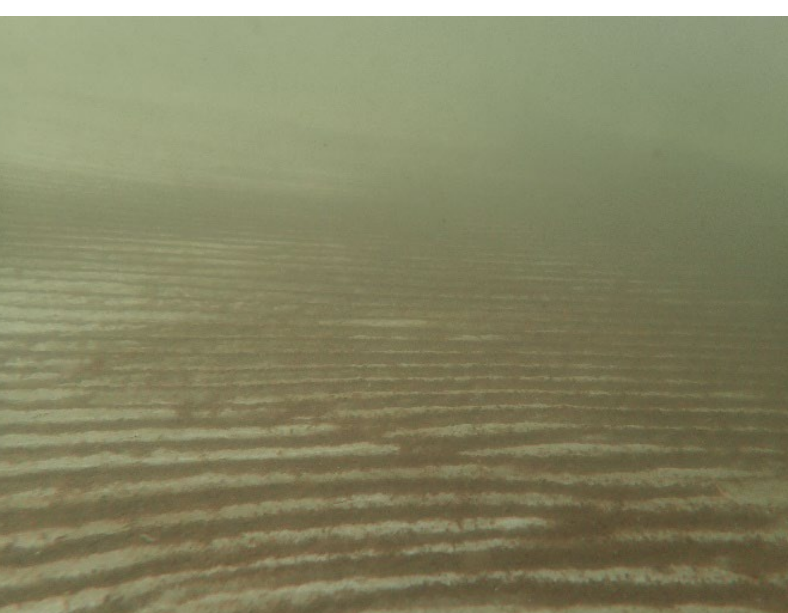


Kartlegging av slamutslipp i Surna grunnet nedtapping av Foldsjøen



Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

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

ISSN nr: ISSN-2535-6623

LFI-rapport nr: 460

Tittel: Kartlegging av slamutslipp i Surna grunnet nedtapping av Foldsjøen

Dato: 07.12.2022

Forfattere: Sven-Erik Gabrielsen & Sebastian Stranzl

Bilder: Fotografier er tatt av LFI

Geografisk område: Møre og Romsdal, Norge

Oppdragsgiver: Surnadal Elvaeigarlag

Kontaktperson hos oppdragsgiver: Georg Solem

Antall sider: 30

Emneord: Finstoff, elvebunn, fiskeproduksjon, regulering

Gabrielsen, S.-E. & Stranzl, S. 2022. Kartlegging av slamutslipp i Surna grunnet nedtapping av Foldsjøen. NORCE LFI rapport 460.

1. Innhold

1. Bakgrunn og hensikt	4
2. Metoder	4
2.1 Litt om fiskeproduksjon og habitatforhold	7
2.2 Gyteområder	7
2.3 Skjulforhold for ungfisk	8
3. Resultater	9
3.1 Oppstrøms utløp Folda	9
3.2 Rett nedstrøms utløp Folda	10
3.3 Harangshølen	11
3.4 Olavshølen	12
3.5 Solemshølen	13
3.6 Advokaten	15
3.7 Utløp Vindøla	17
3.8 Holtahølen	18
3.9 Svean	19
3.10 Skei camping	20
4. Oppsummering og diskusjon	21
5. Vedlegg	25
6. Litteraturliste	30

1. Bakgrunn og hensikt

I forbindelse med at det ble observert store mengder slam i Surna den 22-23 september 2022, ble NORCE LFI kontaktet den 30. september av Surnadal Elveigarlag. NORCE LFI ble bedt om å dokumentere slamutslippet i elva og i den forbindelse ble det gjennomført undersøkelser i perioden fra 2-4 oktober 2022.

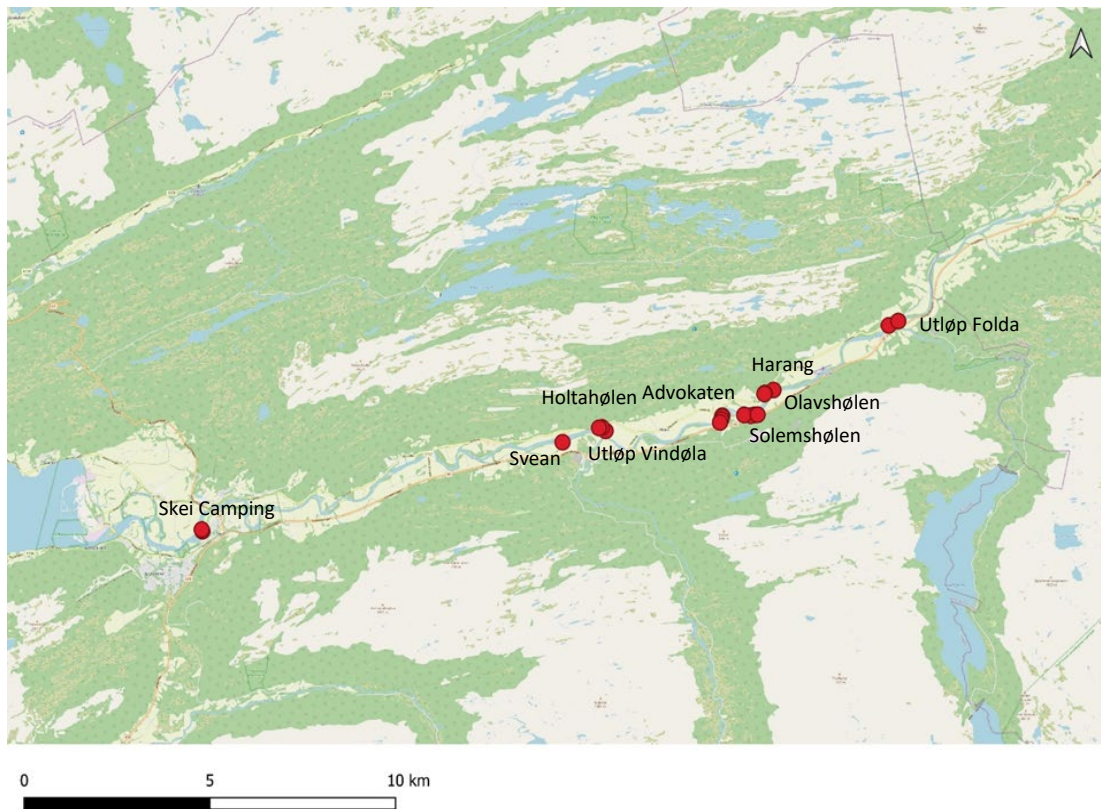
Hensikten var å gjøre oppmåling av tilført slam på anadrom strekning fra utløpet av Folda og ned til utløpet ved Skei samt at det ble utført tilsvarende undersøkelser oppstrøms Folda som en referanse. Strekningen fra Folda til utløpet ved Skei er 30 kilometer og hele strekningen er dronefotografert for å dokumentere slamutslippet.

2. Metoder

Basert på avholdt møte med Georg Solem og Arne Sæter i Surnadal Elveigarlag, samt tidligere kjennskap til Surna etter gjennomført kartlegging i 2016 (Gabrielsen et al. 2017), ble 9 områder i Surna valgt ut til undersøkelser (**Figur 1**). Det ble tatt en eller flere transekter med registrering av tykkelsen på slamlaget i de ulike områdene og oppmålingen var mulig til et vanddyp på ca. 140 cm. Lengden av et transekt varierer derfor med dypdeforholdene i aktuelt område. Selve oppmålingen av slamtykkelse ble utført med målestav. I praksis var det ikke mulig å måle slamtykkelse på under 2-3 mm med denne målestaven eller der vanddypet oversteg ca. 140 cm. I tillegg til denne fysiske oppmålingen av tilført slam, ble hele strekningen fotodokumentert med drone (Phantom 4 RTK). I tillegg ble det gjort visuelle observasjoner av elven.



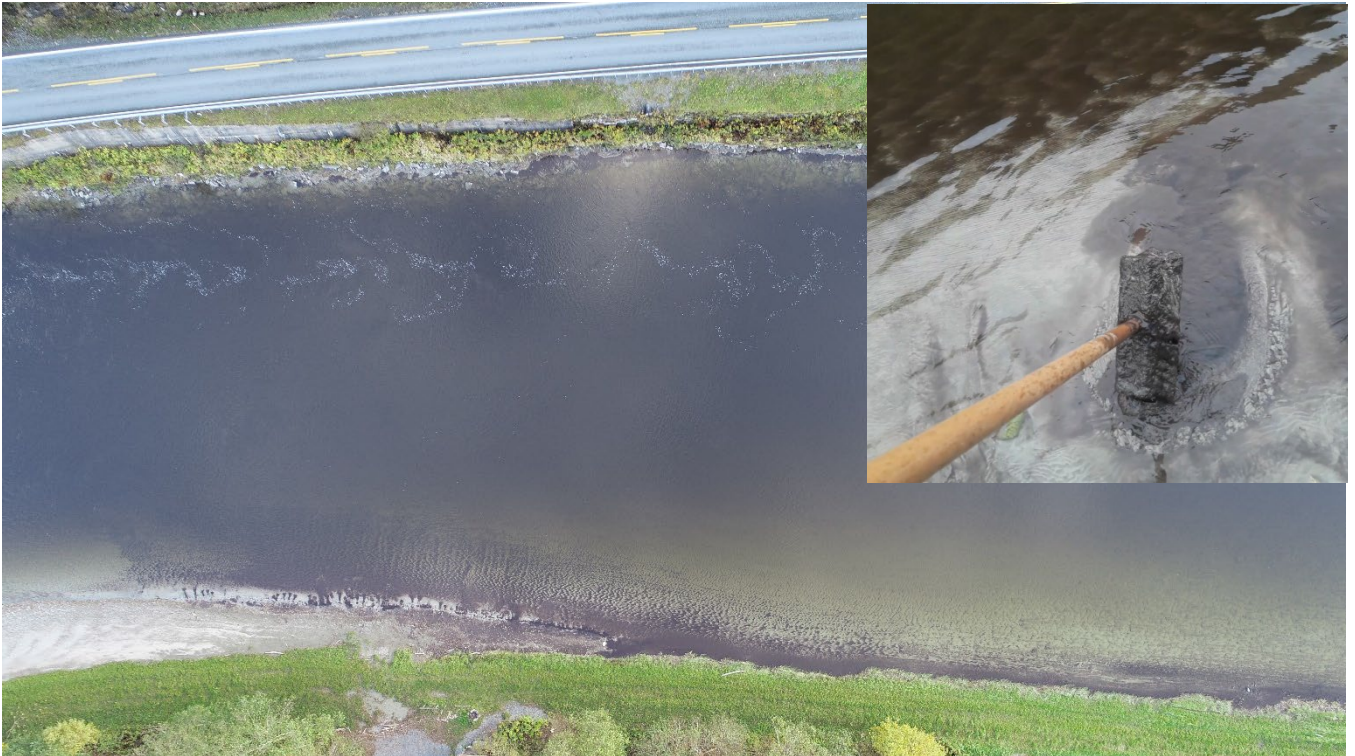
I tillegg til oppmåling av slamtykkelse med målestav, ble Surna fotodokumentert i tillegg til visuelle observasjoner. Bildet viser slam på elvebredden. Foto: NORCE LFI (02.10.2022).



Figur 1. Oversikt over lokaliteter i Surna hvor det ble gjort oppmålinger av tilført slam fra Foldsjøen.



Folda sitt utløp i Surna. Vannet fra Folda er tydelig blakket. Foto: NORCE LFI (03.10.2022).



*I Solemshølen var det mye slam på elvebunnen. Dette kan sees som svart og grått lag på bildet.
Foto: NORCE LFI (02.10.2022). Foto øverst til høyre: Surna Elveigarlag v/Georg Solem (29.09.2022).*



*Vindøla sitt utløp i Surna viser tydelig en renere kantsone på den siden Vindøla renner ut.
Foto: NORCE LFI (02.10.2022).*

2.1 Litt om fiskeproduksjon og habitatforhold

Laks og aure har ulike krav til habitatforhold gjennom livssyklusen. En rekke studier har i den senere tid påpekt at den romlige fordelingen av egnete habitatforhold for fiskens ulike livsstadier kan ha stor effekt på vassdragets produksjon av smolt. Særlig viktig er tilgangen til gyteområder for voksen fisk og skjulforhold for ungfisk. Nedenfor er det gitt en kort beskrivelse av sammenhengen mellom gyteområder, skjul og fiskeproduksjon. Det faglige grunnlaget for dette er oppsummert i Aas et al. (2011) og sammenfattet i Forseth & Harby (2013).

2.2 Gyteområder

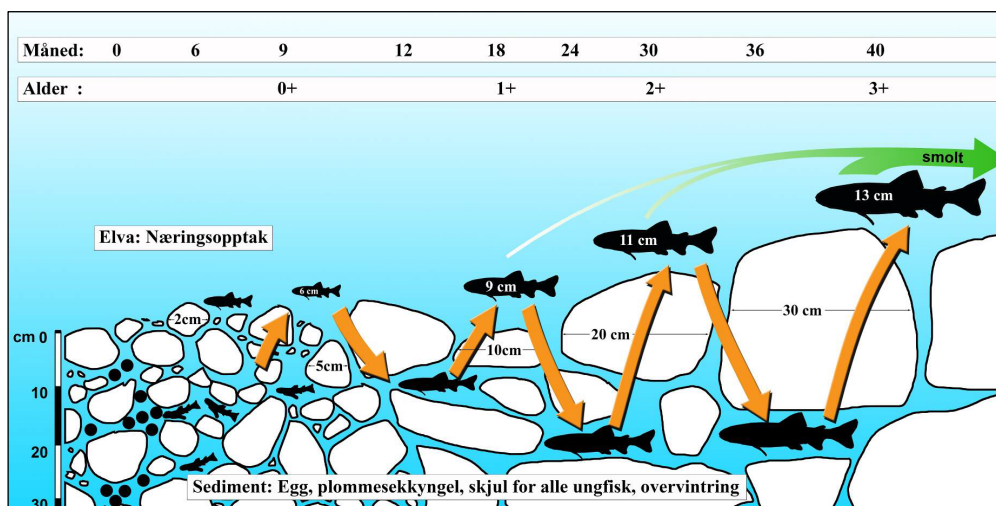
Laks og aure gyter ved at eggene legges porsjonsvis ned i elvegrusen i såkalte «gytegroper». Det er hunnfisken som graver gytegroper, og hun kan fordele eggene i flere groper. Områder der det har vært gyteaktivitet fremstår ofte som et lysere felt med omrørt grus etter gyteperioden.

Laks og aure stiller krav til valg av gyteplass, der sammensetningen av bunnsubstrat, vanddyb og vannhastighet synes å være de viktigste fysiske faktorene. Typisk finnes gyteområdene på forholdvis grunne deler av elven (0,3-0,7 m, men også dypere) hvor elvebunnen består av grus og små stein, og på partier med akselererende vannhastighet (0,3-0,6 m/s). Utløpsområder («brekk») av kulper er ofte gode gyteområder. Fiskestørrelse spiller også en rolle, ettersom stor fisk gjerne benytter grovere grus og stein og større dyp og vannhastighet enn mindre fisk. Som en følge av dette ser en også at laks ofte gyter på dypere områder og på grovere substrat enn det auren gjør. I praksis overlapper likevel laksen og auren i stor grad, og gyter ofte på de samme områdene. Det strenge kravet til valg av gyteplass resulterer i at det i mange tilfeller bare er et fåtall plasser i elven eller i bekken som har egnete forhold for gyting. Hvor slike områder finnes, vil være avhengig av både geologiske og hydrauliske forhold i vannforekomsten, herunder slamtilførsel, vannhastighet og slamtransport.

Fordeling og størrelse av gyteområder i vassdraget har stor betydning for rekruttering og dermed produksjon av laks og aure. De første ukene etter at yngelen har brukt opp plommesekken og kommer opp av grusen for å starte næringsopptak, er ofte en flaskehals for overlevelsen. Yngelen etablerer tidlig territorier som forsvares aggressivt mot inntrengere, noe som resulterer i en sterk tetthetsavhengig dødelighet. Yngel som kommer tidlig opp av grusen vil ofte etablere territorier først i området i nærheten av gytegroppen, og fortrenger yngel som kommer senere. Yngel som taper i konkurransen om territorier vil ha langt dårligere overlevelsesmuligheter. Dette resulterer i at fordelingen av yngelen i tidlig livsfase ofte er «klumpet» i nærheten av gyteområdene.

2.3 Skjulforhold for ungfisk

Etter å ha overlevd den første kritiske yngelfasen, vil overlevelse og vekst av ungfisken frem til smoltstadiet være avhengig av både næringstilgang og habitatforhold. Ungfisk av laks og aure foretrekker ofte grunne partier med hurtigrennende vann, men kan også finnes i sakteflytende og dypere elvepartier. I de senere år har flere studier fremhevet viktigheten av skjulområder for å kunne hvile og å unngå predasjon. Dette har vist seg å være et viktig element for overlevelse og produksjon av ungfisk (Finstad et al. 2009). Ungfisk av laks og aure finner som regel skjul i hulrom mellom steiner, eller i vegetasjon og andre fysiske strukturer på elvebunnen (**Figur 2**). Tilgangen til skjulmuligheter i hulrom er sterkt knyttet til kornstørrelse og sammensetningen av bunnsubstratet. Det er hovedsakelig blokker og stein som gir gode skjulforhold, særlig for eldre ungfisk, mens områder som er dominert av grus og sand vanligvis gir få muligheter til å skjule seg. I tillegg til bunnsubstratet, kan ungfisk også finne skjul i tilknytning til vannvegetasjon, døde trestammer, utstikkende trerøtter ved elvebredden og andre strukturer i vannet.



Figur 2. Prinsippkisse for hvordan ulike livsstadier hos ungfisk hos laks og aure benytter elvebunnen (skisse utviklet av NORCE LFI v/Ulrich Pulg).

3. Resultater

3.1 Oppstrøms utløp Folda

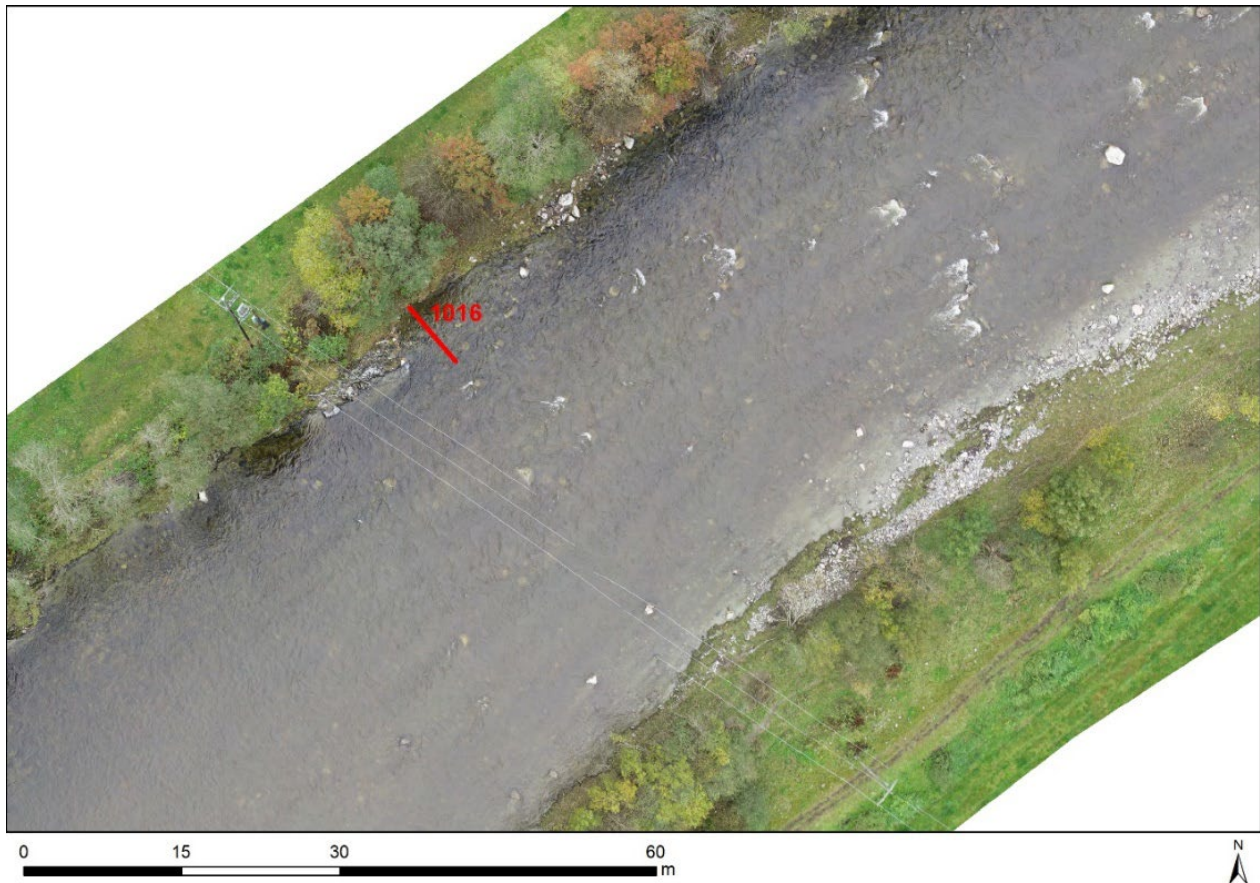
Oppstrøms samløpet mellom Folda og Surna ble det ikke registrert tilført slam som kunne komme fra Foldsjøen, bare naturlig substrat (**Figur 3**). Imidlertid ble det observert tilført slam i samløpet mellom Folda og Surna. Det ble ikke gjort registreringer i samløpet.



Figur 3. Transekt (rød linje) som viser det undersøkte området oppstrøms utløpet av Folda. Tilført slam fra Folda vises tydelig på bildet. Foto: NORCE LFI (03.10.2022).

3.2 Rett nedstrøms utløp Folda

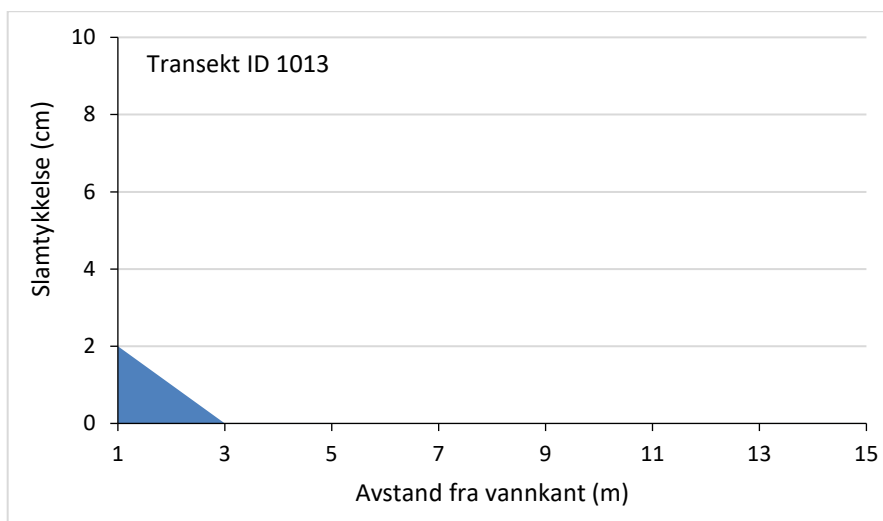
Ca. 230 m nedstrøms samløpet mellom Folda og Surna ble det observert et tydelig grått slør med tilført slam, men i transektet var ikke tykkelsen målbart med målestav, dvs. slamlaget var < 2-3 mm (**Figur 4**). Det ble relativt raskt dypt på den nordvestre siden av Surna og ca. 7 m ut fra elvekanten var vanddypet ca. 140 cm. Strekningen har et strykpreg med relativt høye vannhastigheter slik at finstoff over tid trolig vil bli vasket ut.



Figur 4. Transekt (rød linje) som viser det undersøkte området i Surna ca. 230 m utløpet av Folda. Tilført slam fra Folda vises tydelig på bildet. Foto: NORCE LFI (03.10.2022).

3.3 Harangshølen

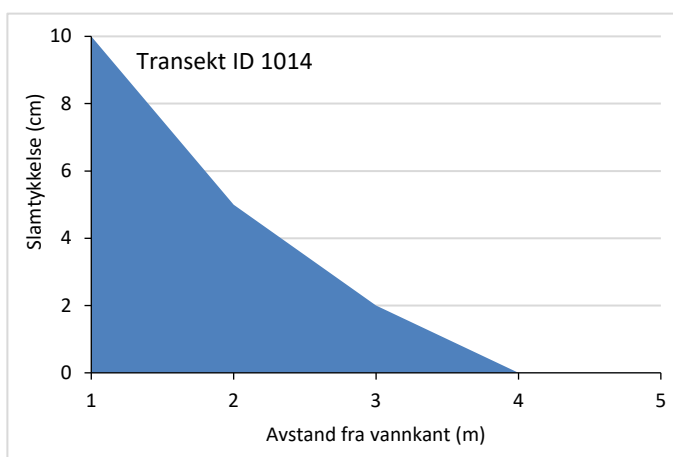
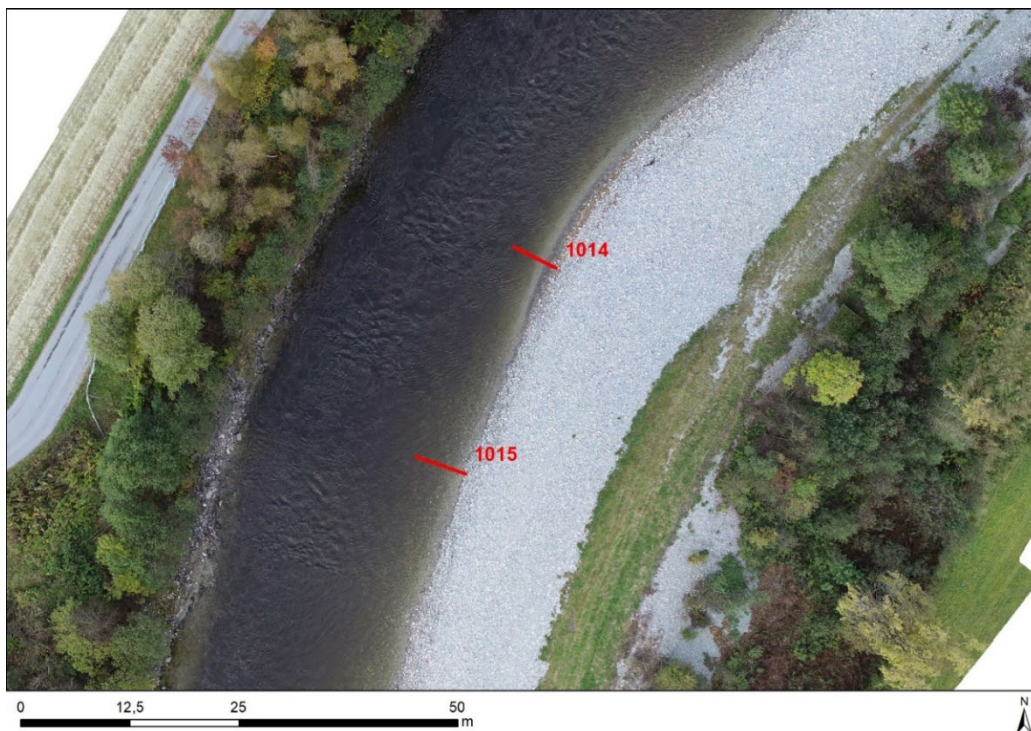
I Harangshølen som ligger ca. 870 m oppstrøms Trollheim kraftstasjon (TK), ble det registrert en tykkelse av tilført slam som har kommet fra Foldsjøen på ca. 2 cm. Dette strakk seg en meter ut fra elvekanten i transektet (1015) (**Figur 5**). Det var noe slam som vises som ett grått slør på bildet, men tykkelsen var ikke målbar med vår målestav. Det er viktige gyteområder på denne strekningen. Strekningen har et strykpreg med relativt høye vannhastigheter slik at finstoff over tid trolig vil bli vasket ut ved høy vannføring.



Figur 5. Transekt (rød linje) som viser det undersøkte området i Surna ca. 870 m oppstrøms Trollheim Kraftstasjon, mens figuren under viser slamtykkelse i transektet. Tilført slam fra Folda vises som ett grått slør på bildet. Foto: NORCE LFI (03.10.2022).

3.4 Olavshølen

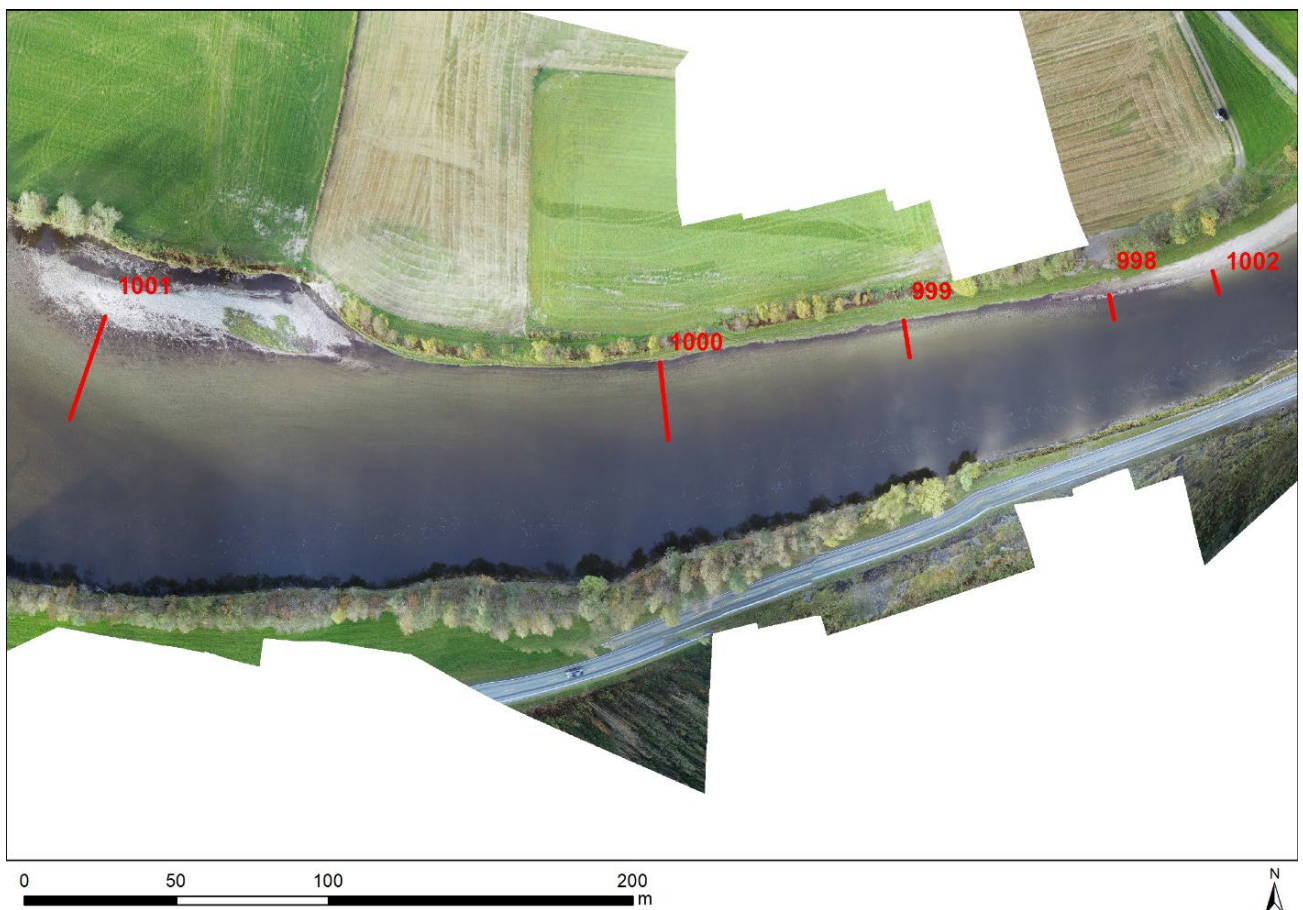
I Olavshølen, som ligger ca. 550 m oppstrøms Trollheim kraftstasjon (TK), ble det observert slam i store deler av hølen, men tilført slam var kun målbart med målestav i ett av to undersøkte transekt (Figur 6). I transekt 1014 ble det registrert avsatt slam som dekket elvebunnen 3 meter ut fra vannkanten. 1 meter ut fra vannkanten var tykkelsen på tilført slam målt til 10 cm, mens det 4 meter ut fra vannkanten ikke var målbart. I transekt 1015 var det ikke målbar tykkelse av tilført slam. Vannstrømmen i Olavshølen fører til at det avsettes mer slam på østre enn vestre bredd hvor vannhastigheten er høyere (Figur 6).



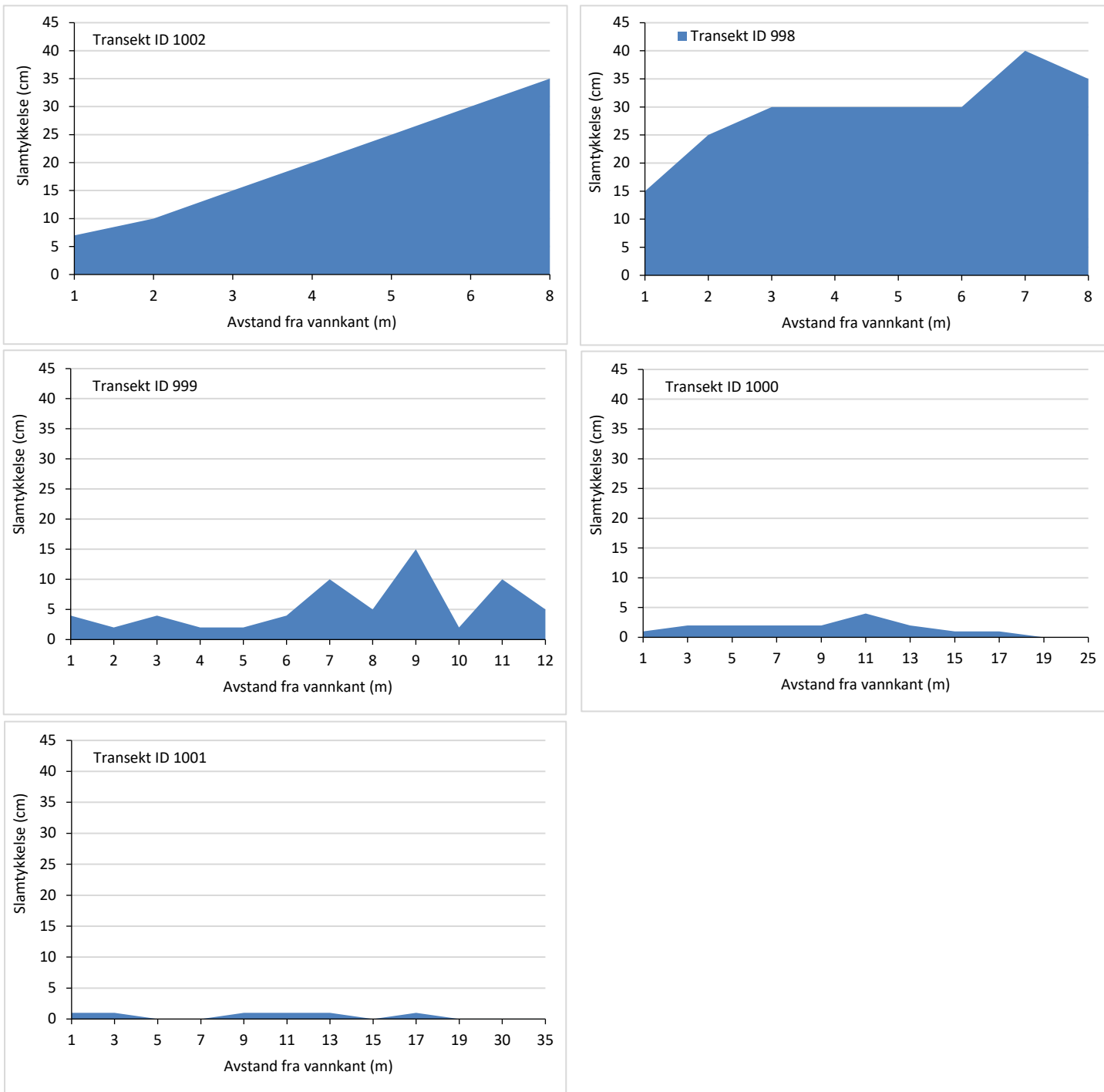
Figur 6. Transekter (røde linjer) viser de undersøkte områdene i Olavshølen som ligger ca. 550 m oppstrøms Trollheim kraftverk, mens figuren under viser slamtykkelse i transektet 1014. Tilført slam fra Foldsjøen vises på østre elvebredd. Foto: NORCE LFI (03.10.2022).

3.5 Solemshølen

Kraftvannet fra Trollheim kraftverk drenerer ut i Solemshølen. Det ble undersøkt 5 transekt med varierende lengder og målte slamtykkelser i denne hølen. I øvre del av Solemshølen ble det tykkeste slamlaget registrert, mens det på utløpet av hølen (transekt 1001) var det betydelig mindre avsatt slam som stammet fra Foldsjøen (**Figur 8**). For de tre øverste transektene var det tilført slam i hele transektenes lengde ut fra elvekanten før det ble for dypt for oppmåling. Slamtykkelsen varierte fra 40 cm til 2 cm med et snitt på 17 cm. Med økende vannhastigheter synes det som at avsetningene av tilført slam reduseres. Transekt 1001, lokalisert på utløpet av Solemshølen som er et viktig gyteområde i Surna, hadde i gjennomsnitt en slamtykkelse på 0,5 cm. Av de undersøkte områdene i Solemshølen, var vannhastigheten høyest i dette transektet. Gjennomsnittlig slamtykkelse for transekt 1000 var 1,5 cm. På undersøkelsestidspunktet synes det som at hele elvebunnen i Solemshølen var dekket til med tilført slam fra Foldsjøen. Dette vises delvis på dronefoto av hølen (**Figur 7**). Solemshølen er relativt sakteflytende og er derfor utsatt for avsetning av slam.



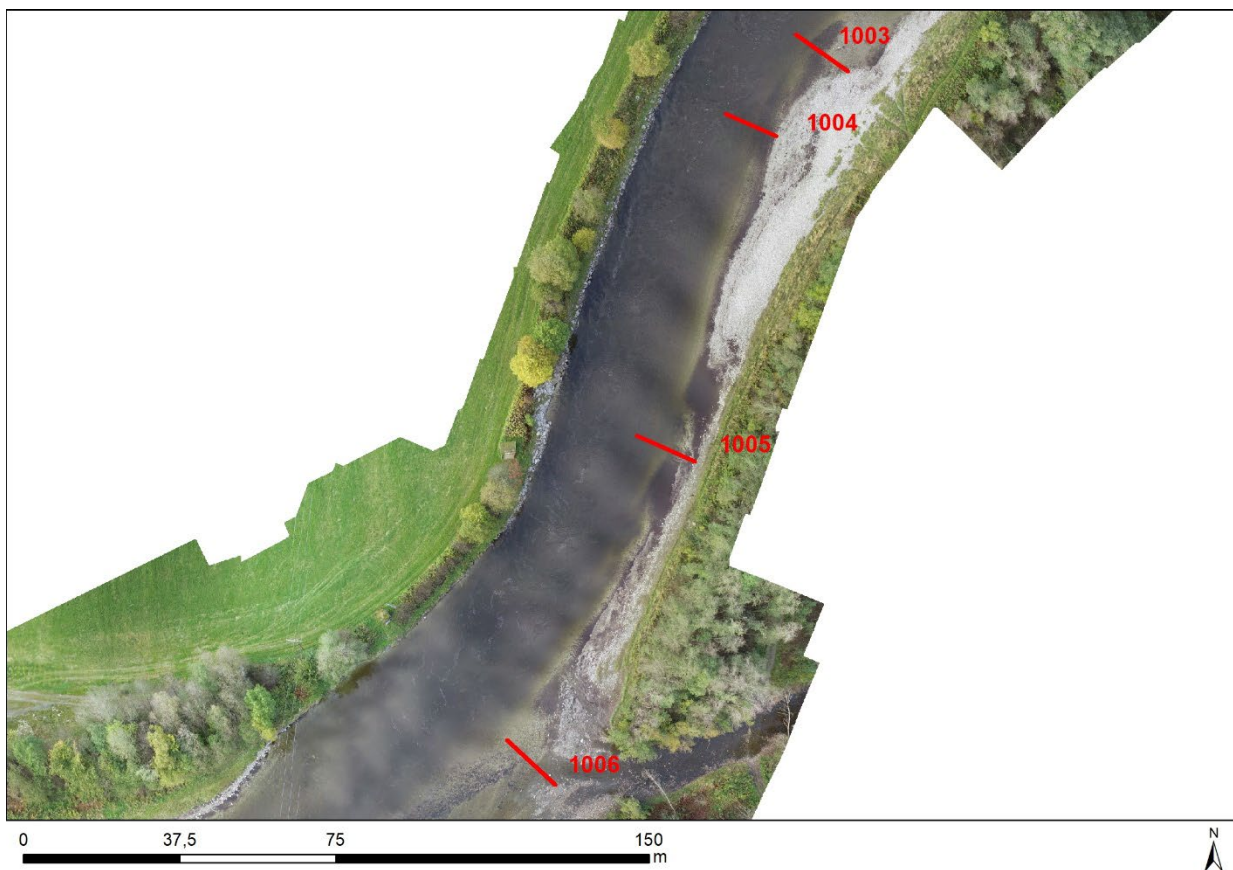
Figur 7. Transektene (røde linjer) viser de undersøkte områdene i Solemshølen som ligger ved utløpet av Trollheim kraftverk. Tilført slam fra Foldsjøen vises tydelig, men mest på nordlige elvebredd (innersvingen). Foto: NORCE LFI (02.10.2022).



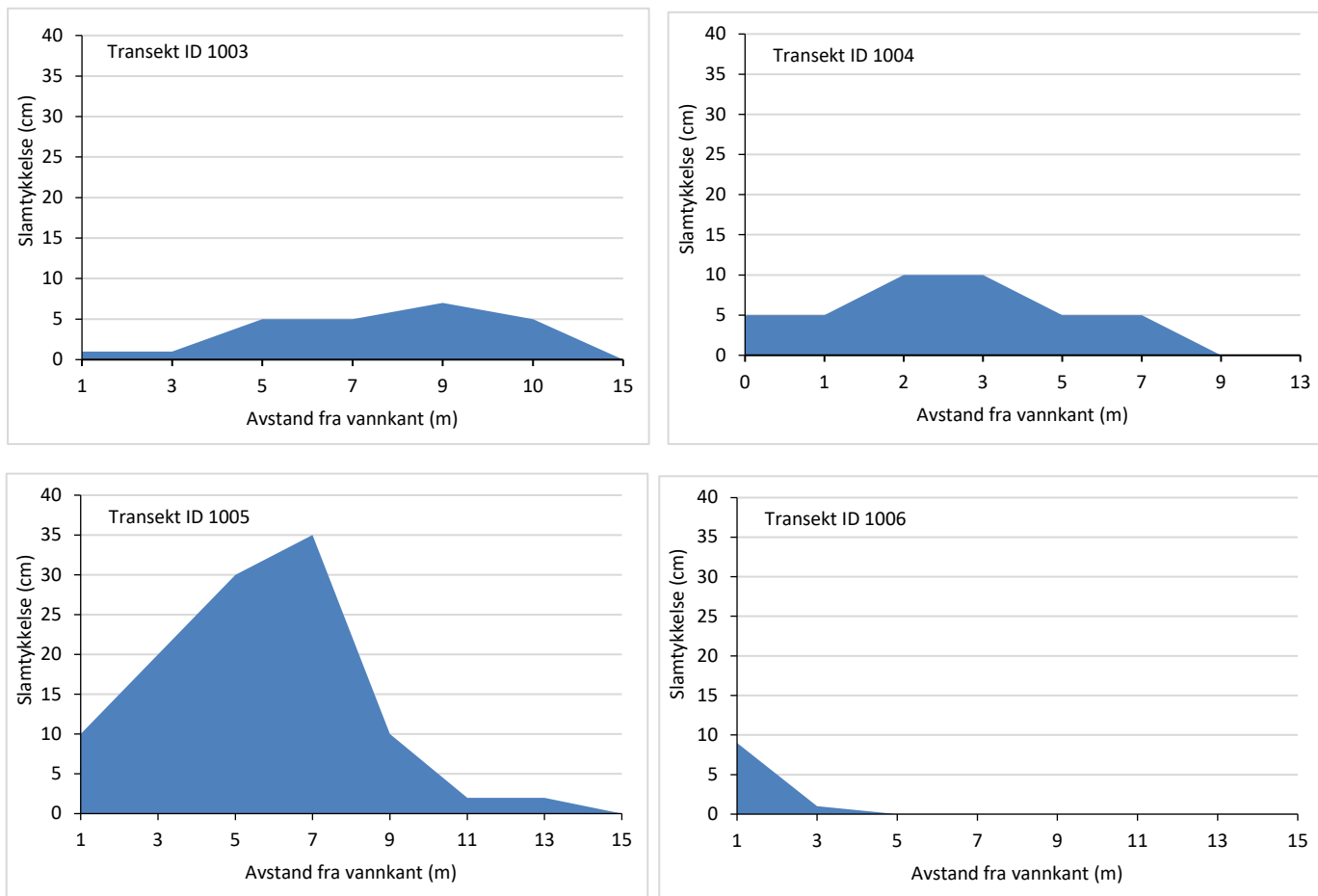
Figur 8. Slamtykkelse registrert i de ulike transektene i Solemshølen.

3.6 Advokaten

I Advokaten, som ligger ca. 1 000 m nedstrøms Trollheim kraftstasjon (TK), ble 4 transekt med varierende lengder og målte slamtykkelser undersøkt. I øvre del av Advokaten ble det tykkeste slamlaget registrert, mens det på utløpet av hølen (transekt 1006) var mindre slamavsetning (**Figur 10**). For de tre øverste transekt ble det registrert tilført slam ca. 9 til 13 m ut fra elvekanten. Slamtykkelsen varierte fra 50 cm til 1 cm med et snitt på 8 cm. Med økende vannhastigheter synes det som at avsetningene av tilført slam reduseres. Transekt 1006, som er på utløpet av Advokaten, hadde fått tilført slam som lå fra elvekanten og ut ca. 3 m og med en gjennomsnittlig slamtykkelse på 5 cm. Vannstrømmen i Advokaten fører til at det avsettes mer slam på østre enn vestre bredd (**Figur 9**).



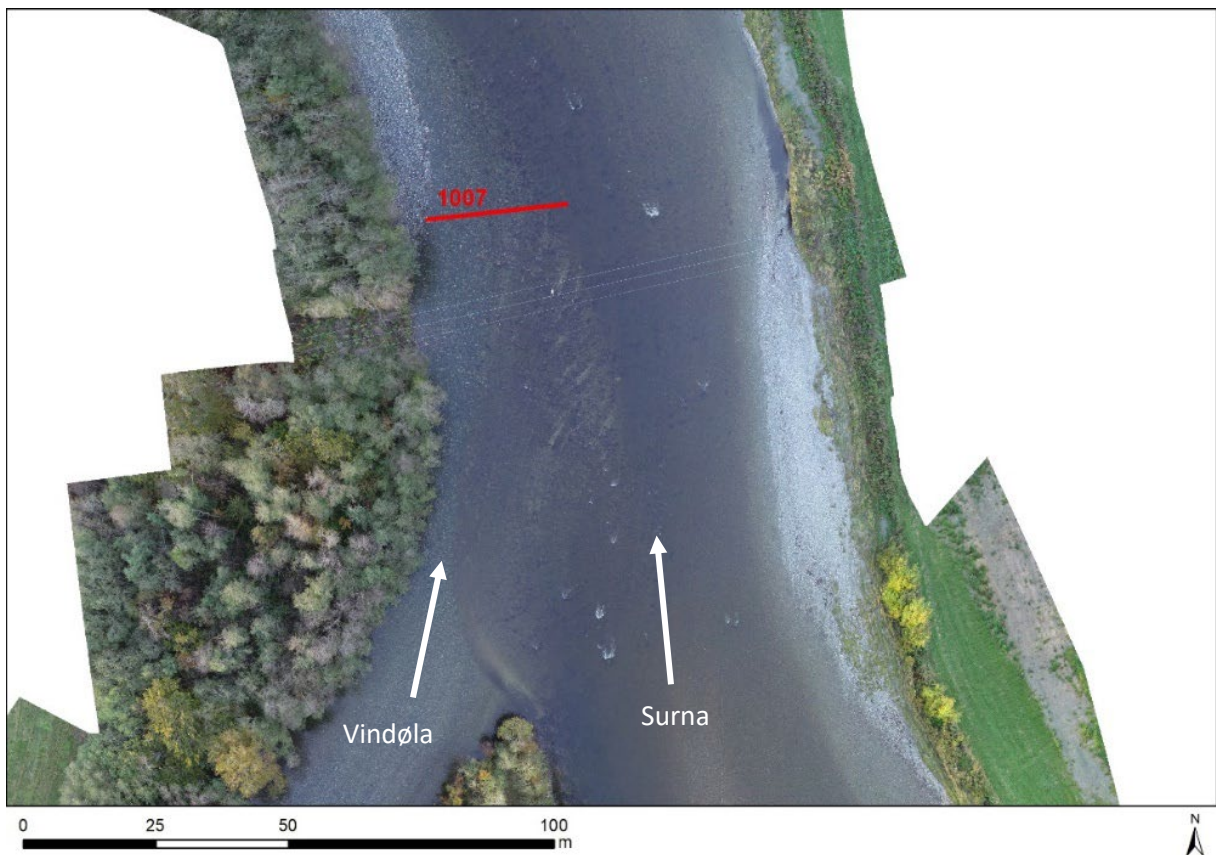
Figur 9. Transektene (røde linjer) viser de undersøkte områdene i Advokaten som ligger ca. 1 000 m nedstrøms utløpet av Trollheim kraftverk. Tilført slam fra Foldsjøen vises tydelig, men mest på østre elvebredd. Foto: NORCE LFI (02.10.2022).



Figur 10. Slamtykkelse registrert i de ulike transektene i Advokaten.

3.7 Utløp Vindøla

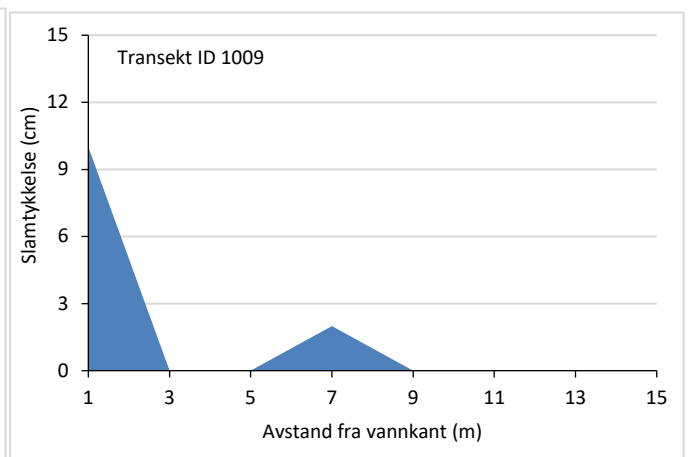
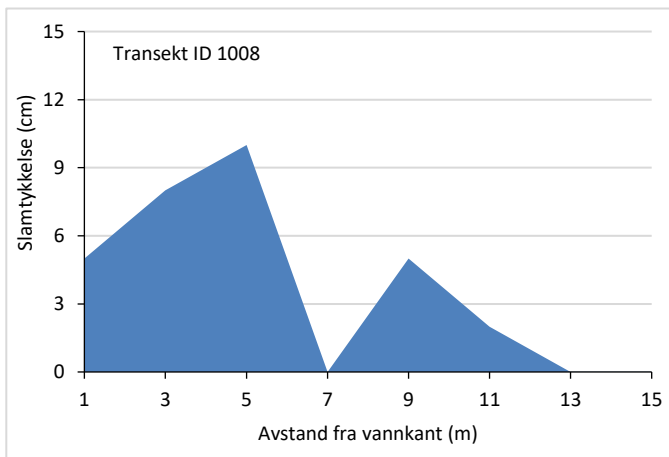
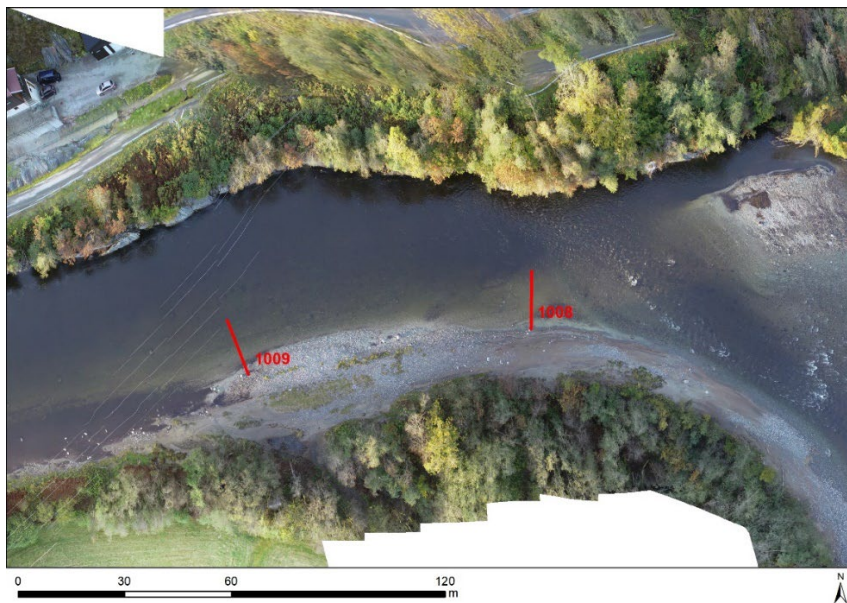
Ved utløpet til sideelven Vindøla, som ligger ca. 5 000 m nedstrøms Trollheim kraftstasjon (TK), ble ett transekt undersøkt (**Figur 11**). Ved bruk av målestav ble det ikke registrert målbart tilført slam i dette transektet som kunne komme fra Foldsjøen, bare naturlig substrat (**Figur 12**). Imidlertid ble det observert et tydelig grått slør med tilført slam som vist på bildet og noe mer i motsatt elvekant. Strekingen har et strykpreg med relativt høye vannhastigheter slik at finstoff over tid trolig vil bli vasket ut.



Figur 11. Transekt (røde linje) viser det undersøkt område i utløpet til Vindøla som ligger ca. 5 000 m nedstrøms utløpet av Trollheim kraftverk. Tilført slam fra Folda vises tydelig på bildet. Vannet fra Vindøla er klarere enn vannet i Surna og rett nedstrøms var elvebunnen «renere» enn i hovedelva. Foto: NORCE LFI (02.10.2022).

3.8 Holtahølen

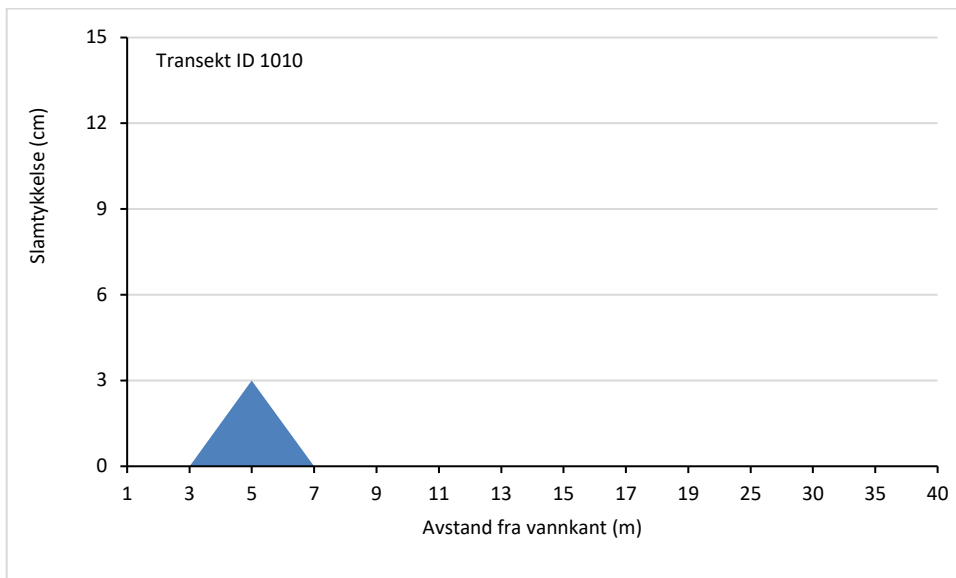
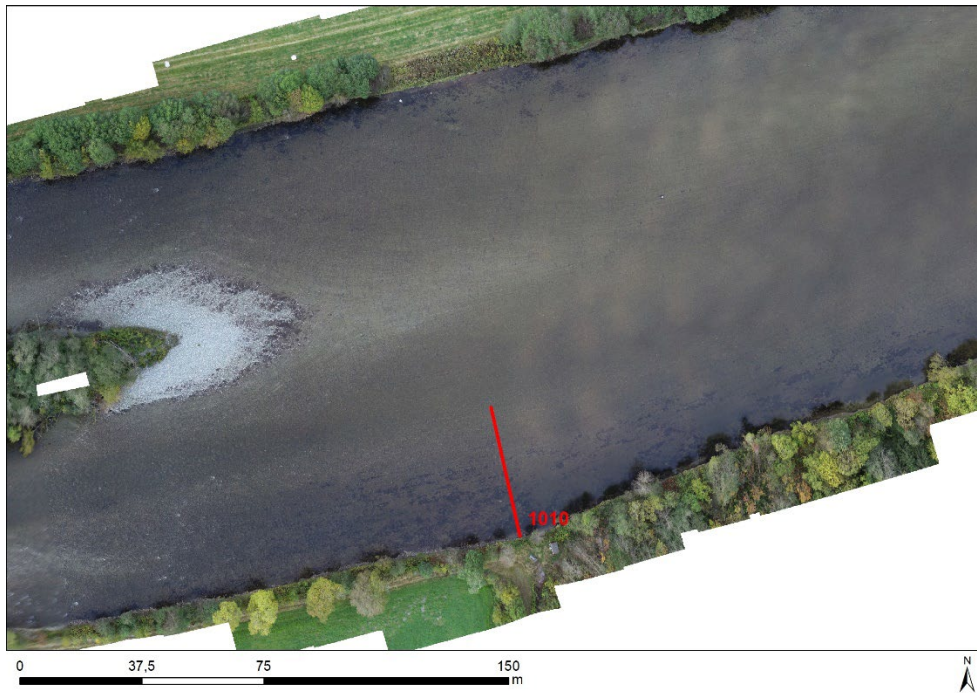
I Holtahølen, som ligger ca. 500 m nedstrøms utløpet av Vindøla, ble det registrert tilført slam i begge de undersøkte transektene (**Figur 12**). I det øverste transektet (1008), ble det registrert slam som strakk seg 11 meter ut fra vannkanten (**Figur 12**). 5 meter ut fra vannkanten var tykkelsen på tilført slam målt til 10 cm, mens tilsvarende slamtykkelse 11 meter ut fra vannkanten var 2 cm. Videre ut til 15 meter fra vannkanten var det ikke avsatt slam. I transekt 1009 var det avsatt et ca. 9 cm tykt lag med tilført slam 1 m ut fra elvekanten og det var i tillegg en stripe ute ved 7 m fra elvekanten med slamtykkelse på 2 cm. Vannstrømmen i Holtahølen fører til at det avsettes mer slam på den sørlige bredd enn på den nordlige hvor vannhastigheten er høyere (**Figur 12**).



Figur 12. Transektene (røde linjer) viser de undersøkte områdene i Holtahølen som ligger ca. 500 m nedstrøms utløpet av Vindøla mens figurene under viser slamtykkelse i de to transektene. Tilført slam fra Foldsjøen vises tydelig, men mest på sørlige elvebredd. Foto: NORCE LFI (02.10.2022).

3.9 Svean

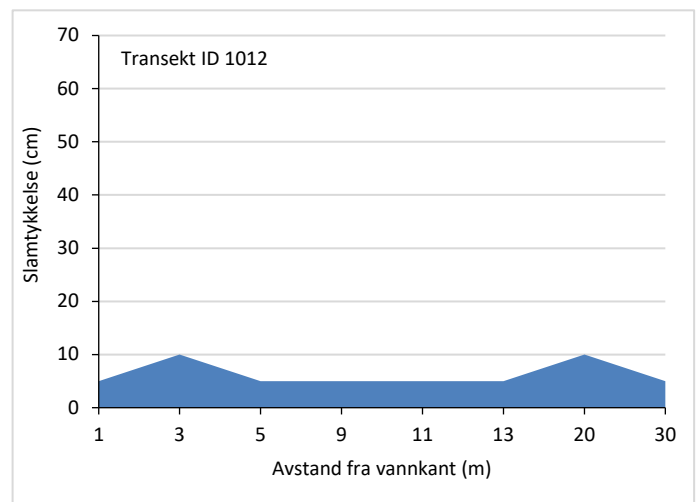
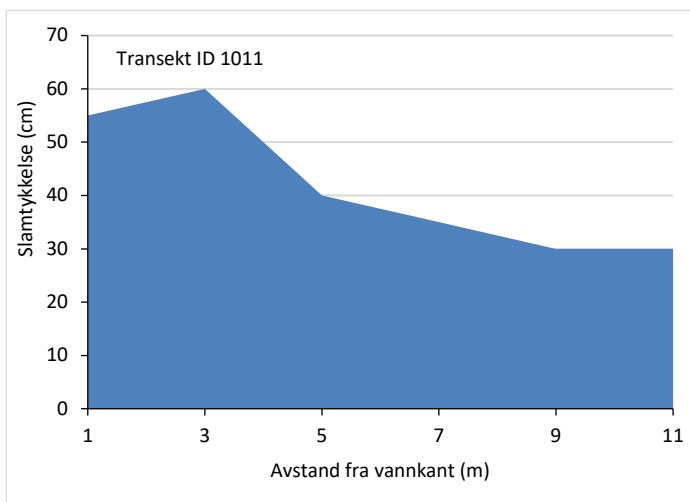
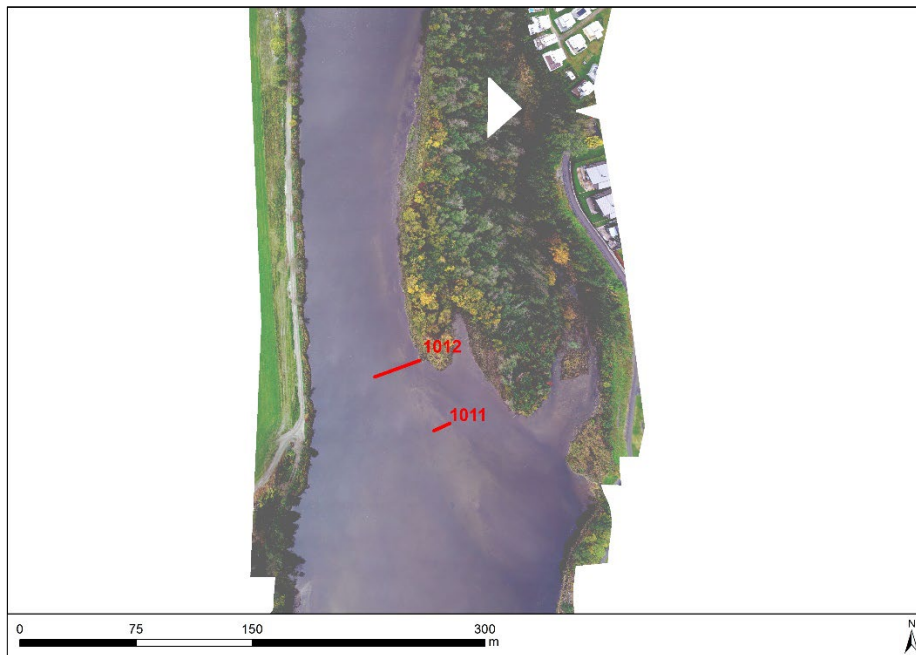
Ved Svean, som ligger ca. 1 400 m nedstrøms utløpet av Vindøla, ble det undersøkt ett transekt (**Figur 13**). Det ble registrert målbart tilført slam 5 meter fra vannkanten med en tykkelse på 3 cm (**Figur 13**). Strekingen har et strykpreg med relativt høye vannhastigheter slik at finstoff over tid trolig vil bli vasket ut. Området er et meget viktig gyteområde i Surna.



Figur 13. Transekt (røde linje) viser det undersøkt område ved Svean som ligger ca. 1 400 m nedstrøms utløpet av Vindøla mens figuren under viser slamtykkelse i transektet. Foto: NORCE LFI (02.10.2022).

3.10 Skei camping

Ved Skei camping ble det registrert store mengder med tilført slam (**Figur 14**). I det øverste transektet (1012), ble det registrert slam som dekket elvebunnen 30 meter ut fra vannkanten før det ble for dypt å ta målinger (**Figur 14**). Tykkelsen på tilført slam varierte fra 10 cm til 5 cm. I transekt 1011 varierte tykkelsen på tilført slam fra 30 cm til 60 cm. Lokaltiteten er påvirket av tidevann og strømforholdene vil variere mye med vannføringen i elva og styrken på tidevannet.



Figur 14. Transektene (røde linjer) viser de undersøkte områdene ved Skei camping mens figurene under viser slamtykkelse i de to transektene. Foto: NORCE LFI (02.10.2022).

4. Oppsummering og diskusjon

Det ble enten observert et grått slør av slam eller registrert i et lag som var tykt nok til å gi utslag ved bruk av målestav på alle undersøkte områder fra utløpet av Folda og ned til Skei camping, en strekning på ca. 30 km. Oppstrøms utløpet av Folda ble det ikke registrert slam i elvebunnen. I de mer skateflytende delene av elven var det avsatt til dels store mengder med slam som dekket hele elvebunnen med varierende tykkelse fra 7 cm til 60 cm. I den nedre delen av elva som er relativt sakteflytende, ble det ikke foretatt oppmålinger annet enn ved Skei camping. Imidlertid viser dronebildene av strekningen at det var mye slam på denne strekningen (**se vedlegg**). I de mer strømrrike partiene av elva, var det stort sett ikke mulig å måle slamtykkelsen. I disse områdene ble det imidlertid observert ett tynt grått lag (slør) på elvebunnen. Det ble ikke gjort undersøkelser av om det var slam nede i hulrommene i elvebunnen. Det må imidlertid forventes at noe av slammet også infiltrerer og avsettes nede i elvebunnen.

Flere studier av laksefisk har vist at det er en klar sammenheng mellom eggoverlevelse og sammensetning av gytegrus. Det er særlig de finere fraksjonene som sand og silt som kan påvirke eggoverlevelsen i negativ retning ved å redusere oksygentilførselen til eggene (Chapman 1988). Sand og silt kan også medføre dødelighet på plommesekkstadiet, ved at yngelen blir innesperret i gytegrusen fordi porene i gytegroppa tettes igjen. Det er påvist at eggoverlevelsen synker til under 20 % når vektprosenten av finpartikulært materiale mindre enn 0,85 mm overstiger mer enn 20 % av gytegrusen (Chapman 1988). Videre er det gjort forsøk med laksefisk som viser at den geometriske gjennomsnittlige partikkelstørrelse (G_m) og Fredle-indeksen er bestemmende for rognoverlevelsen. En G_m -verdi i intervallet fra 5 til 10 og Fredle-indeks mindre enn 5 medfører en betydelig redusert eggoverlevelse (Lotspeich og Everest 1981, Tappel og Bjorn 1983, Chapman 1988). Med dette som bakgrunn, så vil de tilførte massene med slam fra Foldsjøen kunne ha en svært negativ påvirkning på eggoverlevelsen om det legger seg over gyteområdene i inkubasjonsperioden (befruktning av eggene til swim-up av yngelen fra grusen). Videre vil silt eller fin sand kunne tette hulrommene for ungfisk og flere studier har fremhevet viktigheten av skjulområder for ungfisk slik at de bl.a. kan unngå predasjon. Dette har vist seg å være viktig for overlevelse og produksjon av ungfisk (Finstad et al. 2009). Ungfisk av laks og aure finner som regel skjul i hulrom mellom steiner, eller i vegetasjon og andre fysiske strukturer på elvebunnen. Tilgangen til skjulmuligheter i hulrom er sterkt knyttet til kornstørrelse og sammensetningen av bunnsstratet. Om det tilførte slammet ikke vaskes ut og blir liggende igjen i elvebunnen, så vil tilgangen til skjul for ungfisk være sterkt redusert. NORCE LFI anbefaler at det gjøres oppfølgende undersøkelser av eggoverlevelse, skjulforhold for ungfisk og undersøkelser av tettheter av ungfisk og bunndyr i Surna for å avklare effektene av slamtilførselen fra Foldsjøen. I tillegg bør det gjøres undersøkelser av slammet sin

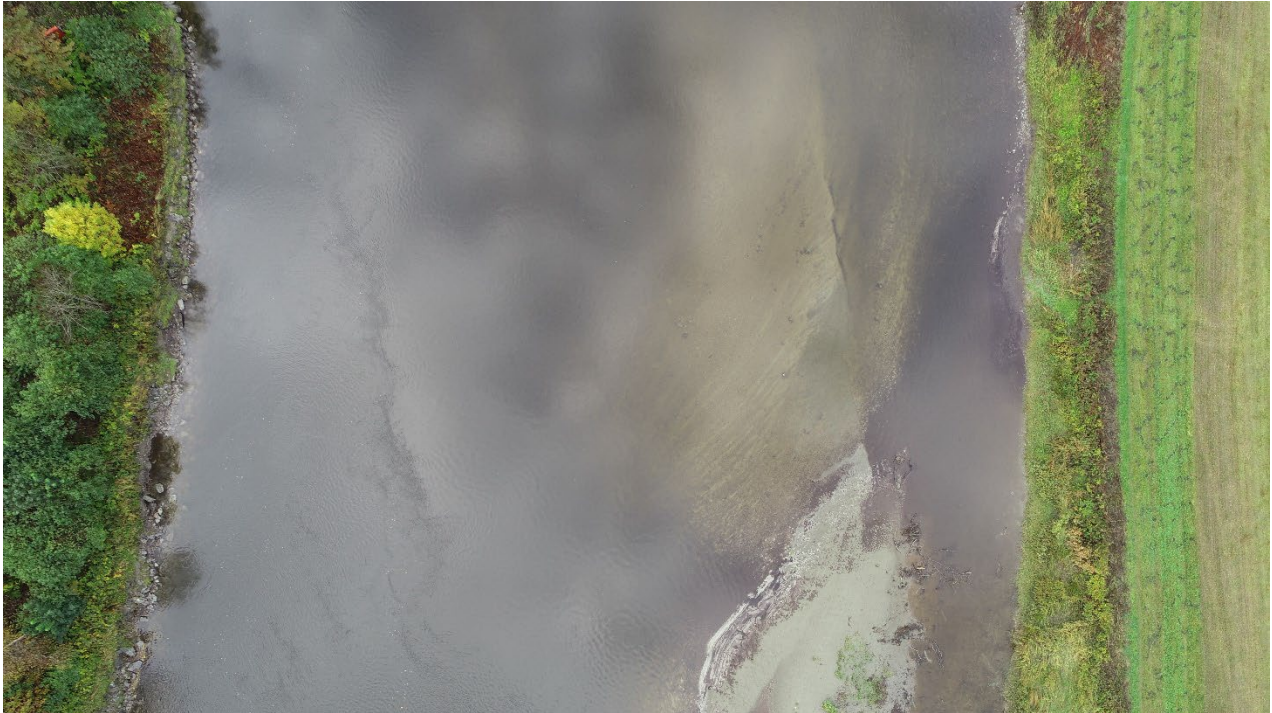
infiltrasjon nede i elvebunnen. Det kan forekomme anoksiske forhold under ett lag av slam med en viss tykkelse, men NORCE LFI gjorde ingen målinger av dette i denne undersøkelsen. I tillegg er det mulig at selve slamutslippet har gitt akutte effekter på fisk med mulige skader på f.eks. gjeller.



På de mer skateflytende strekningene var det avsatt et relativt tykt lag med grått slam. Bildene er fra Solemshølen. Foto: NORCE LFI (02.10.2022).



Dammen i Foldsjøen sikres bedre (øverst). I Foldsjøen har vannmassene gravd seg ned i bunnen av innsjøen og dannet en elv. Foto: NORCE LFI (04.10.2022).



Det ble ikke gjort oppmålinger av slam på strekningen fra Svean og ned til Skei camping (12 km). Imidlertid viser dronebildene at det var mye slam på strekningen siden denne er relativt sakteflytende her. Øverst: Bildet er fra et parti ved Honnstad og nederst et område fra Tellesbø. Foto: NORCE LFI (02.10.2022).

5. Vedlegg

Dette vedlegget er dronefotodokumentasjon (02.10.2022) av flere viktige høl i berørt område mellom Folda og fjorden etter slamhendelsen i Surna 22.-23.09.2022.



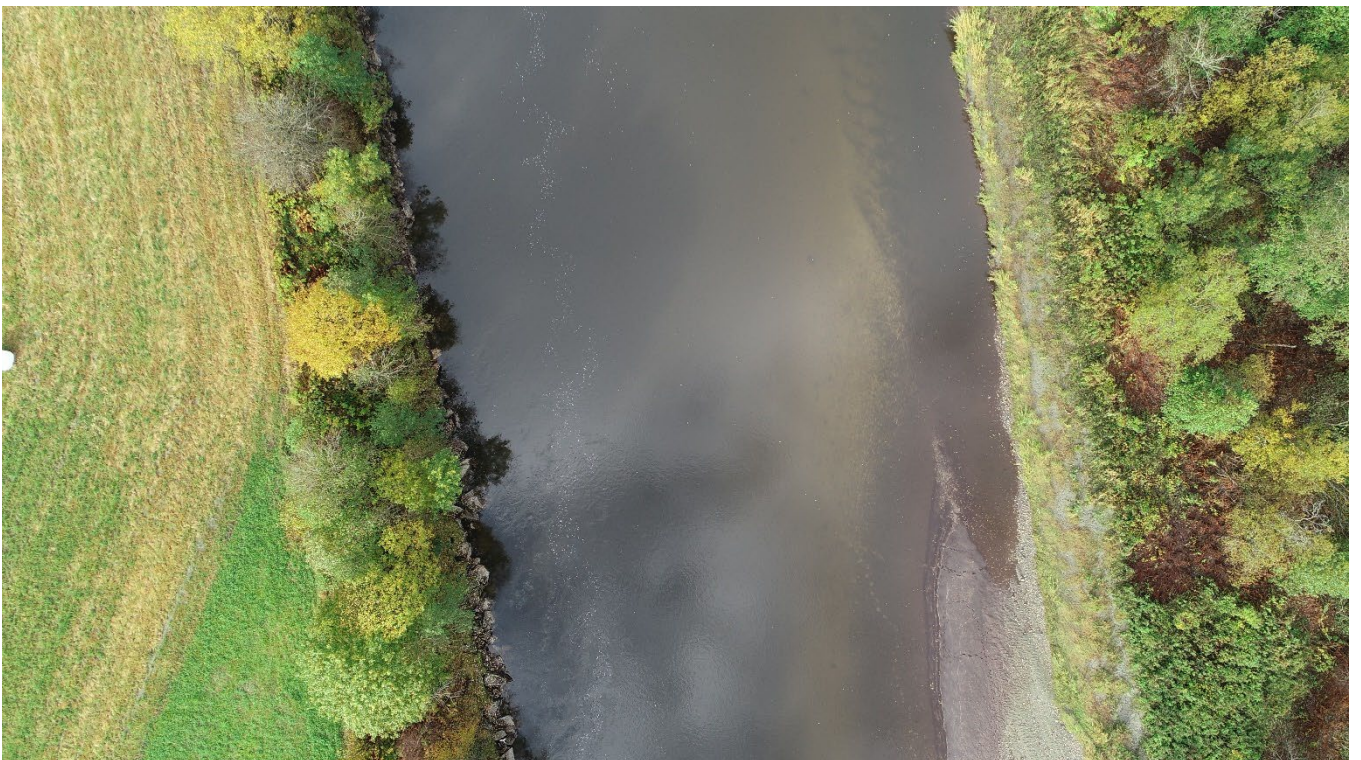
Sæterhølen (øverst) og Bjørhølen (nederst) ligger hhv. 1,7 og 3,0 km nedstrøms utløpet av Trollheim kraftstasjon. Sæterhølen er en relativt dyp høl som er ca. 300 m lang, mens Bjørhølen er veldig dyp og ca. 400 m lang. Dronefotoene viser store mengder med slam i hølene. Foto: NORCE LFI (02.10.2022).



Smedhølen (øverst) og Bruhølen v/Moen (nederst) ligger hhv. 4,0 km og 5,6 km nedstrøms utløpet av Trollheim kraftstasjon. Smedhølen er en relativ grunn høyl som er ca. 500 m lang, mens Bruhølen er en ca. 1 000 m lang og dyp høyl. Dronefotoene viser store mengder med slam i hølene. Foto: NORCE LFI (02.10.2022).



Holtahølen (øverst) og Øyavollhølen (nederst) ligger hhv. 4,0 km og 10,0 km nedstrøms utløpet av Trollheim kraftstasjon. Holtahølen er en ca. 1 000 m lang og dyp høll, mens Øyavollhølen er en dyp høll i en krapp sving og er ca. 300 m lang. Dronefotoene viser store mengder med slam i høllene. Foto: NORCE LFI (02.10.2022).



Mogstadhølen (øverst) og Øyahølen (nederst) ligger hhv. 11,0 km og 15,0 km nedstrøms utløpet av Trollheim kraftstasjon. Mogstadhølen er en ca. 800 m lang og dyp høi, mens Øyahølen er svært dyp og er ca. 300 m lang. Dronefotoene viser store mengder med slam i hølene. Foto: NORCE LFI (02.10.2022).



Tellesbøhølen (øverst) og Skeishølen (nederst) ligger hhv. 15,3 km og 17,8 km nedstrøms utløpet av Trollheim kraftstasjon. Tellesbøhølen er en ca. 8 00 m lang og dyp høl, mens Skeishølen er svært dyp og er ca. 600 m lang. Dronefotoene viser store mengder med slam i hølene. Foto: NORCE LFI (02.10.2022).

6. Litteraturliste

- Chapman, D. W. 1988. Critical review of variables used to define effects of fines in redds of large salmonids. *Trans. Am. Fish. Soc.* 117: 1-21.
- Finstad, A. G., S. Einum, O. Ugedal, and T. Forseth. 2009. Spatial distribution of limited resources and local density regulation in juvenile Atlantic salmon. *Journal of Animal Ecology* 78:226–35.
- Forseth, T. & Harby, A. (red.). 2013. Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag. – NINA Temahefte 52. 90 s.
<http://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/temahefte/052.pdf>
- Gabrielsen, S.E., Skår, B., Lehmann, G.B. & Stranzl, T. 2017. Kartlegging av gyte- og oppvekstområder for laks i Surna høsten 2016 LFI-rapport nr. 282.
- Lotspeich, F. B. and Everest, F. H. 1981. A new method for reporting and interpreting textural composition of spawning gravel. *USDA For. Serv. Res. Note PNW-369.*
- Pulg, U., Barlaup B.T., Skoglund H., Velle, G. Gabrielsen S-E., Stranzl S., Olsen E. E., Lehmann, G. Wiers, T. , Skår, B. Nordmann E. , Fjeldstad H-P., Kroglund, F. 2018: Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker. Uni Research Miljø LFI rapport 296. Uni Research Bergen. ISSN 1892-8889
- Tappel, P.D. and T.C. Bjorn. 1983. A new method of relating size of spawning gravel to salmonid embryo survival. *North American Journal of Fisheries Management.* 3: 123-135.
- Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A. & Skurdal, J. (2011). *Atlantic Salmon Ecology.* Wiley-Blackwell, 467 pp.