

Habitatkartlegging av gyte- og oppvekstområder for laks i Ågårdselva

Jan Heggnes, Morten Stickler, Åge Brabrand,
Trond Bremnes, Henning Pavels,
Svein Jakob Saltveit





Denne rapportserien utgis av:

Naturhistorisk museum
Postboks 1172 Blindern
0318 Oslo

www.nhm.uio.no

Publiseringsform:

Elektronisk (pdf)

Forfattere:

Jan Heggenes, Morten Stickler, Åge Brabrand, Trond Bremnes,
Henning Pavels og Svein Jakob Saltveit

Sitering:

Heggenes, J., Stickler, M., Brabrand, Å., Bremnes, T., Pavels, H. og Saltveit, S.J. 2020. Habitatkartlegging av gyte- og oppvekstområder for laks i Ågårdselva. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Rapport nr. 95, 48 s + vedlegg.

ISSN nr. 1891-8050

ISBN-978-82-7970-121-7

Fra 2011 inngår forskningsrapportene fra LFI i rapportserie ved Naturhistorisk museum.

<http://www.nhm.uio.no/forskning/publikasjoner/rapporter/>

LFI rapporter fra 1970 til 2010 finnes på:

<http://www.nhm.uio.no/forskning/publikasjoner/lfi-rapporter/>

<http://www.nhm.uio.no/forskning/grupper/lfi/index.html>

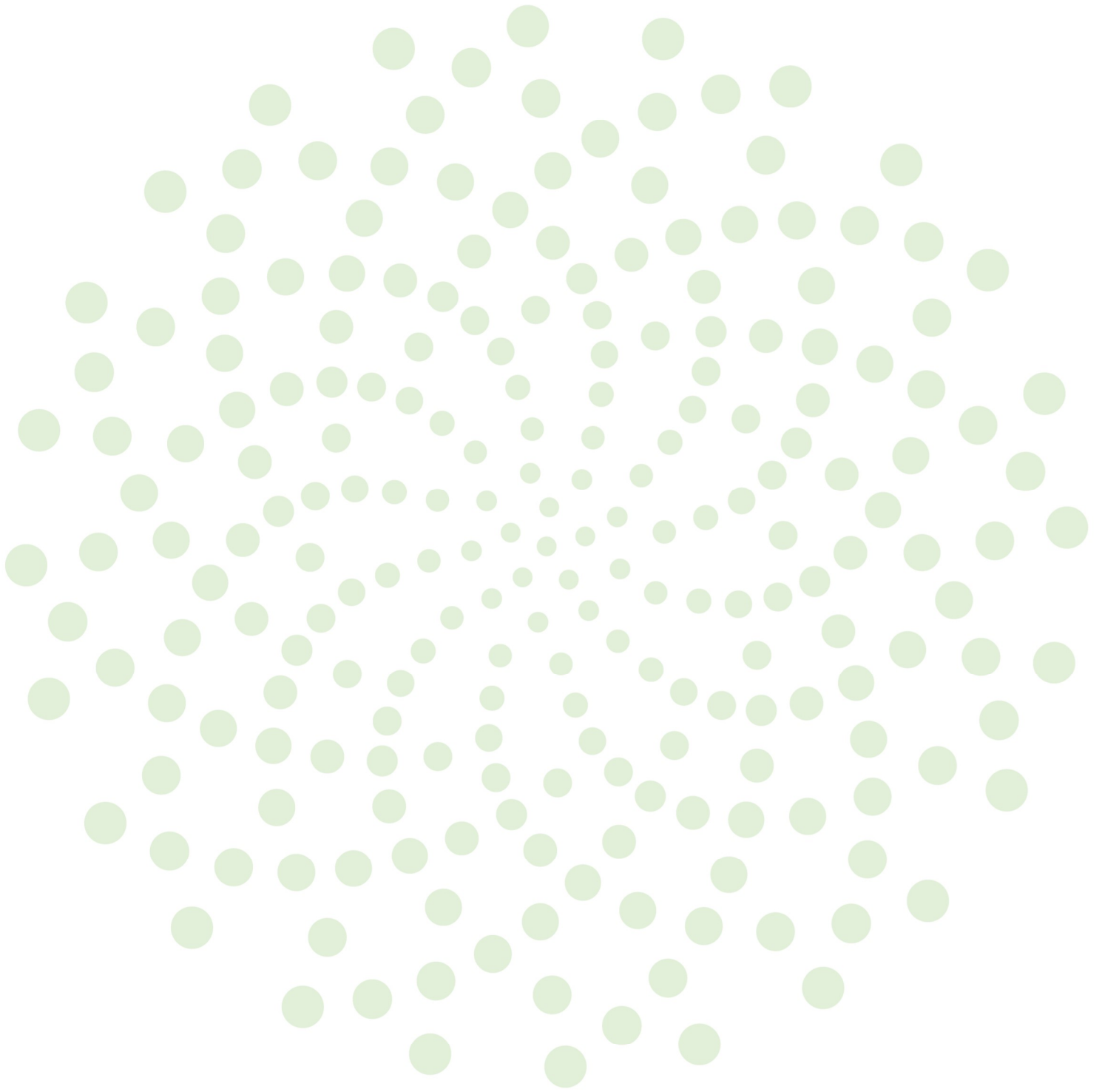
Forsidebilde: Ågårdselva nedenfor Sølvstufoss
Foto: norgebilder



Habitatkartlegging av gyte- og oppvekstområder for laks i Ågårdselva

Jan Heggenes, Morten Stickler, Åge Brabrand,
Trond Bremnes, Henning Pavels og Svein Jakob Saltveit





Antall sider og bilag: 48 sider + vedlegg		Tittel: Habitatkartlegging av gyte- og oppvekstområder for laks i Ågårdselva	
Rapportnummer: 95	Gradering: Åpen	Prosjektleder: Åge Brabrand	Prosjektnummer: 461611/220384
ISSN: 1891-8050	Dato: 2020-15-05	Oppdragsgiver(e): E-CO energi AS og Nedre Glomma Fiskeadministrasjon (NGOFA)	
ISBN: 978-82-7970-121-7		Oppdragsgiversref.: Bjørn Otto Dønnum (E-CO) og Kjell Cato Strand (NGOFA)	

Sammendrag:

Etter oppdrag fra Hafslund E-CO AS og Nedre Glomma og Omland Fiskeadministrasjon (NGOFA) er det gjennomført en kartlegging av gyte- og oppvekstforhold for laks (*Salmo salar* L.) i Ågårdselva mellom Sølvstufoss og Solli Brug. Dette skal utgjøre et faglig grunnlag for en vurdering av begrensende faktorer for produksjon. Rapporten vil også være et grunnlag for vurdering av eventuelle fremtidige biotopforbedrende tiltak for laks og overvåkning av gjennomførte biotopforbedrende tiltak.

Habitat på aktuell strekning i Ågårdselva ble systematisk kartlagt visuelt i felt på lav vintervannføring (ca. 1 m³/s) medio april 2019. Tilnærmet homogene habitattyper ble avgrenset, klassifisert og inntegnet som polygoner på tilgjengelige og georefererte flyfoto (www.norgebilder.no, M ≥ 1:500). Tilgjengelige flyfoto er representative for habitatkartleggingen mht. vannføring (1 m³/s).

Kartlagt elvestrekning er arealmessig dominert av habitater med stille og dypt vann. Sett bort fra den lange, stilleflytende strekningen Kollerødevja - Isebro (96 612 m²), er det den totalt sett arealmessig dominerende morfodynamiske enhet oppdemmet kulp, som sammen med utgravd kulp (19 715 m²) gjør habitater med stille og dypt vann til de klart vanligste på strekningen.

To funksjonelt viktige morfodynamiske enheter for laks og ørretunger er ikke-turbulente glidninger/blankstryk med grus, særlig for gyting og oppvekst 0+, og de mer turbulente stryk dvs. raskt-rennende habitater på strekningene med høyere gradienter, særlig for eldre rekrutter. Selv om disse habitattypene forekommer mer beskjedent arealmessig, til sammen 17 500 m² ved minstevannføring 1 m³/s, danner de mange viktige habitater i mosaikker på de mer raskt-rennende strekningene nedstrøms Sølvstufoss og nedstrøms Isebro.

Areal med raskt rennende vann vil favorisere laks og ørret over andre konkurrerende og/eller predator fiskearter i systemet. Vesentlige deler av elvebunnen er også tørrlagt ved minstevannføring (6 852 m²). Arealmessig er ellers de viktigste mesohabitater på øvre og nedre stekning i Ågårdselva sakteflytende ut- og innløpsområder i tilknytning til de stillere kulpene. Dette utgjør særlig mesohabitattypene stryk/elvekanter (areal 3 723 m²) og glidninger (areal 6 646 m²). Småstryk (areal 4 530 m²) og blokkstryk (areal 1 583 m²) er også viktige mesohabitattyper selv på de laveste vannføringene. Dette er mellomliggende strykpartier og inn- og utløpsområder til kulpene, for eksempel nedstrøms Sølvstufoss, som sannsynligvis er svært viktige oppvekstområder for laks og ørret.

Tetthet av laksunger er beregnet på to gjennomførte el-fiskinger (14. august og 15. oktober, 2019) på åtte stasjoner. Disse er tidligere benyttet av LFI (1999) hvorav en av stasjonene i området ved Solli er byttet ut med en stasjon benyttet av Aasestad (2016). I august 2019 ble det fisket på alle åtte stasjoner, mens det i oktober ikke ble fisket på stasjon 4 og 6. Vannføringen var ca 17,5 m³/s i august og 3,6 m³/s i oktober. Det ble funnet til sammen 11 fiskearter i august, mens det i oktober ble fanget kun laks og laue. Laks var antallsmessig dominerende art. I august ble det kun fanget årsunger (gjennomsnittslengde 61,4 ± 1,0 mm, N= 152). I oktober ble det fanget langt færre laksunger, men det ble påvist både årsunger og eldre laksunger (> 0+). I oktober var årsungene mellom 67 og 115 mm (gjennomsnitt: 91,4 ± 4,9 mm, N=30). Alle større enn 130 mm var laks eldre enn årsunger, og sannsynlig 1+. De absolutt høyeste tetthetene ble beregnet i august på stasjon 4 og 6 med henholdsvis 65 og 112,5 fisk pr. 100 m². På stasjon 3 og 7 og 8 var tettheten av årsunger svært lav, henholdsvis 1,5, 3,3 og 2,2 fisk pr. 100 m². Total tetthet av årsunger i august, alle stasjoner sett under ett ble beregnet til 24,6 fisk pr 100 m².

I oktober ble laksunger eldre enn 0+ bare funnet på de to nederste lokalitetene og da i relativt lave tettheter, henholdsvis 10,3 og 4 fisk pr. 100 m². Årsunger ble funnet på alle seks lokalitetene i oktober. Total tetthet ble i oktober beregnet til 5,3 ind. 0+ og 1,8 eldre laksunger pr. 100 m².

Ågårdselva på strekningen mellom Sølvstufoss og Solli Brug er preget av ¹⁾ et artsrikt fiskesamfunn, ²⁾ gode næringsforhold for fisk og ³⁾ lav vintervannføring. Kvalitet på habitat for oppvekst for anadrom fisk er begrenset på vinteren grunnet lav vintervannføring, men er gode ved normal sommervannføring (fallgradienten på strekningen gir stedvis høy vannhastighet, men ikke undersøkt i denne studien). En viktig medvirkende årsak til god produksjon må tilskrives tidligere gjennomførte fysiske habitattiltak, primært mhp. økning og vedlikehold av gyteareal for laks. Vintervannføringen og predasjon er de mest sannsynlige flaskehalsene i dag for overlevelse og derved produksjon av anadrom fisk.

Forord

På møte 13.11.2018 med deltagere fra nedre Glomma og Omland Fiskeadministrasjon (NGOFA), E-CO Energi, Norske Lakseelver, Fylkesmannen i Østfold og Naturhistorisk museum (LFI) var det enighet om å gjennomføre en fiskeundersøkelse i Ågårdselva på strekningen fra Sølvstufoss til Solli Brug. Undersøkelsen skulle ha tre delprogrammer:

- Utarbeidelse av georefererte flyfoto (vha. drone) som grunnlag for fremtidig overvåking.
- Kartlegging av habitatkvalitet mhp anadrom fisk på aktuell delstrekning.
- Tetthetsberegning av ungfisk basert på faste stasjoner som tidligere er benyttet, pluss potensielle supplerende ved behov.

De tre delprogrammene ble gjennomført i 2019 som et samarbeidsprosjekt mellom Universitetet i sør-øst Norge (USN) ved Jan Heggnes og Morten Stickler og LFI ved Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo.

Det er i samråd med E-CO Energi AS og NGOFA foreslått at de tre delprogrammene rapporteres samlet. Det rettes en takk til E-CO, Glommens og Laagens brukseierforening (GLB) og NGOFA ved Kjell Cato Strand for verdifulle opplysninger om vannføringer og lokal kunnskap om elvestrekningen.

Oslo 15.5.2020



Åge Brabrand

Innhold

1. Innledning.....	10
1.1 Bakgrunn.....	10
1.2 Begrensende faktorer for produksjon av laks	10
1.3 Mandat	11
2. Materiale og metoder.....	12
2.1 Ågårdselva	12
2.2 Droneflygning	14
2.3 Kartlegging av habitatkvalitet mhp. anadrom fisk.....	15
2.4 Tetthetsberegning av ungfisk.....	16
3. Resultat	18
3.1 Kartlegging med drone.....	18
3.2 Habitatkartlegging.....	20
3.3 Fisketetthet.....	34
3.3.1 Laks.....	34
3.3.2 Andre arter	36
3.4 Fangst og avkastning.....	38
4. Diskusjon	39
5. Litteratur	44
6. Referanser for metodikk tabeller	46
VEDLEGG 1.....	49
VEDLEGG 2.....	50
VEDLEGG 3.....	51

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Hafslund E-CO AS og Nedre Glomma og Omland Fiskeadministrasjon (NGOFA) ønsker et faglig grunnlag for å vurdere gyte- og oppvekstforhold for laks (*Salmo salar* L.) i Ågårdselva mellom Sølvstufoss og Solli Brug. Et faglig grunnlag skal også bidra til en vurdering av eventuelle fremtidige biotopforbedrende tiltak for laks. I dag organiseres lokal fiskeforvaltning av Ågårdselva av NGOFA.

Denne delen av Glommavassdraget har et artsrikt fiskesamfunn preget av predatorarter og næringskonkurrenter til laksefisk. Samlet artsantall som potensielt kan være tilstede vil i prinsippet være de samme artene som finnes i Øyeren. I tillegg finnes sørv og ål, og de anadrome artene laks og sjøørret. I slike flerarts-samfunn vil i praksis habitatforholdene være svært viktig for om en art er tilstede eller ikke, på en gitt strekning.

Det er også tidligere, i 1998, etter ønske fra NGOFA gjennomført tetthetsberegninger av fisk i Ågårdselva (Saltveit et al. 1999). I denne undersøkelsen inngikk også en kartlegging av gyte- og oppvekstmuligheter i selve Glomma mellom Vamma og Sarpsfossen, idet denne delen av Glomma kan ha anadrom fisk. Anadrom fisk kan nå opp til Vamma, enten ved utsetting av voksen laks ovenfor Sarpsfossen eller ved vandring opp via fisketrappa i Sølvstufoss.

I selve Glomma nedenfor Vamma ble det ved vanlig elektrofiske langs land i 1998 kun funnet steinsmett på de åtte stasjonene som inngikk i undersøkelsen (Saltveit et al. 1999). I Glomma nedenfor Sarpsfossen ble det ved samme anledning funnet laks, ørret, harr og steinsmett, men i svært lave tettheter. I august 2016 ble det gjennomført et båtelektrofiske uavhengig av laksefiskhabitat i Glomma på strekningen Furuholmen-Sarpsfossen. Det ble da fanget totalt 502 fisk fordelt på ni arter. Fangsten var preget av små abbor, laue, men særlig mort (totalt 214 individ under 15 cm) og noen større individer av brasme, gjedde og mort. Vannprøver tatt i Glomma ovenfor Øyeren (strekningen Maarud-Fet) og analysert for miljøDNA viste forekomst av 17 arter (Museth et al. 2017), og viser at flerartssamfunn kan beskrives vha. denne metodikken.

I 1998 dominerte laks fullstendig på de undersøkte stasjonene i selve Ågårdselva, med tettheter for 0+ som varierte mellom 10 og 30 fisk pr. 100 m², mens tettheten av eldre generelt var lavere enn 10 fisk pr. 100 m² (Saltveit et al. 1999). Veksten var svært god. Senere gjennomført elektrofiske i Ågårdselva i 2008, 2009, 2013, 2014, 2015 (Aasestad 2016) viser variable, men enkelte år med høye tettheter av laksunger, og med svært god vekst.

1.2 Begrensende faktorer for produksjon av laks

Kvaliteten på leveområdene, habitatet, for Atlantisk laks (herav benevnt som laks) kan regulere både produksjonen og tettheten av bestander (e.g. Milner et al., 2003). Habitat påvirkes også av menneskelige inngrep, som avhengig av

inngrepets art, kan være både negativt og positivt (f.eks. fysiske endringer i elveleier, endret vannføring, temperatur, restaurering og andre biotopiltak). Habitatbruken til gytefisk og ungfisk av laks er relativt godt kjent (e.g. Armstrong et al. 2003; Heggenes et al. 1999; Louhi et al. 2008; Wollebæk et al. 2008). Viktige habitatfaktorer som også lar seg karakterisere og måle er bl.a. vanddyp, vannhastigheter og bunnsstrat (partikkelstørrelse, fordeling). Disse faktorene er viktige for mengde og kvalitet på oppholdssteder, næringstilgang (driv, bunndyr), skjul (predatorer, intraspesifikk konkurranse) og gyteområder (Soulsby et al. 2009). På rennende vann foretrekker ungfisk av laks mikronisjer med lave vannhastigheter, men i nærheten til raskere vannstrøm som bringer næring i form av drivorganismer. Tilgang til substratskjul gjennom vinteren er spesielt viktig mhp. energibruk og predasjon (Bremset, 2000; Heggenes et al. 2013; Heggenes et al. 1993).

Tiltak for å bedre habitat og derved øke reproduksjon, tetthet og vekst hos laksefisk, kan både være økologisk effektivt og kostnadseffektivt (Palm et al. 2007; Roni et al. 2008). Resultatene vil imidlertid avhenge både av før-tilstanden og begrensende faktorer, hvor godt og på hvilken skala tiltakene planlegges og gjennomføres, og lokal og regional variasjon i miljøforhold, for eksempel vannføringer (Roni et al., 2008; Vehanen et al., 2010). Det er derfor ingen enkel sammenheng mellom tiltak på den ene siden og resultatet på den andre (Palmer et al. 2010), og resultatene er ofte best i mindre elver (Stewart et al. 2009). Mange tiltak har som mål å øke strukturell kompleksitet i elver, men det er ikke nødvendigvis effektivt (Palmer et al. 2010). Tiltakene bør være målrettet og avbøte lokale begrensninger og begrensende faktorer. Kartlegging av begrensende faktorer for produksjon av fisk er derfor et viktig grunnlag for lokal forvaltning.

1.3 Mandat

Oppdragsgiver, Hafslund-E-CO AS og NGOFA, ønsker å øke kunnskapen om mulige begrensende faktorer for produksjon av laks i Ågårdselva på delstrekningen mellom Sølvstufoss og Solli Brug. Hovedmålet definert av E-CO Energi AS, NGOFA, USN og LFI ved UiO i samarbeid har for dette prosjektet vært å innhente kunnskap som kan brukes til å:

«Kartlegge og vurdere potensielle begrensende faktorer for produksjon av laks i Ågårdselva».

Tetthetsberegning av laks- og ørretunger og beskrivelse av fysisk habitat på strekningen har vært sentralt. Til dette arbeidet ble det i 2019 gjennomført følgende tre delprogrammer.

1. Utarbeidelse av GEO refererte flyfoto (vha. drone) som grunnlag for kartlegging av fysisk habitat for laks, og fremtidig overvåking av elva
2. Kartlegging av habitatkvalitet for laks
3. Tetthetsberegning av ungfisk basert på eksisterende stasjonsnett

Resultatene skal sees i sammenheng med tidligere undersøkelser, gjennomførte habitattiltak, og tilgjengelige habitat for laksefisk i ulike deler av livssyklus, herunder gyting, rognoverlevelse og oppvekstforhold.

Som utgangspunkt for endelig vurdering kan det i Ågårdselva samlet sett oppsummeres minimum fire potensielle forhold som kan påvirke produksjonen av anadrom fisk: ¹⁾ begrenset oppvandring/antall gytefisk, ²⁾ konkurranse om habitat og næring, ³⁾ predasjon og ⁴⁾ begrenset egnet gyte/oppvekst habitat. I 2019 ble først og fremst pkt. 4 undersøkt.

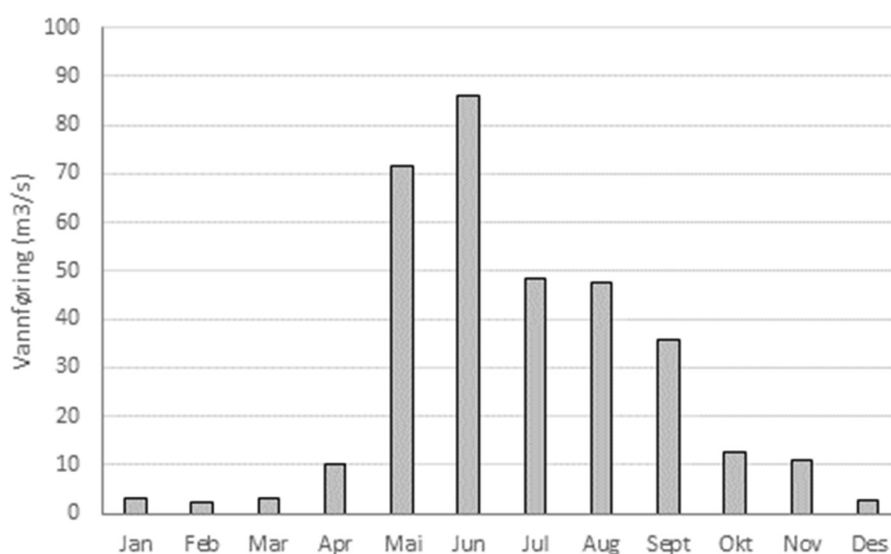
2. Materiale og metoder

2.1 Ågårdselva

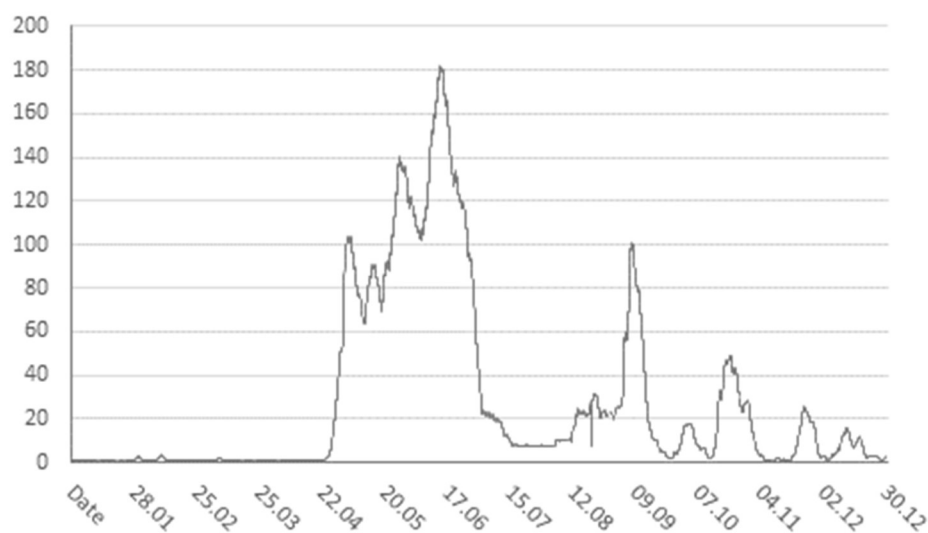
Ågårdselva er et regulert sideløp i Glomma med dam lokalisert ca. 400 m nedenfor utløpet av Vestvannet (Sølvstufoss). Gjeldende manøvreringsreglement (Kongelig resolusjon av 22.03.1991) inkluderer blant annet følgende reguleringsforhold:

- *Ved vannføringer mellom 1100 og 670 m³s⁻¹ i Glomma skal det slippes 20 m³s⁻¹ i Ågårdselva.*
- *Vannføring i Ågårdselva holdes på et minimum 7 m³s⁻¹ i tiden fra 15. mai til 1. september.*
- *Fra 1. september til 15. mai neste år holdes i Ågårdselva en minimumsvannføring på 1 m³s⁻¹.*
- *Alle endringer i vannføringen skal skje med myke overganger. Spesiell forsiktighet må utvises ved en reduksjon i vannføringen for at fisk i elveprofilens ytterkant skal få tid til å trekke mot sentrum.*

Høyeste vannføring for perioden 2009 – 2019 var 17. mai 2018 med 270,9 m³/s. Det ble registrert 689 timeregistreringer med vannføringer lavere enn 1,0 m³/s. Majoriteten av disse registreringene skjedde i 2013, 2018 og 2019, og hvor 98% var mellom 0,9 og 1,0 m³/s (databasis: Hafslund Eco AS). Merk at nøyaktighet på måler er ukjent.

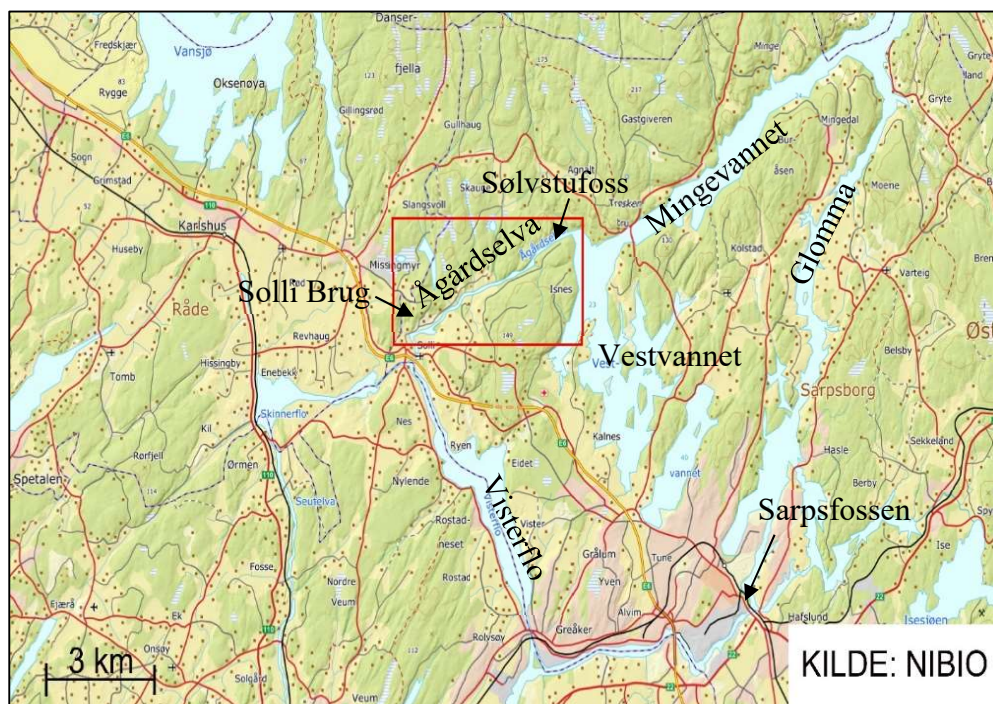


Figur 2.1. Gjennomsnittlig månedsverdier for vannføring for perioden 2009 – 2019 (databasis: Hafslund Eco AS).



Figur 2.2. Timeverdier for vannføring for 2019 (databasis: Hafslund Eco AS).

Økologisk tilstand til Ågårdselva som vannforekomst (vannforekomstID 002-3347-R) er udefinert i påvente av avklaringer på nasjonalt nivå mht. håndtering av anadrom fisk i klassifiseringssystemet (www.vann-nett.no). Størst negativ påvirkning er beskrevet som hydrologiske endringer grunnet vannføringsendring (vannkraft) med mulig stranding av ungfisk av laks. Gytebestandsmålet har blitt oppnådd de seneste årene, men målet er knyttet til gjeldende minstevannføringskrav. Påvirkning fra jordbruk, avløp, skogbruk, fiskeri og akvakultur er definert som liten til middels påvirkning.



Figur 2.3. Oversiktskart over Ågårdselva fra Sølvstufoss til Solli brug.

2.2 Droneflygning

Hovedmålet med bruk av drone var todelt:

- Etablering av GEO referert grunnlagskart på minstevannføring ($1 \text{ m}^3/\text{s}$) som basis for videre overvåking av aktuell elvestrekning
- Kartlegging av vannlinje og vanddekket areal på minstevannføring for kopling opp mot fysisk habitat for anadrom fisk (laks og sjørørret)

Dronefilming av Ågårdselva mellom E6 (1,2 km nedenfor Solli Brug) og Sølvstufoss ble gjennomført 28. mars 2019. Kartlegging ble gjennomført av Kjetil Rolseth (Luftfartstilsynet, dronepilot reg. nr. 1048, Rolseth Foto). Morten Stickler, USN, assisterte i felt. Vannføring under dronefilmingen var $0,98 \text{ m}^3/\text{s}$ og stabil under hele feltarbeidet, og siktedypet var 30-40 cm. Georeferering ble ikke gjennomført.

Videopptakene ble gjort i 4K-oppløsning og med polariserende filter som fjerner reflekser fra vannoverflata (dronetype DJI Phantom 4 pro- V2 og Mavic 2 pro). Begge dronene er med spesialtilpasset software på kamera og egenutviklet filterteknologi. Målet er å redusere/ fjerne polarisert lys, forandre bølgelengden på reflektert lys og øke kontrasten. Beskrivelse av software og filtre blir ikke nærmere beskrevet fordi dette er under utvikling av Rolseth.

Registreringer med videokamera og polariserende filter anses som en velegnet metodikk til denne type kartlegging. Opptakene gir også mulighet for bruk av kartlegging og vurdering av mesohabitat og morfologi (substrat) i områder med

klart og roligflytende eller stille vann, og/eller langs elvebredder med tørt land. Ågårdselva har imidlertid gjennom store deler av året lavt siktedyp pga. humus og finpartikler (ref. Kjell Cato Strand, NGOFA). Substratvurdering er derfor gjennomført som del av habitatkartleggingen (se kap. 3.1), og ikke som en del av dronekartleggingen.

2.3 Kartlegging av habitatkvalitet mhp. anadrom fisk

Habitatforhold på den aktuelle strekning i Ågårdselva ble systematisk kartlagt visuelt i felt på lav vintervannføring medio april 2019. Mest mulig homogene habitattyper ble avgrenset, klassifisert og polygoner inntegnet på best tilgjengelige flyfoto i $M \geq 1:500$. Polygoner fra de analoge kartene ble senere digitalisert og overført til korrigerede, høyoppløselige (oppløsning 10 cm) ortofoto (publisert 10.08.2019 <https://www.norgebilder.no/>). Disse ble lagt til grunn ved digitalisering og konstruksjon av habitatkartene og de senere analyser.

Karakterisering av habitatklasser tilknyttet mesohabitat og strømtype vil påvirkes av vannføringsforhold. På høyere vannføringer vil småskala variasjoner i habitattypene være mindre fremtredende, vanddekket areal bli vesentlig større og dekke nye habitater. Kartlagte habitattyper vil endre karakter, særlig på strekninger med høyere gradienter. I denne undersøkelsen ble habitattilstand beskrevet og klassifisert vha. åtte ulike klassifikasjoner (se også vedlegg):

- 1) morfodynamisk enhet (Vedlegg 1),
- 2) mesohabitat (Vedlegg 1),
- 3) strømtype (Vedlegg 2),
- 4) substratstørrelse (Vedlegg 3),
- 5) skjul andel (Vedlegg 3),
- 6) skjul type (Vedlegg 3),
- 7) relativt dyp (1=grunn, 2=middels, 3=dyp) og
- 8) relativ vannhastighet (1=lav, 2=middels, 3=rask)

De detaljerte klassifikasjonsinndelingene fremgår av Vedlegg 1 - 3. For alle variable ble dominerende type angitt. Dersom det var en betydelig sub-dominerende type ble også denne klassifisert, særlig for substrat. Dette kunne føre til at enkelte arealer i betydelig grad var mosaikk-pregede, og disse ble da angitt som «mosaikk» av 2 eller flere klasser.

Alle data fra felt ble digitalisert og overført til digitale kart for bearbeidelse, analyse, presentasjon og lagring i ArcGIS ArcMap v.10.7.1.2019 (<https://support.esri.com/en/products/desktop/arcgis-desktop/arcmap/10-7>).

Metodikken er mer omfattende enn den som er skissert for mesohabitat-kartlegging i 'Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag' (s. 44; Forseth

& Harby, 2014), men kan om ønskelig reduseres til en slik enklere kategorisering. Den nye rapporten ‘Vurdering av metodikk for andregenerasjons gytebetsandsmål for norske laksebestander’ (Hindar et al., 2019) viser til at av habitatdata er det primært substrat partikkelstørrelse 2 – 12 cm som predikerer godt gytehabitat og partikkelstørrelse 12 – 29 cm som predikerer godt oppveksthabitat. Dette tilsvarer substratklassen 7-9 og 10 i foreliggende undersøkelse (se Vedlegg 1 - 3).

2.4 Tetthetsberegning av ungfisk

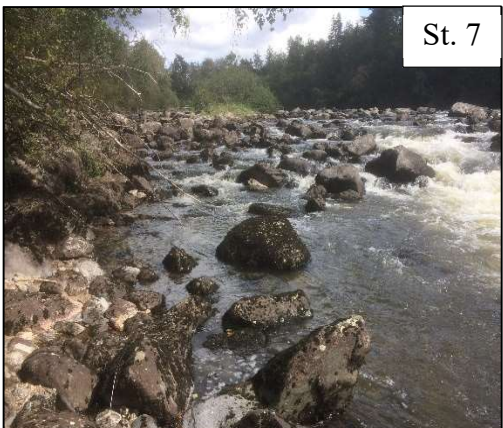
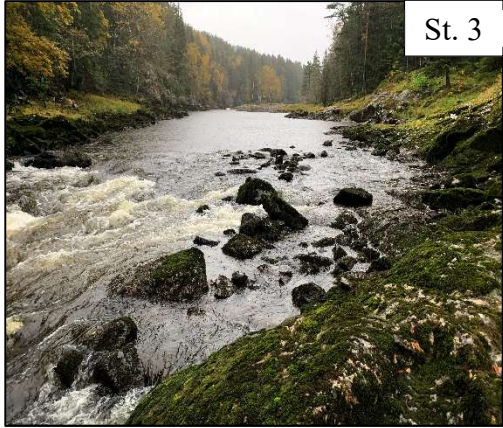
Til innsamling av fisk fra åtte stasjoner i Ågårdselva (st. 1-8) (Figur 2.4 og 2.5, Tabell 2.1) ble det benyttet et elektrisk fiskeapparat konstruert av Terik Technology. Maksimum spenning er 1600 V og pulsfrekvensen er 80 Hz. På hver stasjon ble en lengde på ca 30 m overfisket og det ble fisket fra bredden og så langt ut i elva som det var mulig å fiske effektivt (3-6 m).



Figur 2.4. Stasjoner (St.1-St.8) benyttet for elektrofiske i Ågårdselva 14. august og 15. oktober 2019.

Tabell 2.1. Koordinater (WGS 84) for stasjoner (start på avfisket areal) der det ble elektrofisket 14. august (st. 1-8) og 15. oktober 2019 (st. 1-3, 5, 7 og 8).

Stasjonsnr.	WGS 84
St. 1	59.34963° N, 11.02168° Ø
St. 2	59.34955° N, 11.02146° Ø
St. 3	59.34745° N, 11.01747° Ø
St. 4	59.34510° N, 11.01316° Ø
St. 5	59.33625° N, 10.97920° Ø
St. 6	59.33471° N, 10.97536° Ø
St. 7A (aug)	59.33345° N, 10.97331° Ø
St. 7B (okt)	59.33278° N, 10.97188° Ø
St. 8	59.33160° N, 10.96904° Ø





Figur 2.5. Stasjoner for elektrofiske 14. august (st. 1-8) og 15. oktober 2019 (st. 1-3, 5, 7 og 8).

Fisken ble artsbestemt og lengdemålt i felt til nærmeste mm. På grunnlag av lengde-frekvensfordeling og tidligere alder og vekst vurderinger (Saltveit 1999, Aasestad 2016) ble materialet av laks delt i årsunger (0+) og eldre fisk som hovedsakelig var 1+. Stasjonene ble overfisket tre ganger og tetthet av fisk er beregnet ut fra nedgang i fangst «successive removal» (Zippin 1958, Bohlin et al. 1989). Tetthet er oppgitt som antall fisk pr. 100 m², og er beregnet for alle enkeltstasjoner og for alle stasjoner samlet (basert på totalt antall fisk fanget og totalt avfisket areal). For laks er tettheten beregnet separat for årsunger (0+) og laks eldre enn 0+. For de øvrige fiskeartene er det ikke skilt mellom årsklasser.

Tetthetsberegning av ungfisk er basert på faste stasjoner som tidligere er benyttet av LFI i 1999 (til sammen åtte stasjoner), men der en av stasjonene i området ved Solli er byttet ut med Aasestad's stasjon «Gressbakken». I 2019 ble feltarbeidet gjennomført to ganger, 14. august og 15. oktober ved vannføring på henholdsvis ca 17,5 m³s⁻¹ og 3,6 m³s⁻¹. I august ble det fisket på alle åtte stasjoner, mens det i oktober ikke ble fisket på stasjon 4 og 6.

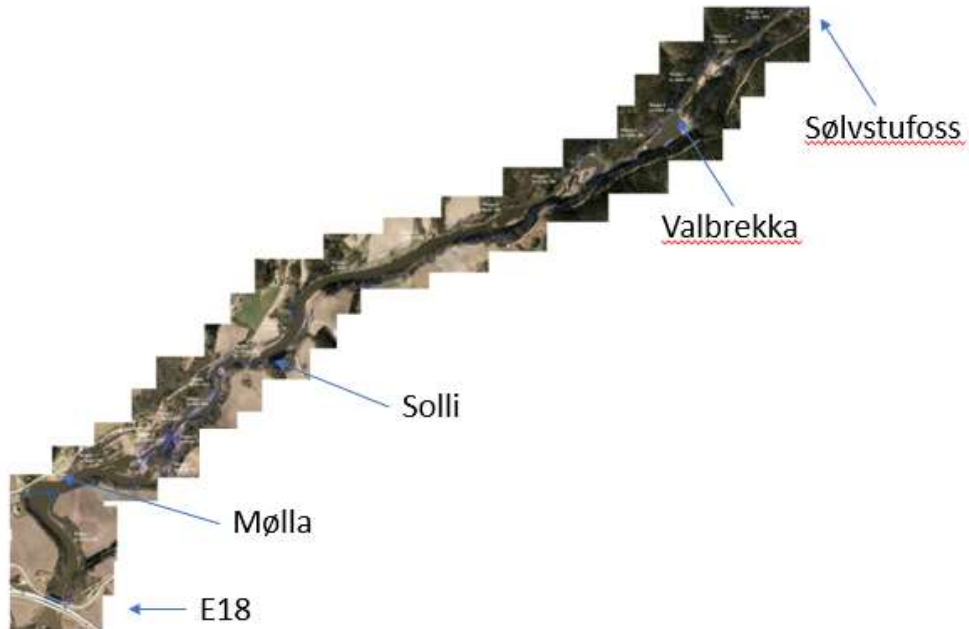
3. Resultat

3.1 Kartlegging med drone

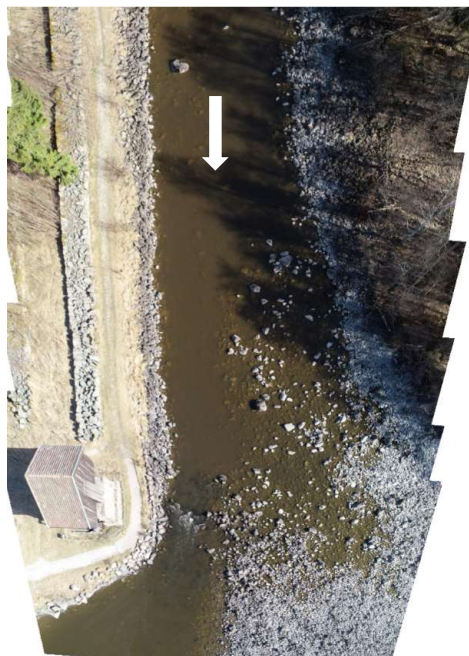
Dronefilming ble gjennomført under gode forhold (stille/lite vind, lettskyet) og med stabil lav vannføring (0,98 m³s⁻¹). Dronefoto ble tatt med høy oppløselighet for elvestrekningen fra E6 til Sølvstufoss. Eksempel på dronefoto fra to delstrekninger (Mølla og Sølvstufoss) er gitt i Figur 3.1 og 3.2. Dronebilder vedlegges som egne digitale filer.

Georeferering ble gjort på grunnlag av eksisterende flyfoto i Norge i Bilder (www.norgebilder.no). På www.Norgebilder.no ble det 8. oktober 2019

tilgjengeliggjort georefererte flyfoto med flydato 8.april 2019. Denne dagen var det stabilt $1,03 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ i vannføring. Tilgjengelig flyfoto er dermed representativt for habitatkartleggingen og tatt i bruk som grunnlag for videre analyser.



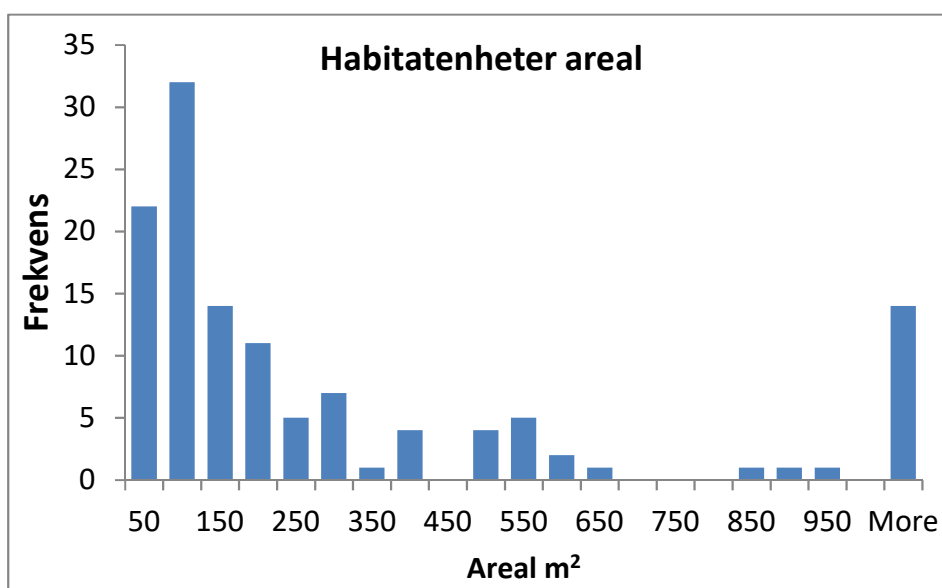
Figur 3.1. Sammensetning av dronefoto kartlagt 28.03.2019 ($Q=0,98 \text{ m}^3/\text{s}$)



Figur 3.2. Eksempel på dronefoto fra feltarbeid 28.03.2019 ($Q=0,98 \text{ m}^3/\text{s}$). Dronebildet er fra Mølla. Pil angir vannretning.

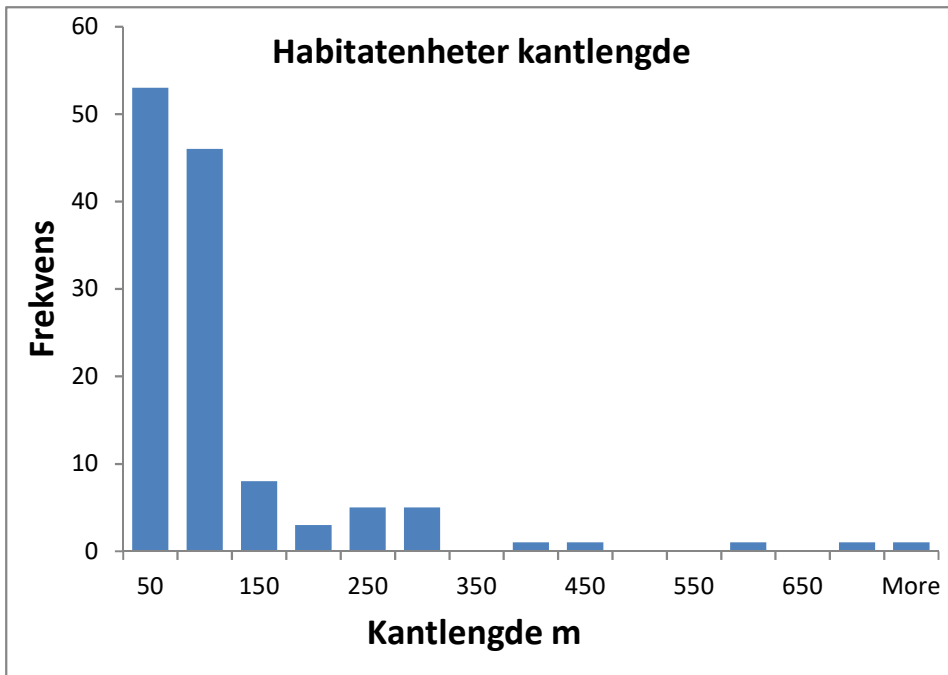
3.2 Habitatkartlegging

Dagens habitattilstand ved nær nåværende minstevannføringer (ca. $1 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$), ble delt inn og klassifisert i 126 ulike, men internt homogene habitatenheter (polygoner), inkl. 1,5 km lang, stilleflytende strekning Kollerødevja – Isebro. Samlet vanndeckt areal på aktuell delstrekning er $169\,599 \text{ m}^2$. Det samlede arealet var imidlertid svært skjevfordelt med få store (f.eks. Kollerødevja – Isebro) og mange mindre habitatenheter (Figur 3.3). Median størrelse på en avgrenset habitatenhet var 133 m^2 (min. 11 – maks. $96\,612$). Denne fordelingen gjenspeilet seg naturligvis også i kantlengdene til de ulike habitatenhetene som varierte fra min. 14 til maks. 3 763 (Figur 3.4).

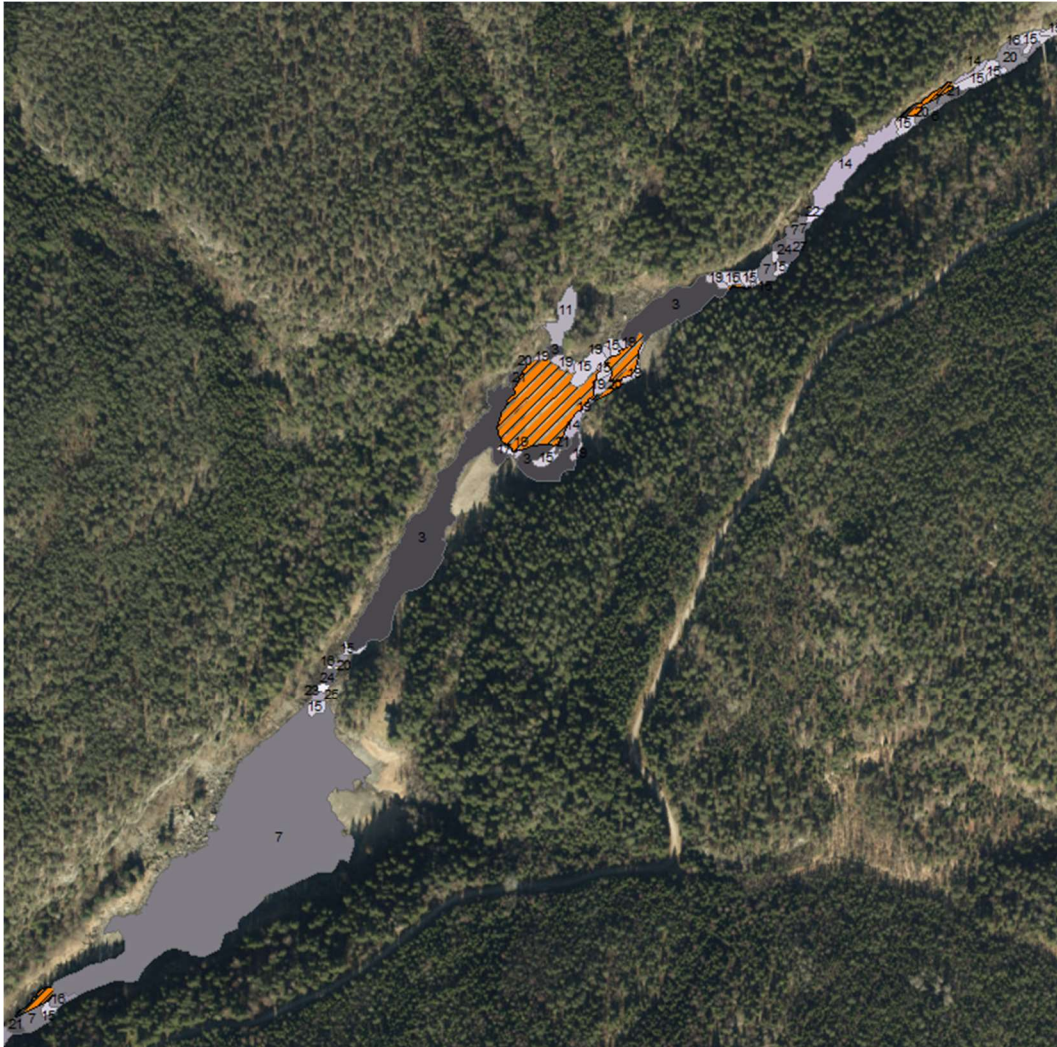


Figur 3.3. Arealfordeling til klassifiserte habitatenheter i Ågårdselva.

Den kvalitative habitat tilstanden ved minstevannføring i Ågårdselva er arealmessig karakterisert og dominert av noen få relativt stilleflytende habitattyper (Figur 3.5 – 3.9, se også Figur 3.3 og 3.4). Dette skyldes i all hovedsak den lange stilleflytende kulpen/elvestrekningen Kollerødevja - Isebro, samt noen større kulper på nedre del av øvre strekning (Valbrekka, Hommellia) (Figur 3.5). På høyere gradienter på øvre og nedre strekning er habitatet variert og mosaikkpreget (Figur 3.6). Ettersom den habitatmessig sett svært ensartede kulpen/elvestrekningen Kollerødevja - Isebro er så arealmessig totalt dominerende, er den omtalt her. Den er ikke tatt med og kommentert i de videre analyser som fokuserer på strekningene nedstrøms Sølstufoss forbi Hommellia og den nedre strekningen fra Isebro til Solli.



Figur 3.4. Kantlengdefordeling til klassifiserte habitatenheter i Ågårdselva.



Figur 3.5. Mesohabitater (= tall, jfr. Vedlegg 1) på undersøkte strekninger i Ågårdselva fra Sølvstufoss (øverst) til Solli (nederst) (M 1:4000). Her fra Sølvstufoss ned til Valbrekka. Gulstripede områder er tørrlagt.





Figur 3.5 forts. Mesohabitater (= tall, jfr. Vedlegg 1) på undersøkte strekninger i Ågårdselva fra Sølvstufoss (øverst) til Solli (nederst) (M 1:4000). Et 1,5 km langt stilleflytende og homogent parti Kollerødevja – Isebro dominerer arealmessig. Elvestrekningene oppstrøms (Sølvstufoss – Valbrekka: siden over) og nedstrøms (Isebro – Solli bruk: over) har høyere gradient og langt mer varierte habitater. Gulstripede områder er tørrlagt.



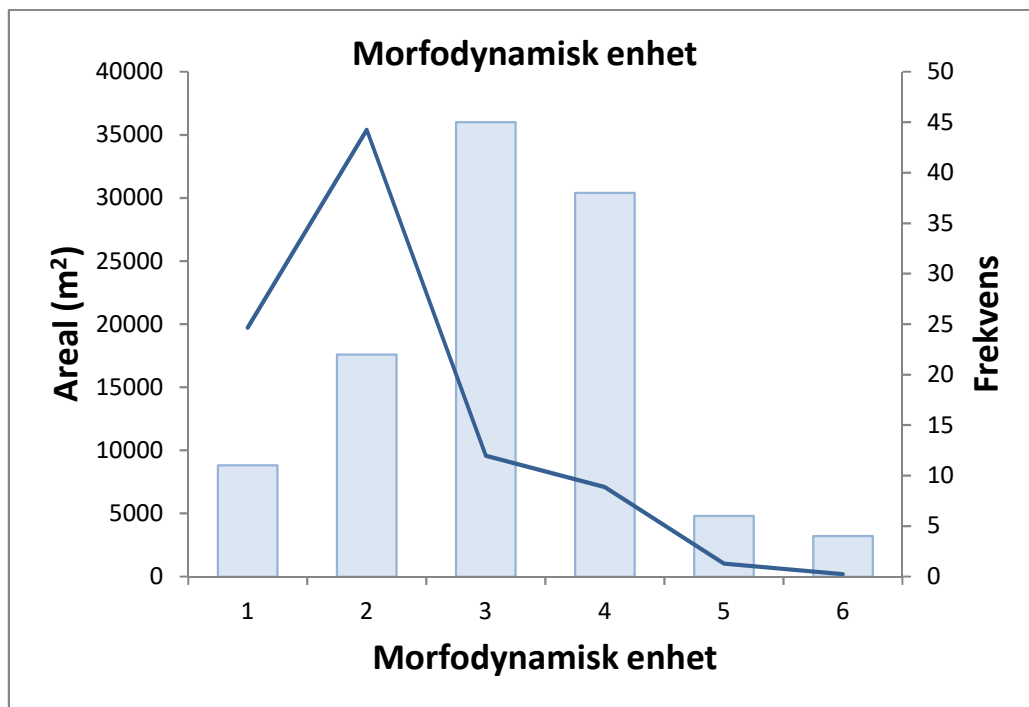


Figur 3.6. Eksempler på mesohabitat (= tall) mosaikk på høyere elvegradient nedstrøms Sølvstufoss (øverst) og nedstrøms Isebro (nederst) (M 1:2000). Gulstripede områder er tørrlagt.

Sett bort fra den lange, stilleflytende strekningen Kollerødevja - Isebro (96 612 m²), er det den totalt sett arealmessig dominerende morfodynamiske enhet oppdemmet kulp (type 2 i Figur 3.7; areal 35 405 m², frekvens 22), som sammen med utgravd kulp (type 1 i Figur 3.7; areal 19 715 m², frekvens 11) gjør habitater med stille og dypt vann til de klart vanligste på strekningen.

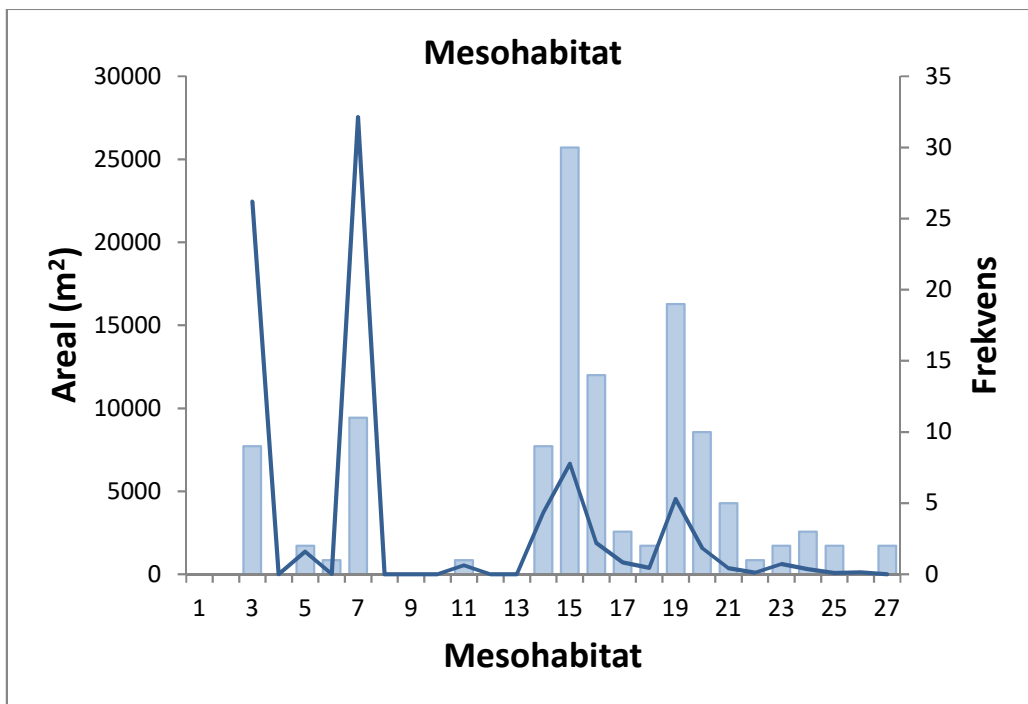
To funksjonelt viktige morfodynamiske enheter for laks og ørretunger er ikke-turbulente glidninger, eller blankstryk (type 3 i Figur 3.7) og de mer turbulente stryk (type 4 i Figur 3.7), dvs. raskt-rennende habitater på strekningene med høyere gradienter. Selv om disse typer habitat forekommer mer beskjedent arealmessig; til sammen 17 500 m², danner de mange viktige småhabitater i mosaikker på de mer raskt-rennende strekningene nedstrøms Sølvstufoss og Isebro (frekvens 38 og 6).

Areal av områder med raskt-rennende vann vil favorisere laks og ørret over andre konkurrerende og/eller predator fiskearter i systemet (type 3 og 4 i Figur 3.7). Vesentlige deler av elvebunnen i selve elveleiet er også tørrlagt ved minste-vannføring (6 852 m²).

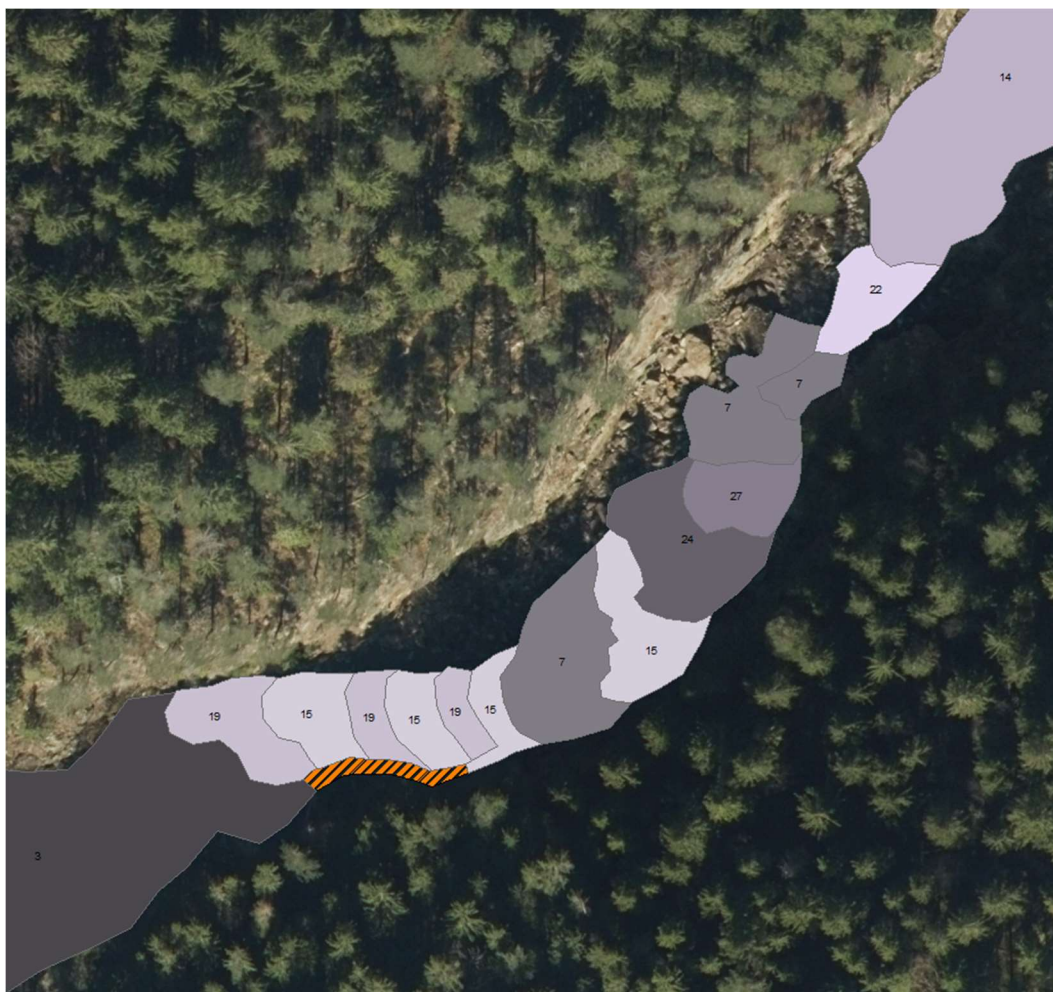


Figur 3.7. Linje/stolpediagram over areal (blå linje) og frekvens sammensetning (stolper) av morfodynamiske enheter på den undersøkte strekningen i Ågårdselva. De ulike klassene er definert i Vedlegg 1.

Fordelingen av mesohabitater (Figur 3.8) utdyper denne tilstanden. De to klart vanligst forekommende mesohabitat typer er store sammenhengende kulp/elvestrekninger med stille eller sakteflytende dypere midtstrømspartier (type 3 i Figur 3.8; areal 22 459 m², frekvens 9), og kulppartier oppdemmet av grov stein og blokk (type 7 i Figur 3.8; areal 27 540 m², frekvens 11). Arealmessig er ellers de viktigste mesohabitater på øvre og nedre stekning i Ågårdselva i hovedsak sakteflytende ut- og innløpsområder i tilknytning til de stillere kulpene. Dette er mesohabitattypene 14-15, dvs. stryk/elvekanter og glidninger (type 14 og 15 i Figur 3.8; areal 3 723 m², frekvens 9; 6 646 m², frekvens 30). Småstryk og blokkstryk er også viktige mesohabitattyper selv på de laveste vannføringer (type 19-20 i Figur 3.8; areal 4 530 m², frekvens 19; 1 583 m², frekvens 10). Dette er mellomliggende strykpartier og inn- og utløpsområder til kulpene, for eksempel nedstrøms Sølvstufoss (Figur 3.9), som sannsynligvis er svært viktige oppvekstområder for laks og ørret.

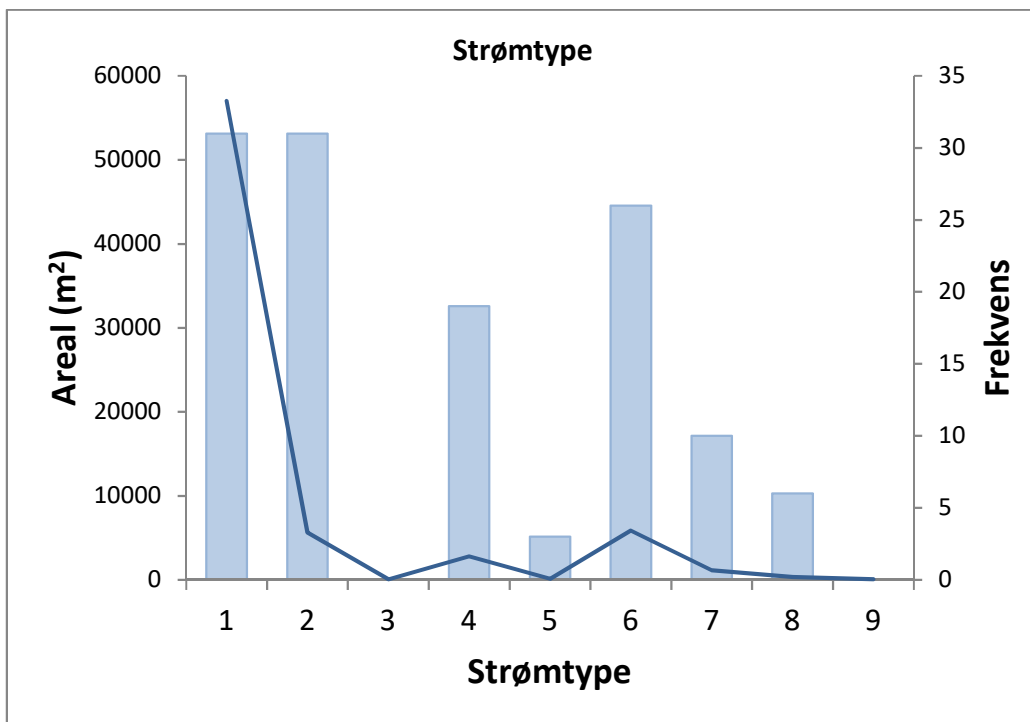


Figur 3.8. Linje/stolpediagram over areal (blå linje) og frekvens (små stolper) sammensetning av mesohabitater på den undersøkte strekningen i Ågårdselva. De ulike klassene er definert i Vedlegg 1.



Figur 3.9. Eksempel på mellomliggende strykpartier og innløpsområde til kulp ca 200 nedstrøms Sølvstufoss (tall = mesohabitat, M 1:500). Dette er sannsynligvis svært viktige oppvekstområder for laks og ørret. Gulstripede områder er tørrlagt.

Som forventet er de klart dominerende strømtyper både mht. areal og frekvens, den mest sakteflytende typen, dvs. knapt merkbar strøm (type 1 i Figur 3.10; areal 57 024 m², frekvens 31) og dernest jevn strøm på grensen til turbulent (type 2 i Figur 3.10; areal 5 628 m², frekvens 31), for eksempel knyttet til inn- og utstrømsområder i kulpene. Det er arealmessig mindre av mellomliggende strømtyper som lett brutt, svakt krusete overflate (type 4 i Figur 3.10; areal 2 766 m²), selv om typen forekommer relativt hyppig i korte partier (frekvens 19). Arealmessig er det beskjeden forekomst av mer rasktrensende habitater. Det er likevel en markert kontrast til forholdene på de høyere elvegradienter, hvor strømbildet er mer mosaikkpreget og fragmentert, og domineres av strømtyper med brutte overflater og relativt rasktrensende vann (Figur 3.10, 3.11). Typisk for disse strekningene er stryk med brutte stående bølger (type 6 i Figur 3.10; areal 10 921 m², frekvens 26), eller enda mer raskt-flytende strømtyper (hardstryk (chute) type 7 i Figur 3.10; areal 4811 m², frekvens 10, resp. fritt fall type 8 i Figur 3.10; areal 913 m², frekvens 6).

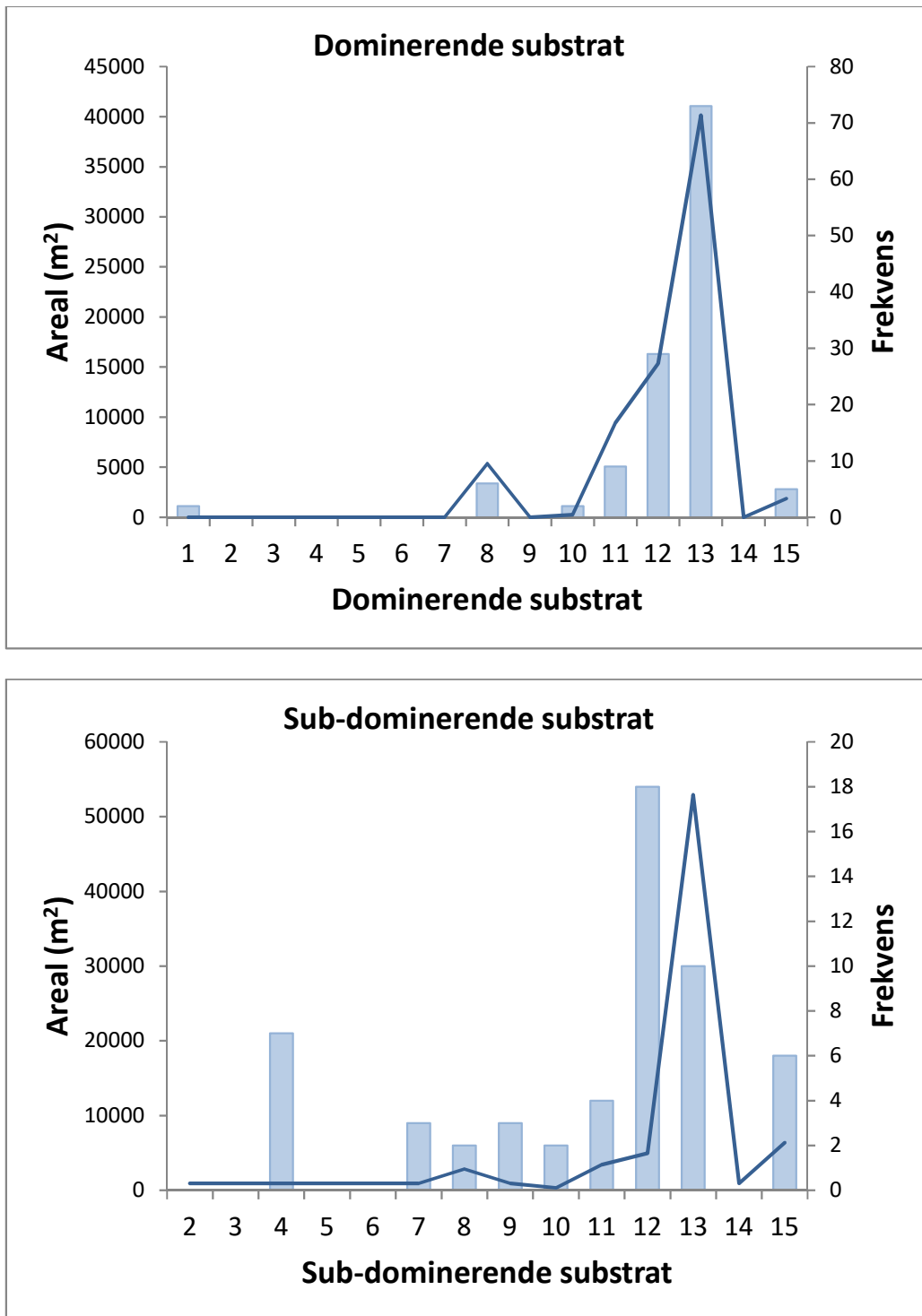


Figur 3.10. Linje/stolpediagram over areal (blå linje) og frekvens (stolper) sammensetning av strømtyper på den undersøkte strekningen i Ågårdselva. De ulike klassene er definert i Vedlegg 1.



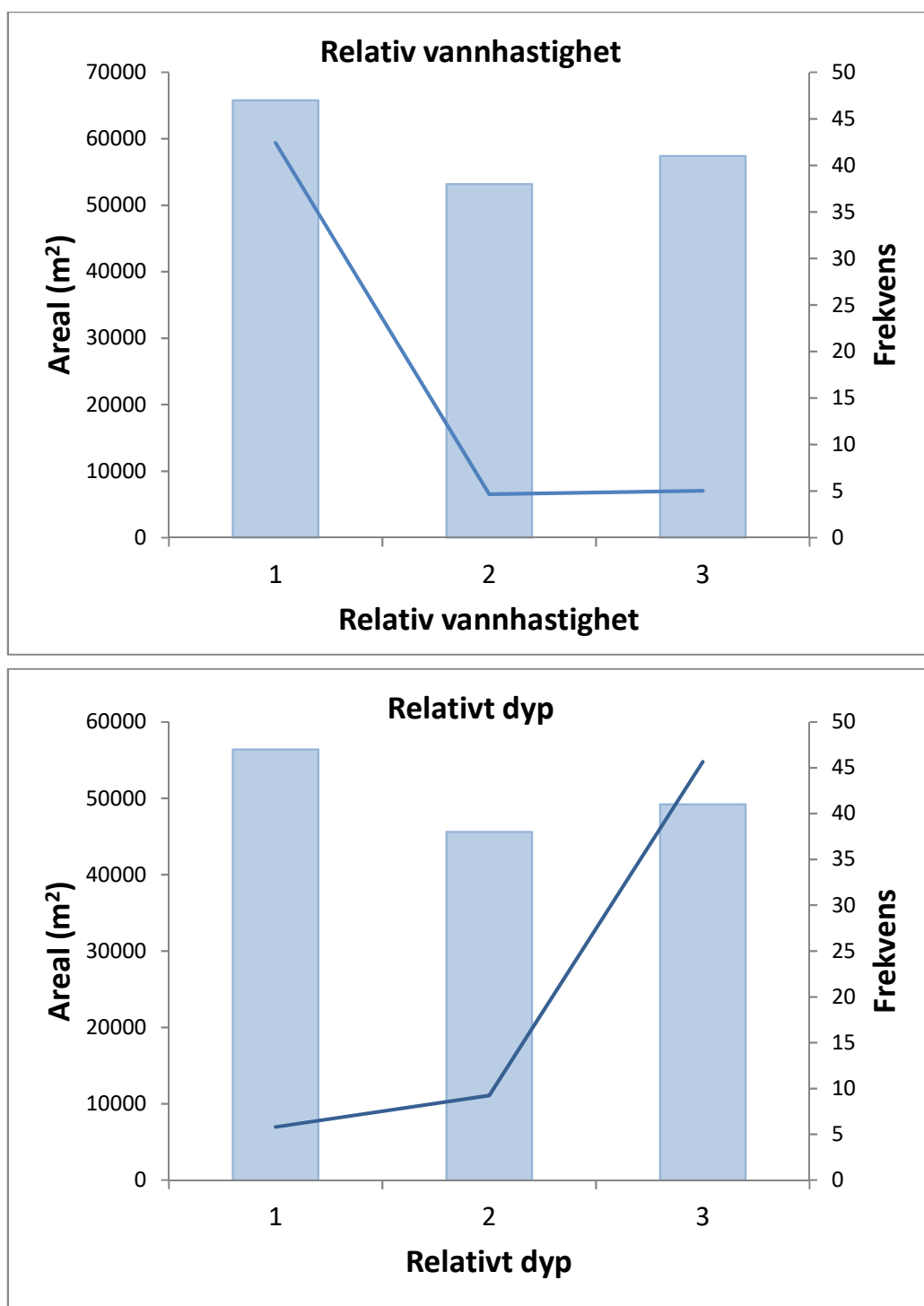
Figur 3.11. Mosaikkpreget forekomst av strømtyper på elvestrekning i Ågårdselva oppstrøms Valbrekka (tall = strømtype, jfr. Vedlegg 2, M 1:500). Stripet område tørrlagt på minstevannføring.

Substratet er bare synlig og størrelsen kan derfor bare angis, for de grunnere elvepartier som for en stor del finnes på høyere elvegradier. Substratet på disse strekningene i Ågårdselva er utformet av store flommer, og domineres derfor av stor blokk (> 51 cm, klasse 13 i Figur 3.12; areal 40 146 m², frekvens 73) eller blokk (38-51 cm) og stor rullestein (>26 cm) (klasse 12 i Figur 3.12; areal 15 352 m², frekvens 29, resp. klasse 11 i Figur 3.12; areal 9 412 m², frekvens 9). Subdominerende substrat viser forekomst av mindre og mer varierte substratstørrelser i de mellomliggende partier mellom grovere stein og blokk (Figur 3.12). Mer mosaikkpregede og strukturelt varierte habitater mht. substrat, og med innslag av mindre substrat partikkel størrelse ned mot grus, finnes fortrinnsvis ved inn- og utløp av større kulper. Bunnssubstratet i de dypere kulper må for en stor del antas å være dominert av fint substrat.



Figur 3.12. Linje/stolpediagram over areal (blå linje) og frekvens sammensetning (stolper) av dominerende (øverst) og sub-dominerende (nederst) substrat på den undersøkte strekningen i Ågårdselva.

Skjul for fisk på undersøkte strekning i Ågårdselva var nesten utelukkende knyttet til stor stein og overflateturbulens, og gjenspeiles derfor i resultatene over.



Figur 3.13. Linje/stolpediagram over areal (blå linje) og frekvens sammensetning (stolper) av relative vannhastigheter og relative dyp på den undersøkte strekningen i Ågårdselva. De ulike klassene er definert i Vedlegg 1.

3.3 Fisketetthet

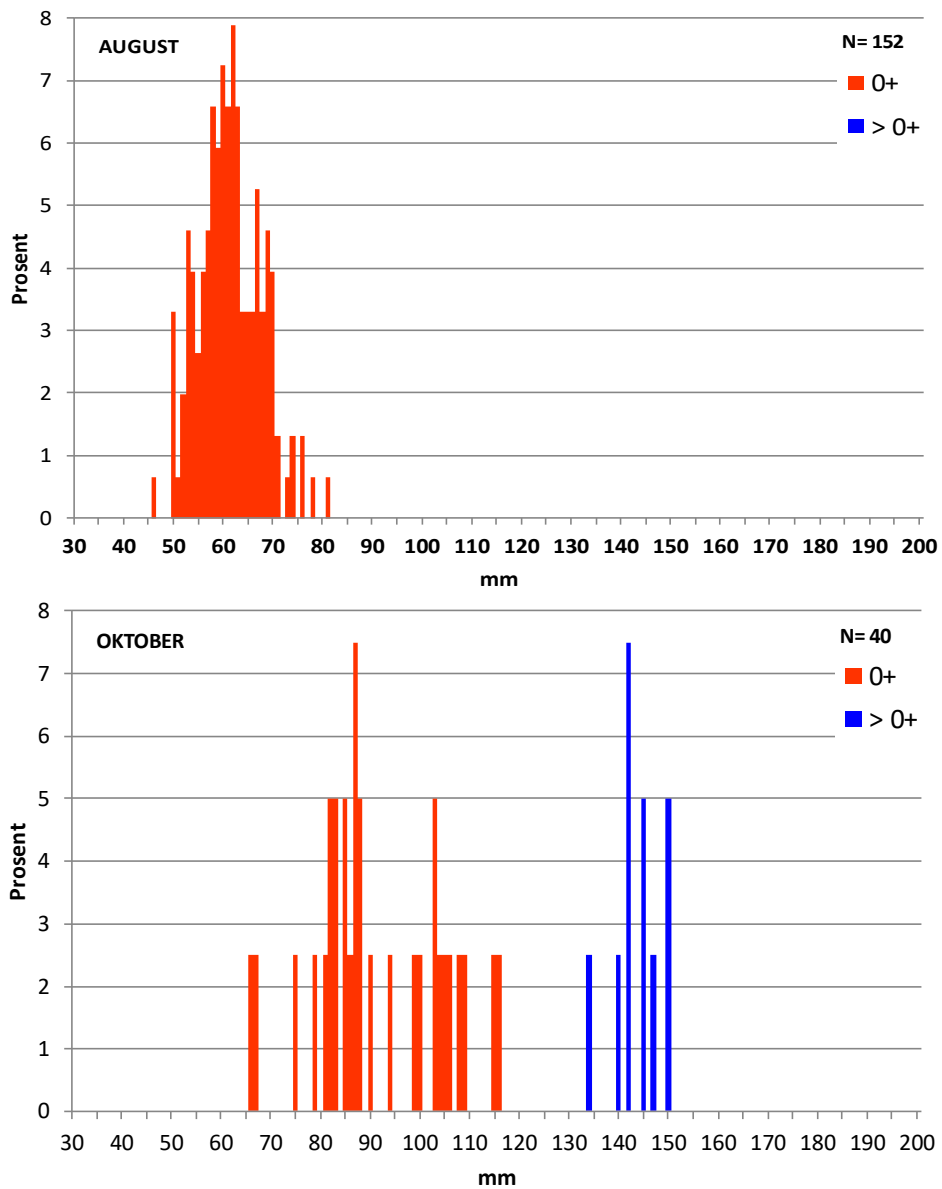
Det ble til sammen påvist 11 fiskearter i august, mens det i oktober ble fanget laks og laue. Laks var antallsmessig dominerende art ved begge innsamlinger. Tettheten ble beregnet for alle fiskeartene.

3.3.1 Laks

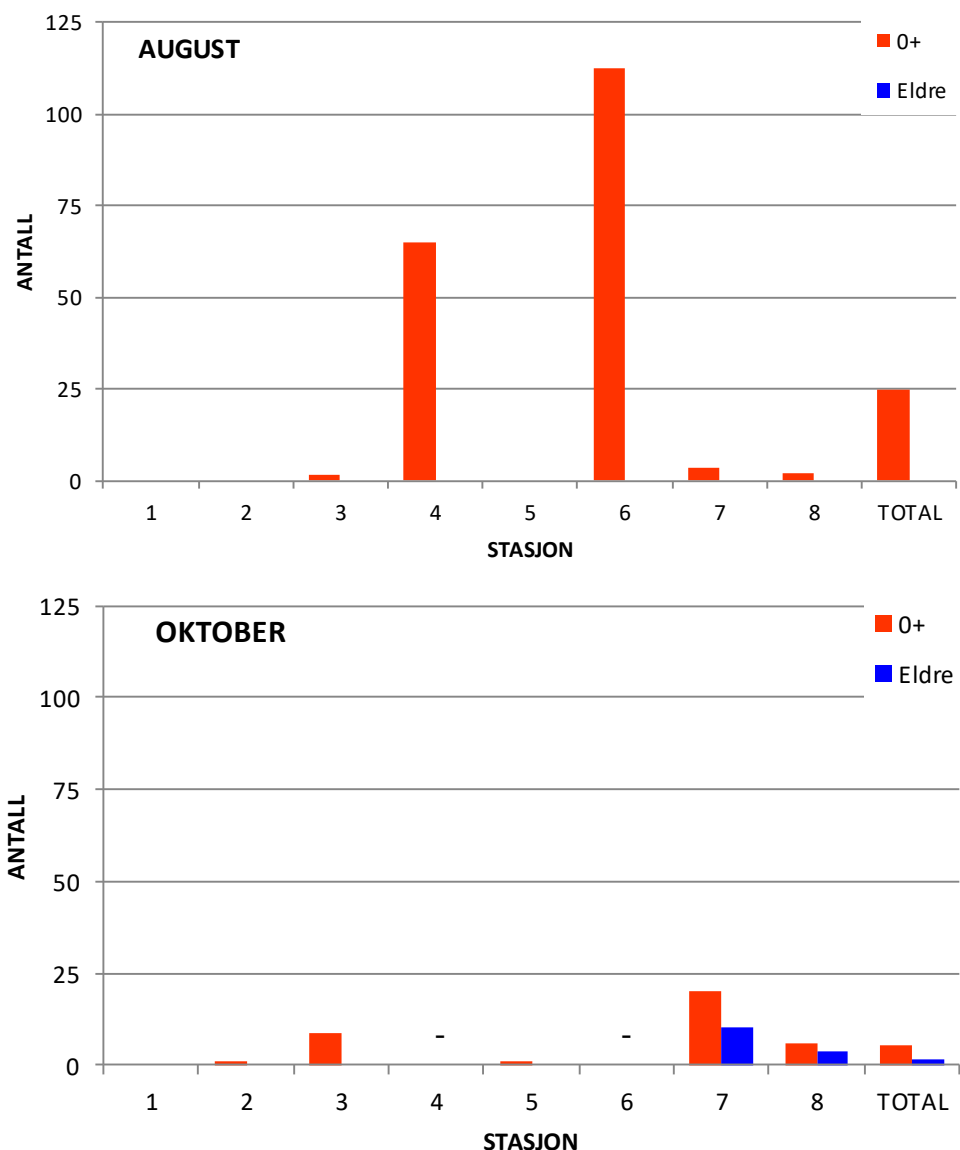
I august ble det fanget til sammen 152 laksunger. Alle var årsunger og disse var i hovedsak mellom 50 og 70 mm (Figur 3.14), og med en gjennomsnittslengde på $61,4 \pm 1,0$ mm (N= 152). I oktober ble det fanget langt færre laksunger, og det ble påvist både årsunger (0+) og eldre laksunger (> 0+), Figur 3.14. I oktober var årsungene mellom 67 og 115 mm, mens all laks større enn 130 mm var laks eldre enn årsunger og sannsynlig alle 1+. Gjennomsnittslengden til årsungene var da $91,4 \pm 4,9$ mm (N=30).

I august ble det bare påvist årsunger (0+). Laksunger ble ikke funnet på stasjon 1, 2 og 5. De absolutt høyeste tetthetene ble beregnet på stasjon 4 og 6 med henholdsvis 65 og 112,5 fisk pr. 100 m² (Figur 3.15 og Tabell 3.1). På stasjon 3 og 7 og 8 var tettheten av årsunger svært lav, henholdsvis 1,5, 3,3 og 2,2 fisk pr. 100 m². Total tetthet av årsunger, alle stasjoner sett under ett, ble beregnet til 24,6 fisk pr 100 m² (Figur 3.15 og Tabell 3.1).

I oktober ble det ikke fisket på stasjon 4 og 6. På stasjon 1 ble det ikke fanget laksunger, mens tettheten var relativt beskjeden på de øvrige stasjoner. Det ble fanget både 0+ og eldre laksunger. Laksunger eldre enn 0+ ble imidlertid bare funnet på de to nederste lokalitetene og da i relativt lave tettheter, henholdsvis 10,3 og 4 fisk pr. 100 m² (Figur 3.15 og Tabell 3.2). Årsunger ble funnet på alle seks lokalitetene i oktober, men også her var tetthetene relativt beskjedne. Høyest tetthet ble beregnet på stasjon 7, med 20,2 ind. 0+ pr. 100 m², mens tettheten på de øvrige var mindre enn 10 fisk pr. 100 m². Total tetthet ble i oktober beregnet til 5,3 ind. 0+ og 1,8 eldre laksunger pr. 100 m².



Figur 3.14. Prosentvis lengdefordeling av laksunger i Ågårdselva i august og oktober 2019.



Figur 3.15. Beregnet tetthet (antall fisk pr. 100 m²) av laksunger fanget i Ågårdselva 14. august og 15. oktober 2019 (- ikke fisket).

3.3.2 Andre arter

I tillegg til laks ble det i august 2019 fanget 10 andre fiskearter (Tabell 3.1). Av disse var abbor den vanligste, funnet på fem av lokalitetene, og dominerende art på stasjon 8. Gjedde og mort ble funnet på tre stasjoner, mens de øvrige artene, deriblant ørret, bare ble funnet på en av de åtte undersøkte stasjonene. I oktober ble det i tillegg til laks funnet laue på stasjon 7 (Tabell 3.2).

Tabell 3.1. Beregnet tetthet, antall fisk pr. 100 m², av alle fiskearter påvist på ulike stasjoner i Ågårdselva 14. august 2019. Veder= vederbuk; Smett= Steinsmett.

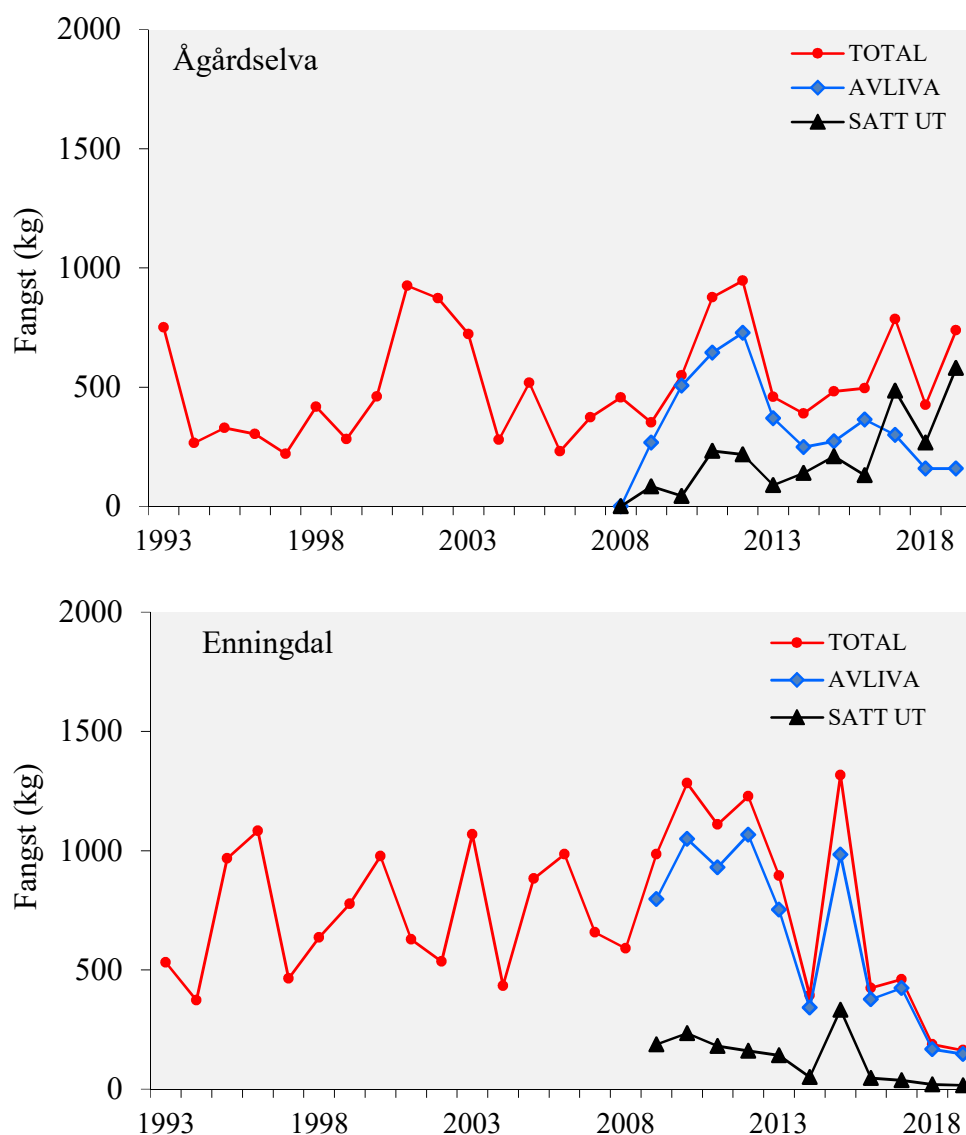
Art	Laks (0+)	Ørret	Gjedde	Mort	Abbor	Ål	Veder	Laue	Flire	Hork	Smett
St.											
1	0	0	0	0	1,9	0	0	0	0	0	0
2	0	0	2,6	1,3	0	0	0	0	0	0	0
3	1,5	1,5	0	0	1,4	0	0	0	0	0	0
4	65,0	0	0	0	1,0	1,8	0,9	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	112,5	0	1,0	7,4	1,0	0	0	1,0	0	0	0
7	3,3	0	0	4,4	0	0	0	0	2,5	0	0
8	2,2	0	3,3	0	7,7	0	0	0	0	1,1	1,1

Tabell 3.2. Beregnet tetthet, antall fisk pr. 100 m², av alle fiskearter påvist på ulike stasjoner i Ågårdselva 15. oktober 2019. Stasjon 4 og 6 ble ikke undersøkt.

Art	Laks (0+)	Laks ≥ 1+	Laue
St.			
1	0	0	0
2	1,3	0	0
3	8,5	0	0
4			
5	1,3	0	0
6			
7	20,2	10,3	5,2
8	6,0	4,0	0

3.4 Fangst og avkastning

Informasjon om fangst av laks i Ågårdselva er tilgjengelig for perioden etter 1993 og fram til i dag (<https://www.ssb.no/statbank/table/07670/>). Tidligere ble fangstene i Ågårdselva slått sammen med fangstene i Glomma med unntak av årene 1969 og 1970. Etter 1968 ble det skilt mellom laks og sjørøret i fangststatistikken. Fra 2009 praktisert en generell fangst- og utslippsstrategi på frivillig basis i de fleste laksevassdrag i Norge, så også i Ågårdselva. Det kan bety høyere totalfangst etter 2009, idet laks som fiskes kan bli satt ut igjen og bli fisket på nytt. I Figur 3.16 er fangststatistikken vist for Ågårdselva sammen med Enningdals-elva, som ligger i samme området av landet, og derfor naturlig å sammenlikne med.



Figur 3.16. Fangst av laks, totalt, avlivet og sluppet ut, i Ågårdselva og Enningdalselva etter 1993.

Det er fangstene etter 1993 som er valgt for å vise fangstutviklingen i Ågårdselva (Figur 3.16). Denne er mest pålitelig og fangster er også siden 1993 fordelt på ulike vektclasser (< 3 kg, 3-7 kg, > 7 kg). Etter 1993 er det i gjennomsnitt fanget 540 kg laks pr år. De største fangstene kom i 1993, i 2001 til 2003, i 2011 og 2012, og i 2017 og 2019, alle år med fangster større enn 700 kg (Figur 3.16). De første årene etter praktisering av fang og slipp ble relativt mye av fangsten avlivet, mens etter 2016 er det en overvekt av det som fanges som blir sluppet tilbake i elva (Figur 3.16).

Fangstene i Enningdalselva er generelt høyere, men lavere i 2018 og 2019. Det skyldes lite vann i 2018 og begrenset fiske i 2019 som følge av ukjent sykdom på laksen. Enningdalselva skiller seg også fra Ågårdselva ved at få fisk gjenutsettes.

4. Diskusjon

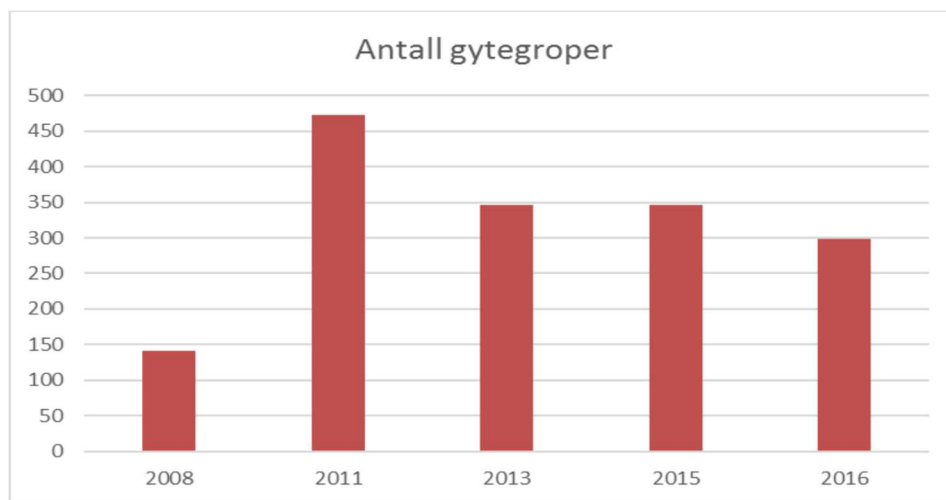
Ågårdselva på strekningen mellom Sølvstufoss og Solli Brug er preget av ¹⁾ et artsrikt fiskesamfunn, ²⁾ gode næringsforhold for fisk, ³⁾ og lav vintervannføring. Kvalitet på habitat for oppvekst for anadrom fisk er begrenset på vinteren grunnet lav vintervannføring, men er gode ved normal sommervannføring (fallgradienten på strekningen gir stedvis høy vannhastighet, men ikke undersøkt i denne studien). Forvaltning av laksebestanden i Ågårdselva må ta utgangspunkt i begrensende faktorer, og de viktigste faktorene i dette perspektivet vil være:

- Antall gytefisk
- Areal og kvaliteten på gyte- og oppvekstområder
- Rognoverlevelse
- Vinteroverlevelse ungfisk
- Overlevelse ved utvandring

Basert på mesohabitat kartleggingen er det begrensede arealer med gytehabitat ovenfor Valbrekka. Området er preget av høye vannhastigheter og grovt substrat, og det er få områder med egnet gytesubstrat. Dette gjenspeiles i den beregnede tettheten av årsunger av laks som var svært lav ovenfor Valbrekka både i august og oktober 2019. Det er sannsynlig at det på denne strekningen er begrenset gyting, bortsett fra at det er observert nyklekket yngel av laksefisk i de nederste kummene i laksetrappa der det er lagt ut gytesubstrat. De lave tetthetene av laksunger som er observert ovenfor Valbrekka kan være laksunger som har spredt seg fra laksetrappa.

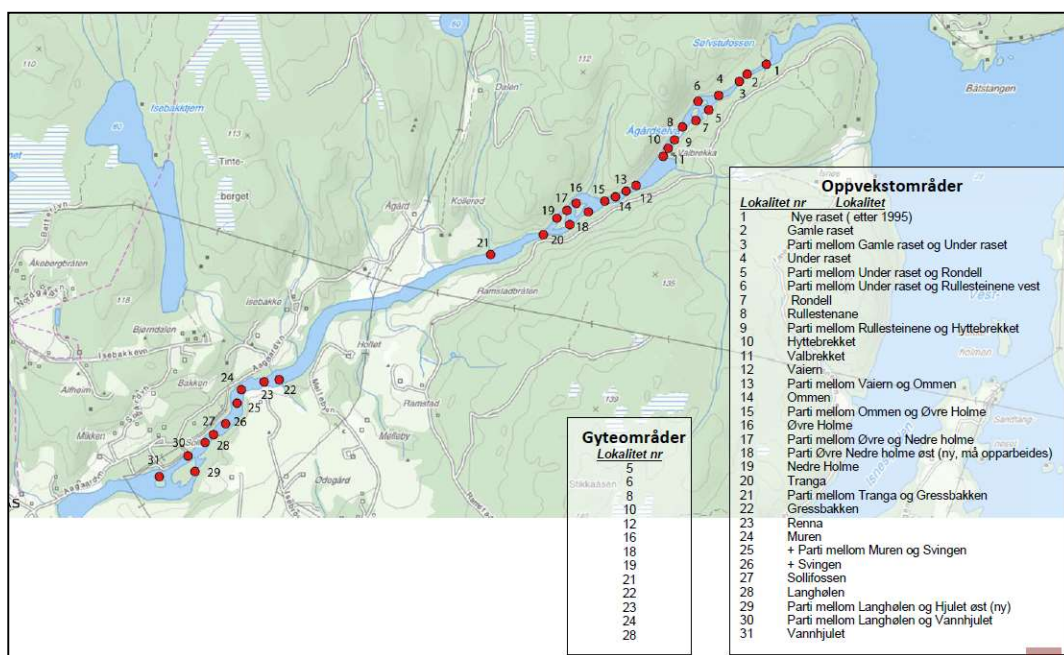
NGOFA har gjennomført biotoptiltak i Ågårdselva over flere år i form av utlegging av gytesubstrat og bedring av oppvekstområder. Slike tiltak forutsetter at det er gyte- og oppvekstareal som begrenser smoltproduksjon i elva. Slike tiltak krever også overvåking og vedlikehold over tid, særlig i vassdrag med transport av finstoff (silt, sand). Videre har NGOFA årlig registrert antall og fordeling av gytegroper (Figur 4.1). Disse har NGOFA avmerket på kart, se eksempel i Figur 4.2 som viser områder med registrerte gytegroper og oppvekstområder for

laksunger. Det samlede antall gytegrøper er betydelig de årene det er gjort registreringer i perioden 2008 til 2016 (Figur 4.1). Antall grøper ser ut til å ligge relativt stabilt på 300-350 grøper i årene 2013, 2015 og 2016.



Figur 4.1. Antall gytegrøper registrert i Ågårdselva gjort av NGOFA.

Tidligere kartlegging (NGOFA/Aasestad 2016) viser at gyte- og oppvekstområder fordeler seg på tre hoveddeler av elva; mellom Sølvstufoss og Valbrekka, nedenfor Valbrekka og ved Gressbakken-Solli (Figur 4.2). Basert på denne kartleggingen tyder det på at bedring av gytemulighetene har økt gyteaktiviteten, og at det er samsvar mellom der det foregår gyting og der det er gjennomført tiltak (NGOFA pers. medd.). Sammen med svært høye tettheter av årsunger av laks i elva, i snitt mellom ca. 70 og 200 laksunger pr. 100 m² mellom 2008 og 2016 (Aasestad 2016), tyder dette på svært god rekruttering og en tilfredsstillende gytebestand. Tiltakene har også med stor sannsynlighet bidratt til at Kvalitetsnorm for laks (www.vann-nett.no/økologisk tilstand) er definert som svært god (per 31.08.2018).



Figur 4.2. Områder i øvre del av Ågårdselva der NGOFA har foretatt endringer for å bedre gyte- og oppveksthabitater for laks (NGOFA pers. medd).

For forvaltning av laksevassdrag er gytebestandsmål et viktig virkemiddel, fordi gytebestandsmålet er det nivået for gytebestandsstørrelse som sikrer god smoltproduksjon og som sikrer en levedyktighet laksebestand på lang sikt (Hindar et al. 2019). Gytebestandsmålet benyttes sammen med elveareal til å beregne hvor mange egg som bør gytes totalt i vassdraget og det antall hunnfisk som er nødvendig. Det er de GIS-baserte elvearealene som til nå i de fleste vassdrag er lagt til grunn for beregning av antall rogn eller hunnfisk som er nødvendig for å møte gytebestandsmålet i norske vassdrag. I de GIS-baserte elvearealene er ikke habitatets egnethet for produksjon av laks vurdert, men slike modeller er under utvikling.

For den lakseførende delen av Glommavassdraget har Vitenskapelig råd for lakseforvaltning beregnet førstegenerasjons gytebestandsmål til 960 hunnlaks (480- 1440) (Anon. 2010a). Dette inkluderer både Ågårdselva og Glomma nedenfor Sarpsfossen, og er basert på totalt vanndekket elveareal og med en tetthet av egg på 1 egg/m². Naturplan/NGOFA (2019) har senere beregnet et gytebestandsmål for Ågårdselva alene til 54 hunnlaks, basert på egnet oppvekstareal på 51.600 m² og et eggbehov på 6 rogn pr. m². Dette gytebestandsmålet har også Fylkesmannen senere kommet fram til i sine beregninger.

Modeller for utvikling og beregning av et annengenerasjons gytebestandsmål (Hindar et al. 2019) skal i større grad ta hensyn til gyte- og oppvekstarealer. Men det må bemerkes at slike modeller kan undervurdere produksjonskapasiteten i

vassdrag som Ågårdselva, med gunstig temperatur, mye næring og gode oppvekstarealer med blokk og stor stein, spesielt i øvre del. Dette kan ha som konsekvens at Ågårdselva trolig vil ha fordel av å opparbeide flere gyteområder i øvre del, vel og merke områder som er vanddekket ved $1 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Et viktig steg for utvikling av andregenerasjons gytebestandsmål blir å gå gjennom alle elvene i de delene av Norge der det er gjort detaljerte feltundersøkelser av gytebestand, habitatkarakteristikk og rekruttering (Hindar et al. 2019).

Sammenliknet med andre vassdrag innen samme region ansees aktuell elvestrekning i Ågårdselva som et område med et til dels høyt produksjonspotensial for anadrom fisk. En viktig medvirkende årsak til god produksjon må tilskrives tidligere gjennomførte fysiske habitattiltak, primært mhp. økning og vedlikehold av gyteareal for laks, slik at de gunstige temperaturforholdene og det gode næringsgrunnlaget i form av næringsdyr kan utnyttes til produksjon av smolt. Vintervannføringen og predasjon er de mest sannsynlige flaskehalsene i dag for overlevelse og derved for produksjon av anadrom fisk.

Artsrikt fiskesamfunn: Elektrofiske ble foretatt på strekninger som har velegnet habitat primært for laksefisk. Likevel ble det i august 2019 på stasjonene påvist åtte fiskearter utover laks og ørret. Av de påviste fiskeartene er det både næringskonkurrenter (mort, abbor, vederbuk, laue, flire) og predatorarter (gjedde, abbor, ål, vederbuk), og arter som trolig tar rogn og nyklekket yngel av laks og ørret (hork, steinsmett). I tillegg ble lake påvist av Aasestad (2016). De fleste av disse artene har imidlertid sin primære forekomst i habitater som er preget av lav vannhastighet, og de er derfor sannsynligvis langt mer tallrike i de dominerende roligflytende elveavsnittene og i større kulper (f.eks. Valbrekka) i Ågårdselva.

På høyere sommervannføringer ($> 5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) i Ågårdselva vil det pga. mer vann og høyere vannhastigheter være et betydelig større vanddekket elveareal og variasjon i habitattilbud med egnet laksefiskhabitat (se Aasestad 2016). Det vil således være større arealer med gunstige nøkkelhabitater for laks og ørret, og mulig å opprettholde en betydelig habitatsegregering mellom laksefisk på den ene siden og viktige predator- og konkurransearter på den andre.

Rask vekst gir mindre predasjon: Generelt vil god vekst være en viktig faktor for overlevelse i et flerartssamfunn med høy konkurranse og stor predasjonsrisiko. Rask vekst gir store årsunger før vintersituasjonen inntreffer, og store årsunger vil ha lavere predasjonsrisiko. Dessuten vil rask vekst gi lavere smoltalder, og derved redusert oppholdstid i dyp/stille habitater med høy predasjonsrisiko, før smoltifisering og utvandring (Furey et al., 2016; Jepsen et al. 1998; Koed et al. 2002; Thorstad et al., 2012).

Dersom laksunger skal overleve høy predasjon på stilleflytende strekninger i Ågårdselva, er størrelsen og tiden de må oppholde seg der svært viktig. Mange ser ut til å smoltifisere og vandre ut neste vår etter bare en vekstsesong på elv. Skjellavlesning gjort av Aasestad (2016) viser svært god vekst hos laksungene, og at en stor del vandrer ut etter en vekstsesong. Dette vil i så fall delvis forklare den

lave tettheten av eldre laksunger både i 1998 (Saltveit et al. 1999), i 2007, 2008, 2009, 2013-2016 (Aasestad 2016) og nå i undersøkelsen i 2019, men forklaringen på fraværet av eldre laksunger under elektrofisket kan også delvis skyldes at de vandrer ut fra strykstrekningene til større kulper og stilleflytende områder. Dette er et spørsmål som bør avklares.

Den raske veksten hos laksungene i Ågårdselva tilskrives flere forhold. Som nevnt er vanntemperaturen i nedre Glomma gunstig og det er lang vekstsesong for laksefisk utover høsten. I tillegg er vassdraget relativt næringsrikt, og det er høy tetthet av næringsdyr, både i form av driv fra det ovenfor liggende Vestvannet, og spesielt fra flere arter knott som har masseforekomst i elva nedenfor Sølvstufoss og som lett inngår i elvedrivet (Brabrand et al. 2009).

For laksunger vil det være viktig at overgangen til vintervannføring ikke skjer for tidlig. I dag er dette regulert gjennom konsesjonsvilkårene med vintervannføring i perioden 1. september – 15. mai. For det første er det ønskelig å utnytte de gode vekstforholdene for laksefisk så lenge som mulig utover høsten. For det andre vil sen overgang bidra til at næringskonkurrenter og predatorarter som har et krav til høyere temperatur enn laksefisk, enten ha vandret ned til nedenforliggende innsjø (Visterflo), eller er mer passive i de mer stilleflytende kulpene i elva. Dette må selvsagt vektes mot gyteperioden for laks og faren for at gyting skjer på områder som senere blir tørrlagt når vintervannføringen inntreffer.

Vinterhabitat: Ved overgang til den langt lavere vintervannføringen/ minstevannføringen (ca $1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) vil arealet med laksefiskhabitat bli betydelig redusert. Analysene viser da et gunstig rekrutterings-/oppvekstareal for laks og ørret på ca. $17\,500 \text{ m}^2$, regnet som samlet areal av ikke-turbulente blankstryk (mesohabitat 16-18) og alle stryk (turbulente mesohabitater 19-27; Tab. 3.1, Figur 3.5-3.10). Dette utgjør knapt 15% av vanddekket areal på vintervannføring, men den arealmessig dominerende strekningen Kollerødevja-Isebro er da igjen ikke medregnet. Overgangen til vintervannføring på ca $1 \text{ m}^3/\text{s}$ reduserer nødvendigvis tilgangen på gunstig laks/ørrethabitat betydelig. Laksefisk må da enten fortsette å oppholde seg på gjenværende restareal, og da med betydelig høyere fisketettheter og konkurranse om plass, eller vandre ut til mer stillestående/stilleflytende områder med høyere predasjonsrisiko. Dette vil sannsynligvis primært være de største rekruttene, ettersom større rekrutter typisk forflytter seg mot større vannvolumer, dvs. mer dyp/stille pregede habitater (Bremset & Berg, 1999; Heggenes et al., 1999; Heggenes & Saltveit, 1990).

Habitat-analysene for vintervannføring viser en sterk arealmessig dominans av stilleflytende eller nær stillestående, dype, kulp-lignende elvepartier på den undersøkte strekningen i Ågårdselva, selv når den lange strekningen Kollerødevja-Isebro er utelatt. I slike stille, dype habitater vil ikke bare laks, men også ørret, bli utkonkurrert av andre arter. Laks og ørret vil her også være utsatt for sterk predasjon. Dette er habitater som vil favorisere andre fiskearter enn laks og ørret, dersom slike andre fiskearter forekommer i vassdraget. De mer begrensede strykpartiene med grovt substrat favoriserer derimot laks og ørret, og vil i en slik

situasjon være helt nødvendige nøkkelområder for gyting og rekruttering for laks og ørret.

Predasjonsrisiko i kulpene: Rent hydrofysisk vil de stilleflytende områdene være et viktig vinterhabitat for laksunger i Ågårdselva. Dette medfører sannsynligvis en stor predasjonsrisiko. Sammentrengning av laks og ørret på mindre restarealer kan være noe av forklaringen på at Aaestad (2016) fant betydelig høyere tettheter av laks og ørret i sine undersøkelser i Ågårdselva. Rett nedenfor «raset» (st. 1 og st. 2 i undersøkelsen i 2019) ble det i perioden 2009-2016 beregnet 127-349 laksunger/100 m², og i samme perioden på utløpet av Valbrekka (st. 4) 55-342 laksunger/100 m². Han gjennomførte sine undersøkelser relativt kort tid etter at vinter vannføringen hadde inntruffet, og fant derfor sannsynligvis kunstig høye og derved lite representative tettheter. På den annen side ble det på st. 1 og 2 i 2019 beregnet svært lave tettheter ovenfor Valbrekka, dette basert på høyere vannføring og derved mindre «samentrengning» av fisk.

Uten andre fiskearter tilstede i vassdraget ville laks i større grad kunne ha benyttet de mer stilleflytende partiene til oppvekstområder. Imidlertid gjør den artsrike fiskefaunaen at utbredelsen og produksjonen av laks begrenses til strykstrekningene eller til områder med «glides» der vannhastigheten er høyere.

5. Litteratur

- Aaestad, I. 2016. Rapport fra el-fisket i Aagardselva, 2016. Rapport NATURPLAN, 19s.
- Armstrong, J.D., Kemp, P.S., Kennedy, G.J.A., Ladle, M. & Milner, N.J. 2003. Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. *Fisheries Research* 62, 143-170.
- Brabrand, Å., Bremnes, T., Marthinsen, G., Rindal, R., Pavels, H., Saltveit, S.J., Raastad, J.E. Koestler, A.G. 2009. Masseforekomst av tune flue og regulering av Ågårdselva og Glomma, Østfold. Naturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo Rapp. Lab. Fersv. Økol. Innlandsfiske, 268, 44 s
- Bremset, G. 2000. Seasonal and diel changes in behaviour, microhabitat use and preferences by young pool-dwelling Atlantic salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *Salmo trutta*. *Environmental Biology of Fishes* 59, 163-179.
- Duus, P. 2002. Habitatregistrering og forslag til biotopforbedrende tiltak i vallaråi, Seljord kommune. Masteroppgave ved Institutt for biologi og naturforvaltning, Norges landbrukshøgskole, 61 s.
- Elliott JM. 1994. *Quantitative Ecology and the Brown Trout*. Oxford: Oxford University Press.
- Elliott JM & Elliott JA. 2010. Temperature requirements of Atlantic salmon *Salmo salar*, brown trout *Salmo trutta* and Arctic charr *Salvelinus alpinus*: predicting the effects of climate change. *Journal of Fish Biology* 77(8): 1793-1817.
- Finstad, A. G., J. D. Armstrong & Nislow, K. H. 2011. Freshwater habitat requirements of Atlantic salmon. I Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A., Skurdal, J. (eds.) *Atlantic Salmon Ecology*. Blackwell Publishing Ltd:
- Fraser, N.H.C., Metcalfe, N.B. & Thorpe, J.E. 1993. Temperature-dependent switch between diurnal and nocturnal foraging in salmon. *Proceeding of the Royal Society of London Series B* 252, 132-139.

- Fraser, N.H.C., Heggenes, J., Metcalfe, N.B. & Thorpe, J.E. 1995. Low summer temperatures cause juvenile Atlantic salmon to become nocturnal. *Canadian Journal of Zoology* 73, 446-451.
- Halleraker, J.H., Saltveit, S.J., Harby, A., Arnekleiv, J.V, Fjeldstad, H-P & Kohler, B. 2003. Factors influencing stranding in of wild juvenile brown trout (*Salmo trutta*) during rapid and frequent flow decreases in an artificial stream. *RiverResearch and Applications*, 19: 589-603.
- Heggenes J., Krog O.M.W., Lindås O.R., Dokk J.G. & Bremnes T. 1993. Homeostatic behavioural responses in a changing environment: brown trout (*Salmo trutta*) become nocturnal during winter. *Journal of Animal Ecology* 62, 295-308.
- Heggenes J., Baglinière J.L. & Cunjak R.A. 1999. Spatial niche variability for young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*S. trutta*) in heterogeneous streams. *Ecology of Freshwater Fish* 8, 1-21.
- Heggenes, J, Bremseth, G. & Brabrand, Å. 2011. Groundwater, critical habitats, and behaviour of Atlantic salmon, brown trout and Arctic char in streams. NINA Report 654, 32 pp.
- Heggenes, J., Bergan, F. & Lydersen, E. 2011. Fiskebiologiske undersøkelser i forbindelse med pålegg om fysiske utbedringer i Vallaråi, Seljord i Telemark. HiT Skrift 4-2011. 48 s.
- Holmqvist, E. 2007. Flomberegninger for Flatdøla, 016CC0. Dokument 6-2007, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 24 s.
- Kiland, H. 2006. Framlegg til tiltak i Vallaråi, Seljord kommune. Faun rapport 036-2006, Faun Naturforvaltning AS, Fyresdal, 19 s.
- Louhi P, Maki-Petays A. & Erkinaro J. 2008. Spawning habitat of Atlantic salmon and brown trout: General criteria and intragravel factors. *River Research and Applications* 24, 330-339.
- Metcalfe, N. B., Huntingford, F. A. & Thorpe, J. E. 1986. Seasonal-changes in feeding motivation of juvenile Atlantic salmon (*Salmo-salar*). *Canadian Journal of Zoology* 64, 2439-2446.
- Milner, N.J., Elliott, J.M., Armstrong, J.D., Gardiner, J., Welton J.S. & Ladle, M. 2002. The natural control of salmon and trout populations in streams. *Fisheries Research* 62, 111-125.
- Museth, J., Hesthagen, T., Sandlund, O. T., Thorstad, E. B. & Ugedal, O. 2007. The history of the minnow *Phoxinus phoxinus* (L.) in Norway: from harmless species to pest. *Journal of Fish Biology* 71, 184-195.
- Museth, J., Borgstrom, R. & Brittain, J. E. 2010. Diet overlap between introduced European minnow (*Phoxinus phoxinus*) and young brown trout (*Salmo trutta*) in the lake, Øvre Heimdalsvatn: a result of abundant resources or forced niche overlap? *Hydrobiologia* 642, 93-100.
- Museth, J., Brabrand, Å., Taugbøl, A. 2017. Økologisk tilstandsklassifisering og kartlegging av fiskesamfunnet i tre vannforekomster i Glomma mellom Bingsfoss og Sarpsfossen i 2016 - NINA Rapport 1347, 28 s.
- Naturpartner/NGOFA 2019. Driftsplan for laks i Glomma og Aagaardselva 2008-2018. Rapport, 45 s
- Palm, D., Brannas, Lepori, E., Nilsson, K. & Stridsman, S 2007. The influence of spawning habitat restoration on juvenile brown trout (*Salmo trutta*) density. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 64: 509-515.
- Palmer, M. A., Menninger, H.L. & Berhardt, E. 2010. River restoration, habitat heterogeneity and biodiversity: a failure of theory or practice? *Freshwater Biology* 55: 205-222.

- Roni, P., Hanson, K. & Beechie, T. 2008. Global review of the physical and biological effectiveness of stream habitat rehabilitation techniques. *North American Journal of Fisheries Management* 28: 856-890.
- Saltveit, S.J., Pavels, H., Heggenes, J. og Bremnes, T. 1999. Oppvekst- og produksjonsmuligheter for laks i Glomma nedstrøms Vamma og i Ågårdselva, Østfold. Rapp. Lab. Ferskv.Økol. Innlandsfiske, Oslo 186, 22 s
- Saltveit, S.J., Halleraker, J.H., Arnekleiv, J.V & Harby, A. 2001. Field experiments on stranding in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) during rapid flow decreases caused by hydropeaking. *Regulated Rivers Research and Management*, 17: 609-622.
- Soulsby, C., Malcolm, I. A., Tetzlaff, D. & Youngson, A. F. 2009. Seasonal and inter-annual variability in hyporheic water quality revealed by continuous monitoring in a salmon spawning stream. *River Research and Applications* 25: 1304-1319.
- Vehanen, T., Huusko, A., Maki-Petays, A., Louhi, P., Mykra, H. & Muotka, T. 2010. Effects of habitat rehabilitation on brown trout (*Salmo trutta*) in boreal forest streams. *Freshwater Biology* 55: 2200-2214.
- Wollebæk, J., Thue, R. & Heggenes 2009. Redd site microhabitat selection and quantitative models for wild large brown trout in three contrasting boreal rivers. *North American Journal of Fisheries Management* 28, 1249-1258.

6. Referanser for metodikk tabeller

- Armstrong, J.D., Kemp, P.S., Kennedy, G.J.A., Ladle, M., Milner, N.J. 2003. Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. *Fisheries Research* 62, 143-170.
- Bisson, P.A. & Montgomery, D.R. 1996. Valley segments, stream reaches, and channel units. S. 23-52 I Hauer, F.R. & Lamberti, G.A. (eds.): *Methods in stream ecology*. Academic Press, San Diego, California, 674 s.
- Bremset, G. (2000). Seasonal and diel changes in behaviour, microhabitat use and preferences by young pool-dwelling Atlantic salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *Salmo trutta*. *Environmental Biology of Fishes*, 59(2), 163-179.
- Cowx, I.G. & Welcomme, R.L. 1998. Rehabilitation of rivers for fish. A study undertaken by the European Inland Fisheries Advisory Commission of FAO. Fishing News Books, Blackwell Science, London, 260 s.
- Heggenes, J., Bagliniere, J. L., & Cunjak, R. A. (1999). Spatial niche variability for young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*S. trutta*) in heterogeneous streams. *Ecology of Freshwater Fish*, 8(1), 1-21.
- Heggenes, J., Krog, O. M. W., Lindås, O. R., Dokk, J. G., & Bremnes, T. (1993). Homeostatic behavioral-responses in a changing environment - brown trout (*Salmo trutta*) become nocturnal during winter. *Journal of Animal Ecology*, 62(2), 295-308.
- Hunt, R.L. 1993. Trout stream therapy. The University of Wisconsin Press, Madison, WI, 74 s.
- Hunter, C.J. 1991. Better trout habitat – A guide to stream restoration and management. Montana Land Reliance, Island press, Washington D.C., 320 s.
- Louhi, P., Maki-Petays, A., & Erkinaro, J. (2008). Spawning habitat of atlantic salmon and brown trout: General criteria and intragravel factors. *River Research and Applications*, 24(3), 330-339. doi: 10.1002/rra.1072
- Milner, N. J., Elliott, J. M., Armstrong, J. D., Gardiner, R., Welton, J. S., & Ladle, M. (2003). The natural control of salmon and trout populations in streams. *Fisheries Research*, 62(2), 111-125.

- Museth, J., Borgstrom, R., & Brittain, J. E. (2010). Diet overlap between introduced European minnow (*Phoxinus phoxinus*) and young brown trout (*Salmo trutta*) in the lake, vre Heimdalsvatn: a result of abundant resources or forced niche overlap? *Hydrobiologia*, 642(1), 93-100. doi: 10.1007/s10750-010-0162-6
- Museth, J., Hesthagen, T., Sandlund, O. T., Thorstad, E. B., & Ugedal, O. (2007). The history of the minnow *Phoxinus phoxinus* (L.) in Norway: from harmless species to pest. *Journal of Fish Biology*, 71, 184-195. doi: 10.1111/j.1095-8649.2007.01673.x
- Newson, M.D., Harper, D.M., Padmore, C.L., Kemp, J.L & Vogel, B. 1998. A cost-effective approach for linking habitats, flow types and species requirements. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 431-446.
- Padmore, C.L. 1998. The role of physical biotopes in determining the observation status and flow requirements of British rivers. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 1, 25-35.
- Padmore, C.L., M.D. Newson & Charlton, E. 1997. Instream habitat in gravel-bed rivers: Identification and characterization of biotopes. I: Gravel-bed rivers in the environment. Proceedings of the 4.th International Gravel Bed Rivers Conference, Oregon State University Press.
- Palm, D., Brannas, E., Lepori, F., Nilsson, K., & Stridsman, S. (2007). The influence of spawning habitat restoration on juvenile brown trout (*Salmo trutta*) density. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 64(3), 509-515. doi: 10.1139/f07-027
- Palmer, M. A., Menninger, H. L., & Bernhardt, E. (2010). River restoration, habitat heterogeneity and biodiversity: a failure of theory or practice? *Freshwater Biology*, 55, 205-222. doi: 10.1111/j.1365-2427.2009.02372.x
- Pont, D, Hugueny, B & Oberdorff, T. 2005. Modelling habitat requirement of European fishes: do species have similar responses to local and regional environmental constraints? *Canadian Journal of fisheries and Aquatic Sciences* 62, 163-173.
- Roni, P., Hanson, K., & Beechie, T. (2008). Global review of the physical and biological effectiveness of stream habitat rehabilitation techniques. *North American Journal of Fisheries Management*, 28(3), 856-890. doi: 10.1577/m06-169.1
- Saltveit, S. J., Brabrand, A., Bremnes, T., Heggenes, J., & Pavels, H. (2013). Bunndyr og fisk i terskler i Usteåne ved Geilo *Rapport* (Vol. 30, pp. 20). Naturhistorisk Museum: Universitete i Oslo.
- Soulsby, C., Malcolm, I. A., Tetzlaff, D., & Youngson, A. F. (2009). Seasonal and inter-annual variability in hyporheic water quality revealed by continuous monitoring in a salmon spawning stream. *River Research and Applications*, 25(10), 1304-1319. doi: 10.1002/rra.1241
- Stewart, G. B., Bayliss, H. R., Showler, D. A., Sutherland, W. J., & Pullin, A. S. (2009). Effectiveness of engineered in-stream structure mitigation measures to increase salmonid abundance: a systematic review. *Ecological Applications*, 19(4), 931-941. doi: 10.1890/07-1311.1
- Slaney, P.A. & Zaldokas, D. 1997. Fish habitat rehabilitation procedures. Watershed Restoration Technical Circular 9, Ministry of Environment, Lands and Parks, Vancouver, British Columbia.
- Vehanen, T., Huusko, A., Maki-Petays, A., Louhi, P., Mykra, H., & Muotka, T. (2010). Effects of habitat rehabilitation on brown trout (*Salmo trutta*) in boreal forest streams. *Freshwater Biology*, 55(10), 2200-2214. doi: 10.1111/j.1365-2427.2010.02467.x
- Wollebæk, J., Thue, R., & Heggenes, J. (2008). Redd site microhabitat utilization and quantitative models for wild large brown trout in three contrasting boreal rivers.

UiO : Naturhistorisk museum

North American Journal of Fisheries Management, 28(4), 1249-1258. doi:
10.1577/m07-069.1

Woolsey, S., Weber, C. Gonser, T., Hoehn, E., Hostman, M., Junker, B., Roulier, C., Schweizer, S., Tiegs, S., Tockner, K. & Peter, A. 2005. Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fliessgewässerrevitalisierungen. Eine Publination des Rhone-Thur Projektes, EAWAG Kastanienbaum, 111 s.

VEDLEGG 1

Klassifisering ved observasjon av morfologiske enheter og mesohabitater med vanlig strømtype^{1,2,6,7,8}.

Morfologisk Enhet	Kode	Mesohabitat	Noen fluvio-morfologiske karakterer	Strømtype
1. Utgravd kulp	1	Evje	Ikke netto nedstrøms strøm. Refleksjoner blir ikke brutt.	Nesten ikke merkbar strøm.
	2	Renne, ål	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm.
	3	Midt-strøms	Som ovenfor Dyp, sakte eller stille parti vann (mellom stryk enheter).	Nesten ikke merkbar strøm.
	4	Samløpende	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm.
	5	Side	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm.
	6	Overfall	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm.
2. Oppdent kulp	7	Blokk	Som ovenfor Hindringen synlig.	Nesten ikke merkbar strøm.
	8	Organisk (trær o.l.)	Som ovenfor Hindringen synlig.	Nesten ikke merkbar strøm.
	9	Bever	Som ovenfor Hindringen synlig.	Nesten ikke merkbar strøm.
	10	Skred	Som ovenfor Hindringen synlig.	Nesten ikke merkbar strøm.
	11	Bakvann	Som ovenfor Samløp med hovedelv i en ende. Ofte med vegetasjon.	Nesten ikke merkbar strøm.
	12	Gammelt løp	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm.
	13	Terskel (kunstig)	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm.
3. Ikke-turbulent	14	Marginalt Dødvann	Lokalisert til elvekantene (ved kanten av blankstryk), svinger eller andre hindringer i elva. Strømtype som for kulp, men fyller ikke (hele) elvebredden.	Nesten ikke merkbar strøm.
	15	Glidning	Uniform, merkbar nedstrøms vannbevegelse er jevn. Refleksjoner blir forstyrret. Jevnt lang-profil med noen horisontale virvler. Ofte lokalisert oppstrøms stryk og fall.	Svak og jevn opp mot grensen til turbulent.
	16	Blankstryk, Grunn	Ingen bølger, men klar nedstrøms vannbevegelse med en forstyrret, småbrutt overflate.	Småbrutt overflate med bølgende langprofil.
	17	Blankstryk, Dyp	Som ovenfor. Dyp, raskt-flytende.	Småbrutt overflate med bølgende langprofil.
4. Turbulent	18	'Kok'	Bølgegang når oppstrømmer bryter overflaten. Sekundær strøm tydelig som vertikale og horisontale virvler. Sakte vann: lokalisert ved elvekanter og meandersvinger Raskt vann: Turbulent område lokalisert mellom habitater i en ustabil elveseng. Som regel småskala. Høyt vann: turbulent område mellom blokk/fjell.	Oppstrømmer. Brutte stående bølger, blir kaotiske ved svært høyt vann.
	19	Småstryk	Turbulent overflate med oppstrøms-vendte små stående bølger som ikke er brutt, over sand til rullestein substrat. Grunnere enn tilstøtende mesohabitater.	Ubrutte eller små brutte stående bølger.
	20	Blokkstryk	Som ovenfor Grovere substrat.	Ubrutte eller små brutte stående bølger.

5. Trappe- kulper	21	Hardstryk	Høygradient strekning over/mellom rullestein, blokk eller fjell ved moderat høyt vann. Noe hvitt vann. Hindringer ligger under vann.	Brutte stående bølger, blir kaotiske ved (svært) høyt vann
	22	Hard smalstryk	Som ovenfor, strømmen presset sammen.	Som ovenfor
	23	Kaskade	Blokk bryter tilfeldig overflaten på strekning med stort fall. Blanding av hardstryk og overfall – smalstryker når vannet strømmer forbi oppstrømsiden av substratet, brutte stående bølger på nedstrømsiden av substratet.	Brutte stående bølger, blir kaotiske ved (svært) høyt vann
	24	Kvitstryk/fall	Blokk organisert i (trappe)trinn tvers over elva.	
	25	Kulp	Oppdemmet strekning med finere sediment oppstrøms Kaskade	
	26	Overfall	Lavt kurvet overfall i kontakt med substratet	Brutt eller ubrutt overflate med bølgende lang-profil, chute.
6. Vannfall	27	Fritt fall	Vannet faller vertikalt - kan skille seg fra bakveggen til det vertikale objekt	Vertikalt fritt fall.
7. Tørrlagt				

VEDLEGG 2

Beskrivelse av strømtyper som brukes for å identifisere og beskrive mesohabitater i felt^{2,6,7,8}.

Kode	Strømtype	Beskrivelse for felt identifisering	Tilknyttede mesohabitater
1	Nesten ikke merkbar strøm	Overflateskum ser ut til å være stillestående og refleksjoner på overflaten blir ikke forvrengt. En kork/pinne på vannoverflaten forblir liggende stille	Kulp – fyller vanligvis hele elvebredden Marginalt dødvann – fyller ikke hele elvebredden
2	Svak og jevn opp mot grensen til turbulent	Strøm hvis styrke er så lav at det oppstår svært lite overflateturbulens. Svært små celler med turbulent strøm er synlige, og refleksjoner blir (litt) forvrengt, og skum på overflaten beveger seg nedstrøms. En pinne som settes vertikalt i vannstrømmen skaper en oppstrøms V i overflaten	Glidning
3	Oppstrøm	Sekundære strømceller synlige på overflaten som vertikal 'koking' Eller sirkulære horisontale virvler	'Kok'
4	Småbrutt overflate Krusning	Overflate-turbulens skaper ikke stående bølger, men symmetriske krusninger som hovedsakelig beveger seg nedstrøms	Blankstryk
5	Ubrutte stående Bølger	Bølgende lang-profil med stående bølger hvor innsvingen står oppstrøms, men uten å bryte (hvitt)	Småstryk
6	Brutte stående Bølger	Hvite 'tumlende' bølger med innsvingen stående oppstrøms. 'Brusende' vannstrøm	Hardstryk Kaskade; på nedstrøms-siden av blokk deler strømmen seg eller 'bryter'
7	Chute	Rask, jevn strøm på grensen til turbulent over blokk eller fjell. Strømmen er i kontakt med substratet, og samles oppstrøms, men Deles nedstrøms.	Overfall; chute strøm over områder av bart fjell Kaskade; chute strøm over enkelt-blokk
8	Fritt fall	Vertikalt vannfall og uten hindring fra et klart objekt, vanligvis mer enn 1m høyt og ofte over hele tverrsnittet	Vannfall
9	Kaotisk		

VEDLEGG 3

Type av substrat og partikkelstørrelse klassifisert i felt (modifisert Wentworth skala).

Substrat type	Størrelse mm	Kode
Organisk fint	<10	1
Organisk grovt	>10	2
Leir, silt	0.004-0.06	3
Sand	0.061-2	4
Fin grus	2.1-8	5
Grus	8.1-16	6
Grov grus	16.1-32	7
Småstein	32.1-64	8
Liten rullestein	64.1-128	9
Rullestein	128.1-256	10
Stor rullestein	256.1-384	11
Blokk	384.1-512	12
Stor blokk	>512	13
Jevnt fjell	-	14
Ujevnt fjell	-	15

Typer av skjul og grad av skjul klassifisert i felt (se også referanser).

Skjul type	Kode	Andel (%)	Kode
Submerged – logs, roots	1	0	0
Submerged - other	2	10	1
Stone - boulder	3	20	2
Organic debris – fine	4	30	3
Submerged vegetation	5	40	4
Undercut banks	6	50	5
Broken surface	7	60	6
Overhang (specify)	8	70	7
Surface ice (cover)	9	80	8
		90	9
		100	10