

Modalselva

Langsiktige undersøkelser av laks og sjøaure
i perioden 2006-2016 («LIV II»)



Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)

Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske

NORCE LFI

Nygårdsgaten 112

5008 Bergen

Telefon: 55 58 22 28

ISSN nr: ISSN-2535-6623

LFI-rapport nr: 340

Tittel: Modalselva - Langsiktige undersøkelser av laks og sjøaure i perioden 2006-2016 («LIV II»).

Dato: 11.04.2019

Forfattere: Sven-Erik Gabrielsen, Bjørnar Skår, Gunnar B. Lehmann, Godtfred A. Halvorsen, Tore Wiers, Eirik Normann, Helge Skoglund

Geografisk område: Hordaland

Oppdragsgiver: BKK Produksjon AS

Antall sider: 27

Emneord: Regulert vassdrag, fisk, bunndyr, fysisk habitat

Utdrag: Modalselva er blitt utbygget gjennom flere trinn. Første trinn i reguleringen var overføringen av Holskardvannet i 1975 til Evanger kraftstasjon og siste utbyggingstrinn var i 2005 med idriftsettelse av Nygard pumpekraftverk. Vassdraget hadde et opprinnelig nedbørfelt ved utløpet på 360 km², mens reguleringen har ført til at det i dag er på 341 km². Vannføringsregimet i dag er endret i forhold til regimet før reguleringene. Den største endringen er på strekningen mellom Almelid og Hellandsfossen ved at gjennomsnittlig vannføring er redusert med 87 % året sett under ett. I hovedløpet har ikke gjennomsnittlig vannføring endret seg i nevneverdig grad, men vannføringen er høyere på vinteren og lavere om sommeren sammenlignet med vannføringsregime før reguleringen. Temperaturmålingene viser at vassdraget er forholdsvis kaldt om sommeren sammenlignet med andre vassdrag på Vestlandet.

Produksjonsarealet er i dag betydelig større som følge av etablerte fisketrapper i Hellandsfossen og Almelidfossen, og er i dag på 1,2 km².

Vassdraget er forsuringsbelastet, men kalkingen som ble satt i drift i 2016 sørger for gode vannkjemiske forhold for vannlevende organismer. De vannkjemiske forholdene skal ikke lenger være en begrensende faktor for produksjonen av laks og aure. Det storstilte

reetableringsarbeidet (rognplanting og smoltslep) for laks i regi av Miljødirektoratet, vil trolig føre til en betydelig økt produksjon av laks i elva. Tiden fremover vil avklare om elven får en selvreproduserende bestand av laks. Sjøaurebestanden antas å ha vært for lav siden 2005 for å sikre nødvendig rekruttering. Det fanges svært få laks på sportsfisket i Modalselva, og fangstene av sjøaure har i de siste årene vist en sterk tilbakegang.

Vi anbefaler BKK å gjennomføre miljødesignundersøkelser i restfeltet mellom Hellandsfossen og Almelid for å kartlegge fiskens vannbehov til enhver tid. Denne type undersøkelse bør også inkludere en vurdering av de to tersklene som ble etablert høsten 1999 på samme strekning.

Flere steder er elvebunnen hardpakket. I tillegg ser det ut til at store arealer har blitt dekket med teppemose som i sterk grad tetter igjen hulrom som kan benyttes av ungfisk. Vi forslår derfor at elvebunnen løsnes opp med en ripper i områder som er egnet til dette. Dette er utført i stor skala i f.eks. Aurlandselva og Frafjordelva med positive effekter på fiskeproduksjonen.

Dagens kjøring av Hellandsfoss kraftstasjon bør vurderes med hensyn på utfall og rask reduksjon i vannføring. Dette kan gjøres ved å bruke dagens registrering av vannføring med vannstandsloggeren rett nedstrøms utløpet av Hellandsfoss kraftstasjon. De raske vannstandsreduksjonene som kan forekomme i forbindelse med kraftproduksjonen der utløpet fra kraftverk er i elv, kan føre til stranding av både gytegroper, ungfisk og smolt. For å motvirke dette problemet, er det derfor viktig å opprettholde driften av den miljøbaserte vannføringen og i størst mulig grad unngå avvik som gir en unaturlig rask reduksjon i vannføringen. Det anbefales en gjennomgang av historiske produksjonsdata for å finne frekvensen og hyppigheten av eventuelle utfall av kraftstasjonen eller andre brå endringer i produksjonen..

Det er viktig at de nye fiskepassasjene (Almelidfoss og Hellandsfoss) fungerer etter hensikten og at de derfor overvåkes og holdes ved like dersom det oppstår skader på installasjonene eller blokkeringer av vannstrømmen. Fiskevandring av både voksen fisk og smolt bør overvåkes. Det er lite kunnskap om nedvandring av voksen fisk og smolt i forbindelse med inntaket til Hellandsfoss kraftstasjon ved Almelid og inntaket inn til det lokale kraftverket ved Hellandsfoss. Dette bør avklares.

Det er i flere år registrert ganske mange oppdrettslaks ved gytefisketellingene. Overvåking og uttak av oppdrettslaks er et viktig tiltak for å redusere uheldig negative effekter av innblanding av gener fra oppdrettslaks i villaksbestanden.

Det er viktig å følge opp situasjonen med gassmetning nedstrøms Hellandsfoss kraftstasjon. Lukking av aktuelle bekkeinntak har vist seg å gi positiv effekt og situasjonen bør stabiliseres over tid.

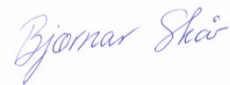
Forord

Siden 2006 har Uni Research Miljø LFI på oppdrag fra BKK Produksjon AS gjennomført et miljøsamarbeid som omhandler bestandssituasjonen for laks og sjøaure samt undersøkelser av bunndyrsamfunnet i Modalselva. En kartlegging av de fysiske og hydromorfologiske forhold samt en beskrivelse av utbyggingen av reguleringen er tidligere utført. Denne rapporten er en videreføring for å belyse utviklingen i bestandene av laks og sjøaure i Modalselva i perioden 2006-2016.

Bergen, april 2019



Sven-Erik Gabrielsen
Prosjektleder



Bjørnar Skår
Prosjektmedarbeider

INNHold

1.0	Innledning	6
1.1	Bakgrunn og hensikt	6
1.2	Områdebeskrivelse	7
2.0	Metode	7
2.1	Elektrisk fiske	7
2.2	Gytefiskregistreringer og egg tetthet	8
2.3	Bunndyr	9
2.4	Vanntemperatur	9
3.0	Resultater og diskusjon.....	10
3.1	Bestandssituasjon for laks og sjøaure.....	10
3.2	Gytefisktelling og egg tetthet	11
3.3	Overvåking av ungfiskbestanden	14
3.4	Tettheter av aure	14
3.5	Aurens vekst.....	15
3.6	Tettheter av laks	16
3.7	Laksens vekst	17
3.8	Vanntemperatur	17
3.9	Vannkjemiske forhold	19
4.0	Bunndyr	20
5.0	Andre forhold som kan påvirke fiskeproduksjonen.....	21
5.1	Gassmetning	21
5.2	Fisketrapper	22
5.3	Kalking.....	22
6.0	Oppsummering Modalselva	22
7.0	Flaskehalsen for fiskebestandene og aktuelle tiltak	23
8.0	Litteratur	25
9.0	Vedlegg 1	27

1.0 Innledning

1.1 Bakgrunn og hensikt

Som en del av det pågående miljøsam arbeidet mellom BKK og Uni Research Miljø LFI (heretter kalt LFI) ble det i perioden 2006-2011 gjennomført et samordnet prosjekt for de seks "BKK-elvene" der LFI jevnlig har oppdrag. Dette gjelder Matreelva, Modalselva, Ekso, Daleelva, Teigdalselva og Bolstadelva. Prosjektet har hatt navnet: «Livet i vassdragene (LIV)» og har hatt følgende målsettinger:

- 1) opparbeide langsiktige tidsserier i de seks regulerte elvene som grunnlag for miljøstatus og langsiktig forskning
- 2) studere bestandsregulerende mekanismer hos laks- og sjøaurebestander
- 3) videreutvikle tiltak for å styrke rekrutteringen til fiskebestander i regulerte vassdrag
- 4) etablere de utvalgte elvene som nasjonale referansevassdrag med tanke på forskning og forvaltning av laksefisk

LFI har bidratt med kompetanse om ferskvannsbibliologi, mens BKK har bidratt med sin ekspertise innen hydrologi og hydraulikk.

Metodisk har arbeidet for LFI bestått i tre målepunkt per år:

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

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

- Middelverdier med avvik for månedlig vannføring 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

I tillegg til disse undersøkelsene har det enkelte vassdrag blitt kartlagt etter hovedprinsippene i «Håndbok for miljødesign i regulerte vassdrag» (Forseth & Harby 2013) for å kunne utarbeide forslag til ulike tiltak som kan bedre forholdene for fisken i vassdraget. Dette arbeidet for Modalselva er gjengitt i Gabrielsen et al. (2011) og i Stenseth & Kirkhorn (2009).

For å få videreført de langsiktige tidsseriene i perioden 2011-2016 har det vært utført oppfølgende fiskebiologiske undersøkelser. I denne rapporten gjengis de viktigste resultatene for perioden 2005-2010 og nye resultater for perioden 2011 - 2016.

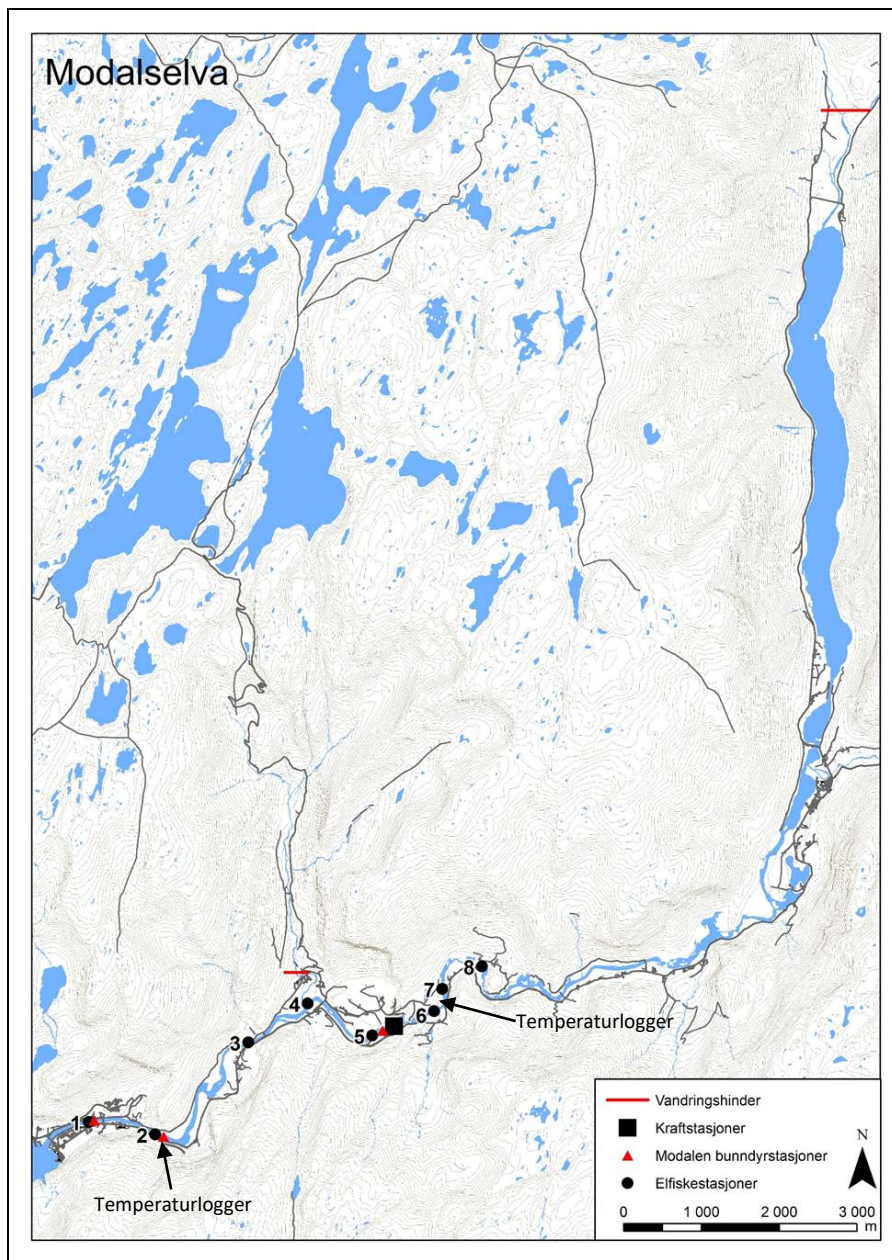
1.2 Områdebeskrivelse

Modalsvassdraget (NVE vassdragsnummer 064.Z) har sitt utspring i Stølsheimen. Vassdraget ble regulert i 1975 og siste utbyggingstrinn var i 2005 med Nygard pumpekraftverk. Vassdraget hadde et opprinnelig nedbørfelt ved utløpet på 360 km², mens det i dag er på 341 km². Basert på kartgrunnlag er det totale vanndekte elvearealet (produksjonsarealet for fisk) ca. 1 287 000 m² på en strekning som er ca. 24 km lang. Vannføringsregimet har endret seg betydelig i restfeltet og noe i hovedløpet etter reguleringen av Modalsvassdraget. I restfeltet er gjennomsnittlig vannføring redusert med 87 % i forhold til det vannføringen var før reguleringen. Reduksjonen er størst om sommeren. Det er innført en minstevannføring på 3,0 m³/s i perioden 16. april-15. juli, 5 m³/s i perioden 16. juli-30. september og 2,2 m³/s i perioden 1. oktober-15. april på strekningen mellom inntaket ved Almelid og ned til Hellandsfossen. I hovedløpet har ikke gjennomsnittlig vannføring endret seg så mye, men vannføringen er høyere på vinteren og lavere om sommeren sammenlignet med vannføringsregimet før reguleringen. Modalselva er et forholdsvis sommerkaldt vassdrag. For en videre beskrivelse av Modalselva, henvises det til tidligere rapport (Gabrielsen et al. 2011).

2.0 Metode

2.1 Elektrisk fiske

Tettheten av ungfisk ble undersøkt ved et kvantitativt elektrisk fiske med tre gangers fiske av den enkelte stasjon i henhold til metode beskrevet av Bohlin et al. (1989). Arealet på den enkelte stasjon var 100 m². All fisk som ble samlet inn ved elektrisk fiske ble artsbestemt, og et utvalg ble lengdemålt og aldersbestemt ved lesing av otolitter. Det er skilt mellom ensomrig og eldre fisk. Tetthetsberegningene er gjort for hver av disse to gruppene. Stasjonsnettets består av åtte stasjoner (**Figur 1**).



Figur 1. Oversikt over stasjoner for elektrisk fiske, bunndyr, vandringshinderet for laksefisk og kalkdoserer i Modalselva.

2.2 Gytefiskregistreringer og egg tetthet

Tellingene er utført med metode og metodikk som tilfredsstillende NS 9456 - Visuell telling av laks, sjøørret og sjørøye. Gytefisktellene ble utført ved at en eller flere personer snorklet nedover elva. Observasjoner av fisk ble fortløpende noterte på vannfaste blokker og markert på vannfaste kart. Sjøauren ble delt inn i følgende størrelseskategorier: <1 kg, 1-2 kg, 2-3 kg og >3 kg. Blenkjer, dvs. umoden sjøaure 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), og oppdrettslaks ble skilt fra villaks. Oppdrettslaks kan ofte skilles fra villfisk ut i fra finneslitasje, kroppsform og avvikende pigmenteringsmønster, men oppdrettslaks som har gått i sjøen i lengre tid vil ofte ikke kunne skilles fra villaks utelukkende basert på morfologiske kriterier. Dette medfører at andelen av oppdrettslaks generelt kan bli underestimert ved dykkerregistreringene (Lehmann m. fl. 2008). Dykkerregistreringene har også gitt viktig informasjon angående fordeling av ulike habitattyper.

Eggtetthet er beregnet ut fra en forventning om antall egg gytt av hunnfiskene i de ulike størrelseskategoriene i bestanden, i forhold til elvearealet. Dette er gjort ved samme metode som er brukt for utregning av gytebestandsmål (Hindar m. fl. 2007), der andelen av hunnfisk blant tert, mellomlaks og storlaks er antatt å være henholdsvis 10 %, 70 % og 55 %. 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 hunnfisk ble antatt å være 1450 for laks (Hindar m.fl. 2007) og 1900 for sjøaure (Sættem 1995). Arealet i Modalselva er basert på boniteringsdata, oppmålingsdata og digitalisert kartverk (N50-kartverk). Arealet er beregnet å være 1,2 km².

2.3 Bunndyr

Bunndyrmaterialet består av en kvalitativ prøve (sparkeprøve, Frost et al., 1971) fra tre lokaliteter i Modalselva (**Figur 1**) fra 2012 til og med 2016. Våren 2014 var det for mye vann på St. 2 nederst i elva og prøven ble ikke tatt. I 2016 ble denne stasjonen flyttet opp til ca. 50 m ovenfor riksveibrua. Prøvene ble samlet inn med hov med 250 µm maskevidde, og konserverte på alkohol. Det ble sparket i substratet foran hoven i ca. 3 meters lengde. Hver prøve ble sortert på laboratoriet i en time, for så å bli artsbestemt.

Forsuringsindeks 1 og 2 for hver prøve ble beregnet fra hver lokalitet (Fjellheim & Raddum, 1990; Raddum, 1999). ASPT indeksen (Average Score Per Taxon) (Armitage et al., 1983) ble beregnet etter beskrivelse i siste veileder fra Vanndirektivet (Direktoratsgruppa, 2013). Dette er en indeks som angir organisk belastning (eutrofiering) på en lokalitet. Ved belastning og gjødsling med organisk stoff vil oksygenforholdene i elvebunnen reduseres, og dette påvirker bunnfaunaen.

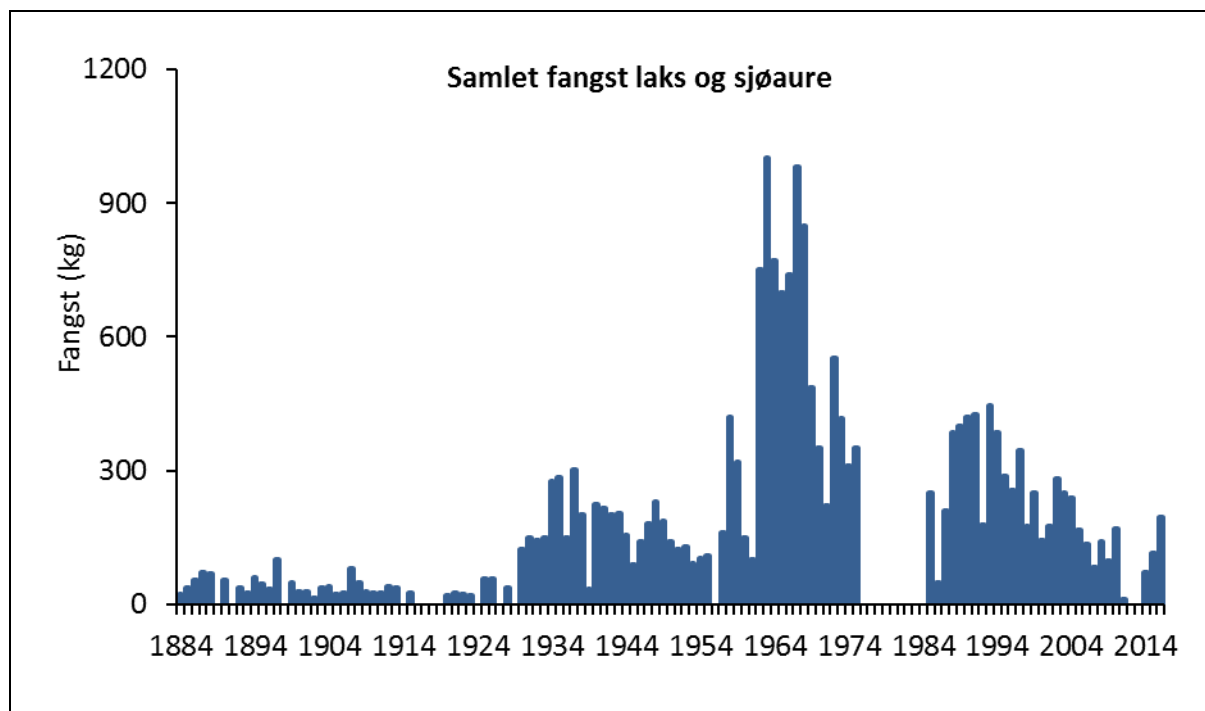
2.4 Vanntemperatur

Vanntemperatur har blitt registrert hver 2. time i restfeltet og i hovedløpet siden 2002 med en Vemco Minilog temperaturlogger (**Figur 1**).

3.0 Resultater og diskusjon

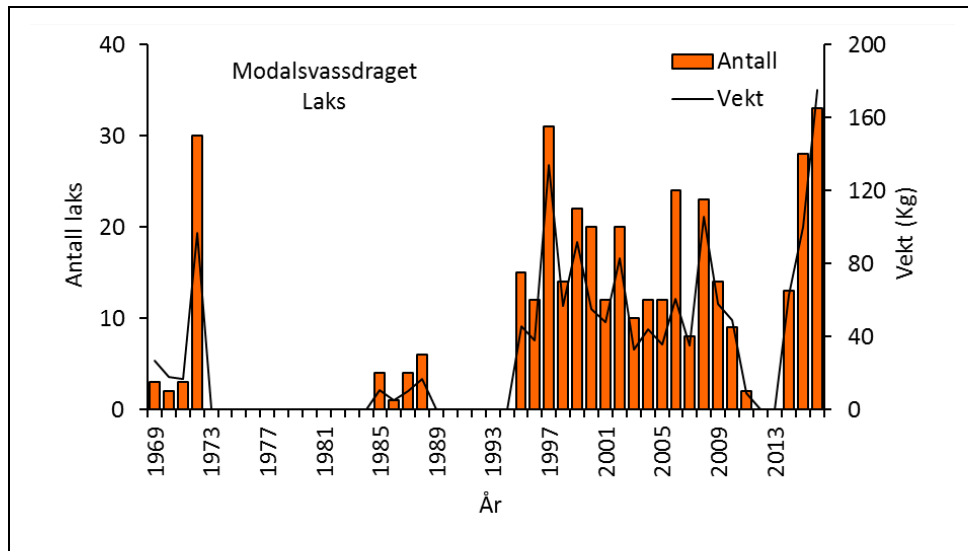
3.1 Bestandssituasjon for laks og sjøaure

Den offisielle fangststatistikken for Modalselva går tilbake til 1884. Det er ikke skilt på sjøaure og laks i fangstene før 1969. Statistikken er noe mangelfull, men viser at fangstene har vært relativt lave bortsett fra en periode på 1960-tallet med ganske gode fangster. Den høyeste fangsten som har vært innrapportert var på 1000 kilo i 1963. Gjennomsnittlig fangst i perioden 1884-2016 for de årene det ble rapportert inn fangster er på 201 kilo.



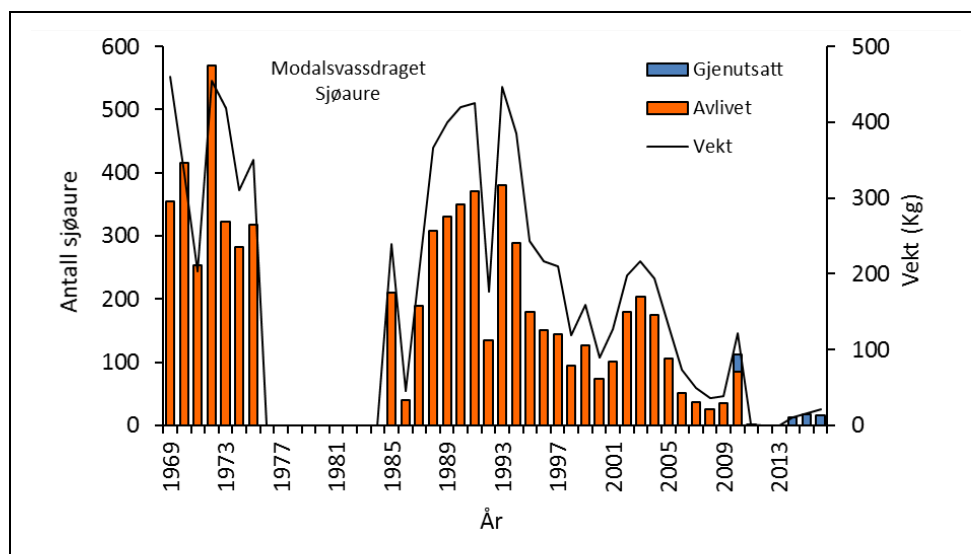
Figur 2. Offisiell fangststatistikk for laks og sjøaure fanget i Modalselva i perioden 1884-2016. Kalking med dosererer startet i 2016.

I følge den offisielle fangststatistikken for Modalselven, finnes det ingen data på fangster av bare laks før 1969. Fangstene av laks har vært lave i perioden 1969-2016. Den høyeste innrapporterte fangsten var i 2016 med 175 kilo laks (**Figur 3**). Dette samsvarer med det sporadiske innslaget av laks tatt på stasjonsnett for elektrisk fiske, og det forsterker inntrykket av at det ikke er en etablert laksebestand i vassdraget. Gjennomsnittlig fangst i perioden 1969-2016 for de årene det ble rapportert inn fangster er på 56 kilo. Fangstene av laks har i flere år vært preget av et høyt innslag av rømt oppdrettslaks, men siden 2010 er det ikke registrert rømt oppdrettslaks i skjellmaterialet (Urdal 2016).



Figur 3. Offisiell fangststatistikk for laks fanget i Modalselva i perioden 1969-2016. Kalking med doserer startet i 2016.

Fra perioden før 1969 finnes det få data på fangster av sjøaure ifølge den offisielle fangststatistikken for Modalselva. I perioden 1969-2016 har fangstene variert fra 45 kilo i 1986 til 460 kilo i 1969 (**Figur 4**). Gjennomsnittlig fangst i perioden 1969-2016 for de årene det ble rapportert inn fangster er på 220 kilo. De innrapporterte fangstene av sjøaure tyder på at det har skjedd en sterk reduksjon i sjøaurebestanden i Modalsvassdraget de siste 25 år. Sjøauren har vært fredet siden 2012.



Figur 4. Offisiell fangststatistikk for sjøaure fanget i Modalselva i perioden 1969-2016. Kalking med doserer startet i 2016.

3.2 Gytefisktelling og eggtetthet

Gytefisktellingene er utført årlig siden 1999. I perioden 1999-2002 ble bare antallet sjøaure registrert, mens det for resten av perioden er delt opp i størrelseskategorier (**Tabell 1**). Det ble i perioden 1999-2002 utført tellinger av gytefisk fra gummiluken ved Almelid og ned til utløpet, mens det fra og med 2003 er talt gytefisk fra Hellandsfossen og ned til utløpet. Det ble observert en relativ høy gytebestand av sjøaure de første årene, men etter 2005 har gytebestanden avtatt. Ut fra tellingene kan det beregnes at det årlig har blitt tilført mindre enn 2 egg pr. m² elveareal på anadrom

strekning. Basert på de beregnede eggtehetene er bestandsstatusen til sjøauren i Modalsvassdraget dårlig (**Figur 5**). Mange av sjøaurene blir ganske store (over 2 kilo). Laks er delt opp i størrelseskategorier i gytefisktellene fra 2001 (**Tabell 1**). Innslaget av oppdrettslaks for perioden 2002-2016 er på 15 %. Innslaget av oppdrettslaks var høyest i 2002, 2003, 2008 og i 2009. Andelen av oppdrettslaks vil imidlertid være underestimert fordi tidlig rømt oppdrettslaks kan være vanskelig å skille fra villaks. Det ble registrert en lav gytebestand av laks i perioden 1999-2016, og vassdraget anses ikke å ha en stedegen laksebestand (**Figur 5**). Den historisk høye andelen av rømt oppdrettslaks anses også som en trussel for reetablering av en villaksbestand i vassdraget.

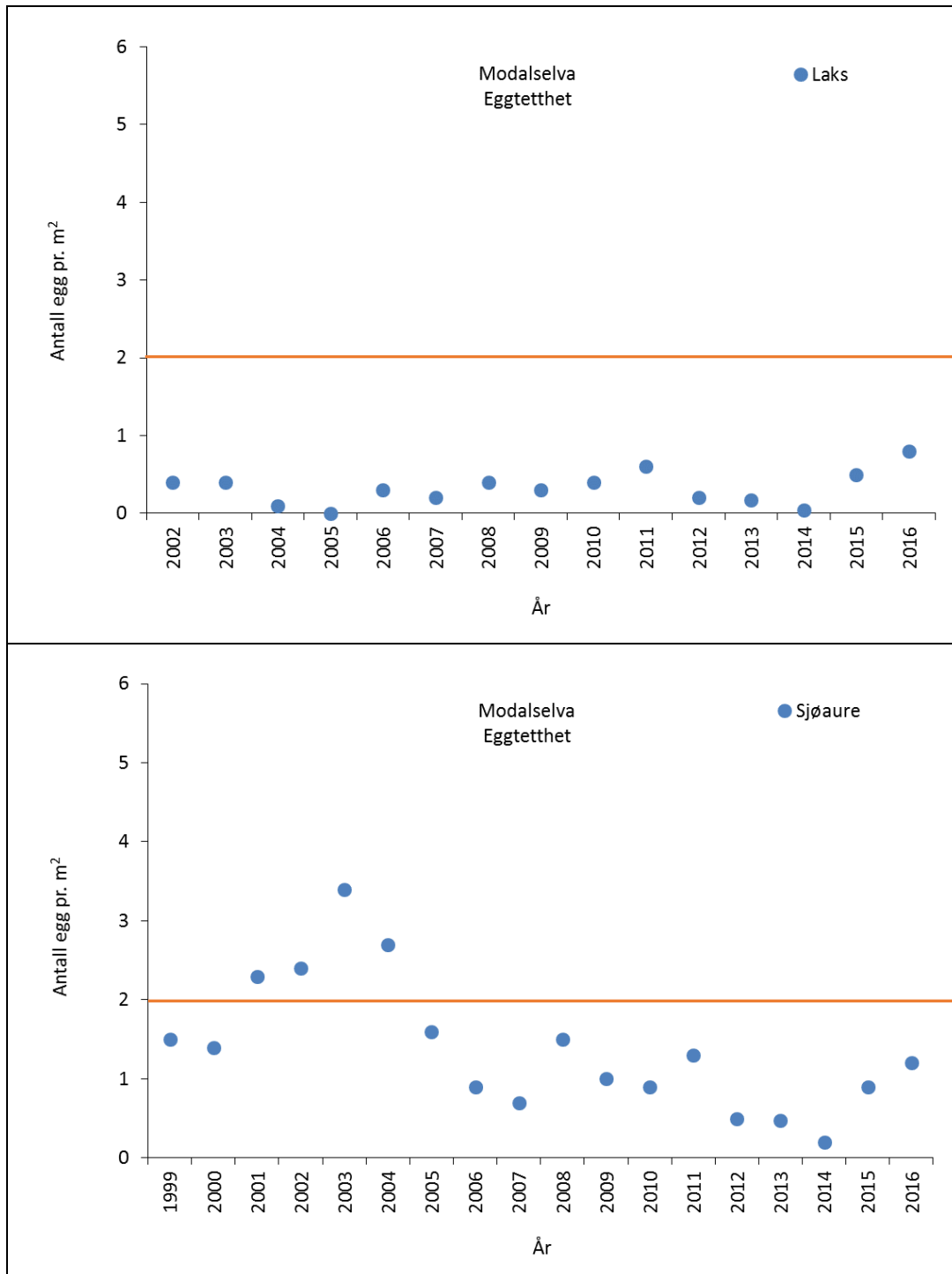
Tabell 1. Resultater fra gytefisktellene i Modalselva i perioden 1999-2007.

		Modalen								
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Sjøaure	0,5 – 1 kg	--	--	--	--	311	258	122	119	44
	1 – 2 kg	--	--	--	--		403	164	105	71
	2 – 3 kg	--	--	--	--	523 ¹	60	58	25	22
	> 3 kg	--	--	--	--	55	6	21	3	11
	Sjøaure totalt	380	354	571	602	889	727	365	252	148
Villaks	Tert (>3 kg)		2	4	23	24	4	2	4	0
	Mellomlaks (3 – 7 kg)		0	5	14	24	7	2	10	9
	Storlaks (> 7 kg)		0	1	11	2	0	0	6	3
	Villaks totalt	4²	2	10	48	50	11	4	20	12
Oppdrettslaks	Tert (>3 kg)	--	--	--	1	0	0	0	1	1
	Mellomlaks (3 – 7 kg)	--	--	--	14	33	1	1	4	3
	Storlaks (> 7 kg)	--	--	--	5	0	0	0	0	0
	Oppdrettslaks totalt	--²	--²	--²	20	33	1	1	5	4

¹ Vektklasse 1-2 kg og 2-3 kg slått sammen, ² Ingen vektclasser, oppdrettslaks ikke skilt ut

Forts Tabell 1. Resultater fra gytefisktellene i Modalselva i perioden 2008-2016.

		År								
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Sjøaure	0,5 – 1 kg	104	91	108	192	77	64	44	117	137
	1 – 2 kg	93	105	92	104	46	55	16	88	110
	2 – 3 kg	89	37	25	38	17	9	6	29	51
	> 3 kg	27	8	9	16	0	5	4	7	12
	Sjøaure totalt	313	241	234	350	140	133	70	251	310
Villaks	Tert (>3 kg)	12	8	7	19	9	12	4	37	9
	Mellomlaks (3 – 7 kg)	22	17	25	38	7	11	3	21	37
	Storlaks (> 7 kg)	4	3	3	3	4	0	0	4	9
	Villaks totalt	38	28	35	60	20	23	7	63	55
Oppdrettslaks	Tert (>3 kg)	1	2	0	0	0	2	0	3	0
	Mellomlaks (3 – 7 kg)	12	17	7	5	1	1	0	0	3
	Storlaks (> 7 kg)	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oppdrettslaks totalt	14	19	7	5	1	3	0	3	3



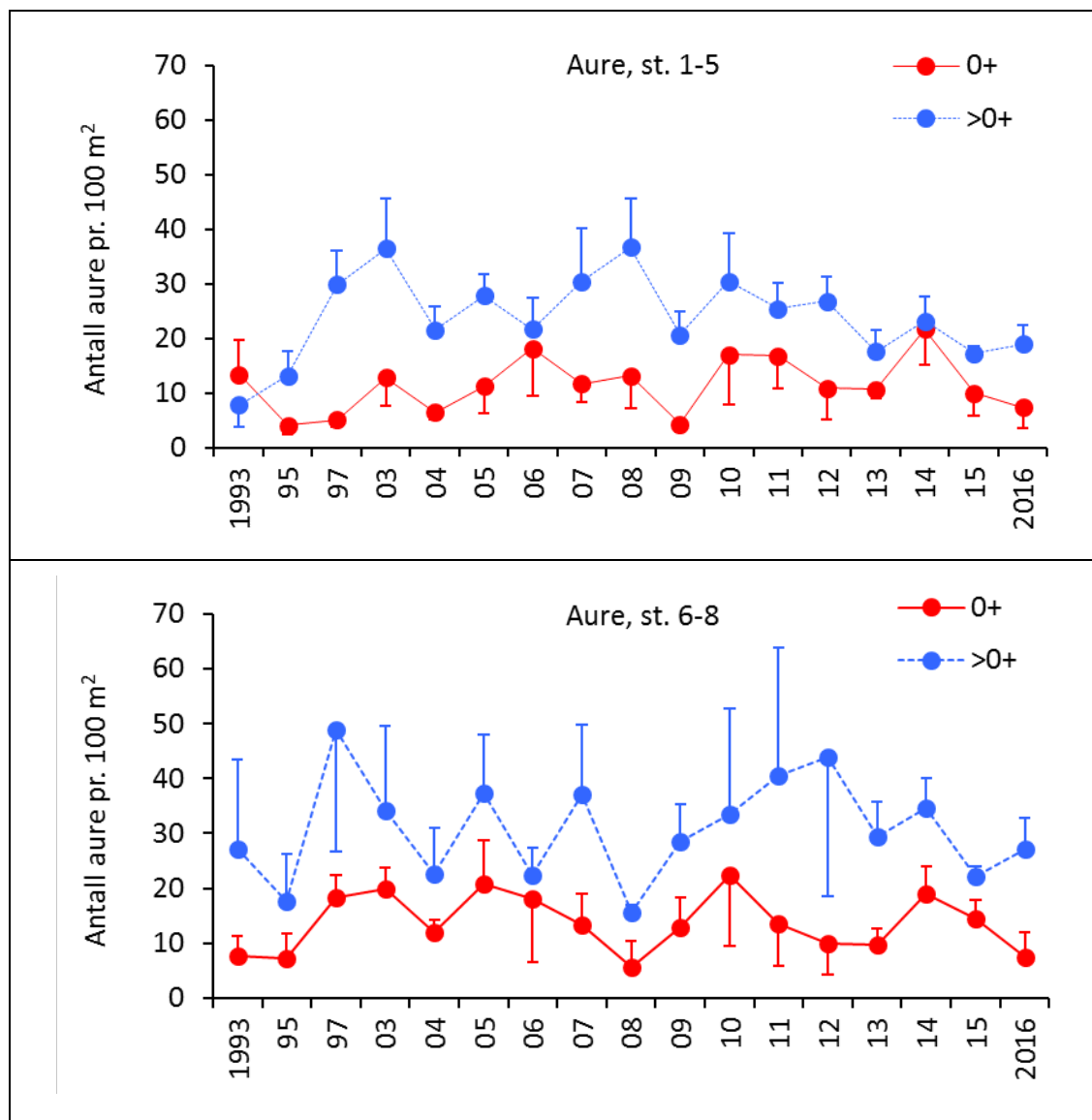
Figur 5. Eggtettheter for laks (øverst) og sjøaure (nederst) i Modalselven beregnet ut fra gytetellingene i de ulike årene. Den oransje linjen angir nivået (2 egg per m²) som er satt som et antatt gytebestandsmål.

3.3 Overvåking av ungfiskbestanden

3.4 Tettheter av aure

Den naturlige rekrutteringen til aurebestanden har vært relativ høy i overvåkingsperioden. Riktignok viser undersøkelsene en noe lav tetthet av årsunger, mens tetthetene av de eldre aurene er langt høyere. Gjennomsnittlig tetthet av årsunger har i de fleste årene ligget på rundt 10-15 individer pr. 100 m², med 4 individer som laveste tetthet og 23 individer som den høyeste (**Figur 6**). Det er for alle årene registrert ensomrig aure på samtlige undersøkte stasjoner i hovedvassdraget, med unntak av stasjon 5 i 2008 og i 2009. Disse resultatene viser at det forekommer gyting av aure på hele den lakseførende strekningen.

Tettheten av eldre aure på de åtte stasjonene i hovedelva har vært relativ god i overvåkingsperioden, med stort sett over 20 fisk pr. 100 m² (**Figur 6**). Eldre aure ble funnet på samtlige stasjoner i hovedvassdraget i alle de undersøkte årene.



Figur 6. Gjennomsnittlige tettheter av ungfisk av aure på stasjonene 1-5 nedstrøms og 6-8 oppstrøms Hellandsfossen i Modalselva ved undersøkelsene i perioden 1993 - 2016. Det er skilt mellom årsunger (0+) og eldre ungfisk (> 0+).

3.5 Aurens vekst

Analysen av aldersbestemt materiale viser at auren i Modalselva har en middels vekstrate og forlater vassdraget som smolt etter 3-4 år på elva. Auren oppstrøms Hellandsfossen vokser bedre enn auren nedstrøms Hellandsfossen. Gjennomsnittlig lengde for ensomrig, tosomrig og tresomrig aure har vært hhv. ca. 4,2-5,9 cm (ensomrige), 7,0-8,7 cm (tosomrige) og ca. 9,7-12,0 cm (tresomrige) for alle årene. (Tabell 2 og Tabell 3).

Tabell 2. Gjennomsnittlig lengde (cm) med standardavvik (SD) for ulike aldersklasser av aure tatt på fem stasjoner nedstrøms Hellandsfossen i Modalselva i perioden 2003-2016. 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
26.11.2003	4,9 (0,7)	68	8,0 (0,9)	79	11,1 (1,2)	80	13,4 (1,1)	18	16,7 (2,5)	5
26.01.2005	4,9 (0,9)	36	7,7 (0,7)	39	11,1 (1,6)	47	13,6 (1,1)	18	18,9 (1,6)	2
01.12.2005	4,2 (0,3)	53	7,0 (0,6)	56	9,7 (0,6)	57	12,4 (1,7)	20	13,2 (--)	1
22.03.2007	5,3 (0,5)	85	7,7 (0,7)	49	10,4 (1,2)	40	13,5 (1,5)	13	16,2 (2,5)	2
18.12.2007	4,4 (0,4)	47	7,7 (0,9)	108	10,5 (1,1)	39	14,2 (2,6)	6	--	0
15.12.2008	4,6 (0,6)	64	7,1 (0,7)	99	10,3 (1,0)	64	12,4 (2,0)	12	--	0
02.12.2009	4,8 (0,4)	20	7,3 (0,9)	43	10,4 (1,2)	44	13,8 (2,5)	12	13,9 (--)	1
30.09.2010	5,0 (0,5)	80	8,0 (0,7)	81	10,9 (1,0)	51	14,1 (2,0)	14	--	0
23.11.2011	5,2 (0,6)	63	8,2 (0,9)	53	11,6 (0,8)	18	13,7 (0,9)	5	--	0
24.10.2012	4,6 (0,4)	37	7,5 (0,7)	42	10,6 (1,1)	14	13,0 (--)	1	--	0
04.10.2013	4,7 (0,5)	15	7,2 (0,3)	19	10,0 (0,8)	9	13,3 (--)	2	--	0
13.11.2014	5,0 (0,4)	15	7,9 (0,5)	14	10,5 (1,1)	5	12,1 (0,9)	3	--	0
20.11.2015	4,2 (0,5)	24	7,9 (0,7)	23	10,6 (0,6)	7	12,2 (0,9)	5	--	0
18.11.2016	4,8 (0,5)	42	7,1 (0,4)	10	10,4 (1,4)	28	10,6 (1,4)	3	16,8 (--)	1

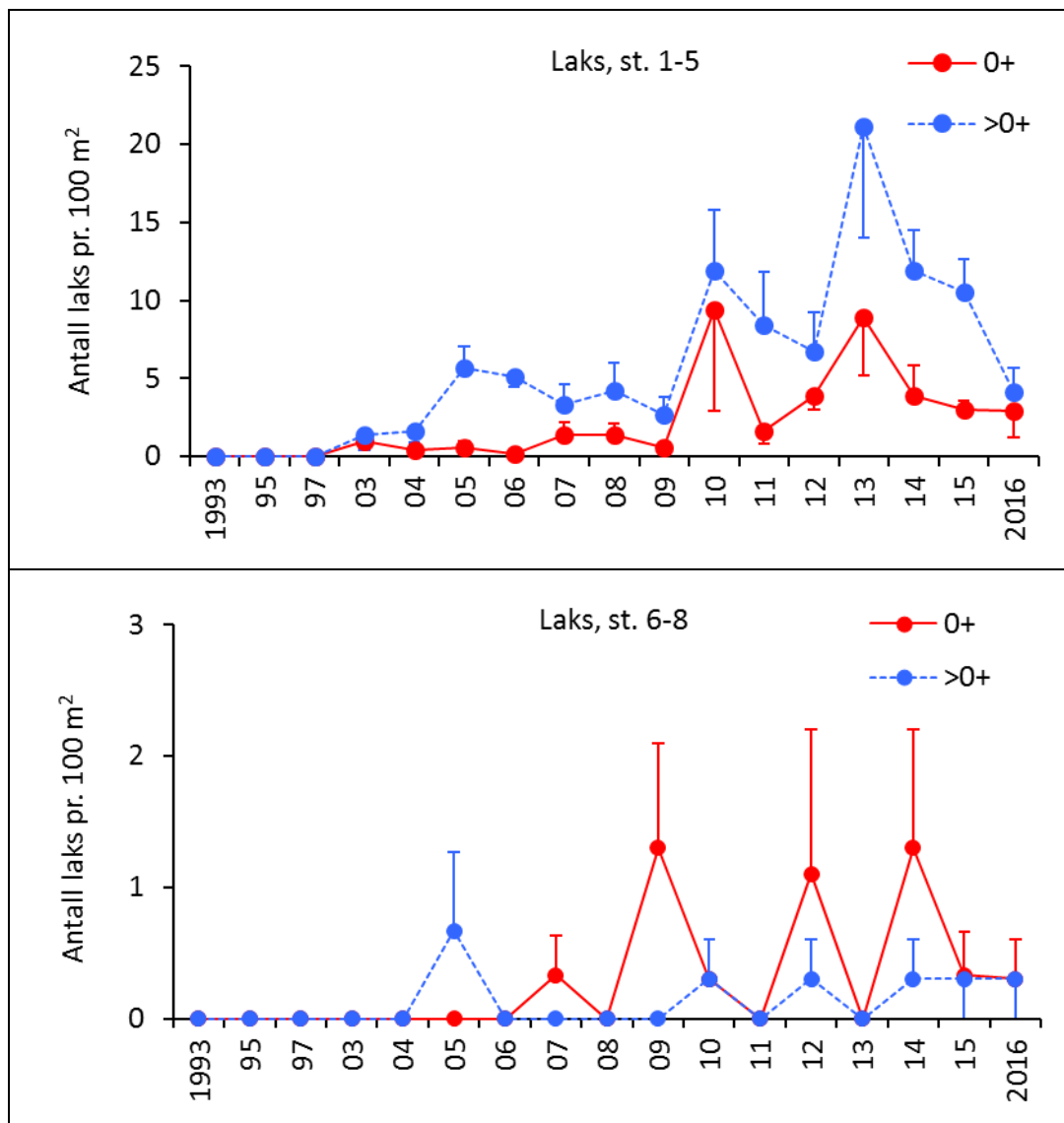
Tabell 3. Gjennomsnittlig lengde (cm) med standardavvik (SD) for ulike aldersklasser av aure tatt på tre stasjoner oppstrøms Hellandsfossen i Modalselva i perioden 2003-2016. N er antallet fisk analysert. Data basert på aldersanalyse av otolitter og lengdefordeling.

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
26.11.2003	5,1 (0,7)	98	8,7 (0,9)	94	12,0 (1,0)	46	14,0 (0,8)	14	14,7 (1,1)	3
26.01.2005	5,2 (0,8)	37	8,4 (0,9)	27	11,1 (0,8)	26	14,2 (1,1)	13	17,4 (1,6)	2
01.12.2005	4,7 (0,8)	61	7,9 (0,9)	42	11,6 (1,2)	56	13,9 (0,9)	9	15,9 (1,9)	2
22.03.2007	5,9 (0,8)	50	8,7 (0,8)	32	11,8 (1,7)	21	14,3 (1,3)	7	15,1 (0,3)	2
27.11.2007	4,7 (0,7)	37	8,5 (1,1)	82	11,3 (0,7)	20	15,1 (1,5)	8	--	0
15.12.2008	4,8 (0,7)	17	8,3 (1,0)	32	12,0 (1,4)	11	13,5 (0,3)	2	16 (--)	1
02.12.2009	5,1 (0,9)	36	8,7 (1,2)	46	11,9 (1,6)	20	14,1 (1,3)	11	15,9 (0,8)	2
15.11.2010	5,1 (0,6)	47	8,2 (1,0)	36	11,4 (0,9)	13	12,5 (0,4)	2	--	0
23.11.2011	5,5 (0,7)	15	8,8 (1,1)	12	11,9 (0,4)	8	13,2 (--)	2	--	0
24.10.2012	4,8 (0,6)	9	8,0 (1,0)	35	11,1 (0,9)	18	13,6 (0,8)	6	18,3 (--)	1
04.10.2013	4,4 (0,2)	4	8,3 (1,0)	13	10,0 (0,5)	6	13,0 (--)	2	14,1 (--)	1
05.11.2014	5,1 (0,6)	21	8,3 (0,9)	27	9,9 (0,4)	7	12,2 (0,4)	4	13,2 (--)	1
30.09.2015	3,7 (0,4)	22	7,9 (1,0)	14	11,1 (0,5)	4	11,7 (--)	2	12,5 (--)	1
09.11.2016	4,6 (0,4)	7	7,4 (0,6)	15	10,7 (1,0)	8	14,3 (--)	1	--	0

3.6 Tettheter av laks

Det har skjedd en betydelig endring i tetthetene av laks i undersøkelsesperioden i Modalselva. Frem til 1997 ble det ikke fanget laks på stasjonsnettene, mens det i de påfølgende årene er fanget både ensomrige og eldre laks nedstrøms Hellandsfossen (**Figur 7**). Spesielt fra og med 2010 har det skjedd en nivåendring i tetthetene sammenlignet med tidligere års resultater.

I 2007 ble det for første gang registrert ensomrig laks på stasjonsnettene oppstrøms Hellandsfossen, men tetthetene av både ensomrig og eldre laks oppstrøms Hellandsfossen har vært lave i hele undersøkelsesperioden (**Figur 7**). I forbindelse med reetablering av laks i Modalselva, har det siden 2014 vært plantet ut lakserogn både oppstrøms og nedstrøms Hellandsfossen. Dette påvirker overvåkingen av tetthetene av laks på stasjonene.



Figur 7. Gjennomsnittlige tettheter av ungfisk av laks på stasjonene 1-5 nedstrøms og 6-8 oppstrøms Hellandsfossen i Modalselva ved innsamlingene i perioden 1993 - 2016. Det er skilt mellom årsunger (0+) og eldre ungfisk (> 0+).

3.7 Laksens vekst

Analysen av aldersbestemt materiale viser at laksen i Modalselva vokser relativt sent og de fleste forlater vassdraget som smolt etter 3 år på elva (**Tabell 4**).

Tabell 4. Gjennomsnittlig lengde (cm) med standardavvik (SD) for ulike aldersklasser av laks fanget nedstrøms Hellandsfossen i Modalselva i perioden 2003-2016. N er antallet fisk analysert. Data basert på aldersanalyse av otolitter. Analysen er beheftet med noe usikkerhet grunnet et lavt antall fisk enkelte år.

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
26.11.2003	4,4 (0,4)	5	8,2 (1,3)	7	12,8 (--)	1	--	0	--	0
26.01.2005	--	0	7,7 (1,3)	7	11,2 (0,8)	3	--	0	--	0
01.12.2005	3,2 (0,3)	3	5,9 (0,7)	3	9,5 (0,9)	24	11,3 (--)	1	--	0
22.03.2007	4,9 (--)	1	8,1 (1,1)	2	11,0 (1,0)	13	12,9 (1,1)	10	--	0
18.12.2007	3,9 (0,4)	7	7,6 (1,1)	10	9,9 (0,6)	5	--	0	--	0
15.12.2008	3,9 (0,6)	7	7,4 (0,5)	2	10,7 (0,8)	16	11,9 (--)	1	13,6 (2,5)	2
02.12.2009	4,3 (0,5)	4	7,9 (1,5)	5	9,2 (0,8)	6	11,9 (0,6)	2	--	0
30.09.2010	4,6 (0,4)	45	7,6 (0,5)	34	10,6 (1,0)	19	12,3 (0,6)	3	--	0
23.11.2011	3,8 (0,2)	4	7,3 (0,9)	17	9,7 (1,4)	6	--	0	--	0
24.10.2012	3,8 (0,3)	14	7,2 (0,8)	10	10,6 (1,4)	4	--	0	--	0
04.10.2013	4,4 (0,3)	21	6,8 (0,3)	18	9,9 (0,8)	14	12,1 (0,7)	3	--	0
13.11.2014	4,8 (0,5)	4	7,2 (--)	1	9,1 (0,7)	7	12,2 (--)	1	--	0
20.11.2015	3,7 (0,5)	9	6,7 (1,1)	16	9,0 (0,4)	6	10,7 (--)	2	--	0
18.11.2016	4,5 (0,4)	6	7,6 (--)	1	9,4 (1,3)	12	13,1 (--)	1	--	0

3.8 Vanntemperatur

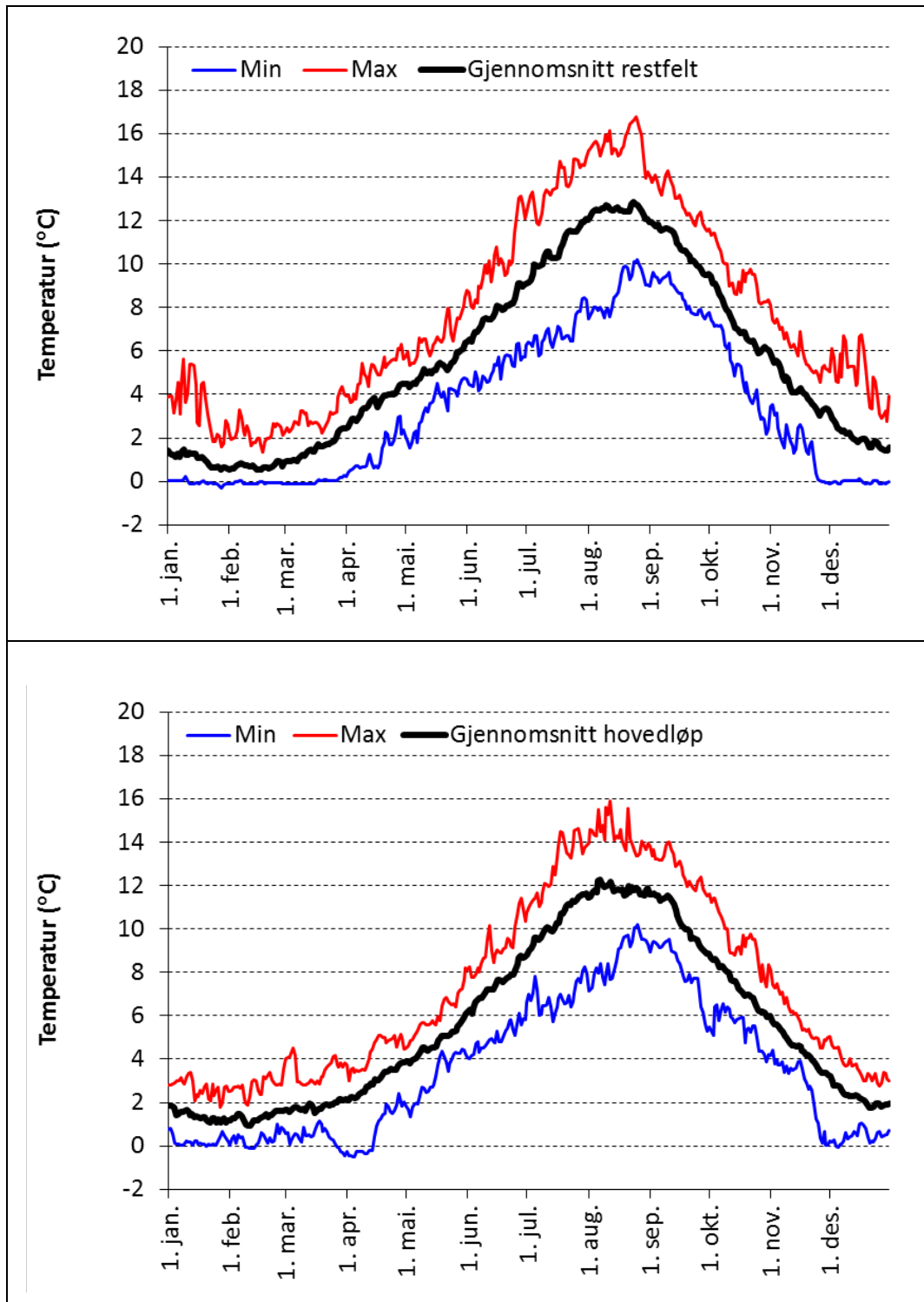
Restfelt

Vanntemperaturen målt hver 2. time i restfeltet varierte mellom -0,1 og 17 °C i perioden fra 2002-2016, med snitt temperatur på 5,6 °C. Temperaturen er under 2 °C i lange perioder i løpet av vinteren (**Figur 8**).

Hovedløp

Vanntemperaturen målt hver 2. time i hovedløpet varierte mellom 0,1 og 16 °C i perioden fra 2002-2016, med snitt temperatur på 5,6 °C. Temperaturen er under 2 °C i lange perioder i løpet av vinteren (**Figur 8**).

Temperaturmålingene i Modalselva viser at vassdraget er forholdsvis sommerkaldt.



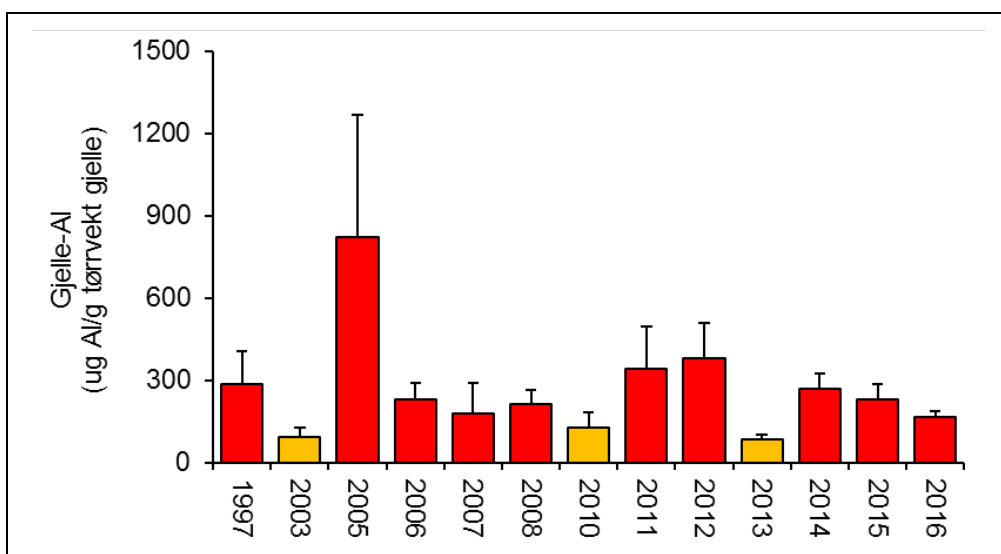
Figur 8. Min, Max og gjennomsnittlig vanntemperatur basert på målinger hver 2. time i restfeltet (øverst) og i hovedløpet (nederst) i Modalselva i perioden 2002-2016.

3.9 Vannkjemiske forhold

Modalselva var i perioden 1980-2003 en del av Statlig program for forurensningsovervåking i regi av SFT (nå Klima- og forurensningsdirektoratet - Klif). Overvåkingen ble gjenopptatt i 2006, finansiert av Fylkesmannen i Hordaland. "Ikke-marin sulfat" (heretter kalt sur nedbør) har vist en nedgang fra 20-30 $\mu\text{ekv/L}$ på begynnelsen av 1980-tallet til $\leq 11 \mu\text{ekv/L}$ siden 2005. Nedgangen i sur nedbør har resultert i en bedring av forsurenings-situasjonen og har gitt bedre vannkvalitet i form av økt syrenøytraliserende kapasitet (ANC) og pH, og lavere konsentrasjoner av giftig aluminium (LAI). Årsmiddelet for pH i måleperioden har økt fra 5,2-5,5 på 1980-tallet til 5,7-5,9 fra 2006-2009 (Garmo & Skancke, 2011). Elven ble karakterisert som sur, aluminiumsrik og med en uakseptabel vannkvalitet for laks i 1997 (Hindar et al. 1997). Undersøkelser av gjelleprøver tatt av både aure og laks i perioden 1997-2016, viser at vassdraget er svært utsatt for episoder med uheldige vannkjemiske forhold for fisk (fra 91 til 820 $\mu\text{g/g}$ tørrvekt gjelle) (**Figur 9**). Kroglund et al. (2007) viste at ungfisk dør ved en mengde giftig aluminium som overstiger 300 $\mu\text{g Al/g}$ tørrvekt gjelle over flere dager. Disse grenseverdiene er imidlertid langt lavere for smolt som forlater vassdraget om våren (**Tabell 5**). En grenseverdi under 30 $\mu\text{g Al/g}$ vil gi en forventet god smoltkvalitet, mens verdier over dette vil gi en forringet smoltkvalitet og lavere overlevelse (Kroglund et al. 2007). Det er derfor nærliggende å tro at de vannkjemiske forholdene fremdeles har hatt en negativ påvirkning på rekruttering og vekst for både aure og laks i vassdraget på tross av en bedring av forsurenings-situasjonen i senere tid. Vassdraget er fullkalket fra og med våren 2016.

Tabell 5. Klassegrenser for labilt ("giftig") aluminium (LAI), gjelle-aluminium og pH for lakseparr og -smolt i ferskvann (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009).

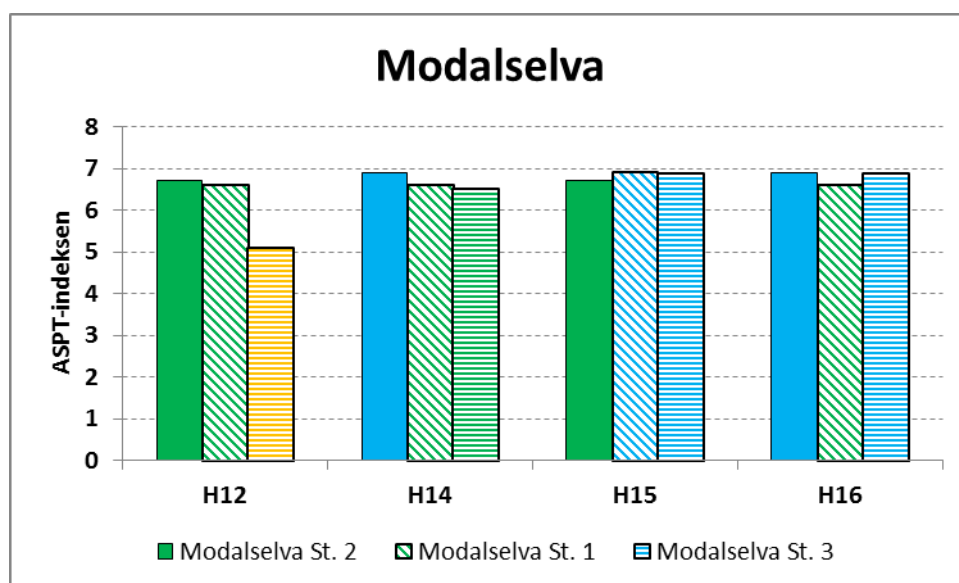
Parameter	Enhet	Stadium	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Labil Al	$\mu\text{g/L}$	Parr	<10	10-20	20-30	30-60	>60
		Smolt	<5	5-10	10-20	20-40	>40
Gjelle-Al	$\mu\text{g Al/g tv}$	Parr	<100	100-200	200-400	400-800	>800
		Smolt	<10	10-30	30-60	60-150	>150
Surhet	pH	Parr	>5,9	5,9-5,6	5,6-5,2	5,2-4,8	<4,8
		Smolt	>6,4	6,4-6,2	6,2-5,8	5,8-5,5	<5,5



Figur 9. Nivå av giftig aluminium ($\mu\text{g Al/g tv} \pm \text{SD}$) på fiskegjeller av laks fanget i Modalselva i perioden 1997-2016 (NB: Ikke alle år er med). Farger på søyler korresponderer med farger i **Tabell 5**.

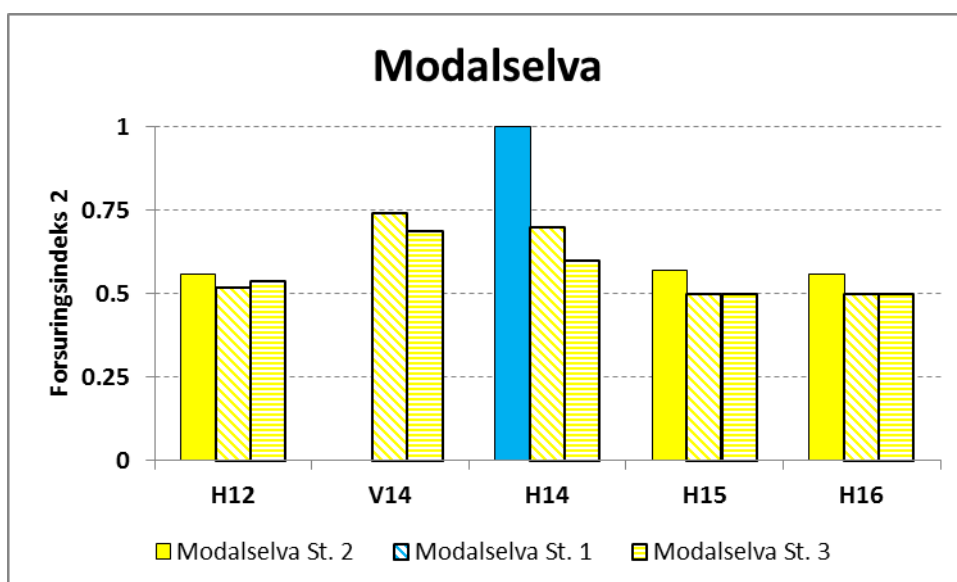
4.0 Bunndyr

Artene som ble funnet i Modalselva er vist i **Vedlegg 1**. ASPT verdiene for høstprøvene fra 2012 til 2016 i Modalselva er vist i **Figur 10**.



Figur 10. ASPT verdier for lokalitetene i Modalselva fra 2012 til 2016. Fylte søyler viser St. 2, skrått skraverte søyler viser St. 1, og horisontalt skraverte søyler viser St. 3. Grønn farge indikerer god økologisk tilstand, blå farge indikerer svært god økologisk tilstand, og oransje farge indikerer dårlig økologisk tilstand etter klassifiseringen i Vanddirektivet.

Indeksen indikerer svært god og god økologisk tilstand på de fleste tidspunktene med unntak av høsten 2012 på den øverste lokaliteten (St. 3), der tilstanden var dårlig på det tidspunktet. Hva dette skyldes er vanskelig å si, men det er lite sannsynlig at det har noe med organisk forurensing å gjøre. Det var litt mye vann i elva på det tidspunktet, så det er mulig at vi ikke kom langt nok ut i elva da prøven ble tatt. Imidlertid har det vært registrert gassovermetning i Modalselva nedenfor BKK sitt kraftverk i Hellandsfossen, se **punkt 5.0** nedenfor, og St. 3 ligger like nedenfor utløpet fra kraftverket (Pulg m. fl. 2013, Espedal m. fl. 2016). Det finnes ikke målinger fra 2012, så det er vanskelig å si noe om årsaken, men den lave ASPT-verdien i 2012 kan være forårsaket av høy vannføring og for små prøver som beskrevet ovenfor, gassovermetning, eller en kombinasjon av disse. **Figur 9** viser at Modalselva er påvirket av sur nedbør. Høsten 2014 var imidlertid tilstanden svært god på den nederste lokaliteten i elva. Verdier over 0,5 for Forsuringsindeks 2 viser imidlertid at den sterkt sensitive døgnfluen *Baetis rhodani* har vært tilstede på den nederste lokaliteten alle årene, men i relativt lavt antall, med unntak av høsten 2014. Vi fant arten på denne stasjonen første gang høsten 2007 (Gabrielsen m.fl. 2011) og siden har den vært registrert der. Lenger oppe i elva har den bare vært sporadisk til stedet, men med relativt store mengder i 2014. I 2015 og 2016 ble den imidlertid ikke registrert på de to undersøkte lokalitetene lenger oppe i elva. Forsurings situasjonen ser ut til å ha blitt verre etter 2014. Modalselva blir nå kalket fra og med 2016 i regi av Miljødirektoratet.



Figur 11. Verdier av Forsuringsindeks 2 for lokalitetene i Modalselva fra 2012 til 2016. Fylte søyler viser St. 2, skrått skraverete søyler viser St. 1, og horisontalt skraverete søyler viser St. 3. Blå farge indikerer svært god økologisk tilstand og gul farge indikerer moderat økologisk tilstand etter klassifiseringen i Vanddirektivet.

5.0 Andre forhold som kan påvirke fiskeproduksjonen

5.1 Gassmetning

Siden 2013 har Uni Research Miljø LFI overvåket gassmetning nedstrøms utløpet av Hellandsfossen kraftstasjon (Espedal et al. 2016). Gassovermetning skader fisk ("gassblæresyke"), og verdier over 110 % kan være akutt dødelig for fisk (Heggberget et al. 1984, Jensen et al. 1986, Weitkamp 2008). Med over 120 % gassmetning kan selv kort eksponeringstid (timer) være akutt dødelig. Også lavere verdier mellom 103 % og 110 % kan skade fisk og øke dødelighet, særlig i grunne habitater eller bassenger der fiskene ikke kan unnvike til dypere områder for å kompensere for overmetningen. Gassovermetning kan også føre til en atferdsendring og endringer i habitatbruk siden fiskene kan kompensere overmetning ved å svømme dypere i vannsøylen. Med 1 m dyp vannsøyle kan ca. 10 % av gassovermetningen kompenseres. Har vannet 110 % metning vil en fisk på 1 m dyp oppleve ca. 100 % metning. Habitatforholdene, og særlig vanddyb, er derfor viktig for å kunne bedømme eventuelle effekter på fisk (Canadian Council of Ministers of the Environment. 1999, Beeman et al. 2006).

I overvåkingsperioden 2013-2016 ble det dokumentert gassovermetning som var skadelig for fisk i Modalselva. Relativ lav tetthet av ungfisk nær utløpet fra kraftverket, indikerer at gassovermetning evt. i kombinasjon med raske vannstandsendringer har negative effekter på fisk. Det ble videre dokumentert «bølger» av overmettet vann helt ned til broen ved Mo i nedre del av elven. Målingene tyder på at inntil to tredjedeler av overmetningen luftes ut på veien ned til broen (ca. 5,6 km). Med dette er trolig hele elva nedenfor kraftverket rammet av kunstig gassovermetning, men nedre deler er gradvis mindre utsatt.

Etter personlig kommunikasjon med BKK og to felles workshops, har man kommet fram til at gassovermetningen sammenfaller tidsmessig med drift i Hellandsfossen kraftverk og høy vannføring i bekkeinntak. Toppene i overmetning ble målt etter spesielt mye nedbør og høy vannføring i bekkeinntak (2014, delvis 200-årsflom i regionen) og etter kraftverkstans og høy vannføring i

bekkeinntak som førte til at kraftverkstunellen var fylt opp med vann fra bekeinntakene (2013). Når Hellandsfossen kraftverk ikke var i drift var TGP (gassmetningsnivå) verdiene mellom 99 % og 103 %. Når kraftverket var i drift uten at det var mye nedbør eller vann i bekeinntakene, var verdiene mellom 102 % og 107 %.

Testkjøringer i mai-juli 2016 med stenging eller struping av bekeinntak for å redusere overmetning, ga lovende resultater. Overmetningen oversteg ikke 106 % i denne perioden. Så langt synes det som at løsningen har vært å stenge eller strupe bekeinntak for å hindre gassmetning i Modalselva.

5.2 Fisketrapper

Fisketrappene fungerer etter hensikten etter at det er gjennomført en del justeringer i disse i perioden etter 2011. Dette betyr at fisken i dag kan forsere både Hellandsfossen og Almelidfossen, samt gummiluka ved Almelid. Disse justeringene har derfor sørget for at et 877 000 m² stort areal er gjort tilgjengelig for fiskeproduksjon. Dette betyr en økning av produksjonsarealet i Modalselven på 206 %. I tillegg kommer Steinslandsvatnet som har et overflateareal på 2 335 000 m² (2,3 km²). Dette arealet sammen med elvearealet på strekningen oppstrøms Almelidfoss, vil mest sannsynlig føre til en markant økning i fiskeproduksjonen i Modalselva.

5.3 Kalking

Modalselva er fullkalket for å bedre det vannkjemiske miljøet i elva siden 2016. Kalkingen i kombinasjon med reetableringen av laks i vassdraget i regi av Miljødirektoratet, vil føre til en antatt økt produksjon av lakseunger både oppstrøms og nedstrøms Hellandsfossen. Tidligere har det nesten ikke vært produksjon av lakseunger oppstrøms Hellandsfossen, mens det i dag blir plantet ut et betydelig antall lakserogn her. I 2017 ble det plantet ut ca. 500 000 lakserogn oppstrøms Hellandsfossen. Siden 2014 er det til nå plantet ut totalt ca. 1,5 millioner lakserogn.

6.0 Oppsummering Modalselva

Modalsvassdraget ble regulert første gang i 1975 ved fraføring av Holskardvannet og siste utbyggingstrinn var i 2005 med Nygard pumpekraftverk. Vassdraget hadde et opprinnelig nedbørfelt ved utløpet på 360 km², mens det i dag er på 341 km². Produksjonsarealet er på 1,2 km² ved at fisk i dag kan svømme opp både Hellandsfossen og Almelidfossen. Vannføringsregimet har endret seg betydelig i restfeltet og noe i hovedløpet etter reguleringen av Modalsvassdraget. I restfeltet er gjennomsnittlig vannføring redusert med 87 % av det vannføringen var før reguleringen. I hovedløpet har ikke gjennomsnittlig vannføring endret seg i nevneverdig grad, men vannføringen er høyere om vinteren og lavere om sommeren sammenlignet med vannføringsregime før reguleringen.

Temperaturmålingene viser at vassdraget er forholdsvis kaldt om sommeren sammenlignet med andre vassdrag på Vestlandet.

Undersøkelsene av bunndyrene viser at vassdraget er moderat forsuret og at forsuringssituasjonen ser ut til å ha blitt verre etter 2014. Fullkalkingen fra og med 2016 sørger imidlertid nå for gode vannkjemiske forhold for vannlevende organismer nedstrøms kalkdosereren. De vannkjemiske forholdene skal ikke lenger være en begrensende faktor for produksjonen av laks og aure på denne strekningen.

Antallet observerte villaks i gytefisketellingene har vært svært lavt i undersøkelsesperioden (2-60 individer årlig). Det er også funnet svært lave tettheter av laksunger, men økende, i ungfiskundersøkelsene. Det finnes trolig ingen etablert, selvreproduserende laksebestand i

vassdraget, og innsiget av laks har i flere år vært preget av et høyt innslag av rømt oppdrettslaks. Det storstilte reetableringsarbeidet (rognplanting og smoltslep) for laks, som utføres i regi av Miljødirektoratet, vil sannsynligvis føre til en betydelig økt produksjon av laks i elva. Tiden fremover vil avklare om elven får en selvreproduserende bestand av laks.

For sjøauren har antallet observerte individer variert fra 148-889 i undersøkelsesperioden, og siden 2005 har gytebestanden vært lavere enn det som antas å være nødvendig for å sikre enn fullverdig rekruttering. Ungfiskundersøkelsene viser imidlertid at det er en rimelig god tetthet av aureunger på stasjonsnettet i Modalselva.

Det fanges svært få laks på sportsfisket i Modalselva, og fangstene av sjøaure har i de siste årene vist en sterk tilbakegang.

7.0 Flaskehalsar for fiskebestandene og aktuelle tiltak

I restfeltet er gjennomsnittlig vannføring redusert med 87 % i forhold til det vannføringen var før reguleringen (Gabrielsen et al 2011). Reduksjonen er størst om sommeren. Det er innført en minstevannføring på 3,0 m³/s i perioden 16. april-15. juli, 5 m³/s i perioden 16. juli-30. september og 2,2 m³/s i perioden 1. oktober-15. april fra inntaket ved Almelid. I hovedløpet har ikke gjennomsnittlig vannføring endret seg så mye, men vannføringen er høyere på vinteren og lavere om sommeren sammenlignet med vannføringsregimet før reguleringen. I ett av kapitlene i «Håndbok for miljødesign i regulerte vassdrag» (Forseth & Harby 2013), er det fokus på vandekt areal og vannføring og ulike designløsninger for vannbruk. I vårt miljødesignprosjekt i Dalelva, har vi sett på hvor mye vann som er nok til enhver tid for fisk i de ulike livsstadiene. Da har vi spesielt hatt fokus på gyteområder (unngå tørrlegging), fiskevandring (smolt og voksen fisk), gytevannstand, effektivt produksjonsareal (ungfiskhabitat) og spyleflommer. Minstevannføringsregimet i restfeltet i Modalselva er ikke basert på en slik type fiskebiologisk kunnskap. Vi anbefaler BKK å gjennomføre miljødesignundersøkelser i dette restfeltet for å kartlegge fiskens vannbehov til enhver tid. Denne type undersøkelse bør også inkludere en vurdering av de to tersklene som ble etablert høsten 1999. Vår skjønsmessige vurdering av elvebunnen i disse to terskelbassengene nå, er at hulromkapasiteten over tid har blitt lavere (dårlige skjulforhold for ungfisk) grunnet sedimentasjon og fremvekst av teppemose i de siste årene. Dessuten vurderes gytemulighetene på denne strekningen som redusert grunnet ugunstige vannhastighetsforhold fordi tersklene stuer opp vannet. Som tiltak kan det være aktuelt å redusere terskelhøydene, etablere lavvannsrenne i terskelkronene eller å endre dagens terskler til en annen utforming, som f.eks. oppløste terskler (Pulg et al 2017, **se bildet under**).

I forbindelse med gytefisketellingene og rognplantingen i de siste årene, har vi flere steder observert og følt at elvebunnen er hardpakket grunnet avsetning av finmateriale. I tillegg ser det ut til at store arealer har blitt dekket med en type elvemose som i sterk grad tetter igjen hulrom som ellers kunne bli benyttet av ungfisk. Vi foreslår derfor at elvebunnen løsnes opp med en ripper i områder som er egnet til dette. Dette har blitt utført i stor grad i f.eks. Aurlandselva og Frafjordelva med positive effekter på fiskeproduksjonen (Pulg et al 2017).



Eksempel på en oppløst terskel: Tidligere lå det en geometrisk terskelkant på tvers av elven som ble fjernet. Nå finnes det et naturtypisk brekk med gyteplass på oversiden og stryk med dypål på nedsiden. Stabile steiner (egenvekt) er gravd ned i elvebunnen og lagt ut med høy variasjon og ruhet samt at en lavvansrenne er etablert i midten. (2016, Tokkeåni, Statkraft med Uni Miljø LFI).

De raske vannstandsreduksjonene som kan forekomme i forbindelse med kraftproduksjonen, kan føre til stranding av både gytegrøper, ungfisk og smolt. For å motvirke dette problemet, er det derfor viktig å opprettholde driften av den miljøbaserte vannføringen og i størst mulig grad unngå avvik som gir en unaturlig rask reduksjon i vannføringen. Det anbefales en gjennomgang av historiske produksjonsdata for å finne frekvensen og hyppigheten av eventuelle utfall av kraftstasjonen eller andre brå endringer i produksjonen. Dagens kjøring av Hellandsfoss kraftstasjon bør vurderes med hensyn på utfall og rask reduksjon i vannføring. Dette kan gjøres ved å bruke dagens registrering av vannføring med vannstandsloggeren rett nedstrøms utløpet av Hellandsfoss kraftstasjon.

Det er viktig at de nye fiskepassasjene fungerer etter hensikten og at de derfor overvåkes og at de holdes ved like dersom det oppstår skader på installasjonene eller blokkeringer av vannstrømmen. Fiskevandring av både voksen fisk og smolt bør overvåkes. Det er lite kunnskap om nedvandring av voksen fisk og smolt i forbindelse med inntaket til Hellandsfoss kraftstasjon ved Almelid og inntaket inn til det lokale kraftverket ved Hellandsfoss. Dette bør avklares.

Det er i flere år registrert ganske mange oppdrettslaks ved gytefisktellingene. Overvåking og uttak av oppdrettslaks er et viktig tiltak for å redusere uheldig negative effekter av innblanding av gener fra oppdrettslaks i villaksbestanden.

Det er viktig å følge opp situasjonen med gassmetning i vassdraget. Lukking av aktuelle bekkeinntak har vist seg å gi positiv effekt, og situasjonen bør stabiliseres over tid.

8.0 Litteratur

- 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., Lura, H., Sægrov, H. and R.C. Sundt. 1994. Inter- and intra-specific variability in female salmonid spawning behaviour. *Canadian Journal of Zoology*. 72: 636-642.
- Beeman J.W., Maule A.G. 2006. Migration depths of juvenile Chinook salmon and steelhead relative To total dissolved gas supersaturation in a Columbia river reservoir. *Transactions of the American Fisheries Society* 135: 584-594.
- 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.
- 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.
- Borsanyi, P, K. Alfredsen, A. Harby, O.Ugedal, C. Kraxner (2004). A Meso-scale habitat classification method for production modelling of Atlantic salmon in Norway. *Hydroecologie Applique*, Vol. 14, no 1., pp. 119-138.
- Canadian Council of Ministers of the Environment 1999. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: Dissolved gas supersaturation. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.
- Crisp, D. T. and Carling, P. A. 1989. Observations on siting, dimensions and structure of salmonid redds. *J. Fish Biol.* 34: 119-134.
- Direktoratet for naturforvaltning. 2011. Plan for kalking av vann og vassdrag i Norge 2011-2015. DN-rapport 2-2011.
- Direktoratsgruppa, 2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2013. www.vannportalen.no
- Espedal, E.O., Pulg, U. & Stranzl, S. 2016. Overvåking av gassmetning i Modalselva 2013-2016. Uni Research Miljø LFI Notat 11/2016. 13 s.
- Fjellheim, A. & Raddum, G.G. 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. *The Science and the Total Environment*, 96: 57-66.
- Frost, S., A. Huni, & Kershaw, W.E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Can. J. Zool.*, 49: 167-173.
- Gabrielsen S.-E., Barlaup B.T., Halvorsen G. A., Sandven O.R., Wiers T., Lehmann G.B., Skoglund H., Skår B., Wiers T., Pulg U., Vollset K. 2011. "LIV" – livet i vassdragene. Langsiktige undersøkelser av laks og sjøaure i Modalselva i perioden 2006-2011. LFI-rapport 188.
- Garmo, Ø.A. & Skancke, L.B. 2011. Modalselva i Hordaland; Vannkjemisk overvåking i 2010. NIVA rapport 6152-2011, 20s.

- Heggberget, T.G., Haukebø, T., Mork, J., and G. Ståhl. 1988. Temporal and spatial segregation of spawning in sympatric populations of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L. *J. Fish Biol.* 33: 347-356.
- Heggberget T.G. 1984. Effect of Supersaturated Water on Fish in the River Nidelva, Southern-Norway. *Journal of Fish Biology* 24: 65-74.
- Jensen, J. O. T., Schnute, J., and D. F. Alderdice. 1986. Assessing juvenile salmonid response to gas supersaturation using a general multivariate dose-response model. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*
- Klif 2010. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 2009. Statlig program for forurensningsovervåking 1078/2010. TA -2696/2010.
- Kroglund, F., Kleiven, E., Barlaup, B.T., Halvorsen, G.A., Gabrielsen, S-E., Skoglund, H., Wiers, T., Guttrup, J., & Teien, H.C. 2007. Fisk og bunndyr: effekter av sjøsaltepisoder vinteren 2004/2005. NIVA rapport 5369-2007, 96s.
- Pulg, U., Barlaup, B.T., Skoglund, H., Velle, G., Gabrielsen, S-E., Stranzl, S., Olsen, E., Lehmann, G.B., Wiers, T., Skår, B. & Normann, E. 2017. Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker. Uni Research Miljø LFI. Rapport nr. 296. 185 s.
- Pulg, U. og Stranzl S. 2015. Gassmetning i Vetlefjordselva ved Mel kraftverk. Technical Report no. 258. Bergen, Norway: Uni Research Miljø LFI
- Pulg, U., Barlaup, B.T., Velle, G., Normann, E, Lehmann, G. 2014: Hydropower induced supersaturation- not in European rivers? Presentation at the 10th International Symposium on Ecohydraulics, NTNU Trondheim, June 23rd-27th 2014.
- Pulgh, U., & Wiers, T. 2010. Fisketrapper i Modalselva. LFI Uni Miljø Notat nr. 05/2010. 18s.
- Pulg, U., Gabrielsen, S-E., Normann, E.S. 2013. Gassmetning i tre LIV-elver, Matreelva, Modalselva og Vossovassdraget. LFI-notat 11/2013. 8 s.
- 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 assessment and monitoring; evaluation and models, NIVA Report SNO 4091/1999, ICP Waters Report 50/1999, 96 pp.
- Stenseth, I., Andersen, L. & Kirkhorn, T. 2010. Modalselva – effektene av regulering. BKK Produksjon AS. Rapport dokument-ID 10916803.
- Stokkebø G, Berdal B, Brox G, Fleischer E, Guttormsen G, Kjeldsen A, Tvinnereim K (1986). Bekkeinntak på kraftverkstunneler. Sluttrapport fra Bekkeinntak-komiteen (in Norwegian). Asker: Vassdragsregulantenenes forening.
- Urdal, K. 2012. Analyser av skjelprøver frå Hordaland i 2016. Rådgivende Biologer rapport nr. 2434. 31 s.
- Weitkamp D.E. 2008. Total dissolved gas supersaturation biological effects, review of literature 1980 -2007. Bellevue, Washington: Parametrix, 65.

9.0 Vedlegg 1

Bunndyr funnet i prøvene i Modalselva fra 2014 til 2016.

*** svært sensitiv ** moderat sensitiv * litt sensitiv for forsurening.

Dato	04.12.2012			01.07.2014			14.11.2014			20.11.2015			25.10.2016		
	St. 2	St. 1	St. 3	St. 2	St. 1	St. 3	St. 2	St. 1	St. 3	St. 2	St. 1	St. 3	St. 2	St. 1	St. 3
Nematoda	1	4	1		2			1		1	1			2	1
Oligochaeta	7	11	5		1	3		1	1	3	8	11	14	20	6
Crustacea															
<i>Bosmina</i> sp.	1	1	1									1			
Chydoridae indet.												1			
Cyclopoida indet.															1
Harpacticoida indet.										1	2				
Acari		4	3			2	2		4	3	3	3	4	2	5
Ephemeroptera															
<i>Baetis rhodani</i> ***	1	1	1		8	6	14	5	4	1				3	
Plecoptera															
<i>Amphinemura borealis</i>	1	6	2				4	2	6	3			1	2	
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	6	6	14				14	11	14	3	4	1	8	30	8
<i>Brachyptera risi</i>	3	1	2				2	3	1	4	5	1	3	5	
<i>Capnia pygmaea</i> **	2	8													
<i>Capnia</i> sp. **							8	3	1	3	13	3	3	11	2
<i>Diura nanseni</i> **	2	4				1	12	8	3	6	9	2	2	9	3
<i>Diura</i> sp. **					1										
<i>Leuctra fusca/digitata</i>	1	11			32	32		2	4		19				
<i>Leuctra hippopus</i>	3	11					1	5	10	2	14	3	2	8	4
<i>Leuctra nigra</i>					2										
<i>Protonemura meyeri</i>	1														
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	1	15	5					2	3	2		3	1	2	1
Nemouridae indet.									1						
Trichoptera															
<i>Apatania</i> sp. **	1	5	4		1	1	4	1	2						1
<i>Halesus radiatus</i>						2									
<i>Oxyethira</i> sp.		8					10	3	1					1	
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	1	3					1								
<i>Polycentropus</i>	1	4			7	1	2	4	4	4	5	5	3	1	3
<i>Potamophylax cingulatus</i>			1				1					2			1
<i>Potamophylax latipennis</i>		1													
<i>Rhyacophila nubila</i>	4	2						2		1			3	9	
Limnephilidae indet.	1	2	2				2	1	5	6		4	1	4	4
Diptera															
Chironomidae indet.	100	103	69		117	270	28	59	56	43	137	74	39	138	149
Ceratopogonidae indet.											1				
Simuliidae indet.	22	49	3		8	8	24	61	16	7	9	9	2	6	8
<i>Dicranota</i> sp.		1			5			1	2	2	3	1	5		1
<i>Tipula</i> sp.						1	1		3						
Limoniidae indet.							1								
Empididae indet.	2	2	2		6	6	5	11	2	1	2			2	2
Antall individer	162	263	115		190	333	136	186	143	95	234	126	91	255	200
Antall arter / taxa	20	22	14		12	12	18	19	19	18	16	16	15	18	16
Forsuringsindeks 1	1	1	1		1	1	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.5
Forsuringsindeks 2	0.5	0.5	0.5		0.7	0.6	1	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
ASPT	6.7	6.6	5.1		-	-	6.9	6.6	6.5	6.7	6.9	6.9	6.9	6.6	6.9