

Kartlegging av vanndekt areal og habitatforhold for fisk i Bjoreio, Eidfjordvassdraget



Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske

NORCE Miljø
Nygårdsgaten 112
5008 Bergen

Telefon: 55 58 22 28

ISSN nr: ISSN-2535-6623

LFI-rapport nr: 373

Tittel: Kartlegging av vanndekt areal og habitatforhold for fisk i Bjoreio, Eidfjordvassdraget

Dato: 16.04.2020

Forfattere: Helge Skoglund, Christoph Postler & Espen Olsen Espedal

Kontrollert av:

Oppdragsgiver: Statkraft Energi

Kontaktperson hos oppdragsgiver: Sjur Gammelsrud

Antall sider: 32


Forsidefoto: Øvre del av Bjoreio fra Tveito fra drone (øverst t.v.); Nedre del av Bjoreio og innløp i Eidfjordvatnet fra drone (øverst t.h.); parti fra nedre del av Bjoreio (nederst t.v.), parti fra øvre del av Bjoreio fra drone (nederst t.h.)

Forord

På oppdrag fra Statkraft har Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI) ved NORCE Norwegian Research Centre utført en kartlegging av habitatforholdene i Bjoreio i Eidfjordvassdraget. Hovedfokus for undersøkelsene har vært å danne et bedre faggrunnlag for miljøforholdene for fiskebestandene i vassdraget i forbindelse med det pågående arbeidet med vilkårsrevisjonen i vassdraget. Sjur Gammelsrud har vært ansvarlig kontaktperson i Statkraft, og Rolf Yngvar Jenssen har fulgt opp prosjektet lokalt.

Vi vil takke alle som har bidratt for god innsats og et godt og konstruktivt samarbeid!

Bergen, mars 2020



Helge Skoglund
PhD, prosjektleder

Innhold

Forord.....	3
Sammendrag	5
1.0 Bakgrunn og hensikt.....	6
1.1 Vannføringsforholdene i Bjoreio	6
2.0 Materiale og metoder	10
2.1 Habitatkartlegging.....	10
2.2 Kartlegging av vanddekt areal.....	12
2.3 Vannføringsdata	15
3.0 Resultater	16
3.1 Habitatkartlegging.....	16
3.2 Vannføring i Bjoreio	23
3.3 Oppmåling av vanddekt areal ved ulike vannføringer	25
4.0 Diskusjon	27
4.1 Habitatflaskehalsen for fiskeproduksjon i Bjoreio	27
4.2 Vannføring og vanddekt areal.....	28
5.0 Konklusjon	31
6.0 Referanser	31

Sammendrag

Som en følge av Eidfjord Nord reguleringen ble vannføringen i Bjoreio i Eidfjordvassdraget redusert. I det opprinnelige manøvreringsreglementet for reguleringen ble det gitt et krav om å opprettholde en minstevannføring på 12 m³/s i Vøringfossen i perioden 1. juni-15. september. Det ble ikke gitt krav om minstevannføring resten av året, og lave vannføringer har vært ansett som en flaskehals for bestandene av laks og sjøaure i vassdraget. For å bedre situasjonen for fiskebestandene har det etter tillatelse fra NVE vært prøvd ut midlertidige endringer i manøvreringsreglement i vassdraget fra 2007. Disse har hatt som formål å flytte noe av minstevannføringen fra sommersesongen til perioder med lite vann resten av året. Det er åpnet for vilkårsrevisjon av Eidfjord Nord reguleringen, og for å styrke det faglige grunnlaget for arbeidet med revisjon er det utført en kartlegging av habitatforholdene og av vanndekt areal i Bjoreio.

Bjoreio har en forholdsvis bratt fallgradient (2,9 %), og elven er dominert av elveklassene *stryk* og *kvitstryk*. Elvebunnen er preget av storsteinet bunnsubstrat, dominert av blokk (76 % dekningsgrad) og stein (18 %), og med lavt innslag av grus (< 3 %). Skjulumålinger av elvebunnen tilsier av skjulforhold for ungfisk er middels til gode i store deler av vassdraget. Gjennomsnitt av vektet skjul fra skjulumålingene var 7,1. Det er forholdsvis lite tilgjengelig gytesubstrat (0,7 % av elvearealet), men det finnes gytemuligheter på små partier og «lommer» der det finnes egnet grus og stein spredt i elven. Gytemulighetene kan totalt sett klassifiseres som *lite* til *middels*, og gytehabitat synes å være den største habitatflaskehalsen for fiskeproduksjon i vassdraget. Det anbefales at gyteområdet ved Steinberg bru hølen vedlikeholdes, og at en forsøker å legge ut gytegrus ved Kløvahølen.

Vanndekt areal på den lakseførende elvestrekningen i Bjoreio ble kartlagt ved bruk av drone ved fem ulike tidspunkt og vannføringer. Vanndekt areal ble beregnet å være 83 531 m² ved laveste vannføring (1,2 m³/s ved målested Blåsteinen) og 120 782 m² ved høyeste vannføring (12,1 m³/s ved målested Høl). Målingene viser at vanndekt areal øker forholdsvis raskt i intervallet 1-3 m³/s, for deretter å flate ut ved økende vannføringer. Basert på en modell tilpasset sammenhengen, ble vanndekt areal beregnet å øke med 12,4 % når vannføringen øker fra 1 til 2 m³/s, og med 1,2 % når vannføringen økte fra 11 til 12 m³/s. Kurveforeløpet er ikke kjent for vannføringer lavere enn 1 m³/s, men det kan antas at kurven vil bli brattere ved lavere vannføringer og at en stadig større del av elvearealet da tørrlegges.

Kartleggingen av vanndekt areal tilsier at det er et potensial for å øke ungfiskproduksjon i vassdraget ved å øke vannføringen i vinterperioden. Effekten forventes være størst ved å øke vannføringen i perioden da tilsiget ellers er lavt, og effekten vil trolig vil avta når vannføringer overstiger om lag 2-3 m³/s. Hvor stort vannvolum som bør slippes og ønsket vannføringsmål på den lakseførende strekningen bør ses i sammenheng med tilgjengelig vannvolum for slipp. En høyere vannføring kan enten økes ved å øke vannslippet om vinteren, eller ved at den tilgjengelige vannmengden slippes fleksibelt avhengig av det øvrige tilsiget i vassdraget. En reduksjon i vannføring fra 12 til 11 m³/s synes å ha liten effekt på vanndekt areal, og tilsier at positive effekten ved å øke vannføringen vinterstid vil overstige den negative effekten av å redusere minstevannføringen sommerstid.

1.0 Bakgrunn og hensikt

Eidfjord Nord reguleringen ble fastsatt ved Kongelig resolusjon av 18. mai 1973 og Kongelig resolusjon av 4. juni 1976, og medførte blant annet at større deler av feltene til Bjoreio i Eidfjordvassdraget ble fraført til Sima kraftstasjon med utløp i Simadalsfjorden. Reguleringen har medført at om lag 74 % av det opprinnelige nedbørfeltet til Bjoreio ved utløpet i Eidfjordvatnet er fraført (Paulsen 2000). I det opprinnelige manøvreringsreglementet for reguleringen ble det gitt et krav om å opprettholde en minstevannføring i Vøringfossen på 12 m³/s i sommersesongen. Det ble imidlertid ikke gitt krav om minstevannføring resten av året. Det ble påpekt at fravær av minstevannføring i vinterperioden kunne være en flaskehals for laks og sjøaure i vassdraget (Jensen m.fl. 2004; Skoglund m.fl. 2007, 2012, 2019). For å bedre leveforholdene for fisk i vassdraget har det siden 2007 vært utprøvd ulike alternative vannføringsregimer i vassdraget. Dette har blitt gjennomført ved at NVE har gitt tillatelse til midlertidige endringer i manøvreringsreglementer i vassdraget. Disse har hatt som formål å flytte noe av minstevannføringen fra sommersesongen til perioder med lite vann resten av året. Hvor mye vann som har blitt sluppet og periodene for vannslipp har variert under de ulike prøvereglementene. I hele perioden har det vært utført fiskebiologiske undersøkelser som dokumenterer at økt vannføring om vinteren har bidratt til at færre gytegrøper tørrlegges, noe som igjen har bidratt til økt eggoverlevelse hos laks og sjøaure (Skoglund m.fl. 2019).

Det er åpnet for at vilkårene i Eidfjord Nord reguleringen kan revideres innen 2022. I forbindelse med arbeidet med høring for det gjeldende midlertidige manøvreringsreglementet kom det blant annet innspill om at det burde gjennomføres mer detaljerte kartlegginger av habitatforholdene, samt en kartlegging av vanndekket areal på ulike vannføringer i vassdraget. På bakgrunn av dette har NORCE LFI utført habitatkartlegging og kartlegging av vanndekt areal på oppdrag fra Statkraft. Habitatkartleggingen ble utført i henhold til metodene beskrevet i «Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag» (Forseth & Harby 2013). Kartlegging av vanndekt areal ble utført ved å utarbeide ortofoto på ulike tidspunkt ved bruk av drone. Dronekartlegging ble valgt ettersom den bratte gradienten og det høye innslaget av store blokker (høy ruhet) gjør det vanskelig å tilpasse en hydraulisk modell til vassdraget. Kartlegging av vanndekt areal hadde til hensikt å beskrive vanndekkede arealer ved både sommer- (ca. 11-12 m³/s ved Høl) og vintervannføring (ca. 1 m³/s, 2 m³/s og 3 m³/s). I tillegg skulle det gjøres en vurdering av effekten av å redusere vannføringen fra 12 til 11 m³/sek i Vøringfossen i perioden 1.6-15.9.

1.1 Vannføringsforholdene i Bjoreio

Vannføringen på den lakseførende strekningen i Bjoreio bestemmes av det som til enhver tid slippes fra Sysendammen og/eller fra inntakslukene i Bjoreio ved Storlia og fra Isdal, samt resttilsaget som kommer inn på elvestrekningen nedstrøms inntakene og Sysendammen. En oversikt over krav til vannføring i Bjoreio basert på de originale konsesjonsvilkårene (frem til 2007), og de ulike periodene med midlertidige endringer i manøvreringsreglement er gitt i Tabell 1. Frem til 2007 ble det sluppet vann fra Sysendammen for å overholde minstevannføringen i perioden 1. juni – 15. september. I perioden 15. september til 1. juni var det ingen krav til minstevannføring, men i perioden 2004-2007 slapp Statkraft opp til 0,3 m³/s fra Sysendammen som et frivillig tiltak i spesielt tørre perioder (Skoglund m.fl. 2007). Gjennom en midlertidig endring i manøvreringsreglementet fikk Statkraft fra 2007 tillatelse til å redusere vannføringen i minstevannføringsperioden fra 12 til 11,5 m³/s, mot at den tilsvarende samlede vannmengden ble sluppet i vinterperioden. I perioden 2007-2011 ble det sluppet 0,5 m³/s vann i fra Sysendammen i perioden 15. desember-31. mars, mens det i 2011-2013 ble

sluppet en vannføring på 0,45 m³/s i perioden 1. desember-13. april. En evaluering tilsa at vannslippet i denne størrelsesorden var positivt, men ikke tilstrekkelig for å unngå kritisk lave vannstander i tørre perioder på vinteren (Skoglund m.fl. 2012, 2015). I tillegg ble det anbefalt å innføre et vannføringsregime som sikrer en tilstrekkelig vannføring i hele perioden uten minstevannføring fra 15. september – 1. juni.

Fra 2014 ble minstevannføringen om sommeren redusert til 11 m³/s, mens vannslippet om vinteren ble økt til 0,7 m³/s i perioden 15. november-14. april. Fra 2018 ble ordningen også utvidet til å omfatte en minstevannføring på 1,5 m³/s ved Høl i perioden 15. september-15. november, samt fra 14. april-1. juni. I tillegg så åpner dette manøvreringsreglementet for at vannføringen i korte perioder kan gå inntil 1 m³/s under 11 m³/s i perioden 01.06-15.09 så lenge gjennomsnittlig vannmengde ved Høl, målt som middel over 6 timer, ikke underskrider 11 m³/s. Dette resulterer i at en kan tappe mindre vann fra Sysendammen for til enhver tid holde vannføringen over minstevannføringen nede ved Vøringsfossen. Det siste manøvreringsreglementet skal gjelde frem til vilkårsrevisjonen er avsluttet.

Tabell 1. Oversikt over krav til vannføring i Bjoreio i ulike år og ulike perioder. Målested angir hvor kravet for vannføring skal måles, og er enten ved Høl ovenfor Vøringsfossen, eller ved slippunkt ut av Sysendammen.

År	Periode	Krav til vannføring	Målested
Frem til 2007:	01.06-15.09	12 m ³ /s	Høl (Vøringsfossen)
	15.09-01.06	Ingen	-
2007-2011	01.06-15.09	11,5 m ³ /s	Høl (Vøringsfossen)
	15.09-15.12	Ingen	-
	15.12.-31.03	0,5 m ³ /s	Sysendammen
	01.04-01.06	Ingen	-
2011-2013	01.06-15.09	11,5 m ³ /s	Høl (Vøringsfossen)
	15.09-01.12	Ingen	-
	01.12.-13.04	0,4 m ³ /s	Sysendammen
	13.04-01.06	Ingen	-
2014-2018	01.06-15.09	11 m ³ /s	Høl (Vøringsfossen)
	15.09-15.11	Ingen	-
	15.11-14.04	0,7 m ³ /s	Sysendammen
	14.04-01.06	Ingen	-
2018- vilkårsrevisjon	01.06-15.09	11 m ³ /s	Høl (Vøringsfossen)
	15.09-15.11	1,5 m ³ /s	Høl (Vøringsfossen)
	15.11-14.04	0,7 m ³ /s	Sysendammen
	14.04-01.06	1,5 m ³ /s	Høl (Vøringsfossen)

1.2 Om lakseproduksjon og habitatflaskehals

Laks og sjøaure har ulike krav til habitatforhold gjennom livssyklusen. En rekke studier har i den senere tid påpekt at den romlige fordelingen av egne habitatforhold for ulike livsstadier kan ha stor effekt på vassdragets bærekapasitet for fiskeproduksjon. Særlig viktig anses tilgangen til gyteområder for voksen fisk og skjulforhold for ungfisk. Nedenfor er det gitt en kort beskrivelse av sammenhengen mellom gyteområder, skjul og produksjon. Det faglige grunnlaget for dette har blitt oppsummert i Aas et al. (2011), og er sammenfattet i Forseth & Harby (2013). Det henvises til disse for ytterligere

informasjon og referanser. Mye av det faglige grunnlaget er basert på laks, men hovedtrekkene antas å være gjeldende også for aure.

1.2.1 Gyteområder

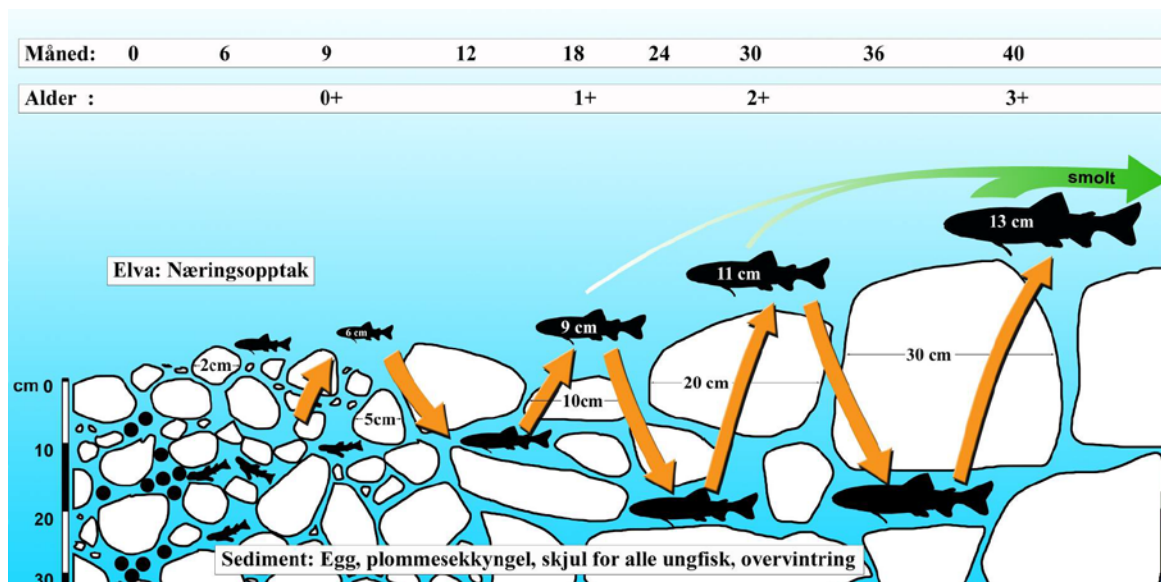
Laks og sjøaure gyter ved at eggene graves porsjonsvis ned i elvegrusen i såkalte «gytegroper». Det er hunnfisken som graver ut gytegroppen, og en hunnfisk kan fordele eggene i flere groper. Områder med gyteaktivitet kan ofte ses som et lysere felt med omrørt grus etter gyteperioden.

Laksefisk stiller strenge krav til valg av gyteplass, der sammensetningen av bunnssubstrat, vanddyb og vannhastighet synes å være de viktigste fysiske faktorene. Typisk finnes gyteområdene på forholdvis grunne deler av elven (0,3-0,7 m, men også dypere) hvor elvebunnen består av grus og små stein, og på partier med akselererende vannhastighet (0,3-0,6 m/s). Utløpsområder («brekk») av kulper er ofte gode gyteområder. Fiskestørrelse spiller også en rolle, ettersom stor fisk gjerne benytter grovere grus og stein og større dyp enn mindre fisk. Som en følge av dette ser en også at laksen ofte gyter på dypere områder og på grovere substrat enn det auren gjør, men i praksis overlapper laksen og auren i stor grad og gyter ofte på de samme områdene. Det strenge kravet til valg av gyteplass resulterer i at det i mange tilfeller kun er et fåtall plasser i elven som har egnede forhold for gyting. Hvor slike områder finnes, vil være avhengig av både geologiske (sedimenttilførsel) og hydrauliske forhold (vannhastighet og sediment-transport) i vassdraget.

Fordeling og størrelse av gyteområder i vassdraget har stor betydning for rekruttering og produksjon av lakseunger. De første ukene etter at yngelen har brukt opp plommesekken og kommer opp av grusen for å starte næringsopptak, er ofte en flaskehals for overlevelse hos laks og aure. Yngelen etablerer tidlig territorier som forsvarer aggressivt mot inntrengere. Dette resulterer i en sterk tetthetsavhengig dødelighet. Yngel som kommer tidlig opp av grusen vil ofte etablere territorier først i området i nærheten av gytegroppen. De som taper i konkurransen om territorier blir fortrent (ofte nedstrøms), og vil ha langt dårligere overlevelsesmuligheter. Dette resulterer i at fordelingen av yngelen i tidlig livsfase ofte er «klumpet» i nærheten av gyteområdene.

1.2.2 Skjulforhold for ungfisk

Etter å ha overlevd den første kritiske yngelfasen, vil overlevelse og vekst hos ungfisk (parr) frem til smoltstadiet være avhengig av både næringstilgang og habitatforhold. Lakseparr foretrekker ofte grunne partier med hurtigrennende vann, men kan også finnes på sakteflytende og dypere elvepartier. I de senere årene har flere studier fremhevet viktigheten av skjulområder for å kunne hvile og å unngå predasjon, og dette har vist seg å være et viktig element for overlevelse og produksjon av ungfisk (Finstad et al. 2009, Figur 1). Ungfisken finner som regel skjul i hulrom mellom steiner eller i vegetasjon og andre fysiske strukturer på elvebunnen. Tilgangen til skjulmuligheter i hulrom er sterkt knyttet til kornstørrelse og sammensetningen av bunnssubstratet. Det er hovedsakelig blokker og stein som gir gode skjulforhold, særlig for eldre ungfisk av laks og aure, mens områder som er dominert av grus og sand vanligvis gir få muligheter til å skjule seg. I tillegg kan ungfisk finne skjul i tilknytning til vannvegetasjon, trær og andre strukturer i vannet.



Figur 1. Prinsippskisse for hvordan ulike livsstadier hos ungfisk hos laks og aure benytter bunnssubstratet (skisse utviklet av Ulrich Pulg).

1.2.3 Habitatflaskehals og begrensende faktorer

Et vassdrags potensial for produksjon av laks og aure påvirkes i stor grad av de fysiske habitatforholdene, og hvordan habitatressurser for ulike livsstadier er fordelt innad i vassdraget (se Einum & Nislow 2011). Vekst og overlevelse hos ungfisk vil være avhengig av bestandstetthet. Dersom antall fisk er høyere enn ressurstilgangen vil vekst og/eller overlevelse reduseres, slik at bestandsstørrelsen tilpasses bæreevnen. Vi sier da at bestanden har gått igjennom en tetthetsavhengig flaskehals. Ettersom lakse- og aureyngelen har begrenset evne (eller motivasjon) til å spre seg, vil mengden og fordeling av gytehabitat i stor grad være bestemmende for hvor mye yngel som vil rekrutteres til et område. Dersom mengden gytehabitat på et område er liten, og avstanden til nærmeste gyteområde er stor, vil mengden yngel som tilføres et område kunne bli for lavt til at områdets potensiale for ungfiskproduksjon (bæreevne) blir utnyttet. Vi sier da at tilgang til gyteområder er en begrensende ressurs, og dermed en flaskehals for fiskeproduksjonen. Hvor mange yngel som overlever frem til smoltstadiet vil på sin side være avhengig av både mengden og kvaliteten på oppveksthabitatet. For lakseparr er tilgang til skjul regnet som den viktigste begrensende ressursen, og dermed habitatflaskehals for parr. En ideell lakseelv har gyteområder som er godt fordelt innad i elven og som i tillegg har god tilgang til skjulområder i nærheten av gyteplassene.

2.0 Materiale og metoder

2.1 Habitatkartlegging

Kartleggingen omfattet Bjoreio fra vandringshinderet ved Tveitafossen og ned til Eidfjordvatnet. Kartleggingen ble utført 9-10. april 2019 og ble gjennomført med utgangspunkt i metodene beskrevet i Forseth & Harby (2013). Fremgangsmåten er noe modifisert for å tilpasses forholdene i vassdraget. Arbeidet ble utført ved at en person iført snorkleutstyr og tørrdrakt utførte observasjoner under vann, mens en person på land noterte ulike habitatparametere på skjema og kart. Det ble brukt GPS for å stedfeste ulike interessepunkter. I tillegg ble hele vassdraget fotografert med drone (se nedenfor). Dronebilder komplimenterer den fysiske kartleggingen ved snorkling.

Innenfor elvestrekninger (30-100 m) som har forholdsvis like fysiske forhold (mesohabitatnivå) med tanke på strøm og bunnforhold, ble følgende habitatparametere registrert:

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 vanddybde (Tabell 2). Overflaten regnes som turbulent når overflatebølgene er større enn 5 cm, helningsgrad regnes som bratt ved over 4 % helning, vannhastighet som hurtig dersom den overstiger 0,5 m/s og vanddybde over 0,7 m som dypt. Ved kartleggingen har det vært satt søkelys på å få frem de overordnede elvetypene og skiftninger i disse. Grenseverdiene for vanddybde og vannhastighet ble skjønnsmessig vurdert på stedet, ettersom disse uansett vil variere mye med vannføringen. Ulike mesohabitatklasser slås deretter sammen i mer forenklede elveklasser: *Glattstrøm* (mesohabitat typer A+B1+B2), *kulp* (C), *grunnområde* (D), *stryk* (H+G1+G2) eller *kvitstryk* (E+F).

Tabell 2. Oversikt over klassifisering av mesohabitat og elveklasser 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	Meso- habitat	Elveklasse	
Avgjørelse	Glatt/Små riller	Bratt	Hurtig	Dyp	A	Glattstrøm	
				Grunn			
			Sakte	Dyp			
			Grunn				
		Moderat	Hurtig	Dyp	B1		
				Grunn	B2		
	Sakte	Dyp	C	Kulp			
		Grunn	D	Grunnområde			
	Turbulent, brutt/ubrut te stående bølger	Bratt	Hurtig	Dyp	E	Kvitstryk	
				Grunn	F		
			Sakte	Dyp			
			Grunn				
Moderat		Hurtig	Dyp	G1	Stryk		
			Grunn	G2			
Sakte	Dyp						
	Grunn	H					

Substrat ble klassifisert innenfor hvert mesohabitatområde ved at dekningsgraden (% av overflatearealet av elvebunnen) av ulike substratkategorier ble estimert: Mudder (organisk finsediment), sand (<1 mm), grus (1-64 mm), stein (64-384 mm), blokk (> 384 mm) og fast fjell.

Skjulforhold for ungfisk ble målt ved å utføre skjulmålinger på utvalgte steder hvor substratforholdene var representativt for ulike substratkategorier. Dette gjøres ved å måle hvor mange ganger en 13 mm tykk plastslange kan føres inn i hulrom mellom steiner innenfor en stålramme på 0,25 m². Størrelsen på hulrommene bestemmes ut ifra hvor langt inn slangen kan stikkes, og deles inn i tre skjulkategorier: S1: 2-5 cm, S2: 5-10 cm og S3: >10 cm. For at skjulmålingene skal gjøres så representative som mulig med tanke på substratsammensetningen innenfor et område, foretas skjulmålinger i transekt ved at metallrammen kastes ut på «tilfeldige» punkt i elven innenfor et område med forholdsvis likt substratforhold. I hvert transekt ble det gjort målinger på ett punkt ved elvebredden, ett punkt på delvis ute, og et punkt nær midten av elveleiet. Vektet skjul (S) ble deretter funnet ved å beregne gjennomsnittet av skjulmålingene for hver av de tre målingene etter følgende sammenheng:

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

Med utgangspunkt i verdiene for vektet skjul klassifiseres skjulforholdene som svært lite (< 1), lite (1-5), middels (5-10), mye (10-15) og svært mye (>15).



Skjulforhold for ungfisk måles ved å kvantifisere antall og størrelse på hulrom i elvebunnen med en plastslange (substrat-o-meter) innenfor en rute på 0,25 m². Slangen er markert med røde markører som brukes til å måle størrelsen (dybde) av hulrommene. Eksempel på skjulmålinger i substrat med mye fin grus og sand hvor det ikke finnes hulrom, og dermed svært lite skjul (t.v.), og i substrat med stein/blokk som gir mye skjul (t.h.). Bildene er illustrasjoner og ikke fra kartlegging i Bjoreio.

Gyteområder ble kartlagt basert både på undervannsobservasjoner av bunnforholdene ved snorkling, og erfaringsmessig kjennskap til laksens krav til gytehabitat. De viktigste kriteriene vil være substratforhold, vannhastighet og vanddyb. Områder som tidligere har vært benyttet til gyting vil ofte kunne ses ved at substratet er lysere og annerledes enn substratet rundt. I mange tilfeller kan en også se rester av gytegroper som en «dyneform» på elvebunnen.

Gyteforholdene klassifiseres ut fra hvor stor andel av det totale elvearealet som er tilgjengelig for gyting, samt hvor stor avstand det er mellom gyteområdene. Arealene beregnes ut fra ArcGIS, basert

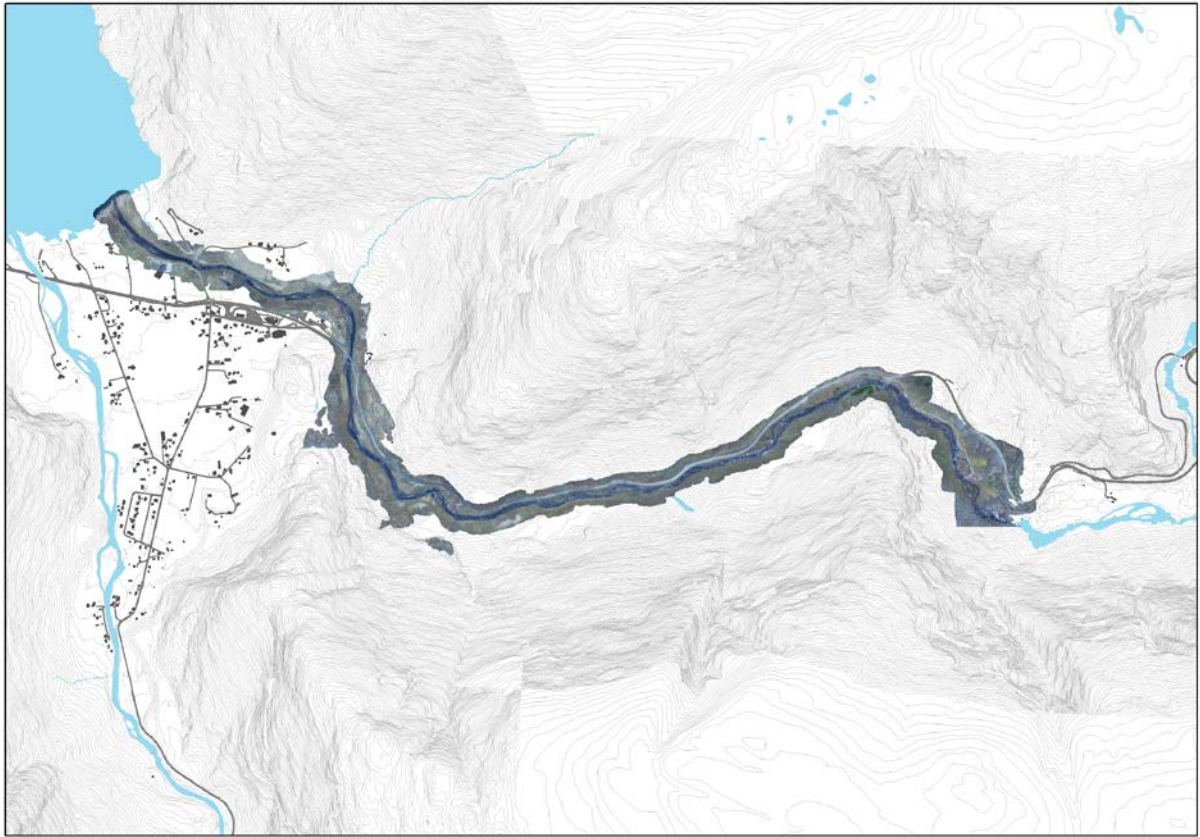
på inntegninger fra skisser under kartlegging og avmerking fra GPS. Arealene er derfor ikke basert på direkte oppmåling, og må derfor ses på som tilnærmete størrelser og ikke eksakte arealer. Mengden gytehabitat klassifiseres som lite dersom det utgjør <1 % av det totale elvearealet på strekningen, moderat ved 1-10 % og mye dersom mer enn 10 % av det totale elvearealet er tilgjengelig for gyting. Avstanden mellom gyteområder anses som stor ved over 500 m avstand, moderat ved 200-500 m og liten ved avstander kortere enn 200 m (Tabell 3).

Tabell 3. System for klassifisering av gytehabitat basert på gytearealenes størrelse (innenfor hvert segment) og spredning (gjennomsnittlig avstand mellom gytehabitat, på tvers av segmenter). Grenseverdiene for lite, moderat og mye gytehabitat er foreløpige, og kan bli justert når det foreligger flere erfaringstall fra norske vassdrag. Fra Forseth & Harby (2013).

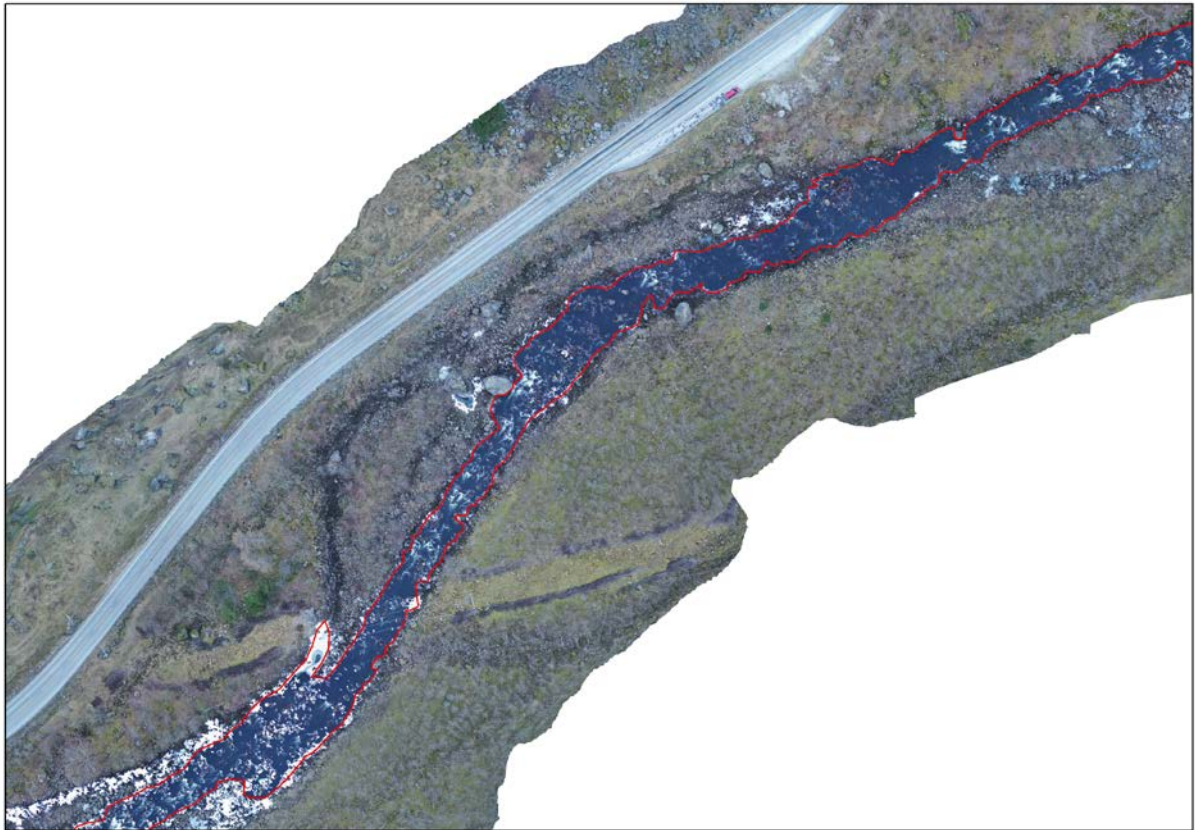
		Mengde av gytehabitat som % av elveareal		
		Lite (<1 %)	Moderat (1-10 %)	Mye (>10 %)
Avstand mellom gytehabitat (på tvers av segment)	Stor (> 500 m)	Lite	Lite	Moderat
	Moderat (200-500 m)	Lite	Moderat	Mye
	Liten (< 200 m)	Moderat	Mye	Mye

2.2 Kartlegging av vanddekt areal

Vanddekt areal ble kartlagt på hele den lakseførende strekningen i Bjoreio ved bruk av drone ved syv forskjellige datoer (15.08.2018, 27.11.2018, 28.03.2019, 09.04.2019, 10.04.2019, 03.09.2019 og 23.09.2019). Det ble benyttet en DJI Phantom 3 Professional ved fem av anledningene og DJI Phantom 4 RTK ved to av datoene. Dronen ble styrt over hele prosjektområde og bilder ble tatt fra forskjellige høyder, retninger og vinkler. I tillegg ble det målt opp kontrollpunkter med differensiell GPS (Trimble R6). Dronebilder og kontrollpunkter ble prosessert med «structure from motion» applikasjon (Agisoft Metashape Professional 1.5.3). Med dette programmet ble det laget georefererte ortofoto av prosjektområdet (Figur 2). Ved to av tidspunktene (09.04.2019 og 10.04.2019) var bildekvaliteten ikke tilstrekkelig for å lage georefererte bilder, og bildene fra disse to datoene kunne derfor ikke benyttes. Vanddekt areal ble deretter målt opp ved å tegne av det vanddekte areal som shapefiler ved bruk av ArcGis 10.5.1 (Figur 3). Alle droneoperasjoner ble utført i henhold til forskriftene for fjernstyrte flysystemer kategori RO1 som definert av Luftfartstilsynet.



Figur 2. Bilder fra drone settes sammen for å lage et sammenhengene ortofoto av elven.



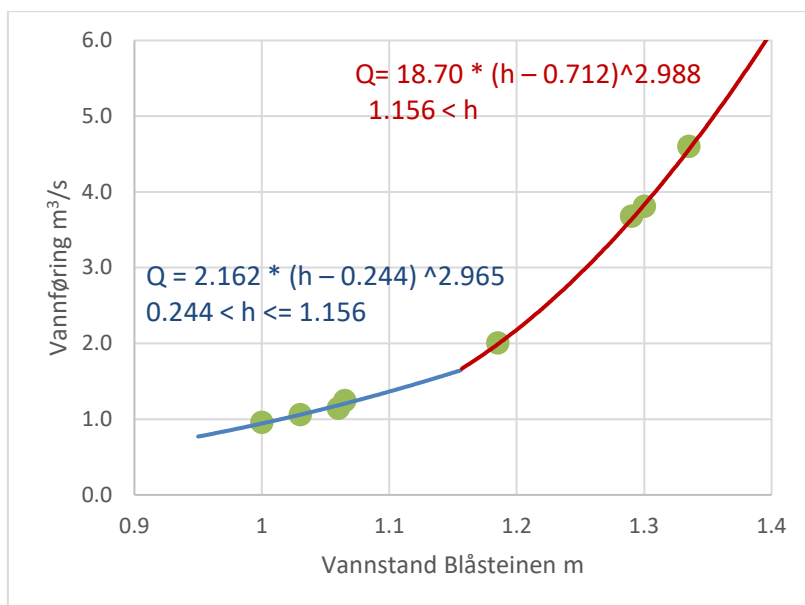
Figur 3. Eksempel på oppmåling av vanddekket areal basert på ortofoto generert fra dronekartlegginger den 27.11.2018 (øverst) og den 03.09.2019 (nederst).

2.3 Vannføringsdata

Vannføringen i Bjoreio måles kontinuerlig ved Høl like oppstrøms Vøringsfossen, som er målepunktet som benyttes for å kontrollere minstevannføring i Bjoreio i perioden 1. juni-15. september. Målestasjonen er usikker ved lave vannføringer, og påvirkes også av isoppstuing vinterstid.

For å få mer presise vannføringsmålinger ved lave vintervannføringer etablerte Statkraft i 2004 en vannstandslogger Skarsenden, som er i den øvre delen av den lakseførende strekningen i Bjoreio. Denne var i drift i perioden 2004-2011. Det ble etablert en kalibreringskurve for sammenhengen mellom vannstand-vannføring i intervallet 0,02-1 m³/s. På grunn av oppstuing av is har registreringene her vært noe usikre i deler av vinterperioden, og loggeren har også vært ustabil i drift i kalde vinterperioder. Fra 2011 ble loggeren ved Skarsenden faset ut, og en ny ble etablert ved Blåsteinen i Bjoreio. Loggeren driftes av Statkraft. Det er nylig etablert en vannføringskurve for vannføringer < 6 m³/s (Figur 4).

For å relatere oppmålt vanndekt areal fra dronekartleggingen ble det benyttet vannføringer fra Blåsteinen i perioden når vannføringen var innenfor kalibreringsområdet for vannføringskurven ved Blåsteinen, og data fra Høl når vannføringen var høyere enn dette.



Figur 4. Sammenheng mellom vannstand og vannføring ved vannstandsloggeren ved Blåsteinen i Bjoreio. Sammenhengen er todelt og usikkerheten øker betydelig når vannstanden overstiger 1,4 m. De grønne punktene angir målinger av vannføring som sammenhengen er basert på. Data oppgitt fra Statkraft.

3.0 Resultater

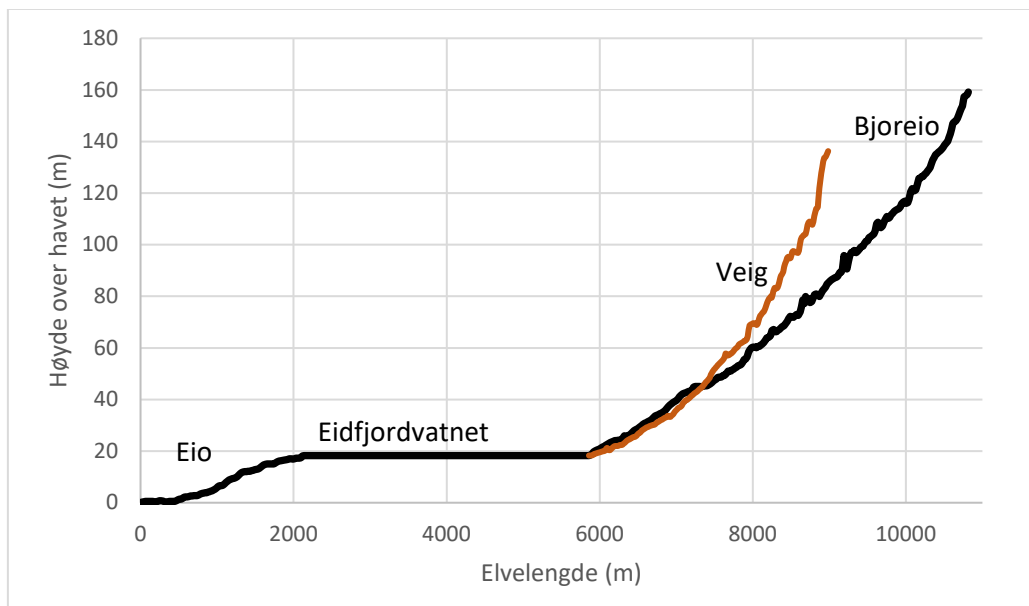
3.1 Habitatkartlegging

Den lakseførende elvestrekingen i Bjoreio omfatter en 5 km lang strekingen fra Eidfjordvatnet og opp til Tveitafossen. Den øverste strekingen er svært bratt og består utelukkende av fjell og store blokker, og det er usikkert om fisk kan vandre opp dette stykket. Strekingen er også helt tørrlagt i perioder når vannføringen i elven er lavere enn slukeevnen til Tveitafossen kraftverk. Det høyeste punktet hvor det er observert fisk er i kulpen som ligger 150 m nedstrøms selve Tveitafossen, og dette betraktes som øverste del av den lakseførende strekingen i denne sammenhengen. Fra øvre del av den lakseførende strekingen og ned til Eidfjordvatnet har elven et fall på totalt 143 m, noe som utgjør en fallgradient på 2,9 %. Tilsvarende er fallgradienten 0,8 % på den lakseførende strekingen i Eio og 3,7 % i Veig. Fallgradienten i Bjoreio og Veig må betegnes som forholdvis bratt sammenliknet med mange andre norske lakseførende vassdrag. Elven er brattest i øvre del og fallgradienten avtar noe i nedre del mot Eidfjordvatnet (Figur 5).

I presentasjon av ulike habitatvariabler har vi delt inn den lakseførende elvestrekingen i Bjoreio i fem segment som hvert er 1 km lange.



Øverste del av den lakseførende strekingen i Bjoreio. Når vannføringen er lavere enn slukeevnen til Tveitafoss kraftverk ($4,1 \text{ m}^3/\text{s}$) går hele vannføringen kraftverket, og selve fossen og den naturlige elvestrekingen ned til «øverste kulp» er da tørrlagt. Øverste kulp kan regnes som vandringshinder for praktiske formål.

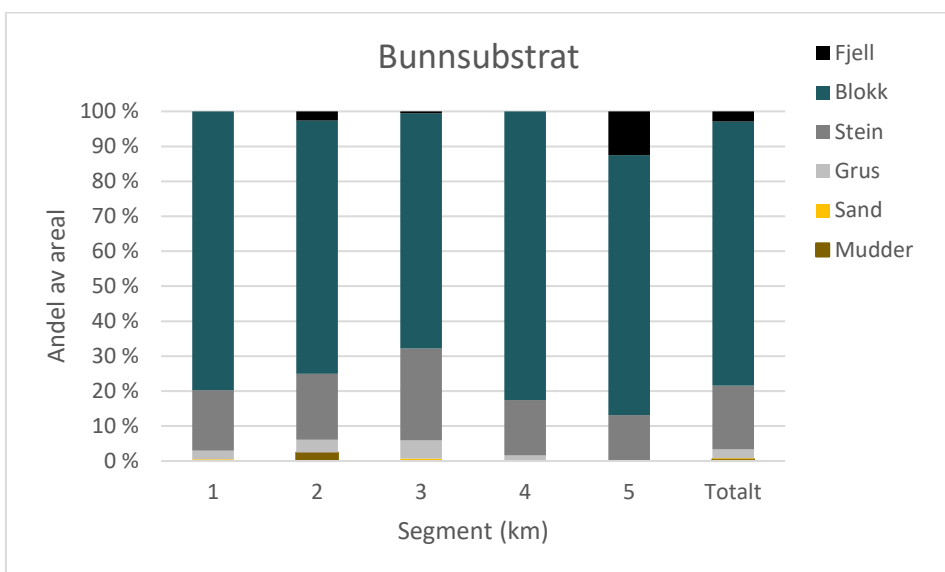
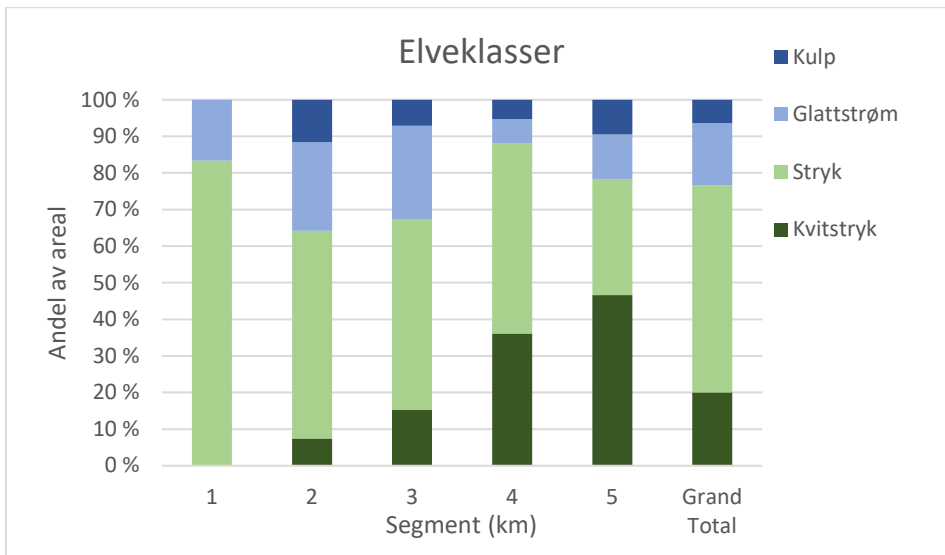


Figur 5. Høydeprofil for de lakseførende elvestrekningene i Eidfjordvassdraget.

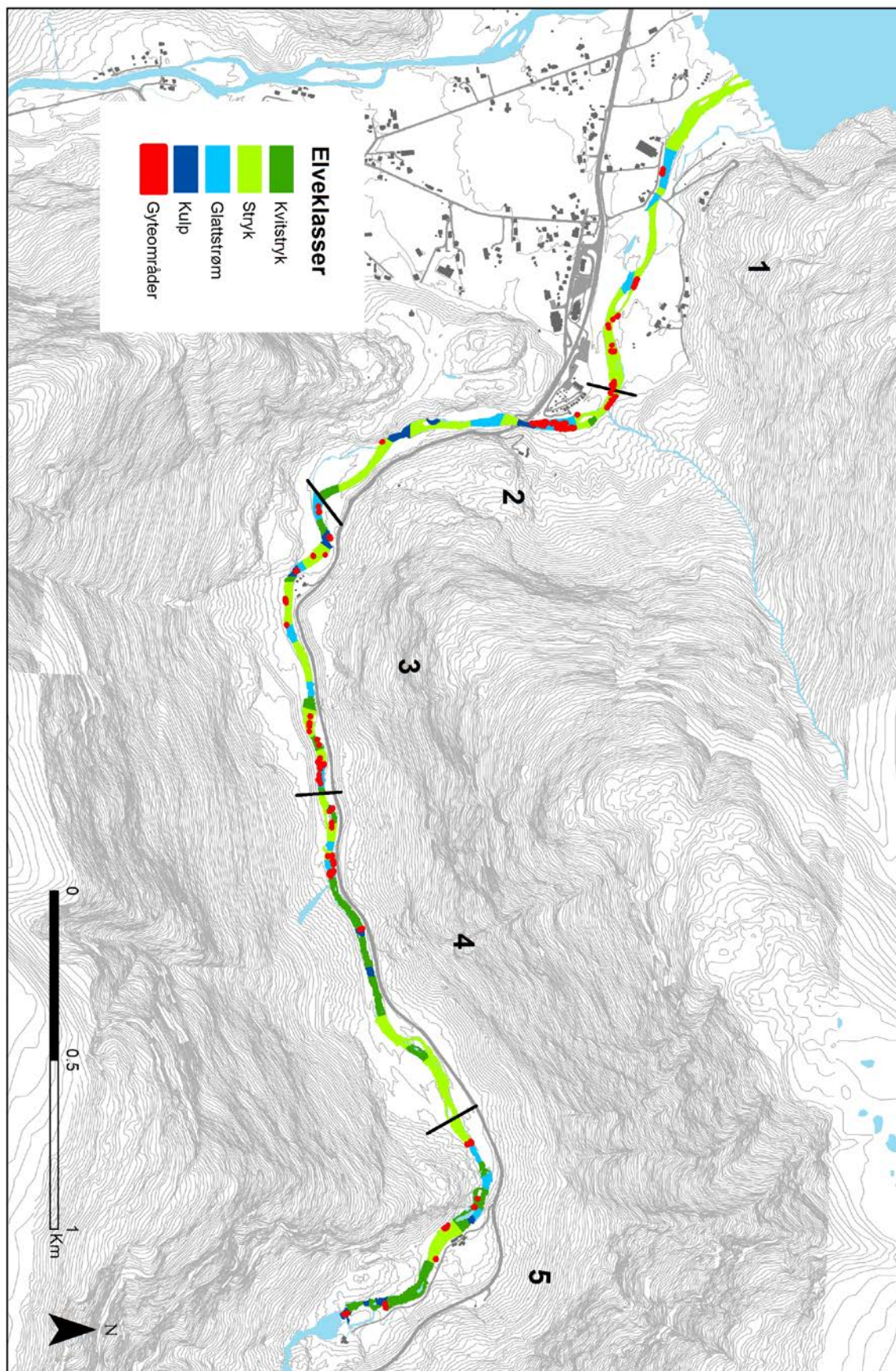
3.1.1 Elveklasser, mesohabitat og substratsammensetning

Fordelingen av elveklasser, mesohabitat og substratsammensetning i Bjoreio gjenspeiler den bratte fallgradienten i vassdraget. Elven er dominert av elveklassene *stryk* (mesohabitatklasse G1 og G2), og *kvitstryk* (E og F). Innslag av *kvitstryk* øker oppover vassdraget i takt med den økende fallgradienten. Elveklassene *kulp* og *glattstrøm* (mesohabitatklasser C, B1 og B2) finnes spredt på elvestrekningen. En skjematisk oversikt over sammensetning av elveklasser er vist på Figur 6 og i kart i Figur 7.

Kornfordelingen i elvebunnen er dominert av *blokk*, som utgjør over 76 % målt som dekningsgrad, etterfulgt av *stein* (18 %), *grus* (3 %) og *fjell* (3%), mens finsedimenter i form av *sand* og *mudder* utgjør <1% (Figur 6). Kornfordelingen i bunnsubstratet synes å være forholdsvis likt nedover elvestekningen.



Figur 6. Fordeling av ulike elveklasser (øverst), og substratklasser (nederst) basert på andelen de utgjør av elvearealet i Bjoreio. Fordelingen av ulike kategorier er angitt for ulike 1 km lange segmenter, der segment 1 er nederst og segment 5 øverst.

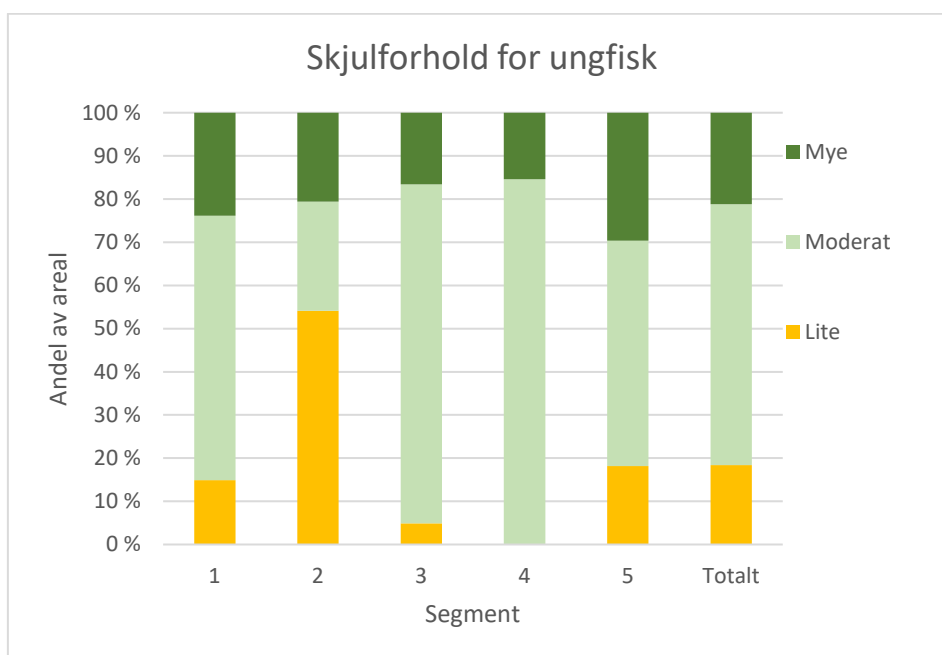


Figur 7. Oversikt over fordeling av ulike elveklasser, samt gyteområder i Bjoreio. Tallene angir de ulike elvesegmentene.

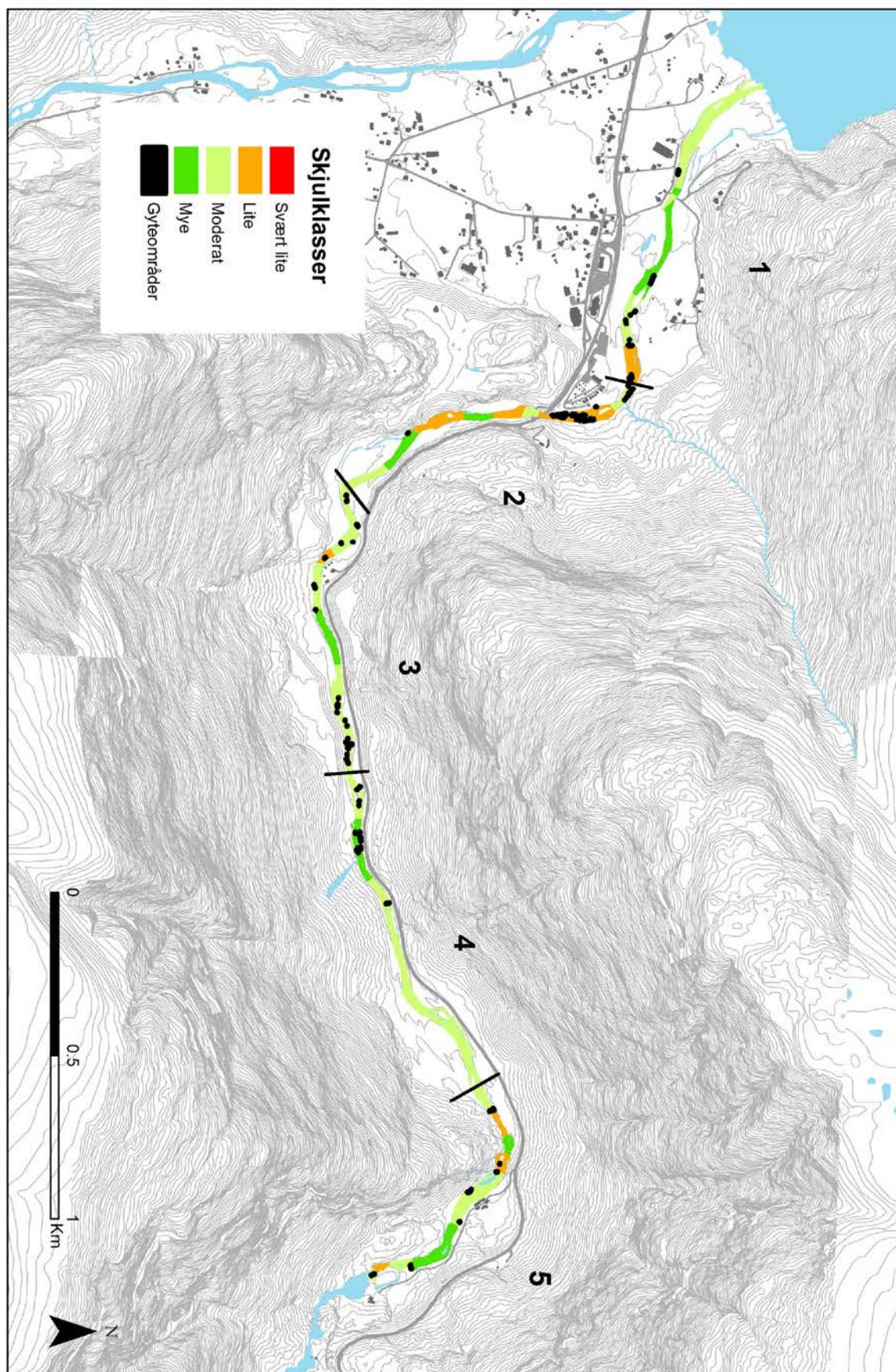
3.1.2 Skjulforhold for ungfisk

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 mindre 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.

I Bjoreio resulterer det storsteinete bunnsubstratet i moderat til gode skjulforhold for ungfisk i store deler av elven (Figur 8). Gjennomsnitt av vektet skjul fra skjulmålingene var 7,1. I partiene med store blokker er det ofte god tilgang til dype hulrom i substratet (dvs > 10 cm), men ettersom avstanden mellom hulrommene da ofte blir lenger vil skjulverdiene totalt sett bli lavere enn i deler av elven hvor en finner mindre blokker og store stein. Det var noe mindre forskjeller i skjulforhold i ulike deler av elven, men ingen systematiske forskjeller i ulike deler av vassdraget (Figur 9). I tillegg til bunnsubstrat så kan fisken finne skjul i mose, vannvegetasjon og andre strukturer i elvebunnen.



Figur 8. Klassifisering av skjulforhold på ulike segmenter, og totalt i Bjoreio basert på verdier for vektet skjul fra skjulmålinger i Bjoreio.



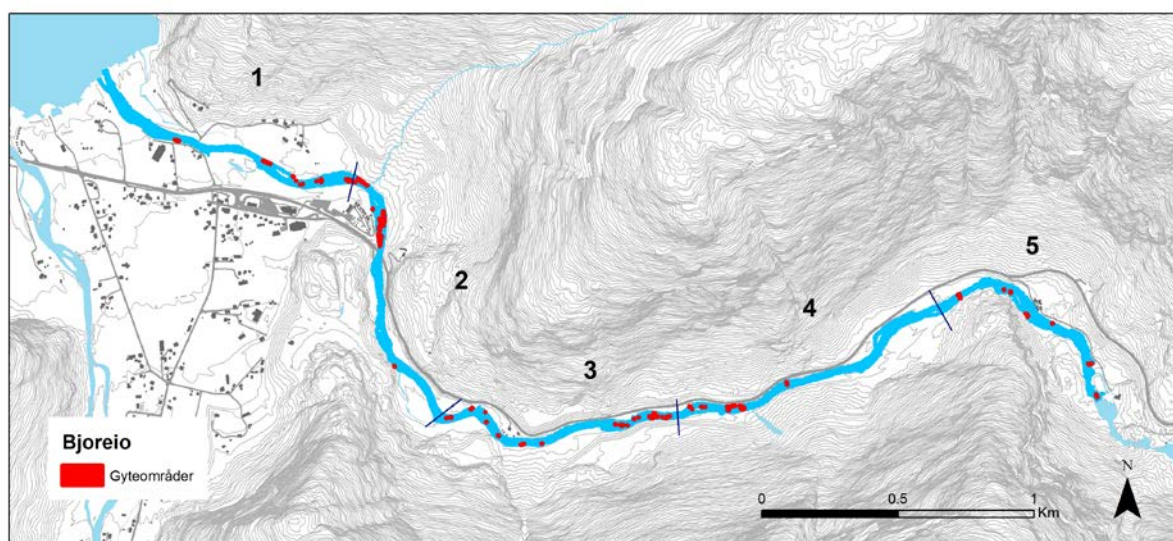
Figur 9. Oversikt over skjulforhold for ungfisk i Bjoreio basert på klassifiseringer av vektet skjulverdier fra skjulmålingene. Tallene angir de ulike elvesegmentene.

3.1.3 Gyteområder

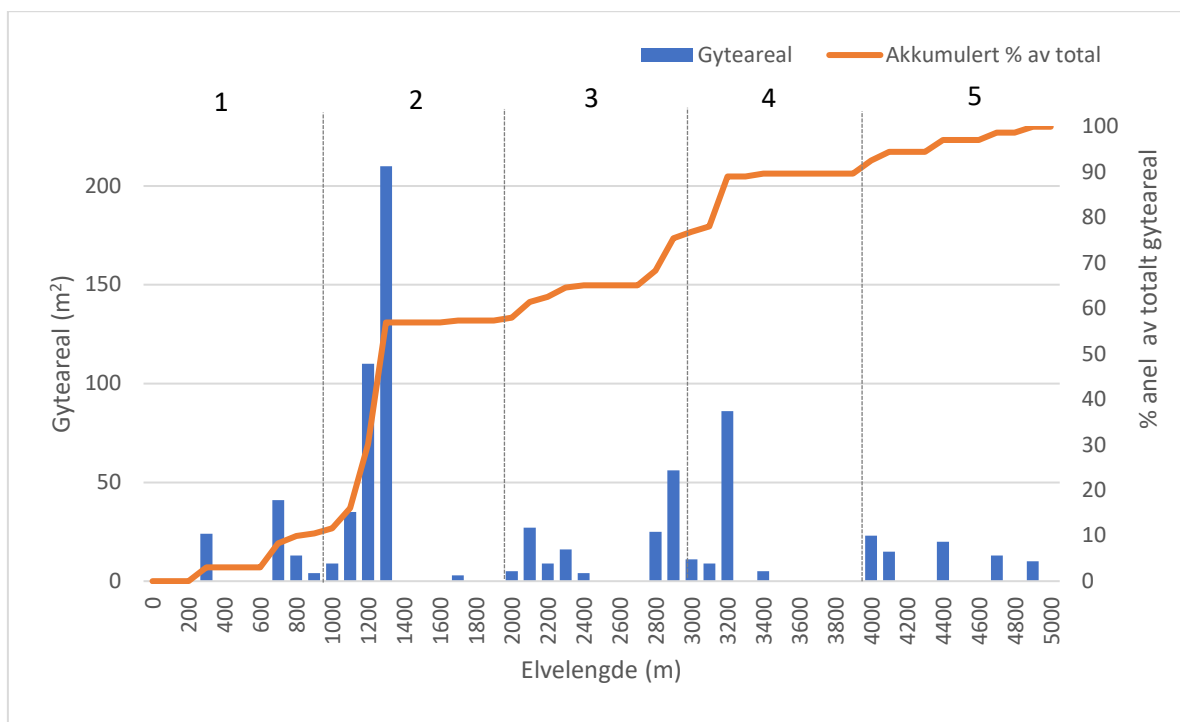
En oversikt over gyteområder kartlagt i Bjoreio er gitt i kart i Figur 10. Som følge av det storsteinete bunnsubstratet og bratte fallgradienten er det få områder med større grusavsetninger og typisk gytesubstrat i Bjoreio, og derfor få store og sammenhengende gyteområder. Gyteaktiviteten finner i stor 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 (segment 2). Dette gyteområdet består i stor grad av gytegrus som ble lagt ut som habitattiltak i 2005. Deler av denne grusen har blitt spylt ut og fordelt seg på strekningen nedstrøms, men er fortsatt i bruk som gyteområde. For øvrig synes en stor del av den egne gytegrusen å bli tilført elven fra ulike sideelver i forbindelse med ras og flommer.

Fordelingen av gyteareal på den lakseførende strekningen, vist som gyteareal langs vassdragets lengdeakse fra utløp i Eidfjordvatnet til vandringshinder er vist i Figur 11. Som det kommer frem av figuren utgjør gyteområdet i området ved Bruhølen i segment 2 en stor del av det totale gytearealet i elven. Om lag 90 % av elvestrekningen har en kortere avstand enn 200 m fra nærmeste gyteområde.

De kartlagte gyteområdene utgjør totalt 0,7 % av elvearealet i Bjoreio (Tabell 4), men ettersom gyteområdene er forholdsvis godt fordelt på elvestrekningen kan gytemulighetene totalt sett klassifiseres som *lite* til *moderat* i henhold til Håndbok i miljødesign av regulerte laksevassdrag (Forseth & Harby 2013). Det er noe forskjell mellom tilgang til gyteområder i de ulike segmentene, der gytemulighetene kan klassifiseres som moderat i segment 2 og 3, og lite i de øvrige segmentene.



Figur 10. Kart med oversikt over gyteområder i Bjoreio. Tallene angir de ulike elvesegmentene.



Figur 11. Størrelse og fordeling av gyteområder i Bjoreio som areal og akkumulert andel av totalt gyteareal fra Eidfjordvatnet (elvelengde 0) til øverst på anadrom strekning (elvelengde 5000 m). Numrene og de stiplede linjene angir hver av de 5 segmentene i elven.

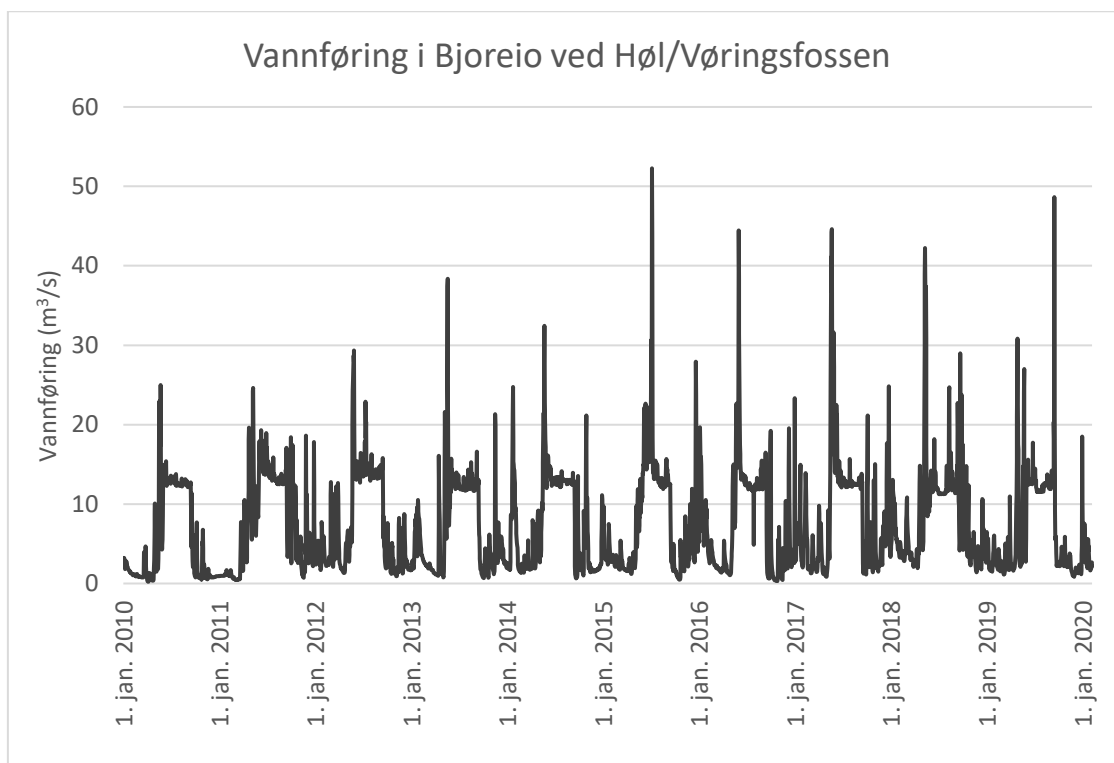
Tabell 4. Vurdering av gytemulighetene i ulike vassdragssegmenter i Bjoreio basert på elvearealet og registrert gyteareal fra habitatkartleggingen. Kriteriene for vurderingen av *lite*, *moderat* eller *mye* gytemuligheter er hentet fra håndbok i miljødesign av regulerte laksevassdrag (Forseth & Harby 2013), og basert på både mengde og foredling av gyteområder.

Vassdragssegment	Elveareal (m ²)	Gyteareal (m ²)	Andel gyteareal (%)	Gyteforhold vurdering
1	27 476	82	0.3	Lite
2	23 319	367	1.6	Moderat
3	21 614	142	0.7	Moderat
4	23 900	111	0.5	Lite
5	21 109	81	0.4	Lite
Totalt	117 418	785	0.7	Lite/moderat

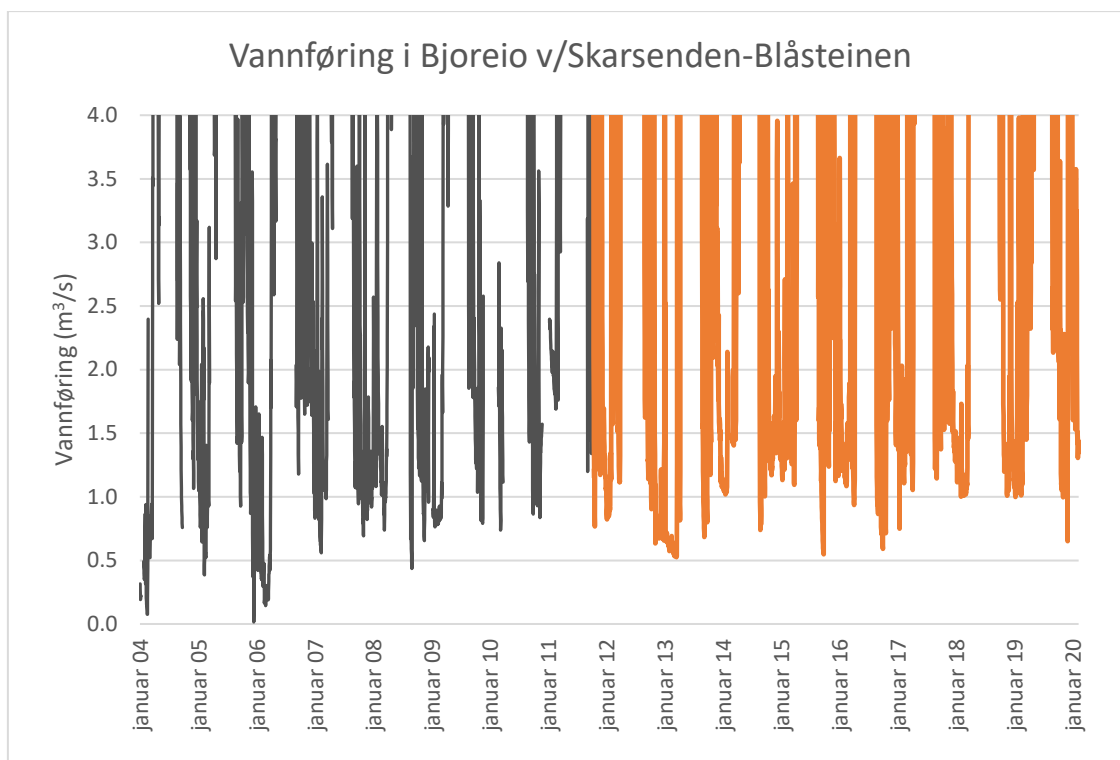
3.2 Vannføring i Bjoreio

Det foreligger kontinuerlige målinger av vannføringen i Bjoreio fra Høl, som benyttes til å kontrollere kravet om minstevannføring ved Vøringsfossen. I Figur 12 er vannføringen for Høl vist for perioden 2010-2020, og viser at vannføringen gjennom sommerperioden ofte er stabil rundt 12-15 m³/s, men at det årlig forekommer flomtopper med høyere vannføring. I Figur 13 er vannføringen fra målerne på den lakseførende strekningen ved Skarsenden (2004-2011) og ved Blåsteinen (2011-2020). Ettersom det kun har vært etablert vannføringskurver for lave vannføringer for disse målerne, vises bare perioder da vannføringen er lavere enn 4 m³/s. Dataene viser at det tidlig i perioden forekom flere perioder med vannføringer lavere enn 0,5 m³/s, og i enkelte tilfeller også lavere enn 0,1 m³/s. I

senere del av perioden har det vært færre episoder med lave vannføringer, men det har med få unntak blitt registrert perioder med vannføringer lavere enn 1 m³/s årlig også i siste del av perioden.



Figur 12. Døgnmiddelvannføring i Bjoreio ved Høl i perioden 2010-2020.



Figur 13. Vannføring i Bjoreio ved Skarsenden i perioden 2004-2011 (svart kurve) og ved Blåsteinen i perioden 2011-2020 (oransje kurve). Vannføringskurvene for lokaliteten er kun etablert for lave vannføringer, og kurven viser derfor kun vannføringer < 4 m³/s.

3.3 Oppmåling av vanndekt areal ved ulike vannføringer

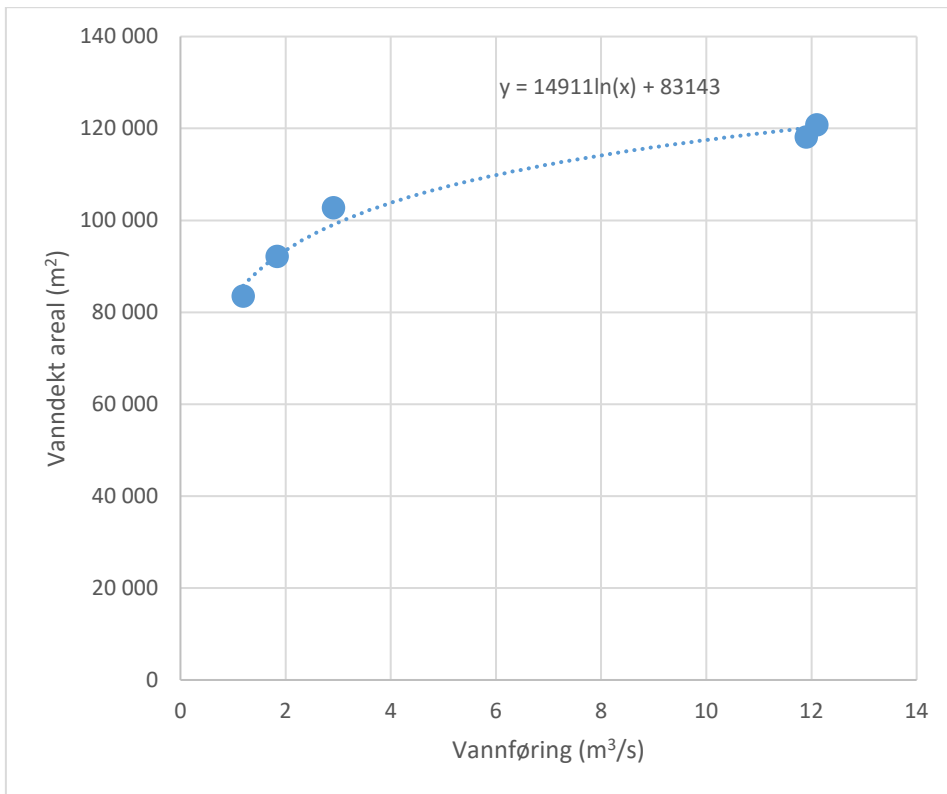
Oppmålinger av vanndekt areal av den lakseførende elvestekningen i Bjoreio basert på dronefotografering ved fem ulike tidspunkt varierte fra 83 531 m² til 120 782 m² (Tabell 5). Tre av målingene ble utført i «vinterperioden» ved forholdvis lave vannføringer (1,2, 1,8 og 2,9 m³/s målt ved Blåsteinen), mens to av oppmålingene ble gjort i periodene med minstevannføring om sommeren (11,9 og 12,1 m³/s målt ved Høl). Det minste arealet ble målt ved droneflyvning utført den 27.11.2018 ved en vannstand på 1,065 m ved målestasjonene ved Blåsteinen. Dette tilsvarer en vannføring på 1,2 m³/s. De to oppmålingene utført i minstevannføringsperioden den 15.08.2018 og 03.09.2019 ble utført under tilsynelatende like vannføringsforhold målt ved Høl (11,9 vs 12,1 m³/s). Oppmålingene ga også forholdvis like, men ikke identiske vanndekt areal (2 % forskjell). Noe av forskjellen kan skyldes unøyaktighet i oppmålinger, men ut ifra dronebildene så synes forskjellen i vannføring å være noe større enn det målingene på Høl tilsier. Dette kan skyldes forskjeller i tilsiget på strekningen mellom Høl og den lakseførende strekningen på disse to tidspunktene. Vannstanden ved Blåsteinene var også 2,5 cm forskjellig på dette tidspunktet, men det er ikke kjent hvor mye dette utgjør i vannføring på dette nivået.

Tabell 5. Oppmålinger av vanndekt areal i Bjoreio ut ifra kartlegging ved drone på fem ulike tidspunkt. Vannstand målt ved Blåsteinen, beregnet vannføring ved Blåsteinen og vannføring ved Høl ovenfor Vøringsfossen er gitt for hvert av tidspunktene. I tillegg vises %-andel av areal i forhold til det største målte arealet.

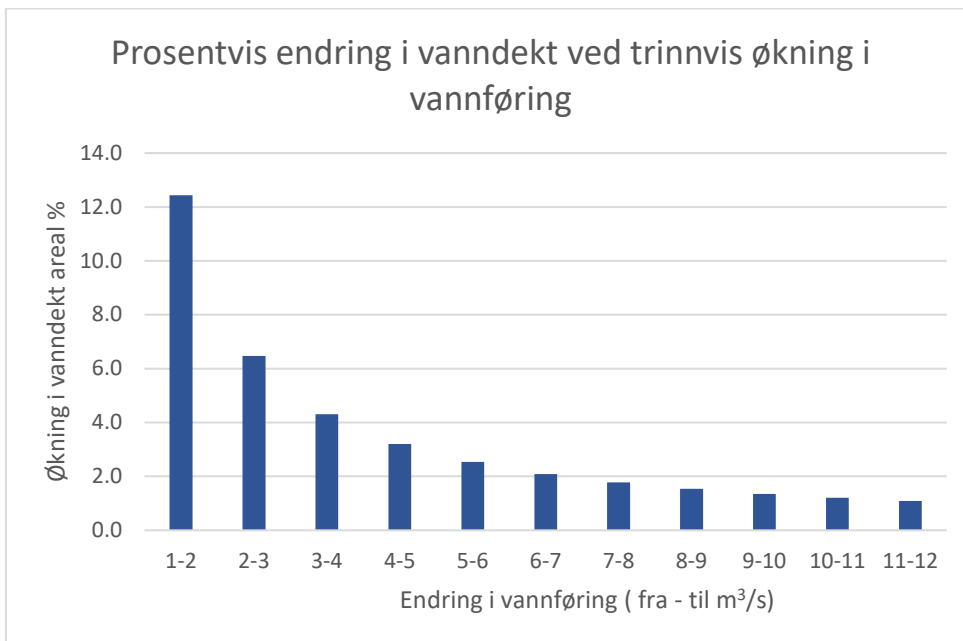
Dato	Vannstand v/Blåsteinen (m)	Estimert vannføring v/Blåsteinen (m ³ /s)	Vannføring v/Høl (m ³ /s)	Oppmålt areal fra dronebilder (m ²)	% av høyeste målte vanndekte areal
15.08.2018	1.638	-	11.9	118 184	98
27.11.2018	1.065	1.2	3.8*	83 531	69
28.03.2019	1.164	1.8	2.2	92 198	76
03.09.2019	1.663	-	12.1	120 782	100
23.09.2019	1.250	2.9	2.7	102 737	85

*Vannføringen ved Høl den 27.11.2019 er trolig påvirket av isoppstuing og derfor usikker.

Ut ifra målingene økte vanndekt areal forholdvis raskt med økende vannføring i intervallet 1-3 m³/s (Figur 14). For eksempel tilsvarer en økning i vannføring fra 1,2 m³/s til 2,9 m³/s en økning av vanndekt areal på 23 %. Ved ytterligere økninger i vannføring synes økningen i vanndekt areal å avta, og en økning av vannføring fra 2,9-12,1 m³/s resulterer i en økning i vanndekt areal på 18 %. Ut ifra målingene synes en logaritmisk modell å gi god beskrivelse av den generelle sammenhengen mellom vannføring og vanndekt areal i det gitte vannføringsintervallet (Figur 14). Basert på denne sammenhengen har vi beregnet hvor stor relativ endring i vanndekt areal som forekommer endring i vanndekt areal for hver 1 m³/s økning i vannføring. Denne tilsier at en økning i vannføring fra 1 m³/s til 2 m³/s vil føre til en øking i vanndekt areal på 12,4 %, mens en tilsvarende økning fra 11 m³/s til 12 m³/s vil resultere i en økning på 1,2 % (Figur 15).



Figur 14. Sammenheng mellom vannføring og vanndekt areal i Bjoreio basert på oppmålinger fra dronebilder. Vannføringsdata er basert på vannstand målt ved Blåsteinen for de tre laveste vannføringsverdiene, og fra Høl ved de to høyeste verdiene. Linjen angir en logaritmisk modell tilpasset dataene.



Figur 15. Relativ endring i vanndekt areal i Bjoreio per 1 m³/s økning i vannføring. Sammenhengen er basert på kurven gitt i Figur 14.

4.0 Diskusjon

4.1 Habitatflaskehals for fiskeproduksjon i Bjoreio

Ettersom vekst og overlevelse hos ungfisk av laks og aure 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 flaskehals. Ulike habitatkarakteristikker, som tilgang til gyteområder og skjul for ungfisk er ofte begrensende ressurser, og kalles gjerne habitatflaskehals (Forseth & Harby 2013).

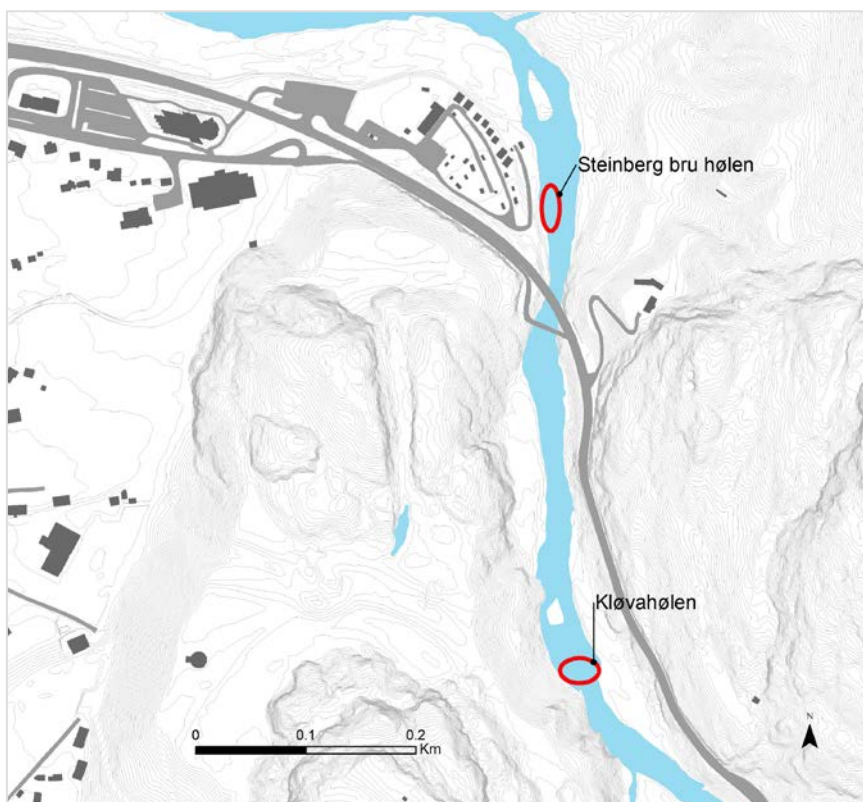
Det gjennomgående storsteinete bunnssubstratet i Bjoreio bidrar til at gyting i hovedsak foregår på mindre felter med grus og stein, og det finnes få områder med større grusbanker med sammenhengende gyteområder. Til gjengjeld finnes slike små gytefelt spredt fordelt på den lakseførende strekningen. Mye av den tilgjengelige gytegrusen i Bjoreio synes å bli tilført vassdraget fra ras og flommer fra sidebekker, og den bratte gradienten bidrar til at finere grusmasser har forholdsvis kort oppholdstid på elvebunnen før de transporteres nedover vassdraget. Ut ifra habitatkartleggingen kan tilgang til gyteområder i Bjoreio karakteriseres som lavt til moderat. Det storsteinete bunnssubstratet gir i sin tur moderat til 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. I Tabell 6 har vi klassifisert elvesegmentenes produktivitet og antatte habitatflaskehals på ulike segmenter i Bjoreio basert på kriteriene i håndbok i miljødesign i regulerte laksevassdrag (Forseth & Harby 2013). Basert på disse blir potensialet for smoltproduksjon i Bjoreio totalt sett som moderat, og tilgang til gytehabitat anses som den største flaskehalsen.

Tabell 6. Klassifisering gyteforhold, habitat/skjul for parr, antatt potensial for smoltproduksjon og sannsynlig flaskehals for produksjon i de ulike segmentene i Bjoreio basert på habitatkartlegging og kriteriene gitt i håndbok i miljødesign i regulerte laksevassdrag (Forseth & Harby 2013)

Segment	Gytehabitat	Skjul for ungfisk	Antatt potensial for smoltproduksjon	Sannsynlig habitat-flaskehals
1	Lite	Moderat/mye	Lite/moderat	Gytehabitat
2	Moderat	Moderat	Moderat	Gytehabitat + skjul
3	Moderat	Moderat	Moderat	Gytehabitat + skjul
4	Lite	Moderat/mye	Lite/moderat	Gytehabitat
5	Lite	Moderat	Lite	Gytehabitat
Totalt	Lite/moderat	Moderat	Moderat	Gytehabitat

Resultatene tilsier at potensialet for fiskeproduksjon i Bjoreio kan økes ved å øke tilgangen til gyteområder i vassdraget. Den bratte fallgradienten i vassdraget resulterer imidlertid at det er få lokaliteter som er egnet for utlegging av gytegrus. Det ble i perioden 2002 og 2005 lagt ut gytegrus på en rekke lokaliteter i Bjoreio (Jensen m.fl. 2004, Skoglund m.fl. 2012), men flere av disse har blitt utsatt for utspyling under flommer. Et av tiltaksområdene, ved Steinberg bru hølen, er imidlertid fortsatt i bruk og er i dag det største gyteområdet i elven. Deler av gytegrusen som ble lagt ut har over tid blitt spylt ut også her, og tiltaket kan med fordel vedlikeholdes ved å tilføre noe mer gytegrus. I tillegg anbefaler vi at det forsøkes å legge ut gytegrus i på utløpet av Kløvahølen (Figur

16), ettersom de hydrauliske forholdene synes å være tilstrekkelig for at gytegrusen skal bli liggende, samt at det er lite gyteområder tilgjengelig på denne elvestekningen.



Figur 16. Lokalteter med for utlegging av gytegrus i Bjoreio.

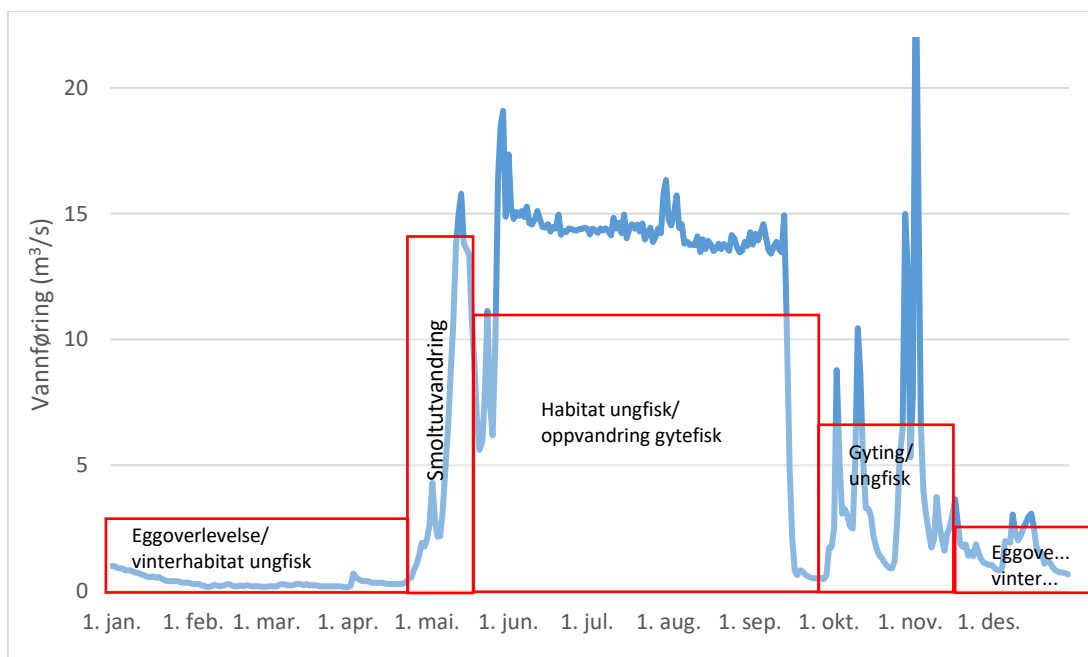
4.2 Vannføring og vanddekt areal

Ettersom vanddekt areal har en direkte sammenheng med vannføring, 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 de tilgjengelige områdene. Fiskens habitatkrav er imidlertid forskjellig for ulike livsstadier, og en oversikt over viktige perioder er illustrert i Figur 17. I Bjoreio har lave vannføringer tidligere blitt utpekt som en aktuell flaskehals for fiskeproduksjonene, og det har ved flere tilfeller blitt registrert en betydelig eggdødelighet som følge av at gytegroper tørrlegges ved lave vintervannføringer (Skoglund m.fl. 2019). Basert på dybdefordelingen av gytegroper har det tidligere vært estimert at andelen av gytegroper som tørrlegges øker når vannføringen synker under om lag $1 \text{ m}^3/\text{s}$, og at vannføringen må være høyere enn om lag $1,5\text{-}2 \text{ m}^3/\text{s}$ for å unngå at gytegroper strander (Skoglund m.fl. 2019). Gjennom årlige undersøkelser er det også dokumentert en klar sammenheng mellom eggoverlevelse i gytegroper og nivået for de laveste vannføringene som forekommer i løpet av vinterperioden (Figur 18). Nivået for de laveste vintervannføringene har vært klart høyere i perioden 2014-2019 da det har blitt sluppet minimum $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$ i fra Sysendammen i vinterperioden fra 15. november-14. april.

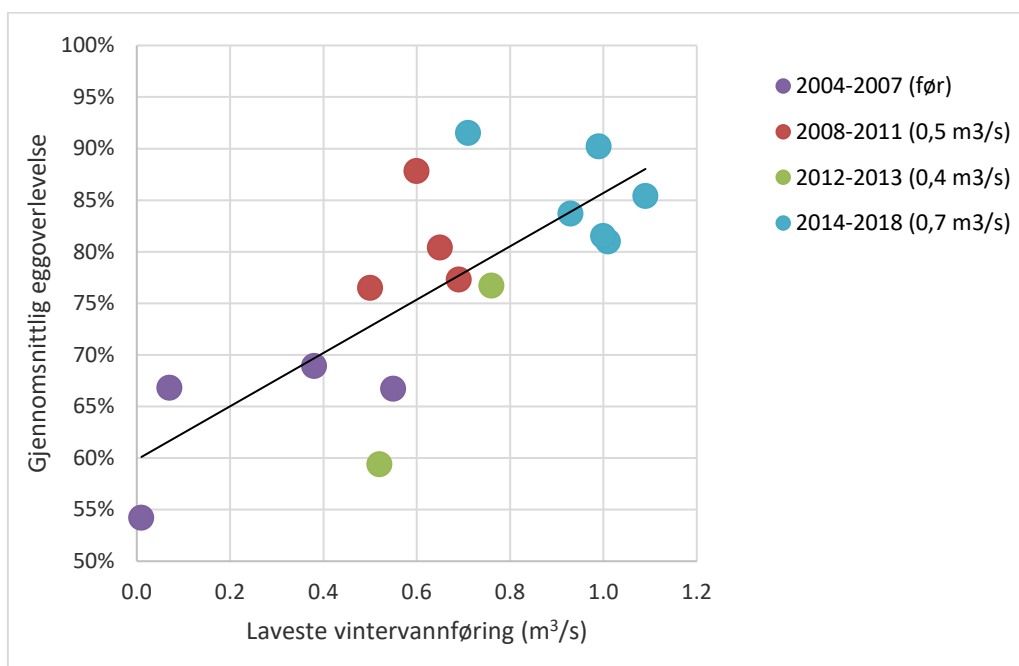
Det har vært antatt at fravær av minstevannføring i perioden 15. september – 1. juni har resultert i at lave vannføringer også har vært en flaskehals for ungfiskproduksjon i Bjoreio, men det har ikke tidligere foreligget noe grunnlag for å vurdere hvordan vannføring påvirker tilgang til leveområder for

ungfisk i vassdraget. Generelt kan det antas at produksjon av ungfisk vil være proporsjonal med tilgangen til leveområder, noe som igjen vil være avhengig av vanddekt areal og habitatkvaliteten på det tilgjengelige arealet (Forseth & Harby 2013). Behov til leveområder vil trolig variere gjennom året, og kan antas å være høyere i vekstsesongen i sommerhalvåret enn om vinteren da fisken er mindre aktiv. Resultatene fra dronekartleggingene tilsier at vanddekt areal øker forholdsvis raskt med økende vannhastigheter i intervallet fra om lag 1-3 m³/s. Deretter tilsier modellen at økning i vanddekt areal avtar med økende vannføringer opp til 12 m³/s. Ut ifra den statistiske sammenhengen mellom oppmålt vanddekt areal og vannføring ble det beregnet at en reduksjon i vannføring fra 12 til 11 m³/s vil resultere i en reduksjon i vanddekt areal på om lag 1 %. Kurveforeløpet er ikke kjent for vannføringer lavere enn 1 m³/s, men det kan antas at kurven vil bli brattere ved lavere vannføringer og at en stadig større del av elvearealet da tørrlegges.

Under det gjeldende manøvreringsreglementet er det krav om en minstevannføring på vannføring 11 m³/s ved Høl i perioden 01.06.-15.09, 1,5 m³/s i perioden 15.09-15.11 og fra 14.04-01.06. I perioden 15.11.-14.04 slippes det en vannføring på 0.7 m³/s fra Sysendammen. Det vil kreves en lengre periode før en kan evaluere hvordan effekten av det gjeldende manøvreringsreglementet slår ut på vannføringsforhold og fiskebestandene i Bjoreio. Dette vannføringsregimet vil imidlertid bidra til å sikre en basisvannføring gjennom hele året på den lakseførende strekningen i Bjoreio, og dermed sikre et langt bedre levemiljø for fiskebestandene i vassdraget sammenliknet med situasjonen under det opprinnelige manøvreringsreglementet. Erfaringene med slipp av 0,7 m³/s fra Sysendammen vinterstid i perioden 2014-2018 har imidlertid vist at vannføringen da sjeldent synker under 1 m³/s ved Blåsteinen på den lakseførende strekningen. Resultatene fra oppmålingene av vanddekt areal tilsier at det er et potensial for å øke tilgang til leveområder, og dermed potensialet for fiskeproduksjon i vassdraget ved å opprettholde en høyere vannføring gjennom vinterperioden på den lakseførende strekningen. En økning av basisvannføringen fra 1 til 2 m³/s vil øke det vanddekte arealet med om lag 12 %, mens en ytterligere økning fra 2 til 3 m³/s vil øke vanddekt areal med ytterligere 6 %. En høyere vannføring kan enten økes ved å øke vannslippet om vinteren, eller ved at den tilgjengelige vannmengden slippes fleksibelt avhengig av det øvrige tilsiget i vassdraget.



Figur 17. Eksempel på vannføring gjennom sesongen i Bjoreio (data for 2001). De røde boksene illustrerer viktige perioder hvor vannføring kan være flaskehals for fiskeproduksjon. Størrelsen på boksene er kun ment som illustrasjon, og ikke ment som reelle vannføringskrav.



Figur 18. Sammenheng mellom laveste registrerte vannføring å døgnnivå på den lakseførende elvesteknigen i Bjoreio (ved Skarsenden eller Blåsteinen) og gjennomsnittlig eggoverlevelse i gytegrøper på våren. Fargene på punktene angir hvilken vannføring som har vært sluppet fra Sysendammen om vinteren.

5.0 Konklusjon

Kartlegging av habitatforholdene viser at tilgangen til gyteområder i Bjoreio er liten til moderat, og sannsynligvis den største habitatflaskehalsen for fiskeproduksjonene av laks og sjøaure i vassdraget. Det anbefales at tiltaksområdet ved Steinberg Bru vedlikeholdes ved å etterfylle med gytegrus. I tillegg anbefales det å forsøke å legge ut grus på utløpet av Kløvahølen. Ved utlegging er det viktig at grusmengde og plassering av grus tilpasses de stedsspesifikke forholdene for å unngå at grusen spyles ut.

Kartlegging av vanndekt areal på ulike vannføringer tilsier at vanndekt areal, og dermed tilgang til leveområder for ungfisk, øker forholdvis raskt i intervallet 1-3 m³/s, for deretter å flate mer ut ved høyere vannføringer opp mot 12 m³/s. Dette tilsier at det er et potensial for å øke potensialet for ungfiskproduksjon i vassdraget ved å øke vannføringen i vinterperioden. En økning av basisvannføringen fra 1 m³/s til 2 m³/s vil øke det vanndekte arealet med om lag 12 %, mens en ytterligere økning fra 2 m³/s til 3 m³/s vil øke vanndekt areal med ytterligere 6 %. En høyere vannføring kan enten økes ved å øke vannslippet om vinteren, eller ved at den tilgjengelige vannmengden slippes fleksibelt avhengig av det øvrige tilsiget i vassdraget. Hvor stort vannvolum som bør slippes og ønsket vannføringsmål på den lakseførende strekningen bør ses i sammenheng med tilgjengelig vannvolum for slipp. En reduksjon i vannføring fra 12 m³/s til 11 m³/s synes å ha liten effekt på vanndekt areal (ca. 1 % reduksjon), og tilsier at den positive effekten ved å øke vannføringen vinterstid vil overstige den negative effekten av å redusere vannføringen sommerstid.

6.0 Referanser

- 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.
- Einum, S. & Nislow, K.H. (2011). Variation in population size through time and space: theory and recent empirical advances from Atlantic salmon. In: *Atlantic Salmon Ecology*, pp. 277-298 (eds. Ø. Aas, S. Einum, A. Klemetsen & J. Skurdal). Wiley-Blackwell.
- Finstad, A. G., S. Einum, O. Ugedal, and T. Forseth. 2009. Spatial distribution of limited resources and local density regulation in juvenile Atlantic salmon. *Journal of Animal Ecology* 78:226–35.
- 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>
- Jensen, A.J., Johnsen, B.O., Berger, H.M. & Lamberg, A. 2004. Fiskebiologiske undersøkelser i Eidfjordvassdraget, Hordaland fylke høsten 2003. NINA Oppdragsmelding 810. 34s.
- Paulsen, K. 2000. Hydrologiske forhold i Bjoreio/Eio. Notat fra Statkraft, 4 sider.
- Skoglund, H., Barlaup, B.T., Gabrielsen, S.-E. & Wiers, T. 2007. Fiskebiologiske undersøkelser i Bjoreio, Eidfjordvassdraget, i perioden 2004-2006 - med vekt på vintervannføring og temperaturforhold. LFI-rapport nr 136. 67 s.
- Skoglund, H., Barlaup, B.T., Gabrielsen, S.E., Lehmann G.B., Halvorsen, G.A., Wiers, T., Skår, B., Pulg. U., Vollset, K.W. 2012. Fiskebiologiske undersøkelser i Eidfjordvassdraget – Sluttrapport for perioden 2004-2011. LFI Uni Miljø, rapport nr 203.

Skoglund, H., Barlaup, B.T., Skår, B., Gabrielsen, S.E. & Wiers, T. 2015. Fiskebiologiske undersøkelser i Eidfjordvassdraget 2004-2015. LFI Uni Miljø, rapport nr 243.

Skoglund, H., Skår, B. Gabrielsen, S.-E. & Barlaup, B.T. 2019. Fiskebiologiske undersøkelser i Eidfjordvassdraget– Statusrapport for 2018. LFI-rapport nr. 337, 63 s.

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