

Miljødesign i Teigdalselva

Vestland



Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)

I 2018 ble Uni Research en del av NORCE (Norwegian Research Center)

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

ISSN nr: ISSN-2535-6623

LFI-rapport nr: 378

Tittel: Miljødesign i Teigdalselva - Vestland

Dato: 18.05.2020

Forfattere: Sven-Erik Gabrielsen & Bjørnar Skår

Bilder: Fotografier er tatt av Norce LFI

Geografisk område: Vestland, Norge

Oppdragsgiver: BKK Produksjon AS

Kontaktperson hos oppdragsgiver: Sissel Hauge Mykletun

Antall sider: 42

Emneord: Leveområder for fisk, gyteområder, flaskehalser for fiskeproduksjon

Forord


I sterkt regulerte vassdrag er ofte fiskeproduksjonen redusert. Teigdalselva har vært kraftig regulert siden 1969 og er kategorisert som et sterkt modifisert vassdrag. Rapporten belyser en miljøbasert vannføring som i kombinasjon med habitattiltak kan ivareta og øke fiskeproduksjonen i Teigdalselva.

Prosjektet har vært finansiert av BKK Produksjon AS.

Bergen, juni 2020



Sven-Erik Gabrielsen
Prosjektleder



Bjørnar Skår
Prosjektmedarbeider

INNHold

SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	7
1.0 INNLEDNING	9
1.1 Bakgrunn og hensikt	9
1.2 Kort områdebeskrivelse og bakgrunnsinformasjon	9
1.3 Vannføring	10
1.4 Vannkjemiske forhold	11
1.5 Gytebestandens status	12
2.0 METODER	13
2.1 Undersøkelser av gytegrøper og kartfesting (GPS)	13
2.2 Skjulmålinger	13
2.3 Sammenhengen mellom vannføring og vanddekt areal	14
3.0 RESULTATER	16
3.1 Eggoverlevelse	16
3.2 Skjulmålinger	16
3.3 Miljøbasert vannføring	21
3.3.1 Effektivt produksjonsareal - ungfiskhabitat	21
3.3.2 Behov for vann til gyteområdene	23
3.3.3 Smoltutvandringen	30
3.3.4 Gytefiskvandring	34
3.3.5 Gytevannstand	34
3.3.6 Spyleflommer	36
3.4 Samlet forslag til miljøbasert vannføring i restfeltet	37
3.5 Trengs det vannslipp for å imøtekomme foreslått miljøbasert vannføring?	38
3.6 utfordringer	39
3.7 Utførte habitattiltak i Teigdalselva	40
4.0 LITTERATUR	41

Sammendrag og konklusjon

I Teigdalselva foreligger det ikke krav om minstevannføring. Svært lave vannføringer og dårlig habitatkvalitet er vurdert til å være en betydelig flaskehals for fiskeproduksjonen. Med dette som utgangspunkt var det ønskelig å finne en dynamisk vannføring som tar hensyn til fiskens ulike livsstadier. Den overordnede målsetningen i prosjektet har vært å komme frem til hvilke vannføringer som til enhver tid er mest gunstig for å bevare fiskeproduksjonen samtidig som hensynet til kraftproduksjonen blir ivaretatt.

For å kunne fastsette en vannføring som tar hensyn til både fiske- og kraftproduksjonen, ble det utført kartlegging og oppmåling av gytegroper og viktige gyteområder, og det ble gjennomført skjulmålinger. Ved hjelp av flyfoto, dronefoto og tidligere oppmålinger med differensiell GPS, ble det funnet en sammenheng mellom vanddekt areal og vannføring. Fremgangsmåten rettet seg etter metodene som er beskrevet i Håndbok for miljødesign i regulerte laksevasdrag.

Basert på resultatene av sammenhengen mellom vanddekt areal og vannføring, vil en vannføring på 400 l/s ved Kråkefossen trolig dekke mesteparten av elvebunnen i Teigdalselva som har høyest habitatkvalitet for ungfisk (skjul) og gyteområder. En analyse av vannføringen logget ved Kråkefossen i perioden 2014 - 2019, viser at det var behov for å slippe vann 12,3 % av tiden for å sørge for minst 400 l/s ved Kråkefossen i Teigdalselva. Dette betyr at vannføringen ved Kråkefossen basert på naturlig tilsig er 400 l/s eller høyere i 87,7 % av tiden i denne 6-års perioden. Analysen viser store mellomårsvariasjoner mellom «tørre» og «våte» år. F.eks. viser analysen et behov for slipp i 4 dager i 2017 og 101 dager i 2018. I hovedtrekk viser analysen at behovet for vannslipp er størst i vintermånedene november - mars, mens det ikke var behov for vannslipp i det hele tatt i mai og juni.

En viktig del av å innføre en miljøbasert vannføring er at det etableres styringssystemer for automatisk å kunne regulere slipp av vann etter tilsiget i Teigdalselva. I tillegg til målestasjonen til NVE ved Mestad, etablerte BKK sin egen målestasjon ved Kråkefossen i 2013. Denne ligger 7 km oppstrøms loggeren på Mestad, og er lokalisert rett nedstrøms vandringshinderet. En sammenligning mellom disse to loggerstasjonene kan være med på å belyse usikkerheten i loggerdataene. Vannføringen øker generelt relativt sett ganske mye fra Kråkefossen og ned til Mestad. Tilløpsbekker nedstrøms Kråkefossen kan bidra med mye vann i visse perioder og er viktig for produksjonsforholdene. Samtidig viser noen av målingene en reduksjon i vannføringen fra Kråkefossen og ned til Mestad. Dette oppstår trolig grunnet vedvarende kaldt og/eller tørt vær, slik at vannet fryser til på vei ned til Mestad samtidig som tilløpsbekkene tørker inn. Men det kan også oppstå ved vedvarende tørt og varmt vær, der deler av vannet forsvinner ned i elvebunnen og/eller fordamper på vei ned. En tredje mulighet er at vannføringen er høy ved starten av en flom i øvre del av vassdraget og logges først av Kråkefossen, men senere av loggeren på Mestad grunnet tidsforsinkelsen ned dit og demping i Mestadvatnet, og dermed blir det logget negative verdier. Slike sammenhenger skaper, sammen med unøyaktig logging av vannføring, stor usikkerhet i hvilke vannføringer som egentlig oppnås. Denne usikkerheten er med i totalvurderingen av behovet for den foreslåtte minstevannføringen ved Kråkefossen. Det er derfor viktig at vannføringssituasjonen ved Kråkefoss og Mestad følges nøye opp for å unngå situasjoner der vannføringen ved Kråkefoss er 400 l/s, men lavere nede ved Mestad. I slike situasjoner kan det være aktuelt å sørge for mer vann ved Kråkefossen for å opprettholde 400 l/s i en større del av vassdraget. Derfor synes det viktig å ha kontroll på sanntidsvannføringen både ved Kråkefossen, men også ved Mestad. Dette blir da et

behovsslipp som er styrt av naturlig tilsig ned til Kråkefossen og tilløpsbekkene ned til Mestad i kombinasjon med registrert vannføring på begge loggerne. Dette vil i teorien ta hensyn til vannbehovet til enhver tid i forhold til fiskens livssyklus.

En gjennomgang av vannføringene siden 2009 viser at det ikke hadde vært behov for lokkeflommer for å sørge for at smoltene kommer seg ut av elva til riktig tidspunkt. Vedvarende lav vannføring over en relativt lang periode kan generelt være årsak til at smoltenes utvandringstidspunkt forsinkes. Analysen av variasjon i vannføringen i den perioden de fleste smoltene trolig vandrer ut Teigdalselva, dvs. tidsrommet 10. mai til 10. juni, tilsier at smolten i de fleste år vil få den vannmengden de trenger for å komme seg ut av elva uten at det slippes lokkeflommer. Dette bør allikevel følges opp hver vår for å sikre smoltutgangen.

Tilsvarende vurderinger er også gjort for oppvandring av gytefisk i Teigdalselva. Vurdering av endringer i vannføringer i oppvandringsperioden tyder på at det ikke er behov for lokkeflommer for at gytefisken skal komme seg opp i elva. Imidlertid viser vannføringsdataene i oppvandringsperioden i 2014 en vedvarende lang periode uten store endringer i vannføringen. Dette er en situasjon hvor det hadde vært et behov for en eller flere lokkeflommer for å lette oppvandringen av gytefisk.

I vårt forslag til miljøbasert vannføring vil trolig vannføring på minst 400 l/s ved Kråkefossen sikre fiskeproduksjonen. Årsaken til at vannføring på 400 l/s bør måles ved Kråkefoss og ikke ved Mestad, er betydelig usikkerhet i spesielle perioder der vannføringen reduseres fra Kråkefoss på vei ned til Mestad. I tillegg vil vannføringer lavere enn 400 l/s ved Kråkefoss redusere effekten av habitattiltakene rett nedstrøms Kråkefoss betydelig. Vannføringer lavere enn dette forventes å begrense fiskeproduksjonen betydelig, mens en sikring av 400 l/s ved Kråkefossen forventes å øke fiskeproduksjonen i forhold til i dag. Dette fordi svært lave vannføringer, som er en identifisert flaskehals, elimineres. Vannføring på minst 400 l/s vil i tillegg sørge for at de største og de viktigste delene av gyteområdene blir vanddekt gjennom inkubasjonsperioden (15.10-31.05). Vi har satt opp lokkeflommer for smolt og gytefisk inn i vårt forslag til miljøbasert vannføring, selv om analysen av de historiske vannføringene tilsier at det bare unntaksvis er behov for slike lokkeflommer. Det er viktig at vannføringen varierer slik den gjør i dag for å sikre gode hydromorfologiske forhold i elva og at vannføringen ved Kråkefoss aldri blir lavere enn 400 l/s.

De lokalt tilpassa habitattiltakene i Teigdalselva utført i 2018 vil trolig føre til en betydelig økt fiskeproduksjon. Årsaken til dette er at tiltakene har ført til økt gyteaktivitet og at leveområdene for ungfisk nå er av bedre kvalitet og utgjør en langt større andel av elvearealet enn tidligere. Erfaringene ved forrige evaluering av tettheter av ungfisk på tilsvarende habitattiltak i Teigdalselva, indikerer at det er 23 ganger så høy tetthet av eldre ungfisk på områder i elva med utførte tiltak sammenliknet med referanseområdene (upåvirket). Men samtidig forutsetter disse habitattiltakene en viss mengde vann (minst 400 l/s ved Kråkefossen) for at de skal være mest mulig effektive.

1.0 Innledning

1.1 Bakgrunn og hensikt

I forbindelse med LIV II prosjektet, ønsket BKK Produksjon å utføre en utredning av fiskebiologiske forhold i Teigdalselva etter konseptet med miljødesign (Forseth & Harby 2013). Det foreligger ikke krav om minstevannføring i elva, og tilfeller med svært lave vannføringer er vurdert å være en betydelig flaskehals for fiskeproduksjonen (Gabrielsen et al. 2011). Med dette som utgangspunkt var det ønskelig å finne en dynamisk vannføring som tar hensyn til fiskens ulike livsstadier.

Hensikten med prosjektet er:

1. Redegjøre for fiskens vannbehov i de ulike livsfaser/perioder av året.
2. Ny oppmåling av de viktigste gyteområdene og kartlegging av habitatkvalitet.
3. Komme med forslag til miljøbasert vannføring.

Den overordnede målsetningen i prosjektet har vært å komme frem til hvilke vannføringer som til enhver tid er mest gunstig for å bevare fiskeproduksjonen samtidig som hensynet til kraftproduksjonen blir ivarettatt.

1.2 Kort områdebeskrivelse og bakgrunnsinformasjon

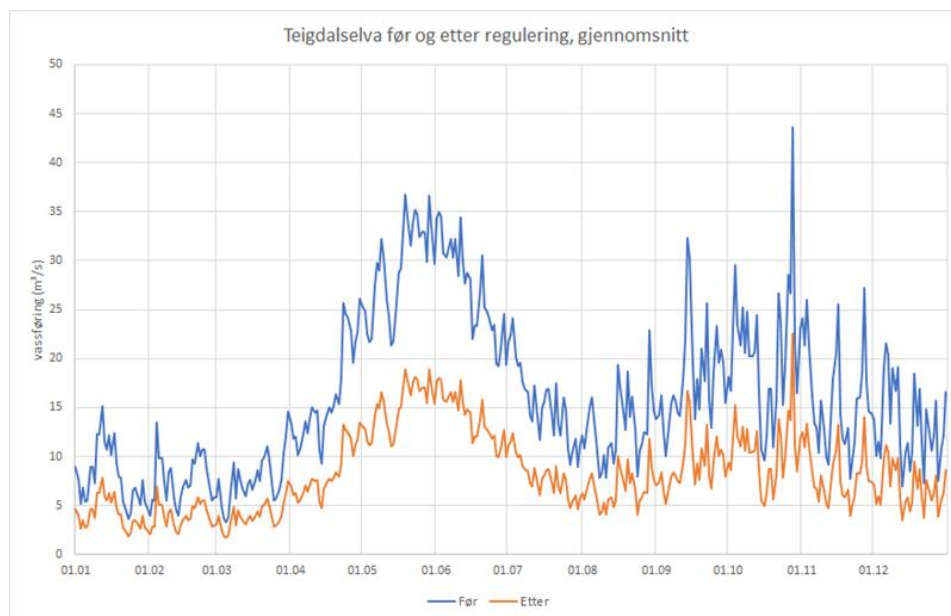
Teigdalselva renner ut i Evangervatnet og er ei sideelv i Vossovassdraget (NVE vassdragsnummer 062.Z). Anadrom lengde er 10 km. Den første fasen av reguleringen i nedbørfeltet, som opprinnelig var på 146,4 km², skjedde i 1969 og i dag er 62,1 km² overført til Evanger kraftverk. Det anadrome elvearealet er på ca. 183 000 m² ved en vannføring på 1 m³/s ved Mestad. Mestadvatnet er den eneste innsjøen i anadrom strekning. Lav vannhastighet dominerer og 75 % av vannhastigheten er lavere enn 25 cm/s ved en vannføring på 1 m³/s. Elva er relativt grunn og ved 1 m³/s målt ved Mestad er 72 % av elvearealet grunnere enn 50 cm. Vanddyp over 100 cm utgjør ca. 7 % av totalarealet. Elvebunnen er dominert av grus (50 %) og stein (29 %), men det finnes også en god del blokk i elvebunnen (13 %). Habitattiltak gjennomført i 2014 og spesielt i 2018, har økt innslaget av stein og blokk i områder med mye grus (Gabrielsen & Skår 2019). Andelen grus, som bl.a. kan inneholde egnet gytegrus, er nesten 50 % av totalsubstratet. Grusen ligger i de flatere delene av elva, mens blokkene normalt finnes i de brattere delene av elva. Teigdalselva har relativt mange tørrfallsområder når vannføringen er 1 m³/s ved Mestad. Disse tørrfallsområdene utgjør totalt et areal på om lag 22 000 m², tilsvarende nesten 11 % av det totale arealet. Siden reguleringen i Teigdalselva ikke fører til hyppige og raske vannstandsendringer, vil fisk mest sannsynlig ikke strande på disse tørrfallsområdene. Derimot kan gyteområder være utsatt for tørrlegging ved lave vannføringer. Potensielle gyteområder i Teigdalselva utgjør 18 % av det totale vanddekte elvearealet. Dette tilsvarer 33 314 m² potensielt gyteareal. Det ligger flere gyteområder jevnt fordelt fra vandringshinderet ved Kråkefossen og ned til Evanger pølsefabrikk, mens strekningen fra Evangervatnet og opp til pølsefabrikken mangler egne gyteområder. Teigdalselva ble kalket med skjellsand i perioden 1994-2003.



Det er etablert flere terskler i Teigdalselva for å øke det vanddekte elvearealet ved lave vannføringer. Bildet viser terskelbassenget ved pølsefabrikken.

1.3 Vannføring

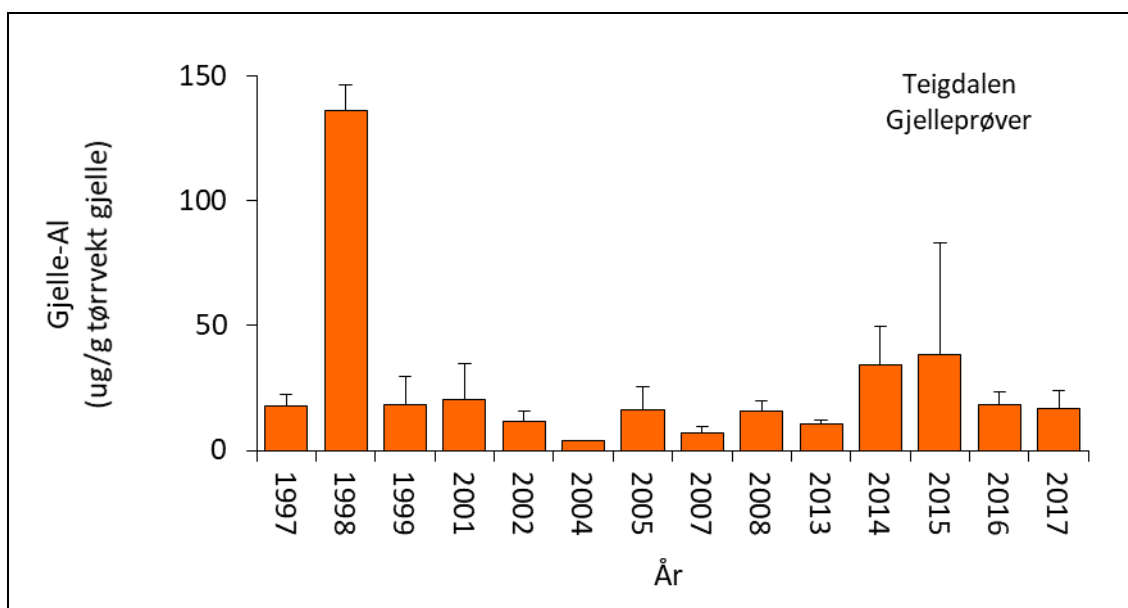
Vannføringen har endret seg betydelig etter reguleringen av Teigdalselva, og gjennomsnittlig vannføring er redusert med ca. 50 % av det vannføringen var før reguleringen ved utløpet til Evangervatnet (**Figur 1**). Det er ikke innført minstevannføring i Teigdalselva og vannføringen kan bli svært lav. Lav vannføring er mest vanlig i vinterhalvåret og er vurdert til å være en flaskehals for fiskeproduksjonen fordi det fører til mindre vanddekt areal og dermed også mindre areal tilgjengelig for ungfiskproduksjon. I tillegg kan gyteområder tørrlegges og eggene i gytegrusen tørke ut og dø ved slike lave vannføringer.



Figur 1. Beregnet vannføring før og etter regulering av Teigdalselva ved utløpet i Evangervatnet (data og figur av BKK).

1.4 Vannkjemiske forhold

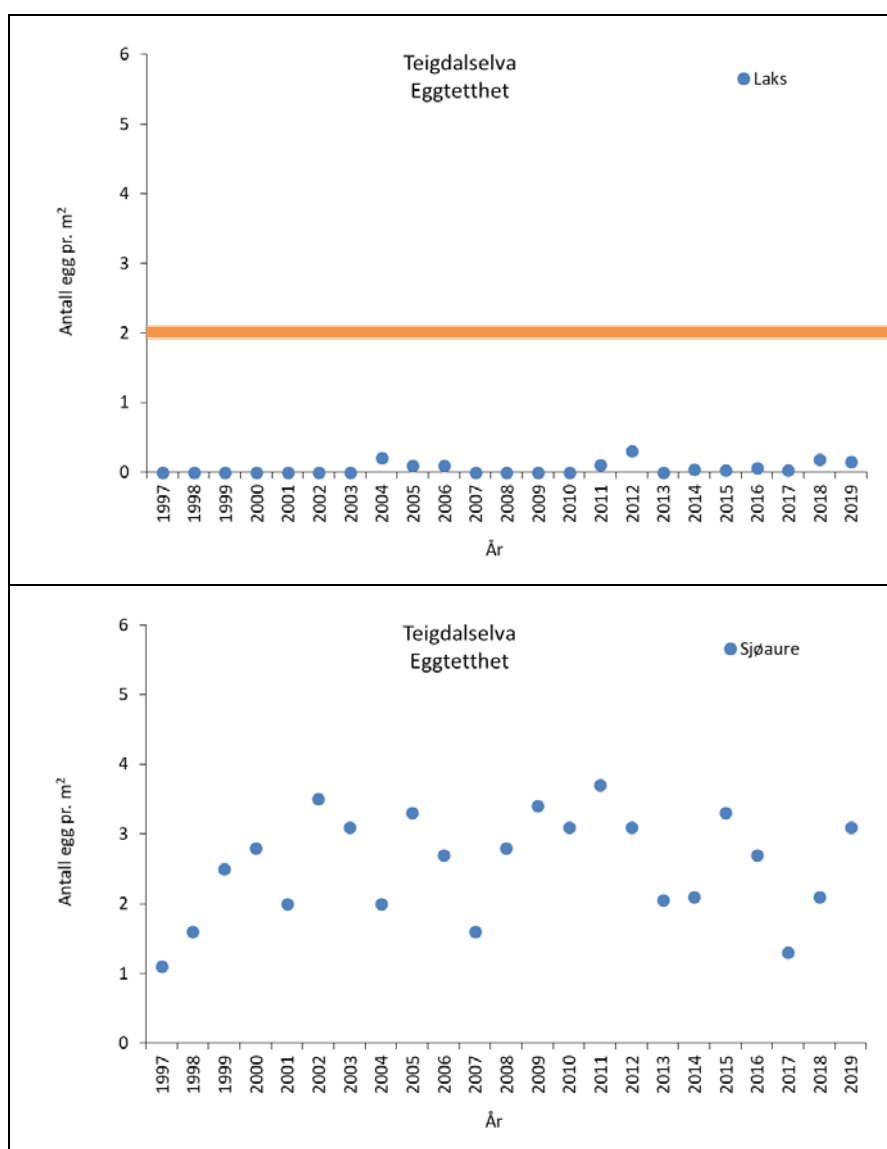
Teigdalselva er et vassdrag som er med i den nasjonale overvåkingen av kalka vassdrag i Norge. Bakgrunnen for skjellsandkalkingen som pågikk i perioden 1994-2003, var at vannkvaliteten var kritisk for reproduksjon av laks og at en ville sikre livsmiljøet for andre forsuringfølsomme vannorganismer (DN-Notat 5-2010). Etter kalkingen har vannkvaliteten i Teigdalselva stort sett vært tilfredsstillende og basert på undersøkelser utført t.o.m. 2014, er det konkludert med at forsuringssituasjonen er under kontroll og at det ikke har vært behov for kalking av dette sidevassdraget etter 2003 (MD 412-2015). Teigdalselva ble tatt ut av den nasjonale tilstandsovervåkingen av kalka vassdrag i 2014. Resultater fra undersøkelser av gjelleprøver tatt av laks i perioden 1997-2017, har vist at vassdraget kan bli utsatt for episoder med uheldige vannkjemiske forhold for fisk (fra 4 til 136 $\mu\text{g/g}$ tørrvekt gjelle) (**Figur 2**). Stort sett er konsentrasjonene lave. Den forhøyede verdien i 1998 skyldtes trolig en sjøsaltepisode, mens den registrerte sjøsaltepisoden som rammet hele Vest- og Sør-Norge i 2005 (Kroglund et al. 2007), ikke førte til forhøyede konsentrasjoner av giftig aluminium. Kroglund et al. (2007) viser at det vil forekomme akutt dødelighet hos ungfisk ved en ferskvannseksposering som varer i mange dager, og ved en mengde giftig aluminium som overstiger 300 $\mu\text{g Al/g}$ tørrvekt gjelle. Disse grenseverdiene er imidlertid langt lavere for smolt som forlater vassdraget om våren. En grenseverdi under 30 $\mu\text{g Al/g}$ vil gi en forventet god smoltkvalitet, mens verdier over dette vil gi en forringet smoltkvalitet og lavere overlevelse (Kroglund et al. 2007). De vannkjemiske forholdene i Teigdalselva har trolig ingen negativ påvirkning på rekruttering og vekst for verken aure eller laks i vassdraget.



Figur 2. Giftig aluminium på fiskegjeller av laks fanget i Teigdalen i perioden 1997–2017. Det er ikke tatt gjelleprøver etter 2017.

1.5 Gytebestandens status

NORCE LFI har gjennomført gytefisktelling av laks og sjøaure i hele elva siden 1997. Tellingene er utført med metode og metodikk som tilfredsstillende NS 9456 - Visuell telling av laks, sjørørret og sjørøye. Det er ikke utarbeidet et spesifikt gytebestandsmål for laks i Teigdalselva, men for Vossovassdraget i sin helhet. Gytebestandsmålet er satt til 2 egg pr. m², tilsvarende ca. 2 tonn hunfisk. En samlet vurdering av oppnåelse av gytebestandsmålet og høstbart overskudd er vurdert til å være svært dårlig for hele Vossovassdraget (Anon 2015c). Bakgrunnen er at 80-90 % av all gytefisk trolig stammer fra smoltutsetninger. En oversikt over de beregnede egg tetthetene fra gytefisktellingene siden 1997 i Teigdalselva, er vist i **Figur 3**. Det har kun blitt registrerte et fåtall laks på gytefisktellingene og høyeste registrerte egg tetthet ble funnet i 2012 med 0,3 egg pr. m². Det er ikke definert gytebestandsmål for sjøaure i norske vassdrag, men våre skjønnsmessige vurderinger av gytebestanden av sjøaure i Teigdalselva, er at den er moderat (Barlaup et al. 2015)(**Figur 3**).



Figur 3. Beregnet egg tetthet pr. m² for laks basert på gytefisktellingene i Teigdalselva siden 1997 (øverst) og for sjøaure (nederst). Gytebestandsmålet for laks er vist som oransje strek. Det foreligger ikke gytebestandsmål for sjøaure.

2.0 Metoder

2.1 Undersøkelser av gytegroper og kartfesting (GPS).

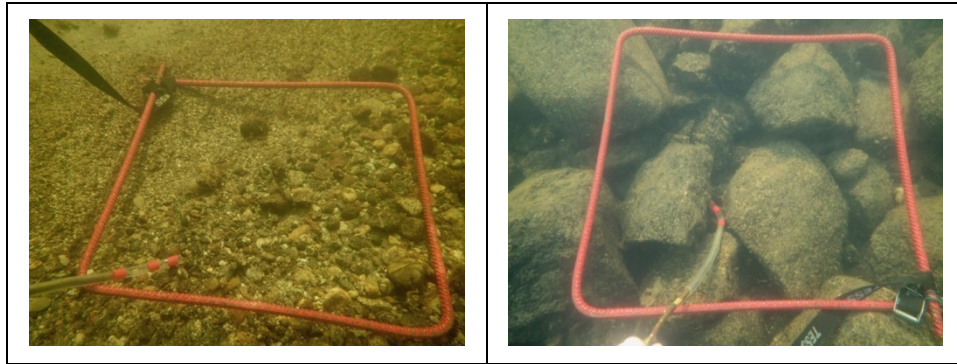
Gytegroper ble funnet ved å grave forsiktig i grusen med en spesiallaget spiss spade (**Bilde 1**). Når en gytegrøp (eggglomme) ble lokalisert, ble vanddypet over gytegrøpen og gravedypet ned til eggene registrert, samt at et utvalg rognkorn ble tatt opp med hov. Overlevelsen ble estimert ved å telle antall levende og døde egg og/eller plommeseckyngel. Det er viktig å bemerke at overlevelsen frem til ungfiskstadiet kan bli noe overestimert her da det kan inntreffe dødelighet både i perioden fra undersøkelsestidspunktet og frem til klekking og videre frem til yngelen forlater gytegrøpene. Med utgangspunkt i de registrerte gytegrøpene på et gyteområde og en skjønsmessig vurdering av utstrekningen til hele gyteområdet, ble området i sin helhet kartfestet med differensiell GPS.



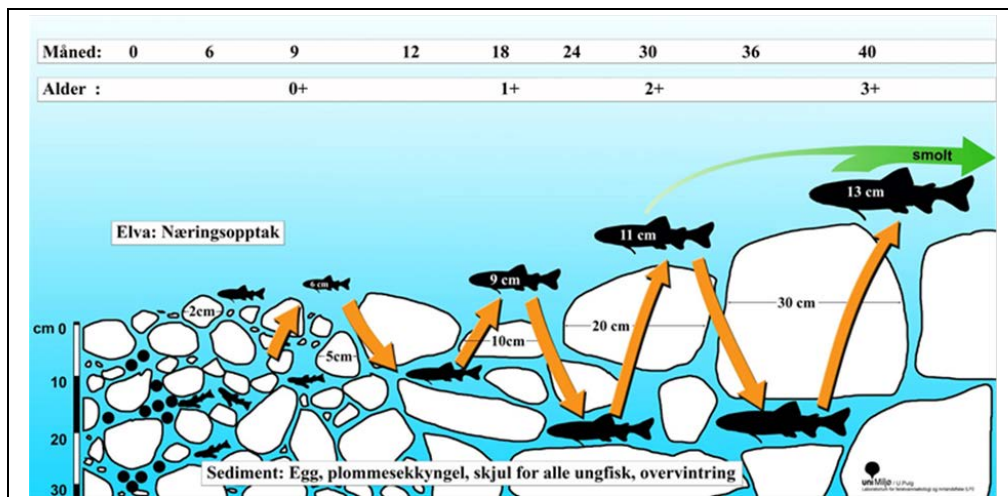
Bilde 1. Undersøkelser av gytegroper ble foretatt ved å grave forsiktig i gytegrusen med en spiss spade og hov.

2.2 Skjulmålinger

Kvaliteten på leveområdene for ungfisk nede i elvebunnen ble undersøkt ved å foreta skjulmålinger i juli 2016. Fremgangsmåten rettet seg etter metodene som er beskrevet i miljødesignhåndboken (Forseth & Harby 2013). Skjulmålinger ble gjennomført i transekter ved endring i elveklassetype. Skjulmålingene ble utført ved at antall og størrelse av hulrom i substratet ble målt innenfor en 0,5 × 0,5 m stor ramme (**Figur 4**). Typisk utføres det tre ruteanalyser der rammen kastes på tilfeldig plass i elva; langs bredden, halvveis til midt og midt i elva. Ut ifra dette beregnes vektet skjul som beskrevet i Forseth & Harby (2013). Transektene ble utført på områder med dominerende substrat innenfor hvert segment. Tilgangen til skjul er viktig for vekst og overlevelse for fiskeungene som tilbringer en stor del av ferskvannsfasen i hulrom nede i elvebunnen (**Figur 5**).



Figur 4. Skjulforhold for ungfisk måles ved å kvantifisere antall og størrelse på hulrom i elvebunnen med en plastslange (såkalt substrat-o-meter) innenfor en rute på 0,25 m². Slangen er markert med røde markører som brukes til å måle størrelsen (dybde) av hulrommene. Eksempel på skjulmålinger i substrat med mye fin grus og sand hvor det ikke finnes hulrom, og dermed svært lite skjul (t.v.), og i substrat med stein/blokk som gir mye skjul (t.h.).

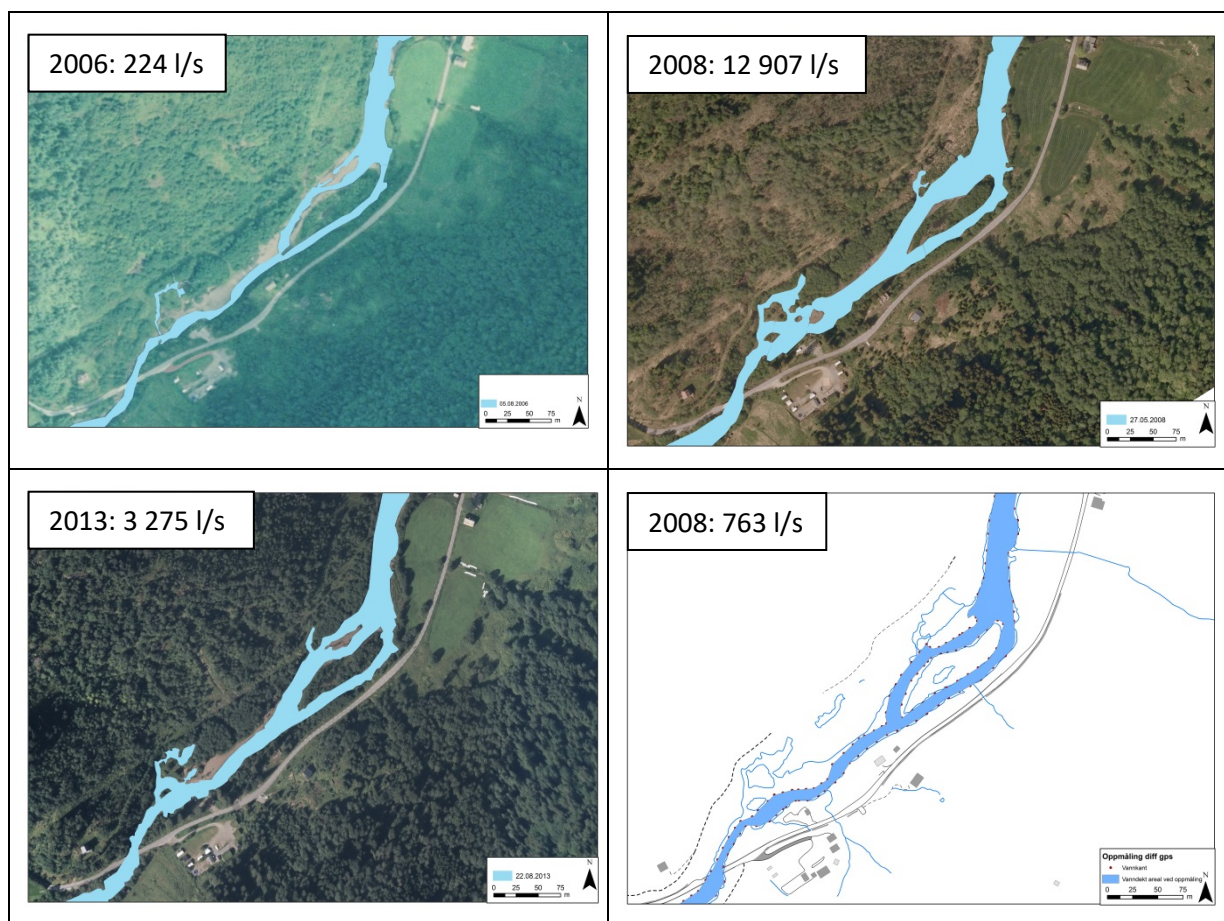


Figur 5. Øvre deler av elvebunnen er viktig oppvekstområde for ungfisk. Det fungerer bl.a. som skjul, overvintringsområder og refugium under større flommer.

2.3 Sammenhengen mellom vannføring og vanddekt areal

Det er laget et notat angående sammenhengen mellom vannføring og vanddekt areal i Teigdalselva våren 2015 (Gabrielsen & Skår 2015). De viktigste momentene i dette notatet blir gjengitt, mens det henvises til notatet for en fullstendig gjennomgang. I tillegg har BKK v/Torbjørn Kirkhorn gjennomført nye oppmålinger med hjelp av dronemåling og disse data inkluderes i denne rapporten (Kirkhorn 2020).

Både flyfoto med god nok kvalitet til analyser fra tre ulike tidspunkt, BKK sine tre oppmålinger med drone og i tillegg en egen oppmåling med differensiell GPS ble brukt som metode for å finne sammenhengen mellom vannføring og vanddekt areal. Dette er i tråd med metoder gjengitt i *Håndbok for miljødesign i regulerte laksevasdrag* (Forseth & Harby 2013). Forutsetningen var at det på disse datoene var ulike vannføringer i elva. Eksempler på vanddekning i Teigdalselva med ulike vannføringer, er vist i **Figur 6**.

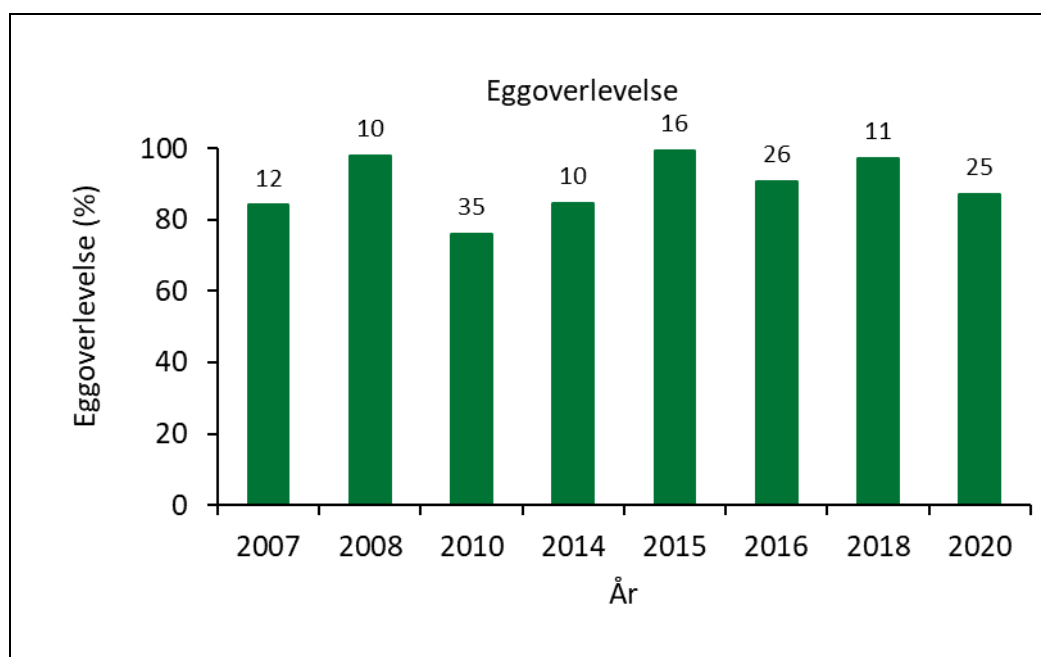


Figur 6. Oversikt over flyfoto fra tre ulike tidspunkt med ulik vannføring målt ved Mestad og vanddekt areal i Teigdalselva. Bildet øverst til venstre: vannføring = 224 l/s, øverst til høyre: vannføring = 12 907 l/s og nederst til venstre: vannføring = 3 275 l/s. Nederst til høyre vises oppmålingen av vanddekt areal med hjelp av differensiell GPS ved en vannføring på 763 l/s.

3.0 Resultater

3.1 Eggoverlevelse

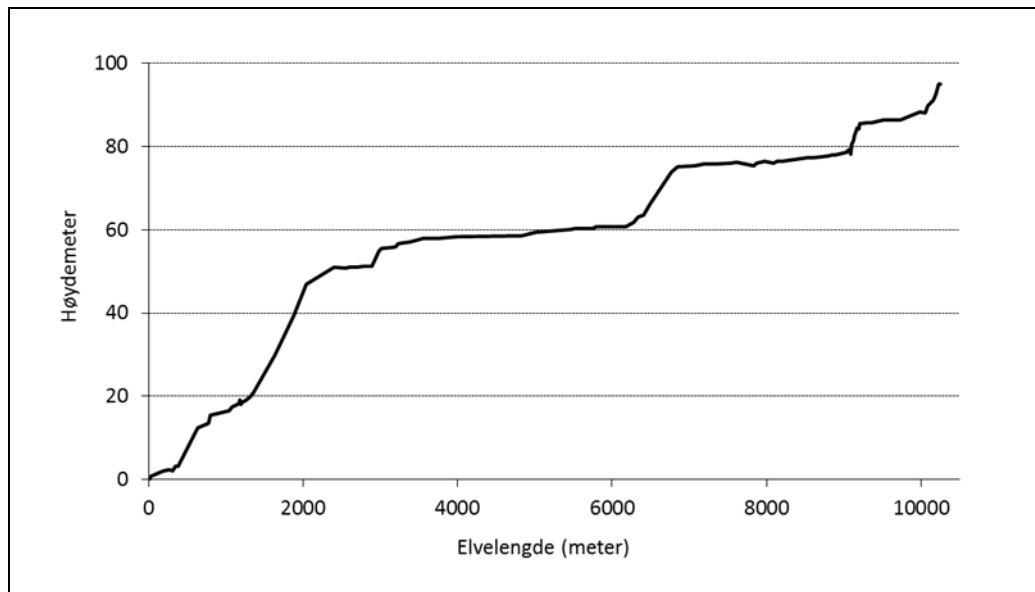
Det er gjennomført undersøkelser av gytegroper i Teigdalselva siden 2007. Det er til nå undersøkt totalt 145 gytegroper. Gjennomsnittlig eggoverlevelse for hele perioden er 88 %. Eggoverlevelsen i de enkelte år er gitt i **Figur 7**. Generelt er eggoverlevelsen funnet å være normalt høy, men i noen år har eggoverlevelsen i enkelte av gropene vært noe lav. Dette skyldes sedimentering i noen av gytegroppene. Basert på en artsbestemmelse av innsamlet egg fra den enkelte gytegrop i hele perioden, var 97 % av de undersøkte gytegroper gytt av sjøaure og 3 % av laks.



Figur 7. Eggoverlevelse i gytegroper undersøkt i Teigdalselva i perioden 2007-2020. Tallene over søylene angir antallet undersøkte gytegroper.

3.2 Skjulmålinger

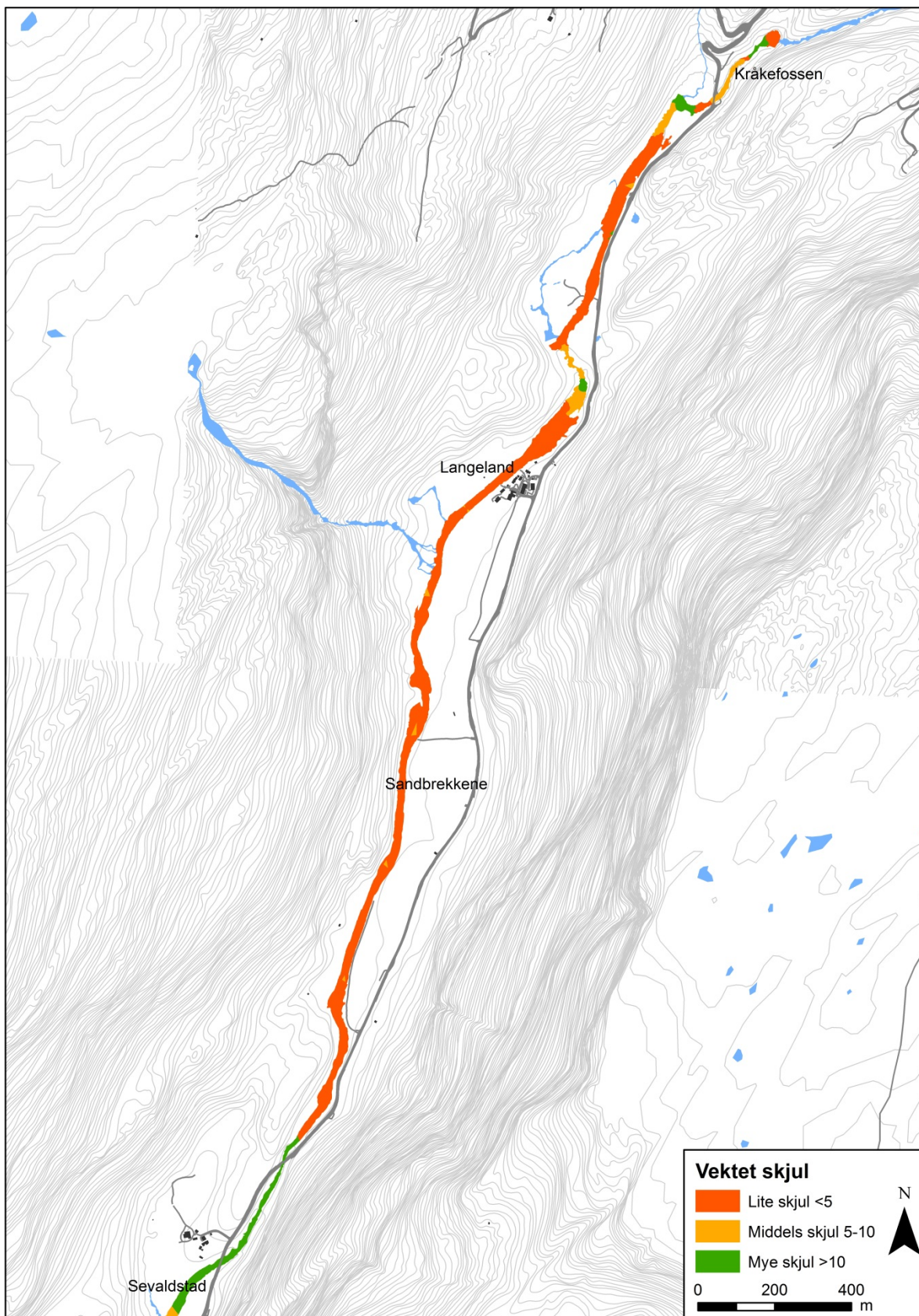
Målingene av skjul (hulrom) for fisk i restfeltet utført i 2016, viste at ca. 21 % av arealet hadde mye skjul, 10 % hadde middels skjul og 69 % av arealet hadde lite skjul tilgjengelig for ungfisk (**Figur 9**). I deler av elva med lite skjul ble det i 2014 og spesielt i 2018 utført habitattiltak som har økt skjultilgangen. Det er imidlertid ikke utført målinger av skjul i habitattiltakene i etterkant. Strekninger med lite skjul er generelt tilknyttet de flatere partiene i elva med lav vannhastighet som ved Langeland, Sandbrekkene, Fasteland og Mestad (**Figur 8** og **Bilde 2**). De brattere delene har stort sett mye skjul som ved Sevaldstad, nedstrøms Forvoren og ned til utløpet i Evangervatnet.

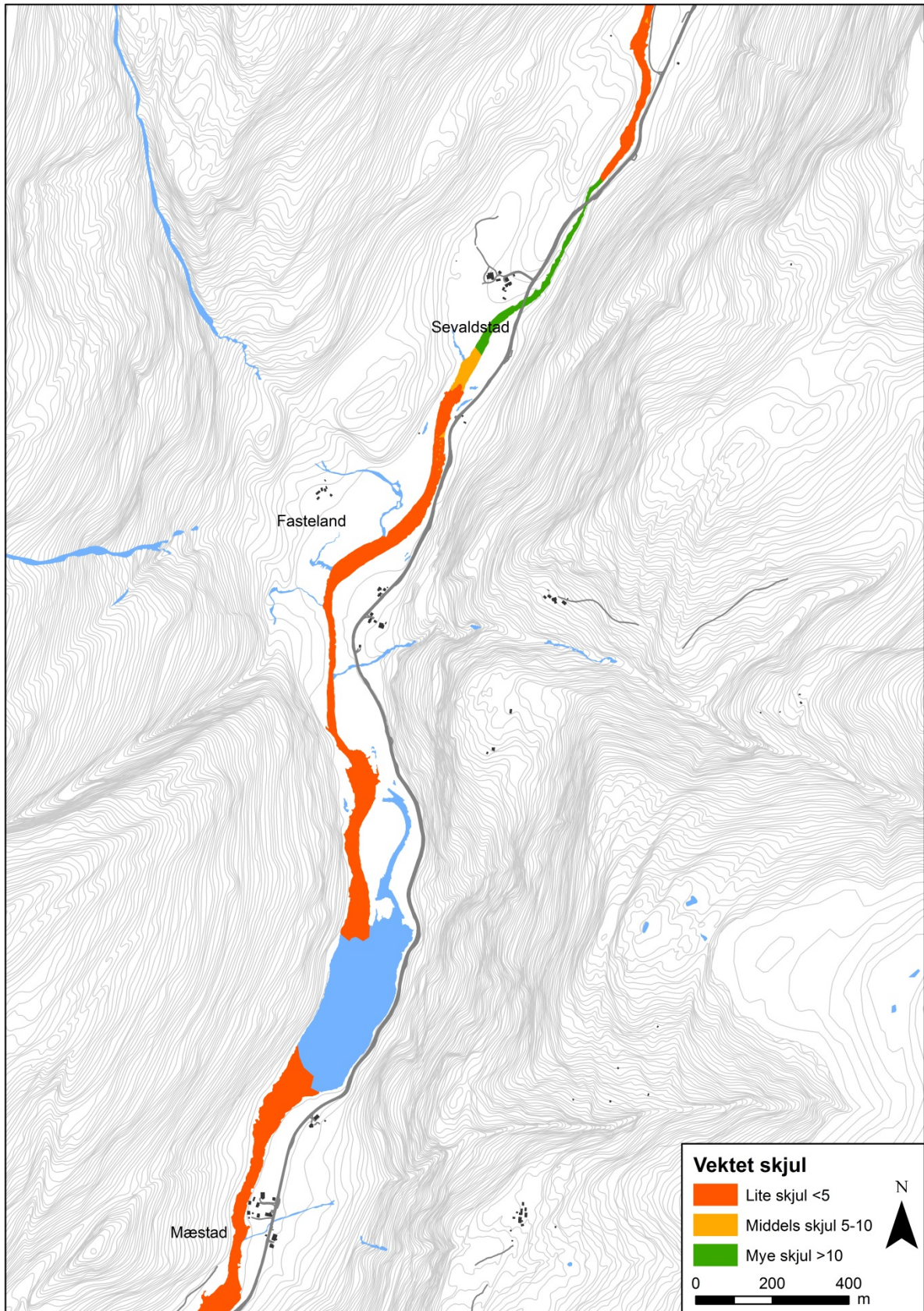


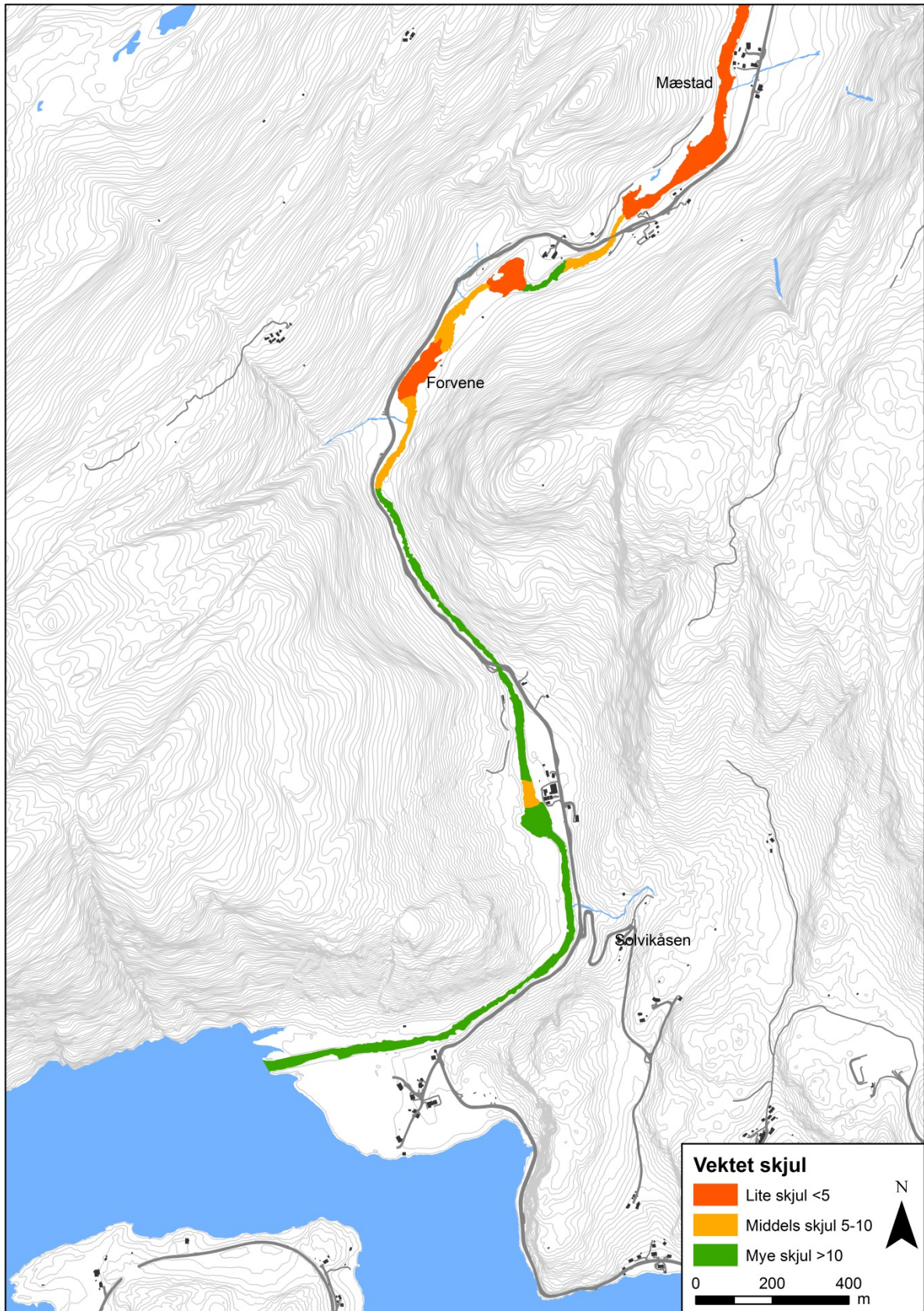
Figur 8. Lengdeprofil av Teigdalselva fra utløpet til Evangervatnet og opp til vandringshinderet ved Kråkefossen nesten 100 meter over Evangervatnet som ligger 11 meter over havnivået.



Bilde 2. I de bratte partiene er Teigdalselva dominert av store steiner og blokker. På disse strekningene finnes det svært begrensa muligheter for gyting, men gode skjulmuligheter for liten og stor fisk. I de flatere partiene er tilgangen til egne gytegrus bedre, men skjulmulighetene veldig dårlig.



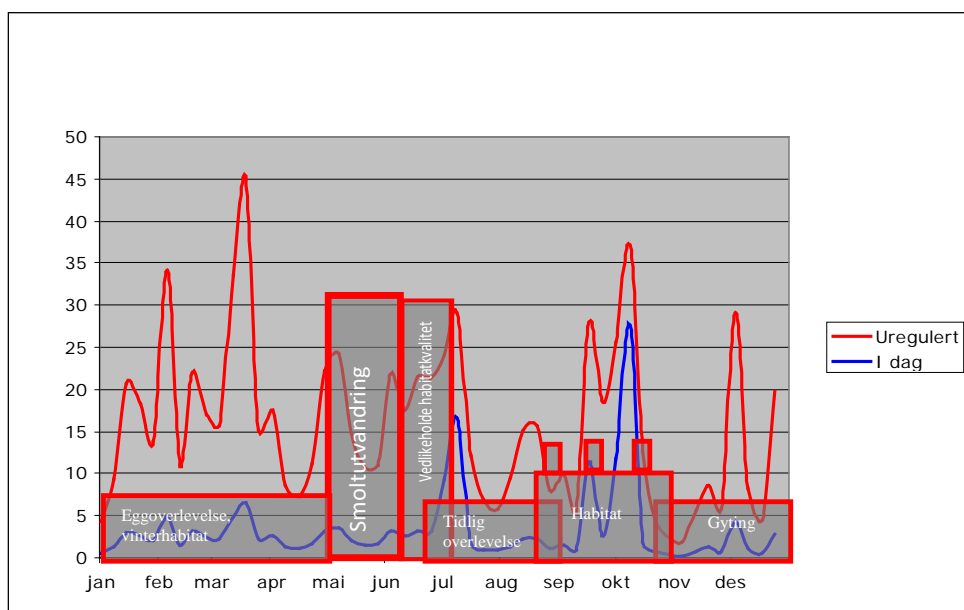




Figur 9. Vekta skjul (hulrom) i Teigdalselva sommer 2016.

3.3 Miljøbasert vannføring

Den overordnede målsetningen i prosjektet har vært å komme frem til hvilke vannføringer som til enhver tid er mest gunstig for å bevare fiskeproduksjonen samtidig som hensynet til kraftproduksjonen blir ivaretatt. I vassdrag med krav om minstevannføring er bestemmelsene ofte gitt som faste minstevannføringer om vinteren og/eller om sommeren. Det er ikke krav om minstevannføring i Teigdalselva. Behovet for en gitt vannføring bør defineres av fiskens ulike livsstadier eller etter fiskens viktigste utfordringer gjennom året (både eggoverlevelse, ungfisk, smolt og gytefisk). Et nyttig verktøy i denne sammenhengen er den såkalte byggeklossmetoden (Building Block Methodology; Tharme & King 1998). I byggeklossmetoden deles vassdragets årlige vannsyklus inn etter fiskens ulike livsstadier (**Figur 10**). I tillegg skal byggeklossene også illustrere hydrologiske flaskehalsar og andre produksjonsreducerende faktorer. Dette kan f.eks. være habitatforringelse grunnet redusert flomeffekt som følge av fraføring av nedbørfelt. «Byggeklossmetoden» er aktuell i Teigdalselva, siden gjennomsnittlig vannføring er redusert med ca. 50 % av det vannføringen var før reguleringen, og som fører til at vassdraget er sterkt modifisert og med endret naturlig hydromorfologisk variasjon (**Figur 1**).

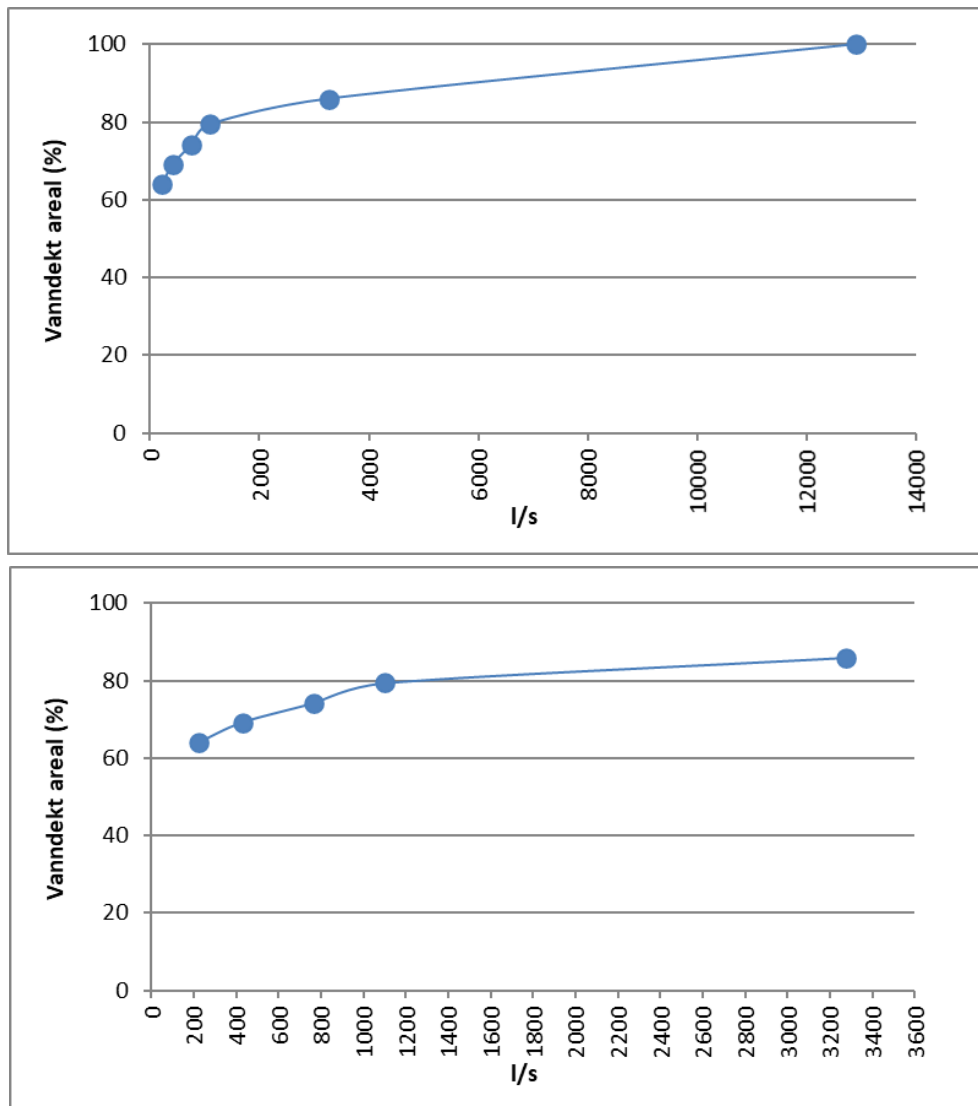


Figur 10. En illustrasjon av hvordan man kan bruke «byggeklosser» med ulik vannføring for å vurdere eller fastsette vannføringsforhold som tar hensyn til miljøkrav til laks i ulike livsfaser. Høyden og bredden på klossene er ment som illustrasjoner på tilnærmingen. Høyden og bredden må tilpasses det enkelte vassdrag med hensyn til de viktigste flaskehalsar.

3.3.1 Effektivt produksjonsareal - ungfiskhabitat

Det ble funnet en rask økning i det vanndekte arealet opp til en vannføring på 430 l/s (målt ved Mestad), mens det vanndekte arealet flatet gradvis ut med vannføringer over dette (**Figur 11** og **Tabell 1**). Dette betyr at vanndekt areal, heretter kalt produksjonsareal, øker mest opp mot 400 l/s. Gevinsten i form av produksjonsareal for ungfisk øker betydelig opp mot 400 l/s, mens gevinsten flater ut med vannføringer over dette. Basert på denne sammenhengen, er 69 % av produksjonsarealet for ungfisk vanndekt ved en vannføring på 430 l/s. En vannføring på ca. 13 m³/s

dekker hele elvesengen i Teigdalselven som er på ca. 220 000 m² (maks produksjonsareal). I tillegg er det et produksjonsareal i Mestadvannet på ca. 119 000 m² som kommer i tillegg.



Figur 11. Sammenhengen mellom vannføring gitt som liter pr. sekund (l/s, Mestad) og vanndekt areal i prosent (%) i Teigdalselva. I den øverste figuren vises vannføringer som dekker 64 %, 69 %, 74 %, 79 %, 86% og 100 % av elvesengen i Teigdalselva (100 % vanndekt areal), mens den nederste figuren viser vannføringer som dekker opptil 85 % av elvesengen for tydeligere å vise sammenhengen mellom vannføring og vanndekt areal i den nedre delen av X-skalaen. Mestadvannet kommer i tillegg.

Tabell 1. Vannføring og beregnet vanndekt areal gitt som kvadratmeter og som prosent av total dekning av elvesengen basert på flyfoto, bonitering og dronekartlegging i Teigdalselva.

Dato	Vannføring (l/s)	Vanndekt areal (m ²)	Vanndekt areal (%)
05.08.2006 (flyfoto)	224	140 708	64
05.08.2019 (Drone)	430	152 166	69
09.09.2008 (Bonitering)	763	163 021	74
27.08.2017 (Drone)	1 100	174 533	79
22.08.2013 (flyfoto)	3 275	189 004	86
27.05.2008 (flyfoto)	12 907	219 787	100

3.3.2 Behov for vann til gyteområdene

Kart over de antatt viktigste gyteområdene, som ble oppmålt med en differensiell GPS 26. oktober 2016, er vist i **Figur 12 - Figur 17**. Tidligere undersøkelser av gyteområder har vist at de viktigste gyteområdene lå i øvre del ved Øvstevadhaugane, Langeland og i den midtre delen ved Mestad (Gabrielsen et al. 2011, Normann 2011). Det totale tilgjengelige gytearealet i Teigdalselva er estimert å være ca. 33 000 m², mens det oppmålte gytearealet med differensiell GPS i 2016 var 3 200 m². Dette store spriket skyldes at det første er et estimert potensielt gyteareal i hele Teigdalselva, mens det siste er oppmålt realisert gyteareal på en delstrekning i Teigdalselva i 2016. En skjønnsmessig vurdering av beliggenheten til gyteområdene i hele elven tilsier at de oppmålte gyteområdene i 2016 er representative for de resterende gyteområdene. Sammenhengen mellom vannføring og vanndekningen over gyteområdene er vist i **Tabell 2**.

Tabell 2. Observert sammenheng mellom vannføring målt ved Mestad og vanndekning over viktige gyteområder i Teigdalselva som ble målt opp med differensiell GPS 26. oktober 2016.

Vannføring (l/s)	Vanndekt gyteområde i areal (m ²)	Vanndekning over gyteområdene (%)
224	2799	88
763	3065	96

Sammenhengen mellom vanndekningen på de viktigste gyteområdene er basert på flyfoto, vår egen oppmåling med differensiell GPS og våre fysiske registreringer av vanndekningen ved undersøkelser av gytegroper i 2015 og 2016. Denne viser at 300 l/s målt ved Mestad trolig vil dekke det meste og de viktigste delene av gyteområdene i Teigdalselva. Vanndekningen over gyteområdene ved 224 l/s og 763 l/s er vist i **Figur 12 - Figur 17**.



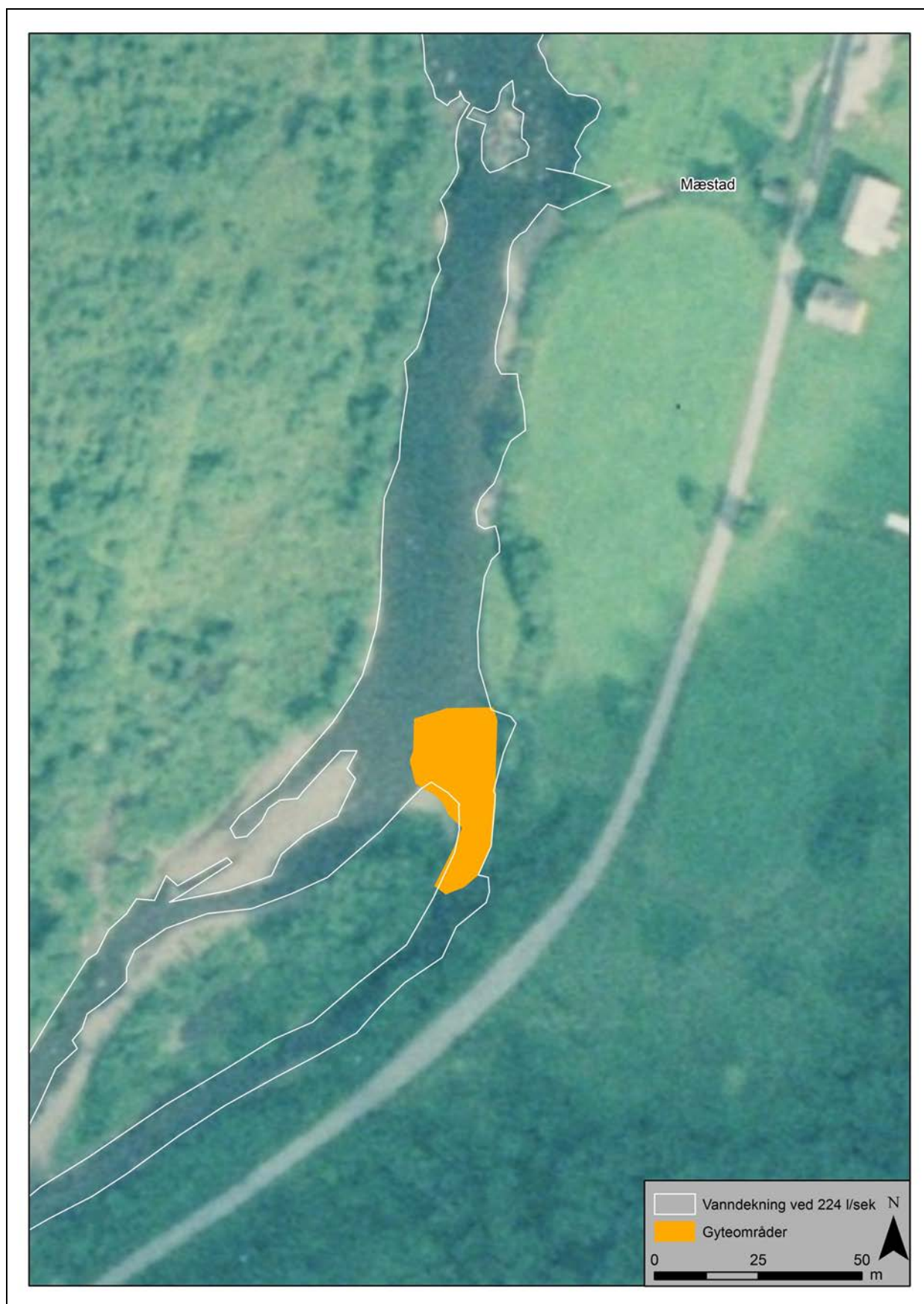
Undersøkelse av gyteaktivitet ved en ledebune i Teigdalselva våren 2015.



Figur 12. Sammenheng mellom vannføring og vandekning over de viktigste gyteområdene ved Øvstevadhaugane i Teigdalselva ved vannføring på 224 l/s ved Mestad (flyfoto 2006).



Figur 13. Sammenheng mellom vannføring og vandekning over de viktigste gyteområdene ved Langeland i Teigdalselva ved vannføring på 224 l/s ved Mestad (flyfoto 2006).



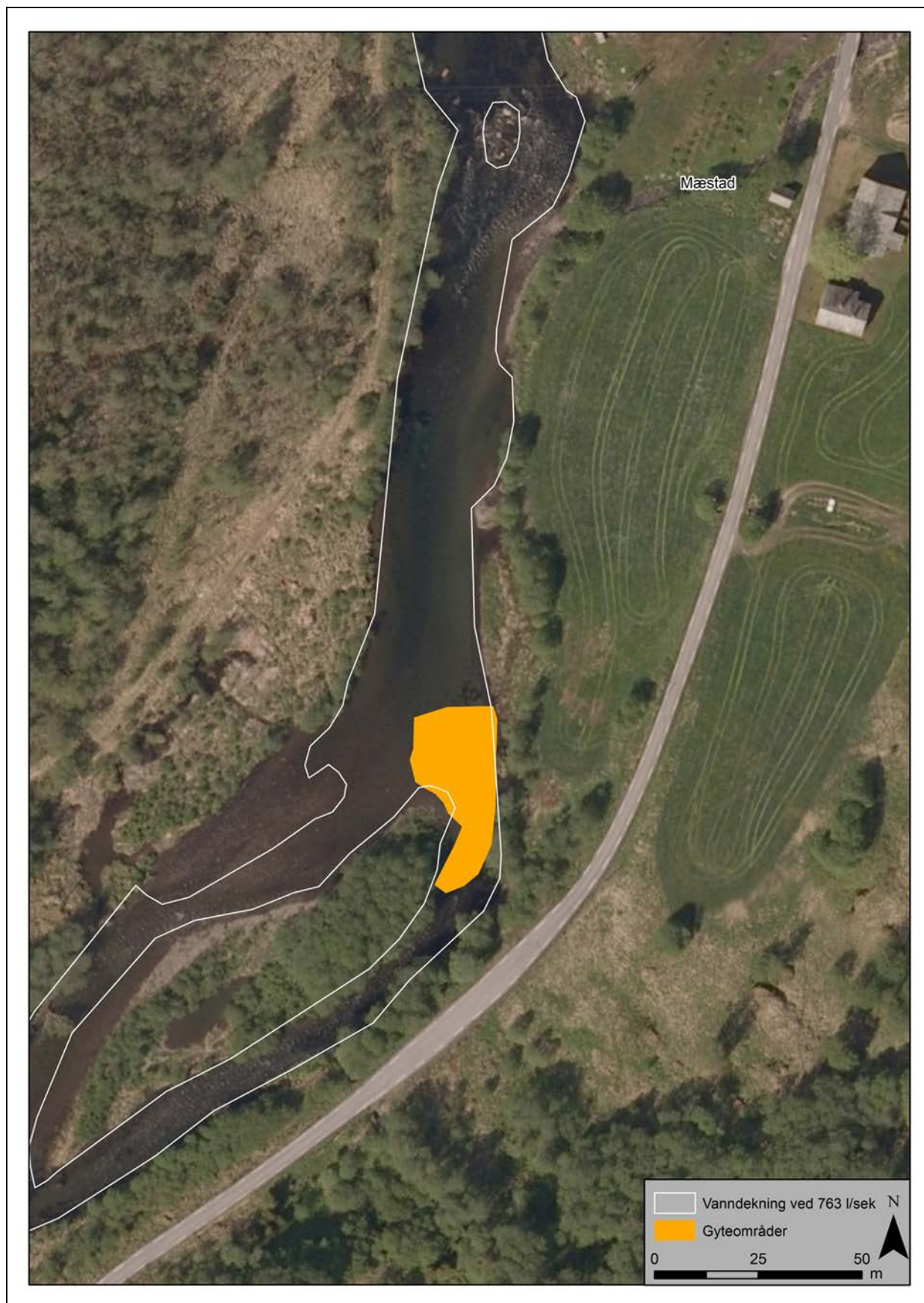
Figur 14. Sammenheng mellom vannføring og vanndekning over de viktigste gyteområdene ved Mestad i Teigdalselva ved vannføring på 224 l/s ved Mestad (flyfoto 2006).



Figur 15. Sammenheng mellom vannføring og vandekning over de viktigste gyteområdene ved Øvstevadhaugane i Teigdalselva ved vannføring på 763 l/s ved Mestad (differensiell GPS 2008).

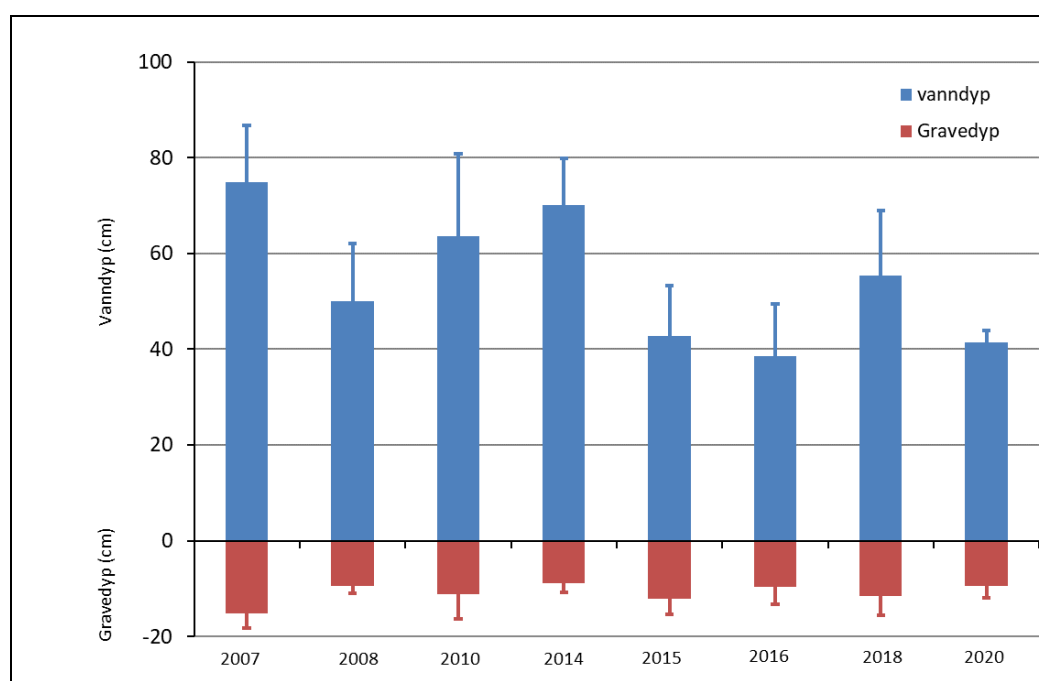


Figur 16. Sammenheng mellom vannføring og vandekning over de viktigste gyteområdene ved Langeland i Teigdalselva ved vannføring på 763 l/s ved Mestad (differensiell GPS 2008).



Figur 17. Sammenheng mellom vannføring og vanndekning over de viktigste gyteområdene ved Mestad i Teigdalselva ved vannføring på 763 l/s ved Mestad (differensiell GPS 2008).

Perioden med inkubasjon av egg og plommeseekkyngel i gytegrus strekker seg fra midten av oktober da sjøauren starter sin gyting til ut mai måned da de fleste årsungene har forlatt gytegroppen. Siden 2007 har vi registrert hvor dypt eggene ligger nedgravd i gytegrusen i denne perioden. Gjennomsnittlig gravedyp i perioden 2007-2020 er 11 cm (**Figur 18**). I tillegg ble vanddyper over gytegroppen målt ved undersøkelsestidspunktet. Gjennomsnittlig vann i perioden 2007-2020 er 53 cm (**Figur 18**). Totalt 145 gytegroper er undersøkt i denne perioden. Det er viktig å være klar over at eggene nede i en gytegrop tåler å være tørrlagt over en viss tid uten at de dør. Fuktigheten som finnes i gytegroppen, sørger for at de får nok oksygen. Minusgrader samtidig med tørrleggingen kan imidlertid gjøre at eggene fryser og dør. Dette tilsier at det finnes en buffer når vannføring er 256 l/s (målt ved Mestad), som dekker 88 % av gyteområdene, før eggene nede i gytegroppene faktisk tørrlegges og dør.

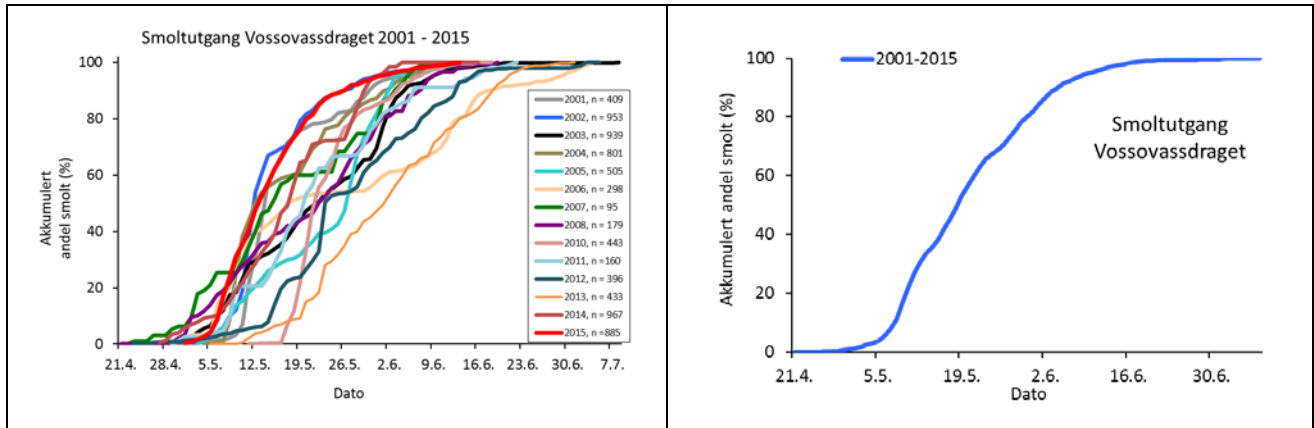


Figur 18. Registrert vanddyp og gravedyp for egg i Teigdalselva i perioden 2007-2020.

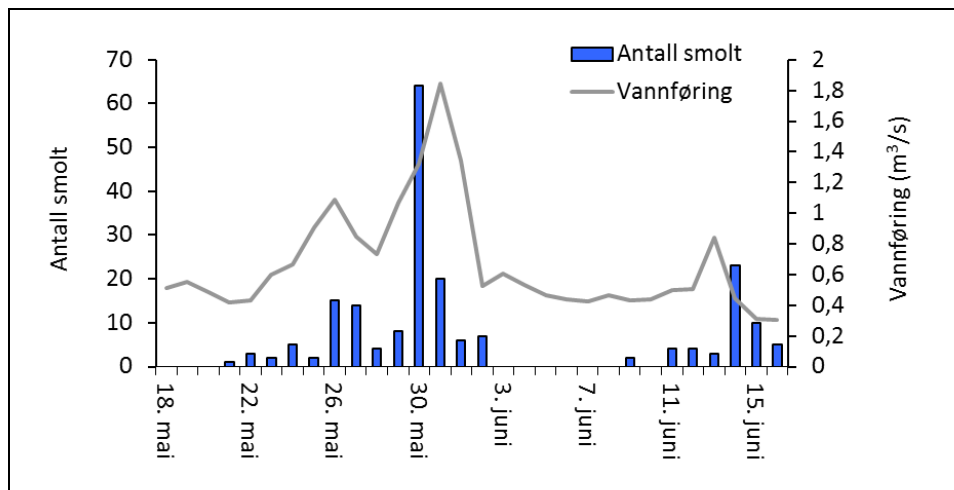
3.3.3 Smoltutvandringen

Det finnes ingen data på når smolten vandrer ut fra Teigdalselva. Derimot finnes det lange tidsserier fra Bolstadelva som utgjør den nedre elvestrekningen i Vossovassdraget. Tidspunktet for utvandringen av laksesmolt i Bolstadelva er vist i **Figur 19**. Trolig vil utvandringen av smolt fra Teigdalselva følge dette utvandringstidspunktet eller være noe i forkant. Basert på den 15-årig lange overvåkingen av utvandringen, vandrer de fleste laksesmoltene ut i perioden fra 10. mai til 10. juni, men resultatene viser store mellomårsvariasjoner i tidspunktet. Dette kan forklares med om våren inntreffer tidlig eller sent (temperaturforhold i elva), men kan også skyldes vannføringsforhold. Ved vedvarende lav vannføring over en relativt lang periode, kan mangelen på økning i vannføring være årsaken til at laksesmoltene forsinkes. Forsøk gjort i et sammenlignbart restfelt i Vikja, Vik i Sogn, har vist at lokkeflommer i en situasjon med lav vannføring om våren førte til at laksesmoltene startet sin utvandring (Gabrielsen et al. 2009) (**Figur 20**). I den typiske utvandningsperioden for laksesmolt om våren, vandret det fra 0-5 laksesmolt pr. døgn med en vannføring på ca. 500 l/s i Vikja. En variasjon i

vannslipp på 500 l/s til 1 300 l/s over en kort periode førte til at døgnutvandringen steg med 15 til 64 smolt pr. døgn. Selv et vannslipp på 300 l/s i Vikja i et døgn økte utvandringen med 20 smolt (fra 3 smolt den 13.06 til 23 smolt den 14.06). I Vikja har det i ettertid vært gjennomført mange slike lokkeflommer som har gitt tilsvarende resultater.



Figur 19. Utvandringstidspunkt for laksesmolt i Bolstadelva i enkelt år (venstre) og samlet akkumulert andel for hele perioden (høyre) i perioden 2001-2015 (data fra NORCE LFI).



Figur 20. Slipp av vann under smoltutgangen i restfeltet til Vikja, Vik i Sogn, våren 2006. Figuren viser døgnmiddel for vannføringen og antall smolt fanget i smoltfellen (fra Gabrielsen et al. 2009).

Behovet for «lokkeflommer» som skal sikre en mer synkron utvandring av smolt, trenger ikke å være årlige eller til bestemte datoer, men er situasjonsavhengige. Slipp av vann er ikke nødvendig i perioden fra 10. mai til 10. juni i år der vannføringen allerede er høy og variabel, men viktig om vannføringen er lav og stabil. Vurderingene bør baseres på disse vurderingskriteriene:

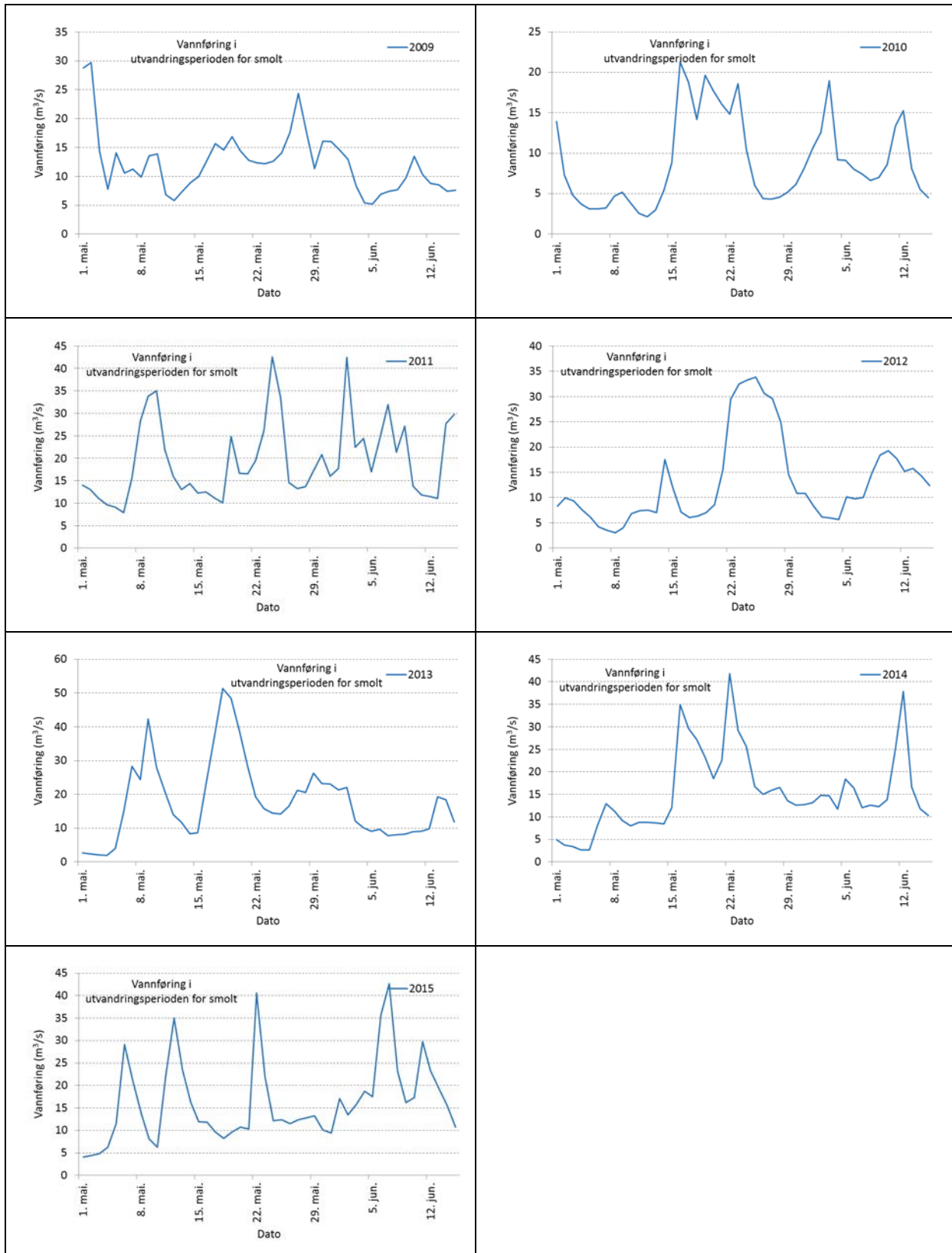
1: Ved vedvarende lav og stabil vannføring (vannføring < 1 m³/s i mer enn 1 ukes varighet) i perioden fra 10. mai til 10. juni, bør et vannslipp som fører til en økning i vannføringen på 500-600 l/s initieres i minst 24 timer.

2: Behovet for et slikt vannslipp må sees i sammenheng med værmelding og nedbørprognoser, samt snøsmelting i nedbørfeltet. Om prognosene tilsier at dette inntreffer i nær framtid (1-5 dager etter en uke med vedvarende lav og stabil vannføring), er det ikke nødvendig med vannslipp.

Vi har satt sammen vannføringene siden 2009 i den perioden smolten vandrer ut, og sett om det i denne perioden har vært behov for lokkeflommer for å sørge for at smoltene kommer seg ut til riktig tidspunkt (**Figur 21**). Variasjonene i vannføringene i disse årene tilsier at behovet for lokkeflommer er minimalt for å få smolten ut av elva. Disse erfaringsdataene tilsier at smolt i Teigdalselva høyst sannsynlig vil få den vannmengden de trenger for å komme seg ut i fremtiden uten at det slippes lokkeflommer, men dette er noe man bør vurdere år for år.



Ved lav vannføring kan det være litt trangt om plassen for å finne skjul. Bildet viser sjøaure i gytetiden i øvre del av Teigdalselva.



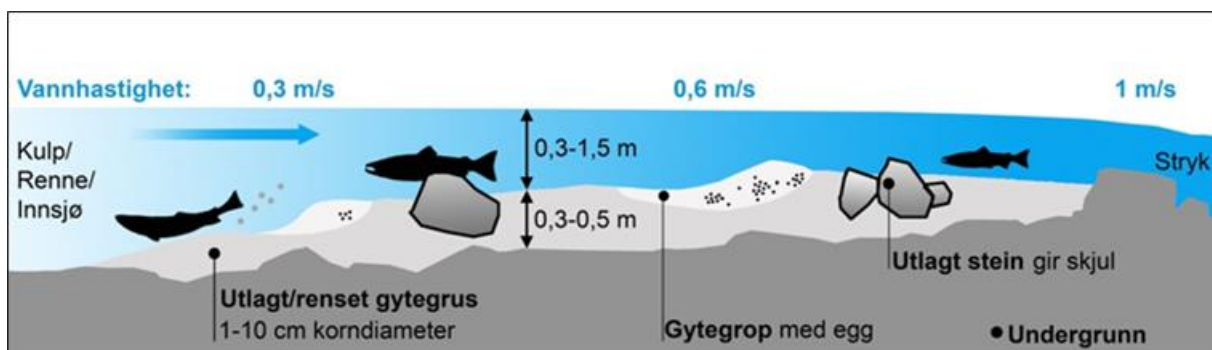
Figur 21. Vannføringer målt ved Mestad i Teigdalselva i smoltutvandringsperioden for årene 2009-2015. Legg merke til ulike Y-skala.

3.3.4 Gytefiskvandring

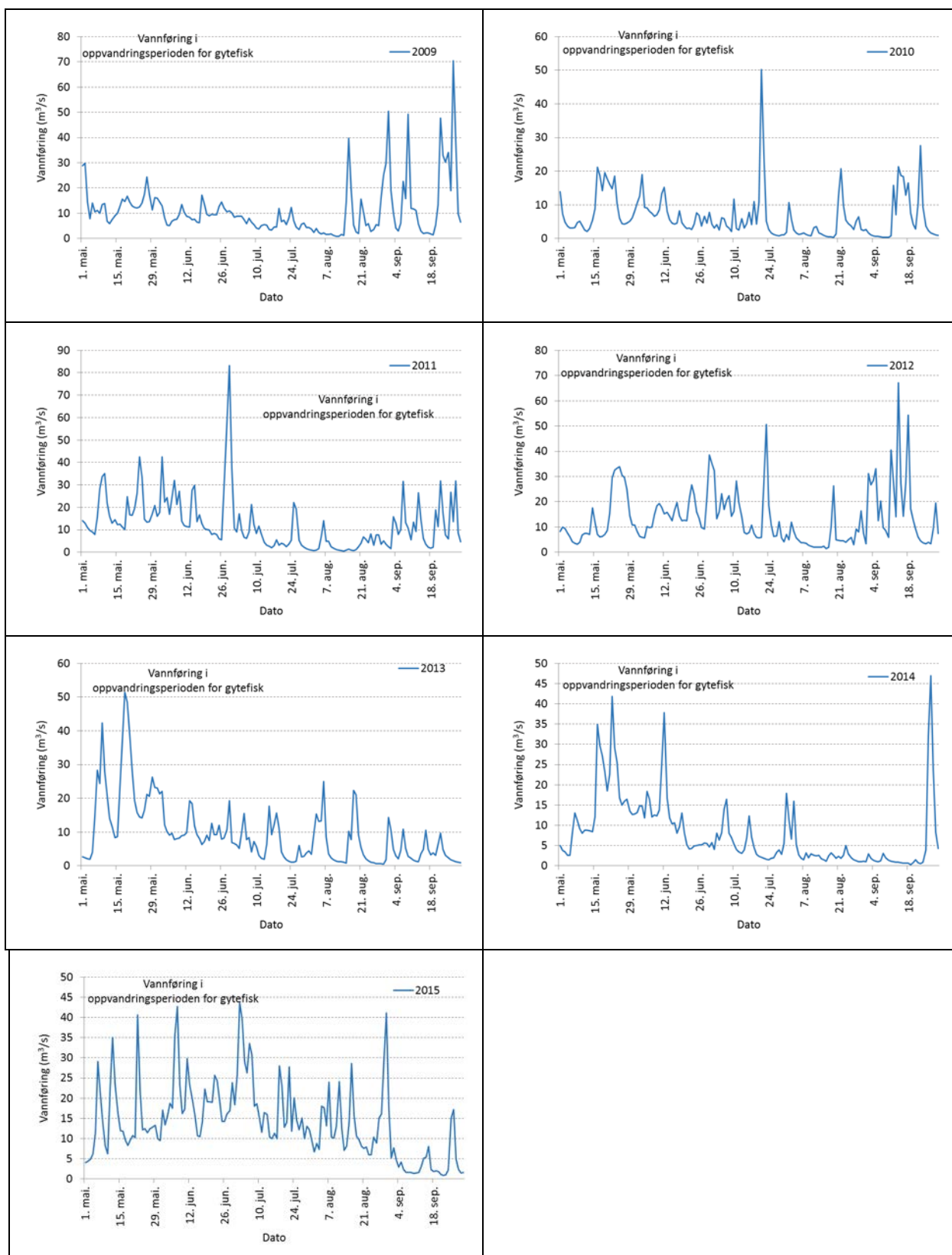
Oppvandringen av laks og sjøaure til Teigdalselva starter trolig i siste halvdel av juni måned, mens hovedinnsiget skjer i juli og august. Sjøaure vandrer vanligvis noe senere enn laks. I analysen av vannføring i den siste tiårs-perioden har vi valgt å ta med en utvidet vandringsperiode fra mai og ut september. Vurdering av endringer i vannføringer i oppvandringsperioden tyder på at det unntaksvis er behov for lokkeflommer for å få gytefisken opp i elva (**Figur 23**). Disse erfaringsdataene tilsier at gytefisken trolig vil få den vannmengden som skal til for oppvandring i fremtiden uten at det slippes lokkeflommer. Imidlertid viser vannføringsdataene i oppvandringsperioden i september 2014 en vedvarende lang periode uten store endringer i vannføringen. Dette er en situasjon hvor det hadde vært et behov for en lokkeflom for å lette oppvandringen av gytefisk.

3.3.5 Gytevanntand

Problemstillingen knyttet til gytevanntand er når det oppstår et misforhold mellom vannføring under gytingen og etterfølgende vannføring gjennom vinteren. Ved generelt høyere vannføring i gyteperioden sammenlignet med etterfølgende vintervannføring, står gyteområdene i fare for å tørrlegges. NORCE LFI har jobbet med denne problemstillingen siden 2004, bl.a. i Bjoreio (Skoglund et al. 2015). Basert på våre anbefalinger gjennomfører Statkraft i dag et miljøbasert vannslipp for å redusere tørrlegging av gytegroper i Bjoreio om vinteren. Dette fører til at langt færre gytegroper strander (Skoglund et al. 2015). I Teigdalselva er ikke gyteområdene spesielt utsatt for tørrlegging fordi de ligger i den dypere delen av elven. Det er ikke registrert økt eggdødelighet som følge av tørrlegging i Teigdalselva siden undersøkelsene av gytegroperne startet i 2007. Enkelte gytegroper har hatt en noe lav eggoverlevelse, men dette har i de fleste tilfeller vært forårsaket av mye finsediment i gytegroppen og i mindre grad av tørrlegging. I Bjoreio er forholdene litt annerledes fordi flere gyteområder ligger på grunnområder i elvekanten, som fort kan bli tørrlagt i løpet av vinteren uten vannslipp. Dette viser at det er viktig å ha god kjennskap til gyteområdene i det enkelte vassdrag og at man ikke kan generalisere fra vassdrag til vassdrag. Laks og sjøaure trenger grussubstrat og særegne hydrauliske betingelser for å gyte (**Figur 22**). Analysen av vannføringen viser en variabel vannføring i gyteperioden i Teigdalselva (**Figur 23**). Denne variasjonen vil bidra til at vannbehovet for gytefisken i hele gyteperioden trolig dekkes.



Figur 22. Restaurert gyteplass for laks sett i lengdeprofil med typiske egenskaper. Grusen er lagt ut på et «brekk» i overgangen fra kulp, renne eller innsjø til nedenforliggende strykparti. En slik plassering gir gunstige hydrauliske forhold for gyting.

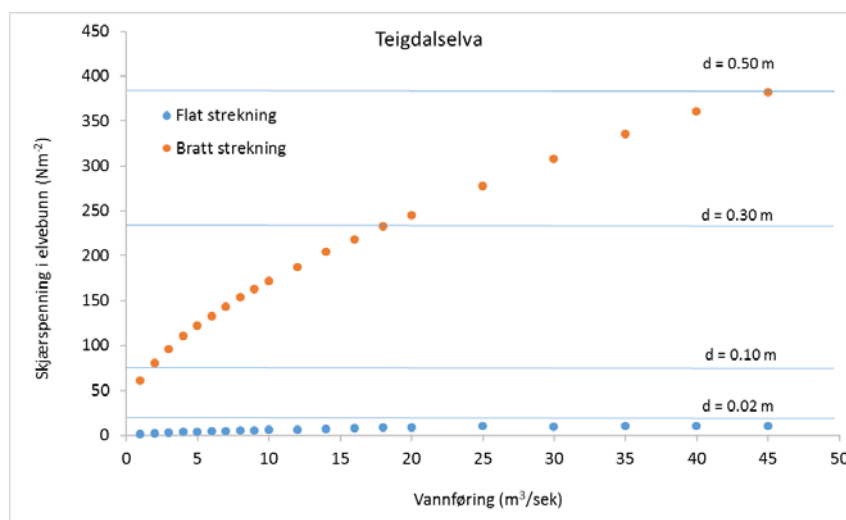


Figur 23. Vannføringer ved Mestad i Teigdalselva i oppvandringsperioden for gytefisk for årene 2009-2015. Legg merke til ulike Y-skalaer.

3.3.6 Spyleflommer

Slipp av vann for å danne flommer som bidrar til å vedlikeholde strekningens habitatkvalitet er viktig. Dersom det viser seg at slike flommer uteblir og det skjer en gradvis forringelse gjennom sedimentering av finstoff og dermed tetting av hulrom, kan det være aktuelt med renseflommer. Nå har det vært to store flommer i Teigdalselva i løpet av relativt kort tid. I 2005 og i 2014 var det stor flom som trolig renses opp elvebunnen for finstoff og åpnet hulrommene igjen. Behovet for slike renseflommer er avhengig av om det tilføres mye finstoff naturlig og av hyppigheten av naturlige flommer. Vårt inntrykk er at tilførselen av finstoff er relativt stor, men at flomsituasjoner oppstår med jevne mellomrom. Modell som viser hvilken vannføring som skal til for å rense en flat (Langeland) og en bratt strekning (rett nedstrøms Langeland) for finstoff, eller som er i stand til å bevege bunnsstrat bestående av steiner opp mot 50 cm i diameter er vist i **Figur 24**. Modellingene tilsier at vannføring på mellom 15 og 20 m³/s med en varighet fra 18-24 timer beveger steiner på opp mot 10 og 30 cm i diameter i det bratte partiet nedstrøms Langeland. Svært lave vannføringer renses overflaten av bunnsstratet for finsediment (< 2 mm) i denne bratte strekningen. Vannføring på over 45-50 m³/s vil bevege bunnsstrat bestående av steiner opp mot 50 cm og danne hulrom. Derimot viser modelleringen at selv svært høye vannføringer ikke vil spyle ut og rense elvebunnen for finstoff og grus i de flatere partiene, som f.eks. ved Langeland. Grunnen til dette er at skjærspenningene ikke blir store i slike flate partier uansett vannføring. Dette stemmer bra overens med våre observasjoner av bunnsstratet på de flate partiene etter den store flommen i 2014. Fremdeles ligger det mye finstoff og grus igjen på disse strekningene.

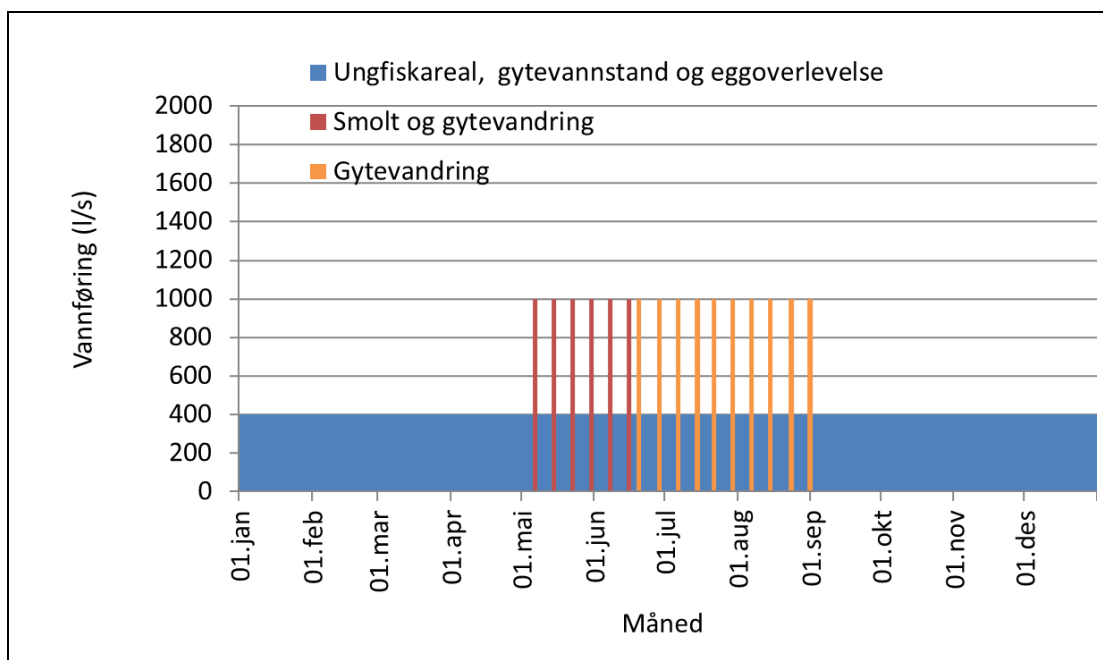
Vannslipp i Teigdalselva bør gjennomføres i perioder når det allerede er flomtopper slik at slippene forsterker naturlige topper som er vanlig forekommende på høsten. Videre er det viktig å være klar over at initieringen av renseflommer ikke bør gjennomføres når yngelen kommer opp av gyttegrusen eller i løpet av de tre første ukene etter at yngelen har kommet opp av grusen. I Teigdalselva skjer dette normalt i juni måned. Vurderinger av behovet for renseflom i Teigdalselva bør gjøres fortløpende, men ved fravær av flommer i løpet av en 10-års periode, bør renseflom på 45-50 m³/s eller større initieres for å vedlikeholde habitatkvaliteten.



Figur 24. Skjærspenning i elvebunnen for en flat og en bratt strekning i Teigdalselva. Horisontale linjer angir grense for når vannføringen får hhv. de ulike partikkelstørrelsene til å flytte på seg.

3.4 Samlet forslag til miljøbasert vannføring i restfeltet

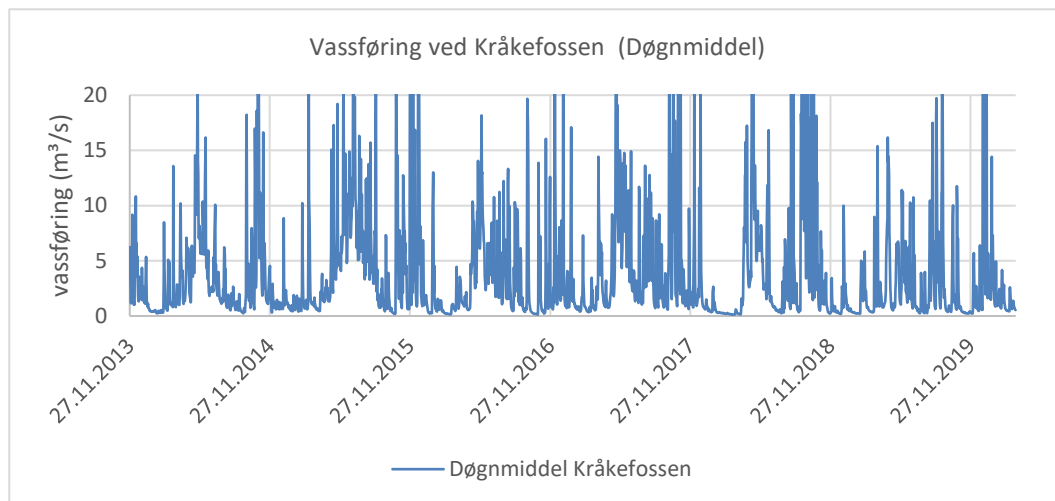
Et forslag til miljøbaserte vannføringer som mest sannsynlig imøtekommer vannbehovet i de ulike livsstadiene til fisken i Teigdalselva, er vist i **Figur 25**. En vannføring på 400 l/s ved Kråkefossen dekker trolig mesteparten av den delen av elvebunnen som har høyest habitatkvalitet (hulrom og gyteområder) for ungfisk og gytefisk. Den registrerte variasjonen i vannføringer i gyteperioden vil dekke vannbehovet til gytefiskene i Teigdalselva. Ved stabil lav vannføring på ca. 400 l/s i den perioden da de fleste smoltene forlater elva (10. mai til 10. juni), er det behov for en økt vannføring på minst 600 l/s (totalvannføring ved Kråkefoss på 1,0 m³/s) i minst 24 timer for å sikre en mest mulig synkron smoltutvandring. Vedvarende lave vannføringer i denne perioden tilsier behov for flere vannføringsøkinger for å stimulere til smoltutvandring. Intervallene på disse lokkeflommene bør være ukentlig ved fravær av naturlig økning i vannføringen. Imidlertid viser en gjennomgang av vannføringene siden 2009, at det i denne perioden ikke hadde vært behov for lokkeflommer for å sørge for at smoltene kommer seg ut av elva til riktig tidspunkt. Mest sannsynlig trengs det heller ikke lokkeflommer for å få gytefisken opp Teigdalselva. Vi har likevel valgt å sette opp en vannføring ved Kråkefoss på 1,0 m³/s med varighet på ett til to døgn for å sikre at gytefisken vandrer opp (01. mai til 30. september) som en byggekloss i forbindelse med forslag til miljøbasert vannføring i elva. For å unngå habitatforringelse i de bratte partiene trengs det flom som er 45-50 m³/s eller mer. Disse bør initieres ved fravær av tilsvarende flommer i løpet av en 10-års periode. Historiske vannføringsdata viser imidlertid at slike flommer forekommer nesten årlig i Teigdalselva. Vi vurderer derfor at det ikke er behov for å initiere ytterligere spyleflommer i Teigdalselva. I de flate partiene vil ikke bunnsstratet bli påvirket av flommer. Habitattiltakene utført i 2018 kan bli påvirket av flommer og det er derfor viktig å følge disse opp med hensyn på f.eks. hulromkapasitet.



Figur 25. Forslag til miljøbasert vannføring i Teigdalselva for å sikre en god fiskeproduksjon. Vannføring på 400 l/s ved Kråkefossen vil utnytte den delen av elvebunnen som fører til best kost/nytte effekt for ungfisk og kraftproduksjon. Denne vannføringen vil også sørge for god eggoverlevelse og trolig være egnet til gyting. Ved behov skal et vannslipp om våren, sommer og høsten på ytterligere 600 l/s sørge for en mer synkron utvandring av smolt og oppvandring av gytefisk. Behovsvurderinger for vannslipp må gjøres kontinuerlig avhengig av nedbørsmengder og naturlig tilsig.

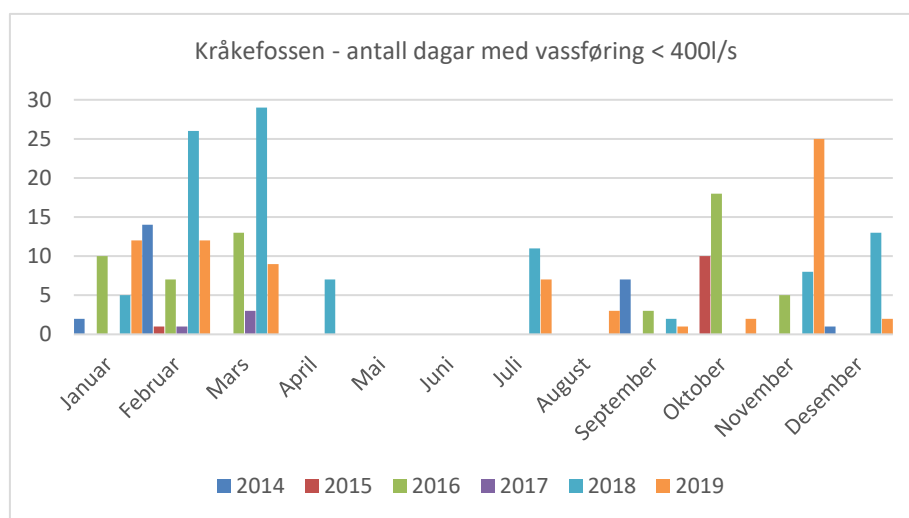
3.5 Trengs det vannslipp for å imøtekomme foreslått miljøbasert vannføring?

BKK har utført en analyse av vannføringen logget ved Kråkefossen i perioden 2014 - 2019 (Figur 26) (Kirkhorn 2020). Resultatene viser at det av i alt 2190 dager i denne perioden er behov for å slippe vann 269 ganger dager, dvs. 12,3 % av tiden, for å sørge for minst 400 l/s ved Kråkefossen i Teigdalselva. Dette betyr at vannføringen ved Kråkefossen basert på naturlig tilsig er 400 l/s eller høyere i 87,7 % av tiden i denne 6-års perioden. Analysen viser store mellomårsvariasjoner mellom «tørre» og «våte» år. F.eks. viser analysen et behov for slipp i 4 dager i 2017 og 101 dager i 2018.



Figur 26. Vannføring ved Kråkefossen i perioden 2014 – 2019. Figuren er laget av BKK v/Torbjørn Kirkhorn.

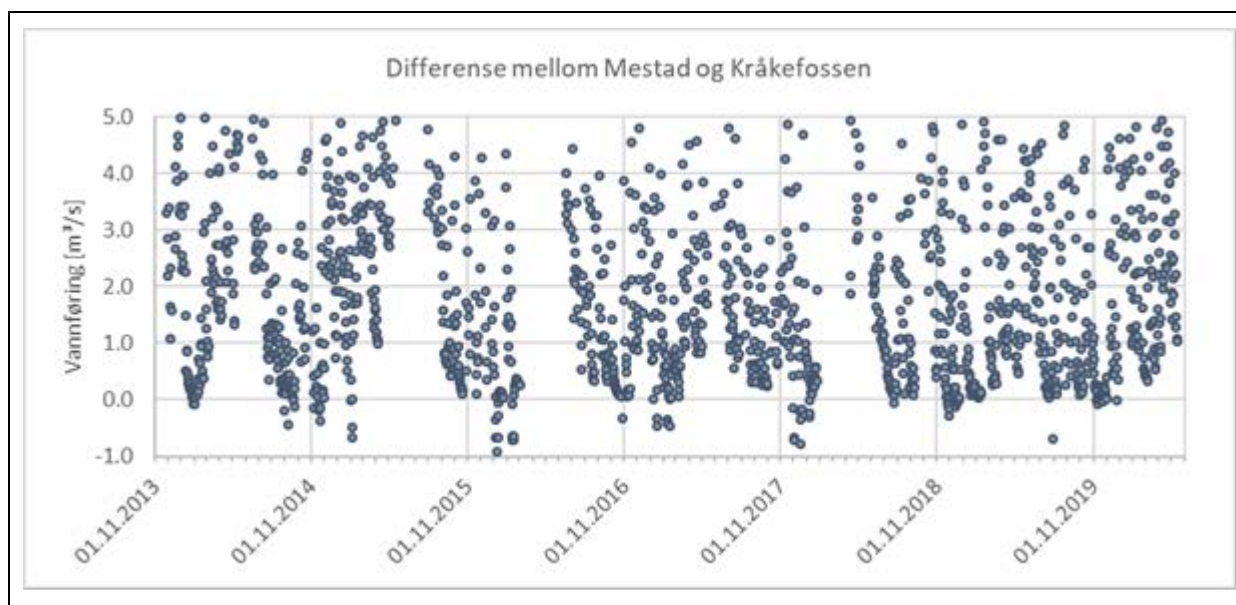
I hovedtrekk viser analysen at behovet for vannslipp er størst i vintermånedene november – mars, mens det ikke var behov for vannslipp i det hele tatt i mai og juni (Figur 27).



Figur 27. Antall dager med en vannføring lavere enn 400 l/s ved Kråkefossen i perioden 2014 – 2019. Figuren er laget av BKK v/Torbjørn Kirkhorn.

3.6 Utfordringer

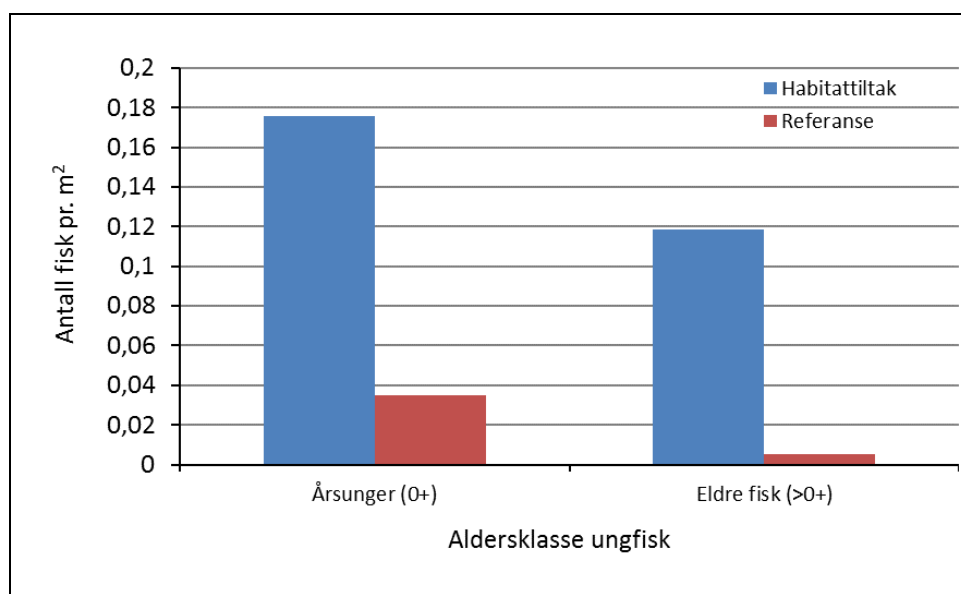
En viktig del av å innføre en miljøbasert vannføring er at det etableres styringssystemer for automatisk å kunne regulere slipp av vann etter tilsiget i Teigdalselva. I tillegg til målestasjonen til NVE ved Mestad, etablerte BKK sin egen målestasjon ved Kråkefossen i 2013 (Andersen 2016). Denne ligger 7 km oppstrøms loggeren på Mestad, og er lokalisert rett nedstrøms vandringshinderet. Det gjøres oppmerksom på at det foreligger en viss usikkerhet i vannføringsdata lavere enn 140 l/s og over 5,0 m³/s. En sammenligning mellom disse to loggerstasjonene kan være med på å belyse usikkerheten i loggerdataene (**Figur 28**). Figuren viser at vannføringen generelt øker relativt sett ganske mye fra Kråkefossen og ned til Mestad. Tilløpsbekker nedstrøms Kråkefossen kan bidra med mye vann i visse perioder og er viktig for produksjonsforholdene. Samtidig viser noen av målingene en reduksjon i vannføringen fra Kråkefoss og ned til Mestad. Dette oppstår trolig grunnet vedvarende kaldt og/eller tørt vær, slik at vannet fryser til på vei ned til Mestad samtidig som tilløpsbekkene tørker inn. Men det kan også oppstå ved vedvarende tørt og varmt vær, der deler av vannet forsvinner ned i elvebunnen og/eller fordampes på vei ned. En tredje mulighet er at vannføringen er høy ved starten av en flom i øvre del av vassdraget og logges først av Kråkefossen, men senere av loggeren på Mestad grunnet tidsforsinkelsen ned dit og demping i Mestadvatnet, og dermed blir det logget negative verdier. Slike sammenhenger skaper, sammen med unøyaktig logging av vannføring, stor usikkerhet i hvilke vannføringer som egentlig oppnås. Dette er spesielt viktig siden en vannføring på 200 l/s betyr betydelig redusert produksjonsareal, mens 400 l/s dekker de viktigste gyte- og oppvekstområdene i Teigdalselva (målt ved Mestad). Derfor synes det viktig å ha kontroll på sanntidsvannføringen både ved Kråkefossen, men også ved Mestad. Dette blir da et behovsslipp som er styrt av naturlig tilsig ned til Kråkefossen og tilløpsbekkene ned til Mestad i kombinasjon med registrert vannføring på begge loggerne. Dette vil i teorien ta hensyn til vannbehovet til enhver tid i forhold til fiskens livssyklus.



Figur 28. Differansen mellom vannføringen (døgnmiddel) logget nede ved Mestad og ved Kråkefossen for vannføringer lavere enn 5 m³/s. Ved en vannføring på 0 m³/s er vannføringen lik. Positive verdier viser økningen i vannføringen fra Kråkefossen og ned til Mestad, mens negative verdier viser en logget reduksjon i vannføringen.

3.7 Utførte habitattiltak i Teigdalselva

Habitattiltak er tidligere utført i Teigdalselva (Fjellheim et al. 2003). Konklusjonen fra dette arbeidet var at det hadde ført til en økt fiskeproduksjon og at slike tiltak var bedre egnet til å øke fiskeproduksjonen enn tradisjonell fiskekultivering i regulerte elver med sterkt redusert vannføring. Basert på tidligere undersøkelser og habitattiltak, ble det i 2013 vedtatt å utføre habitattiltak i elven for å avbøte negative effekter av regulering. En kartlegging av Teigdalselva avdekket behovet for habitattiltak på minst 3 ulike strekninger. Elvebunnen på disse tre strekningene var «steril» og hadde lav kompleksitet og dermed få standplasser og skjulesteder for både ungfisk og gytefisk. Egnede habitattiltak var ledebuner (strømsettere), utlegg av blokker og steiner, uttak av løsmasser og rotvelting av noen trær langs elvebredden. Hensikten med habitattiltakene i Teigdalselva var å bedre forholdene for gyting, samt å øke hulromkapasiteten i elvebunnen for å gi økt kvalitet på leveområdene for ungfisk. Evaluering av habitattiltakene viste at tiltakene gav økt fiskeproduksjon på disse områdene (Gabrielsen & Skår 2019). Det ble funnet høyere tettheter av både årsunger og eldre ungfisk i de habitatjusterte områdene enn sammenlignet med referansestrekninger. Det var ca. 5 ganger så mange årsunger og ca. 23 ganger så mange eldre ungfisk i de habitatjusterte områdene enn i referanseområdene (Figur 29).



Figur 29. Gjennomsnittlige tettheter av årsunger (0+) og eldre fisk (>0+) pr. m² for samtlige områder med habitattiltak og referanseområder i Teigdalselva i årene 2015, 2016 og 2017.

Samtlige strømsettere har ført til en bedre romlig fordeling av gytemuligheter for fisk i øvre del av Teigdalselva. Undersøkelsene av eggoverlevelsen viste at det var en høy overlevelse ved disse strømsetterne. Det er til sammen lagt ut 267 ulike tiltak som totalt utgjør et areal på 6 469 m². Totalt er det lagt ut 102 blokker, som skaper store endringer i strømbildet og som påvirker sedimenteringen betydelig. De tiltakene som bidrar mest arealmessig, er utlagte steingrupper og de store ledebunene som er satt ut. Samlet har de tre tiltaksområdene et areal på 62 024 m², der arealene av utførte tiltak utgjør 10,4 %. En skjønsmessig vurdering av områdene som påvirkes av tiltakene (endring i vannstrøm, sedimentavsetning osv.) gir et påvirket areal på hele 70,4 %. Dette er et noe usikkert anslag, men betyr i praksis at tiltaksområdene er betydelig endret som følge av habitattiltakene, selv

om det faktiske arealet av tiltakene er vesentlig mindre. De lokalt tilpassa habitattiltakene i Teigdalselva vil trolig føre til en betydelig økt fiskeproduksjon. Årsaken til dette er at tiltakene trolig vil føre til økt gyteaktivitet og at leveområdene for ungfisk nå er av bedre kvalitet og utgjør en langt større andel av elvearealet enn tidligere. Men samtidig forutsetter disse habitattiltakene en viss mengde vann (minst 400 l/s ved Kråkefossen) for at de skal være mest mulig effektive.

4.0 Litteratur

Andersen, L. 2016. Målestasjon Kråkefossen i Teigdalselva. BKK Notat. Dok. ID: 11777452. 4 s.

Anon. 2015. Status for norske laksebestander i 2015. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 8. 300 s.

Anon 2015c. Vedleggsrapport med vurdering av måloppnåelse for de enkelte bestandene. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 8b. 785 s.

Barlaup, B.T., Vollset, K.W., Pulg, U., Gabrielsen, S.-E., Skoglund, H., Normann, E.S., Wiers, T., Skår, B., Lehmann, G.B. & Velle, G. 2015. Vosso Områdetilnærming – Sluttrapport. LFI Rapport nr. 244. 73 s.

Barlaup, B.T., Sandven, O.R., Skoglund, H., Gabrielsen, S.E., Wiers, T., Kleiven, E., Lehmann, G., Fjellheim, A., Halvorsen, G.A., Hobæk, A. & Tysse, Å 2008. Restaurering av gyteområder og prøvefiske i Bjornesfjorden 1999 – 2007. LFI-Rapport nr. 150.

Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G., and Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing – theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173:9-43.

Fjellheim, A., Barlaup, B.T., Gabrielsen, S.E. & Raddum, G.G. 2003. Restoring fish habitat as an alternative to stocking in a river with strong reduced flow. *Ecohydrology & Hydrobiology* 3: 17-26.

Forseth, T. & Harby, A. (red.). 2013. Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag. – NINA Temahefte 52. 90 s.

Gabrielsen, S-E. & Skår, B. 2019. Habitattiltak i Teigdalselva. Sluttrapport 2018. „Bra Miljöval“.

Gabrielsen, S-E., Velle, G., Skår, B. & Wiers, T. 2014. Restfeltet i Daleelva i Hordaland. Effekter av flomsikringsarbeid på ungfisk og bunndyr. LFI rapport nr. 233.

Gabrielsen, S.E., Barlaup, B.T., Halvorsen, G.A., Sandven, O.R., Wiers, T., Lehmann, G.B., Skoglund, H., Skår, B. & Vollset, K.W. 2011. «LIV – Livet i vassdragene» - Langsiktige undersøkelser av laks og aure i Daleelva i perioden 2006-2011. LFI-Rapport 185.

Gabrielsen, S.E, Barlaup, B.T., Skoglund, H., Wiers, T., Lehmann, G., Sandven, O.R. & Gladsø, J.A. 2009 Utlekking av rogn som alternativ kultiveringsmetode i Vikja og Dalselva – resultater fra undersøkelser i perioden 2002-2008. LFI-rapport nr. 153.

Kirkhorn, T. 2020. Teigdalselva. Vurdering av vassføring, vassdekt areal og minstevassføring. BKK Produksjon Notat. IDA-nr.: 12465146.

Miljødirektoratet 2015. Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør – Tiltaksovervåking i 2014. Miljødirektoratet. M-nummer 412.

Skoglund, H., Barlaup, Skår, B., Gabrielsen S.-E. & Wiers, T. 2015. Fiskebiologiske undersøkelser i Eidfjordvassdaget 2004-2015. LFI-rapport nr. 243.