


Austerdalselva i Tysfjord

- fiskebiologiske vurderinger av
effektene av pålagte vannslipp

Øyvind Kanstad-Hanssen



Rapport nr.	2018-09	Antall sider - 28
Tittel -	Austerdalselva i Tysfjord – fiskebiologiske vurderinger av effektene av pålagte vannslipp	
ISBN-	978-82-8312-102-5	
Forfatter(e) -	Øyvind Kanstad-Hanssen	
Oppdragsgiver - Nordkraft Produksjon AS		
Referat: Gjennom to konsesjoner kan Austerdalselva utnyttes til kraftproduksjon, og det er satt krav om minstevannføring gjennom de tilhørende manøvrerings-reglementene. I 2016 konkluderte NVE at Nordkraft Magasin AS / Nordkraft Produksjon AS har brutt kravene til slipp av vann ihht. manøvreringsreglementet i periodene 1983-2009 og 2009-2010. NVE viser til at; « <i>Vassdragets bestand av laks vurderes som tapt eller kritisk truet, mens sjørret vurderes som sårbar. Sannsynlig årsak er manglende slipp av minstevannføring over mange år</i> ». NVE ba derfor regulanten om å foreslå undersøkelser som kunne dokumentere status og mulige avbøtende tiltak for de anadrome fiskebestandene i elva. Gjennom kartlegging av vannføringer, vannhastigheter og temperaturer, samt bonitering av elva, ungfisk- og gytefiskregistreringer har tilstanden i elva blitt dokumentert. Austerdalselva fremstår som ei stri elv, med noe lave temperaturer og en elvebunn med lite skjul for ungfisk. Både laksebestanden og sjørretbestanden i elva er tynne, og gjenspeiler beskaffenheten av elva. Til tross for at en stor andel av det naturlige nedbørsfeltet er overført mot Sørfjordvassdraget, fremstår elva fortsatt som stri, og selv på lave vannføringer (1-1,5 m ³ /s) er vannhastighetene i store deler av elva helt i ytterkant av eller utenfor dokumenterte preferanseverdier for både laks- og ørretunger. Det kan derfor fremstå som et paradoks at fiskebestandene i elva omtales som betydelig negativt påvirket av reguleringsinngrepene. Det mangler i tillegg dokumentasjon for at fiskebestandene på noe tidspunkt har vært vesentlig mer tallrike tidligere enn det de er i dag. For å styrke fiskeproduksjonen i elva er det helt nødvendig å utføre tiltak som reduserer vannhastighetene. Vi foreslår at dagens slippkrav revideres, og at vannslippene gjennom seinsommer og høst reduseres. Vi foreslår også at det slippes vann samtidig med smelteflom på for-sommeren, slik at flommen får størrelse sammenlignbar med uregulerte flommer i elva. Økt vintervannføring kan også være et aktuelt tiltak. Tapping fra Gammelofvatnet bør unngås gjennom sommeren og høsten, i og med at dette representerer en tilførsel av svært kaldt vann til Austerdalselva.		
Lødingen, juli 2018		
 Postadresse : postboks 127 8411 Lødingen Telefon : 75 91 64 22 / 911 09459 E-post : ferskvannsbiologen@online.no		

Forord

Nordkraft Magasin / Nordkraft Produksjon er gjennom konsesjonene som ble gitt ved byggingen av Sørfjord kraftverk pålagt slipp av vann til Austerdalselva. NVE har i et pålegg gitt i 2016 påpekt at regulanten ikke har overholdt kravene til vannslipp, og ber om at regulanten dokumenter status for fiskebestandene i vassdraget og vurderer mulige avbøtende tiltak i elva.

Vi gir i denne rapporten en oversikt over nye undersøkelser som har blitt gjennomført for å bedre kunnskapen om og forståelsen av elvesystemet, og foreslår samtidig mulige tiltak for å styrke fiskeproduksjonene i elva.

Alle ferskvannsbiologiske undersøkelser er utført i henhold til gjeldende standarder (NS 9455 og dens understandarder samt NS 9456:2015).

Cand. Scient Øyvind Kanstad Hanssen har vært prosjektleder for Ferskvannsbiologen og skrevet rapporten. Feltarbeid ble utført av Vidar Carlsen og Øyvind Kanstad Hanssen.

Oppdragsgiver har vært Nordkraft Produksjon AS. Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Roger Sværd.



Øyvind K. Hanssen
prosjektleder

Innhold

Forord	2
1 Innledning	3
2 Områdebeskrivelse	4
3 Metoder	5
3.1 Hydrologiske målinger og beregninger	5
3.2 Bonitering	5
3.3 Ungfiskregistreringer	7
3.4 Gytedefiskregistreringer	8
4 Resultater	10
4.1 Hydrologi	10
4.2 Bonitering	15
4.3 Ungfiskregistreringer	22
4.4 Gytedefiskregistreringer	23
5 Diskusjon	24
5.1 Fiskebestandenes nåværende og historiske status	24
5.2 Elvas produksjonspotensial	24
5.3 Betydningen av rådende vannføringsregime	26
5.4 Forslag til tiltak for å styrke fiskeproduksjonen	27
6 Litteratur	28

1 Innledning

Gjennom to konsesjoner, gitt ved kgl.res av 3.12.1982 og 10.5.1996, kan Austerdalselva utnyttes til kraftproduksjon. Det er satt krav om minstevannføring gjennom de tilhørende manøvreringsreglementene, der det fremgår at det skal slippes vann fra Vatn 621 tilsvarende 1 m³/s i perioden 15/7-14/8, 2,5 m³/s i perioden 15/8-30/9 og 0,2 m³/s i perioden 1/10-14/6. Vinterslippet skal sikres gjennom tapping fra Gammelofvatn. I praksis må også slipp gjennom sommer/høst sikres med tapping fra Gammelofvatn. I tillegg til de pålagte slippene av minstevannføring skal det slippes tre lokkeflommer (3,5 m³/s), hver med en varighet på to døgn. Videre skal hele det naturlige tilsiget til Vatn 621 i månedene juli-august slippes til Austerdalselva dersom Brynvatn samtidig går med overløp.

I brev av 29. juni 2016 konkluderer NVE at Nordkraft Magasin AS /Nordkraft Produksjon AS har brutt kravene til slipp av vann iht. manøvreringsreglementet i periodene 1983-2009 og 2009-2010. NVE viser til at; «*Vassdragets bestand av laks vurderes som tapt eller kritisk truet, mens sjørret vurderes som sårbar. Sannsynlig årsak er manglende slipp av minstevannføring over mange år*». Videre skriver NVE at det er utført flere undersøkelser på de anadrome fiskebestandene i vassdraget, og at dette gir muligheten til å følge utviklingen av bestandene. Det vises blant annet til Miljødirektoratets klassifisering av fiskebestandene, og at sjørretbestanden er sårbar i Austerdalselva, mens andre sjørretbestander i regionen har bedre status. Med henvisning til feltmålinger fastslår NVE at sluppet minstevannføring har vært for lav til å sikre oppvandring av fisk (laks) forbi Norddalsfossen, og at et bortfall av viktige produksjonsområder dermed har bidratt til bestandsreduksjoner. Det påstås også at «*Sjørreten er mindre avhengig av vann enn laksen for å fullføre sin livssyklus*», og det ligger implisitt i dette utsagnet at dette er grunnen til at sjørretbestanden kommer bedre ut i Miljødirektoratets klassifisering av fiskebestandene i elva. NVE avslutter med følgende forventning til regulanten; «*Vi ber om at selskapet kommer med et forslag til undersøkelse som skal dokumentere status og mulige avbøtende tiltak for de anadrome fiskebestandene i Austerfjordvassdraget*».

For å oppfylle krav/forventninger fra NVE søkte regulanten støtte fra Ferskvannsbiologen AS for å utforme og gjennomføre undersøkelser som dokumenterte bestandsstatus og samtidig kunne danne grunnlag for en vurdering av mulige avbøtende tiltak i elva. I samråd med NVE ble følgende undersøkelsesopplegg fastsatt i 2016:

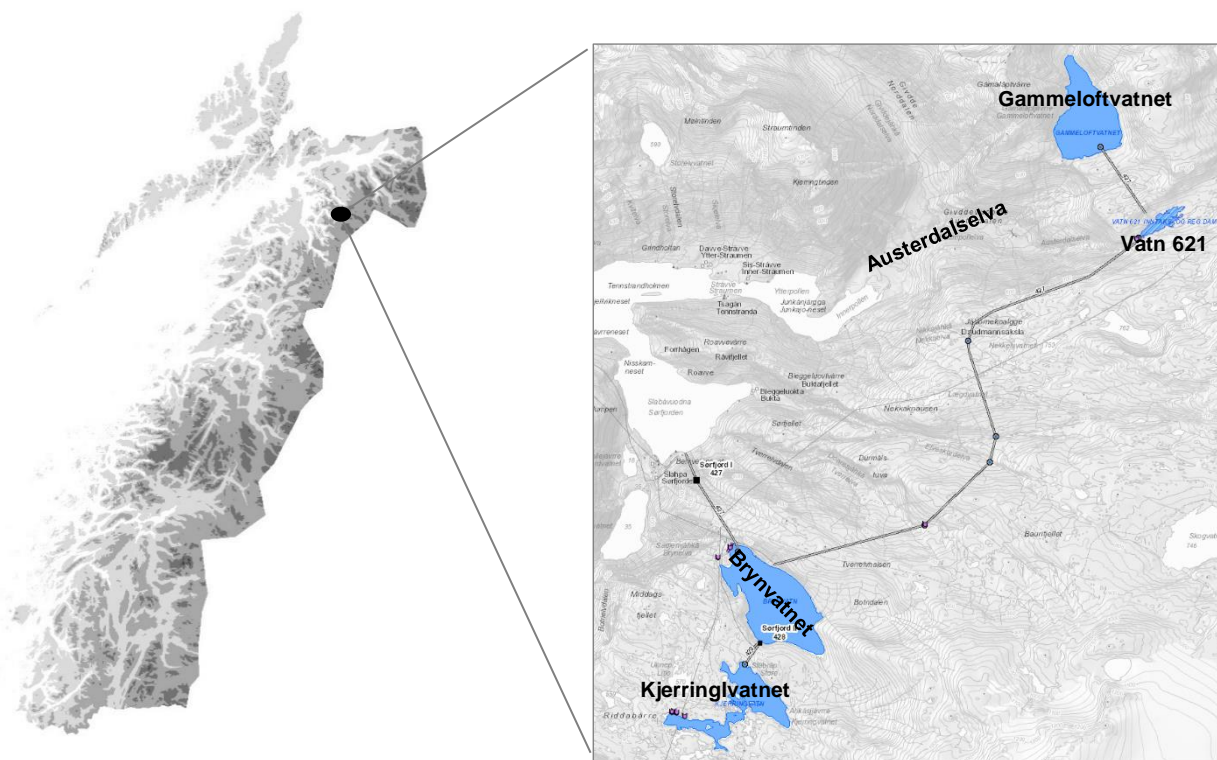
- Beskrive ungfisksamfunnet gjennom tetthetsregistreringer i 2013, 2016 og 2017.
- Gjennomføre bonitering, som inkluderer hulromskapasitet, på den anadrome elvestrekningen, samt registrere mulige og faktisk benyttede gyteområder.
- Beskrive gytefiskebestandene ved bruk av gytefisktellinger i 2013, 2016 og 2017.
- Gjennomføre analyser av sammenhenger mellom vannføring og vanndekt areal på fire parseller fordelt langs hele anadrome strekning.
- Utføre målinger av vanntemperaturer.

I denne rapporten presenteres resultatene fra avtalte undersøkelser, og det diskuteres hvordan tidligere slipp-rutiner kan ha påvirket fiskebestandene samt hvordan nye slipp-rutiner påvirker fiskebestandene i dag.

2 Områdebeskrivelse

Sørfjord kraftverk ligger innerst i Sørfjorden, i indre del av Tysfjorden, og henter vann fra reguleringsmagasinet Brynvatn (435-515) (**figur 1**). Brynvatnet mottar vann fra Kjerringvatnet (562-577,5) og fra Gammelofvatnet (670-712,3) via Vatn 621 og en lang overføringstunnel med fire bekkeinntak. På grunn av overføringene mot Brynvatnet blir vannføringen i Austerdalselva påvirket, og det ble derfor pålagt slipp av minstevannføring i elva. Slik kravet om minstevannføring er utformet kommer det pålagte vannslippet alltid som et tillegg til vannføringen fra restfeltet. Restfeltet utgjør 21 % av uregulert nedslagsfelt til Austerdalselva ovenfor samtløp med Norddalselva (som ikke er regulert) og 45 % av uregulert nedbørsfelt nedenfor samtløpet. Tilsvarende tall for avløp er 26 % og 56 %.

Austerdalselva er et lakseførende vassdrag der anadrom laksefisk kan utnytte en samlet elvestrekning på 4,3 km, hvorav en sideelv (Norddalselva) utgjør om lag 1 km. I følge Lakseregisteret (www.lakseregisteret.no) har vassdraget består av laks og sjørret, men bestandstilstanden for laks vurderes som dårlig eller svært dårlig og sjørretbestanden er gitt status som sårbar. Vannkraftutbygging er oppgitt som avgjørende påvirkningsfaktor i vassdraget. For laksebestanden er det beregnet et gytebestandsmål på 49 kg hunnlaks. Det foreligger ingen fangststatistikk for elva.



Figur 1 Kartutsnitt fra reguleringsområdet til Sørfjord kraftverk.

3 Metoder

3.1 Hydrologiske målinger og beregninger

Alle hydrologiske målinger er utført av regulanten, og det vises til egne rapporter for en grundig gjennomgang av beregningsgrunnlag og metodiske tilnærminger. Alle figurer og tabeller i vår rapport som beskriver vannføringer, vannhastigheter og temperaturer er basert på tilgrunnlag fra regulantens egne rapporter. Eneste unntak er målinger av vannhastigheter innenfor de enkelte elfiske-lokalitetene, som vi har utført selv ved bruk av en elektromagnetisk måler (Valeport Model 801) med en flat sensor egnet for målinger på grunt vann. Sensoren tillater for eksempel svært realistiske målinger av opplevd snutehastighet hos ungfisk ved at den kan legges helt ned på bunnen, men vi vil kun presentere målinger basert på standard tilnærming med måling i 60 % av høyden på vannsøylen.

3.2 Bonitering

Kriterier for et godt gyteområde vil være grus og stein med diameter opp mot 10-15 cm, lite finstoff (sand/dynn) og middels til sterk vannhastighet (Armstrong et al. 2003; Gibson 1993). Et godt oppvekstområde for årsyngel og ungfisk av laksefisk har gjerne middels til sterk vannhastighet og har et substrat dominert av stein, der mye hulrom og begroing som regel innvirker positivt for egnetheten av et område (Heggenes 1990; Heggenes et al. 1999). Årsyngel utnytter ofte områder med større andel grus (finere substrat) enn eldre fisk.

Elveklasser/Mesohabitat

Mesohabitatkartlegging tar utgangspunkt i forhold som overflatebølger, helningsgrad, vannhastighet og dyp, og kartleggingen skal gi et uttrykk hvordan disse forholdene påvirker kvaliteten av eventuelle leveområder for fisk (**tabell 1**). Ulike begreper benyttes, og «turbulent overflate» brukes når bølgene er større enn 5 cm og overflaten har krusninger eller er brutt, og «glatt overflate» når bølgene er lavere enn 5 cm. Helningsgrad regnes som bratt når den overstiger 4 %, og vannhastigheten betegnes som hurtig når den er større enn 0,5 m/s. Et område er dypt når dybden overstiger 70 cm. De ulike mesohabitatene kombineres til elveklasser (se **tabell 2**).

I Austerdalselva ble mesohabitatkartleggingen utført ved vannføring på 1,3 m³/s i parsell 2 og 2,5 m³/s i parsell 4, ved bruk av flyfoto (fotografering fra helikopter) og ved befaring langs elva.

Tabell 1 Klassifisering av mesohabitat ut fra fysiske karakterer (Tabellen er hentet fra «Håndbok for miljødesign i regulerte vassdrag», Forseth & Harby (2013)).

Kriterier	Overflate- struktur	Helnings- -gradient	Vann- hastighet	Vanndybde	Klasse
Avgjørelse	Glatt / småriller	Bratt	Hurtig	Dyp	A
			Grunn		
		Moderat	Hurtig		Dyp
				Grunn	B2
			Sakte	Dyp	C
				Grunn	D
	Brutt / Ubrutte stående bølger	Bratt	Hurtig	Dyp	E
				Grunn	F
		Moderat	Sakte	Dyp	
				Grunn	
			Hurtig	Dyp	G1
				Grunn	G2
Sakte	Dyp				
	Grunn		H		

Tabell 2 Klassifisering av elveklasser, basert på mesohabitat. (Tabellen er hentet fra «Håndbok for miljødesigni regulerte vasdrag», Forseth & Harby (2013)).

Elveklasse	Mesohabitat	Overflatemønster	Helningsgradient	Vannhastighet	Vanddybde
Glattstrøm	A+B1+B2	Glatt	Moderat	Rask	Grunn/Dyp
Kulp	C	Glatt	Moderat	Langsom	Dyp
Grunnområde	D	Glatt	Moderat	Langsom	Grunn
Kvitstryk	E+F	Turbulent	Bratt	Rask	Dyp/Grunn
Stryk	H+G1+G2	Turbulent	Moderat	Rask	Grunn/Dyp

Substrat

Registreringer av substratsammensetning ble gjennomført sammenhengende langs hele elva. Siden elva generelt er smal er inndelinger kun utført i lengdeprofilen og ikke i tverrprofiler. Det ble benyttet en skala for kategorisering av substrat ihht. Forseth og Harby (2013):

- (1) Silt, sand og fin grus, diameter < 2 cm
- (2) Grus og småstein, diameter 2-12 cm
- (3) Stein, diameter 12-29 cm
- (4) Stor stein og blokk, diameter >30 cm
- (5) Fast fjell

Som regel vil substratet i et område eller på en lokalitet (elfiske) bestå av mer enn en kategori (f.eks. stein og grus). På elfiskelokaliteter oppgis da en prosentvis fordeling av ulike substrat-kategorier etter avtakende betydning. Ved boniteringen av hele elva er dominerende substratkategori oppgitt først og øvrige kategorier etter betydning (f.eks, 2/1 tilsier at grus dominerer men det er også sand i området).

Registreringer av substrat suppleres med skjulmålinger, og substratkategorisering må ses i sammenheng med skjulmålinger fra samme område

Skjulmålinger

Tilgjengeligheten av skjul i form av hulrom mellom steiner på elvebunnen er viktig for overlevelse og vekst, og ungfiskproduksjon hos laks og ørret er vist å henge sammen med tilgangen på skjul (Finstad et al. 2009). Denne sammenhengen kan trolig forklares ut fra at laksunger (og ørretunger) velger standplasser/territorier hvor de både kan søke etter mat og finne skjul for predatorer. Tilgjengeligheten av skjul sier trolig derfor noe om hvor godt egnet et område i en elv er for ungfisk av laks og ørret (Finstad et al. 2007; Finstad et al. 2009). Tilgjengeligheten av skjul, dvs. antall og størrelse på hulrom i substratet, kan kvantifiseres ved å registrere hvor mange ganger og hvor dypt en plastslange som er 13 mm tykk kan stikkes inn i hulrom mellom stein og grus. Størrelsen på hulrom kan deles i tre skjulkategorier; S1: 2-5 cm, S2: 5-10 cm og S3: >10 cm. Målingene utføres innenfor en ramme som har et areal på 0,25 m² (0,5x0,5 m), og for at målingene i størst mulig grad skal være tilfeldige blir rammen kastet ut i elva. I utgangspunktet skal feltene representere områder nær elvebredd, midten av elva og områder midt i mellom. Målingene summeres til en verdi for et vektet skjul (Forseth & Harby 2013);

$$S1 + S2 \times 2 + S3 \times 3$$

I Austerdalselva er hulromsmålinger gjennomført på seks tilfeldig valgte felt innenfor hver av de åtte elfiske-lokalitetene, og for hver lokalitet oppgis gjennomsnittlig hulromskoeffisient fra disse seks feltene. Langs elva er skjulmålinger utført for hver 200 meter, på tre punkter langs et transekt fra ene elvebredd og ut til dypeste punkt i dypålen. Verdiene for vektet skjul klassifiseres ihht. Forseth & Harby (2013) som lite skjul (<5), middels skjul (5-10) og mye skjul (>10).

3.3 Ungfiskregistrering

Tetthetsregistreringene av ungfisk blir utført med elektrisk fiskeapparat (prod. Terik AS). Hver lokalitet fiskes tre ganger med om lag 30 minutters opphold mellom hver gang, og fangstene etter hver omgang oppbevares levende i stamper. All fisk lengdemåles, og utover fisk som avlives for aldersbestemning settes fiskene tilbake i elva igjen. Tettheten av ungfisk beregnes ut fra fangstene i hver av de tre fiskerundene (Zippin 1958). På grunn av lav fangbarhet er ikke fangstene av 0⁺ med i estimatene, og beregningene omfatter derfor kun fisk eldre enn 0+. Dersom estimert populasjonsstørrelse er lavere enn 50 individer på det totale fiskearealet, vil ikke «Zippin-estimat» gi et tilfredsstillende estimat (innenfor 90 % konfidensintervall), og i så fall oppgis ikke konfidensintervallet.

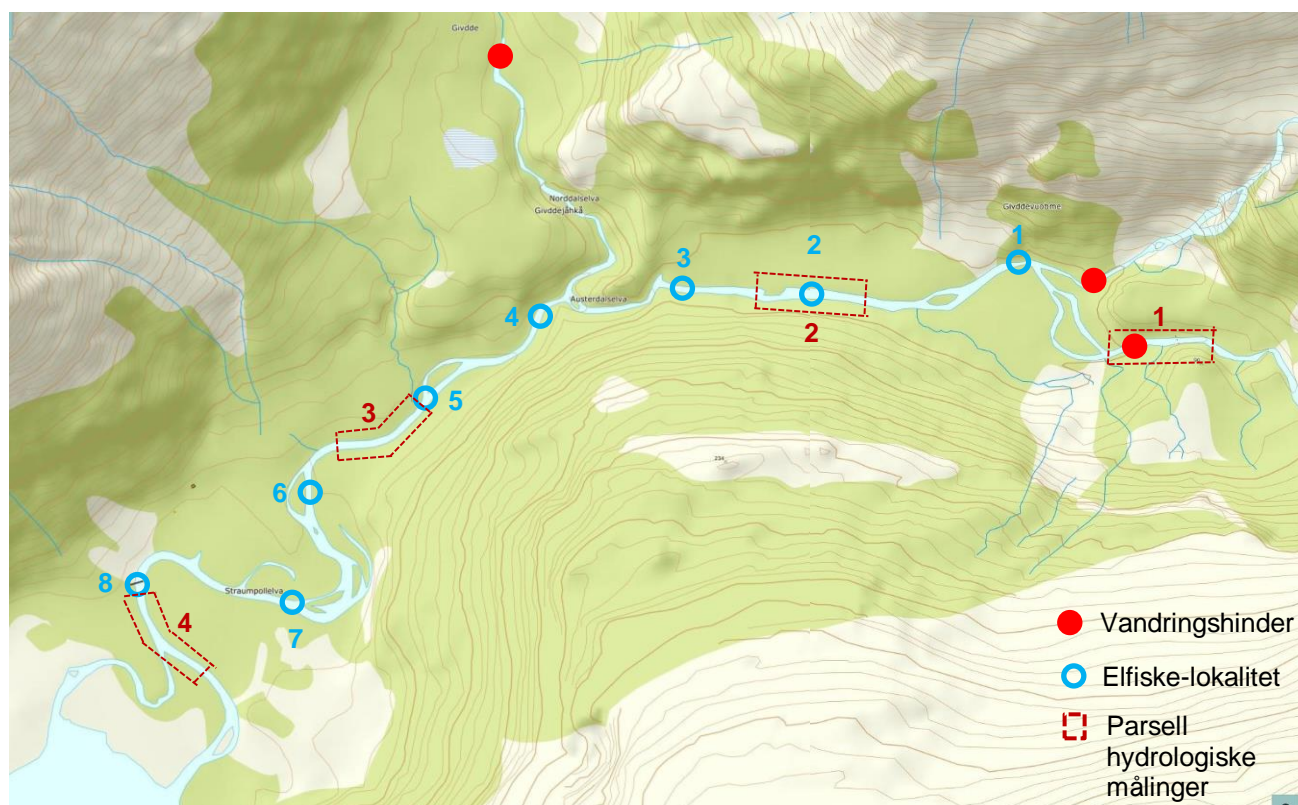
Det har blitt fisket på åtte ulike lokaliteter (**figur 2**), og hver lokalitet benyttet under elektrofiske er beskrevet ut fra beskaffenheten, som vurderes med hensyn på substrat, vannhastighet, vanddybde samt grad av begroing (**tabell 3**). Hulromskapasitet er målt på seks felt innenfor hver elfiske-lokalitet. Vannføringen under elfiske var 1,3-2,5 m³/s i 2013 og fra 2,4-4,6 m³/s i 2016 og 2017 (**tabell 4**).

Tabell 3 Beskrivelse av lokalitetene benyttet under el-fiske i Austerdalselva i årene 2013, 2016 og 2017. Arealet av hver lokalitet har variert noe fra år til år avhengig av vannstand. Skala for substrat fremgår av kap. 3.2. Skala for begroing går fra 0-3, der 0=ingen begroing og 3= kraftig begroing med stor dekningsgrad.

Lokalitet	Areal	Bunnsubstrat	Vannhastighet			Vanddyb	Begroing	Hulrom
			2013	2016	2017			
1	100	2/1/4 – (60/35/5)	0,3-0,8	0,5-1,2	0,5-1,0	5-30	1/0	2,0
2	180	2/1/3 – (35/35/30)	0,4-0,9	0,4-0,9	0,5-1,1	5-40	1	3,3
3	75	1/3/4 – (40/40/20)	0,3-0,7	0,3-1,1	0,4-0,9	10-40	1	4,3
4	75	4/3/1 – (50/40/10)	0,6-1,4	0,6-1,5	0,5-1,6	10-30	0/1	-
5	90	3/4/2/1 – (30/30/20/20)	0,3-1,2	0,4-1,4	0,4-1,1	10-50	1	8,3
6	60	2/1 – (90/10)	0,2-0,3	0,2-0,5	0,2-0,5	5-20	0/1	2,0
7	120	2/3/1 – (50/30/20)	0,4-0,9	0,4-0,9	0,5-1,0	10-30	1	4,6
8	110	2/1/3 – (60/30/10)	0,5-0,9	0,6-1,2	0,5-1,2	5-30	0/1	3,6

Tabell 4 Dato og vannføring ved gjennomføring av ungfiskregistrering (elektrofiske) og gytefisketelling i Austerdalselva. Vannføring er oppgitt for øvre (parsell 2, jfr. fig.2) og nedre (parsell 4) del av elva

År	Aktivitet	Dato	Vannføring - øvre del	Vannføring – nedre del
2013	Ungfiskreg.	14/8	1,27 m ³ /s	2,46 m ³ /s
2013	Gytefiskreg.	10/9	3,10 m ³ /s	4,25 m ³ /s
2016	Ungfisk- + gytefiskreg.	28/9	2,78 m ³ /s	4,57 m ³ /s
2017	Ungfisk- + gytefiskreg.	18/9	2,44 m ³ /s	4,16 m ³ /s



Figur 2 Kart av Austerdalselva med markeringer for elfiske-lokaliteter, parseller for hydrologiske målinger og vandringshindre for anadrom laksefisk (jfr. www.lakseregisteret.no)

3.4 Gytefiskregistrering

Gytefiskregistreringene har blitt gjennomført i tidsrommet 10-28. september hvert år. Tidspunktet for gjennomføring av drivtelling er valgt ut fra å treffe gytetidspunktet for sjørreten. Etter gyting kan sjørret ofte forlate selve elva (vandre til innsjø eller estuarie), mens laksen som ofte gyter 1-3 uker seinere enn sjørret vil oppholde seg på sine tiltenkte gyteområder. Ved å rette gytefisketellingen inn mot gytetidspunkt for sjørret sikrer vi derfor at begge gytebestandene fanges opp av registreringene. Sikten under vann har variert fra 6-8 m i 2017 til 8-10 m i 2013 og 2016. Vannføringen, målt nederst i elva, har variert fra 4,2- 4,6 m³/s.

Alle gytefiskregistreringene har blitt utført i henhold til Norsk Standard (NS9456:2015). Siden elva er liten og sikten i vannet normalt er god har det vært tilstrekkelig å benytte en drivteller for å sikre at hele tverrprofilen av elva ble visuelt dekket. Drivtelleren var utstyrt med egen skriveplate med vannfast papir, og kunne notere og kartfeste observasjoner etter behov.

Selve drivtellingen utføres ved at teller(-ne) svømmer aktivt nedover elva (passivt driv kun i partier med sterk strøm). Stans i tellingene gjøres kun ved naturlig stoppunkter som grunne strømnakker eller stilleflytende partier der det ikke står fisk. For å ha tilfredsstillende oversikt må teller holde blikket så langt fram som sikten tillater og pendle med hode fra side til side for å avspørke så stor sektor som mulig. For å unngå dobbelt-registreringer er det viktig å kun telle fisk som passerer, og ikke fisk som svømmer foran telleren nedover elva.

All fisk klassifiseres etter størrelse. For laks benyttes kategoriene smålaks (<3kg), mellomlaks (3-7kg) og storlaks (>7kg). Sjørret deles i gruppene <1 kg (umodne/modne), 1-3 kg, 3-7 kg og >7 kg. Eventuell sjørøye deles inn etter samme kategorier som sjørret. All laks blir forsøkt registrert som hannfisk eller hofisk.

Basert på morfologiske trekk kan rømt oppdrettsfisk skiller fra villfisk (Fiske et al. 2005), dvs. gjennom skader på finner (primært spord, bryst- og ryggfinne), pigmentering, gjellelokkforkortelse og

kroppsform (se **tabell 5**). Deformiteter på gjellelogg og finner (spesielt bryst-, rygg- og halefinne) samt lubben kroppsform er miljøbetinga, mens pigmentering og kort/kraftig halerot og hodeform er genetisk betinget (Fleming et al. 1994, Fleming & Einum 1997, Solem et al. 2006). Hvor tydelige de morfologiske kjennetegnene er vil ofte avhenge av om fisken har rømt tidlig eller har vært lenge i det fri, men nylig rømt oppdrettslaks er ofte enkle å skille fra vill laks. Når laks observeres under vann (f.eks ved drivtelling) vil også fiskens adferd være til hjelp for å skille mellom vill og rømt laks. Oppdrettslaksen kan fremstå som mer avventende eller nysgjerrig enn villaksen og velger ofte standplasser som avviker fra villaksens valg i samme område.

Uttak av rømt oppdrettslaks ble i 2017 utført ved undervannsjakt med harpun, et tiltak som ble finasiert av Fiskeridirektoratet.

Tabell 5 Oversikt over forskjeller som blir lagt til grunn for å skille villaks og rømt oppdrettslaks.		
	Vill laks	Oppdrettslaks
Førsteintrykk (Habitus)	Individet har samme utseende og adferd som øvrige laks innenfor samme elv. Store finner med skarpe kanter.	Individet har utseende og adferd som avviker fra øvrige laks innenfor samme elv.
Helhetsinntrykk	Slank og spoleformet kropp. Nyvandret fisk (pelagisk drakt): mørk rygg og øvre del av hode mot en sølvblank kroppsside. Fisk i gytedrakt: Hannfisk har ofte tversgående sjatteringer i rødt, gult og grønt. Hunnfisk er noe mørkere og har mindre gytefarger.	Lubbent, rektangulært formet omriss. Nyvandret fisk (pelagisk drakt): mørk rygg og øvre del av hode mot en sølvblank kroppsside. Fisk i gytedrakt: Mindre fargerik enn villfisk.
Halefinne	Stort areal i forhold til resten av kroppen. Kantet, skarp profil. Hos flergangsgytere kan imidlertid sporden være mer avrundet og ikke ha så mye innsving i bakkant.	Mindre areal sammenlignet med vill laks. Avrundede finnefliker og splittede eller sammenvokste finnestråler. Rettere avslutning (ørret-lik). Tykkere halerot.
Pigmentering	Nyvandret fisk (pelagisk drakt): få, sorte og store prikker ovenfor sidelinjen. Få prikker på gjellelokkene. Fisk i gytedrakt: Hannfisk har ofte tversgående sjatteringer i rødt, gult og grønt. Hunnfisk er noe mørkere og har mindre gytefarger.	Nyvandret fisk (pelagisk drakt): tallrike sort prikker fordelt mer over hele kroppen (under sidelinjen) og på gjellelokkene. Ofte «sjørret-lik» pigmentering. Fisk i gytedrakt: Generelt noe «pregløs» gytedrakt, uten store fargespill.
Gjellelokk	Store, med jevne kanter som dekker gjellene helt, og slutter seg tett inntil kroppen..	Avkortet, ujevn profil og avdekker ofte en hvit vertikal linje på fiskekroppen bak gjellene.
Hodeform	Nyvandret fisk: Jevn og buet form Gytefisk: Hannfisk har kraftig gytekrok	Nyvandret fisk: Ujevn, klumpete hodeform. Ofte deformert, nedoverbøyd underkjeve (hakeslepp). Ofte mer kjøttfullt snuteparti. Gytefisk: Ofte misdannede sekundære kjønns karakterer.
Ryggfinne	Rette kanter og finnestråler. Tydelig trapesformet profil	Liten og forkrøpelt. Avrundede kanter.
Brystfinner	Store og uten skader. Rette kanter og rette finnestråler.	Ofte små og forkrøpelt. Sammenvokste og skjeve finnestråler. Ulik størrelse/form.
Adferd	Noe avventende fluktrespons. Svømmer med hele bakkroppen. Står på og i kanten av hovedstrømmen i kulper.	Passiv fluktrespons, ofte lite sky. Har stivere svømmebevegelser,

4 Resultater

4.1 Hydrologi

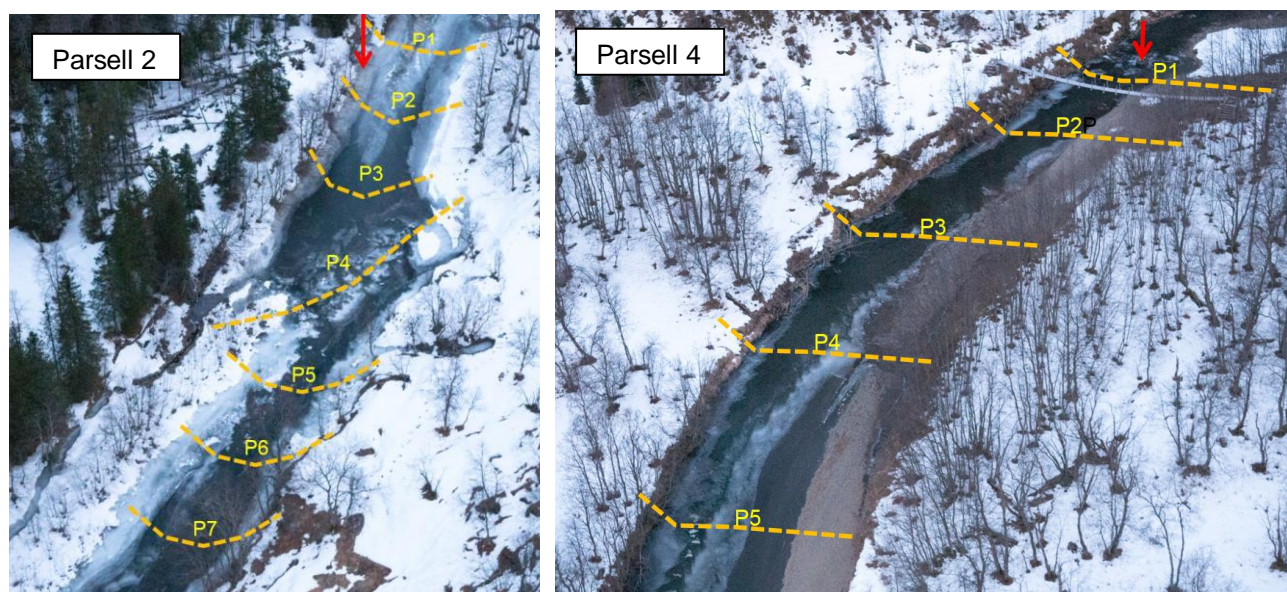
Feltdata

Det naturlige nedbørsfeltet til Austerdalselva består av syv delfelt som har et samlet areal på 57 km². Gjennom utbyggingene ifbm. Sørfjord kraftverk er tre av delfeltene, med et samlet areal på 31,6 km², overført mot Brynvatnet. Dette betyr at restfeltet (uregulert nedbørsfelt) til Austerdalselva er 25,4 km², eller 45 % av det naturlige nedbørsfeltet. Uttrykt som vannføring er beregnet årsmiddel for det naturlige nedbørsfeltet 4,73 m³/s, mens årsmiddel for utbygget (regulert) felt utgjør 2,27 m³/s. Dette tilsier at vannføringen fra restfeltet utgjør 52 % av den naturlige vannføringen.

Vannføring og vanndekt areal

Vanndekt areal er av stor betydning for vurdering av fiskeproduksjonen i elva, og variasjoner i vanndekt areal relatert til vannførendringer er sentralt for å vurdere hvordan reguleringen og slipp av vann til elva påvirker fiskesamfunnet.

Vi har benyttet data fra målinger av vannføring og vannhastigheter ved bruk av ADCP til å beregne prosentvise endringer i vanndekt areal, ved å sammenligne oppmålt vannlinje i ulike tverrprofiler innenfor parsell 2 og 4 (**figur 3**). Alle målinger og beregninger er utført av Hydrateam As på oppdrag for regulanten.



Figur 3 Profiler benyttet i HEC-modell for beregning av vannlinje ved ulike vannføringer i parsell 2 og 4 i Austerdalselva.

Vi har fått beregnet vannlinjen for hver profil for vannføringer på 1,5, 2, 4 og 6 m³/s, og har benyttet disse resultatene til å finne den prosentvise endringen ved hver økning i vannføring, dvs. endring fra 1,5 til 2 m³/s, fra 2-4 m³/s osv. Vi har vurdert dette som en god tilnærming til hvordan det vanndekte arealet i øvre og nedre endres ved ulike vannføringer.

I øvre del av elva (parsell 2) skjer de største endringene i vannlinje, dvs lengde på topp av profilet fra ADCP-målinger, når vannføringen øker fra 2 m³/s til 4 m³/s. Da øker det vanndekte arealet i gjennomsnitt 17 % (**tabell 6**). Økningen i vanndekt areal ved en økning i vannføringen fra 1,5 m³/s til 2 m³/s er 8 %, mens økningen fra 4-6 m³/s er 7 %.

I nedre del av elva (parsell 4) skjer de største endringene når vannføringen øker fra 1,5 m³/s til 2 m³/s, og vanddekt areal øker da med 28 %. Økningen fra 2 m³/s til 4 m³/s er 17 % og like den i øvre del av elva. Når vannføringen øker fra 4 m³/s til 6 m³/s øker det vanddekte arealet kun 4 %.

Det er verdt å bemerke at elva fremstår som tilnærmet flomstor når vannføringen er 2,5-3 m³/s i øvre del av elva og om lag 4,5 m³/s i nedre del, og tverrsnittet langs store deler av elva er helt oppfylt med vann og vannet går dels inn i vegetasjonen på land (**figur 4**). Ved vannføringer utover 4-5 m³/s går vannspeilet langs store deler av elva inn i vegetasjonen langs elva.

Tabell 6 Gjennomsnittlige endringer (%) i vannlinje (lengde topp tverrprofil fra ADCP målinger) mellom vannføringer på 1,5, 2, 4 og 6 m ³ /s i Austerdalselva.				
Vannføringsendring	Parsell 2 - 9 profiler		Parsell 4 - 5 profiler	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
1,5 til 2 m ³ /s	+7,9	5,8	+28,2	29,6
2 til 4 m ³ /s	+17,0	9,1	+17,1	12,0
4 til 6 m ³ /s	+7,3	1,8	+4,4	1,8



Figur 4 Bilder av elveleiet ved vannføring på 2,5 m³/s i øvre del av elva og 4,6 m³/s i nedre del. Bilde 1 og 2 er fra øvre del av elva, mens bilde 3 er fra nedre del.

Karakteristiske år

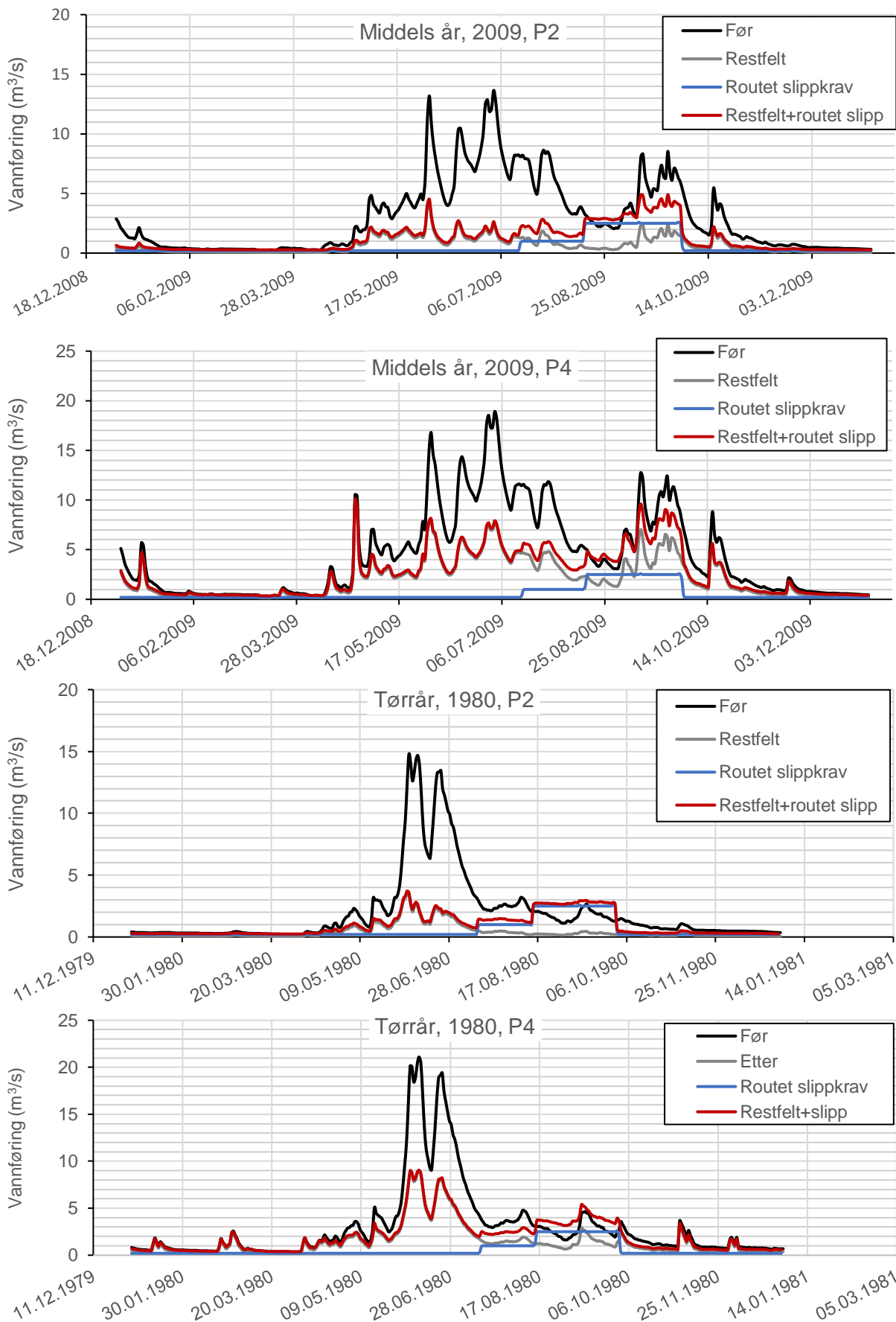
Vannføringskurver for Austerdalselva viser at naturlig vannføring i elva i middels år er betydelig påvirket av snøsmelting i siste del av mai, i juni og i store deler av juli (**figur 5**). Uregulert vannføring i parsell 4 ligger i et middels år høyere enn 4 m³/s i 86 % av tiden i perioden fra 1. mai til 31. oktober, og vannføringer mellom 5-10 m³/s inntreffer i 33-64 % av tiden (**figur 6**). Dette viser at elva har vært preget av relativt høye vannføringer før reguleringen av Gammeløftvatnet og overføringene mot Brynvatnet. I parsell 2 er naturlig vannføring høyere enn 4 m³/s i 65 % av tiden og mellom 5-10 m³/s i 10-48 % av tiden. Den regulerte vannføringen (restfelt + slipp) i parsell 4 er høyere enn 4 m³/s i 28 % av tiden innenfor perioden 1. mai til 31. oktober, og i parsell 2 er den større enn 4 m³/s i 7 % av tiden.

I et tørt år er forskjellene mellom naturlig og regulert vannføring langt mindre, med unntak for tidsrommet med størst påvirkning fra snøsmelting (**figur 5**). I perioden 1. mai til 31. oktober er varigheten av vannføringer lavere enn 2,5 m³/s i parsell 2 og 4 m³/s i parsell 4 tilnærmet lik for naturlig og regulert vannføring (**figur 6**).

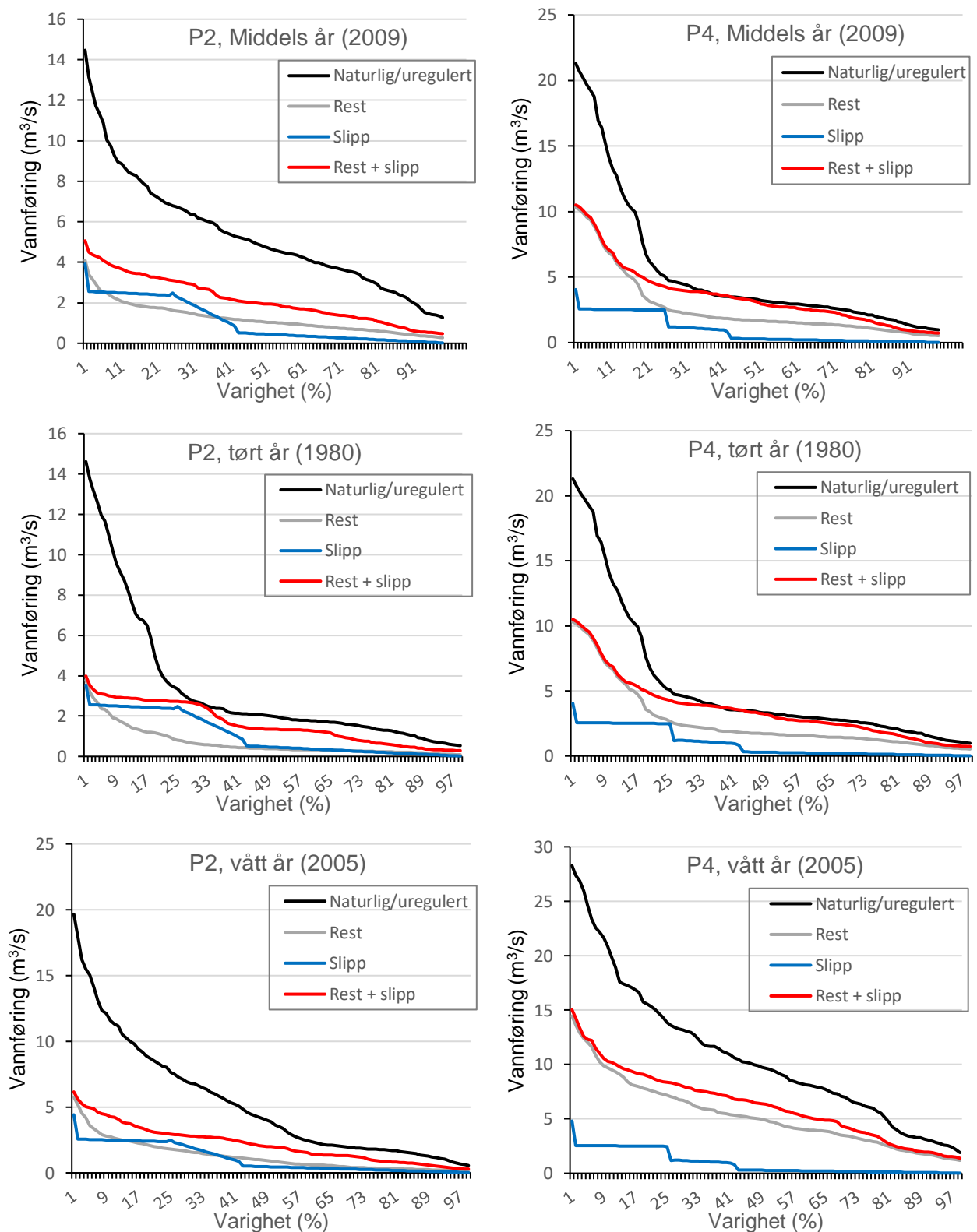
I våte år er vannføringene høyere enn 4 m³/s i 12 % av tiden i perioden fra 1. mai til 31. oktober i parsell 2, og i 72 % av tiden i parsell 4.

Differansen mellom naturlig og regulert vannføring kan synliggjøres ved en sammenligning av varigheten av vannføringer f.eks. høyere enn 4 m³/s (naturlig middelvannføring var 4,7 m³/s). Beregningene viser at i et middels vannrikt år endres denne varigheten fra 63 % av tiden til 7 % av tiden i parsell 2, og fra 30 % til 28 % i parsell 4 (**tabell 7**). I et tørt år inntreffer vannføringer høyere enn 4 m³/s i 21 % av tiden ved naturlig vannføring, mens regulert vannføring ikke overstiger 4 m³/s. I parsell 4 er endringen fra 32 % til 27 %. I et vått år reduseres varigheten av vannføringer høyere enn 4 m³/s fra 49 % til 12 % i parsell 2, og fra 82 % til 72 % i parsell 4. Vi ser av denne sammenligningen at effektene av overføringene av vann fra elva er langt tydeligere i øvre del av elva, mens den uregulerte Norddalselva bidrar til å redusere effektene noe i nedre del av elva.

Tabell 7 Sammenligning av varighet (%) av vannføringer høyere enn 4 m ³ /s i parsell 2 og 4 i tidsrommet 1. mai til 31. oktober ved naturlig og regulert vannføring i Austerdalselva.				
	Parsell 2		Parsell 4	
	Naturlig vannføring	Regulert vannføring	Naturlig vannføring	Regulert vannføring
Middels år	63	7	86	64
Tørt år	21	0	32	27
Vått år	49	12	82	72



Figur 5 Vannføringskurver for Austerdalselva i et typisk middels vannrikt år, samt i et tørt år. Kurvene er basert på beregninger fra parsell 2 (øvre del av elva) og parsell 4 (nedre del av elva).



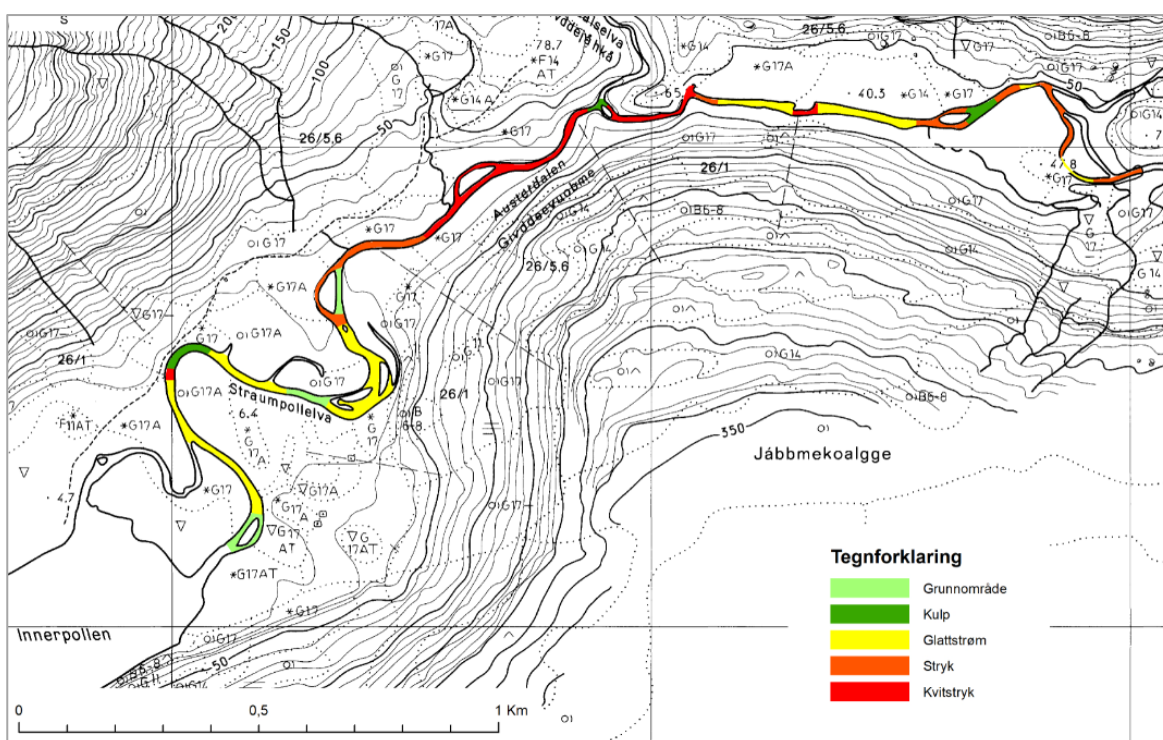
Figur 6 Varighetskurver for Austerdalselva i perioden 1. mai til 31. oktober i et typisk middels vannrikt år, samt i et typisk tørt og vått år. Kurvene er basert på beregninger fra parsell 2 (øvre del av elva) og parsell 4 (nedre del av elva).

4.2 Bonitering

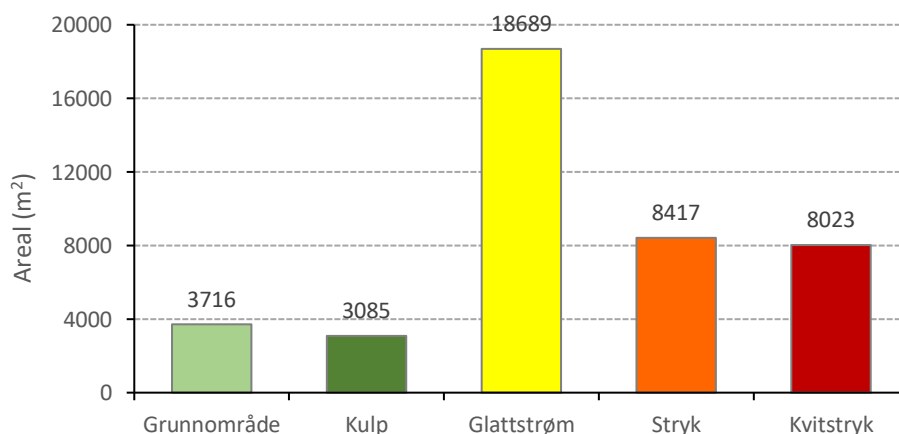
Mesohabitatkartlegging

Kartleggingen av mesohabitater er basert på befaringer langs elva og fotografering fra helikopter 13. juni 2013, når vannføringen i parsell 2 var 0,7 m³/s og 5,4 m³/s i parsell 4.

Kartleggingen viser at selv på lave vannføringer domineres elva av områder med kvitstryk, stryk og glattstrøm (84 %), mens kulper og grunnområder utgjør 16 % (figur 7 og 8). I øvre del av elva dominerer områder med glattstrøm (40 %), fulgt av områder med stryk (34 %). Ingen områder er vurdert som typiske grunnområder, mens kulper utgjør 10 % av arealet. Også i nedre del av elva dominerer områder med glattstrøm (47 %), fulgt av områder med kvitstryk (20 %). Grunnområder utgjør 13 % av arealet, mens kulper utgjør 6 %. Bilder i figur 9 viser representative elveavsnitt ved vannføringer som er noe høyere enn ved mesohabitatkartleggingen i øvre del av elva, mens vannhastighetene i nedre del av elva er like.



Figur 7 Mesohabitatkartlegging i Austerdalselva (utført ved vannføringer på 0,7 m³/s i øvre del av elva og 5,4 m³/s i nedre del av elva).



Figur 8 Arealfordeling av ulike mesohabitatklasser i øvre og nedre del av Austerdalselva.



Figur 9 Bilder fra elva når vannføringen var $2,8 \text{ m}^3/\text{s}$ i parsell 2 og $4,6 \text{ m}^3/\text{s}$ i parsell 4 (28. september 2016). Bilde 1-3 er tatt ovenfor Norddalsfossen, mens bilde 4-6 er tatt nedstrøms fossen

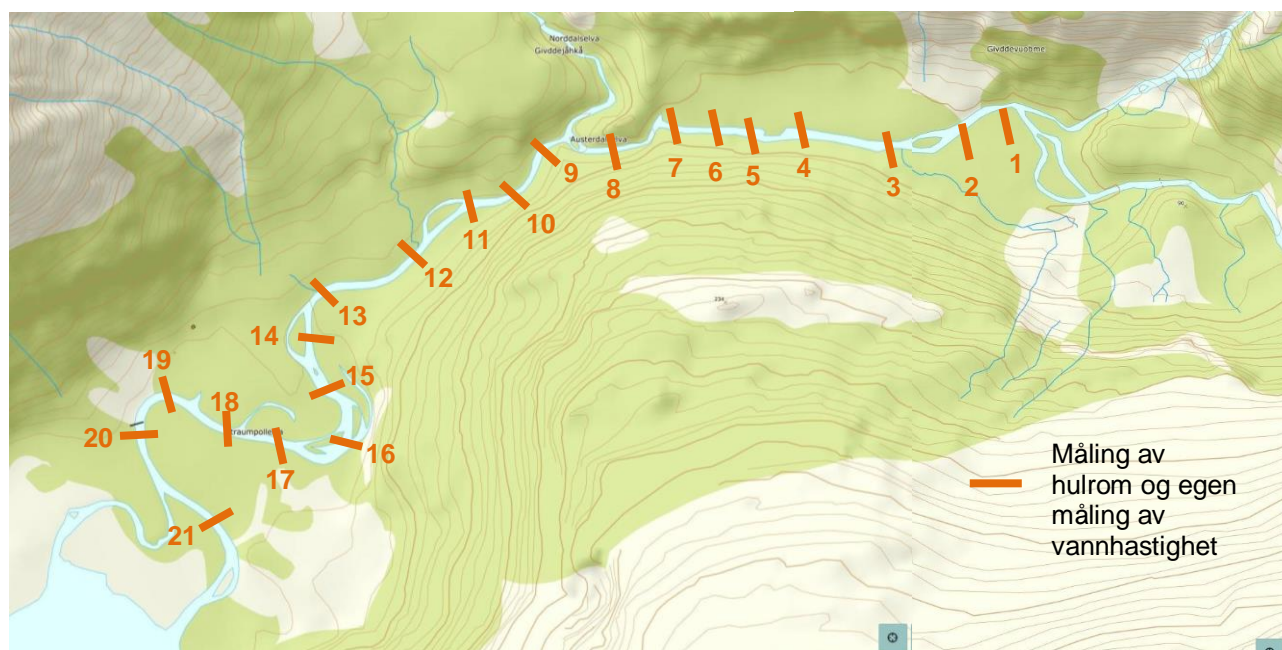
Målte vannhastigheter

Egne målinger av vannhastigheter (se kart i fig. 10) ble utført 14. august 2013, ved vannføring på $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$ i parsell 2 og $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ i parsell 4. Det ble benyttet en håndholdt elektromagnetisk måler (Valeport mod. 801), og vannhastighetene ble målt på 60 % av vannsøylen høyde.

Vannhastigheter under 0,5 m/s ble i hovedsak målt 1-2 m fra elvebredden, og lengre ut i elva var de gjennomsnittlige vannhastighetene i stor grad mellom 0,7-0,9 m/s (**tabell 8**). Slike, relativt høye vannhastigheter, ble registrert selv om vannføringen i elva var lav (1,3-2,5 m³/s). Det var god sammenheng mellom målte vannhastigheter og mesohabitatkartleggingen, og tverrprofiler med de høyeste vannhastighetene lå innenfor områder kategorisert enten som kvitstryk eller stryk.

Tabell 8 Vannhastigheter (m/s) målt 60 % av høyden på vannsøylen. Alle målinger ble startet ved venstre elvebredd og utover i elvetverrsnittet enten til dypeste dypål eller til motsatt elvebredd. Vannføringen i øvre del av elva var 1,3 m³/s og 2,5 m³/s i nedre del av elva under målingene.

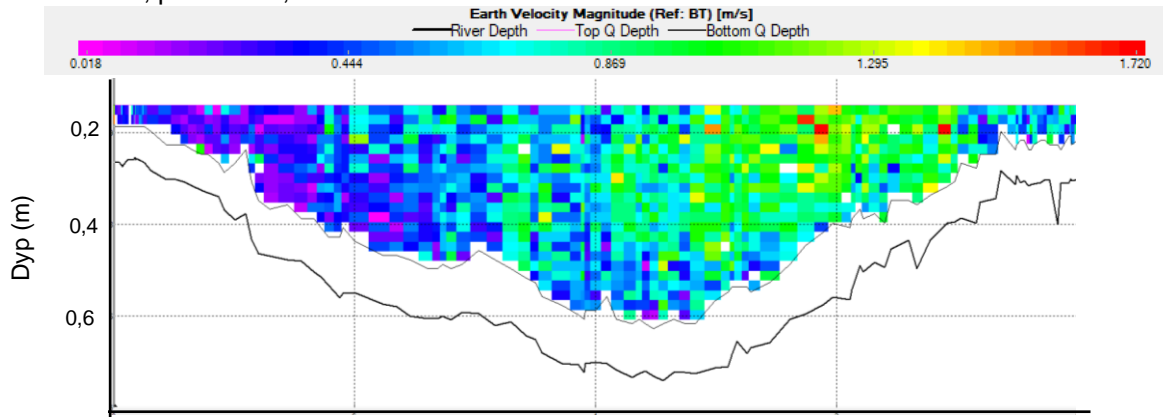
Transekt	Avstand fra venstre elvebredd							Transekt	Avstand fra venstre elvebredd						
	1	2	4	6	8	10	12		1	2	4	6	8	10	12
1	0,78	0,74	0,75	0,79	0,83	-	-	11	0,28	0,32	0,79	0,89	0,44	-	-
2	0,38	0,47	0,66	0,70	0,57	-	-	12	0,29	0,32	0,85	0,64	0,52	1,01	1,21
3	0,80	1,11	0,97	1,13	-	-	-	13	0,93	0,73	0,84	1,37	0,77	-	-
4	0,25	0,30	0,35	0,40	0,64	0,91	0,84	14	0,17	0,27	0,23	-	-	-	-
5	0,38	0,61	0,73	0,60	0,85	1,10	0,99	15	0,24	0,37	0,44	0,76	0,91	-	-
6	0,10	0,34	0,70	0,63	0,72	0,47	-	16	0,43	0,50	0,31	0,68	0,97	0,76	-
7	0,15	0,30	0,57	0,63	0,66	0,39	-	17	0,38	0,57	0,83	0,85	0,88	0,68	0,35
8	0,23	0,80	1,22	0,40	-	-	-	18	0,62	0,76	0,84	1,07	0,88	0,55	-
9	0,38	0,49	1,10	0,98	-	-	-	19	0,28	0,34	0,29	0,61	0,74	1,00	-
10	0,74	1,18	1,06	1,22	0,53	-	-	20	0,29	0,51	0,53	0,86	0,87	0,77	0,52
								21	0,33	0,48	0,77	1,19	0,60	-	-



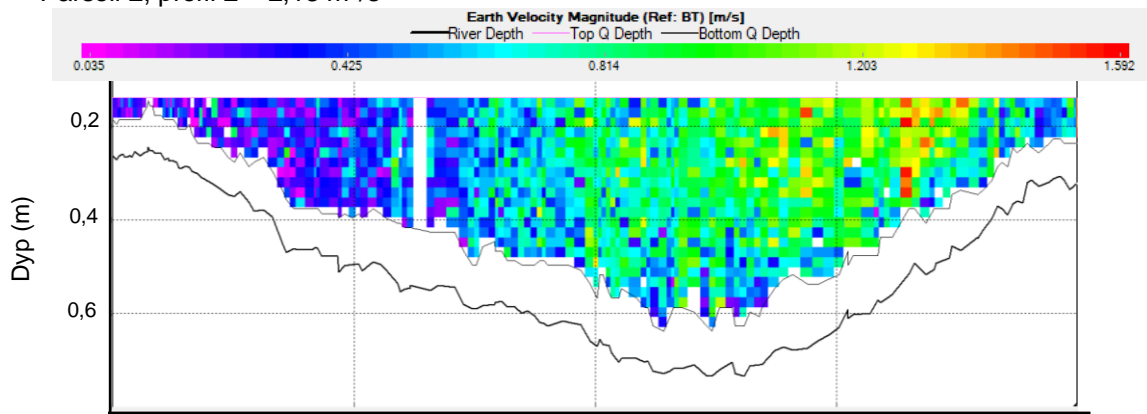
Figur 10 Markeringer for egne målinger av vannhastighet (v/vannføring 1,3 m³/s i parsell 2 og 2,5 m³/s i parsell 4, samt målinger av skjul (hulromskapasitet).

Vi har benyttet ADCP-målinger fra parsell 2 og 4. I parsell 2 er målinger utført ved vannføringer på 2,1 og 3,2 m³/s (**figur 11**), mens målingene i parsell 4 ble gjennomført ved vannføringer på 2,3 og 4,5 m³/s (**figur 12**). Vi ser av ADCP-plottene at en dominerende andel av hvert tverrsnitt har vannhastigheter som er høyere enn 0,7-0,8 m/s, og at vannhastigheter opp mot 1,2 m/s er vanlige. Andel med celler i plottene som har verdier høyere enn 0,7-0,8 m/s øker med økende vannføring, og er mest synlig i plottene fra parsell 4.

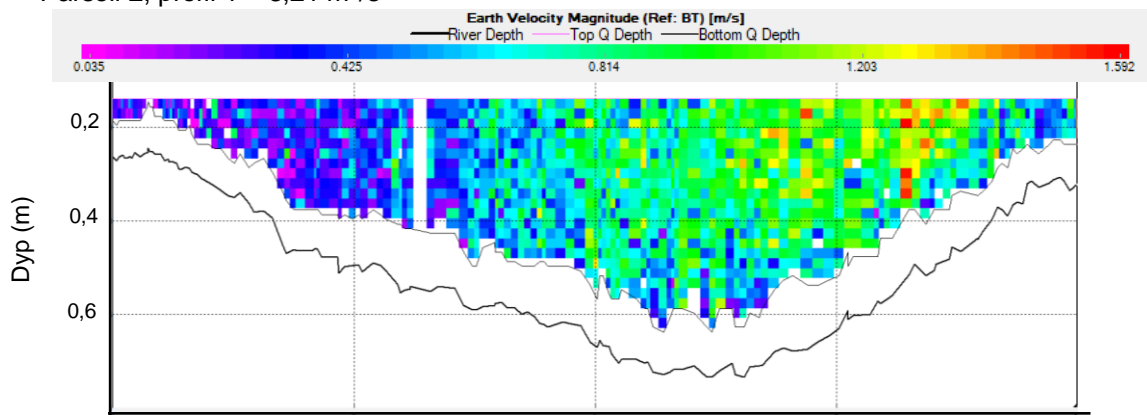
Parsell 2, profil 1 – 2,13 m³/s



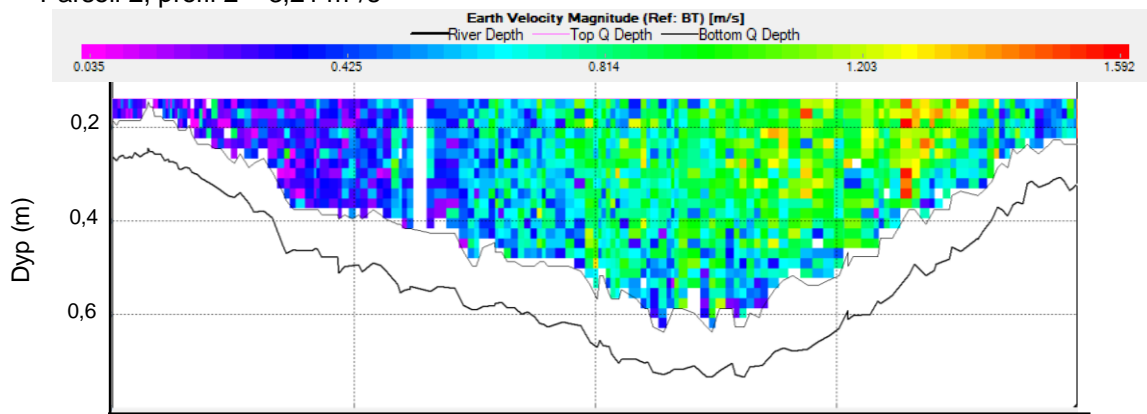
Parsell 2, profil 2 – 2,13 m³/s



Parsell 2, profil 1 – 3,21 m³/s

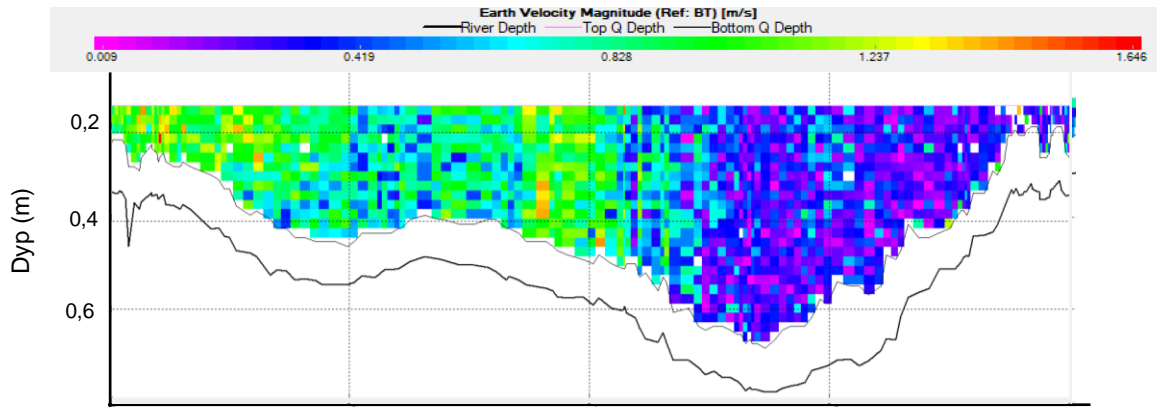


Parsell 2, profil 2 – 3,21 m³/s

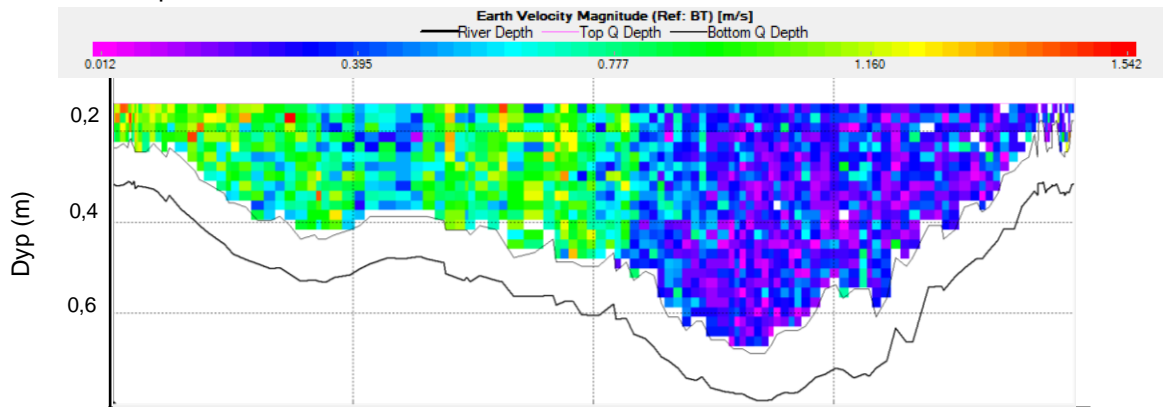


Figur 11 Plot fra ADCP-målinger langs to profiler i parsell 2 i Austerdalselva.

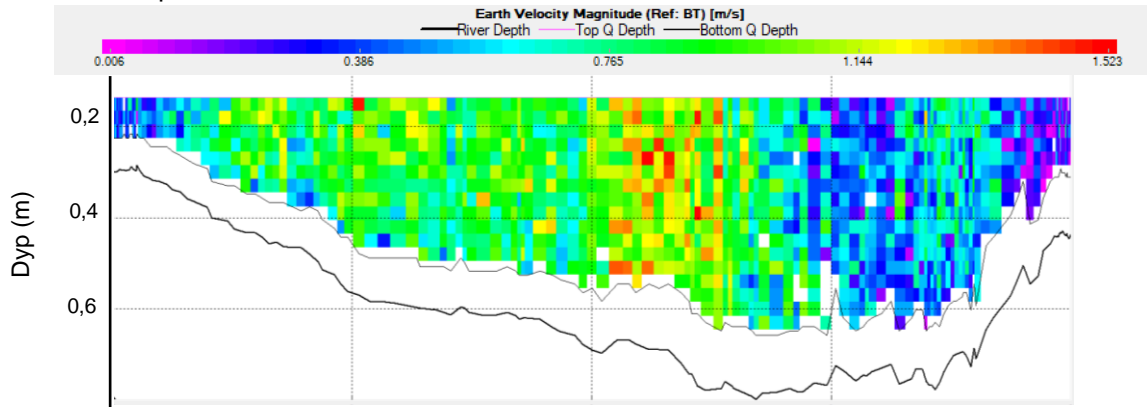
Parsell 4, profil 1 – 2,27 m³/s



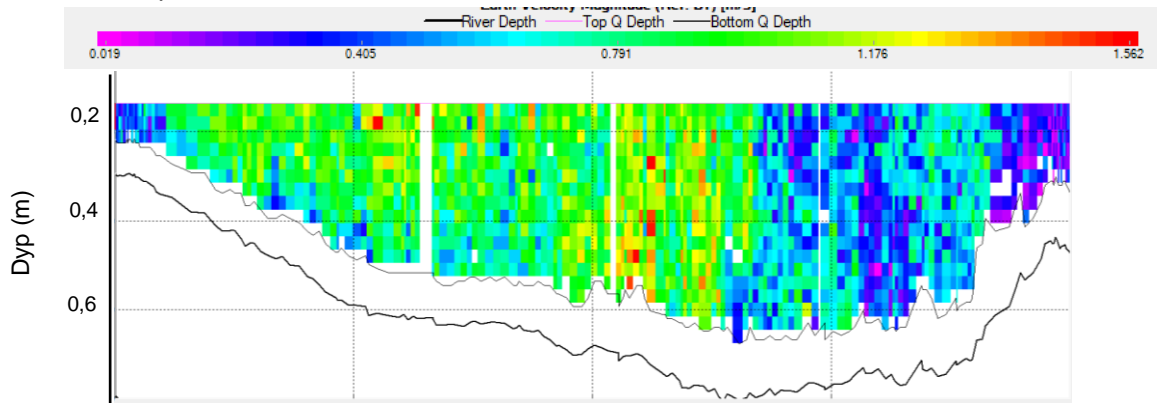
Parsell 4, profil 2 – 2,27 m³/s



Parsell 4, profil 1 – 4,49 m³/s



Parsell 4, profil 2 – 4,49 m³/s



Figur 12 Plot fra ADCP-målinger langs to profiler i parsell 4 i Austerdalselva.

Substrat

Det har ikke blitt gjennomført en systematisk kartlegging av substrat i Austerdalselva. Den standardiserte kategoriseringen av bunnssubstrat (jfr. Forseth og Harby 2013) er lite hensiktsmessig å benytte i elva, og en fremstilling av dominerende substratkategori gir lite informasjon om substratets reelle egnethet som leveområde for ungfisk. Hele elva kjennetegnes av et betydelig innslag av silt, sand og fin grus i alle grovere substratkategorier. En opplysning om at en elvestrekning domineres av stor stein og blokk gir derfor liten informasjon om faktisk produksjonspotensial når alle hulrom er fylt med sand og fin grus. Vi anser derfor at kombinasjonen av mesohabitatkartlegging og målingene av skjulmuligheter gir en bedre fremstilling av substratforholdene, gjennom sammenhengene mellom vannhastigheter og substratsammensetning (høye vannhastigheter= grovere substrat).



Figur 13 Bunnssubstrat typisk for store områder i Austerdalselva.

Skjulmålinger

Målinger av skjul ble utført langs til sammen 21 transekter, fordelt med 8 i øvre del av elva og 13 i nedre del (**figur 10**). Transektene ble valgt med om lag 200 meters avstand, og skjulmålinger ble utført på tre tilfeldig valgte avstander fra land innen hvert transekt.

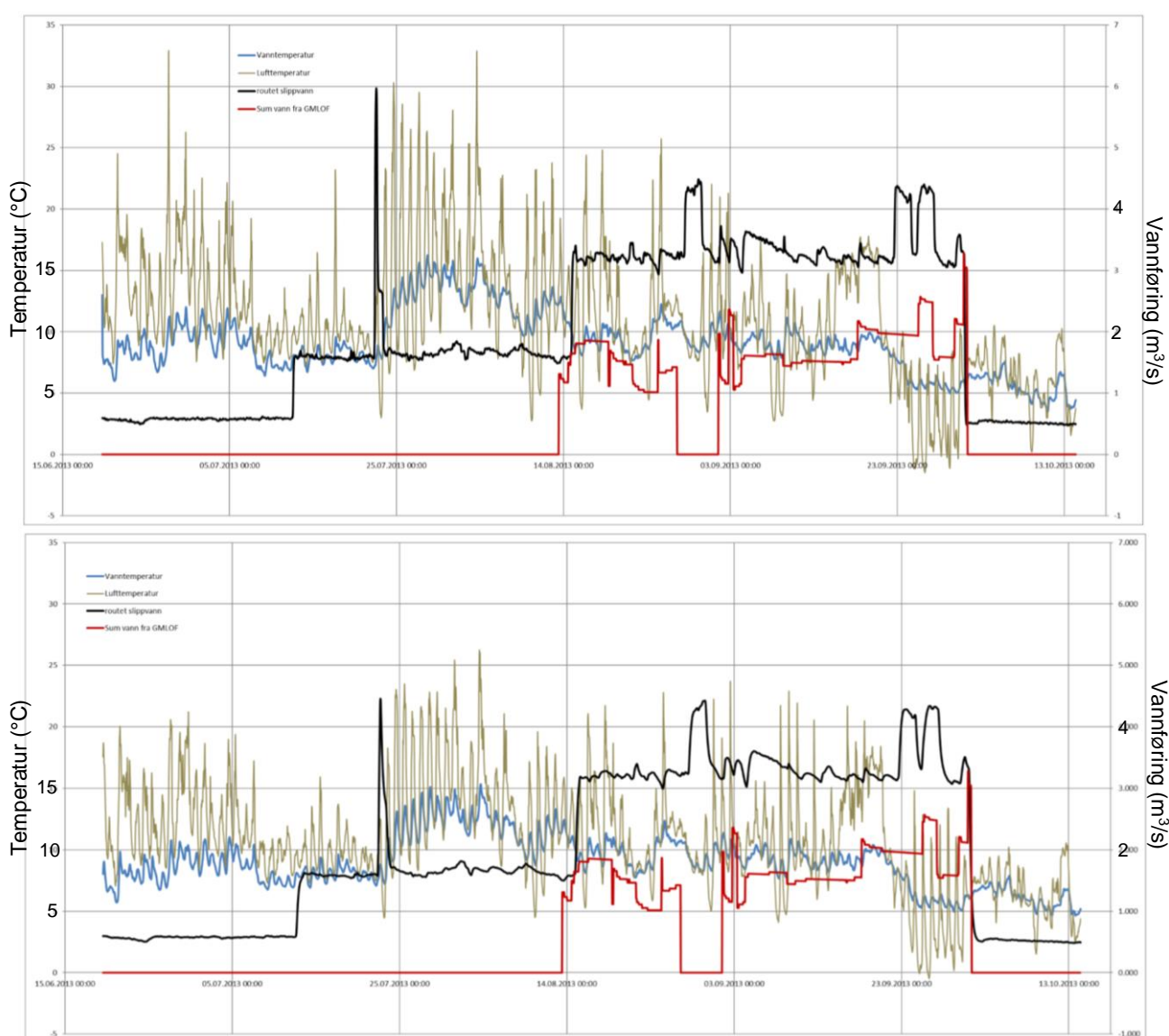
I øvre del av elva varierte de gjennomsnittlige koeffisientene fra 0,3- 5,0, og gjennomsnittet fra de åtte transektene var 2,7 (SD=1,5) (**tabell 9**). I nedre del av elva varierte de gjennomsnittlige koeffisientene fra 1,3-14, og gjennomsnittet for 13 transekter var 5,3 (SD=3,8). I den øvre delen av elva tilsier dermed målingene at det er lite skjul (<5) for fisken i alle transektene. I nedre del av elva viser målingene at det er lite skjul i åtte av transektene, mens det er middels skjul i tre transekter og mye skjul i to transekter.

I mesohabitatklassen «glattstrøm» var gjennomsnittlig skjulkoeffisient 2,0 i øvre del av elva og 4,4 i nedre del. I områder med «stryk» var skjulkoeffisienten hhv. 3,2 og 2,0, mens den var 4,0 i «kvitstryk». Vi mangler skjulmålinger fra «grunnområder» og «kulp».

Tabell 9 Målinger av skjul (hulromskapasitet) på 21 transekter langs Austerdalselva (jfr. kart i fig. 13)							
Transekt	Øvre del av elva			Nedre del av elva			
	Skjul-koeffisient	Transekt	Skjul-koeffisient	Transekt	Skjul-koeffisient	Transekt	Skjul-koeffisient
1	2,0	5	3,0	9	1,3	16	7,6
2	5,0	6	1,0	10	2,3	17	14,0
3	3,0	7	4,3	11	4,0	18	4,0
4	3,3	8	0,3	12	8,3	19	5,6
				13	3,0	20	11,0
				14	2,0	21	1,3
				15	4,6		
	Gjennomsnitt = 2,7				Gjennomsnitt = 5,6		

Temperaturer

Vann- og lufttemperaturer ble logget i 2013, og viser at vanntemperaturen i elva i tidsrommet 15. juni til 15. oktober varierer fra vel 5 grader til ca. 15 grader (**figur 14**). Vanntemperaturen faller under 5 grader helt mot slutten av denne perioden. Vanntemperaturer høyere enn 7-8 grader inntreffer i månedsskifte juni/juli, men avtok gjennom første halvdel av juli før den begynte å stige mot slutten av juli, og holdt seg høyere enn 10 grader frem mot midten av august. Målingene fra 2013 viser at vanntemperaturen falt markert samtidig som det pålagte vannslippet økte fra 1 m³/s til 2,5 m³/s (15. august). Det er her verdt å bemerke at det økte vannslippet krevde tapping fra Gammelofvatnet. Tappingen fra Gammelofvatnet skjer fra stort dyp, og selv om det ikke foreligger temperaturmålinger fra dette tappevannet, er det rimelig å anta at temperaturen i stor grad vil være lavere enn 4 grader. Målinger av vanntemperatur i utløpet av Gammelofvatnet i 1990 viste temperaturer på 2,9 grader 8. august og 4,4 grader 27 august (Larsen og Næsje 1991). Det er derfor nærliggende å anta at vannslipp som må løses ved tapping fra Gammelofvatnet gjennom sommer og tidlig høst senker vanntemperaturen i Austerdalselva.

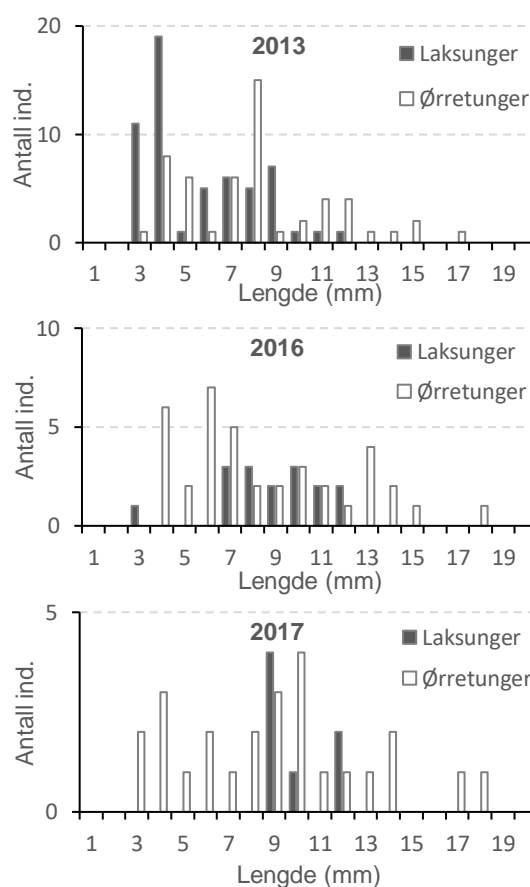


Figur 14 Temperaturmålinger i parsell 2 og 4, målt i perioden 15. juni til 15. oktober i 2013. Blå kurve viser temperatur i elvevannet, grønn kurve er lufttemperatur. Sort kurve er routet vannslipp for ovenforliggende parsell, mens rød kurve er sum vann sluppet fra Gammelofvatn (via Vatn 621).

4.3 Ungfiskregistreringer

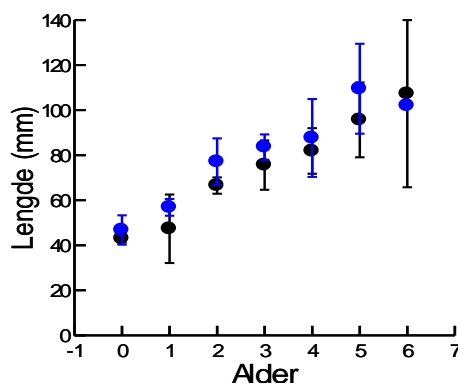
Fangstene av laksunger og ørretunger var svært lave alle årene (**tabell 10**). Fangstene av begge artene avtok utover i undersøkelsesperioden, men endringene var størst hos laks. Fangstene av både laksunger og ørretunger har alle årene vært høyere nedenfor Norddalsfossen enn ovenfor. Gjennomsnittlige fangster av eldre laksunger ovenfor Norddalsfossen avtok fra 2,3 ind./100 m² i 2013 til om lag 1 ind./100 m² i 2016 og 2017, mens fangstene nedenfor avtok fra 3,4 til 0,5 ind./100 m². De gjennomsnittlige fangstene av eldre ørretunger var mer stabile ovenfor fossen, og var hhv. 2.5, 1.8 og 2.1 i 2013, 2016 og 2017. Nedenfor fossen avtok ørretfangstene fra 7,2 ind./100 m² i 2013 til 3,5 ind./100 m² i 2017. De beste fangstene av årsyngel av laks har blitt tatt i øvre del av elva, mens årsyngel av ørret i hovedsak har blitt tatt i nedre del av elva. Lengdefordelingene av fangstene indikerer isolert sett varierende og svak rekruttering til laksebestanden, mens lengdefordelingen av ørretunger er jevnere mellom årene (**figur 15**).

Tabell 10 Fangst av ungfisk av laks og ørret under elfiske i 2013, 2016 og 2017. Det har blitt fisket kun én omgang på hver lokalitet hvert år. All fangst er oppgitt som antall individer/100 m ² .					
År	Lokalitet	Laksunger		Ørretunger	
		Årsyngel	Eldre	Årsyngel	Eldre
2013	1	0	2	0	0
	2	16,7	2,2	2,2	0,6
	3	0	3	0	7
	4	0	0	0	1
	5	1	3	1	1
	6	1,7	5	2	18
	7	0	6	2	14
	8	0	5	2	2
	(N, totalt)	(32)	(26)	(11)	(44)
2016	1	0	0	1	2
	2	0,6	2,2	1,1	3,3
	3	0	0	0	0
	4	0	0	0	0
	5	0	1	0	1
	6	0	8,3	0	10
	7	0	4	3	10
	8	0	2	1	6
	(N, totalt)	(1)	(16)	(7)	(31)
2017	1	0	0	0	2
	2	0	2,2	0	3,3
	3	0	1	0	1
	4	0	0	0	4
	5	0	0	1	2
	6	0	1,7	0	6,7
	7	0	1	4	1
	8	0	0	0	4
	(N, totalt)	(0)	(7)	(5)	(24)



Figur 15 Lengdefordeling av laksunger og ørretunger fanget ved elfiske i 2013, 2016 og 2017.

Alder ble bestemt for laks- og ørretunger fanget under elfiske i 2013 (**figur 16**). Analysene viste at veksten var lav hos både laksunger og ørretunger, og mens gjennomsnittslengden for 3-, 4- og femårige laksunger var hhv. 76, 82 og 96 mm var ørretungene noe større med snittlengder på hhv. 84, 88 og 109 mm. Siden det ikke er noen registrert sportsfiskefangst i elva, har vi ikke hatt muligheten til å fastsette smoltalder for fisk fra elva. Ut fra normal smoltstørrelse fra andre elver er det imidlertid nærliggende å anta de fleste laksungene smoltfiserer først ved 5-6 års alder.



Figur 16 Vekstplot (lengde ved alder) for laksunger (sorte symboler) og ørretunger (blå symboler) fanget ved elfiske i 2013.

4.4 Gytefiskregistreringer

Gytefiskregistreringene har blitt gjennomført på om lag samme tidspunkt hvert år, dvs. 10/9 i 2013, 18/9 i 2016 og 2017. Beregnet ut fra parsell 4 i nedre del av elva, har vannføringen variert fra 4,2-4,9 m³/s mellom årene. I 2013 og 2016 var sikten under vann 8-10 m, mens den var 6-8 m i 2017. Siden elva stort sett ikke er breiere enn 10-12 m har sikten bidratt til at en drivteller har hatt full oversikt over hele elvetverrsnittet.

Det har blitt registrert fra 9 til 17 laks i elva rett i forkant av gytetiden i årene 2013, 2016 og 2017 (tabell 11). I to av årene har de fleste laksene blitt registrert i øvre del av elva, dvs. ovenfor Norddalsfossen. I 2017 ble de fleste laksene registrert langt nede i elva. Beregnet gytebiomasse (antall kilo hunnlaks) har utgjort fra 3,6 kg (2017) til 21,6 kg (2016), og når gytebestandsmålet er satt til 49 kg betyr det at måloppnåelsen har vært fra 7-44 %.

Det ble observert fem oppdrettslaks i elva i 2013 og en i 2017. I 2017 ble den observerte oppdrettslaksen avlivet ved harpunering. I 2013 var alle oppdrettslaksene mellom 4-6 kg og tre individer var hunner. Dette tilsier at gytebiomassen av oppdrettslaks var om lag 15 kg, noe som betyr at gytebiomassen av oppdrettslaks var om lag fire ganger høyere enn gytebiomassen av villaks dette ene året.

Antall sjørret som har blitt observert i elva har økt mellom hver undersøkelse, fra 25 individer i 2013 til 74 individer i 2017. Forskjellene mellom år har i stor grad blitt forklart av antall umodne sjørret som har oppholdt seg oppe i elva. Det er vanlig at umoden sjørret gjerne oppholder seg i nedre del av elvene og ofte i brakkvannsområdet i og utenfor elva.

I 2017 ble det registrert tre pukkellaks i elva i 2017, men alle var nesten døde. I og med at gyting av pukkellaks ble registrert allerede tidlig i august i andre elver i regionen (Ø. Kanstad-Hanssen, pers. medd.) skal det ikke utelukkes at et noe høyere antall pukkellaks kan ha gytt i elva, men var ute av systemet når vi gjennomførte registreringene.

Tabell 11 Registreringer av laks og sjørret ved drivtelling i Austerdalselva i september 2013, 2016 og 2017.

År	Omr.	Små-laks		Mellom-laks		Stor-laks		Sum laks	Opp-drett	Sjørret			Sum sjørret	Pukkellaks
		♀	♂	♀	♂	♀	♂			<1 kg	1-3kg	>3 kg		
2013	Øvre	2	5	4	3	0	0	14	0	10	8	1	19	0
	Nedre	0	0	0	1	0	0	1	5	3	3	0	6	0
	Totalt	2	5	4	4	0	0	15	5	13	11	1	25	0
2016	Øvre	1	3	5	6	0	0	15	0	15	0	0	15	0
	Nedre	1	1	0	0	0	0	2	0	27	2	1	30	0
	Totalt	2	4	5	6	0	0	17	0	42	2	1	45	0
2017	Øvre	1	1	0	0	0	0	2	0	15	10	0	25	0
	Nedre	1	2	0	3	0	1	7	1	39	10	0	49	3
	Totalt	2	3	0	3	0	1	9	1	54	20	0	74	3

5 Diskusjon

5.1 Fiskebestandenes nåværende og historiske status

Registreringene av ungfisktettheter og tellinger av gytefisk i årene 2013, 2016 og 2017 viser at ørreten dominerer i Austerdalselva, men tetthetene av både ørret- og laksunger er lave. Ungfisktettheten avtok utover i undersøkellesperioden, og ovenfor Norddalsfossen falt tettheten av laksunger fra 2,3 individer per 100 m² i 2013 til ett individ per 100 m² i 2017, og fra 3,4 til 0,5 individer nedenfor fossen. Tetthetene av ørretunger holdt seg stabile (2 individer per 100 m²) ovenfor fossen, men avtok fra 7,5 til 3,5 individer per 100 m² nedenfor. Dersom vi sammenligner dette med registreringer fra 2003 (Jørgensen 2003), ser vi at elva har gått fra å være dominert av laks til at ørreten nå dominerer. Tetthetene av laksunger var svakt høyere ovenfor Norddalsfossen i 2003 enn i våre registreringer, men var noe lavere i nedre del av elva. Tetthetene av ørretunger var relativt like i øvre del av elva, men i nedre del av elva var tetthetene lavere i 2003 enn i årene 2013-2017. Ungfiskeregistreringer i elva i 1990 viste til fangster av laksunger som var vesentlig lavere enn både i 2003 og i årene 2013, 2016 og 2017 (Larsen og Næsje 1991). Tetthetene av ørretunger var om lag på samme nivå som i 2013. Det ble også utført ungfiskregistreringer i 1984, rett i etterkant av utbyggingen (Nygård 1987). Det ble da fanget nær 4 ørretunger og kun 0,4 laksunger per 100 m². Dette indikerer at det knapt kunne anses å være en laksebestand i elva på denne tiden, og at den totale ungfisktettheten var lavere enn i alle nyere fiskeundersøkelser. Det ble også utført en undersøkelse av elva i forkant av utbyggingen, og det ble her konkludert at Austerdalselva er en viktig sportsfiskeelv med laks og sjørøret og det opplyses også at det ble fanget laks- og ørretunger i betydelige mengder (Heggberget 1976). Det finnes imidlertid ikke noen dokumentasjon som kan underbygge konklusjonene til Heggberget (1976). De høyeste fangstene av ungfisk som er dokumentert i elva ble tatt i en undersøkelse i 1999 (Halvorsen 2000). Da ble det kun fanget ørret, primært i nedre del av elva, og gjennomsnittlig fangst for hele elva var 9,5 individer per 100 m².

Det har ikke blitt utført registreringer av gytefisk i elva før i 2013. Undersøkelsene i 2016 og 2017 bekrefter registreringene fra 2013, og gytebiomassen av både laks og sjørøret har vært svært lav alle disse årene. Antall hunnlaks var lavere enn syv individer hvert år, og gytemoden sjørøret utgjorde færre enn 25-30 individer alle årene. I dag fanges det færre enn 10 laks og 20 sjørøret i elva (Svein Arne Jakobsen, pers. medd.). Vurderinger fra slutten av 1970-tallet og starten på 1980-tallet tilsier at fangstene av laks i elva var ubetydelige (< 20 fisk), og at sjørøretfangstene også var svært lave (Heggberget 1977, Gunnerød 1981). Forutsatt normale beskatningsrater kan slike fangster tyde på at gytebestandene neppe var særlig større før reguleringen enn hva de er nå. Det skal også bemerkes at Austerdalselva ikke er omtalt i boka «Nord-Norske lakseelver» (Berg 1964), som gir en beskrivelse av de aller fleste elvene i landsdelen med kjente fangster av laks og sjørøret på starten av 1960-tallet.

I pålegget som er gitt av NVE (brev av 29.09.2016) legges det til grunn at avvik i pålagte krav til minstevannføring til Austerdalselva er en sannsynlig årsak til at elvas laksebestand vurderes som tapt eller kritisk truet, og til at sjørøretbestanden vurderes som sårbar. Sett i lys av tidligere undersøkelser i elva, også undersøkelser utført i tiden rett før og rett i etterkant av utbyggingstidspunktet, kan det reises tvil om dette vassdraget på noe tidspunkt har hatt nevneverdig større bestander/forekomster av laks og sjørøret enn hva som registreres i elva i dag.

5.2 Elvas produksjonspotensial

Austerdalselva er en elv som i store deler av veksts sesongen for fisk fremstår som stri, og som generelt tilbyr lite skjul for ungfisk. Våre registreringer av vannhastigheter, samt mesohabitkartleggingen, tilsier at problemene med høye vannhastigheter inntreffer allerede ved vannføringer så lave som 1-1,5 m³/s i øvre del av elva. Målinger av vannhastigheter i hele tverrsnitt av elva (ADCP-plott) viser at elveprofilene domineres av vannhastigheter som er høyere enn 0,7-0,8 m/s og at vannhastigheter mellom 1-1,2 m/s er vanlige. Dette er målinger utført på vannføringer på 2-2,5 m³/s og 4,5 m³/s, dvs. vannføringer som kan anses som normale i sommer halvåret. Punktmålingene med håndholdt måleutstyr langs 21 tverrprofiler langs hele elva, ved lavere vannføringer (1,3-2,5 m³/s), viser det

samme bildet, dvs. at vannføringer høyere enn 0,7 m/s dominerer 1-2 meter fra elvebreddene. For laksyngel ligger prefererte vannhastigheter i vannsøylen der yngelen oppholder seg i området 0,2-0,4 m/s. Yngel anses ikke å utnytte områder med vannhastigheter større enn 0,7-1 m/s, og yngel mindre enn 4-5 cm tåler ikke vannhastigheter over 0,5 m/s (Crisp & Hurley 1991, Armstrong m.fl. 2003). For parr viser undersøkelser at prefererte vannhastigheter i vannsøylen er 0,1-0,65 m/s (Heggenes m.fl. 1999, Armstrong m.fl. 2003). Parr anses ikke å utnytte områder med vannhastigheter som overstiger 1,2-1,4 m/s. Ørret utnytter normalt områder med lavere vannhastigheter enn laks, og yngel (<7 cm) utnytter ikke områder med vannhastigheter høyere enn 0,5 m/s. Større ørret (parr) oppholder seg sjelden på områder der vannhastigheten overstiger 0,6 m/s (Heggenes m.fl. 1999). Når innslaget av silt og sand i tillegg er relativt høyt langs hele elva, og bidrar til at selv områder med grov grus, stein og blokk tilbyr lite skjul for ungfisk, fremstår ikke elva som et spesielt godt leveområde for hverken laksunger eller ørretunger.

Elva beskrives også generelt som stri i undersøkelsene utført i 1984 og i 2003 (Nygård 1987, Jørgensen 2003), og i tillegg påpekes det i de samme undersøkelsene, samt av Halvorsen (2000), at bunnsubstratet er noe ensartet og preget av massetransport (sand). Vi finner på bakgrunn av våre egne registreringer i elva, med hensyn til faktisk målte vannhastigheter, mesohabitatkartlegging på lav sommervannføring samt registreringer av bunnsubstrat/skjulmuligheter at elva skal forventes å ha lave fisketettheter. Vi stiller oss derfor noe undrende til de tidlige undersøkelsene fra elva, der den gjerne omtales å ha gode oppvekstforhold for ungfisk, har ungfisk i betydelige mengder, har faste bestander av laks og sjøørret og er en viktig sportfiskeelv (Heggberget 1976, Nygård 1987, Larsen og Næsje 1991). Disse tidlige undersøkelsene av elva synes å være drevet av et ønske om å omtale elva positivt, til tross for at både elvebeskrivelser og fiskefangster i liten grad har underbygget slike omtaler. Det er i tillegg et paradoks at ei elv som i etterkant av bortføringen av vann blir omtalt som stri i alle undersøkelsene, og der våre målinger av faktiske vannhastigheter underbygger dette og viser at vannhastighetene i store deler av elva ligger utenfor preferanseområdene til laks- og ørretunger, antas å ha vært en «god» elv når vannføringen var om lag dobbelt så høy. Larsen og Næsje (1991) viser til beregninger av månedsmidler for midlere uregulert vannføring i juli, august og september på hhv. 12.6, 8.4 og 6.1 m³/s.

Våre beskrivelser og vår vurdering av elva sammenfaller i langt større grad med undersøkelsen utført av Jørgensen (2003), der elva beskrives som stri og med ensartet og flat elvebunn. Slik elva fremstår i dag, tilsier høye vannhastigheter og et bunnsubstrat som gir lite skjul for ungfisk at fisketetthetene skal være lave i elva. I lys av en slik vurdering er det lite som tilsier at elva hadde vesentlig større fiskebestander før utbyggingen, når vannføringen var betydelig høyere og må antas å ha medført enda høyere vannhastigheter i elva. Opp gjennom årene har fangstene av laksunger variert, men har alltid vært lave med unntak for i 1999 da det ikke ble fanget laksunger i det hele tatt. Det har aldri blitt ført fangststatistikk for elva, men stort sett er årsfangster på færre enn 10 voksen laks omtalt. Eneste unntaket finner vi i et notat fra Heggberget (1977), der det antas en fangst på 20-30 laks i «*et godt lakseår*» som 1977. Det skal bemerkes at i perioden fra slutten av 1960-tallet og frem til 1975 ble det satt ut yngel i elva i regi av Tysfjord jeger og fiskeforening (jfr. Larsen og Næsje 1991). Det bør, i lys av både elvebeskrivelser, ungfiskfangster og antatte fangster av voksen laks, kunne stilles spørsmål ved om elva noen gang har hatt en fast, årlig rekruttering av laks som kvalifiserer til «bestandsbegrepet».

Den uregulerte elva har blitt beskrevet som kald, og Larsen og Næsje (1991) viser til registreringer fra 1977 og 1978 der temperaturene kun i en kortere periode i august var så høye som 7-10 grader. I 2013 ble vanntemperaturen logget gjennom hele året, og registreringene viser at vanntemperaturen stort sett var høyere enn 7 grader fra slutten av juni til midten av september. Dette kan indikere at overføringene av vann mot Brynvatn har tatt bort kaldt vann, og medført en økning i vanntemperaturene i Austerdalselva. Det er viktig å understreke at laksunger har netto tilvekst først når temperaturen overstiger 7-8 grader (Jonsson og Jonsson 2011). Utbyggingen av vassdraget kan dermed ha medført at fisken i elva vokser noe raskere nå enn før utbyggingen.

5.3 Betydningen av rådende vannføringsregime

Dagens vannføringsregime innebærer i grove trekk at elva har en vintervannføring som utgjør ca 0,3 m³/s i øvre del av elva og 0,4-0,5 m³/s i nedre del av elva. Snøsmelting bidrar i de fleste år til at vannføringen øker i første halvdel av mai, smelteflommer inntreer både i mai og juni og snøsmelting påvirker vannføringen frem mot månedsskifte juni/juli. I denne perioden ligger vannføringen stort ett mellom 1-3 m³/s i øvre del av elva og 2-7 m³/s i nedre del av elva. Når vannslippet fra Vatn 621 øker til 1 m³/s midt i juli bidrar dette i stor grad bare til å kompensere for at avrenningen fra restfeltet avtar når det meste av snøen har smeltet. Vannføringen holder seg derfor stort sett på om lag samme nivå gjennom hele juni og juli. Når vannslippet øker til 2,5 m³/s midt i august er vannføringen i øvre del av elva stort sett 3-5 m³/s, mens vannføringen i nedre del av elva ligger mellom 4-8 m³/s. Dette betyr at de høyeste vannføringene i elva ofte blir å registrere på seinsommer og tidlig høst, og ikke på våren under snøsmelting.

Våre registreringer av vannhastigheter og elvekarakter (mesohabitatkartlegging) viser at elva fremstår som stri, selv på vannføringer ned mot 1,3-1,5 m³/s målt høyt oppe i lakseførende strekning i elva. Målinger viser at en stor del av tverrprofilet, langs store deler av elva, har vannhastigheter som ligger i ytterkant av eller utenfor rapporterte preferanseverdier for både laks- og ørretunger allerede ved vannføringer mellom 1,3-2,1 m³/s (målt i øvre del av elva). Isolert sett, gir målingene av vannhastigheter grunnlag til å anta at de pålagte vannslippene i sommerhalvåret og på høsten ikke skaper de beste levevilkårene for ungfisk.

Slippkravene til elva har et omfang som i perioder av året krever tapping av vann fra Gammelofvatnet. I 2013 ble det for eksempel tappet vann fra Gammelofvatnet i store deler av tidsrommet mellom 15. august og 1. oktober (jfr. figur 14). Vannet som tappes fra Gammelofvatnet har trolig temperaturer som er 4 grader eller lavere, og utgjør så stor andel av det pålagte vannslippet, at det må forventes at tappingen bidrar til å senke vanntemperaturen i Austerdalselva. I 2013 lå vanntemperaturen stort sett mellom 7-8 grader i tidsrommet med tapping fra Gammelofvatnet, men hvor representativt dette er for andre år har vi ikke undersøkt nærmere. Vi legger imidlertid til grunn at ved å unngå tapping fra Gammelofvatnet sommer/høst vil temperaturen i Austerdalselva øke noe, og kanskje sikre en noe lengre vekstsesong for ungfisken i elva. Som påpekt tidligere, laksunger har positiv vekst først ved temperaturer som overstiger 7-8 grader (Jonsson og Jonsen 2011).

Det er også verdt å se tappingene fra Gammelofvatnet i lys av forholdene for vandring over Nordalsfossen. Det er utført mange undersøkelser som dokumenterer at vandringsmotivasjonen hos laks og sjøørret er lav når vanntemperaturene er lavere enn 7-9 grader (Lamberg og Fiske 2001, 2002; Kanstad-Hanssen 2008). Når slippkravet i august og september, og eventuelt pålagte lokkeflommer, må sikres gjennom tapping fra Gammelofvatnet er dette tiltak som faktisk gjør det mindre sannsynlig at fisk skal ta seg forbi Nordalsfossen.

De pålagte slippene av hhv. 1 m³/s og 2,5 m³/s er med på å jevne ut de naturlige svingningene i vannføring i elva. Sammen med fravær av de uregulerte store flommene i mai og juni skal det ikke utelukkes at nydannelser og elvas «selv-rensende» egenskaper er reduserte, og at reguleringene har bidratt til å forsterke sedimenteringsprosesser i elva. En elvebunn som preges av mye silt, sand og fin grus og lite skjul for ungfisk anses derfor som konsekvens av reguleringssinngrepene.

Slipp av vann i regulerte elver anses ofte som et nødvendig tiltak for å sikre vanddekte arealer i elva. Våre beregninger, basert på oppmålinger med ADCP, viser isolert sett at det vanddekte arealet øker betydelig ved økninger fra 1-4 m³/s, men at endringene er små når vannføringen øker ytterligere. Ut fra våre befaringer og observasjoner langs elva kan det virke som noe av denne økningen i vanddekt areal ikke har reell betydning for produksjonspotensialet i elva, i og med at noe av arealøkningen skjer utover selve elveleiet (dvs. inn i vegetasjon langs elva). Hva som er en foretrukket vannføring med hensyn til vanddekt areal blir likevel en avveining i forhold til at vannhastighetene også øker når vannføringen øker. Så langt vi kan vurdere dette ut fra registreringer i elva bør det være lite tvil om at det er viktigere å senke vannhastighetene i elva enn å sikre et maksimalt vanddekt areal.

5.4 Forslag til tiltak for å styrke fiskeproduksjonen

Enkelt oppsummert fremstår Austerdalselva som ei stri og relativt kald elv, som også kjennetegnes av en elvebunn med lite skjul for ungfisk. Selv om utbyggingen har redusert vannføringen i elva markert, vurderes høye vannhastigheter som en klar begrensende faktor for fiskeproduksjon. I så måte bidrar ikke de pålagte vannslippene til å bedre forholdene i elva. Når vi i tillegg finner at de pålagte vannslippene i perioder må sikres gjennom tapping av svært kaldt vann fra Gammelofvatnet, som vurderes å kunne ha negative effekter både for veksten hos ungfisk og for vandringsmulighetene for gytefisken i elva, ser vi et behov for å utfordre dagens vannføringsregime for elva.

Når korrekt vannføring for elva skal vurderes, er det viktig å ta i betraktning at elveleiet i stor grad er helt oppfylt når vannføringen oppe i elva er om lag 2,5 m³/s og 4-5 m³/s nede i elva. Vi vet ut fra målinger med ADCP at vannhastigheter mellom 0,7-1,2 m/s dominerer i de undersøkte parsellene ved slike vannføringer. Vannføringer ut over dette medfører både at vannhastigheten øker ytterligere og at vannet starter å gå inn i terrenget langs elva. Våre undersøkelser indikerer at vannhastigheter på 1-1,5 m³/s målt oppe i elva sikrer et tilfredsstillende vanddekt areal, samtidig som vannhastighetene ikke blir høye langs hele elva. Selv på så lave vannføringer vil elva uten tvil ha godt av tiltak som kan dempe vannhastighetene ytterligere. Dette kan løses ved å etablere terskler som danner korte terskelbassenger, samt ved utlegging av steingrupper og buner. Korrekt vannføring for elva må også ses i lys av behovene for å sikre slippvann gjennom tapping fra Gammelofvatnet. Slik tapping medfører trolig senkninger av vanntemperaturen i elva som kan bidra til lavere vekst hos ungfisken og til at gytefisk får større problemer med å vandre forbi Norddalsfossen. Våre undersøkelser gir ikke grunnlag for å vurdere Norddalsfossen som et vandringshinder relatert til lave vannføringer i elva, men både laks og sjørørret er registrert ovenfor fossen i 2013, 2016 og 2017.

Dersom vi legger til grunn at et vannslipp på 1 m³/s, som i dag er slippkravet i perioden 15. juli til 14. august, faktisk er tilstrekkelig til å sikre et tilfredsstillende vanddekt areal, kan en omfordeling av overskytende vannslipp utnyttes slik at produksjonsforholdene i elva forbedres. I dag representerer det pålagte vinterslippen på 0,2 m³/s om lag 5 millioner kubikk vann, slippet i perioden 15/7-14/8 utgjør 2,6 millioner kubikk mens slippet fra 15/8-30/9 utgjør om lag 10 millioner kubikk. I tillegg utgjør slipp i forbindelse med lokkeflom 0,5 millioner kubikk. I sum slippes det dermed 18,1 millioner kubikk vann til Austerdalselva i løpet av ett år. Dette utgjør om lag 25 % av avrenningen fra de regulerte delfeltene øverst i vassdraget.

Våre registreringer og undersøkelser viser at vannhastighetene generelt er for høye selv når det slippes kun 1 m³/s til elva, samt at tapping av vann fra Gammelofvatnet i august og september tilfører mye kaldt vann. Vi foreslår derfor at det pålagte vannslippet i perioden 15/8-30/9 reduseres til 1 m³/s, både for å redusere vannhastighetene og for å redusere behovet for å hente kaldt vann fra Gammelofvatnet. Noe av vannet som da spares kan vurderes benyttet til å øke vintervannslippet. Man oppnår da å øke vanddekt areal gjennom vinteren og økt tapping fra dypet av Gammelofvatnet skal ikke utelukkes også å kunne heve vanntemperaturen i Austerdalselva noe gjennom vinteren. I tillegg foreslår vi at det i forbindelse med en naturlig smeltevannsflo i juni over ett til to døgn slippes vann for å løfte flommen til et nivå som tilsvarer uregulerte flommer, dvs. at total vannføring i elva nærmer seg 15 m³/s målt i øvre del av elva. I praksis kan dette utgjøre et vannslipp på ytterligere 1-2 millioner kubikk. Slike flommer er ikke nødvendige hvert eneste år, men anses å kunne ha en positiv effekt ved år om annet å sette bunnssubstratet i elva i bevegelse og dermed luften i substrat slik at silt og sand skylles ut.

I førsteomgang vurderer vi at endringer i slippkrav kan skape bedre levevilkår for laks og ørret i elva, og anser eventuelle fysiske tiltak å komme i andre rekke. Vi anser dessuten fysiske tiltak i elva som «en siste utvei», i og med at landskapet langs og rundt elva i dag fremstår som urørt. Fysiske tiltak vil medfører terrenginngrep som kan ødelegge inntrykket av urørt natur langs elva.

6 Litteratur

- Armstrong J., Kemp P.S., Kennedy G.J.A., Ladle M. & Milner N.J. (2003) Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. *Fisheries Research* **62**, 143-70.
- Berg M. (1964) Nord-Norske lakseelver. *Johan Grundt Tanum Forlag, Oslo.*, 299 s.
- Crisp D.T. & Hurley M.A. (1991) Stream channel experiments on downstream movement of recently emerged trout, *Salmo trutta* L., and salmon, *S. salar* L. — 11. Effects of constant and changing velocities and of day and night upon dispersal rate. *Journal of Fish Biology* **39**, 363-70.
- Finstad A.G., Einum S., Forseth T. & Ugedal O. (2007) Shelter availability affects behaviour, size-dependent and mean growth of juvenile Atlantic salmon. *Freshwater Biology* **52**, 1710-8.
- Finstad A.G., Einum S., Ugedal O. & Forseth T. (2009) Spatial distribution of limited resources and local density regulation in juvenile Atlantic salmon. *Journal of Animal Ecology* **78**, 226-35.
- Fiske P., Lund R. & Hansen L.P. (2005) Identifying fish farm escapees. In : *Stock Identification Methods Applications in Fishery Science*. Ed. Cadrin, S. X., Friedland, K.D. & Waldman, J.R. Elsevier Academic Press. 659-680.
- Fleming I.A. & Einum S. (1997) Experimental tests of genetic divergence of farmed from wild Atlantic salmon due to domestication. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* **54**, 1051-63.
- Fleming I.A., Jonsson B. & Gross M.R. (1994) Phenotypic Divergence of Sea-ranched, Farmed, and Wild Salmon. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **51**, 2808-24.
- Forseth T., Harby A. & (red.) (2013) Håndbok for miljødesign i regulerte vassdrag. *NINA Temahefte* 52, 90 s.
- Gibson R.J. (1993) The Atlantic salmon in fresh water: spawning, rearing and production. **3**, 39-73.
- Gunnerød T.B. (1981) A/S Nordkraft - Søknad om overføring av vann fra Austerdalen til Sørfjord kraftverk i Tysfjord kommune. En konsekvensvurdering om antatte virkninger på vilt og fisk.. *DVF-Reguleringsundersøkelsene. Rapport*, 18.
- Halvorsen M. (2000) Bedre fiske i regulerte vassdrag i Nordland. Fgrapport 1999. *Fylkesmannen i Nordland, Miljøvernavdelingen. RaPPORT NR 1 - 2000.*, 73.
- Heggberget T.G. (1976) Regulering av Sørfjord- og Austedalsvassdragene i Tysfjord. Fiskeribiologisk vurdering., 14.
- Heggberget T.G. (1977) Austerdalselva i Tysfjord - innsamling av skjellprøver og statistikk. . *Fiskerikonsulenten i Nordland og Troms. Notat.*, 3.
- Heggenes J. (1990) Habitat utilization and preferences in juvenile atlantic salmon (*salmo salar*) in streams. *Regulated Rivers: Research & Management* **5**, 341-54.
- Heggenes J., Baglinière J.L. & Cunjak R.A. (1999) Spatial niche variability for young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*S. trutta*) in heterogeneous streams. *Ecology of Freshwater Fish* **8**, 1-21.
- Jonsson B. & Jonsson N. (2011) Ecology of Atlantic Salmon and Brown Trout: habitat as a template for life histories. *Springer Dordrecht Heidelberg London*, 708 pp.
- Jørgensen L. (2003) Bonitering og ungfiskregistrering i det regulerte Austerdalsvassdraget, Tysfjord kommune *Nordnorske ferskvannsbiologer Rapport 2003-09*, 18.
- Larsen B.M. & Næsje T.F. (1991) Ferskvannsbiologiske undersøkelser i forbindelse med reguleing og overføring av Gammelofvatn, Tysfjord kommune. *NINA Oppdragsmelding* 58, 1-37.
- Nygård H.M. (1987) Fiskeribiologisk etterundersøkelse i Sørfjord/Austerdalsvassdragene. *Fylkesmannen i Nordland, Miljøvernavdelingen. Rapport.*, 52.
- Solem Ø., Berg O.K. & Kjøsnes A.J. (2006) Inter- and intra-population morphological differences between wild and farmed Atlantic salmon juveniles. *J. Fish Biol.* **69**, 1466-81.
- Zippin C. (1958) The removal method of population estimation. *Journal of wildlife management* **22**, 82-90.

