensede gytemuligheter | Matreelva, Daleelva, Ekso, Bolstadelva | Legge ut gytegrus, fjerne vannvegetasjon |
| Forurensning | Daleelva | Overvåke, lokalisere, kontroll på utslippene |
| Gassovermetning | Matreelva | Overvåke inntaket, kontroll |
| Dårlig kvalitet på ungfiskhabitat | Teigdalen | Biotopjustering |
| Oppvandring i fisketrapp | Modalen, Ekso | Justere fiskepassasjene |
| Tilgang til sideelv | Ekso (Mysterelv), Daleelva | Biotopjustere sideelvene |

er det fastsatt pålegg om minstevannføring både på elvestrekningene nedstrøms kraftstasjonene og i restfeltene. I Matreelva foreligger det en selvpålagt minstevannføring nedstrøms Hummelfoss kraftverk, mens Teigdalselva er uten minstevannføring. Hydrologiske data tilsier at vannføringen i Teigdalselva periodevis kan bli svært lav, og trolig er en flaskehals for ungfiskproduksjonen i vassdraget. I tillegg er vannføringen svært lav i Matreelva oppstrøms Hummelfoss kraftverk. Særlig vurderes de lave vannføringene vintertid å være en flaskehals for overlevelsen til ungfisk hos laks og aure (Chadwick 1982, Gibson & Myers 1988, Cunjak et al. 1998). Det er dokumentert at økt vintervannføring kan gi økt ungfiskproduksjoner i regulerte evler som i Altaelva (Næsje et al. 2005) og Orkla (Hvidsten et al. 2004). En økning av vannføringen i restfeltene i LIV-elvene vil mest sannsynlig øke produksjonen av fisk siden produksjonsarealet er betydelig redusert etter reguleringen. En måte å løse tilstrekkelig mengde vann i restfeltene på, er å etablere en dynamisk vannføring som tilpasses fiskens krav gjennom året og ulike livsfaser. Slipp av vann for å opprettholde kravet til minstevannføringen er unødvendig så lenge tilslaget av vann er større enn minstevannføringskravet, mens det i andre perioder kan være nødvendig med slipp av vann. En tilnærming til en slik dynamisk regulering av vannføringen, kan være å benytte byggeklossmetoden

(Building Block Methodology; Tharme & King 1998). Denne «byggeklossmetoden» er en tilnærming for optimal bruk av vannressurser til ulike interesser (kraft, fisk, vanning osv.), og blir i økende grad anvendt internasjonalt. For f.eks. laks så vil metoden kunne bli brukt til å vurdere hvordan man kan danne vannføringsforhold som er gunstige for laks, hvor man kan definere gunstige vannføringsforhold ut fra laksens miljøkrav i ulike livsstadier (klossene) til ulike tider av året (se Figur 18 for en illustrasjon). Byggeklossmetoden brukt på laks skiller seg fra tradisjonelle tilnærminger basert på ulike former for nedskaleringer av naturlige forhold ved at den tar hensyn til og prøver å tilfredsstille laksens spesifikke krav i ulike faser.

Første skritt i denne prosessen er å identifisere de viktigste flaskehalsene for fiskeproduksjon. I «LIV-vassdragene er disse stadiene forventet å være de viktigste flaskehalsene i forbindelse med vannslipp:

- 1) Vinteroverlevelse for rogn og laksunger, inkluderer gytesesongen (vintervannføring)
- 2) Smoltutvandring, lokkeflommer i restfeltene (smoltvannføring)
- 3) Oppvekst og sommerhabitat (sommervannføring)
- 4) Oppvandring av fisk (oppvandringsvannføring)



Figur 18. En illustrasjon av hvordan man kan bruke byggeklosser til å vurdere eller fastsette vannføringsforhold som tar hensyn til miljøkrav til laks i ulike livsfaser. Høyden og bredden på klossene er ment som illustrasjoner på tilnærmingen. Høyden og bredden må tilpasses det enkelte vassdrag med hensyn til de viktigste flaskehalsene. Figuren er et eksempel med vannføringskurver for restfeltet i Matreelva i et år med mye nedbør.

11 Konklusjon

Mens fornybar energi fra vannkraft i stadig større grad blir trukket frem som en viktig del av løsningen på den globale klimakrisen, blir det også stilt stadig større krav til å løse de lokale miljøkonsekvensene forbundet med vassdragsregulering. Med sine spesielle livssykluser er laks og sjøaure utsatt for ulike inngrep i vassdragene og fjordsystemene utenfor. I tillegg til å være gode indikatorer for miljøtilstanden til vassdragsnaturen, representerer fiske etter laks og aure også en viktig ressurs for mange lokalsamfunn langs vassdragene og fjordene utenfor. Muligheten til å sikre livsbetingelsene for laks og sjøaure i regulerte vassdrag krever god kunnskap om forholdene som påvirker fiskeproduksjonen. Dette har vært utgangspunktet for LIV-prosjektet hvor tidsserier om biologiske og hydrologiske forhold har gitt grunnlag for å evaluere og videreutvikle tiltak for å styrke bestandene.

Undersøkelsene har også bidratt til at en har opparbeidet basisinformasjon som har inngått i ulike typer forskningsaktivitet (blant annet flere delprosjekter i forskningssenteret CEDREN) og en masteroppgave og en doktoravhandling ved Universitetet i Bergen. I tillegg gir LIV et godt kunnskapsgrunnlag for klassifisering i Vannrammedirektivet, og kommende vilkårsrevisjoner.

Det markert økte innsiget av laks som ble registret i 2011 og 2012 viser hvilket stort potensial LIV-elveene har med tanke på antall tilbakevandret laks og muligheter for rekreasjon og naturopplevelser knyttet til laksefiske. En forutsetning for et slikt høyt innsig av laks er at elvefasen av livssyklusen fungerer, dvs. at elva har normale betingelser for produksjon av smolt. I Ekso og Daleelva viser resultatene at smoltproduksjonen har vært stor nok til å gi et høyt innsig av laks når forholdene i fjord og hav gir god sjøoverlevelse som i 2011 og 2012. De iverksatte tiltak fra BKK for å opprettholde smoltproduksjonen i disse elvene har vært viktige for å oppnå et slikt resultat. Kunnskapen som er opparbeidet om fiskebiologiske og hydrologiske forhold i LIV-prosjektet gir et godt grunnlag for å evaluere og videreutvikle slike elvespesifikke tiltak rettet mot fiskebestandene.

12 Litteratur

- Anon. 2012. Status for norske laksebestander i 2012. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 4, 103 s.
- Anon. 2011a. Status for norske laksebestander i 2011. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 3, 285 s.
- Anon. 2011b. Vedleggsrapport med vurdering av måloppnåelse for de enkelte bestandene. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 3b, 566 s
- Armitage, P. D., Moss, D., Wright, J. F., & Furse, M. T. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research* 17: 333–347.
- Barlaup, B.T. & Skoglund, H. 2008. Vossolaksen – særtrekk, fangst og bestandsutvikling. I: Nå eller aldri for Vossolaksen (red. Barlaup B.T.). Direktoratet for naturforvaltning. Utredning 2008-9. 172 sider.
- Bjerknes, V., Gabrielsen, S.E. & Halvorsen, G.A. 2007. Vurdering av vannkjemiske og biologiske tiltak i Modalsvassdraget. En pilotstudie. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). LNO-558. 38 s.
- Bremset, G., Forseth, T., Ugedal, O., Gjemlestad, L.J. & Saksgård, L. (2008). Potensial for produksjon av laks i Kvinavassdraget. Vurdering av tapsefaktorer og forslag til kompensasjonstiltak – NINA Rapport 321, 37 s.
- Chadwick, E.M.P. 1982. Stock-recruitment relationships for Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Newfoundland rivers. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 39, 1496-1501.
- Cunjak, R.A., Prowse, T.D. & Parris, D.L. 1998. Atlantic salmon (*Salmo salar*) in winter: the season of parr discontent? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55 (Supplement 1), 161-180.
- Direktoratet for naturforvaltning. 2011. Plan for kalking av vann og vassdrag i Norge 2011-2015. DN-rapport 2-2011.
- Diserud, O.H., Fiske, P. & Hindar, K. 2012. Forslag til kategorisering av laksebestander som er påvirket av rømt oppdrettslaks. NINA-Rapport 782. 32 s + vedlegg.

- Einum, S. & Nislow, K.H. 2011. Variation in population size through time and space: Theory and recent empirical advances from Atlantic salmon. I: Atlantic salmon ecology (red. Ø. Aas, S. Einum, A. Klemetsen & J. Skurdal). Wiley-Blackwell. 467 sider.
- Fjellheim, A. & Raddum, G.G. 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. *The Science of the Total Environment*, 96: 57-66.
- Gibson, R.J. & Myers, R.A. 1988. Influence of seasonal river discharge on survival of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 3, 39-73.
- Hesthagen, T. & Hansen L. P. 1991. Tap av laks i forsørede lakseelver i Norge. NINA Oppdragsmelding 94: 1-12 s.
- Hindar, K. & Diserud, O. 2007. Sårbarhetsvurderinger av ville laksebestander overfor rømt oppdrettslaks. NINA Rapport 244. 45 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., Sægrov, H. & Sættem, L. M. 2007. Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. - NINA Rapport 226. 78 s.
- Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Jensen, A.J., Fiske, P., Ugedal, O., Thorstad, E.B., Jensås, J.G., Bakke, Ø. & Forseth, T. 2004. Orkla, et nasjonalt referanse-vassdrag for studier av bestandsregulerende faktorer hos laks. Samlerapport for perioden 1972-2002. NINA Fagrapport 79, 96 sider.
- Lund, R.A., Johnsen, B.O. & Hvidsten, N.A. 2003. Fiskeribiologiske undersøkelser i Surna 2002. NINA Oppdragsmelding 788, 41 s.
- Næsje, T.F., Fiske, P., Forseth, T., Thorstad, E.B., Ugedal, O., Finstad, A.G., Hvidsten, N.A., Jensen, A.J. & Saksgård, L.M. 2005. Biologiske undersøkelser i Altaelva. Faglig oppsummering og kommentarer til forslag om varig manøvreringsreglement. NINA Rapport 80, 99 sider.
- Raddum, G.G. 1999. Large scale monitoring of invertebrates: Aims, possibilities and acidification indexes, p. 7-16, In Raddum, G.G., Rosseland, B.O., and Bowman, J. Workshop on biological assesment and monitoring; evaluation and models, NIVA Report SNO 4091/1999, ICP Waters Report 50/1999, 96 pp.
- Raddum, G.G. & Gabrielsen, S-E. 1999. Endringer I temperatur og veksrt av fisk I Bolstadelva etter regulering. LFI-Rapport nr. 110. 31s.
- Saltveit, S.J. & Bremnes, T. 2004. Effekter på bunndyr og fisk av ulike vannføringsregimer i Suldalslågen. Sluttrapport. Suldalslågen-Miljørappport, 42, 137 s.
- 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 pp.
- Tvede, A. 2006. Vanntemperatur og isforhold. I Økologiske forhold i vassdrag – konsekvenser av vannføringsendringer (S.J. Saltveit, red.). Norges vassdrags- og energidirektorat. 152 s.
- Wotton, R.J. 1990. Ecology of teleost fishes. Chapman & Hall. London. 404 sider.



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