

Gytegropregistreringer i Tokkeåi høsten 2021

Jan Heggenes
Eivind Schartum
Morten Stickler
Kjetil Rolseth
Kai Brattestå





Jan Heggnes, Eivind Schartum, Morten Stickler,
Kjetil Rolseth og Kai Brattestå

Gytegropregistreringer i Tokkeåi høsten 2021

© 2023 Forfatterne
Universitetet i Sørøst-Norge
Bø, 2023

Skriftserien fra Universitetet i Sørøst-Norge nr. 114

ISSN: 2535-5325 (online)
ISBN: 978-82-7206-754-9 (online)



Utgivelser i skriftserien publiseres som Creative Commons* og kan kopieres fritt og videreformidles til andre interesserte uten avgift. Navn på utgiver og forfatter(e) angis korrekt. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.no>

Forside: Stor gytegrep/-felt med gytefisk i Åmøtehylen, Tokkeåi 2021

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning.....	1
2.	Metoder	1
3.	Resultater og kommentarer	10
4.	Konklusjoner.....	19
5.	Vedlegg 1 Bildedokumentasjon gyteaktivitet.....	22
6.	Vedlegg 2 Endret manøvrering og fysiske tiltak.....	31
7.	Litteratur	33

1. Innledning

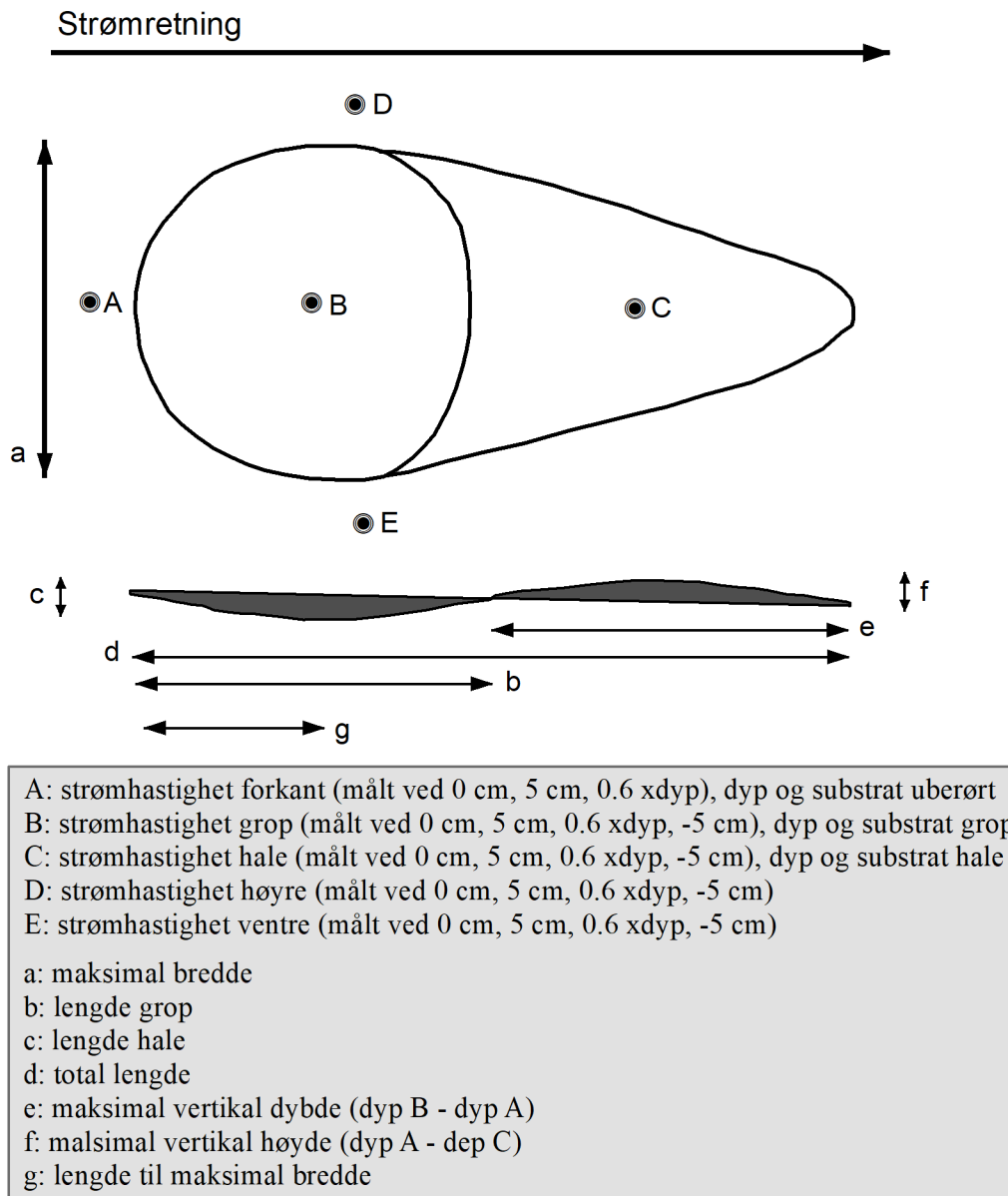
Tokke-Vinjevassdraget fikk konsesjon for vassdragsregulering i 1957 med ytterligere reguleringer i 1960 og 1964. Reguleringen eies og drives av Statkraft Energi AS (Statkraft Energi 2005; Heggenes et al. 2020). Vassdraget har flere kjente lokaliteter med stor ørret, men den viktigste bestanden er knyttet til Tokkeåi-Bandak (Thue & Wollebaek 1999; Heggenes et al. 2000; Wollebaek, Thue & Heggenes 2008; Kraabøl et al. 2015a). Stor ørret i Bandak-Tokkeåi er typisk relativt gammel med en jevn og utholdende vekst (Tranmæl & Midttun 2005; Heggenes, Sageie & Kristiansen 2009; Johnsen et al. 2012; Kraabøl et al. 2014; Kraabøl et al. 2015a). I noen tidligere undersøkelser er gyteområder/-felt og gytegroper, særlig etter storaure (se Tabell 2 for detaljer), observert ved dykking, men uten at dette ble systematisk gjennomført for alle aktuelle gytestrekninger i Tokkeåi og over flere sammenhengende år (Thue & Wollebaek 1999; Tranmæl & Midttun 2005; Wollebaek, Thue & Heggenes 2008). I forbindelse med en ny, større biologisk undersøkelse (Kraabøl et al. 2015a), ble gytefelt og gytegroper etter stor ørret observert og telt i perioden 2011-2013, hovedsakelig fra land, men supplert med vading/båt og vannkikkert. I 2013 ble også gytegroppenes plassering inntegnet på kart. Det var en klar anbefaling i Kraabøl et al. (2015a) at systematiske gytefelt/-grop tellinger bør fortsette som en miljøindikator på tilstand til storaurebestanden, og for å vinne mer kunnskap om sammenhenger mellom vannføring, ev. hindringer og oppvandring (se Metode og Tabell 2 for detaljer). Universitetet i Sørøst Norge har i samarbeid med Bandak Fiskelag ved Kai Brattestå hatt i oppdrag å videreføre gytegroptellingene i Tokkeåi. Undersøkelser er ikke gjort i alle år, hovedsakelig vanskeliggjort av ulike fysiske forhold. I 2014 viste pilotundersøkelser at den store flommen rett før gytesesongen hadde flyttet mye substrat, slik at gytegroper ble svært vanskelige å identifisere. Systematiske undersøkelser av hele elva ble derfor ikke gjennomført. I 2015 var det en større flom i september som også førte til mye flytting av substrat. Dette vanskeliggjorde gytefelt/-grop undersøkelsene. I 2016 medførte fysiske tiltak i elva i form av harving og ombygging av terskler, endringer i substratforholdene, og gjorde det dermed vanskelig å observere gytegroper på vesentlige deler av elva (Vedlegg 2). Lignende usikkerhet knyttet seg også til undersøkelsene høsten 2017. I 2018 ble det ikke gjennomført systematiske gytefelt/-grop undersøkelser. Det ble likevel gjort en pilot undersøkelse med drone og observasjoner fra land. I 2019 ble det igjen gjennomført systematiske undersøkelser, med de to samordnede observasjonsmetodene dykking og videoopptak med drone, supplert med observasjoner fra land (Heggenes et al. 2020). I 2020 ble undersøkelsene på ny gjennomført med samme metodikk (jfr. Metode, se Tabell 2 for detaljer), og som en del av et større tre-årig undersøkelsesprosjekt (Heggenes et al. 2021). Resultatene fra høsten 2021 rapporteres kort her. For mer utfyllende informasjon om bakgrunn, metoder og område, henvises til Heggenes et al. (2021) og Kraabøl et al. (2015b).

2. Metoder

Nye gytegroper er normalt synlige ved at de gir lyse felter i elvebunnen/-substratet (Fig. 1, 2a), ettersom den aktive gravingen og vaskingen under gyting snur og flytter mer finpartikulært materiale (sand, fin grus) nedstrøms. Hvor store partikler som vaskes, vil avhenge av lokale vannhastigheter og

gytefiskens størrelse, men oftest er det (hassel til valnøtt-stor) grus og mindre (knyttneve-stor) stein. Slike lysere partier kan imidlertid også skyldes naturlig vasking pga. lokal hydraulikk med høyere vannhastigheter, eventuelt kombinert med forutgående høye vannføringer/flomsituasjoner. Gytefisker søker nettopp ut gyteområder med gunstig grus/stein partikkelstørrelse, hvor det også er så høye vannhastigheter og god vanngjennomstrømming at finmateriale vaskes vekk og ikke 'kveler' eggene (e.g., Louhi, Maki-Petays & Erkinaro 2008; Soulsby et al. 2009), f.eks. på utløpet av en kulp. Men gytegroper kan skille seg ut på flere måter. I mer ensartede gruspartier vil gytegroppene også få en karakteristisk 'bølge'-form fra gropen i forkant og ned mot den opplagrede grusen i bakkant, og grusmaterialet vil følgelig også være noe sortert (Fig. 1) (Louhi, Maki-Petays & Erkinaro 2008; Wollebaek, Thue & Heggenes 2008; Soulsby et al. 2009; Pedley 2018). Med grovere (knyttneve og større) og mindre homogent substrat vil dette imidlertid være mindre synlig, noe som er typisk for store deler av Tokkeåi (Fig. 2b). Som en følge av fiskens graving i elvebunnen, vil substratet likevel være betydelig løsere i gytegroppen enn i tiliggende områder. Lysere felt, bølgeform med sortert materiale, og løsere substrat er de tre viktige indikatorene på gytegroper etter stor ørret. Dette innebærer også at gytegroper er lettere å identifisere i elver eller på elvestrekninger med lavere gradient, jevn (laminær) vannstrøm, og mer homogent grus-substrat (Fig. 2a), enn i striere elvepartier med høyere gradient og varierende, ofte grovere substrat (Fig. 2b), slik vi ofte ser i Tokkeåi. Dersom det har vært større flommer eller fysiske tiltak i elva før eller under gyteperioden som har fjernet finmateriale og flyttet på grus og stein (jfr. 2016 og 2017 i Tokkeåi), vil dette naturligvis gjøre identifisering av gyteområder og groper mer usikre. Vesentlige deler av bunnen kan være lysere og løsere som en følge av annen aktivitet enn gyting. Dette har vært tilfelle i Tokkeåi siden fysiske tiltak ble satt i gang i 2016 (Vedlegg 2).

I områder med gunstige fysiske forhold for gyting (substrat, vannhastigheter), kan det også være flere gytefisk konsentrert på lite areal. Det kan resultere i overgraving i og av gytegroper, som gjør at enkeltgroppene vanskelig lar seg identifisere. Selv om enkeltgroper ikke kan identifiseres og telles, er lokalisering (og bevaring) av slike gytefelt svært viktig; de er nøkkelområder i en rekrutteringssammenheng.



Figur 1. Skisse over typisk gytegrop med tilhørende målepunkt og avstander for eventuell kvantifisering av strømhastigheter, substrat partikkel målinger, lengdemål og vertikale høyder (fra (Wollebæk, Thue & Heggenes 2003)).

Flere mindre fisk kan dessuten sammen-grave flere mindre groper som kan forveksles med en tilsynelatende stor grop. Mindre fisk kan også velge å gyte i, eller i tilknytning til større groper etter storørret. I slike tilfeller vil det være til stor hjelp å gjøre flere observasjoner over tid i gytasesongen, i tillegg til gytefelt/-grop-telling etter endt gytasesong (under).

Gytefelt og gytegrop observasjoner og tellinger ble gjennomført ved bruk av to supplerende observasjonsmetoder, drone videofilming og dykking (snorkling).

Undersøkelsene i 2011-2013 ble hovedsakelig gjort ved observasjon fra land, og bruk av polariserte solbriller under og etter gytoperioden. I Tokkeåi er gytoperioden normalt primo oktober til medio

november (Tranmæl & Midttun 2005; Kraabøl et al. 2015a). Disse observasjonene ble supplert både ved vading og bruk av båt, og bruk av vannkikkert. Dette ble brukt som en supplerende metode også i foreliggende undersøkelse, og dels av samme personer (K. Brattestå) som ved tellingene i 2011-2013 og 2015-2017, selv om omfanget i 2017 var mindre enn i tidligere år. I 2018 ble det ikke gjennomført undersøkelser. I 2019, 2020 og nå i 2021 har vi, i tillegg til direkte observasjon ved dykking (supplert med målrettede observasjoner fra land og ved vading), også gjennomført dronevideofilming (nær) samtidig med dykking. Disse to metodene supplerer hverandre. Dykking gir bedre observasjoner særlig på litt dypere vann og også på mer stryksterke partier. På grunnere vann kan perspektivet bli mer begrenset ved dykking, og redusere muligheten for å observere gytegroper. Videobilder gjør det lettere å se gytegroper på grunnere vann med beskjeden overflateturbulens, men ikke på dypere vann og mer stryksterke partier med brutt overflate. Til sammen gir de to metodene, kombinert med overvåking fra land/vading gjennom gyteperioden, det per i dag best mulige resultat.

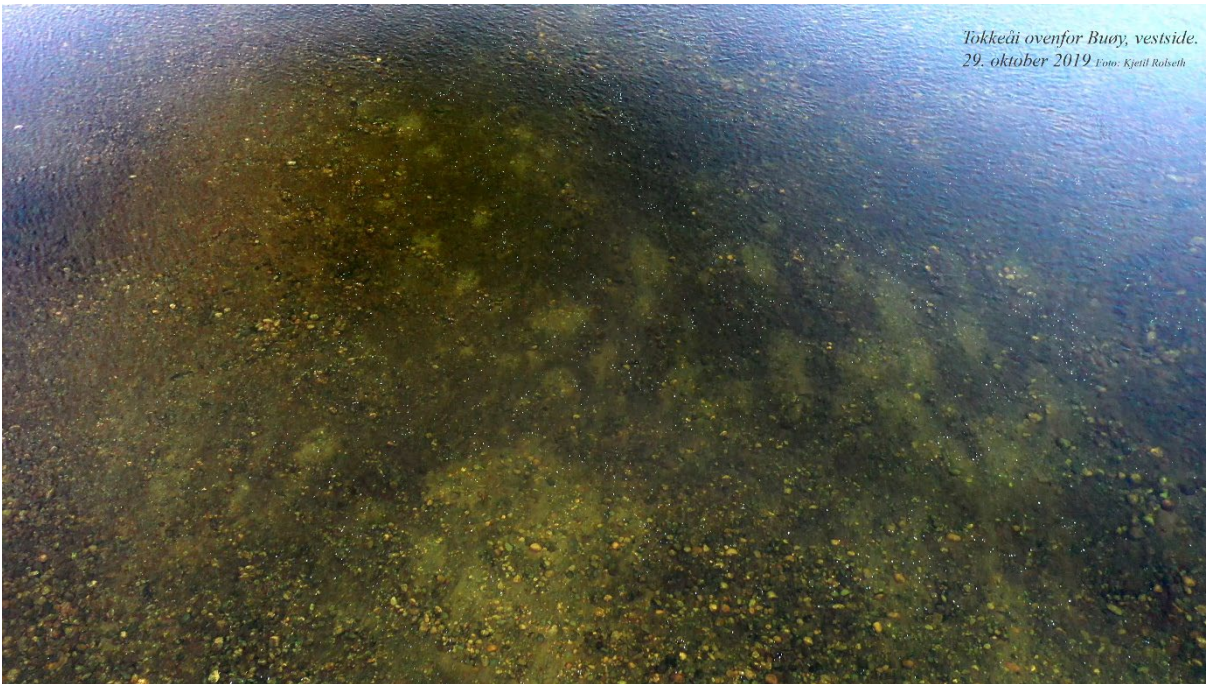
Ved observasjon ble det skilt mellom gytegroper etter stor ørret og 'vanlig ørret' basert på størrelsen til etablerte groper (Fig. 2c). Større ørret graver større groper (Louhi, Maki-Petays & Erkinaro 2008; Wollebaek, Thue & Heggenes 2008). Dette er imidlertid et dynamisk og relativt kriterium, ettersom gropenes lengde og bredde ikke bare vil avhenge av ørretens størrelse, men også avhenge særlig av substratstørrelser og vannhastigheter. Som en grov regel brukte Kraabøl et al. (2015a) ved observasjon fra land en anslått bredde på ca. 1,2 m for 'storauregroper', mens Wollebaek, Thue and Heggenes (2008) ved dykking og direkte målinger brukte en målt lengde på ca. 1 m og større. Dette gir erfaringsvis omtrent samme resultat, og samme kriterium (lengde ≥ 1 m) er videreført i undersøkelsen her.



Figur 2a. Gyteområde med lett identifiserbare enkeltgrøper etter mindre ørret på fin-partikulært gytesubstrat i Elvarheim terskelbasseng, oktober 2019.

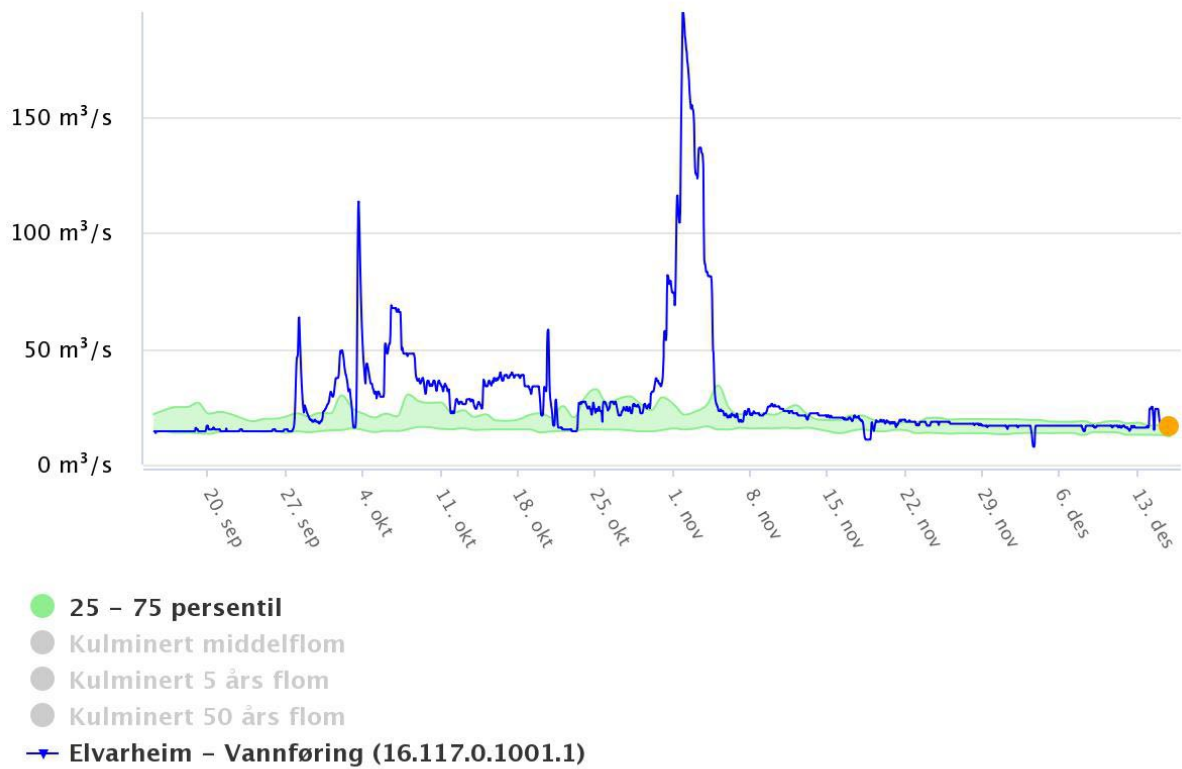


Figur 2b. Lite gytefelt med vanskelig identifiserbare grøper etter større ørret på grov-partikulært og variabelt gytesubstrat på utløp Hakaflothylen, oktober 2019.



Figur 2c. Gyteområde på utløp Ivirohylen med flere groper etter mindre, «vanlig» ørret på stillere vann øverst, og et gytefelt/-grop(er) etter større ørret på grovere og mer variabelt gytesubstrat lenger nedstrøms mot utløpet, oktober 2019. Se også Figur 7 under.

Høsten 2021 var det varierende vannføringer i Tokkeåi i gyteperioden. Det var en større flom i begynnelsen av november, i forkant av planlagt gytegroppoptelling, dvs. etter vanlig gytetid (medio-ultimo november) (Fig. 3). Det ble imidlertid gjennomført drone videofotografering i slutten av oktober (uke 43) for å dokumentere aktiv gyting. Det ble da bl.a. observert en gytegropp med aktiv gyting i Åmøtehylen øverst i Tokkeåi (Fig. 4). Under feltarbeid med dykking og drone i samme område i uke 46, dvs. etter flommen (Fig. 3), var den tidligere observerte gytegroppen i Åmøte mye vasket over og vanskelig å se. Flommen medførte følgelig en større usikkerhet i observasjonene og estimatene.



Figur 3. Vannføringer i Tokkeåi målt ved Elvarheim, høsten 2021.



Figur 4. Gytegropp med aktiv gyting (fire ørret markert med røde prikker) i Åmøte hylen uke 43 i 2021. Denne gytegroppen var mindre synlig etter flommen i begynnelsen av november (se Fig. 3).

Drone og videofilming

Droneflyging (Luftfartstilsynet, dronepilot reg. nr 1048, "Rolseth Foto") med videofilming ble gjennomført to ganger, først uke 43 sist i oktober på relativt lav vannføring (Fig. 3, 20-25 m³s⁻¹) for å undersøke gytegroper og forekomst av gytefisk midt i gyteperioden. Deretter ble ny dronefilming gjort etter avsluttet gyting, og samtidig med dykking (nedenfor; vannføring 10-11 m³s⁻¹).

Flyging ble gjennomført med to droner, hhv. DJI Phantom 4 pro- V2 (<https://www.dji.com/no/phantom-4-pro-v2>) og Mavic 2 pro (<https://www.dji.com/no/mavic-2>). Begge dronene er utstyrt med spesialtilpasset software på kamera og egenutviklet filterteknologi for filming av og ned i vann. Denne teknologien søker å redusere/fjerne polarisert lys, forandre bølgelengden på reflektert lys og øke kontrast. Nærmere beskrivelse av software og filtre blir ikke gitt, da dette er under utvikling. Mer detaljert informasjon kan fås fra forfatterne av denne rapporten.

Det flys først i høyder som gir gjenkjennelse og oversikt av området. Ved kartlegging av områder for forekomst av fisk, flys det i betydelig lavere høyder som muliggjør observasjon av fisk ned mot 100 gram (ca. 20-25 cm), forutsatt at fisken er i bevegelse. Dernest dokumenteres ønskede detaljer som observasjoner av gytegroper, gytefelt, og eventuelt fisk, ved film og stillbilder fra hensiktsmessig høyde. Ved videofilming fra drone vil selvsagt dronehøyden bestemme perspektiv og detaljering. Uten utlagte fastmerker/målestaver som referanse, kan det derfor være vanskelig å bestemme gropenes størrelse direkte fra video-opptak og/ eller stillbilder. Begrepet 'stor gytegrop' blir mer relativt, og observeres ikke så direkte og nært som ved dykking (nedenfor), med mindre det eventuelt foretas feltmålinger.

Ved fotografering med vertikale stillbilder ligger geo-referanse i metadata til bildet. Dette gjelder derimot ikke ved video-filming med nevnte droner.

Dykking

Elv og gyteområder ble undersøkt med dykking etter antatt avsluttet gytesesong i uke 46, med samtidig drone video opptak. Dykking er en egnet metode for denne type undersøkelser (Zubik & Fraley 1988; Wollebaek, Thue & Heggenes 2008; Korman et al. 2010). Strekningene som ble dykket var omtrent som i tidligere år; fra overkant Åmøtehylen til nedstrøms utløp Geishyl, videre nedstrøms hele strekningen ned til terskel 1 og terskel 2 (innløp, terskelbasseng, utløp), hele Hovedstadhylen, og fra oppstrøms og ned hele Hakaflothyllen. De grunnere områdene videre nedstrøms utløp Hakaflo og ned til innløp mot Elvarheim (dvs. begge sider av Lindøy) ble dekket av drone og videofilming, men lar seg ikke dykke systematisk.

Videre nedstrøms fra nedre del av Ivirohylen/terskelbasseng og ned til innløp Bandak ble det igjen både dykket og video-filmet med drone. De omfattende gravearbeidene i Ivirohylen og nedstrøms forbi Asiahylen gjør det fremdeles vanskelig å identifisere gytegroper.

Ved dykkeobservasjoner driver dykkeren synkront med vannstrømmen nedover den aktuelle elvestrekningen, og passivt rolig for ikke å forstyrre strømningsmønster og fisk. Antall, størrelse (cm eller kg) og posisjon til all observert stor ørret (større enn ca. 40 cm tilsvarende ca. 1 kg), ble registrert og notert på ortofoto i målestokk 1:1500. Alle lysere vaske/gravefelt samt observerte gytegroper, ble avmerket på samme måte. I tillegg gjorde dykkeren en subjektiv 'på stedet' registrering og vurdering av mulige gyteområder, primært basert på substrat partikkel størrelse (Louhi, Maki-Petays & Erkinaro 2008; Wollebaek, Thue & Heggenes 2008).

Metodene gir estimater for observerte, antatt gravde groper eller gytefelt (hvor enkeltgroper ikke lett lar seg definere) som en indikasjon på antall fisk som viser gyteaktivitet. Det er ikke nødvendigvis det samme som antall faktiske gytinger. Av praktiske grunner (dyp, vannhastighet, tid) lar det seg ikke gjøre å kontrollere om det har vært gyting i alle gropene/feltene, gjennom å kontrollere for funn av rogn i substratet i gropa (DeVries 1997). Det er vel kjent at ørret også kan grave 'falske' groper, og en hunn kan også grave og gyte i flere groper (Barlaup et al. 1994). Groper og felt kan også graves over av senere gytere. Antall gytefelt og antall observerte groper gjenspeiler derfor ofte ikke antall gytinger direkte. Det vil likevel være en god, sammenlignbar indikator over år, hvor endringer i gytegroper/felt, under ellers like forhold, med stor sannsynlighet speiler endringer i gytebestanden.

Sikten under vann i Tokkeåi varierer betydelig med vannføring, men er på lave vannføringer (5-15 m³s⁻¹) med klart vann gjennomgående tilstrekkelig god for registrering av gytegroper/felt med drone og dykking. Sikten blir vanligvis redusert ved større vannføringer i elva. Normalt bør sikten under vann være minst 3-4 m for denne type undersøkelser. Dykkingen i 2021 ble på samme måte som i tidligere år, gjennomført på relativt lave vannføringer, dvs. ca. 10 m³s⁻¹ (Fig. 5). To dykkere drev parallelt over alle aktuelle strekninger.

Rogn i gytegroper

Ved gytegrop registreringene høst 2021, ble et utvalg på 18 groper merket (25-30 cm gul-lakkert armeringsjern) for innhenting av rogn om våren (gjennomført uke 12 2022). Utvalget var bestemt av at gropene skulle kunne være tilgjengelige ved vading. Funn av rogn var derfor en enkel kontroll på gyteaktivitet.

3. Resultater og kommentarer

Droneflyging og dykking ble gjennomført 18 november og dykking også 3 desember, etter endt gytesesong. Det ble også gjort droneopptak i uke 43 for å undersøke aktiv gyting.

Ved dykking ble tre ørret, en på ca. 60 cm/2 kg og to på ca. 45 cm/1 kg, observert på utløp i Åmøtehylen. I Geishyl ble en ørret på ca. 55 cm/1,5 kg observert, og tilsvarende på stryk oppstrøms terskel 1 (Fig. 5). Det var forventet at det ville være lite fisk å se på elva. Ved dykking i 2015 ble det observert 4 større ørret, ved dykking i uke 47, i 2016 én større ørret, i 2017 ved dykking i uke 49 ble det ikke observert større ørret, i uke 49 i 2019 ble det observert to større ørret, og også i uke 50 i 2020 ble to, større ørret observert.

Åmøtehylen ble i likhet med foregående år undersøkt fra land jevnlig gjennom gytesesongen, og med gode siktforhold, men høye vannføringer midt i gyteperioden første uke i november vanskeliggjorde observasjon. Det ble som i 2019 og 2020, observert 'få' storaure i Åmøtehylen ved observasjoner fra land i løpet av høsten, men likevel noe mer aktivitet enn i 2019. Ved dykking ble gytegroper/felt observert langs hovedstrømmen/djupålen på nord-øst siden. Av spesiell interesse var at gyting og gytegropp på grusryggen midt i elva (hvor innløp Daleåi møter hovedstrømmen i Tokkeåi), ble dokumentert ved dronevideo i uke 43 (Fig. 4), men gytegroppen var delvis over-vasket og vanskeligere å se etter flommen først i november.

Det er gjennomgående også fra undersøkelser i tidligere år, at det i Tokkeåi stedvis er vanskelig å identifisere gytegroper sikkert pga. relativt grovt substrat og mye naturlig vasking (Fig. 2b, 4), noe som vanskeliggjøres ytterligere av flomsituasjoner (over). Dette gjelder særlig på den øvre mer strykharde del av Tokkeåi. Dette forsterkes fremdeles også av tidligere års graving og harving og tilførsel av substrat i elva. Særlig det tilførte gyte-substratet kan fremdeles lett flytte på seg. Dermed framtrer dette som lysere partier uten at det nødvendigvis har foregått gyting (Fig. 5). På stryken mellom Ivirohylen og Asiahylen er det også av naturlige årsaker en utpreget flekkete 'leopard-bunn' som også vanskeliggjør identifisering av gytegroper (Fig. 6).



Figur 5. Lysere gruspartier på utløp Geishyl som sannsynligvis skyldes ustabil substrat.

På mer stilleflytende områder særlig i Tokkeåi sitt midt-parti og nedstrøms Buøy, er groper lettere å observere, men skriver seg her i større grad fra 'vanlig' ørret (Fig. 2a, c). På disse mer sakteflytende partier synes det, antagelig iallfall delvis pga. tidligere habitat tiltak og harving (Tab. 2, Fig. 1), fremdeles å være noe mer transport og sedimentasjon av fin-materiale. Dermed trer gytegroper og -feltene klarere frem som lysere 'flekker' (Fig. 2a, c).

Den nylig gjennomførte og relativt omfattende 'harvingen', f.eks. i området ved Ivirohylen, gir større porøsitet i substratet, samt en svært 'små-kupert' bunn inkludert lysere flekker (Fig. 7). Til sammen gjør dette at gytegroper ikke fremtrer så typisk som det normalt gjør. Gytegropernes typisk 'bølgede' overflatestruktur er vanskelig å se, og farge og porøsitet i selve gytegroppen skiller seg lite fra omgivelsene. Det kan derfor fremdeles være vanskelig å bruke disse kriteriene for å fastslå om det er en gytegropp i disse elvepartiene.



Figur 6. Lyse gruspartier på innløp Asiahølen som skyldes naturlig vasket substrat. Det vil være vanskelig å se gytegroper som eventuelt er lagt på slike naturlig lyse bunnpartier.



Figur 7. Over: Ortofotofoto av utløp Ivirohylen (2017) viser mønster etter harving med lysere, porøse flekker. Dette vanskeliggjør identifisering av gytegroper. Under: Sikre (midten, nedre, venstre) og usikre (midten, høyre) gytegroper på utløp Ivirohylen uke 43 2021.

Observert antall større gytegroper/-felt basert på dykking og videofilming fra drone etter gytesesongens slutt, estimeres til ca. 43 (Tab. 1, Vedlegg 1). Fordeling og antall synes nær opp til observasjonene i 2020, men trolig med noe større gyteaktivitet i Hakaflothylen i 2021. Fordi dette er et område med flere gytefelt og relativt grovt, vasket substrat, lar enkeltgroper seg i liten grad skille ut, og er derfor angitt som minimum 1 grop (se f.eks. Bilde 15, hvor det også ble observert gytefisk da bildet ble tatt 29 oktober). Estimater på ca. 43 groper er derfor konservativt.

Tabell 1. Større gytegroper observert ved dykking og/eller videofilming fra drone i Tokkeåi høsten 2021. For de observasjoner hvor videobilder er tilgjengelige, viser tall i første kolonne til bilde nr. i Vedlegg 1.

Bilde	Sted	Observasjoner	Antall større groper
1	Nedstrøms samløp nedstrøms Buøy – innløp Bandak	Gytefelt, 3-4 større groper (1 nedstrøms bildet)	3
2	Samløp nedstrøms Buøy, sørvestre løp	Ingen groper	
2b	Buøy sørvestre løp, nedre stryk	1 større grop? Vanskelig, kan være hydraulikk	
2c	Buøy, nordøstre løp, nedstrøms hoppesteiner	1-2 større groper	1
3	Asiahylen utløp nedre, Buøy, sørvestre løp	Gytefelt, 2 (el. flere) større groper	2
4	Asiahylen utløp, Buøy, sørvestre løp	Ingen større groper	
5	Asiahylen midtre del, Buøy, sørvestre løp	Små groper	1
6	Asiahylen innløp, Buøy, sørvestre løp	Liten grop	2
7	Utløp terskel mellom Iviro og Asiahylen, Buøy, sørvestre løp	Små groper	
8	Terskel mellom Iviro og Asiahylen, Buøy, sørvestre løp	Små groper	
9	Ivirohylen utløp, Buøy, sørvestre løp	Gytefelt, 4 el flere større groper, flere små	4
9b	Ivirohylen utløp, Buøy, nordøstre løp	1 (-2?) større grop (ikke bilde)	1
10b	Elvarheim oppstrøms kraftledning	Ingen groper	1
10	Elvarheim, øvre, sørvest	Flere smågroper	
11	Lindøy, oppstrøms nedre samløp, nordøstre løp	?	
12	Hakaflothylen, midtre utløp nordøst	3 større og flere mindre groper	3
13	Hakaflothylen, utløp nordøst	3 større groper (1 mot terskel, ikke avbildet), og oppstrøms gytefelt	2
14	Hakaflothylen, utløp nordøst, oppstrøms	Gytefelt, antatt 2 større groper, flere enkeltgroper kan ikke skilles	2
15	Hakaflothylen, midtre-nedre, nordøst, oppstr utløp	Gytefelt, enkeltgroper kan ikke skilles	1
16	Hakaflothylen, midtre	Gytefelt, enkeltgroper kan ikke skilles	1
17	Hakaflothylen, øvre, nordøst	Større gytegroper (+ 2 utenfor bildet)	3
18	Hakaflothylen, sørvest utløp idrettsplass	2 større groper, gytefelt mindre groper?	2
19	Huvestadhylen, utløp sørvest	2-3 større groper (?)	2
20	Huvestadhylen, utløp nordøst	Gytefelt, små groper	
21	Huvestadhylen, innløp	1 større grop (ikke bilde)	1
22	Terskel 2	6 store groper	6
22b	Terskel 2, innløp	Gytegroper?	
23	Terskel 1	1-2 større groper, gytefelt mindre groper?, tilført substrat	1
24	Gulltorp stryk, blankstryk	Mulige gytegroper, 'leopard'bunn, vanskelig hydraulikk	
25	Geishyl utløp	2 større groper	2
25b	Geishyl innløp	1 større grop	1
26	Åmøte øst	5 større groper, gytefelt ved rygg	5

Nedstrøms Buøy ved samløp er det et felt med lys grus på nordøstre side (Tab.1, Bilde 1). Her synes det å ha vært graving, men det kan være vanskelig å skille fra hydraulikk. I sørvestre løp opp mot Asiahylen var det en større enkeltgrop (Tab. 1, ikke bilde). Særlig på utløp fra Asiahylen for sørvestre løp langs Buøy, har det vært graving (Tab. 1, Bilde 3), men igjen vanskeliggjør betydelig hydraulisk

vasking og 'flekete' bunn identifisering av gytegroper. Mot utløp av terskelen på Buøy sin nordvestre side, mellom Asiahylen og Ivirohylen, ble det observert bare mindre groper (Tab. 1, Bilde 7).

I nederste del av nordøstre løp ved Buøy, opp mot hoppeteinterskel, er det sand og grussubstrat som nyttes av 'vanlig' ørret til gyting som et felt. Pga. terskelen oppstrøms, er det her også en del naturlig hydraulisk vasking ved høyere vannføringer. Til sammen gjør dette at enkeltgroper ikke alltid lar seg identifisere. Men det kan se ut som enkelte større groper tidvis kan forekomme, og iallfall én grop er identifisert i 2021 (Tab. 1, Bilde 2c).

Oppstrøms Buøy, i nedre del av og særlig mot utløp av Ivirohylen, er det gytegroper som danner gytefelt mot utløp over terskelen (Tab. 1, Bilde 9). Oppstrøms selve terskelen gjør fremdeles tidligere harving at bunnen er svært 'småkupert' og identifisering av enkeltgroper er usikker. Men større groper synes konsentrert mot høyere vannhastigheter og grovere substrat ned mot terskeloverløpet, mens gytegroper på stillere vann oppstrøms gjennomgående er små (Tab. 1, Bilde 9).

Videre oppstrøms mot Elvarheim ble det observert lite tegn til gyteaktivitet, annet enn mindre groper på grusryggen sørvest i øvre Elvarheim (Tab. 1, Bilde 10), noe som synes være årviss.

I Hakaflothylen er det igjen observasjoner av relativt mye gyteaktivitet, som synes å ha vært større i 2021 enn i 2020. I gytefelt er det overlappende graving og gyting og dermed vanskelig eller umulig å angi hvor mange større groper som eventuelt er gravd. Det er angitt som et felt = minimum en grop. Dette er utpreget særlig langs nordøstre side av Hakaflothylen hvor større groper i gytefelt er vanskelige å skille (Tab. 1, Bilde 13-17 i Vedlegg 1). Substratet er også gjennomgående grovt, men variabelt, noe som også gjør det vanskelig å identifisere enkeltgroper. Det lar seg lettest gjøre ned mot de to hovedutløpene av hylen mot nordøst, hvor substratet er jevnere og med mer grus (Bilde 12). Her ble det også observert gytefisk ved dronevideo opptak 29.10.2022.

På utløp Huvestad-/Tønsberghylen nordøstre side, er det på samme måte som i 2020, flere til dels sammengravde groper fra mindre, 'vanlig' ørret (Tab. 1). Substratet er relativt fin grus og til dels sand. Vi kunne ikke se markerte groper etter større ørret. Begrenset dyp, vannhastigheter og substrat partikkel størrelse synes heller ikke tilsi gyting av stor ørret her. Derimot er det større dyp, vannhastigheter og grovere substrat i renne i sørvestre utløp, og ved dykking ble det her observert sannsynlige enkeltgroper etter noe større fisk (1-2 kg) (Tab. 1). På innløp Huvestadhylen var det 1 større grop. Denne kan bare ses ved dykking.

Terskel 2 synes, liksom i tidligere år, å være det mest utpregede gyteområdet for stor ørret hvor gropene er rimelig klart avgrenset etter gyting, liksom i tidligere år (Fig. 8, se også Bilde 22 i Vedlegg 1). Her ble det også observert gytefisk ved dronevideo opptak 29.10.2022. Innløp til Terskel 2 kan også ha spredte, mindre gytegroper, men grovere substrat med mye blokk, samt litt høyere gradient, gjør dette usikkert (Bilde 22b). Mulige grytegroper her er derfor ikke regnet med.

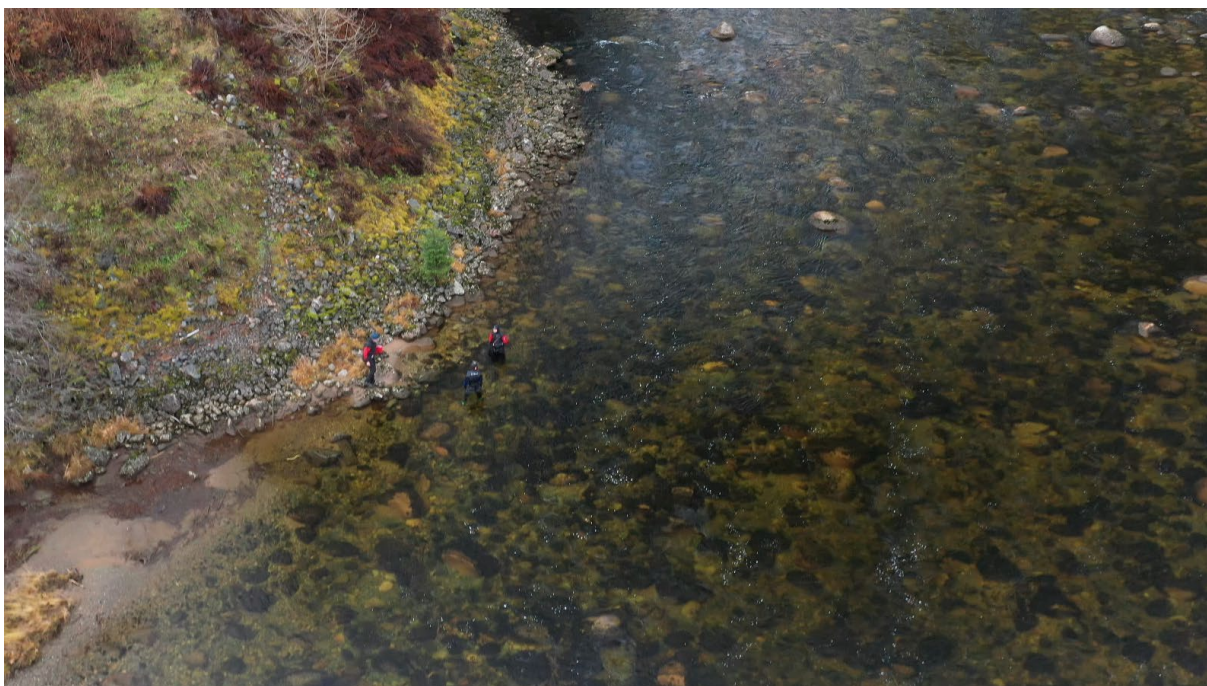
I Terskel 1 var det også gyteaktivitet i 2021, men her er det mer et gytefelt. Større gytegroper skiller seg ikke på samme måte som i Terskel 2 nedstrøms (Tab.1, Bilde 23).





Figur 8. Store gytegroper i Terskel 2 i 2019 (øverst, legg merke til dykkeren for størrelse), 2020 (midten) og 2021 (nederst).

Strykstrekningen oppstrøms Terskel 1 og opp mot utløp Geishyl, er relativt bred og stri og svært oppbrutt av stor blokk. Dette skaper en svært komplisert hydraulikk med mye turbulens og mange små og ulike habitat'lommer'. Dette er lite sannsynlige gyteområder, og hvor det dessuten også er svært vanskelig å skille eventuelle gytegroper fra lommer med hydraulisk vasket og flyttet substrat (Fig. 9).



Figur 9. Komplisert hydraulikk med relativt høy gradient og spredte stor stein/blokker skaper 'leopard'bunn og gjør det vanskelig å identifisere eventuell gytegroper på strykstrekningen oppstrøms Terskel 1 og opp til utløp Geishyl.

På denne strekningen er det også fremdeles flytting av substrat, etter at det er lagt ut større mengder med gytegrus ved Geishyl. Dette gjør også at eventuelle gytegroper i området ved Geishyl vanskelig lar seg identifisere. Selv om dette gjør det usikkert, ser det ut til å ha vært gyteaktivitet ved Geishyl i 2021, særlig på grusområdet mot utløpet (Tab. 1, Bilde 25).

I Åmøtehylen ble det observert 5 større groper i den nordøstlige dyprenne og ned mot utløpet av hølen. Ved dronevideo opptak i slutten av oktober ble det også observert gyteaktivitet (gytefelt) på selve grusryggen midt i hølen (Bilde 26). Denne var delvis visket ut at flommen i begynnelsen av november, og mindre synlig ved dykking etter gytesesongen. Gyteaktiviteten synes å ha vært omtrent som i 2020.

Et samlet estimat på 43 større groper (inkludert gytefelt) er basert på en sammenstilling av dykke-observasjoner og drone video-bilder fra opptak gjort under og etter endt gytesesong 2021, samt informasjon fra observasjoner fra land/vading gjennom og etter gytesesongen.

I årene 2011-2017 ble gyteaktivitet og groper observert fra land/vading/båt. Hele strekningen ble undersøkt flere ganger gjennom hele gytesesongen for observasjon også av aktivt gytende ørret og eventuelle groper. Tidligere estimert antall gytegroper observert fra land var ca. 24-30 i 2016-17 og 35-54 større groper i årene 2011-2020 (Tab. 2). Det hefter særlig usikkerhet ved tellingene i 2016-17 pga. høstflommer og at groper var vanskelige å observere i områder hvor det var gjennomført gravearbeider. Også observasjonene fra høsten 2021 ble vanskeliggjort av flomvannføringer i første uke i november (Fig. 3).

4. Konklusjoner

Observasjonene i 2021, estimert antall større gytefelt/-groper 43, samsvarer i all hovedsak med resultatene fra tidligere år mht. omfang av gyting av større ørret (40-50 gytegroper) og hvilke deler av Tokkeåi som er viktige gyteområder for stor ørret (Buøy, Ivirohylen, Hakaflothylene, Huvestad-/Tønsberghylen, Terskel 2. Åmøtehylen; Tab. 1, 2).

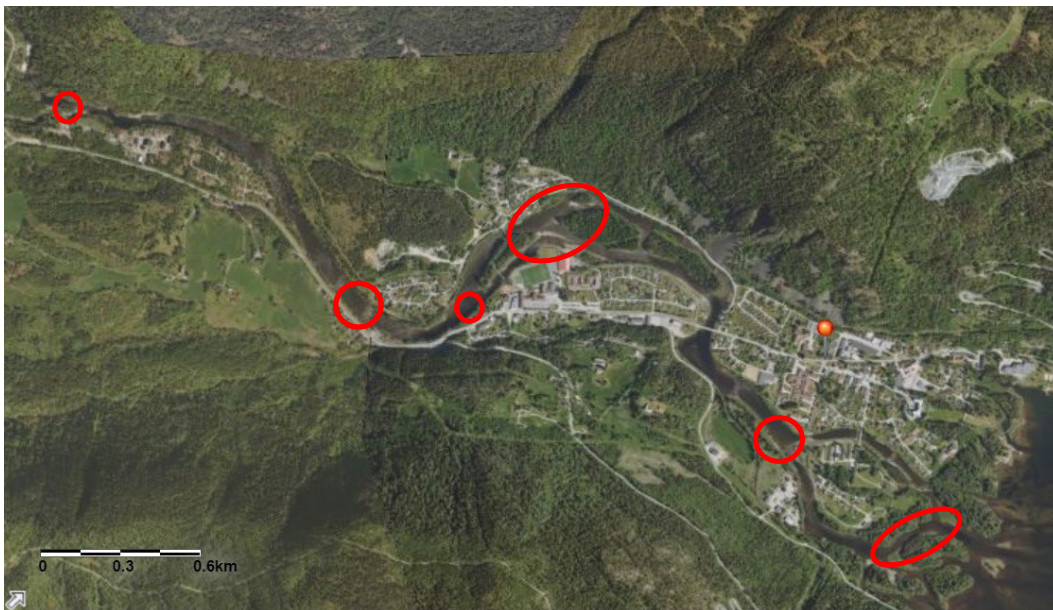
Gytegroper ble telt og gytefelt avgrenset ved videofilming fra drone, direkte observasjon ved dykking og observasjon fra land/vading. På grunnere og mindre strykharde strekninger viste observasjoner med drone og dykking godt samsvar. I områder med gytefelt, som i Hakaflothylene, lar enkeltgroper seg ikke sikkert identifisere. I slike områder må det gjennomføres undersøkelser flere ganger i løpet av selve gytetiden for å få et mål på antall og størrelse på aktive gytefisk.

Ved Buøy kan det være noen flere større groper, men her er det stedvis også tidligere harvet, og dels flekkete bunn pga. naturlig hydraulikk, noe som vanskeliggjør sikre observasjoner. Hakaflothylene er et viktig gyteområde, og det kan se ut til å ha vært noe større aktivitet her i 2021 enn i 2020. I Hakaflot er substratet relativt grovt og oppbrutt, og dermed er enkeltgroper vanskelig å identifisere, bortsett fra nær utløp hvor grus i større grad dominerer substratet. Gyteaktivitet synes størst på nordøst siden. Omfanget på gyteaktivitet i slike gytefelt lar seg ikke kvantifisere med metodene i de undersøkte tidsrom. For å få mer kunnskap om dette, må systematiske undersøkelser og tellinger gjennomføres flere ganger i løpet av selve gytetiden.

De samme gyteområdene ble dokumentert i Tokkeåi høsten 2021 som i tidligere år (Åmøte, Terskel 2, Huvestad, Hakafлот, Ivirohylen, Asiahylen-Buøy), og er fordelt over hele Tokkeåi's lengde opp til Nedrebøfossen. Det synes å ha vært litt mer aktivitet i Hakaflothyllen og litt mindre ved Buøy. Det synes å ha vært gyting i Geishyl, men her gjør tilført, men fremdeles ustabil gytegrus, fremdeles bestemmelse av groper vanskelig.

Antall estimerte gytegroper i 2021 samsvarer i hovedsak med antallet estimert i tidligere år (Tab. 2). Tallene indikerer så langt ingen klar trend i antall gytefelt/-groper over de undersøkte år. Men tallene viser klart to forhold:

1. de samme kjerneområdene brukes til gyting over år, og representerer viktige nøkkelområder for rekrutteringen av ørret, men
2. aktiviteten i noen av områdene synes å kunne variere noe mellom år. Særlig synes aktiviteten i Åmøtehylen å ha gått tilbake siden undersøkelsene begynte (2011, Tab. 2).



Figur 10. Viktige gyteområder for storørret i Tokkeåi, basert på data fra undersøkelser 2011-2021 (se Tabell 2). Aktiviteten i de ulike områdene kan variere mellom år.

Tabell 2. Antall større gytegroper telt over år i Tokkeåi. Tallene er ikke direkte sammenlignbare og må tolkes med forsiktighet, dels pga. bruk av ulike metoder, ulike feltforhold og ulik feltinnsats. Øvre del av Tokkeåi oppstrøms Elvarheim er mer systematisk undersøkt enn nedre del. I 2019 og 2020 er i hovedsak hele elven undersøkt, med en kombinasjon av drone og dykking. Innsatsen med observasjoner fra land (inkl. vading og båt) var klart større i 2011-2013 enn senere.

År (referanse)	Antall obs. fra land/ drone (2019- 2020)	Antall obs. ved dykking/ tilleggsobs. land	'Beste' estimat	Hoved-gyteområder	Merknad
2011 (Kraabøl <i>et al.</i> 2015a)	38	-	-	Åmøte, Hakafлот	Ingen dykking, terskel 1 og 2 ikke undersøkt
2012 (Kraabøl <i>et al.</i> 2015a)	50	-	-	Åmøte, Geishyl, Terskel 2, Hakafлот	Ingen dykking
2013 (Kraabøl <i>et al.</i> 2015a)	54	-	-	Åmøte, Geishyl, Terskel 1 og 2, Hakafлот, Asia-Buøy	Ingen dykking
2014	-	-	-	-	Undersøkelser ikke gjennomført
2015 (Heggenes, Fjeldheim & Brattesta 2016)	35-40	Ca. 15	50-55	Åmøte, Terskel 1 og 2, Huvestad, Hakafлот	Flom og masse-transport, usikre data
2016 (Heggenes, Fjeldheim & Brattesta 2017)	Ca. 30	Ca. 18	45-50	Åmøte, Terskel 1 og 2, Huvestad, Hakafлот, Asis-Buøy	Mye graving, usikre data
2017 (Heggenes, Karlson & Brattestå 2018)	24*	?	??	Åmøte, Geishyl, Terskel 1 og 2, Huvestad, Hakafлот, Asia-Buøy	Ingen store groper i Åmøte. Mye massetransport og flom, usikre data. Kun øvre del mulig å undersøke
2018	-	-	-	-	Undersøkelser ikke gjennomført
2019 (Heggenes <i>et al.</i> 2020)	36	9	45	Åmøte, Terskel 2, Huvestad, Hakafлот, Iviro, Asia-Buøy	Massetransport
2020 (Heggenes <i>et al.</i> 2021)			45	Åmøte, Terskel 2, Huvestad, Hakafлот, Iviro, Asia-Buøy	Flom og masse-transport, usikre data
2021			43	Åmøte, Terskel 2, Huvestad, Hakafлот, Iviro, Asia-Buøy	Flom og masse-transport, usikre data

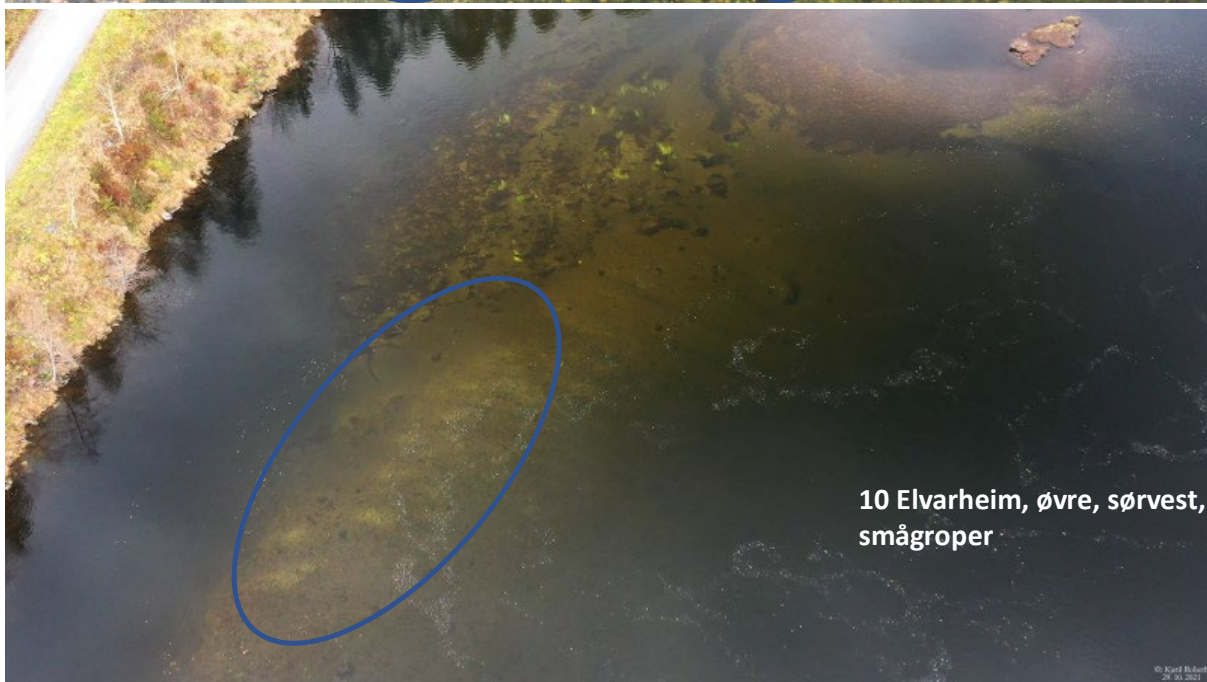
*kun øvre del undersøkt, gravearbeid/habitattiltak på nedre del.

5. Vedlegg 1 Bildedokumentasjon gyteaktivitet

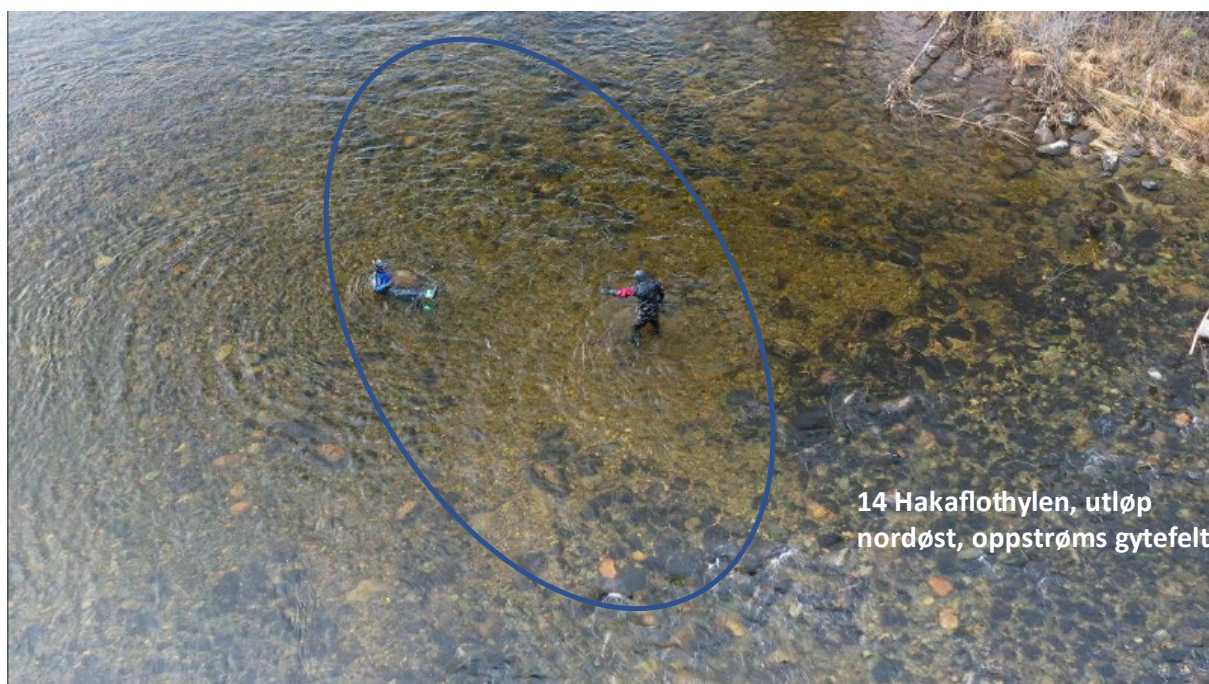
Billedokumentasjon på observerte gytegroper. Bilde nummer referer til Tabell 1. Prikket linje angir usikker aktivitet, ikke er medregnet i estimat for antall gytegroper.

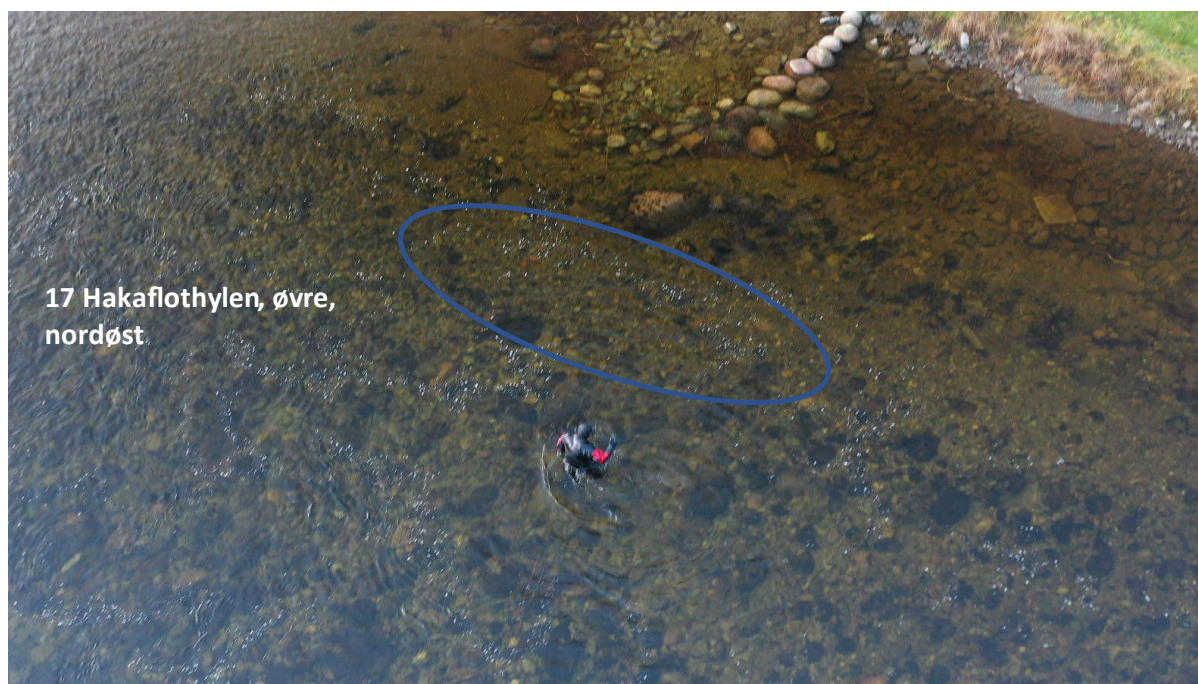




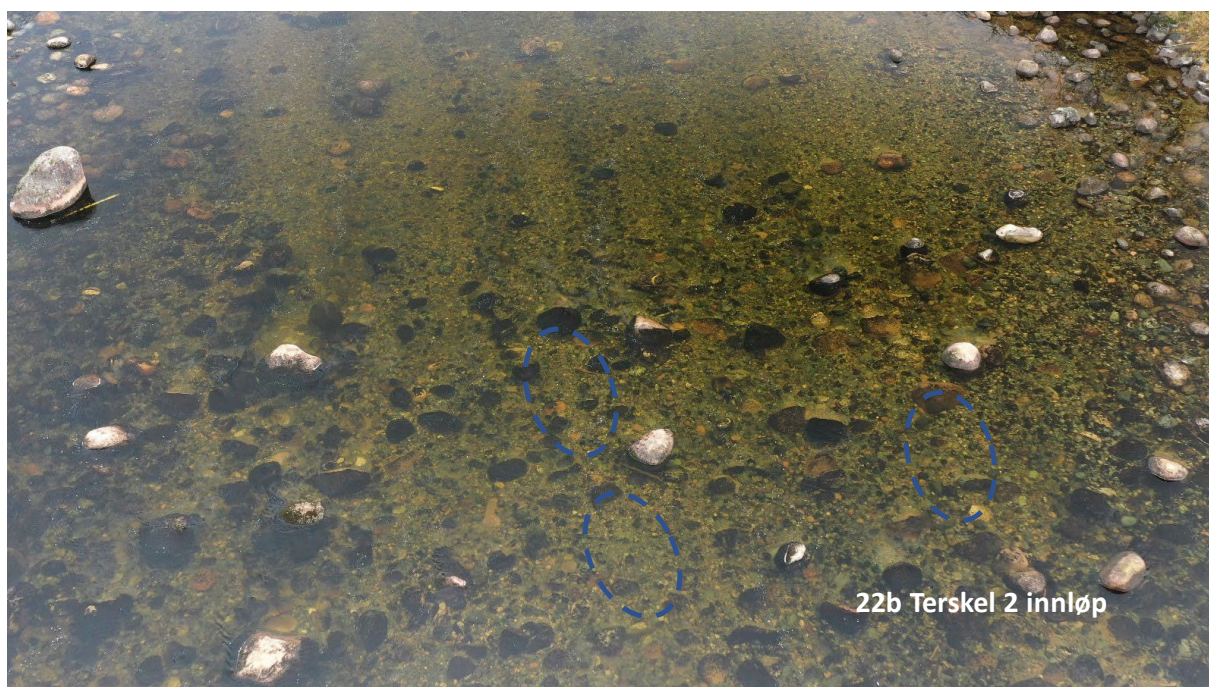


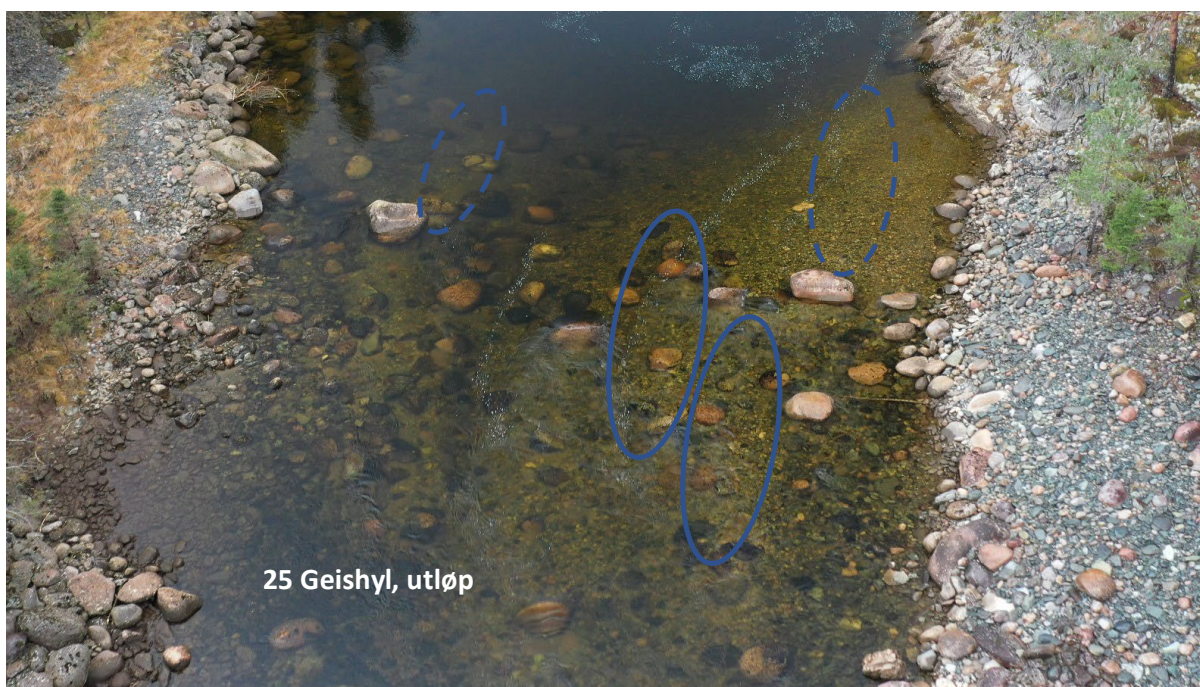












6. Vedlegg 2 Endret manøvrering og fysiske tiltak

Endringer i manøvrering i Tokkeåi gjennomført siden 2004 (J. Kristiansen, pers. med.). Vannføringene er selvpålagt av regulanten, og manøvrering og oppfølging derfor opp til regulanten.

År	Manøvrering
Praksis inntil 2010	Flåvatn holdes over 71,90 fra kanalbåtene starter trafikken i mai til trafikklutt i september, dvs. ca 19. mai – 7. september.
2004	Stoppforløp Lio (fra fullast) går over 2 ¼ timer.
2010	Vannføring i Tokkeåi målt ved Elvarheim: 20.05 – 15.06 Minimum ca. 4 m ³ s ⁻¹ 16.06 – 14.09 Minimum ca. 6 m ³ s ⁻¹ 15.09 – 15.11 Minimum ca. 12 m ³ s ⁻¹ 16.11 – 19.05 Minimum ca. 2 m ³ s ⁻¹
2010	”Vestvannene” skal holdes over følgende vannstander i periodene: 17.05 – 10.09 Flåvatn over kote 71.90, hensyn til fisk og kanalbåt 11.09 – 01.03 Bandak over kote 71.70, hensyn til fisk 01.03 – 17.05 Bandak over kote 71.50, flomdemping
2014	Vannføring i Tokkeåi målt ved Elvarheim i periodene: 16.06 – 14.09 Minimum ca. 6 m ³ s ⁻¹ 15.09 – 15.11 Minimum ca. 12 m ³ s ⁻¹ 16.11 – 15.06 Minimum ca. 4 m ³ s ⁻¹

Det er særlig i 2016-19 gjort omfattende fysiske tiltak i Tokkeåi (ombygging av terskler, graving/pigging av bunnsstrat, utlegging av gytesubstrat). Tiltak er gjennomført siden 2012 (J. Kristiansen, pers. med.).

År	Tiltak
2012	Åpning Haugsevja sideløp. Litt åpning av 2 sideløp mot Brattestå. Utlegg av ca 120 store stein i Asiahylen.
2013	Mer stein lagt ut i Asiahylen.
2014	-
2015	Liten åpning terskler i Hakafлот og Huvestadhylen (Fig. 2, to øverste tersklene). Åmøte- Geishyl; start restaurering (samle elveløp, utlegging stor stein og gytegrus; Fig. 2)
2016	Harvet områder (Fig. 1). Bygd om tersklene i Hakafлот og Huvestadhylen (2 øverste tersklene og tersklene utenfor skoleområdet; Fig. 2). Restaurert området Åmøtehylen – utløp Geishyl (Fig. 2). Lagt ut ca 80 tonn grus rett nedstrøms Åmøtehylen – grus hentet i sideløp mot Brattestå. Åpnet sideløp Sigurdsevja (nedenfor hoppesteinsterskel Buøy).
2017	Åpnet 2 nye sideløp mot Brattestå.

		Hentet ca 300 tonn grus ved sideløp Brattestå som er kjørt ut på brekket i Geishyl.
2018		<p>Justerte og senket tersklene ved Hakaflovt ytterligere 40 cm. Lagt ut stein og justert mer utenfor idrettsanlegget ved skolen.</p> <p>Bygd om og senket tersklene rundt Buøy etter plan utarbeidet av Norce. Senket 2 av 3 løp ut av Asiahylen ca 15-20 cm. Midtre løp ikke senket pga kabler og rør i grunnen til vannforsyning.</p> <p>Justert og senket terskler på indre løp mot Huvestad. NVE krav til å ikke endre stabilitet på tersklene.</p> <p>Åpnet vik rett nedstrøms Åmøtehyl. Steinmassene, ca 75 lastebillass grus/stein/sams masse, kjørt ut (på brekk) i Åmøtehylen.</p> <p>Lagt ut stor stein fra Geishyl opp til Åmøtehyl.</p> <p>Alle tiltak behandlet og godkjent i tiltaksgruppen for Tokkeåi. Norce faglig ansvarlig og kvalitets-sikrer.</p> <p>Plan: ombygging av alle tersklene rundt Buøy. Harving av ytre løp mellom Elvarheim og Hakaflothylen.</p>
2019		Fjernet resten av betongterskel i indre løp ved bru til Buøy. Masse utkjørt for å kompensere for fjernet betong. Justert litt på innløpsterskelen til indre løp Buøy.

7. Litteratur

- Barlaup, B.J., Lura, H., Saegrov, H. & Sundt, R.C. (1994) INTER-SPECIFIC AND INTRA-SPECIFIC VARIABILITY IN FEMALE SALMONID SPAWNING BEHAVIOR. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie*, **72**, 636-642.
- DeVries, P. (1997) Riverine salmonid egg burial depths: review of published data and implications for scour studies. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **54**, 1685-1698.
- Heggenes, J., Bremnes, T., Dokk, J.G. & Pavels, H. (2000) Undersøkelser av gyteplasser og gytebestander til storaure i Måna, Tinn i Telemark 1994-1998. *Laboratorium for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske Rapport* (ed. L.f.F.o. Innlandsfiske). Universitetet i Oslo, Oslo.
- Heggenes, J., Fjeldheim, P.T. & Brattesta, K. (2016) Gytegroppregistreringer i Tokkeåi høsten 2015 *HSN Skriftserie*, pp. 16. University College of Southeast Norway Bo i Telemark.
- Heggenes, J., Fjeldheim, P.T. & Brattesta, K. (2017) Gytegroppregistreringer i Tokkeåi høsten 2016. *HSN Skrift* (ed. H.i.S. Norge), pp. 20. Høgskolen i Sørøst Norge, Kongsberg.
- Heggenes, J., Karlson, T. & Brattestå, K. (2018) Gytegroppregistreringer i Tokkeåi høsten 2017. *HSN Skrift* (ed. H.i.S. Norge), pp. 29. Høgskolen i Sørøst Norge, Høgskolen i Sørøst Norge, Bø.
- Heggenes, J., Sageie, J. & Kristiansen, J. (2009) Rehabilitering av elvehabitat i Tokkeåi, Dalen i Telemark - Tilstand og tiltak. *HiT-skrift* (ed. H.i. Telemark), pp. 85. Høgskolen i Telemark, Bø i Telemark.
- Heggenes, J., Schartum, E., Rolset, K. & Brattestå, K. (2020) Gytegroppregistreringer i Tokkeåi høsten 2019. *USN Skrift* (ed. U.o.S.-E. Norway), pp. 27. University of South-Eastern Norway, Bø in Telemark.
- Heggenes, J., Schartum, E., Rolset, K. & Brattestå, K. (2021) Gytegroppregistreringer i Tokkeåi høsten 2020. *USN Skrift* (ed. U.o.S.-E. Norway), pp. 48. University of South-Eastern Norway, University of South-Eastern Norway.
- Johnsen, S.I., Kraabøl, M., Brabrand, A., Saltveit, S.J., Dokk, J.G. & Pavels, H. (2012) Fiskebiologiske undersøkelser i Bandak og Tokkeåi 2011. *NINA rapport* (ed. N.I.f. Naturforskning), pp. 50. Norsk Institutt for Naturforskning, Trondheim.
- Korman, J., Decker, A.S., Mossop, B. & Hagen, J. (2010) Comparison of Electrofishing and Snorkeling Mark-Recapture Estimation of Detection Probability and Abundance of Juvenile Steelhead in a Medium-Sized River. *North American Journal of Fisheries Management*, **30**, 1280-1302.
- Kraabøl, M., Brabrand, A., Bremnes, T., Dokk, J.G., Johnsen, S.I., Pavels, H., Saltveit, S.J. & Schartum, E. (2014) Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Tokkeåi og Bandakdeltaet. *NINA rapport* (ed. N.I.f. Naturforskning), pp. 28. Norsk Institutt for Naturforskning, Trondheim.
- Kraabøl, M., Brabrand, A., Bremnes, T., Heggenes, J., Johnsen, S.I., Pavels, H. & Saltveit, S.J. (2015a) Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Tokkeåi. Sluttrapport for perioden 2010-2013. *NINA Rapport 1050* (ed. N.I.f. Naturforskning), pp. 99. Norsk Institutt for Naturforskning, Trondheim.
- Kraabøl, M., Brabrand, Å., Bremnes, T., Heggenes, J., Johnsen, S.I., Pavels, H. & Saltveit, S.J. (2015b) Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Tokkeåi og Bandakdeltaet - Sluttrapport for perioden 2010-2013. *NINA rapport* (ed. N.I.f. naturforskning). Norsk institutt for naturforskning, NINA, Lillehammer.
- 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.
- Pedley, G. (2018) Salmonid redd identification - Advisory document. *Advisory document* (ed. T.W.T. Trust), pp. 7. The Wild Trout Trust, The Wild Trout Trust.
- 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.
- Statkraft Energi, A.S. (2005) Tokke-Vinje reguleringen - Status 2005 (ed. S.E. AS), pp. 68. Statkraft Energi AS, Oslo.
- Thue, R. & Wollebaek, J. (1999) Storørret i Telemark - gytebestand og valg av hydrofysiske forhold ved gyting i Tinnelva, Bøelva, Tansåi og Tokkeåi. *Hovedoppgave Institutt for natur, helse og miljøvern* (ed. H.i. Telemark). Høgskolen i Telemark, Bø i Telemark.

- Tranmæl, E. & Midttun, L. (2005) Vandrings- og bestandsundersøkelser av ørret (*Salmo trutta*) i et sterkt regulert elveøkosystem. *Masteroppgave* (ed. H.i. Telemark), pp. 80. Høgskolen i Telemark, Bø i Telemark.
- Wollebaek, J., Thue, R. & Heggenes, J. (2008) Redd site microhabitat utilization and quantitative models for wild large brown trout in three contrasting boreal rivers. *North American Journal of Fisheries Management*, **28**, 1249-1258.
- Wollebæk, J., Thue, R. & Heggenes, J. (2003) Valg av gyteplasser og karakterisering av gytegroper til storørret på elv - kvantitativ modellering av gytehabitat. *Rapport Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)*, pp. 49. Universitetet i Oslo, Universitetet i Oslo, Oslo.
- Zubik, R.J. & Fraley, J.J. (1988) Comparison of snorkel and mark-recapture estimates for trout populations in large streams. *North American Journal of Fisheries Management*, **8**, 58-62.

Skriftserien nr 114
2023

**Gytegroregistreringer i Tokkeåi
høsten 2021**

Jan Heggenes
Eivind Schartum
Morten Stickler
Kjetil Rolseth
Kai Brattestå

ISBN: 978-82-7206-754-9
ISSN: 2535-5325

usn.no

