

Gytegropregistreringer i Tokkeåi høsten 2015

Jan Heggnes, Per Tommy
Fjellheim og Kai Brattestå



HSN

Jan Heggenes, Per Tommy Fjellheim og
Kai Brattestå

Gytegropregistreringer i Tokkeåi høsten 2015

© 2016, Jan Hegggenes^a, Per Tommy Fjellheim^a og Kai Brattestå^b

^aHøgskolen i Telemark,

^bBandak Fiskarlag

Høgskolen i Sørøst-Norge

Kongsberg, 2016

Skriftserien fra Høgskolen i Sørøst-Norge nr. 3

ISSN: 2464-3505 (Online)

ISBN: 978-82-7206-415-9 (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>

Omslagsfoto: K. Haukelisæter

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning.....	1
2.	Metoder	2
3.	Resultater og kommentarer	7
4.	Konklusjoner.....	14
5.	Litteratur	15

1. Innledning

Tokke-Vinjevassdraget fikk konsesjon for vassragsregulering i 1957 med ytterligere reguleringer i 1960 og 1964. Reguleringen eies og drives av Statkraft Energi AS (StatkraftEnergiAS 2005) en av Nord-Europas største vasskraftutbygginger med normalår produksjon på ca. 4300 GWh fordelt på 8 kraftverk, tilsvarende 4 % av Norges totale kraftproduksjon. Innsjøen Bandak (72 moh, areal 26,4km², volum 3,2 km³, omkrets 60,2 km, maks. dyp 325 m, gjennomsnitt dyp 121,5 m) er regulert 2,54 m, og innløpselva Tokkeåi (4,2 km, fall 23 m, fallgradient 1:209, elveleie areal > 340 000 m²) har en sterkt regulert vannføring (StatkraftEnergiAS 2005).

Tokke-Vinjevassdraget har flere kjente lokaliteter med stor ørret, men særlig knyttet til Tokkeåi-Bandak (Thue and Wollebaek 1999, Heggenes, Bremnes et al. 2000, Wollebaek, Thue et al. 2008, Kraabøl, Brabrand et al. 2015). Når det gjelder stor ørret, ble det i Sørensen (2013) skilt på spesielt viktige storørretbestander og andre storørretbestander eller vassdrag med stor andel storvokst ørret. Spesielt verdifulle storørretbestander ble sidestilt med bl.a. laks i nasjonale vassdrag og vassdrag med andre spesielt viktige anadrome bestander (jfr. Vedlegg 4 i Sørensen (2013)). Storørreten i Tokkeåi er vurdert som en spesielt viktig storørretbestand, og verdien satt til *svært stor* (SS) i revisjonsrapporten.

Stor ørret i Bandak regnes som en av de få klassiske storørretbestandene i Norge, ettersom Bandak er den øverste forekomsten av naturlig innvandret ørret i dette vassdraget (Kraabøl 2010, Kraabøl, Brabrand et al. 2015). Stor ørret i Bandak-Tokkeåi er relativt gammel med en jevn og utholdende vekst (Tranmæl and Midttun 2005, Heggenes, Sageie et al. 2009, Johnsen, Kraabøl et al. 2012, Kraabøl, Brabrand et al. 2014, Kraabøl, Brabrand et al. 2015). Fra lokale fiskere og tidligere undersøkelser på ørret i Tokkeåi og Bandak, vet vi at, og hvor, den store ørreten gyter i Tokkeåi. I enkelte år tidligere er gytegroper særlig etter stor ørret, observert ved dykking, men uten at dette ble helt systematisk gjennomført for hele elva og over flere sammenhengende år (Thue and Wollebaek 1999, Tranmæl and Midttun 2005, Wollebaek, Thue et al. 2008). I forbindelse med et større fiske-biologisk undersøkelsesprosjekt (Kraabøl, Brabrand et al. 2015), ble imidlertid gytegroper etter stor ørret (definert som groper 1,2 m brede eller mer) observert hovedsakelig fra land (med polariserte solbriller), men også med båt og vannkikkert, og antall gytegroper telt i perioden 2011-2013. I 2013 ble også gytegropenes plassering inntegnet på kart. Vi trenger kunnskap om hvordan

den store ørreten bruker habitater og gyteområder i Tokkeåi; om antall gytegroper varierer mye over år, når og hvordan den vandrer opp i elva, og betydningen av vannføring og de bygde tersklene (15 stk.) (Kraabøl, Brabrand et al. 2015). Det var derfor en klar anbefaling fra prosjektet at systematiske gytegroptellinger bør fortsette som en miljøindikator på tilstand til storørretbestanden, og for å vinne mer kunnskap om sammenhenger mellom vannføring, terskler og oppvandring.

Høgskolen i Telemark (HiT) har tidligere hatt flere bidragsforskningsprosjekter i Tokkeåi, bl.a. med undersøkelser av gytegroper til storørret og telemetristudier av ørret i Tokkeåi (Thue and Wollebaek 1999, Tranmæl and Midttun 2005, Wollebaek, Thue et al. 2008, Heggenes, Sageie et al. 2009). Et større ferskvannøkologisk undersøkelses-prosjekt i Tokkeåi-Bandak blir sluttført i 2015 (Kraabøl 2010, Johnsen, Kraabøl et al. 2012, Kraabøl, Brabrand et al. 2014, Kraabøl, Brabrand et al. 2015).

Høgskolen i Telemark i samarbeid med Bandak Fiskelag er bedt om å videreføre gytegroptellingene i Tokkeåi. I 2014 viste pilotundersøkelser at den store flommen rett før gytesesongen hadde flyttet mye substrat, slik at gytegroper ble svært vanskelige å identifisere. Pga. denne usikkerheten ble systematiske undersøkelser av hele elva ikke gjennomført. I 2015 var det en større flom i september som også førte til mye flytting av substrat. Dette vanskeliggjorde gytegropp undersøkelsene. De er likevel gjennomført og rapporteres her. Resultatene må ses i lys av denne usikkerheten knyttet til forutgående flom.

2. Metoder

Gytegroper er normalt synlige ved at de gir lyse felter i elvegrusen/bunnen, ettersom den aktive gravingen og vaskingen under gyting flytter finmateriale nedstrøms. I gruspartier vil også gytegroppene få en karakteristisk 'bølge'form fra grop mot bakkant (Louhi, Maki-Petays et al. 2008, Wollebaek, Thue et al. 2008, Soulsby, Malcolm et al. 2009). Dersom det har vært flommer før eller under gyteperioden som har fjernet finmateriale og flyttet på grus og stein, vil dette naturligvis gjøre gytegroptellingene mer usikre. Hele bunnen vil være lysere og jevnere.

Gytegroptellingene ble gjennomført ved bruk av to supplerende metoder.

Undersøkelsene i 2011-2013 ble hovedsakelig gjort ved observasjon fra land ved bruk av polariserte solbriller under og etter gyteperioden. I Tokkeåi er gyteperioden normalt primo oktober til medio november (Kraabøl, Brabrand et al. 2015). Disse observasjonene ble supplert dels ved bruk av båt og dels ved vading, samt ved bruk av vannkikkert. Den samme metode ble derfor brukt også i foreliggende undersøkelse, og dels av samme personer (K. Brattestå) som ved tellingene i 2011-2013. Undersøkelsene bør derfor være direkte sammenlignbare.

I tillegg ble gyteaktivitet (graving: start-slutt, intensitet, lokalisering, videre: antall og individer av ørret, pardannelser, størrelse) på viktige kjente gytelokaliteter overvåket gjennom hele gyteperioden (observasjoner 2015: uke 40-49). Dette gjelder særlig Åmøtehylen, men også Hakaflothylen og strekningen mellom terskel 1 og 2 ble undersøkt 2-3 ganger (Fig. 1). Dette gir viktig tilleggsinformasjon som gjør det noe lettere å gi et estimat på antall groper, særlig på gytefelt som ellers kan være sammenhengende vasket og utsatt for overgraving. Antall groper på slike gytefelt kan være svært vanskelige å anslå vha. observasjon ved gytetidens slutt, ettersom hele feltet har vært utsatt for graving.

Det ble skilt mellom gytegroper etter stor ørret og 'vanlig ørret' basert på størrelsen til etablerte groper. Større ørret graver større groper (Louhi, Maki-Petays et al. 2008, Wollebaek, Thue et al. 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 substrat størrelser og strømhastigheter. Som en grov regel brukte Kraabøl, Brabrand et al. (2015) ved observasjon fra land en anslått bredde på ca. 1,2 m for storørret groper, mens Wollebaek, Thue et al. (2008) ved dykking og direkte målinger brukte en målt lengde på ca. 1 m og større. Dette gir erfaringsvis omtrent samme resultat, og samme kriterier er videreført i foreliggende undersøkelse.

Elva og gyteområder ble også undersøkt ved dykking (direkte observasjon under vann) i uke 49. Dette er ofte den beste metoden for denne type undersøkelser (Zubik and Fraley 1988, Wollebaek, Thue et al. 2008, Korman, Decker et al. 2010). Strekningene som ble dykket var (Fig. 1a-c) fra overkant Åmøtehylen til nedstrøms utløp Geishyl, nordre side av strekning oppstrøms terskel 1 innløp, terskelbassenget mellom terskel 1 og terskel 2, hele Huvedstadhylen, oppstrøms og ned Hakaflothylen, terskelsbasseng ved Dalen vgs., innløp og terskelbasseng Elvarheim, og nedre del av

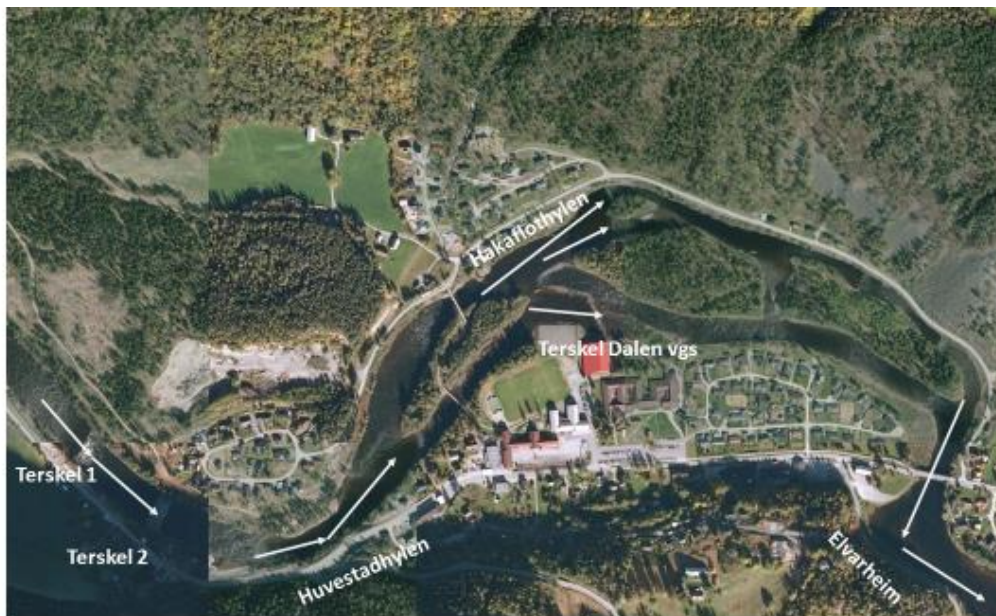
Ivirohylen/terskelbasseng (Fig. 1-3). Dykkeren drev med vannstrømmen parallelt nedover den aktuelle elvestrekningen, og passivt rolig for ikke å forstyrre fisk. Antall, størrelse (kg) og posisjon til all observert stor ørret (større enn ca. 40 cm tilsvarende ca. 1 kg), ble registrert og notert på ortofoto 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 et al. 2008, Wollebaek, Thue et al. 2008).

For begge observasjonsmetodene gjelder at dette er observerte, gravde groper som en indikasjon på antall fisk som viser gyteaktivitet. Dette er ikke nødvendigvis det samme som antall faktiske gytinger. Av åpenbare praktiske grunner lar det seg ikke gjøre å kontrollere om det har vært gyting i alle gropene, 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, Lura et al. 1994). Antall observerte groper gjenspeiler derfor ikke nødvendigvis antall gytinger direkte. Det vil likevel være en god, sammenlignbar indikator over år, ettersom et eventuelt avvik blir det samme for alle år.

Sikten under vann viste seg å være gjennomgående tilstrekkelig god for registrering av gytegroper i Tokkeåi, dvs. 7-8 m. Sikten blir sannsynligvis redusert ved større vannføringer i elva. Normalt bør sikten under vann være minst 3-4 m for denne type undersøkelser.



Figur 1a. Øvre del av Tokkeåi hvor hvite piler angir strekninger undersøkt ved dykking. Hele strekningen ble undersøkt vha. observasjon fra land.



Figur 1b. Midtre del av Tokkeåi hvor hvite piler angir strekninger undersøkt ved dykking. Hele strekningen ble undersøkt vha. observasjon fra land.



Figur 1c. Nedre del av Tokkeåi hvor hvite piler angir strekninger undersøkt ved dykking. Hele strekningen ble undersøkt vha. observasjon fra land.



Figur 2. Dykking i Åmøtehylen, november 2014 (Foto: K. Haukelisæter)..



Figur 3. Dykking mot utløp Geishyl, desember 2015 (Foto: K. Haukelisæter)

3. Resultater og kommentarer

Under dykking i uke 49, ble det observert fire større ørret (Fig. 4); en hanfisk på ca. 6 kg i Åmøtehylen, en hunfisk på ca. 5 kg mellom Åmøtehylen og Geishyl, en hanfisk på ca. 4 kg på utløpet fra Geishyl, og en hunfisk på ca. 2 kg på storsteina strekning mellom utløp Geishyl og Terskel 1. Dykking ble gjennomført relativt seint på høsten/vinteren, i begynnelsen av desember.



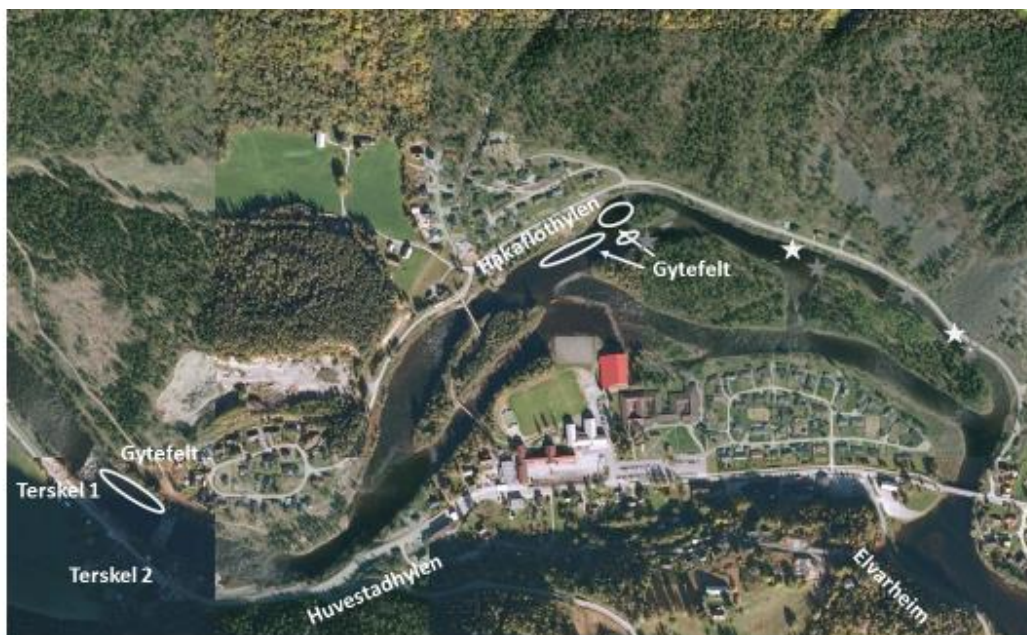
Figur 4. Fire større ørret observert under dykking i uke 49 2015.

Det viste seg gjennomgående vanskelig å klart definere gytegroper både ved observasjon fra land og ved dykking, fordi det hadde vært betydelige masseforflytninger under den forutgående flommen i september. Gytegroperne trådte derfor ikke så klart fram som lysere 'flekker', slik de normalt gjør. Det hefter derfor større usikkerhet ved estimatene i 2015 enn i 2011-2013, hvor det ikke var så store flommer.

Antall sikre gytegroper observert fra land etter samme metodikk som i perioden 2011-2013, er estimert til ca. 35-40 større groper. Dette er et minimumsestimert, ettersom det angir antall faktiske groper observert fra land. Dette estimatet inkluderer ikke de dypere delene f.eks. av Asiahylen og terskelbasseng oppstrøms denne, fordi disse er for dype til å se eventuelle gytegroper fra land, og de er for dype til å vades, selv på lave vannføringer. Dette er likevel det samme mulige avviket som i tidligere år, slik at estimatene er sammenlignbare.

Estimert antall på 35-40 gytegroper for 2015 er derfor i hovedsak lavere enn for estimatene i årene 2011-2015 som var 38-54 større groper. Men det hefter også større usikkerhet ved tellingene i 2015 pga. at groper var vanskeligere å observere etter flommen. Større gytegroper ble observert fra

land/båt/vading i Åmøtehylen, mellom terskel 1 og 2, og i Hakaflothylen som alle har sammenhengende gytefelt (Fig. 5a-b). Hoveddelen av gyteaktiviteten er konsentrert til disse områdene, men hvor det kan være vanskelig å skille enkeltgroper. To større enkeltgroper ble ellers observert i to forskjellige terskler i ytre løp ved Lindøy, to-tre groper ved terskel på utløp Ivirohylen, og en nedstrøms hoppesteiner i søndre løp ved Buøy (Fig. 5b-c).





Figur 5a-c. Gytefelt (sirkler) og 1-3 større enkeltgroper (hvit stjerne) observert fra land høsten 2015. Grå stjerner angir groper etter mindre ørret.

Observasjoner ved dykking bekreftet i hovedsak resultatene fra observasjon fra land, idet hovedgytefeltene for stor ørret var de samme. Som forventet ble det imidlertid også funnet en del flere enkeltgroper ved dykking, fordi bunnen er lettere å se særlig på dypere vann, og under strøm'lokk'.

Det viste seg gjennomgående svært vanskelig å avgrense antall gytegroper presist på gytefeltene som alle hadde vært gjenstand for mye graving/vasking fra ørret, men sannsynligvis også mye masseforflytning pga. flom. Estimatenes er derfor usikre. Videre har mye av Tokkeåi relativt grovt substrat, og også aktuelt gytesubstrat er gjennomgående relativt grovt, for eksempel i deler av Hakaflothylen. Dette relativt grove substratet lar seg ikke like lett flytte på, noe som gjør eventuelle groper mindre definerte. Dette gjør det også vanskelig å klart lokalisere gytegroper.

Ved å summere antall gytegroper observert fra land og antall gytegroper observert ved dykking, blir dette estimat for 2015 på 50-55 større groper (Fig. 6a-b).

I Åmøtehylen ble det observert en stor og svært markert gropp både fra land og ved dykking. I tillegg ble det observert 2 groper til ved dykking over det sentrale gyteområdet, samt vasking på 4 steder oppstrøms innløp Daleåi og 1-2 vaska steder nedstrøms dette innløpet (Fig. 6a).

På innløp Geishyl ble det observert 2 groper ved dykking. Her er det også et felt (anslagsvis 4 x 8 m) med gunstig gytesubstrat, men sannsynligvis for lave vannhastigheter (Fig. 6a).

Nedstrøms Geishyl vider Tokkeåi seg ut til et bredt, grovsteinet løp dominert av oppstikkende stor, avrundet blokk (Fig. 6a). Gunstig gytesubstrat forekommer flekkvis i bakkant av stor blokk, men er umulig å skille fra substrat som er naturlig vasket og avsatt ved høyere vannføringer. Uten ved direkte observasjon av gytende ørret, kan derfor eventuelle grytegroper i dette elveavsnittet vanskelig fastslås.

I øvre terskelbasseng ble et vasket område, en sannsynlig gytegropp, observert ved dykking (Fig. 6a). Substratet her ellers synes relativt grovt for gyting. I terskelbassenget mellom terskel 1 og 2 er det derimot flere mindre 'flekker' med gunstig gytesubstrat, særlig på sørsiden og ned mot Terskel 2. Her ble det observert 10-15 gytegroper fra land, og noen flere ved dykking, 17-18 sannsynlige groper. Men den flekkvise forekomsten av flere, relativt små gunstige substratområder mht. gyting, gjør det vanskelig å estimere antall gytegroper mer presist. Området bør i kommende år følges opp med mer observasjon av fisk over gyteperioden (Fig. 6a).

Ved innløpet til Huvestadhylen ble det observert 2 groper ved dykking (Fig. 6b). Større deler av de dypere områdene i hylen har ellers gunstig, nøtte-stort gytesubstrat, men trolig for lave vannhastigheter pga. det betydelige dypet. På den mht. vannhastigheter mer gunstige utstryken av hylen er det større områder med relativt grovt, men likevel mulig gytesubstrat. Det er tidligere observert gytegroper her, men ingen ble funnet i 2015.

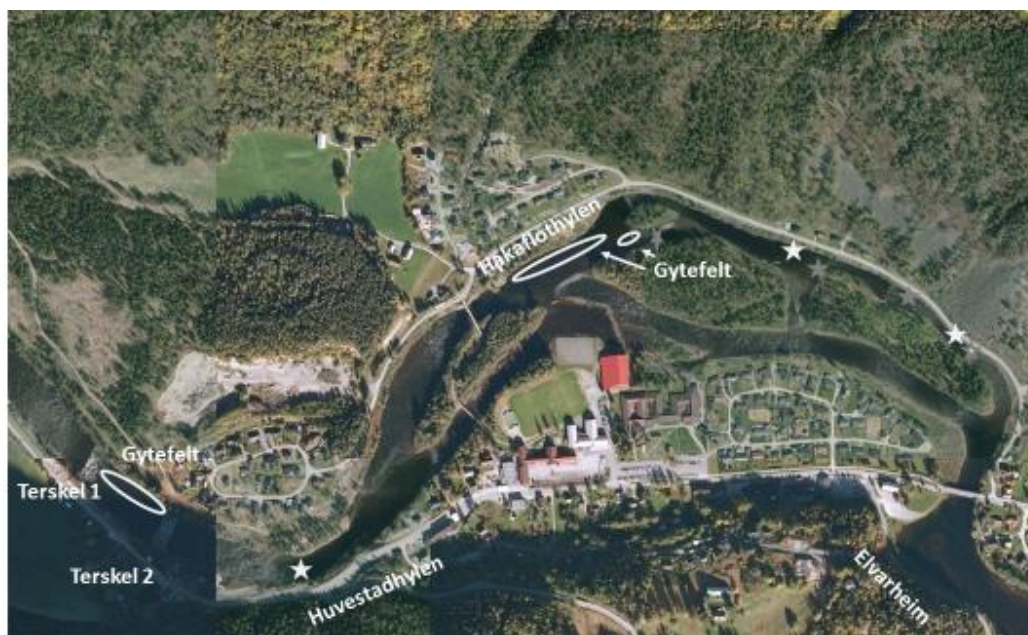
Hakaflothylen har et større sammenhengende gytefelt med grovt, men likevel relativt gunstig gytesubstrat og gunstige vannhastigheter (Fig. 6b). Det hadde vært mye og i stor grad sammenhengende vaskeaktivitet her, i hovedsak fordelt på en øvre, midtre og nedre parti. Det var

derfor vanskelig å estimere antall gytegroper. Et beste estimat som legges til grunn var 14 groper, selv om dette er det mest usikre området i 2015.

Hele terskelen ved Dalen vgs. ble dykket for å undersøke mulige gyteområder (Fig. 6b). Det er betydelig med gunstig substrat i terskelen, men gjennomgående altfor lave vannhastigheter. Unntaket er innløpsområdet, men her synes vannløpet ganske ustabil. Oppstrøms dette innløpet mot hovedelva, synes det derimot å være noen mindre små flekker med gunstig gytesubstrat og hastigheter.

Dykking i Elvarheim påviste ingen gytegroper (Fig. 6b-5c). Substratet er også lite egnet, med grov rullestein i innløpet som raskt går over til fin grus og sand. En rygg midt i løpet er også dominert av sand på oppstrøms side, men har et kort parti med tilsynelatende gunstig substrat, før det raskt blir for grovt. På utløpet mot terskelen er det derimot noen mindre flekker med gunstig substrat og hastigheter, men uten at gytegroper ble observert (Fig. 5c).

Oppstrøms mot terskelen ved utløpet av Ivirohylen er det likeledes et gunstig parti for gyting (Fig. 5c). Her ble det funnet 2-3 større gytegroper, resultatet var det samme for begge observasjonsmetoder. Her er det også et større felt med gunstig substrat mot det indre, søndre løpet for Buøy, men betydelig avsetning av organisk materiale antyder gjennomgående for lave vannhastigheter. Nedstrøms Ivirohylen ble det ikke dykket.



Figur 6a-b. Gytefelt (sirkler) og 1-3 større enkeltgroper (hvit stjerne) observert ved dykking samt fra land høsten 2015. Grå stjerner angir groper etter mindre ørret.

4. Konklusjoner

Høsten 2015 ble store gytegroper telt ved observasjon fra land og ved dykking. Det var gjennomgående vanskelig å sikkert identifisere gytegroper, fordi en større flom i september hadde vasket og flyttet betydelig med substrat. Gytegroper/områder skiller seg derfor i mindre grad ut som lysere felt. Observasjon fra land fant 35-40 større gytegroper. Dette er lavere enn for tilsvarende undersøkelser i årene 2011-2015 som var 38-54 større groper. Men det hefter også større usikkerhet ved tellingene i 2015. Observasjoner ved dykking bekreftet i hovedsak resultatene fra observasjon fra land. De samme gyteområdene ble indentifisert. Det var imidlertid vanskelig i estimere antall gytegroper på disse områdene pga. mye graving/vasking og relativt grovt gytesubstrat. Som forventet ble noen flere gytegroper funnet ved dykking Et beste samlet estimat basert på begge metoder er 50-55 gytegroper for 2015. Estimaten er likevel usikkert pga. større flom i september.

5. Litteratur

Barlaup, B. J., et al. (1994). "Inter-specific and intra-specific variability in female salmonid spawning behavior". *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie* 72(4): 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(8): 1685-1698.

Heggenes, J., et al. (2000). Undersøkelser av gyteplasser og gytebestander til storaure i Måna, Tinn i Telemark 1994-1998. Laboratorium for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske Rapport. Laboratoriet for ferskvannøkologi og innlandsfiske. Oslo, Universitetet i Oslo.

Heggenes, J., et al. (2009). Rehabilitering av elvehabitat i Tokkeåi, Dalen i Telemark - Tilstand og tiltak. HiT-skrift 2/2009. Bø i Telemark, Høgskolen i Telemark.

Johnsen, S. I., et al. (2012). Fiskebiologiske undersøkelser i Bandak og Tokkeåi 2011. NINA Rapport 862. Trondheim, Norsk Institutt for Naturforskning.

Korman, J., et al. (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(5): 1280-1302.

Kraabøl, M. (2010). Storørret i Bandak og Tokkeåi Dokumentasjon, kunnskapsoppsummering og utfordringer. NINA Rapport 544. Trondheim, Norsk Institutt for Naturforskning.

Kraabøl, M., et al. (2013). Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Tokkeåi og Bandakdeltaet. Resultater fra undersøkelsene i 2012. NINA Rapport 955. Trondheim, Norsk Institutt for Naturforskning.

Kraabøl, M., et al. (2015). Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Tokkeåi. Sluttrapport for perioden 2010-2013. NINA Rapport 1050. Trondheim, Norsk Institutt for Naturforskning. 1050.

Louhi, P., et al. (2008). "Spawning habitat of atlantic salmon and brown trout: General criteria and intragravel factors." *River Research and Applications* 24(3): 330-339.

Soulsby, C., et al. (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.

Statkraft Energi AS (2005). Tokke-Vinje reguleringen - Status 2005. Oslo, Statkraft Energi AS

Sørensen, J. (2013). Vannkraftkonsesjoner som kan revideres innen 2022. Nasjonal gjennomgang og forslag til prioritering. NVE Rapport. N. V. o. Energidirektorat. Oslo, Norges Vassdrags og Energidirektorat. 49/2013: 316.

Thue, R. and J. Wollebaek (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. Bø i Telemark, Høgskolen i Telemark.

Tranmæl, E. and L. Midttun (2005). Vandrings- og bestandsundersøkelser av ørret (*Salmo trutta*) i et sterkt regulert elveøkosystem. Masteroppgave. Bø i Telemark, Høgskolen i Telemark.

Wollebaek, J., et al. (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(4): 1249-1258.

Zubik, R. J. and J. J. Fraley (1988). "Comparison of snorkel and mark-recapture estimates for trout populations in large streams." *North American Journal of Fisheries Management* 8: 58-62.