

Kartlegging av gyte- og oppvekstområder for storaure i Tokkeåi i Telemark 2015 - 2017



Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske

Uni Research Miljø
Nygårdsgaten 112
5008 Bergen
Telefon: 55 58 22 28

ISSN nr: ISSN 1892-8889

LFI-rapport nr: 307

Tittel: Kartlegging av gyte- og oppvekstområder for storaure i Tokkeåi i Telemark 2015 - 2017

Dato: 26.04.2018

Forfattere: Ulrich Pulg, Espen Espedal Olsen, Sebastian Stranzl, Christoph Postler

Geografisk område: Telemark

Oppdragsgiver: Statkraft

Antall sider: 42xx

Emneord: Storaure, Tokkeåi, Bandak, habitat, kartlegging

Utdrag:

Kartlegging av fysiske habitatforhold for storaure i Tokkeåi nedenfor Helevetesfossen (2015, 2016) viser at det er relativt lav skjultilgang i Tokkeåi, særlig i nedre deler (vektet skjul er 4,7), og at gyteareal er ca. 8020 m², (2,4 %). Elvearealet har med sin størrelse på 332.000 m² (ved 20 m³/s) og tilgjengelighet fra Bandak et stort potensiale for reproduksjon av storaure. Hydromorfologiske tiltak som fjerning av terskler, sedimenttilførsel, ripping samt økt vannføring, sikring mot utfall og raske vannstandsendringer vil kunne bedre de fysiske habitatforholdene.

Kartlegging av Tokkeåi ovenfor Helvetesfossen (2017) viser at de fysiske habitatforholdene er prinsipielt egnet for storaure. Skjultilgang i elvbunn er større (9,4), men gyteareal mindre (1670 m², 1,1 %) enn på elvestrekningen nedenfor. Strekningen har flere vannføringsavhengige vandringshinder og en ca. 10 m høy foss i Ravnejuvet vurderes som vandringsbarriere. Dette gir en lengde på ca. 8,2 km og et vanddekt areal på 148.000 m² ved 1,3 m³/s.

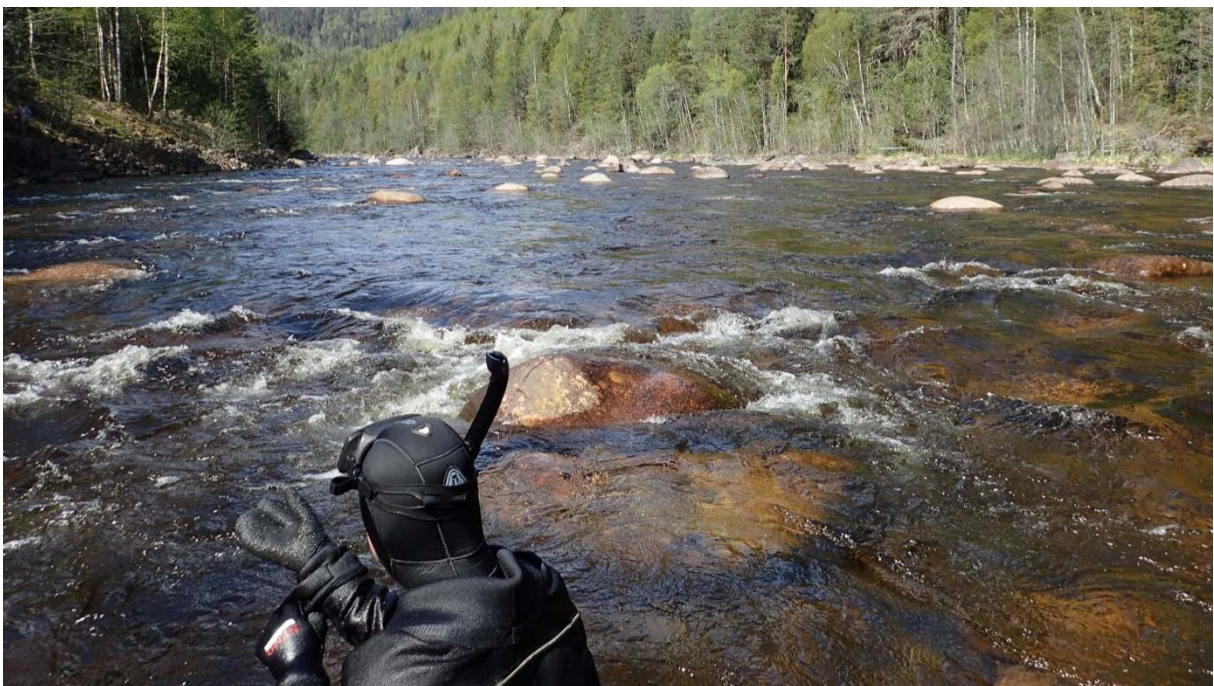
Ved vurdering av tiltak for å sikre storaure i Bandak anbefales å legge til grunn et helhetlig perspektiv på livssyklusen til storaure og økosystemet, inkludert hydromorfologiske habitatforhold, temperatur, vannkvalitet, samspill med andre arter, biologisk produksjonspotensial og fiskeforvaltning.

Forsidefoto og alle foto i rapporten: Ulrich Pulg, Espen Espedal Olsen, Sebastian Stranzl, Christoph Postler

Pulg U., Olsen E. E., Stranzl, S., Postler, C. 2018. Kartlegging av gyte- og oppvekstområder for storaure i Tokkeåi i Telemark 2015 – 2017. LFI-rapport 307, Uni Research Miljø LFI, Bergen, 42 s.

Innhold

Innledning.....	4
Materiale og Metoder	4
Gyteområder	5
Skjulforhold for ungfisk	5
Habitatflaskehals og begrensede faktorer.....	6
Kartlegging.....	6
Oppmåling og dronebilder	9
Resultater	10
Segment 1 - Tokkeåi fra Elvarheim nedstrøms	12
Segment 2 – Fra Elvarheim og opp til Geishyl - Helvetesfossen	13
Effekter av gjennomførte habitattiltak.....	18
Segment 3 - Tokkeåi oppstrøms Helvetesfossen	19
Segment 4 – Videre opp til Molandsbekken	22
Diskusjon	28
Sammendrag	31
Referanser	32
Vedlegg – Georefererte ortofoto fra drone fra Helevetsfoss opp til Ravnejuvet.	34



Kartlegging i Tokkeåi nedenfor Geishylen

Innledning

Tokkeåi i Telemark er gyteelv for en storørretstamme i Bandak/Vestvatna, som er en viktig storaurebestand med bevaringsbiologiske interesser. Vassdraget er påvirket av vassdragsregulering, hvilket har påvirket gyte- og oppvekstforholdene for storauren (Kraabøl, 2010, Kraabøl et al. 2015). Som følge av denne rapporten ble det satt i gang en rekke habitatforbedrende tiltak i Tokkeåi. Også i den pågående vilkårsrevisjonen står avbøtende tiltak som styrker storaure sentralt. Grunnleggende for dette arbeidet er aktuelle fysiske habitatforhold. På oppdrag av Statkraft har LFI Uni Miljø gjennomført en habitatkartlegging av strekningen fra Helvetesfossen og ned til Bandak i mai 2016, og i restfeltet fra øverste vandringsbarriere i Tokkeåi ned til Helvetesfossen i november 2017. Hensikten har vært å karakterisere de fysiske habitatforholdene for storaure i vassdraget, å kartlegge gyteområder og skjulmuligheter for ungfisk, samt potensial for tiltak.

I følge Kraabøl m.fl. (2015) har det basert på opplysninger og fiskejournaler anslagsvis vært en årlig beskatning på 50 – 80 individer av storaure med en gjennomsnittsvekt på ca. 5 kilo fra 1970 og frem til 2000 – tallet. I tillegg kommer en årlig beskatning på mellom 1700 og 3500 mellomstore ørret (snittvekt ca. 300 gram) i deltaområdet. Beskatningen ble vurdert som for hard og som en medårsak til bestandsnedgangen (Kraabøl et al. 2015). Under telling av gytegroper har man registrert henholdsvis 38, 50 og 54 gytegroper fra storørret (>1,2 m bredde) mellom 2011 – 2013 (Kraabøl m.fl., 2015). Høsten 2015 ble det observert mellom 50 – 55 gytegroper basert både på observasjoner fra land og ved snorkling (Heggenes m.fl., 2015). Høsten 2016 ble det gjennomført drivtelling av Uni Research Miljø LFI i vassdraget. Under denne tellingen ble det talt totalt 78 fisker over 1 kilo størrelse, hvorav 53 var over 2 kilo og 12 fisker var over ca. 5 kilo. Høsten 2017 ble det observert 24 groper av storaure, men det ble understreket at det kan ha vært flere på gyteplasser der det var vanskelig å identifisere enkeltgroper grunnet sammenhengende gytefelt, massetransport og graving i forkant (Heggenes et al. 2017). I tillegg til ørret finnes det trepigget stingsild, elvenioye og ørekyt i Tokkeåi (Kraabøl, 2010).

Materiale og Metoder

Det finnes ikke en egen fysisk habitatkartleggingsmetode for storaure i Norge. Metoden som ble brukt i Tokkeåi er «Miljødesignmetoden» (Forseth & Harby 2013) som er utviklet for laks og delvis sjøaure. Den benyttes som proxy siden fiskene stiller lignende krav til gyte- og ungfiskhabitat og har lignende kroppstørrelse. Sjøaure og storaure er også samme art. Generelt betraktes det som gunstig for storaure hvis substrat og strømforhold er i groveste laget av habitatkravet siden dette kan gi fysiske fordeler mot mindre resident ørret som ikke klarer samme reproduksjonssuksess i grovt habitat, siden disse har mindre evne til å vandre og lage gytegroper under slike forhold.

Kartleggingen ble gjort med utgangspunkt i Håndbok for Miljødesign i regulerte laksevassdrag (Forseth & Harby 2013) med tilpasninger til storaure. «Håndboka» beskriver en fremgangsmåte for å utrede, utvikle og gjennomføre tiltak som bedrer forholdene for lakseproduksjon i regulerte vassdrag, samtidig som en ivaretar kraftproduksjon. «Håndboka» er et resultat av et stort tverrfaglig forskningsprosjekt (EnviDORR – Environmentally designed operation of regulated rivers) som inkluderer flere av de største fagmiljøene på vannkraft og fiskebiologi i Norge. Et sentralt element i tankegangen bak miljødesign er betydningen av ulike habitatressurser og hvordan disse er fordelt i vassdraget.

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 fiskeproduksjon (basert på Skoglund og Wiers, 2016). Det faglige grunnlaget for dette har blitt oppsummert i Aas et al. (2011) og sammenfattet i Forseth & Harby (2013), og det henvises til disse tekstene for ytterligere informasjon og referanser. Selv om miljødesignhåndboka i utgangspunktet er utviklet med fokus på laks, kan prinsippene – etter tilpasning – benyttes også for storaure grunnet lignende preferanser for gytehabitat og oppvekstområder. Tilpasninger som ble gjennomført var først og fremst hensyn til kunnskap om storaurens gyteplasser som var dokumentert gjennom flerårige undersøkelser (Heggenes et al. 2015).

Gyteområder

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

Storauren 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 forholdsvis grunne deler av elven (0,5-1 m, men også dypere) hvor bunnssubstratet består av grus og små stein, og på partier med akselererende vannhastighet (0,3-0,6 m/s). Utløpsområder av kulper og renner er ofte gode gyteområder. Fiskestørrelse spiller også en rolle, ettersom stor fisk gjerne benytter grovere substrat og større dyp enn mindre fisk. Storaure vil sannsynligvis i likhet med laksen benytte grovere gytesubstrat og større dyp enn mindre aure. Det strenge kravet til valg av gyteplass resulterer i at det i mange tilfeller er kun 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 dermed produksjon av ungfisk. 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. Yngelen etablerer tidlig territorier som forsvares aggressivt mot inntrengere, noe som resulterer i en sterk tetthetsavhengig dødelighet. Yngelen som kommer tidlig opp av grusen vil ofte etablere territorier først i området i nærheten av gytegroppen, og fortrenger yngel som kommer senere. Yngel 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.

Gytearealet som er vist på kart er definert som potensiell gyteareal. Det er ikke sikkert at fisk gyter der, det er avhengig av flere faktorer, for eksempel antall fisk. Men fisk kan gyte der ut i fra morfologiske forhold og verifikasjoner gjennom gytinger i de siste 10 årene.

Skjulforhold for ungfisk

Etter å ha overlevd den første kritiske yngel-fasen, vil overlevelse og vekst av parr frem til utvandring i innsjøen være avhengig av både næringstilgang og habitatforhold. 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).

Ungfisk av laks og aure finner som regel skjul i hulrom mellom steiner i substratet, eller i vegetasjon og andre fysiske strukturer på elvebunnen. Tilgangen til skjulmuligheter i hulrom i substratet er sterkt knyttet til kornstørrelse og sammensetningen av bunnssubstratet. Det er hovedsakelig i substrat dominert av blokker (> 25 cm) og stein (> 12 cm) en finner hulrom som gir gode skjulforhold, særlig for eldre ungfisk, mens områder som er dominert av grus (> 1,6 cm) og mer finkornet substrat vanligvis gir skjul for yngel.

Habitatflaskehals og begrensende faktorer

Et vassdrags potensial for lakseproduksjon 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 yngelen har en 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 produksjonspotensial for ungfiskproduksjon (bæreevne) blir utnyttet. Få eller dårlige fordelte gyteområder kan være en begrensende ressurs, og dermed en flaskehals for fiskeproduksjonen. Hvor mange yngel som overlever frem til utvandring vil på sin side være avhengig av kvaliteten på oppveksthabitatet. For parr er tilgang til skjul regnet som en viktig begrensende ressurs, og dermed mulig habitatflaskehals. En produktiv elv for storaure har gyteområder som er godt fordelt innad i elven og som i tillegg har god tilgang til skjulområder i nærheten og mellom gyteplassene. Både naturlige og kunstige faktorer kan sørge for at habitatforholdene ikke er optimale.

Kartlegging

Det ble kartlagt en elvestrekning på totalt ca. 13 km, fra munning til vandringsbarriere i Ravnejuvet. Helvetesfossen (4,8 km fra munning) virker i dag som vandringsbarriere, men kan tidligere ha vært vannføringsavhengig vandringshinder. Dette er nærmere omtalt nedenfor. Dagens storaureførende del på 4,8 km fra Helveteshylen til elvedeltaet i Bandak ble kartlagt i mai 2015, og supplert i august 2016 etter gjennomført tiltak ved tersklene (1 og 2) samt første harvinger. Kartleggingen ovenfor Helvetesfossen ble gjennomført på en lengde på 8,2 km fra en ikke navngitt foss (vandringsbarriere) i området nær Ravnejuvet og ned til Helvetesfossen, 7-9. november 2017. Kartleggingen i feltet ovenfor Helvetesfossen ble gjennomført i november 2017 med en vannføring på ca. 1,3 m³/s (målt ved Omdalsbro 8.11. 2017, Notat Axel Lang). Kartleggingen i nedre deler i mai 2015 ble gjennomført med en vannføring på ca. 12 m³/s. Vanndekt areal ble beregnet fra ortofoto tatt ved 20 m³/s. Dataene som er presentert her inkluderer altså senkning av tersklene samt ripping gjennomført i 2016, men ikke senere tiltak - deriblant utvidelse av tverrsnitt og massetilførsel ved Geishylen.

Kartleggingen er basert på metodene og fremgangsmåtene beskrevet i Forseth & Harby (2013), og det henvises til denne for en mer detaljert beskrivelse av metodene. Kartleggingen ble gjennomført ved at to personer snorklet nedover vassdraget og gjorde notater underveis. Habitatparameterne ble notert på skjema og kart på vannfast papir, og lokalisert ved bruk av kartskeer og ved bruk av GPS. Innenfor elvestrekninger som har forholdvis like fysiske forhold (mesohabitatnivå) med tanke på strøm og bunnforhold ble følgende habitatparametere registrert:

Mesohabitat/elveklasser – elvetype ble kartlagt etter metode beskrevet av Borsányi et al. (2004). Metoden baserer seg på en klassifisering etter fire kriterier: Størrelsen på overflatebølger, helningsgrad, vannhastighet og vanddyb (Tabell 1). 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 vanddyb over 0,7 m som dypt. Ved kartleggingen har det vært fokusert på å få frem de overordnede elvetyperne og skiftninger i disse. Grenseverdiene for vanddyb og vannhastighet ble skjønsmessig vurdert på stedet, siden disse uansett vil variere mye med vannføringen i vassdraget. Basert på disse kriteriene ble deretter elveklassen klassifisert som glattstrøm (A+B1+B2), kulp (C), grunnområde (D), stryk (H+G1+G2) eller bratt stryk (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	Vannflatestruktur	Vannflategradient	Vannflatehastighet	Vanddybde	Klasse
Avgjørelse	Glatt/Små riller	Bratt	Hurtig	Dyp	A
				Grunn	
			Sakte	Dyp	
				Grunn	
		Moderat	Hurtig	Dyp	B1
				Grunn	B2
			Sakte	Dyp	C
				Grunn	D
	Turbulent, brutt/ubrutte stående bølger	Bratt	Hurtig	Dyp	E
				Grunn	F
			Sakte	Dyp	
				Grunn	
		Moderat	Hurtig	Dyp	G1
				Grunn	G2
Sakte	Dyp				
	Grunn	H			

Substrat – ble klassifisert innenfor hvert mesohabitat ved at dekningsgraden (%) 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. På de dypeste partiene i elven (> 4 m) hvor det ikke var mulig å se bunnen er det antatt at substratforholdene er tilsvarende som i de omkringliggende grunnere områdene.

Skjulforhold – antall og størrelse på skjul for ungfisk i substratet ble kvantifisert etter metode beskrevet av Finstad et al. (2007), ved å måle hvor mange ganger en 13 mm tykk plastslange kan føres inn i hulrom mellom steiner innenfor en stållamme på 0,25 m². Størrelsen på hulrommene bestemmes ut i fra hvor langt inn slangen kan stikkes, og dels inn i tre skjulkategorier: S1: 2 - 5 cm, S2: 5 - 10 cm og S3: > 10 cm. For å gjøre skjulmålingene så representative som mulig med tanke på substratsammensetningen innenfor et mesohabitat, foretas skjulmålinger i transekt ved at metallrammen kastes ut på tre «tilfeldige» punkter i elven innenfor et område med forholdsvis likt substratforhold (ett punkt nær bredden, ett så langt ut i elva det er mulig å gå og ett midt i mellom).

Vektet skjul ble deretter beregnet 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). Skjulmålingene gjøres så representative som mulig med tanke på substratsammensetningen innenfor et område. Ettersom det ikke er mulig å utføre skjulmålinger på områder dypere enn ca. 1 m, vil det være noe usikkerhet knyttet til hvor representativt skjulmålingene vil være for hele elven.



Figur 1: 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. Eksempelbilder på skjulmålinger fra Ljungan (Sverige) 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.).

Gyteområder – ble kartlagt basert både på undervannsobservasjoner av bunnforholdene ved snorkling og erfaringsmessig kjennskap til aurens krav til gytehabitat. De viktigste kriteriene vil være substratforhold, vannhastighet og vanddyp samt morfologiske strukturer (brekk). Områder som tidligere har vært benyttet til gyting vil ofte kunne ses ved at substratet er lysere og annerledes sortert enn substratet rundt. I mange tilfeller kan en også se rester av gytegroper som en «dyneform» på elvebunnen. Gyteområdene som er beskrevet er således potensielle gyteområder som ut ifra egen erfaring tilfredsstillere aurens krav. Også gytegroppregistreringer er lagt til grunn for å kartlegge potensielle gyteområder. Gyteforholdene klassifiseres ut i fra hvor stor andel av det totale elvearealet som er tilgjengelig for gyting, samt hvor stor avstand det er mellom gyteområdene (Tabell 2). Merk at klassifiseringen er utviklet for laks og sjøaure.

Tabell 2: Foreløpig system fra Forseth og Harby (2013) for klassifisering av gytehabitat basert på gytearealets størrelse (innenfor hvert segment) og spredning (gjennomsnittlig avstand mellom gytehabitat, på tvers av segmenter).

		Menge 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

Resultatene av kartleggingen ble digitalisert ved bruk av ArcGIS. Habitatkartene og gyteområder er basert på inntegninger fra skisser under kartlegging og avmerking fra GPS. Kartene er basert på elvepolygonet fra FKB grunnlagsdata, arealene er derfor ikke nødvendigvis representative for elvearealet under den rådende vannføringen under kartlegging. Hvert mesohabitat får en klassifiseringsverdi for skjul (som beskrevet ovenfor) basert på skjulmålinger innenfor området, eller ut i fra nærmeste oppmåling som har tilsvarende substratforhold.

Oppmåling og dronebilder

Det ble brukt drone til å fly og ta bilder av hele strekningen fra Helveteshylen og opp til siste undersøkte fossefall. Dronen som ble benyttet er av typen DJI Phantom 3Pro. Bildene ble benyttet til å få bedre georefererte flybilder av elvestrekningen og et meget nøyaktig grunnlag for arealberegninger og habitattanalyser.

Elvemorfologi

Karakterisering av elvemorfologien på elvestrekning-skala (1-10 km) viser utforming og substratsammensetning og indikerer hydromorologiske rammer. Den brukes for å avgrense segmenter med ulik hydraulisk karakter etter kartleggingsmetoden beskrevet ovenfor. Metoden brukt er beskrevet i Pulg et al. 2018.

Konnektivitet ble vurdert ut i fra hydrauliske forhold etter kriterier gitt i (Pulg et al. 2018 og Fjeldstad et al. 2018)



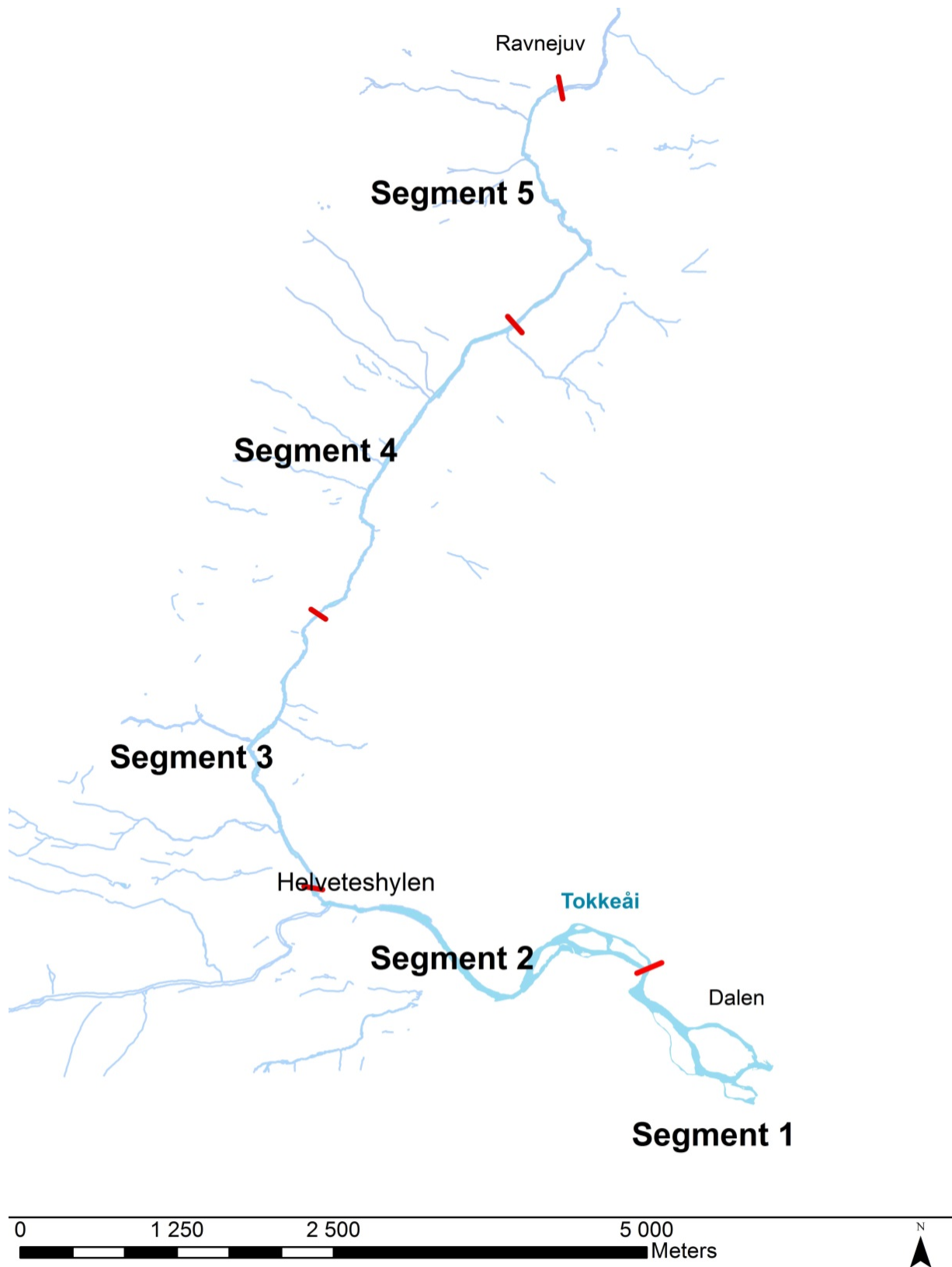
Figur 2: Bilde fra drone over segment 4 ovenfor Helvetesfossen.

Resultater

Den kartlagte delen av Tokkeåi ble inndelt i to morfologiske hovedtyper. Nedre delen (segment 1), fra Elvarheim til munningen, er dominert av «jevn stryk» og «kulp-stryk-type» med overveiende fluvial karakter. Substrat domineres av sortert grus og mindre rullestein og finere fraksjoner. Elva er delt i opptil 4 løp.

Ovenfor Elvarheim overveier gradvis typen «varierte stryk» med større innslag av usortert materiale fra isbreer og ras samt grunnfjell. Andel blokk øker gradvis oppover (segment 2-5). I Segment 2 er elvedalen bredere og nedenfor Huvestadhylen er elva delt i to eller tre løp. Ovenfor Huvestadhylen er elven samlet i et løp som er gravet inn i terrenget. Ovenfor Helvetesfossen (segment 3-5) ligger elven i et juv.

De enkelte segmentene er vist i oversiktskartet nedenfor og beskrevet nærmere i det følgende.



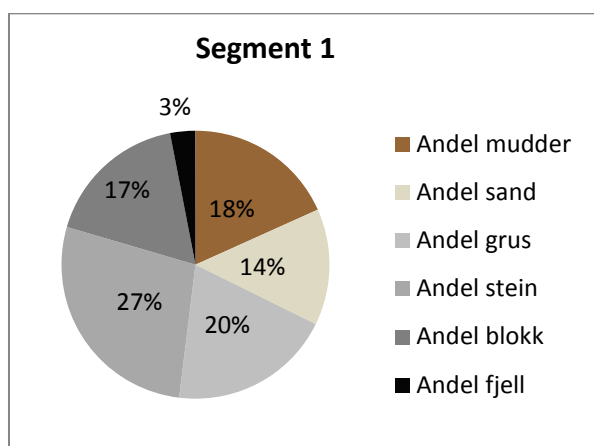
Figur 3: Kart over Tokkeåi med underdeling i segmenter.



Figur 4: Fra segment 1, mellom Iviro- og Asiahylen

Segment 1 - Tokkeåi fra Elvarheim nedstrøms

Vanddekt areal ved ca. 20 m³/s er 136.000 m², fallgradient er ca. 0,002. Over halvparten av substratet i de nedre delene av elven bestod av grus, sand og mudder (Figur 5). I rolige områder var substratet tettet igjen («clogget») av finsedimenter (Figur 6). Gjennomsnittlig skjul i substratet (middels vektet skjul) var 2,7. På noen små strekninger nede ved Buøy ble det gjennomført harving i slutten av 2016. Dette økte skjulet lokalt i disse områdene, men arealet var så lite at det ikke endret skjulverdien totalt. Det finnes en rekke kunstige terskler i elvestrekningen som bidrar til oppstuvning og reduserte vannhastigheter.



Figur 5: Substratfordeling i nedre segmentet av Tokkeåi fra deltaet i Bandak til like ovenfor broen ved enden av nederste Lindøya.



Figur 6: Substrat bestående av rullestein som er dekket av finsedimenter. I slike områder finner man lite skjul for ungfisk.

Kartlagt gyteareal var totalt 3175 m², ca. 2.3 % (ved 20 m³/s, 2016). I tillegg finnes et potensielt gyteområde nederst i deltaet i Bandak (Heggenes m.fl., 2017) som ikke er med i denne beregningen. Det må regnes med at særlig mindre ørret bruker slike områder med lav gradient og finere grusmasser. Dessuten ble det rapportert gytegroper i strandsonen i Bandak og utløpsstrømmen (Skarperudstrømmen, Kraabøl et al 2015). Gytearealet i Tokkeåi er middels fordelt med litt større arealer på brekket til Ivirohylen og nedenfor Hoppesteinterskelen. Avstanden mellom de potensielle gyteplassene varierer, men er aldri større enn ca. 300 m utenom i den store hølen ved Elvarheim.

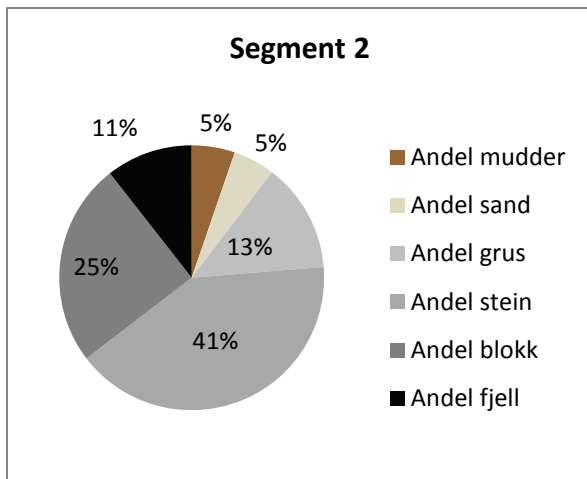
Storaure kan vandre gjennom hele strekningen og det finnes ingen absolutte vandringsbarrierer. Ved lave vannføringer kan imidlertid en rekke terskler virke som vannføringsavhengige vandringshindre siden de har et bredt og grunt overfall uten lavvannsrenne.



Figur 7: Betongterskel i løp ved Buøy med bredt og grunt overløp.

Segment 2 – Fra Elvarheim og opp til Geishyl - Helvetesfossen

Elvestrekningen har et areal på 196.000 m² og en gjennomsnittlig gradient på ca. 0,007 (ca. 20 m³/s). Substratet er grovere enn nedenfor og er dominert av rullestein og blokk. Her var det jevnt over moderat til lite skjul, og mye skjul i en kort strekning langs Huvestadveien. Middels vektet skjul for hele strekningen var 6,1 (2016). Det ble gjennomført habitattiltak i 2017 ved Geishylen, terskler ovenfor Huvestahylen ble restaurert til naturtypiske brekk (2016), terskler ble senket ved Hakaflåthylen (2016) og det ble satt i gang harving i flere områder med lite skjul.



Figur 8: Substratfordeling i segment to som strekker seg fra enden av segment 1 og opp til Geishyl.



Figur 9: Typisk elveparti mellom Huvestad- og Geishylen med høy substratvariasjon.

Tiltakene har bidratt til økt skjul lokalt særlig ved tersklene ovenfor Huvestahylen og dette er synlig på kartet i figur 10 og er beskrevet i avsnittet nedenfor.

Det ble kartlagt totalt 4843 m² gyteareal (høst 2016). Dette tilsvarer 2,5 % av arealet og gjenspeiler en økning fra 1,6 % før tiltakene ble satt i gang. Selv om enkelte flekker er fordelt over hele strekningen, er hovedarealet aggregert i Hakaflåthylen, på det restaurerte brekket ovenfor Huvestadhylen (gamle terskler 1 og 2), på brekket nedenfor Geishylen og på Åmøtehylen.

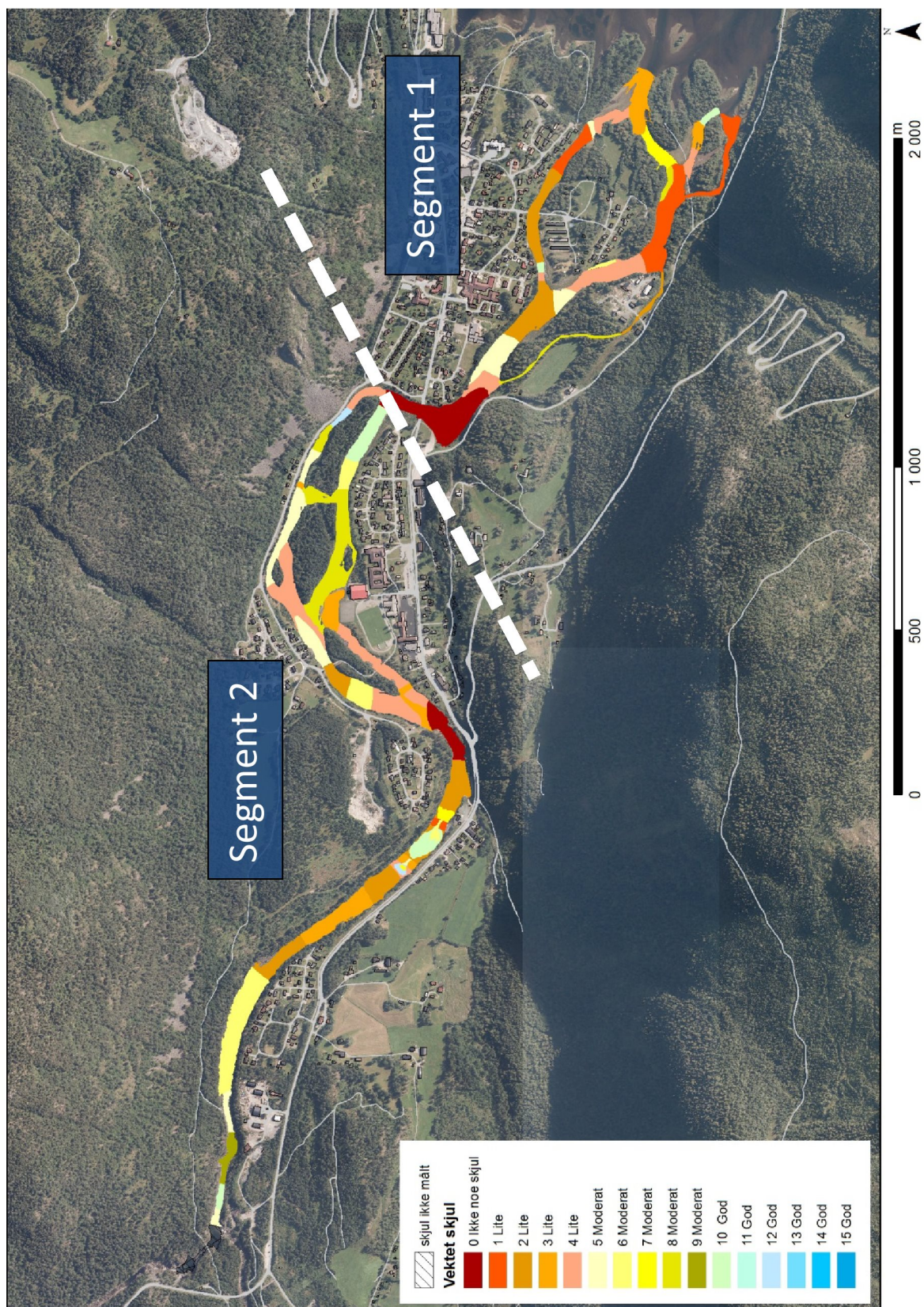
Konnektivitet: Strekningen er brattere enn nedenfor men det finnes gode vandringsforhold for storaure opp til Helvetesfossen. Ved lave vannføringer kunne terskler inntil 2016 virke som vannføringsavhengige vandringshindre. Denne situasjonen er imidlertid vesentlig forbedret etter tiltak gjennomført i 2016, da terskler ble fjernet og redusert samt at lavvannsrenner ble etablert. Tersklene i løpet langs Huvestadvegen og øverste terskel i løpet ved idrettsbanen ble ikke justert. Disse vil fortsatt kunne virke som vannføringsavhengige vandringshindre ved lave vannføringer.

Helvetesfossen vurderes som faktisk vandringsbarriere for storaure i dag. Ved store oppstuvninger under flommer kan det ikke utelukkes at fisk kan komme opp, hvilket flommerker i terreng fra 2015 kan tyde på. Samtidig kan flomvannføringen i seg selv føre til mye turbulens og høye vannhastigheter som reduserer passerbarheten. Vandringsmuligheter her vil i dag være såpass sjeldne at de ikke betraktes som relevant for storaurens reproduksjon eller bestandsstørrelse.

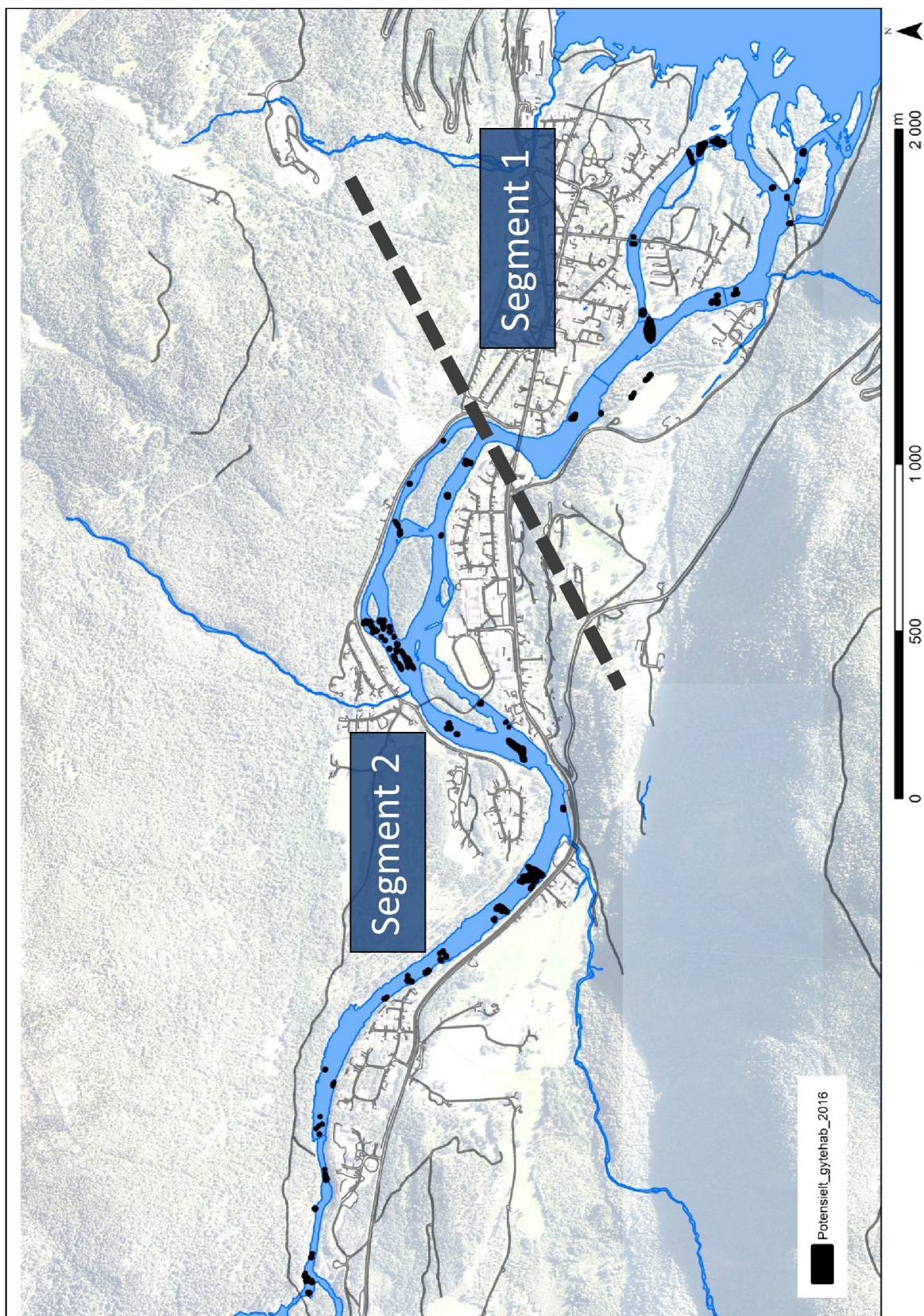
Historisk kan fossen ha vært passerbar for fisk og det ble gjennomført en rekke fysiske endringer grunnet tømmerfløting og kraftregulering (Kraabøl m.fl., 2015). Kraabøl et al. (2016) anslo at bunnivå nedenfor fossen ble senket med ca. 4 m, og høydeforskjellen økte tilsvarende, med en resterende spranghøyde på 1,74 m. Statkrafts arkivdata samt oppmålinger av Tokke kommune og Statkraft 2017 tyder på en senkning på ca. 1,8- 2,6 m ved vannføring på 9 og 22 m³/s. Fossehøyden før senkningen ble vurdert til 3,5-5 m (Hansen og Kristiansen 2017, notat). Ved høyere vannføringer og oppstuvning kan høydeforskjellen ha vært lavere og hindringen vært passerbar, historiske opptak (<https://vimeo.com/106865550>), flommerker og bilder fra flom (www.bandakkanalen.no) tyder på dette potensialet. Eldre fiskerirapport basert på intervjuer med lokale grunneiere, fiskere og kjentfolk indikerer imidlertid at storaure ikke ble observert ovenfor Helvetesfossen og heller ikke langt oppe i

sideelven Dalaåi foruten den aller nederste hølen nedenfor veibroen (Sømme, 1959). Med den opprinnelige vannføringen (100-263 m³/s månedsmiddel, fra mai til september, Elvarheim) må det regnes med meget stri strøm og store skjærspenninger i det trange juvet – noe som kan ha begrenset produksjonspotensialet for fisk.

Basert på foreliggende data som nevnt ovenfor, vurderes Helvetesfossen som et vannføringsavhengig vandringshinder. Det betraktes som sannsynlig at fisk tidligere kunne passere ved visse vannføringer og -temperaturer. Det forblir usikkert hvor langvarige og hyppige disse periodene var og i hvilket omfang storaure passerte fossen. En nærmere gjennomgang av historiske data og hydraulisk modellering inkl. oppstuings effekter vil bidra til å belyse dette nærmere. Dette var ikke del av det foreliggende arbeidet.



Figur 10: Habitatkart med vektet skjul for de to nedre segmentene av Tokkeåi fra kartlegging etter lokale tiltak i 2016. Hvit stiplet linje markerer skillet mellom segment 1 og segment 2.



Figur 11: Kart med gyteareal høst 2016.

Effekter av gjennomførte habitattiltak

Det er enda ikke gjennomført en fullstendig kartlegging av hele elvebunnen i Tokkeåi etter at habitattiltakene er ferdigstilt. Planen er å gjøre dette når de planlagte tiltakene i 2018 er avsluttet, inkludert ferdigstilling av terskelsenkning rundt Lindøy og Buøy, sedimenttilførsel ved Åmøtehylen samt ripping i løpet langs Huvestaveien. Det ble imidlertid kartfestet endringer av en del tiltak lokalt, først og fremst tiltak som var ferdig høsten 2016. Det ble kartlagt bunnforhold ved gamle terskel 1 og 2 samt på utvalgte rippingsområder i Hakaflåthylen og ved Asiahylen, dessuten ble gyteareal kartlagt igjen fra Helvetesfossen til Bandak høsten 2016.

Kartene i figur 10 og 11 viser situasjonen etter disse tiltakene med status høst 2016. Ved gamle terskel 1 og 2 viser kartet tydelige endringer med økt skjul og større gyteareal. I gamle terskelbassenget økte vektet skjul fra 3 til 7-12 etter terskelsenkning og ripping, i det største arealet fra 3 til 10. Det betyr at det var det ca. 3 ganger så stor tilgang til hulrom i elvebunnen enn før. Gyteareal økte fra ca. 700 m² til 1130 m² etter tilførsel av grus og ripping. På et rippingsareal ved innløp til Asiahylen økte vektet skjul fra 4 til 6, ved utløpsbrekket fra 1 til 8. Inntrykket etter ripping var at det skapte mest skjul i områder med mye rullestein (10-50 cm), altså særlig ovenfor Elvarheim. I nedre deler forventes en kortere varighet grunnet høyere grus- og finsedimentandel. Her kan ripping bidra til å gjenskape gyteareal med løs grusbunn, helst sammen med terskelsenkning. Gevinst for økt skjul for eldre ungfisk vil være begrenset i nedre deler siden fluviale masser dominerer med høy grus- og sandandel. Massetilførsel og utvidelse av tverrsnitt ved Geishylen er enda ikke kvantitativt evaluert, men befarung av området både over- og under vann tyder på at tiltaket var vellykket og at det har bidratt til naturtypiske bunnforhold med dynamisk substrat, mye skjul og flekkvise gyteplasser.

Sett for hele elvearealet virker endringene fra før- til etter små siden areal av de vurderte tiltaksområdene er lite, og siden flere tiltak enda ikke er ferdigstilt. Likevel kan det sees en endring i ønsket retning når vi sammenligner habitatkvalitet for hele arealet før og etter de vurderte tiltakene. I segment 1 økte tilgjengelig skjul fra 2,6 til 2,7, mens gytearealet er omtrent likt (mye tiltak gjenstår). I segment 2 økte tilgjengelig skjul fra 5,6 til 6,1. Gyteareal økte fra 3081m² til 4843 m². Økning av gyteareal ble registret først og fremst ved brekket til Geishyl og nedenfor, ved gamle terskel 1 og 2, i Hakaflåthylen og delvis på rippete områder (kart i fig. 11).



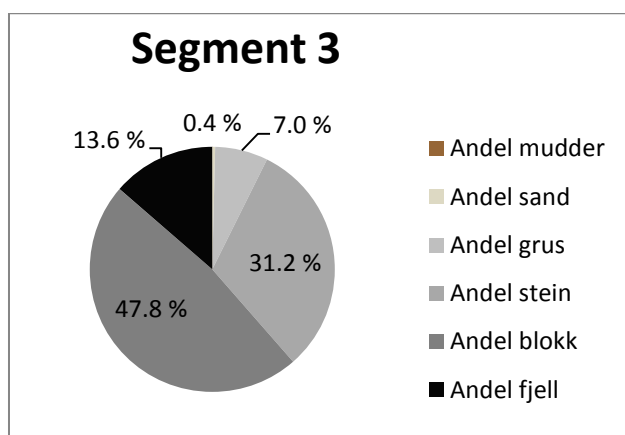
Figur 12: Bildet viser arbeidet med senkning av terskel, ripping og grusutlegg i 2016.



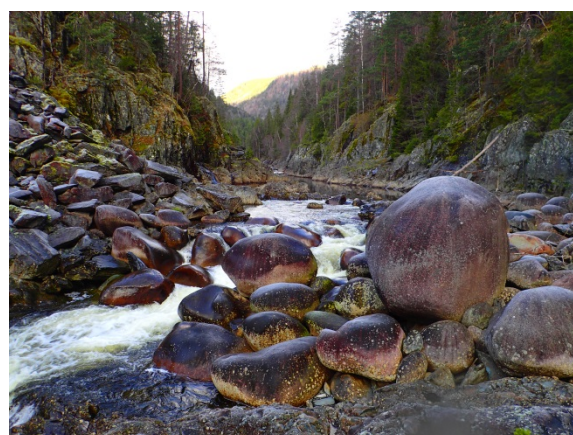
Figur 13: Variert stryk ovenfor Helvetesfossen med fjell og grove, stabile blokk samt dynamisk grus og rullestein.

Segment 3 - Tokkeåi oppstrøms Helvetesfossen

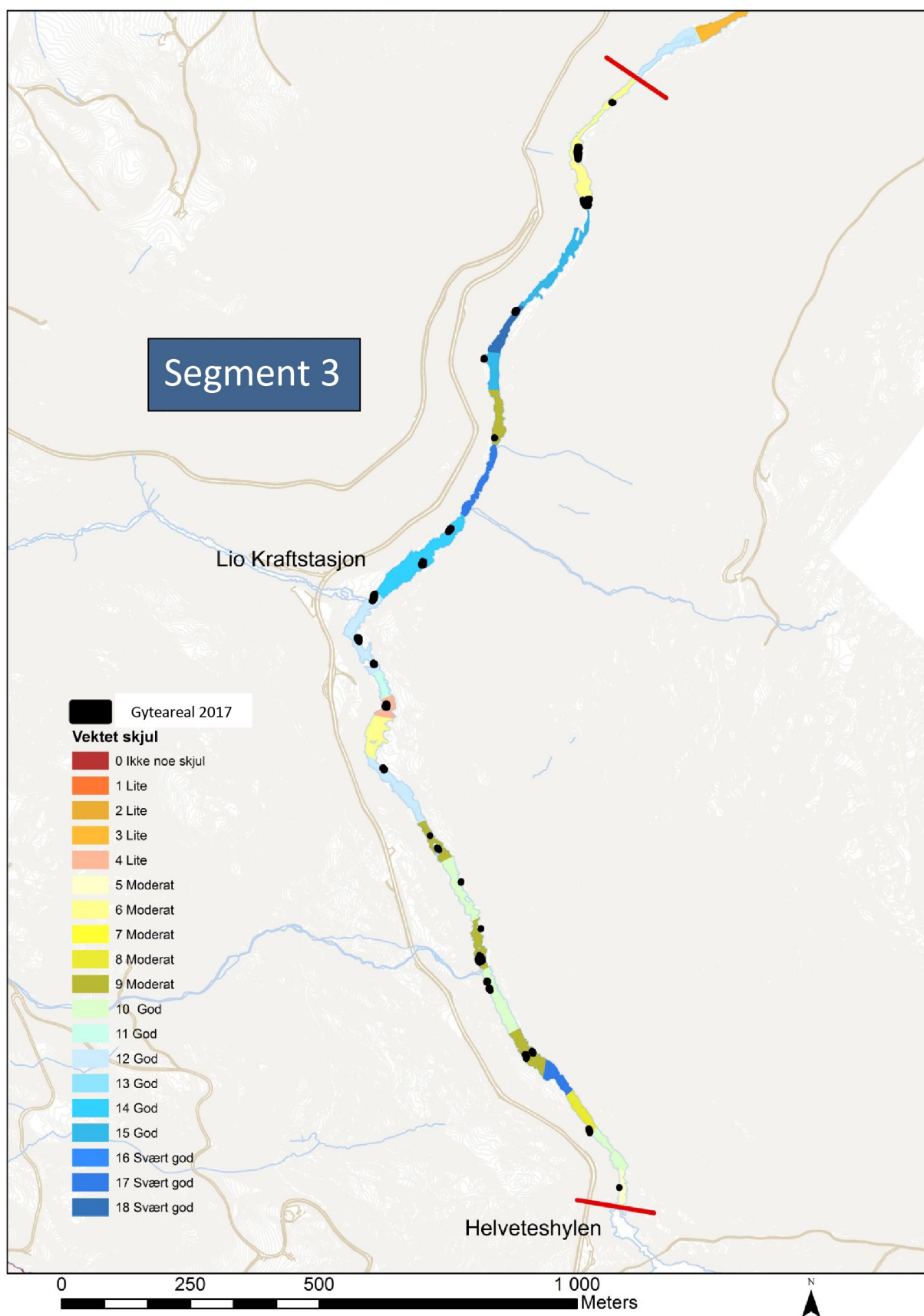
Segment 3 strekker seg fra Helvetesfossen og ca. 2550 m oppover. Avgrensningen ble valgt siden det er et skille i bunnsstrat med knapt noe grus i segment ovenfor. Høydeforskjellen i Segment 3 er 44 m, målt fra overkant Helvetesfoss, gradient er med dette rundt 0,016. Vanddekt areal ved 1,3 m³/s var ca. 46.000 m². Strekingen er i hovedsak dominert av grovt substrat (stein, blokk og fjell, se figur nedenfor), men det finnes også en del grus (7 %). Middels vektet skjul var 11. Gyteareal var 630 m², noe som tilsvarer 1,4 %. Gyteareal er flekkvis fordelt i strekingen, maks. avstand mellom gytearealer er 258 m, ellers under 200 meter mellom enkeltarealene. Elven ligger i et juv og var 8 - 38 m bred. Dalbunnen er 1-2 ganger elvebredden. Sidebekken ved Lio kraftstasjon var så langt man kunne se passerbar, men ble ikke tatt med i analysen.



Figur 14: Blokk og rullestein dominerer substratet ovenfor Helvetesfossen.



Figur 15: Fisk kan passere i hele strekingen men enkelte fossestryk virker som vandringshinder ved lave vannføringer



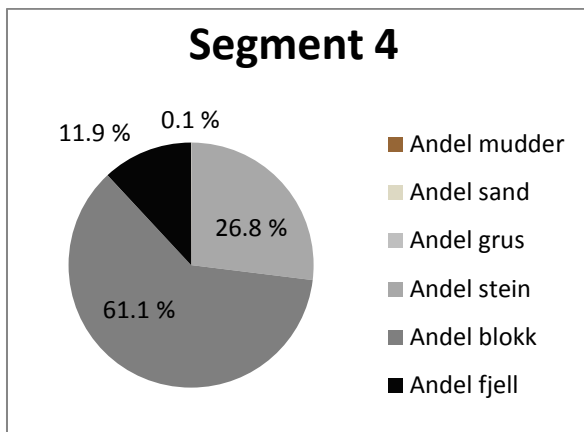
Figur 16: Habitatkart med vektet skjul for segment 3 av Tokkeåi fra kartlegging i 2017.



Figur 17: Bilder fra segment 4 med varierte stryk dominert av fjell og grove, relativt stabile blokk

Segment 4 – Videre opp til Molandsbekken

Segment 4 strekker seg videre opp til munning Molandsbekken og har en lengde på ca. 3000 m. Høydeforskjellen i segmentet er ca. 45 m, gradient er med dette rundt 0,015. Vanddekt areal ved 1,3 m³/s var ca. 60.000 m². Bunnsubstrat bestod nesten utelukkende av grovt substrat (stein, blokk og fjell, se figur nedenfor), det fantes knapt noe grus (0,1 %). Middels vektet skjul var 8,3. Kartlagt gyteareal var 2 m², noe som tilsvarer 0,003 %. Gyteareal finnes altså knapt i denne strekningen. Elven ligger i et juv og var 6 - 45 m bred. Dalbunnen er 1-2 ganger elvebredden. Enkelte fossestryk virker som vannføringsavhengige vandringshindre, men vil trolig være passerbare med litt økt vannføring.



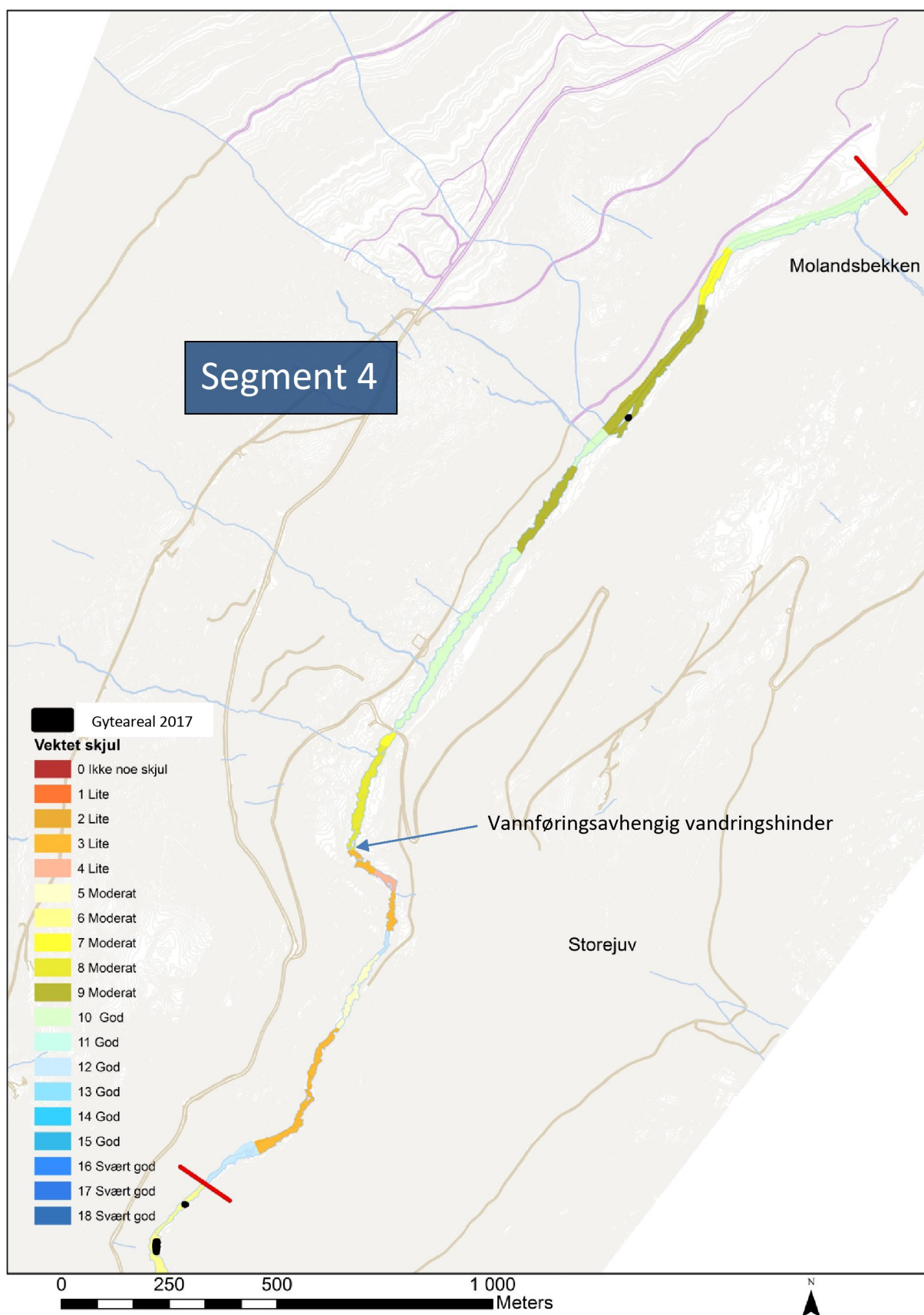
Figur 18: Blokk og rullestein dominerer substratet ovenfor Helvetesfossen.



Figur 19: Fisk kan passere i strekningen, men enkelte fossestryk virker som vandringshindre ved lave vannføringer.



Figur 20: Parti av segment 4 sett fra drone.



Figur 21: Habitatkart med vektet skjul og gyteplasser for segment 4 av Tokkeåi fra kartlegging i 2017.

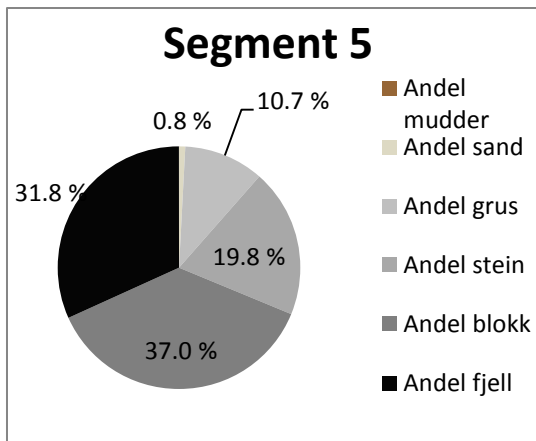


Figur 22: Segment 5: Det finnes kulper og stryk samt gyteområder. I rasområder finnes også brattere fossestryk.

Segment 5 – Fra enden av segment 4 og opp til Ravnejuvet

Segment 5 strekker seg over 2500 m opp til en foss ved Ravnejuvet og har en høydeforskjell på ca. 57 m. Gradient er 0,023. Vanddekt areal ved 1,3 m³/s var ca. 41 800 m². Fossen i Ravnejuvet vurderes som vandringsbarriere, ca. 700 m nedstrøms vandringsbarriere finnes det en 3-4 m høy foss som er vandringshinder ved lav vannføring, men den kan være passerbar ved høye vannføringer grunnet oppstuvningseffekter. Strekningen har middels vektet skjul (9,2). Gyteareal var 1043 m², eller 2,5 % av totalarealet. Gyteplasser er godt fordelt i nedre halvdel av strekningen. I øvre del ble det ikke funnet gyteplasser. Gytegrusen i denne strekningen ser delvis ut som sprengstein som trolig ble spytt ned fra Ravnejuv massedeponi. Det er en del steinras i juvet som danner fossestryk som igjen kan virke som vannføringsavhengig vandringshinder.

Fossen i Ravnejuvet øverst i segmentet er den største (Figur 25). I ifølge laserdata fra Kartverket er stigningen nesten 10 meter fra vannflaten i hølens nedenfor til vannflaten ovenfor. Høydeforskjellen forventes også å være betydelig i flommer og oppstuvet elv. Denne fossen vurderes derfor som vandringsbarriere for oppvandrende storaure.



Figur 23: Blokk og rullestein dominerer substratet ovenfor Helvetesfossen.



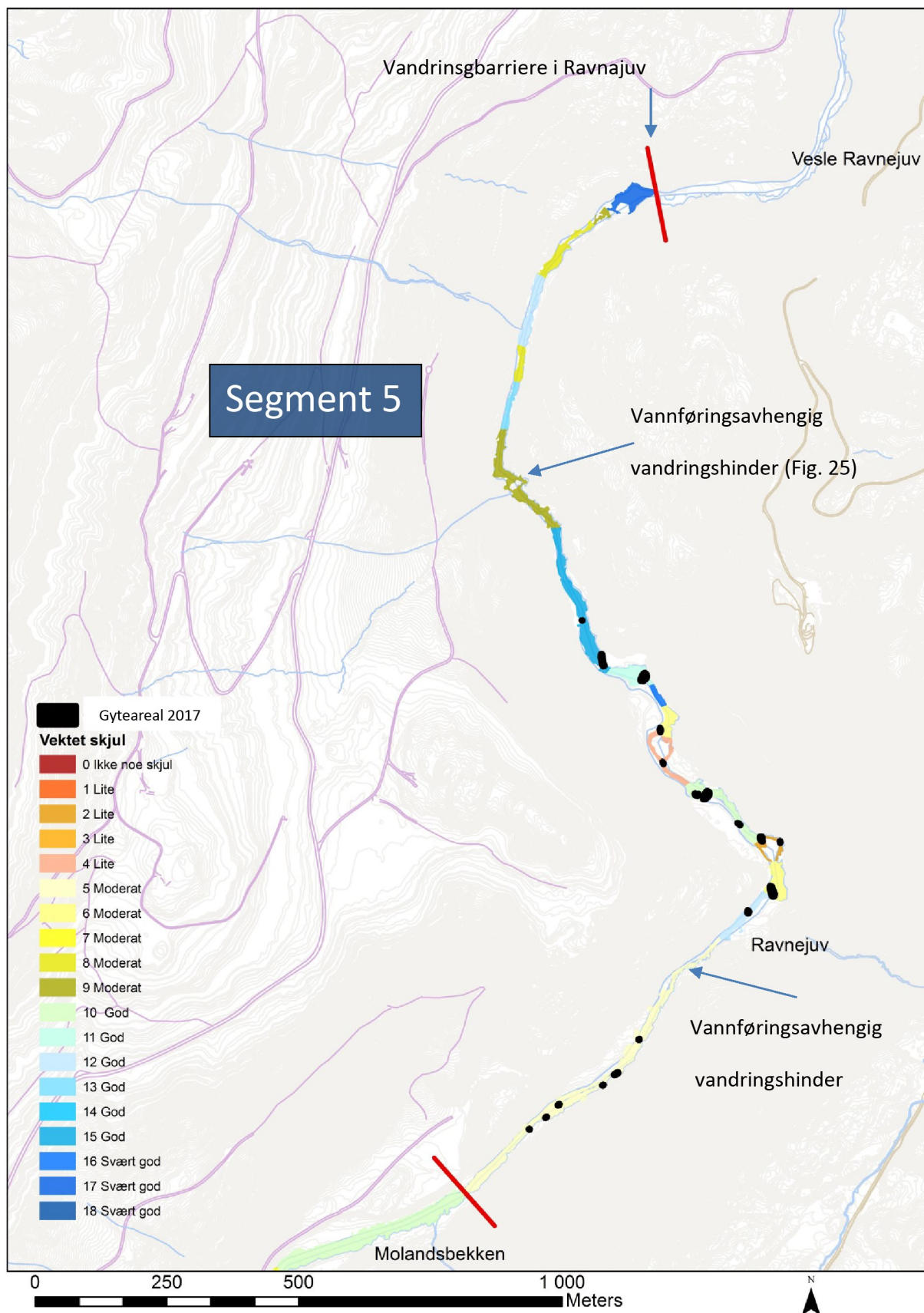
Figur 24: Blokk dominerer og delvis finnes steinras helt ned til elven.



Figur 25: Nederste fossen i segment 5.



Figur 26: Øverste fossen med ca. 10 m høyde som vurderes som vandringsbarriere i segment 5.

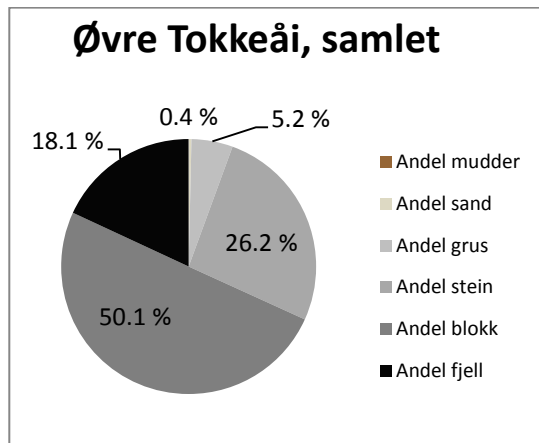


Figur 27: Habitatkart med vektet skjul og gyteplasser for segment 5 av Tokkeåi fra kartlegging i 2017.

Samlet – Tokkeåi fra Helvetesfossen til Ravnajuv

Samlet er strekningen mellom Helvetesfossen og Vandringsbarriere i Ravnajuv ca. 8050 m lang og har et vanddekt areal på ca. 148.000 m² ved 1,3 m³/s vannføring. Høydeforskjell (terreng) er 144 m, gjennomsnittlig gradient dermed 0,018. Gjennomsnittlig vektet skjul var 9,4. Gyteareal var 1675 m² eller ca. 1,1 % av elvearealet. I midtre deler (segment 4) og øvre delen fantes knapt noen gyteplasser. Det er blokk (50 %), rullestein (26 %) og fjell (18 %) som dominerer elvebunnen, men det finnes også en andel grus (5 %).

Til sammenligning: Strekningen mellom Helvetesfossen og Bandak har samlet sett vektet skjul på 4,7, gytearealandel er 2,4 % (8020 m²) og vanddekt areal ved ca. 20 m³/s er 332.000 m².



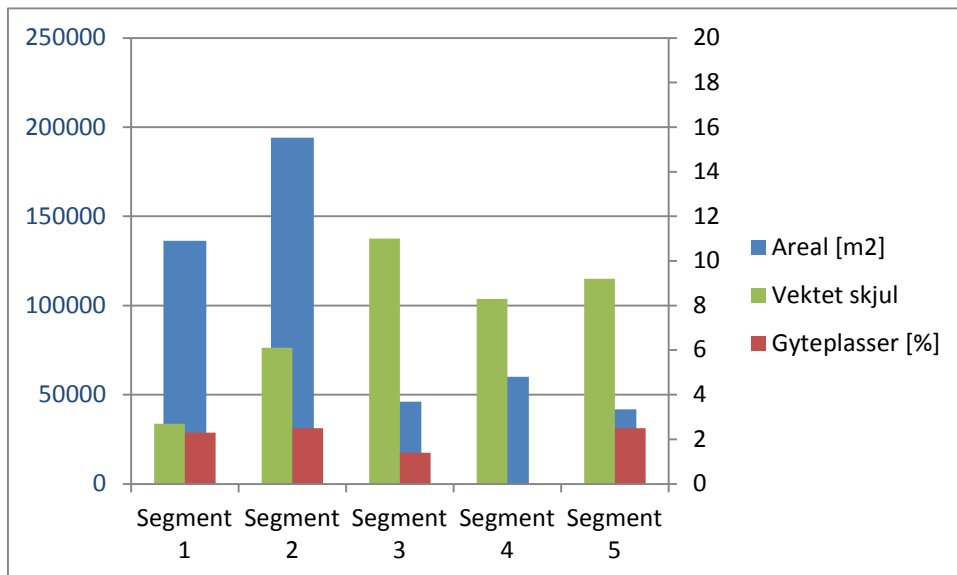
Figur 28: Substratfordeling i Øvre Tokkeåi.



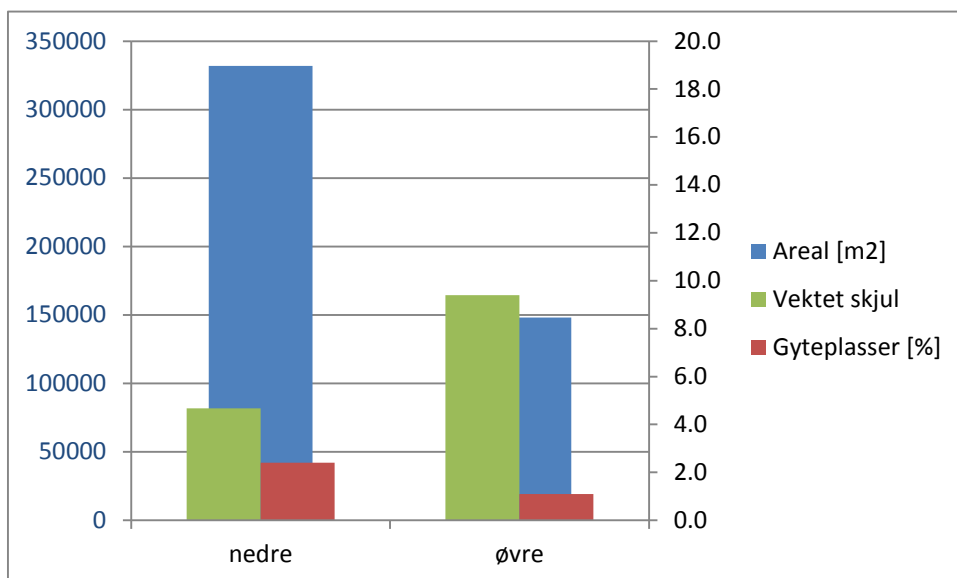
Figur 29: Parti fra segment 5 dominert av grunnfjell og blokker med 2-3 m høy foss (vannføringsavhengig vandringshinder)

Diskusjon

En anbefaling fra Kraabøl et al. (2015) var å kartlegge habitatforhold ovenfor Helvetesfossen og habitatpotensial for storaure. Med det foreliggende arbeidet er dette gjennomført. Habitatstørrelse, skjultilgang i substratet og gytearealandel i de forskjellige segmentene og sammenlignet mellom strekingene ovenfor- og nedenfor Helvetesfossen, er sammenfattet i figurene under.



Figur 30: En sammenligning av vanddekt areal (blått), skjultilgang (grønt) og gytearealandel (rødt) per segment, ved vannføring på ca. 20 m³/s ndf. Helvetesfossen og 1,3 m³/s ovenfor.



Figur 31: En sammenligning av vanddekt areal (blått), skjultilgang (grønt) og gytearealandel (rødt) sett for strekingen nedenfor og ovenfor Helvetesfossen.

Fysiske habitatforhold i Tokkeåi fra Bandak til Helvetesfossen

Samlet vurderes skjultilgang i Tokkeåi mellom Helvetesfossen og Bandak til lav på grensen til moderat (4,7), gytearealandel som moderat (2,4 %). Samlet areal ved ca. 20 m³/s er 332.000 m².

Dagens fysiske gyte- og oppveksthabitat i Tokkeåi fra Helvetesfossen og ned til Elvarheim vurderes som moderat for reproduksjon og oppvekst av storaure. I strekningen nedenfor til munningen i Bandak er andel gytehabitatet litt lavere (2,3 %), men vurderes fortsatt som moderat. Tilgang til skjul i elvebunnen vurderes her som lav (2,7).

At det er mindre skjul i nedre områder henger sammen med både naturlige og menneskeskapte faktorer. Med naturlige faktorer som lav gradient (0.002) og overvekt av finere, fluviale masser i det gamle elvedeltaet må det regnes med mindre hulrom i elvebunn sammenlignet med brattere strekninger og grovere sediment. Vassdragsregulering har ført til redusert vannføring og det har blitt bygget en rekke terskler. Begge faktorer reduserer massetransport og bidrar til akkumulering av finere masser, og med dette også til mindre skjul. Over halvparten av elvebunnen består av grus, sand og mudder. Høy grusandel gir i utgangspunkt potensial for mere gyteareal enn både vi og Heggenes et al. (2015 & 2017) har funnet. At det finnes mindre gyteareal enn grusandel og fluvial karakter skulle tilsi, kan forklares med redusert vannhastighet og skjærspenning grunnet terskler og brede avløpstverrsnitt i forhold til vannføring. Dette bidrar til et redusert område med tilstrekkelige hydrauliske forhold for gyting samt at en del potensielt gytesubstrat er dekket av mudder eller gjengrodd med alger og mose.

Ovenfor Elvarheim er det høyere gradient (0.007) og grovere substrat, og det er mer enn dobbelt så mye skjul i elvebunnen (6,1), men fortsatt mindre enn i strekningen ovenfor Helvetesfossen. Også her betraktes årsaken som sammensatt, gradienten er bare halvparten av i segment 3 ovenfor Helvetesfossen. Samtidig er massetransporten i elva redusert etter regulering grunnet lavere vannføring og sedimentuttak i Helveteshylen.

Samlet sett vurderes dagens skjultilgang for ungfisk av storaure som moderat, skjultilgang nedenfor Elvarheim som lav. Dette har både naturlige og menneskeskapte årsaker. Habitatstørrelsen mellom Helvetesfossen og Bandak er imidlertid stor og med ca. 330.000 m² er det et stort fysisk potensial for en betydelig produksjon av aure og storaure.

Ungfiskundersøkelser (Saltveit et al. 2018) bekrefter dette potensialet. Ungfisktettheter i Tokkeåi mellom Bandak og Helvetesfossen ligger innenfor det vanlige for slike vassdrag med ikke-anadrom bestand – også i nedre deler. Tetthetene i Tokkeåi er større enn i Dalaåi og i samme størrelsesorden eller større enn i Tokkeåi ovenfor Helvetesfossen, særlig for eldre ungfisk (Kraabøl et al 2016, så vidt det kan leses fra tabellen der). Årsyngelens lengde ligger i samme størrelsesorden både nedenfor Helvetesfossen (Saltveit et al. 2018, 45-60 mm) og ovenfor (Kraabøl et al. 2016, 45-60 mm), men det ble fisket allerede i 12. juli i øvre del mens det ble fisket i 22. september 2016 i nedre del. Dette kan indikere raskere vekst av årsyngel i øvre Tokkeåi. Det ble fisket til forskjellige tidspunkter og med forskjellige metoder, og ingen av forfatterne har nevnt temperatur- eller konduktivitetsdata, hvilket alt har innflytelse på fangsteffektivitet, tetthetsvurderinger og sammenlignbarhet.

De fysiske forholdene i Tokkeåi nedenfor Helvetesfossen kan bedres ved redusering og fjerning av terskler, tilførsel av dynamiske masser (grus og rullestein) og økt vannføring. Områder med grovere bunnsstrat er også egnet til ripping. Vellykkete tiltak gjennomført ved gamle terskel 1 og 2 og sedimenttilførsel ved Geishyl bekrefter dette. Gyteareal og antall hulrom i elvebunnen ble økt på disse områdene (se kart i Figur 10, Geishyl vurdert skjønsmessig inntil nå), samt at vandringsmulighetene ved lav vannføring ble bedret.

Dersom tiltakene videreføres er det potensial til en betydelig forbedring av fysiske habitatforhold mellom Helveteshylen og Bandak. Ved tilstrekkelig omfang av særlig tilførsel/videreføring av naturtypisk sediment, senkning/reduksjon av terskler og ripping av egnede områder (Pulg et al. 2018), betraktes det som reelt å kunne øke gjennomsnittlig skjultilgang for hele strekningen til over 5-7, å sikre en gytearealandel på minst 4-5 % - og samtidig bidra til grovere, mer naturtypiske habitatforhold til fordel for storvokst ørret.

Dalaåi er enda ikke kartlagt systematisk. Den er tilgjengelig for storaure i nedre del men har vannføringsavhengige vandringshinder ca. 630 m ovenfor munningen. Vannkvalitet og vekst betraktes som mindre gunstig (Kraabøl et al. 2015 og 2017). Det anbefales en kartlegging av habitatforhold for å vurdere potensialet for storaure og tiltak der. Dette vil bidra til en helhetlig forståelse av vassdraget som reproduksjonsområde for aure og storaure.

Fysiske habitatforhold Helvetesfossen til Ravnejuvet

Elven ovenfor Helvetesfossen ligger i et juv, der dalbunnen ofte er like bred som elva. Gradienten er høyere enn nedenfor, 0,018 i snitt. Med 9,4 vektet skjul er det mer skjul i elvebunnen enn nedenfor, til tross for store blokker og fjell som per definisjon ikke har hulrom. En forklaring er at det finnes dynamiske masser dominert av rullestein og delvis grus med lite finsediment. Disse danner et skjulrik, bevegelig lag mellom stabile storblokker som renses ved flommer. Også tilførsel av stein fra ras og steindeponier spiller en rolle. Skjærspenninger under flommer forventes å være langt større i denne delen siden gradienten er brattere og siden det trange juvet sørger for større oppstuing og vanddyp sammenlignet med det bredere løpet nedenfor. Skjultilgang for storaurengfisk ligger i hovedsak mellom moderat og mye, i gjennomsnitt vurderes skjultilgang (9,4) som moderat på grensen til mye.

Gytearealandel er mindre enn nedenfor Helvetesfossen (i snitt 1.1 %, 1675 m² mot 2,4 % eller 8020 m² nedenfor) og gytearealene er delvis ugunstig fordelt, med tilnærmet ingenting i midtre og øvre deler. I resten av strekningen er gyteplasser imidlertid flekkvis og jevnt fordelt. Samlet sett ligger gytearealandelen for storaure mellom lite og moderat, i snitt vurderes gytemuligheter som moderat på grensen til lite. Ved økt vannføring ovenfor Helvetesfossen vil gytearealet i utgangspunkt kunne øke. Denne effekten forventes imidlertid å være svært liten siden det ikke finnes mye grus i dalbunnen og siden elven ligger i et relativt trangt juv. Elvebredden er ofte lik bredden av dalbunnen allerede ved den relativt lave vannføringen på 1,3 m³/s. Dette er godt synlig i dronebildene (se vedlegg). Det forventes derfor et relativt tydelig knekkpunkt i forhold mellom vanddekt areal og vannføring – dvs. en vannføring der vanddekt arealet ikke øker vesentlig ved ytterligere økning av vannføring. Dette kan beregnes ved å gjennomføre flere oppmålinger med drone ved forskjellige vannføringer.

Også Kraabøl et al. (2016) har vært i strekningen ovenfor Helvetesfossen. Deres habitatvurdering var basert på stikkprøver i nedre del uten systematisk arealdekkende kartlegging, og el-fiske på utvalgte stasjoner. I motsetning til Kraabøl et al. (2016) som antyder at elven kan være tilgjengelig for storaure opp til Åmot hvis Helvetesfossen er passerbar (uten å ha kartlagt hele strekningen), vurderer vi en ca. 10 m høy foss i Ravnejuvet som vandringsbarriere. Dette gir en tilgjengelig strekning på rundt 8 km ovenfor Helvetefossen og et vanddekt areal på 148.000 m² ved 1,3 m³/s. Habitatet har mindre areal og gyteplasser enn det nedenfor, men skjulforhold er bedre. Siden grovt substrat og høyere gradient dominerer kan det gås ut i fra at de fysiske habitatforholdene vil gi bedre betingelser for storaure enn for mindre aure. Samlet sett vurderes habitatforholdene i tilgjengelig habitat ovenfor Helvetesfossen som moderate for storaure, gitt kriteriene beskrevet under metodekapittelet. Skjulforhold er bedre enn nedenfor Helvetesfossen, men samtidig er gytearealandel og habitatets størrelse mindre. Kraabøl et al. (2016) sitt el-fiske viser at det lever stasjonær aure i strekningen, og at det er nok vann til dem samt gode vekstforhold. Det er en rekke vannføringsavhengige vandringsbarrierer (2-3 m) i strekningen som vil være vanskelige å passere for storaure ved 1,3 m³/s, men som mest sannsynlig er passerbare ved flommer. Vannføringsforhold bør utredes nærmere siden disse vil ha effekt på areal, habitatforhold og konnektivitet. Siden elven ligger i et juv forventes som tidligere nevnt et relativt tydelig knekkpunkt i forholdet mellom vanddekt areal og vannføring, samt at det kan oppstå meget stri strøm og store skjærspenninger ved høy vannføring.

Strekningen ovenfor Helvetesfossen kan – ut i fra de fysiske habitatforholdene - bidra til økt reproduksjon av storaure. Sikring og vekst av storaurebestanden er imidlertid avhengig av flere faktorer, deriblant næringstilgang og forhold i Bandak, fiske og fiskeforvaltning, og ikke minst forholdene i habitatet nedenfor fossen – også i fremtiden. Siden Tokkeåi nedenfor Helvetesfossen gir et stort og lett tilgjengelig habitat for storaure og siden de fleste storaurer er født der, vil de fleste gyte der - også ved en åpning av Helvetesfossen. Dette kan gradvis endre seg hvis fiskene tar i bruk habitatet ovenfor og kan akselereres med tiltak som rognplanting og flytting av fisk. Men den moderate bruken av Dalaåi indikerer at dette ikke nødvendigvis skjer raskt. Det er lav gytebestandsstørrelse og lav konkurranse om gytehabitat i Tokkeåi. Samlet sett betyr dette at forholdene nedenfor Helvetesfossen også i fremtiden vil ha en sentral betydning for storauren i Bandak. Skal storaurebestanden sikres og fremmes trengs det derfor tiltak som også sikrer forholdene der, særlig mot utfall av kraftverket og raske vannstandsendringer, og bedring av fysiske habitatforhold.

Sammendrag

Kartlegging av fysiske habitatforhold for storaure i Tokkeåi nedenfor Helvetesfossen viser at det er relativt lav skjultilgang i Tokkeåi, særlig i nedre deler (vektet skjul er 4,7), og at tilgang til gyteareal er moderat (ca. 8020 m², 2,4 %). Dette har både naturlige og menneskeskapt årsaker. Elvearealet har med sin størrelse på 332.000 m² og tilgjengelighet fra Bandak et stort potensiale for reproduksjon av storaure. Hydromorfologiske tiltak som fjerning av terskler, sedimenttilførsel, ripping samt økt vannføring, sikring mot utfall og raske vannstandsendringer vil kunne bedre de fysiske habitatforholdene.

Kartlegging av Tokkeåi ovenfor Helvetesfossen viser at de fysiske habitatforholdene er prinsipielt egnet for storaure. Skjultilgang i elvebunn er større (9,4), men gyteareal mindre (1670 m², 1,1 %) enn på elvestrekningen nedenfor. Strekningen har flere vannføringsavhengige vandringshinder og en ca.

10 m høy foss i Ravnejuvet vurderes som vandringsbarriere. Dette gir en lengde på ca. 8,2 km og et vanddekt areal på 148.000 m² ved 1,3 m³/s.

Ved vurdering av tiltak for å sikre storaure i Bandak anbefales å legge til grunn et helhetlig perspektiv på livssyklusen til storaure og økosystemet, inkludert hydromorfologiske habitatforhold, temperatur, vannkvalitet, samspill med andre arter, biologisk produksjonspotensial og fiskeforvaltning.

Referanser

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

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.

Dervo, B., Taudbøl, T. & Skurdal, J. (1996), *Storørret i Norge. Status, trusler og erfaringer med dagens forvaltning*. Østlandsforskning Rapport nr. 10/1996, 100 sider + vedlegg.

Finstad, A.G., Einum, S., Forseth, T. & Ugedal, O. (2007): Shelter availability affects behaviour, sizedependent and mean growth of juvenile Atlantic salmon. *Freshwater biology* 52, 1710-1718.

Fjeldstad H-P., Pulg, U., Forseth, T. (2018): Sikker toveis fiskevandring forbi vannkraftverk. Sintef rapport 723, 69 s.

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>

Heggenes, J., Fjellheim, P.T. og Brattestå, K. (2015), *Gytegropregistreringer i Tokkeåi høsten 2015*. Notat: Høgskolen i Telemark, Institutt for natur- helse- og miljøvern

Heggenes, J., Karlsson, T. og Brattestå, K. (2017), *Gytegropregistreringer i Tokkeåi høsten 2017*, HSN Skrift XX 2017: Høgskolen i Sørøst Norge, Institutt for natur- helse- og miljø

Kraabøl, M. (2010), *Storørret i Bandak og Tokkeåi. Dokumentasjon, kunnskapsoppsummering og utfordringer* - NINA Rapport 544. 30 s.

Kraabøl, M., Brabrand, Å, Bremnes, T., Heggenes, J., Johnsen, S. I, Pavels, H., Saltveit, S. J. (2015). *Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Tokkeåi. Sluttrapport for perioden 2010-2013* - NINA Rapport 1050. 99 sider + vedlegg.

Kraabøl, M. og Gregersen, F. (2016), *Fiskebiologiske undersøkelser i Tokkeåi og Dalaåi ovenfor antatt vandringshinder for storørret*, Multiconsult rapport 129247-RIM-RAP-001

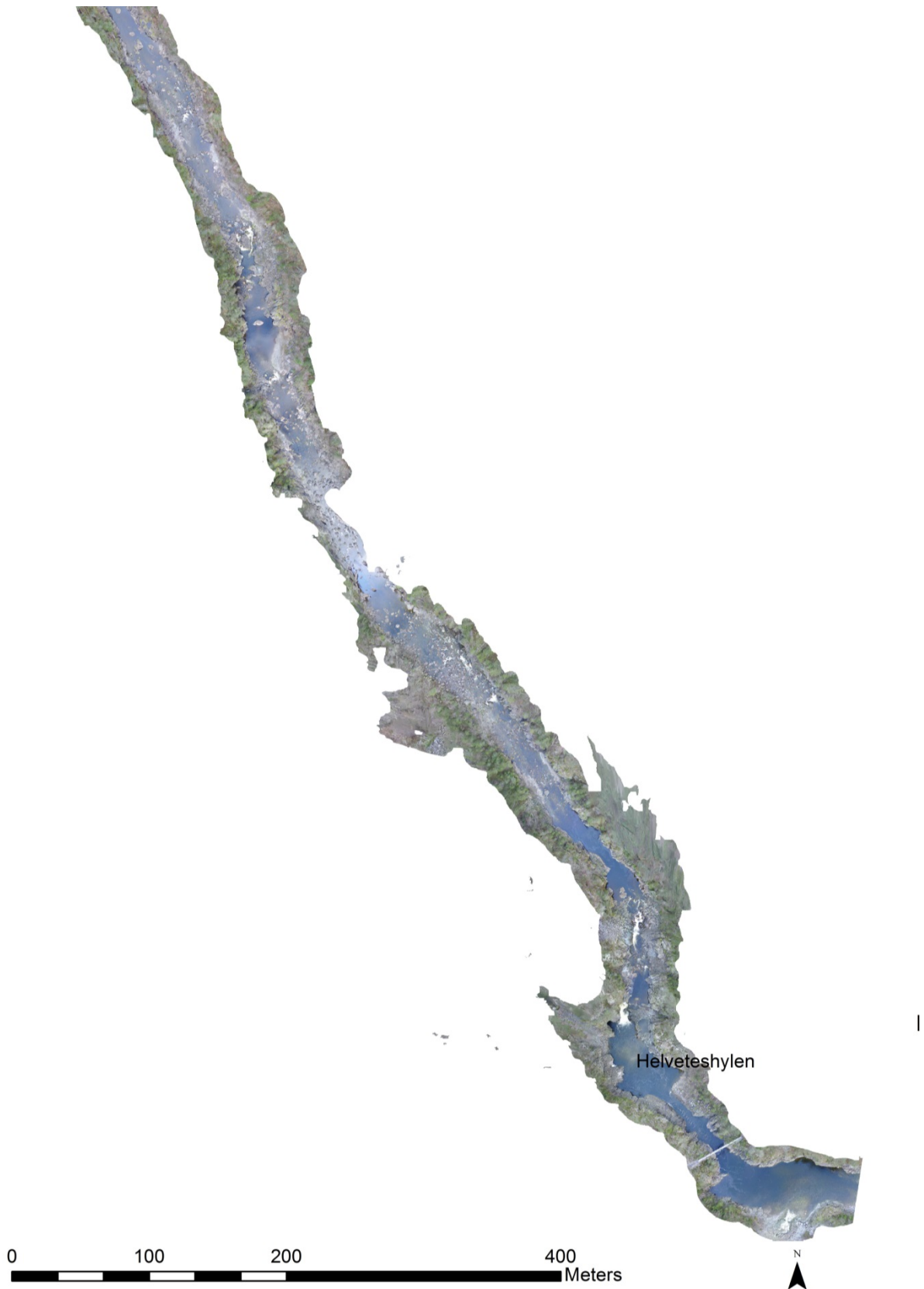
Pulg, U., Barlaup B.T., Skoglund H., Velle, G. Gabrielsen S-E., Stranzl S., Olsen E. E., Lehmann, B., G., Wiers, T., Skår, B. Nordmann E., Fjeldstad H-P., Kroglund, F. (2018): *Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker*. Uni Research Miljø LFI rapport 296. Uni Research Bergen. ISSN 1892-8889

Saltveit, S.J. Brabrand, Å. og Pavels, H. 2018. Overvåkning av fiskebestandene i Tokkeåi, Telemark. Resultater fra undersøkelsene i 2016 og 2017. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Notat nr. 1-2018, 12s.

Skoglund, H. og Wiers, T. (2016), Kartlegging av habitatforhold for laksefisk i Håelva våren 2016, Uni Research Miljø LFI rapport nr. 280

Sømme, S. (1959), Fiskerapport til ekspropriasjonsskjønnet for Tokke-reguleringen, Rapport 8.

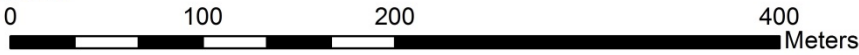
Vedlegg – Georefererte ortofoto fra drone fra Helevetsfoss opp til Ravnejuvet.

















Ferskvannøkologi - laksefisk - bunndyr

LFI ble opprettet i 1969, og er nå en seksjon ved Uni Research Miljø, en avdeling i Uni Research AS, et forskningselskap eid av universitetet i Bergen og stiftelsen Universitetsforskning Bergen. LFI Uni Research Miljø tar oppdrag som omfatter forskning, overvåking, tiltak og utredninger innen ferskvannøkologi. Vi har spesiell kompetanse på laksefisk (laks, sjøaure, innlandsaure) og bunndyr, og på hvilke miljøbetingelser som skal være til stede for at disse artene skal ha livskraftige bestander. Sentrale tema er:

- Bestandsregulerende faktorer
- Gytebiologi hos laksefisk
- Biologisk mangfold basert på bunndyrsamfunn i ferskvann
- Effekter av vassdragsreguleringer
- Effekter av fiskeoppdrett, lakselus og rømming
- Forsuring og kalking
- Habitattanalyser
- Vassdragsrestaurering
- Miljødesign og habitattiltak
- Effekter av klimaendringer
- Fiskepassasjer
- Gassovermetning

Oppdragsgivere er offentlig forvaltning, kraftselskap, forskningsråd og andre. Viktige samarbeidspartnere er andre nasjonale og internasjonale forskningsinstitusjoner og FoU miljø hos oppdragsgivere.

Våre internettsider finnes på <http://uni.no/nb/uni-miljo/> eller ved søk på Uni Research Miljø.