

## Rapport nr. 188

### ”LIV” – livet i vassdragene

- **Langsiktige undersøkelser av laks og sjøaure i Modalselva i perioden 2006-2011**

**Sven-Erik Gabrielsen, Bjørn T. Barlaup, Godtfred A. Halvorsen, Ole Sandven, Tore Wiers, Gunnar B. Lehmann, Helge Skoglund, Bjørnar Skår & Knut Wiik Vollset**



**uni Miljø**

Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)



<p>LABORATORIUM FOR FERSKVANNSSØKOLOGI OG INNLANDSFISKE  LFI Uni Miljø  Thormøhlensgt. 49B  5006 Bergen</p> <p style="text-align: right;">TELEFON: 55 58 22 28</p>	
ISSN NR: ISSN-1892-889	LFI-RAPPORT NR: 188
TITTEL: "LIV" – livet i vassdragene. - Langsiktige undersøkelser av laks og sjøaure i Modalselva i perioden 2006-2011	DATO: 19.10.2011
FORFATTERE: Sven-Erik Gabrielsen, Bjørn T. Barlaup, Godfred A. Halvorsen, Ole R. Sandven, Tore Wiers, Gunnar Bekke Lehmann, Helge Skoglund, Bjørnar Skår & Knut Wiik Vollset LFI Uni Miljø	GEOGRAFISK OMRÅDE: Hordaland
OPPDRAGSGIVER: BKK	ANTALL SIDER: 37
<p>UTDRAG: Som en del av det pågående miljøsamarbeidet mellom BKK og LFI Uni Miljø har det i perioden 2006-2011 blitt gjennomført et samordnet prosjekt for de seks "BKK-elvene" der LFI Uni Miljø jevnlig har oppdrag. Prosjektet har hatt følgende målsettinger:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* opparbeide langsiktige tidsserier i de seks regulerte elvene som grunnlag for miljøstatus og langsiktig forskning</li> <li>* studere bestandsregulerende mekanismer hos laks- og sjøaurebestander</li> <li>* videreutvikle tiltak for å styrke rekrutteringen til fiskebestander i regulerte vassdrag</li> <li>* etablere de utvalgte elvene som nasjonale referansevassdrag med tanke på forskning og forvaltning av laksefisk</li> </ul>	
EMNEORD: Regulert vassdrag, fisk, bunndyr, fysisk habitat	SUBJECT ITEMS: Regulated river, fish stock, benthos, physical habitat
FORSIDEFOTO: Foto LFI Uni Miljø v/. Ole Sandven	

## **Forord**

I perioden 2006-2011 har LFI Uni Miljø, gjennom et miljøsamarbeid med BKK, gjennomført undersøkelser i følgende seks regulerte vassdrag i Hordaland; Matreelva, Modalselva, Ekso, Teigdalselva, Bolstadelva og Daleelva. Foreliggende rapport gir en fysisk beskrivelse av Modalselva og i tillegg en beskrivelse av bestandssituasjon for laks og sjøaure basert på undersøkelser av ungfisk, telling av gytefisk og undersøkelser av gytegroper i vassdraget. I tillegg er det blitt utført undersøkelser av bunndyr.

Bergen, oktober 2011

Bjørn T. Barlaup  
Forskningsleder

Sven-Erik Gabrielsen  
Prosjektleder

# Innhold

1.0	Bakgrunn og målsetting .....	6
2.0	Metoder .....	7
2.1	Mesohabitatkartlegging.....	7
2.2	Bearbeidelse av data.....	8
2.3	Kartlegging av gyteområder.....	8
2.4	Gytefisktelling.....	8
2.5	Eggtetthet og elveareal.....	8
2.6	Undersøkelser av gytegroper .....	8
2.7	Elektrisk fiske .....	9
2.8	Bunndyr.....	9
3.0	Beskrivelse av vassdraget.....	11
3.1	Vannføring og temperatur .....	12
3.2	Vanntemperatur.....	13
3.3	Vannkjemiske forhold.....	14
3.4	Fysiske forhold (bonitering).....	14
3.5	Vurdering av mesohabitat og tørrfallsområder .....	14
3.6	Vurdering av substrat .....	19
3.7	Gyteområder .....	22
3.8	Lengdeprofil.....	24
4.0	Fiskebiologi .....	24
4.1	Gytefisktelling og eggtetthet .....	24
4.2	Undersøkelser av gytegroper .....	26
4.3	Elektrisk fiske .....	27
4.4	Tettheter av aure .....	27
4.5	Aurens vekst.....	28
4.6	Tettheter av laks .....	29
4.7	Laksens vekst .....	30
4.8	Fangststatistikk .....	30
5.0	Andre forhold som kan påvirke fiskeproduksjonen .....	32
6.0	Bunndyr .....	32
7.0	Oppsummering Modalselva .....	34
8.0	Flaskehalsen og aktuelle tiltak .....	35
9.0	Litteratur .....	36

## 1.0 Bakgrunn og målsetting

Som en del av det pågående samarbeidet mellom BKK og LFI Uni Miljø er det i perioden 2006-2011 blitt gjennomført et samordnet prosjekt for de seks "BKK-elve" der Uni Miljø jevnlig har oppdrag. Dette gjelder Matreelva, Modalselva, Ekso, Daleelva, Teigdalselva og Bolstadelva. LFI har bidratt med kompetanse om ferskvannsbiologi, mens BKK Rådgivning har bidratt med sin ekspertise innen hydrologi og hydraulikk. Prosjektet har hatt navnet: "Livet i vassdragene (LIV)".

Prosjektet 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

For å få langsiktige tidsserier ble det utført undersøkelser over en periode på fem år i perioden fra 2006 til 2010. Metodisk har arbeidet bestått i tre målepunkt per år:

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

Et delprosjekt i denne perioden har vært å kartlegge de fysiske forholdene og gyteområdene i alle de undersøkte vassdragene. Målsetningen med å gjennomføre en slik kartlegging (bonitering) var å gi en beskrivelse av fordelingen av vannhastighet, vanddyb og substrat i det enkelte vassdrag. Videre var målsetningen å kartlegge alle gyteområdene i det enkelte vassdrag både med tanke på fordeling og tilgjengelighet i forhold til det totale elvearealet. Dette er et viktig hjelpemiddel for å beskrive det tilgjengelige habitatet laks og aure har i de ulike vassdragene.

Resultatene fra de nevnte målepunktene er blitt sammenholdt med denne kartleggingen (boniteringen) av det enkelte vassdrag. På bakgrunn av disse undersøkelsene er det i foreliggende rapport blitt utført en vurdering som omhandler oppvekst og produksjonsforhold, temperaturforhold, og i tillegg en gjennomgang av vannkjemi og bunndyrsamfunnet i Modalselva. Dette har dannet grunnlaget for utarbeidelsen av ulike tiltak som kan bedre forholdene for fisken i vassdraget.

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

Disse resultatene foreligger som egne separate rapporter for hvert enkelt vassdrag.

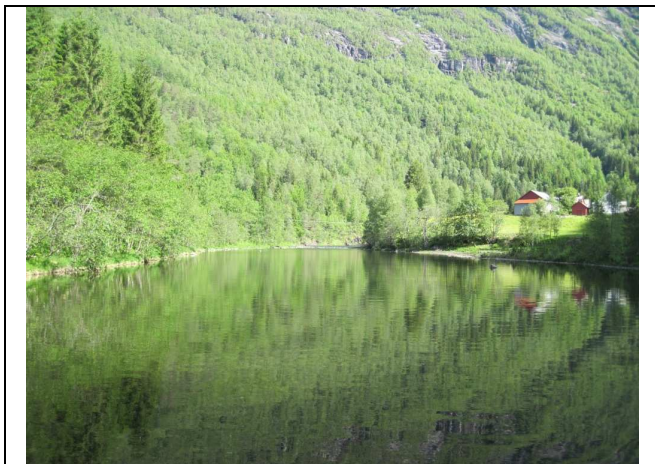
## 2.0 Metoder

### 2.1 Mesohabitatkartlegging

Mesohabitatkartleggingen ble gjennomført ved å dele elva inn etter fysiske forhold; type mesohabitat (elveklasse) etter et system som er utviklet av Borsányi m. fl. (2004) (**Tabell 1**). Dette systemet er basert på vurderinger av vanddyb, vannhastigheter, helninger og overflatebølger, og blir utført ved skjønnsmessige vurderinger. Dybdeforhold ble målt med ekkostav (der det var dypt) og vading (der det var grunt). Undersøkelsene ble gjennomført ved snorkling og observasjoner fra land. Det ble i tillegg tatt bilder av elvestrekningene. Denne formen for habitatklassifisering ble gjennomført i Modalselva, som følge av at elven er dyp og at det dermed ikke var mulig å komme til med en differensiel GPS og vannhastighetsmåler.

**Tabell 1.** System for klassifisering av mesohabitat (Borsányi m. fl. 2004)

surface pattern (SP)	surface gradient (SG)	surface velocity (SV)	water depth (WD)	Code	Name	
smooth/little waves	steep	fast	deep	A	Run	
			shallow			
		slow	deep			
			shallow			
	moderate	fast	deep	B1	Deep Glide	
			shallow	B2	Shallow Glide	
		slow	deep	C	Pool	
			shallow	D	Walk	
		steep	fast	deep	E	Rapid
				shallow	F	Cascade
broken/riffing	moderate	fast	deep	G1	Deep Splash	
			shallow	G2	Shallow Splash	
	slow	deep				
		shallow			H	Rill



Eksempel på mesohabitat klassifisering fra Modalen: Mesohabitatklasse D: blank overflate, slak overflatehelning, lav vannhastighet (walk) og relativt grunn.

## 2.2 Bearbeidelse av data

Det ble laget kart over fordelingen og arealet av de ulike elveklassene. Alle tematkartene er laget ved å bruke ArcGis 9.2.

Dominerende områder som ikke var vanddekt ved boniteringen, såkalte tørrfallsområder, ble også registrert. Det ble ikke utført bonitering av sideelven Budalselva, siden dette er gjort tidligere (Bjerknes et al. 2007).

Med bakgrunn i denne type kartlegging er det utarbeidet kart over de undersøkte elvestrekningene for å illustrere mesohabitatet. I tillegg er det utarbeidet egne kart for substrat og gyteområder for å illustrere hvor de enkelte gyteområdene er i vassdraget, og for hvor store areal de har.

## 2.3 Kartlegging av gyteområder

Lokaliseringen av potensielle gyteområder er basert på skjønnsmessig vurdering av tilgjengelig egnet gytegrus. Erfaringer fra en rekke andre vassdrag og kjennskap om laksefiskenes gytebiologi og de krav fisken stiller til vanddyb, vannhastighet og bunnssubstrat når den skal gyte (Heggberget et al., 1988; Crisp & Carling, 1989; Barlaup et al., 1994), ble lagt til grunn for å finne gyteområdene. I tillegg er det gjort undersøkelser av et stort antall gytegroper i vassdraget som gir svært viktig informasjon angående lokalisering av gyteområdene.

## 2.4 Gytefisktelling

Gytefisktellingene ble utført ved at en eller flere personer snorklet nedover elva. Observasjoner av fisk ble fortløpende rapportert inn til en landmann som skrev ned og merket av observasjonene på et kart. I enkelte tilfeller noterte dykkeren observasjonene underveis på vannfast blokk. Sjøauren ble delt inn i følgende størrelseskategorier: <1 kg, 1-2 kg, 2-3 kg og >3 kg. Blenkjer, dvs. umoden fisk som vandrer frem og tilbake mellom ferskvann og sjø, ble registrert, men ikke tatt med i regnskapet over gytefisk. Laksen ble delt inn i følgende størrelseskategorier: tert (<3 kg), mellomlaks (3-7 kg) og storlaks (>7 kg). Oppdrettslaks ble skilt fra villaks. Nyrømt oppdrettslaks kan i hovedsak lett skilles fra villaks på utseende, mens oppdrettslaks som har rømt som smolt og/eller gått i sjøen i lengre tid ofte ikke kan skilles fra villaks. Dette medfører at andelen av oppdrettslaks generelt kan bli underestimert ved dykkerregistreringene og man får dermed en tilsvarende overestimert av villaks.

## 2.5 Eggtetthet og elveareal

Eggtetthet er beregnet ut fra en forventning om antall egg som produseres pr. hofisk i de ulike størrelseskategoriene i bestandene i forhold til elvearealet. Ettersom det ikke har vært mulig å skille fullstendig mellom hannfisk og hofisk under gytefisktellingene, kjenner vi ikke kjønnsfordelingen for ulike størrelsesgrupper av fisk i de ulike vassdragene. For de fleste vassdragene finnes det heller ikke tilgjengelige data for gjennomsnittstørrelse eller eggproduksjon for de ulike størrelseskategoriene. For å beregne andelen av hofisk i gytebestanden har vi brukt samme inndeling som er brukt av NINA for utregning av gytebestandsmål (Hindar m. fl. 2007), der andelen av hofisk blant mellomlaks og storlaks er antatt å være henholdsvis 70 % og 55 %. Blant tertene er andelen hofisk antatt å variere mellom vassdragene etter sjøalderfordeling i bestanden, men er satt mellom 10-30 % hofisk for de fleste bestandene. For sjøaure ble det antatt en kjønnsfordeling på 50 % for alle størrelsesgruppene. Videre har vi antatt gjennomsnittsverken for tert, mellomlaks og storlaks å være 2 kg, 5 kg og 8 kg, og for sjøaure er vekten for observasjonskategoriene 0,5-1 kg, 1-2 kg, 2-3 kg og >3 kg oppgitt som henholdsvis 0,75 kg, 1,5 kg, 2,5 kg og 4 kg. Antall egg pr. kg hofisk ble antatt å være 1450 for laks og 1900 for sjøaure (Sættem 1995, Hindar m. fl. 2007).

## 2.6 Undersøkelser av gytegroper

Før det blir gitt en beskrivelse av metoden for undersøkelsene av gyteområdene, er det naturlig å forklare noen sentrale begrep angående laksens gytebiologi. Laksen gyter ved å grave eggene porsjonsvis ned i elvegrusen i såkalte gytegroper. Disse lages ved at hunnfisken legger kroppssiden



ned mot elvebunnen og slår kraftig med sporden. Eggene slippes så ned i gropa og befruktes av en eller flere hannfisk. Deretter graver hunnfisken en ny grop like ovenfor og fyller samtidig grus over eggene i den første gropa. Fisken kan så gyte en ny porsjon med egg i den nye gropa. Resultatet kan ofte sees som et ovalt parti med omrørt grus på elvebunnen. Porsjonene med egg ("eggglomerer") kan ligge på rekke i en og samme gytegropp (Ottaway et al. 1981; Crisp and Carling 1989), men det forekommer også ofte at fisken sprer eggglomerene i flere gytegropper på ulike plasser i elva (Barlaup et al. 1994). Begrepet "gytegropp" blir derfor ofte brukt både for å beskrive et gytegroppkompleks med flere eggglomerer, men blir også brukt om eggglomerer som er resultatet av en enkelt gyteakt. Det kan imidlertid være vanskelig å skille hvilke eggglomerer som er gytt av ulike hofisk, da gytegroppene ofte kan ligge tett. I den videre teksten blir gytegropp brukt synonymt med eggglomerer.

Gytegroppene ble funnet ved å grave forsiktig i grusen med en spiss gartnerspade. Når en gytegropp (eggglomerer) ble lokalisert, ble vanddyppet over gytegroppa og gravedypet ned til eggene registrert, samt at et utvalg rognkorn ble tatt opp med en håv. Overlevelsen ble estimert ved å telle antall levende og døde egg og/eller plommeseekkyngel. Det er viktig å bemerke at eggoverlevelsen kan bli noe overestimert her da det kan inntreffe dødelighet både i perioden fra undersøkelsestidspunktet og frem til klekking og videre frem til yngelen forlater gytegroppene. Et par rognkorn fra hver gytegropp ble frosset ned og senere artsbestemt på laboratoriet ved hjelp av isoelektrisk fokusering av enzymer (Mork & Heggberget 1984; Vuorinen & Piironen 1984). Resterende rogn ble forsiktig gravd ned i grusen igjen.

## 2.7 Elektrisk fiske

For å undersøke tettheten av ungfisk ble det gjennomført et kvantitativt elektrisk fiske med tre gangers overfiske på hver stasjon i henhold til standard metode beskrevet av Bohlin et al. (1989). Undersøkelsene ble utført på tidligere etablert stasjonsnett og arealet på hver stasjon var 100 m<sup>2</sup>. All fisk samlet inn ved elektrisk fiske ble artsbestemt og frosset ned for senere aldersbestemmelse ved lesing av otolitter. Basert på aldersanalyse av innsamlet fisk er det skilt mellom ensomrig og eldre fisk. Tetthetsberegningene er gjort for hver av disse to gruppene.

## 2.8 Bunndyr

Bunndyrmaterialet består av kvalitative prøver (sparkeprøver, Frost et al. (1971)). En prøve ble samlet inn på flere steder for å dekke alle mulige habitater, og disse prøvene ble så slått sammen til en stor samleprøve. Prøvene ble samlet inn med håv med 250 µm maskevidde, og konservert på alkohol. Hver prøve ble sortert på laboratoriet i en time, for så å artsbestemme hvert individ. Denne metodikken er den samme som har blitt benyttet i overvåkingen av sur nedbør og av kalkede elver i Norge.

Forsuringsindeks 1 og 2 ble regnet ut basert på sammensetningen av bunndyrarter i prøvene. Indeksene baserer seg på forekomst av arter som er mer eller mindre sensitive for surt vann. Artene er klassifisert som tolerante, litt følsom, moderat følsom og svært følsom for forsurening, og tilstedeværelse av de forskjellige artene på en lokalitet 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 i prøven, 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 forsureningsproblemer på en lokalitet er dette vanligvis den arten som det er flest individer av i bunnprøvene. Kommer det mer sur nedbør enn nedslagsfeltet klarer å nøytralisere er denne arten en av de første som forsvinner. I Indeks 2 blir antallet av *B. rhodani* satt opp mot antallet av forsureningstolerante steinfluer, og lokaliteten får en indeksverdi mellom 0,5 og 1. Indeksene er beskrevet i henholdsvis Fjellheim og Raddum (1990) og i Raddum (1999).

Det nylig vedtatte Vanddirektivet (VD) i Norge bruker bl.a. bunndyr for å oppdage organisk belastning eller forurensing / eutrofiering ('Average Score per Taxon' (ASPT) indeksen (Armitage et al. 1983). Denne metoden baserer seg på poeng, der noen familier av bunndyr får poeng avhengig av hvor tolerante artene i familien er for organisk anriking / forurensing. De mest tolerante får lav verdi, mens de mest intolerante får høy verdi. Summen av disse poengene for en bunnprøve utgjør BMWP indeksen ('Biological Monitoring Working Party System'). ASPT indeksen er BMWP delt på antall poeng-givende familier i prøven. Denne indeksen er mer uavhengig av størrelsen på prøven enn BMWP indeksen, og blir derfor foretrukket.

ASPT indeksen og Forsuringsindeks 2 blir brukt i Vanddirektivet 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 forsurening. 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 forsurening og organisk belastning. Disse verdiene er vist i **Tabell 2**.

**Tabell 2.** Foreløpige grenseverdier for forsurening 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	$x = 0$	$x < 4,4$

Den organiske belastningen på en elvestrekning blir bare bedømt på grunnlag av prøver tatt på høsten for å unngå at insektarter som flyr tidlig på våren er borte fra elva når prøvene blir tatt. I tillegg vil en eventuell organisk belastning på elva av f. eks. gjødsel, kloakk eller silosaft normalt være sterkest i sommerhalvåret. Derfor vil prøver tatt på høsten vise effekter av dette, mens prøver tatt på våren kan unngå å vise noe. For å oppdage problemer på grunn av forsurening bør en imidlertid ta både vårprøver og høstprøver.

På nettstedet Vannportalen (<http://www.vannportalen.no>), finnes en veileder som beskriver både prøvetakings- og analysemetodikk på alle analyser i forbindelse med Vanddirektivet.



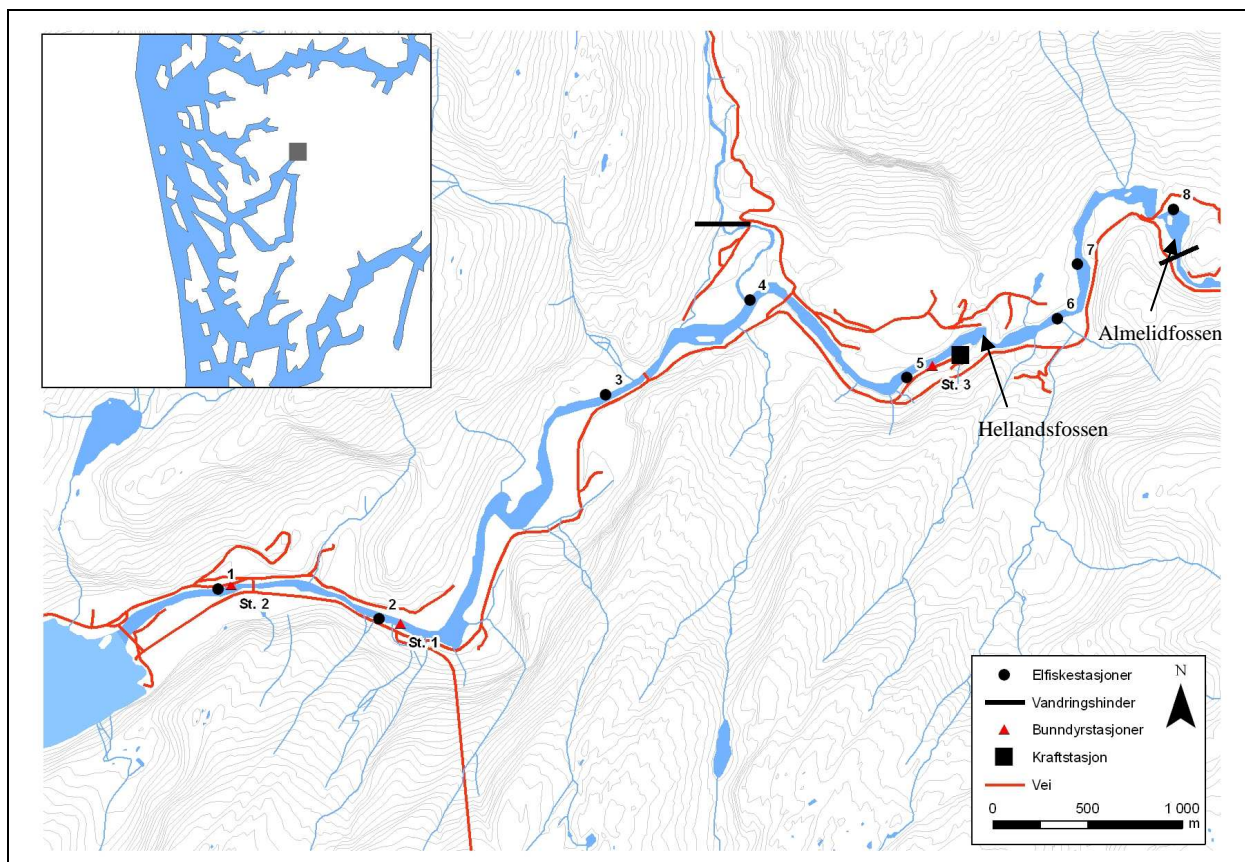
Døgnfluen *Baetis rhodani*. Den er svært følsom mot forsurening, og er kanskje den viktigste indikatorarten vi har i Norge i dag.

Vårfluen *Rhyacophila nubila*. I motsetning til *B. rhodani*, har *R. nubila* høy tålegrense mot forsurening.

### 3.0 Beskrivelse av vassdraget

Modalsvassdraget (NVE vassdragsnummer 064.Z) har sitt utspring i Stølsheimen (**Figur 1**). Vassdraget ble regulert i 1975 og siste utbyggingstrinn var i 2005 med Nygard pumpekraftverk. Vassdraget hadde et opprinnelig nedbørfelt ved utløpet på 360 km<sup>2</sup>, mens det i dag er på 353 km<sup>2</sup>. Ved 3 m<sup>3</sup>/s er det totale vanddekte elvearealet (produksjonsarealet for fisk) ca. 410 000 m<sup>2</sup> på en strekning som er 8,4 km lang. Store deler av strekningen nedstrøms Hellandsfossen (324 000 m<sup>2</sup>) kan beskrives som relativt hurtigrennende, med moderat helning, relativt grunn og med overflatebølger. I tillegg finnes det en god del områder som ikke har overflatebølger og som i tillegg er dypere. Det ligger en god del tørrfallsområder nedstrøms Hellandsfossen som utgjør et areal på ca. 16 000 m<sup>2</sup>. Dette tilsvarer 5 % av totalarealet fra utløpet av Modalselva og opp til Hellandsfossen. Siden strekningen nedstrøms Hellandsfossen kan ha raske endringer i vannføringen, kan fisk og noen områder egnet for gyting strande på disse tørrfallsområdene. Ved bygging av Hellandsfoss fisketrapp i 1983, ble lakseførende strekning forlenget opp til Almelidfoss. I perioden 1993 til 2010 har det i gjennomsnitt gått opp 30 sjøaurer pr. år i trappen ved Hellandsfossen. I 1993 ble det bygget enda en fisketrapp ved Almelid, men det er så langt ikke registrert oppgang av laksefisk i denne trappen. Dette skyldes mangler i fisketrappen i Almelidfoss som hindrer fisk i å komme seg opp fossen. Strekningen fra Hellandsfossen og opp til gummiluka ved Almelid (86 000 m<sup>2</sup>) kan best beskrives som sakteflytende med moderat helning og som har grunne partier stort sett uten overflatebølger. I tillegg finnes en god del strekninger som er dypere. Det finnes ikke større tørrfallsområder på strekningen mellom Hellandsfossen og Almelid.

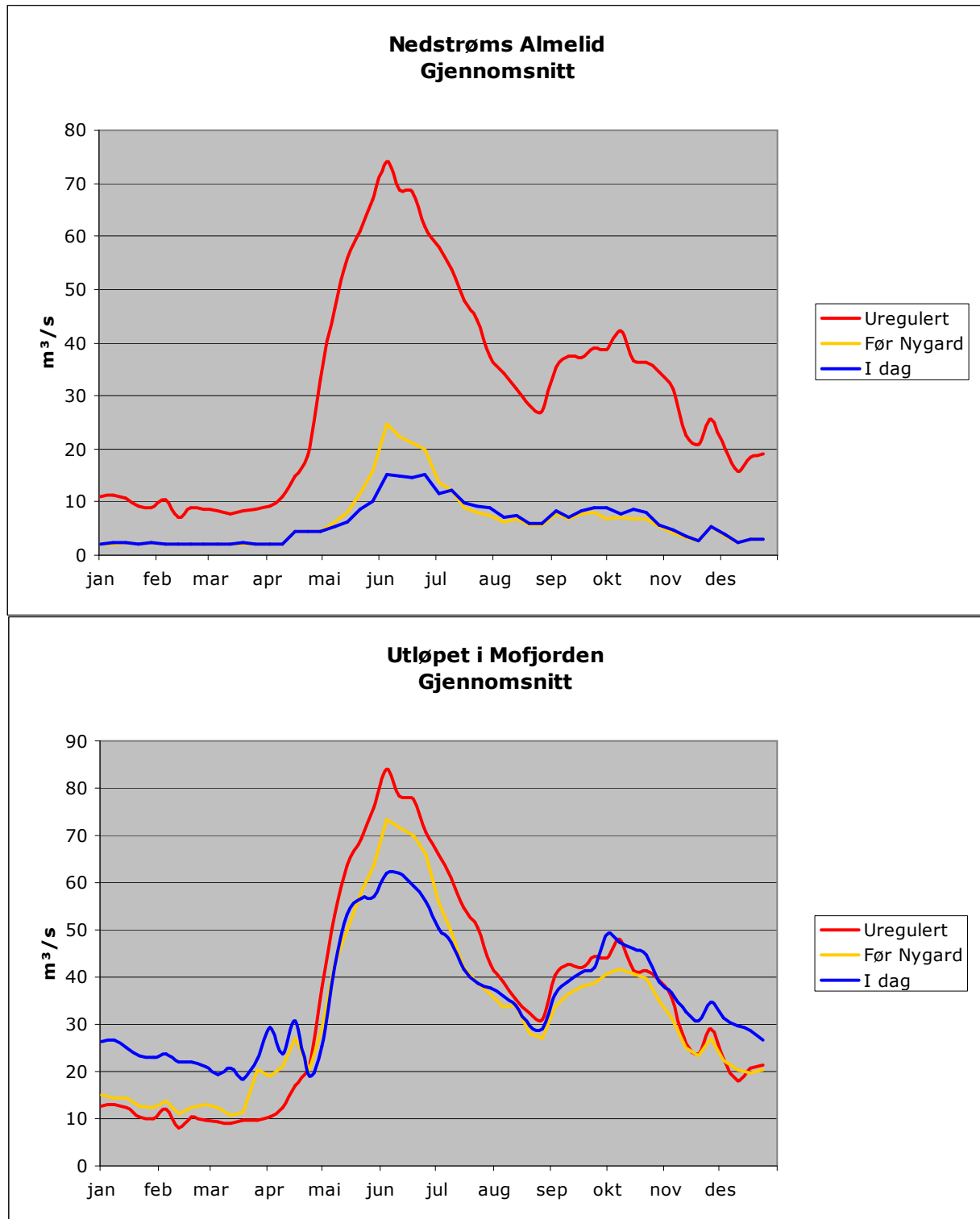
Elvebunnen (substratet) nedstrøms Hellandsfossen er dominert av stein (58 %) og blokk (19 %). Elvebunnen (substratet) på strekningen mellom Hellandsfossen og gummiluka ved Almelid er dominert av sand (22 %), stein (22 %) og grus (16 %). Gyteområdene i Modalselva utgjør 0,6 % av det totale vanddekte elvearealet. Dette tilsvarer 2 500 m<sup>2</sup> med egnet gyteareal. De fleste gyteområdene ligger i den øvre og i den midtre delen av elva. Det viktigste gyteområdet ligger ved nedre Helland. De fleste gyteområdene ligger på strekninger i elva best karakterisert med en moderat helning, på relativt grunne områder og med ganske hurtigrennende vann både med og uten overflatebølger.



**Figur 1.** Oversikt over stasjoner for elektrisk fiske, bunndyr og vandringshinderet for laks og sjøaurer i Modalselva.

### 3.1 Vannføring og temperatur

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 (**Figur 2**). Reduksjonen er størst om sommeren. Det er innført en minstevannsføring på 3,0 m<sup>3</sup>/s i perioden 16. april-15. juli, 5 m<sup>3</sup>/s i perioden 16. juli-30. september og 2,2 m<sup>3</sup>/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 (**Figur 2**).



**Figur 2.** Beregnet vannføring før og etter regulering av Modalsvassdraget (data framskaffet av BKK). Øvre figur er restfeltet oppstrøms Hellandsfossen kraftstasjon, mens nedre figur er ved utløpet av Modalselva.

## 3.2 Vanntemperatur

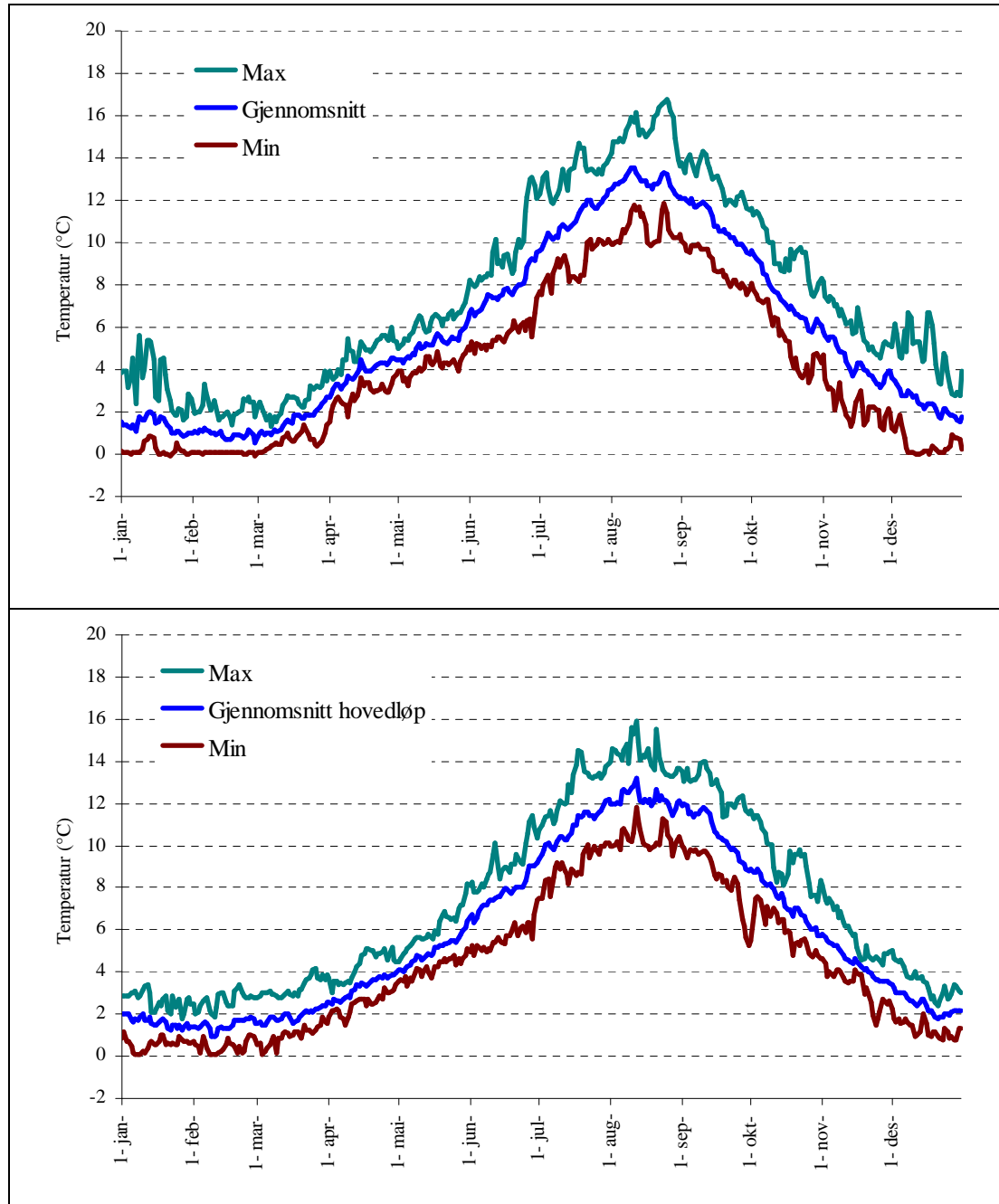
### Restfelt

Vanntemperaturen målt hver 2. time i restfeltet varierte mellom -0,1 og 17 °C i perioden fra 2002-2010, med snitt temperatur på 6,0 °C. Temperaturen er under 2 °C i lange perioder i løpet av vinteren (Figur 3).

### Hovedløp

Vanntemperaturen målt hver 2. time i hovedløpet varierte mellom 0,1 og 16 °C i perioden fra 2002-2010, med snitt temperatur på 5,9 °C. Temperaturen er under 2 °C i lange perioder i løpet av vinteren (Figur 3).

Temperaturmålingene i Modalselva viser at vassdraget er forholdsvis sommerkaldt.

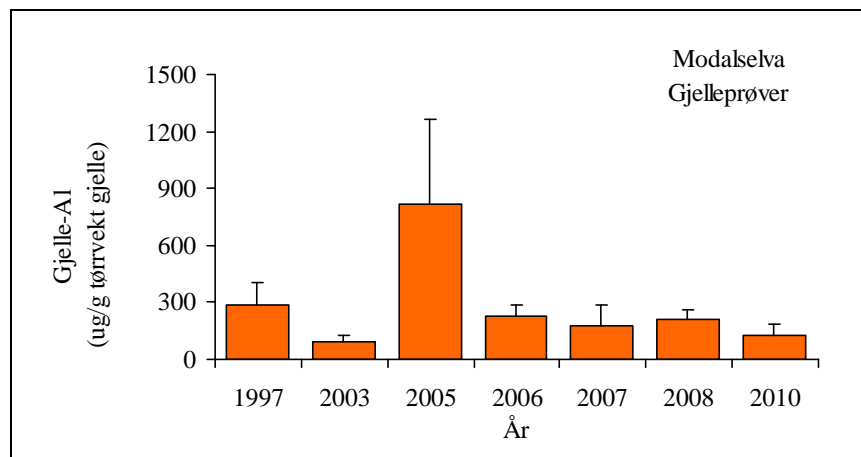


**Figur 3.** Min, Max og gjennomsnittlig vanntemperatur basert på målinger hver 2. time i restfeltet (øverst) og i hovedløpet (nederst) i Modalselva i perioden 2002-2010.



### 3.3 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 forsureningssituasjonen 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 1997-2010, 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 4**). Kroglund et al. (2007) viser at det vil forekomme akutt dødelighet hos ungfisk ved en ferskvannseksponering som varer i mange dager, og ved en mengde giftig aluminium som overstiger 300  $\mu\text{g Al/g}$  tørrvekt gjelle. Disse grenseverdiene er imidlertid langt lavere for smolt som forlater vassdraget om våren. 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 en negativ påvirkning på rekruttering og vekst for både aure og laks i vassdraget på tross av en bedring av forsureningssituasjonen. I Direktoratet for Naturforvaltning sin: "Plan for kalking av vassdrag i Norge 2011-2015" (DN, 2011), er Modalselva gitt prioritet over foreslåtte vassdrag som skal kalkes.



**Figur 4.** Giftig aluminium på fiskegjeller av aure og laks fanget i Modalselva i perioden 1997–2010.

### 3.4 Fysiske forhold (bonitering)

Vannføringen ved undersøkelsen som ble utført i slutten av juni 2010 var 3  $\text{m}^3/\text{s}$ . Hellandsfossen kraftstasjon var stoppet i løpet av boniteringen, slik at vannføringen var lik i hovedløpet og i restfeltet. Mesohabitatkartene viser derfor hvordan de fysiske forholdene er ved den nevnte vannføringen for hele vassdraget. Ved denne vannføringen ble totalt vanndekt elveareal funnet å være ca. 410 000  $\text{m}^2$  på en strekning som er 8,4 km lang. Strekningen fra utløpet ved Mofjorden og opp til Hellandsfossen hadde et vanndekt areal på 324 000  $\text{m}^2$  (6,3 km). Strekningen fra Hellandsfossen og opp til gummiluka ved Almelid hadde et vanndekt areal på 86 000  $\text{m}^2$  (2,1 km).

### 3.5 Vurdering av mesohabitat og tørrfallsområder

Store deler av strekningen nedstrøms Hellandsfossen kan beskrives som relativt hurtigrennende, grunt og med overflatebølger (**Tabell 3**). Basert på mesohabitatsystemet som er utviklet av Borsányi et al. (2004), domineres denne strekningen av habitatklasse G2 (39 %). Det ble også registrert en god del områder med habitatklasse B1 og B2 med en samlet andel på 30 %. Dette er strekninger som ligner på G2 men som ikke har overflatebølger og som i tillegg er dypere (B1 er dypere enn B2). I tillegg ble det registrert en god del strekninger med habitatklasse C (11 %). Dette er strekninger som B1 og B2, men som er sakteflytende og dype. Det ble registrert en del tørrfallsområder nedstrøms Hellandsfossen

med et areal på ca. 16 000 m<sup>2</sup>, noe som utgjør en andel på 5 % av totalarealet fra utløpet av Modalselva og opp til Hellandsfossen. Kart som illustrerer mesohabitatet på strekningen fra utløpet og opp til Hellandsfossen i Modalselva er vist i **Figur 5**.

Strekningen fra Hellandsfossen og opp til gummiluka ved Almelid kan best beskrives som sakteflytende med både dype og grunne partier stort sett uten overflatebølger. Basert på mesohabitatsystemet, domineres denne strekningen av habitatklassen D (50 %). Dette er strekninger med moderat helning, relativt sakteflytende med få overflatebølger og som er relativt grunn. I tillegg ble det registrert en god del strekninger med habitatklasse C (28 %). Dette er strekninger som ligner på D, men som er dypere. På strekningen mellom Hellandsfossen og Almelid ble det ikke registrert større tørrfallsområder. Kart som illustrerer mesohabitatet på strekningen mellom Hellandsfossen og gummiluka ved Almelid i Modalselva er vist i **Figur 5**.

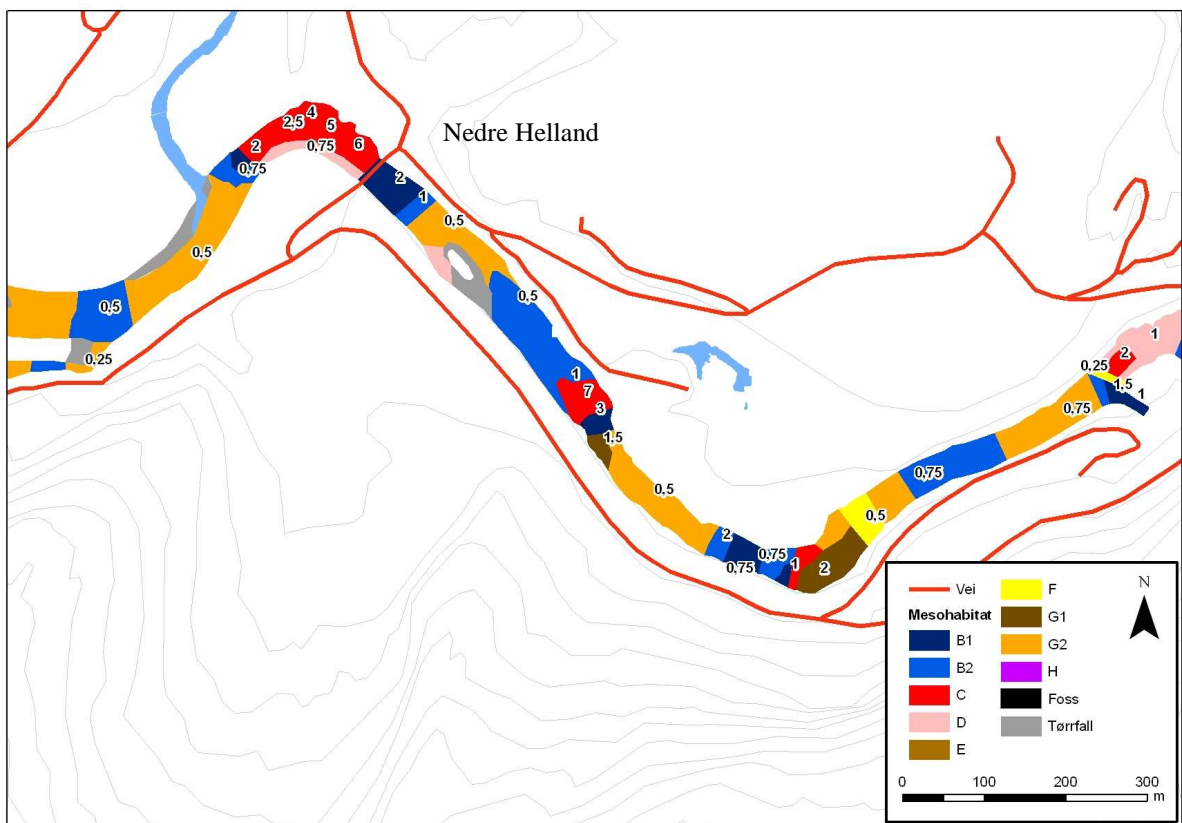
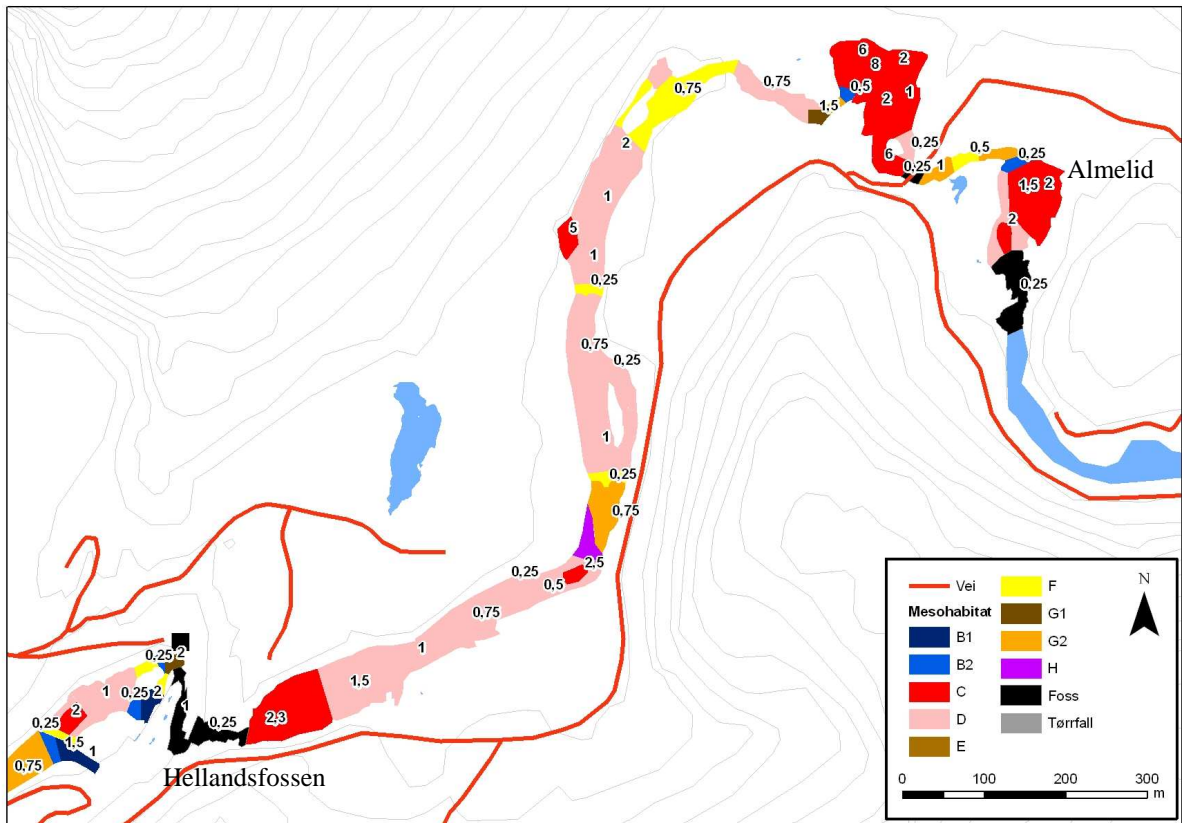
De fleste gyteområdene ble funnet innen mesohabitatklassene B1, B2 og G2.

**Tabell 3.** Areal og fordeling av de ulike klasser for mesohabitat registrert i Modalselva i slutten av juni 2010. \* Andel tørrfall er beregnet ut ifra total areal, mens mesohabitatklasser er beregnet ut ifra totalareal uten tørrfallareal.

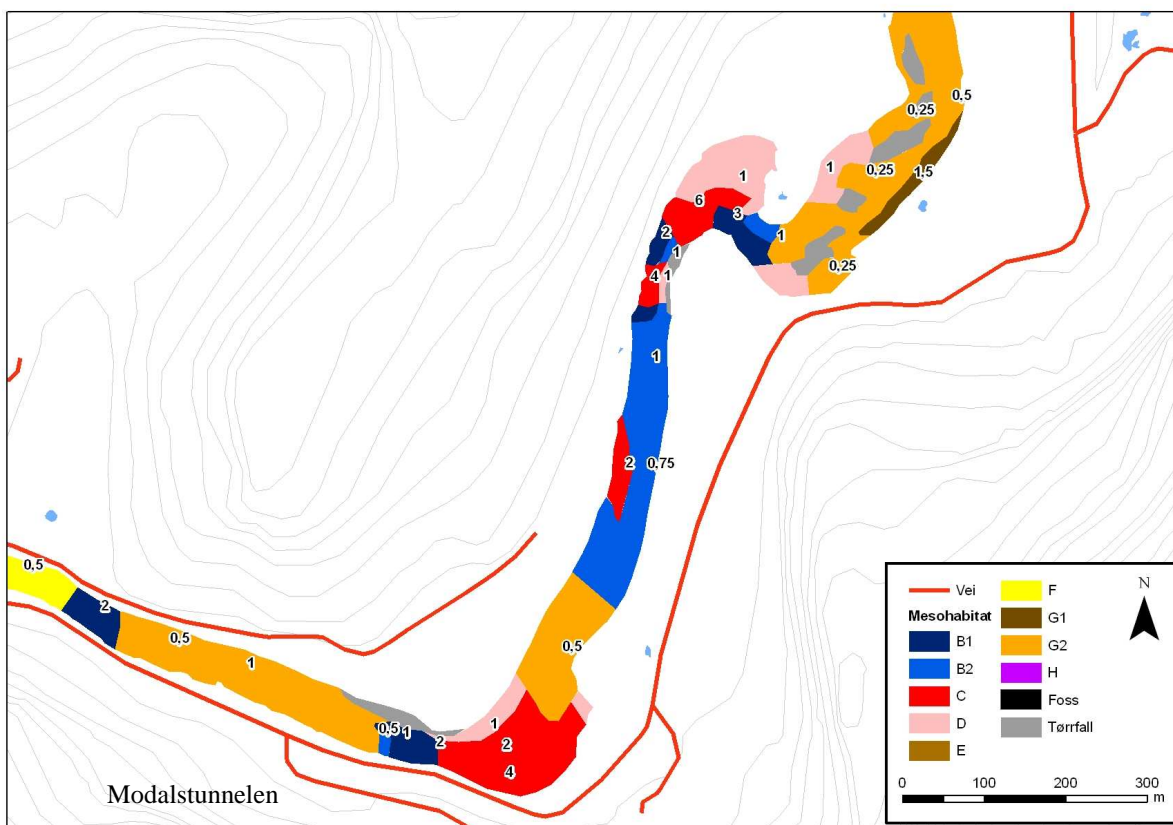
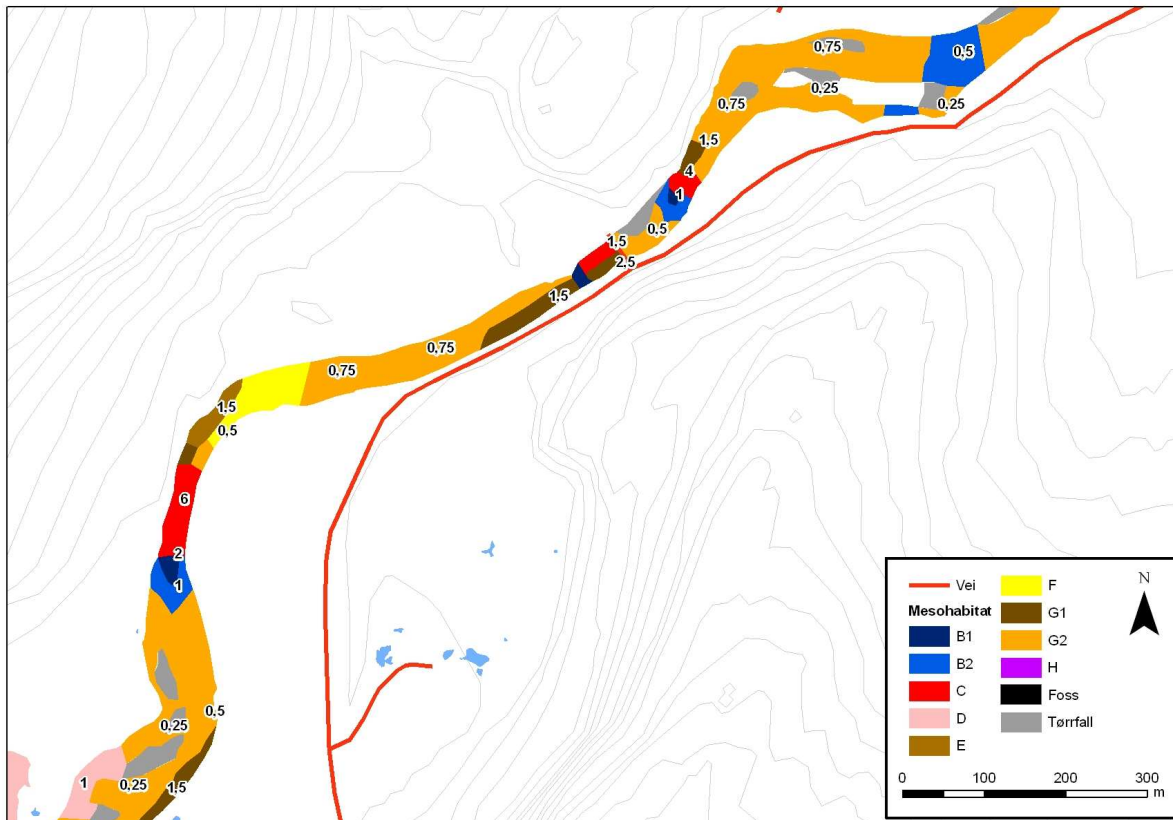
Mesohabitat	Mofjorden Hellandsfossen		Hellandsfossen - Almelid	
	Areal (m <sup>2</sup> )	Andel (%)	Areal (m <sup>2</sup> )	Andel (%)
A	0	0	0	0
B1	43 170	13	0	0
B2	55 752	17	722	1
C	35 835	11	24 089	28
D	21 801	7	43 047	50
E	3 761	1	0	0
F	19 815	6	5 975	7
G1	16 010	5	453	1
G2	127 781	39	4 113	5
H	0	0	1 148	1
Foss	0	0	6 109	7
Tørrfall	16 130	5*	0	0

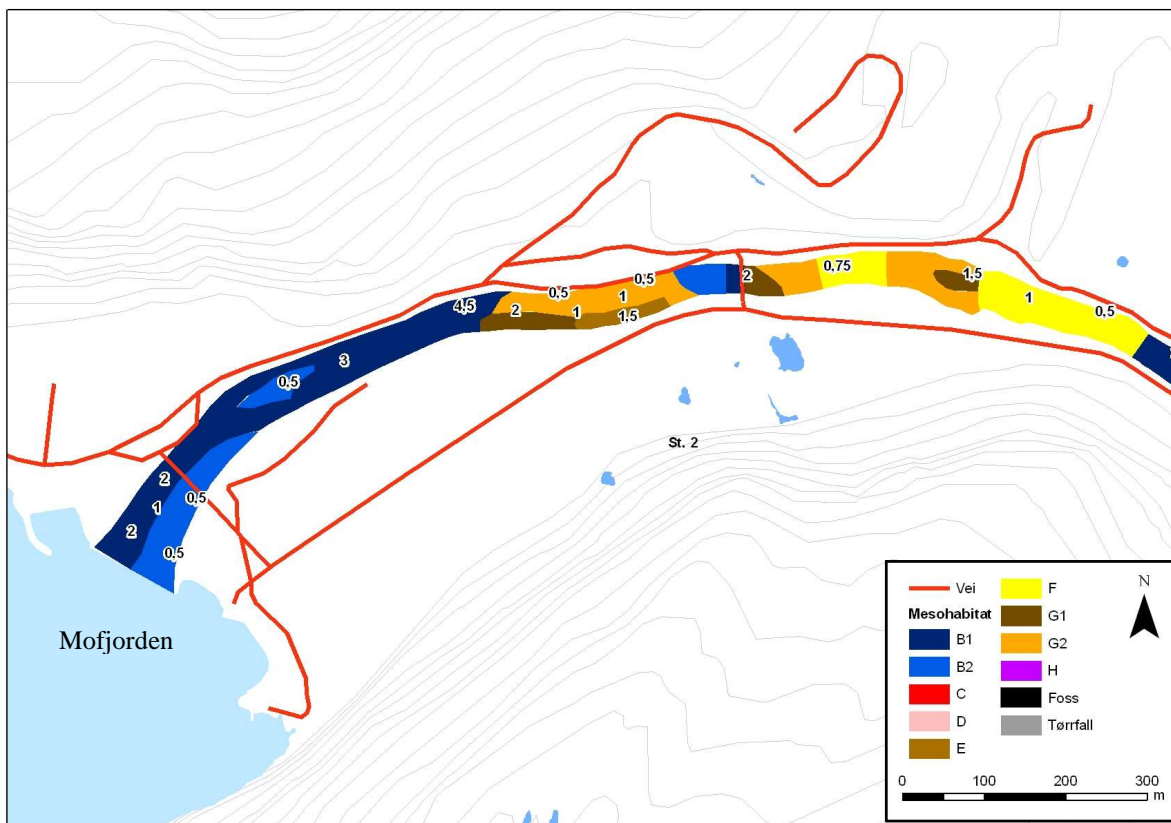


I noen deler av Modalselva er elva relativt bratt der overflaten er brutt, har høyere vannhastighet og store blokker i elvebunnen (mesohabitatklasse F), mens i andre deler er elva flatere med blank overflate, har lavere vannhastighet og grus og små steiner i elvebunnen (mesohabitatklasse D).









**Figur 5.** Mesohabitatet i Modalselva. Tallene i kartet angir vanddyb.



Fisketrappen i Hellandsfossen ble bygget i 1983 og er enestående i sitt slag i Norge. Fisken må vandre opp igjennom en kombinasjon av mange kummer og rør før den når toppen av trappen som ligger 35 meter over inngangen.

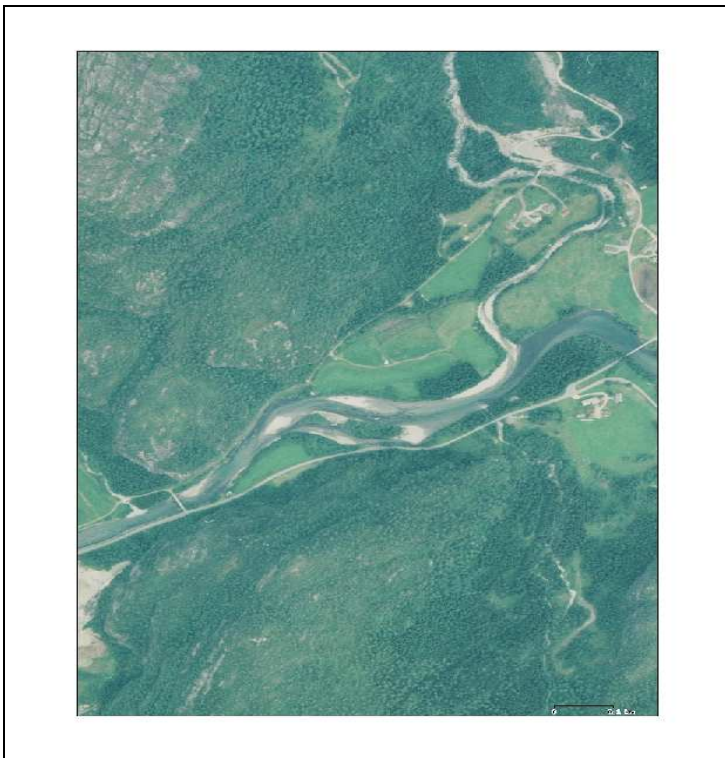
### 3.6 Vurdering av substrat

Elvebunnen (substratet) nedstrøms Hellandsfossen var dominert av stein (58 %) og blokk (19 %). Andelen grus og stein, som bl.a. kan inneholde egnet gytegrus, var bare 8 % av totalsubstratet (**Tabell 4**). Kart som illustrerer substratforholdene på strekningen fra utløpet og opp til Hellandsfossen i Modalselva er vist i **Figur 6**.

Elvebunnen (substratet) på strekningen mellom Hellandsfossen og gummiluka ved Almelid var dominert av sand (22 %), stein (22 %) og grus (16 %). Andelen grus og stein, som bl.a. kan inneholde egnet gytegrus, utgjorde 20 % av totalsubstratet (**Tabell 4**). I tillegg ble det registrert en del områder definert som blanding (15 %). Dette er strekninger med stor variasjon i elvebunnen, med relativt like andeler med alt fra silt/sand til blokk. Kart som illustrerer substratforholdene på strekningen mellom Hellandsfossen og gummiluka ved Almelid i Modalselva er vist i **Figur 6**.

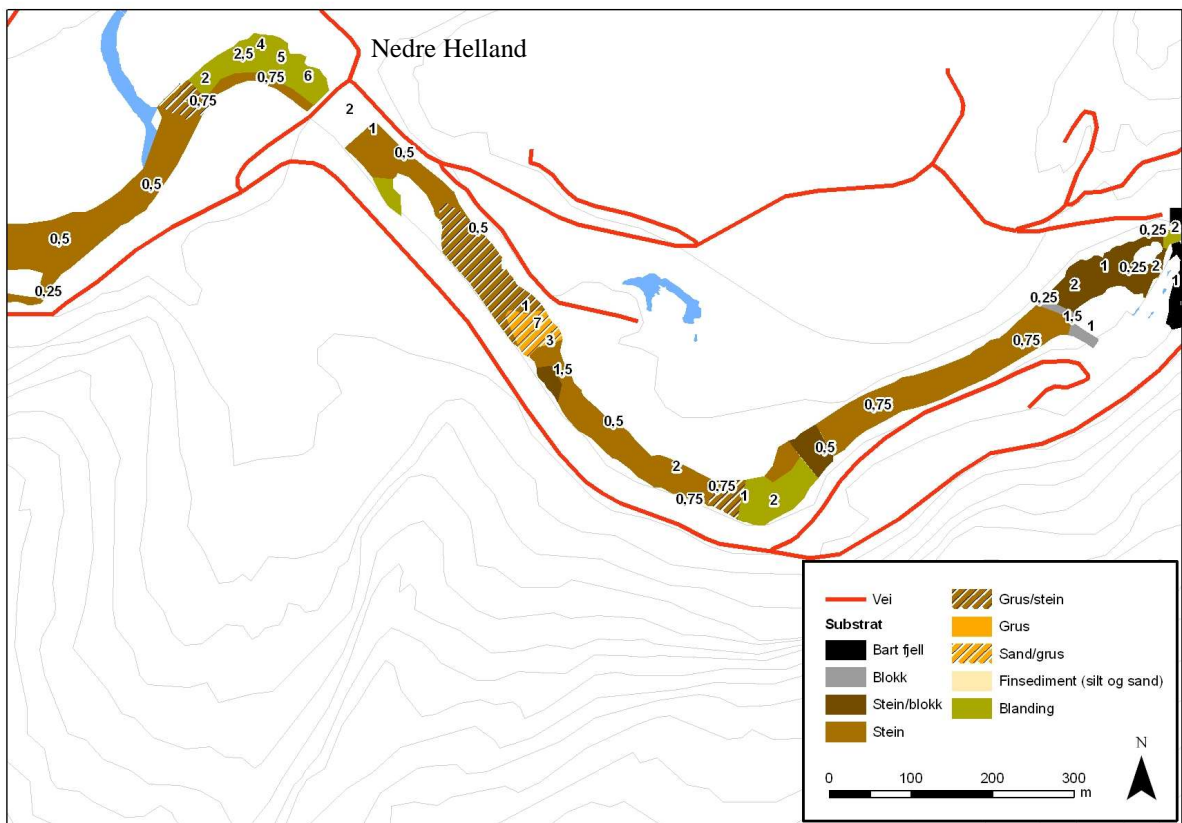
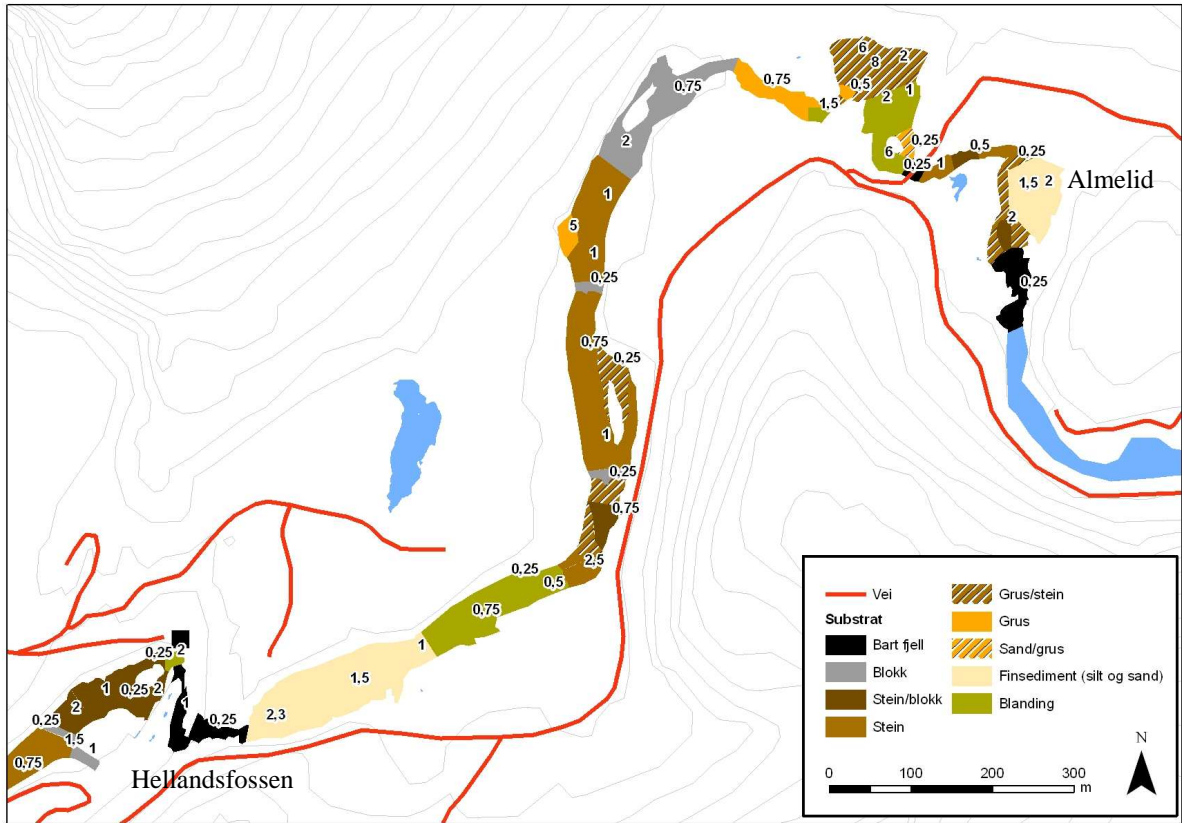
**Tabell 4.** Areal og fordeling av de ulike kategoriene for substrat registrert i Modalselva i slutten av juni 2010.

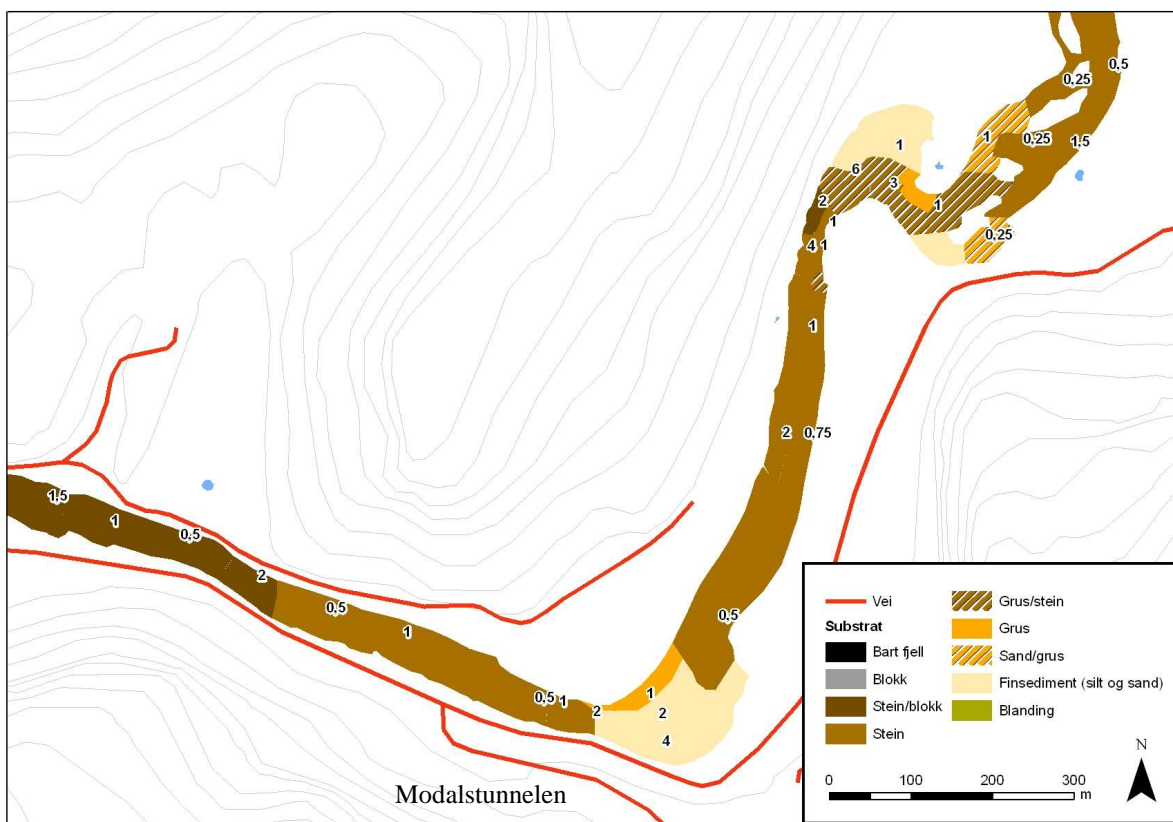
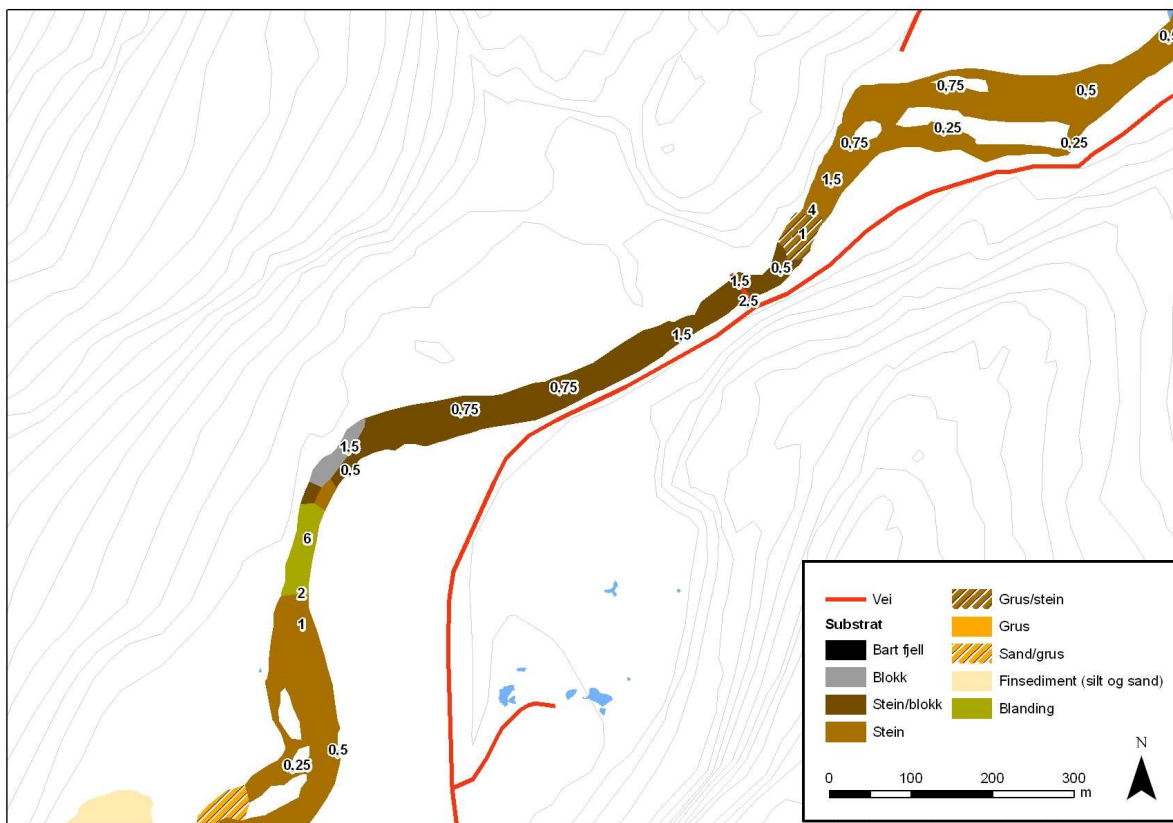
Substrat	Mofjorden Hellandsfossen		Hellandsfossen - Almelid	
	Areal (m <sup>2</sup> )	Andel (%)	Areal (m <sup>2</sup> )	Andel (%)
Silt/sand	21 566	7	19 171	22
Sand/Grus	7 836	2	598	1
Grus	3 729	1	3 714	4
Grus/Stein	23 590	7	13 284	16
Stein	184 467	58	19 001	22
Stein/Blokk	59 962	19	2 329	3
Blokk	2 774	1	8 474	10
Bart fjell	0	0	6 109	7
Blanding	14 719	5	12 976	15

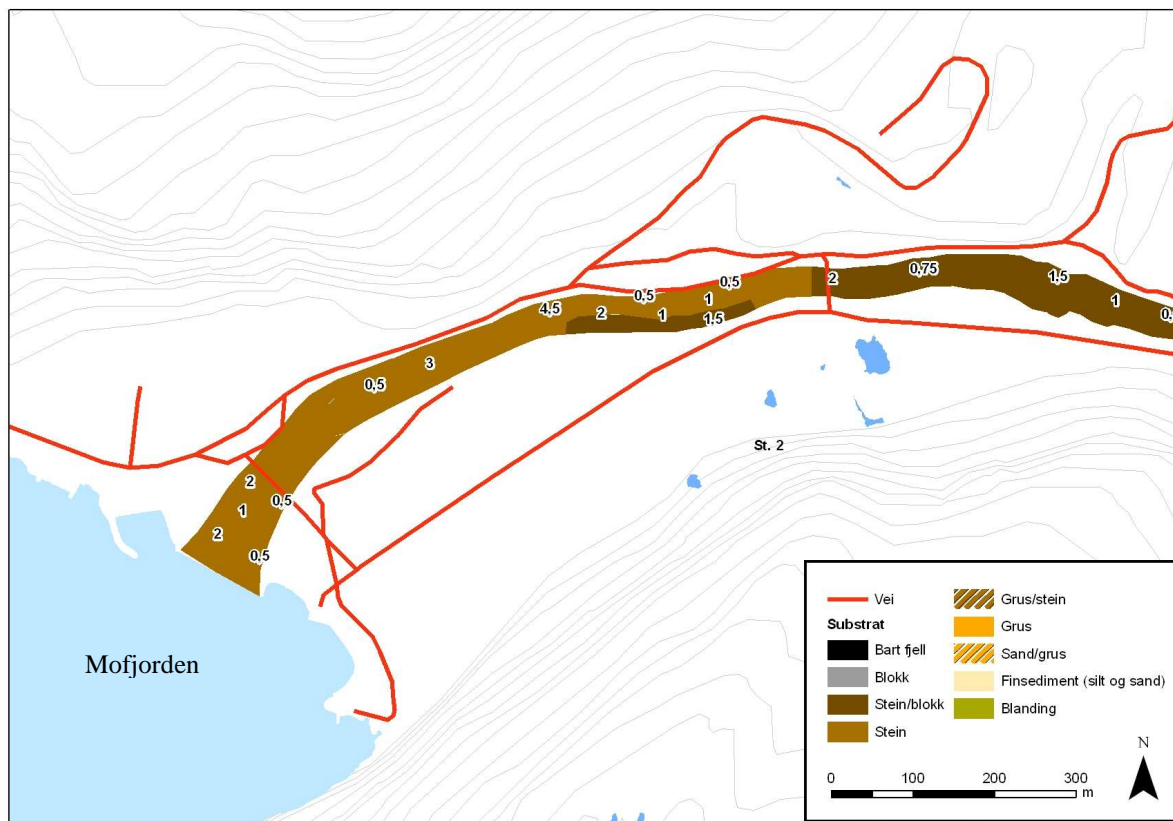


Tørrfallsområder i Modalselva:  
<http://kart.statkart.no/>







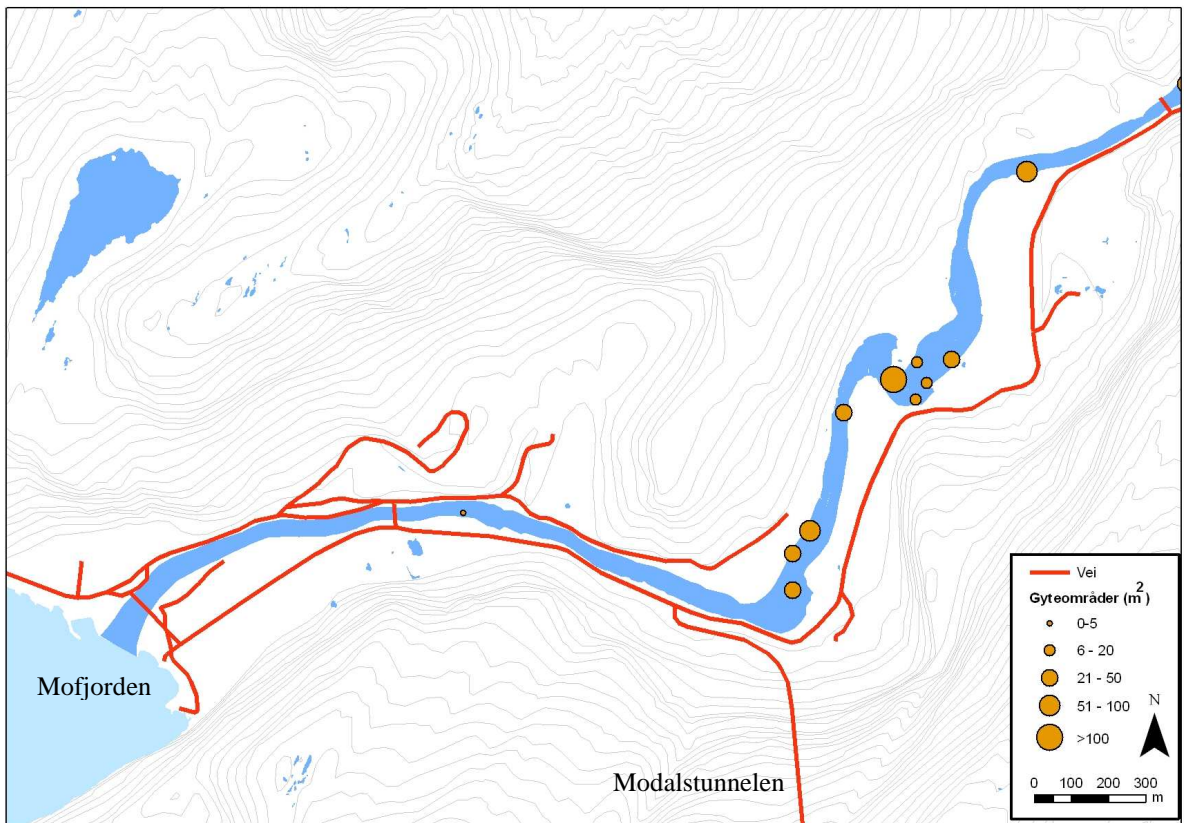
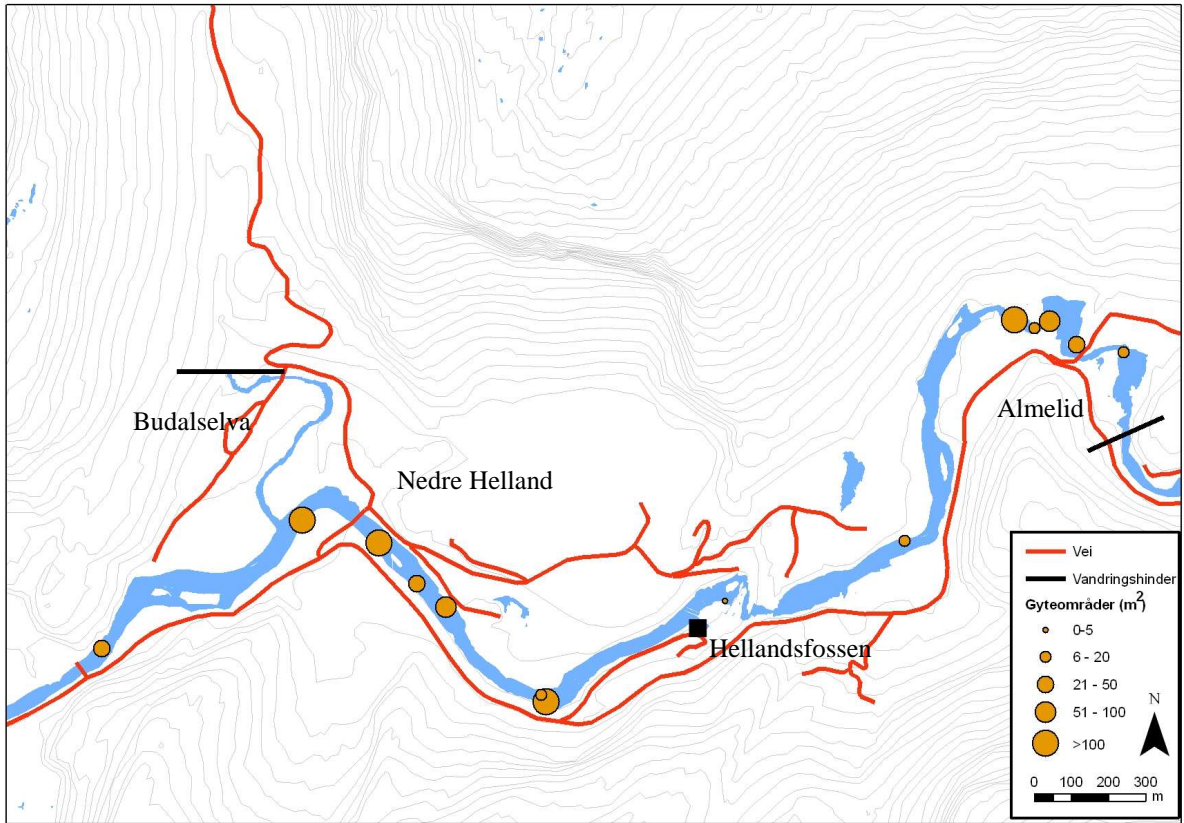


**Figur 6.** Substrat i Modalselva fra utløpet ved Mofjorden og opp til gummiluka ved Almelid.

### 3.7 Gyteområder

Gyteområdene i Modalselva utgjør 0,6 % av det totale vanndekte elvearealet. Dette tilsvarer 2 500 m<sup>2</sup> med egnet gyteareal. De fleste gyteområdene ligger i øvre og i midtre del av elva (**Figur 7**). Det viktigste gyteområdet ligger ved nedre Helland. I tillegg til disse gyteområdene, kan det ligge flekkvise grusøyer i vassdraget som ikke ble oppdaget ved boniteringen. Kart med inntegninger av viktige gyteområder i Modalselva er vist i **Figur 7**.

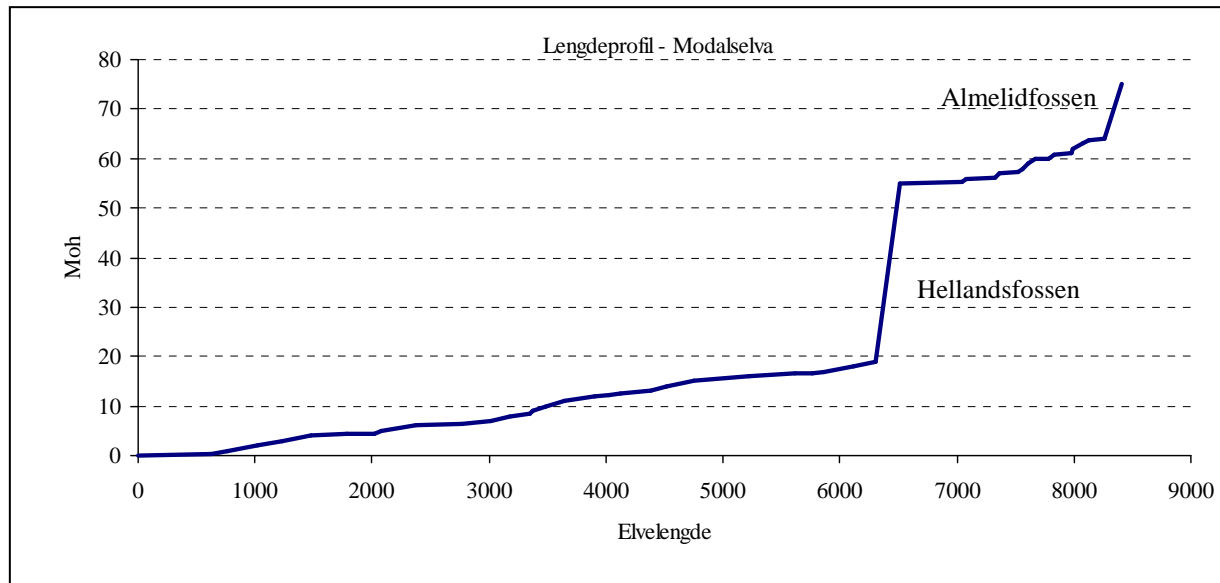




**Figur 7.** Gyteområder i Modalselva registrert over flere år siden 2000.

### 3.8 Lengdeprofil

Lengdeprofil av Modalselva basert på kartgrunnlag med 1 meters koter er gitt i **Figur 8**. Fossen nedstrøms gummiluka ved Almelid og Hellandsfossen kommer tydelig frem i lengdeprofilen. Foruten disse to fossene er elva relativt slak. De fleste gyteområdene ligger i den midtre og i den øvre delen av vassdraget hvor lengdeprofilen har en slak kurve.



**Figur 8.** Lengdeprofil av Modalselva fra utløpet i Mofjorden og opp til gummiluka ved Almelid ca. 75 meter over havnivået.

## 4.0 Fiskebiologi

### 4.1 Gytefisktelling og eggtetthet

Gytefisktellingene er blitt 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 5**). 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 blitt talt gytefisk fra Hellandsfossen. Det ble observert en relativ høy gytebestand av sjøaure først i perioden, men etter 2005 har gytebestanden avtatt og ligget under 2 egg pr. m<sup>2</sup> som en antar er i den nedre delen av skalaen for å sikre en fullverdig rekruttering til bestanden (Anon, 2011a, b). Basert på de beregnede eggtetthetene er bestandsstatusen til sjøauren i Modalsvassdraget moderat (**Figur 9**). Mange av sjøaurene blir ganske store (over 2 kilo). Laks er blitt delt opp i størrelseskategorier fra 2001 (**Tabell 5**). Innslaget av oppdrettslaks for perioden 2002-2010 er på 30 %. 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 1999-2010, og vassdraget anses ikke å ha en stedegen laksebestand. Den relativt høye andelen av rømt oppdrettslaks anses også som en trussel for reetablering av en villaksbestand i vassdraget.



**Tabell 5.** Resultater fra gytefisktellingsene i Modalselva i perioden 1999-2007.

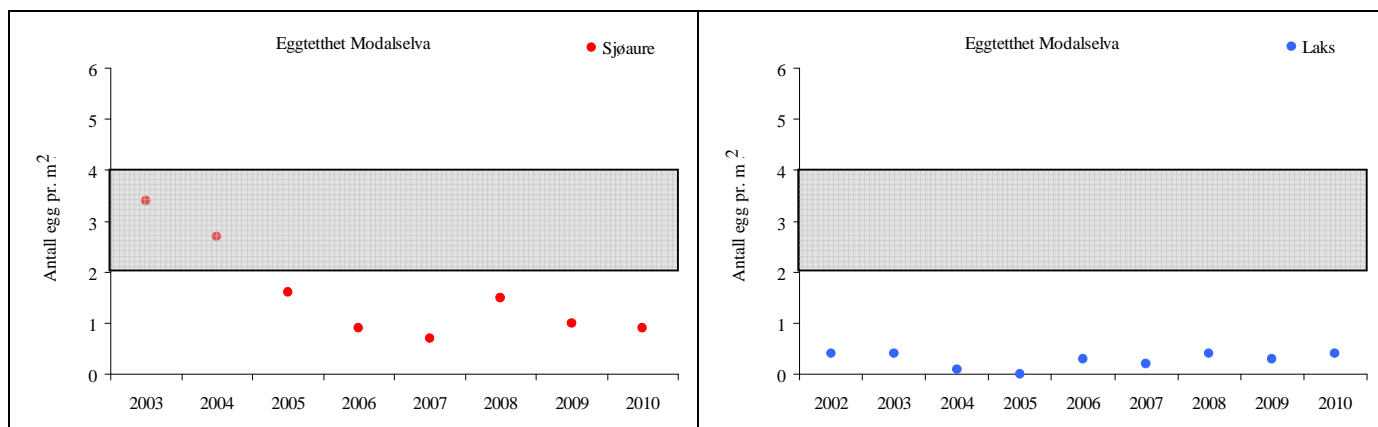
		Modalen								
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Sjøaure	0,5 – 1 kg	--	--	--	--	311	258	122	119	44
	1 – 2 kg	--	--	--	--		403	164	105	71
	2 – 3 kg	--	--	--	--	523 <sup>1</sup>	60	58	25	22
	> 3 kg	--	--	--	--	55	6	21	3	11
	<b>Sjøaure totalt</b>	<b>380</b>	<b>354</b>	<b>571</b>	<b>602</b>	<b>889</b>	<b>727</b>	<b>365</b>	<b>252</b>	<b>148</b>
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
	<b>Villaks totalt</b>	<b>4<sup>2</sup></b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>48</b>	<b>50</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>20</b>	<b>12</b>
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
	<b>Oppdrettslaks totalt</b>	<b>--<sup>2</sup></b>	<b>--<sup>2</sup></b>	<b>--<sup>2</sup></b>	<b>20</b>	<b>33</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>4</b>

<sup>1</sup> Vektklasse 1-2 kg og 2-3 kg slått sammen, <sup>2</sup> Ingen vektklasser, oppdrettslaks ikke skilt ut

**Forts Tabell 8.** Resultater fra gytefisktellingsene i Modalselva i perioden 2008-2010.

		År		
		2008	2009	2010
Sjøaure	0,5 – 1 kg	104	91	108
	1 – 2 kg	93	105	92
	2 – 3 kg	89	37	25
	> 3 kg	27	8	9
	<b>Sjøaure totalt</b>	<b>313</b>	<b>241</b>	<b>234</b>
Villaks	Tert (>3 kg)	12	8	7
	Mellomlaks (3 – 7 kg)	22	17	25
	Storlaks (> 7 kg)	4	3	3
	<b>Villaks totalt</b>	<b>38</b>	<b>28</b>	<b>35</b>
Oppdrettslaks	Tert (>3 kg)	1	2	0
	Mellomlaks (3 – 7 kg)	12	17	7
	Storlaks (> 7 kg)	1	0	0
	<b>Oppdrettslaks totalt</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>7</b>

<sup>1</sup> Vektklasse 1-2 kg og 2-3 kg slått sammen, <sup>2</sup> Ingen vektklasser, oppdrettslaks ikke skilt ut

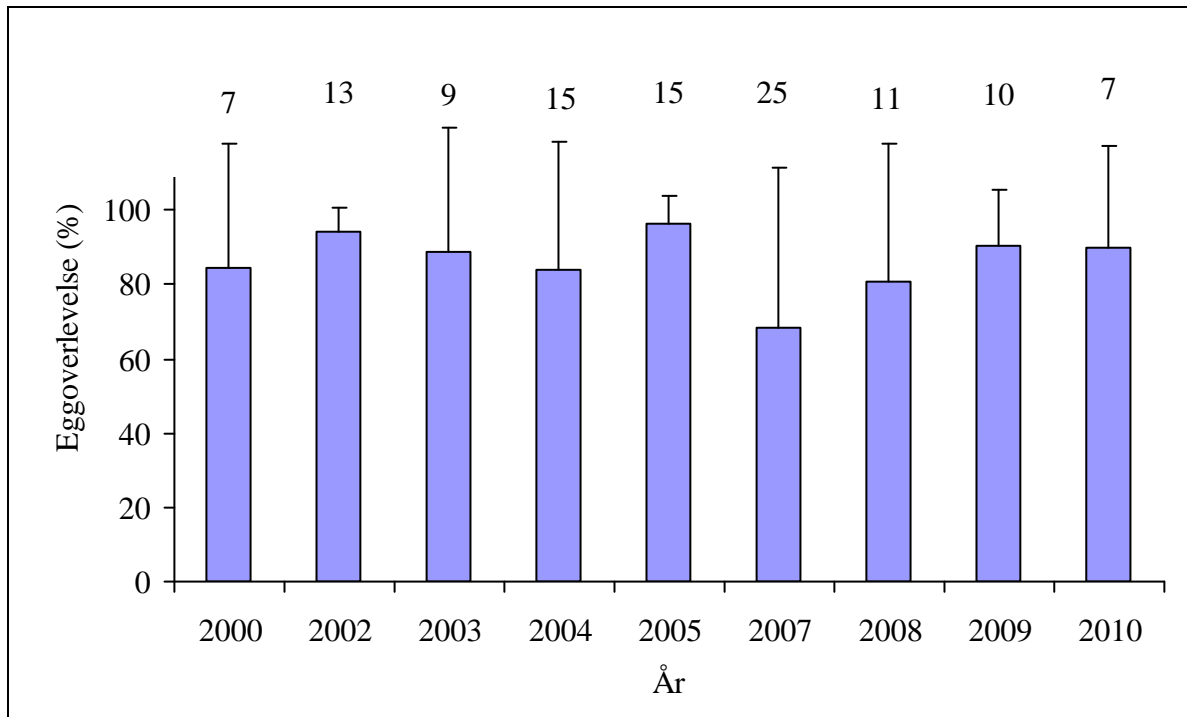


**Figur 9.** Egg tettheter for sjøaure (venstre) og laks (høyre) beregnet ut fra gytefisktellingsene i de ulike årene. Den grå sonen angir nivået (2 og 4 egg per m<sup>2</sup>) som en antar er nødvendig for å sikre en fullverdig rekruttering til vassdraget.

## 4.2 Undersøkelser av gytegroper

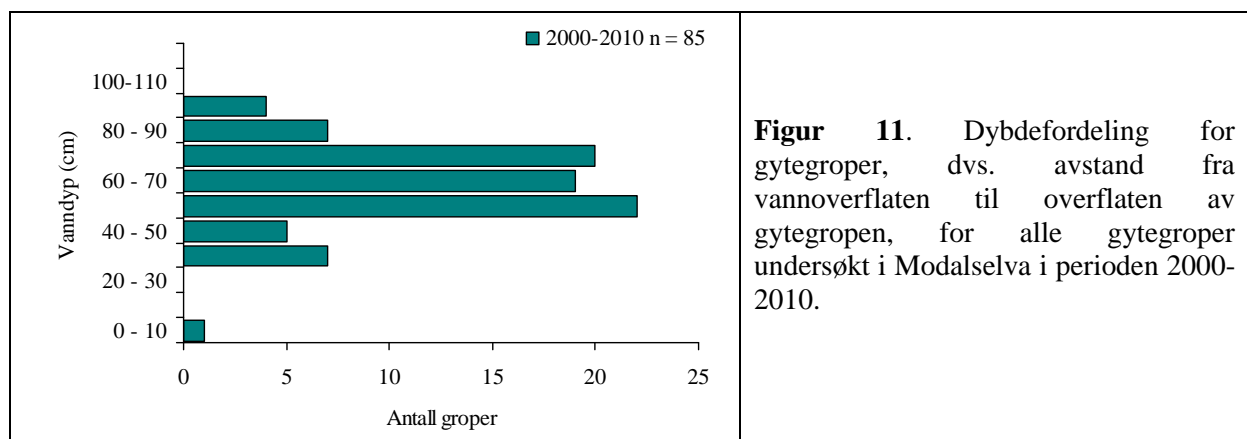
Det er blitt foretatt undersøkelser av gytegroper i Modalsvassdraget siden 2000. Mye av dette arbeidet har vært lokalisert ved en terskelkrone som ble bygget i forbindelse med biotopforbedrende tiltak oppstrøms Hellandsfossen. I dette prosjektet ble det lagt ut gytegrus nært inntil denne terskelkronen.

Det er til nå undersøkt totalt 114 gytegroper. Gjennomsnittlig eggoverlevelse for hele perioden er 84 % (Std = 31). Eggoverlevelsen i de enkelte år er gitt i **Figur 10**. Det ble stort sett observert øyerogn i de undersøkte gytegroperne. I noen få gytegroper hadde rogn utviklet seg til plommeseekkyngel enkelte år.



**Figur 10.** Eggoverlevelse fra gytegroper undersøkt i Modalselva i perioden 2000-2010.

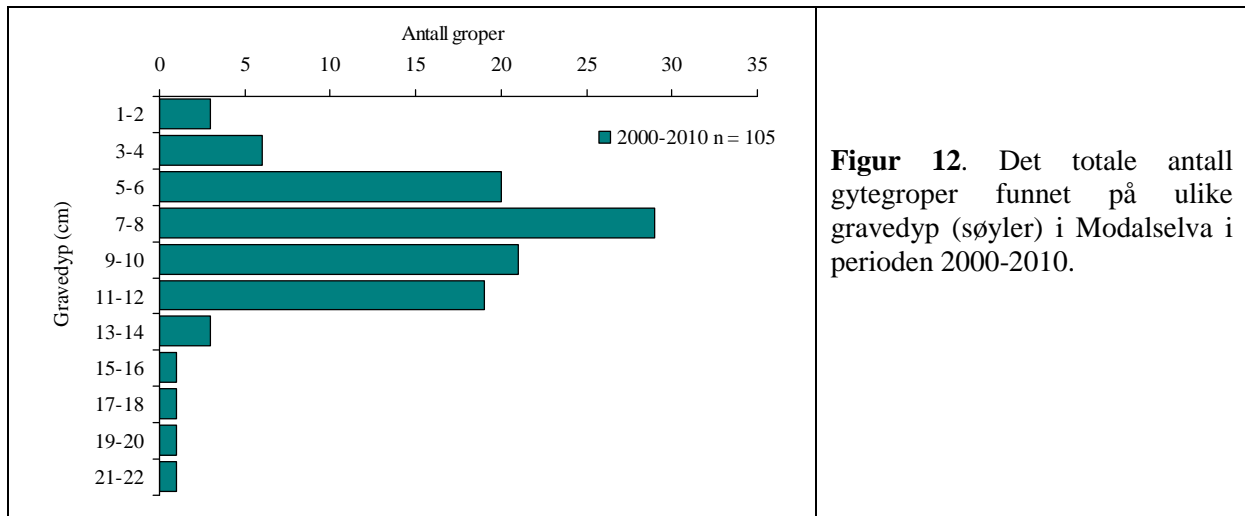
Gytegroperne ble funnet innenfor gitte intervall med tanke på vandndyp og gravedyp. Gjennomsnittlig vandndyp over gytegroperne i de undersøkte årene ble funnet å være 64 cm (Std = 17). Vandndypet målt over gytegroperne i hele undersøkelsesperioden er gitt i **Figur 11**. Det ble ikke foretatt målinger av vandndypet i 2000, 2002 og i 2003.



**Figur 11.** Dybdefordeling for gytegroper, dvs. avstand fra vannoverflaten til overflaten av gytegroperen, for alle gytegroper undersøkt i Modalselva i perioden 2000-2010.

## Gravedyp

Gjennomsnittlig gravedyp i perioden ble funnet å være 8,6 cm (Std = 3,6). Det totale antallet gytegrøper innenfor de ulike kategorier av gravedyp i undersøkelsesperioden er gitt i **Figur 12**.

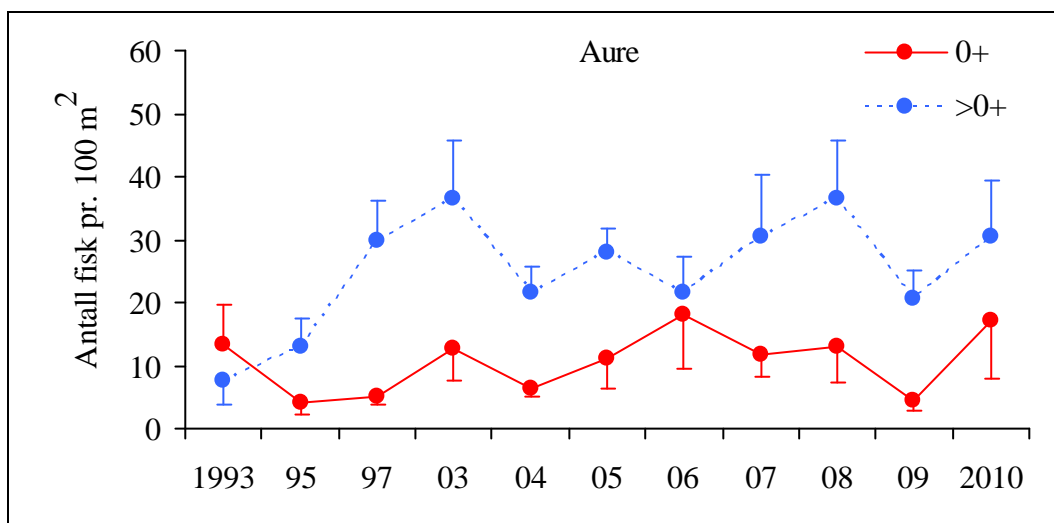


## 4.3 Elektrisk fiske

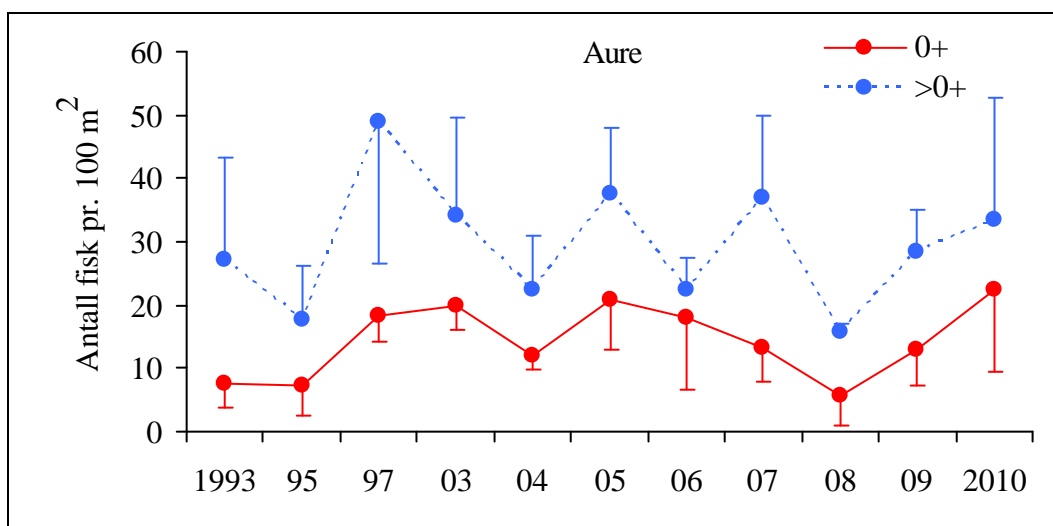
## 4.4 Tettheter av aure

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 m<sup>2</sup>, med 4 individer som laveste tetthet og 23 individer som den høyeste (**Figur 13** og **Figur 14**). 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 sjøaure 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 m<sup>2</sup> (**Figur 13** og **Figur 14**). Eldre aure ble funnet på samtlige stasjoner i hovedvassdraget i alle de undersøkte årene.



**Figur 13.** Gjennomsnittlige tettheter av ungfisk av aure på stasjonene (st. 1-5) nedstrøms Hellandsfossen i Modalselva ved innsamlingene i perioden 1993 - 2010. Det er skilt mellom årsunger (0+) og eldre ungfisk (> 0+).



**Figur 14.** Gjennomsnittlige tettheter av ungfisk av aure på stasjonene (st. 6-8) oppstrøms Hellandsfossen i Modalselva ved innsamlingene i perioden 1993 - 2010. Det er skilt mellom årsunger (0+) og eldre ungfisk (> 0+).

#### 4.5 Aurens vekst

Analysen av aldersbestemt materiale viser at auren i Modalselva har en middels vekstrate og forlater vassdraget som smolt etter 2-4 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 6** og **Tabell 7**).

**Tabell 6.** Gjennomsnittlig lengde (cm) med standardavvik (SD) for ulike aldersklasser av aure tatt på åtte stasjoner nedstrøms Hellandsfossen i Modalselva i perioden 2003-2010. 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

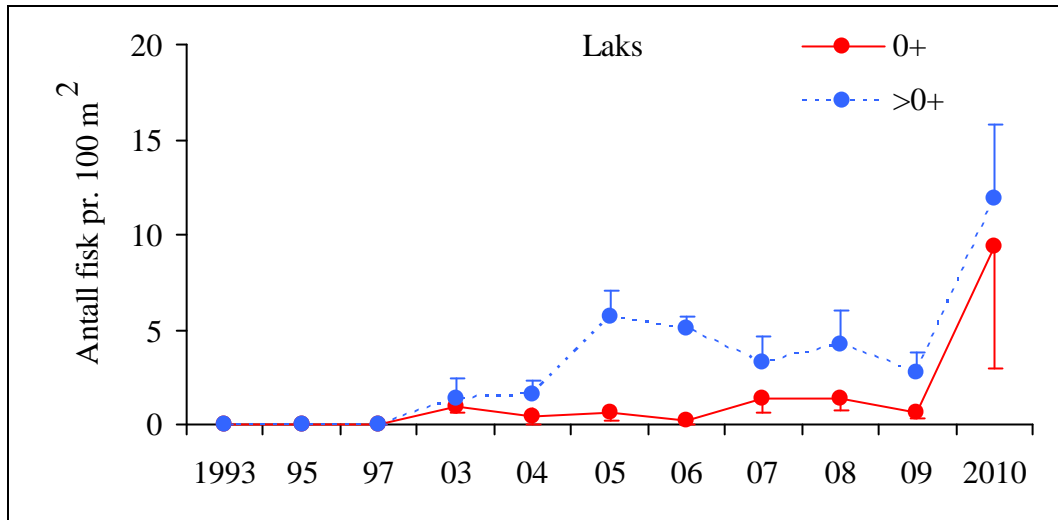
**Tabell 7.** Gjennomsnittlig lengde (cm) med standardavvik (SD) for ulike aldersklasser av aure tatt på tre stasjoner oppstrøms Hellandsfossen i Modalselva i perioden 2003-2010. N er antallet fisk analysert. Data basert på aldersanalyse av otolitter og lengdefordeling.

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

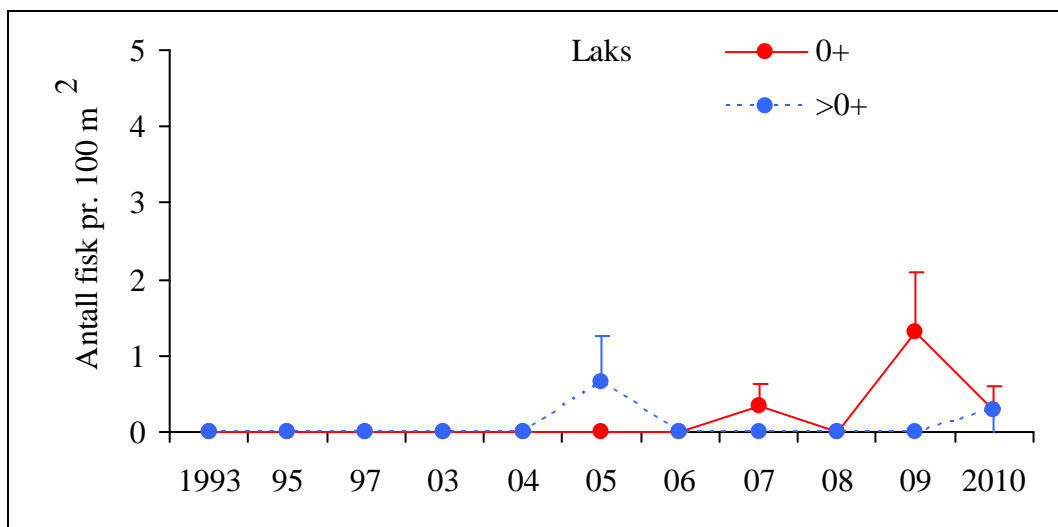
#### 4.6 Tettheter av laks

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 blitt fanget både ensomrige og eldre laks nedstrøms Hellandsfossen (**Figur 15**). Spesielt i 2010, ble det fanget langt flere laks på stasjonsnettene sammenlignet med fangstene tidligere år.

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 16**).



**Figur 15.** Gjennomsnittlige tettheter av ungfisk av laks på stasjonene (st. 1-5) nedstrøms Hellandsfossen i Modalselva ved innsamlingene i perioden 1993 - 2010. Det er skilt mellom årsunger (0+) og eldre ungfisk (> 0+).



**Figur 16.** Gjennomsnittlige tettheter av ungfisk av laks på stasjonene (st. 6-8) oppstrøms Hellandsfossen i Modalselva ved innsamlingene i perioden 1993 - 2010. Det er skilt mellom årsunger (0+) og eldre ungfisk (> 0+).

#### 4.7 Laksens vekst

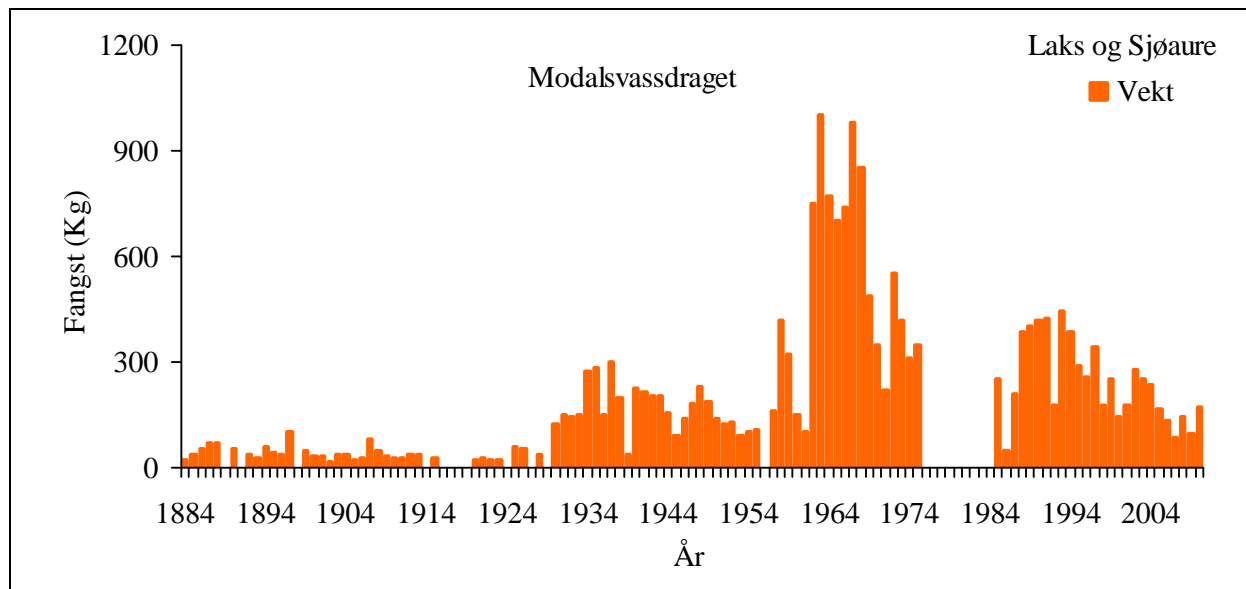
Analysen av aldersbestemt materiale viser at laksen i Modalselva vokser relativt sent og de fleste forlater vassdraget som smolt etter 3 år på elva (**Tabell 8**).

**Tabell 8.** Gjennomsnittlig lengde (cm) med standardavvik (SD) for ulike aldersklasser av laks fanget nedstrøms Hellandsfossen i Modalselva i perioden 2003-2010. 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

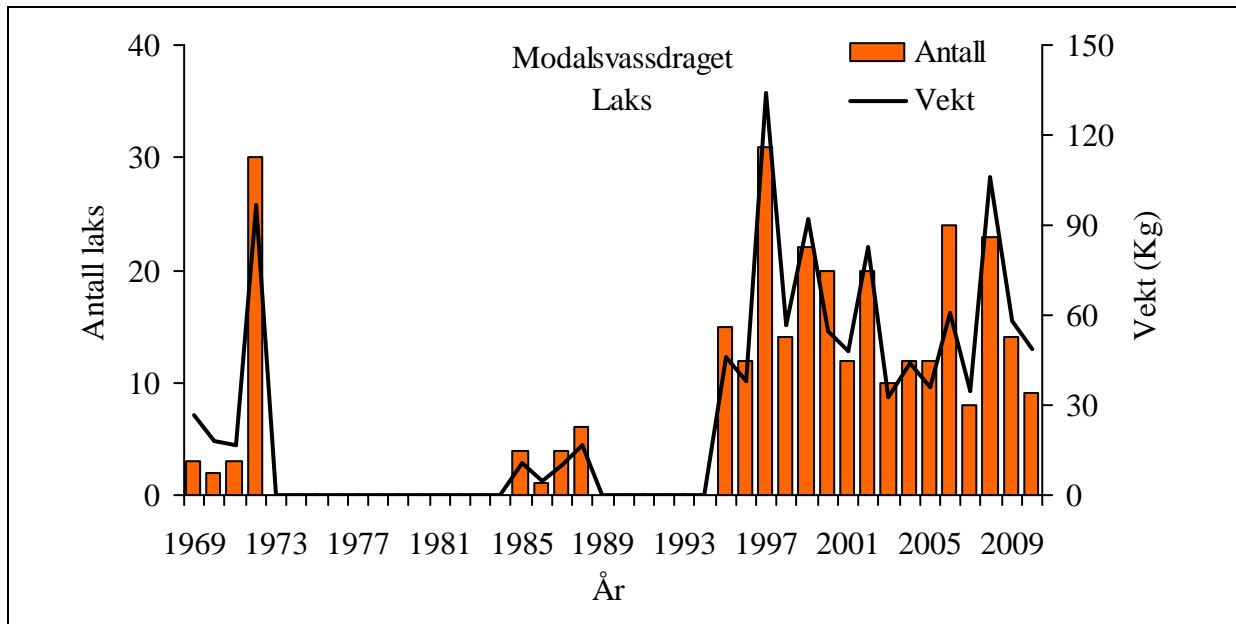
#### 4.8 Fangststatistikk

Den offisielle fangststatistikken for Modalselva går tilbake til 1884 (**Figur 17**). Det er ikke blitt 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 60 tallet med ganske gode fangster. Den høyeste fangsten som har vært innrapportert var på 1000 kilo i 1963. Gjennomsnittlig fangst i perioden 1884-2010 for de årene det ble rapportert inn fangster er på 204 kilo.



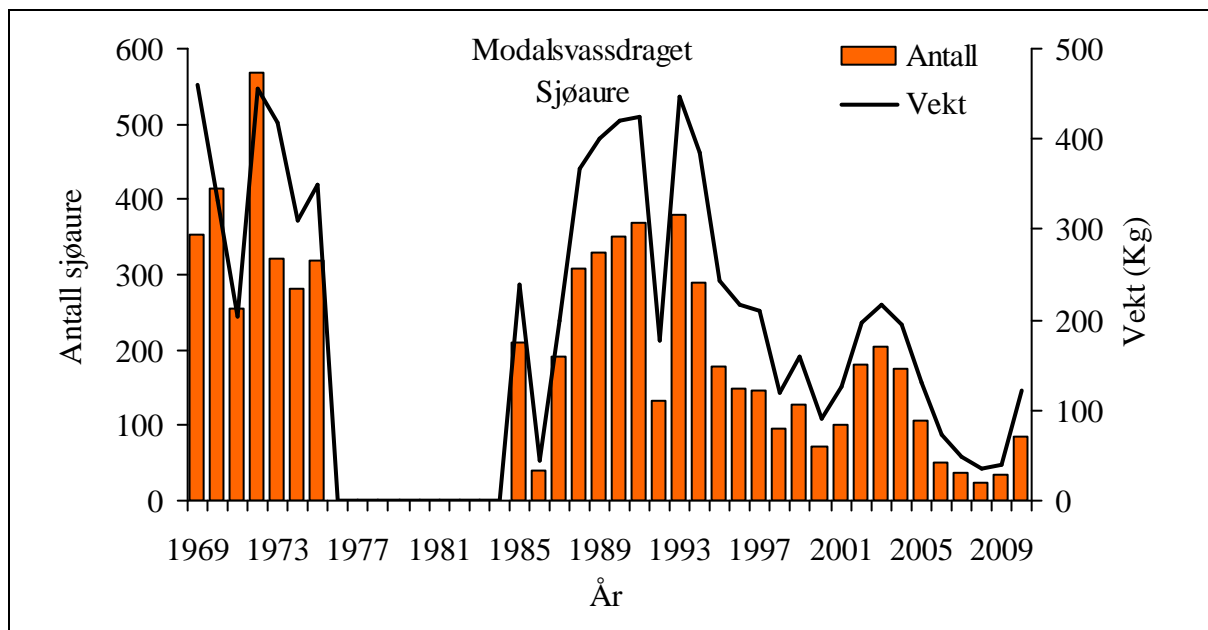
**Figur 17.** Offisiell fangststatistikk for laks og sjøaure fanget i Modalselva i perioden 1884-2010.

Det finnes ingen data på fangster av laks i følge den offisielle fangststatistikken for Modalselva før 1969. Fangstene av laks har vært lave i perioden 1969-2010, og den høyeste innrapporterte fangsten var i 1997 med 134 kilo laks (**Figur 18**). Dette samsvarer med det sporadiske innslaget av laks tatt på stasjonsnettet for elektrisk fiske og forsterker inntrykket av at det ikke er en etablert laksebestand i vassdraget. Gjennomsnittlig fangst i perioden 1969-2010 for de årene det ble rapportert inn fangster er på 49 kilo. Fangstene av laks har i flere år vært preget av et høyt innslag av rømt oppdrettslaks (Urdal 2011).



**Figur 18.** Offisiell fangststatistikk for laks fanget i Modalselva i perioden 1969-2010.

Fra perioden før 1969 finnes det få data på fangster av sjøaure i følge den offisielle fangststatistikken for Modalselva. I perioden 1969-2010 har fangstene av sjøaure variert fra 45 kilo i 1986 til 460 kilo i 1969 (**Figur 19**). Gjennomsnittlig fangst i perioden 1969-2010 for de årene det ble rapportert inn fangster er på 238 kilo. De innrapporterte fangstene av sjøaurede tyder på en tilbakegang av sjøaure i Modalsvassdraget.



**Figur 19.** Offisiell fangststatistikk for sjøaure fanget i Modalselva i perioden 1969-2010.



## 5.0 Andre forhold som kan påvirke fiskeproduksjonen

Fisketrappene i Hellandsfossen og Almelidfoss fungerer ikke etter hensikten. Inngangen til trappen i Hellandsfossen ligger over vannspeilet, og utformingen gjør at det er vanskelig for fisk å finne veien inn i trappen. Konkurrerende vannstrømmer fra kraftverksutløp og foss leder fisken bort fra innløpet, dessuten er standplassen ved trappens inngang ikke attraktive for fisk (for grunt, lite skjul) og en overgang eller tilkobling mellom trapp og elv mangler. I Almelidfossen er avstanden mellom noen trappetrinn for stor. Mer utfyllende informasjon angående disse to fisketrappene er gitt i Pulg & Wiers (2010). Det er initiert et prosjekt mellom LFI Uni Miljø og BKK for å bedre disse to fiskepassasjene. Om tiltakene med å utbedre vandringsveiene for fisk opp disse to fossene fungerer etter hensikten, så vil et 877 000 m<sup>2</sup> stort areal bli gjort tilgjengelig for ”ny” fiskeproduksjon. Dette vil i teorien bety en økning av produksjonsarealet i Modalselven på 206 %. I tillegg kommer Steinslandsvatnet som har et overflateareal på 2 335 000 m<sup>2</sup> (2,3 km<sup>2</sup>). Dette arealet sammen med elvearealet på strekningen oppstrøms Almelidfoss, vil mest sannsynlig føre til en markant økning i fiskeproduksjonen i Modalselva.

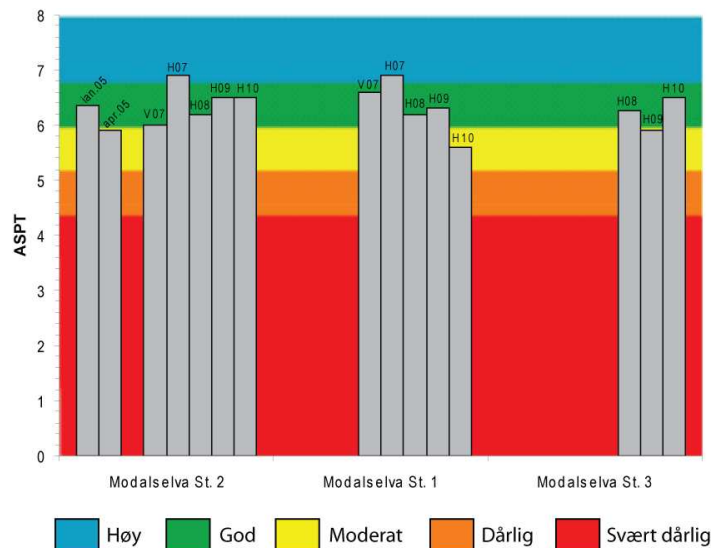


Inngangen til trappen i Hellandsfossen ligger ovenfor vannspeilet og gjør at det er vanskelig for fisk å finne veien inn i trappen.

## 6.0 Bunndyr

ASPT indeksene fra høstprøvene indikerer god økologisk status på alle lokalitetene fra 2007 til 2010 når det gjelder organisk forurensing (**Figur 20**). Høstprøven fra 2010 indikerer organisk belastning på St. 1 ved tunnelen. Dette kan være en indikasjon på organisk belastning på lokaliteten, men siden indeksen bare er basert på en prøve må dette resultatet behandles med forsiktighet. Veilederen for Vanndirektivet krever en ASPT indeks basert på tre separate prøver for å kunne si noe sikkert om organisk belastning på en lokalitet. Det samme gjelder for høstprøven fra 2009 på St. 3, som også viser moderat økologisk status. En sannsynlig forklaring på denne litt lave verdien kan være at prøven dette året ble tatt på høy vannføring (se nedenfor). En systematisk nedgang i ASPT-verdiene fra høstprøvene over fire til fem år fra samme lokaliteten vil kunne gi en indikasjon på en eventuell økende organisk belastning.





**Figur 20.** ASPT ('Average Score per Taxon') verdier for lokalitetene i Modalselva. Fargekodene angir økologisk status med hensyn på organisk belastning.

Forsuringsindeksene viser at Modalselva er påvirket av sur nedbør. Den svært følsomme døgnfluen *Baetis rhodani* har blitt funnet på alle lokalitetene fra og med høsten 2008, men i et lavt antall. Unntaket er høstprøven fra 2009 på St. 3 nedstrøms Hellandsfossen Kraftverk. Her ble det ikke funnet en eneste art sensitiv for forsurening. Begge indeksene får dermed verdien 0, noe som indikerer en sterkt forsuret lokalitet. Indeksene på de to lokalitetene nedenfor var imidlertid over 0,5 på det samme tidspunktet. Dette betyr at det både ble funnet moderat følsomme arter i tillegg til individer av *B. rhodani*. En sannsynlig forklaring på den lave verdien ved St. 3 kan være at vannstanden var høy i elva da prøven ble tatt den 10.12.2009. Dermed var det vanskelig å komme langt nok ut i elva på St. 3, og prøven var derfor sannsynligvis lite representativ for bunndyrsamfunnet i elva. Modalselva må dermed karakteriseres som moderat forsuret basert på indeks 2, og i moderat økologisk tilstand med hensyn på forsurening (Figur 21). Forsuringsindeks 2 viser en stigende tendens i perioden. Dette kan være en effekt av en generell bedring i forsuretsituasjonen, men vi har foreløpig for få prøver fra Modalselva til at vi kan si noe med sikkerhet. Det er også verd å merke seg at verdiene for Forsuringsindeks 2 er lavere på St. 1 enn på St. 2 og St. 3 hvert år når vi ser bort fra høstprøven på St. 3 i 2009. Dette kan skyldes vannet fra Budalselva, som i perioder med høy vannføring kan gi sterkere forsurening nedenfor samløpet med Modalselva (Bjerknes m.fl., 2007).



**Figur 21.** Verdier av Forsuringsindeks 2 for lokalitetene i Modalselva. Fargekodene angir økologisk status med hensyn på forsurening.

## 7.0 Oppsummering Modalselva

Modalsvassdraget ble regulert i 1975 og siste utbyggingstrinn var i 2005 med Nygard pumpekraftverk. Vassdraget hadde et opprinnelig nedbørfelt ved utløpet på 360 km<sup>2</sup>, mens det i dag er på 353 km<sup>2</sup>. Ved 3 m<sup>3</sup>/s er produksjonsarealet for fisk ca. 410 000 m<sup>2</sup> på en strekning som er 8,4 km lang. Store deler av strekningen nedstrøms Hellandsfossen (324 000 m<sup>2</sup>) kan beskrives som relativt hurtigrennende, med moderat helning, relativt grunt og med overflatebølger. I tillegg ble det registrert områder som ikke hadde overflatebølger, og som i tillegg var dypere. Det ble registrert flere tørrfallsområder nedstrøms Hellandsfossen, som til sammen utgjør et areal på ca. 16 000 m<sup>2</sup>. Disse utgjør 5 % av totalarealet fra utløpet av Modalselva og opp til Hellandsfossen. Siden strekningen nedstrøms Hellandsfossen kan ha raske endringer i vannføring, vil fisk kunne strandre og gyteområder bli tørrlagt på disse områdene. Strekingen fra Hellandsfossen og opp til gummiluka ved Almelid (86 000 m<sup>2</sup>) kan best beskrives som sakteflytende med moderat helning og grunne partier, stort sett uten overflatebølger. Det ble også registrert en god del strekninger som var dypere. Ingen store tørrfallsområder ble registrert på strekningen mellom Hellandsfossen og Almelid.

Elvebunnen (substratet) nedstrøms Hellandsfossen var dominert av stein (58 %) og blokk (19 %). Andelen grus og stein, som bl.a. kan inneholde egnet gytegrus, var bare 8 % av totalsubstratet. Elvebunnen (substratet) på strekningen mellom Hellandsfossen og gummiluka ved Almelid var dominert av sand (22 %), stein (22 %) og grus (16 %). Andelen grus og stein, som bl.a. kan inneholde egnet gytegrus, var 20 % av totalsubstratet. Gyteområdene i Modalselva utgjør 0,6 % av det totale vanddekte elvearealet. Dette tilsvarer 2 500 m<sup>2</sup> med egnet gyteareal. De fleste gyteområdene ligger i øvre og midtre del av elva. Det viktigste gyteområdet ligger ved nedre Helland. Gyteområdene lå på strekninger i elva best karakterisert med en moderat helning, på relativt grunne områder og med ganske hurtigrennende vann både med og uten overflatebølger. Det finnes tre fisketrapper i vassdraget. Den midterste trappen skal justeres for å lette oppgangen for fisk, slik at de kan komme seg opp Almelidfoss og videre opp til trappen ved gummiluka ved Almelid.

Vannføringsregimet har endret seg betydelig i restfeltet og noe i hovedløpet etter reguleringen av Modalsvassdraget. Gjennomsnittlig vannføring er redusert med 87 % av det vannføringen var før reguleringen i restfeltet. 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.

Vassdraget er forsuringbelastet og de vannkjemiske forholdene kan begrense produksjonen av laks og kan periodevis kanskje ha en negativ effekt på produksjonen av aure. Undersøkelsene av bunndyrene viser også at vassdraget er moderat forsuringsskadet, men at det er tendenser til bedring. Surt vann fra Budalselva kan føre til sterkere forsuringsskader nedenfor samløpet med Modalselva, noe som vises av gjennomgående lavere indeksverdier på St. 1 ved tunellen mellom Modalen og Ekso.

Antallet observerte villaks i gytefisktellingerne har vært svært lavt i undersøkelsesperioden (2-50 individer), og det har også blitt funnet svært lave tettheter av laksunger 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.

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 i sikre enn fullverdig rekruttering. Ungfiskundersøkelsene viser imidlertid at det er en rimelig god tetthet av aureunger på stasjonsnett i Modalselva.

Det er blitt foretatt undersøkelser av gytegroper i Modalselva siden 2000 og det har totalt blitt undersøkt 114 gytegroper. Eggoverlevelsen har generelt vært høy og gjennomsnittlig eggoverlevelse for hele perioden er 84 %.

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

## 8.0 Flaskehalsar og aktuelle tiltak

### Høy prioritet:

Siden vassdraget er forsuringsbelastet og kan være utsatt for svært sure episoder om våren, bør det vannkjemiske miljøet bedres. Dette kan kun gjøres ved å kalke elva direkte med en kalkdoserer, silikatbehandle Budalselva og/eller kalke nedslagsfeltet (Bjerknes et al. 2007). I Direktoratet for Naturforvaltning sin: "Plan for kalking av vassdrag i Norge 2011-2015" (DN, 2011), er Modalselva gitt prioritet over foreslåtte vassdrag som skal kalkes.

Det er essensielt å få optimalisert oppgangen av fisk i fisketrappen i Hellandsfossen siden denne fungerer dårlig slik den er i dag. I tillegg er det viktig å justere fisketrappen i Almelidfoss for å sikre at gytefisken kommer seg videre opp i vassdraget. Dette tiltaket arbeides det med i et pågående prosjekt. Om tiltakene fungerer etter hensikten, vil produksjonsarealet øke med 206 %. Arealet i Steinslandsvatnet kommer i tillegg.

Det er i flere år blitt registrert ganske mange oppdrettslaks ved gytefisketellingene. Overvåking og uttak av oppdrettslaks er et viktig tiltak for å redusere uheldig effekter på sjøauren, som for eksempel oppgraving av gytegroper og annen konkurranse.

De raske vannstandsreduksjonene som kan forekomme i forbindelse med kraftproduksjonen, 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.

### Andre aktuelle tiltak:

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.

Den negative utviklingen i bestanden av sjøaure er bekymringsfull. Kalkes vassdraget forventer vi at dette vil være et viktig bidrag til å styrke sjøaurebestanden. I tillegg vil det da være naturlig å gjennomføre en styrt reetablering av laks.

## 9.0 Litteratur

- 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., 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.
- 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.
- Bjerknes, W., Gabrielsen S-E., & Halvorsen, G.A. 2007. Vurdering av vannkjemiske og biologiske tiltak i Modalsvassdraget. En pilotstudie. NIVA rapport LNR 5508-2007. 38s.
- 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
- Fjellheim, A. & Raddum, G.G. 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. *The Science og 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.
- 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.
- 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.
- Pulgh, U., & Wiers, T. 2010. Fisketrapper i Modalselva. LFI Uni Miljø Notat nr. 05/2010. 18s.
- 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.
- Urdal, K. 2011. Skjelprøvar frå Hordaland i 1999-2010. Vekstanalysar og rømt oppdrettslaks. Rådgivende Biologer rapport nr. 1432. 34 s.





Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)

## FERSKVANNSØKOLOGI - 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 <http://www.miljo.uni.no>