

Habitatkartlegging av Bøfjordelva i 2023



Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)

NORCE Miljø LFI, Nygårdsgaten 112, 5008 Bergen, Tel: 56 10 70 00

ISSN nr: ISSN-2535-6623

LFI-rapport nr: 493

Tittel: Habitatkartlegging av Bøfjordelva i 2023

Antall sider: 40

Dato: 05.10.23

Forfattere: Bjørnar Skår, Sven-Erik Gabrielsen, Christoph Postler og Martin Enqvist

Kvalitetssikret av: Gunnar Lehmann

Bilder: Fotografier er tatt av NORCE LFI med mindre andre er kreditert

Geografisk område: Hyllestad kommune, Sogn og Fjordane, Norge

Oppdragsgiver: Eviny

Emneord: Leveområder for fisk, gyteområder, flaskehalser for fiskeproduksjon, habitattiltak

Refereres som: Skår, B., Gabrielsen, S.-E., Postler, C. & Enqvist, M. 2023. Habitatkartlegging i Bøfjordvassdraget i 2023. NORCE LFI Rapport nr. 493. 40 s.

Innholdsfortegnelse

1. Bakgrunn og hensikt	5
2. Generelt om lakseproduksjon og habitatforhold	6
2.1 Gyteområder	6
2.2 Skjulforhold for ungfisk	8
2.3 Habitatflaskehalser og begrensende faktorer	8
2.4 Hydromorfologiske inngrep	9
3. Metoder	11
3.1 Datainnsamling hovedelv	12
3.2 Flaskehalsanalyse hovedelv	15
3.3 Forslag til tiltak	15
4. Resultater	16
4.1 Nedre del av Bøfjordelva	16
4.2 Fosselva/Fossfossen	20
4.3 Kanal mellom Stigestrandsvatnet og Staurdalsvatnet	24
4.4 Kraftutløp	29
4.5 Fiske-trappen i Bøfjordelva	31
5. Oppsummering og vurdering av vassdraget	35
5.1 Habitatforhold	35
5.2 Gyteforhold	38
5.3 Vannføringsforhold	39
5.4 Aktuelle habitattiltak	39
6. Referanser	39

Sammendrag

Bøfjordelva ligger i Hyllestad kommune og renner ut i Leirvik i Bøfjorden. Nedbørfeltet er på 108 km² og vassdraget er regulert. Bøfjordelva ble kartlagt våren 2023 for å kunne vurdere fiskeproduksjon og for å komme med forslag til aktuelle habitattiltak som kan styrke produksjonen av laks og sjøørret. Det ble gjort en skjønnsmessig vurdering av fare for tørrlegging og stranding av fisk, og fisketrappa i Vassbakken ble målt opp for å kunne gi en vurdering av denne.

På lakseførende strekning av vassdraget er det to elvestrekninger, Bøfjordelva (utløpselva) og Fossfossen (elva mellom Stigestrandsvatnet og Øvrefoss) som har en tilnærmet naturlig utforming, samt en kanalisert og utvidet elvestrekning mellom Staurdalsvatnet og Stigestrandsvatnet som er relativt ensartet. Fosselva/Fossfossen som renner inn i Stigestrandsvatnet fra øst, utgjorde før regulering og fraføring hovedelva i vassdraget, men er nå negativt påvirket av regulering ettersom vannet i hovedsak går via kraftstasjonen (nedre Svultingen) og ut i Staurdalsvatnet. Det er i hovedsak Fosselva som er utsatt for tørrlegging og stranding, mens det i kanalen mellom vannene ikke er strandingsfare. I nedre del i Bøfjordelva er det en stor flate og et sideløp med godt ungfiskhabitat som er utsatt for tørrlegging ved lave vannføringer. Siden denne strekningen ligger nedstrøms to vann vil eventuelle hurtige vannstandsendringer utjevnes.

Skjulforholdene for ungfisk gjenspeiler substratsammensetningen i de ulike delene av vassdraget. I nedre del (utløpselva), der det er mye rullestein, er det også mye skjul i substratet. Der substratet er finere, der det er gyteområder eller bunnen består av fjell, er det dårligere skjul. I Bøfjordelva er det relativt lite tilgjengelig gyteareal og det ble ikke funnet gyteplasser i selve Bøfjordelva. Det ble registrert gytemuligheter lenger opp i vassdraget (ca. 1,5 km) i kanalen mellom vannene, og det ble også registrert gytemuligheter i Fossfossen, men disse gyteplassene er trolig utsatt for stranding. Totalt er det registrert gytehabitat på 0,3 % av elvearealet, og gytemulighetene er dårlig fordelt. Det er sannsynlig at tilgjengelig gyteareal og fordeling av gyteareal er en flaskehals for fiskeproduksjon i vassdraget.

Fisketrappen i Bøfjordelva vurderes ikke ha akutt behov for renovering, men det anbefales at man etablerer nye utsparinger for å lette oppvandringen for fisk. Av andre tiltak anbefales det å legge ut gytegrus i utløpet til Nedre Svultingen kraftverk som renner inn i Staurdalsvatnet og på utløpet av Stigestrandsvatnet for å øke den romlige fordelingen av tilgjengelig gyteareal. På lakseførende strekning i Fosselva anbefales det å etablere en vannføring på strekningen som sikrer levevilkår for fisk og overlevelse av rogn på de viktige gyteområdene. Dette vil også gi levevilkår for mange arter i elva oppstrøms lakseførende strekning, som er en elvestrekning med lengde på ca. 2 km fra Øvrefoss til Espelandsvatnet.

1. Bakgrunn og hensikt

Bøfjordelva ligger i Hyllestad kommune og renner ut i Leirvik i Bøfjorden. Nedbørfeltet er på 108 km² (**Figur 1**) (<http://nevina.nve.no/>), og vassdraget er sterkt regulert med Øvre Svultingen kraftverk etablert i 1941 og Nedre Svultingen kraftverk etablert i 1965 (Sægrov og Johnsen 1995). Øvre Svultingen kraftverk tar inn vann fra Nordstrandsvatnet og slipper produksjonsvannet ut i Bogsvatnet. Nedre Svultingen kraftverk tar inn vann fra Espelandsvatnet og slipper dette vannet ut i øvre enden av Staurdalsvatnet. For å ta unna de tilførte vannmengdene i øvre del av vassdraget, som før rant via Fosselva og ut i Stigestrandsvatnet, er det opprinnelige elveløpet mellom Staurdalsvatnet og Stigestrandsvatnet kanalisert og utvidet.

Menneskeskapt påvirkning foruten regulering er knyttet til landbruksarealer og vei, nedbørfeltet er ellers hovedsakelig preget av skog. Anadrom elvestrekning er totalt ca. 2,3 km, og utgjøres av Bøfjordelva (350 m), Stigestrandsvatnet (500 m) og Staurdalsvatnet (1 200 m) og den 200 m lange kanalen mellom disse to innsjøene. I tillegg kommer elvestrekningen mellom Øvrefoss og Stigestrandsvatnet, men her renner det lite vann grunnet reguleringen (Sægrov og Johnsen 1995, Gladsø og Hylland 2002).



Figur 1. Oversikt over kartlagte områder (grønne områder) i Bøfjordelva 2023.

Det er både laks og sjøaure i elva med laks som dominerende art, men sportsfiskefangstene er beskjedne (<https://lakseregisteret.statsforvalteren.no/visElv.aspx?id=080.4Z>). Gjennomsnittlig fangst av laks har siden 1993 vært på 86 individer per år, mens den for sjøaure har vært på 21 individer per år ([SSB](#)). De fleste laksene blir fanget i den nedre delen av elva (Sæggrov og Johnsen 1995). Bestandstilstanden for laks med hensyn til oppnåelse av gytebestandsmål og høstbart overskudd er vurdert til å være «moderat». For sjøørret er bestandstilstand i 2023 vurdert å være «dårlig» (<https://nina.maps.arcgis.com>). Lakselus er vurdert til å ha stor negativ effekt på bestandene, mens påvirkning fra vannkraft og forsuring er vurdert til å ha moderat effekt.

NORCE LFI har de siste tiårene utført habitatkartlegging av en lang rekke anadrome vassdrag i Norge. Kartleggingen av Bøfjordelva våren 2023 ble utført av Sven Erik Gabrielsen, Bjørnar Skår og Christoph på oppdrag for Eviny. Hensikten med kartleggingen var å registrere og kvantifisere habitatkvalitet og menneskelige inngrep, og strekningen ble også fotografert med RTK-drone. Formålet var å danne et grunnlag for å vurdere fiskeproduksjon og for å komme med forslag til habitattiltak som kan styrke produksjonen av laks og sjøørret. I tillegg skulle det gjøres en skjønnsmessig vurdering av fare for tørrlegging og fare for stranding av fisk. Fisketrappa ble målt opp for å kunne gi en vurdering av denne og komme med forslag til aktuelle tiltak.

2. Generelt om lakseproduksjon og habitatforhold

Laks har ulike krav til habitatforhold gjennom livssyklusen. En rekke studier har påpekt at den romlige fordelingen av egnede habitatforhold for ulike livsstadier kan ha stor effekt på vassdragets bærekapasitet for produksjon av smolt. Særlig viktig anses tilgangen til gyteområder for voksen fisk og skjulforhold for ungfisk. Nedenfor er det gitt en kort beskrivelse av sammenhengen mellom gyteområder, skjul og lakseproduksjon. Teksten omhandler laks, men merk at laks og sjøørret i stor grad har overlappende habitatkrav. Det faglige grunnlaget for dette kapittelet har blitt oppsummert i Aas mfl. (2011) og er sammenfattet i Forseth & Harby (2013). Det henvises til disse for ytterligere informasjon og referanser. Sammenfatningen nedenfor er delvis hentet fra Gabrielsen mfl. (2020).

2.1 Gyteområder

Laksen gyter ved at eggene graves porsjonsvis ned i elvegrusen i såkalte «gytegroper». Det er hunnfisken som graver ut gytegroppen, og én hunnfisk kan fordele eggene i flere groper. Områder med gyteaktivitet kan ofte ses som et lysere felt med omrørt grus etter gyteperioden (**Figur 2**).



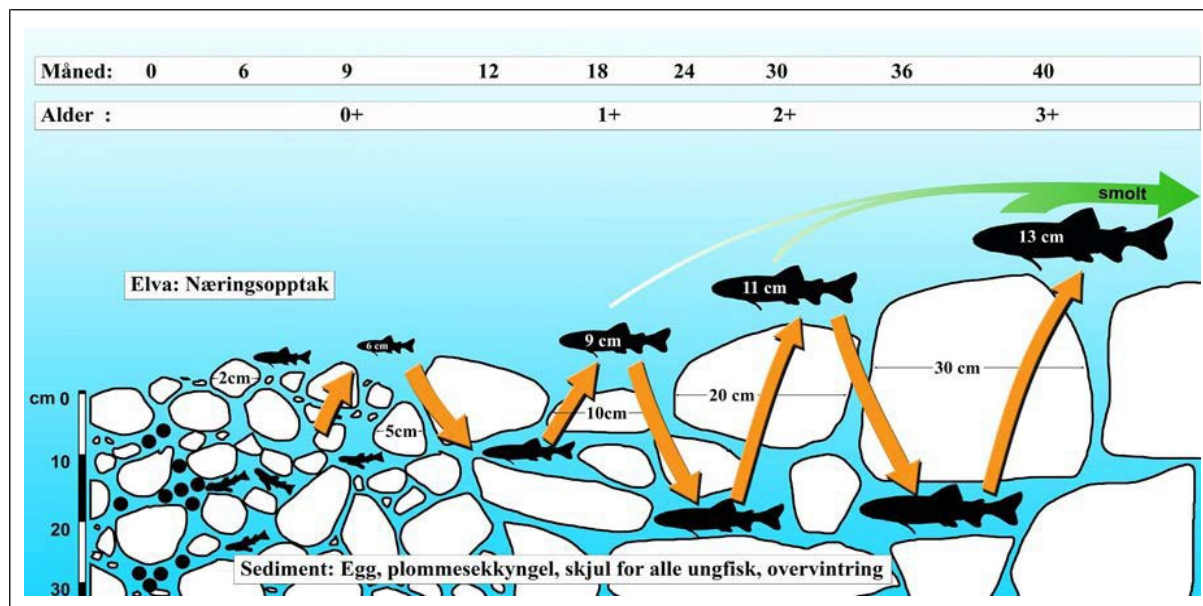
Figur 2. Eksempel på dronebilde fra Etneelva, som viser tydelige gytegroper som lysere flekker på elvebunnen. Dronefoto er et nyttig verktøy som kombineres med fysisk kartlegging for beskrivelse av vassdrag.

Laksen stiller strenge krav til valg av gyteplass, der bunnsubstrat, vanddyp og vannhastighet synes å være de viktigste fysiske faktorene. Typisk finnes gyteområdene på forholdsvis grunne deler av elven (0,3-0,7 m, men også dypere) hvor elvebunnen består av grus og små stein, og på partier med akselererende vannhastighet (0,3-0,6 m/s). Utløpsområder («brekk») av kulper og innsjøer er ofte gode gyteområder. Fiskestørrelse spiller også en rolle, ettersom stor fisk gjerne benytter grovere grus og stein og graver dypere enn mindre fisk. Som en følge av dette ser en også at laksen ofte gyter på dypere områder og på grovere substrat enn ørreten, men i praksis overlapper laksen og ørreten i stor grad og gyter ofte på de samme områdene. Det strenge kravet til valg av gyteplass resulterer i at det i mange tilfeller kun er et fåtall plasser i elven som har egnede forhold for gyting. Hvor slike områder finnes, vil være avhengig av både geologiske (sedimenttilførsel) og hydrauliske forhold (vannhastighet og sediment-transport) i vassdraget.

Fordeling og størrelse av gyteområder i vassdraget har stor betydning for rekruttering og produksjon av yngel og parr. De første ukene etter at rogn har klekket er ofte en flaskehals for overlevelse for laks. Da har yngelen brukt opp plommesekken og må eksponere seg for å starte næringsopptak. Yngelen etablerer tidlig territorier som forsvares aggressivt mot inntrengere. Dette resulterer i en sterk tetthetsavhengig dødelighet. Yngel som kommer tidlig opp av grusen vil ofte etablere territorier først i området i nærheten av gytegroppen. Dette resulterer i at fordelingen av yngelen i tidlig livsfase ofte er «klumpet» i nærheten av gyteområdene. De som taper konkurransen om territorier blir fortrent (ofte nedstrøms), og vil ha dårligere overlevelsesmuligheter.

2.2 Skjulforhold for ungfisk

Etter å ha overlevd den første kritiske yngelfasen, vil overlevelse og vekst av lakseparr frem til smoltstadiet være avhengig av både næringstilgang og habitatforhold. Lakseparr foretrekker ofte grunne partier med hurtigrennende vann, men kan også finnes i sakeflytende og dypere elvepartier. I de senere årene har flere studier fremhevet viktigheten av skjulområder for å kunne hvile og å unngå predasjon. Dette er en viktig faktor for overlevelse og produksjon av ungfisk (Finstad mfl. 2009).



Figur 3. Prinsippskisse for hvordan ulike livsstadier hos laks og ørret benytter bunnsubstratet (skisse utviklet av Ulrich Pulg, NORCE).

Lakseparr finner som regel skjul i hulrom mellom steiner i elvebunnen. Tilgangen til skjulmuligheter i hulrom er sterkt knyttet til kornstørrelse, sammensetningen av bunnsubstratet og størrelse på fisken (**Figur 3**). Det er hovedsakelig blokker og stein som gir gode skjulforhold, særlig for eldre ungfisk av laks og ørret, mens områder som er dominert av grus og sand vanligvis gir få skjulmuligheter. I tillegg kan ungfisk finne skjul i tilknytning til vannvegetasjon, trær og andre strukturer i vannet.

2.3 Habitatflaskehalser og begrensende faktorer

Et vassdrags potensial for lakseproduksjon påvirkes i stor grad av de fysiske habitatforholdene, og hvordan habitatressurser for ulike livsstadier er fordelt innad i vassdraget (se Einum & Nislow 2011). Vekst og overlevelse hos ungfisk vil være avhengig av bestandstetthet. Dersom antall fisk er høyere enn ressurstilgangen vil vekst og/eller overlevelse reduseres, slik at bestandsstørrelsen tilpasses bæreevnen. Vi sier da at bestanden har gått gjennom en tetthetsavhengig flaskehals. Ettersom lakseyngelen har begrenset evne (eller motivasjon) til å spre seg, vil mengden og fordeling av gytehabitat i stor grad være bestemmende for hvor mye yngel som vil rekrutteres til et område. Dersom mengden gytehabitat på et område er liten, og avstanden til nærmeste gyteområde er stor, vil mengden yngel som tilføres et område kunne bli for lavt til at områdets potensiale for ungfiskproduksjon (bæreevnen) blir utnyttet. Vi sier da at tilgang til gyteområder er en begrensende ressurs, og dermed en flaskehals for fiskeproduksjonen. Hvor mange yngel som overlever frem til smoltstadiet vil på sin side være avhengig av kvaliteten på oppveksthabitatet. For lakseparr er tilgang til skjul regnet som den

viktigste begrensende ressursen, og dermed habitatflaskehals for parr. En ideell lakseelv har gyteområder som er godt fordelt innad i elven og i tillegg god tilgang til skjulområder, spesielt i nærheten av gyteplassene.

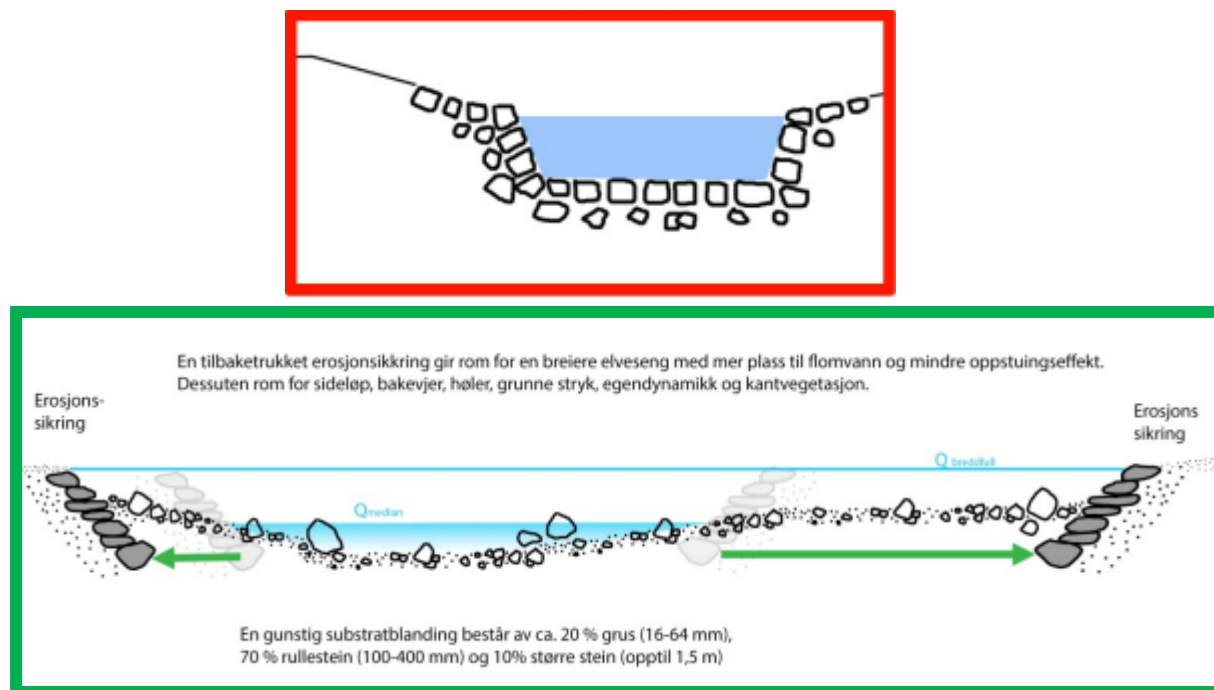
2.4 Hydromorfologiske inngrep

En stor andel av elver er i dag påvirket av hydromorfologiske inngrep som forringer økosystemet sammenlignet med naturtilstand. Disse kan i ulik grad påvirke habitatforholdene for fisk. Dette kan være inngrep som f.eks. forbygninger, kanalisering, terskler, fjerning av kantvegetasjon og rørlegging.

Erosjonssikring

Ofte forbygges elvene for å redusere erosjon eller flomfare i utsatte områder. Sikringer av flere typer forekommer. Noen steder er det valgt å plastre elvebreddene og tidvis også elvebunnen med glatte flater som betong eller store steinblokker. Dette er negativt for miljøet i elven da det reduserer tilgjengelig skjul for fisk, samt endrer strømforholdene og elvens evne til å transportere sedimenter (se Pulg mfl. 2017 for mer om dette temaet). Andre steder er elvebreddene forbygget med løs erosjonssikring av naturstein. Dette medfører langt mindre problemer for fisken enn en glatt plastring, da det fortsatt vil være hulrom tilgjengelig for fisken i selve erosjonssikringen. Stedvis kan virkningen av en slik sikring være positiv i elver hvor det finnes lite skjul i elvebunnen (f.eks. elver med stor andel sand/grus i elvebunnen).

Erosjonssikring kan også være tilbaketrukket, slik at det fortsatt finnes en naturtypisk elvebredd innenfor sikringen (**Figur 4**). Der erosjonssikring er nødvendig, er dette den beste løsningen med hensyn til variasjon i strømningsmønster, habitatdiversitet og skjul for ungfisk. En tilbaketrukket sikring gir plass til en bredere elveseng, som gir mer plass til flomvann og mindre oppstuings effekt, og også plass til sideløp, bakevjer, holer, grunne stryk, egendynamikk og kantvegetasjon.



Figur 4. Illustrasjon som viser ugunstig (øverst) og gunstig (nederst) erosjonssikring i et vassdrag (hentet fra Pulg mfl. 2017).

Kanalisering og terskler

Kanalisering medfører en utretting av elveløpet, der svinger rettes ut eller sideløp stenges av. Dette resulterer i at totalt vanddekt areal blir redusert. I tillegg kan det medføre forringelse av det resterende elvearealets habitatkvalitet. Fallet per meter elvestrekning økes, og dermed også elvens evne til å transportere sedimenter.

I kanaliserte elver er det ofte bygget terskler. Tersklene reduserer risiko for erosjon, øker vanddekket areal og skaper standplasser for voksenfisk. I noen tilfeller kan terskler være et habitattiltak for å skape gyteplasser. I noen tilfeller bidrar terskler til å øke produksjonsarealet for laksefisk. Samtidig vil de også kunne redusere habitatkvalitet for ungfisk ved å skape områder med stillestående vann, noe som forhindrer naturlig sedimenttransport, kan øke faren for predasjon og tette igjen hulrom i bunnsubstratet (redusert skjul). Redusert skjul kan igjen føre til redusert overlevelse for ungfisken.

De viktigste effektene av kanalisering på det akvatiske miljøet er dermed tap av areal, endringer i strømforhold og endringer i substratsammensetning. Tap av habitat går både på areal og på redusert kvalitet av ulike leveområder. Eksempelvis ved å ødelegge naturlige kulp-stryk-sekvenser, avskjære elven fra flomsletter og kantvegetasjonen, samt endre substratsammensetningen (McCarthy 1985; Brooks 1989). I visse tilfeller kan man gjenskape det gamle naturlige elveløpet og øke produksjonsarealet. Om dette er vanskelig, kan deler av den opprinnelige vannveien gjenskapes eller sideløp gjenåpnes. Alternativt kan det gjøres habitattiltak for å restaurere gyteområder eller bedre substratsammensetning innenfor det kanaliserte elveløpet.

Kantvegetasjon

Kantvegetasjon i vassdrag er gjerne definert som det naturlige og viltvoksende planteliv som dekker sonen fra vannkanten og opp til flomsikkert land. Kantvegetasjon har stor betydning for økosystemene i og langs elva. Den er et viktig leveområde for dyreliv både på land og i vann, og er et verdifullt landskapselement. I tillegg kan kantvegetasjon motvirke erosjon langs elvebredden og ha en naturlig flomdempende effekt. Sedimenter og overflødige næringssalter filtreres ut gjennom kantvegetasjonen (Martin 1999), hvilket reduserer jordbruksrelatert forurensning ut i elver og nærliggende fjordsystemer. For fisken i vassdraget er kantvegetasjon viktig da den gir skjul og skygge langs elvebredden og næring i form av insekter og andre evertebrater. Døde trær som faller ut i elven skaper også gode skjuleplasser for små og store laksefisk.

Det finnes flere årsaker til at kantvegetasjon blir fjernet, deriblant landbruksvirksomhet, veibygging, flomkontrolltiltak, forbygninger og vedhogst. Vannressursloven § 11 krever imidlertid at kantvegetasjon bevares slik at naturlig forekommende arter og prosesser opprettholdes (Staubo mfl. 2019). Loven gjelder alle vassdrag med sikker vannføring gjennom året.

Om kantvegetasjon allerede er fjernet, kan denne restaureres gjennom passiv revegetering, eller ved planting av naturlig forekommende vegetasjonstyper. Man kan reetablere kantvegetasjon ved å ta små trær fra nærliggende områder og plante disse med røtter, eller ved å kjøpe stedegne tresorter fra forhandler. Til dette fungerer selje og or særlig godt. Ved nyetablering av kantvegetasjon er bredden imidlertid utsatt for erosjonsfare i de første årene siden vegetasjonsutvikling tar tid. I slike tilfeller bør bredden beskyttes ytterligere med geotekstil eller en erosjonshud av stein (avhengig av gradient og hydromorfologi). Det er etablert en rekke teknikker for å etablere vegetasjon og erosjonsvern av trær, særlig i lavlandselver, blant annet ved hjelp av faskiner. En nærmere beskrivelse

finnes i Vassdragshåndboka (Fergus mfl. 2010).

Gamle trær er ofte ikke ønsket på glatte forbygninger (plastring) siden de kan veltes med røtter av storm og flom, og på denne måten rive hull i plastringen. Planting av trær rett bak plastringen er imidlertid mulig i de fleste tilfeller. Etablering og skjøtsel av kantvegetasjon med unge trær og busker på plastring er også et alternativ.

Rørlegging og kulverter

Krysningspunkter mellom vei og vassdrag er sårbare for erosjon. Elver og bekker blir ofte lagt i rør eller annen type kulvert ved slike krysningspunkt. Kulverter kan være utformet eller plassert slik at de fungerer som et vandringshinder for fisk. Årsakene kan være for lite vanddyp i kulverten, for stor helning, mangel på satskulp nedstrøms kulverten eller for høy plassering slik at fisken ikke klarer å hoppe inn i den. I tilfeller der kulvert fungerer som vandringshinder, vil anadrom strekning bli kortere med tilsvarende reduksjon av produksjonsareal. I verste fall ligger de eneste områdene som egner for gyting oppstrøms kulverten, slik at vassdraget ikke lenger kan produsere sjøørret eller laks.

I oppstrøms ende av kulverter og rør finnes ofte rister. Disse er stort sett passerbare for fisk så lenge lysåpningen er over 10 cm. Tilstoppes ristene med drivgods er de ikke lenger passerbare. Tilstoppinger av løv, kvist og annet som driver nedover bekkene er vanlig om høsten. Rister bør derfor vedlikeholdes og renses regelmessig, særlig i og før fiskens vandringsperiode. Dette vil også redusere fare for oversvømmelse.

Utformingen på selve kulverter kan redusere habitatkvalitet, spesielt dersom bunnen støpes i betong. Det blir ofte en økt vannhastighet gjennom en kulvert fordi den innsnevrer elvas naturlige bredde. Dette kan i sin tur gi økt erosjon umiddelbart nedstrøms kulverten (Furniss mfl. 1991). Gyteområder nedstrøms en kulvert vil i slike tilfeller være utsatt.

Kulverter kan utbedres ved å erstatte betongbunn med naturlig substrat, oppbygging av en «satskulp» for fisk like nedstrøms, samt montering av ulike former for terskler eller andre strukturer som bremser vannet og letter oppvandring for fisk. Valg av tiltak avhenger av situasjonen og må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

3. Metoder

Habitatkartleggingen av Bøfjordelva ble gjennomført 27. april 2023. Lakseførende strekning fra sjøen til kraftutløp, og opp til vandringshinder i Øvrefoss ble kartlagt (**Figur 1**). Vassdraget ble delt i fire segmenter/strekninger, for å fremheve habitatforskjeller og varierende grad av inngrep og tiltaksbehov. De to vannene Stigestrandsvatnet og Staurdalsvatnet er ikke inkludert i analysen, men øvre del av Stigestrandsvatnet ble undersøkt ved snorkling. Det var ikke drift på kraftstasjonen grunnet vedlikehold den dagen kartleggingen ble utført, og vannføringen i vassdraget gikk i hovedsak ned Fosselva. Vurdering av elveklasser påvirkes naturlig nok av dette, og vannhastigheten gjennom den sprengte kanalen er trolig høyere når kraftstasjonen er i drift, mens mesteparten av arealet i Fossfossen nedstrøms Øvrefoss trolig tørrlegges.

Bøfjordelva fra Staurdalselva til utløp i sjø er en 346 m lang elvestrekning. Fosselva/Fossfossen som renner inn i Stigestrandsvatnet fra øst utgjorde før regulering og fraføring, hovedelva i vassdraget.

Denne elvestrekningen har en lengde på ca. 407 m. Sprengt kanal mellom Staurdalsvatnet og Stigestrandsvatnet er 215 m, mens kraftutløp fra kraftstasjonen og ut i Staurdalsvatnet er 46 m.

3.1 Datainnsamling hovedelv

Kartleggingen ble gjennomført med utgangspunkt i metodene beskrevet i Forseth & Harby (2013). Arbeidet ble utført ved at to personer iført vadere og tørrdrakt gjorde observasjoner over og under vann. Ulike habitatparametere ble notert på skjema og kart. I tillegg ble deler av vassdraget fotografert med drone. Dronebilder komplimenterer den fysiske kartleggingen, da de gir god oversikt i store vassdrag og bedre oppmåling av størrelsen på gyteområder. Dronebildene er også nyttige for bruk ved senere tiltaksplanlegging. Dronekartlegging ble gjennomført med en DJI Phantom 4 RTK og dronebilder ble prosessert og georeferert med «structure from motion» applikasjon (Agisoft Metashape). Alle droneoperasjoner ble utført i henhold til forskriftene for fjernstyrte flysystemer som definert av Luftfartstilsynet.

I det følgende beskrives parametere som ble registrert under kartleggingen:

Elveklasser (mesohabitat) ble kartlagt etter metode beskrevet av Borsányi mfl. (2004), og ytterligere beskrevet i Forseth & Harby (2013). Metoden baserer seg på en klassifisering etter fire kriterier: Størrelsen på overflatebølger, helningsgrad, vannhastighet og vanddyp. Overflaten regnes som turbulent når overflatebølgene er større enn 5 cm, helningsgrad regnes som bratt ved over 4 % helning, vannhastighet som hurtig dersom den overstiger 0,5 m/s og vanddyp over 0,7 m som dypt (**Tabell 1**).

Ved kartleggingen har vi prøvd å få frem de overordnede habitattypene og skiftninger i disse. For å unngå uhensiktsmessig detaljeringsgrad er det ikke delt inn i elveklasse-segmenter kortere enn elvens bredde. Grenseverdiene for vanddyp og vannhastighet ble skjønnsmessig vurdert på stedet, ettersom disse vil variere med vannføringen. Basert på disse kriteriene ble elveklassen klassifisert som glattstrøm (A+B1+B2), kulp (C), grunnområde (D), stryk (H+G1+G2) eller kvitstryk (E+F) (se **Tabell 1**).

Substrat ble klassifisert innenfor hvert elveklassesegment ved visuell estimering av dekningsgraden (% av overflatearealet av elvebunnen) av ulike substratkategorier: Mudder (organisk fensediment), sand (< 2 mm), grus og småstein (2-120 mm), stein (120-300 mm), blokk (> 300 mm) og fast fjell. Kategorien «grus og småstein» er for enkelhets skyld omtalt som «grus» i resten av rapporten.

Tabell 1. Kriterier for klassifisering av elveklasser basert på fysiske karakterer, etter Borsányi mfl. (2004). Tabellen er hentet fra Forseth & Harby (2013).

Kriterier	Vannflate- struktur	Vannflate- gradient	Vannflate- hastighet	Vanndybde	Klasse
Avgjørelse	Glatt/Små riller	Bratt	Hurtig	Dyp	A
			Sakte	Grunn	
		Moderat	Hurtig	Dyp	B1
			Sakte	Grunn	B2
			Hurtig	Dyp	C
			Sakte	Grunn	D
	Turbulent, brutt/ubrutte stående bølger	Bratt	Hurtig	Dyp	E
			Sakte	Grunn	F
		Moderat	Hurtig	Dyp	G1
			Sakte	Grunn	G2
			Hurtig	Dyp	
			Sakte	Grunn	H

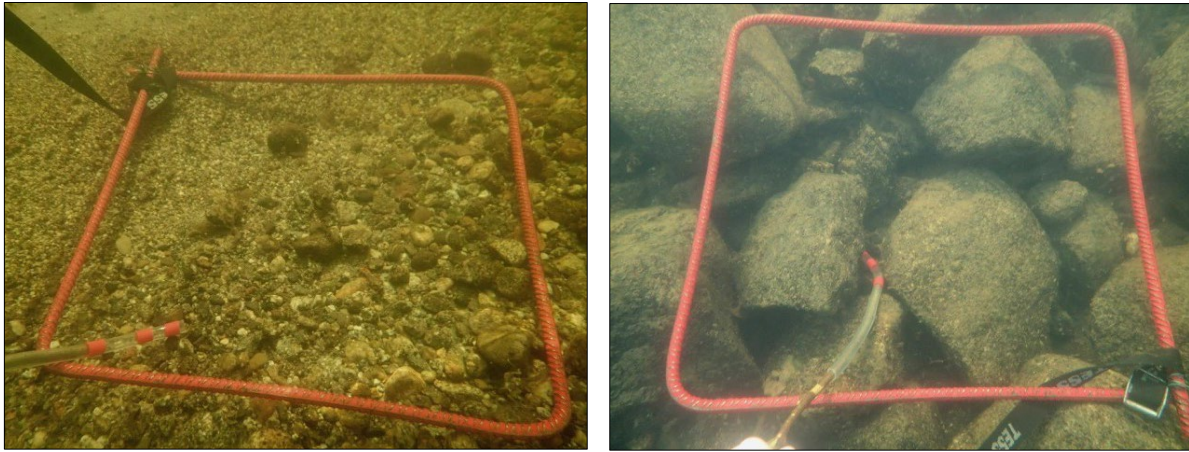
Skjulforhold for ungfisk ble målt på utvalgte områder og i tillegg skjønnsmessig vurdert. Selve målingene gjøres ved å telle hvor mange steder en 13 mm tykk plastslange kan føres inn i hulrom mellom steiner innenfor en stålramme på 0,25 m² (**Figur 5**). Størrelsen på hulrommene bestemmes ut fra hvor langt inn slangen kan stikkes, og deles inn i tre skjulkategorier: S1: 2-5 cm, S2: 5-10 cm og S3: > 10 cm. For at skjulmålingene skal være så representative som mulig med tanke på substratsammensetningen innenfor et område, foretas skjulmålinger i transekt på tilfeldige punkt i elven innenfor et område med forholdsvis like substratforhold. Antall transekt innenfor et område varierte ut fra substratforholdenes heterogenitet. Vektet skjul (S) for hvert punkt ble deretter beregnet ut fra følgende formel (etter Forseth & Harby 2013):

$$S = S1 + S2 * 2 + S3 * 3$$

Med utgangspunkt i verdiene for vektet skjul klassifiseres skjulforholdene som svært lite (< 1), lite (1-5), middels (5-10), mye (10-15) og svært mye skjul (>15) (**Tabell 2**).

Tabell 2. Et system for klassifisering av skjultilgang basert på vektet skjul (skjulindeks), basert på og modifisert etter Forseth og Harby (2013).

Svært lite	Lite	Moderat	Mye	Svært mye
<1	1-5	5-10	>10	>15



Figur 5. Skjulforhold for ungfisk måles ved å kvantifisere antall og størrelse på hulrom i elvebunnen med en plastslange innenfor en rute på 0,25 m². Slangen har røde markører som brukes til å måle hulrommenes dybde. Eksempel på skjulmålinger i substrat med svært lite skjul (t.v.), og i substrat med stein/blokk som gir mye skjul (t.h.).

Gyteområder ble kartlagt basert på visuelle observasjoner og erfaringsmessig kjennskap til laksens krav til gytehabitat. De viktigste kriteriene vil være substratsammensetning, vannhastighet og vanndyp.

Gyteforholdene klassifiseres ut fra hvor stor andel av det totale elvearealet som er tilgjengelig for gyting, samt hvor stor avstand det er mellom gyteområdene. Areal av små gyteområder måles i felt. Areal av store gyteområder beregnes i ArcGIS, basert på skisser tegnet på kart under kartlegging, avmerking med GPS og dronefoto. Det er imidlertid ikke praktisk mulig å vurdere eksakt hvilke områder fisken faktisk vil benytte som gyteområder. Registrerte gyteområder må derfor ses på som tilnærmete størrelser og ikke eksakte arealer. Mengden gytehabitat klassifiseres som «lite» dersom det utgjør < 1 % av det totale elvearealet i et elvesegment, «moderat» ved 1-10 % og «mye» dersom mer enn 10 % av elvearealet klassifiseres som gyteområder. Avstanden mellom gyteområder anses som «stor» ved over 500 m avstand, «moderat» ved 200-500 m og «liten» ved avstander kortere enn 200 m (**Tabell 3**).

Tabell 3. System for klassifisering av gytehabitat basert på gytearealenes størrelse (innenfor hvert segment) og spredning (gjennomsnittlig avstand mellom gytehabitat, på tvers av segmenter). Fra Forseth & Harby (2013).

		Mengde av gytehabitat som % av elveareal		
		Lite (<1 %)	Moderat (1-10 %)	Mye (>10 %)
Avstand mellom gytehabitat	Stor (> 500 m)	Lite	Lite	Moderat
	Moderat (200-500 m)	Lite	Moderat	Mye
	Liten (< 200 m)	Moderat	Mye	Mye

Fysiske inngrep som erosjonssikring, utretting av elveløp, terskler/buner, kunstige vandringshindre, inngrep i elvebunnen og redusert kantvegetasjon ble registrert i felt og kartfestet. Topografisk kart basert på laserscanning (www.hoydedata.no) ble brukt til å vurdere om erosjonssikringer eller forbygninger kan ha stengt av sideløp eller betraktelig redusert elvearealet. I tillegg kan man ved å sammenligne nye og eldre flyfoto fra norgebilder.no (eldste for vassdraget er fra 1960) oppdage inngrep utført i nyere tid. Registrerte sikringstiltak i [NVEs Temakart](#) og informasjon fra elveeierlaget er benyttet som supplerende datagrunnlag for å vurdere omfang av fysiske inngrep i og langs elven.

For hvert segment og for hele den kartlagte strekningen ble prosentmessig andel av elven med erosjonssikring og redusert kantvegetasjon beregnet. Glissen kantvegetasjon teller som 50 % redusert i denne beregningen.

3.2 Flaskehalsanalyse hovedelv

Basert på kartleggingen og skjønnsmessig vurdering av skjul og gyteområder, har vi gjort en vurdering av antatt produktivitet i hvert segment av vassdraget, og hvorvidt gyteområder eller skjul er begrensende faktorer (flaskehalser) for produksjon av laksefisk. Vurderingen er gjort med utgangspunkt i klassifiseringssystemet i Forseth & Harby (2013), som er gjengitt i **Tabell 4**.

Tabell 4. System for klassifisering av habitatflaskehalser og antatt produksjonspotensial ut fra mengden gyteområder og skjul. Antatt produktivitet er angitt i parentes. Fra Forseth & Harby (2013).

		Gytehabitat		
		Lite	Moderat	Mye
Skjul	Lite	Begge (lav)	Skjul (lav)	Skjul (moderat)
	Moderat	Gyte (lav)	Begge (moderat)	Skjul (høy)
	Mye	Gyte (moderat)	Gyte (høy)	Ingen (høy)

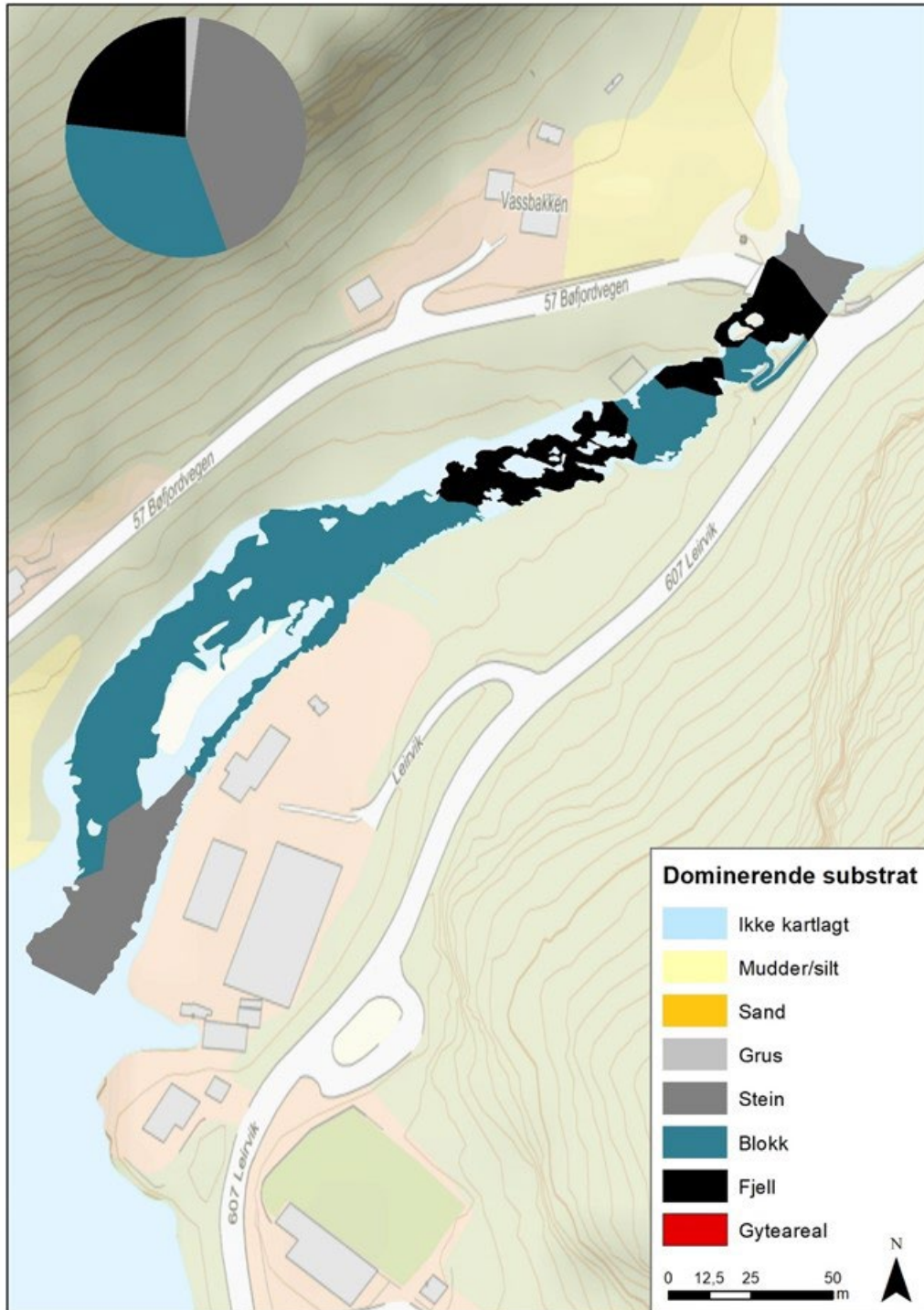
3.3 Forslag til tiltak

Basert på resultatene av kartlegging av habitatforhold og fysiske inngrep, samt flaskehalsanalysen, er det gitt forslag til tiltak. Tiltakene er i hovedsak ment å øke produksjonen av laks og sjørørret, men tiltak kan også bedre vassdragets økologiske tilstand og gi fordel til andre organismer i og langs elven. Det skilles i denne sammenheng mellom *restaureringstiltak*, som restaurerer natur som er utsatt for menneskelige inngrep, og *habitattiltak*, som er ment å bedre habitatet for laks og sjørørret uten nødvendigvis å gjenopprette et naturlig habitat. Et eksempel på et restaureringstiltak kan være gjenslynging av en utrettet elv (med opprinnelig naturtilstand som utgangspunkt), mens et habitattiltak kan være å plassere ut gytegrus eller stein i en kanalisert elv.

Forslag til tiltak følger prinsipper i veilederne «Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø» (Pulg mfl. 2018), «Mer miljøvennlige erosjonssikringstiltak» (Pulg mfl. 2017) og «Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag» (Forseth & Harby 2013), og erfaringer gjort i NVE-prosjektet "Flom og miljø i et endret klima" (Pulg mfl. 2022).

Substrat og gyteområder

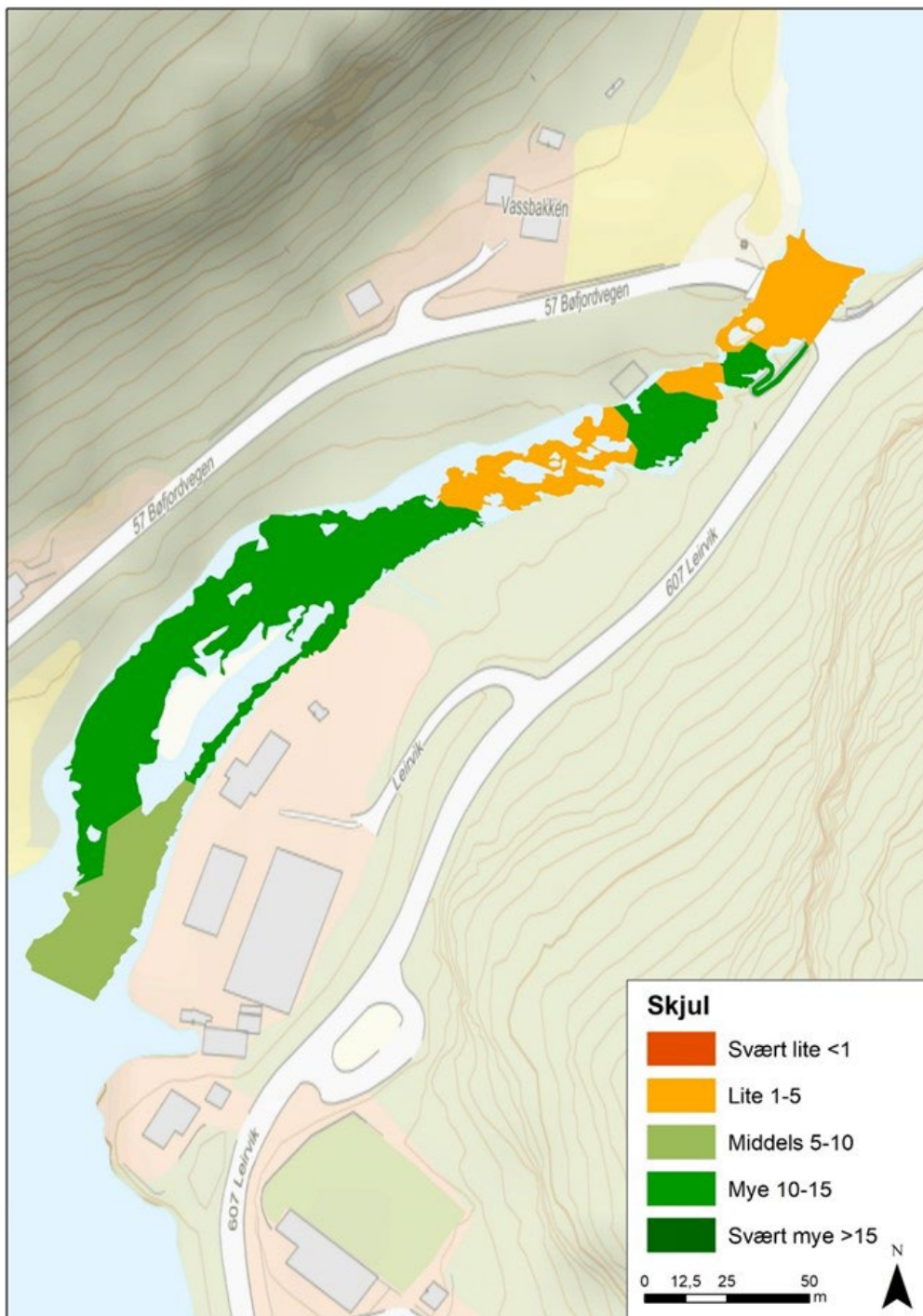
Bunnsubstratet i dette segmentet består hovedsakelig av stein (43 %), blokk (32 %) og fjell (23 %) (**Figur 7**). Innslag av grus er lavt (2 %), og substratet er i hovedsak fjell i kvitstrykene i øvre del, og blokk og stein i kulpene og nedre halvdel av elva, som er noe slakere. Manglende gyteareal i utløpselva gjør at denne havner i kategorien «lite gytehabitat» (jf. **Tabell 3**).



Figur 7. Dominerende substrat og gyteområder i nedre del av Bøfjordelva.

Skjul og kantvegetasjon

Det var mye skjul i denne delen av Bøfjordelva (**Figur 8**), spesielt i nedre halvdel og i kulpene der det var høyt innslag av blokk og stein. Det ble observert mye mosedekke på steiner og blokker og en samlet vurdering tilsa at denne strekningen har gode oppvekstområder for ungfisk. Kantvegetasjonen hadde også stort sett god dekningsgrad langs elva.



Figur 8. Skjulkategori i nedre del av Bøfjordelva.

Anbefalte tiltak og fare for tørrlegging

Det ble ikke funnet egnede gyteområder i den nedre delen av Bøfjordelva, men strekningen ser ut til å ha gode forhold for oppvekst av ungfisk. Gytemulighetene ser dermed ut til å være en flaskehals for fiskeproduksjon på strekningen og et effektivt tiltak kan derfor være å etablere et gyteområde på ca. 50 m² på utløpet av Stigestrandsvatnet (**Figur 9**). Det bør etableres like innenfor demningen/terskelen på utløpet av vannet. Dersom en lykkes med å etablere et nytt gyteområde her vil en trolig få økt fiskeproduksjon. En bør først legge ut en prøveflate på ca. 10 m² med grus for å evaluere at grusen blir liggende i flomsituasjoner og at eggoverlevelsen er god.

I nedre halvdel av utløpselva er det en stor flate og et sideløp som er utsatt for tørrlegging ved lave vannføringer (**Figur 6**). Vannføringen kan trolig bli betydelig lavere enn det som var tilfelle under kartleggingen og dette vil gi reduksjon i vanddekt areal i denne delen av elva. Perioder med lave vannføringer kan dermed være begrensende for ungfiskproduksjonen her. Arealet har godt ungfiskhabitat som dels kan tørrlegges, men har lite gyteareal som vanligvis er det mest utsatte ved situasjoner med tørrfall. Siden denne strekningen ligger nedstrøms to vann er faren for stranding av fisk relativt liten. Vannene vil dempe og utjamne hurtige vannstandsendringer som eventuelt kan oppstå i forbindelse med kjøring av kraftstasjonen, og ungfisken får dermed tid til å flytte seg til dypere områder. Avstanden fra utløpet av kraftstasjonen og ned til denne strekningen er ca. 2 km og denne avstanden gir også en dempende effekt på vannstandsendringer nederst i vassdraget.



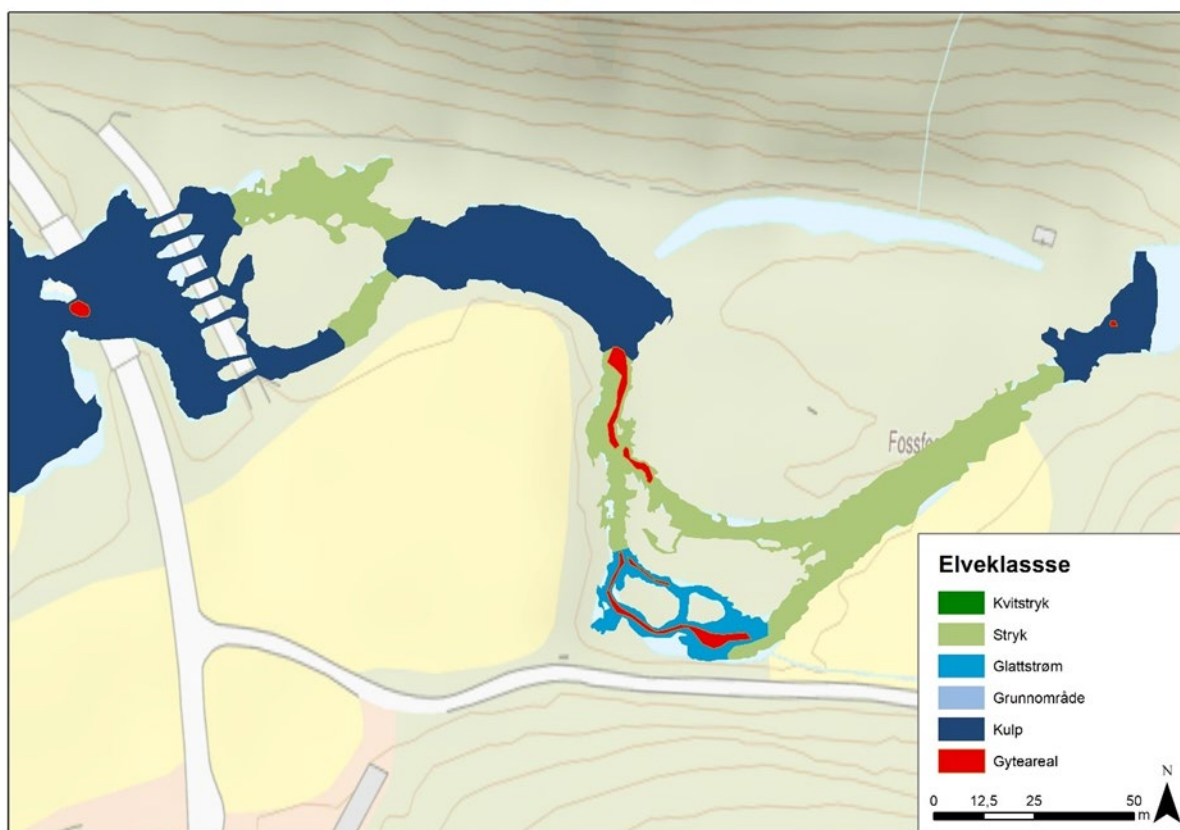
Figur 9. Utløpet av Stigestrandsvatnet med foreslått område for grusutlegg i Bøfjordelva. Fisketrappen går innunder veibrua.

4.2 Fosselva/Fossfossen

Fossfossen er elva som renner inn i Stigestrandsvatnet fra øst, og som før utbyggingen av Nedre Svultingen kraftstasjon, utgjorde hovedelva i vassdraget. Det er mulig for fisk å vandre opp til Øvrefoss. Det var god vannføring i Øvrefoss under kartleggingen fordi det på undersøkelsestidspunktet ikke var produksjon i kraftstasjonen, og vannføringen dermed gikk via Fosselva. Dette påvirket fastsettelsen av elveklasser m.m. Lengde på strekningen fra Øvrefoss til utløpet i Stigestrandsvatnet er på 407 m. Strekningen utgjør ifølge digitalisert vannflate fra dronefotograferingen et areal på 5959 m². Det ble i forbindelse med ungfiskundersøkelser i Bøfjordelva, funnet høyest tetthet av både aure og laksunger på denne strekningen, og indikerer at ungfisk klarer seg på deler av denne strekningen (Schedel 2020).

Elveklasser og fysiske inngrep

Elvestrekningen fremsto som variert og besto av 55 % kulp, 38 % stryk og 7 % glattstrøm (**Figur 10**). Øvre del har mest fall og besto av strykstrekninger, mens nedre halvdel har mest kulp. Den gamle steinbroen Foss bru bygd i 1806, har mange små kanaler gjennom steinmuren (**Figur 11**), og her er det gode vandringsmuligheter og skjul. Med unntak av denne veibroen er det lite fysiske inngrep på strekningen.



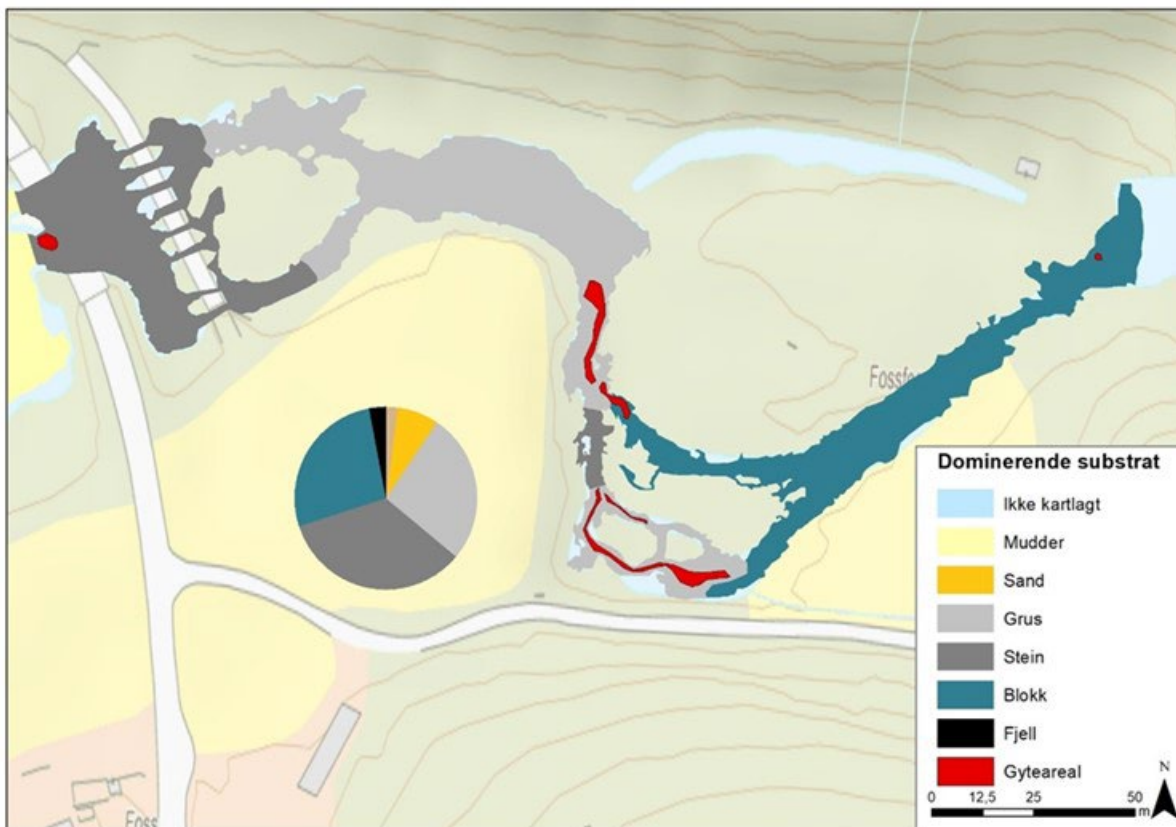
Figur 10. Elveklasser i Fossfossen i Bøfjordelva.



Figur 11. Øvrefoss og områdene ned til utløpet i Stigestrandsvatnet i Bøfjordelva.

Substrat og gyteområder

Bunnssubstratet i dette segmentet består hovedsakelig av stein (34 %), grus (27 %) og blokk (27%) (**Figur 12**). Det ble også observert noe fjell i øvre del (3 %), mens sand (7 %) og silt (2 %) var sedimentert i nedre del. I midtre del av elvestrekningen var det mye grus og godt med gyteareal, og en samlet vurdering tilsier at strekningen har moderat tilgang på gytehabitat med 2,7 % av samlet areal (jf. **Tabell 3**).



Figur 12. Dominerende substrat og gyteområder i Fossfossen i Bøfjordelva.

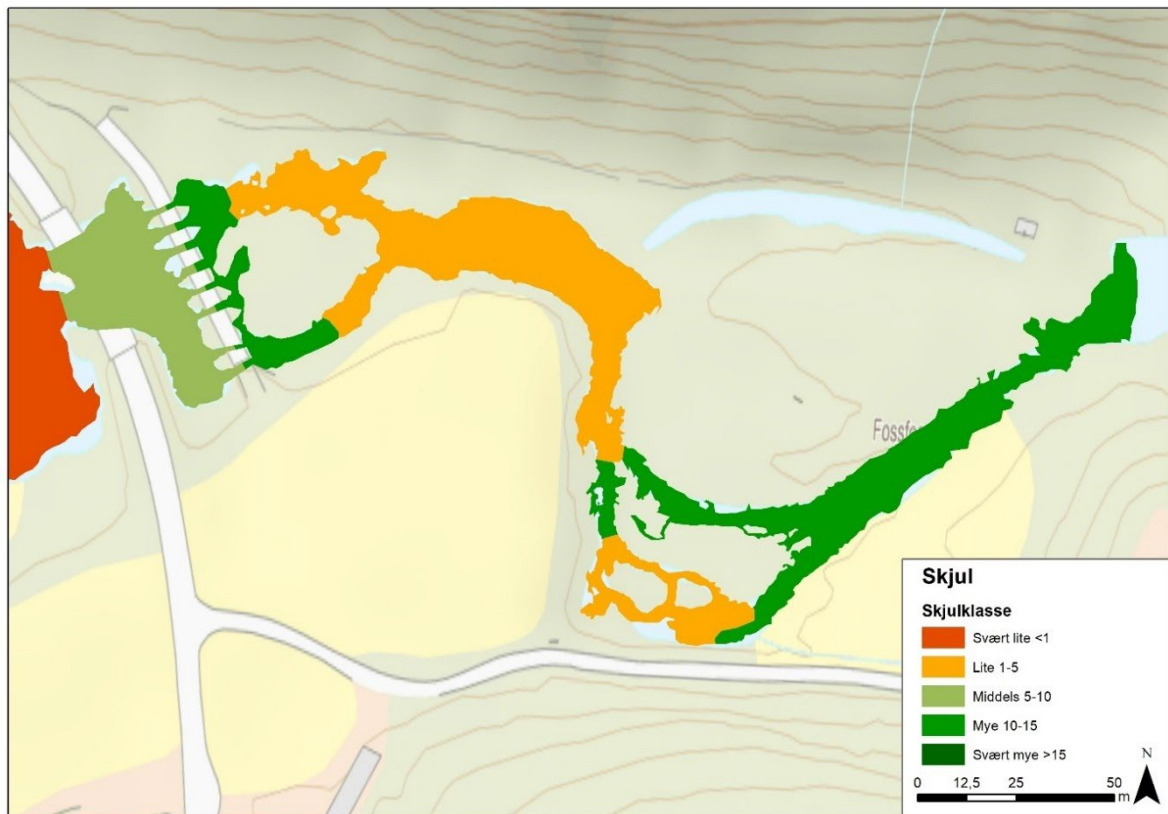
Skjul og kantvegetasjon

Det var mye skjul i strykstrekningen i øvre del, der det var høyt innslag av blokk og stein (**Figur 13**). I nedre del var det lite skjul i kulper og i områder med mye grus, mens skjulet var godt eller middels rundt steinbroen. Kantvegetasjonen hadde god dekningsgrad langs elva i øvre del, men var sparsom i nedre del og fjernet i forbindelse med dyrkamark, beite og bro (**Figur 14**).

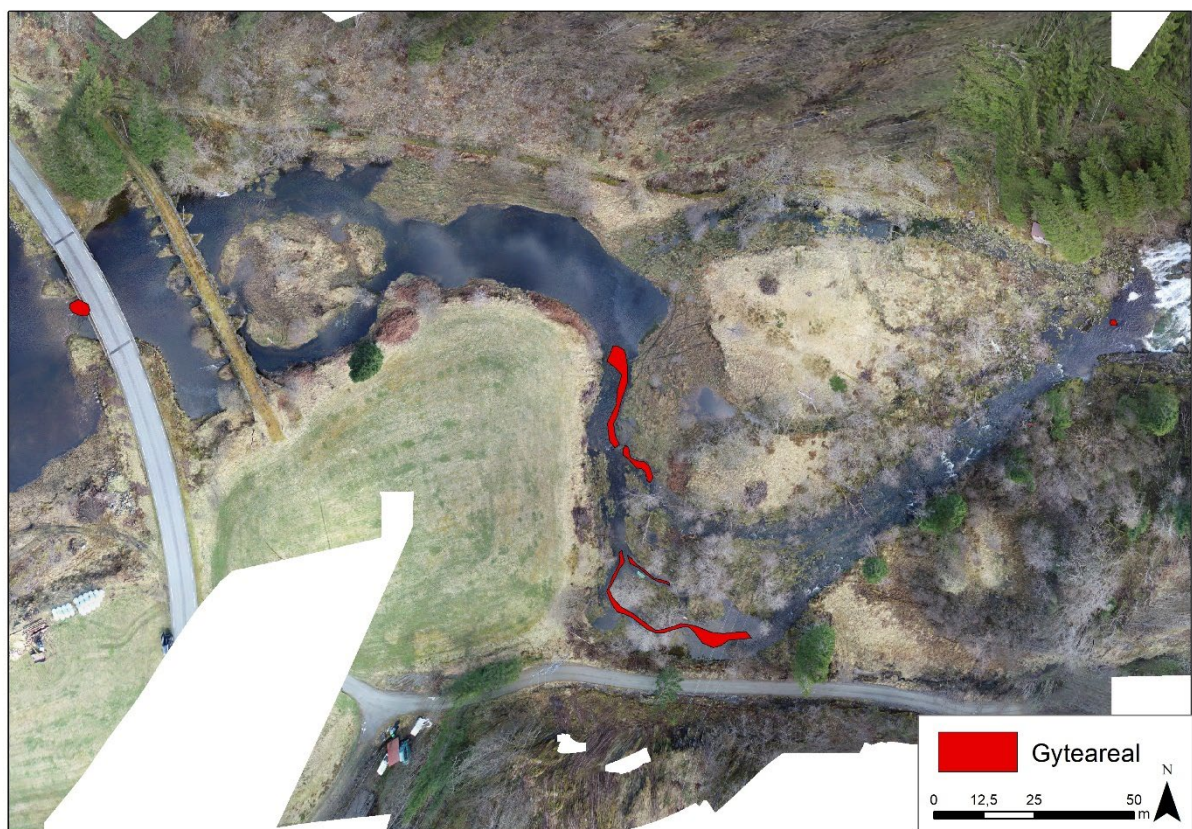
Anbefalte tiltak og fare for tørrlegging

Det er ikke anbefalt å gjøre fysiske tiltak på denne elvestrekningen, men en bør la kantvegetasjonen etablere seg langs elva der dette er mulig. Tilgangen på gyteareal ser ut til å være tilstrekkelig, men er i hovedsak lokalisert midt på strekningen (**Figur 14**).

Slik situasjonen er i dag, er Fosseelva nedstrøms Øvrefoss trolig utsatt for tørrlegging av deler av elvearealet siden vannet er fraført og i stedet kommer ut i kraftstasjonen. Ved høy vannføring i vassdraget kommer det mer vann, og fisk kan vandre opp for å gyte. En kan dermed få en situasjon med gyting, med etterfølgende stranding av fisk og spesielt tørrlegging av gyteområder. Strekningen er spesielt utsatt for dette siden det er godt gyte- og fiskehabitat her. Under kartleggingen gikk det relativt mye vann på strekningen, men mye av elvebunnen var dekket av gress og vegetasjon som tilsier at dette arealet vanligvis er tørrlagt (Figur 11). Det anbefales å etablere en vannføring på strekningen som sikrer levevilkår for fisk og overlevelse av rogn på de viktige gyteområdene. Dette vil også gi levevilkår for mange arter i elva oppstrøms lakseførende strekning, som er en elvestrekning med lengde på 2 090 m fra Øvrefoss til Espelandsvatnet og som har et areal på om lag 41 000 m² basert på digitalisert vannflate fra dronefoto på kartleggingstidspunktet.



Figur 13. Skjul kategorier i Fossfossen i Bøfjordelva.



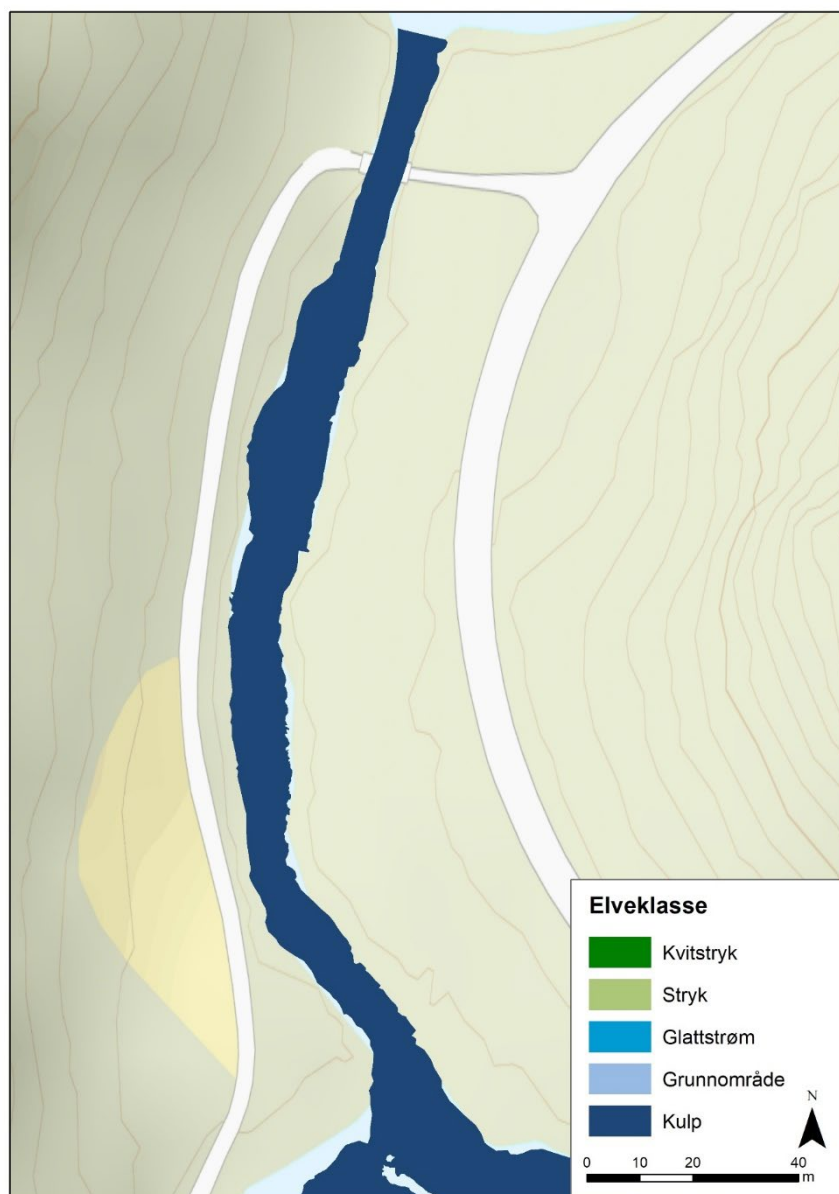
Figur 14. Dronebilde og registrerte gyteområder i Fossfossen i Bøfjordelva.

4.3 Kanal mellom Stigestrandsvatnet og Staurdalsvatnet

Den senkede og utvida kanalen mellom de to vannene er etablert i forbindelse med reguleringen ettersom hovedvannføringen ble ført over fra Fosselva til Staurdalsvatnet. Kanalen har en lengde på 215 m og utgjør ifølge digitalisert vannflate fra dronefotograferingen et areal på 2057 m². Det er i forbindelse med tidligere undersøkelser med undervannsobservasjoner i kanalen konkludert med at substrat og vannhastighet var lite egnet for gyting (Schedel, J.B. 2020).

Elveklasser og fysiske inngrep

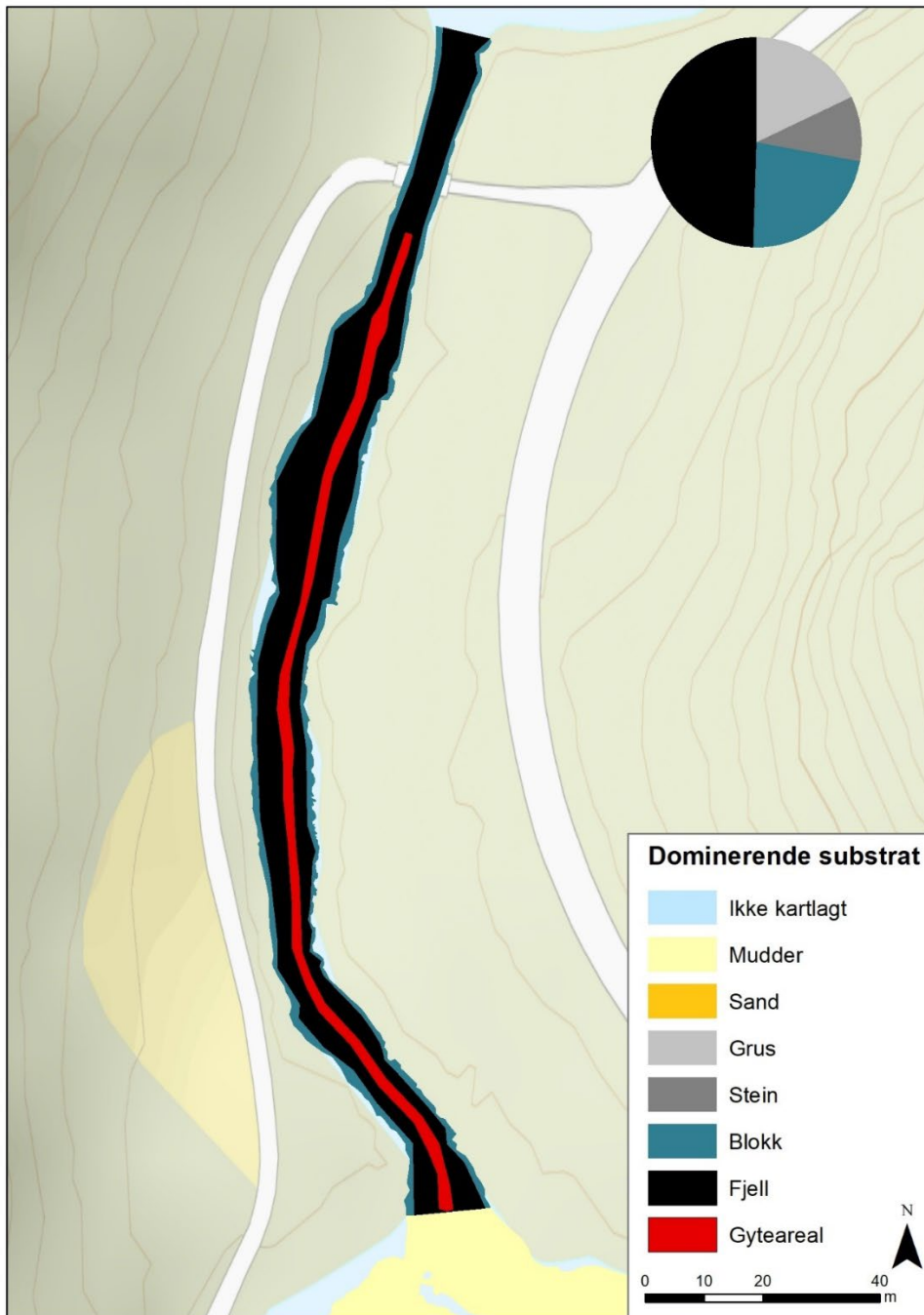
Denne kanalen var under kartleggingen nesten stillestående og ble kartlagt som en kulp (**Figur 15**). Ved kjøring av kraftstasjonen er trolig vannhastigheten betydelig høyere. Av fysiske inngrep er kanalen i seg selv kunstig laget/senket. Det ble også observert en del søppel som takstein og kabler i kanalen.



Figur 15. Elveklasse i sprengt kanal i Bøfjordelva.

Substrat og gyteområder

Bunnssubstratet i kanalen består av fjell (49 %), blokk (23), stein (10 %) og grus (18 %). I midten av kanalen, fra rett nedstrøms broen og helt ned i tiløpet i vannet ligger en stripe med egnet gytegrus på omtrent 1,5 m bredde (**Figur 16**). Dette gir et gyteareal på 330 m² (16 % av totalareal) og gjør at denne kanalen har mye gyteareal tilgjengelig (jf. **Tabell 3**). Dette arealet vurderes også som egnet for gyting, og kanalen vil trolig ha vannhastighet som er høy nok ved kjøring av kraftstasjonen.



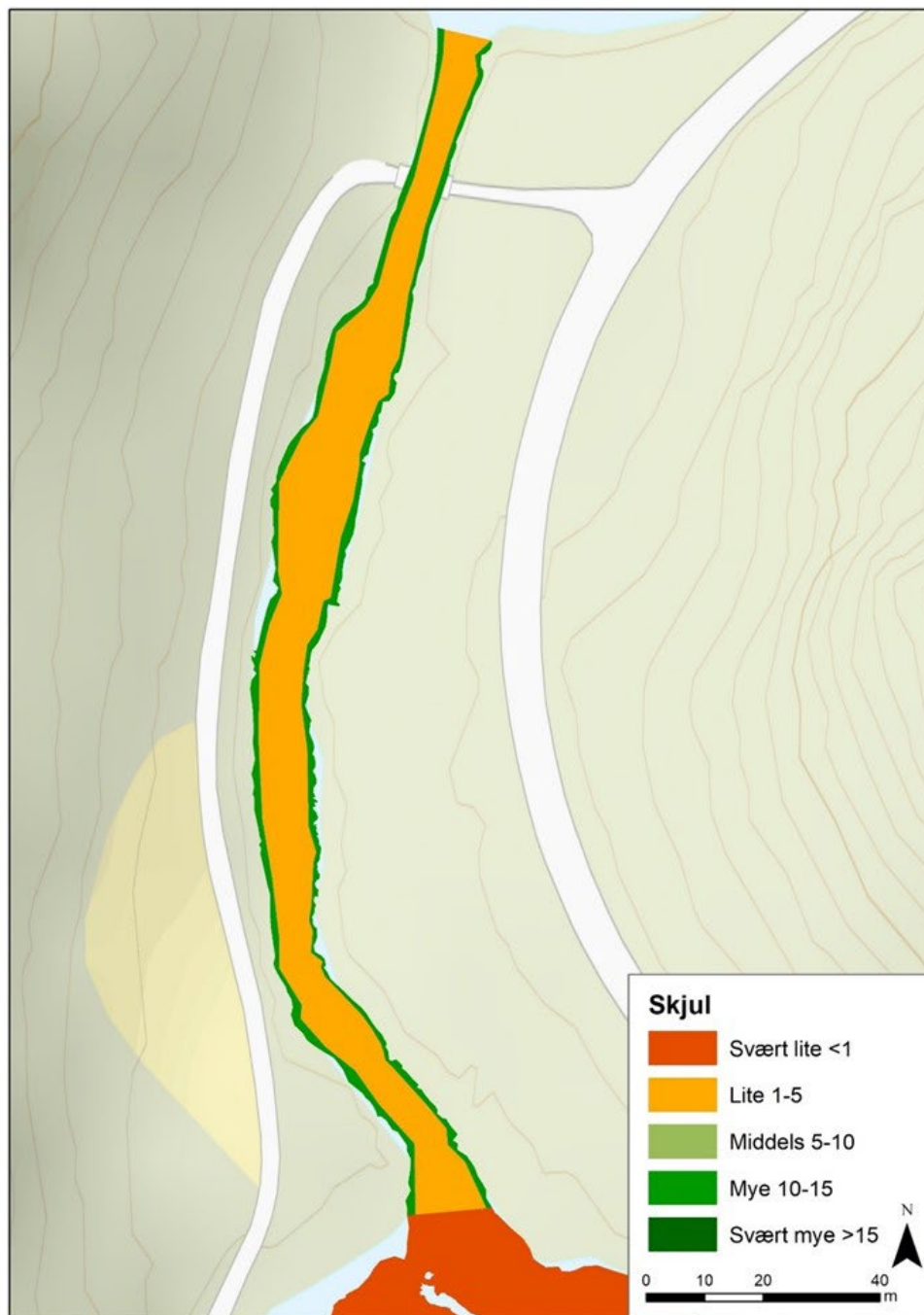
Figur 16. Substratfordeling i kanal mellom Staurdalsvatnet og Stigestrandsvatnet i Bøfjordelva.

Skjul og kantvegetasjon

Det er generelt lite skjul i elvebunn i kanalen, men i kantene er det en løs forbygning av stein som gir mye kantskjul, godt egnet for ungfisk (**Figur 17 - Figur 18**). Det er også god dekningsgrad av kantvegetasjon av or.

Anbefalte tiltak og fare for tørrlægging

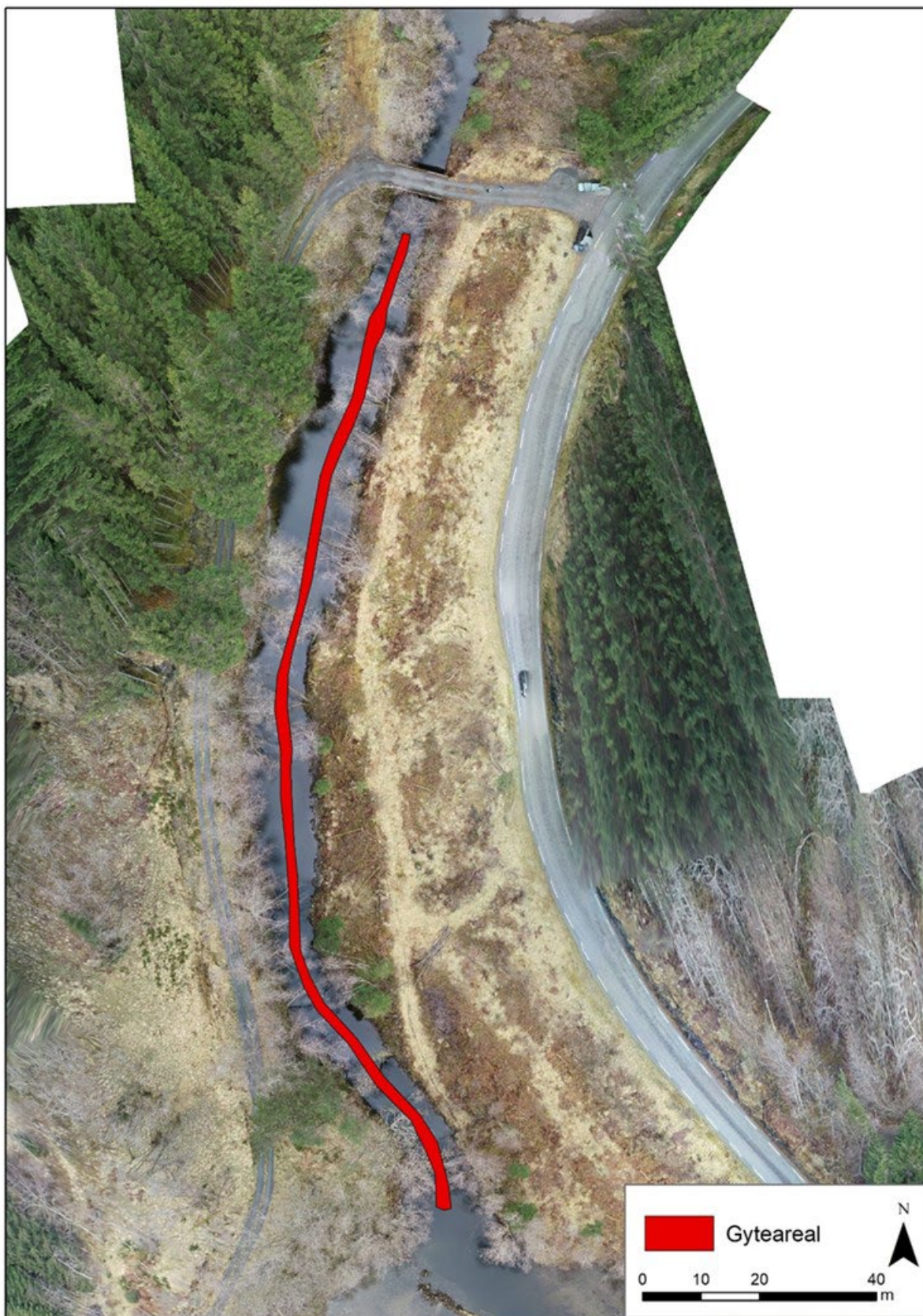
Det er viktig å bevare kantvegetasjonen på strekningen. Sjøppl i elvebunnen bør også ryddes opp. Det ser ikke ut til å være noen fare for tørrlægging av gytegrøper eller store arealer på denne elvestrekningen.



Figur 17. Skjulkategori i kanalen mellom Stigestrandsvatnet og Staurdalsvatnet.



Figur 18. Senket og utvidet kanal mellom Staurdalsvatnet og Stigestrandsvatnet. Stein i kantene gir skjul for ungfisk og midt i kanalen ligger en stripe med grus egnet for gyting.



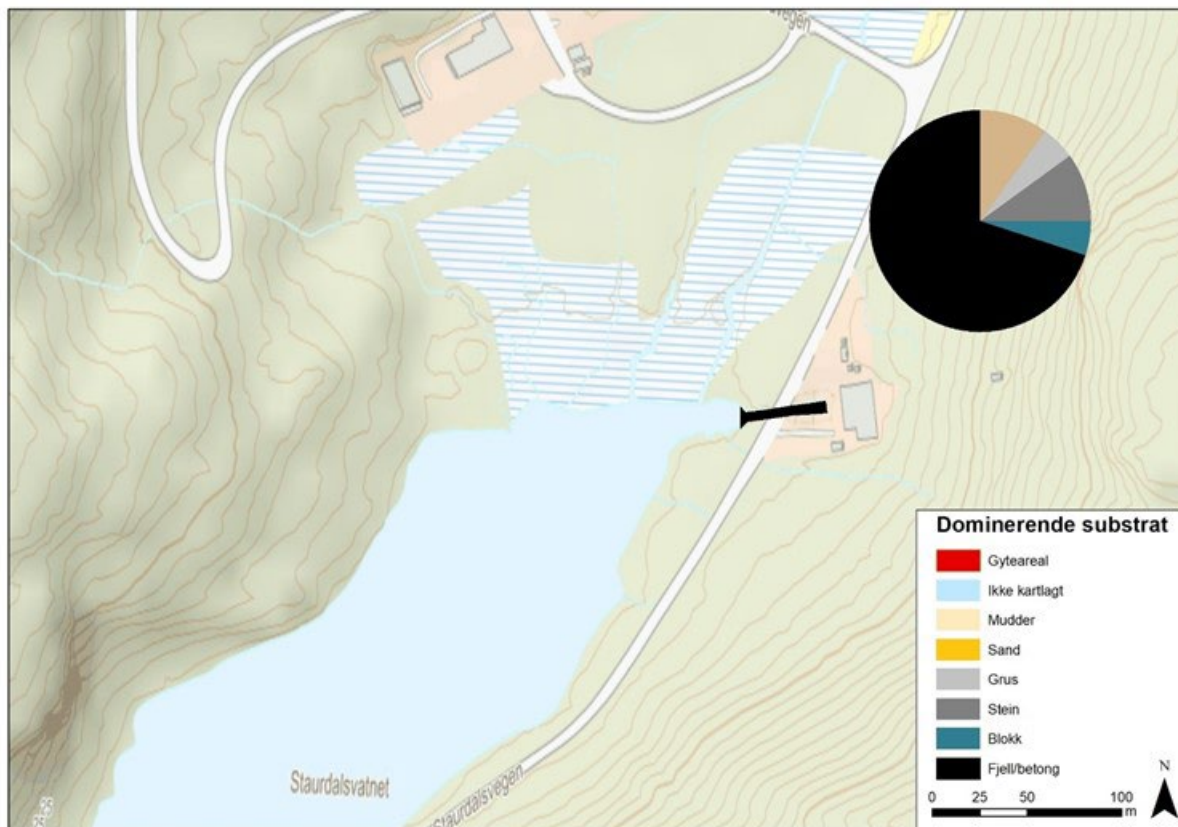
Figur 19. Dronefoto og illustrert gyteareal i kanalen mellom Stigestrandsvatnet og Staurdalsvatnet.

4.4 Kraftutløp

Kanalen ut av kraftstasjonen har en lengde på 46 m og et areal på ca. 249 m². Elveklassen er glattstrøm (**Figur 20**) og bunnssubstratet består av 70 % fjell/betong, 10 % stein, 5 % blokk og 5 % grus (**Figur 21**). Skjul for ungfisk er dårlig i kanalen (**Figur 22**). Det foreslås å legge ut gytegrus i kraftutløpet fra oppstrøms bro til nedstrøms bro (**Figur 23**). Det vil være gunstig å øke rekrutteringen øverst i vassdraget og ungfisken kan dermed benytte Staurdalsvatnet som oppvekstområde. Ved kartleggingen ble det observert vinterstøing av både laks og aure nederst i utløpskanalen, samt brunaure. Det er ikke strandingsfare på strekningen.



Figur 20. Elveklasse i kraftutløpet til Nedre Svultingen kraftverk i Bøfjordelva.



Figur 21. Dominerende substrat i kraftutløpet til Nedre Svultingen kraftverk i Bøfjordelva..



Figur 22. Skjulkategori i kraftutløpet til Nedre Svultingen kraftverk i Bøfjordelva.



Figur 23. Kraftutløpet i Staurdalsvatnet til Nedre Svultingen kraftverk i Bøfjordelva.

4.5 Fisketrappen i Bøfjordelva

Fisketrappen i Bøfjordelva ved Vassbakken kunne tidligere fungere som et vandringshinder ved lave vannføringer (Tyse 1985). Fisketrappen har vært utbedret i nyere tid og funn av laksunger ved ungfiskundersøkelser har vist at laks kommer seg opp trappen (Gladsø og Hylland 2002; Schedel 2020).

Generelt om fisketrapper

For kulpetrapper er det anbefalt en spranghøyde mellom bassenger på min 0,15 m og maks 0,5 m. Unntaksvis kan opp til 0,75 m spranghøyde fungere for laks, men da må bassengdybde være minst 1,5 m. Spranghøyden bør også være lavere enn høyde på utsparinger mellom kulper slik at utsparingens underkant ligger under vannspeilet. Dette tillater fisk å svømme opp mellom kulper (DWA 2014, Seifert 2016). Overfall mellom kulper bør ikke utformes med for stor bredde, og det er anbefalt at utsparinger har en bredde på 20 til 60 cm (Pulg mfl. 2018). Bassenger bør være minst 1,5 m lange for ørret og 2,8 m lange for laks, men det anbefales at de utformes med mer lengde. Kulper bør utformes slik at energitettheten i kulpene ligger under 250-300 W/m³ (DWA 2014; Fjeldstad mfl. 2018).

Oppmåling og vurdering av fisketrapp

Fisketrappen ble undersøkt og oppmålt 27.04.2023 med RTK-drone og meterstokk. Verdier for kulpestørrelser, nivåforskjeller mellom bassenger, gradient og energitettheter ligger innenfor anbefalte verdier for sjørørret. De nederste tre kulpene i trappen er kortere enn anbefalte verdier for laks, lengden er imidlertid ikke langt under anbefalte verdier og vi vet at laks tar seg opp trappen (**Tabell 5**). Utformingen av utsparingene i trappen fører til at overfallet mellom kulpene er for bredt og grunt. Dette fører i sin tur til at fisk som vandrer opp ikke kan svømme mellom kulpene, men må hoppe ved lavere vannføringer. Ved å sage ut 50 cm bredde i bunn på hver utsparing med en dybde som går lavere enn vannspeilet i neste kulp, vil overfallet mellom kulper bli bedre utformet for fiskevandring (**Figur 24**). Alternativt kan man snevre inn overfallet ved å etablere en vegg med planker

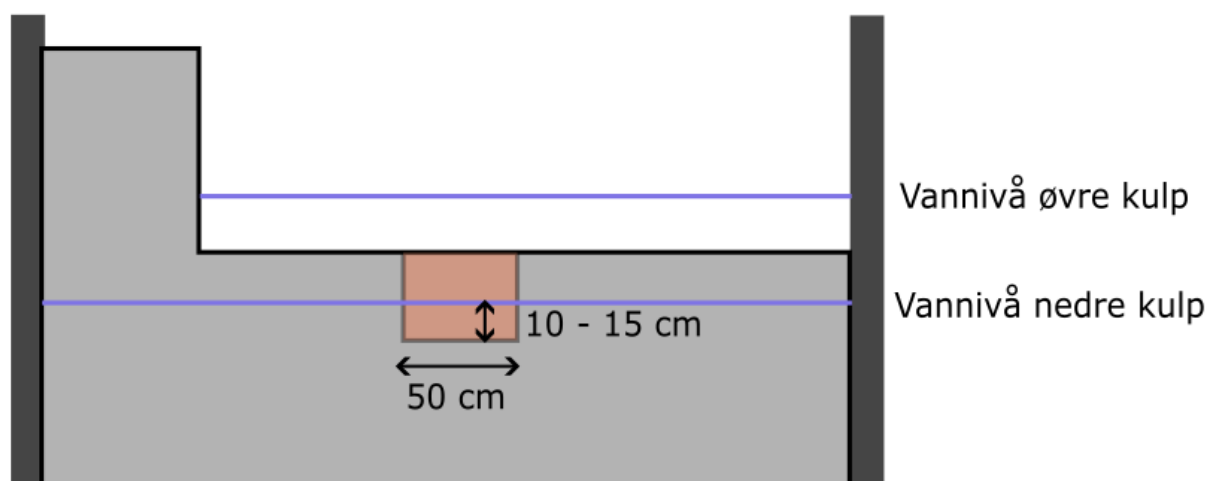
med samme høyde som spalten (**Figur 25**), men dette er ikke den beste løsningen.

Tabell 5. Størrelser på kulper og ovenforliggende utsparing med verdier for helning og energier i trapp. Gulmarkerte verdier viser verdier utenfor anbefalte verdier for laks, men innenfor anbefalte verdier for sjøørret.

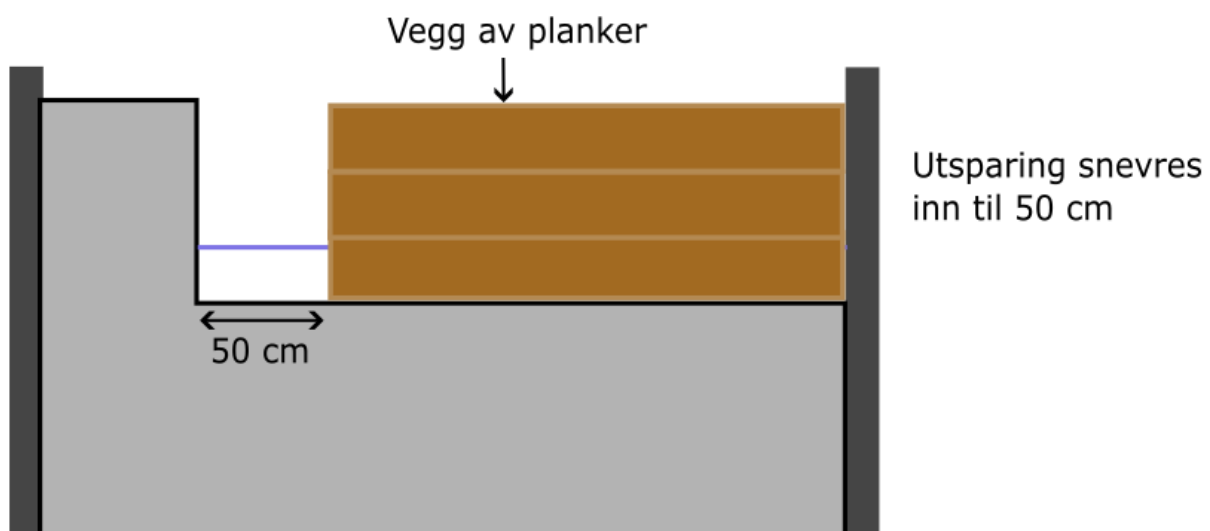
Kulp						Utsparing ovenfor kulp			
nr	Bredde (m)	Lengde (m)	Min dybde (m)	Kote vannspeil	Gradient (%)	Bredde (m)	Høyde (m)	Spranghøyde (m)	Energi tetthet (W/m3)
Nedstrøms trapp				8.7		1.7	0.5	0.11	
1	2.2	2.2	0.48	8.81	18.18	1.5	0.54	0.4	159.67
2	2.1	2.7	0.48	9.21	14.81	1.6	0.5	0.4	127.63
3	2.1	2.5	0.7	9.61	14.00	1.5	0.5	0.35	112.11
4	2	2.9	0.75	9.96	13.10	1.45	0.5	0.38	44.18
5	1.95	3.5	0.96	10.34	11.43	1.5	0.5	0.4	74.35
6	2	3.2	0.8	10.74	12.50	1.5	0.5	0.4	91.97
7	2.05	3.6	0.65	11.14	11.11	1.5	0.5	0.4	87.58
8	2.1	3.4	0.46	11.54	10.00	1.5	0.5	0.34	111.22
9	1.95	3.3	0.78	11.88	15.15	1.3	-	0.5	118.41
10	1.75	5.7	0.38	12.38	0.53	1.2	-	0.03	23.9
Oppstrøms trapp				12.41					

Betong og teknisk stand på trappen ser ut å være god (**Figur 26**). Fisketrappen vurderes ikke til å ha akutt behov for renovering, men det anbefales at man ordner nye utsparinger.

Inngangen til trappen ligger godt plassert (**Figur 27**) og utgangen ligger etter en 5,7 m lang kulp under veibru (**Figur 28**). Det bør gjennomføres tiltak for å etablere en definert lokkestrøm i inngangen ved at man også her lager en ny utsparing i nederste spalte. Denne bør suppleres med et nålestengsel i utgangen slik at man kan finjustere vannstrømmen gjennom utløpet avhengig av vannføring (Fjeldstad mfl. 2018).



Figur 24. Alternativ 1: Skisse for endring av skillevegg. En 50 cm bred spalte lages i bunn av utsparing (rød markering). Høyden på spalten tilpasses slik at bunnen ligger 10 – 15 cm under vannspeil i nedenforliggende kulp.



Figur 25. Alternativ 2: Skisse for endring av skillevegg. En vegg av plank/treverk snevrer inn utsparing til ca. 50 cm.



Figur 26. Betongen i trappen i Bøfjordelva ser ut å være i god stand.



Figur 27. Inngang til trapp (t.v.) og dronebilde av nedre del av trapp i Bøfjordelva (t.h.).



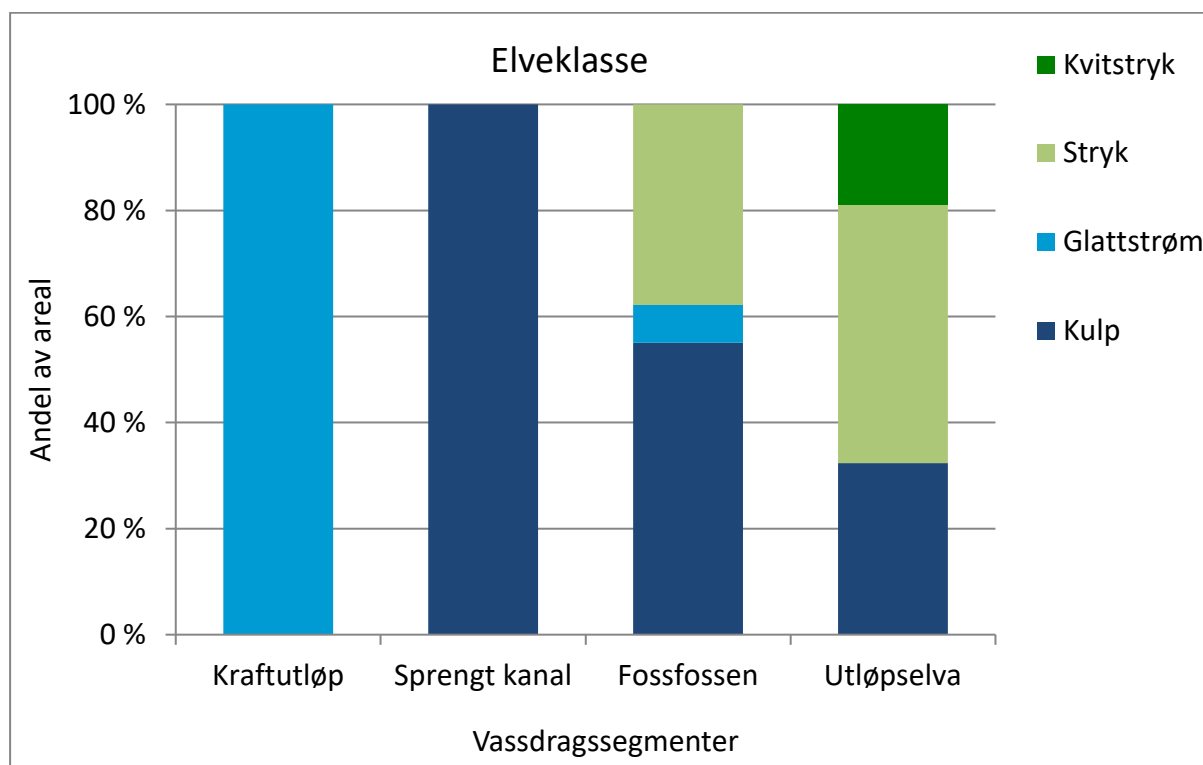
Figur 28. Utgang trapp under veibro i Bøfjordelva.

5. Oppsummering og vurdering av vassdraget

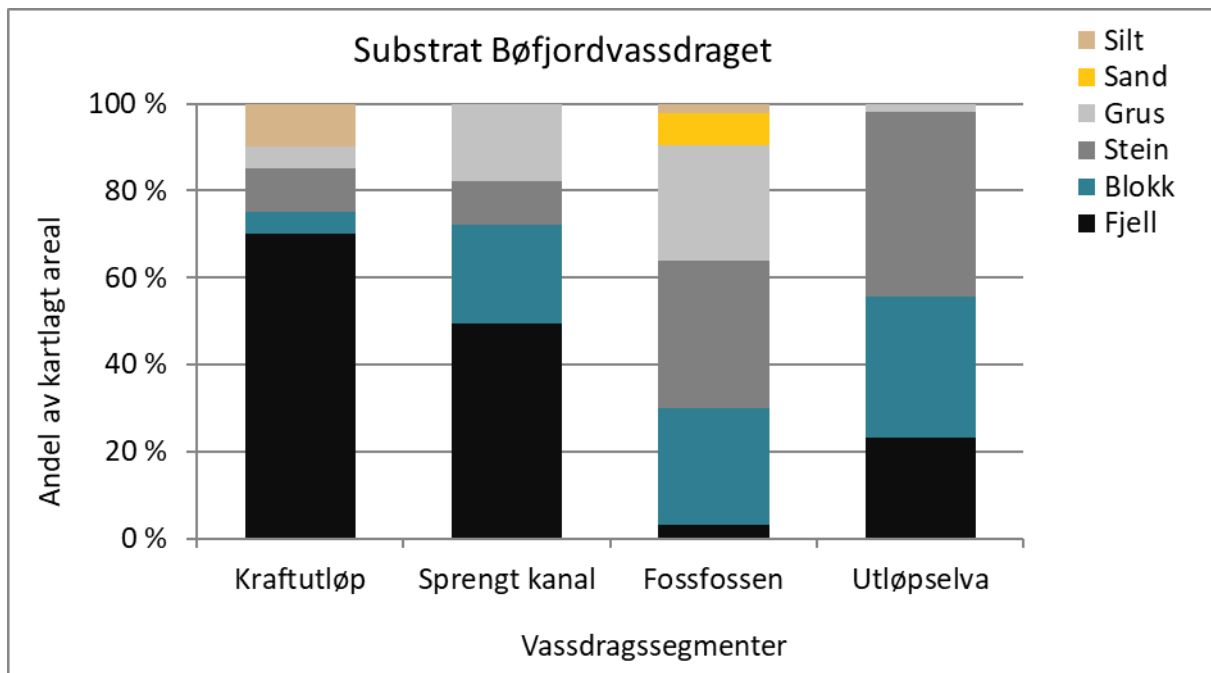
5.1 Habitatforhold

Elveklasser, substrat og skjul

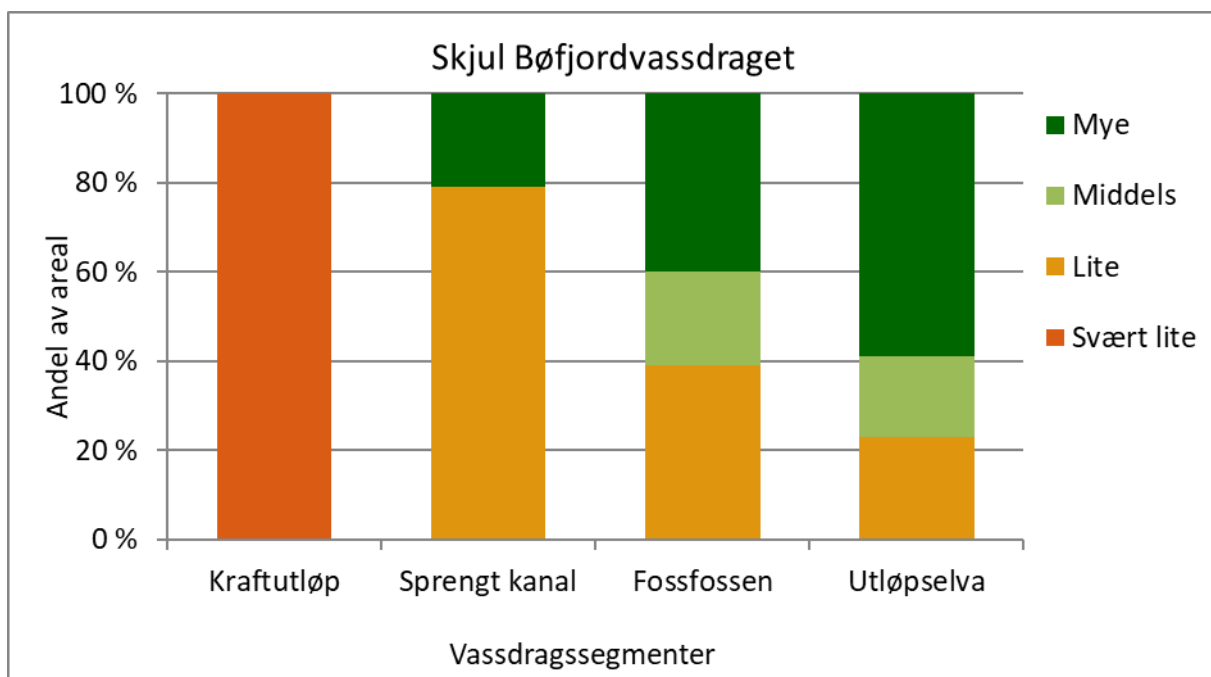
Bøfjordelva har to elvestrekninger som har en tilnærmet naturlig utforming. Dette er utløpselva fra Stigestrandsvatnet og Fossfossen som er elva mellom Stigestrandsvatnet og Øvrefoss (naturlig vandringshinder). Disse elvestrekningene har en substratfordeling som samsvarer med observerte elveklasser (**Figur 29** og **Figur 30**). Imidlertid er Fossfossen negativt påvirket av regulering og har trolig for lite vann store deler av året. I øvre del har elva har i tillegg en kanalisert og utvidet strekning som er relativt ensartet, samt en kanal for kraftutløp. Skjulforholdene for ungfisk gjenspeiler substratsammensetningen i de ulike delene av vassdraget (**Figur 31**). I nedre del der det er mye rullestein, er det også mye skjul i substratet (**Figur 32**). Der substratet er finere, der det er gyteområder eller bunnen består av fjell, er det dårligere skjul.



Figur 29. Fordeling av elveklasser i de ulike segmentene i Bøfjordelva.



Figur 30. Substratfordeling i de ulike segmentene i Bøfjordelva.



Figur 31. Skjul for hvert av elvesegmentene i Bøfjordelva.

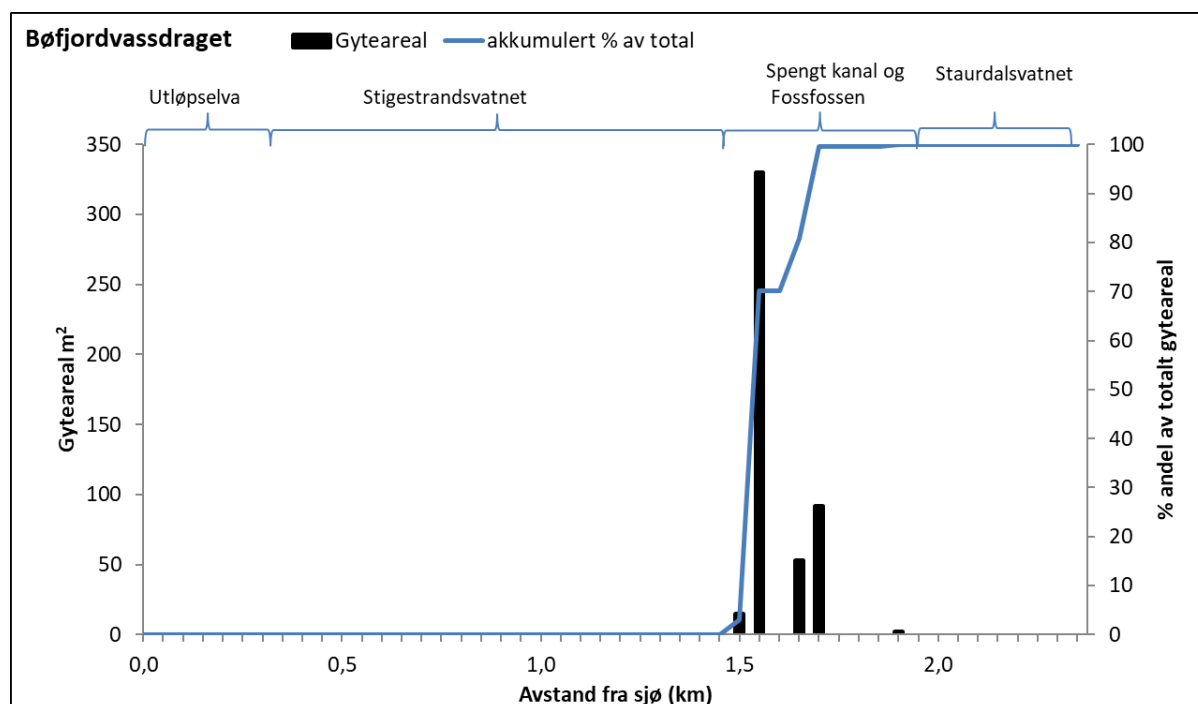


Figur 32. Nedre del av Bøfjordelva med gode skjulmuligheter. Deler av arealet og trolig sideløpet kan tørrlegges ved lave vannføringer.

5.2 Gyteforhold

I Bøfjordelva er det relativt lite tilgjengelig gyteareal. I den nedre delen av Bøfjordelva ble det ikke funnet gyteplasser og det er først ca. 1,5 km opp i elva at det er registrert gytemuligheter (**Figur 33**). I kanalen mellom vannene er det gytemuligheter, og det er også fine gyteplasser i Fossfossen. Gyteplassene i Fossfossen er imidlertid trolig utsatt for stranding. Totalt er det registrert gytehabitat på 0,3 % av elvearealet, og gytemulighetene er dårlig fordelt. Tilgjengelig gyteareal og fordeling av gyteareal er derfor trolig en flaskehals for fiskeproduksjon i vassdraget. Det er også tidligere påpekt at tilgangen på gyteområder er begrensende for produksjonen av sjøørret, og at bestanden skulle vært større ved bedre tilgang til gyteområder i vassdraget (Sægrov & Johnsen 1996). Det finnes små innløpsbekker til Staurdalsvatnet og Stigestrandsvatnet som ikke ble undersøkt i dette prosjektet. Disse kan potensielt være viktige gytebekker for aure og øker i så fall foredlingen av tilgangen til gytemuligheter om de blir tatt i bruk. Basert på størrelsen er det usikkert om de har årssikker vannføring. Vårt forslag til utlegg av gytegrus er uansett aktuelt på utløpet av Stigestrandsvatnet og i utløpskanalen ut av kraftverket selv om disse bekkene fungerer til gyting. Fordelen med gytegrusutlegg på de lokalitetene som blir foreslått er at de garantert har årssikker vannføring.

Ved elfiske i 1995, 2001 og i 2017 ble det registrert relativt beskjedne tettheter av laksunger på anadrom strekning av Bøfjordelva (Sægrov & Johnsen 1996; Gladsø & Hylland 2002; Schedel 2020). Det ble registrert betydelig høyere tettheter av ørret enn av laks. Undersøkelsen i 2001 og 2017 viste forekomst av laksunger oppstrøms trapp, og viser at laksen kommer seg opp trappen.



Figur 33. Fordeling av gyteplasser i Bøfjordelva, vist som registrert gyteareal (søylor) og akkumulert andel av totalt gyteareal (linje) med økende avstand fra sjøen.

5.3 Vannføringsforhold

Fosseelva nedstrøms Øvrefoss er trolig utsatt for tørrlegging av deler av elvearealet siden vannet er fraført og kommer ut fra kraftstasjonen ved Staurdalsvatnet. Ved mye nedbør og høy vannføring kan det oppstå en situasjon med gyting med etterfølgende stranding av fisk og spesielt tørrlegging av gyteområder når vannføringen blir svært lav igjen grunnet reguleringen. Strekningen er spesielt utsatt for dette siden det er godt gyte- og fiskehabitat her. Det anbefales å etablere en vannføring på strekningen som sikrer levevilkår for fisk og overlevelse av rogn på de viktige gyteområdene. Dette vil i tillegg gi levevilkår for mange arter i elva oppstrøms lakseførende strekning som vil nyte godt av et eventuelt vannslipp og årssikker vannføring.

5.4 Aktuelle habitattiltak

I Bøfjordelva er det aktuelt å legge ut gytegrus på utløpet av Stigestrandsvatnet og i utløpet av Nedre Svultingen kraftverk. Dette vil øke den romlige fordelingen av tilgang på gytemulighetene som er en flaskehals for fiskeproduksjonen. I tillegg anbefales det å sørge for årssikker vannføring ved slipp av vann slik at de største og viktigste gyteområdene på strekningen mellom Øvrefoss og Staurdalsvatnet ikke tørrlegges. Fisketrappen bør få en oppgradering for å lette oppvandringen av laksefisk, men det er dokumentert vandring i denne trappen. Justeringer i trappen vil i tillegg gjøre det enklere for fisk av mindre størrelse å foreta en toveis vandring.

6. Referanser

- Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A. & Skurdal, J. 2011. Atlantic Salmon Ecology. Wiley- Blackwell, 467 s.
- Borsányi, P., Alfredsén, K., Harby, A., Ugedal, O. & Kraxner, C. 2004. A meso-scale habitat classification method for production modelling of Atlantic salmon in Norway. *Hydroécologie Appliquée* 14(1): 119–138.
- Brooks, A. 1989. Alternative channelization procedures. Pp. 139-162 in: Gore, J.A. & Petts, G.E. (ed.). *Alternatives in regulated river management*. CRC Press, Florida, USA.
- DWA - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall. 2014. Merkblatt M-509: Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke –Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. Hennef, 334 S.
- Einum, S. & Nislow, K.H. 2011. Variation in population size through time and space: theory and recent empirical advances from Atlantic salmon. In: *Atlantic Salmon Ecology*, pp. 277-298 (eds. Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A. & Skurdal, J.). Wiley-Blackwell.
- Fergus, T., Hoseth, K.A. & Sæterbø, E. 2010. *Vassdragshåndboka: håndbok i vassdragsteknikk*, Trondheim, Tapir akademisk forl.
- Finstad, A.G., Einum, S., Ugedal, O. & Forseth, T. 2009. Spatial distribution of limited resources and local density regulation in juvenile Atlantic salmon. *Journal of Animal Ecology* 78:226–35.
- Fjeldstad, H.P, Pulg, U., Forseth, T. 2018. Sikker toveis fiskevandring forbi vannkraftverk, Kunnskapsoppdatering og mønsterpraksis.
- Furniss, M.J., Roelofs, T.D. & Yee, C.S. 1991. Road construction and maintenance. *American Fisheries Society Special Publication*, 19:297-324.
- Forseth, T. & Harby, A. (red.). 2013. *Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag*. NINA Temahefte 52, 90 s.

- Gabrielsen, S.-E., Skår, B., Espedal, O.E., Postler, C., Stranzl, S. & Stöger, L. 2020. Habitatkartlegging av Etnevassdraget. NORCE LFI, 103 s.
- Gladsø, J.A. & Hylland, S. 2002. Ungfiskregistreringar i 10 regulerte elvar i Sogn og Fjordane i 2001. Fylkesmannen i Sogn og Fjordane. Rapport nr. 6-2002. 54 s.
- Martin, T. L., Kaushik, N.K., Trevors, J.T. & Whiteley, H.R. 1999. Review: denitrification in temperate climate riparian zones. *Water, Air, and Soil Pollution*, 111:171–186.
- McCarthy, D.T. 1985. The adverse effects of channelization and their amelioration. Pp. 83-97 in: Alabaster, J.S. (ed.) *Habitat modification and freshwater fisheries*. Symposium of the European Inland Fisheries Advisory Commission. Butterworth Publishers.
- Pulg, U., Barlaup, B., Skoglund, H., Velle, G., Gabrielsen, S.-E., Stranzl, S., Espedal, E.O., Lehmann, G.B., Wiers, T., Skår, B., Normann, E., Fjeldstad, H.-P. & Kroglund, F. 2018. Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker. NORCE LFI, rapport 296, 195 s.
- Pulg, H., Hauer, C., Flödl, P., Postler, C., Stranzl, S.F., Espedal, E.O., Bodin, C.L. & Velle, G. 2022. Flom og miljø i et endret klima – innovative metoder for restaurering og bedre miljøtilstand. NORCE LFI, rapport 458, 343 s.
- Pulg, U., Stranzl, S. & Olsen, E. 2017. Mer miljøvennlige erosjonssikringstiltak. Uni Research LFI, notat 3/2017.
- Schedel, J.B. 2020. Ungfiskregistreringar i 45 elvar i Sogn og Fjordane frå 2017 til 2019. Fylkesmannen i Sogn og Fjordane. Rapport nr. 3 – 2020 150 s.
- Seifert, K. 2016: *Fischaufstiegsanlagen in Bayern. Hinweise und Empfehlungen zur Planung Bau und betrieb*. 2. Edition. Landesfischereiverband Bayern e.V. und Bayerisches Landesamt fuer Umwelt. Muenchen. Germany.
- Staubo, I., Carm, K., Høegh, B.Å., L'Abée-Lund, J.H. & Solheim, S.Å. 2019. Kantvegetasjon langs vassdrag. NVE Veileder 2/2019, 19 s.
- Sægrov, H. & Johnsen, G.H. 1996. Vasskvalitet, botndyr og ungfisk i Bøfjordelva i 1995. Hyllestad kommune i Sogn og Fjordane. Rådgivende Biologer AS. Rapport nr. 215. 14 s.
- Tysse, Å. 1985. Samla Plan 1984. Fagrapport fisk: 331 Bøfjordelva – 01 Bøfossen – 11 Midtre Svultingen. ISBN 82-7243-140-8, T-641. Miljøverndepartementet, Oslo, desember 1985. Rapport. 11 s.