

Restfeltet i Daleelva i Hordaland

Effekter av flomsikringsarbeid på ungfisk og bunndyr



Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske

LFI Uni Miljø
Thormøhlensgt. 48B
5006 Bergen

Telefon: 55 58 22 28

ISSN nr: ISSN-1892-889

LFI-rapport nr: 233

Tittel: Restfeltet i Daleelva i Hordaland
Effekter av flomsikringsarbeid på ungfisk og bunndyr

Dato: 11.06.2014

Forfattere: Sven-Erik Gabrielsen, Gaute Velle, Bjørnar Skår & Tore Wiers

Geografisk område: Hordaland

Oppdragsgiver: Norges Vassdrags- og Energidirektorat

Antall sider: 25

Emneord: Flomskader, flomsikring, biotopjustering, fiskeproduksjon

Utdrag: En stor flom ødela store deler av Daleelva i 2005. Siden 2012 har NVE flomsikret elva og utført biotopjusteringer som følge av denne flommen. Undersøkelser i etterkant viste at selve flomsikringsarbeidet ikke hadde sporbare negative effekter på produksjonen av fisk og bunndyr. Biotopjusteringene vil trolig føre til økt produksjon av fisk. Det er viktig å ha god biologisk og hydromorfologisk kunnskap om vassdraget før eventuelle biotopjusteringer gjennomføres. Slike tiltak er vassdragspesifikke og må være basert på en korrekt stilt diagnose.

Forsidefoto: LFI Uni Miljø

Forord

I 2005 førte ekstremt store nedbørsmengder til flom med påfølgende stor skade i restfeltet i Daleelva. I 2013 og 2014 har Norges Vassdrags- og Energidirektorat flomsikret dette restfeltet, slik at tilsvarende flom ikke skal true industri og befolkning nært knyttet til elveløpet. Denne rapporten fokuserer på hvilke effekter dette flomsikringsarbeidet har hatt på fisk og bunndyr, og viser tiltak som kan være til nytte for å gjøre forholdene bedre for fisk.

Prosjektet har vært finansiert av NVE.

Bergen, juni 2014



Bjørn T. Barlaup
Forskningsleder



Sven-Erik Gabrielsen
Prosjektleder

INNHold

SAMMENDRAG	5
1.0 INNLEDNING	6
1.1 Bakgrunn og hensikt	6
1.2 Kort områdebeskrivelse	6
2.0 METODER.....	8
2.1 Elektrisk fiske	8
2.2 Substratprøver og undersøkelser av gytegroper	8
2.3 Skjulmålinger	9
2.4 Bunndyr	9
3.0 RESULTATER.....	11
3.1 Undersøkelser av ungfiskbestanden	11
3.1.1 Tettheter av laks	11
3.1.2 Tettheter av aure	13
3.1.3 Fangster i smoltfellen	14
3.2 Substratprøver.....	15
3.3 Skjulmålinger	16
3.4 Bunndyrundersøkelser	16
3.4.1 Biologisk mangfold.....	16
3.4.2 Organisk belastning	17
3.4.3 Samfunnsstruktur	19
4.0 BIOTOPJUSTERENDE TILTAK ETTER FLOMSIKRINGEN.....	20
4.1 Generell beskrivelse av de ulike typer biotopiltakene.....	22
4.1.1 Kulper.....	22
4.1.2 Steingrupper	22
4.1.3 Harving av elvebunn	22
4.1.4 Ledebune	23
4.1.5 Gytegrus.....	24
5.0 LITTERATUR	25

Sammendrag

I forbindelse med flomsikringen NVE gjennomførte i restfeltet i Daleelva, ble det iverksatt undersøkelser av fisk og bunndyr i og oppstrøms den berørte strekningen. Resultatene fra undersøkelsene ble sammenliknet med relevante data innsamlet i perioden 2001 -2013. I tillegg ble det i slutfasen av flomsikringsarbeidet, inngått en avtale med NVE om å utføre biotopjusterende tiltak for å bedre forholdene i retning slik de var før arbeidet med flomsikringen. Hensikten med undersøkelsene var å beskrive eventuelle endringer i forholdene for fisk og bunndyr i den berørte strekningen, samt å gjennomføre biotopiltak for å sikre produksjonsforholdene for sjøaure og laks i restfeltet i Daleelva. Dette arbeidet vil også kunne ha stor overføringsverdi til liknende situasjoner hvor NVE eller andre gjennomfører omfattende sikring og restaurering av elveløp, og hvor det er behov for å vurdere eventuelle effekter på berørte økosystemer og fiskebestander.

Undersøkelsene viser at flomsikringen ikke har hatt noen sporbar negativ effekt på fiskeproduksjonen, på bunndyrsamfunnet eller på diversiteten av bunndyr. Dette til tross for at det ble observert mye finstoff mens gravearbeidet pågikk og fargen på elvevannet på berørt strekning var svært brun. En del av finstoffet har blitt spylt ut, men fremdeles ligger det noe fin grus og sand igjen på strekningen etter gravearbeidet. Dette ser imidlertid ikke ut til å ha påvirket eggoverlevelsen i negativ retning, siden undersøkelser av gytegroppene viste normal overlevelse.

En viktig del av dette prosjektet, var å utføre biotopjusterende tiltak i etterkant av flomsikringsarbeidet. Slike biotopjusterende tiltak er vassdragsspesifikke, og diagnose må baseres på identifiserte flaksehals i det enkelte vassdrag. I restfeltet til Daleelva forelå det dokumentasjon på at en flaskehals for fiskeproduksjonen var få gytemuligheter i tillegg til lav minstevannføring. Videre var tilgangen til skjul redusert i visse områder og det var mangel på dypere områder som standplasser for gytefisk. Det ble derfor gjort justeringer av habitatet på fem ulike områder innenfor strekningen som ble påvirket av flomsikringen i restfeltet for å bedre leveområdene for aure og laks. Biotopjusteringene tok hensyn til de identifiserte flaksehalsene. Biotopjusteringene har styrket produksjonen av fisk i restfeltet. Spesielt tilgangen til, og fordelingen av, flere gyteområder har vært viktig siden dette var en flaskehals som begrenset produksjonen.



Flommen i 2005 gjorde stor skade i restfeltet til Daleelva og er årsaken til flomsikringsarbeidet NVE utførte i ettertid. Flommen hadde en negativ effekt på fiskeproduksjonen.

1.0 Innledning

1.1 Bakgrunn og hensikt

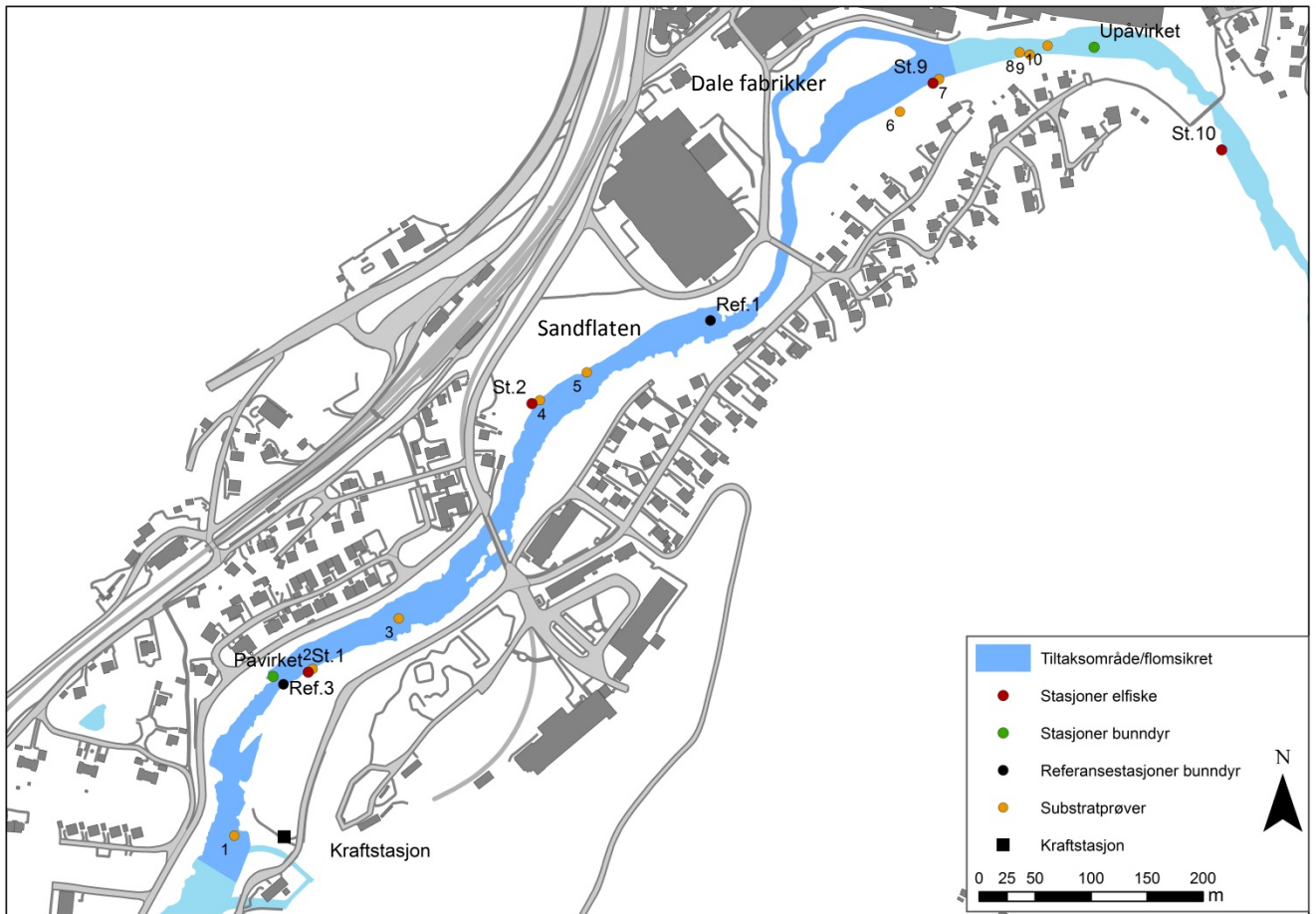
I forbindelse med flomsikringen NVE gjennomførte i restfeltet i Daleelva, ble det observert større fysiske endringer i elveleiet. Tidligere var elvebunnen karakterisert av stein og grus som ga sjøauren og laksen tilgang på gode gyte- og oppvekstområder, noe som var kartlagt i vårt pågående forskningsprosjekt om habitatforhold for anadrom fisk i Daleelva (Gabrielsen et al. 2011). Vurderinger av elvebunnen ved nye undersøkelser våren 2013 i restfeltet, tilsa at strekningen fra Dale fabrikk og ned til kraftutløpet hadde blitt slammet ned. Elvebunnen på strekningen var nå mer preget av finkornete, homogene sediment bestående av leire og silt, og varierende mengder med sand og grus innblandet. Disse massene hadde lagt seg i elvebunnen og delvis dekt hulrom og skjul for fisken. Slike hulrom sikrer god gjennomstrømning av vann og oksygen, danner viktig skjul for yngel og ungfisk, og danner et tredimensjonalt og godt habitat for bunndyr. Det ble observert mye finstoff mens gravearbeidet pågikk og fargen på elvevannet på berørt strekning var svært brun. Dette gjaldt ikke hele strekningen, men spesielt områdene fra Dale fabrikk og ned til utløpet fra kraftstasjonen. Det var ikke lett å bedømme hvorvidt tilslammingseffekten var midlertidig som ville forsvinne med vårflommene eller om det ville bli en langvarig effekt. Det ble derfor iverksatt undersøkelser av fisk og bunndyr i og oppstrøms den berørte strekningen. I tillegg ble det i sluttfasen av flomsikringsarbeidet inngått en avtale med NVE om å utføre biotopjusterende tiltak for å bedre forholdene i retning slik de var før arbeidet med flomsikringen.

Hensikten med undersøkelsene var å beskrive eventuelle endringer i forholdene for fisk og bunndyr i den berørte strekningen, samt å gjennomføre biotopiltak for å sikre produksjonsforholdene for sjøaure og laks i restfeltet i Daleelva. Dette arbeidet vil og kunne ha stor overføringsverdi til liknende situasjoner hvor NVE eller andre gjennomfører omfattende sikring og restaurering av elveløp og hvor det er behov for å vurdere eventuelle effekter på berørte økosystemer og fiskebestander.

1.2 Kort områdebeskrivelse

Daleelva utgjør nederste del av Bergsdalsvassdraget og renner ut i Dalevågen. Den lakseførende strekningen er ca. 4,7 km lang og har et lakseførende elveareal på ca. 105 000 m² ved en vannføring på 5 m³/s i hovedelva og 0,3 m³/s i restfeltet. I restfeltet er lavere vannhastighet dominerende og 95 % av vannhastigheten er lavere enn 50 cm/s.

Den anadrome delen av Daleelva kan deles i to elveavsnitt. Fra kraftstasjonen til Dalevågen produseres vannkraft. I restfeltet oppstrøms kraftstasjonen er vannet fraført, men kraftprodusenten er pålagt minstevannføring på 0,3 m³/s fra Storefossen (**Bilde 1**). I restfeltet er vanddypet dominert av dyp på under 25 cm. Elvebunnen i restfeltet består stort sett av blokk (65 %), og andelen grus, som bl.a. kan inneholde egnet gytegrus, er 3 % av totalsubstratet i restfeltet. Gyteområdene i Daleelva utgjør 1,1 % (1 180 m² gyteareal) av det totale vanddekte elvearealet. Det ligger flere gyteområder jevnt fordelt fra utløpet og opp til Dale fabrikk, mens strekningen videre oppstrøms Dale fabrikk mangler stort sett egnete gyteområder. I restfeltet er gyteområdet ved Sandflaten det viktigste (**Figur 1**).



Figur 1. Oversikt over påvirket strekning i forbindelse med flomsikringsarbeidet, elfiskestasjoner, bunndyrstasjoner og substratprøver i restfeltet til Daleelva. I tillegg ligger det en referansestasjon for bunndyr i hovedløpet ca. 1,7 km nedstrøms tiltaksområdet som ikke vises på kartet.



Bilde 1. Deler av restfeltet slik det så ut etter at flomsikringsarbeidet var ferdig i 2014. BKK er pålagt et vannslipp på 300 l/s fra Storefossen som opprettholder noe av det vanndekte areal.

2.0 Metoder

2.1 Elektrisk fiske

For å undersøke effekten av flomsikringsarbeidet på produksjonen av ungfisk i restfeltet, ble det fisket på fire stasjoner 26. mars 2014. Stasjon 9 og 10 har vært overvåket siden 2001, mens to nye ble etablert i denne undersøkelsen (stasjon 1 og 2) (**Figur 1**). Grunnen til dette var at vi ønsket å få en bedre kontroll på tetthetene av laks og aure i den delen av elva som var berørt av flomsikringsarbeidet. Tettheter av ungfisk ble undersøkt ved et kvantitativt elektrisk fiske med tre gangers fiske av den enkelte stasjon i henhold til metode beskrevet av Bohlin et al. (1989). Arealet på den enkelte stasjon var 100 m². Basert på aldersanalyse av innsamlet fisk er det skilt mellom ensomrig og eldre ungfisk. Tetthetsberegningene er gjort for hver av disse to gruppene. I tillegg til tettheter av ungfisk, vil antallet smolt fanget i smoltfellen belyse produksjonen av fisk i restfeltet. Smoltfellen vil være en viktig måleparameter for å evaluere effekter av f.eks. flomsikringsarbeidet, flommer og andre inntrufne hendelser i restfeltet.

2.2 Substratprøver og undersøkelser av gytegroper

Substratprøvene ble samlet inn ved hjelp av spade og hov med maskevidde 250 µm. Flere studier av laksefisk har vist at det er en klar sammenheng mellom eggoverlevelsen og sammensetningen av gytegrusen (substratet). Det er særlig de finere fraksjonene som sand og silt som kan påvirke eggoverlevelsen i negativ retning ved å redusere oksygentilførselen til eggene. På denne bakgrunn ble substratprøvene levert inn for siktanalyse. Det ble siktet for følgende kornstørrelser: mindre enn 0,125 mm, 0,125 mm, 0,25 mm, 0,5 mm, 1 mm, 2 mm, 4 mm, 8 mm, 16 mm, 32 mm, 64 mm og 128 mm. Vektprosenten av materiale ble brukt for å vurdere andelen finpartikulært materiale i den enkelte prøve. Tilsvarende målinger av substrat fra litteraturen og fra innsjøene Vegår og Store Hovvatn i Aust-Agder og Bjornesfjorden på Hardangervidda, ble brukt som sammenlikningsgrunnlag ved vurderingene av substratprøvene i restfeltet i Daleelva.

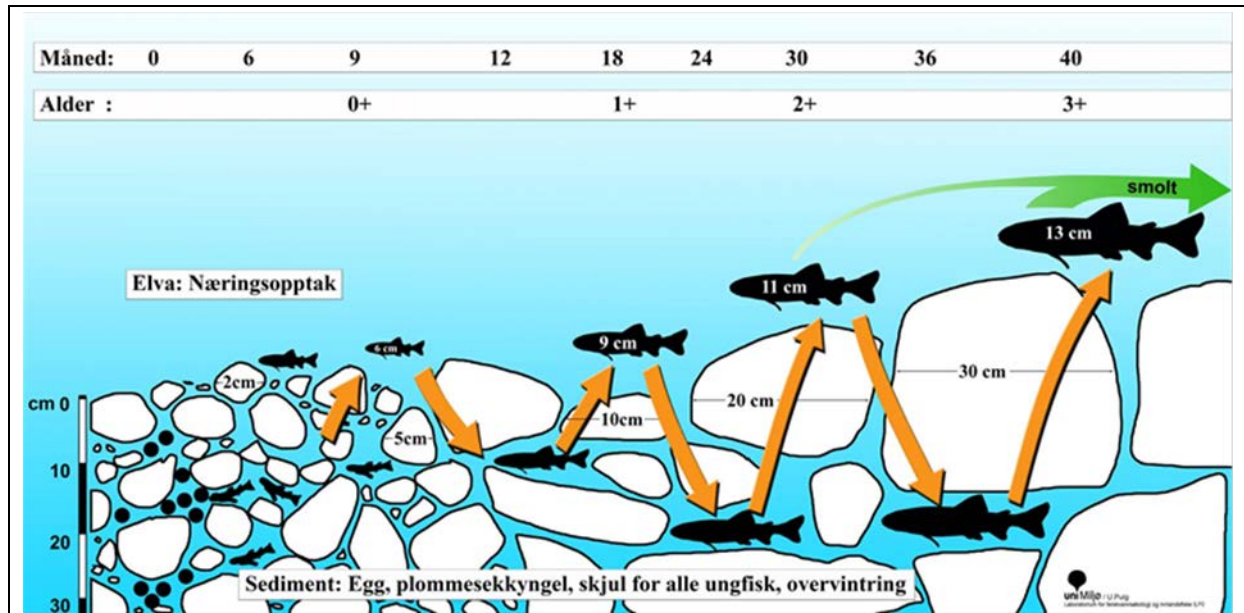
Gytegroper ble funnet ved å grave forsiktig i grusen med en spiss gartnerspade i de områdene hvor det var lagt ut egnet gytegrus (**Bilde 2**). Når en gytegrep (eggglomme) ble lokalisert, ble vanddypet over gytegroppen og gravedypet ned til eggene registrert, samt at et utvalg rognkorn ble tatt opp med en 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 gytegroppene.



Bilde 2. Undersøkelser av gytegroper ble foretatt ved å grave forsiktig i gytegrusen med en spiss gartnerspade.

2.3 Skjulmålinger

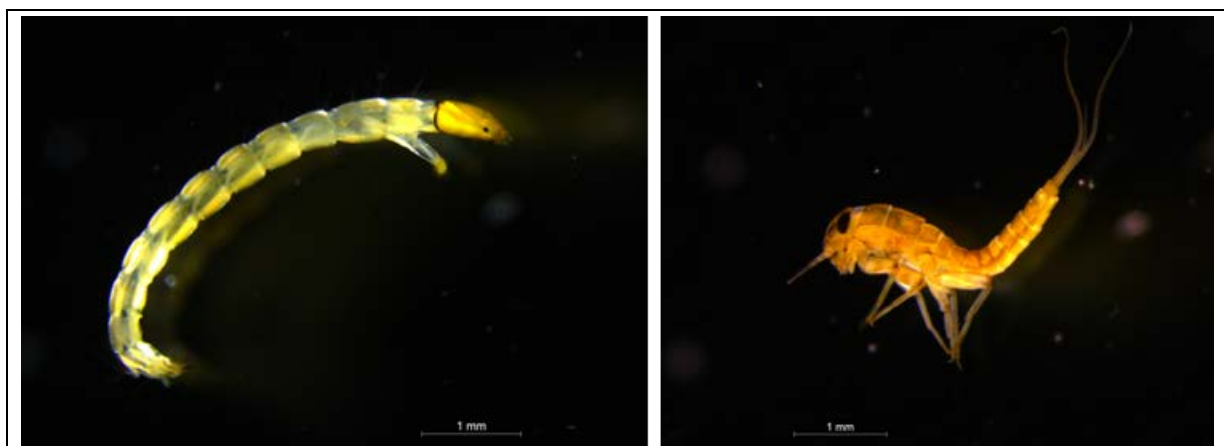
Kvaliteten på leveområdene for ungfisk nede i elvebunnen ble undersøkt ved å foreta skjulmålinger (Figur 2). Fremgangsmåten rettet seg etter metodene som er beskrevet i miljødesignhåndboken (Forseth & Harby 2013).



Figur 2. Øvre deler av elvebunnen er viktig oppvekstområde for ungfisk. Det fungerer bl.a. som skjul, overvintringsområder og refugium under større flommer.

2.4 Bunndyr

Bunndyr (makroinvertebrater) er forskjellige smådyr uten ryggvirvel som finnes i rennende og i stillestående ferskvann (Bilde 3). Bunndyrene har enten hele livssyklusen i vann (for eksempel fåbørstemark, igler, mange vannmidd, snegler og muslinger) eller de har larvestadiet i vann og det voksne stadiet på land (for eksempel insekter som steinfluer, døgnfluer, vårfluer og tovinger). Bunndyr brukes ofte i effektvurdering av forurensninger/økologisk tilstand siden de ulike artene kan ha forskjellige krav til miljøforhold. Bunndyrene integrerer forandringer i miljøtilstanden over tid. Til sammenlikning gir enkeltmålinger, for eksempel av vannkjemi, et øyeblikksbilde av situasjonen. Bunndyr utgjør også en sentral komponent i økosystemene, og er viktig som føde for fisk og fugl.



Bilde 3. To svært vanlige bunndyr i Daleelva, fjærmygg (Chironomidae) og *Baetis rhodani*. *B. rhodani* er følsom for forurensning og indikerer at elven ikke er forurenet. Fjærmygg familie to-vingede insekter og består mest sannsynlig av et 50-talls arter i elva.

For å finne ut om bunndyrsamfunnet var påvirket av flomsikringsarbeidet ble det tatt prøver i en strekning nedstrøms inngrepet, og en prøve oppstrøms inngrepet (**Figur 1, Bilde 4**). Prøvene ble tatt desember 2013 og april 2014. Bunndyrsamfunnet vil ofte variere noe innenfor en lokalitet, og det ble derfor tatt fire prøver per lokalitet. I tillegg ble prøvene fra 2013 og 2014 sammenliknet med prøver tatt i Daleelva mellom 2007 og 2013 i forbindelse med «LIV»-prosjektet (**Figur 1**). Prøvene fra «LIV» brukes som referanse for hvordan tilstanden var i elven før flomsikringsarbeidet startet. Hver bunndyrprøve/ sparkeprøve ble tatt ved å rote i substratet i en lengde på ca. 9 m (sparketid 3 min) og vi påså at alle typer habitat ble dekket (Frost et al. 1971). Prøvene ble tatt med rotehåv med 250 µm maskevidde og konservert på 96 % alkohol. I laboratoriet ble standard metode fulgt der bunndyr sorteres under lupe i en time før de ble artsbestemt. Metodikken følger NS-ISO 7828 og veilederen for Vanndirektivet (Direktoratsgruppa et al., 2009). Prøvene som ble tatt i 2013 og 2014 tilfredsstiller Vanndirektivets krav for fastsettelse av økologisk tilstand. Tre ulike analyser ble utført for å finne om bunndyrene var påvirket av inngrepet:

1. Man kan forvente at flere av økosystemenes funksjoner opprettholdes og er robuste ved høy diversitet av bunndyr. Den biologiske diversiteten ble derfor sammenliknet mellom prøvene tatt i strekningen oppstrøms flomsikringsarbeidet, i elvestrekningen oppstrøm flomsikringsarbeidet, og i prøvene tatt mellom 2007 og 2012. Mange ulike indekser brukes for å registrere biologisk diversitet. Vi har brukt en indeks, Shannon_{exp}, som tar hensyn til antallet arter og den til relative fordelingen av artene. Denne indeksen er lite påvirket av innsats i felt av tettheten dyr som er funnet i prøvene. Shannon_{exp} er gitt ved:

$$\text{Shannon}_{\text{exp}} = \exp\left(-\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i\right)$$

der p utgjør relativt antall av art i prøven og \ln er den naturlige logaritmen (base e). Resultater fra denne indeksen angir det effektive antall arter i habitatet. Som et eksempel vil man i en prøve bestående av to arter der det er 999 individer av art a ett individ av art b , kunne si at antallet arter er 2, mens det effektive antall arter i prøven (Shannon_{exp}) vil være tilnærmet lik 1 (nærmere bestemt 1.008). Dersom prøven består av 500 individer art a og 500 individer av art b vil antallet arter fremdeles være 2, og det effektive antallet arter også vil være 2.

2. Det ble undersøkt om flomsikringsarbeidet har medført organiske belastning i elven, for eksempel ved tilførsel av uomsatt nitrogen fra sprengningsmasser. Dette ble gjort ved hjelp av ASPT-indeksen (Average Score Per Taxon) (Armitage et al. 1983). Dette er en indeks som indikerer størrelsen på den organiske belastningen ved en lokalitet. Indeksen gir poeng til familier av bunndyr avhengig av hvor tolerante artene i familien er for organisk anrikning/ forurensing. De mest tolerante får lav verdi, mens de minst tolerante får høy verdi. De biologiske prøvene som brukes til å finne ASPT indeks bør være samlet om høsten etter at effekten av tilført næring har påvirket samfunnet over vekstsesongen. Vurderingen av grenseverdier for økologisk status med ASPT-indeksen er fremdeles under vurdering i Norge, og må derfor brukes med en viss forsiktighet. En beskrivelse av indeksen på norsk kan finnes i en veileder for Vanndirektivet på Vannportalen (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2009).

3. For å finne om fordelingen mellom artene, det vil si samfunnsstrukturen, er endret som følge av arbeidet ble bunndyrsamfunnet analysert ved hjelp av ordinasjonsmetoder. I en ordinasjon klassifiseres prøvene basert på sammensetningen av bunndyr, slik at prøver med lik fauna plasseres nærme hverandre i et ordinasjonsdiagram. Klassifiseringen kan enten gjøres ved hjelp av lineære modeller (principal component analyse; PCA) eller ved hjelp av klokkeformede (unimodale) modeller (correspondence analyse; CA). Valg av modell er avhengig av datasettets gradientlengde, målt i standardavvik. I dette tilfelle hadde prøvene relativt kort gradientlengde (1,3 standard avvik) slik at lineære modeller og PCA ble foretrukket.



Bilde 4. Bunndyrstasjon fra den påvirkede delen av elven, dvs. nedstrøms flomsikringsarbeidet.

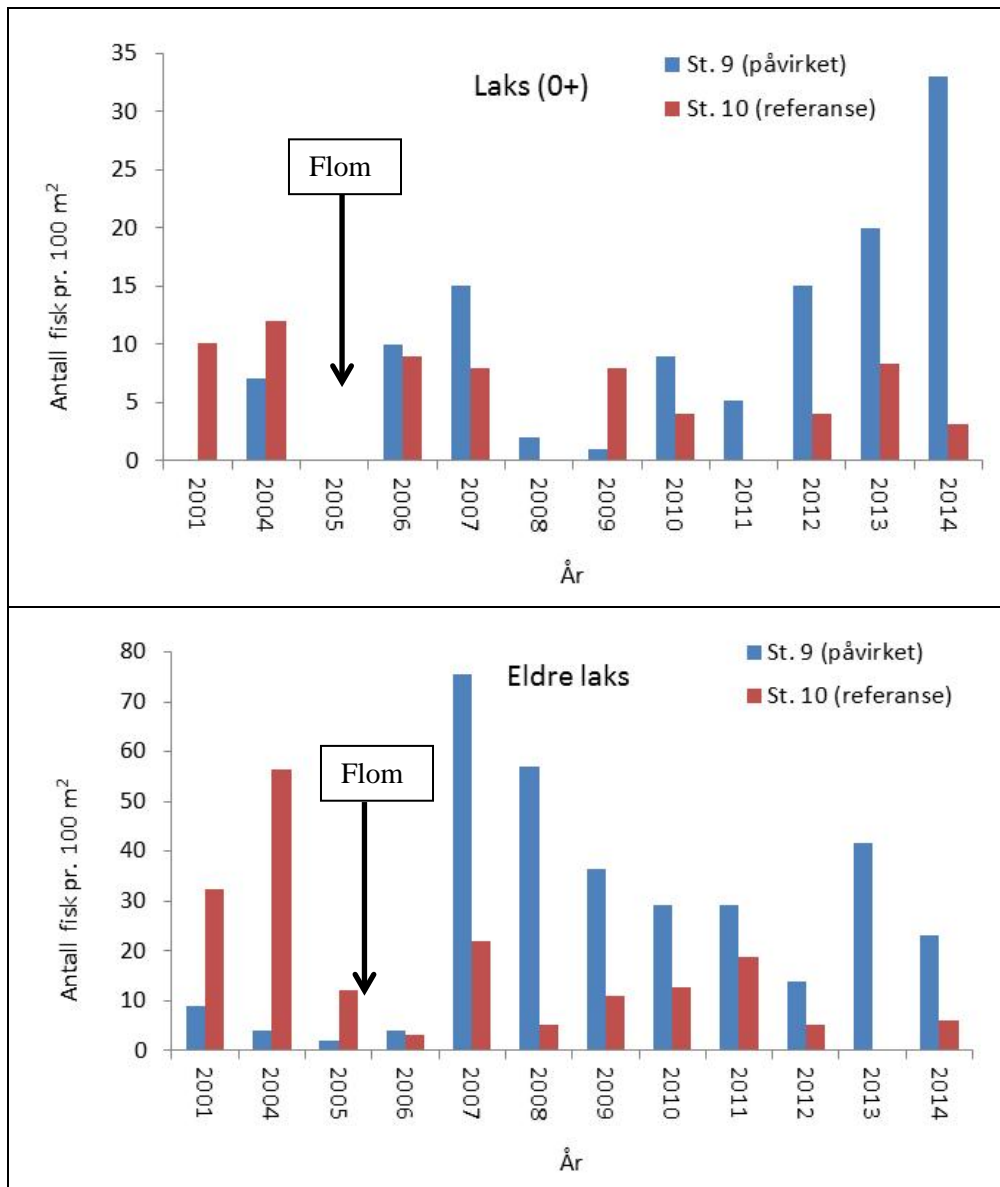
3.0 Resultater

3.1 Undersøkelser av ungfiskbestanden

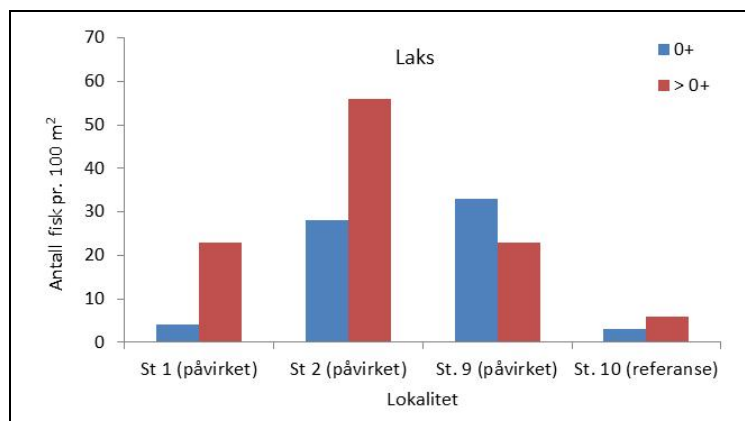
3.1.1 Tettheter av laks

Undersøkelsene av ungfisk av laks på stasjon 9 og 10 i restfeltet i Daleelva, viser stor variasjon i tetthet for både årsunger (0+) og eldre laks i perioden 2001-2014 (**Figur 3**). Den store flommen i 2005 synes å ha hatt en negativ effekt på produksjonen av lakseunger, mens flomsikringsarbeidet i 2013/14 ikke synes å ha påvirket produksjonen i negativ retning. Dette støttes av fangstene i smoltfellen (se avsnitt **3.1.3**). Antallet årsunger registrert i 2014 på den påvirkete stasjon 9, er den høyeste registrerte tettheten i hele perioden, mens tettheten av de eldre i 2014 er innenfor variasjonen i undersøkelsesperioden.

I tillegg til de to overvåkningsstasjonene med historiske data, ble det opprettet to nye stasjoner i flomsikringspåvirket del av restfeltet i 2014 (**Figur 4**). Det ble fanget relativt mange årsunger og eldre laks på disse stasjonene, noe som peker i retning av at flomsikringsarbeidet ikke har hatt en negativ effekt på produksjonen av laks på strekningen som ble flomsikret.



Figur 3. Tettheter av ensomrig (0+, øverst) og eldre laks på to stasjoner i restfeltet i Daleelva siden 2001. Stasjon 9 har blitt fysisk påvirket av flomsikringsarbeidet (påvirket), mens stasjon 10 ligger oppstrøms Dale fabrikker og har ikke blitt fysisk påvirket av flomsikringsarbeidet (referanse).

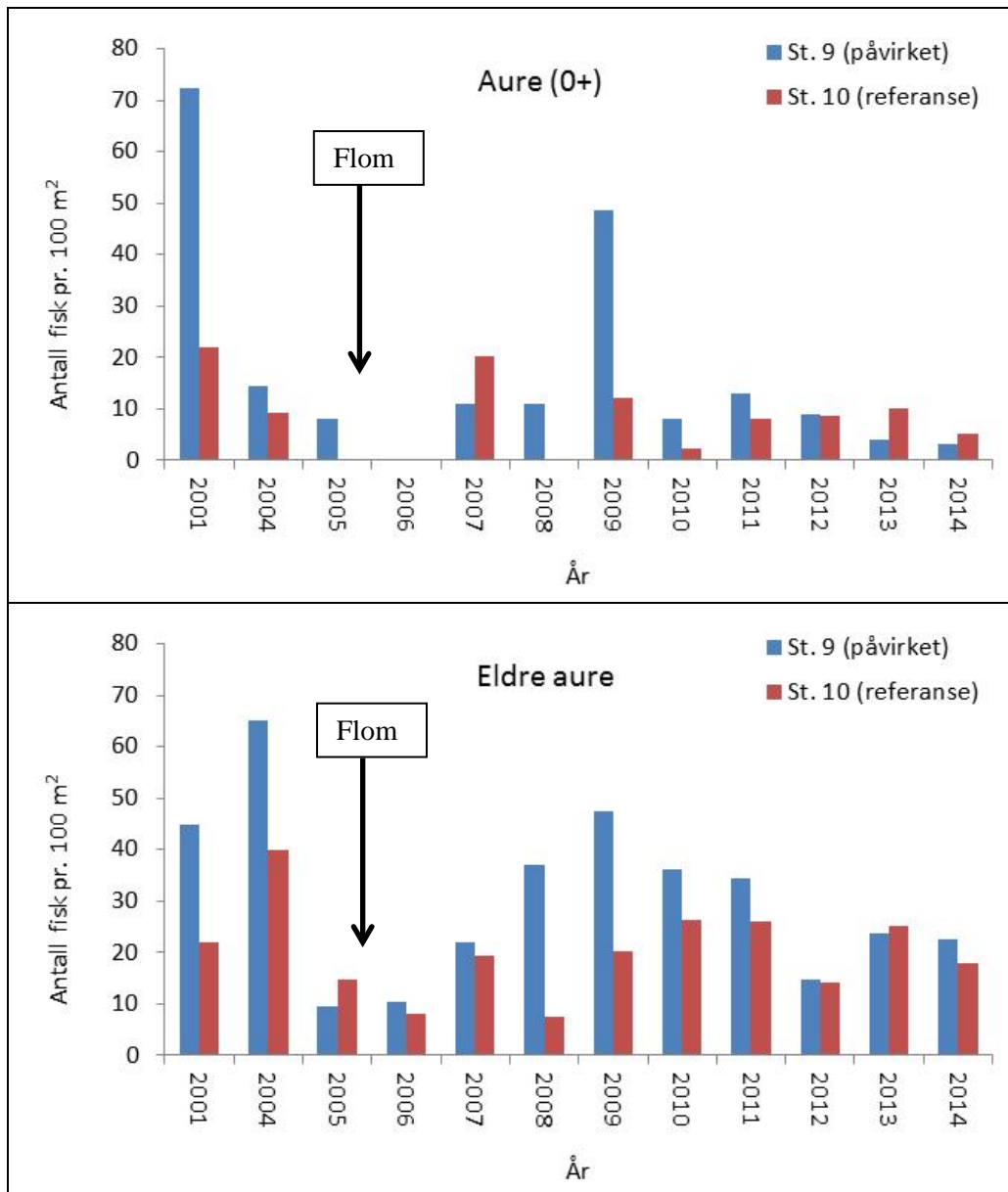


Figur 4. Tettheter av årsunger (0+) og eldre (> 0+) laks på tre stasjoner i restfeltet som ble påvirket av flomsikringsarbeidet (St. 1, 2 og 9) og på en stasjon upåvirket (St. 10). Stasjonene ble undersøkt 26. mars 2014 etter at flomsikring- og tiltaksarbeidet i restfeltet var ferdig.

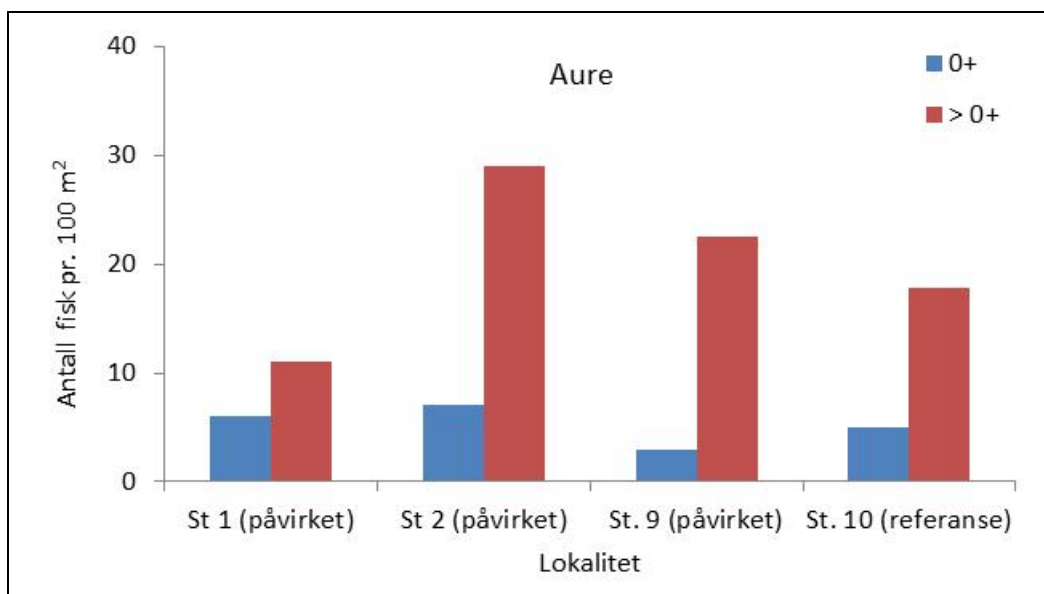
3.1.2 Tettheter av aure

Som for laks, viser undersøkelsene av ungfisk av aure på stasjon 9 og 10 i restfeltet i Daleelva, stor variasjon i tetthet for både årsunger (0+) og eldre aure i perioden 2001-2014 (**Figur 5**). Den største negative påvirkningen synes også her å være den store flommen i 2005, mens flomsikringsarbeidet i 2013/14, ikke synes å ha påvirket produksjonen i negativ retning.

Tetthetene av ungfisk på ekstra stasjonene, viser det samme bildet som for laks (**Figur 6**). Dette tyder på at flomsikringsarbeidet ikke har hatt en negativ effekt på produksjonen av aure på strekningen som ble flomsikret.



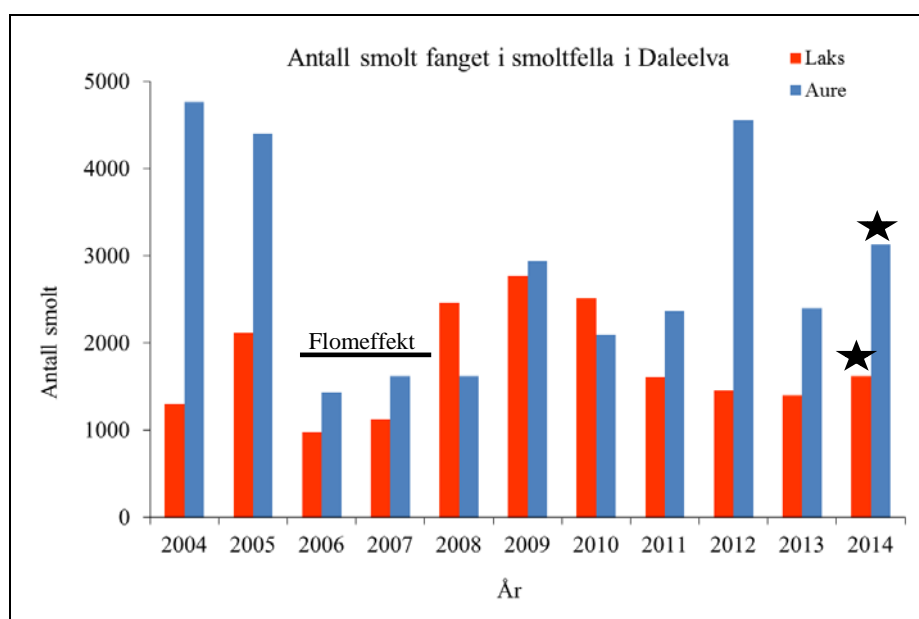
Figur 5. Tettheter av ensomrig (0+, øverst) og eldre aure på to stasjoner i restfeltet i Daleelva siden 2001. Stasjon 9 har blitt fysisk påvirket av flomsikringsarbeidet (påvirket), mens stasjon 10 ligger oppstrøms Dale fabrikker og har ikke blitt fysisk påvirket av flomsikringsarbeidet (referanse).



Figur 6. Tettheter av årsunger (0+) og eldre (> 0+) aure på tre stasjoner i restfeltet som ble fysisk påvirket av flomsikringsarbeidet (St. 1, 2 og 9) og på en stasjon upåvirket (St. 10).

3.1.3 Fangster i smoltfellen

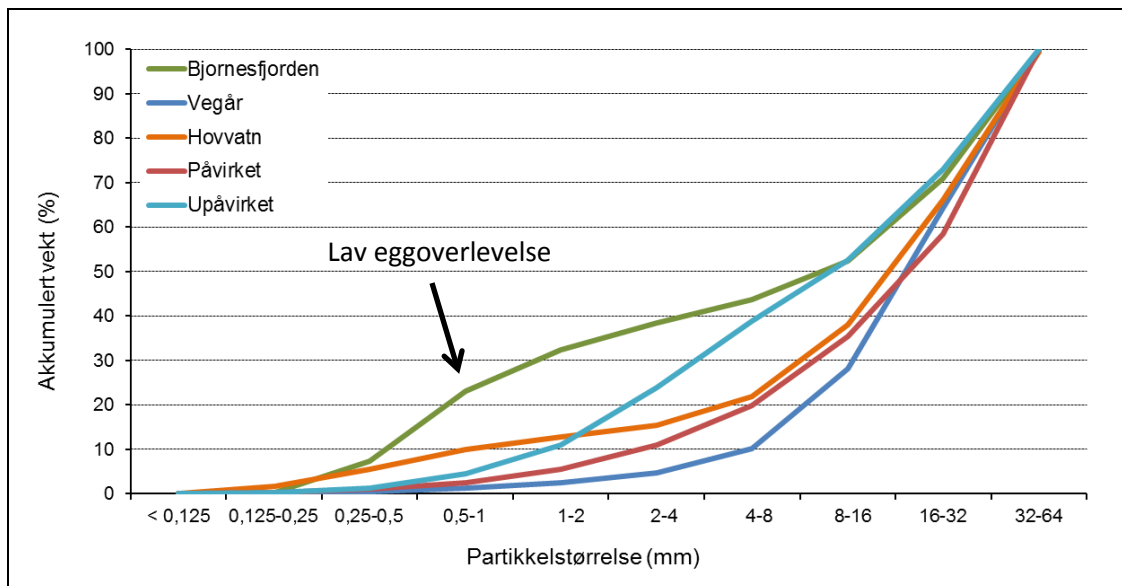
Det er blitt fanget smolt i utløpet av restfeltet siden 2004 med en Wolf-fiskefelle (**Figur 7**). I fangstperioden har fella i snitt fanget ca. 4 600 smolt hvert år. Aure har vært dominerende i fangstene med et snitt på ca. 2 800 pr. år og laks med ca. 1 800 pr. år. De reduserte fangstene i 2006 og i 2007, skyldes negativ effekt på fiskeproduksjonen av flommen høsten 2005. Da ble trolig en del fisk spylt ut av restfeltet og i tillegg døde det mest sannsynlig også en del ungfisk i løpet av flommen. Fangsten i 2014 viser at flomsikringsarbeidet ikke har hatt en negativ effekt på fiskeproduksjonen. Det er pr. 01. juni 2014 blitt fanget 3234 auresmolt og 1714 laksesmolt i fella.



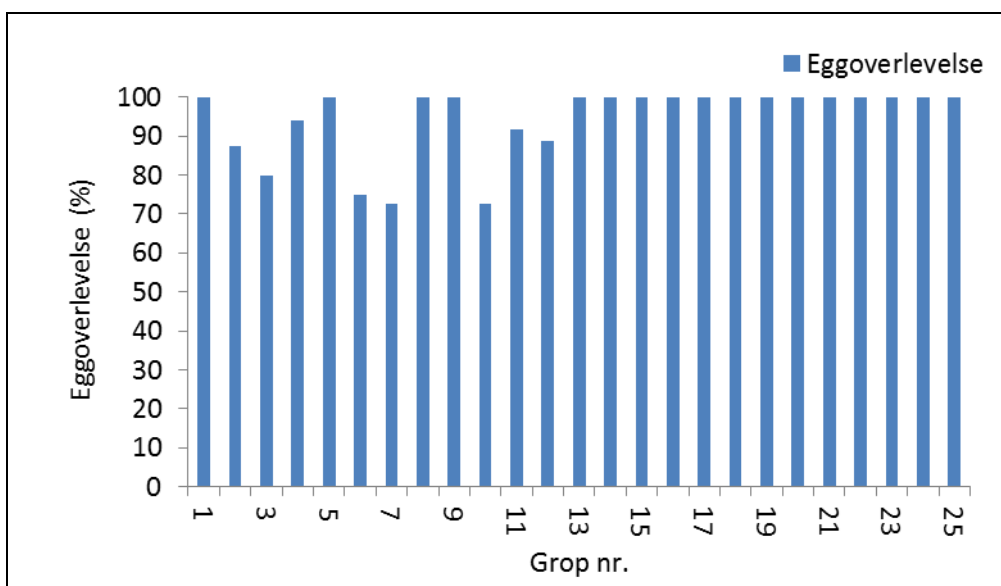
Figur 7. Fangster av lakse- (blå søyler) og auresmolt (røde søyler) i restfeltet i Daleelva i perioden 2004-2014. **Stjerner:** Resultatene for 2014 er foreløpige, siden fella kommer til å fange smolt ut juni måned.

3.2 Substratprøver

Det ble tatt 7 substratprøver i den påvirkete strekningen av flomsikringen i restfeltet og 3 oppstrøms som var upåvirket. Sammenlignet med tilsvarende substratprøver fra andre vannforekomster, viser analysen at det ikke var for mye finsediment i grusen på den påvirkete strekningen i Daleelva. I Bjornesfjorden ble det funnet en lav eggoverlevelse i substratprøver med for mye finsediment (Barlaup et al. 2008) (**Figur 8**), mens eggoverlevelse i Hovvatn og Vegår har vært normal. Den registrerte eggoverlevelsen i undersøkte gytegrøper i utlagt tiltaksgrus egnet for gyting var høy i restfeltet våren 2014. Gjennomsnittlig eggoverlevelse av 25 undersøkte gytegrøper ble funnet å være ca. 95 % (**Figur 9**). Med forbehold om at det kan inntreffe dødelighet i perioden fra undersøkelsestidspunktet og frem til yngelen forlater gytegrøpene, viser resultatene at eggene har klart seg i perioden mens flomsikringsarbeidet pågikk.



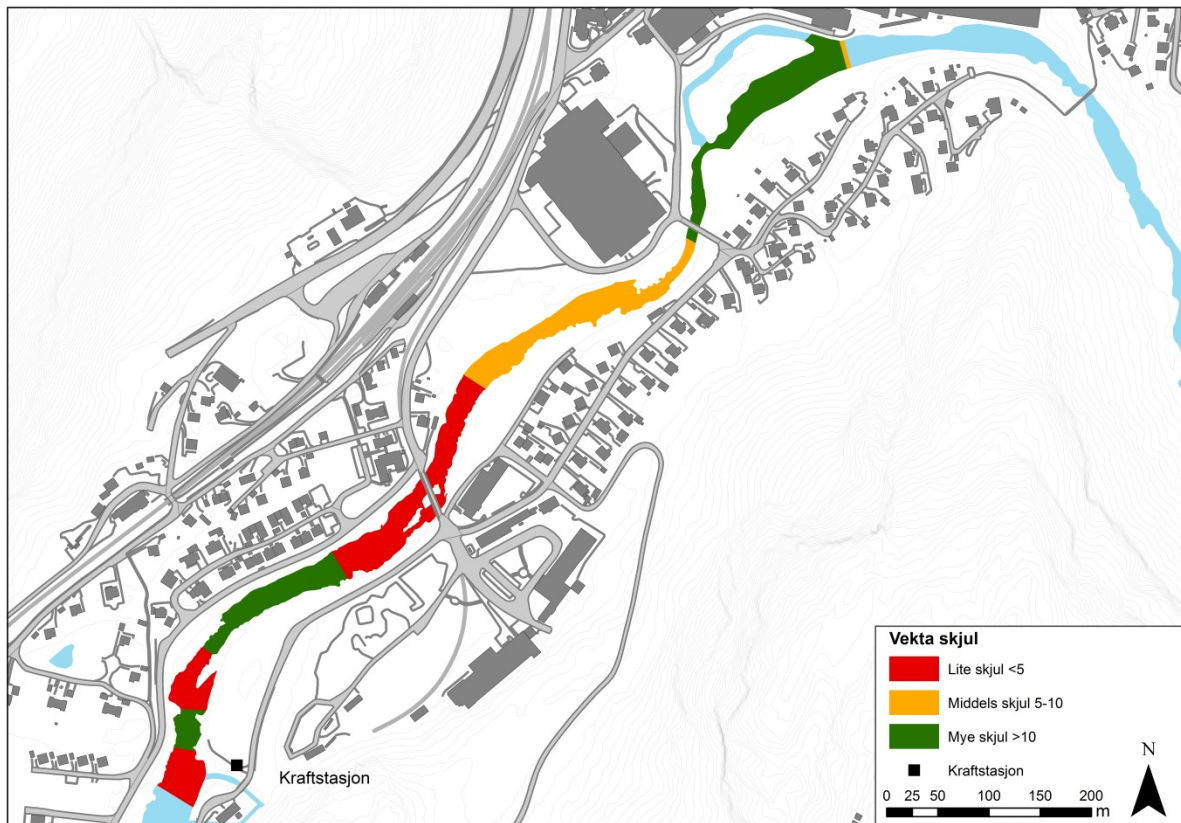
Figur 8. Kornfordelingskurver av substratprøver i Bjornesfjorden, Vegår, Hovvatn og fra den påvirkete strekningen av flomsikringen i restfeltet i Daleelva og fra den upåvirkete.



Figur 9. Eggoverlevelse registrert i den enkelte gytegrøp på den flomsikrete strekningen i restfeltet i Daleelva 12.mars.2014. Grøpene ble funnet i utlagt tiltaksgrus.

3.3 Skjulmålinger

Målingene av skjulesteder (hulrom) for fisk i restfeltet etter at flomsikringsarbeidet var ferdig, viste at nesten 40 % av arealet hadde mye skjul, 22 % hadde middels og 38 % av arealet hadde lite skjul tilgjengelig for ungfisk (**Figur 10**). Strekninger med lite skjul var terskelbassenget oppstrøms smoltfellen, terskelbassenget ved kraftstasjonen og på det området hvor elvebunnen er plastret med store, armerte blokker. For de to førstnevnte områdene, er vannhastigheten relativt sett lav. For det sistnevnte området, har sand og grus lagt seg innimellom blokkene og tettet igjen hulrommene. Det ser ikke ut til at flommer klarer å spyle ut denne grusen mellom blokkene.

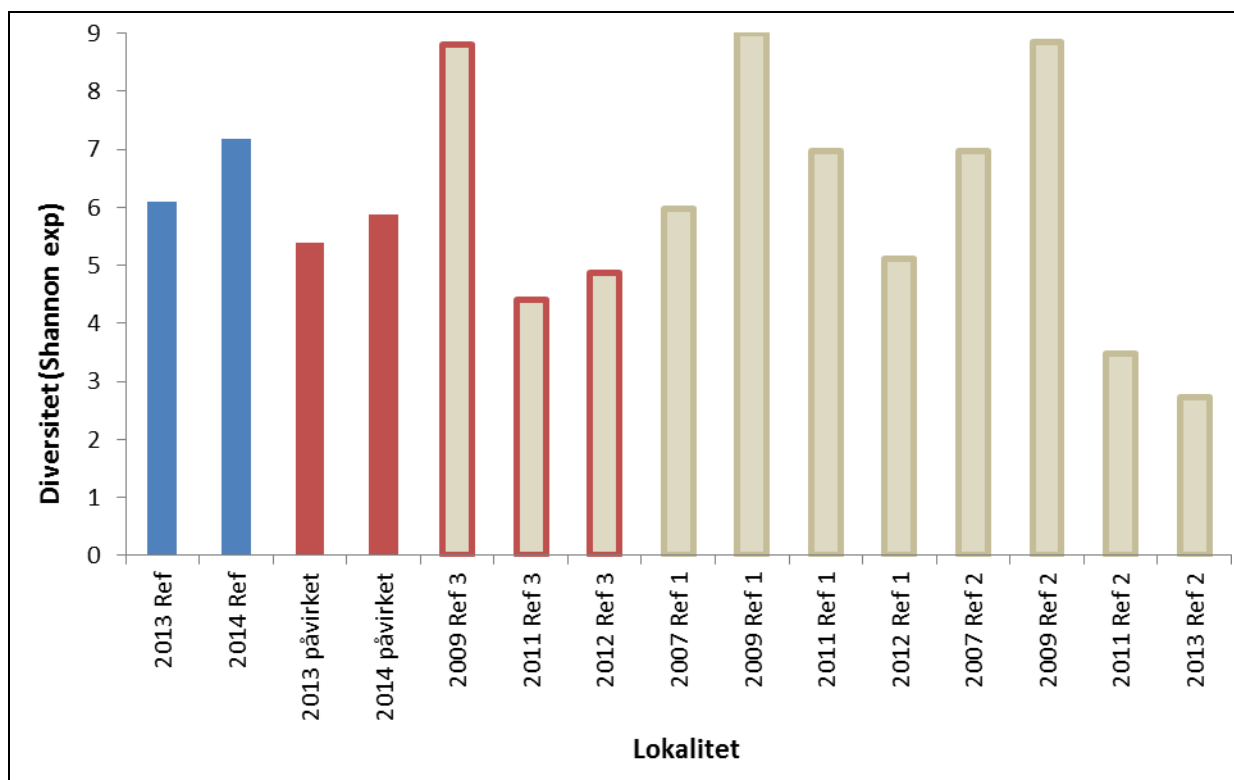


Figur 10. Vekta skjul (hulrom) på strekningen i restfeltet i Daleelva etter at flomsikringsarbeidet var fullført.

3.4 Bunndyrundersøkelser

3.4.1 Biologisk mangfold

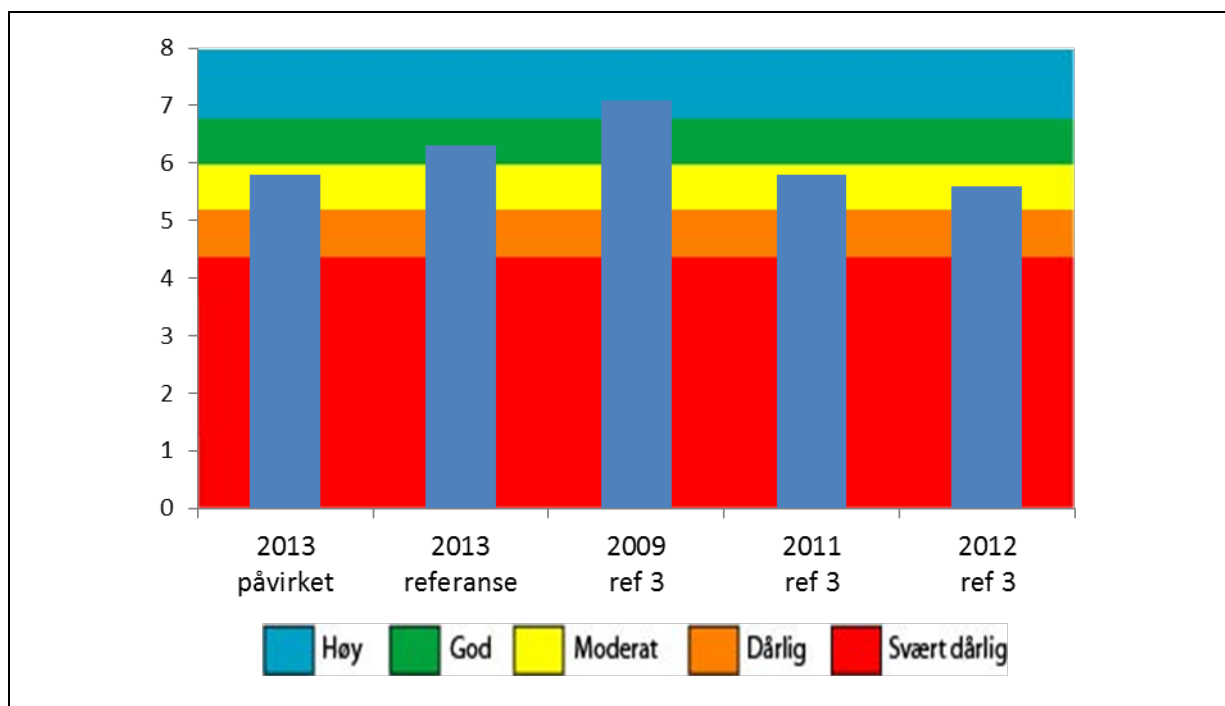
Mangfoldet av bunndyr varierte en del mellom de ulike årene og i de ulike elvestrekningene (**Figur 11**). Diversiteten i prøvene nedstrøms flomsikringen og som potensielt er berørt av arbeidet, er noe lavere enn prøvene tatt oppstrøms flomsikringen. Sett i lys av den naturlige variasjonen i diversitet ved den berørte lokaliteten og ved andre referanselokaliteter i elven, er det ikke grunnlag for å si at gravearbeidet har ført til redusert biologisk mangfold i elven. Diversiteten i Daleelven er sammenliknbar med tilsvarende elver i Europa og i Norge, for eksempel i Gaula eller Nausta (Velle m. fl. 2013).



Figur 11. Biologisk diversitet i Daleelven angitt som $Shannon_{exp}$ (se Metoder for detaljer om diversitetsindeksen og **Figur 1** for lokalitetene angitt i figuren). Blå søyler angir diversiteten i elvestrekningen som er uberørt av flomsikringen, mens rød søyler angir berørt strekning. Søylene i lys farge angir diversiteten før inngrepet startet, der de lyse søylene med rød ramme er tatt på samme lokalitet som de berørte prøvene.

3.4.2 Organisk belastning

Den organiske belastningen, eller effekten av tilførte næringsstoffer, vises i **Figur 12** som ASPT-indeks. Denne indeksen indikerer at status for den berørte elvestrekningen blir «Moderat», mens status for strekningen oppstrøms gravearbeidet blir «god». Moderat status tilsier at prøven er påvirket av organisk belastning og er under miljømålet satt i vanddirektivet. Dersom disse prøvene var de eneste tilgjengelige, ville man fått inntrykk av at gravearbeidet har medført en organisk belastning i Daleelva. Siden vi har tilsvarende biologiske prøver tatt før gravearbeidet startet, kan vi i midlertidig se at denne stasjonen også tidligere har vært påvirket av organisk belastning. Mest sannsynlig er det utslipp fra industri og kloakk i elven som påvirker bunndyrsamfunnet (**Bilde 5**).



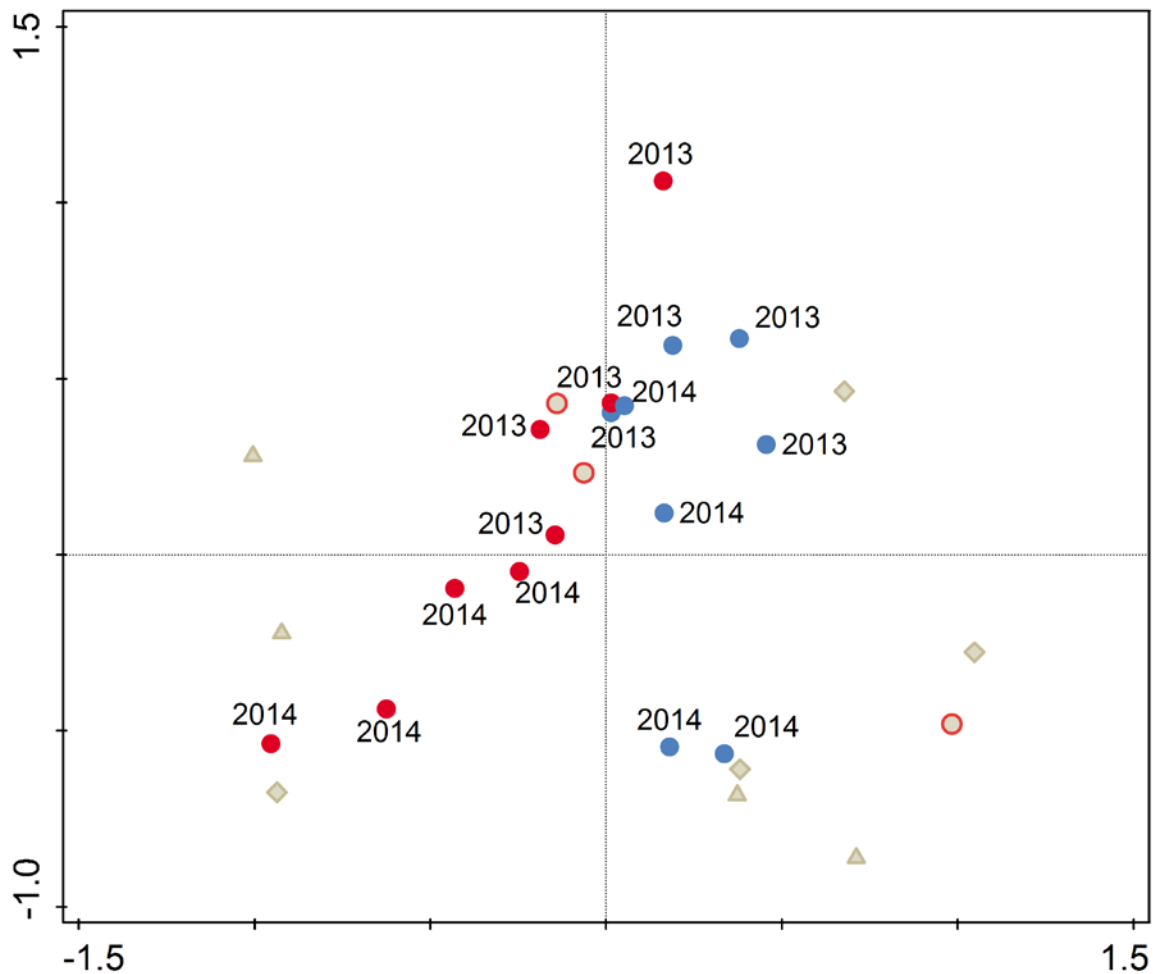
Figur 12. Organisk belastning i daleelven angitt som ASPT-indeksen basert på bunndyr. Påvirket elvestrekning er rett nedstrøms flomsikringsarbeidet, men referansestasjonen er oppstrøms arbeidet. Ref 3 er samme som den påvirkede stasjonen, men tatt før arbeidet med flomsikring startet.



Bilde 5. Undervannsbilde ved innsamlingsstasjonen som er påvirket av gravearbeidet. APST-indeksen tyder på at denne delen av elven har vært påvirket av organiske belastning i flere år, også før gravearbeidet startet. Trådformede begroingsalger er å finne i denne delen av elven. Disse er ikke tilstedeværende ved innsamlingsstasjonen oppstrøms industriområdet.

3.4.3 Samfunnsstruktur

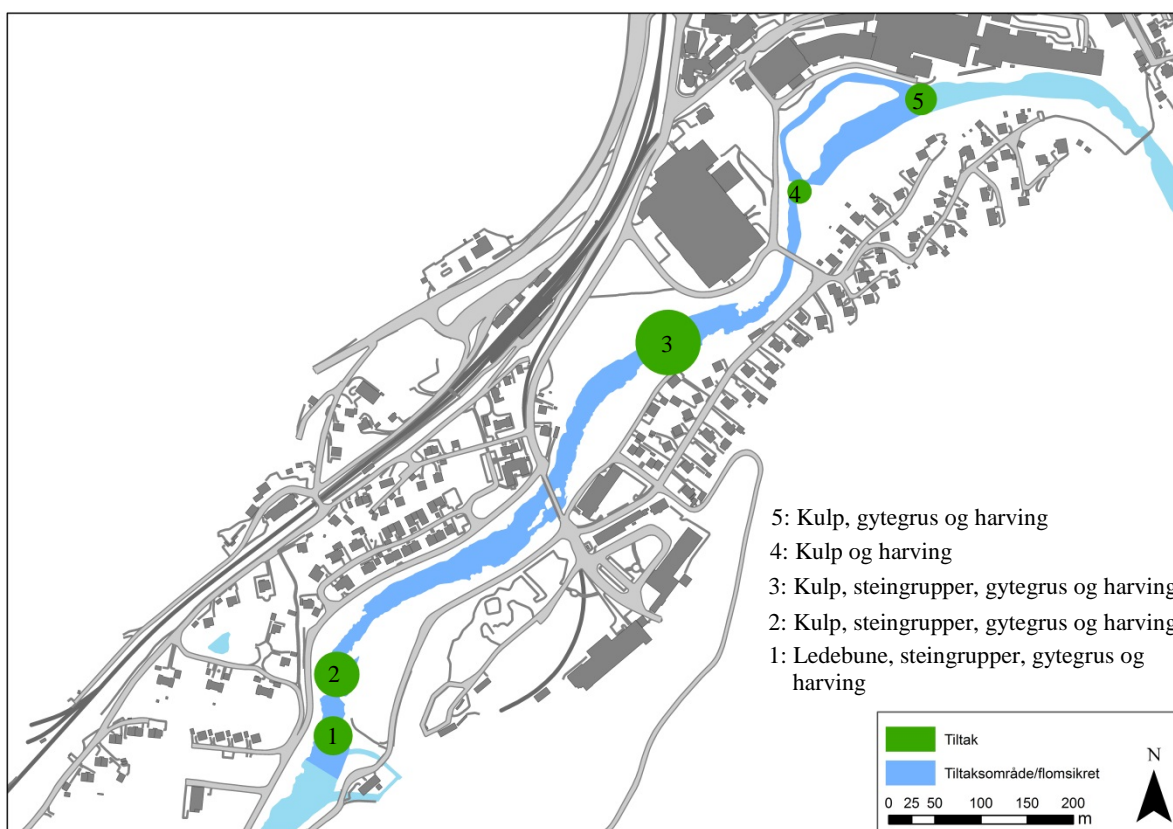
Ordinasjonen av bunndyrsamfunnet viser at det er variasjoner i artssammensetningen mellom årsklasser og mellom prøver innenfor ett år (**Figur 14**). Både prøvene tatt i påvirket strekning og prøvene tatt ved referansestasjonen varierer i sammensetning. Prøvene fra den påvirkede elvestrekningen ligger innenfor det som er normalt for Daleelva siden 2007 og skiller seg ikke fra resten av prøvene. Det er derfor ikke grunnlag for å si at samfunnet ved den påvirkede elvestrekningen har endret struktur som følge av inngrepet.



Figur 13. Ordinasjonsdiagram (PCA) av bunndyrsamfunnet i Daleelva. Prøver med lik artssammensetning er plassert nærme hverandre i ordinasjonsdiagrammet. Røde punkter angir prøver tatt i påvirket del av elva, blå punkter angir referanseprøver, lyse punkter er prøver tatt tidligere år ved stasjon 1 (diananter), stasjon 2 (trekanter) og stasjon 3 (sirkler med rød ramme – tilsvarer samme stasjon som de påvirkede prøvene). Se **Figur 1** for innsamlingsstasjoner. Eigenvalues = 0,3 for PCA akse 1 og 0,24 for PCA akse 2.

4.0 Biotopjusterende tiltak etter flomsikringen

En viktig del av dette prosjektet, var å utføre biotopjusterende tiltak i etterkant av flomsikringsarbeidet. Det finnes mange ulike typer tiltak som kan være egnet i et enkelt vassdrag, og hvilke type tiltak som passer best varierer fra vassdrag til vassdrag. Derfor er det svært viktig at man på forhånd stiller en korrekt diagnose som avbøter de identifiserte flaksehalsene i det enkelte vassdrag (Forseth & Harby 2013). I Daleelva forelå det allerede svært god biologisk dokumentasjon og kunnskap om de fysiske og hydromorfologiske forholdene grunnet LIV-prosjektet (Gabrielsen et al. 2011). Foruten lav minstevannføring, som i dag er på 300 l/s, var manglende muligheter til gyting en flaksehals for fiskeproduksjonen i restfeltet. I tillegg var tilgangen til skjul redusert i visse områder samt mangel på dypere områder som standplasser for gytefisk. Det ble derfor gjort justeringer av habitatet på fem ulike områder innenfor den delen som ble påvirket av flomsikringen i restfeltet for å bedre leveområdene for aure og laks (**Figur 15**). Det ble lagt ut store steingrupper for å øke standplasser for gytefisk og skjulmuligheter for ungfisk, en ledebune ble etablert i sammenheng med utlegging av gytegrus for å øke vannhastigheten over det nyetablerte gyteområdet samtidig som ledebunen danner skjulplasser for både gytefisk og ungfisk. Videre ble det lagt ut gytegrus for å øke gytemulighetene og fordelingen av rogn samtidig som noe av elvebunnen ble harvet opp for å danne hulrom i elvebunnen for ungfisk. Fire dypere områder (kulper) ble etablert med tanke på å danne flere standplasser for gytefisk (**Bilde 6**). Disse tiltakene har og vil helt klart styrke produksjonen av fisk i restfeltet. Spesielt tilgangen til og fordelingen av flere gyteområder har vært viktig siden dette var en av de viktigste flaskehalsene som begrenset produksjonen.

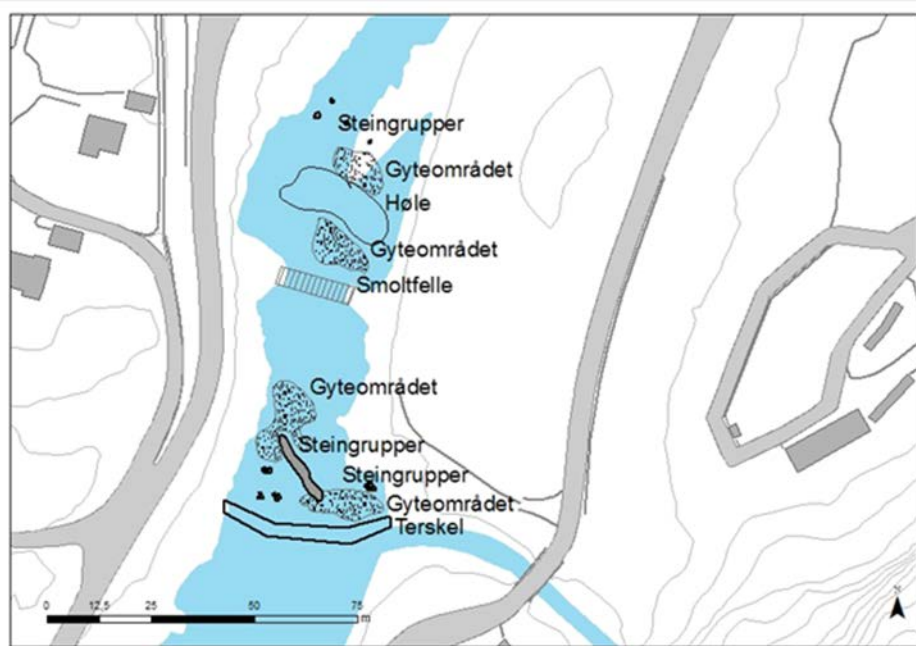


Figur 14. Oversikt over områder hvor det er blitt utført ulike biotopjusterende tiltak for å øke fiskeproduksjonen i restfeltet i Daleelva. Tiltakene ble utført i februar/mars 2014.



Bilde 6. Øverst: Ledebune/steingruppe for å øke vannhastigheten for det nyetablerte gyteområdet samt skape skjulesteder for ungfisk. Nederst: Steingrupper og dypere områder (kulper) danner standplasser for gytefisk samtidig som de fungerer som skjulesteder for ungfisk.

Et eksempel fra biotopjusteringen i restfeltet er området 1 og 2 (**Figur 15**), hvor det både ble laget bedre skjulplasser for ungfisk, etablert nye gyteområder, standplasser for gytefisk og hvor vannhastigheten ble økt (**Figur 16**). Det ble fjernet masser oppstrøms smoltfellen for å øke volum og vanddyb i kulpen. Tiltaket vil forbedre standplass for gytefisk. Det ble også etablert gyteområder på innløp og utløp av kulpen. Deler av bunnen ble harvet opp for å gi bedre skjulmuligheter for ungfisk. På innløpet ble det lagt ut enkelte store blokker for å skape variasjon i strømbildet inn i hølen. I området nedstrøms smoltfellen ble det laget en lengre ledebune (steinrygg) for å splitte strømmen i terskelbassenget. Denne vil også fungerer som skjul for fisk. I tillegg ble det lagt ut gytegrus rundt og ved steinryggen og på terskelkronen for å øke gytemulighetene. I samme området ble det laget fire steingrupper for å variere strømbildet og samt øke skjulmulighet for fisk.



Figur 15. Skissetegning som viser gjennomført tiltak oppstrøms og nedstrøms smoltfellen høsten 2013.

4.1 Generell beskrivelse av de ulike typer biotopiltakene

4.1.1 Kulper

På strekninger med redusert vannføring vil det naturlige elveløpet ikke lenger være tilpasset vannføringen. Da blir også det fysiske miljøet vesentlig endret, og vi får typisk lav vannhastighet, lite vanddyb og oppsamling av finstoff. Dette er en naturlig utvikling som kan endres ved tiltak i elveløpet som i korte trekk går ut på å gjøre elva smalere og introdusere vekselvis stryk- og kulpstrekninger - en "elv i elva". Ved hjelp av buner, forbygninger og steinutlegging innsnevres elva slik at vannhastighetene øker og elva svinger mer innenfor elvesenga. Om nødvendig og mulig graves det ut kulper og anlegges små terskler slik at elva kan veksle mer mellom kulp- og strykstrekninger. Det er også mulig å bruke celleterskelstrukturer.

4.1.2 Steingrupper

Etablering av steingrupper bestående av 1-3 større steiner (0,7-1,5 m) omgitt av mindre steiner (0,3-0,5 m) i klynge. Dette er tiltak som kan være aktuelle i relativt dype områder med lave vannhastigheter. Tiltaket gir godt skjul og standplass for fisk. Etablering av langsgående steinrygger, rekker av stein (0,4-0,6 m) som fundamenteres og legges parallelt med strømmen ute i elvesenga og som skal være permanent vanddekte. Slike steinrygger kan være relativt lange. Ryggens tverrprofil er tilnærmet horisontal (avrundet) på midten (50 cm bredde) og skråner ned til elvebunnen slik at vinkelen er ca. 45°. Utformingen skal hindre at fínsedimenter samles og fyller hulrommene.

4.1.3 Harving av elvebunn

Om det finnes grus eller større stein i bunnsstratet med egnet kornfordeling til gyting eller ungfiskhabitat som er fortettet (armeringslag), sedimentert ned eller begrodd kan rensing av bunnforholdene være en effektiv måte å gjenskape gyteplasser og forbedre skjulmulighetene (**Bilde**

6). I praksis gjennomføres et slikt tiltak med harving (graving) med gravemaskin. Ved harving etterlignes naturlige flommer og finsediment vaskes ut og ren og løs substrat blir liggende igjen. Gjentakelsesintervallene kan avkortes dersom det gjøres tiltak for eksempel med hjelp av buner for å oppnå mer gunstige hydrauliske forhold på gyteplassen eller oppvekstområdet, eller ved å redusere tilførselen av finpartikler eller eventuell forurensing i vannet. Dette reduserer sedimentasjon og gjengroing og samtidig vedlikeholdsbehovet.



Bilde 7. Harvet og rensket elvebunn øker skjulmuligheten for ungfisk

4.1.4 Ledebune

Etablering av ledebune (steinrygg) fra elvebredden ut i elva. Buner bygges ofte som et tiltak for erosjonssikring, men med riktig steinstørrelse kan de også danne gode leveområder for ungfisk. Steinene gir skjul i seg selv, og i tillegg vil bunene danne et strømningsbilde som i større grad skaper en brutt vannoverflate. Sidehelningen på bunene skal ikke være for bratt (1:1.5 - 1:2). I lengderetningen er helningsvinkelen slakere (1:15 - 1:200), avhengig av de stedlige forholdene. Bunene skal i størst mulig grad være neddykket på normal lavvannføring, men starter og forankres oppe på elvebrinken (høyere enn vannstand ved 50-årsflom). Plastringslaget i bunens overflate bygges av steiner (dominert av steiner med diameter 0,4-0,7 m). Steinstørrelsen må også vurderes i forhold til dimensjonerende krefter. Eksisterende elvebunnmateriale kan benyttes i bunens kjerne, dersom påkjenningene fra vann og is tillater dette. For optimal erosjonssikring benyttes buner som skal være kortere enn 3 x vanddybde ved flom eller $\frac{1}{4}$ av overflatebredden på elva. For å skape ungfiskhabitater kan de imidlertid være lengre. Avstand mellom bunene er avhengig av den stedlige topografien, men er typisk 3-10 ganger lengden på bunene. Jo mer bunene vinkles oppstrøms jo mer vil bunene kunne påvirke strømningsmønstret (og skape attraktive strømningsvariasjoner). Økende vannhastighet over bunnene skal hindre at de nedaures av finsedimenter. Dette tiltaket er særlig aktuelt der det er moderate til høye vannhastigheter.

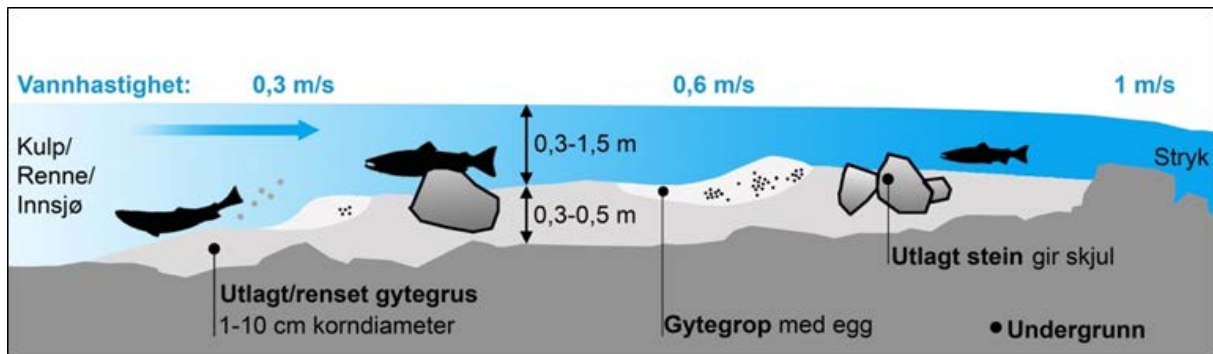
4.1.5 Gytegrus

Dersom gytesubstrat er begrensende for gyting og større elverestaureringer ikke kan gjennomføres, kan gyteområder etableres ved å legge ut gytesubstrat. Om tiltaket gjennomføres riktig viser erfaringene at utlegging av grus er et relativt robust og kostnadseffektivt tiltak. En fordel med et godt planlagt tiltak er at en kan styre plasseringen av grusutlegget slik at en oppnår både økte gytearealer og en god fordeling av gyteplassene innad i elva. I tillegg kan en "styre" fisken til å gyte på områder hvor gytegrøpene ligger trygt i forhold til tørrlegging ved lave vannføringer eller utspyling ved flom. Den største utfordringen med tiltaket er at den utlagte grusen er utsatt for utspyling eller sedimentering av finstoffer dersom den ikke legges ut på hydrauliske egnede områder. Erfaringsmessig kan utspylt grus ofte spres over for store områder til at det dannes nye gyteområder nedstrøms. Imidlertid er det registret at utspylt gytesubstrat blir liggende på tørrfallsområder, hvor laksen kan bli lokket til å gyte på områder hvor gytegrøpene risikerer å bli tørrlagt ved lave vannføringer vinterstid. Dersom utspyling forekommer i tidsperioden når egg/plommesekkkyngel ligger i grusen, kan en risikere et betydelig tap av egg og dermed at tiltaket virker mot sin hensikt. Dette utfallet unngås ved godt forarbeid. På den andre siden skal det også være nok vannstrøm for å sikre oksygentilførsel til eggene og til å hindre sedimentering og begroing. Ved planlegging og utforming av tiltak er det derfor svært viktig å vurdere både hydrauliske forhold og egnethet i forhold til laksens habitatkrav for gyting. Særlig følgende forhold må tas i betraktning:

- Gyteplassen bør ligge stabilt nok til å motstå utspyling under normale flommer for et ønsket tidsrom (f.eks. at tiltaket bør motstå en tiårsflom). Spesielt viktig er det at utspyling ikke forekommer i inkubasjonsperioden fra oktober til juli.
- Gyteplassen bør ligge strømutsett nok til å sikre vanngjennomstrømning og oksygenforhold for egg, samt til å minimere sedimentasjon av finsediment og begroing
- Gyteplassen må ikke bli tørrlagt ved lave vannføringer i inkubasjonstiden fra oktober til juli

Vanddyb og vannhastighet må tilfredsstillende laksens krav til gytehabitat, og bør typisk ligge innenfor rammene 30-150 cm vanddyb og 30-60 cm/sek vannhastighet (**Figur 17**). Gode gyteplasser ligger ofte i utløp av kulper og renner, såkalte «brekk», hvor vannhastigheten er akselererende.

Sammensetningen av gytegrusen må ha riktig kornfordeling, fortrinnsvis ha følgende vektfordeling: 20 % (8-16 mm), 60 % (16-32 mm) og 20 % 32-64 mm. Sammensetning er avhengig av fiskenes størrelse og hydrauliske forhold. Grusen må alltid bestå av en blanding av forskjellige kornstørrelser ikke bare av en enkelt kornfraksjon. For laks bør grusen blandes fra grusorteringene 8-16 mm, 16-32 mm og 32-64 mm med en vektfordeling som nevnt i kulepunktet ovenfor. Men denne vektfordelingen kan dreies mer i retning av den groveste fraksjonen med økende fiskestørrelse og erosjonssannsynlighet (avhengig av elvegradient og vannføringsdynamikk).



Figur 16. Restaurert gyteplass for laks sett i lengdeprofil med typiske egenskaper. Grusen er lagt ut på et typisk «brekk» i overgangen fra kulp, renne eller innsjø til nedenforliggende strykparti. En slik plassering gir gunstige hydrauliske forhold for gyting.

5.0 Litteratur

Armitage, P.D., Moss, D., Wright, J.F., Furse, M.T. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research* 17: 333-347.

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. 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.

Direktoratsgruppa-vanndirektivet 2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Veileder 01:2009. Direktoratet for Naturforvaltning, Trondheim

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

Frost, S., A. Huni, & Kershaw, W.E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Can. J. Zool.*, 49: 167-173.

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.

Velle, G., Telford, R., Skjelkvaale, B.L., Curtis, C., Eriksson, L., Fjellheim, A., Fölster, J., Halvorsen, G.A., Hoffmann, H. A., Indriksone, I., Kamasová, L., Kopáček, J., Orton, S., Krám, P., Monteith, D.T., Senoo, T., Shilland, E.M., Stuchlík, E., Wiklund, M-L. & Wit, H.D. 2013. 30 years of biodiversity trends in European fresh waters. LFI Uni Miljø og ICP Waters, Bergen, 66 s.



Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)

Ferskvannsekologi - laksefisk - bunndyr

LFI ble opprettet i 1969, og er nå en seksjon ved Uni Miljø, en avdeling i Uni Research AS, et forskningsselskap eid av universitetet i Bergen og stiftelsen Universitetsforskning Bergen. LFI Uni Miljø tar oppdrag som omfatter forskning, overvåking, tiltak og utredninger innen ferskvannsekologi. Vi har spesiell kompetanse på laksefisk (laks, sjøaure, innlandsaure) og bunndyr, og på hvilke miljøbetingelser som skal være til stede for at disse artene skal ha livskraftige bestander. Sentrale tema er:

- Bestandsregulerende faktorer
- Gytebiologi hos laksefisk
- Biologisk mangfold basert på bunndyrsamfunn i ferskvann
- Effekter av vassdragsreguleringer
- Forsuring og kalking
- Biotopjusteringer
- Effekter av klimaendringer

Oppdragsgivere er offentlig forvaltning (direktorater, fylkesmenn), kraftselskap, forskningsråd og andre.

Våre internettsider finnes på www.miljo.uni.no