

# Flaskehalsanalyse for fiskeproduksjon i Dirdalselva



Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

# Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske

NORCE Miljø  
Nygårdsgaten 112  
5008 Bergen

Telefon: 55 58 22 28

ISSNnr: 1892-8889

LFI-rapportnr: 321

**Tittel:** Flaskehalsanalyse for fiskeproduksjon i Dirdalselva

**Dato:** 14.11.2018

**Forfattere:** Helge Skoglund & Christoph Postler

**Geografisk område:** Rogaland, Gjesdal kommune

**Oppdragsgiver:** Sira Kvina kraftselskap

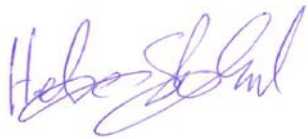
**Kontaktperson hos oppdragsgiver:** Lars Jakob Gjemlestad

**Antall sider:** 38

## Forord

På oppdrag fra Sira Kvina kraftselskap LFI ved NORCE – Norwegian Research Centre AS (tidligere Uni Research) utført en flaksehalsanalyse for fiskeproduksjon i Dirdalselva. Bakgrunnen for undersøkelsene var at fagrådet for Dirdalselva etterlyste behov for å belyse effektene av vassdragsreguleringene i vassdraget, og som grunnlag for å vurdere aktuelle tiltak. Undersøkelsene basere seg i hovedsak på tidligere innsamlede data fra vassdraget, samt hydrologiske analyser av tilgjengelige vannføringsdata. Datagrunnlaget fra vannføring er i stor grad fremskaffet av Håvard Moi ved Sirka-Kvina kraftselskap. Arne Bård Gilje har bidratt med manuelle vanntemperaturmålinger, mens Terje Gilja og Dirdalselva fellesforvaltning har bidratt med verdifull informasjon om forholdene i vassdraget. Vi takker alle for et godt samarbeid!

Med vennlig hilsen



Helge Skoglund

# Innhold

Forord.....	3
Sammendrag .....	5
Innledning.....	6
Bakgrunn og hensikt.....	6
Områdebeskrivelse og vassdragsregulering.....	6
Materiale og metoder .....	8
Gytetelling.....	8
Habitatkartlegging.....	8
Vannføring.....	9
Sammenheng mellom vannføring og vanndekt areal.....	10
Vanntemperatur.....	11
Resultater .....	12
Gytebestand av laks og sjøaure .....	12
Habitatforhold.....	13
Mesohabitat, elveklasser og substratsammensetning.....	14
Skjulforhold for ungfisk .....	17
Gyteområder .....	18
Vannføringsforhold .....	22
Sammenheng mellom vannføring og vanndekt areal.....	25
Vanntemperatur.....	26
Flaskehalsen for smoltproduksjon.....	28
Habitatflaskehalsen .....	28
Vannføringsavhengige flaskehalsen.....	28
Eggoverlevelse og vinterhabitat.....	29
Sommervannføring og oppveksthabitat .....	30
Konklusjon.....	31
Referanser .....	31
Appendiks.....	33

## Sammendrag

Deler av nedslagsfeltet til Dirdalselva er fraført til Sira-Kvina anleggene. For å kartlegge hvordan vassdragsreguleringen påvirker fiskeproduksjonen i vassdraget er det gjennomført en hydrologisk flaksehalsanalyse. I tillegg er det gjort en gjennomgang av bestandsdata fra gytefisktellinger, samt en analyse av habitatflaskehals basert på i fra tidligere utført habitatkartlegging i vassdraget.

Ved tellinger av gytefisk i perioden 2011-2017 har det blitt registrert fra 615-1128 gytelaks. Fangstuttaket har vært forholdsvis høyt (50-64 %), men gytebestanden har vært solid, og gytebestandsmålet har vært oppnådd med god margin i hele perioden. Sjøaurebestanden i vassdraget er imidlertid lav, noe som også gjelder mange av de andre vassdragene i regionen.

En gjennomgang av tilgjengelige data av habitatforhold viser at Dirdalselva er forholdsvis hurtigrennende og dominert av storsteinet bunnsubstrat. Bunnsubstratet gir gode skjulforhold for ungfisk, men det er få større gyteområder. Gyting forekommer i stor grad på mindre felter med egnet gytesubstrat. Slike små gytefelt finnes imidlertid spredt langs hele elven, og er totalt sett kan gytemulighetene karakteriseres som middels gode.

Analyser av tilgjengelige vannføringsdata tilsier at vassdragsreguleringen har bidratt til en vesentlig reduksjon av vannføringen i vassdraget på våren og forsommeren, dvs i snøsmeltingen. Dette henger sammen med at vassdragsreguleringen i første rekke frafører vann fra de høyreliggende og snørike delene av nedbørsfeltet. Effekten av vassdragsregulering synes å være mindre markert i perioder med lav vannføring om vinteren og sommer. Vanndekt areal ved ulike vannføringer ble kartlagt ved bruk av drone sommeren 2018, da vannføringen i vassdraget var svært lav. I tillegg ble vanndekt areal også beregnet basert på tilgjengelige flyfoto på høyere vannføringer.

En gjennomgang av flaskehals for fiskeproduksjon i vassdraget tilsier at lave vannføringer både om vinteren og om sommeren er aktuelle flaskehals for smoltproduksjon i Dirdalselva. Kartlegging av tørrlagte gyteområder og observasjoner av strandete gytegroper tilsier at det må forventes økt eggdødelighet ved lave vintervannføringer. Vintervannføringen vurderes allikevel bare å ha moderat effekt som flaskehals for fiskeproduksjonene, ettersom store deler av gyteområdene fortsatt vil være vanndekt selv ved svært lave vannføringer. Lave sommervannføringer vurderes som en potensielt sterkere flaskehals enn lave vintervannføringer i vassdraget, ettersom fiskens krav til vannføring vil være større i fiskens vekstperioder. De vannføringsavhengige flaskehalsene er ikke forårsaket av vassdragsreguleringen, men det er sannsynlig at reguleringen til en viss grad har bidratt til å forsterke effekten av disse.

# Innledning

## Bakgrunn og hensikt

Deler av nedslagsfeltet til Dirdalselva er fraført til Sira-Kvina anleggene, noe som resulterer i at vannføringen i vassdraget har blitt redusert. I konsesjonsvilkårene er vassdragsregulanten pålagt å overholde en minstevannføring i sommerperioden. I tillegg er regulanten pålagt utsettinger av 2000 auresmolt, samt å påkoste eventuelle overvåkingsundersøkelser i vassdraget. Utsettingspålegget har ikke vært effektivt.

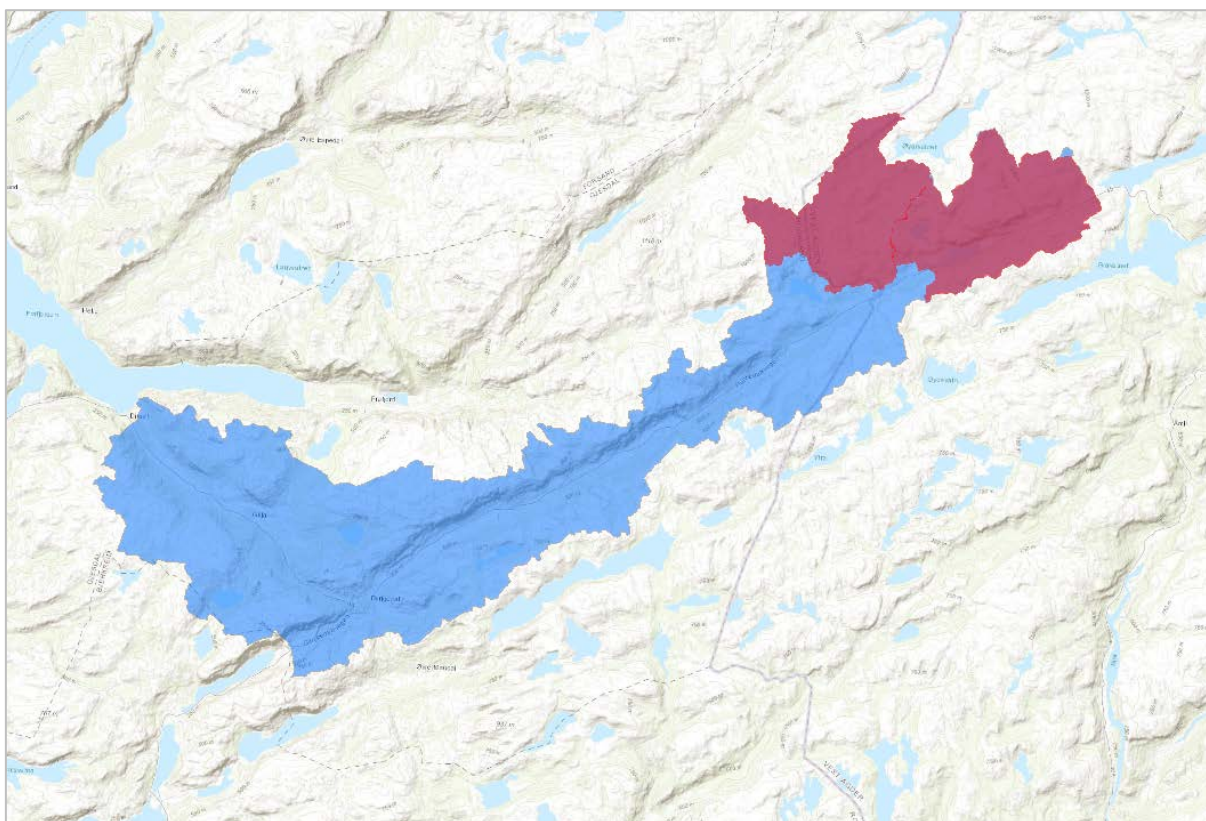
Fravær av minstevannføring vinterstid har reist spørsmål om hvorvidt redusert vannføring kan resultere i stranding av gytegroper, og dermed økt eggdødelighet. På bakgrunn av dette ønsket fagrådet i Dirdalselva en gjennomgang av vannføringsforholdene i vassdraget, og å utrede hvilke effekter vassdragsreguleringen har hatt på laksebestanden i Dirdalselva.

Denne rapporten har til hensikt å gjennomføre en hydrologisk flaskehalsanalyse for laksebestanden i Dirdalselva, og å vurdere hvordan vassdragsreguleringen har påvirket forholdene for fiskeproduksjon i vassdraget. I tillegg vil det gjøres en gjennomgang av tilgjengelige bestandsdata fra gytefisktellinger utført av LFI i perioden 2011-2017, samt en gjennomgang av aktuelle habitatflaskehals. Gjennomgangen av aktuelle vannføringsforhold og habitatflaskehals er utført etter prinsippene beskrevet i Forseth & Harby (2013) – *Håndbok for miljødesign i regulerte laskevassdrag*. Habitatanalysene er utført med grunnlag i habitatkartlegging utført i 2014 (Skoglund m.fl. 2014).

## Områdebeskrivelse og vassdragsregulering

Dirdalselva (NVE nr. 030.2Z) ligger i Gjesdal kommune og med utløp i Høgsfjorden ved Dirdal. Vassdraget har en nedbørfelt på om lag 158 km<sup>2</sup>, hvorav øvre del av nedbørsfeltet strekker seg inn i Sirdal kommune, og drenerer fjellområdene ved Hunnedalen og Øvstedalen. Store deler av nedslagsfeltet består av snaufjell, og med berggrunn i stor grad bestående av gneis. Området har en årsnedbør på om lag 2600 mm, og en middelvannføring på 11,7 m<sup>3</sup>/s (data fra NVE).

I øvre del av nedslagsfeltet er Tverråtjørn og Hunnedalsvatnet overført til Sira-Kvina anleggene (Figur 1). Totalt omfatter det fraførte feltet 38,2 km<sup>2</sup>, eller 24 % av det totale nedbørsfeltet til vassdraget. Det foreligger et krav i konsesjonsvilkårene om minstevannføring på 0,3 m<sup>3</sup>/s fra 15. april – 15. September ved Øvstabøstølen. I tillegg finnes det flere småkraftverk tilknyttet vassdraget (bla. Gilja, Brekkestøl og Mjåland).



**Figur 1.** Oversikt over nedslagsfeltet til Dirdalselva. Den røde delen omfatter feltene som er overført til Sira-Kvina anleggene, mens den blå delen utgjør det uregulerte nedslagsfeltet til Dirdalselva.

### Fiskebestandene i vassdraget

Vassdraget står oppført med en lakseførende strekning på 8,5 km, og et gytebestandsmål for laks på 310 kg hunnfisk ([www.lakseregisteret.no](http://www.lakseregisteret.no)). Gytebestandsmålet har i de senere årene vært oppnådd, og Vitenskapelig råd for lakseforvaltning klassifiserer bestandsstatus som *svært god* etter kriteriene i villaksnormen (Anon. 2018). Bestanden klassifiseres som *moderat* med hensyn til genetisk integritet for innkryssing av rømt oppdrettslaks, noe som resulterer i at bestandene også klassifiseres som *moderat* totalt sett i henhold til kvalitetsnormen for villaks (Anon. 2018b).

Vassdraget har vært påvirket av forsurening, og laksebestanden ble kraftig redusert på 1960-70 tallet. Den opprinnelige bestanden har blitt regnet som utdødd som følge av forureningen (Lien m.fl. 1992), men det er uklart hvorvidt dette er tilfelle ettersom det jevnlig ble observert laks i vassdraget også i forurensningsperioden. Etter hvert som de vannkjemiske forholdene forbedret seg begynte bestanden å ta seg kraftig opp fra begynnelsen av 2000-tallet.

## Materiale og metoder

### Gytefisktelling

Gytefisktelling ved snorkling («drivtelling») gjennomføres etter Norsk Standard NS 9456:2015. Tellingene utføres ved at en eller flere personer svømmer/driver nedover elven iført dykkerdrakt og snorkelutstyr. Avhengig av elvens bredde og siktforhold dykker en eller flere personer parallelt for best mulig å dekke hele elvens profil. I Dirdalselva benyttes det i hovedsak to personer i bredden, med unntak av i tilfeller da det er spesielt lav vannføring under tellingene. Tellingene omfatter hele den lakseførende strekningen fra vandringshinder i Giljajuvet og ned til sjøen. Enkelte strekk i Giljajuvet har imidlertid blitt forbigått av sikkerhetsmessige hensyn. I tillegg ble det dykket med en person i bredden i den lakseførende delen i Giljabekken. Observasjoner av fisk ble fortløpende skrevet ned og merket av på vannfaste blokker og kart. En nærmere beskrivelse av metode og øvrig resultater er gitt i (Skoglund m.fl. 2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

### Habitatkartlegging

Det ble gjennomført en habitatkartlegging i Dirdalselva i 2014, og er rapportert i et eget notat (Skoglund m.fl. 2014), og det henvises til dette for en mer detaljert beskrivelse av metoder og øvrige resultater. Kartlegging og etterfølgende analyser ble utført etter prinsippene beskrevet i Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag (Forseth & Harby 2013), omfattet følgende elementer:

**Gyteområder;** ble kartlagt under utførelsen av gytefisktellingene, og identifisert ut i fra observasjoner av gyteaktivitet og områder med egnet gytesubstrat. Størrelsen på gyteområdene anslås i areal basert på vurdering i felt og oppmåling fra flyfoto i etterkant.

**Substratforhold;** sammensetningen av bunnsubstratet estimert i % ut i fra følgende kategorier: Mudder (organisk finsediment), sand (<1 mm), grus (1-64 mm), stein (64-384 mm), blokk (> 384 mm) og fast fjell.

**Skjul;** Det ble foretatt skjulmålinger i transekter på åtte lokaliteter i vassdraget. Skjulmålingene utføres ved at antall og størrelse av hulrom i substratet måles innenfor en 0,5 × 0,5 m stor ramme. På hver lokalitet utføres tre ruteanalyser som kastes tilfeldig plass; langs bredden, halvveis til midt og midt i elva. Ut i fra dette beregnes vektet skjul som beskrevet i Forseth & Harby (2013). Transektene ble utført på områder med typisk substrat innenfor elvestreknignene. Vektet skjul ble deretter funnet ved å beregne gjennomsnittet av skjulmålingene for hver av de tre målingene ut i fra følgende sammenheng:

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

Ut i fra verdiene for vektet skjul klassifiseres skjulforholdene som svært lite (< 1), lite (1-5), middels (5-10), mye (> 10) og svært mye (>15). På områder mellom skjulmålinger ble skjul klassifisert ut i fra områder med tilsvarende substratsammensetning.

**Mesohabitat og elveklasser** ble kartlagt etter metode beskrevet av Borsányi et al. (2004), og ytterligere beskrevet i Forseth & Harby (2013). Metoden baserer seg på en klassifisering etter fire kriterier: Størrelsen på overflatebølger, helningsgrad, vannhastighet og vanddyb (Tabell 1). Basert på disse kriteriene ble deretter elveklassen klassifisert som glattstrøm (A+B1+B2), kulp (C), grunnområde (D), stryk (H+G1+G2) eller kvitstryk (E+F).



**Tabell 1.** Oversikt over klassifisering av mesohabitat basert på fysiske karakterer basert på Borsányi et al. (2004). Tabellen er hentet fra Forseth & Harby (2013).

Kriterier	Vannflate- struktur	Vannflate- gradient	Vannflate- hastighet	Vanddybde	Klasse
Avgjørelse	Glatt/Små riller	Bratt	Hurtig	Dyp	<b>A</b>
				Grunn	
			Sakte	Dyp	
				Grunn	
		Moderat	Hurtig	Dyp	<b>B1</b>
				Grunn	<b>B2</b>
			Sakte	Dyp	<b>C</b>
				Grunn	<b>D</b>
	Turbulent, brutt/ubrutte stående bølger	Bratt	Hurtig	Dyp	<b>E</b>
				Grunn	<b>F</b>
			Sakte	Dyp	
				Grunn	
		Moderat	Hurtig	Dyp	<b>G1</b>
				Grunn	<b>G2</b>
			Sakte	Dyp	
				Grunn	<b>H</b>

## Vannføring

NVE har en vannføringsstasjon ved Øvstebøstøl (NVE nr 30.8), som ligger øverst i Øvstabødalen og som brukes til å kontrollere minstevannføringen i vassdraget. I tillegg finnes det vannføringsdata for perioden 1968-1982 fra NVE stasjon 30.2. Byrkjedal bru og i perioden 1982-1990 fra stasjon 30.7 Byrkjedal. Begge de to sistnevnte stasjonene er lokalisert på elvestrekningen i nedre deler av Øvstabødalen, ovenfor utløp i Byrkjedalslona. I tillegg har Sira-Kvina kraftselskap utført egne målinger ved Byrkjedal bru i perioden 2015-2017.

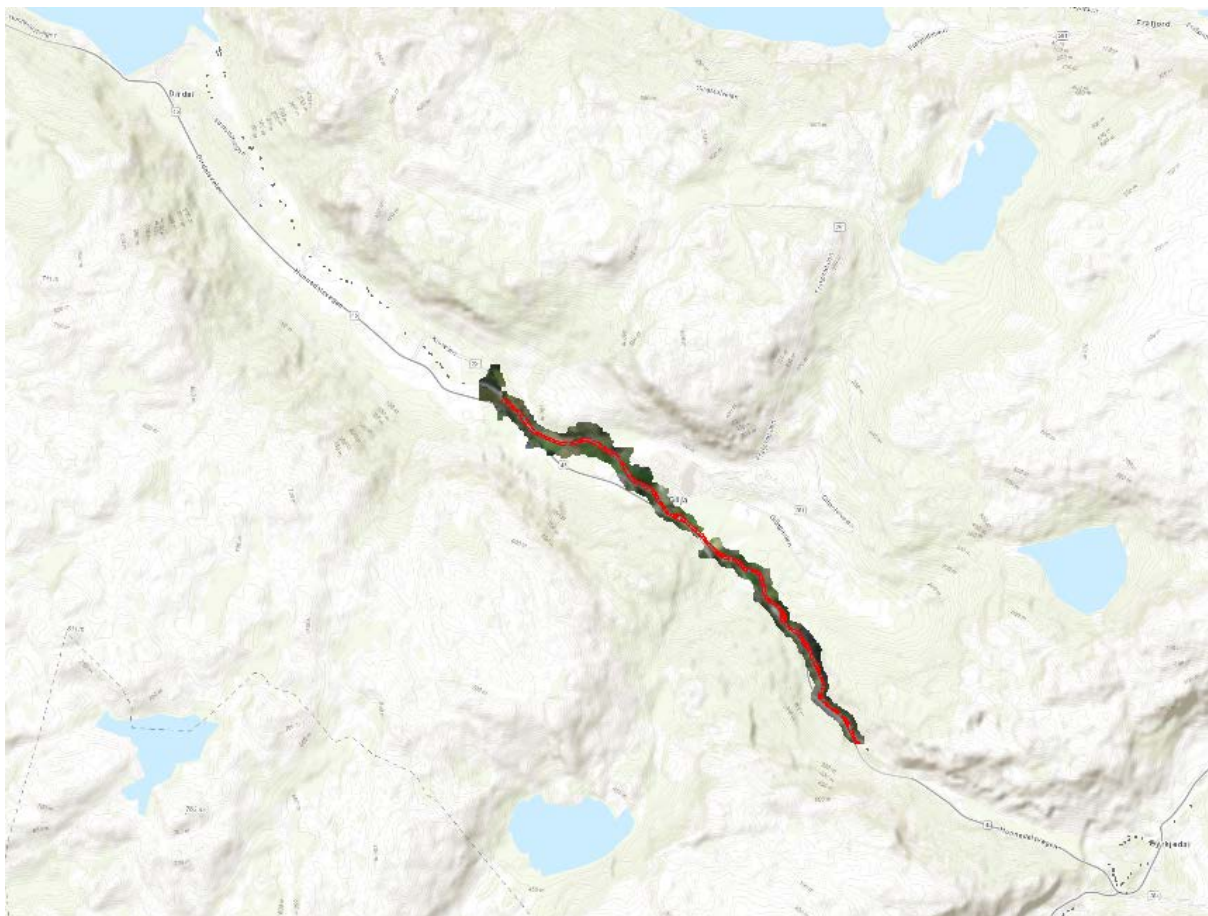
Alle de overnevnte stasjonene ligger i vassdragets øvre del, ovenfor den lakseførende strekningen. For å få et bilde over vannføringsforholdene på den lakseførende strekningen, har vi brukt data fra målinger fra NVE sin stasjon 27.16 Bjordal i Bjerkreimsvassdraget. Dette er nabofeltet til Dirdalsvassdraget og det forventes det at denne vil gi et rimelig representativt bilde av vannføringsforholdene i Dirdalselva. Vannføringen under dagens rådende situasjon er da beregnet ved å benytte måleverdier fra 30.8 Øvstebøstøl for den regulerte delen av nedslagsfeltet, mens det er benyttet skalerte verdier fra Bjordal for å beregne tilsiget fra det uregulerte nedslagsfeltet nedstrøms Øvstebøstøl (tilsvarende nedbørfelt 108 km<sup>2</sup>). Samlet vil dette tilsvare vannføringen ved Dirdalselva utløp i sjøen for perioden 2008-2016 da det foreligger kontinuerlige data fra begge målestasjonene.

Tilsvarende ble vannføring i uregulert situasjon estimert ved å bruke måleverdier fra Bjordal som er skalert for hele nedslagsfeltet til Dirdalsvassdraget (dvs 158 km<sup>2</sup>). Effekten av vassdragsregulering kan dermed vurderes ved å sammenlikne med den estimerte vannføringssituasjonen i dagens situasjon, som beskrevet ovenfor. En ulempe med denne fremgangsmåten er at den ikke tar hensyn til at avrenningen i den øvre (og regulerte) delen av nedbørfeltet er ulike de mer lavereliggende

områdene. For å ta hensyn til dette er det benyttet tilgjengelige data fra før (1969-1989) og estimerte data etter (1995, 1998 og 2008-2016) regulering fra 30.2. Byrkjedal bru og 30.7 Byrkjedal. Disse dataseriene er fremskaffet av Sira-Kvina kraftselskap.

### **Sammenheng mellom vannføring og vanddekt areal**

Vanddekket areal på ulike vannføringer ble beregnet ved bruk av tilgjengelige flyfoto (fra [www.norgebilder.no](http://www.norgebilder.no)), samt ved bruk av drone. Dronekartleggingen ble utført den 18. juli 2018, da vannføringen var svært lave etter en lengre tørr periode. Det ble benyttet en Dji phantom Pro 3 drone, og elveleiet ble sekvensielt avbildet fra utløp og opp til vandringshinderet fra om lag 90 m høyde. Bildene ble deretter satt sammen og benyttet for å bygge en terrengmodell ved bruk av programvaren Agisoft Photoscan Professional 1.4.2. På grunn av ukjente tekniske problemer under prosesseringen av terrengmodellen, var det bare mulig å lage georefererte flyfoto av dronebilder fra en 4,3 km lang elvestrekningen i øvre del av den lakseførende strekningen i Dirdalselva (Figur 2), noe som utgjør om lag den øvre halvdel av den lakseførende strekingen i vassdraget. Denne strekningen ble derfor benyttet til å beregne vanddekket areal også fra tilgjengelige ortofoto fra [www.norgebilder.no](http://www.norgebilder.no). Vanddekket del av elveleiet ble deretter avtegnet som polygoner fra de ulike flyfotoene ved bruk av ArcGIS, og benyttet til å beregne vanddekket areal (se Figur 3). Merk at vanddekket areal tegnes ved elvens bredde, og at tørrlagte steiner ute i elven regnes som vanddekket areal. Totalt ble det estimert vanddekket areal ved fire tidspunkt (Tabell 2).



**Figur 2.** Elvestrekning av Dirdalselva som ble benyttet til å beregne vanddekket areal på ulike vannføringer er markert med rødt. Det grønne feltet viser området dekket med georefererte flybilder fra dronefotografering sommeren 2018.



**Figur 3.** Eksempel på inntegning av vanddekket areal basert på dronelfoto sommeren 2018 (t.v.) og fra ortofoto våren 2015 (t.h.).

**Tabell 2.** Oversikt over materiale brukt til å beregne vanddekket areal i Dirdaslelva.

Dato	Flyfoto kilde
14.04.2009	Norgebilder.no (Gjesdal 2009)
09.06.2013	Norgebilder.no (Rogaland 2013)
17.04.2015	Norgebilder.no (Bjerkreim Gjesdal 2015)
18.07.2018	Drone

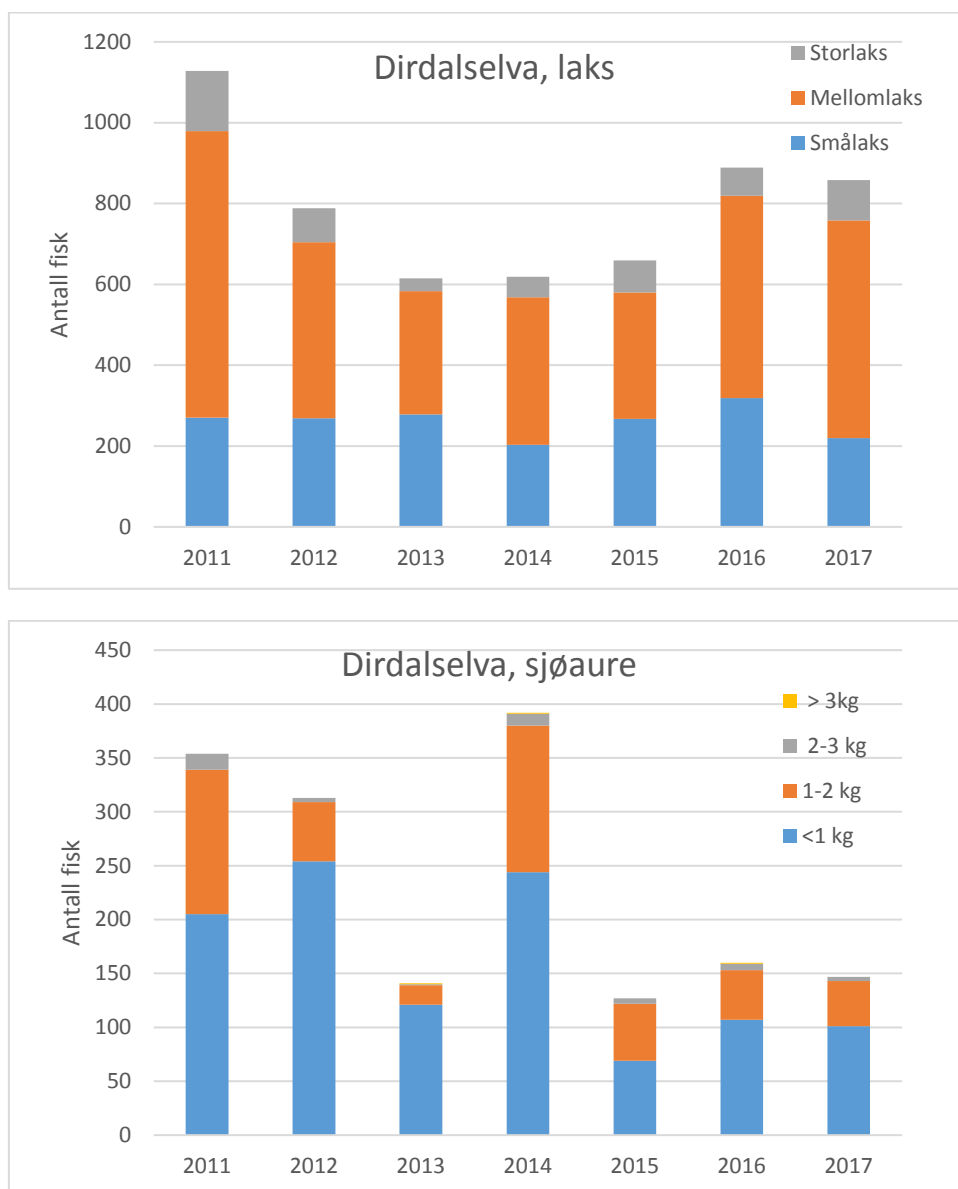
## Vanntemperatur

Det foreligger ingen systematisk logging av vanntemperatur i Dirdaslelva, men det er utført manuelle målinger om lag en gang i uken ved Øvre Gilja bru. Målingene er utført av Arne Bård Gilje, og stort sett utført hver søndag mellom kl 21-22.

## Resultater

### Gytebestand av laks og sjøaure

I perioden 2011-2017 da det foreligger data fra gytefisktelling i Dirdalselva har det blitt registrert fra 615-1128 laks, og fra 127-392 sjøaure (Figur 4). En oversikt over fangstene av laks de samme årene, samt beregning av totalt innsig og fangstandel i vassdraget i de samme åren er gitt i Tabell 3. Samlet er det årlige innsiget av laks beregnet å være fra 1293-2258 i perioden, mens fangstandelen har variert fra 50-64 %. Det må bemerkes at gytefisktellingene ofte vil være et minimumsestimat av bestanden, ettersom det vil kunne være fisk som skjuler seg under blokker o.l. og derfor ikke blir registrert under tellingene. Det beregnete innsiget må derfor regnes som et minimumsestimat av bestanden, mens fangsttidene må betraktes som et maksimum. Fangstandelen kan betraktes som forholdsvis høy, og tilsier at beskatningen er høy sammenliknet med andre vassdrag. Gytebestanden og egg tettheten er imidlertid også høy, og gytebestandsmålet har blitt oppfylt med god marin i hele perioden (Anon. 2018).



**Figur 4.** Registreringer av gytefisk av laks (øverst) og sjøaure (nederst) i ulike størrelseskategorier i perioden 2011-2017 da det er utført drivtelling i Dirdalselva.

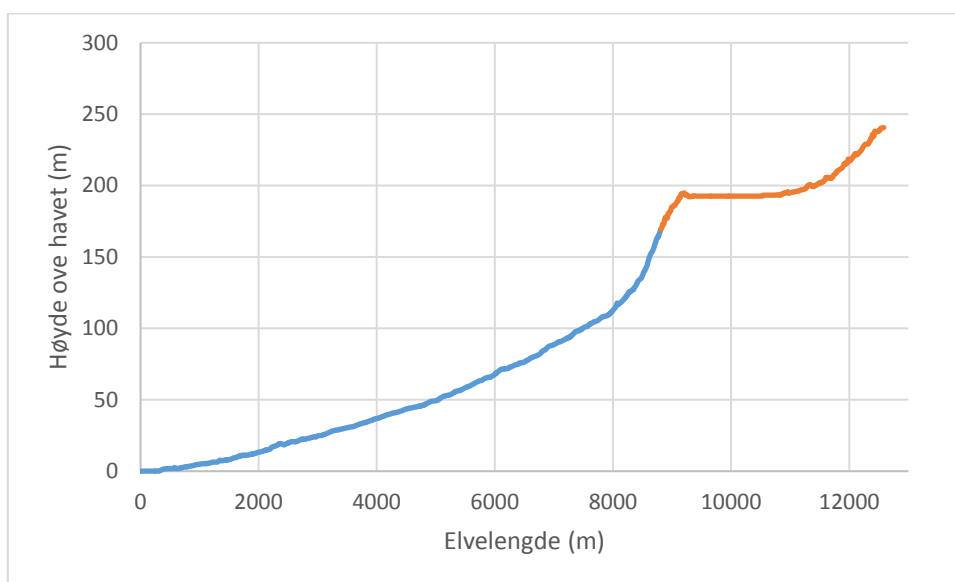
**Tabell 3.** Oversikt over fangst og gytefistelling av laks i perioden 2011-2017 i Dirdalselva, samt beregninger av eggtetthet, innsig og fangstandel.

År	Fangst laks N (avlivet)	Gytefistelling N	Eggtetthet (egg per m <sup>2</sup> )	Min. innsig N	Maks. avlivet fangstandel %
2011	1130	1128	20.6	2258	50
2012	1005	788	12.6	1793	56
2013	678	615	8.2	1293	52
2014	763	619	10.0	1382	55
2015	1166	659	9.7	1825	64
2016	1241	889	13.8	2130	58
2017	1334	858	15.3	2192	61

Registreringer av sjøaure i drivtellingene tilsier at sjøaurebestanden i Dirdalselva er svak, og har ikke vist noen tegn til økning til tross for at sjøauren har vært fredet i vassdraget i en årrekke. Det tilsvarende gjelder for sjøaurebestandene i mange av de øvrige vassdragene i Ryfylke (se Skoglund m.fl. 2018).

### Habitatforhold

Den lakseførende strekningen av Dirdalselva fra sjøen og opp til dagens vandringshinder i Giljajuvet utgjør en elvestrekning på om lag 8,8 km og om lag 165 høydemeter, noe som gir en fallgradient på om lag 1,9 %. I tillegg til dette er det flere anadrom sidebekker, hvorav Giljabekken er den største. Ovenfor vandringshinderet i Giljajuvet er den en potensiell lakseførende strekning på om lag 3,7 km opp til Ryggjafossen, hvorav 2,1 km er elvestrekning med rennende vann, mens 1,6 km utgjøres av Byrkjedalslona. Fallgradienten på den lakseførende strekningen er høyest i Giljaajuvet, for deretter å avta forholdsvis jevnt nedover vassdraget (Figur 5).



**Figur 5.** Høydeprofil for lakseførende strekning i Dirdalselva (blå linje) og elvestrekning fra dagens vandringshinder i Giljajuvet og opp til Ryggjafossen (oransje linje). Plottet er basert på laseroppmåling fra [www.hoydedata.no](http://www.hoydedata.no).

Basert på fallgradient og andre naturlige inndelinger, har vi delt Dirdalselva inn i åtte ulike segmenter, hvorav segment 1-6 utgjør dagens lakseførende elvestrekning fra sjø og opp til

vandringshinderet i Giljajuvet, segment 7 utgjør strekningen fra vandringshinderet og opp til Byrkjedalslona og segment 8 utgjør strekningen fra Byrkjedalslona og opp til Ryggjafossen (Tabell 4).

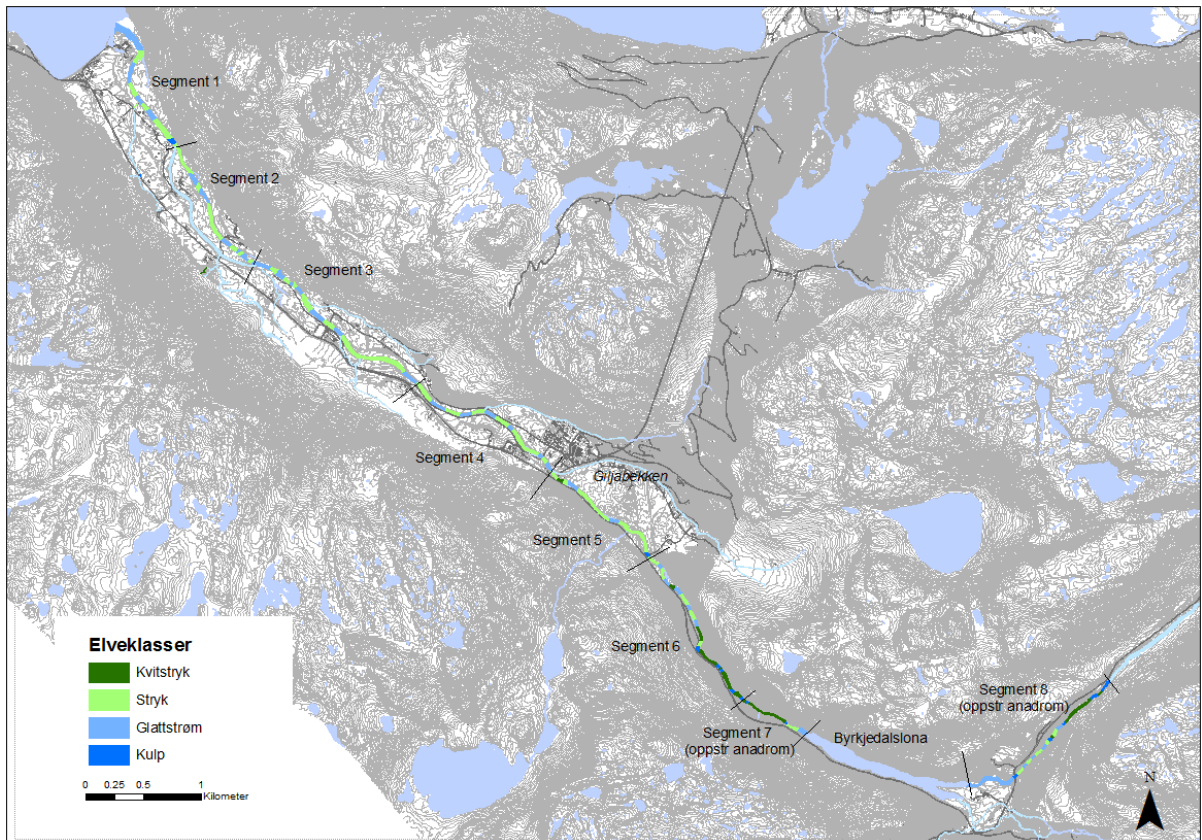
**Tabell 4.** Oversikt over vassdragssegmenter omfattet av habitatkartlegging i Dirdalselva. Arealene er basert på FKB kartgrunnlag, mens gradienter er basert på lasermålinger fra [www.hoydedata.no](http://www.hoydedata.no),

Vassdragssegment	Lengde (km)	Areal (m <sup>2</sup> )	Gradient (%)	Gjsn. elvebredde (m)
1 – Bruhøl-sjø	1,3	45 249	0,5	34,8
2 – Steinskog-Bruhøl	1,3	30 095	1,1	24,1
3 – Nødland-Steinskog	1,8	53 513	1,3	29,1
4 – nedre Gilja bru-Nødland	1,5	35 149	1,4	23,7
5 – Mellom øvre-nedre Gilja bru	1,2	25 494	2,0	20,9
6 – Giljajuvet nedst vandringshinder	1,5	39 065	4,9	25,4
7 – oppstr. anadrom Giljajuvet	0,5	13 464	5,4	26,9
8 – oppstr. anadrom v/Byrjedal	1,6	31 142	2,8	19,3
<b>Totalt</b>	<b>10,7</b>	<b>273 171</b>	<b>2,2</b>	<b>25,4</b>

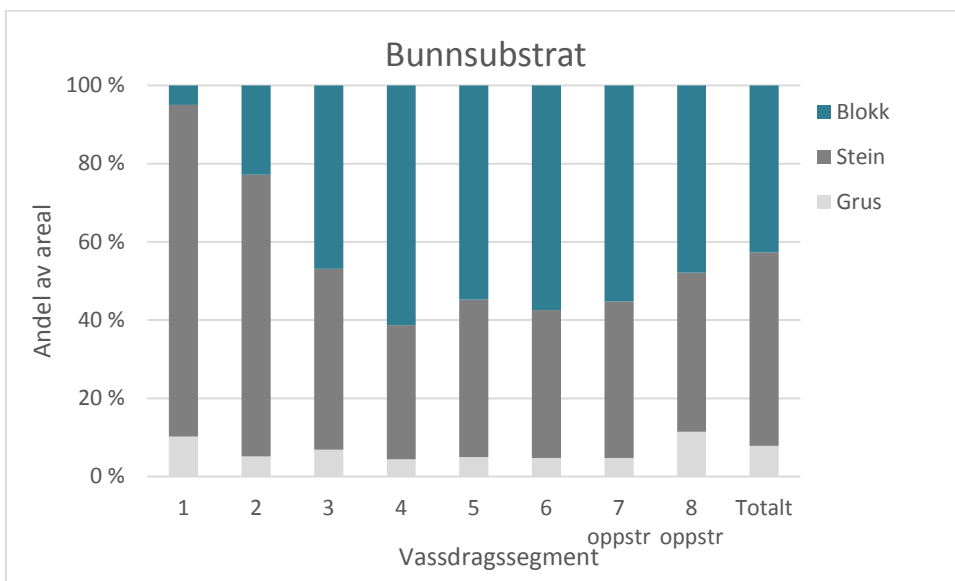
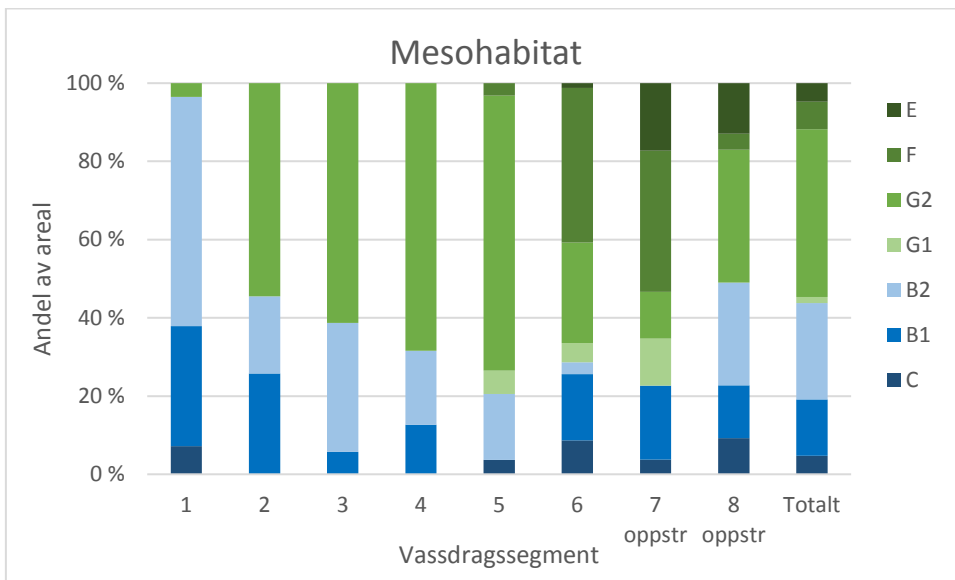
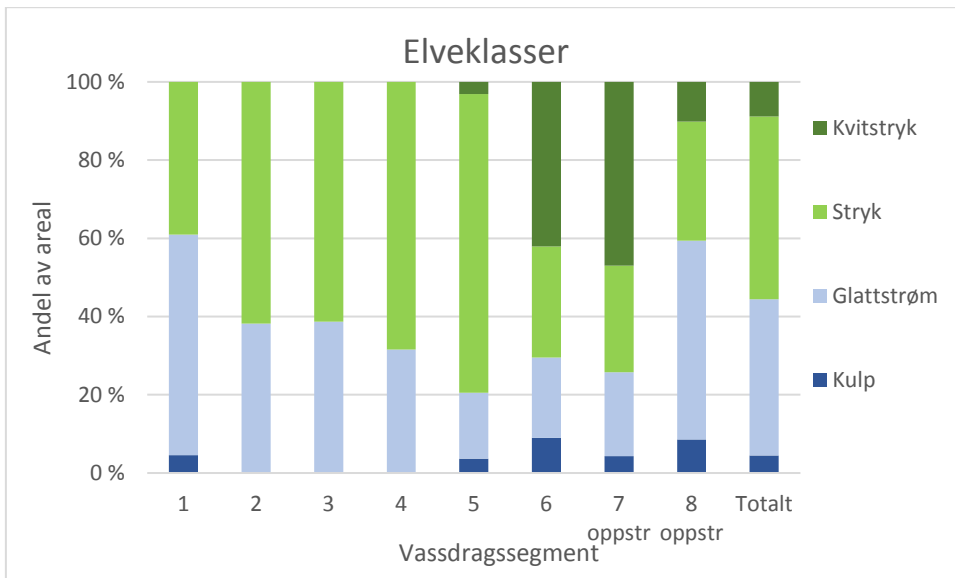
### Mesohabitat, elveklasser og substratsammensetning

En oversikt over de ulike segmentene er vist sammen med en fordeling av elveklasser i kart i Figur 6, mens en skjematisk fordeling basert på areal for ulike mesohabitat og elveklasser er gitt i Figur 7. Både fordelingen av mesohabitat og bunnssubstrat gjenspeiler det forholdvis høye og jevne fallgradienten i vassdraget. Store deler av Dirdalselva er dominert av med stryk (mesohabitat G2) og glattstrøm (mesohabitat B2). I Giljajuvet (segment 6 og 7) finner en i større grad partier med kvitstryk (mesohabitat E og F). Generelt er store deler av elva forholdvis grunn og det er få kulper med større dyp og vannvolum.

Elvebunnen er i stor grad bestående av forholdvis storsteinet bunnssubstrat (Figur 7), dominert av stein (kornstørrelse 64-384 mm) og blokker (> 384 mm). Innslag med grus (1-64 mm) finnes i mindre innslag spredt på elvestrekningen.



**Figur 6.** Kart over elveklasser og kartlagte vassdragssegment i Dirdalelva opp til Ryggjafossen.



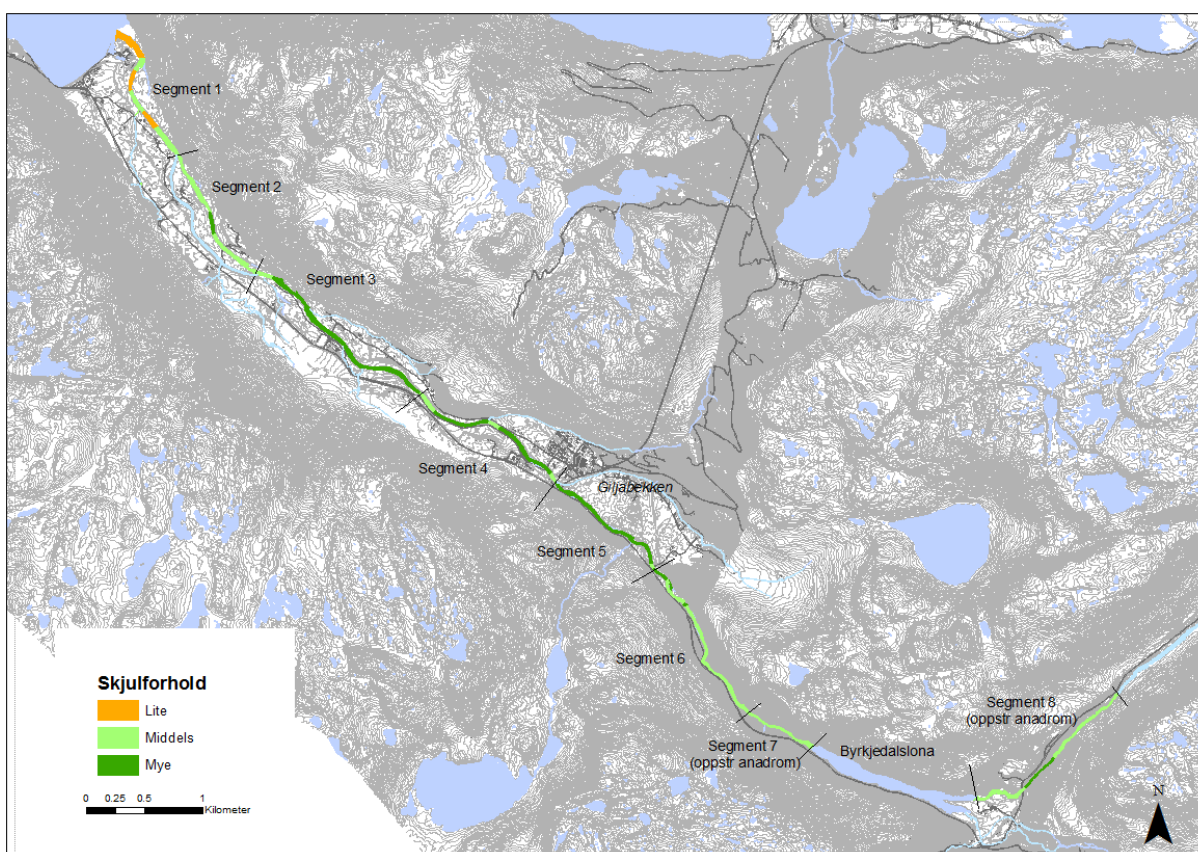
**Figur 7.** Fordeling av elveklasser (øverst), mesohabitat (midt) og bunnsubstrat (nederst) basert på arealene de utgjør innenfor hvert segment. Arealene er basert på FKB kartgrunnlag.



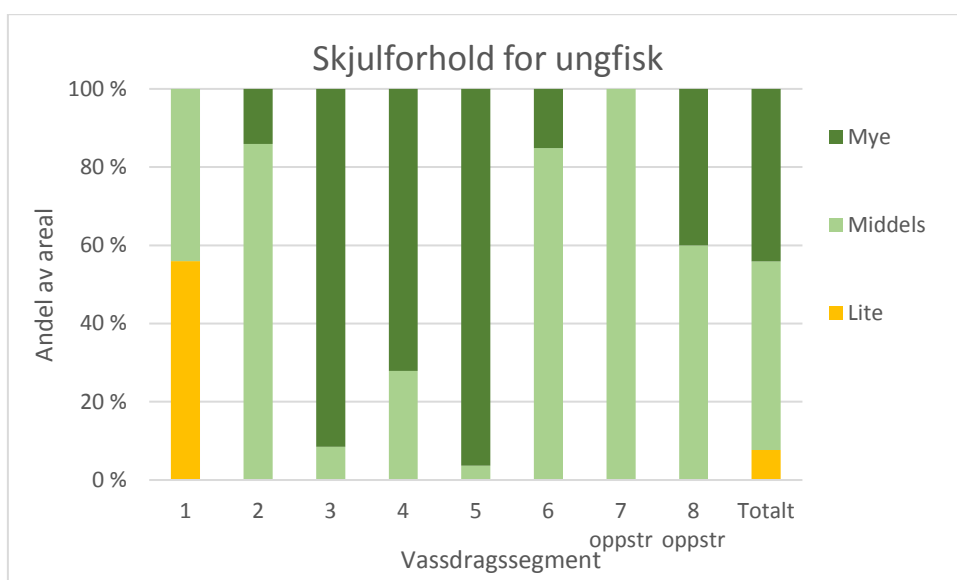
## Skjulforhold for ungfisk

For ungfisk hos laks og aure er mulighetene til å finne skjul svært viktig for å unngå predatorer og spare energi, og tilgang til skjul er sammen med gyteområder blant de viktigste faktorene som er bestemmende for produksjon av laksefisk i vassdrag. Hulrom mellom stein i bunnsubstratet i elvebunnen er vanligvis de viktigste skjulmulighetene for ungfisk, og er avhengig av størrelse og sammensetning av bunnsubstratet. Vanligvis er skjulforholdene best i områder som er dominert av blokker og stor stein, og dårlige i områder som er dominert av finsediment og grus. I tillegg er skjulforholdene bedre der substratet er løst, og ofte dårlig når substratet er tett pakket («armert»), eller hvis hulrommet mellom steinene er infiltrert med finsediment.

Skjulforhold i ulike deler av Dirdalselva er vist i kart i Figur 8 og skjematisk i Figur 9. Skjulforholdene er særlig gode i de midtre delene av den lakseførende strekningen (segment 3-5). I nedre del (segment 1-2) var skjulforholdene lite til moderat, noe som skyldes at bunnsubstratet i den nedre delen er noe mer «pakket». Totalt sett tilsier skjulmålingene, i kombinasjon med mesohabitatkartleggingen, at store deler av Dirdalselva har gode til svært gode oppveksthabitat for ungfisk av laks.



**Figur 8.** Kart med skjulforhold for ungfisk i Dirdalselva. Kartleggingen av skjulforhold er basert på skjulmålinger på ulike representative områder med tilsvarende substratforhold.

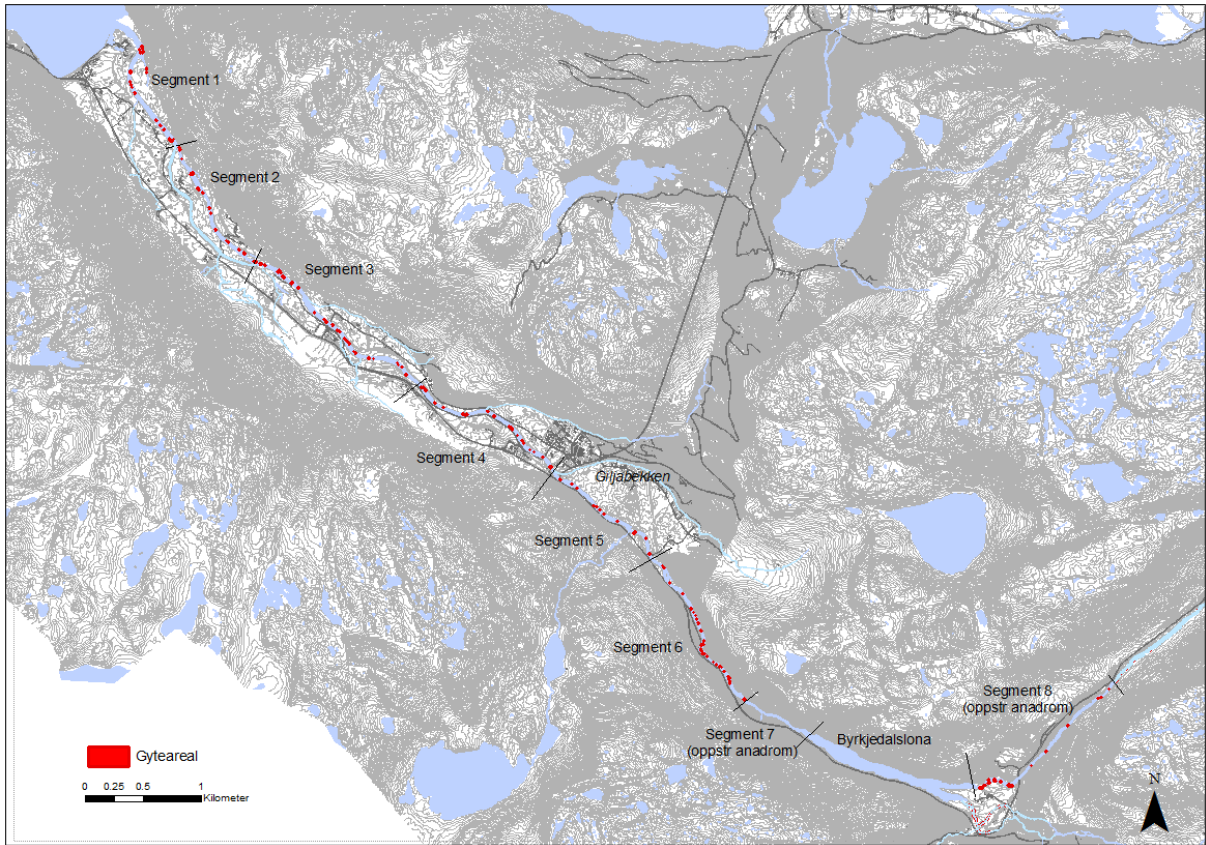


**Figur 9.** Skjulforhold for ungfisk på de ulike vassdragsavsnittene i Dirdalselva. Kategoriene for skjul er basert vektet skjulverdier av på skjulmålinger i elvebunnen, i kombinasjon med substratfordeling på ulike mesohabitatområder.

### Gyteområder

En oversikt over gyteområder kartlagt i Dirdalselva i 2014 er gitt i kart i Figur 10. Det er få områder med større grusavsetninger med typisk gytesubstrat i elven, og derfor få store og sammenhengene gyteområder. Gyteaktiviteten finner i stor grad sted på små partier og «lommer» der det finnes egnet grus og stein spredt i elven. Det største gyteområdet ble lokalisert i Bruhølen i elvens nedre del, hvor det vanligvis også observeres høyest konsentrasjon av gytefisk under gytefisketelling. Fordelingen av gyteareal på den lakseførende strekningen, vist som gyteareal langs vassdragets lengdeakse fra sjø til vandringshinder er vist i Figur 11.

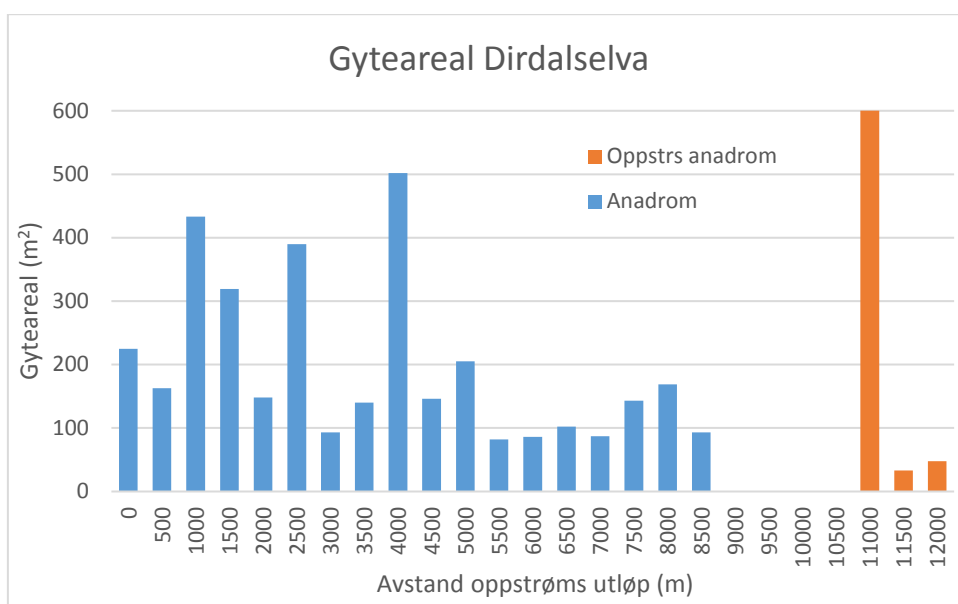
Gyteområdene utgjorde totalt sett 1,3 % av elvearealet, noe som i seg selv kan karakteriseres som lite til moderat. Etersom gytearealene var godt spredt langs store deler av elven, kan gyteforholdene totalt sett vurderes som moderate til gode. En oversikt over vurdering av gyteforhold på de ulike vassdragssegmentene er gitt i Tabell 5.



**Figur 10.** Gyteområder kartlagt i Dirdalselva under habitatkartlegging i 2014.



Mange av gyteområdene i Dirdalselva består av små «lommer» med grus og stein hvor det er egnet gytesubstrat innimellom større steiner og blokker.



**Figur 11.** Oversikt over gyteareal kartlagt under habitatkartlegging i Dirdalselva i 2014, vist som avstand fra sjøen og opp til Ryggjafossen.

**Tabell 5.** Vurdering av gytemulighetene i de undersøkte vassdragssegmentene i Dirdalselva basert på elvearealet og registrert gyteareal fra kartlegging i 2014. Kriteriene for vurderingen av Moderat, Lite eller Mye gytemuligheter er hentet fra Håndbok i miljødesign av regulerte laksevassdrag (Forseth & Harby 2013).

Vassdragssegment	Elveareal (m <sup>2</sup> )	Gyteareal (m <sup>2</sup> )	Andel gyteareal (%)	Gytemuligheter vurdering
1	45 249	391	0,9	Lite/moderat
2	30 095	586	1,9	Moderat
3	53 513	759	1,4	Moderat
4	35 149	536	1,5	Moderat
5	25 494	245	1,0	Moderat
6	39 065	437	1,1	Moderat
7 – oppstr.anadrom	13 464	0	0	Lite
8 – oppstr.anadrom	31 142	728	2,3	Moderat
<b>Totalt</b>	<b>273 171</b>	<b>3682</b>	<b>1,3</b>	<b>Moderat</b>

Etter at kartleggingen ble utført våren 2014 har det vært en rekke store flommer som har resultert i masseforflytning i elvebunn og erosjon på elvebredder. Blant annet resulterte ekstremværet «Synne» til flomskader og erosjon flere steder langs vassdraget på senhøsten 2015, og det var også flere store flommer senhøst 2017. Ved befaring av aktuelle gyteområder våren og sommeren 2018 ble det observert endringer i gyteforhold flere steder i elven. Enkelte steder har gytemulighetene blitt mindre som følge av at gytegrusen er spylt ut eller påvirket av endret elveløp, mens det andre steder er det blitt tilført nye grusmasser. Erfaringene fra befaringene er at kartleggingen fra 2014 fortsatt gir et representativt bilde for gyteforholdene overordnet sett, selv om gyteforholdene på enkelte områder er endret.



Endringer i elveløpet etter flommen har resultert i at et av gyteområdene ved Steinskog (markert med rødt) har blitt tørrlagt. Bildet til venstre er flyfoto fra 2015, mens bildet til høyre er fra samme sted tatt under dronekartlegging sommeren 2018.



Grusbank med egnet gytegrus lagt opp av flommen ved Gilja. Her blir gytegrepene svært utsatt for tørrlegging dersom laksen gyter på høye vannføringer i gytetiden. Grusen ligger imidlertid også utsatt til for utspyling ved større flommer, og det er usikkert om massene blir liggende stabilt over tid.

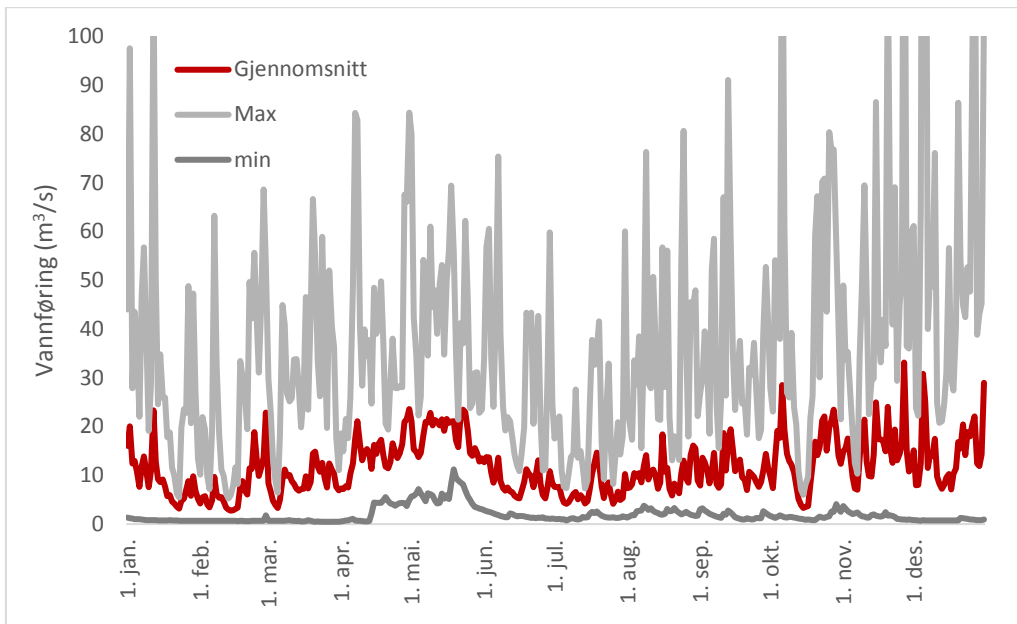
## Vannføringsforhold

Vannføringsestimaterne for Dirdalselva viser at vannføringen vanligvis er høy i perioden under snøsmeltingen fra medio april til starten av juni, samt ved nedbør utover høsten (Figur 12). Lave vannføringer forekommer oftest i sommerperioden (juli-august) samt på vinteren (februar-mars). For øvrig er det ikke noe spesielt markert sesongvariasjon i vannføringsregimet, og med unntak av smelteperioden så forekommer det regelmessige perioder med lave vannføringer og flommer gjennom hele året.

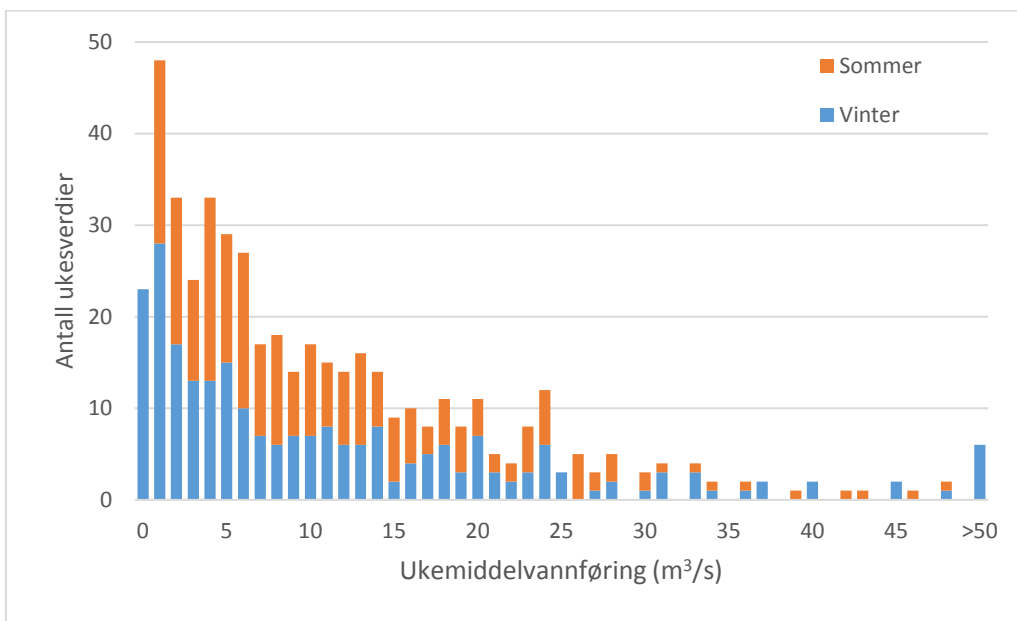
En analyse av de beregnede vannføringsdataene tilsier at det jevnlig forekommer vannføringer høyere enn  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ , men at vannføringen er lavere enn  $20 \text{ m}^3/\text{s}$  i omtrent 80 % av tiden. Vannføringer under  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  forekommer i omtrent 5 % av tiden (Figur 13).

Tilgjengelige vannføringsdata fra målestasjonene i Dirdalselva oppstrøms Byrkjedal i perioden før regulering, samt estimerte vannføringer i perioden etter regulering, tilsier at vannføringen er mest redusert på vår og forsommer (Figur 14). Vassdragsreguleringen synes dermed å ha størst effekt under perioden med snøsmelting, noe som er naturlig ettersom reguleringen omfatter fraføring av de høyereliggende og snørike områdene av nedbørsfeltet. Reguleringen synes også å resultere i at vannføringen i større grad reduseres i perioder når vannføringen er høy, men i mindre grad i lavvannsperioder om vinteren og sommeren. Dette kan skyldes at de høyereliggende feltene bidrar relativt sett mindre med avrenning til vassdraget i kalde perioder om vinteren og i tørre perioder om sommeren enn mer lavereliggende deler av nedbørsfeltet. Dette kommer også frem i fremstillingen av minimumsvannføring i periodene før og etter reguleringen vist i Figur 15, som viser at de laveste vannføringene etter regulering er betydelig lavere på forsommeren. Det er imidlertid sannsynlig at reguleringen også føre til redusert vannføring også i lavvannsperioder, men effekten er mindre enn under snøsmeltingen.

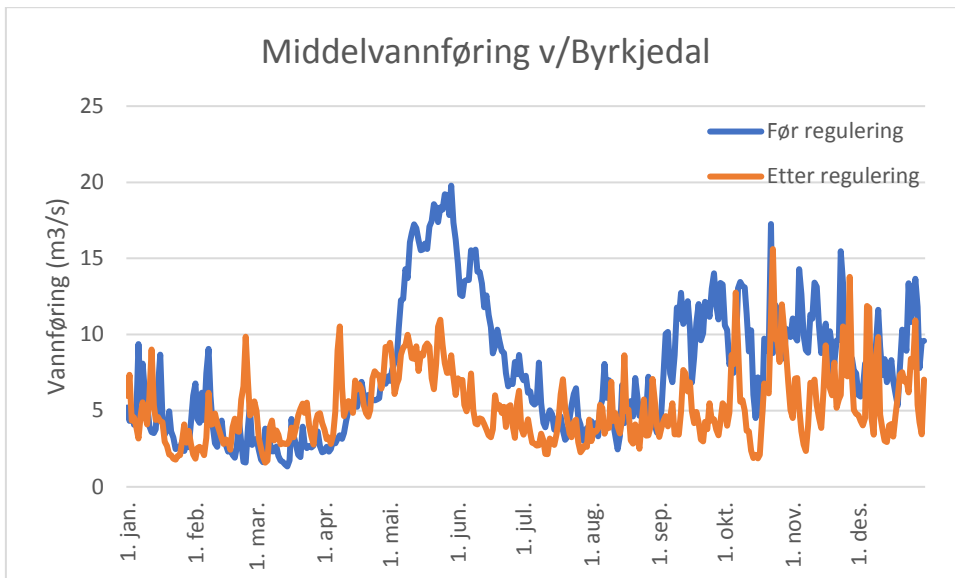
Kurvene i Figur 14 og Figur 15 er basert på målinger forholdsvis langt oppe i vassdraget, og ovenfor den lakseførende strekningen. På målepunktet overfor Byrkjedal utgjør det regulerte feltet om lag 40 % av nedslagsfeltet, mens det utgjør om lag 24 % ved utløpet i sjøen. Den totale effekten av vassdragsregulering vil dermed være mindre lenger nede i vassdraget, hvor det uregulerte nedslagsfelt bidrar med en større del av vannføringen. Den relative endringen i vannføring i Figur 14 vil allikevel være beskrivende for effekten vassdragsreguleringen i nedre deler av vassdraget.



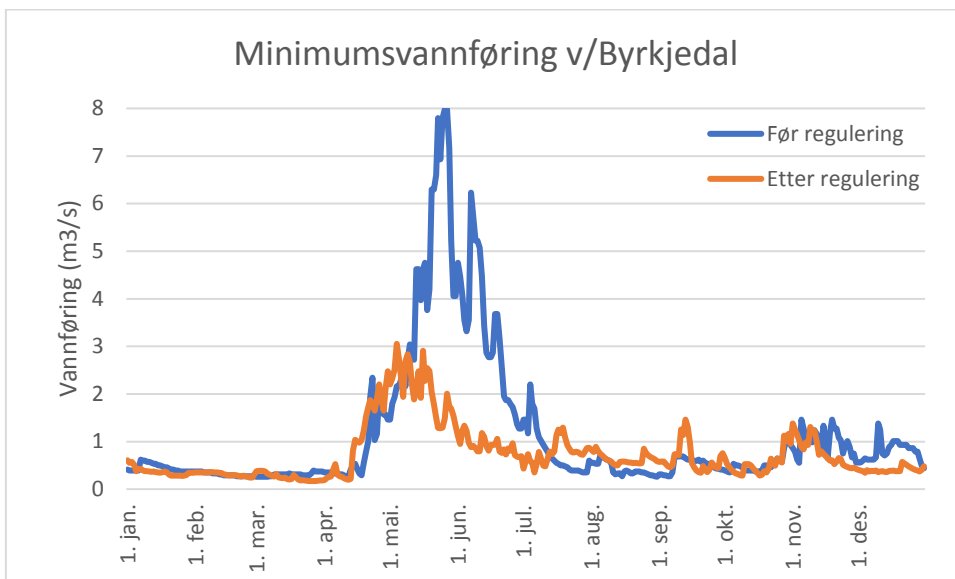
**Figur 12.** Gjennomsnittlig, maksimum og minimum vannføring på døggnivå ved utløp av Dirdalselva i perioden 2008-2016. Data er basert på skalere verdier fra NVE sin målestasjon 27.16 Bjordal. Vannføringsaksen er trunkert på 100 m<sup>3</sup>/s.



**Figur 13.** En oversikt over ukemiddelverdier for vannføring i Dirdalselva samlet i perioden 2008-2016, fordelt på sommerhalvåret (april-oktober) og vinterhalvåret (november-mars).



**Figur 14.** Middelvannføring på døgnnivå i Dirdalselva oppstrøms Byrkjedal for perioden før regulering (1969-1989) og etter regulering (data for 1995, 1998 og 2008-2016). Vassdragsreguleringen omfatter om lag 40 % av nedslagsfeltet på målepunktet.



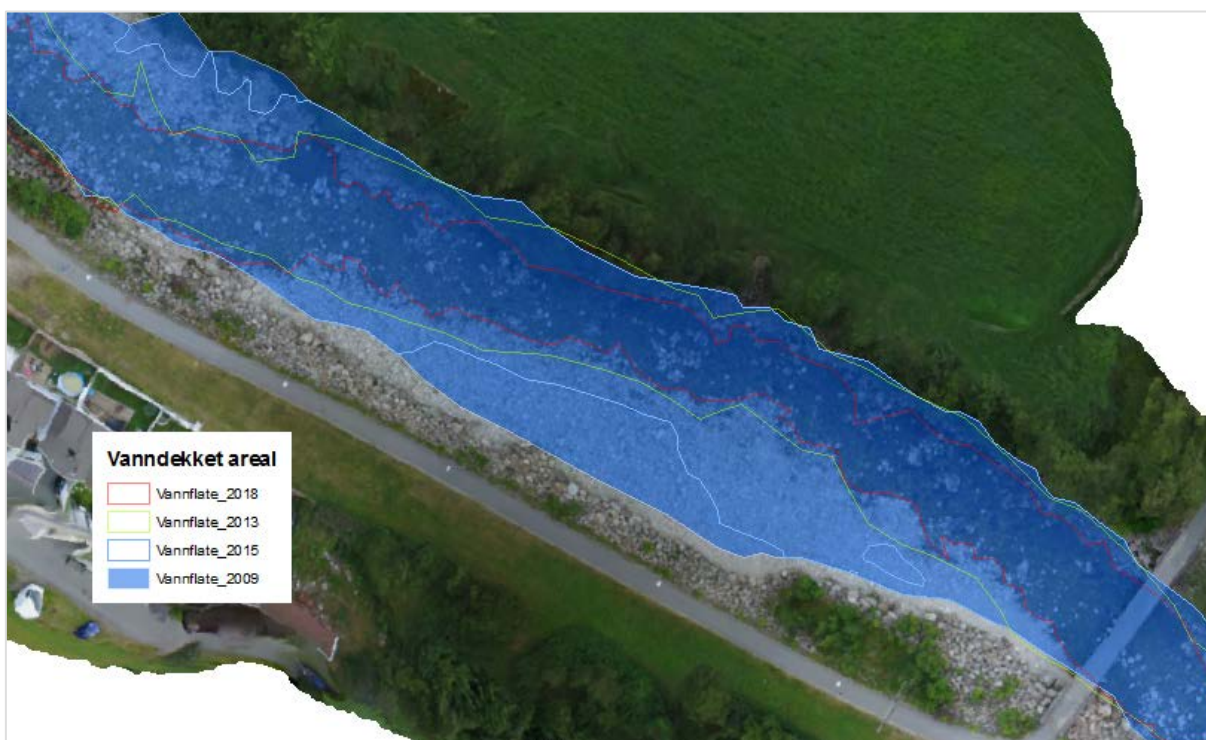
**Figur 15.** Minimumsvannføring, dvs laveste målte vannføring, på døgnbasis i Dirdalselva oppstrøms Byrkjedal for perioden før regulering (1969-1989) og etter regulering (data for 1995, 1998 og 2008-2016).



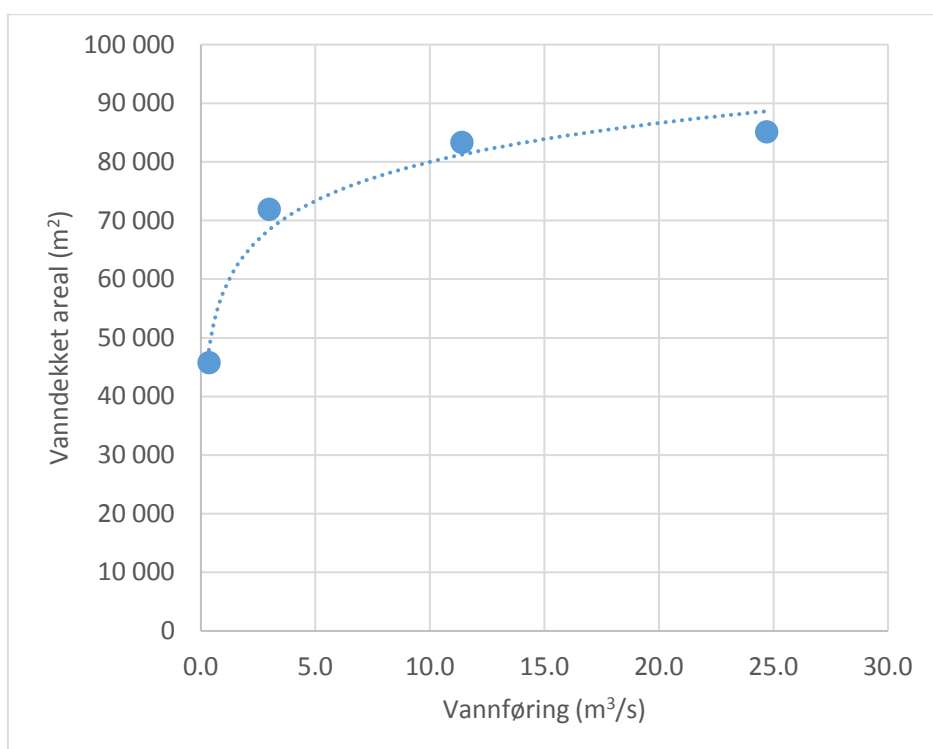
## Sammenheng mellom vannføring og vanndekt areal

Ut i fra dronefoto tatt i juli 2018, samt fra ortofoto fra tre ulike tidspunkt bak i tid, ble det beregnet vanndekket areal på en 4,3 km lang elvestrekning i Dirdalselva på fire ulike vannføringer (Figur 16). Vannføringen på disse fire tidspunktene ble estimert å være henholdsvis 0,4 m<sup>3</sup>/s, 3 m<sup>3</sup>/s, 11 m<sup>3</sup>/s og 25 m<sup>3</sup>/s. Sammenhengen mellom vannføring og vanndekt areal på den undersøkte strekningen er vist i Figur 17. Vanndekt areal øker raskt med økende vannføring på lave vannføringer, for deretter å avta med høyere vannføringer. Sammenliknet med vanndekket areal på 25 m<sup>3</sup>/s, var om lag 98 % av elveleiet vanndekt ved 11 m<sup>3</sup>/s, 84 % ved 3 m<sup>3</sup>/s, og 54 % ved 0,4 m<sup>3</sup>/s.

Det må bemerkes at vanndekt areal er beregnet ut i fra flybilder som er tatt til ulike tider og spenner over et lengre tidsrom, og at ulike endringer i elveleiet på grunn av flommer og inngrep i vassdraget også vil bidra til at vanndekket areal har endret seg. I tillegg er det noe usikkerhet knyttet til vannføringene som ligger til grunn, ettersom de er basert på skalerte verdier fra nærliggende vassdrag og ikke direkte målinger på elvestrekningen. Det må også bemerkes at sammenhengen i Figur 17 kun er basert på den øvre halvdel av den lakseførende strekningen, og at sammenhengen kan være annerledes for den nedre delen av vassdraget. Til tross for disse usikkerhetene synes datagrunnlaget å være konsistent, og sammenhengen i Figur 17 vurderes å være realistisk.



**Figur 16.** Illustrasjon av vanndekket areal fra parti i Dirdalelva med utgangspunkt i dronefoto fra 2018, sammen med inntegnet vannlinje på ulike vannføringer fra ortofoto på tre andre tidspunkt. Det blå feltet tilsvarer vanndekket areal på den høyeste vannføringen (2009, ca. 25 m<sup>3</sup>/s), den røde viser vannlinjen ved droneflygningen (2018 ca 0,4 m<sup>3</sup>/s), mens de øvrige viser vannlinjer på henholdsvis 3 m<sup>3</sup>/s (2013) og 11 m<sup>3</sup>/s (2015).

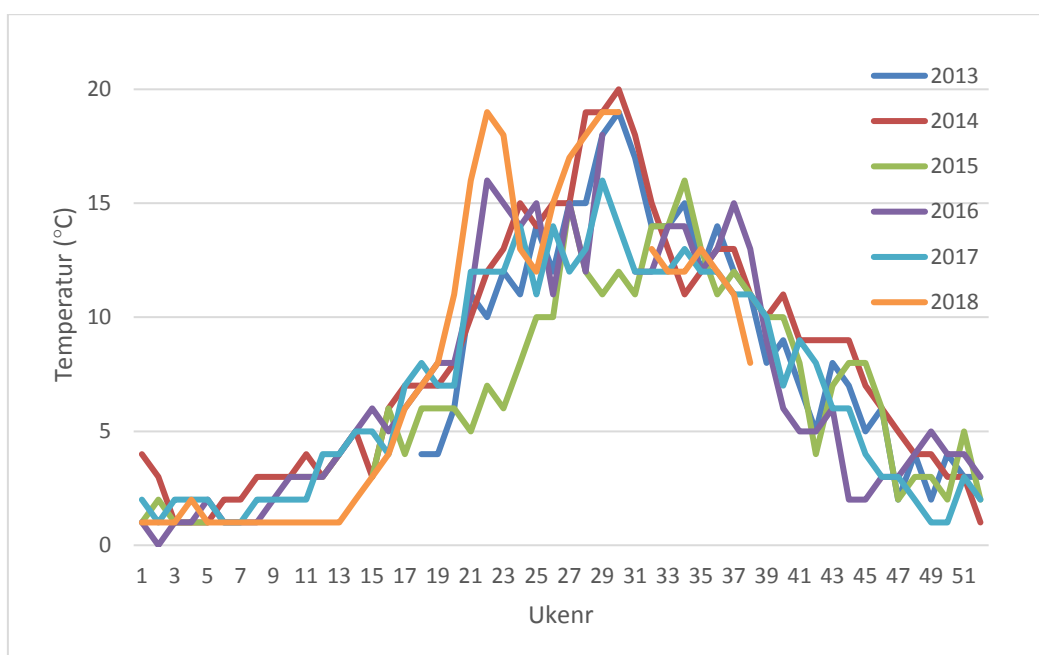


**Figur 17.** Sammenheng mellom vannføring og vanndekket areal på en 4,3 km lang elvestrekning i Dirdalselva på fire ulike tidspunkt, basert på oppmålinger fra flyfoto fra drone og ortofoto. Linjen viser en kurvetilpasning basert på en logaritmisk modell for illustrasjon.

## Vanntemperatur

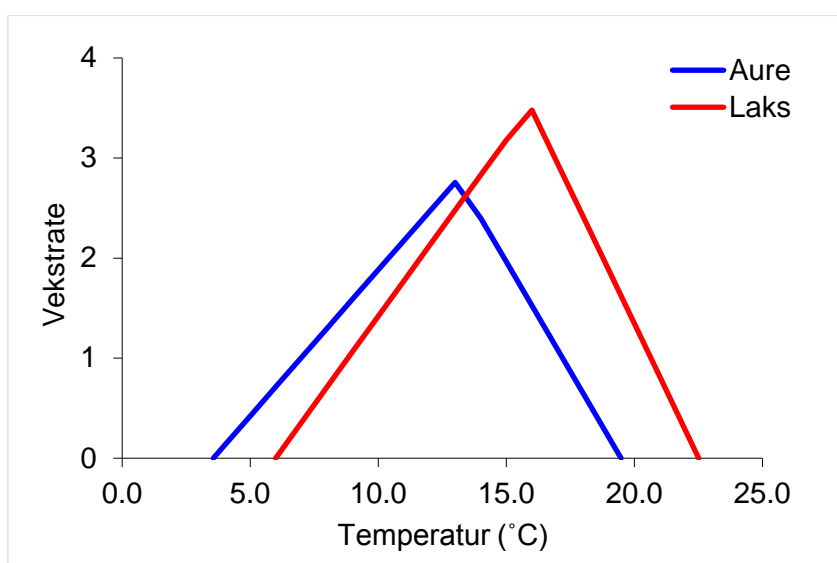
En oversikt over vanntemperatur fra ukentlige målinger i perioden 2013-2018 ved øvre Gilja bru er vist i Figur 18. Målingene er utført manuelt av Arne Bård Gilje. Vanntemperaturen varierer noe mellom år, men viser allikevel et konsistent sesongmønster der temperaturen normalt er lav (0-4 °C) gjennom vinterperioden fra medio november til medio april. Deretter øker temperaturen raskt utover våren, og når normalt maksimum i siste del av juli og første del av august, før den igjen synker utover høsten. Vanligvis overstiger vanntemperaturen 10 °C i perioden fra midten av mai til begynnelsen av september. I alle årene har det blitt målt vanntemperaturen over 15 °C, og i flere av årene også opp mot 20 °C. Ettersom vanntemperaturen kun er målt en gang i uken er det sannsynlig at det også har forekommet høyere temperaturer i alle årene.

Det foreligger ikke noe datagrunnlag til å vurdere hvordan reguleringen i vassdraget har påvirket temperaturforholdene i Dirdalselva. På generell basis vil vanntemperaturen bestemmes av temperaturen i vannforekomstene i vassdraget, samt den oppvarmingen/nedkjølingen som forekommer nedover vassdraget. Ettersom hovedeffekten av reguleringen i Dirdalselven omfatter en fraføring av vann fra den øverste delen av nedslagsfeltet, medfører det en fjerning av forholdvis kaldt vann. I tillegg vil redusert vannføring resultere i at både vannvolum og vannhastighet reduseres, og at det gjenværende vannet dermed varmes raskere opp og/eller nedkjøles raskere nedover vassdraget. Det er derfor sannsynlig at vassdragsreguleringen har resultert i at vanntemperaturen nå er høyere sommerstid på den lakseførende strekningen, men trolig er effekten på temperatur liten.



**Figur 18.** Oversikt over ukentlige målinger av temperatur i Dirdalselva ved Øvre Gilja bru. Data oppgitt av Arne Bård Gilje.

Vanntemperatur er en av de sentrale miljøfaktorene for fiskeproduksjon. Temperatur er bestemmende både for utviklingshastighet hos egg og plommeseekyngel, vekst hos ungfisk og utvikling av smoltifisering etc. Datagrunnlaget for vanntemperatur er for lite til at det er hensiktsmessig å gå nærmere inn på vekstforhold i vassdraget, og hvordan dette eventuelt er påvirket av vassdragsregulering. På generell basis vil vekst hos både aure og laks øke med temperatur opp til et optimum, for deretter å avta med økende temperatur. Dersom det ikke er begrensninger i næringstilgang, vokser laskeungene raskest ved om lag 18 °C, mens ungfisk av aure foretrekker noe lavere temperaturer (Figur 19). Ut i fra temperaturregistreringene i Figur 18, synes derfor temperaturene å ligge på et nivå som er gunstig for vekst i en stor del av vekstsesongen, men det er sannsynlig at temperaturene overstiger det som er optimalt i spesielt varme år.



**Figur 19.** Sammenheng mellom vanntemperatur og veksthastighet basert på vekstmodeller (Elliott mfl. 1995 og Elliott & Hurley 1997).

## Flaskehalsar for smoltproduksjon

Ettersom vekst og overlevelse hos ungfisk av laks er tetthetsavhengig, er det tilgangen til habitat og næring som setter rammene for hvor mye smolt som kan produseres i ferskvannsfasen. Dette kalles gjerne for vassdragets bæreevne. Nivået på vassdragets bæreevne, og hvorvidt denne blir oppfylt, er avhengig av en rekke faktorer. I denne sammenhengen omtales ofte faktorer som bidrar til å begrense eller redusere fiskeproduksjonen for *flaskehalsar*. Ulike habitatkarakteristikker, som tilgang til gyteområder og skjul for ungfisk er ofte begrensende ressurser, og kalles gjerne *habitatflaksehalsar*. Hvor mye habitat som er tilgjengelig er igjen avhengig av vanndekt areal, og dermed vannføring. Ofte vil lave vannføringer resultere i at leveområdene begrenses, og føre til økt konkurranse eller at egg og ungfisk strander og tørrlegges, og kalles gjerne *vannføringsavhengige flaskehalsar*. Basert på resultatene presentert ovenfor vil vi gå igjennom aktuelle flaskehalsar for fiskeproduksjonen i Dirdalselva. For en nærmere beskrivelse av det faglige grunnlaget bak konseptene og bestemmelse av flaskehalsar henvises det til *Håndbok i miljødesign i regulerte laksevassdrag* (Forseth & Harby 2013).

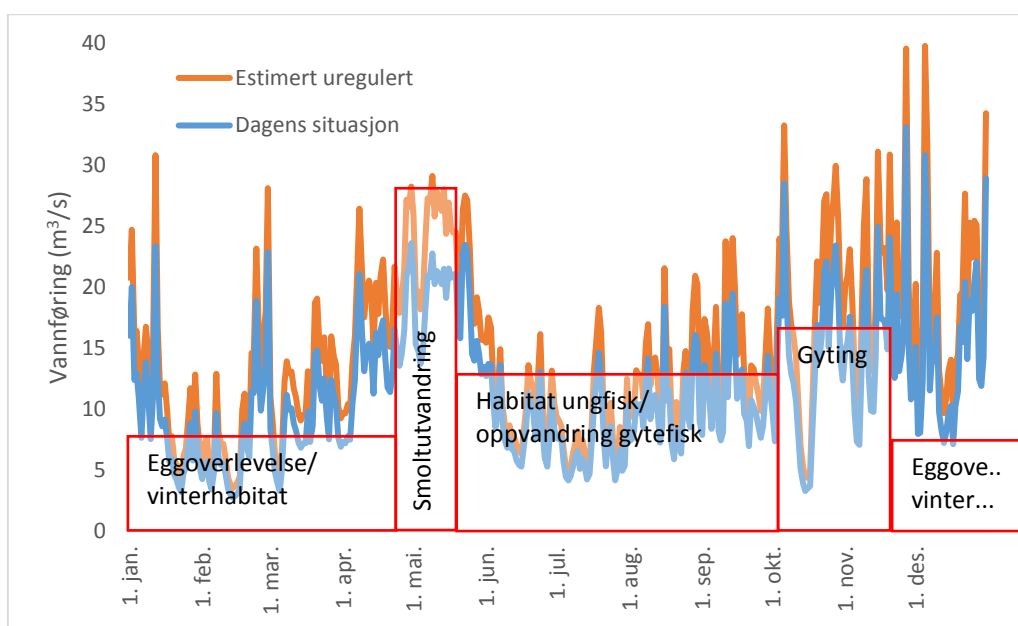
### Habitatflaskehalsar

Ut i fra habitatkartleggingen kan tilgang til gyteområder i Dirdalselva karakteriseres som moderat. Det gjennomgående storesteinete bunnssubstratet bidrar til at gyting i hovedsak foregår på mindre felter med grus og stein, og det finnes få områder med større grusbanker hvor en sammenhengende gyteområder. Til gjengjeld finnes små gytefelt spredt i store deler av vassdraget. Totalt sett vurderes gyteområder som en liten til middels flaskehals for bestanden.

Det storsteinete bunnssubstratet gir forholdsvis gode skjulforhold for eldre ungfisk. Skjul vurderes derfor totalt sett ikke som en flaskehals for ungfiskproduksjonene, men kan være begrensende for ungfiskproduksjon lokalt på enkelte partier, og da særlig i nedre del av vassdraget. Aktuelle tiltak kan her være å legge ut store stein for å skape mer variasjon i strømforholdene.

### Vannføringsavhengige flaskehalsar

Ettersom vannføring har en direkte sammenheng med vanndekt areal, og dermed den totale mengden av tilgjengelige leveområder for ungfisk, vil vannføring på mange måter sette de ytre rammene for fiskeproduksjonene i et vassdrag. I tillegg vil vannføring påvirke vannhastighet, og dermed habitatkvaliteten på det tilgjengelige områdene. Fiskens habitatkrav er imidlertid forskjellig for ulike livsstadier, og en oversikt over viktige perioder er illustrert i Figur 20. Effekten av endret vannføring som følge av vassdragsregulering på fiskeproduksjonen i vassdraget vil derfor være avhengig av både hvor mye og når vannføringen er endret. Ut ifra analysen av vannføringsforholdene i Dirdalselva ovenfor vurderes det som lite sannsynlig at vannføring er en flaskehals for verken gyting eller smoltutvandring i Dirdalselva. Imidlertid er både vinter og sommer perioder med lavvannsperioder, og blir nærmere diskutert nedenfor.



**Figur 20.** Vannføring i Dirdalselva vist som gjennomsnitt for perioden 2008-2016 (dagens situasjon) og estimert vannføring i samme periode i uregulert tilstand (Estimert uregulert). De røde boksene illustrerer viktige perioder hvor vannføring kan være flaskehals. Størrelsen på boksene er kun ment som illustrasjon, og ikke ment som reelle vannføringskrav.

### Eggoverlevelse og vinterhabitat

Lavvannsperioder om vinteren kan ofte være en flaskehals for overlevelse dersom gytegrøper strander og føre til at egg og/eller plommeseekkyngel tørrelleges eller fryser. Tilsvarende vil redusert vanddekt areal også begrense leveområder for ungfisk, og kan også resultere i at ungfisk strander eller fryser inne om vinteren. I hvilken grad gytegrøper er blir liggende utsatt til for stranding av avhengig av hvorvidt gyteområdene ligger på steder i elveleiet som er utsatt for tørrelgging. I tillegg er det avhengig av hvor høy vannstand som forekommer under gytetiden om høsten i forhold til de laveste vannføringene om vinteren. Dersom vannføringen i gytetiden er høy vil laksen kunne gyte på grusbanks som ligger på grunne partier i elveleiet, og som i større grad utsettes for tørrelgging i løpet av vinteren. Dette har blitt undersøkt over en årrekke i elven Bjoreio i Eidfjordvassdraget i Hordaland (Skoglund m.fl. 2018)

For å kartlegge hvorvidt tørrelgging av gytegrøper ved lave vintervannføringer er en mulig flaskehals for fiskeproduksjon i Dirdalselva, har vi benyttet dronefoto tatt under lavvannsperioden sommeren 2018 fra tidligere kartlagte gyteområder. I tillegg ble det utført en befaring for å måle vanddyp på de aktuelle områdene den 06.08.2018, da vannføringen var noe høyere men fortsatt forholdvis lav. Vannføringen ved dronekartleggingen ble estimert å være ca. 0,4 m<sup>3</sup>/s, noe som er blant det aller laveste som er registeret i perioden med tilgjengelige vannføringsdata. Graden av tørrelgging ved dronekartleggingen vil derfor gjenspeile tørrelgging ved ekstremt tørre perioder. Sammen med dybdemålinger under befaringen gir dronebildene også en god indikasjon på hvor sårbare gyteområdene er for tørrelgging på mer moderat lave vannføringer. Dronebilder av de ulike gyteområdene er vist i Appendiks. Av 11 gyteområder som ble undersøkt er tre av områdene særlig utsatt for tørrelgging, selv ved moderat til lave vannføringer. To av disse områdene har imidlertid blitt påvirket av massetransport etter flom sist vinter, og vil muligens endre seg ved senere flommer. De øvrige åtte undersøkte gyteområdene er middels til lite utsatt for tørrelgging, og da hovedsakelig kun ved svært lave vannføringer.

Totalt sett viser kartleggingen at eggdødelighet som følge av tørrlegging av gytegroper er en aktuell flaskehals ved lave vintervannføringer i Dirdalselva, og det er også gjort observasjoner av tørrlagte gytegroper (se bilde). Majoriteten av gyteområdene er allikevel vanddekt selv ved svært lave vannføringer, og totalt sett vurderes vintervannføring som en moderat til liten flaskehals for fiskebestanden. Ettersom de høyereliggende regulerte delfeltene av Dirdalselva synes å bidra med lite vannføring på vinterstid, er imidlertid effekten av vassdragsreguleringen trolig i mindre grad bidratt til økt eggdødelighet. Ettersom det er noe usikkerhet i datagrunnlaget for vannføring er det vanskelig å tallfeste mer konkret effekten av vassdragsregulering er på vinterdødelighet.



Observasjon av tørrlagt gytegroper under gytefisktelling 23.11.2013. Gytegroperne var tørrlagt til tross for moderat vannføring, men eggene var nylig gytt og fortsatt levende (t.h.). Det ble også registrert tørrlagte gytegroper på den samme lokaliteten våren 2018.

### **Sommervannføring og oppveksthabitat**

Sommerperioden er den viktigste perioden for næringsopptak og vekst hos ungfisk, og er også den perioden da konkurranse om plass og næring vil være mest intens. Kartlegging av vanddekt areal på ulike vannføringer viser at vanddekt areal endrer seg lite ved høye vannføringer, men reduseres stadig raskere når vannføringen synker under om lag  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Vannføringsanalysene tilsier at det regelmessig forekommer lavvannsperioder i sommerperioden etter at snøsmeltingen er ferdig, og det forekommer jevnlig ukemiddelvannføringer ned mot  $1\text{-}5 \text{ m}^3/\text{s}$  også om sommeren. Ettersom lavvannsperioder om sommeren ofte sammenfaller med varme og tørre perioder, vil også høye temperaturer kunne resultere i høyere næringsbehov og dermed økt konkurranse. I kombinasjon med redusert vanddekt areal vil dette kunne medføre økt tetthetsavhengighet og kan dermed være en større flaskehals enn tilsvarende lave vannføringer om vinteren, da næringsbehovet er lavere.

Gjennom fraføring av de høyereliggende feltene øverst i nedslagsfeltet, vil reguleringen bidra til lavere vannføring i sommerperioden. Trolig vil effekten av reguleringen være størst i slutten av snøsmeltingen, etter at de lavereliggende områdene har smeltet av. På den annen side bidrar også minstevannføringen til at det slippes et visst vannvolum i de aller tørreste periodene. Datagrunnlaget er ikke tilstrekkelig til å si hvorvidt reguleringen har i periodene med lavest vannføring sommerstid, og i hvilken grad de dermed forsterker sommerperioden som flaskehals. Det er imidlertid sannsynlig at reguleringen bidrar til at vannføringen reduseres i flere perioder enn minstevannføringen bidrar med økt vannføring, og dermed at effekten av reguleringen vil være i negativ retning.

## Konklusjon

Totalt sett tilsier analysen av vannføringsforhold at lave vannføringer både om sommer og vinter er sannsynlige flaskehals for smoltproduksjonen i Dirdalselva. Kartlegging av tørrlagte gyteområder og observasjoner av strandete gytegroper tilsier at det må forventes økt eggdødelighet ved lave vintervannføringer. Vintervannføringen vurderes allikevel bare å ha liten til moderat effekt som flaskehals for fiskeproduksjonene, ettersom store deler av gyteområdene fortsatt vil være vanndekt selv ved svært lave vannføringer. Lave sommervannføringer vurderes som en potensielt sterkere flaskehals enn lave vintervannføringer i vassdraget, ettersom fiskens krav til vannføring vil være større i fiskens vekstperioder. Hvilke som har størst betydning vil trolig varere mellom år, avhengig av både hvor lav vannføring som forekommer og varigheten av lavvannsperiodene.

Perioder med lave vannføringer forekommer naturlig i vassdraget, og de vannføringsavhengige flaskehalsene er dermed ikke forårsaket av vassdragsreguleringen. Vannføringsanalysen tilsier også at effekten av reguleringen er størst under snøsmeltingen, men synes å ha mindre effekt på lave vannføringer. Imidlertid er ikke datagrunnlaget tilstrekkelig til å fange opp effekter av reguleringen på lave vannføringer. Det er sannsynlig at vassdragsreguleringen vil resultere i noe redusert vannføring også ved lave vannføring i vassdraget, og dermed bidrar til å forsterke effekten av lavvannsperiodene som flaskehals for fiskeproduksjonen.

## Referanser

- Anon. 2018. Vedleggsrapport med vurdering av måloppnåelse for de enkelte bestandene Østfold-Hordaland. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 11b, 224 s.
- Borsányi, P., Alfredsen, K., Harby, A., Ugedal, O. & Kraxner, C. 2004. A meso-scale habitat classification method for production modelling of Atlantic salmon in Norway. *Hydroécologie Appliquée* 14(1): 119–138.
- Forseth, T. & Harby, A. (red.). 2013. Håndbok for miljødesign I regulerte laksevassdrag. – NINA Temahefte 52. 90 s. <http://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/temahefte/052.pdf>
- Skoglund, H, Wiers, T., Normann, E.S., Lehmann, G.B. & Pulg, U. 2014. Gytefisketelling og kartlegging av habitatforhold for laks og sjøaure i Dirdalselva 2013-2014. LFI-Uni Miljø. Notat 13.08.2014.
- Skoglund, H., Barlaup, B.T., Lehmann G.B., Normann, E.S., Wiers, T., Skår, B., Pulg, U., Vollset, K.W., Velle, G. & Gabrielsen, S.E. 2014. Gytefisketelling og registrering av rømt oppdrettslaks i elver på Vestlandet høsten 2013. LFI-rapport nr. 231.
- Skoglund H., Barlaup B.T., Lehmann G.B., Straume Normann E., Wiers T., Skår B., Pulg U., Vollset K., Velle G., Gabrielsen S.-E. 2015. Gytefisketelling og registrering av rømt oppdrettslaks i elver på Vestlandet høsten 2013. LFI-rapport nr. 230.
- Skoglund, H. Barlaup, B.T., Normann, E.S., Wiers, T., Lehmann, G.B., Skår, B., Pulg, U., Vollset, K.W., Velle, G. Gabrielsen, S.-E. & Stranzl S. 2016. Gytefisketelling og uttak av rømt oppdrettslaks i elver på Vestlandet høsten 2015. LFI Uni Miljø, rapport nr 266. 40 s. [https://uni.no/media/manual\\_upload/LFI\\_266.pdf](https://uni.no/media/manual_upload/LFI_266.pdf).

Skoglund, H., Wiers, T., Normann, E.S., Barlaup, B.T., Lehmann, G.B., Landro, Y., Pulg, U., Velle, G., Gabrielsen, S.-E. & Stranzl, S. 2018. Gytefisketelling av laks og sjøaure og uttak av rømt oppdrettslaks i elver på Vestlandet høsten 2017. LFI Uni Miljø -rapport nr. 310.

Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A. & Skurdal, J. (2011). Atlantic Salmon Ecology. Wiley-Blackwell, 467 pp.

Lien, L., G.G. Raddum, A. Fjellheim & A.Henriksen. 1996. A critical limit for acid neutralizing capacity in Norwegian surface waters, based on new analyses of fish and invertebrate responses. *The Science of the Total Environment* 177: 173-193.



**Appendiks** - Dronebilder fra utvalgte kjente gyteområder (markert med rødt) tatt 18.07.2018. Kommentarene viser vurderinger om hvor utsatt gytegroper vil være for tørrlegging ved lave vintervannføringer.

