Universitetet i Sørøst-Norge
—
Skriftserien nr. 69
2021

Dronevideo registreringer i Bøelva høst/vinter 2019/2020: fysisk tilstand, gytegroper og substratforhold

Jan Heggenes
Dieu Tien Bui
Shayan Ahrabi
Tora Camilla Eng Aune
Hanne Elise Gjelsten Sørvik

Jan Heggenes, Dieu Tien Bui, Shayan Ahrabi, Tora Camilla Eng Aune og Hanne Elise Gjelsten Sørvik

Dronevideo registreringer i Bøelva høst/vinter 2019/2020: fysisk tilstand, gytegroper og substratforhold

© 2021 Forfatterne

Universitetet i Sørøst-Norge

Bø, 2021

Skriftserien fra Universitetet i Sørøst-Norge nr. 69

ISSN: 2535-5325 (online)
ISBN: 978-82-7206-592-7 (online)

Utgivelser i 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: Gytegrop(er?) nær Takvam i Bøelva, 7 mars 2020

Sammendrag

Lakseførende strekning i Bøelva fra Gvarv (oppstrøms jernbanebru) til Folkestad bru, ca. 13 km, ble vinter 2019/2020 videofotografert med drone (DJI Phantom 3 professional med standard kamera Sony EXMOR 12.4 mega pixel) for å dokumentere den fysiske nå-tilstanden og undersøke i hvilken grad større gytegroper etter laks og stor ørret kunne identifiseres. Pilotundersøkelser viste vanskelige lysforhold rett etter endt gytesesong i desember/januar (lav sol, høy kantvegetasjon), og hoveddelen av dronefotograferingen ble derfor gjennomført 6-7 mars 2020. Bildene viser at dronefotografering er velegnet til å identifisere større gytegroper på sakteflytende områder med ubrutt overflate. Med større overflatevannhastigheter, dvs. på sterkere stryk, gir brutt overflate redusert til ingen observasjonssannsynlighet. Farget vann vanskeliggjør også at observasjon av gytegroper på dypere partier, dypere enn 3-5 m. Begge deler kan sannsynligvis forbedres ved bruk av spesiallagede filter til kameralinsen. Det ble ikke observert gytegroper i Bøelva på de nederste stilleflytende ca. 3,3 km nedstrøms Kolatangen. Her er observasjonsforholdene også svært gode. Fra Leikvam og opp mot Folkestad ble det funnet spredte gytegroper langs hele strekningen. Antall gytegroper estimeres til minimum ca. 30-35 større groper. Det var lite eller ingen gyting på strekningen Gvarv bru – Kolatangen, spredt gyting på hele strekningen oppstrøms Leikvam, ingen utpregede gytefelt, men enkelte konsentrasjoner av (en håndfull) groper noen steder (Piperud, Griviøya, Leikvam-Nesset). Dronefotografering synes å være en velegnet observasjonsmetode som gir viktig kunnskap om elva og gyteforholdene, og bør videreføres, fortrinnsvis kombinert med dykkeobservasjoner hvor dronebildene blir ufullstendige (stryk- og dyp-områder). Dronebildene kan sannsynligvis bedres ved bruk av tilpassede lysfiltre. Basert på en kartlegging av substrat på strekningen Oterholt-Leikvam (111 transekter, 5 målepunkter per transekt), er gytebestandsmål estimert til 328 hun laks á 4 kg. Et absolutt minimumsestimat basert på forekomst av gytegrus alene er 164 hun laks.

Innholdsfortegnelse

1. Introduksjon 1

2. Kort biologisk bakgrunn 3

3. Metoder 4

3.1. Gytegroper og dronefotografering 4

3.2. Substratkartlegging og gytebestandsmål 10

4. Resultater og kommentarer 12

4.1. Gytegroper og dronefotografering 12

4.2. Substratkartlegging og gytebestandsmål 20

5. Konklusjon 24

6. Litteratur 25

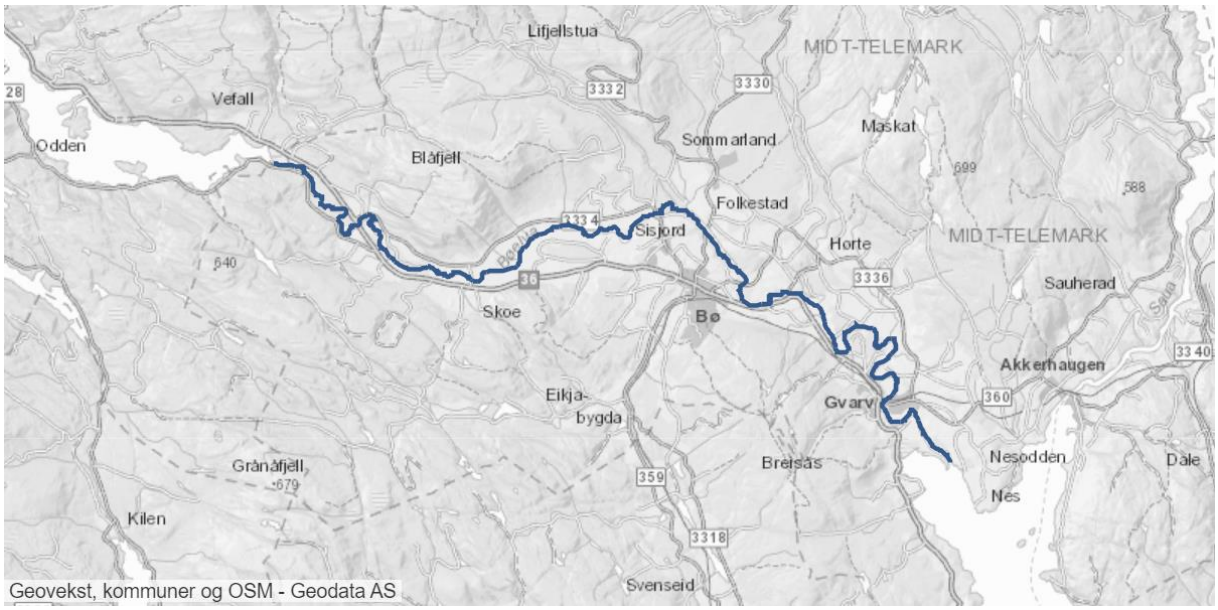
1. Introduksjon

Den ca. 33,5 km lange Bøelva (vannforekomst 016-2408-R; midlere vannføring Hagadrag ca. 18 m^3/s, nedbørfelt 1055 km^2) (https://www.vann-nett.no/portal/#/waterbody/016-2408-R) i Midt-Telemark kommune er hovedutløpet fra Seljordsvatnet og ett av tre hovedtilløp til Norsjø (i tillegg til Sauarelva og Eidselva) med innløp i Norsjø i Årnesbukta ved Gvarv (Fig. 1). Vannføringen i Bøelva reguleres via Sundsbarmreguleringen oppstrøms Seljordsvatnet og kjøringen av Sundsbarm kraftverk (hovedeier Skagerak Energi AS), som i hovedsak ble bygd i 1969-1970 (Heggenes, Bergan & Lydersen 2011). Det er også en liten dam ved begynnelsen av Bøelva ved utløpet fra Seljordsvatnet som brukes for å kontrollere pålagt minstevannføring. De nedre ca. 18 km av Bøelva fra Oterholtfossen (ved Sisjord, Fig. 1) til innløp i Norsjø, som er undersøkt her, er lakseførende. Elven renner her dels gjennom skoglandskap hvor elveleiet i hovedsak er naturlig, og dels gjennom kulturlandskap hvor elveleiet blir, og har blitt, utsatt for ulike menneskeskapte endringer som elveforbygninger i forbindelse med landbruk og flomkontroll, og vei og bryggeanlegg. Hovedhensikten med foreliggende prosjekt var derfor å gi en nøyaktig dokumentasjon på den fysiske nå-tilstanden i elveleiet vha. høyoppløselig dronevideofotografering.

Driften av Sundsbarm kraftverk medfører et endret hydraulisk regime med utpreget korttids (døgn) effektkjøring, men over året en utjevnet vannføring og vanntemperatur, nedstrøms selve kraftverket i Vallaråi som er innløpselva i Seljordsvatnet (Heggenes, Bergan & Lydersen 2011). Det store vannvolumet i Seljordsvatnet (ca. 9 mill. m^3) demper imidlertid korttidseffektene, slik at hovedeffekten i Bøelva er utjevnet vannføring. Dessuten kontrolleres den pålagte minstevannføringen i Bøelva, 4,5 m^3/s målt ved Hagadrag, av Sundsbarm kraftverk. I selve Bøelva er det et mindre elvekraftverk ved Oterholtfossen (ved Sisjord i Fig. 1) uten nevneverdig magasinkapasitet (Norconsult 2014). Kraftverket kjøres derfor i hovedsak i takt med tilløpsvannet ut fra Seljordsvatnet. Konsesjon om bygging av nytt kraftverk ble avslått i 2020 i stor grad av hensyn til natur verdier, bl.a. fisk og elvemusling. Strekningen i Bøelva nedstrøms Oterholtfoss utgjør viktige gyte- og oppvekstområder både for laks og ørret (Schartum *et al.* 2020). Vanlig forekommende er nå også den innførte arten ørekyte (*Phoxinus phoxinus*), som antakelig koloniserte denne delen av Bøelva omkring 1990 (Solhøi 1992) (Halari, Olsen & Sydtveit 2005; Hvidsten 2010). Ørekyte reduserer trolig rekrutteringen av laks og ørret, da artene konkurrerer om mat og plass, selv om ørekyte gjerne foretrekker noe varmere vann og lavere vannhastigheter (Museth *et al.* 2007; Museth, Borgstrom &

Brittain 2010). Bøelva har i tillegg til 'vanlig ørret', også en betydelig bestand av stor ørret fra Norsjø som bruker Bøelva som gyte- og oppvekstområde, men dette er ikke nærmere undersøkt. Ellers forekommer bekke-niøye (*Lampetra planeri*) og trepigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus*) vanlig på aktuelle strekning, og også gjedde (*Esox lucius*) på stillere elvepartier.

Til å overvåke gyteaktivitet og gyteområder for laks og stor ørret, kan man gjennomføre systematiske dykke undersøkelser med telling av gytegroper og eventuelt gytefisk av gyteplasser, og gjøre video opptak med drone (jfr. undersøkelser i Vallaråi høsten 2019) (Heggenes *et al.* 2020a). Den andre målsettingen med foreliggende prosjekt, var å undersøke i hvilken grad drone kan brukes til å lokalisere og senere eventuelt overvåke, gyteplasser og større gytegroper på lakseførende strekning i Bøelva. En tredje målsetting var å kartlegge substrat på aktuell gytestrekning for å beregne et gytebestandsmål for laks i Bøelva, basert på andre generasjons modeller som nylig er utarbeidet (Hindar *et al.* 2019). Denne rapporten dokumenterer resultatene av disse undersøkelsene.



Figur 1. Bøelva i Midt-Telemark kommune renner ca. 33.5 km fra utløp Seljordsvatn til innløp Norsjø. De nedre ca. 18 km fra Sisjord/Oterholtfoss til innløp Norsjø er lakseførende. Kilde: https://www.vann-nett.no/portal/#/waterbody/016-2408-R

2. Kort biologisk bakgrunn

Fiskebiologiske undersøkelser, i hovedsak elektrofiske med bestandsestimeringer, er gjennomført på aktuelle strekning flere ganger i perioden 1990-2010 (Solhøi 1992, Halari, Olsen & Sydtveit 2005, Hvidsten 2010), og siden 2016 er både rekruttering/bestandstettheter og smoltutvandring undersøkt i et prosjekt som fremdeles pågår (Schartum *et al.* 2020). Undersøkelsene viser en betydelig rekruttering av både laks og ørret, særlig på de øvre mer raskt-flytende deler av aktuelle strekning. Aktuelle gyteområder for laks og eventuell stor ørret fra Norsjø er derimot lite undersøkt. Tidligere er det bare gjort en enkel pilot dykke-undersøkelse for å kartlegge gyteplasser på deler av aktuelle strekning i Bøelva. Undersøkelsen viste imidlertid at vannet i Bøelva ofte er for farget til at sikten under vann er god nok for den type undersøkelser. Et alternativ for de grunnere og mindre turbulente elveområdene, er å bruke drone video fotografering (Heggenes *et al.* 2020b). Denne metoden ble derfor utprøvd her.

Laks har naturlig hatt tilgang til, og vært en vanlig art i elvene oppstrøms Norsjø i ca. 10 000 år etter siste istid. Oppvandringsveien for laks ble imidlertid stengt ved kanaliseringsarbeider og dambygging nedstrøms Norsjø (ved Klosterfoss og Skotfoss) fra 1860-70 årene og senere. Etter et fravær på nær 100 år, startet ca. 1980 arbeidet med utsettinger og reetablering av laksebestander i de viktige rekrutterings-områdene i innløpselvene til Norsjø, særlig Bøelva og Heddøla (Carm & Langkaas 1993). Dette arbeidet har fortsatt til i dag, og laks er nå en vanlig art i Bøelva (Schartum *et al.* 2020). Fordi laksebestanden har vært i en reetableringsfase, er det imidlertid tidligere ikke beregnet noe gytebestandsmål for elva.

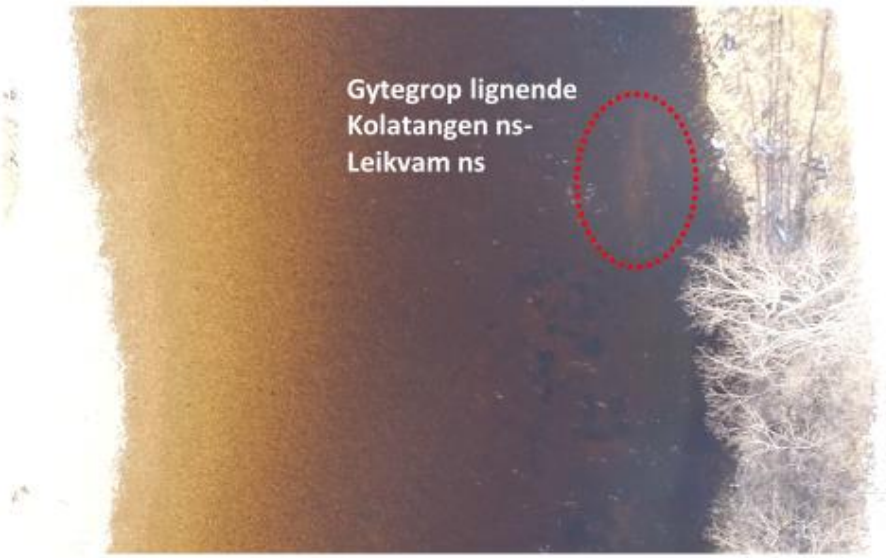
3. Metoder

3.1. Gytegroper og dronefotografering

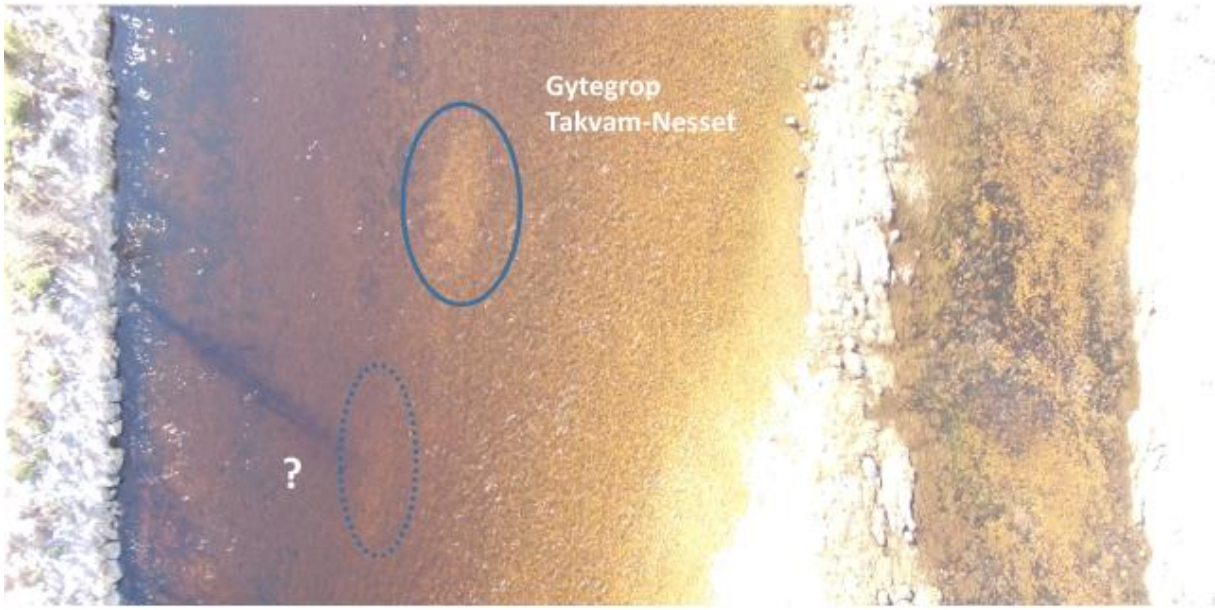
Nyere gytegroper er som regel lett synlige ved at de gir lyse felter i elvegrusen/bunnen (Fig. 2). Den aktive gravingen og vaskingen under gyting renser bunnen ved å flytte finmateriale nedstrøms (Louhi, Maki-Petays & Erkinaro 2008; Wollebaek, Thue & Heggenes 2008; Pedley 2018). Ved tolkning av dronevideo bilder, er naturlig nok slike lysere partiene hovedkriteriet for å identifisere mulige gytegroper. Slike lysere partier kan imidlertid også skyldes naturlig vasking pga. lokal hydraulikk med høyere vannhastigheter, eventuelt kombinert med forutgående høye vannføringer/ flomsituasjoner. Dette kan derfor forveksles med gytegroper, særlig for et utrent øye (Fig. 2b). Den lokale hydraulikken må derfor også vurderes ved tolkning av dronebilder. Det kan sannsynligvis også forekomme en blanding av naturlig vasking pga. hydraulikk og vasking pga. gyting i det samme området (se f. eks. Fig. 6 øverst). Det kan i så fall bare avgjøres ved direkte observasjon av gytefisk.

Figur 2a. Gyteområde med enkeltgrop etter laks/større ørret på finere grus gytesubstrat ved Griviøya østre løp,

6-7 mars 2020. Gytegroper og mulige gytegroper er identifisert på nederste bilde.



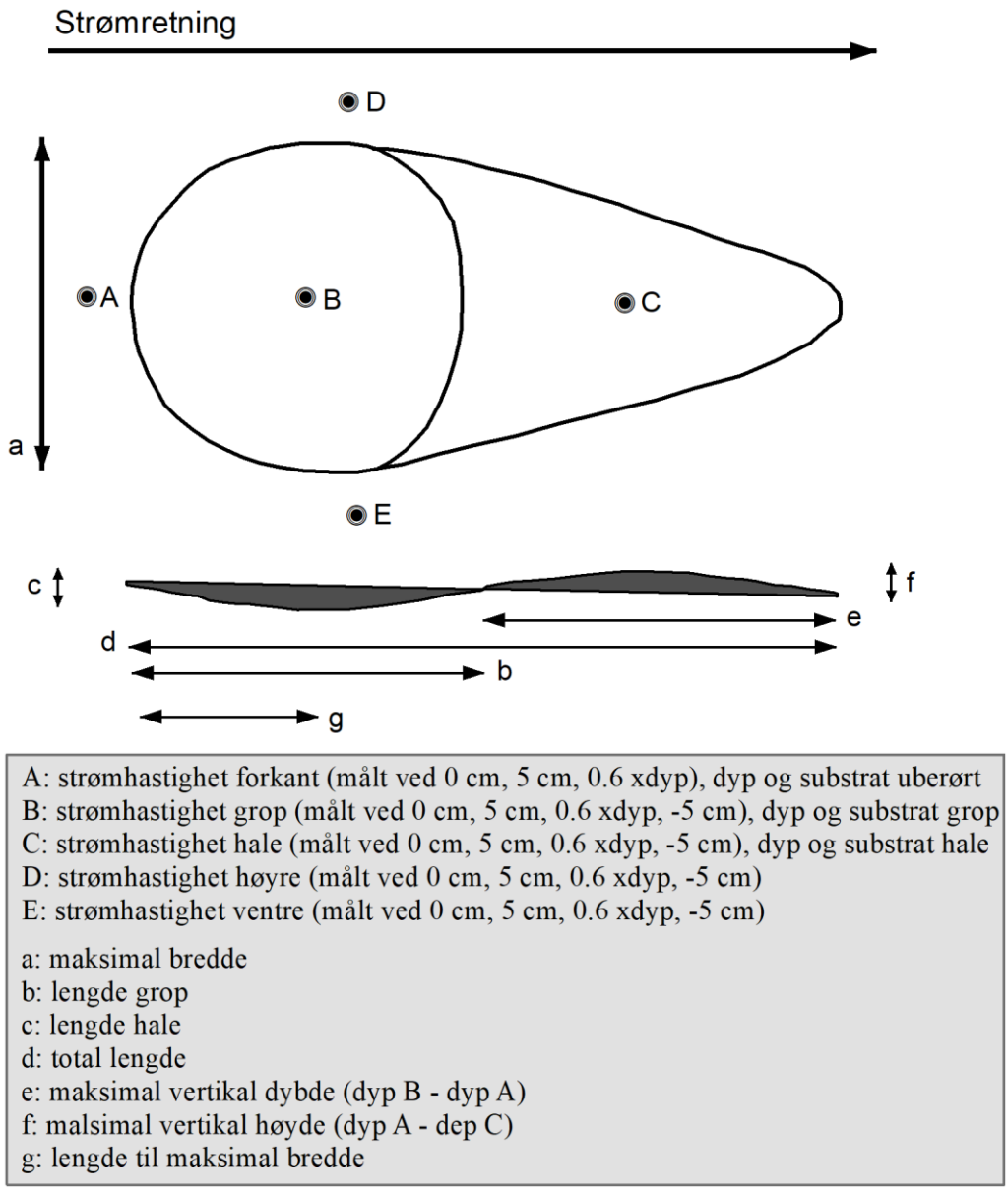
Figur 2b. Lyst felt som ikke er gytegrop, men skyldes lokal hydraulikk, her vasking i bakkant av en større stein og mot steinete kant i en strømrenne. Nær Kolatangen i Bøelva, 6-7 mars 2020.



Figur 2c. Tydelig gytegrop, men mindre og mer usikker gytegrop nedstrøms til venstre. Nær Nesset i Bøelva, 6-7 mars 2020.

Gytegroper kan imidlertid skille seg ut på flere måter, men krever da mer detaljerte *in situ* undersøkelser. I mer ensartede gruspartier vil gytegropene også få en karakteristisk horisontal dråpe

(cfr. Fig. 2b) og vertikal 'bølge'-form fra gropen i forkant og ned mot den opplagrede grusen i bakkant (Fig. 3). Grusmaterialet vil følgelig også være noe sortert (Wollebaek, Thue & Heggenes 2008; Soulsby *et al.* 2009; Pedley 2018). Med grovere (knyttneve og større) og mindre homogent substrat vil dette være mindre synlig. Som en følge av fiskens graving i substratet, vil substratet imidlertid typisk være betydelig løsere i gytegropen enn i tilliggende områder. Lysere felt, bølgeform med sortert materiale, og løsere substrat er de tre viktige mer detaljerte indikatorene på gytegroper etter laks og stor ørret. Slike undersøkelser krever dykking og/eller vading med vannkikkert.



Figur 3. 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).

I sum innebærer dette 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. 2, 6). Dersom det har vært flommer eller fysiske tiltak i elva før eller under gyteperioden som har fjernet finmateriale og flyttet på grus og stein (over), vil dette naturligvis gjøre identifisering av gyteområder og groper mer usikre (Fig. 2c, 6). Vesentlige deler av bunnen kan være lysere og løsere som en følge av annen aktivitet enn gyting.

Det kan forekomme overgraving i, og av, gytegroper, noe som selvsagt gjør at enkeltgropene vanskelig lar seg identifisere. Flere mindre fisk kan også sammen-grave flere mindre groper, som dermed kan forveksles med en enkelt tilsynelatende stor grop. Mindre fisk kan også velge å gyte i, eller i tilknytning til, større groper etter stor laks og ørret. I slike tilfeller vil det være til stor hjelp å gjøre flere observasjoner over gytesesongen, i tillegg til gytegrop-tellinger etter endt gytesesong (under). Flere observasjoner over gytesesongen vil også kunne gi et direkte estimat på antall gytefisk.

Med tiden vil slike lysere gytegroper overlagres av finere materiale og gå mer i ett med omgivelsene igjen (Fig. 2c, 6). Hvor fort dette går, avhenger av vannføringer, massetransport og lokal hydraulikk. Generelt bør derfor gyteundersøkelser gjøres så nær gyteperioden i tid som praktisk mulig. Vi har ingen tidligere erfaring med hvor lang tid det normal tar før gytegroper i Bøelva tildekkes og blir vanskelige å identifisere. Dette vil avhenge av partikkeltransport i elva, eventuelle flomvannføringer som kan vaske og flytte substrat og lokale forhold.

Videoopptak med drone på aktuelle strekning i Bøelva startet derfor så tidlig som mulig etter endt gytesesong, i desember-januar 2019. Vanskelige lysforhold (lav sol, reflekser, kantvegetasjon av høye trær) gjorde imidlertid at arbeidet måtte utsettes for hoveddelen av strekningen til bedre lysforhold i februar/mars. Den sannsynlige mest aktive gyteperioden i Bøelva er sent oktober-november. I Vallaråi oppstrøms Seljordvatn er gyteperioden for storørret normalt primo oktober til medio november (Heggenes *et al.* 2020b). Laks gyter typisk litt senere enn ørreten (Heggberget *et al.* 1988).

Vi har brukt drone med videofilming som metode. Video-bilder gir gode observasjonsmuligheter på grunnere vann med beskjeden overflateturbulens, men ikke på dypere vann og mer stryksterke

partier med brutt overflate. Gytegroper etter laks og stor ørret er skilt fra groper etter 'vanlig ørret' basert på størrelsen til etablerte groper. Laks og større ørret graver større groper (Louhi, Maki-Petays & Erkinaro 2008; Wollebaek, Thue & Heggenes 2008; Pedley 2018). Dette er nødvendigvis et dynamisk og relativt kriterium, ettersom gropenes lengde og bredde ikke bare vil avhenge av størrelsen til laks og ørret, men også av substrat størrelser og vannhastigheter. Som en grov regel brukte Wollebaek, Thue and Heggenes (2008) ved dykking og direkte målinger en målt lengde på ca. 1 m og større. Dette er lagt til grunn her, på samme måte som i de tidligere dykkerundersøkelsene i Vallaråi (Heggenes, Bergan & Lydersen 2011). Groper etter laks og stor ørret kan imidlertid ikke skilles fra hverandre, og de kan gyte på de samme steder (Heggberget *et al.* 1988).

Droneflyging (Luftfartstilsynet, drone operatørnr. NO.RPAS.1798) med videofilming ble gjennomført med drone DJI Phantom 3 professional med standard kamera Sony EXMOR 12.4 mega pixel (https://www.dji.com/no/phantom-3-pro).

Det flys først i høyder som gir gjenkjennelse og oversikt av området. Deretter dokumenteres ønskede detaljer som observasjoner av tidligere fysiske inngrep og gytegroper, og eventuelt fisk, ved film og stillbilder fra hensiktsmessig høyde. Ved videofilming fra drone vil selvsagt dronehøyden bestemme perspektivet. Uten fastmerker som referanse, er det derfor vanskelig å bestemme gropenes størrelse. Begrepet 'stor gytegrop' blir mer relativt, og kan derfor ikke angis så presist som ved dykking (nedenfor) uten at det eventuelt foretas feltmålinger.

Observerte groper eller gytefelt (hvor enkeltgroper ikke lett lar seg definere) er en indikasjon på antall fisk som har gytt. Dette 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 og laks 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 over-graves av senere gytere. Antall gytefelt og antall observerte groper gjenspeiler derfor ikke nødvendigvis antall gytinger direkte. Det vil likevel være en indikator på aktuelle gyteområder, og en god, sammenlignbar indikator over år, hvor endringer i antall og plassering av gytegroper/felt, under ellers like forhold, med stor sannsynlighet speiler endringer i gytebestanden og/eller vannføringer i gyteperioden.

Sikten under vann i Bøelva varierer betydelig med vannføring, men er på lave vannføringer (5-15 m^3s^{-1}) gjennomgående tilstrekkelig god for registrering av gytegroper/felt med drone på grunnere og mellomdype partier ned til 2-3 meter. Vannet er imidlertid lett humusfarget, noe som reduserer sikten og gjør kontrastene svakere bl.a. ved videofilming. I dype høler og dyprenner kan ikke bunnen alltid ses (se Tab. 1). Den noe begrensede sikten pga. farget vann, blir også vanligvis ytterligere redusert ved større vannføringer i elva.

3.2. Substratkartlegging og gytebestandsmål

I sammenheng med foreliggende prosjekt, gjorde USN også på eget initiativ en undersøkelse av substratforholdene som et grunnlag for et foreløpig gytebestandsmål (GBM) for laks i Bøelva på øvre ca. 11 km lange strekning fra Oterholtfoss og ned til Leikvam (Fig. 5). Dette er her ikke undersøkt tidligere. Arbeidet ble i hovedsak gjennomført som en studentoppgave. Gytebestandsmål uttrykkes enten som antall kg hunner eller antall gytende hunner som er nødvendig for å utnytte elvas produktivitet (Hindar *et al.* 2007). Det gjøres først en hovedberegning av hvor mange lakseegg som trengs for å fylle opp elvas bæreevne for produksjon av laks. Dette regnes så om til antall hun laks, ved å anta at laks produserer 1080 egg per kg hun, og så deles dette med gjennomsnittlig størrelse på en hun (i norske elver ofte ca. 4 kg) for å komme fram til nødvendig antall hunner som må gyte for å dekke elvas bæreevne. Første generasjons gytebestandsmål for laks ble satt vha. beregninger for vanndekket areal på anadrom strekning (N50 kartserie) og en kvalifisert vurdering av produktivitet (fangststatistikk, sjøaldersfordeling, smoltalder, habitat, næringsforhold) i aktuelle elv som et tilnærmet mål for 'bæreevne', på en skala 1, 2, 4 eller 6 egg per m^2. Dette er ikke gjort for Bøelva (Hindar *et al.* 2007). I en ny rapport som oppdaterer og forbedrer metodikken (Hindar *et al.* 2019), legges grunnen for andre generasjons gytebestandsmål, hvor et betydelig bedre datagrunnlag fra norske lakseelver er innarbeidet. De nye gytebestandsmålene vil være basert på en forbedret modell. Denne modellen beregner først såkalt 'spesifikt gytebetsandsmål' for aktuelle elv, dvs. antall egg per m^2 elv som er nødvendig, og multipliserer dette deretter med totalt elveareal for å finne totalt antall egg som er nødvendig for elva. Dette omregnes deretter til biomasse hun fisk (ved å dele på 1080 egg per kg hun) og ev. videre til antall hun fisk (ved å dele på gjennomsnittsvekt til laks, typisk ca. 4

kg; se over). To relativt enkle modeller, begge basert på substratforholdene, gir best forutsigelse (korrelasjon med) for 'spesifikt gytebestandsmål', dvs. nødvendig antall egg per m^2 (og dermed produksjon av lakse-rekrutter/smolt) i norske elver: 1) En beregning av egnet gytehabitat (= areal med substrat partikkel størrelse 2-12 cm = 'grus', r^2 = 0,49), eller bedre: 2) En beregning av egnet gyte- og oppveksthabitat (= areal med substrat partikkel størrelse 2-12 cm = 'grus' og 12-29 cm = 'stein', r^2 = 0,56) (Hindar *et al.* 2019).

(1) Gytehabitat (G_{ind})

$$G_{ind} = \frac{GA}{A}$$

hvor GA = samlet areal på gytehabitat, og *A* = samlet areal på elva dekket av substratundersø-kelse.

(2) Konvergens av gytehabitat og oppveksthabitat.

$$GO_{ind} = \frac{GOA}{A}$$

hvor *GOA* = samlet areal på gytehabitat og oppveksthabitat som henger naturlig sammen.

Ved disse arealberegningene legges det i modellen foreløpig til grunn at lakseyngel har en begrenset spredningsevne (~150 m), noe som nok er betydelig mer variabelt enn rapporten til Hindar et al. (2019) antyder.

I foreliggende prosjekt ble substratforhold i Bøelva beregnet ved først å visuelt bestemme substrat partikkel størrelse i punkter i transekter tvers over elva og med transekt for hver 100 m (dvs. innenfor den angitte spredningsavstand) i elva sin lengderetning fra Folkestad bru til Leikvam/Østtveit (se Fig. 5). Hvor det var markerte endringer i habitatforholdene, ble det lagt inn ekstra transekter. Dette er en betydelig mer detaljert substrat-kartlegging enn det som er gjennomført i mange av de elevene som ligger til grunn for modellen (Hindar *et al.* 2019). Dominerende substrat partikkel størrelse ble visuelt bestemt vha. vannkikkert og vading og/eller bruk av båt, og klassifisert etter skala angitt i Hindar *et al.* (2019):

1 = Sand (0 - 2 cm)
2 = Grus (2 – 12 cm)
3 = Stein (12 – 29 cm)
4 = Stor stein (> 35 cm)

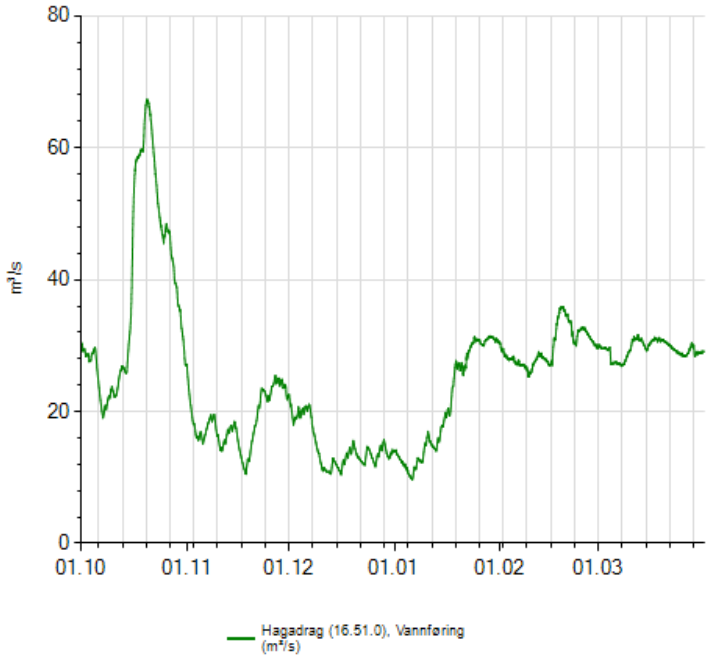
5 = Berg

Substrat partikkel størrelse ble bestemt i fem punkter i hver transekt: 50 cm fra land på hver side, halvveis fra land på hver side, og i midten av elva/transektet. Hvor det var for dypt eller stridt til å vade, ble substrat bestemt vha. overflate observasjon fra nærmeste tilgjengelige punkt, dvs. så langt ut det var mulig å vade.

4. Resultater og kommentarer

4.1. Gytegroper og dronefotografering

Droneflyging ble gjennomført 22.01.2020 og 6-7.03.2020 på relativt typiske vintervannføringer, dvs. ca. 25 m^3s^{-1} (Fig. 4). Hele strekningen fra oppstrøms Gvarv bru til Folkestad bru ble drone-fløyet og videofotografert, i alt ca. 13,87 km, inkludert strekningsoverlapp for å sikre full fotografisk dekning. Den nøyaktig høyoppløselige foto-dokumentasjon av fysiske nå-tilstand i elveleiet på undersøkte strekning er dokumentert i form av 23 separate videoer (Tab. 1, Fig. 5). Disse arkiveres, og kan ses ved henvendelse til Vannområdekoordinator, Fylkesmannen i Vestfold-Telemark eller USN ved forfatterne.



Figur 4. Vannføringer i Bøelva ved Hagadrag vinter 2019-2010 (1 oktober – 31 mars).

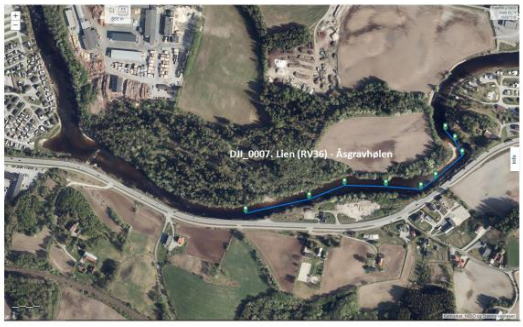
Tabell 1. Strekninger i Bøelva som ble videofotografert vinteren 2019-2020. ns = nedstrøms, os = oppstrøms. Tall i parentes angir tid på videoopptak.

Video ID	Elvestrekning (i flyretning)	Elvelengde (m)	Obseservasjon (tid på video)
DJI_0001 – DJI_0003	Folkestad-Piperudsletta ns	928	(For) mye overflateturbulens, svakt lys, høyt
DJI_0004	Valenvegen-Piperudsletta	961	Mulig gyteområde (5.24), gytefelt (5.50)
DJI_0005	Valenvegen bru (ns-os)	598	
DJI_0006	Lien (RV36)-Valenvegen ns	870	
DJI_0007	Lien (RV36)-Åsgravhølen	555	
DJI_0008	Åsgravhølen-Mannebru	738	Gytegroper (00.35, 3.15?), gode lysforhold, men skygger og reflekser
DJI_0009-DJI_0010	Griviøya øst	331	Gytefelt, 3-5 gytegroper, svake (2.15)

DJI_0011	Griviøya vest	425	Gytegrop? (2.32)
DJI_0012	Griviøya øst ns	428	Gytegrop? (4.13), ser ikke bunn nedre og ytre deler pga dyp
DJI_0013	Griviøya øst ns til samløp	306	
DJI_0014	Brenna-Griviøya ns samløp	593	
DJI_0015	Brenna-Haugerud	655	Gytegrop(?), for dyp på nedre deler østside
DJI_0016	Brenna-Bøen ns	1008	Gytegrop(?), dyp mørk sør-søt side
DJI_0017	Bøen ns-Nesset	211	Gytefelt/groper (1.07), gode bilder
DJI_0018 DJI_0018_1	Takvam-Nesset ds	1110	Gytegrop?(0.14, 5.26, 8.26, 9.01), 18_1: gytegrop (4.48, 8.06, 8.26), gode bilder
DJI_0019	Kolatangen ns-Leikvam ns	1260	Gytegroper (7.11, 8.08, 9.06), gode bilder
DJI_0021	Østveit-Kolatangen ns	1070	Relativt jevne dyp, bunnen ses nesten hele veien. For stilleflytende for gyting.
DJI_0022	Underberg-Østveit	1060	Relativt jevne dyp, bunnen ses nesten hele veien. For stilleflytende for gyting.
DJI_0023	Gvarv-Underberg	759	Relativt jevne dyp, bunnen ses nesten hele veien. For stilleflytende for gyting.

DJI_0005. Valenvegen bru ds – Valenvegen bru us

DJI_0006. Lien (RV36) - Valenvegen bru ds


DJI_0007. Lien (RV36) - Åsgravhølen

DJI_0008. Valenvegen - Udbanesli

DJI_0010. Griviøya øst

DJI_0011. Griviøya vest

DJI_0012. Griviøya øst ds

DJI_0013. Griviøya øst ds
Til samløp

DJI_0014. Brenna - Griviøya ds
samløp

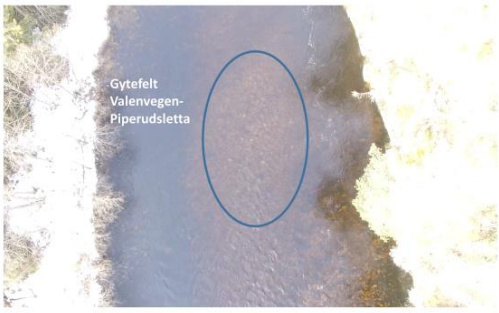
DJI_0015. Brenna - Haugerud

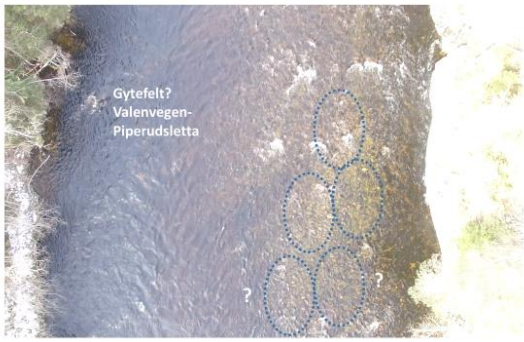
Figur 5. Strekningene dronefotografert i Bøelva vinter 2020 (21 januar, 6-7 31 mars).

Gytegroper ble så lang mulig også identifisert på videoopptakene. De mest stryksterke strekningene oppstrøms Folkestad hadde for mye overflateturbulens til at videofotografering var hensiktsmessig. Hele den nedre strekning fra Kolatangen til Gvarv bru, ca. 3,3 km, synes for sakteflytende til å være egnet for gyting. Det var her gode siktforhold pga. jevne og ikke for store dyp, og ingen gytegroper ble observert på strekningen. Det samme gjelder sannsynligvis for den gjenværende strekning på ca. 3,5 km fra Gvarv bru til innløp i Norsjø, men strekningen ble ikke drone-fløyet i vårt prosjekt.

På den øvre undersøkte strekningen fra Leikvam til Folkestad bru, ca. 9,5 km, ble det observert gytegroper med ujevne mellomrom, avhengig av lokale siktforhold, substrat, dyp og strøm (Fig. 6) (Heggberget *et al.* 1988; Louhi, Maki-Petays & Erkinaro 2008; Wollebaek, Thue & Heggenes 2008). Det er sannsynligvis gyting også på den 1,6 km lange strekningen Folkestad bru – Oterholt fossen, men ved vannføringer på ca. 25 m^3/s i undersøkelsesperioden, var det for mye overflateturbulens til at dette lot seg dokumentere.

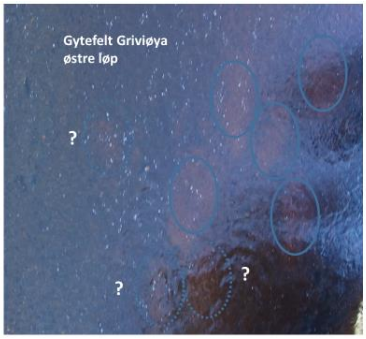
Ved denne type undersøkelser vil det typisk stedvis være vanskelig å identifisere gytegroper sikkert, særlig på mer grovsteinede og stryksterke strekningene og dypere områder, som forekommer spredt på hele undersøkte strekning i form av kulper og dyprenner (Fig. 2, 3, 5, Tab. 1). Spesielle hydrauliske forhold, som for eksempel nedstrøms bro-pilarer, store steiner eller bergnabber, kan også gjøre det krevende å skille ut hva som bare er naturlig vasking av substrat og hva som kan være gytegroper - som vil skille seg lite ut under slike forhold (Fig. 2, 6 øverst). Det synes også være betydelig massetransport og -avsetning av finere materiale over tid i Bøelva, noe som kan gjøre det vanskelig å identifisere tidlige og mindre gytegroper (Fig. 6). Det kan også være vanskelig å skille enkeltgroper fra hverandre dersom det er mye gyting i et konsentrert område, dvs. et gytefelt (Fig. 6 øverst). Denne pilotundersøkelsene lokaliserte ikke foreløpig noen slike utpregede gytefelt, det nærmeste var et felt ved Griviøya (Fig. 2), men her var iallfall i hovedsak, enkeltgropene relativt tydelige. Men i et mindre felt ved Piperud kunne ikke enkeltgroper helt skilles (Fig. 6 øverst). Alle observerte gytegroper og aktuelle strekning er vist i Fig. 6. De prikkede linjene og spørsmålstegn indikerer økende usikkerhet mht. å avgjøre om det er gytegrop eller ikke. Basert på denne dokumentasjonen, estimeres antall større gytegroper høsten 2020 til minimum 30-35 groper.



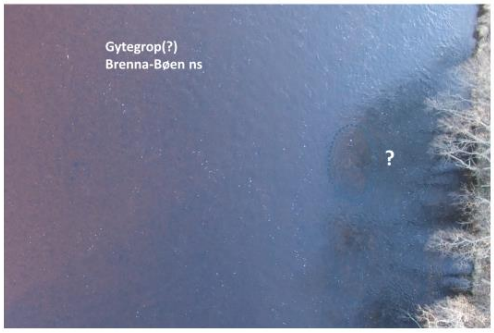


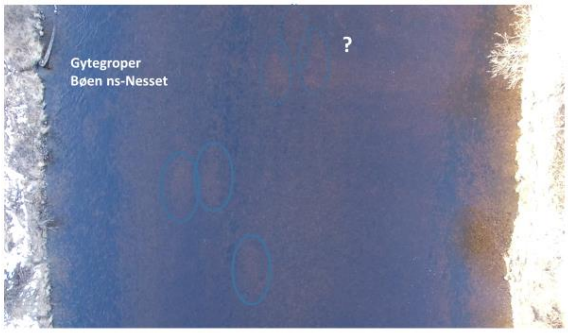
Gytegroper
Åsgravhølen-
Mannebru

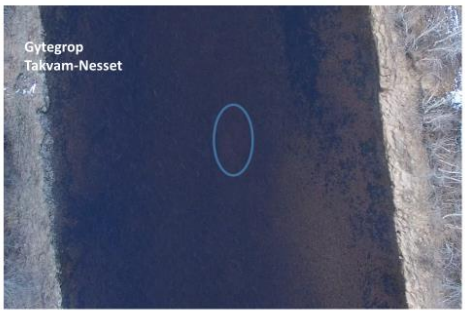
Gytegrop?
Åsgravhølen-
Mannebru


Gytefelt Griviøya
østre løp
?
?
?

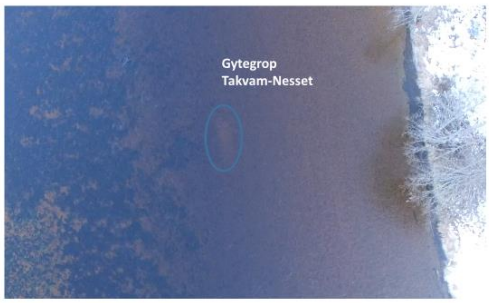
Gytegrop
Brenna-Haugerud

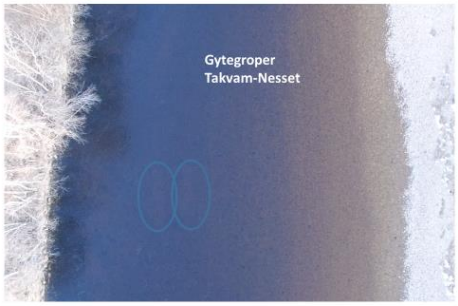

Gytegrop(?)
Brenna-Bøen ns
?


Gytegroper
Bøen ns-Nesset
?

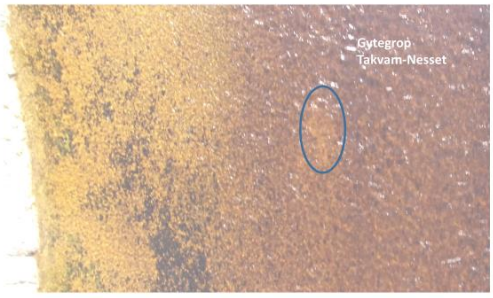

Gytegrop
Takvam-Nesset

Gytegrop
Takvam-Nesset


Gytegrop
Takvam-Nesset

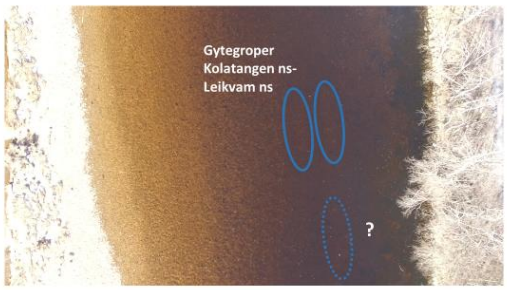

Gytegroper
Takvam-Nesset

Gytegrop
Takvam-Nesset
?

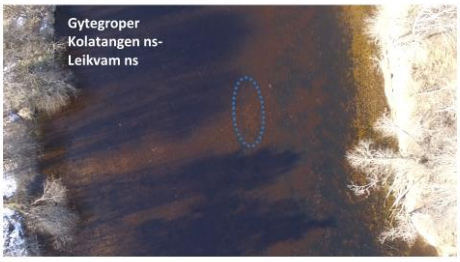

Gytegrop
Takvam-Nesset

Gytegrop lignende
Kolatangen ns-
Leikvam ns

Gytegrop lignende
Kolatangen ns-
Leikvam ns


Gytegroper
Kolatangen ns-
Leikvam ns
?

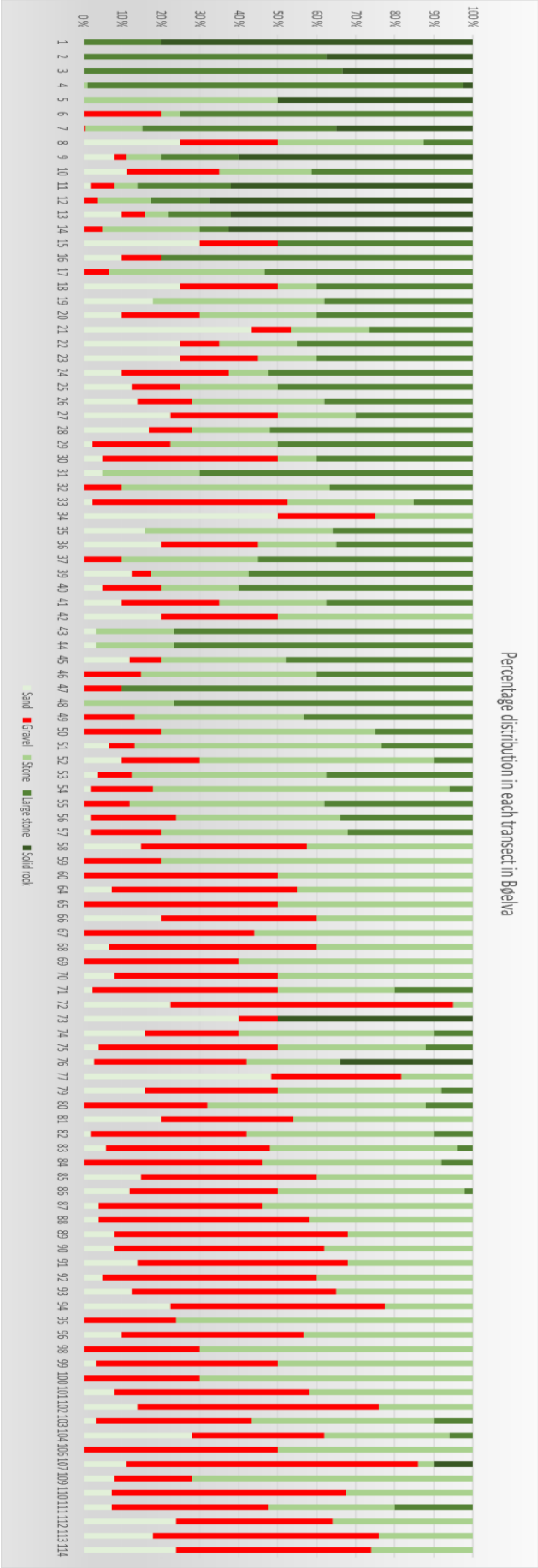
Gytegrop
Kolatangen ns-
Leikvam ns


Gytegroper
Kolatangen ns-
Leikvam ns

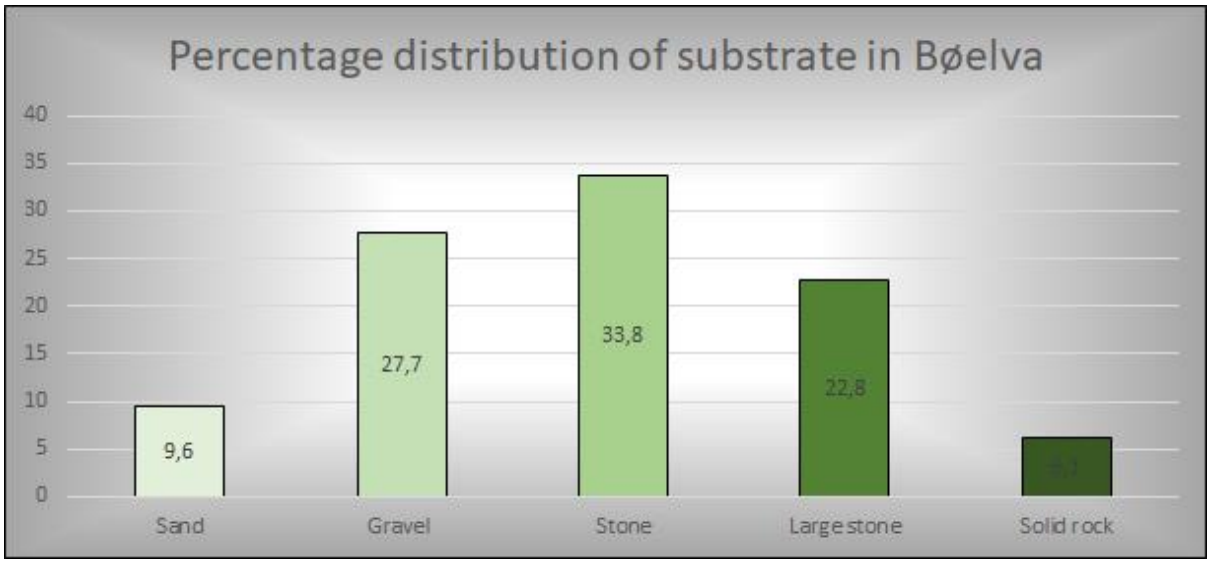
Figur 6. Gytegroper på de ulike strekningene dronefotografert i Bøelva vinter 2020 (21 januar, 6-7 31 mars). Også usikre groper (prikket linje, spørsmålstegn) er vist, samt to gytegrop-lignende lyse felt som har andre årsaker enn gytefisk. Pga. høyere oppløsning trer gropene trer generelt tydeligere fram på videoopptakene enn det som vises på de gjengitte bildene (skjermdump).

4.2. Substratkartlegging og gytebestandsmål

Det var praktisk mulig å kartlegge substrat ved direkte observasjon i 105 av i alt 114 transekter. For de resterende transekter ble substrat estimert så langt mulig ved observasjon fra elvebredden (Fig. 7). Arbeidet ble gjennomført på relativt lav vannføring (6-8 m^3/s; 5-15 sept.) og god sikt under vann (til Bøeva å være; ca. 4 m). Substratet på aktuelle strekning i Bøelva er dominert av grus og stein (Fig. 7, 8) med hhv. 27,7 % grus og 33,8 % stein, som da utgjør andel av godt gytehabitat (G_{ind} = 0,277) og andel



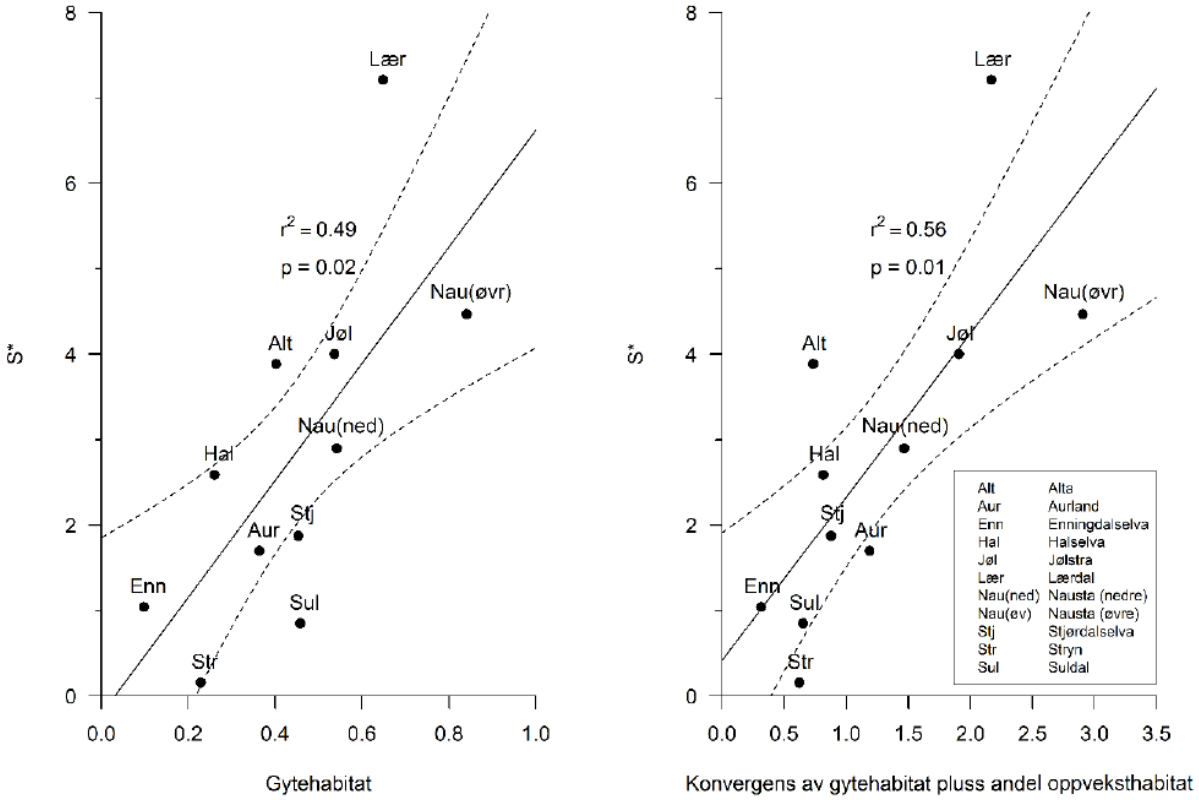
Figur 7. Substrat sammensetning over 114 transekter fra Oterholtfossen (transekt 1) til Leikvam/Østtveit (transekt 114). Rødt = (Gyte)Grus (2 – 12 cm) og Mørkegrønt = Stein (12 – 29 cm), begge godt egnet for reproduksjon.



Figur 8. Fordeling av substrat partikkel størrelse (%) over 114 transekter fra Oterholt fossen til Leikvam/Østtveit i Bøelva.

godt oppveksthabitat (GO_{ind} = 0,277 + 0,338 = 0,615). Det er disse to substrattypene som bidrar til god rekruttering i en lakseelv ifølge modellen for andre generasjons gytebestandsmål (Hindar *et al.* 2019). Det er viktig å merke seg at både grus og stein har en gunstig, dvs. ganske jevn fordeling langs hele elvestrekningen, bortsett fra øverst mot Oterholtfoss hvor det er mye grovt substrat og berg (Fig. 7). Den tredje viktigste substrat kategorien er stor stein med 22,8 % (Fig. 8), og dette er også substrat som kan gi gode oppveksthabitater for større laksunger (Heggenes, Bagliniere & Cunjak 1999; Armstrong 2005). Som forventet var det mer av de grovere substrat typene opp mot Oterholtfossen hvor gradienten til Bøelva er høyere, mens innslaget av egnet gytegrus var høyere lenger nedstrøms (Fig. 7). Totalt kartlagt elveareal i denne undersøkelsen er beregnet til 353 728 m^2, basert på høyoppløselige ortofoto hentet fra Norge i bilder (https://www.norgeibilder.no/) og bearbeidet i ArcGIS Pro (https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-pro/overview). Beregnet godt gytehabitat G_{ind} er derfor (353 728 * 0,277 =) 97 982 m^2. Dette tilsvarer etter andre generasjons modell et spesifikt gytebestandsmål for Bøelva fra Oterholtfossenn til Leikvam på nær 2 egg per m^2 (Fig. 9). Omregnet gir dette et gytebestandsmål på (353 728 * 2 =) 707 456 egg, dvs. ca. (707 456/1080 =) 655 kg hun laks, dvs. ca. (655/4 =) 164 individer av hun laks á 4 kg. Gitt at estimatet er basert på godt gytesubstrat, og at Bøelva i tillegg har mye godt oppvekst substrat (Fig. 8), bør dette anses som et minimums estimat som gjelder bare for den øvre strekningen i Bøelva, ca. 11 km fra Oterholtfoss og ned til Leikvam. Det er vel så mye stein i Bøelva på aktuelle strekning (33,8 %; Fig. 7, 8), dvs. habitat godt egnet for oppvekst. Beregnet godt gytehabitat GO_{ind} er derfor omtrent dobbelt

så stort (353 728 * 0,615 =) 217 543 m^2. Dette tilsvarer etter andre generasjons modell et spesifikt gytebestandsmål for Bøelva fra Oterholtfossenn til Leikvam på nær 4 egg per m^2 (Fig. 9). Omregnet gir dette et gytebestandsmål på (353 728 * 4 =) 1 414 912 egg, dvs. ca. (1 414 912/1080 =) 1 310 kg hun laks, dvs. ca. (1 310/4 =) 328 individer av hun laks á 4 kg. Dette synes å være det mer realistiske gytebestandsmålet, gitt de gode oppvekstforholdene på store deler av undersøkte strekning.



Figur 9. Sammenhengen mellom andel gytehabitat og spesifikt gytebestandsmål (G_{ind}) i 11 undersøkte norske elver (venstre panel), og mellom andel gytehabitat pluss andel oppvekstthabitat (GO_{ind}) innenfor 150 m fra gyteplassene (høyre panel). De stiplede linjene angir 90 % konfidensintervall. Fra Hindar et al. (2019).

5. Konklusjon

Detaljerte dronevideoopptak dokumenterer hydrofysisk nå-tilstand i Bøelva fra Gvarv bru til Folkestad bru. Antall større gytegroper basert på observasjoner fra dronevideoopptak en tid etter gytesesongens slutt (21 januar, 6-7 mars), estimeres til minimum 30-35 større groper (Tab. 1, Fig. 6). Dette må betraktes som et minimums estimat for undersøkte strekning. Det har etter all sannsynlighet vært flere gytegroper, fordi strekningen Folkestad bru – Oterholtfoss ikke er med og heller ikke andre mer turbulente elveområder kunne ses med dronekameraet, fordi lysforholdene ikke alltid var like gunstige, og fordi det gikk noen tid fra endt gytesesong til droneopptakene ble gjort. Resultatene viser likevel klart at det er

- lite eller ingen gyting på strekningen Gvarv bru – Kolatangen,
- det er spredt gyting på hele strekningen oppstrøms Leikvam,
- det er ingen utpregede gytefelt, men enkelte konsentrasjoner av (en håndfull) groper (Piperud, Griviøya, Leikvam-Nesset).

Det er ikke tidligere gjort systematiske tellinger av gytegroper i Bøelva, bortsett fra en pilotundersøkelse med dykkeobservasjoner for mer enn 15 år siden, og som fant at det var for farget vann til at systematisk telling lot seg gjennomføre (Heggenes & Dokk 1995). Det vil gi viktig kunnskap om elva og gyteforholdene dersom denne undersøkelsen videreføres med drone/dykke observasjoner kommende gytesesonger. Dronevideoene kan sannsynligvis bedres ved bruk av tilpassede lysfiltre. I et annet prosjekt ble førsøksvis benyttet spesialtilpasset software på kamera og egenutviklet filterteknologi for filming av og ned i vann (Heggenes *et al.* 2020a). Denne teknologien søker å redusere/ fjerne polarisert lys, forandre bølgelengden på reflektert lys og øke kontrast. Nærmere beskrivelse av software og filtre er ikke gitt, da dette er under utvikling. Men resultatene så langt er meget gode.

Basert på kartlegging av godt gyte- og oppvekstsubstrat, er et

- minimums gytebestandsmål for Bøelva (basert på forekomst av gytegrus på den ca. 11 km lange strekningen fra Oterholtfoss og ned til Leikvam) estimert til 164 hun laks á 4 kg.
- Gitt de gunstige oppvekstforholdene i elva, synes et beregnet gytebestandsmål (basert på samlet forekomst av gytegrus og stein for oppvekstsubstrat) på 328 hun laks á 4 kg mer realistisk.

6. Litteratur

Armstrong, J.D. (2005) Spatial variation in population dynamics of juvenile Atlantic salmon: implications for conservation and management. *Journal of Fish Biology,* **67,** 35-52.

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.

Carm, K. & Langkaas, O. (1993) Laks i Skiensvassdraget 1992 -Telemark Laksestyres virksomhet 1967-1992. *Rapport Fylkesmannen i Telemark*, pp. 17. Fylkesmannen i Telemark, Skien.

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.

Halari, M., Olsen, D.A. & Sydtveit, H. (2005) Fish recruits in Bøelva, Telemark. *Assignment 4311 Methods in Fish and Wildlife Biology*, pp. 41. Telemark University College-AF, Telemark University College-AF, Bø.

Heggberget, T., Haukebø, T., Mork, J. & Ståhl, G. (1988) Temporal and spatial segregation of spawning in sympatric populations of Atlantic salmon, Salmo salar L., and brown trout, Salmo trutta L. *Journal of Fish Biology,* **33,** 347-356.

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,** 1-21.

Heggenes, J., Bergan, F. & Lydersen, E. (2011) Fiskebiologiske undersøkelser i forbindelse med pålegg om fysiske utbedringer i Vallaråi, Seljord i Telemark. *HiT skrift*, pp. 52. Telemark University College, Porsgrunn, Norway.

Heggenes, J. & Dokk, J.G. (1995) Undersøkelser av gyteplasser og gytebestander til storørret og laks i Telemark, høsten 1994. *Rapport Laboratorium for ferskvannsøkologi og innlandsfiske (LFI)*, pp. 25. Universitetet i Oslo, Universitetet i Oslo, Oslo.

Heggenes, J., Schartum, E., Omland, T. & Rolset, K. (2020a) Gytegropregistreringer i Vallaråi høsten 2019. *USN Skrift* (ed. U.i.S. Norge), pp. 25. Universitetet i Sørøst Norge, Universitetet i Sørøst Norge, Bø.

Heggenes, J., Stickler, M., Brabrand, Å., Bremnes, T., Pavels, H. & Saltveit, S.J. (2020b) Habitatkartlegging av gyte- og oppvekstområdern for laks i Ågårdselva. *Rapport Naturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo* (ed. U.i.O. Naturhistorisk Museum), pp. 51. Naturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo, Naturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo.

Hindar, K., Diserud, O., Fiske, P., Forseth, T., Jensen, A.J., Uggedal, O., Jonsson, N., Sloreid, S.E., Arnekleiv, J.V. & Saltveit, S.J. (2007) Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. *NINA rapport*.

Hindar, K., Diserud, O.H., Hedger, R.D., Finstad, A.G., Fiske, P., Foldvik, A., Forseth, T., Forsgren, E., Kvingedal, E. & Robertsen, G. (2019) Vurdering av metodikk for andregenerasjons gytebestandsmål for norske laksebestander. *NINA rapport*, pp. 62. Norsk Institutt for Naturforskning (NINA), Norsk Institutt for Naturforskning (NINA), Trondheim.

Hvidsten, N.A. (2010) Smolt og unfiskundersøkelser I Skiensvassdraget – Smoltutvandring i Skotfoss og ungfisk i Bøelva, Heddøla, Tinnåa og Bliva. *NINA rapport*, pp. 31. Norsk Institutt for Naturforskning, Trondheim.

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.

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., 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.

Norconsult (2014) Nye Oterholtfoss kraftverk, Bø kommune, Telemark fylke - Konsesjonssøknad September 2014 pp. 91 Norconsult, Norconsult, Oslo.

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.

Schartum, E., Pavels, H., Saltveit, S.J. & Heggenes, J. (2020) Naturlig rekruttering og utvandring av smolt i elver til Norsjø. *NHM Notat* (ed. U.i.O. Naturhistorisk Museum), pp. 54. Naturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo, Naturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo.

Solhøi, H. (1992) Tettheten av laks og ørret i Bøelva og Heddøla. *Rapoort Fylkesmannen i Telemark Miljøvernavdelingen* (ed. F.i.T. Miljøvernavdelingen), pp. 26. Fylkesmannen i Telemark Miljøvernavdelingen, Skien.

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.

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 ferskvannsøkologi og innlandsfiske (LFI)*, pp. 49. Universitetet i Oslo, Universitetet i Oslo, Oslo.

Skriftserien nr 69
2021

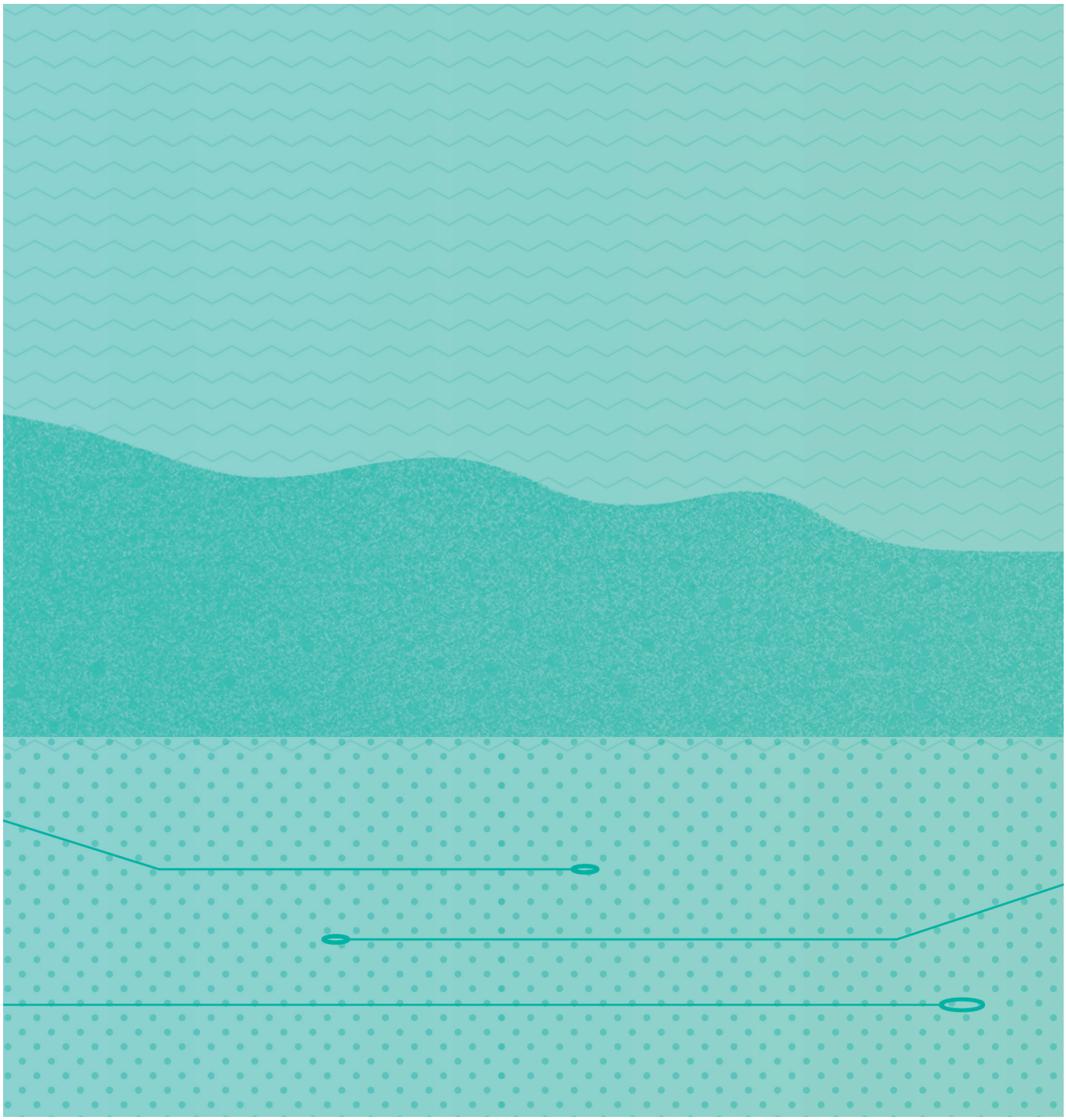
—

Dronevideo registreringer i Bøelva høst/vinter 2019/2020: fysisk tilstand, gytegroper og substratforhold

—

Jan Heggenes
Dieu Tien Bui
Shayan Ahrabi
Tora Camilla Eng Aune
Hanne Elise Gjelsten Sørvik

—

ISBN 978-82-7206-592-7
ISSN 2535-5325

usn.no