

Tiltak til rensing av elvebunnen i Suldalslågen

Resultater av pilotprosjekt 2019



NORCE

Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

NORCE Norwegian Research Center

NORCE LFI, Nygårdsgaten 112, 5008 Bergen, Tel: 55 58 22 28

ISSN nr: ISSN 1892-8889

NORCE LFI Rapport-nr. 380

Tittel: Tiltak til rensing av elvebunnen i Suldalslågen. Resultater av pilotprosjekt 2019.

Dato: 23.04.2020

Forfattere: Ulrich Pulg, Helge Skoglund, Christoph Postler, Sebastian Stranzl, Turid Helle

Bilder: Forfatterne og Tore Wiers

Geografisk område: Norge, Rogaland

Finansiering: Statkraft

Antall sider: 23

Emneord: Regulering, Vannkraft, Vannmiljø, Laks, Sjøaure, Habitat, Tiltak, Ripping

Sammendrag

Flere studier har påpekt mangel på skjul for ungfisk som en flaskehals for fiskeproduksjon for laks og sjøaure i Suldalslågen. En årsak er sterk begroing av mose som følge av lav naturlig sedimenttransport samt reduserte flommer og vassdragsdynamikk som følge av kraftregulering. I rammen av denne studien ble det testet om rensing av elvebunnen ved ripping er en egnet metode for å øke skjul for ungfisk.

Det ble valgt 5 testområder og to referanseområder. Områdene ble rippet 9. og 10. oktober 2019. Det ble hovedsakelig funnet vel egnete løsmasser i sedimentet som var dominert av rullestein (10-50 cm). Skjultilgang ble 3-4-doblet gjennom rippingen. I snitt økte vektet skjul fra 3.4 til 12.2. Ungfisktettheter økte deretter, men det er for tidlig å kvantifisere en endring i ungfisktetthet.

Basert på resultatene og da særlig funn av vel egnete masser, samt erfaringer i lignende elver, anbefales stor skala ripping av Suldalslågen som tiltak for å øke skjultilgang og ungfiskproduksjon for laks og sjøaure.

Pulg, U., Skoglund, H., Postler C., Stranzl, S., Helle, T. 2020: Tiltak til rensing av elvebunnen i Suldalslågen. Resultater av pilotprosjekt 2019. NORCE LFI rapport 380. Norwegian Research Center LFI, Bergen.

Innhold

1	Bakgrunn og målsetting.....	4
2	Metoder.....	4
2.1	Overvåking av fisk og habitat	4
2.2	Rensing av elvbunn ved ripping/harving.....	5
2.3	Gjennomføring av tiltak.....	6
3	Resultater	7
3.1	Overvåking av fisk og habitat	12
3.2	Praktiske erfaringer	15
4	Diskusjon	16
4.1	Overvåking.....	16
4.2	Tiltaksvurdering.....	17

1 Bakgrunn og målsetting

Etter reguleringen har det blitt registrert en økt begroing og sedimentering på elvebunnen i Suldalslågen (Bogen m.fl. 2004). Den økte begroingen, og særlig områder med teppedannende levermose, har i kombinasjon med økt sedimentering vært utpekt som en mulig årsak til redusert habitatkvalitet for lakseproduksjon i vassdraget. Dette skyldes blant annet at begroing og finsediment bidrar til å tette igjen hulrom mellom steinene i elvebunnen, og dermed dårligere skjulforhold for ungfisk av laks og aure. Dette var blant annet bakgrunnen for å inkludere såkalte «spyleflommer» i manøvreringsreglementet for Suldalslågen (Bogen m.fl. 2004). En rekke observasjoner og undersøkelser tilsier at begroingssituasjonene fortsatt er omfattende også etter innføring av spyleflommer (bla. Skoglund m.fl. 2014, Foldvik & Pettersen 2017). Dette gjelder særlig på deler av elveleiet som er kontinuerlig vanddekket, også ved minstevannføring om vinteren. I 2016 og 2017 gjennomførte Foldvik & Pettersen (2017) en kartlegging av habitat og skjulforhold i Suldalslågen etter den såkalte «miljødesignmetoden». Analysen tilsier at skjulforhold for eldre ungfisk sannsynligvis er den største habitatflaskehalsen for lakseproduksjonen i vassdraget, og at begroing av levermose samt avsetning av finsediment synes å være den viktigste faktoren som begrenser skjultilgangen til ungfisk. Videre forslår Foldvik & Pettersen (2017) at habitatforholdene kan utbedres gjennom mekanisk rensing av elvebunnen, samt utlegging av steingrupper.

På bakgrunn av dette ble NORCE LFI kontaktet av Statkraft for å vurdere rensing av elvebunn som aktuelt tiltak for å bedre habitatforholdene i Suldalslågen. Bakgrunnen for forespørselen er at LFI har erfaring fra tilsvarende habitattiltak flere andre steder, blant annet i Aurlandvassdraget (Pulg m.fl. 2013, Ugedal et al. 2019), samt nylig har utarbeidet tiltakshåndbok for god praksis ved miljøforbedrende tiltak i vassdrag (Pulg m.fl. 2018). Det ble forslått å utføre et pilotforsøk for å prøve ut tiltakene på mindre prøvelokaliteter for å opparbeide et erfaringsgrunnlag for hvorvidt tiltak er hensiktsmessige og hvordan de best bør gjennomføres (Skoglund & Pulg 2019). Tiltakene ble utført på fem prøveområder høsten 2019. Hensikten med denne rapporten er å beskrive erfaringene fra gjennomføringen og foreløpige resultater fra pilotprosjektet.

2 Metoder

2.1 Overvåking av fisk og habitat

Det ble gjennomført el-fiske og skjulmålinger på 5 testområder (Fig. 1) og et referanseområde før og etter ripping. To stasjoner rett ovenfor testområde Flotto ble valgt som referanseområde (Fig. 2), med en referansestasjon langs land (Flotto B) og en ute i elven (Flotto C). Dessuten ble det tatt sedimentprøver nedenfor tiltaksområdene på en gyteplass ved Ritland (ved klekkeriet, Fig. 1) for å kunne overvåke om det fantes indikasjoner på finsedimentering.

El-fiske ble gjennomført ved transekt elfiske med en gangs overfiske etter (Forseth and Forsgren 2009; Hedger et al. 2018). Det ble brukt 1400 V impulsstrøm ved 70 Hz og det ble fisket et 25 m langt og 2 m bredt transekt over testarealet før (8.10.2019, 9.4 grader, 12.4 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 51 m^3/s) og etter rippingen (21.11.2019, 3.9 grader, 14 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 20 m^3/s).

Skjulmålinger ble gjennomført før (8.10.2020) og rette etter rippingen (9 og 10.10.2020) etter metoden beskrevet av (FINSTAD et al. 2007; Forseth and Harby 2013).

Sedimentprøvene på gyteplassen ved Ritland ble tatt med spade og finmasket håv (150 µm maskevidde) etter (Barlaup et al. 2008). Sedimentanalysen ble gjennomført etter (Pulg et al. 2013).

2.2 Rensing av elvebunn ved ripping eller harving

Et vanlig tiltak for å fjerne uønsket begroing og finsedimenter på elvebunnen er gjennom mekanisk rensing ved harving og/eller ripping av bunnssubstratet. Harving kan utføres ved bruk av gravemaskin og vanlig grabb. Teknikken går ut på å trekke grabben gjennom elvebunnen, løfte og legge tilbake substratet, og slik skylle og rense substratet på stedet. Finsedimenter driver bort med vannstrømmen. Et renere, løst substrat blir liggende igjen, med hulrom for fisk og bunndyr. Ripping er i utgangspunktet samme prinsipp som ordinær harving, men her benyttes en «teleripper» til å løse opp substratet. En ripper fungerer som en «stålklo» og er opprinnelig utviklet for å rive opp tele. Ripper har vist seg å fungere bedre enn grabb på større arealer og virker dypere, men hvilken metode som egner seg best er avhengig av stedsspesifikke faktorer. Metoden har blitt utprøvd i flere vassdrag, og for en videre beskrivelse av tiltaket og aktuelle eksempler henvises det til «Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø» (Pulg m.fl. 2018).

Hensikten med bruk av ripping er at man etterligner den sedimentdynamikken og -rensingen som skjer ved naturlige flommer. Målet er å løse opp i bunnssubstratet på elvebunnen slik at en gjensker hulrom mellom steiner, samtidig som begroing og finsedimenter rives løs og forflyttes nedstrøms. Dette vil gi ungfisk tilgang til skjul innimellom steiner på elvebunnen, og stedvis kan det også bidra til gyteforholdene forbedres. Tiltaket innebærer med andre ord ikke noen flytting av masser på elvebunnen, og hensikten er at dybde- og strømforhold skal opprettholdes i så stor grad som mulig før tiltaket.

Den største effekten av metoden får en på elvestrekninger hvor en har elvebunn bestående av rullestein mellom ca. 5 og 50 cm i elvebunnen. Metoden er lite egnet til bruk på strekninger som har mye ustabil fluvialt sediment, dvs sand, grus og mindre steiner, siden rippete arealer da raskt blir tildekket igjen.

Et lignende tiltak ble testet av (Heggenes and Saltveit 2002) som fjernet mose på forsøksarealer i Suldaslågen. Tiltaket var rettet mot å fjerne et tett mosedecke, men rensing trolig overflaten av sedimentet for både mose og finsediment. Selv om metoden ikke går så dypt som ripping (vanligvis 50 cm og opptil 90 cm under sedimentoverflaten), ble det funnet lovende resultater av mosefjerning: Der mosesortene *Scapania undulata* og *Marsupella aquatica* ble fjernet ble det funnet mere yngel og ungfisk av laks.

En mulig ulempe med tiltaket er at det i enkelte tilfeller frigjøres finsediment og begroing som føres nedstrøms. Det kan bidra til å farge elven under og like etter tiltaket, samt at det kan sedimentere på strekingen nedstrøms. I lignende elvetyper har dette ikke ført til en negativ påvirkning (Ugedal et al. 2019), men effekten vil trolig variere med mengden av finstoff og plantematerialer som frigjøres. Mobilisering av sediment og planter ble observert under gjennomføring av tiltaket. Finsedimentakkumulering ble målt nedenfor Ritland.

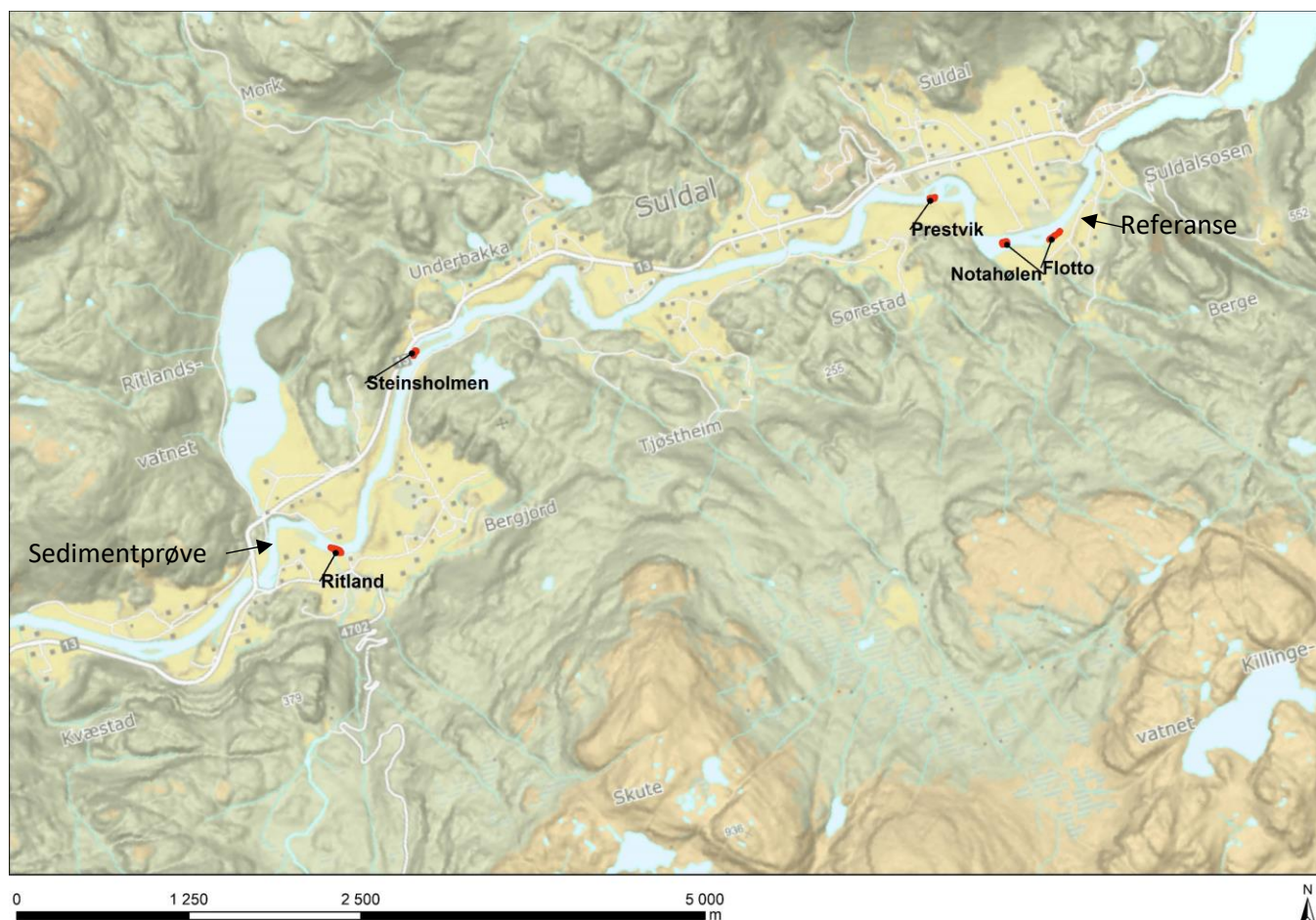
2.3 Gjennomføring av tiltak

Arbeid og gjennomføring er basert på NORCE LFI notat datert 14.3.2019 (Skoglund et al. 2019).

Tidspunkt for gjennomføring ble planlagt ut ifra hensyn til fiskens livssyklus, samt vannføringsforhold. Tiltakene bør i utgangspunktet gjennomføres når ungfisken er aktiv og mobile (ca juni – november), og før gytetiden (ca. medio oktober til desember). I Suldalslågen var det et ønske fra grunneiere om at tiltakene ble gjennomført etter fiskesesongen, som varer ut september. Arbeidet ble gjennomført 9. og 10. oktober 2019. Vannføringen på Stråpa (utløp Suldalsvatnet) var stabilt på rundt 51 m³/s. I elven nedover steg vannføringen 10. oktober betydelig grunnet nedbør.

Tiltakene ble utført på 5 av de 9 potensielt egnede testområder som LFI hadde pekt ut som egnet (Skoglund et al. 2019). Disse var:

- 2-Flotto
- 3-Notahølen
- 4-Prestvik
- 6-Steinsholmen
- 7-Ritland



Figur 1. Kart med arealene som gikk inn i pilotforsøk for ripping av elvebunn i Suldalslågen, dessuten referanseområder og stedet det sedimentprøve ble tatt..



Figur 2. Fra gjennomføring av ripping ved Prestvika.

3 Resultater

Bildene nedenfor viser før- og etter-bilder på to teststasjoner som ble rippet. Dessuten vises ortofoto tatt av drone fra alle områder. Legg merke til forskjell i farge på rippet og ikke-rippet område. I tabell under vises arealene som ble rippet på stasjonene. Data fra målingen følger i kapitlene under.

Tabell 1. Stasjoner og rippet areal

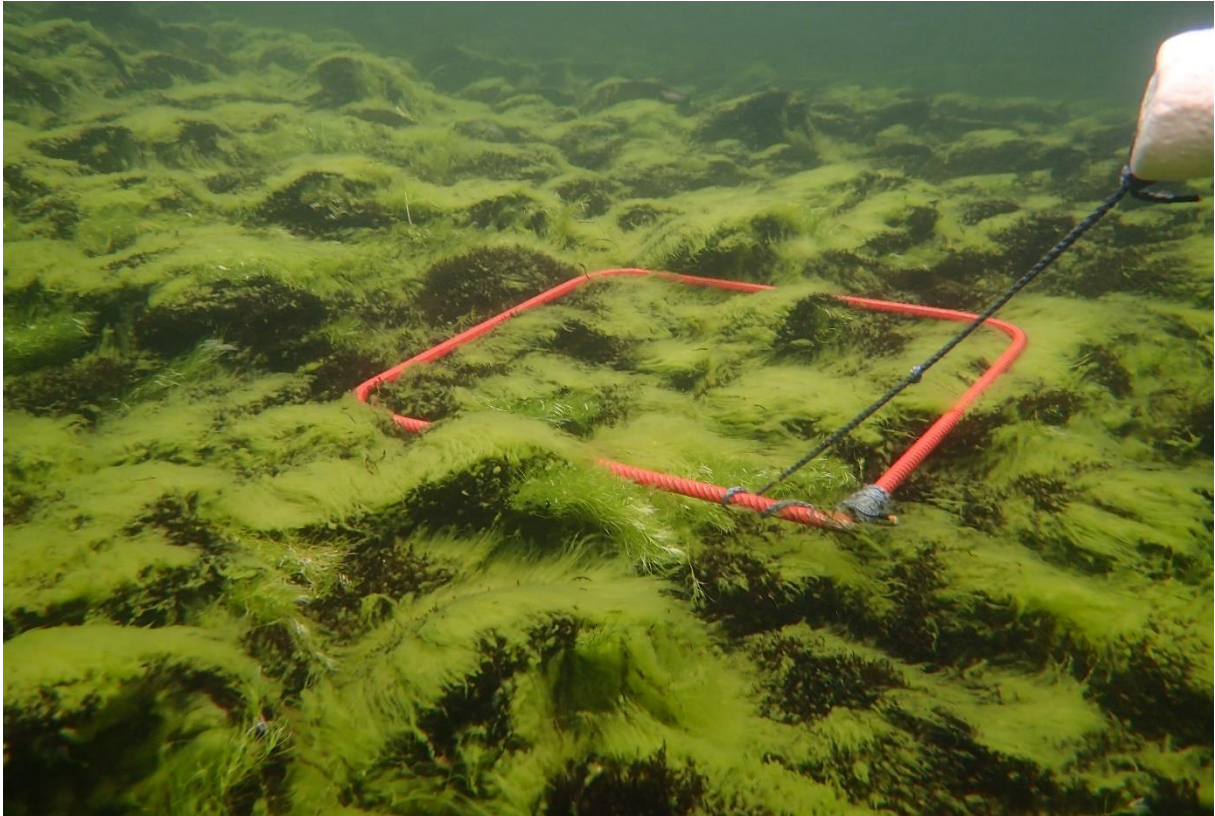
Stasjon	Rippet areal (m ²)
Notahølen	990
Flotto	632
Prestvik	712
Ritland	1655
Steinsholmen	570



Figur 3. Før tiltak ved Flotto



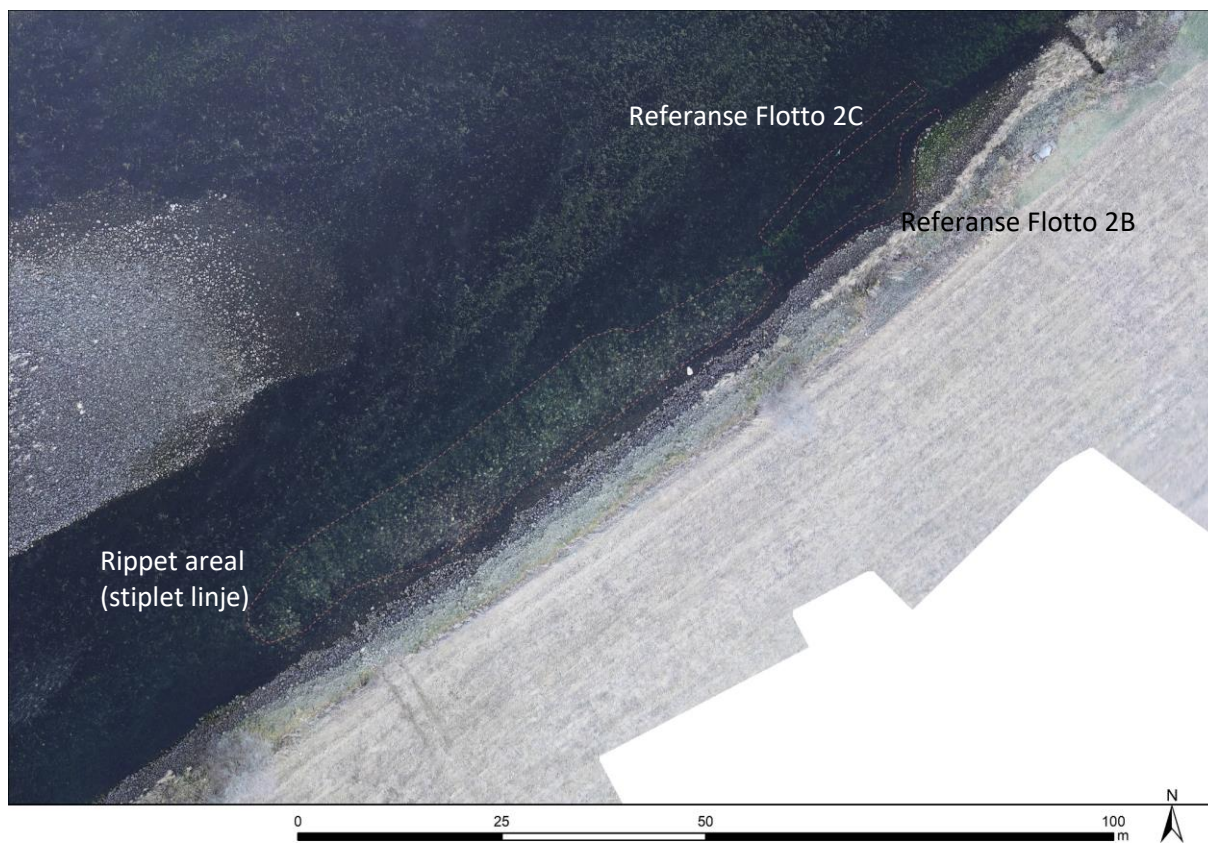
Figur 4. Etter tiltak ved Flotto



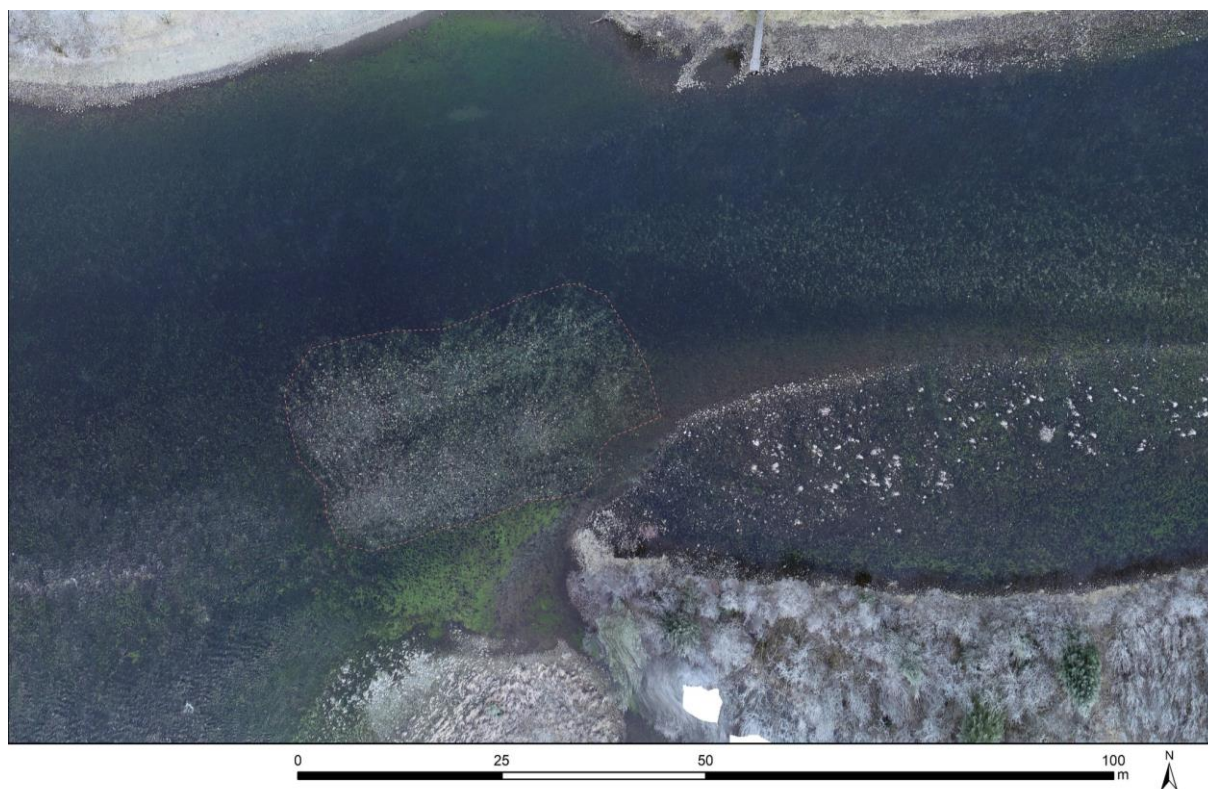
Figur 5. Før tiltak ved Notahølen



Figur 6. Etter tiltak ved Notahølen



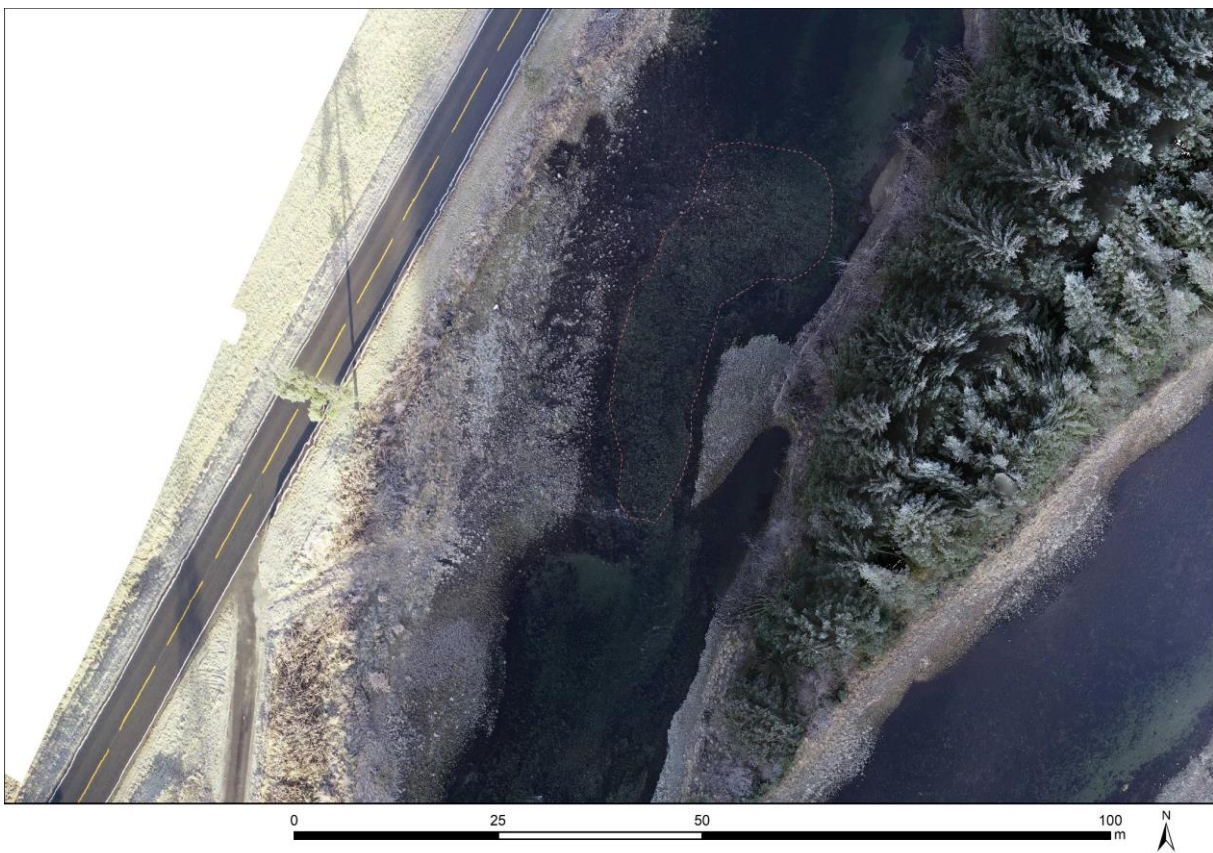
Figur 7. Rippet område ved Flotto med referanseområder rett oppstrøms.



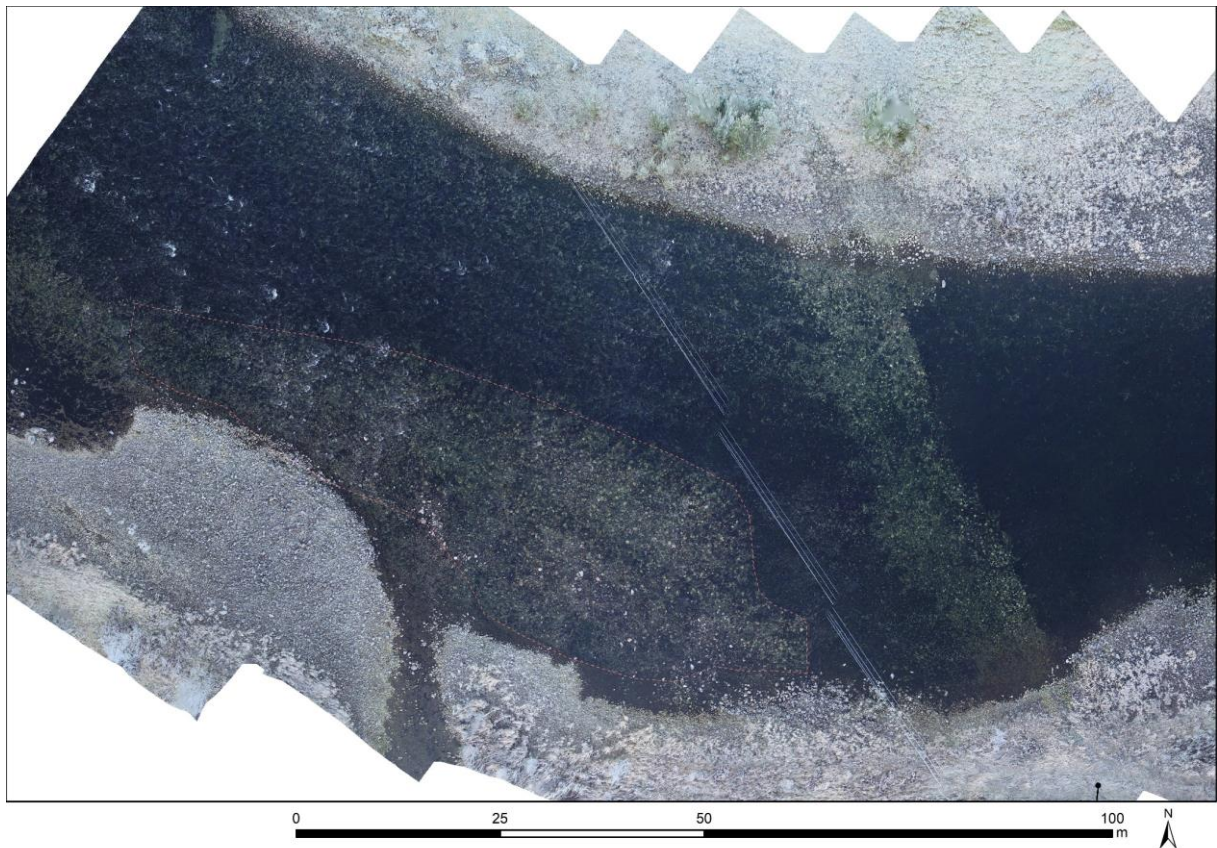
Figur 8. Rippet område ved Notahølen



Figur 9. Rippet område ved Prestvika



Figur 10. Rippet område ved Steinsholmen



Figur 11. Rippet område ved Ritland

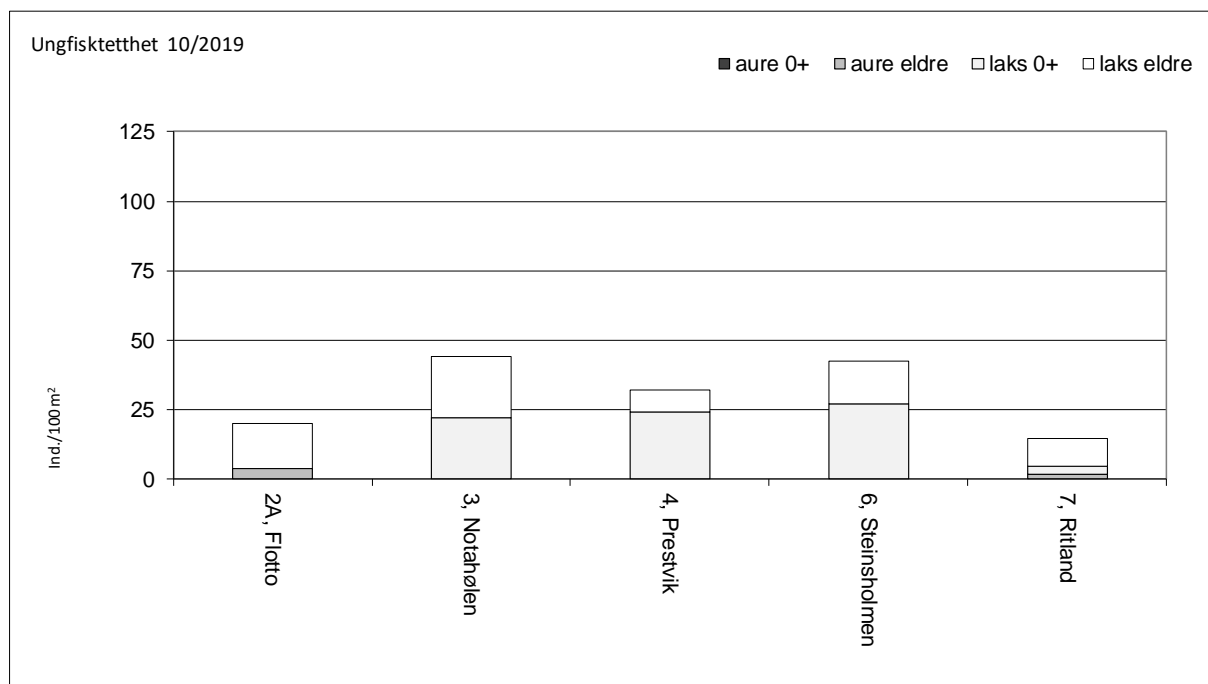
3.1 Overvåking av fisk og habitat

Ungfisktetthetene var dominert av laks både i oktober og november (Figur 12-Figur 14, Tabell 2 & Tabell 3). Før rippingen i oktober ble det observert tettheter mellom 15 og 44 ungfisk per 100 m² på stasjonene. I snitt ble det registrert 15 lakseyngel (0+), 14 lakseparr (>0+) per 100 m² og en aureparr på stasjonene. I november ble det fanget mellom 16 og 56 ungfisk per 100 m² på stasjonene. I snitt ble det observert 10 lakseyngel, 24 lakseparr, 1 aureyngel og 8 aureparr per 100 m² på stasjonene. Fangsten var i snitt 39 % større i november, drevet av økte parrtettheter av laks og aure (+113 %). Yngletetthet sank derimot med 27 % fra oktober til november.

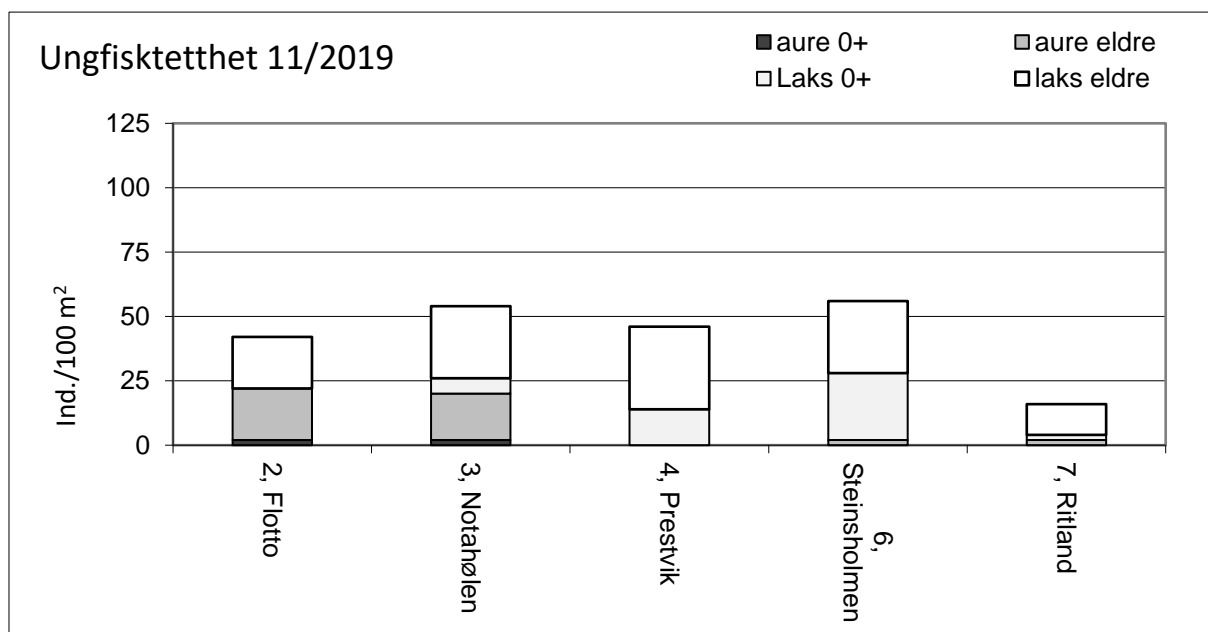
På referanseområde Flotto C, rett ovenfor rippeområdet, ble det observert tilnærmet samme ungfisktetthet og vektet skjul som på rippestasjon Flotto A (Figur 14). På referansestasjon langs land (Flotto B) ble det registrert en betydelig større ungfisktetthet (116 ind./100 m²) og mere skjul (vektet skjul = 11).

Figur 15 og Tabell 4 viser resultatene fra skjulmålingene. Før rippingen ble det målt «lite» skjul (dvs vektet skjul < 5) på stasjonene (2.0-3.4 vektet skjul) med unntak av Ritland der det ble målt «moderat» (dvs vektet skjul fra 5-10) med skjul (7, vurderingen etter Forseth & Harby 2013). Gjennomsnittlig vektet skjul før rippingen var 3.4 på alle 5 steder. Etter rippingen ble det målt «mye» skjul (dvs vektet skjul > 10) på fire av de fem områdene (10-18.8). Unntaket var på Steinsholmen hvor det ble målt «moderat» med skjul (7.9) etter tiltaket. På alle plasser ble det nådd en betydelig økning. I snitt økte vektet skjul fra 3.4 til 12.2 (faktor 3.6). Minste økning ble målt på Prestvika (faktor 2.6), største økning på Notahølen med faktor 5.4.

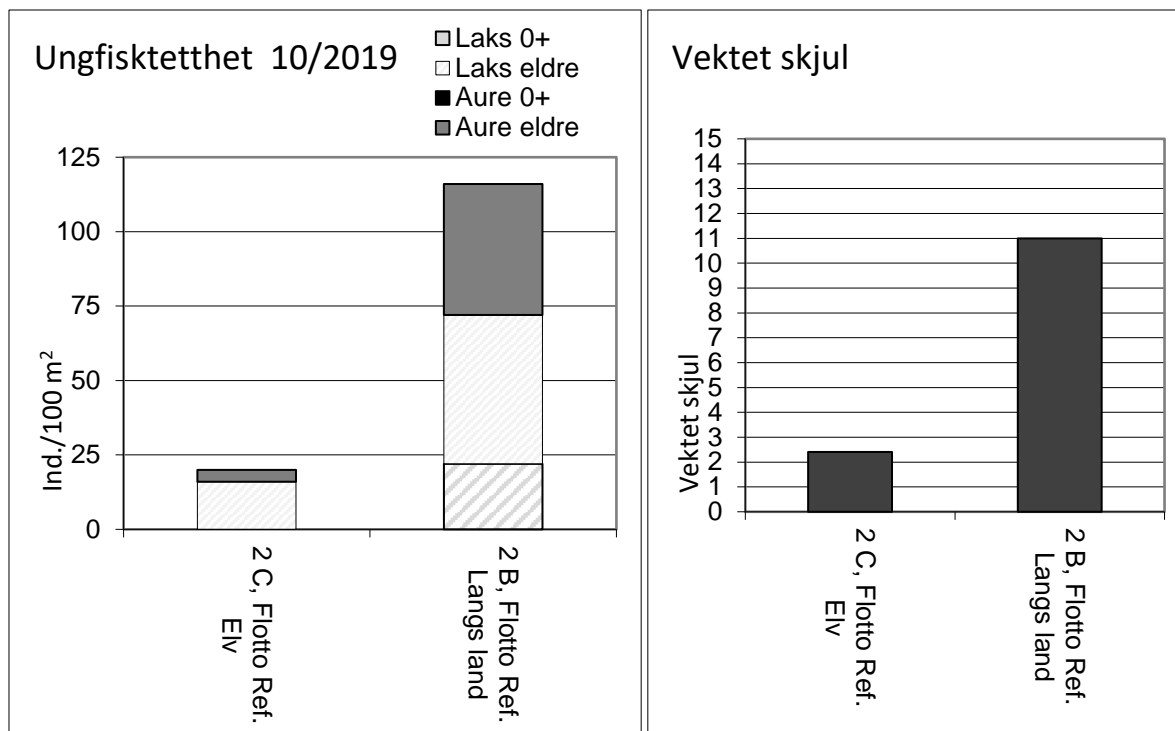
Figur 16 og Figur 17 viser siktekurvene fra sedimentprøver tatt før og etter ripping på gyteplassen ved klekkeriet (Figur 1) som var utsatt for grumsete vann fra alle 5 rippingsområder siden disse lå ovenfor. Prøven fra 8.10. viser et typisk gytesubstrat for aure og laks med gjennomsnittlig korndiameter (Dg) på 13.9 mm og en finsedimentandel (FA) på 8.8 %. Sedimentprøven etterpå hadde en lignende kornstørrelsesfordeling med en Dg på 14.3 mm og en FA på 5.3 %.



Figur 12. Ungfisktettheter på forsøksstasjonene 08.10. 2019 (før ripping)



Figur 13. Ungfisktettheter på forsøksstasjonene 21.11. 2019 (etter ripping)



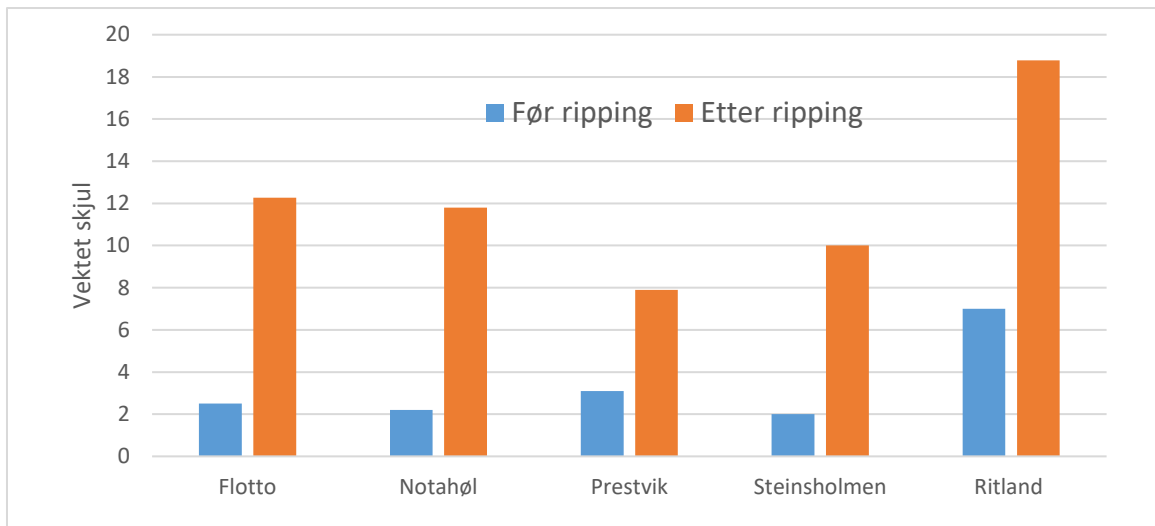
Figur 14. Ungfisktettheter og vektet skjul på referansestasjoner 4 m ute i elven (2 C Flotto) og langs land (2 B Flotto)

Tabell 2. El-fiske 8.10.2019 før rippingen

Stasjon	Laks 0+	Laks eldre	Aure 0+	Aure eldre	Sum
2A, Flotto	0	16	0	4	20
3, Notahølen	22	22	0	0	44
4, Prestvik	24	8	0	0	32
6, Steinsholmen	27	15	0	0	42
7, Ritland	3	10	0	2	15
Gjennomsnitt	15	14	0	1	31

Tabell 3. El-fiske 21.11.2019, 42 dager etter rippingen

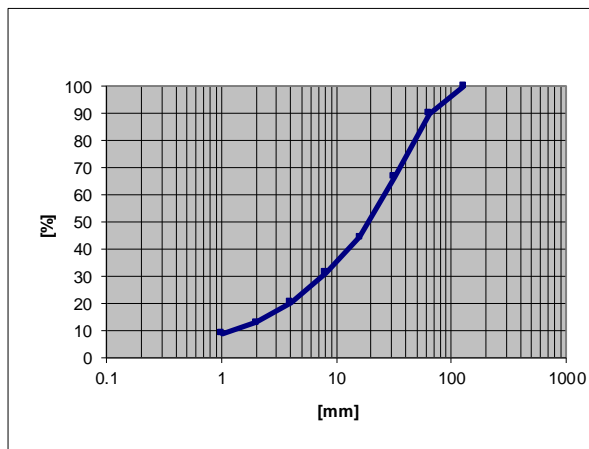
Stasjon	Laks 0+	Laks eldre	Aure 0+	Aure eldre	Sum
2, Flotto	0	20	2	20	42
3, Notahølen	6	28	2	18	54
4, Prestvik	14	32	0	0	46
6, Steinsholmen	26	28	0	2	56
7, Ritland	2	12	0	2	16
Gjennomsnitt	10	24	1	8	43



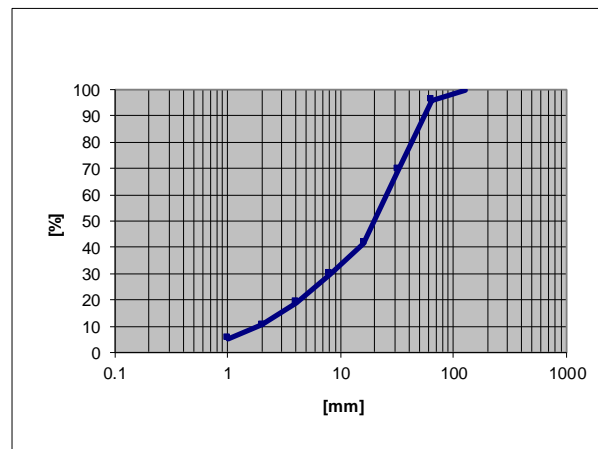
Figur 15. Skjulmålinger på teststasjonene før og etter ripping

Tabell 4. Vektet skjul på teststasjonene før (08.10.2019) og etter (10.10. 2019) ripping

	Flotto	Notahøl	Prestvik	Steinsholmen	Ritland	Samlet
Før	2.5	2.2	3.1	2.0	7.0	3.4
Etter	12.3	11.8	7.9	10.0	18.8	12.2



Figur 16. Sedimentprøve Ritland 8.10. 2019 før ripping. $D_g = 13.9$ mm, $FA = 8.8$ %



Figur 17. Sedimentprøve Ritland 10.10. 2019 etter ripping. $D_g = 14.3$ mm, $FA = 5.3$ %

3.2 Praktiske erfaringer

Arbeidet gikk lett og uten vanskeligheter på de store og godt tilgjengelige arealer. Det regnes derfor med relativt lave enhetskostnader for stor skala ripping, 1-4 NOK/m² netto anleggskostnader (Pulg et al. 2020). Substratet var delvis pakket men kunne rives opp med 90 cm-teleripper og 30-t maskin. Det ble funnet løsmasser i elvebunnen som var vel egnet for formålet for bedre skjultilgang for fisk. Massene var dominert av rullestein (10-50 cm) noe som resulterte i mye hulrom etter ripping (gj.sn.

vektet skjul 12.2). Det ble ikke funnet leire utenom på Steinsholmen. Her ble det funnet leire på vestsiden av testområdet ca. 10 cm under sedimentoverflaten. Der ble det ikke rippet. Rippingsområdet ble flyttet til østsiden av testområdet der det ikke ble funnet leire i det øvre laget. Vannføringen med ca. 50 m³/s 9.10. og så økende vannføring 10.10. nedover elven begrenset gravemaskinens rekkevidde. Øvre Flotto og brekket på tvers over elven var ikke oppnåelig for maskinen grunnet stort vanddyb. Dette var ikke til hinder for testrippingen som skjedde nedenfor det området, men ville vært innskrenkende ved full skala ripping.

Det ble observert grumsete vann der det ble rippet samt mose og vannplanter som løsnet og ble drevet nedover. Både grumsete vann og drivende planter ble raskt fortynnet av vannføringen (> 50 m³/s) som var relativt høy i forhold til området som rippes til enhver tid løsner, ca. 1 m² /s. Det ble ikke observert synlig akkumulering av finsediment nedenfor testområdene. Planterester ble funnet her og der dog så lite at det ikke var noen forskjell mellom ovenfor liggende strekninger.

4 Diskusjon

4.1 Overvåking

Resultatene fra overvåkingen tyder på at rippingen fungerte etter hensikten. Det ble skapt 3.6 ganger mer skjul i gjennomsnitt, noe som betraktes som meget god effekt i forhold til innsatsen (Tabell 4). Massene som ble funnet var velegnet til formålet (10-50 cm). Men det finnes også enkelte områder med leire som må unngås ved eventuelle storskala tiltak. Utover dette finnes det flatere partier i elven som domineres av sand og grus. På sandbunn vil rippingen ikke ha ønsket effekt. Ripping på grusbunn kan være egnet for å øke gyteareal men vil ha lite effekt for å øke skjul (Pulg et al. 2018).

Ungfisktettheter på rippestasjonene som ligger ute i elven var relative lave, med gjennomsnittlig 15 lakseyngel, 14 lakseparr og 1 aureparr. Dette er noe lavere enn ungfisktetthetene som har blitt registrert på overvåkingsstasjonene i Suldalslågen i de senere årene, hvor det i årene 2014-2018 har blitt funnet gjennomsnittlige ungfisktettheter på > 30 lakseyngel og > 20 lakseparr per 100 m² (Saksgård 2017, Sægrov & Hellen 2018, Sægrov m.fl. 2019). Disse overvåkingsstasjonene ligger imidlertid nærmere land der det finnes mer skjul. I vår referansestasjon langs land ble det funnet nesten 4 ganger så høye tettheter og også et større innslag av aure. Forskjellene kan forklares med forskjeller i skjultilgang (2.4-3.4 ute og 11 langs land). En slik kanteffekt er ikke uvanlig i regulerte elver. Kantsonen tørrfaller ved laves minstevannføring og blir derfor renses regelmessig. Aure foretrekker dessuten saktere strøm (Ugedal et al. 2019). For laksen betraktes imidlertid skjultilgang som hovedforklaring for de forskjellige tetthetene og at det er et potensial for større ungfisktettheter i elva dersom det skapes mere skjul.

At ungfisktettheten økte fra oktober til november kan tyde på at fisk allerede hadde forflyttet seg og begynt å ta i bruk de rensede områdene. På andre siden kan forskjellene også forklares med endringer i fangsteffektivitet. Med lavere vannføring i november (20 m³/s istdf. 50) kan det forventes bedre fangsteffektivitet, mens lavere temperatur og senere fisketidspunkt tyder på lavere fangsteffektivitet. Økningen betraktes som et positivt tegn, men effekten forventes først å være målbar etter lenger tid. Først etter et år og helst under samme forhold som i oktober 2019 vil det være mulig å vurdere om fisketettheten økte i forhold til før tiltak og til referansen.

Sedimentering av finstoff nedenfor rippingsområdet var ikke målbart ved vår metode. Sedimentprøven viser tom. lavere finsedimentinnhold den 10.10.2019, dvs. etter rippingen og ca. samme gjennomsnittsdiameter som før tiltaket. Det er imidlertid lite trolig at finsedimentandelen ble redusert generelt i den tiden. Resultatene gjenspeiler heller lokale forskjeller i mikrohabitatet. Begge sedimentprøvene ligger innenfor svært gode gyteforhold med opptil 100 % klekkepotensial etter (Pulg et al. 2013).

Det ble observert grumsete vann og planterester som fløyt nedover ved ripping. Mengden var imidlertid liten i den store elven. Ripperen virket på ca. 1 m² per sekund mens det passerte 50 m³/s. Og den sterke fortynningen kan også forklare hvorfor det ikke ble observert akkumulasjon av finsediment eller planter. I andre elver med mye ripping er vannføringen ofte lavere, f.eks. Aurlandselva 3-5 m³/s ved ripping (Ugedal et al. 2019). Fortynning vil være mindre ved 20 m³/s, men fortsatt stor.

Selv om det ikke ble funnet tegn til økt sedimentering av finsediment i substratprøven, er det mulig at det vil kunne være lokale forskjeller i vassdraget, og at det for eksempel kan ha forekommet økt tilslamming i bakevjer etc på partier like nedenfor tiltaksområdene. Resultatene tilsier imidlertid at det ikke ble funnet noen vesentlig negativ effekt som følge av tiltaket. Ved storskala ripping kan det imidlertid forekomme en større total mobilisering av planter og finmasser. Siden mobilisering per tidsenhet og vannfortyning ikke vil være større forventes ingen store ulemper, men det anbefales å overvåke dette og å ha beredskap for uønskete effekter, f.eks. fjerning av moseakkumulering med maskin eller mulighet til en spyleflom.

4.2 Tiltaksvurdering

Samlet sett betraktes ripping i Suldalslågen som en lovende metode for å øke skjul i stor skala og etterligne naturlige sedimentdynamikk.

Dersom den naturlige ungfiskproduksjonen skal økes med denne metoden anbefales det følgende:

- Rippingen bør skje på egnede områder, disse er delvis kjent (rundt pilotområdene). Det anslås at opptil 30-50 % av elvearealet er egnet til ripping. Det endelige arealet som rippes bør velges basert på supplerende kartlegging.
- Rippingen bør skje gradvis over tid, for eksempel trinnvis over 5 år. På denne måten mobiliseres ikke for mye sediment på en gang og det kan høstes langtidserfaringer fra testområdene samt fra stor skala ripping.
- Rippingen bør skje mosaikkaktig, slik at det alltid er urørte områder med planter og bunndyr igjen også i rippete strekninger. Disse områdene vil være utgangspunkt for rekolonisering av bunndyr og refugier for fisk under arbeidet.
- Det forventes en gunstig kost nytte-effekt grunnet store arealer og lett tilkomst. Anleggskostnader estimeres til 1-4 NOK/m². i tillegg kommer planlegging og fiskebiologisk byggeledelse samt overvåking.
- Arbeidet kan gjennomføres fra vannføringer under ca. 55 m³/s, men noen områder vil kreve lavere vannføring og fortrinnsvis lavere enn 22 m³/s
- Fra Prestvika til Stråpa betraktes rundt 5 ha (ca 50 % av totalarealet) som vel egnet til ripping og her kan arbeidet begynnes fra 2020 dersom stor skal ripping skal settes i gang.

5 Referanser

Barlaup, Bjørn T., Sven Erik Gabrielsen, Helge Skoglund, and Tore Wiers. 2008. 'Addition of spawning gravel—a means to restore spawning habitat of atlantic salmon (*Salmo salar* L.), and Anadromous and resident brown trout (*Salmo trutta* L.) in regulated rivers', *River Research and Applications*, 24: 543-50.

Bogen, J., Bremnes, T., Bønsnes, T., Heggenes, J., Johansen, S.W., Saltveit, S.J. 2004 Fiskehabitat i Suldalslågen: Et studium av sedimentasjonsdynamikk, begroing, habitattilbud og habitatbruk hos fisk. Sluttrapport. Suldaalslågen Miljørapport nr 46. 124 s.

FINSTAD, A. G., S. EINUM, T. FORSETH, and O. UGEDAL. 2007. 'Shelter availability affects behaviour, size-dependent and mean growth of juvenile Atlantic salmon', *Freshwater Biology*, 52: 1710-18.

Foldvik, A. & Pettersen, O. 2017. Inventering av Suldalslågen. Produksjonspotensial for sjøvandrende laksefisk. - NINA Kortrapport 75, 19 sider.

Forseth, Torbjørn, and Atle Harby. 2013. Håndbok for miljødesign i regulerte laksevasdrag (NINA).

Forseth, Torbjørn, and Elisabet Forsgren. 2009. "El-fiskemetodikk. Gamle problemer og nye utfordringer." In *NINA Rapport*, edited by Norsk institutt for naturforskning, 74. Trondheim: Norsk institutt for naturforskning

Hedger, Richard D., Ola H. Diserud, Odd T. Sandlund, Laila Saksgård, Ola Ugedal, and Gunnbjørn Bremset. 2018. 'Bias in estimates of electrofishing capture probability of juvenile Atlantic salmon', *Fisheries Research*, 208: 286-95.

Heggenes, Jan, and Svein Jakob Saltveit. 2002. 'Effect of aquatic mosses on juvenile fish density and habitat use in the regulated River Suldalslågen, western Norway', *River Research and Applications*, 18: 249-64.

Pulg, U., Barlaup, B.T., Skoglund, H., Velle, G., Gabrielsen, S.-E. Stranzl, S., Olsen, E.E. Lehmann, G.B., Wiers, T., Skår, B., Normann, E.S., Fjeldstad, H.-P. 2018. Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker. LFI Uni Research Miljø, rapport nr, 296. 185 s.

Pulg, U., Barlaup, B.T., Skoglund, H., Wiers, T., Gabrielsen, S.-E. Normann, E.S. 2013: Gyteplasser og sideløp i Aurlandsvassdraget. UNI Miljø LFI rapport nr. 221. Uni Research Bergen

Pulg, U., S. Stranzl, E.O. Espedal, S-E. Gabrielsen, C. Postler, O. Ugedal., G.J. Jensås, G. Bremset, H-P. Fjeldstad, and K. Alfredsen. 2020. "Effektivitet og kost-nytte forhold av miljøtiltak i vassdrag." In *NORCE LF-rapport 360*, 83.

Pulg, Ulrich, Bjørn T. Barlaup, Katharina Sternecker, Ludwig Trepl, and Guenther Unfer. 2013. 'Restoration of spawning habitats of brown trout (*Salmo trutta*) in a regulated chalk stream', *River Research and Applications*, 29: 172-82.

Saksgård, R. , 2017. Ungfiskundersøkelser i Suldalslågen - NINA Kortrapport 79. 15 s.

Skoglund, H., Lehmann, G.B., Vollset, K.W., Normann, E.S., Wiers, T., Skår, B. 2014. Gytefisktelling i Suldalslågen januar 2014. Notat fra LFI Uni Miljø. 06.03.2014. 15 s.

Skoglund, H. & Pulg, U, 2019: Tiltak for rensing av elvebunnen i Suldalslågen- Pilotprosjekt. NORCE LFI Notat 07.05.2019, NORCE LFI Bergen.

Sægrov, H. & Hellen, B.A. 2018. Fisk – Suldalslågen. I: Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør. Tiltaksovervåking 2017. Miljødirektoratet rapport M-1133 | 2018.



Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)

LFI ble opprettet ved Universitet i Bergen i 1969, og er nå en seksjon ved Norwegian Research Centre (NORCE). LFI gjennomfører forskning, overvåking, tiltak og utredninger innen ferskvannsekologi. Vi har spesiell kompetanse på laksefisk (laks, sjøaure, innlandsaure) og bunndyr, og på hvilke miljøbetingelser som skal være til stede for at disse artene skal ha livskraftige bestander. Sentrale tema er:

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