

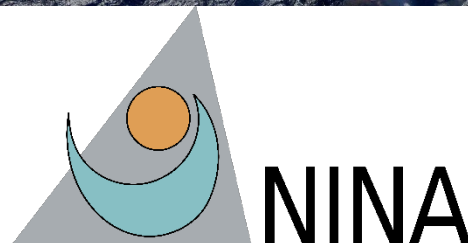
Pasvikelva

Habitatkartlegging og ungfiskundersøkelser med fokus på storørret



NORCE

Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)



Norsk institutt for naturforskning

Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

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

ISSN nr: ISSN-2535-6623

LFI-rapport nr: 497

Tittel: Pasvikelva – Habitatkartlegging og ungfiskundersøkelser med fokus på storørret

Dato: 23.09.2023

Forfattere: Sven-Erik Gabrielsen, Espen Olsen Espedal, Jon Museth¹, Christoph Postler og Tore Wiers

¹Norsk Institutt for naturforskning

Bilder: Fotografier er tatt av Norce LFI og NINA

Geografisk område: Finnmark, Norge

Oppdragsgiver: Pasvik Kraft, FEFO og Statsforvalteren Finnmark

Kontaktperson hos oppdragsgiver:

Pasvik Kraft - Monica Jerijærvi og Gjermund Wøhni

FEFO - Steinar Christiansen

Statsforvalteren - Eirik Frøiland

Antall sider: 114

Emneord: Leveområder for fisk, gyteområder, flaskehals for fiskeproduksjon, tiltak

Refereres som: Gabrielsen, S.-E., Espedal, E.O., Postler, C., Museth, J. & Wiers, T. 2023. Pasvikelva - Habitatkartlegging og ungfiskundersøkelser med fokus på storørreten. LFI Rapport nr. 497.

Andre bidragsytere: Karl Øystein Gjelland (NINA) og Frode Næstad (Høgskolen i Innlandet) bidro i felt under det elektriske båtfisket i hovedelva i 2021, og Andiran Rinaldo (NINA) og Narve S. Johansen (NINA) gjennomførte strandnært elektrisk fiske i sideelvene i 2021.

Innhold

| | |
|---|-----|
| 1. Bakgrunn og hensikt | 6 |
| 1.1 Om fiskeproduksjon og habitatforhold | 6 |
| 1.2 Gyteområder | 7 |
| 1.3 Skjulforhold for ungfisk | 7 |
| 1.4 Habitatflaskehals og begrensede faktorer | 9 |
| 2. Materiale og metoder | 9 |
| 2.1 Elektrisk båtfiske | 9 |
| 2.2 Strandnært elektrisk båtfiske | 11 |
| 2.1 Habitatkartlegging | 12 |
| 3. Resultater | 18 |
| 3.1 Elektrisk båtfiske i hovedelva | 18 |
| 3.1.1 Fangst av ørret | 18 |
| 3.1.2 Fangst av harr | 20 |
| 3.1.3 Fangst av øvrige arter | 21 |
| 3.2 Strandnært elektrisk fiske i tilløpselver | 22 |
| 3.2.1 Sametielva | 22 |
| 3.2.2 Skjellbekken (Vannforekomst-ID: 246-18-R) | 24 |
| 3.2.3 Spurbekken (Vannforekomst-id: 246-75-3) | 26 |
| 3.2.4 Ellenelva (Vannforekomst-id: 246-110-R) | 27 |
| 3.2.5 Sammenligning av fangster i 2021/2022 med 2002 | 29 |
| 3.3 Habitatkartlegging | 31 |
| 3.2.1 Harefoss - sideløp | 31 |
| 3.2.2 Holmfoss | 33 |
| 3.2.3 Melkefoss | 35 |
| 3.2.4 Randastrykene | 37 |
| 3.2.5 Skogfosskanalen | 39 |
| 3.2.6 Vaggatem-, Ulve- og Steinstryka | 41 |
| 3.2.7 Jordafoss | 43 |
| 3.2.8 Grensefoss | 45 |
| 3.2.9 Sametielva | 47 |
| 3.2.10 Skjellbekken | 55 |
| 3.2.11 Spurbekken | 64 |
| 3.2.12 Ellenelva | 68 |
| 4. Forslag til tiltak for storørret i Pasvikelva | 78 |
| 4.1 Naturtypisk fiskepassasjer forbi Melkefoss,- og Skogfosdammen | 79 |
| 4.1.1 Andre mulige fiskepassaseløsninger i Pasvikelva | 86 |
| 4.1.2 Løsninger for nedvandring | 89 |
| 4.2 Forslag til andre aktuelle habitattiltak i hovedelva | 104 |
| 4.2.1 Harefoss | 104 |
| 4.2.2 Vaggatem,- Ulve- og Steinstryka, Randastryka, | 106 |
| 4.3 Forslag til aktuelle habitattiltak i sidebekkene | 106 |
| 5. Konklusjon og diskusjon | 108 |
| 6. Referanser | 110 |

Sammendrag

Etter oppdrag fra Pasvik Kraft, Finnmarkseiendommen (FEFO) og Statsforvalteren i Finnmark, har NORCE LFI i samarbeid med NINA utført kartlegging av fysisk habitat og ungfiskundersøkelser i Pasvikelva og i fire utvalgte bekker som renner inn i Pasvikelva. Disse er Ellenelva, Sametielva, Skjellbekken og Spurbekken. Undersøkelsene ble gjennomført i 2021 og i 2022. Hovedformålet med kartleggingen var å gjøre en vurdering av oppvekst- og gyteforhold for ørret i vassdraget og å kartlegge fiskesamfunnet. Kartlegging av fysiske egenskaper som substratstørrelser, hulromkapasitet (skjul), mesohabitat og mulige gyteområder var hovedformålet med kartleggingen, mens en bestandsstatus av fiskearter og mengde var hovedformålet med ungfiskregistreringene. I tillegg var det søkelys på fysiske inngrep samt å komme med forslag til ulike aktuelle tiltak for å styrke fiskeproduksjonen og anslå forventet effekt av tiltakene. Videre var hovedformålet å vurdere om det er teknisk og økonomisk realistisk å oppnå det langsiktige målet om å sikre en levedyktig bestand av storørret med et høstbart overskudd, samt å gjøre fiskeutsettinger overflødige.

Kartleggingen omfattet en elvestrekning på i alt ca. 47,5 km hvorav 7 km var i hovedelva. Totalt utgjør dette et elveareal på 1 460 800 m², der hovedelva utgjør 868 170 m² (59 %) og bekkene 492 666 m² (41 %). Det var bl.a. ikke mulig å kartlegge områder på russisk side slik at kun habitatforhold på norsk side av elva ble kartlagt. Vanligvis benyttes drone i kombinasjon med den fysiske habitatkartleggingen, men dette var uaktuelt i dette oppdraget.

De hydromorfologiske forholdene i Pasvikelva, er betydelig påvirket av regulering grunnet produksjon av vannkraft. Strømrrike strekninger er demmet opp og fiskearter som sik, abbor og gjedde har fått forbedret levevilkår, mens mer lotiske arter har fått en forverring med reduserte gytemuligheter og oppvekstforhold. Det er etablert fem russiske og to norske kraftstasjoner i vassdraget som i tillegg umuliggjør oppvandring av fisk og som vanskeliggjør nedvandring. Disse kunstige vandringsbarrierene for fisk som kraftstasjonene utgjør, har trolig, sammen med det pågående kultiveringsarbeidet, påvirket den genetiske sammensetningen av den storvokste og viktige pasvikørreten i negativ retning. Genetiske undersøkelser av ørret i Pasvikelva har påpekt at dagens kultiveringsstrategi ikke er tilstrekkelig for å forhindre morfologiske endringer og tap av genetisk mangfold. Melkefoss og Skogfoss kraftverk, som begge er norske, forhindrer ørreten i å ta i bruk store arealer. Opp- og nedvandring på strekningen helt nede fra Skoltefoss og opp til Hestefoss kan benyttes av den storvokste pasvikørreten om det etableres **vandringsveier** i Melkefoss og Skogfoss, og et areal på hele 133 km² vil være tilgjengelig. Dette vil i tillegg gjøre samtlige undersøkte bekker tilgjengelige for storvokst pasvikørret som i dag oppholder seg nedstrøms Skogfoss og Melkefoss. I tillegg blir flere av bekkene på russisk side også tilgjengelige, men disse har man ikke så god kjennskap til. I tillegg må man finne løsninger for nedvandring som hindrer fisk i å komme inn i kraftverksturbinene. Rister som hindrer eller innretninger som skremmer fisken

fra å gå inn i turbinene er aktuelle tiltak. Vi anbefaler i tillegg at det legges ut **gytegrus** som habitattiltak på utvalgte strekninger i Harefoss, Randastrykene og i Vaggatem,- Ulve- og Steinstryka samt i Sametielva, Spurbekken og i Ellenelva. Videre foreslår vi å **rippe** en strekning i Harefoss for å bedre skjulmulighetene for ungfisk i forbindelse med foreslått tiltak med å legge ut gytegrus. Hvorvidt de foreslåtte habitattiltakene i sideelvene fører til økt rekruttering av ørret som bruker hovedvassdraget som ernæringsområde bør følges opp av undersøkelser (genetikk og/eller merkestudier).

Det elektriske båtfisket i hovedelva tyder på at den naturlige produksjonen av ørret er svært lav. Dette stemmer godt med tidligere undersøkelser, og bl.a. resultatene som viser at årlige utsetninger av ca. 5000 ørret (> 25 cm) i et så stort og komplekst vassdrag som Pasvik gir opphav til i størrelsesorden 80 % av ørretfangsten. Det er tidligere estimert at bestand av vill ørret > 25 cm er i størrelsesorden 1200-1500 individer. Bruk av elfiskebåt i store vassdrag som Pasvik er som alle andre metoder beheftet med noe usikkerhet, men en total fangst av 26 ørret på tre dagers fiskeinnsats er svært lavt.

Generelt er storørretbestander sårbare for overbeskatning, og det vil ofte være nødvendig å innføre fangstrestriksjoner, noe som er vanlig i mange innsjøer med storørret. Hvis rettighetshavere og forvaltning ønsker å øke innslaget av storvokste individer, er det trolig nødvendig at beskatningen av ørret i Pasvikvassdraget begrenses noe. Vi er usikre på hvor hardt fangsttrykket faktisk er i dag, og det hadde vært en stor fordel å få økt kunnskap om fiskeuttaket, både ved stang- og garnfiske. Hvis man får på plass et godt fangstregistreringssystem, vil dette kunne bidra til at fiskereglene kan justeres i tråd med endringer i bestandene. Fangstbegrensninger kan være en investering i et framtidig fiske. I tillegg kan et aktuelt tiltak være å innføre fredningssoner der det samler seg mye storørret i perioder av året. Dette er typisk ved kraftverksinntak og -utløp ved f.eks. Melkefoss og Skogfoss. Undersøkelsene har avdekket behov for tiltak som trolig vil bety mye for å bevare den storvokste pasvikørreten om tiltakene fungerer etter hensikten. De foreslåtte fysiske tiltakene er kjente tiltak som er gjennomført suksessfullt i andre vassdrag. All erfaring tilsier at konnektiviteten til storørret i Pasvikelva, men og andre fiskearter, vil bedres med naturtypiske fiskepassasjer forbi Melkefoss og Skogfoss og innretninger som hindrer fisk i å komme inn i kraftverksturbinene. Dette vil føre til at store arealer blir tilgjengelig for gyting- og oppvekst. Basert på dette, er det både teknisk og økonomisk realistisk å oppnå det langsiktige målet om å sikre en levedyktig bestand av storørret, med et høstbart overskudd. Over tid vil derfor også fiskeutsetninger være overflødige. Det er viktig med god planlegging av tiltakene, og at det planlegges for vedlikehold og evaluering slik at man evt. kan justere tiltakene om det er behov for dette. Fiskebiologiske undersøkelser, som f.eks. evaluering av utlagt gytegrus og elfiske av ungfisk anbefales.

Før samtlige foreslåtte aktuelle tiltak gjennomføres, bør det utarbeides en tiltaksplan for å utrede aktuelle tiltak, beskrive gjennomføring av aktuelle tiltaksalternativer og eventuelle påvirkninger.

1. Bakgrunn og hensikt

NORCE LFI har i samarbeid med NINA utført kartlegging av fysisk habitat og ungfiskundersøkelser i Pasvikelva og i fire utvalgte bekker som renner inn i Pasvikelva. Disse er Ellenelva, Sametielva, Skjebekken og Spurbekken. Undersøkelsene ble gjennomført i 2021 og i 2022. Hovedformålet med kartleggingen er å gjøre en vurdering av oppvekst- og gyteforhold for ørret i vassdraget og å kartlegge fiskesamfunnet. Kartleggingen ble utført etter prinsippene beskrevet i *Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag* (Forseth & Harby 2013) og Pulg m.fl. (2011), der det settes søkelys på å beskrive gyteforhold og oppveksthabitat for ungfisk. Kartlegging av fysiske egenskaper som substratstørrelser, hulromkapasitet (skjul), mesohabitat og mulige gyteområder var hovedmålet med kartleggingen mens en bestandsstatus av fiskearter og mengde var hovedformålet med ungfiskregistreringene. I tillegg var det søkelys på fysiske inngrep samt å komme med forslag til ulike aktuelle tiltak for å styrke fiskeproduksjonen og anslå forventet effekt av tiltakene. Videre var hovedformålet å vurdere om det er teknisk og økonomisk realistisk å oppnå det langsiktige målet om å sikre en levedyktig bestand av storørret, med et høstbart overskudd, samt å gjøre fiskeutsettinger overflødige.

I *Forslag til strategi for bevaring og utvikling av bestandene av storørret i Norge*, er Pasvikvassdraget foreslått som kandidat til 1 av 12 nasjonale storørretvassdrag. Bakgrunnen for denne utvelgelsen var ønske om å sikre et utvalg av viktige storørretvassdrag som hensyntok geografisk utbredelse og den store variasjon i livshistorie som observeres mellom ulike storørrestammer (Gladsø mfl. 2020). Forekomst av storørret er primært et resultat av ørretens evne til å variere seg i forhold til endringer i miljøet, og hvor samspillet mellom tilgangen på byttefisk og det fysiske miljøet har vært viktig for utviklingen og eventuell genetisk tilpasning til de ulike stammene (Museth mfl. 2018). Bærekraftig forvaltning av storørret betinger en helhetlig økosystemtilnærming som ivaretar og/eller restaurerer miljøbetingelsene som skaper storørret, herunder produksjonen av byttefisk. Ut fra dagens kunnskap kan det se ut som storørret inkluderer alt fra genetisk distinkte stammer til at en varierende andel «vanlig» ørret innen en bestand, blir fiskepisere og derved storvokste. En viktig fellesnevner for de ulike storørrestandene er uansett at forekomsten av storvokste individer ofte har gitt opphav til et rettet og attraktivt storørretfiske (Museth mfl. 2018)

1.1 Om fiskeproduksjon og habitatforhold

Ørret har ulike krav til habitatforhold gjennom livssyklusen. En rekke studier har i den senere tid påpekt at den romlige fordelingen av egne habitatforhold for ulike livsstadier kan ha stor effekt på vassdragets bærekapasitet for produksjon av fisk. 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 fiskeproduksjon. Det faglige grunnlaget for dette har blitt oppsummert i Aas et al. (2011), og er sammenfattet i Forseth &

Harby (2013). Det henvises til disse for ytterligere informasjon og referanser.

1.2 Gyteområder

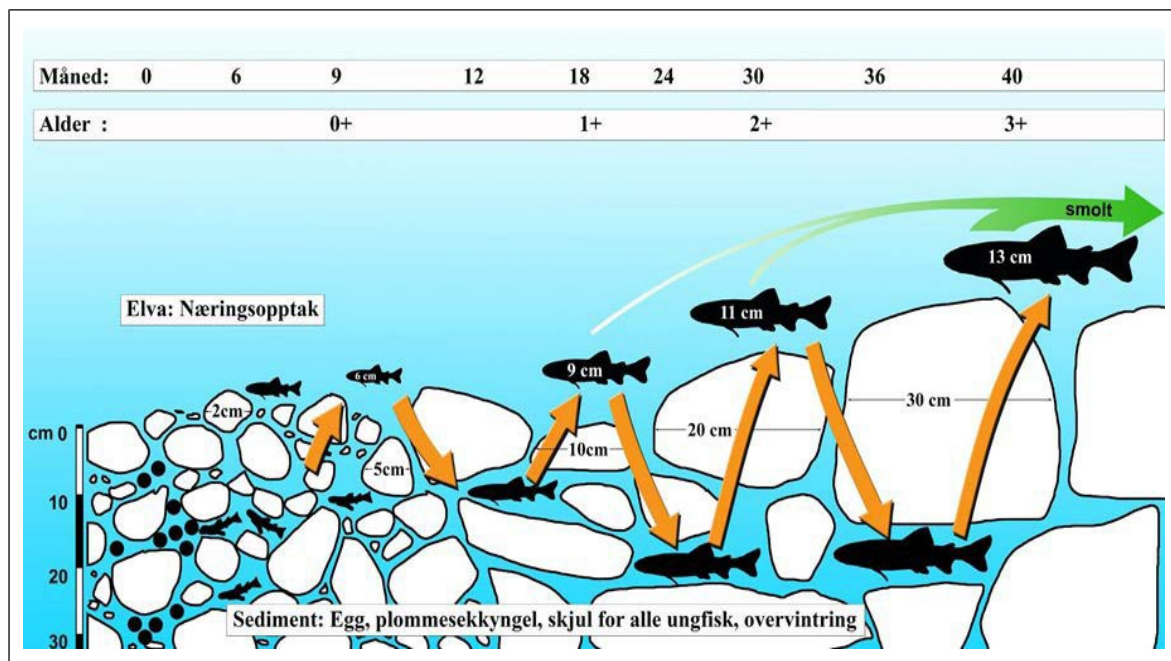
Ørret gyter ved at eggene graves porsjonsvis ned i elvegrusen i såkalte «gytegroper». Det er hunnfisken som graver ut gytegroppen, og en hunnfisk kan fordele eggene i flere groper. Områder med gyteaktivitet kan ofte ses som et lysere felt med omrørt grus etter gyteperioden.

Ørret stiller strenge krav til valg av gyteplass, der sammensetningen av bunnsstrat, vanddyp og vannhastighet synes å være de viktigste fysiske faktorene. Typisk finnes gyteområdene på forholdvis grunne deler av elven (0,3-0,7 m, men også dypere) hvor elvebunnen består av grus og små stein, og på partier med akselererende vannhastighet (0,3-0,6 m/s). Utløpsområder («brekk») av kulper er ofte gode gyteområder. Fiskestørrelse spiller også en rolle, ettersom stor fisk gjerne benytter grovere grus og stein og større dyp enn mindre fisk. Det strenge kravet til valg av gyteplass resulterer i at det i mange tilfeller kun er et fåtall plasser i elven som har egnete 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 ungfisk. De første ukene etter at yngelen har brukt opp plommesekken og kommer opp av grusen for å starte næringsopptak, er ofte en flaskehals for overlevelse. Yngelen etablerer tidlig territorier som forsvarer 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. De som taper i konkurransen om territorier blir fortrent (ofte nedstrøms), og vil ha langt dårligere overlevelsesmuligheter. Dette resulterer i at fordelingen av yngelen i tidlig livsfase ofte er «klumpet» i nærheten av gyteområdene.

1.3 Skjulforhold for ungfisk

Etter å ha overlevd den første kritiske yngelfasen, vil overlevelse og vekst være avhengig av både næringstilgang og habitatforhold. I de senere årene har flere studier fremhevet viktigheten av skjulområder for å kunne hvile og å unngå predasjon, og dette har vist seg å være et viktig element for overlevelse og produksjon av ungfisk (Finstad et al. 2009, **Figur 1**). Ungfisk finner som regel skjul i hulrom mellom steiner eller i vegetasjon og andre fysiske strukturer på elvebunnen. Tilgangen til skjulmuligheter i hulrom er sterkt knyttet til kornstørrelse og sammensetningen av bunnsstratet. Det er hovedsakelig blokker og stein som gir gode skjulforhold, særlig for eldre ungfisk, mens områder som er dominert av grus og sand vanligvis gir få muligheter til å skjule seg. I tillegg kan ungfisk finne skjul i tilknytning til

vannvegetasjon, trær og andre strukturer i vannet.



Figur 1. Prinsippskisse for hvordan ulike livsstadier hos ungfisk hos laks og ørret benytter bunnsubstratet (skisse utviklet av Ulrich Pulg).



Ungfisk av laks finner skjul i elvbunnen (bilde fra Flåmselva, Vestland).

1.4 Habitatflaskehals og begrensende faktorer

Et vassdrags potensial for fiskeproduksjon 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 igjennom en tetthetsavhengig flaskehals. Ettersom yngelen 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 området potensiale for ungfiskproduksjon (bæreevne) 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 ungfisk er tilgang til skjul regnet som den viktigste begrensende ressursen, og er dermed en habitatflaskehals. En ideell elv har gyteområder som er godt fordelt innad i elven og som i tillegg har god tilgang til skjulområder i nærheten av gyteplassene.

2. Materiale og metoder

2.1 Elektrisk båtfiske

Vi gjennomførte elektrisk båtfiske med en spesialkonstruert båt i Pasvikelva i perioden 7. – 9. september 2021 (**Bilde 1**). Fokus for undersøkelsene var 10 forhåndsdefinerte områder som tidligere var kjente strykområder, og som i varierende grad har blitt påvirket av oppdemminger. Undersøkelsene i hovedelva var derfor først og fremst konsentrert rundt områder som var kjente og mulige gyte- og oppvekstområder for ørret.

Vi startet undersøkelsene ved 1) Grensefoss og fisket deretter områdene ved 2) Jordanfoss, 3) Vaggetem – Ulvestryka – Steinstryka, 4) Kobbfoss, 5) Skogfoss, 6) Randastryka, 7) Melkefosskanalen, 8) Trangsund/Bjørnsund, 9) Holmfoss og 10) Harefoss

Det ble fisket et varierende antall transekt (1-4) ved hvert område. Det ble lagt vekt på å dekke ulike dybdeintervaller og typisk ble det fisket ett transekt så nære land som mulig, og avhengig av dybdeforholdene ble det i tillegg fisket transekt lengre ute i elva og på dypere vann. I resultatkapittelet er fangstene for hvert område slått sammen, og de observerte

tetthetene er angitt som antall fisk per minutt effektivt båtfiske.

Elfiskebåten er konstruert med stålvaiere hengende ned foran baugen som fungerer som katode. Foran baugen er to anoder med stålvaiere festet til justerbare svingarmer av strømisolerende materiale. Når strømmen slås på, oppstår et elektrisk spenningsfelt rundt hver anode. Strømmen sendes ut via en 7,5 kW generator drevet (Kohler Marin Generator) pulsator. Pulsatoren registrerer antall sekunder med strøm i vannet. Strømfeltet har en horisontal rekkevidde på inntil fem meter og en vertikal rekkevidde på inntil to meter, men erfaringsmessig er fangbarheten av fisk som står dypere enn 1,5 m svært lav. Fisk som kommer i nærheten av dette spenningsfeltet blir slått i svime. Manøvrering av båten foregår ved at båtfører kjører/ror sakte med strømmen langs land, mens to personer står i front og håver fisk rundt anodene. Fiskene blir deretter holdt i 40 liters kar før de artsbestemmes og lengdemåles. Etter undersøkelsen settes fisken uskadet tilbake i elva. Det ble tatt vevsprøver av fanget ørret til DNA-analyser ved NIBIO Svanhøvd. Under fisket i Pasvikelva ble ledningsevnen og vanntemperaturen målt til hhv. 31-34 $\mu\text{S}/\text{cm}$ og 9,2-10,3 °C. Dette er tilfredsstillende forhold for å oppnå god fangbarhet av ørret, men erfaringsmessig kan andre arter, som f.eks. abbor, gjedde, abbor, ha forflyttet seg til dypere partier av elva når undersøkelser gjennomføres ved såpass lave vanntemperaturer på høsten.



Bilde 1. Det ble benyttet en spesialbygget elektrisk fiskebåt av typen Catacraft (www.smith-root.com) i Pasvikelva i 2021 (bildet er fra elektrisk båtfiske i Trysilelva). Foto: Børre K. Dervo, NINA.

2.2 Strandnært elektrisk båtfske

Strandnært elektrisk fiske ble gjennomført i sideelvene Sametielva, Skjellbekken, Spurbekken og Ellenelva. Det ble fisket de samme stasjonene som ble undersøkt av Amundsen i 2002, og i tillegg to stasjoner i nedre deler av Sametielva. Sametielva inngår i det nasjonale overvåkingsprosjektet «Referanseelver» og undersøkelse ble gjennomført iht. til standard metodikk beskrevet av bl.a. Forseth og Forsgren (2009) og Myrvold mfl. (2021).

Forholdene for elektrisk fiske var krevende i 2022 pga. høy vannføring (> 75 % persentilen) og dette påvirket fangstene.

I **Tabell 1** er koordinater og en grov beskrivelse av stasjonen gitt. For detaljer om habitatet i de ulike elvene vises til den gjennomførte habitatkartleggingen.

Tabell 1. Oversikt over geografisk plassering og grov karakterisering av stasjonene som ble undersøkt med strandnært elektrisk fiske i sideelver til Pasvikelva i 2021 og 2002

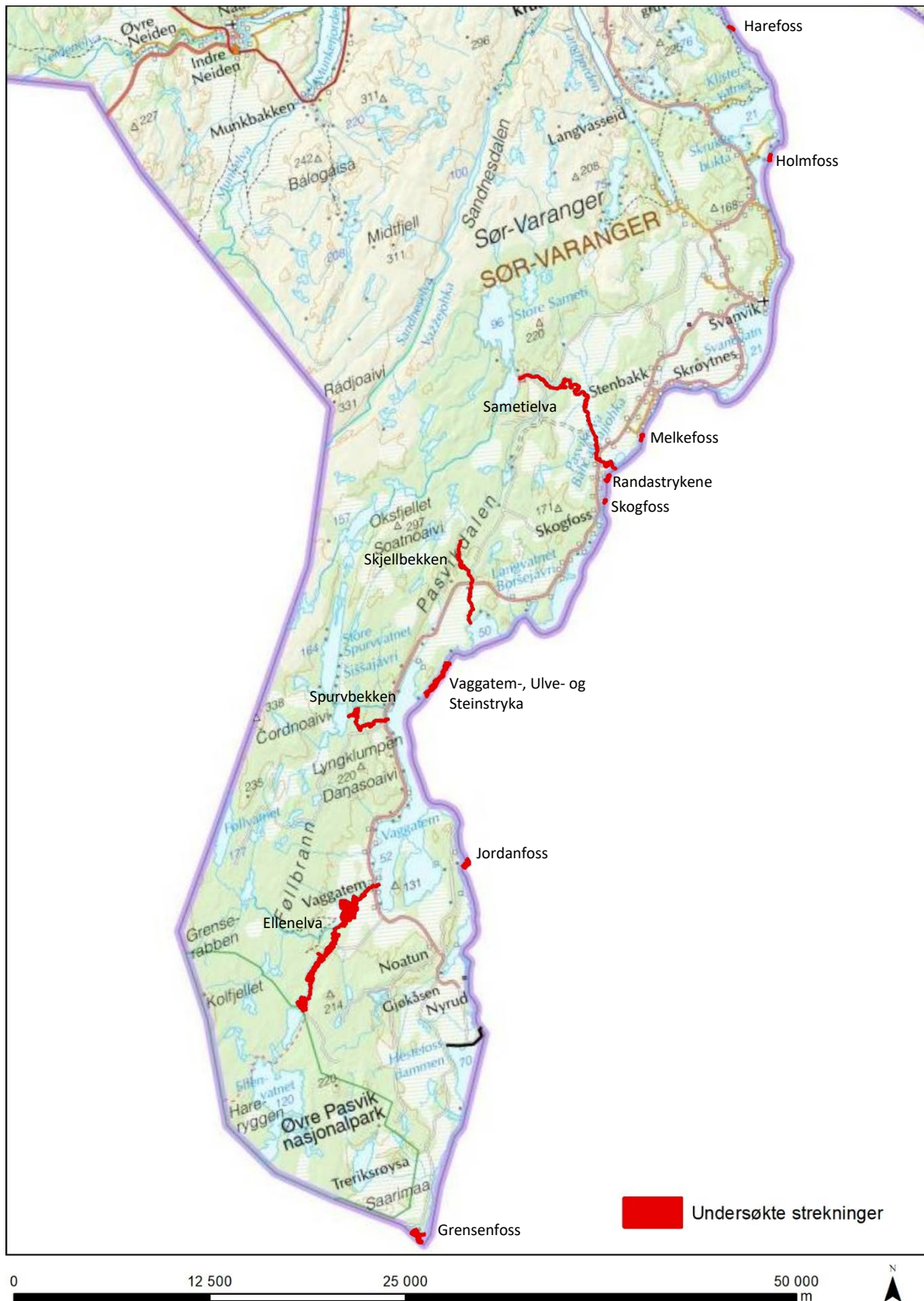
| Elv/Stasjon | Breddegrad | Lengdegrad | Elveklasse | Dominerende substrat | Subdominerende substrat |
|--------------|------------|------------|-------------|---------------------------|---------------------------|
| Sametielva A | 69.459310 | 29.647180 | Grunnområde | Storstein/blokk (>250 mm) | Storstein/blokk (>250 mm) |
| Sametielva B | 69.454090 | 29.674850 | Glattstrøm | Stein 1 (20-100 mm) | Storstein/blokk (>250 mm) |
| Sametielva C | 69.448610 | 29.704590 | Grunnområde | Stein 2 (100-250 mm) | Storstein/blokk (>250 mm) |
| Sametielva D | 69.399918 | 29.718570 | Stryk | Stein 2 (100-250 mm) | Stein 1 (20-100 mm) |
| Sametielva E | 69.400810 | 29.719210 | Stryk | Stein 2 (100-250 mm) | Stein 1 (20-100 mm) |
| Skjellbekken | 69.382720 | 29.719210 | Stryk | Stein 2 (100-250 mm) | Storstein/blokk (>250 mm) |
| Spurbekken A | 69.301470 | 29.209700 | Glattstrøm | Storstein/blokk (>250 mm) | Storstein/blokk (>250 mm) |
| Spurbekken B | 69.301718 | 29.216360 | Grunnområde | Storstein/blokk (>250 mm) | Stein 2 (100-250 mm) |
| Ellenelva A | 69.167750 | 28.998800 | Grunnområde | Storstein/blokk (>250 mm) | Stein 2 (100-250 mm) |
| Ellenelva B | 69.213390 | 29.140480 | Grunnområde | Stein 2 (100-250 mm) | Storstein/blokk (>250 mm) |
| Ellenelva C | 69.213390 | 29.158550 | Grunnområde | Storstein/blokk (>250 mm) | Stein 2 (100-250 mm) |

2.1 Habitatkartlegging

Kartleggingen omfattet 10 utvalgte strekninger i Pasvikelva og i fire sidebekker: Sametielva, Skjellbekken, Spurbekken og Ellenelva som alle renner inn i Pasvikelva (**Figur 2, Tabell 2**. Oversikt over strekninger i Pasvikelva og sidebekker som ble kartlagt høsten 2021 og 2022. Trangsundet/Bjørnsund og Kobbfoss var for dype til snorkelobservasjoner og ble av den grunn ikke gjennomført. Kartlagt areal for den enkelte lokalitet er oppgitt. Større innsjøer i bekkene ble ikke kartlagt.). Kartleggingen ble utført 30. august - 2. september 2021 og 5. - 7. september 2022, og den ble gjennomført med utgangspunkt i metodene beskrevet i Forseth & Harby (2013). Fremgangsmåten er noe modifisert for å tilpasse forholdene i vassdraget. Norges riksgrense mot Russland følger Pasvikelvas løp og dette innebar noen begrensninger ved utførelsen av feltarbeidet. Det var bl.a. ikke mulig å kartlegge områder på russisk side slik at kun habitatforhold på norsk side av elva ble kartlagt. Vanligvis benyttes drone i kombinasjon med den fysiske habitatkartleggingen, men dette var uaktuelt i dette oppdraget. Arbeidet ble utført ved at to personer iført snorkleutstyr og tørrdrakt utførte observasjoner under vann, mens en person noterte ulike habitatparametere på skjema og kart fra land og i båt. Det ble brukt GPS for å stedfeste ulike interessepunkter.



Undervannsobservasjoner ved Grensefoss



Figur 2. Oversikt over strekninger i Pasvikvassdraget som ble kartlagt 2021 og i 2022.

Tabell 2. Oversikt over strekninger i Pasvikelva og sidebekker som ble kartlagt høsten 2021 og 2022. Trangsundet/Bjørnsund og Kobbfoss var for dype til snorkelobservasjoner og ble av den grunn ikke gjennomført. Kartlagt areal for den enkelte lokalitet er oppgitt. Større innsjøer i bekkene ble ikke kartlagt.

| Navn på lokalitet | Kartlagt areal (m ²) |
|------------------------------------|--|
| 1: Harefoss | 16 140 |
| 2: Holmfoss | 41 530 |
| 3: Trangsund/Bjørnsund | For dyp og stillestående, kartlegging ikke gjennomført |
| 4: Melkefosskanalen | 19 850 |
| 5: Randastryka | 55 177 |
| 6: Skogfosskanalen | 12 460 |
| 7: Kobbfoss | For dyp og stillestående, kartlegging ikke gjennomført |
| 8: Vaggatem-, Ulve- og Steinstryka | 390 800 |
| 9: Jordanfoss | 102 460 |
| 10: Grensefoss | 230 000 |
| 11: Sametielva | 214 469 |
| 12: Skjellbekken | 30 823 |
| 13: Spurbekken | 140 074 |
| 14: Ellenelva | 207 300 |

Innenfor elvestrekninger som har forholdvis like fysiske forhold (mesohabitatnivå) med tanke på strøm og bunnforhold, ble en rekke habitatparametere registrert. Disse er nærmere beskrevet i etterfølgende tekst.

Mesohabitat og elveklasser ble kartlagt etter metode beskrevet av Borsányi et al. (2004), og ytterligere beskrevet i Forseth & Harby (2013). Metoden baserer seg på en klassifisering etter fire kriterier: Størrelsen på overflatebølger, helningsgrad, vannhastighet og vanddyp (**Tabell 3**). 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. Ved kartleggingen har det vært satt søkelys på å få frem de overordnede elvetyper og skiftninger i disse. Grenseverdiene for vanddyp og vannhastighet ble skjønnsmessig vurdert på stedet, ettersom disse uansett vil variere mye med vannføringen. Basert på disse kriteriene ble deretter elveklassen klassifisert som glattstrøm (A+B1+B2), kulp (C), grunnområde (D), stryk (H+G1+G2) eller bratt stryk (E+F). Fordelingen av elveklasser og substratsammensetning er i stor grad knyttet til variasjoner i fallgradient. Områder med lite fall er i hovedsak dominert av sakteflytende strekninger med glatt vannoverflate, og betegnes med elveklassene *kulp* og *glattstrøm* (eller mesohabitattypene C, B1 og B2). Partier med høyere fallgradient har i all hovedsak mer hurtigrennende vannhastighet med brutt vannoverflate og betegnes med elveklassene stryk og kvitstryk (eller mesohabitattypene E, F, G1, G2 og H).

Tabell 3. Oversikt over klassifisering av mesohabitat basert på fysiske karakterer basert på Borsányi et al. (2004). Tabellen er hentet fra Forseth & Harby (2013).

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

Substrat ble klassifisert innenfor hvert mesohabitatområde ved at dekningsgraden (% av overflatearealet av elvebunnen) av ulike substratkategorier ble estimert: Mudder (organisk finsediment), sand (<1 mm), grus (1-64 mm), stein (64-384 mm), blokk (> 384 mm) og fast fjell.

Skjulforhold for ungfisk ble målt ved å utføre skjulmålinger på utvalgte steder hvor substratforholdene var representativt for ulike substratkategorier. Dette gjøres ved å måle hvor mange ganger en 13 mm tykk plastslange kan føres inn i hulrom mellom steiner innenfor en stålramme på 0,25 m². Størrelsen på hulrommene bestemmes ut ifra 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 gjøres så representative som mulig med tanke på substratsammensetningen innenfor et område, foretas skjulmålinger i transekt ved at metallrammen kastes ut på «tilfeldige» punkt i elven innenfor et område med forholdsvis likt substratforhold. I hvert transekt ble det gjort målinger på ett punkt i den delen av elveleiet som er tørrlagt ved minstevannføring, ett punkt på grunt vann nært bredden, og et punkt nær midten av elveleiet. Vektet skjul ble deretter funnet ved å beregne gjennomsnittet av skjulmålingene for hver av de tre målingene etter følgende sammenheng:

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

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 (>15) (**Tabell 4**). Det ble ikke vurdert som hensiktsmessig å utføre skjulmålinger innenfor alle mesohabitatområdene. I stedet ble skjulmålinger utført på utvalgte lokaliteter med representativt substrat.

Innenfor hvert mesohabitatområde ble deretter skjulforhold klassifisert basert på en vurdering av de rådende substratforholdene på området og resultater fra skjulmålinger på område med tilsvarende substrat, samt en vurdering av skjultilgang i form av trær, vegetasjon og andre strukturer som kan gi skjul for ungfisk.



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

Tabell 4. Et system for klassifisering av skjultilgang basert på feltmålinger av skjul og beregning av veid gjennomsnittlig skjulmengde innenfor hvert segment. Basert på og modifisert etter Forseth og Harby (2013).

| Skjultilgang (antall veid med dybde) | | | | |
|--------------------------------------|------|---------|-----|-----------|
| Svært lite | Lite | Moderat | Mye | Svært mye |
| <1 | 1-5 | 5-10 | >10 | >15 |

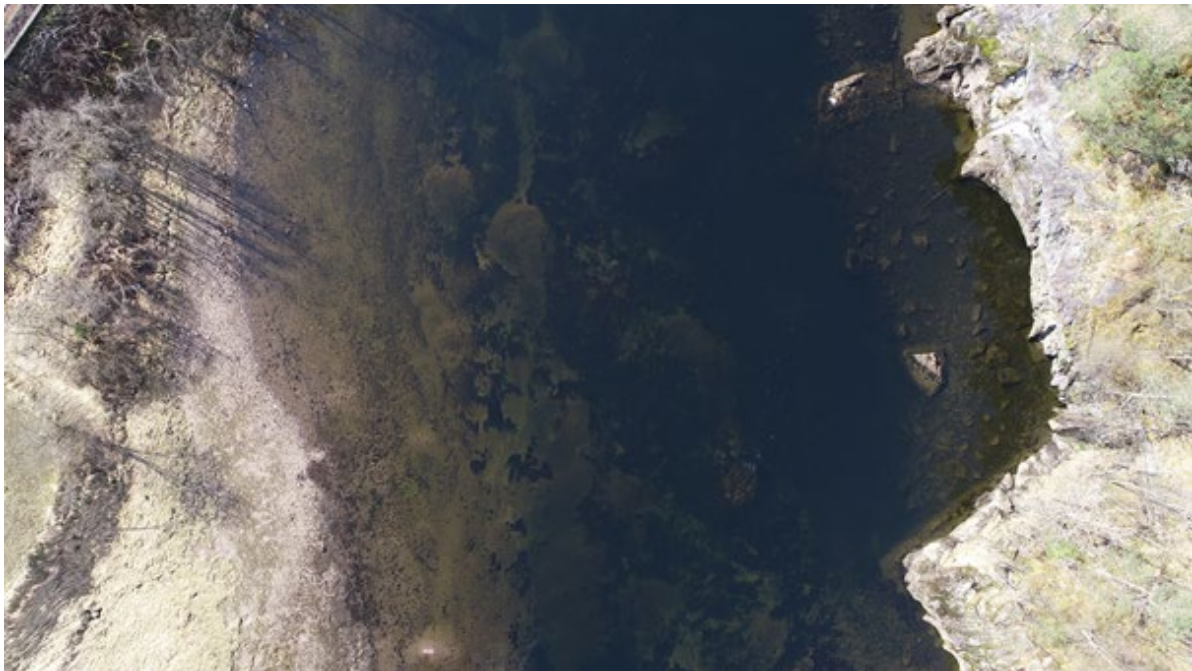
Gyteområder – ble kartlagt basert både på undervannsobservasjoner av bunnforholdene ved snorkling, og erfaringsmessig kjennskap til ørretens krav til gytehabitat. De viktigste kriteriene vil være substratforhold, vannhastighet og vanndyp. Områder som tidligere har vært benyttet til gyting vil ofte kunne ses ved at substratet er lysere og annerledes enn substratet rundt. I mange tilfeller kan en også se rester av gytegroper som en «dyneform» på elvebunnen.

Gyteforholdene klassifiseres ut fra hvor stor andel av det totale elvearealet som er tilgjengelig for gyting, samt hvor stor avstand det er mellom gyteområdene. Arealene beregnes ut fra ArcGIS, basert på inntegninger fra skisser under kartlegging og avmerking fra GPS. Arealene er derfor ikke basert på direkte oppmåling, og må derfor ses på som tilnærmete størrelser og ikke eksakte arealer. Mengden gytehabitat klassifiseres som lite dersom det utgjør <1 % av det totale elvearealet på strekningen, moderat ved 1-10 % og

mye dersom mer enn 10 % av det totale elvearealet er tilgjengelig for gyting. 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 5**).

Tabell 5. System for klassifisering av gytehabitat basert på gytearealenes størrelse (innenfor hvert segment) og spredning (gjennomsnittlig avstand mellom gytehabitat, på tvers av segmenter). Grenseverdiene for lite, moderat og mye gytehabitat er foreløpige, og kan bli justert når det foreligger flere erfaringstall fra norske vassdrag. Fra Forseth & Harby (2013).

| | | Menge av gytehabitat som % av elveareal | | |
|--|---------------------|---|------------------|-------------|
| | | Lite (<1 %) | Moderat (1-10 %) | Mye (>10 %) |
| Avstand mellom gytehabitat (på tvers av segment) | Stor (> 500 m) | Lite | Lite | Moderat |
| | Moderat (200-500 m) | Lite | Moderat | Mye |
| | Liten (< 200 m) | Moderat | Mye | Mye |



Kartlegging i kombinasjon med fotografering av elva med en drone er viktig for fysisk beskrivelse av vassdrag. Dronebildet viser et stort gyteområde som lysere flekker på elvebunnen hvor hunnfisken har gravd i grusen.

3. Resultater

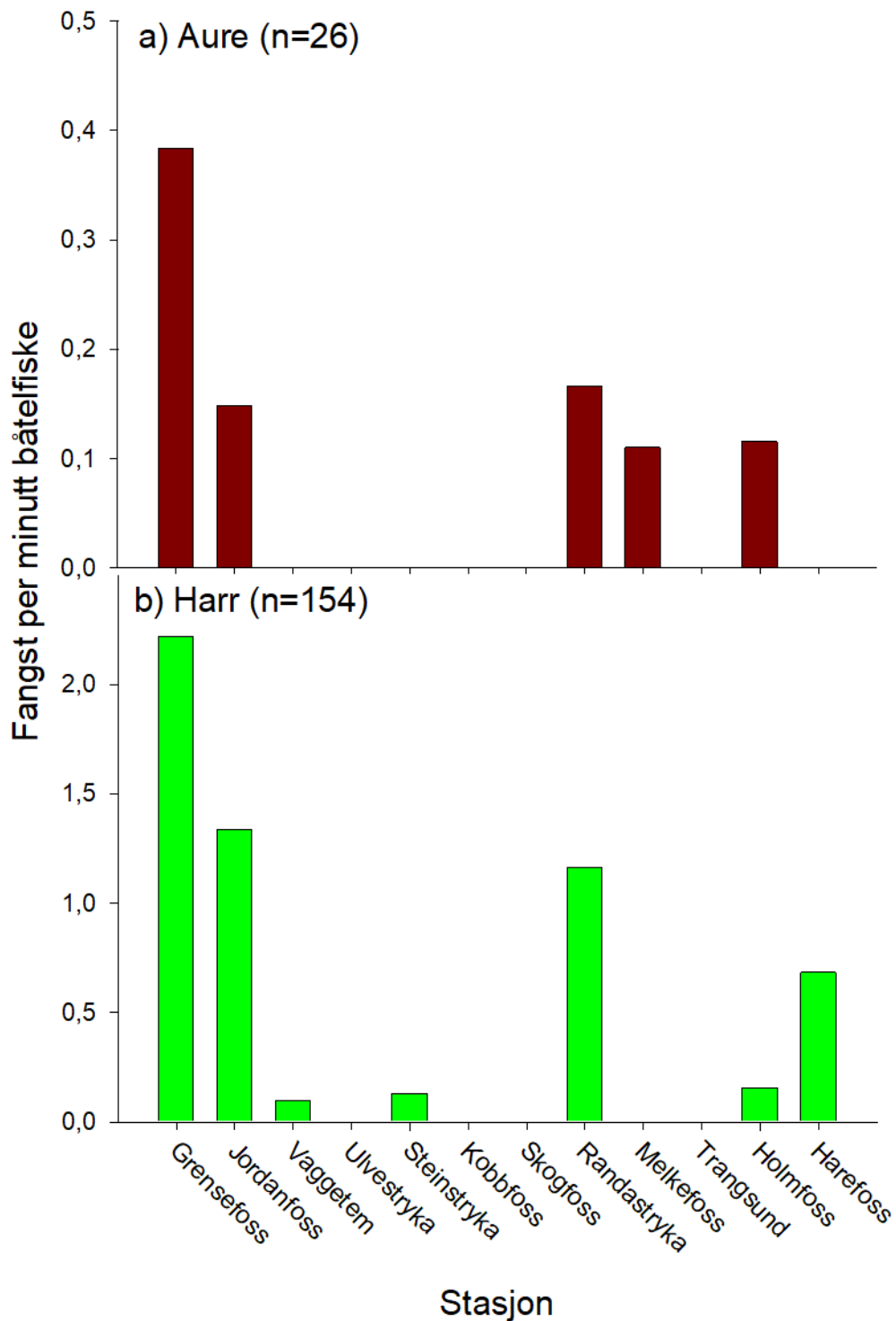
3.1 Elektrisk båtfiske i hovedelva

Det ble totalt fanget 794 fisk på 233 minutter effektiv fisketid (tid med strøm i vannet) på de 10 utvalgte strykområdene på strekningen mellom Grensefoss og Harefoss. Av disse utgjorde imidlertid ørekyte 531 fisk, og av de øvrige arter ble det fanget (i synkende rekkefølge): 154 harr, 36 abbor, 26 ørret, 22 lake, 15 gjedde, 5 nipigget stingsild, 4 sik og 1 lagesild. Artssammensetningen hadde trolig vært annerledes hvis undersøkelsene hadde vært gjort tidligere på sesongen (ved høyere vanntemperatur) og om også de mer stilleflytende delene av elva og innsjøsystemene hadde blitt undersøkt.

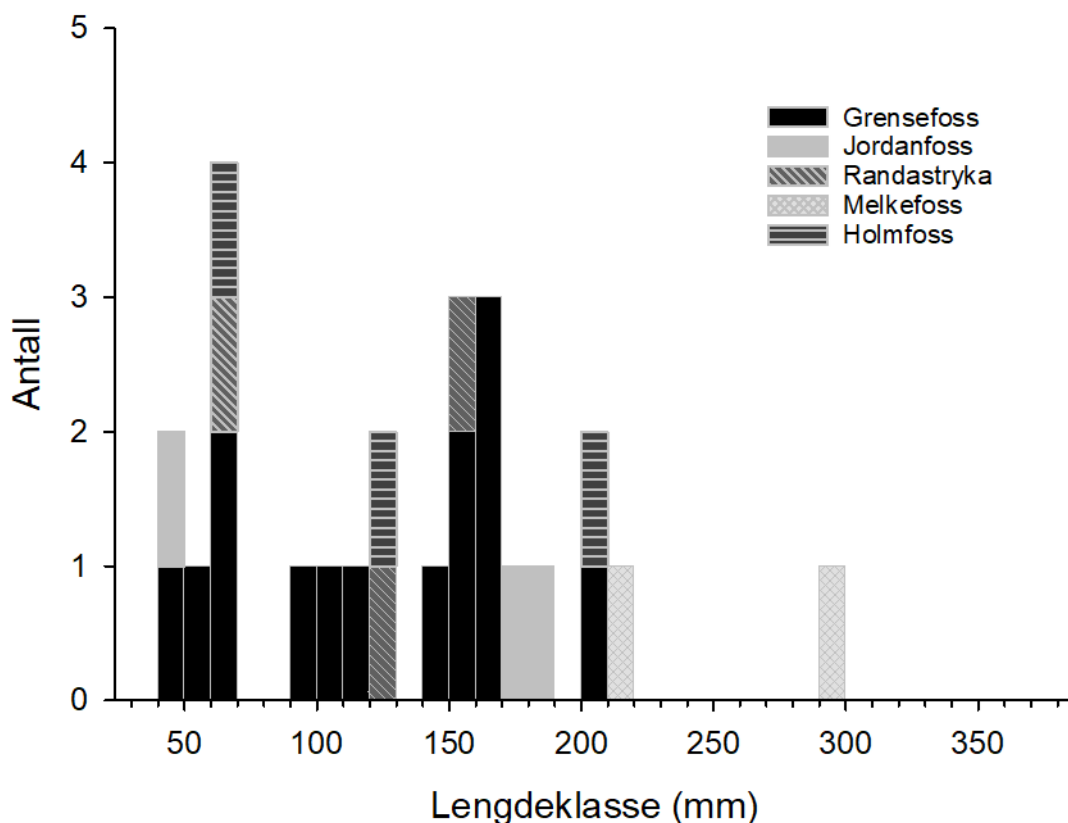
3.1.1 Fangst av ørret

Totalt ble det fanget 26 ørret (0,1 ørret per minutt elektrisk båtfiske), og dette indikerer svært lave tettheter av ørret. Det var imidlertid stor variasjon i observerte tettheter mellom de ulike områdene/stasjonene (**Figur 3a**). De høyeste tetthetene ble observert ved Grensefoss. Her ble det fanget 14 ørret (over halvparten av totalfangsten av ørret) og dette tilsvarte 0,38 ørret per minutt elektrisk båtfiske (CPUE), noe som indikerer lave-moderate tettheter av ørret. I tillegg ble det fanget ørret ved Jordanfoss (CPUE=0,15), Randastryka (CPUE=0,17), Melkefoss (CPUE=0,11) og Holmfoss (CPUE=0,12). Dette betyr ikke at det ikke finnes ørret ved de øvrige stasjonene, men tetthetene er i så fall svært lave.

Det ble fanget ørret i lengdeintervallet 40 – 290 mm (undersøkelsene fokuserte på potensielle ungfiskhabitater) (**Figur 4**). Hvis vi forutsetter at ørret i lengdeintervallet 40 - 69 mm er årsunger (0+) ser vi at disse ble påvist, men i lavt antall, ved alle stasjoner med unntak av Melkefoss.



Figur 3. Fangst per minutt elektrisk båtelfiske (CPUE) av a) ørret og b) harr i på de ulike områdene av Pasvikelva som ble undersøkt i perioden 7. – 9. september 2021 (NB! Ulike skala på y-aksene grunnet at fangstene av harr var nær seks ganger høyere enn fangstene av ørret).

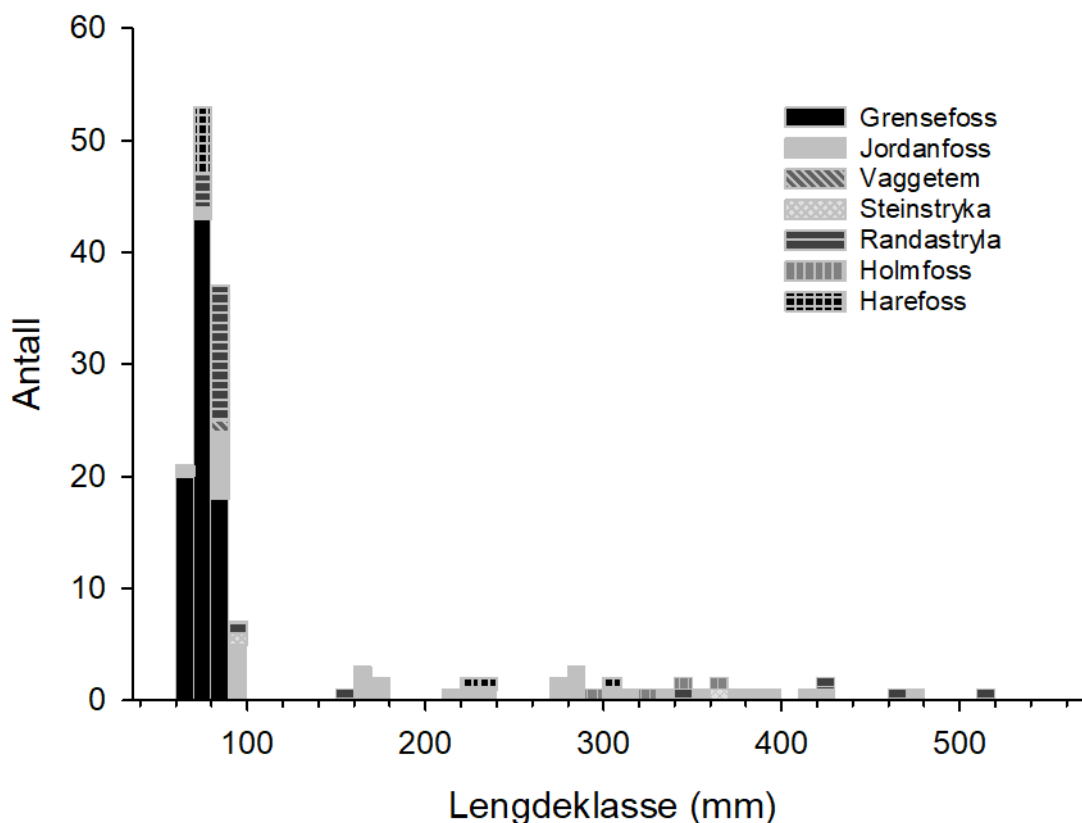


Figur 4. Lengdefordeling til ørret fanget ved elektrisk båtfiske i Pasvikelva den 7.-9. September 2021 (ulik farge/mønster angir fangstområde)

3.1.2 Fangst av harr

Totalt ble det fanget 154 harr (0,7 ørret per minutt elektrisk båtfiske) og dette indikerer moderate -gode tettheter av harr. Som for ørret var det imidlertid stor variasjon i observerte tettheter mellom de ulike områdene/stasjonene (**Figur 3b**), og Grensefoss hadde de klart høyeste tetthetene med 2.2 harr per minutt båtfiske. Fangstene ved Jordanfoss, Randastryka og Harefoss var også relativt gode (CPUE: 0,7-1,3). Det ble påvist harr også ved Vaggetem, Steinstryka og Holmfoss, men her var fangstene lave.

Det ble fanget harr i lengdeintervallet 62 – 515 mm. Ut ifra lengdefordelingen (**Figur 5**) og generell kunnskap om individuell vekst hos harr kan vi forutsette harr i lengdeklassene 60-90 mm er årsunger (0+). Det er særlig området ved Grensefoss som hadde et høyt antall fangede årsunger (n=81), men også ved Jordanfoss og Randastryka ble det påvist en del årsunger med hhv. 13 og 17 individer. Ved Vaggetem, Steinstryka og Harefoss ble det påvist et lavt antall årsunger. Selv om det ble fanget mange årsunger av harr ved Grensefoss ble det ikke fanget eldre harr her. Ser vi på fangstene av harr $\geq 1+$ (én vintre gamle) var det Jordanfoss som skilte seg ut med klart høyest fangster, og det var ved Jordanfoss og Randastryka det ble fanget stor harr ≥ 40 cm (**Figur 5**).

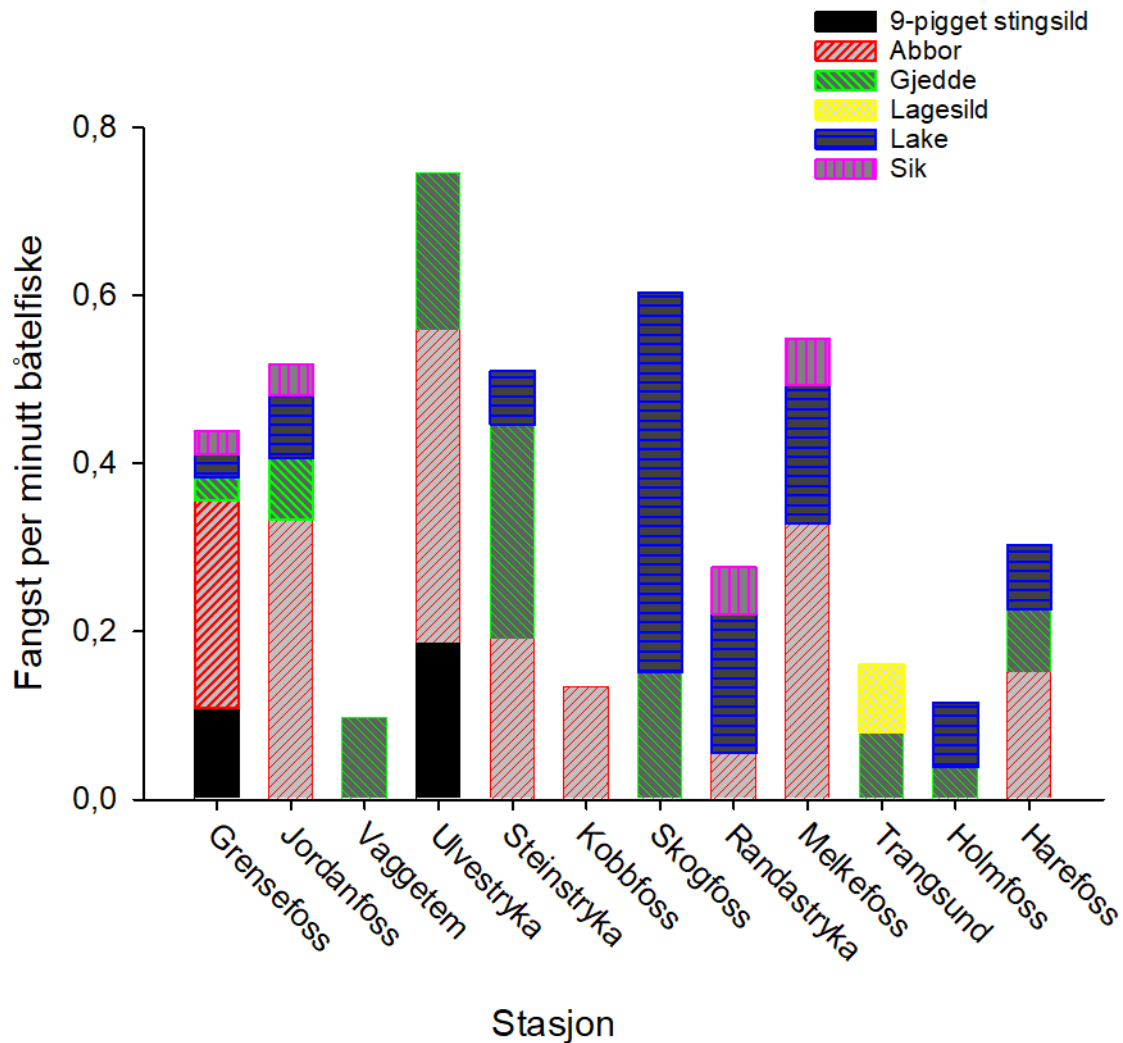


Figur 5. Lengdefordeling til harr fanget ved elektrisk båtfiske i Pasvikelva den 7.-9. September 2021 (ulik farge/mønster angir fangstområde).

3.1.3 Fangst av øvrige arter

Hvis målsettingen med undersøkelsen hadde vært å kartlegge det totale fiskesamfunnet i Pasvikelva, burde man som nevnt innledningsvis ha undersøkt områder utenom de tidligere og gjenværende strykpartiene, og undersøkelsen burde også ha blitt gjennomført tidligere på sesongen. Årsaken til dette er at flere av artene vil kunne trekke ned til mer stilleflytende og dype områder om høsten.

Det ble fanget 531 ørekyte og denne arten ble påvist på alle stasjoner. Vi har ikke framstilt resultatene for denne arten fordi det på enkelte stasjoner ble gitt opp å håve alle som ble observert, særlig stimer av 0+ og 1+ ørekyte var det stedvis svært høye tettheter av. I tillegg til ørekyte ble det fanget 36 abbor (38-326 mm), 22 lake (101-390 mm), 15 gjedde (103-690 mm), 5 nipigget stingsild (25-52 mm), 4 sik (70-470 mm) og 1 lagesild (65 mm) (**Figur 6**).

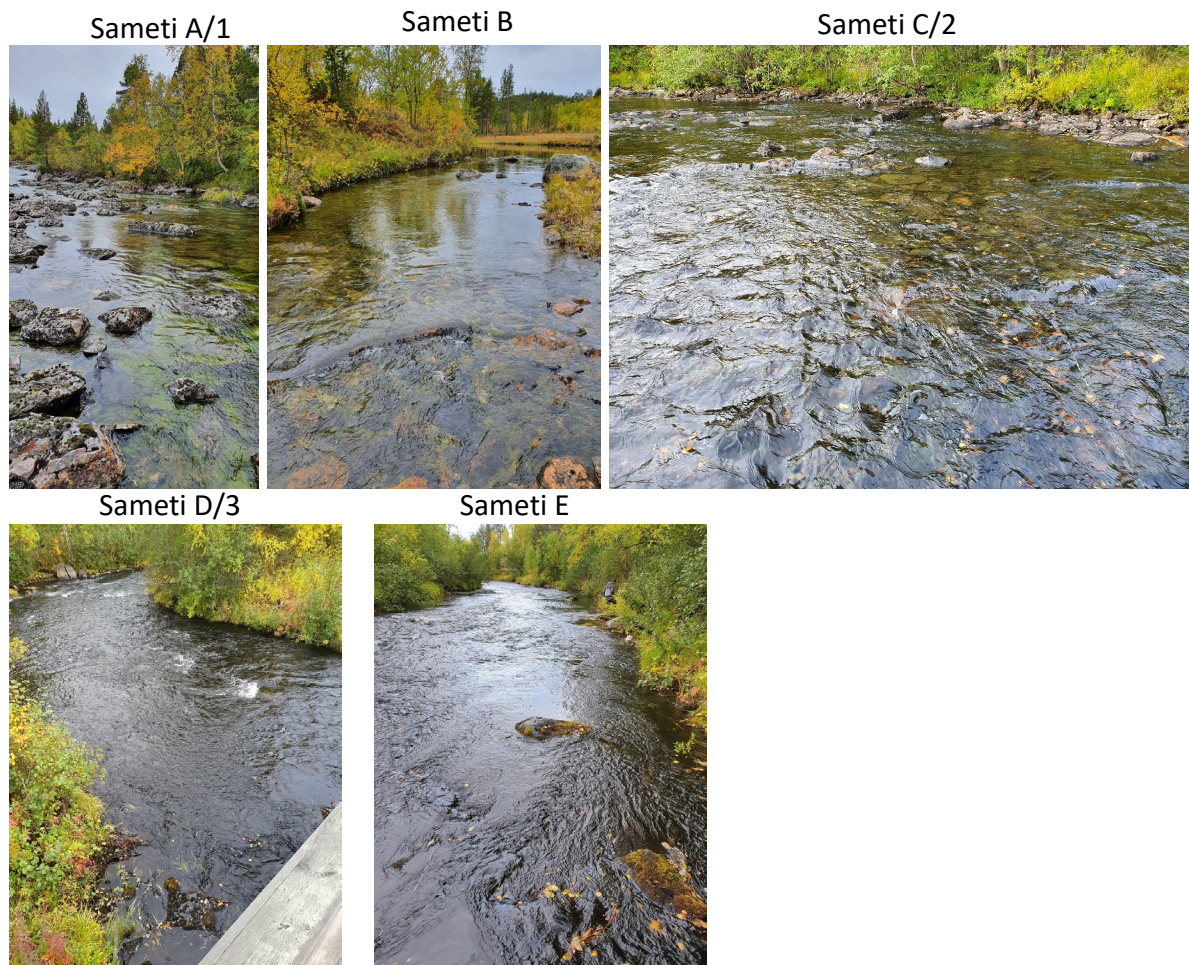


Figur 6. Fangst per minutt elektrisk båtelfiske (CPUE) av nippigget stingsild, abbor, gjedde, lagesild, lake og sik på de ulike områdene av Pasvikelva som ble undersøkt i perioden 7. – 9. september 2021 (fordelingen av CPUE av ørekyte er utelatt i figuren).

3.2 Strandnært elektrisk fiske i tilløpselver

3.2.1 Sametielva

Denne elva starter ved innsjøen Lille Sameti og er den største sideelva i nedre del av vassdraget på norsk side. Nedbørfeltet er på 258 km² og domineres av skog (64 %) med flere innsjøer (24,3 %) og innslag av myr (16 %). Sametielva inngår i det nasjonale overvåkingsprogrammet «Referanseelver» og ble i 2020 klassifisert til «god økologisk tilstand» ved bruk av kvalitetselement fisk (Myrvold mfl. 2021). I 2021 og 2022 ble det undersøkt 5 stasjoner (**Figur 7**), og Sameti A, B og C er de samme stasjonen som ble undersøkt i 2002 av Amundsen mfl. (2005).



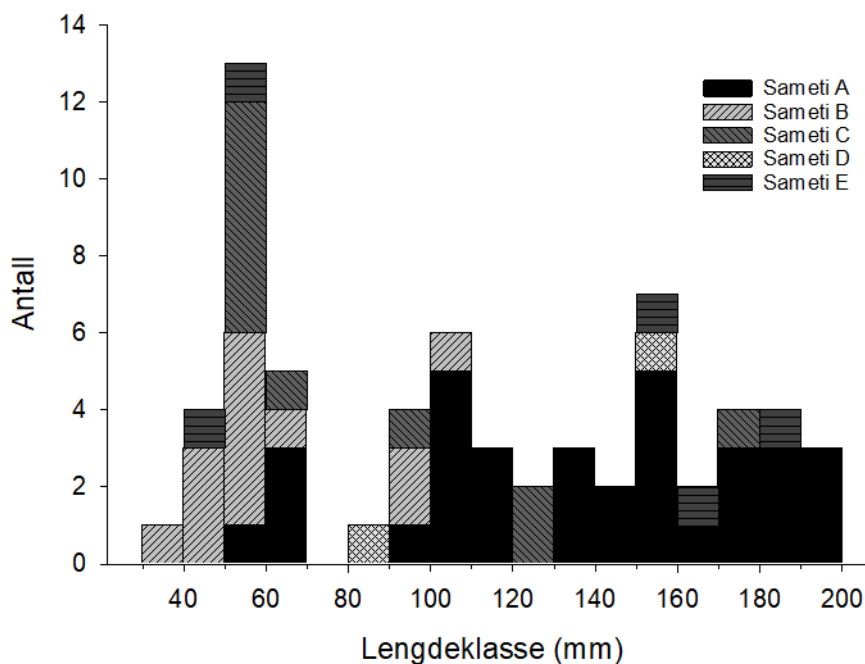
Figur 7. Bilde av stasjonene som ble undersøkt ved strandnært elektrisk fiske i Sametielva i 2021 og 2022 (for kort beskrivelse av stasjonene, se **Tabell 1**)

Det var stor variasjon i observerte tettheter mellom stasjoner, og gjennomgående var observerte tettheter lavere i 2022 enn i 2021 (**Tabell 6**), noe som i tillegg til mulige naturlige svingninger kan skyldes at vannføringen i 2022 var høy. Tettheten vurderes som lave-moderate, men det samlede arealet i Sametielva er betydelig, og det er derfor samlet sett betydelig.

Lengdefordelingen til fanget ørret viser at det ble fanget årsunger (0+) av ørret ved alle stasjoner unntatt stasjon D, og flest ved stasjon B (**Figur 8**).

Tabell 6. Oversikt over fangster og estimerte tettheter av ørret på ulike stasjoner i Sametielva som ble undersøkt i 2021 og 2022. Under fangst er antall ørret fanget per omgang gitt (c1/cv/c3) og ved en gangs overfiske er dette vist som c1/-/-. Ved en gangs overfiske er det forutsatt 50 % fangbarhet, bl.a. for å ha et sammenligningsgrunnlag med Amundsen mfl. 2005.

| Stasjon | Dato | Areal | Fangst | Ørret | | |
|---------|----------|-------|---------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| | | | | Obs. tetthet/ 100 m ² | Est. tetthet/100 m ² | Fangst andre arter |
| A/1 | 08.09.21 | 120 | 15/12/0 | 22,5 | 24,0 | 0 |
| A/1 | 24.08.22 | 95 | 5/2/0 | 7,4 | 7,5 | 0 |
| B | 08.09.21 | 100 | 11/-/- | 11,0 | ~22,0 | 8 ørekyte, 1 lake |
| C/2 | 08.09.21 | 120 | 11/-/- | 9,2 | ~18,4 | 1 lake |
| C/2 | 24.08.22 | 113 | 2/-/- | 1,8 | ~3,6 | 2 gjedde, 1 harr |
| D/3 | 09.09.21 | 72 | 0/-/- | 0,0 | ~0,0 | 1 harr |
| D/3 | 24.08.22 | 125 | 3/-/- | 2,4 | ~4,8 | 0 |
| E | 09.09.21 | 48 | 5/-/- | 10,4 | ~20,4 | 0 |



Figur 8. Lengdefordeling til ørret fanget ved strandnært elektrisk fiske i Sametielva i 2021 og 2022 (ulik farge på søyler viser fangst på ulike stasjoner)

3.2.2 Skjellbekken (Vannforekomst-ID: 246-18-R)

Skjellbekken starter ved Skjellvatnet og er relativt stilleflytende, men elfiskestasjonen (**Figur 9**) er lagt til en av de få strykstrekningene i denne elva. Bekken renner ut ved Hasetjørna i hovedvassdraget. Nedbørfeltet er på 39.2 km² og er dominert av skog (79 %) og med flere innsjøer (7 %). De øvrige nedbørfeltet består av 14 % myr og < 1 % snaufjell. Denne elva ble elfisket i 2021 og 2022 på samme stasjon som ble undersøkt i 2002 av Amundsen mfl. (2005).



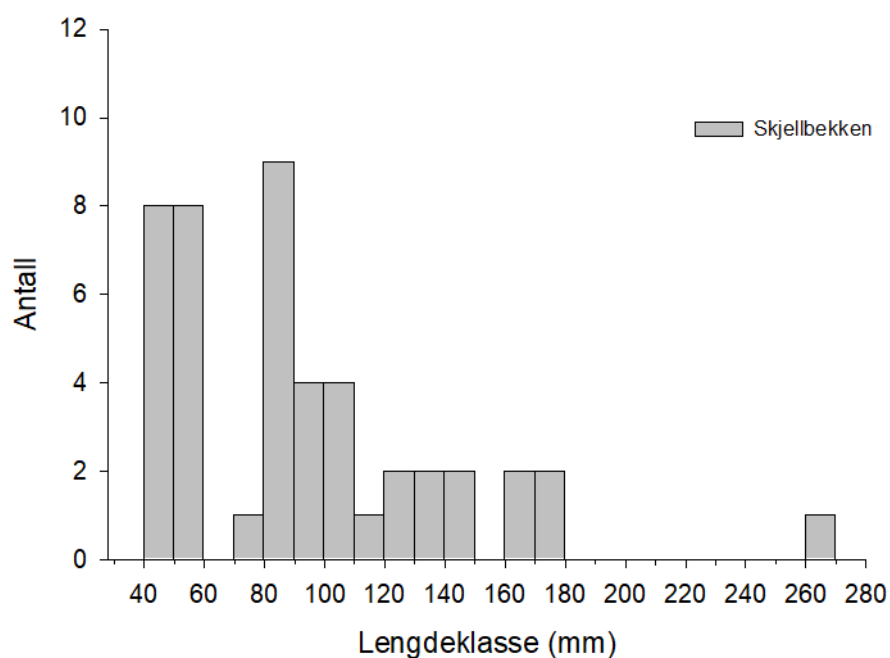
Figur 9. Bilde av stasjonene som ble undersøkt ved strandnært elektrisk fiske i Skjellbekken i 2021 og 2022 (for kort beskrivelse av stasjonen, se **Tabell 1**)

Observerte og estimerte tettheter var forholdsvis høye sammenlignet med andre undersøkte sideelver i 2021, men fangstene var betydelig lavere i 2022 (**Tabell 7**), men denne stasjonen representerer i mindre grad enn stasjoner i de andre elvene tilgjengelig habitat i elva.

Lengdefordelingen viser fangst av ørret i lengdeintervallet 40-260 mm, og det ble fanget 15 årsunger (0+) på denne stasjonen i 2021 og 2022 (**Figur 10**).

Tabell 7. Oversikt over fangster og estimerte tettheter av ørret på stasjoner i Skjellbekken som ble undersøkt i 2021 og 2022. Under fangst er antall ørret fanget per omgang gitt (c1/cv/c3) og ved en gangs overfiske er dette vist som c1/-/-. Ved en gangs overfiske er det forutsatt 50 % fangbarhet, bl.a. for å ha et sammenligningsgrunnlag med Amundsen mfl. 2005.

| Stasjon | Dato | Areal | Fangst | Ørret | | |
|---------|----------|-------|---------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| | | | | Obs. tetthet/ 100 m ² | Est. tetthet/100 m ² | Fangst andre arter |
| A | 08.09.21 | 100 | 15/16/2 | 33 | 38,9 | 0 |
| A | 25.08.22 | 100 | 9/4/0 | 13 | 13,3 | 1 ørekyt |



Figur 10. Lengdefordeling til ørret fanget ved strandnært elektrisk fiske i Skjellbekken i 2021 og 2022.

3.2.3 Spurbekken (Vannforekomst-id: 246-75-3)

Spurbekken (ca. 4.5 km) starter ved Lille Spurvvatnet (128 moh.) og renner ut i den nordvestre delen av Vaggetemvatnet i hovedvassdraget. Nedbørfeltet er på 64 km² og er dominert av skog (65 %), men med betydelig innslag av innsjøer (18 %) og myr (13 %). Snaufjell utgjør kun 3 % av nedbørfeltet. Denne bekken ble undersøkt i 2021 på de samme to stasjonene som ble undersøkt i 2002 (Amundsen mfl. 2005) (**Figur 11**). På grunn av høy vannføring ble kun stasjon B undersøkt i 2022.

Spurbekken A



Spurbekken B



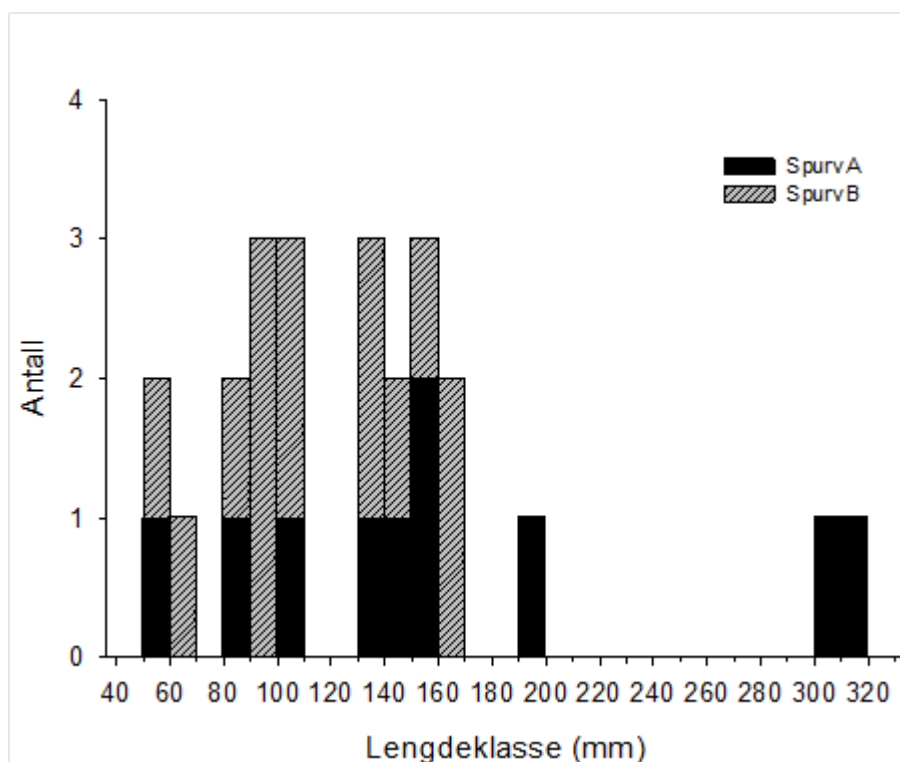
Figur 11. Bilde av de to stasjonene som ble undersøkt ved strandnært elektrisk fiske i Spurbekken i 2021 og 2022 (for kort beskrivelse av stasjonene, se **Tabell 1**)

Elfisket på de to stasjonene indikerte moderate tettheter av ørret i 2021, og relativt lave tettheter på stasjon B i 2022 (pga. vannføringsforhold ble stasjon A ikke fisket i 2022). På denne stasjonen ble det observert relativt høye tettheter av ørekyt, spesielt i 2021 (**Tabell 8**).

Lengdefordelingen til fanget fisk viser at det ble fanget kun tre årsunger (0+), og at det på den øverste stasjonen (A) også ble fanget voksen ørret (30 og 31 cm)(**Figur 12**).

Tabell 8. Oversikt over fangster og estimerte tettheter av ørret to stasjoner i Spurbekken som ble undersøkt i 2021 og 2022. Under fangst er antall ørret fanget per omgang gitt (c1/cv/c3) og ved en gangs overfiske er dette vist som c1/-/-. Ved en gangs overfiske er det forutsatt 50 % fangbarhet (~), bl.a. for å ha et sammenligningsgrunnlag med Amundsen mfl. 2005.

| Stasjon | Dato | Areal | Fangst | Ørret | | |
|---------|----------|-------|--------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| | | | | Obs. tetthet/ 100 m ² | Est. tetthet/100 m ² | Fangst andre arter |
| A | 09.09.21 | 96 | 10/-/- | 10,4 | 20,8 | 10 ørekyt |
| B | 09.09.21 | 140 | 11/-/- | 9,3 | 18,6 | 27 ørekyt |
| B | 23.08.22 | 105 | 3/-/- | 2,9 | 5,8 | 3 ørekyt |



Figur 12. Lengdefordeling til ørret fanget ved strandnært elektrisk fiske på to stasjoner i Spurbekken i 2021 og 2022 (ulik farge på søyler viser fangst på ulike stasjoner).

3.2.4 Ellenelva (Vannforekomst-id: 246-110-R)

Ellenelva starter ved Ellenvatnet (120 moh.) i Øvre Pasvik nasjonalpark og renner nordøst gjennom flere innsjøer og munner ut i hovedvassdraget ved Tjærebukta i Vaggetemvatn. Det man regner som elvestrekninger utgjør ca. 5.5 km av totalt 16 km. Nedbørfeltet er på hele

246 km² hvor skog, innsjøer og myr utgjør hhv. 76, 14 og 8 %. Det ble fisket på tre stasjoner i Ellnelva i 2021 og 2022 (**Figur 13**).

Ellnelva A



Ellnelva B



Ellnelva C



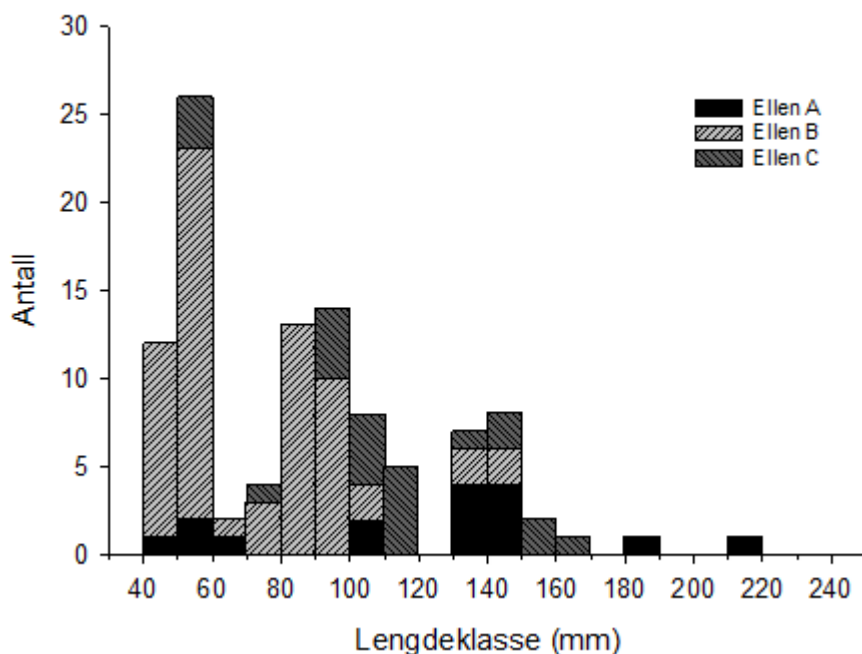
Figur 13. Bilde av de tre stasjonene som ble undersøkt ved strandnært elektrisk fiske i Ellnelva i 2021 og 2022 (for kort beskrivelse av stasjonene, se **Tabell 1**).

Sammenlignet med de andre undersøkte elvene må observerte og estimerte tettheter av ørret i Ellnelva sies å være høye, og estimerte tettheter på de tre stasjonene som ble undersøkt i 2021 varierte fra 20,1 – 46,5 individer per 100 m² (**Tabell 9**). Denne øverste stasjonen (A) ble ikke fisket i 2022 pga. høy vannføring, men stasjon B hadde en estimert tetthet på 28,5 individer per 100 m² dette året. I 2022 var fangstene på den nederste stasjonen (C) lav (estimert tetthet på 7,6 individer per 100 m²) og det ble fanget forholdsvis mye ørekyt på denne stasjonen.

Det ble fanget ørret i lengdeintervallet 40-210 mm, og stasjon B skiller seg ut med høy fangst av årsunger (0+), både i Ellnelva og sammenlignet med stasjonene i de andre tilløpselvene som ble undersøkt (**Figur 14**).

Tabell 9. Oversikt over fangster og estimerte tettheter av ørret tre stasjoner i Ellenelva som ble undersøkt i 2021 og 2022. Under fangst er antall ørret fanget per omgang gitt (c1/c2/c3) og ved en gangs overfiske er dette vist som c1/-/-. Ved en gangs overfiske er det forutsatt 50 % fangbarhet (~), bl.a. for å ha et sammenligningsgrunnlag med Amundsen mfl. 2005.

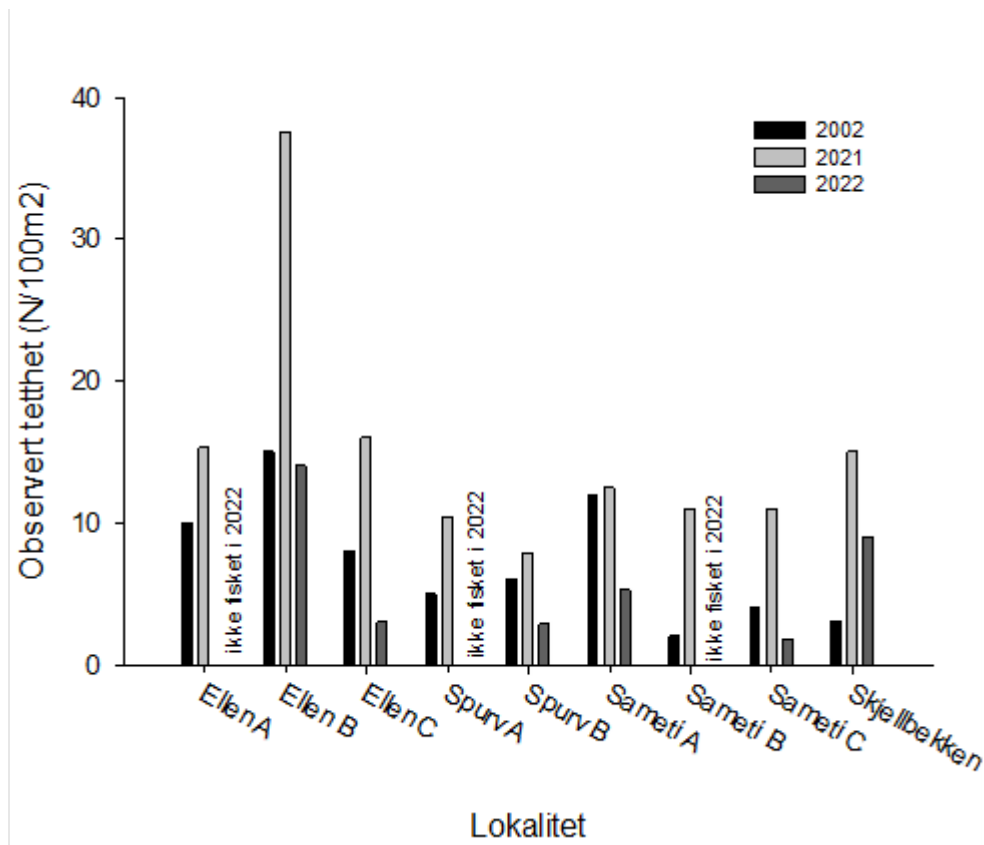
| Stasjon | Dato | Areal | Fangst | Ørret | | |
|---------|----------|-------|--------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| | | | | Obs. tetthet/ 100 m ² | Est. tetthet/100 m ² | Fangst andre arter |
| A | 07.09.21 | 72 | 11/5/- | 22,2 | 22,6 | 17 ørekyt |
| B | 07.09.21 | 80 | 30/7/- | 46,3 | 46,5 | 40 ørekyt |
| B | 23.08.21 | 126 | 14/9/5 | 22,2 | 28,5 | 0 |
| C | 07.09.21 | 100 | 16/4/- | 20,0 | 20,1 | 0 |
| C | 23.08.21 | 80 | 3/-/- | 3,8 | ~7,6 | 64 ørekyt |



Figur 14. Lengdefordeling til ørret fanget ved strandnært elektrisk fiske på tre stasjoner i Ellenelva i 2021 og 2022 (ulik farge på søyler viser fangst på ulike stasjoner).

3.2.5 Sammenligning av fangster i 2021/2022 med 2002

Undersøkelsene i 2021 og 2022 viser at det kan være betydelig variasjon i fangster på de samme elfiskestasjonene mellom år. Vi ser at fangstene i 2021 var gjennomgående høyere i 2021 sammenlignet med 2002 (Amundsen mfl. 2005), men at fangstene i 2022 stort sett var lavere enn i 2002 (men med unntak av Skjellbekken). Tallene i **Figur 15** er fangst av ørret per 100 m² på 1. gangs overfiske fordi Amundsen mfl. (2005) fisket én gang og forutsatte 50 % fangbarhet i sine studier.



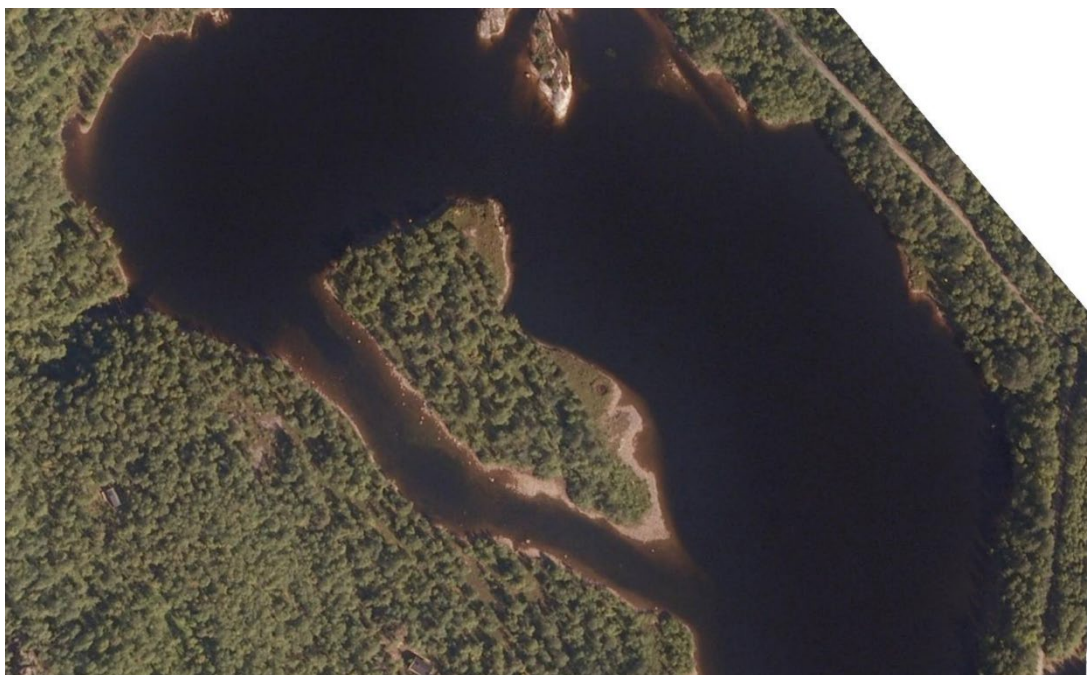
Figur 15. Observerte tettheter av ørret (antall per 100 m²) ved en gangs overfiske på ulike stasjoner i sideelver til Pasvikvassdraget i 2002 (Amundsen mfl. 2005) og i 2021 og 2022.

3.3 Habitatkartlegging

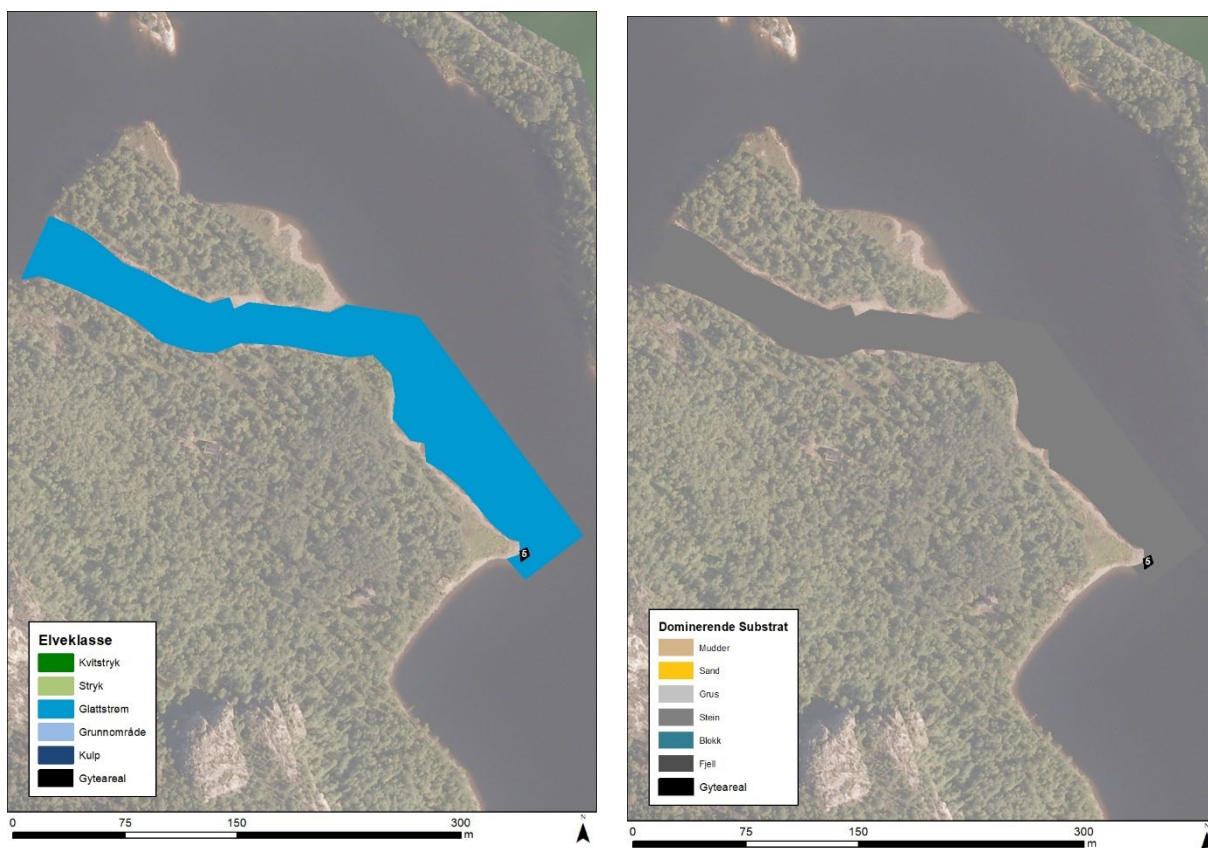
Den fysiske kartleggingen omfattet en elvestrekning på i alt ca. 47,5 km hvorav 7 km var i hovedelva. Totalt utgjør dette et elveareal på 1 460 800 m², der hovedelva utgjør 868 170 m² (59 %) og bekkene 492 666 m² (41 %).

3.2.1 Harefoss - sideløp

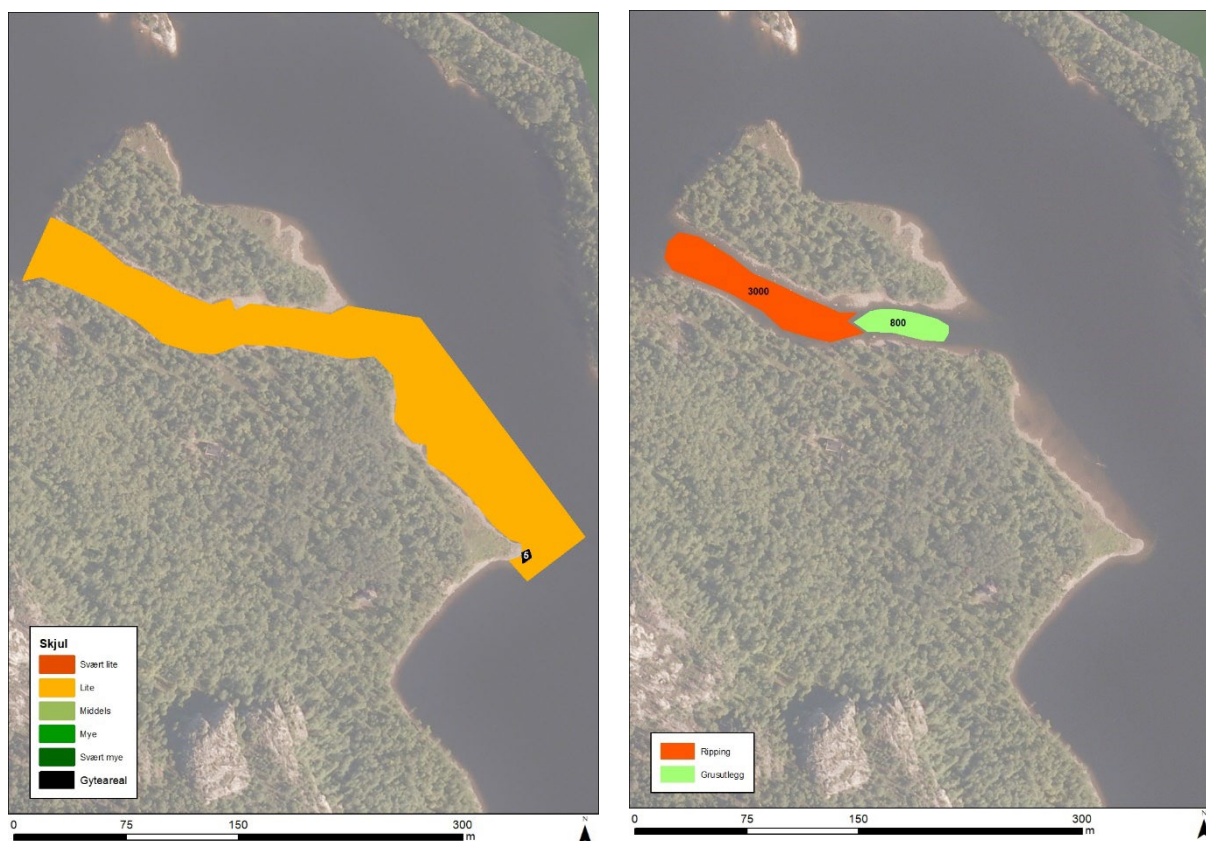
På strekningen ved Harefoss, var aktuelt område for kartleggingen et sideløp fordi det var for dypt for snorkelobservasjoner i hovedløpet. Kartlagt område utgjorde ca. 16 000 m² og strekningen kan defineres som sakteflytende glattstrøm med stein (70 %) som dominerende substrat. Blokk og grus utgjorde hhv. 20 % og 10 % (**Figur 16**). Resultatene fra skjulmålingene er vist i **Figur 17**, og viser at det meste av dette sideløpet har lite skjul for ungfisk. En del begroing gir imidlertid skjul. Det ble registrert kun et lite gyteområde på 5 m² ved innløpet til sideløpet, tilsvarende 0,03 % av totalt kartlagt areal (**Figur 16** og **Figur 17**). Det anbefales å legge ut gytegrus på et 800 m² stort område, tilsvarende 160 m³ med gytegrus og å rippe et areal på 3000 m² som habitattiltak i dette sideløpet.



Ortofoto av Harefoss med sideløpet som ble kartlagt. I hovedløpet var det for dypt til undervannsobservasjoner. Det ble observert en god del Harr ved kartleggingen.



Figur 16. Elveklasser og dominerende substrat samt gyteområder i sideløp ved Harefossen, kartlagt september 2021.



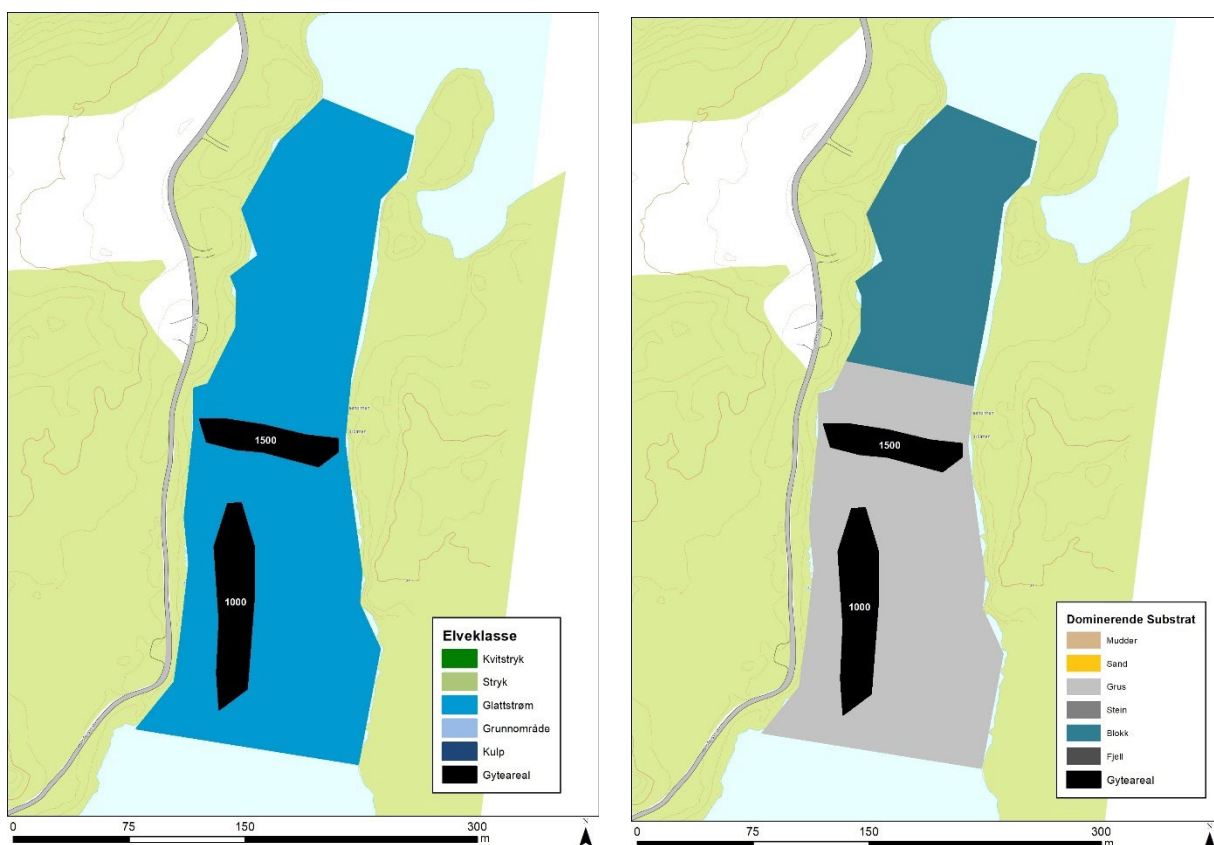
Figur 17. Skjul, gyteområder og forslag til utlegg av gytegrus i sideløp ved Harefossen.

3.2.2 Holmfoss

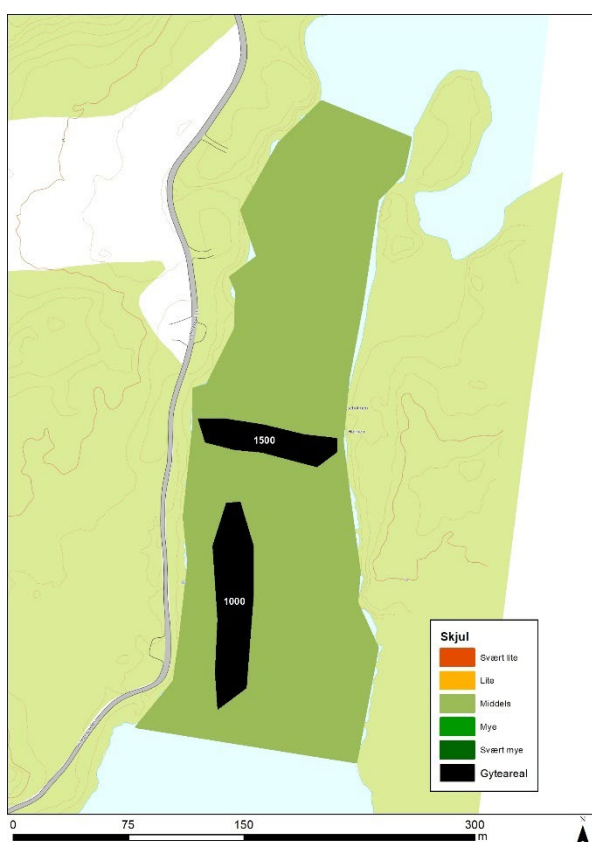
På strekningen ved Holmfoss ble vestre side av Grenseholmen kartlagt. Kartlagt område utgjorde ca. 41 500 m² og strekningen kan defineres som sakteflytende glattstrøm med blokk (40 %) som dominerende substrat. Sand og stein utgjorde hhv. 30 % og 20 %, mens grus utgjorde 10 % av det kartlagte arealet (**Figur 18**). Resultatene fra skjulmålingene er vist i **Figur 19**, og viser at det meste av dette sideløpet har middels skjul for ungfisk. En del begroing gir imidlertid skjul. Det ble registrert store gyteområder på totalt 2 500 m², tilsvarende 6 % av totalt kartlagt areal (**Figur 18** og **Figur 19**). Ingen habitattiltak foreslås på strekningen.



Ortofoto av Holmfoss som ble kartlagt september 2021.



Figur 18. Elveklasser og dominerende substrat samt gyteområder ved Holmfossen kartlagt september 2021.



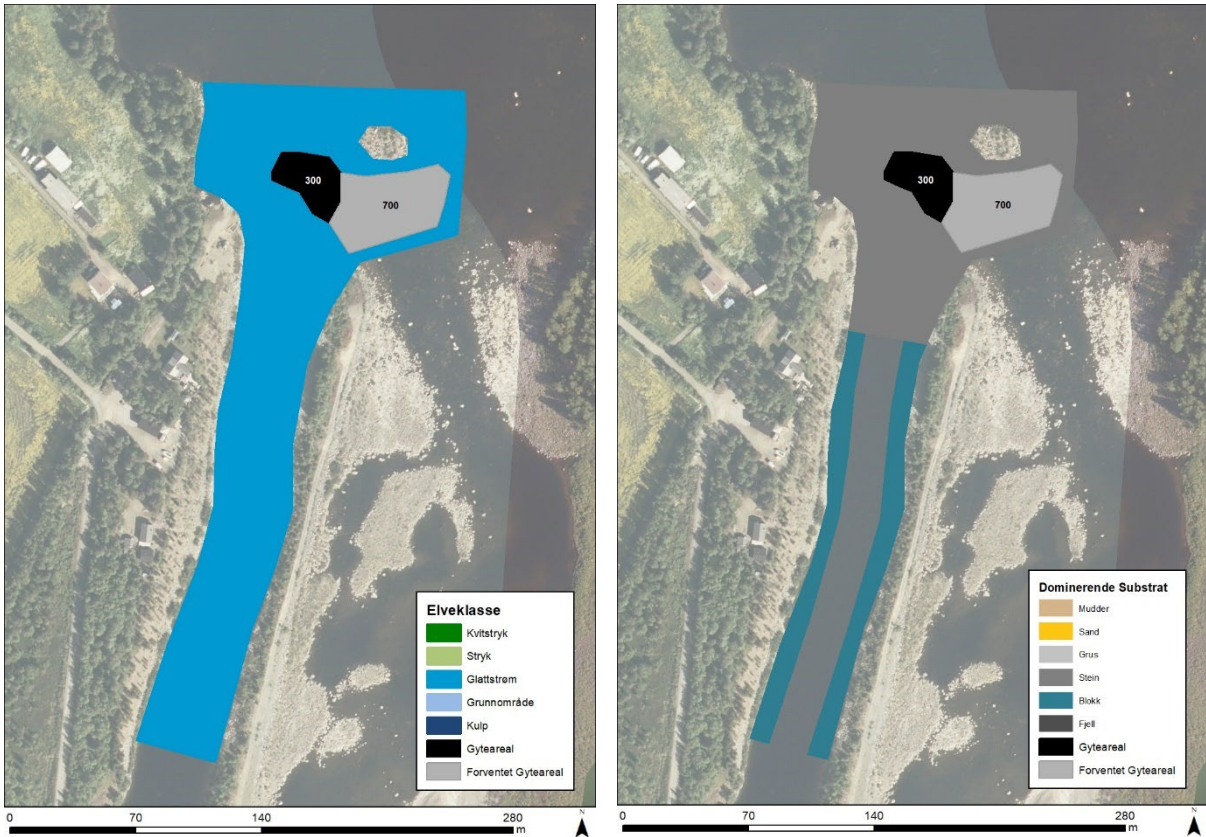
Figur 19. Skjul og gyteområder ved Holmfossen kartlagt september 2021.

3.2.3 Melkefoss

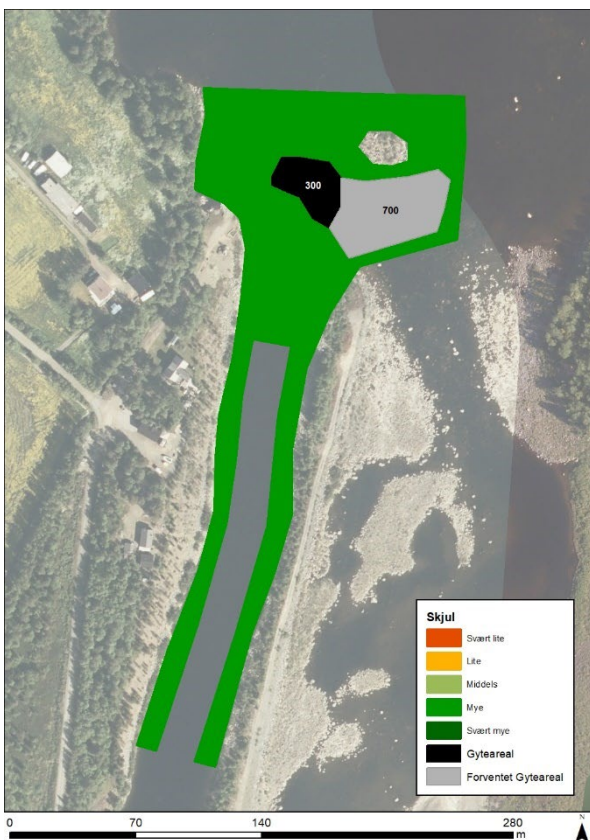
Kartlagt del av Melkefosskanalen utgjorde ca. 19 800 m² og strekningen kan defineres som sakteflytende glattstrøm med blokk (36 %) og stein (36 %) som dominerende substrat. Grus utgjorde 25 % mens fjell utgjorde 3 % av det kartlagte arealet (**Figur 20**). Resultatene fra skjulmålingene er vist i **Figur 21**, og viser at det er mye skjul for ungfisk i området. Det ble registrert et gyteområde på totalt 300 m², tilsvarende 1,5 % av totalt kartlagt areal (**Figur 20** og **Figur 21**). Imidlertid ligger det trolig mer egnet gytegrus på russisk side. Ingen habitattiltak foreslås på strekningen.



Ortofoto av Melkefosskanalen som ble kartlagt september 2021.



Figur 20. Elveklasser og dominerende substrat samt gyteområder ved Melkefosskanalen kartlagt september 2021.



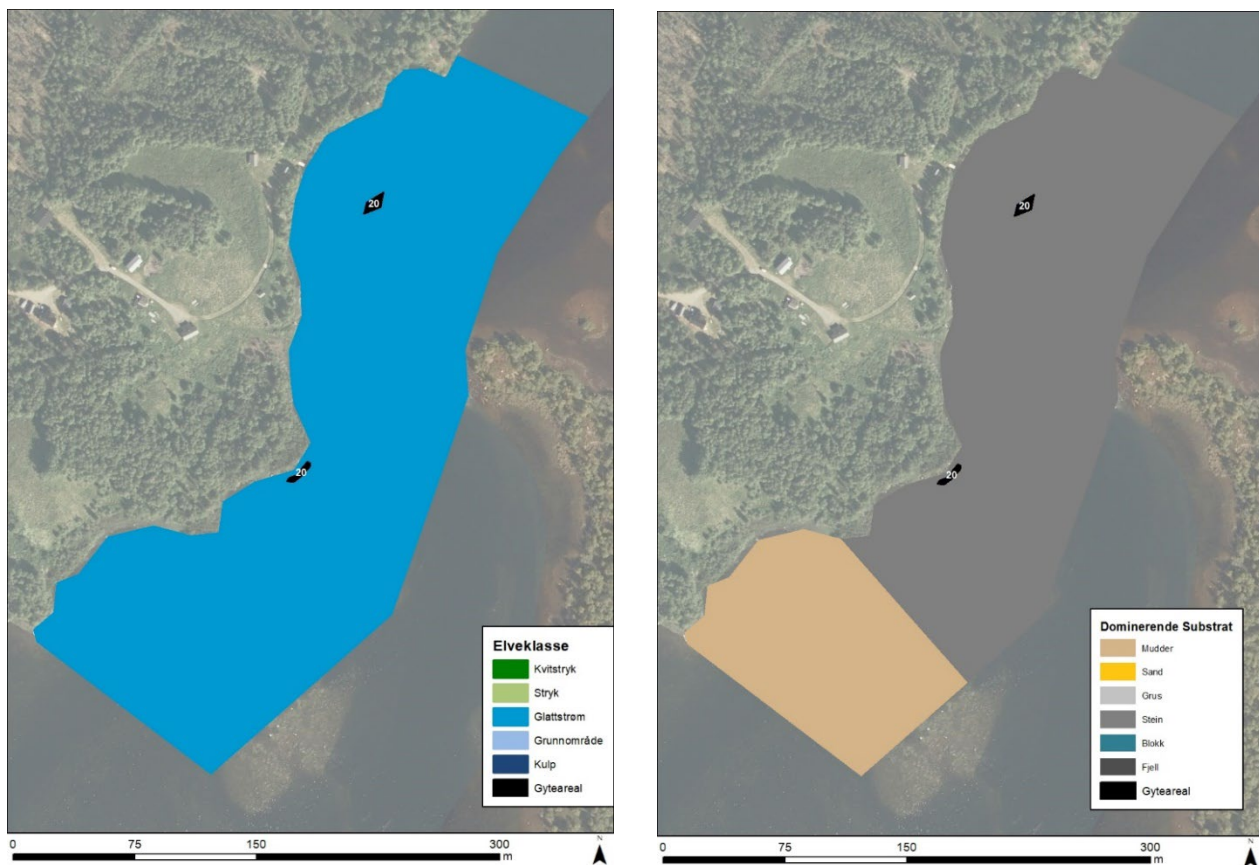
Figur 21. Skjul og gyteområder i Melkefosskanalen kartlagt september 2021.

3.2.4 Randastrykene

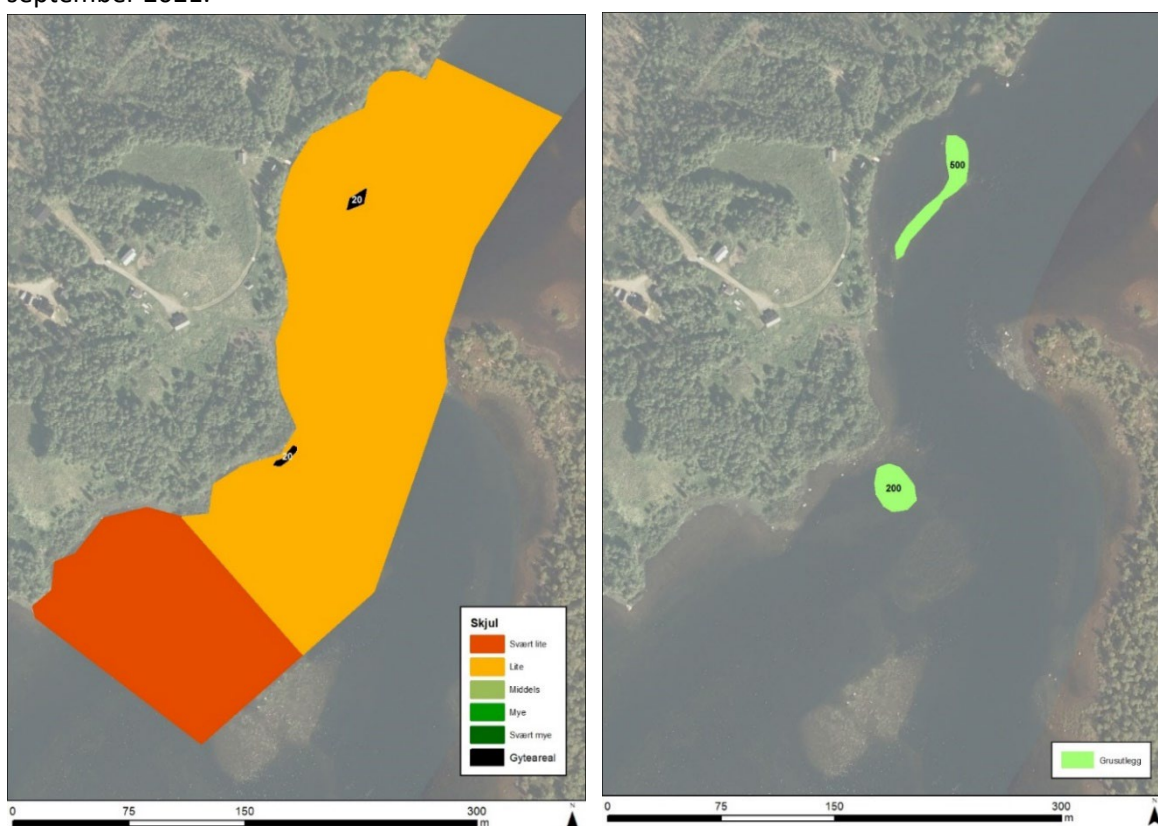
Kartlagt del av Randastrykene på norsk side utgjorde ca. 55 000 m² og strekningen kan defineres som sakteflytende glattstrøm med stein (52 %) og mudder (26 %) som dominerende substrat. Blokk utgjorde 14 %, mens sand og grus utgjorde hhv. 4 % hver av det kartlagte arealet (**Figur 22**). Resultatene fra skjulmålingene er vist i **Figur 23**, og viser at det er lite skjul for ungfisk i området. En del vannvegetasjon gir imidlertid skjul. Det ble registrert to små gyteområder på totalt 40 m², tilsvarende 0,07 % av totalt kartlagt areal (**Figur 22** og **Figur 23**). Det anbefales å legge ut gytegrus på to områder som habitattiltak tilsvarende totalt nytt gyteareal på ca. 700 m².



Ortofoto av Randastrykene som ble kartlagt september 2021.



Figur 22. Elveklasser og dominerende substrat samt gyteområder i Randastrykene kartlagt september 2021.



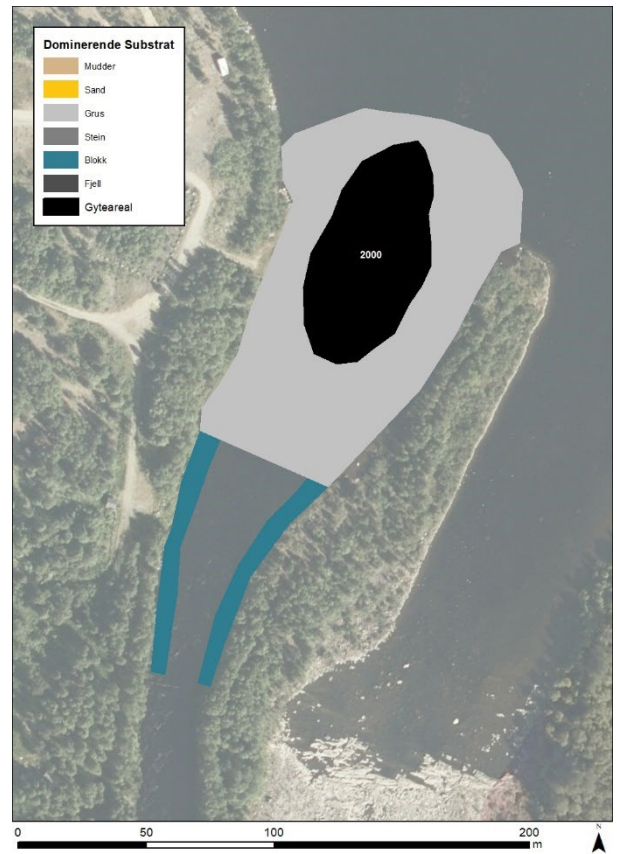
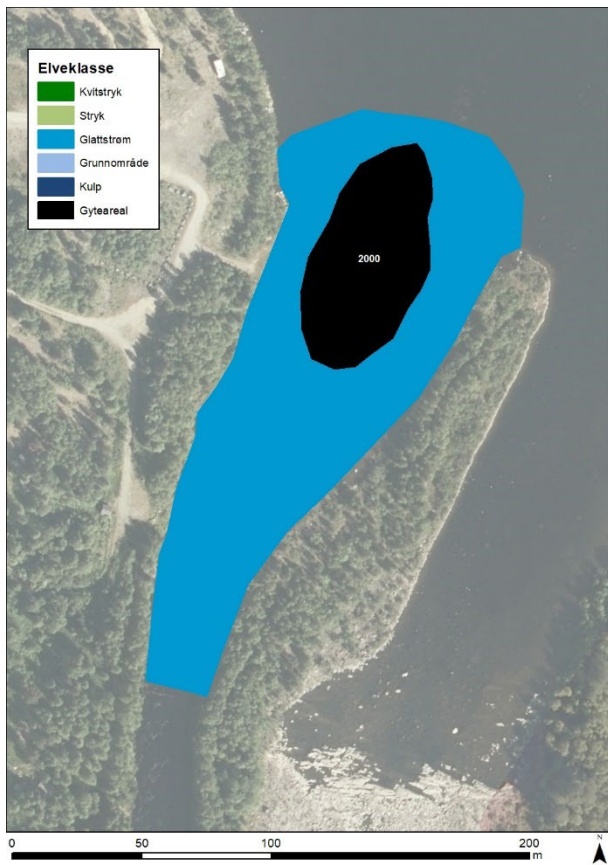
Figur 23. Skjul, gyteområder og forslag til lokaliteter det kan legges ut gytegrus på som habitattiltak i Randastrykene.

3.2.5 Skogfosskanalen

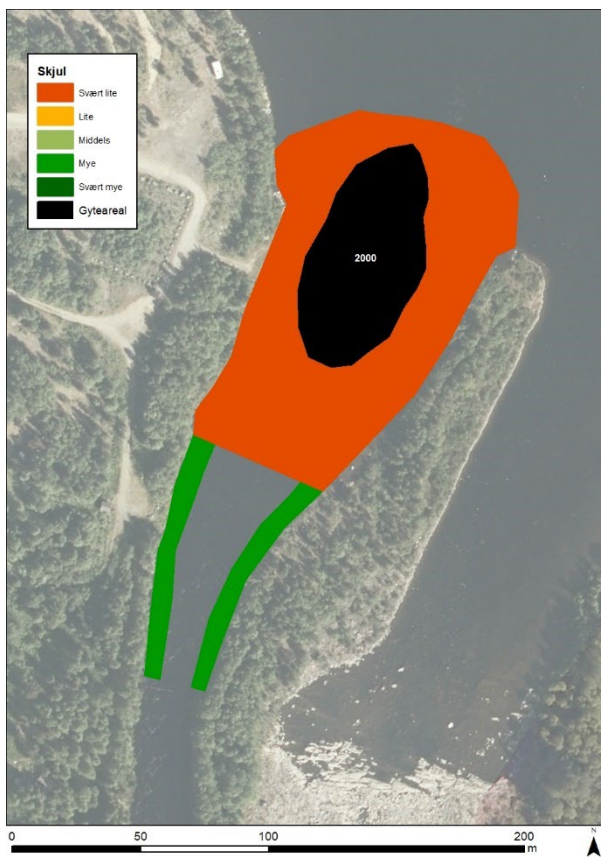
Kartlagt del av Skogfosskanalen på norsk side utgjorde ca. 12 500 m² og strekningen kan defineres som glattstrøm med grus (63 %) som dominerende substrat. Blokk og stein utgjorde hhv. 16 % og 12 %, mens sand og grus utgjorde hhv. 4 % hver av det kartlagte arealet (**Figur 24**). Blokkene var stort sett observert i forbygningene langsmed elvekant. Resultatene fra skjulmålingene er vist i **Figur 25**, og viser at det er mye skjul for ungfisk i forbygningene med blokker, mens resten av arealet (90 %) har svært lite skjul. Det ble registrert et stort gyteområde på totalt 2 000 m², tilsvarende hele 16 % av totalt kartlagt areal (**Figur 24** og **Figur 25**). Det anbefales ingen habitattiltak i Skogfosskanalen.



Ortofoto av Skogfosskanalen som ble kartlagt september 2021.



Figur 24. Elveklasser og dominerende substrat samt gyteområder i Skogfosskanalen kartlagt september 2021.



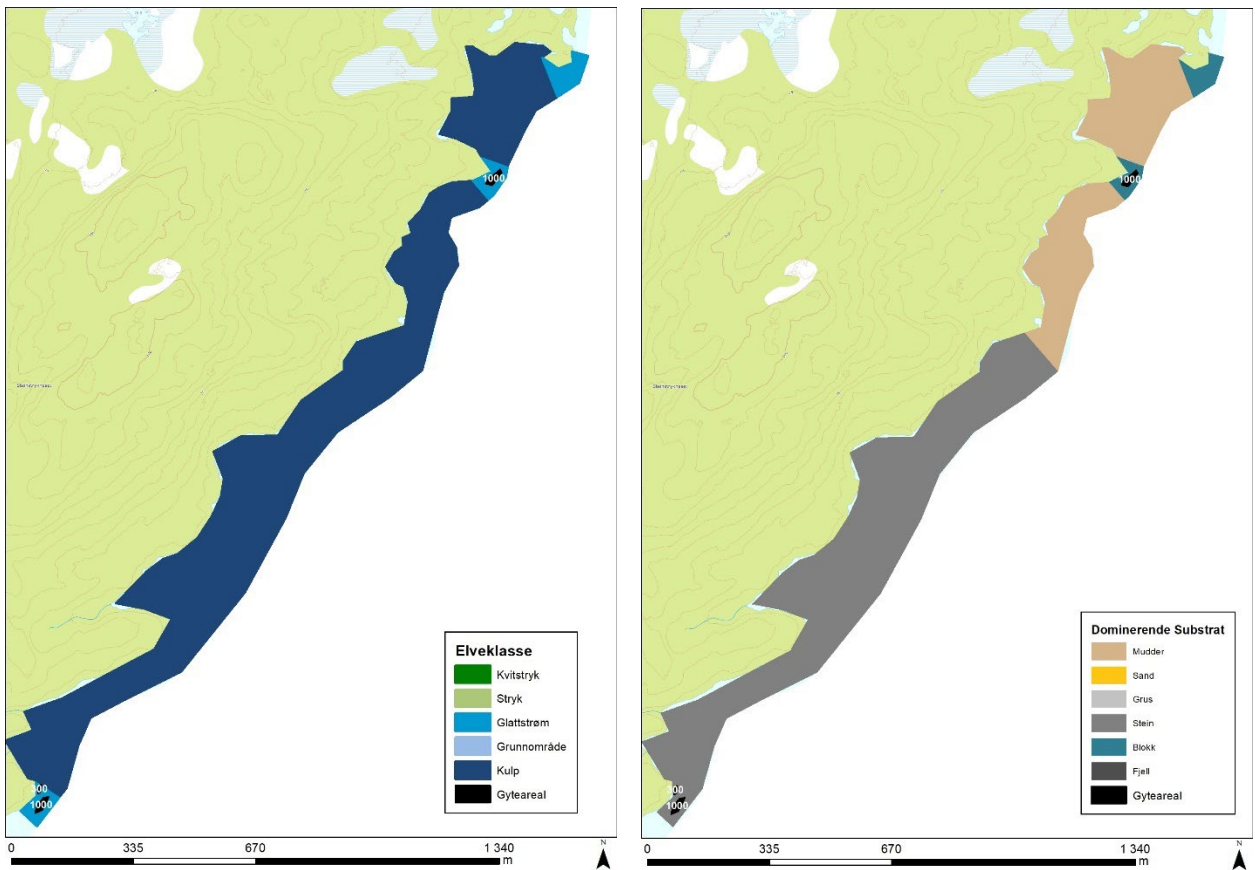
Figur 25. Skjul og gyteområde i Skogfosskanalen kartlagt september 2021.

3.2.6 Vaggatem-, Ulve- og Steinstryka

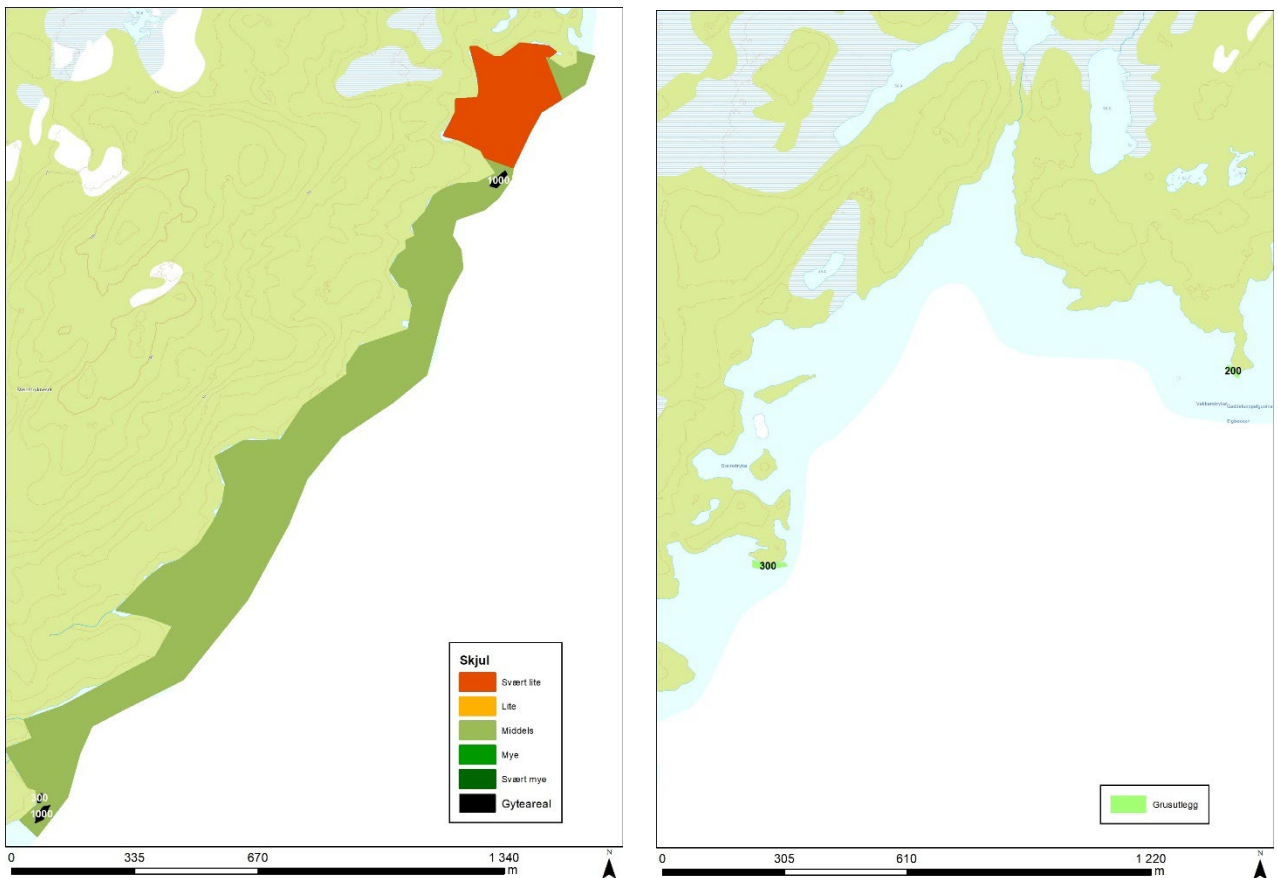
Kartlagt del i Vaggatem-, Ulve- og Steinstryka på norsk side utgjorde ca. 391 000 m² og strekningen kan defineres som kulp (95 %) og glattstrøm (5 %) med blokk (39 %) og stein (38 %) som dominerende substrat. Grus og mudder utgjorde hhv. 1 % og 23 % av det kartlagte arealet (**Figur 26**). I nedre del av strykene ble det observert mye mudder. Resultatene fra skjulmålingene er vist i **Figur 27**, og viser at det er middels skjul for ungfisk i ca. 85 % av det kartlagte arealet, mens resten av arealet (15 %) har svært lite skjul. Det ble registrert to gyteområder på totalt 2 300 m², tilsvarende 0,6 % av totalt kartlagt areal (**Figur 26** og **Figur 27**). Det anbefales å etablere to nye gyteområder på til sammen 500 m² (**Figur 27**).



Ortofoto av Vaggatem-, Ulve- og Steinstryka som ble kartlagt september 2021.



Figur 26. Elveklasser og dominerende substrat samt gyteområder i Vaggatem-, Ulve- og Steinstryka kartlagt september 2021.



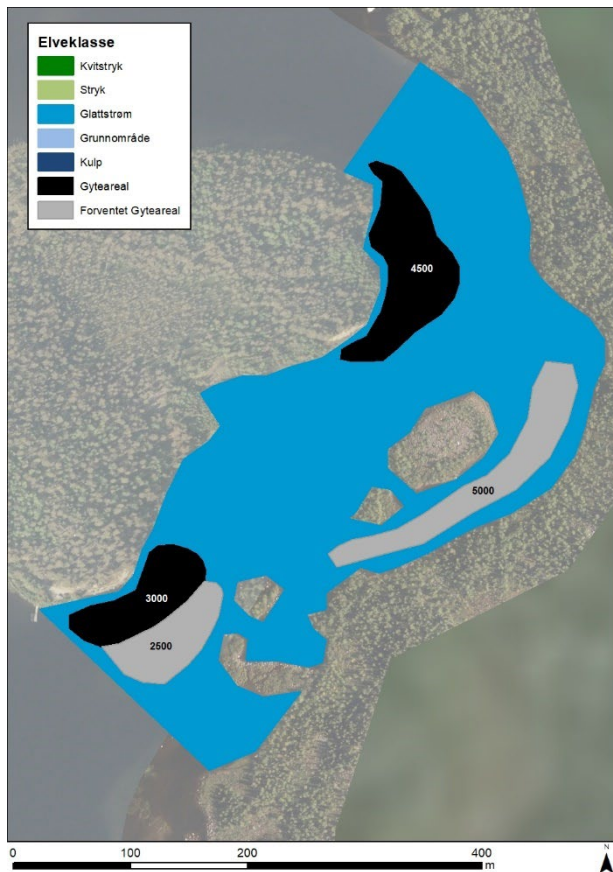
Figur 27. Skjul, gyteområde og forslag til lokaliteter det kan legges ut gytegrus på som habitattiltak i Vaggatem-, Ulve- og Steinstryka kartlagt september 2021.

3.2.7 Jordanfoss

Kartlagt del av Jordanfoss på norsk side utgjorde ca. 102 000 m² og strekningen kan defineres som glattstrøm med blokk (34 %), stein (34 %) og grus (32 %) som dominerende substrat av det kartlagte arealet (**Figur 28**). Resultatene fra skjulmålingene er vist i **Figur 29**, og viser at det er middels skjul for ungfisk i ca. 57 % av det kartlagte arealet, mens resten av arealet (43 %) har lite skjul. Det ble registrert to store gyteområder på totalt 7 500 m², tilsvarende 7 % av totalt kartlagt areal (**Figur 28** og **Figur 29**). I tillegg observerte vi store mulige gyteområder egnet for gyting på russisk side (**Figur 29**). Det anbefales ingen habitattiltak i Jordanfoss.



Ortofoto av Jordanfoss som ble kartlagt september 2021.



Figur 28. Elveklasser og dominerende substrat samt gyteområder i Jordanfoss kartlagt september 2021.



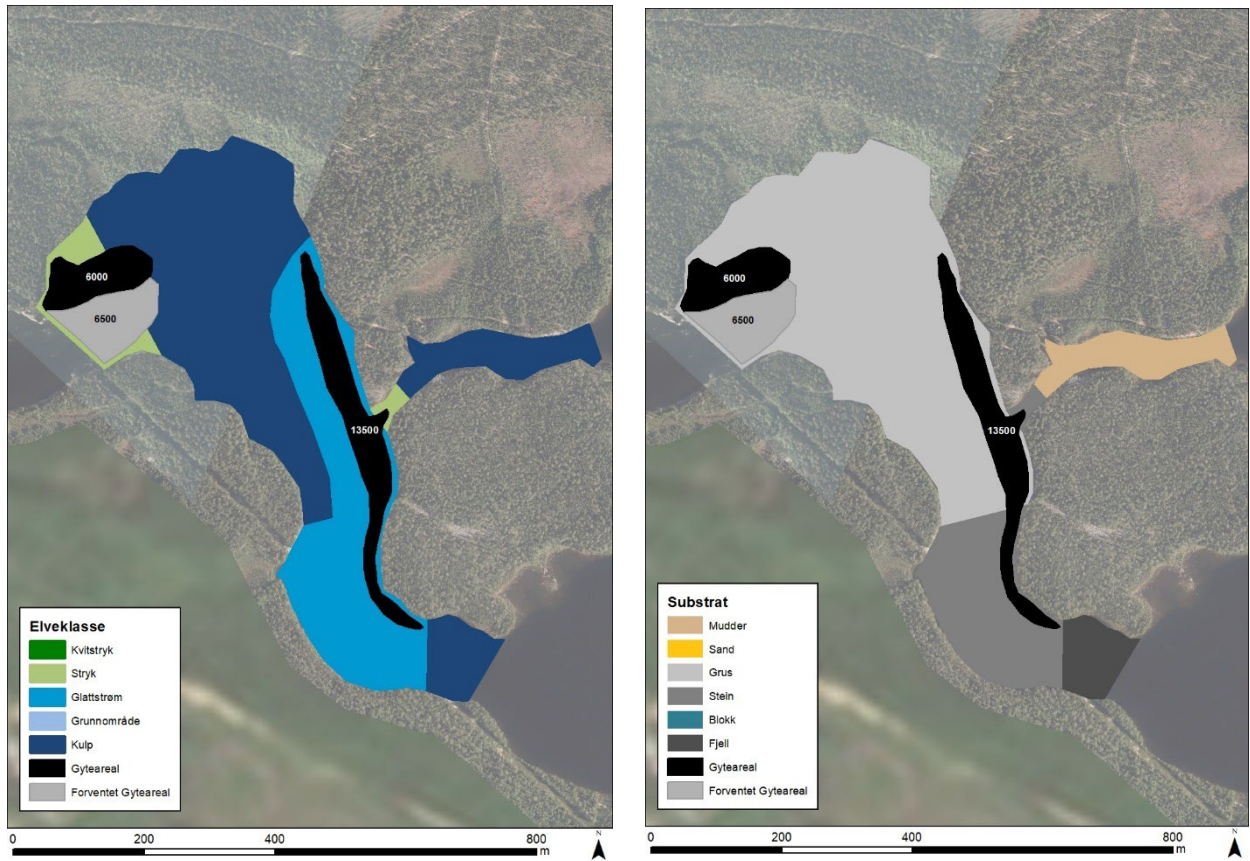
Figur 29. Skjul og gyteområde i Jordanfoss kartlagt september 2021.

3.2.8 Grensefoss

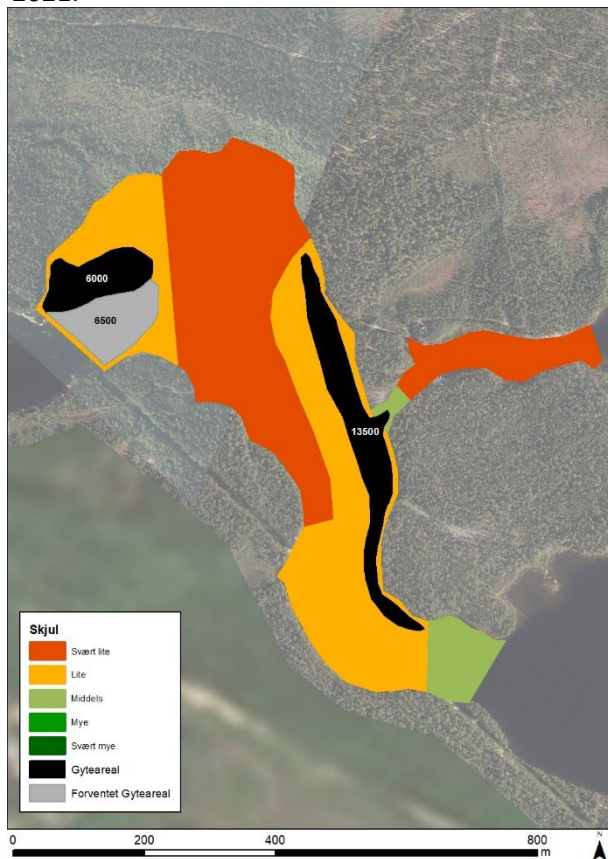
Kartlagt del av Grensefoss på norsk side utgjorde ca. 229 700 m² og strekningen er variert med kulp (56 %), glattstrøm (34 %) og stryk (10). Elvebunnen var dominert av grus (53 %) og stein (24 %). Blokk utgjorde 12 %, mens mudder og sand utgjorde hhv. 6 % og 3 %. Det ble registrert 2 % fjell av totalt kartlagt areal (**Figur 30**). Resultatene fra skjulmålingene er vist i **Figur 31**, og viser at det er svært lite til lite skjul i ca. 94 % av det kartlagte arealet, mens resten av arealet (6 %) har middels skjul. Det ble registrert to store gyteområder på totalt 19 500 m², tilsvarende 8,5 % av totalt kartlagt areal (**Figur 30** og **Figur 31**). I tillegg observerte vi store potensielle gyteområder egnet for gyting på russisk side (**Figur 30**). Det anbefales ingen habitattiltak i Grensefoss.



Ortofoto av Grensefoss som ble kartlagt september 2021.



Figur 30. Elveklasser og dominerende substrat samt gyteområder i Grensefoss kartlagt september 2021.



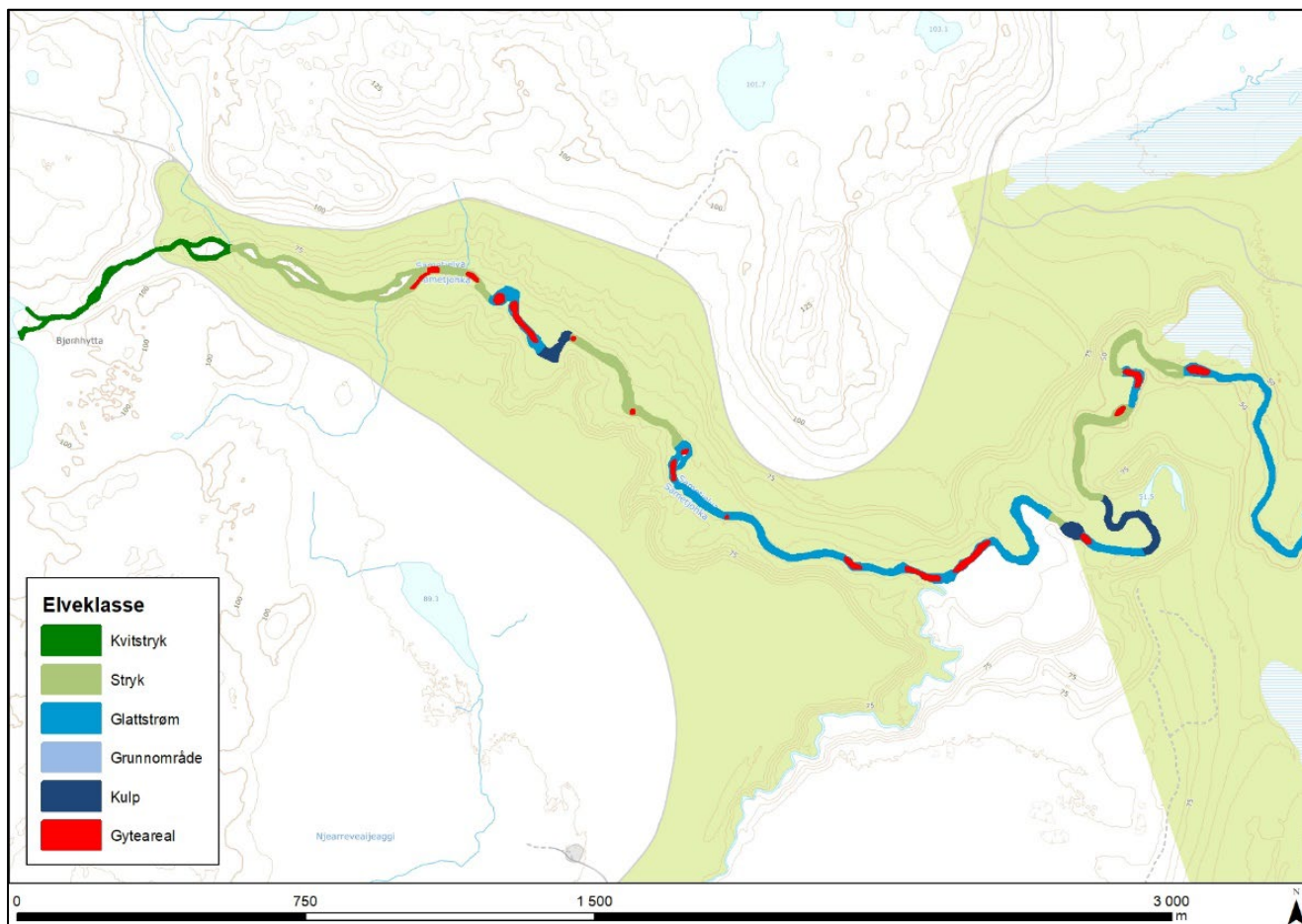
Figur 31. Skjul og gyteområde i Grensefoss kartlagt september 2021.

3.2.9 Sametielva

Sametielva ble kartlagt 07. september 2022 fra utløpet av Lille Sameti og til utløpet i Pasvikelva ved Skogvatn. Denne strekningen er ca. 15 km lang og er den største sideelva i nedre del av Pasvikelva på norsk side med et areal på ca. 214 500 m². Elva renner gjennom et skogdominert område med mye gråor og bjørk som fremsto uberørt. Fysiske forhold er vist i **Figur 33 - Figur 37**. Elva har lange meandrerende områder omgitt av gamle kroksjøer, elveører og flommarker. Det meandrerende partiet av elva er helt uberørt av inngrep. Elvas nedre- og midtre deler er sakteflytende og er dominert av mesohabitatklassene kulp og glattstrøms mens de øvre deler er mer hurtigrennende med stryk og kvitstryk. Totalt utgjør mesohabitatet kulp 45 % av totalt elveareal, glattstrøms 35 %, stryk 17 % og kvitstryk 3 % (**Figur 33 - Figur 34**). Elvens substrat er dominert av sand (33 %) og mudder (31 %), mens stein og grus utgjør hhv. 16 % og 12 %. Resterende elveareal var blokk med 7 % og fjell med 1 %. Det er i de sakteflytende, nedre delene av elva at mudder og sand dominerte bunnen, mens det i de mer strømrrike partiene høyere opp i elven var økende innslag av steiner og blokker. Skjulforholdene for ungfisk var dårlige. 65 % av arealet hadde svært lite skjul, mens 13 % var lite skjul. Middels skjul utgjorde 20 % og 2 % hadde mye skjul. Det var stort sett i de helt øvre delene av elva at skjulforholdene for ungfisk var gode (**Figur 35 - Figur 37**). Gyteforholdene var dårlige i nedre- og midtre del, mens det i øvre del var gode gytemuligheter. Omtrent 1 km nedstrøms utløpet av Lille Sameti, ble de første gyteområdene funnet (**Figur 33**). Totalt utgjorde gyteområdene 4 % av kartlagt areal, tilsvarende moderat mengde gyteområder. I de nedre delene av Sametielva, er tilgangen til både skjul og gyteområder begrensende for fiskeproduksjonen.



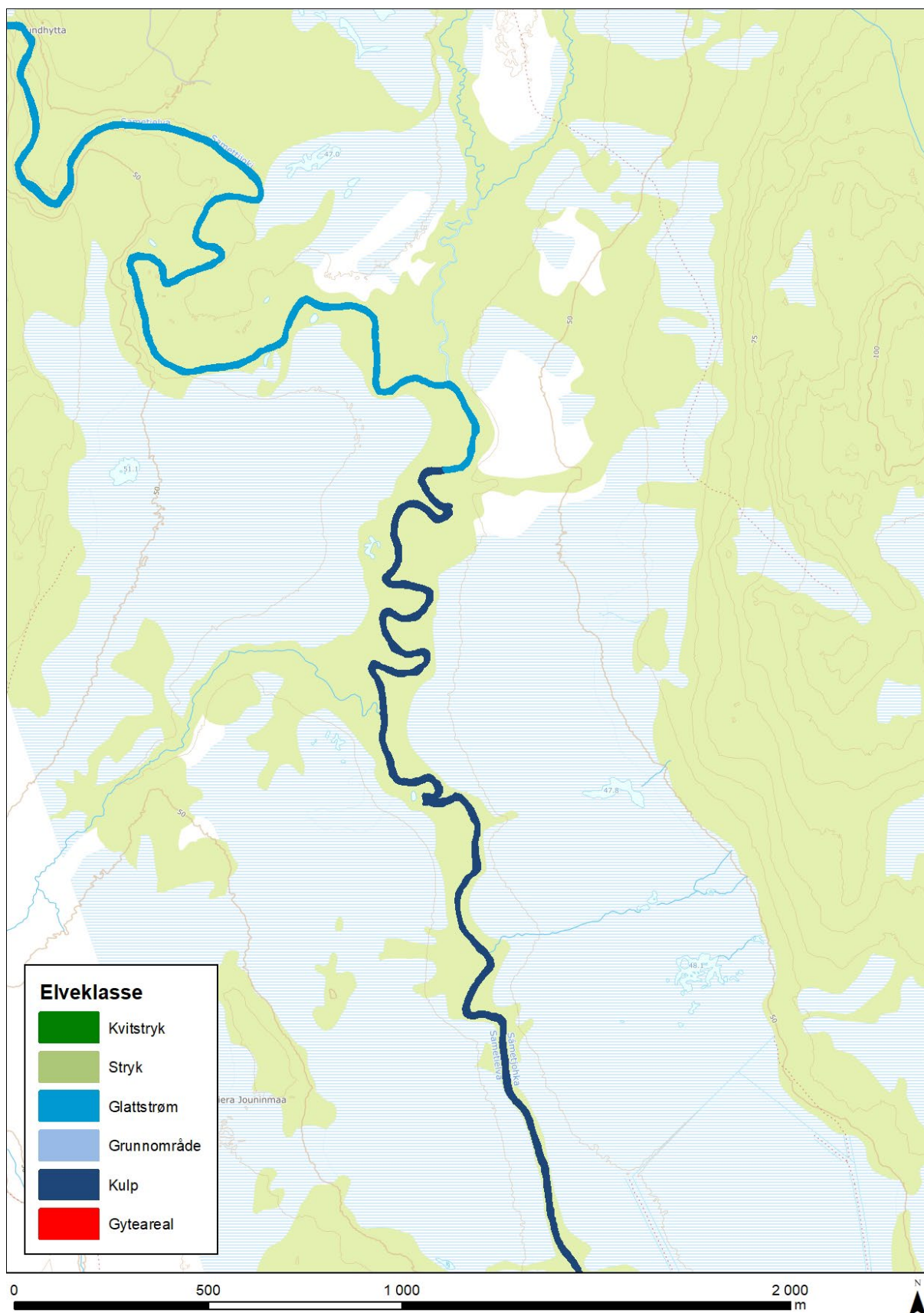
Sakteflytende kulp utgjorde 45 % av kartlagt areal i Sametielva.



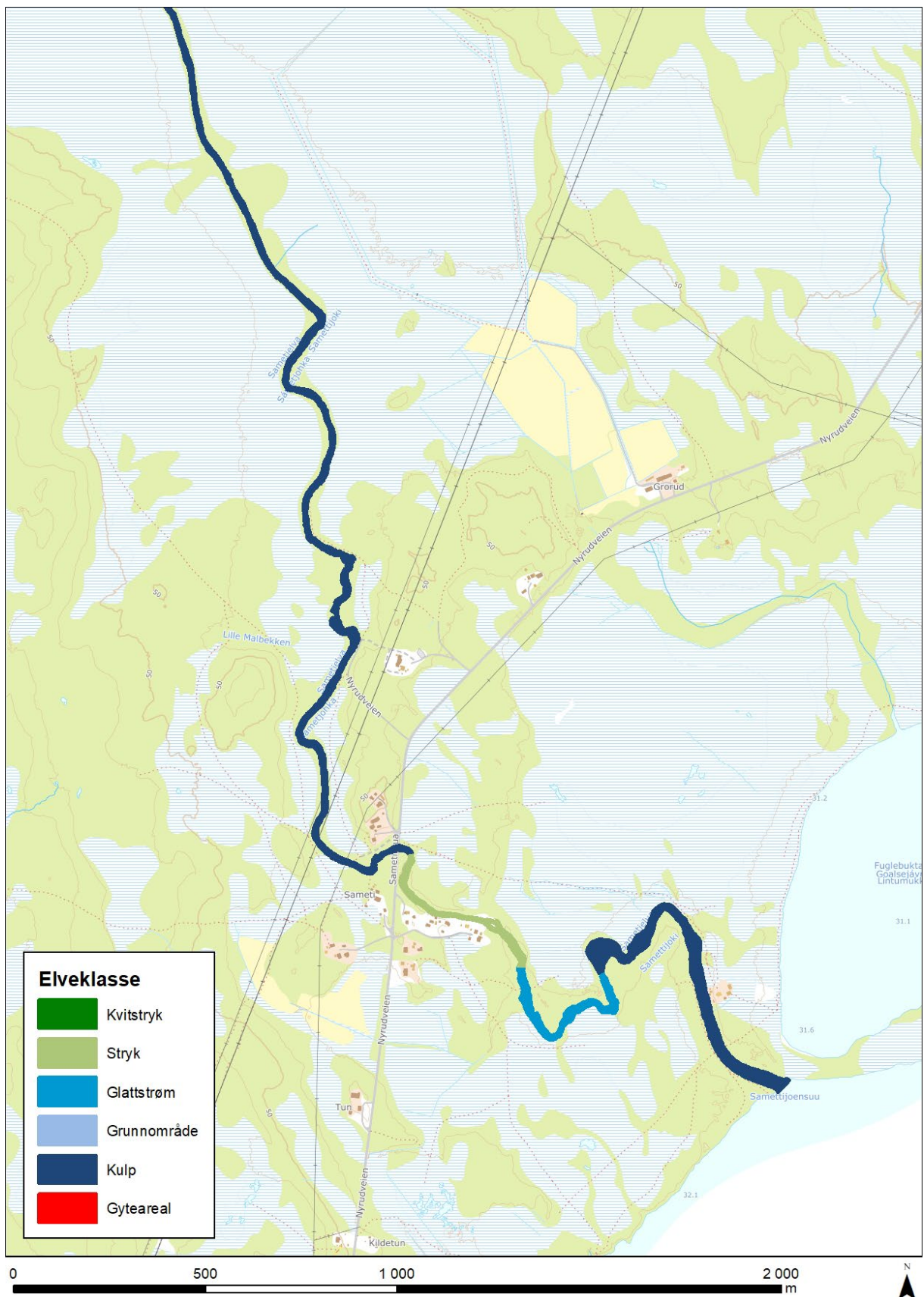
Figur 32. Habitatkart med elveklasse og gyteområder for øvre del av Sametielva kartlagt september 2022.

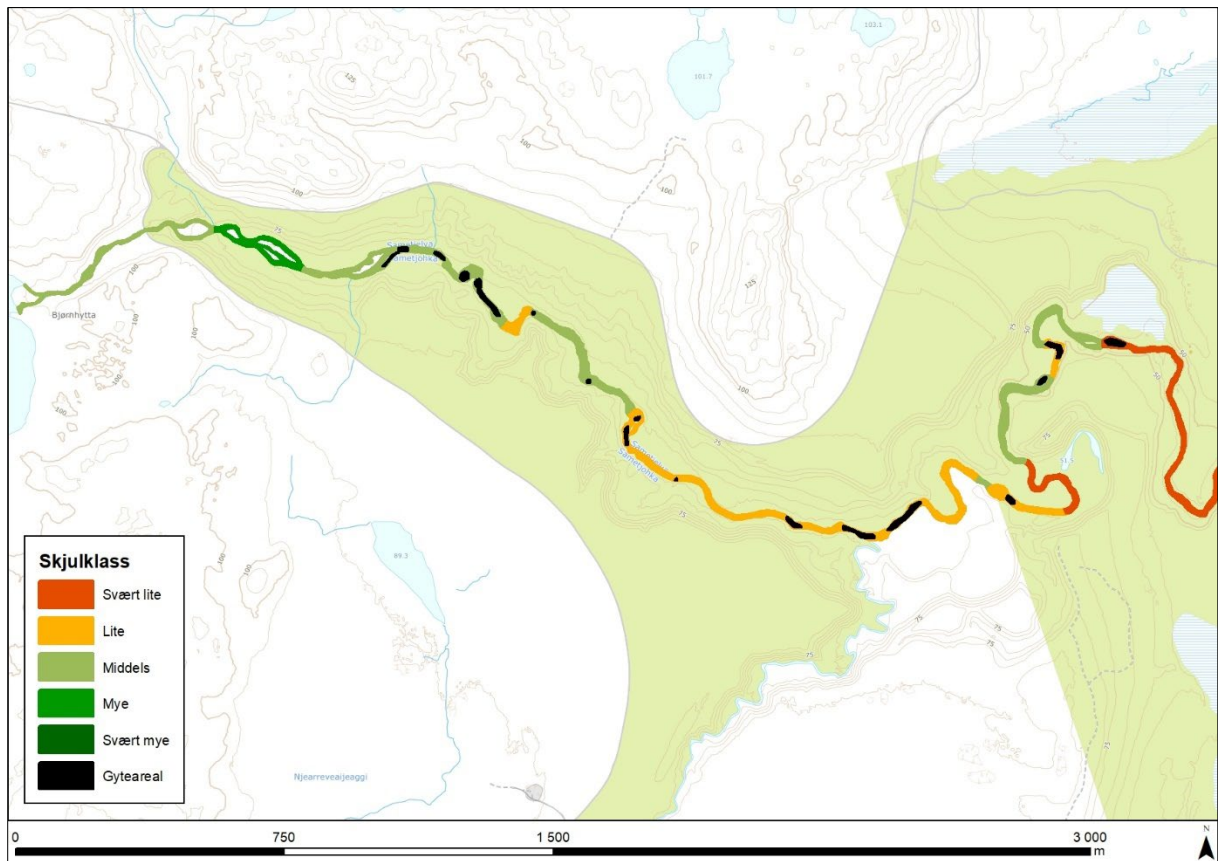


Øvre del av Sametielva er bratt med blokker og stein i bunnen.



Figur 33. Habitatkart med elveklasse og gyteområder for midtre del av Sametielva kartlagt september 2022.

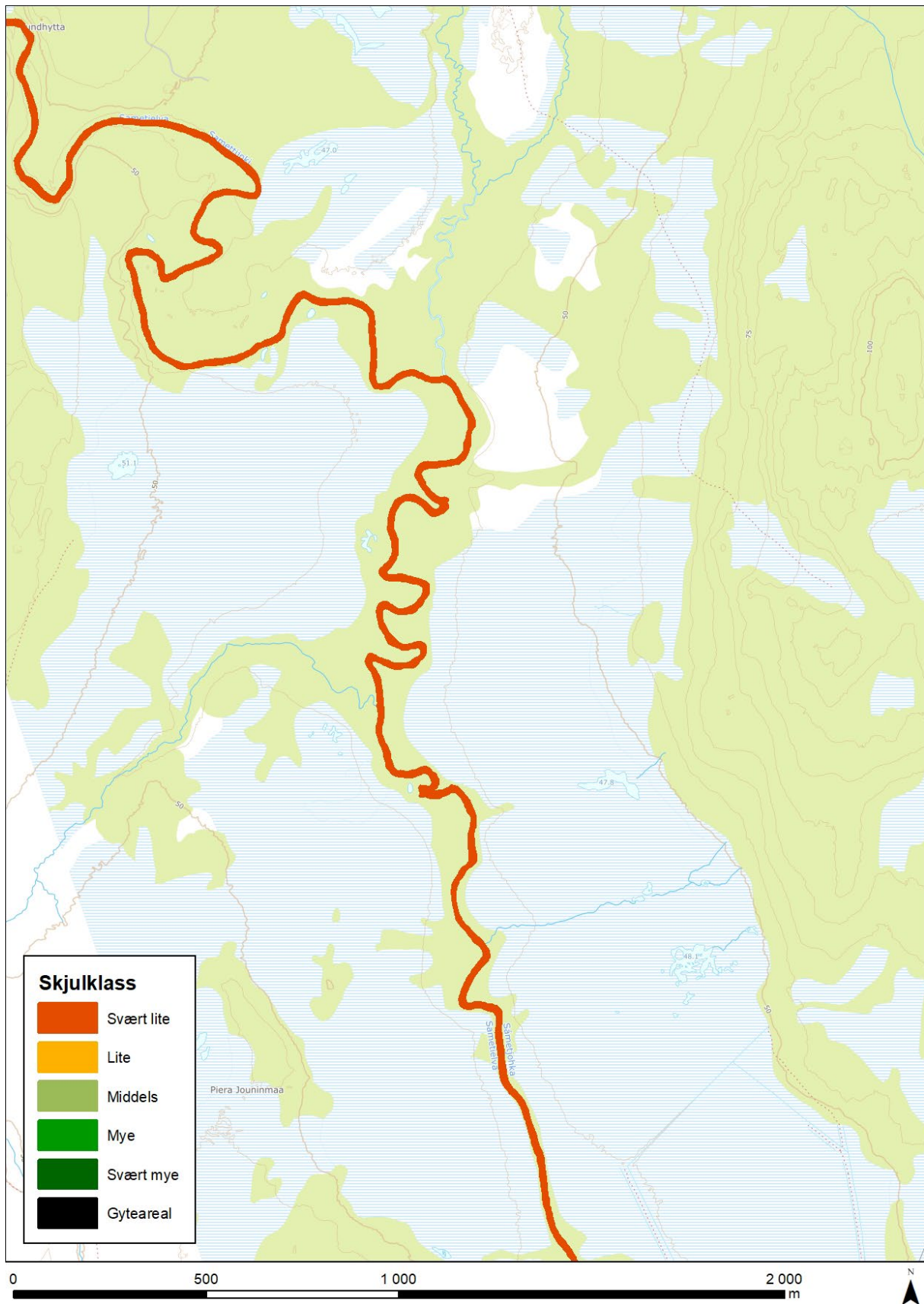




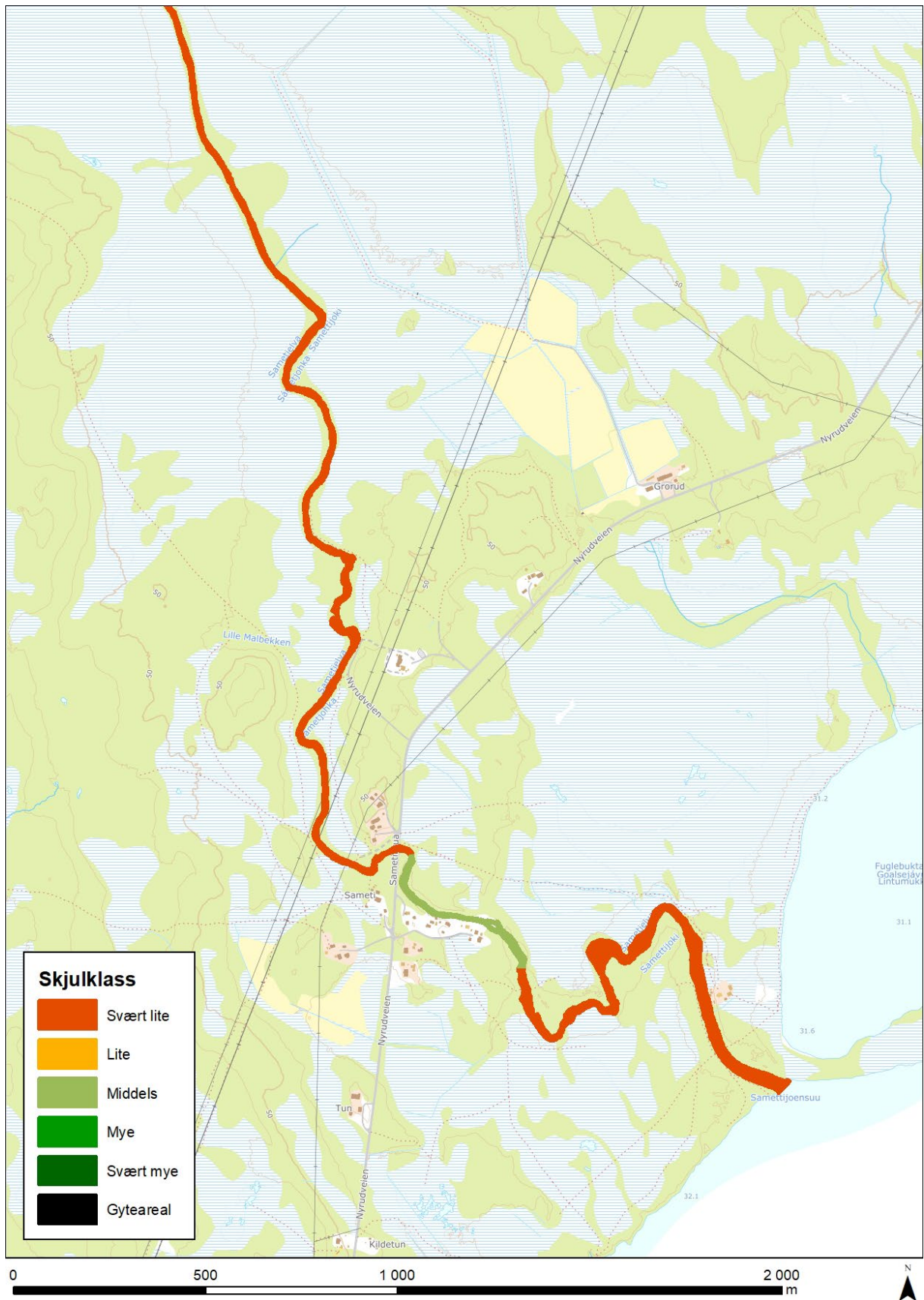
Figur 35. Habitatkart med vektet skjul og gyteområder i øvre del av Sametiella kartlagt september 2022.



Nedre del av Sametiella er mer sakteflytende og har mer grus og mudder i bunnen. Gyteområde sees på bildet.



Figur 36. Habitatkart med vektet skjul og gyteområder i midtre del av Sametiälva kartlagt september 2022.



Vurdering av elva som ungfisk- og gytehabitat

Tilgangen til hulrom i elvebunnen er dårlig i store deler av Sametielva og havner i kategorien «lite skjultilgang». Det er lite tilgjengelige gytearealer i elva siden det kun er i den helt øverste delen hvor disse ble lokalisert, noe som medfører til kategoriseringen: «lite gytehabitat». Totalvurderingen, basert utelukkende på habitatkvalitet, tilsier derfor dårlige skjul- og gytemuligheter i Sametielva. Imidlertid vurderes elva skjønnsmessig som meget viktig for storørreten i Pasvikelva, siden det er tilgang til store gyteområder og at det store arealet elven i seg selv utgjør, er viktig for fiskeproduksjonen. Fiskeproduksjonen i elven er ikke negativt påvirket av menneskelig aktivitet og den fremstår som naturlig. Veikrysning er åpen løsning og fungerer svært godt.

Aktuelle tiltak

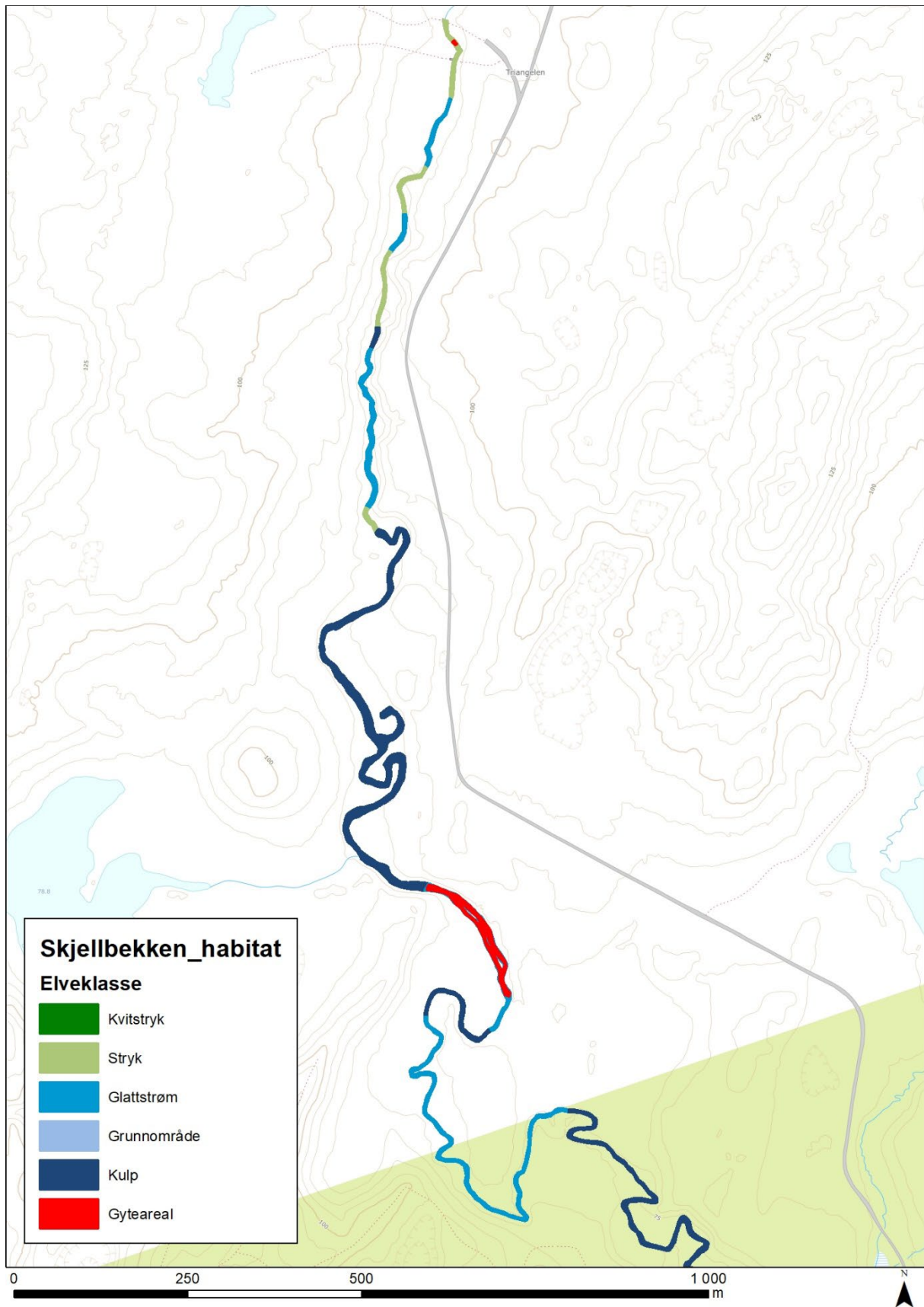
Det kunne med fordel ha vært etablert et nytt gyteområde ved å legge ut egnet gytegrus på utløpet av Lille Sameti. Vi anbefaler å legge ut ca. 60 m³ med gytegrus som dekker et areal på 300 m².

3.2.10 Skjellbekken

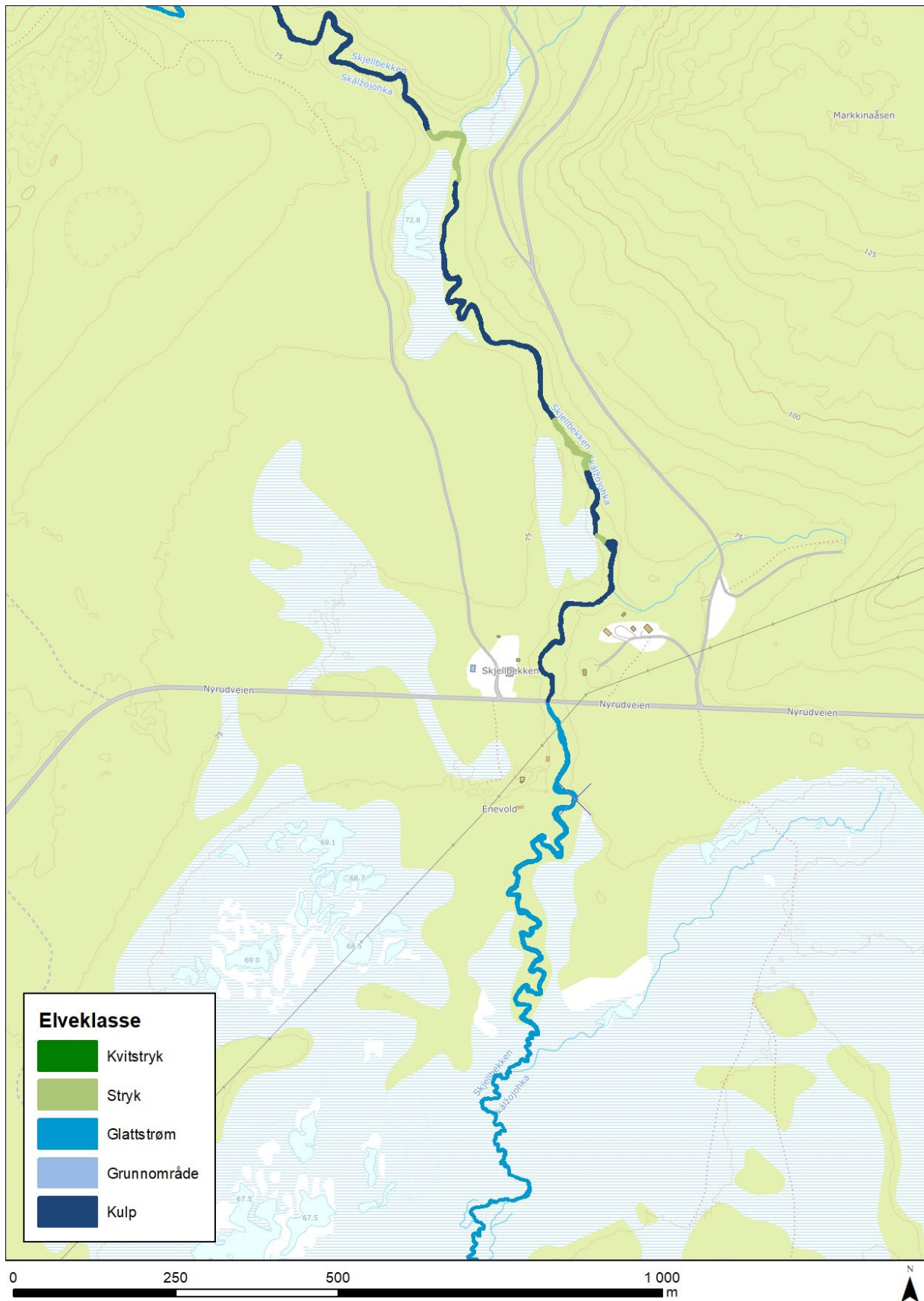
Skjellbekken ble kartlagt 07. september 2022 fra Triangelen og til utløpet i Pasvikelva ved Hasetjønna oppstrøms Kobbfoss. Denne strekning er ca. 7 km lang og kartlagt areal var ca. 30 800 m². Bekken renner gjennom et skogdominert område med mye bjørk som fremsto uberørt. Fysiske forhold er vist i **Figur 38 - Figur 43**. Bekken har lange meandrerende områder omgitt av gamle kroksjøer, elveører og flommarker. Det meandrerende partiet av elva er helt uberørt av inngrep. Bekkens nedre- og midtre deler er sakteflytende og er dominert av mesohabitatklassene kulp og glattstrøms mens de øvre deler er mer hurtigrennende med stryk og kvitstryk. Totalt utgjør mesohabitat kulp og glattstrøm hhv. 45 % hver av totalt bekkeareal, mens stryk utgjør 10 % (**Figur 38 - Figur 40**). Bekkens substrat er dominert av sand (40 %) og grus (28 %), mens mudder og stein utgjør hhv. 16 % og 12 %. Resterende bekkeareal var blokk med 4 %. Det er i de sakteflytende, nedre og midtre delene av bekken at sand og grus dominerte bekkebunnen, mens det i de mer strømrike partiene høyere opp i bekken var økende innslag av steiner og blokker (**Figur 41 - Figur 43**). Skjulforholdene for ungfisk var dårlige. 25 % av arealet hadde svært lite skjul, mens 65 % var lite skjul. Middels skjul utgjorde 9 % og 1 % hadde mye skjul. Det var stort sett i de helt øvre og de helt nedre delene av bekken at skjulforholdene for ungfisk var gode (**Figur 41 - Figur 43**). Gyteforholdene var dårlige i nedre- og midtre del av bekken, mens det i øvre del var gode gytemuligheter (**Figur 38**). Det ble observert en god del små flekkvise gyteområder i nesten hele bekken. Totalt utgjorde gyteområdene 6 % av kartlagt areal, tilsvarende moderat mengde gyteområder. I de midtre- og nedre delene av Skjellbekken, er tilgangen til både skjul og gyteområder begrensende for fiskeproduksjonen.



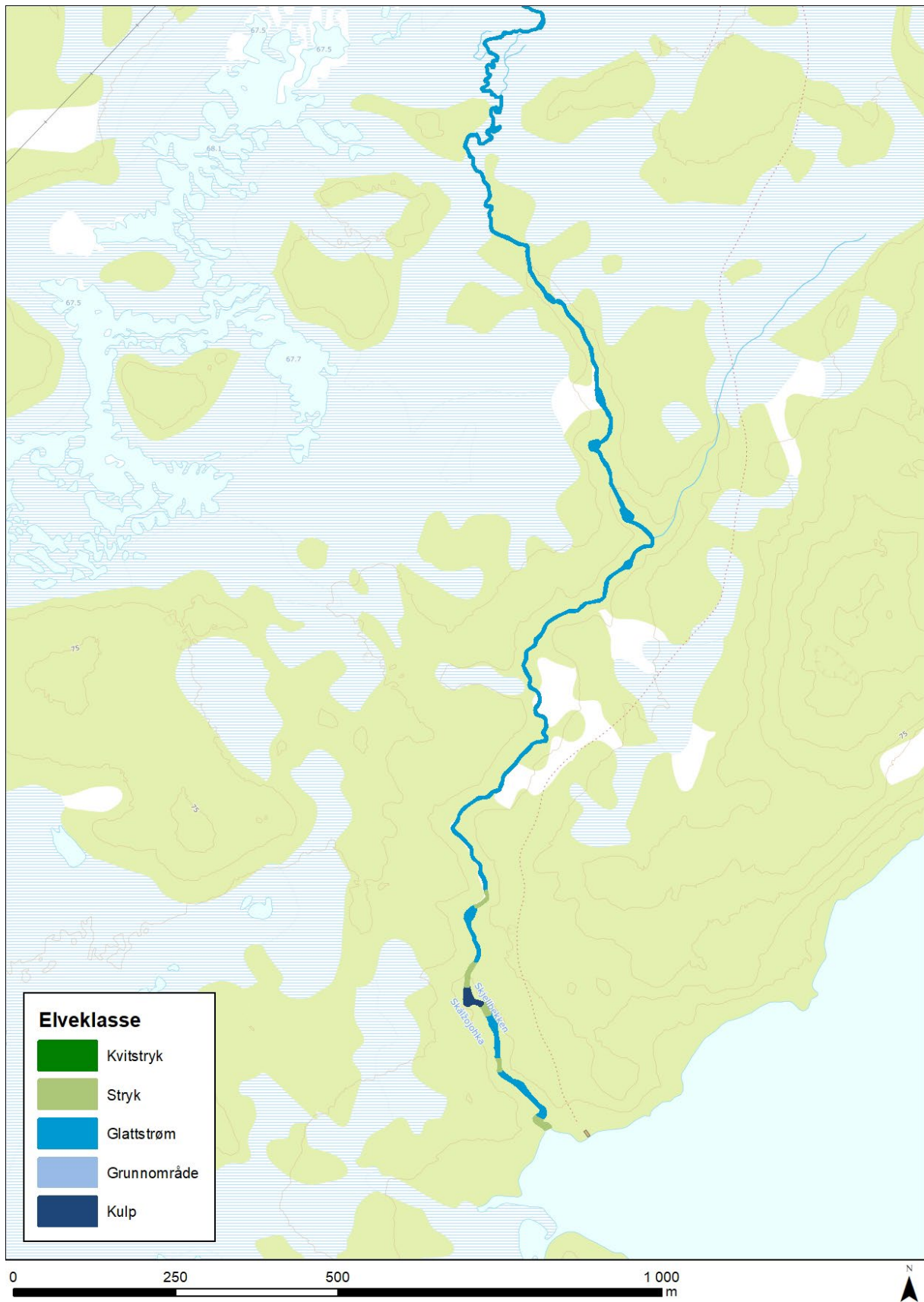
Sakteflytende kulp utgjorde 45 % av kartlagt areal i Skjellbekken.



Figur 38. Habitatkart med elveklasse og gyteområder for øvre del av Skjellbekken kartlagt september 2022.



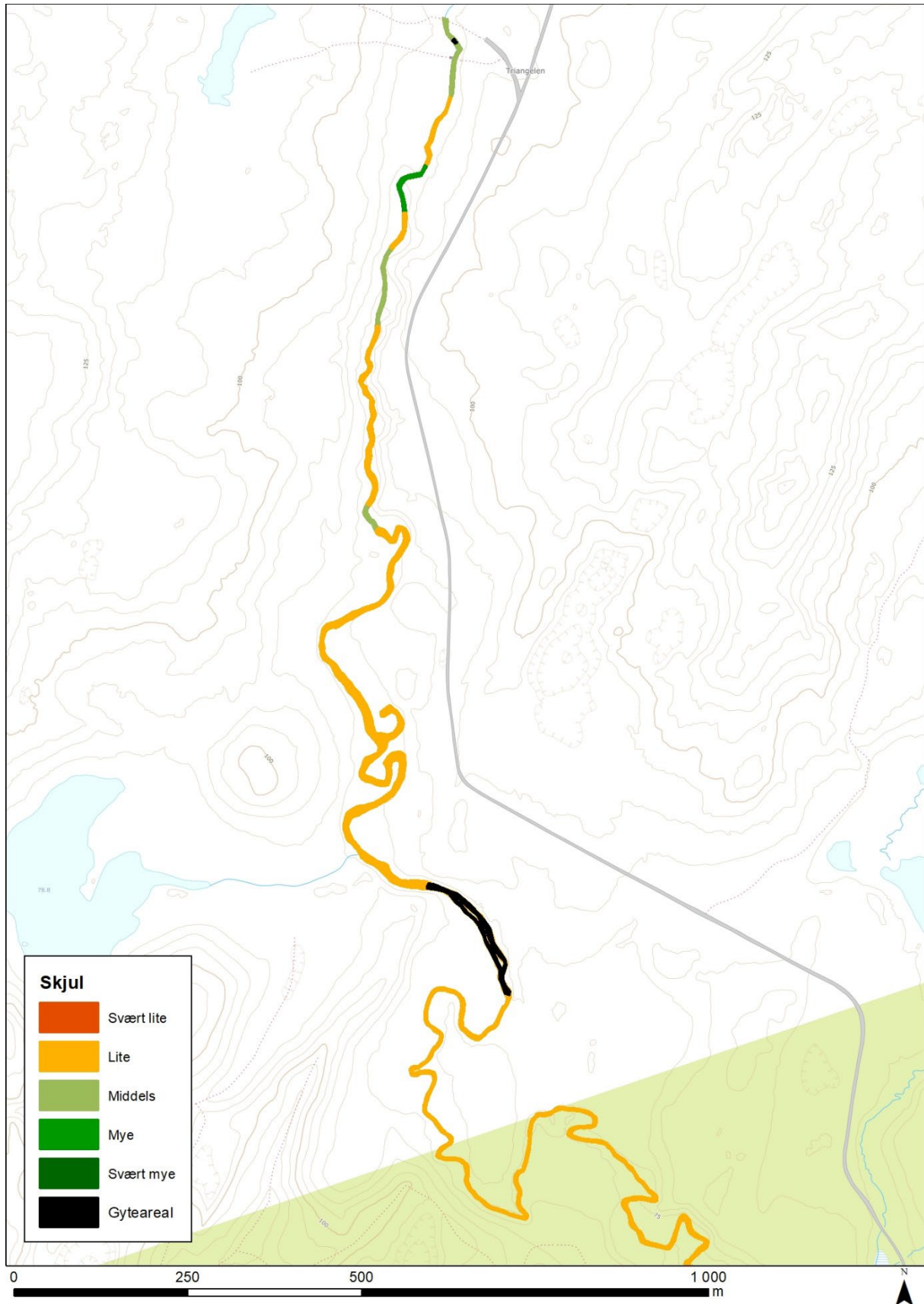
Figur 39. Habitatkart med elveklasse og gyteområder for midtre del av Skjellbekken kartlagt september 2022.



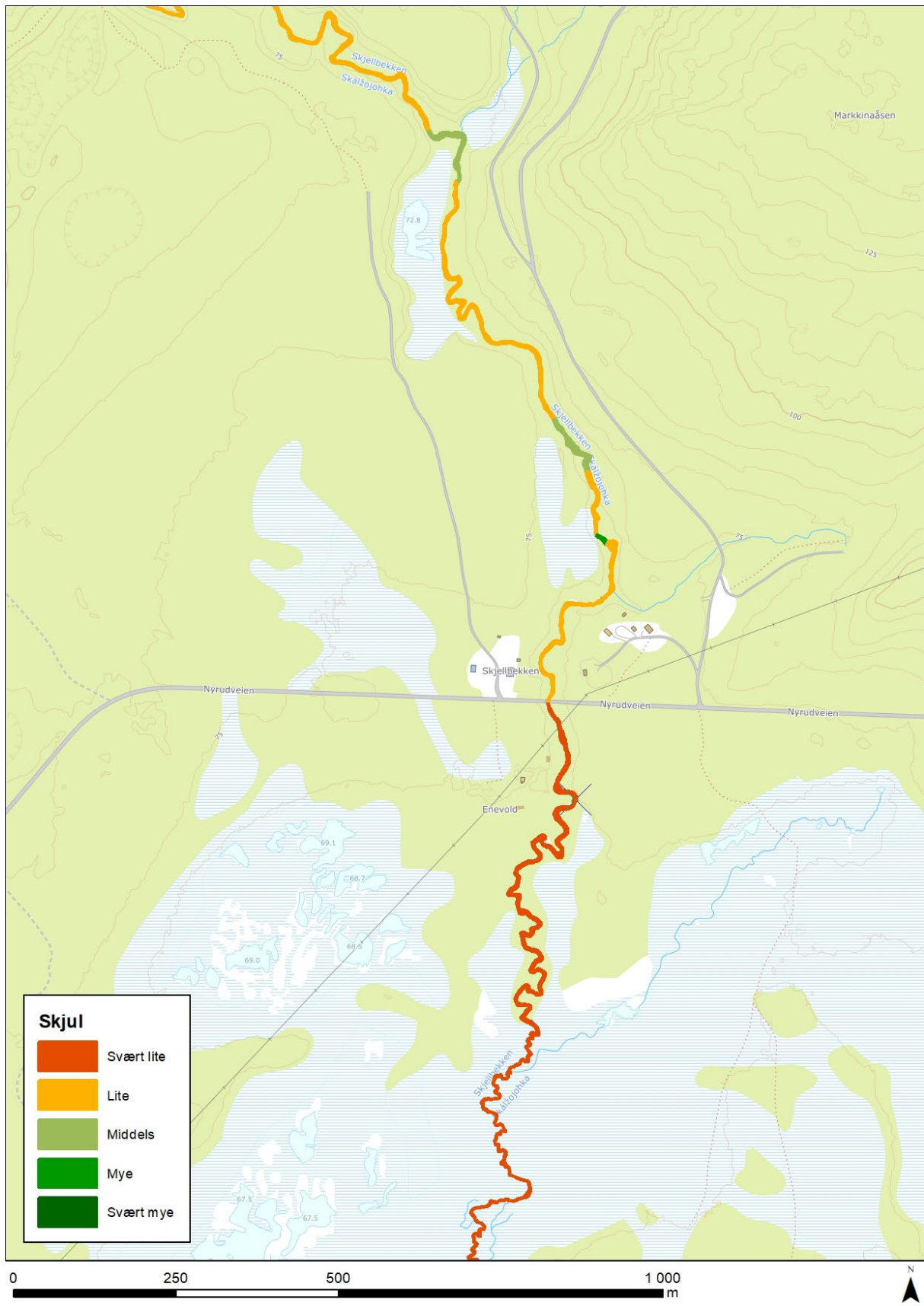
Figur 40. Habitatkart med elveklasse og gyteområder for nedre del av Skjellbekken kartlagt september 2022.



Øvre del av Skjellbekken hadde noen strykpartier med blokk og stein i bunnen, mens store deler av bekken var sakteflytende med grus og sand i bunnen. Det ble observert flere områder med flekkvis gyting.



Figur 41. Habitatkart med vektet skjul og gyteområder i øvre del av Skjellbekken kartlagt september 2022.



Figur 42. Habitatkart med vektet skjul og gyteområder i midtre del av Skjellbekken kartlagt september 2022.



Figur 43. Habitatkart med vektet skjul og gyteområder i nedre del av Skjellbekken kartlagt september 2022.

Vurdering av bekken som ungfisk- og gytehabitat

Tilgangen til hulrom i elvebunnen er dårlig i store deler av Skjellbekken og bekken havner i kategorien «lite skjultilgang». Det er lite tilgjengelige gytearealer, noe som medfører til kategoriseringen: «lite gytehabitat». Totalvurderingen, basert utelukkende på habitatkvalitet, tilsier derfor dårlige skjul- og gytemuligheter i Skjellbekken. Ved kartleggingen ble det nesten ikke observert ungfisk av ørret. Fiskeproduksjonen i bekken er ikke negativt påvirket av menneskelig aktivitet og den fremstår som en naturlig bekk. Skjellbekken har lange meanderende og dype strekninger med overhengende elvekanter som danner en spesiell habitattype. Veikrysning er åpen løsning og fungerer svært godt.

Aktuelle tiltak

Vi anbefaler ingen tiltak i denne bekken. Bekken fremstår som naturlig med en lav naturlig fiskeproduksjon.



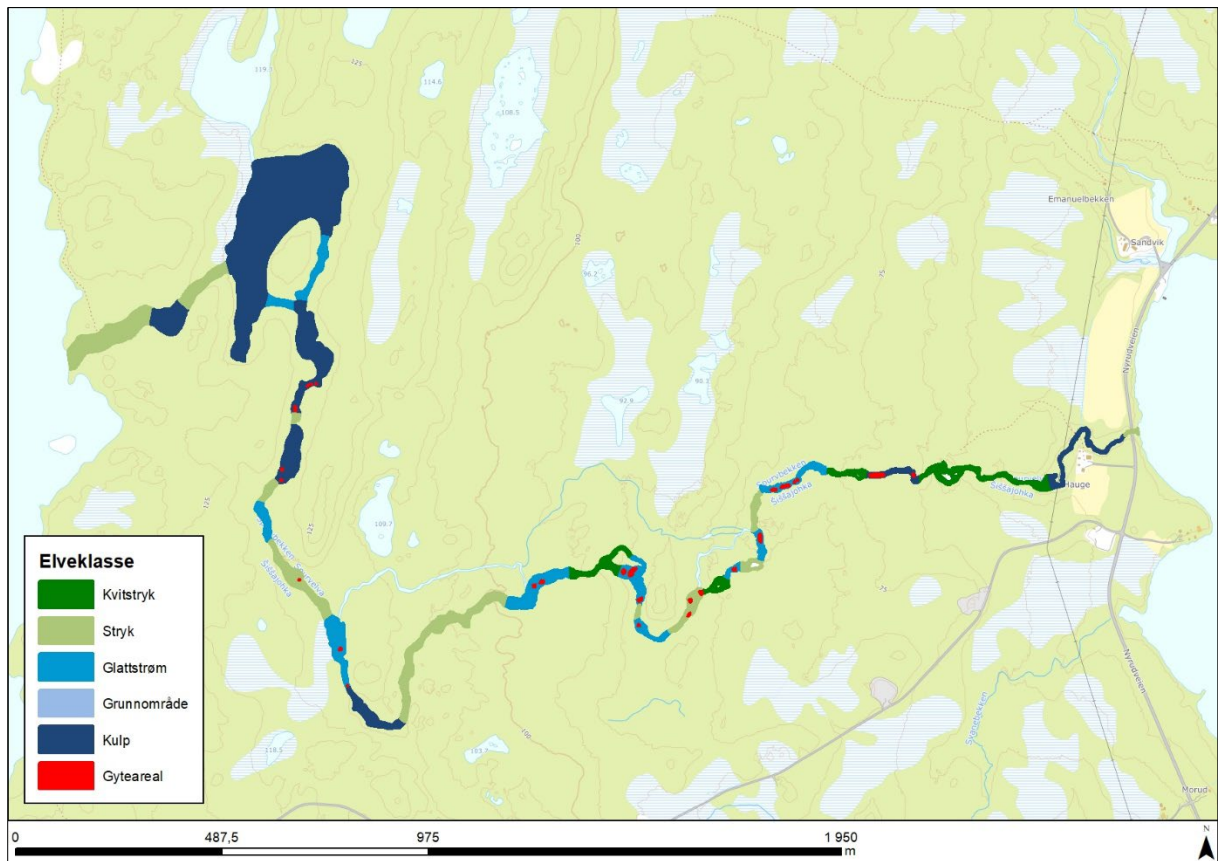
I den nedre delen rant Skjellbekken gjennom et myrlandskap med smale og dype meandre.

3.2.11 Spurbekken

Spurbekken ble kartlagt 07. september 2022 fra Lille Spurvvatnet og til utløpet i Pasvikelva ved Hage oppstrøms Vaggatemstryka. Denne strekningen er ca. 4,5 km lang og kartlagt areal var ca. 140 100 m². Bekken renner gjennom et skogdominert område med mye furu som fremsto uberørt. Fysiske forhold er vist i **Figur 44** og **Figur 45**. Bekken har flere kulper og sakteflytende partier avbrutt av mer hurtigrennende strykpartier. Bekken er dominert av mesohabitatklassen kulp (59 %) og stryk (21 %), mens glattstrøms og kvitstryk utgjør hhv. 14 % og 6 % (**Figur 44**). Ca. 450 m nedstrøms Lille Spurvvatnet renner bekken inn i et tjern som utgjør 42 % av bekkens areal. Dette tjernet er klassifisert som kulp. Bekkens substrat er dominert av stein (43 %) og blokk (41 %), mens mudder og grus utgjør hhv. 12 % og 1 % av bekkearealet. Resterende bekkearealet var fjell (2 %) og grus (1 %). Skjulforholdene for ungfisk var gode. 65 % av arealet hadde middels skjul, mens 30 % hadde mye skjul. Kun 5 % av bekkearealet hadde lite skjul (**Figur 45**). Totalt utgjorde gyteområdene kun 0,3 % av kartlagt areal, tilsvarende lite mengde gyteområder (**Figur 45**). Grus utgjør bare 1 % av substratet i bekken. Imidlertid ble det observert en god del flekkvise gytearealer (små flekker) og den romlige fordelingen av gytemulighetene er gode. I Spurbekken er tilgangen til mengde gytearealer begrensende for fiskeproduksjonen.



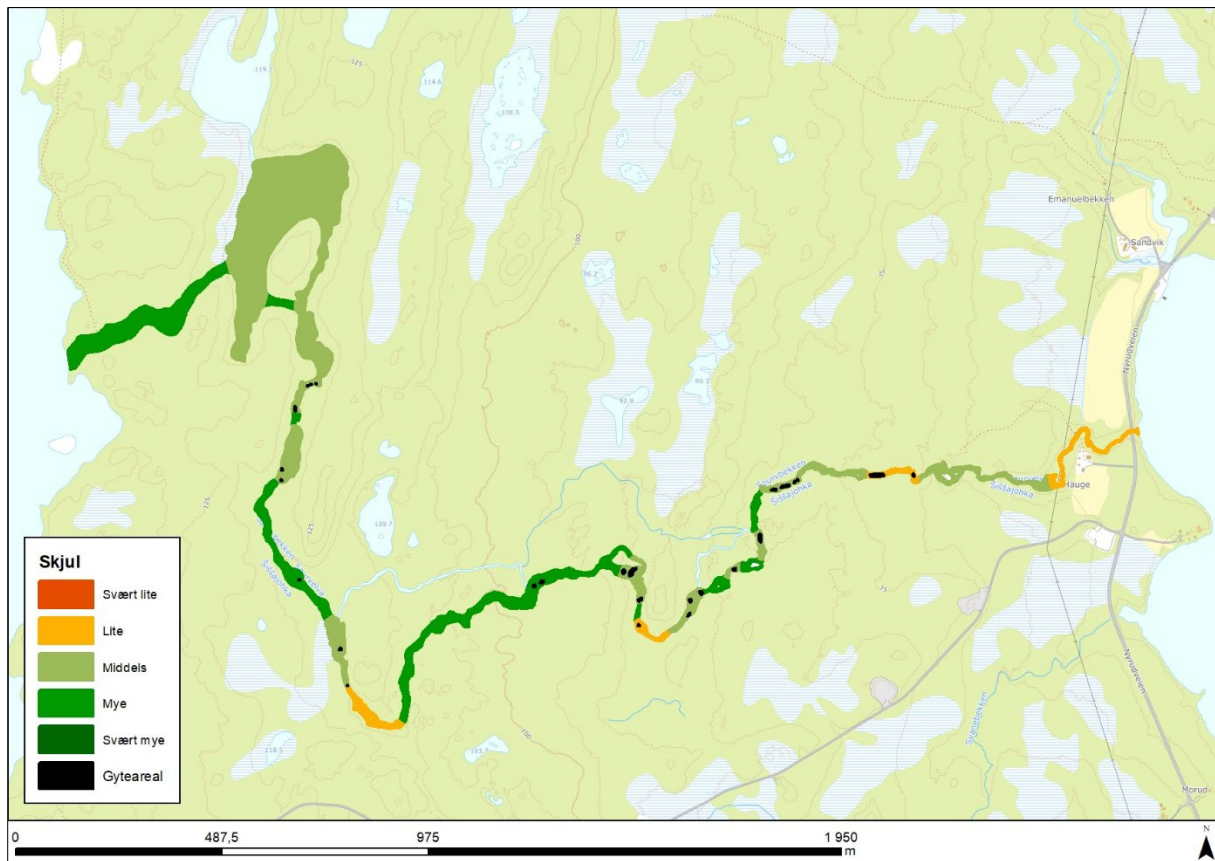
Sakteflytende kulp utgjorde 60 % av kartlagt areal i Spurbekken.



Figur 44. Habitatkart med elveklasse og gyteområder for Spurbekken kartlagt september 2022.



Stryk og kvitstryk utgjør totalt 27 % av kartlagt areal i Spurbekken. Mye tyder på at Spurbekken har en historie med tømmerfløting siden det var spor som tydet på etablerte renner i bekken.



Figur 45. Habitatkart med vektet skjul og gyteområder i Spurvbekken kartlagt september 2022.



Det ble observert flere grusflekker som bidrar med romlig fordeling av gytemulighetene i Spurvbekken.

Vurdering av bekken som ungfisk- og gytehabitat

Tilgangen til hulrom i elvebunnen er meget god i store deler av Spurbekken og bekken havner i kategorien «mye skjultilgang». Det er derimot lite tilgjengelige gytearealer i bekken, noe som medfører til kategoriseringen: «lite gytehabitat». Totalvurderingen, basert utelukkende på habitatkvalitet, tilsier derfor gode skjulmuligheter, men lave gytemuligheter i Spurbekken. Dette gir en forventet moderat fiskeproduksjon. Imidlertid vurderes bekken skjønnsmessig som meget viktig for storørreten i Pasvikelva, siden det er en bra romlig fordeling av gyteområder og i tillegg flekkvise gytemuligheter og at det relativt store arealet bekken i seg selv utgjør er viktig for fiskeproduksjonen. Fiskeproduksjonen i bekken er ikke negativt påvirket av menneskelig aktivitet og den fremstår som naturlig. Veikrysning er åpen løsing og fungerer svært godt.

Aktuelle tiltak

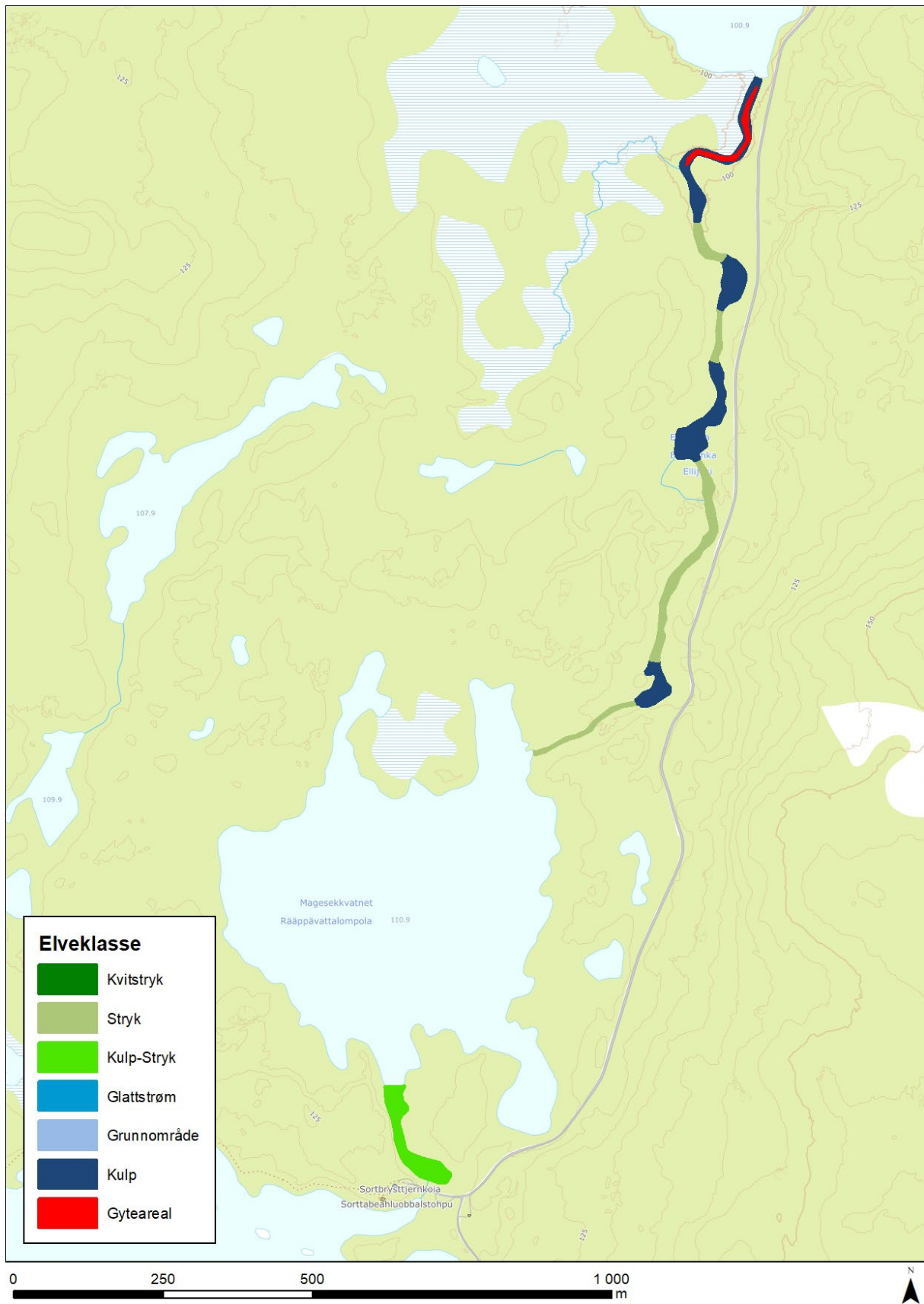
Det kunne med fordel ha vært etablert et nytt gyteområde ved å legge ut egnet gytegrus på utløpet av Lille Spurvvatnet. Vi anbefaler å legge ut ca. 100 m³ med gytegrus som dekker et areal på 500 m². Denne grusen kan legges ned i rennen i utløpskanalen.

3.2.12 Ellenelva

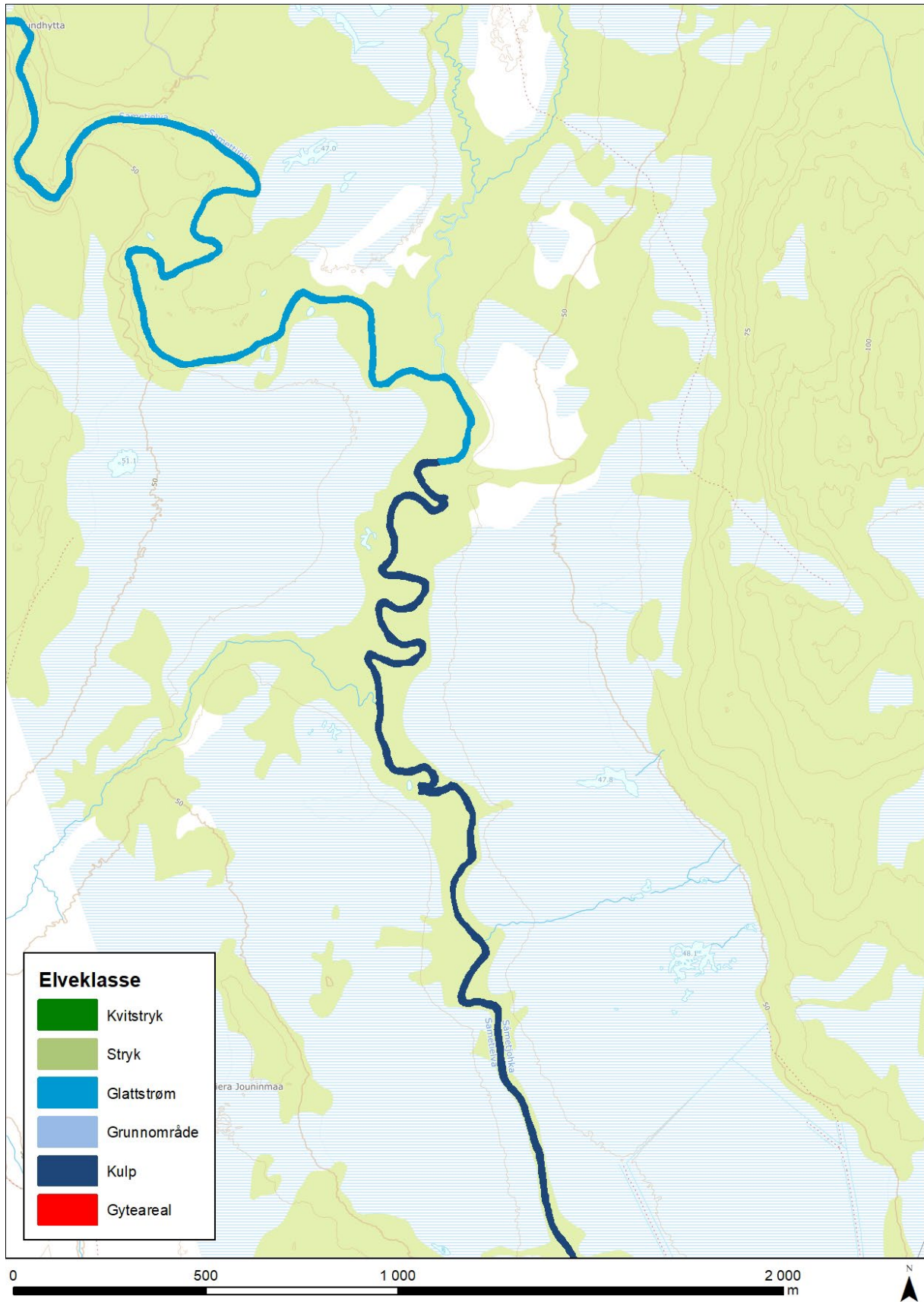
Ellenelva ble kartlagt 07. september 2022 fra Svartbrysttjønna og til utløpet i Pasvikelva ved Tjærebukta i Vaggatemvatnet. Denne strekning er ca. 7,5 km lang og kartlagt areal var ca. 207 300 m². Elven er den største på norsk side i øvre del av Pasvikelva og den nest største av elvene kartlagt i denne undersøkelsen. Elven renner gjennom et skogdominert område med mye bjørk som fremsto uberørt. Fysiske forhold er vist i **Figur 46 - Figur 48**. Elven har mange kulper og tjern avbrutt av hurtigrennende stryk. Det var tydelige spor etter tømmerfløting og det var flere steder gravd ut tømmerrenner. Totalt utgjør mesohabitat kulp hele 83 % av totalt kartlagt bekkeareal, mens stryk og kvitstryk utgjør samlet 16 % og glattstrøms 1 % (**Figur 49 - Figur 51**). Elvens substrat er dominert av mudder (31 %), blokk (26 %) og stein (26), mens sand og grus utgjør hhv. 9 % og 8 %. I kulpene og innsjøene observerte vi mudderet, mens det i de mer strømrrike partiene var mye blokk og stein. Skjulforholdene for ungfisk var gode. 48 % av arealet hadde mye skjul, mens 5 % hadde middels skjul. 47 % av bekkearealet hadde lite skjul. Totalt utgjorde gyteområdene kun 0,5 % av kartlagt areal, tilsvarende lite mengde gyteområder (**Figur 49 - Figur 51**). Spesielt i de midtre og i den helt øvre delen mangler det tilgang til gytegrus. I Ellenelva er tilgangen til mengde gytearealer derfor begrensende for fiskeproduksjonen.



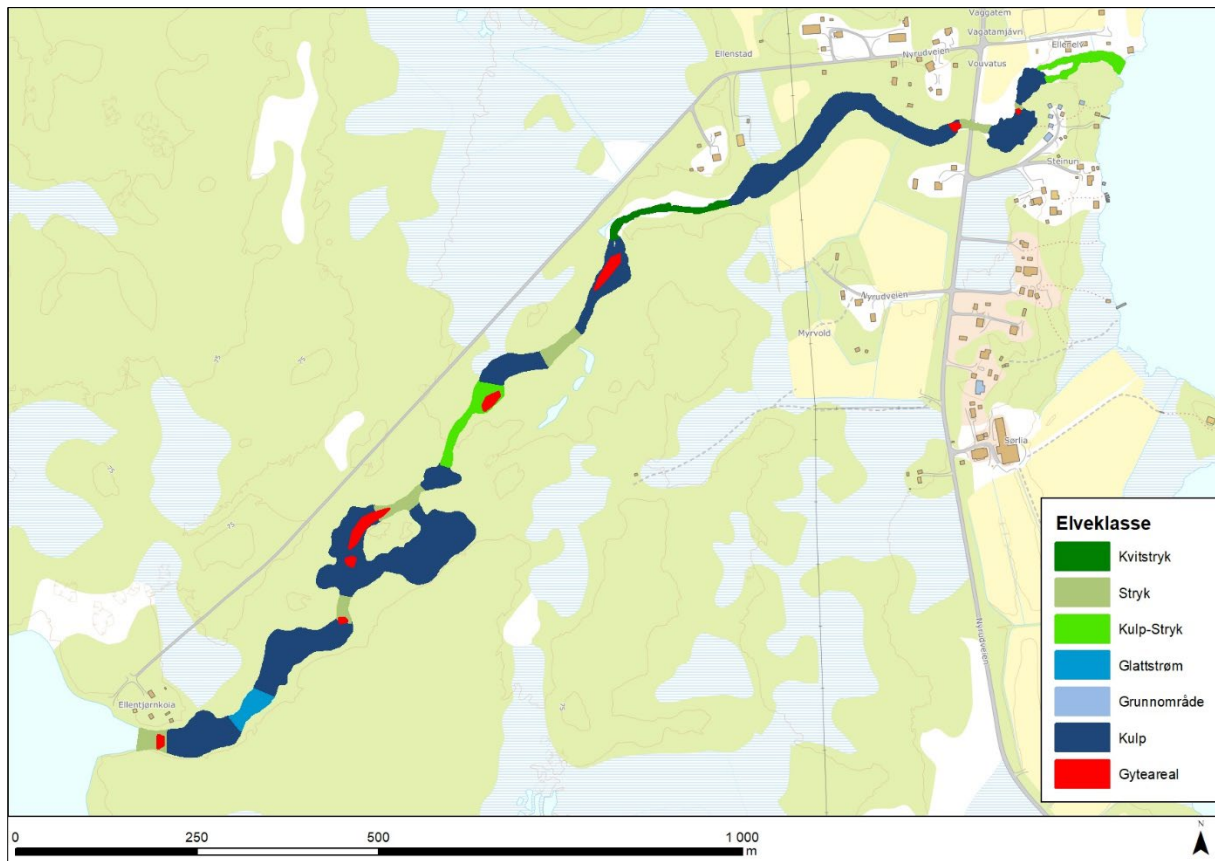
I øvre del av Ellenelva var det mye blokker og bra med skjulmuligheter for store og små fisk.



Figur 46. Habitatkart med elveklasse og gyteområder for øvre del av Ellenelva kartlagt september 2022.



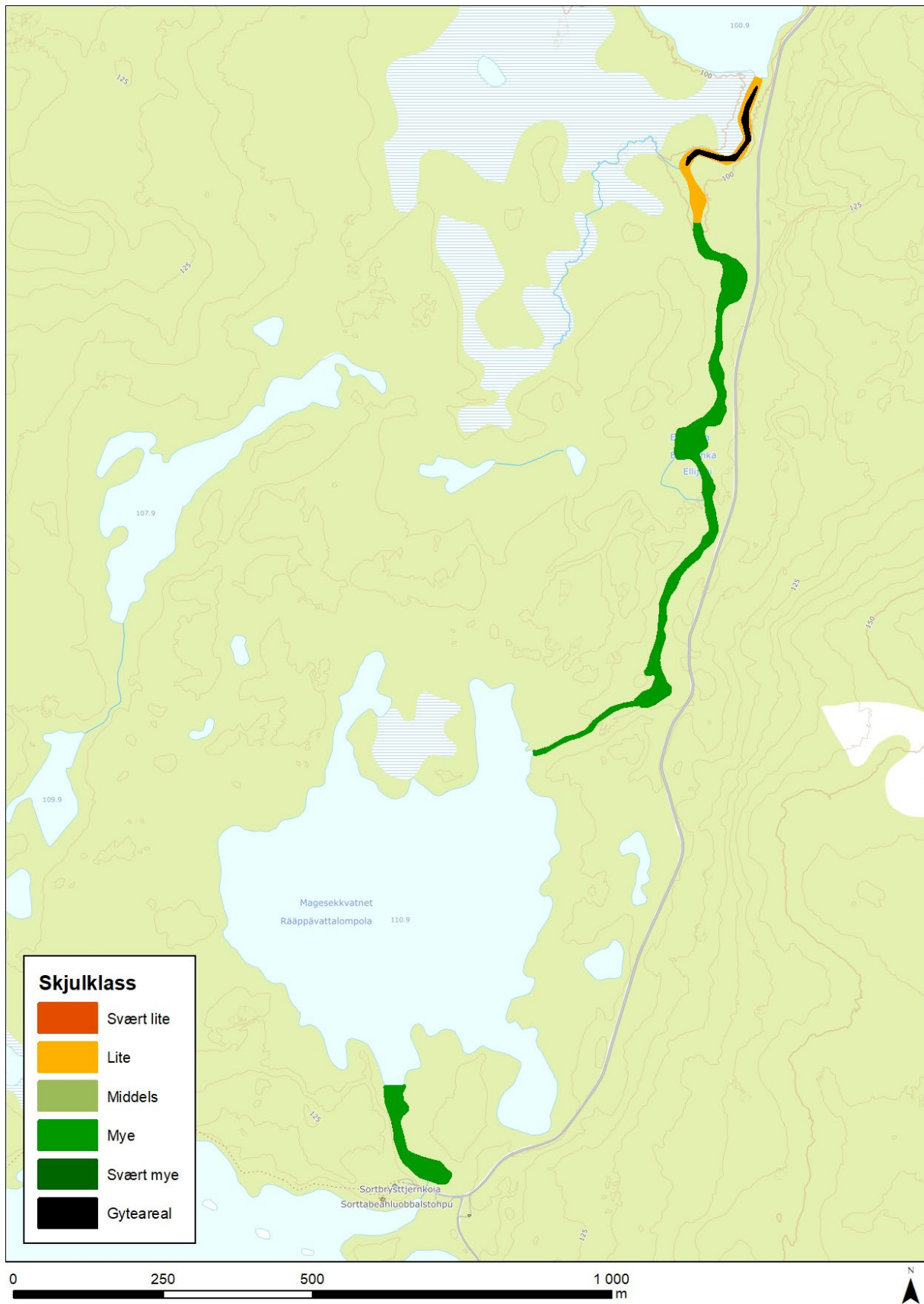
Figur 47. Habitatkart med elveklasse og gyteområder for midtre del av Ellenelva kartlagt september 2022.



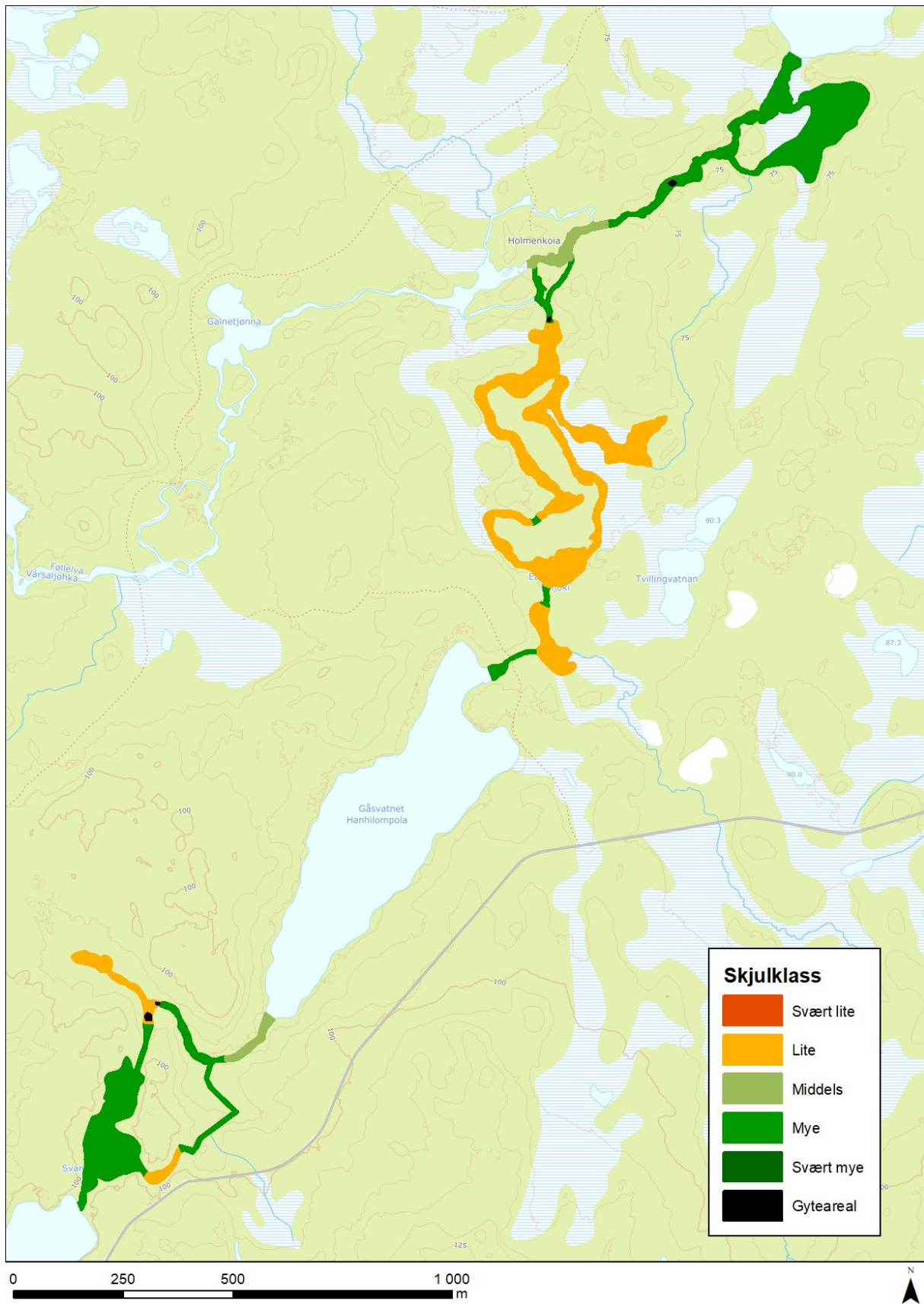
Figur 48. Habitatkart med elveklasse og gyteområder for nedre del av Ellenelva kartlagt september 2022.



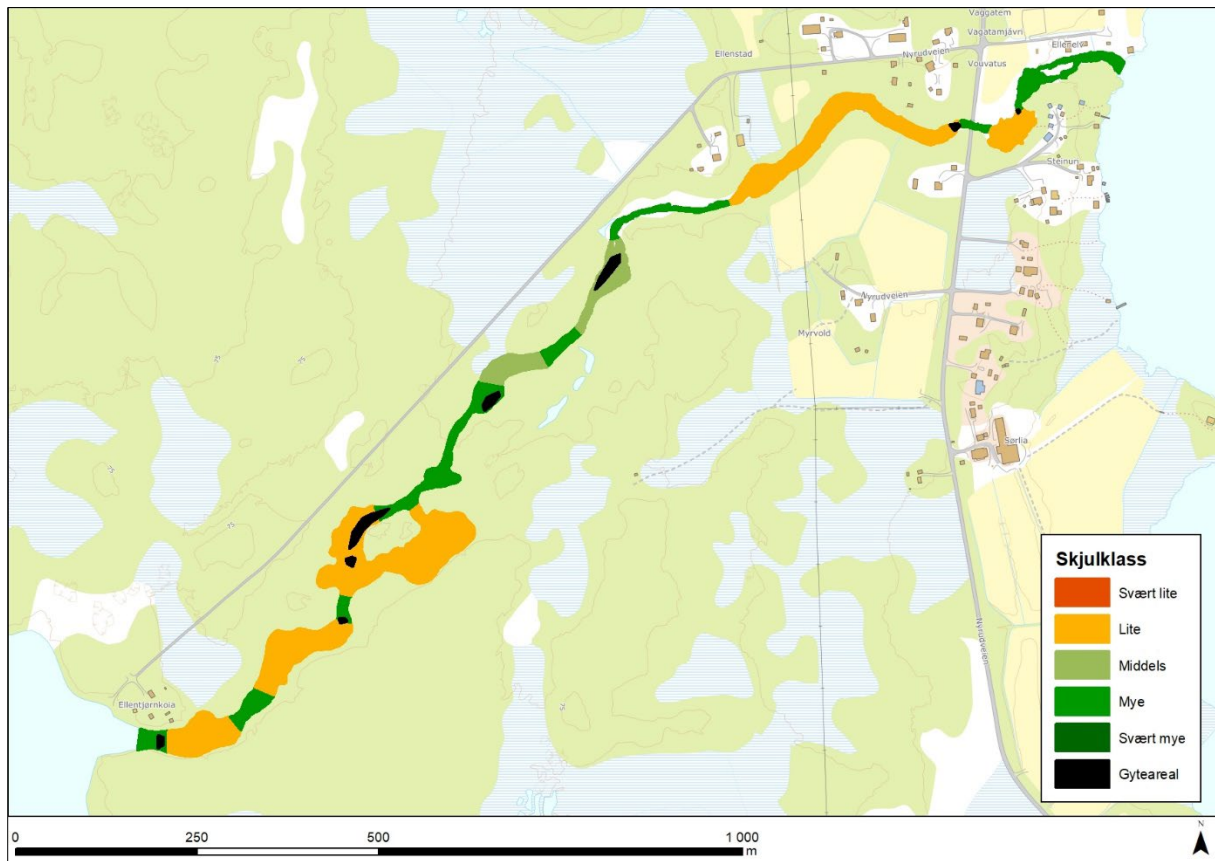
Flere steder ble det observert tømmerrenner i elva.



Figur 49. Habitatkart med vektet skjul og gyteområder i øvre del av Ellenelva kartlagt september 2022.



Figur 50. Habitatkart med vektet skjul og gyteområder i midtre del av Ellenelva kartlagt september 2022.



Figur 51. Habitatkart med vektet skjul og gyteområder i nedre del av Ellenelva kartlagt september 2022.



Flere store loner utgjør viktig habitat og øker habitatkvaliteten for fisk i Ellenelva.

Vurdering av elven som ungfisk- og gytehabitat

Tilgangen til hulrom i elvebunnen er meget god i store deler av Ellenelva og elven havner i kategorien «mye skjultilgang». I tillegg er vannvegetasjon både bra som skjul for fisk og bidrar med økt mattilgang. Det er derimot lite tilgjengelige gytearealer i elven, noe som medfører til kategoriseringen: «lite gytehabitat». I den nedre delen er tilgangen ganske bra, men i midtre og øvre del er det få gytemuligheter. Totalvurderingen, basert utelukkende på habitatkvalitet, tilsier derfor gode skjulmuligheter, men lave gytemuligheter i Ellenelva. Dette gir en forventet moderat fiskeproduksjon. Imidlertid vurderes elven skjønnsmessig som en meget viktig sidebekk for storørreten i Pasvikelva grunnet det svært store tilgjengelige arealet og stor hydromorfologisk variasjon. Fiskeproduksjonen i elven er ikke negativt påvirket av menneskelig aktivitet og den fremstår som naturlig. Veikrysning er åpen løsning og fungerer svært godt.

Aktuelle tiltak

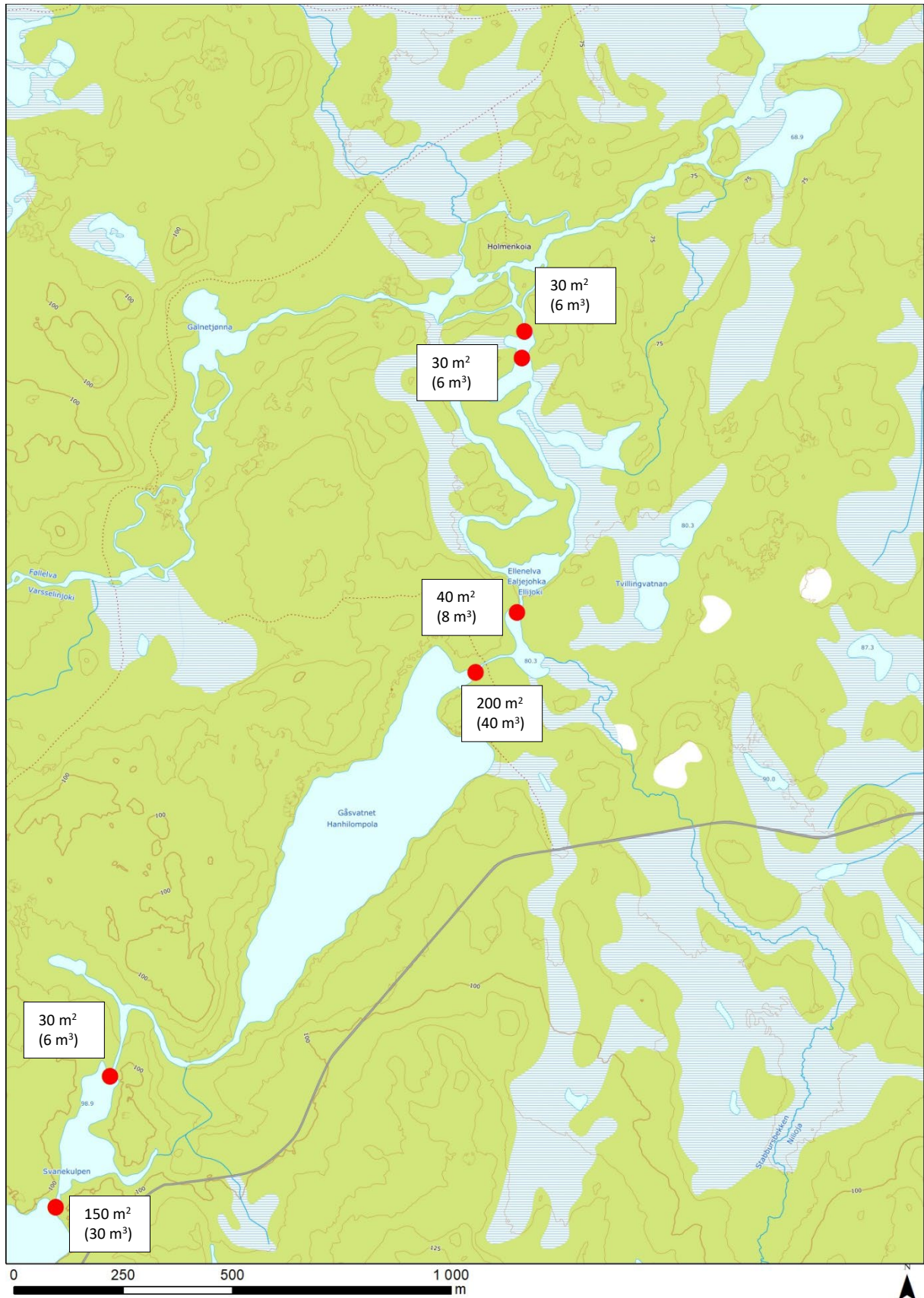
Vi anbefaler etablering av flere gyteplasser for storørret i Ellenelva (**Figur 52 - Figur 54**). Totalt anbefaler vi at det legges ut ca. 186 m³ med gytegrus fordelt på 15 lokaliteter som dekker et areal på 930 m².



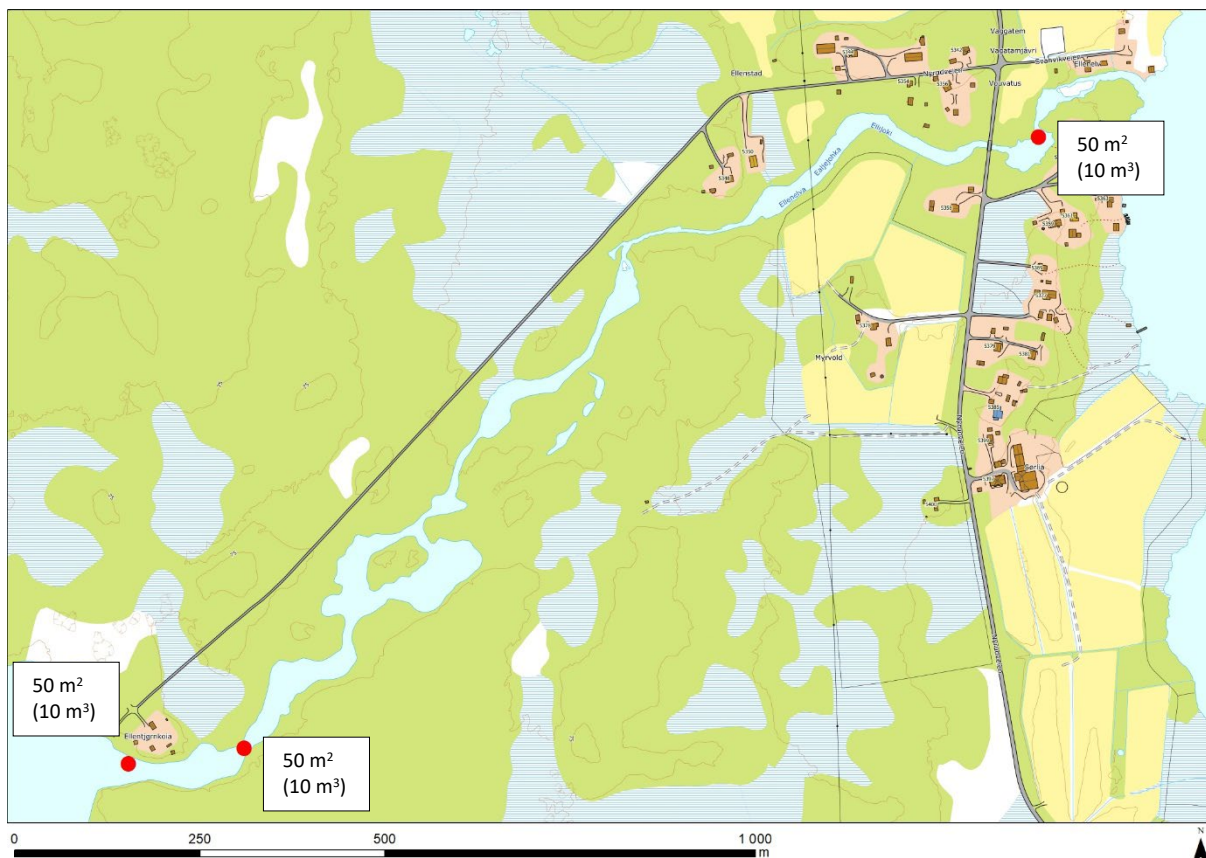
På utløpet av Svartbrysttjønnna anbefales det å legge ut gytegrus som dekker et areal på 50 m², tilsvarende en mengde på 10 m³ gytegrus. Det er enkel tilkomst til lokaliteten.



Figur 52. Forslag til lokaliteter hvor det kan legges ut gyttegrus i øvre del av Ellenevka.



Figur 53. Forslag til lokaliteter hvor det kan legges ut gytegrus i midtre del av Ellenelva.



Figur 54. Forslag til lokaliteter hvor det kan legges ut gytegrus i nedre del av Ellenelva.

4. Forslag til tiltak for storørret i Pasvikelva

Pasvikelva er betydelig påvirket av regulering grunnet produksjon av vannkraft. Det er etablert fem russiske og to norske kraftstasjoner i vassdraget som umuliggjør oppvandring av fisk. I tillegg påvirkes det fysiske habitatet sterk ved at strømrrike strekninger er demmet ned og fiskearter som sik, abbor og gjedde har fått forbedret levevilkår, mens mer lotiske arter har fått en forverring. Disse kunstige vandringsbarrierene for fisk som kraftstasjonene utgjør, vil og kunne påvirke den genetiske sammensetningen av den storvokste og viktige pasvikørreten. Melkefoss og Skogfoss kraftverk, som begge er norske, forhindrer ørreten i å ta i bruk store arealer (**Tabell 10**). Opp- og nedvandring på strekningen helt nede fra Skoltefoss til Hestefoss kan benyttes av den storvokste pasvikørreten om det etableres **vandringsveier** i Melkefoss og Skogfoss, og et areal på hele 133 km² vil være tilgjengelig. Dette vil i tillegg gjøre samtlige undersøkte bekker tilgjengelige for storvokst pasvikørret som i dag oppholder seg nedstrøms Skogfoss og Melkefoss. I tillegg blir flere av bekkene på russisk side også tilgjengelige, men disse har man ikke så god kjennskap til (Amundsen mfl. 2005).

Vi anbefaler i tillegg at det legges ut **gytegrus** som habitattiltak på utvalgte strekninger i Harefoss, Randastrykene og i Vaggatem,- Ulve- og Steinstryka samt i Sametielva,

Spurbekken og i Ellenelva . Videre foreslår vi å **rippe** en strekning i Harefoss for å bedre skjulmulighetene for ungfisk i forbindelse med foreslått tiltak med å legge ut gytegrus.

Tabell 10. Oversikt over areal for ulike strekninger i Pasvikelva og sidebekker som ble kartlagt høsten 2021 og 2022.

| Strekning | Areal (km ²) | % av totalt areal |
|------------------------|--------------------------|-------------------|
| Skoltefoss – Melkefoss | 62,5 | 46,93 |
| Melkefoss – Skogfoss | 2,1 | 1,58 |
| Skogfoss – Hestefoss | 68,0 | 51,05 |
| Sametibekken | 0,21 | 0,16 |
| Skjellbekken | 0,03 | 0,02 |
| Spurbekken | 0,14 | 0,11 |
| Ellenbekken | 0,21 | 0,16 |
| Totalt areal | 133,2 | 100 |

4.1 Naturtypisk fiskepassasjer forbi Melkefoss,- og Skogfosdammen

I Pasvikelva er det aktuelt å lage fiskepassasjer utformet som naturtypiske omløp forbi Melkefosdammen og Skogfosdammen. Typer av omløp velges etter formål og lokale forhold og det må gjøres en vurdering av begge lokalitetene. De må ha en velplassert inn- og utgang for å kunne fungere. Inngangen må være lokalisert der fiskene naturlig søker etter en vandringsvei. Ofte er dette rett ved vandringsbarrieren, men dette varierer mellom arter og aldersklasser. Det kan derfor være nødvendig å etablere flere innganger til passasjen. I tillegg kreves forskjellig utforming for opp- og nedvandring. Nedvandring krever dessuten ofte finmaskete varegrinder og/eller ledeelementer for å kunne oppnå en passasjeeffektivitet på over 90 %. Omløp må ha riktig utforming for å kunne fungere, og de må ha tilstrekkelig vannføring ved ulike vannføringer i elva. Fiske fosser og omløp betraktes som tiltak for å fremme konnektivitet. De er kunstige anlegg som krever vedlikehold og en form for drift, og de kan derfor ikke anses som restaureringstiltak. **Tabell 11** gir en oversikt over mulige løsninger og passasjetyper i Pasvikelva. I **Tabell 12** sammenfattes designkriterier som skal legges til grunn for at trappene skal fungere etter hensikten. Nedenfor følger ulike mulige løsninger for opp- og nedvandring for storørreten forbi kraftverkene i Pasvikelva. Valg av passaseløsning må baseres på fysiske forhold ved det enkelte anlegg.

Et naturtypisk omløp bør være førstevalget når en barriere verken kan fjernes eller kombineres med rampe, og det samtidig er tilstrekkelig plass til omløpet. Det har blitt dokumentert god funksjonsevne for oppvandring av fisk, også for svømmesvake fiskearter, ungfisk, og for bunndyr (Calles et al. 2013, Calles et al. 2015). Også for nedvandring kan denne typen bypass benyttes (Nyquist et al. 2017), men det kreves da oftest tilleggsstrukturer i hovedelven (f.eks. fysiske hindringer som en varegrind eller

ledeelementer for å lede fisk inn i det naturtypiske omløpet). I tillegg til å fungere som vandringsvei skapes det også naturtypiske habitater i omløpet. Det kan f.eks. være aktuelt å lage gyteplasser for storørret i omløpene.

Tabell 11. Calles m. fl. (2013), AG-FAH (2011), Seifert (2016) og Fjeldstad et al. (2018) foreslår følgende prioritering ved løsninger for å fremme oppvandring. Prioritering 3 er aktuelt i Pasvikelva.

| Prioritering | Fiskepassasje | Arter | Anmerkninger |
|--------------|--|---|--|
| 1 | Fjerning av barrieren | Alle fiskearter i ferskvann | Fungerer også for nedvandring. Ved kraftverk vil barrierer ofte ikke kunne fjernes. I restfelt og minstevannføringsstrekninger kan dette være en effektiv og realistisk løsning. |
| 2 | Naturtypiske ramper og celleterskler | Alle fiskearter i ferskvann | Fungerer også for nedvandring. Lengde vil variere med høyden av barrieren og løsningen brukes oftest for barriere under 5 m høyde. |
| 3 | Naturtypiske omløp | Alle fiskearter i ferskvann | Trenger mere plass enn trapper, men gir i tillegg habitatfunksjon som f.eks. gyteplasser |
| 4 | Spaltetrapper | Alle fiskearter i ferskvann | Trenger mindre plass en naturtypiske omløp og kan likevel gi god passasjeeffektivitet. |
| 5 | Kulpetrapp | Laks, sjøørret, storørret Med bunnutsparing også gulål | Kan være enda kortere enn spaltetrapper, men er best egnet for svømmesterke arter og aldersklasser |
| 6 | Andre trappeløsninger (Deniltrapper, heiser ol.) | Ofte selektiv for få arter og størrelser | Bør bare velges i spesielle tilfeller og under særegne forhold |

Tabell 12. Designkriterier for tekniske trapper. "Godt egnet": Full konnektivitet mulig. Ved riktig utforming kan potensielt alle aldersklasser av arten vandre med en passasjeeffektivitet større enn 90 %. "delvis egnet": Selektiv konnektivitet. Ved gunstig utforming kan visse størrelsesklasser vandre til visse tider av året. "ikke egnet": Ingen konnektivitet. Fisk kan bare unntaksvis passere.

| Type tiltak | Laks | Resident ørret | Harr | Gulål | Glassål |
|--------------------------------------|---------------------|----------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------|
| Andre arter/økotyper | Sjøørret, storørret | Røye | Sik, stam, mort, gullbust, lake, asp | Brasme, sørv, abbor, gjedde, gjørs | |
| Fjerning av barrieren | godt egnet | godt egnet | godt egnet | godt egnet | godt egnet |
| Naturtypiske ramper og celleterskler | godt egnet | godt egnet | godt egnet | godt egnet | godt egnet |
| Naturtypiske sideløp | godt egnet | godt egnet | godt egnet | godt egnet | godt egnet |
| Spaltetrapper | godt egnet | godt egnet | godt egnet | godt egnet | ikke egnet |
| Kulpetrapp med bunnutsparing | godt egnet | delvis egnet | delvis egnet | delvis egnet | ikke egnet |
| Kulpetrapp | godt egnet | delvis egnet | delvis egnet | ikke egnet | ikke egnet |
| Deniltrapp | delvis egnet | delvis egnet | ikke egnet | ikke egnet | ikke egnet |



Eksempel på et lite omløp ved terskel med vanninntak i Apeltunelva i Bergen. Sideløpet til venstre for vanninntaket ble åpnet og sikret med stein. Fisk kan nå vandre fritt ved de fleste vannføringer. Tidligere kunne fisk bare passere ved større flommer (vannføringsavhengig vandringshinder). Sideløpet ble lagt slik at vanninntaket fortsatt fungerer etter hensikten (bidrag til sirkulering av brakkvannspoll). Kostnader 4 timer dugnad (Bergen Sportsfiskere).



Omløp kan ha større omfang, f.eks. som her «Blekeløpet» i Otra. Det er 460 m langt, utformet som naturtypisk elveløp av kulp-stryk-type, har dynamisk substrat i erosjonssikrete rammer, og 7- 24 m bredde. $Q_{dimensjonerende}$ er 3-15 m³/s, gradient er 0,002-0,008 (Statens Vegvesen, Agder Energi, Uni Research Miljø LFI, 2012). Kostnaden var 2,5 MNOK.

Utforming

Inngangen til passasjen bør ha en tydelig lokkestrøm for fisk. Den bør ligge like ved vandringsbarrieren, og i vandringsveien til fisken. Dette øker sannsynligheten for at vandrende fisk finner inngangen til passasjen. Inngangsområdets beliggenhet kan variere ved forskjellige vannføringer og for ulike arter. Dette bør tas hensyn til ved utformingen, f.eks. med V-formet profil, spalteformete overganger i dypålen og høy ruhet. I større elver og i flerartssamfunn kan flere innganger være nødvendig. Også ved vanninntaket er en spalteformet utforming som går ned til elvebunnen gunstig, siden en slik utforming tåler et bredt spekter av vannføringer. Det trengs ikke nødvendigvis luker som kan styre vannføringen i omløpet, men slike kan likevel være praktiske. Luker må imidlertid ikke stenge vandringsveien. Derfor bør en luke åpne utsparingen fra siden, slik at det oppstår en vertikal spalte ved åpning. Også nålestengsler tillater denne typen reguleringsmulighet, og har gitt gode resultater.



Nålestengsel for finjustering av vannføring inn i omløp

Selve omløpet føres som en elvestrekning forbi vandringshinderet, og ledes inn i eller ovenfor dammen. Løpet utformes slik at den tåler flommene i vassdraget. Mange naturtypiske omløp har blitt utformet som trinn-kulp-type vandringsveier, med stabile terskel-kulp sekvenser. Det er imidlertid også mulig å utforme omløpet med lavere gradient

og bedre habitatforhold for fisk, med stryk eller kulp stryk-sekvenser og dynamisk substrat, innenfor erosjonssikre grenser. For ørret kan høydeforskjellen på enkelttrinn være opptil 50 cm (gradient 0,05-0,1, energiomsetning $< 300 \text{ W/m}^3$). For store ørret i bratte elver og store omløp ($> 1 \text{ m}^3/\text{s}$) kan høydeforskjellen unntaksvis også være opptil 75 cm hvis det er en dyp kulp nedenfor. For harr anbefales en høydeforskjell på maksimalt 20-25 cm (gradient ca. 0,05 og med energiomsetning $< 200 \text{ W/m}^3$), og for karpfisker 10-15 cm (gradient 0,01-0,05 og med energiomsetning $< 150 \text{ W/m}^3$).

Det er ofte gunstig å etablere kantvegetasjon langs omløpet for å skape naturtypiske habitater, samtidig kan kantvegetasjon bidra til erosjonsbeskyttelse. Dimensjonerende vannføring for omløpet velges slik at det skapes en vandringskorridor med tilstrekkelig vanddyb. For de fleste arter i Norge vil dette ligge mellom 1 m i kulper og minst 0,3 m på stryk og terskler. Dumont et al. 2005 anbefaler som dimensjonerende vannføring i naturtypiske omløp minst $0,35 \text{ m}^3/\text{s}$ for harr og $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ for ørret. Vannføring er også avhengig av vassdragets størrelse. I Østerrike anbefales en vannføring i naturtypiske omløp som tilsvarer minst 5 % av middelvannføringen for vassdrag med normalvannføring $\leq 20 \text{ m}^3/\text{s}$ og minst 1 – 2 % for større vassdrag (AG-FAH 2011). Vi anbefaler å bruke dette som orientering, og å legge mest vekt på elvetype, artssamfunn og vannføring i hovedvandringsperioder. Tiltaket må dimensjoneres slik at det tåler flomvannføring. Dette kan bl.a. gjøres ved å skjerme for stor flomvannføring inn på inntaket til omløpet. Dimensjonering og planlegging av dette er beskrevet i vassdragshåndboka (Fergus et al. 2010).

Hvor og når?

- Førstevalg dersom barrieren ikke kan fjernes og det ikke kan bygges rampe.
- Lar seg innlemme som et naturtypisk element i landskapet.
- Trenger mer plass og ofte mer vann enn fisketrapp, men gir også habitatfunksjon.

Effekt

- Bra funksjonsevne; i beste fall full konnektivitet for oppvandrende fisk og bunndyr.
- Gir ekstra gyte- og oppvekstareal.

Varighet og vedlikehold

Varighet kan sammenlignes med et kunstig elveløp. Ved tilstrekkelig dimensjonering og vedlikehold, samt skjerming mot flommer og sedimenttransport, kan det medregnes en varighet på mange tiår.

Fiskepassasjen trenger vedlikehold, da særlig inntaket og utløpet. Også selve løpet trenger regelmessig tilsyn, særlig etter flommer. Drivgods eller sediment som tilstopper løpet eller

fyller kulper må fjernes. Ved behov må eroderte stein, forankringer, tetning og kantvegetasjon erstattes.

Pulg et al. (2020) dokumenterer kostnader på 81-584 NOK (snitt 440 NOK) pr. lengdemeter ved utforming av vassdrag på 2-7 m bredde (2017-kroner). I Skogfoss og Melkefoss er det trolig nødvendig å lage flere naturtypiske omløpsalternativer med varierende lengder for å sikre vandring av flere fiskearter. Et grovt kostnadsoverslag for å lage omløpsbekkene er 5 - 10 millioner NOK siden det trolig må utføres en del sprengningsarbeid. I tillegg kommer det kostnader i forbindelse med oppmåling, planlegging og utforming av detaljplaner.



Store gulål kan passere både ramper, naturtypiske omløp og spaltetrapper, men ikke i tradisjonelle kulpetrapper. Glassål og små gulål trenger egne åle passasjer.



Eksakt plassering av omløpsveier må vurderes basert på fysiske forhold og oppmålinger. Det må utføres befaring av områdene og gjøres nøye vurderinger før eventuelt omløpsvei velges ut.



Forslag til plassering av naturlige omløpsbækker som trolig vil fungere som vandringsveier for flere fiskearter ved Skogfoss og Melkefoss kraftstasjoner i Pasvikelva. Beliggenhet for disse omløpsbækkene må vurderes nøye med hensyn på de fysiske forholdene. Tiltakene krever oppmåling og nøye planlegging for å sikre vandring av fisk. Spesielt inngang og utgang av fiskepassasjen må legges på riktige steder slik at fiskene klarer å finne disse. Lengdene på disse omløpsbækkene vil trolig ikke overstige maksimum 700 m pr. omløpsbakk, men dette er usikkert og det kreves befaring og oppmåling med landmålingsutstyr for å kunne lage detaljplaner for vandringsløsninger. Grovt estimert kostnadsoverslag er ca. 5-10 millioner NOK.

4.1.1 Andre mulige fiskepassasjeløsninger i Pasvikelva

Spaltetrapp- generell beskrivelse og bruk

Spaltetrappen ble opprinnelig utviklet i USA for å håndtere store variasjoner i vannstand (Clay 1995). Den har i de siste tiårene blitt en av Europas mest populære trappetyper. Fisk kan svømme opp gjennom en spaltetrapp, uten at den trenger å hoppe. Siden denne typen trapp har spalter i tverrveggene, og et gjennomgående ru bunnssubstrat, kan også svømmesvake arter og livsstadier av fisk lettere vandre opp langs bunnen av trappen. Trappetypen tåler høy grad av vannstandsendringer, og betraktes som lite selektiv for arter og størrelsesklasser. Det er viktig å ha høy ruhet i bunnen som sikrer at småfisk kan vandre opp i strømskyggen. Det er ikke risiko for at fisk hopper mot betongvegger eller ut av en spaltetrapp, hvilket kan forekomme i kulpetrapper.

Utforming

Løsningen er godt egnet dersom vandringshinder ikke kan fjernes, ramper er uaktuelle og det ellers er lite plass langs elveløpet. Som ved andre bypassløsninger er det avgjørende å velge rett plassering av inngangen. Inngangen skal ligge der fisken leter etter en vandringsvei, hvilket ofte er like ved barrieren. Inngangen kan også plasseres utenfor en turbulent sone eller virvler, dersom effekten av slike utgjør selve barrieren. Spaltene skal ha samme høyde og bredde gjennom hele trappen, inkludert i inntaket. Siden gradienten kan avvike ved inntaket anbefales det å ha en justerbar spalte der, for eksempel et nålestengsel. Vannstrømmen i spaltene blir ledet med en hake på tverrvegg og en deflektor på sidevegg. Disse hindrer at vannstrømmen «kortsletter» direkte gjennom spalte til spalte, men i stedet svinger sidelengs/diagonalt i bassenget nedenfor og stuer seg opp der. Bunnssubstrat festes ved å støpe fast større stein (10-40 cm) og å legge grovgrus innimellom (5-10 cm, kan variere etter elvetype). Det anbefales å ha en jevn overgang fra bunnen i trappen til elvebunnen ovenfor og nedenfor.

For innlandstrapper med flerartssamfunn som er dominert av harr og resident ørret, anbefales en høydeforskjell på 20 cm, maks energiomsetning på 150 W/m^3 , og spaltebredde minst 0,2 m. Gradienten vil da vanligvis ligge rundt 0,07-0,09. I lavlandsvassdrag med karpefisk som dominerende arter, anbefales en høydeforskjell på 10-15 cm, energiomsetning på maks 150 W/m^3 og med spaltebredde minst 0,2 m. Gradienten vil da vanligvis ligge rundt $< 0,08$. Spaltetrapper med gjennomgående bunnssubstrat fungerer også for ål som er større enn glassål dersom gradienten ikke er for høyt.

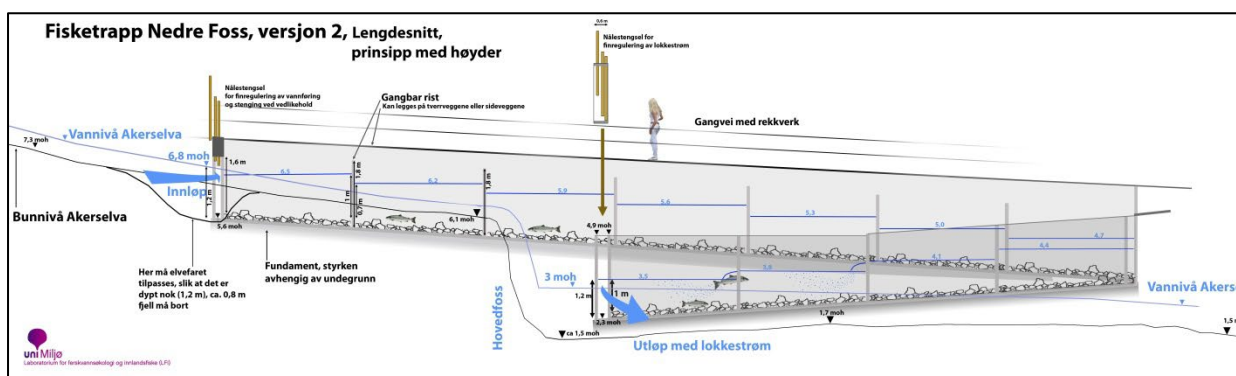
Hvor og når?

- Godt egnet hvis verken fjerning av barriere eller konstruksjon av rampe kan realiseres
- Når vannstand i vassdrag er svært varierende
- Når mye fisk skal kunne vandre raskt, skånsomt og uten å hoppe.
- Når også yngre/mindre fisk eller svømmesvake arter skal kunne vandre

Effekt: Bra funksjonsevne; i beste fall full konnektivitet for oppvandrende fisk og bunndyr.



Norges første spaltetrapp i Akerselva Oslo med typisk diagonalt strømningsmønster og gjennomgående bunnsstrat (Oslo kommune, Uni Research Miljø LFI, Norconsult, 2014).



Lengdeprofil gjennom spaltetrappen i Akerselva ved middel vannføring.

Varighet og vedlikehold

Varighet kan sammenlignes med betongkulpter. Levetid er i stor grad avhengig av betongkvalitet, sedimenttransport og isgang. Ved tilstrekkelig dimensjonering, fundament og betongkvalitet (veggstyrke vanligvis 20-30 cm) kan det regnes med en varighet på mange tiår. Fiskepassasjen trenger drift og vedlikehold, særlig i inntak og utløp, men også bassengene trenger regelmessig tilsyn, f.eks. etter flommer. Drivgods eller sediment som tilstopper spalter eller fyller bassenger må fjernes. Ved behov må erosjonsskader i betongvegger repareres.

Kostnader

Byggekostnader avhenger av en rekke forhold, deriblant terrengsituasjon og egenskaper samt tilkomstmuligheter. Pulg et al. (2020) beregnet 10 115 NOK per m³ for betongtrapper, med stor variasjon mellom enkeltprosjekter.



Harr tok i bruk de nye spaltene med en gang og svømte opp under byggearbeidet. Det er registrert en økning i antall passeringer av ørret og harr etter ombygging, men spesielt stor er økningen i antall vandrende sik. I tillegg er det registrert to nye arter i fisketrappa etter ombygging: Lake og gjedde. Prosjektet evalueres fortsatt og resultater vil rapporteres i løpet av vinteren 2018.



Fiskepassasje forbi Tolga kraftverk. Kombinasjon av dobbeltspaltetrapp (5 m³/s) og rampe ved lav vannføring (3 m³/s), og over hele terskelbredde ved høy vannføring gir fisken forskjellige muligheter for oppvandring, noe som kan være nødvendig i vassdrag med høy artsdiversitet. Regulant: Hafslund Eco/Opplandskraft, Prosjekterende: Norconsult i samarbeid med NINA Lillehammer. (Foto: Norconsult)

4.1.2 Løsninger for nedvandring

Nedvandringssløsninger forbi vannkraftverk må utformes annerledes enn oppvandringsomløp, fordi fisken i stor grad følger hovedstrømmen, som ved kraftverk oftest går i vanninntaket til turbinen. For nedstrømspassasje anbefales det derfor varegrind eller ledeelementer som leder fisken til en eller flere fluktåpninger der den kan passere trygt inn i et omløp forbi kraftverket (Larinier & Travade 2002, Fjeldstad et al. 2018). Med fluktåpning menes inngangen til omløpspassasjen, altså der man ønsker at fisken skal vandre inn. Spalteåpningene i varegrinden må i utgangspunktet være så små at fisk ikke kan passere mellom dem. Fisk skal helst ikke komme i direkte kontakt med ledeenheten, for å unngå at de blir skadet. Sannsynligheten for å få god funksjon av en varegrind er større jo mindre vinkelen på denne risten avviker fra hovedretningen til vannstrømmen. Calles m.fl. (2013) anbefaler en vinkel på 35 grader, relativt til hovedstrømmen. Skråstilte ledeelementer utformet som Louver-riste har delvis vist seg å være effektive (> 90 %) til å lede smolt til omløp. Louver er grove rister (>20 mm) som skaper et strømmønster langs den skråstilte risten som leder smolten (Calles m.fl. 2013). Slike rister har blitt brukt i større elver, der det

er vanskelig å installere finmaskete varegrind (< 20 mm). Ny forskning skal nå videreutvikle dette prinsippet og teste bruk av strømvirvler og turbulens aktivt til å lede smolt (<https://www.nina.no/fishpath>).

Løsninger som skal avskrekke og lede fisk (strøm, lys, lyd, luftbobler) har vist delvis, men ikke full effekt. Disse anbefales bare i kombinasjon med andre tiltak, eller dersom bruk av rister ikke kan gjennomføres. Både avskrekking og lokkeløsninger, f.eks. ekstra lokkestrøm, har blitt brukt i kombinasjon for å hjelpe fisken til å finne vandringsveien, særlig der vandringsveien ikke var i nærheten av kraftverksinntaket (Økland m.fl. 2013). Svært lange rister eller ledeelementer bør utstyres med flere fluktåpninger. Calles m.fl. (2013) anbefaler åpninger hver tiende meter. I nærheten av fluktåpningen bør det ikke være turbulens eller markerte endringer i vannhastighet, for å unngå fluktreaksjoner fra fluktåpningen (Ebel, 2013). Ved fluktåpningen, i og ved omløp kan det være områder med økt tetthet av fisk. Disse fiskene kan være desorienterte etter å ha passert gjennom ledeenheten og turbulente soner og være lett bytte for predatorfugler og -fisk (Bureau of reclamation 2006). Økt dødelighet på grunn av predasjon ved vandringsbarrierer og oppdemte strekninger kan gi større dødelighet enn selveste turbinpasseringer (Jepsen m.fl. 1998). Predasjon kan reduseres ved å tilrettelegge for rask nedvandring med jevn og rask strøm, uten bakevjer og med lite turbulens. Det kan lønne seg å lede omløp for fiskenedvandring forbi kraftverkskulpen til raskere stryk nedenfor. Ved inn- og utgang av omløp bør fysisk vern som netting mot fugl samt skremsel vurderes. Det må sikres at fisk som vandrer ned i omløp ikke blir stående og snur oppover igjen. Stoppesteder som kulper eller bakevjer i nedvandringsløp bør derfor unngås. Fisk bør skånsomt og raskest mulig ledes nedover til en lokalitet i elva der de kan fortsette sikker nedvandring (Ebel 2013). Løsninger for transport som har vist seg å fungere er flomluker (<10 m fall), rørtransport og også tanktransport (trap and truck) når fisken må passere flere vannkraftverk.

Konklusjon: Sikker nedvandring handler om 1) å hindre fisk i å trenge inn i kraftverksinntak, og 2) å lede den raskt forbi kraftverksstrukturer, slik som dammer. I teksten nedenfor presenteres løsninger som regnes som mønsterpraksis for nedstrøms fiskevandring forbi kraftverksstrukturer, for ål, harr, ørret og laks, basert på dagens kunnskap.

Fluktåpninger og finmasket varegrind foran vanninntak

Den eneste sikre løsningen for å hindre at fisk går inn i vannkraftinntak er en finmasket varegrind, med spalteåpning mindre enn fiskens bredde. For smolt av laks og ørret betyr det at spalteåpningen må være maksimum 15 mm, noe som samsvarer med praksis i Sverige og Tyskland (Calles m. fl. 2013, DWA 2014). En slik rist vil også være en fullstendig barriere for nedvandrende ål, samt voksen harr, ørret og laks. Både horisontale og vertikale spalter i grinden kan benyttes. Valget avhenger her blant annet av utformingen av et omløpssystem

og praktisk vedlikehold og installasjon. Vannhastigheten vinkelrett på varegrinda bør ikke overstige 0,5 m/s for smolt av laks, ørret, harr og voksen ål. Både for å redusere vannhastigheten normalt på varegrinden, og samtidig lede fisken mot et omløp, anbefales det at grinden har en helning/vinkel som er mindre enn 35° i forhold til vannets strømretning. Dette gjelder enten man velger horisontalt eller vertikalt hellende varegrind (såkalte β -varegrind og α -varegrind). Yngel og egg av harr kan ikke stoppes fysisk foran kraftverksinntak, men overlevelsen gjennom turbiner, for både egg og yngel, har vist seg å være høy (over 90 %) i flere studier.

En suksessfull nedvandring er avhengig av at fisken fortsetter forbi dammen eller kraftverksinntaket. Danske studier har vist at så få som 10-20 % av voksen ål vandrer trygt forbi dammer og helt ned til havet (Pedersen m. fl. 2012), til tross for at vanninntak var forsynt med en finmasket varegrind. Dette understreker utfordringen med å ha et riktig utformet omløp. Omløpet kan enten 1) være umiddelbart til side for kraftverksinntaket eller det kan 2) være plassert ved dammen, som kan være lokalisert nedstrøms inntaket. Den første situasjonen gir den beste muligheten for en effektiv løsning fordi fisken her lettere oppfatter den alternative vandringsveien (omløpet). Fluktåpningen til omløpet bør i slike tilfeller plasseres på det stedet hvor fisken mest sannsynlig oppdager den. Noen få meters feilplassering har vist seg å redusere effektiviteten betydelig (Kroglund m. fl. 2014). For smolt av laks og ørret betyr dette at fluktåpningen til omløpet bør plasseres i overflaten og for ål ved bunnen umiddelbart i nærheten av kraftverksinntaket. Den vanligste anbefalingen er at åpningen bør være suksessivt avsmalnende og ha avrundede sider og bunn, slik at man oppnår jevn vannaksellerasjon lavere enn 1,0 m/s pr. meter utløpskanal, og med minst mulig turbulens. Åpningsbredden til omløpet bør være 0,5- 1,0 m, mens dybden ikke skal være grunnere enn 0,4 m. I tilfeller der det er fysiske begrensninger på utformingen av omløpet, bør dybde prioriteres foran bredde (DWA 2005). Ved brede vanninntak bør det være minst en åpning til omløpet for hver tiende meters bredde (Larinier 1996). Avhengig av lokaliteten og varegrindas utforming anbefales det at vannføringen i omløpet bør være 2-10 % av totalvannføringen på stedet. Finmaskede grunder som er skråstilte mot fluktruten, reduserer behovet for vannslipp.

Dersom inngangen til omløpet befinner seg lenger unna kraftverksinntaket, er det aktuelt å vurdere en rekke forskjellige lokke- eller skremmetiltak for at fisken skal finne den ønskede vandringsveien. Dette må tilpasses den enkelte lokalitet, og inkluderer både lys, lyd, ledeanordninger og ekstra vannslipp over dammen. Bruk av elektriske felt ansees ikke som et anbefalt skremmetiltak. Det må her bemerkes at forsøk med ål viser at det kan være vanskelig å oppnå en høy nedvandringseffektivitet i de tilfellene der utløpsåpningen befinner seg langt unna kraftverksinntaket. Det bør da vurderes om fisken kan lokkes inn i spesielle omløpssystemer plassert inntil inntaket.

Når fisken først er lokket inn i et omløp, må den så transporteres skånsomt videre til en

lokalitet hvor den naturlig og effektivt kan fortsette sin nedvandring. Gode løsninger inkluderer flomluker med fall lavere enn ca. 10 meter og rørledninger. Alltid gjelder at det ikke skal forekomme skarpe kanter eller uregelmessigheter i røroverflaten for å unngå at fisk blir såret. I visse tilfeller har det blitt brukt tanktransport med bil etter at fisken ble samlet ved damanlegg, f.eks. for å lede fisken forbi en kjede med mange kraftverk nedenfor eller store oppdemmete strekninger med høy predasjon.

I den grad det er teknisk mulig bør alle nedvandringsanlegg forsynes med utstyr for telling av fisk eller annen overvåking, på samme måte som i oppvandringsanlegg. I følgende kapittel beskrives typer av finmaskete varegrind.



Naturtypisk omløp ved Herting kraftverk i Ätran (Sverige). Omløpet har minst 11 m³/s og brukes både til opp og nedvandring av fisk. (Foto: Fiskevårdsteknik AB).

Alfa- og beta rister med omløp

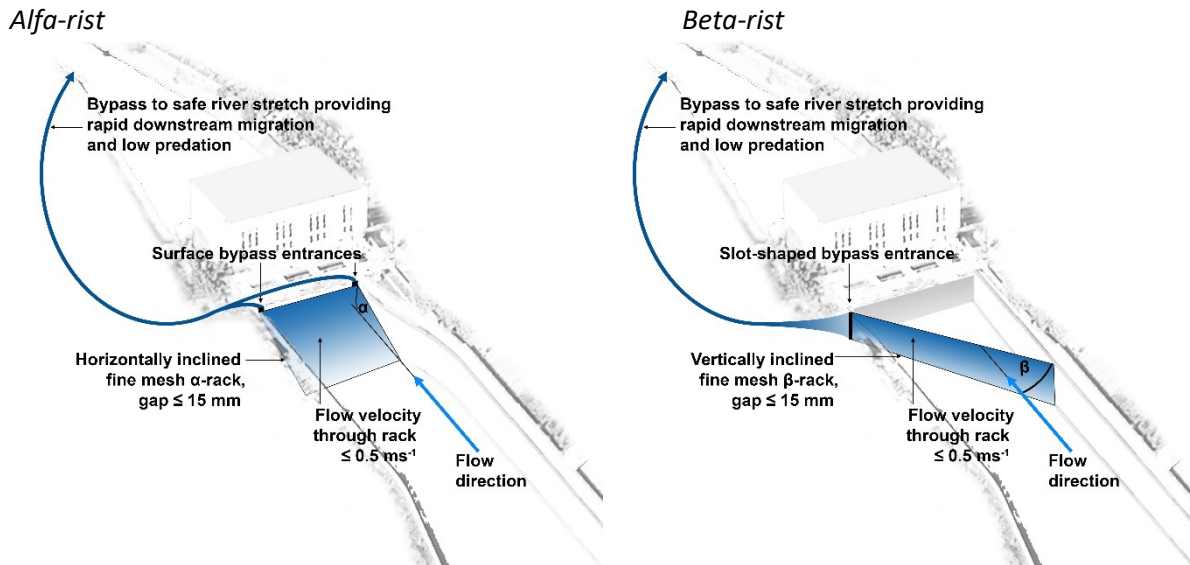
Faktaboks

Alfa-rist: Liggende rist med vinkel $\leq 30^\circ$

Beta-rist: Stående rist med vinkel $\leq 30^\circ$

Vinkelen gjør at vannhastigheten langs risten er større enn gjennom risten, og slik leder fisken langs risten

Anbefalt spaltevidde 10-15 mm for laksesmolt og blankål, spaltevidde er avhengig av arter, vinkel og strømforhold



Generell beskrivelse og bruk

Finmaskete varegrind hindrer fisk å passere. Skråstillingen fører til at fisk kan ledes til en fluktåpning og at vannhastigheten langs med risten er større enn den som virker gjennom risten. Dette minsker risikoen for at fisken blir presset på varegrinden eller setter seg fast. Fisken blir altså ikke bare hindret i å vandre inn i turbinen, men blir også ledet mot en fluktåpning som igjen leder til et bypass forbi kraftverket.

Alfa-rister er liggende og leder mot overflaten. **Beta-rister** er stående og leder mot siden. Ved overflaten av alfa-rister plasseres en eller flere fluktåpninger til et omløp. Beta-rister leder til siden der det plasseres en spalteformet fluktåpning, eller enkelte fluktåpninger i forskjellige vanddyb. Alfa-rister er sammen med vinklede beta-rister i dag vurdert som de mest effektive nedvandringstiltakene for fisk forbi vanninntak i elvekraftverk (Calles m.fl. 2013, Forum Fischschutz 2014, Fjeldstad et al. 2018). Teknologien er først og fremst utprøvd i små og mellomstore elvekraftverk (< 50 m³/s).

Utforming

I henhold til anbefalingene i Calles m.fl. (2013) kan høy passasjeeffekt, der opptil over 90 % av fisken passerer uskadet, oppnås med følgende utforming:

- Vinkel mot bunnen $\leq 30^\circ$
- Dimensjonering slik at vinkelrett vannhastighet mot varegrind holdes under 0,5 m/s.
- Spaltevidde i rist: 10-15 mm for laksesmolt og ål ved $\leq 30^\circ$ skråstilling og vannhastigheter $\leq 0,5$ m/s
- 0,9-3 % av vannføringen i fluktåpning

Både alfa- og beta-rister har vist god effektivitet (> 90 % av fisk, mønsterpraksis) med en vinkel på $\leq 30^\circ$ i forhold til vannstrømretning. Vinkelen kan i visse tilfeller økes forutsatt at vannhastigheter mot risten er lave ($< 0,5$ m/s) og vannhastigheter langs risten er store nok til at fiskene reelt blir ledet til en fluktåpning.

I litteraturen diskuteres spaltevidder mellom 10 og 18 mm for smolt. Løsninger som virkelig har klart 90 % passasjeeffektivitet har hovedsakelig mellom 10 og 15 mm spalte vide. Eksemplene med 10 mm spaltevidde var i mindre vassdrag (< 27 m³/s), 15 mm i kraftinntak opptil 40 m³/s og 30° skråstilling. Dumont m.fl. (2005) anbefaler lignende vinkler og strømhastigheter som Calles m.fl. (2013), men anbefaler generelt 10 mm spaltevidde i varegrind for smolt og ål, basert på erfaringer i Tyskland og Frankrike. DWA (2005) anbefaler 12 mm spaltevidde for laksesmolt. Calles m.fl. (2015) og Nyquist m.fl. (2017) rapporterer om høy passasjeeffektivitet for blankål (95 %), laksestøinger (96 %) og laksesmolt (91-98 %) ved kraftverk Herting (Ætran, Sverige) etter at en beta-varegrind med 15 mm spaltevidde og omløp ble installert. Studiene ved Herting er omfattende, metodisk avansert og inkluderer før- og etter-data. Løsningen betraktes som «best mulig praksis» i Sverige (). Varegrinden er 40 m lang, og har hydrodynamiske horisontale staver av kompositt (CompRack, Halmstad, Sverige). Vinkel mot elvebredden er 30 grader. Varegrinden er 2 m høy og har et totalt areal på 80 m². Kraftverket en maks. slukeevne på 40 m³/s.

En nylig publisert studie fra 3 elvekraftverk med nedvandringstiltak i Tyskland beskriver høy passasjeeffektivitet for blankål (Økland m.fl. 2017). Ved kraftverk Unkelmuehle (elven Sieg) passerte 96 % og 92 % (2014 og 2015) av ålene. Kraftverket har en α -varegrind, 10 mm spaltevidde og fluktåpning ved overflaten og flere ved bunnen. Maks. slukeevne er 27 m³/s. De fleste ålene passerte over dammen og spyleluken ved varegrinden. Bunnstrukturene og bunnåpningen ble knapt tatt i bruk. Ingen ål ble trukket inn i turbinen. Turbinen ved kraftverk Gengenbach (20 m³/s) i elven Kinzig er montert direkte på generatoren. Denne enheten er bevegelig og ligger innfor et «bur» som består av en 15 mm bøyet rist. Her passerte minst 84 % av blankålene. Ved kraftverk Kuhlemuehle i elven Diemel var det installert en «fiskevennlig» vannkraftskruer (). Her passerte 76 % av blankålene, for resten kunne det ikke skillen om fiskene ble værende, spist av rovdyr eller døde i turbinen.

Resultatene bekrefter at det kan nås over 90 % passasjeeffektivitet også for ål ved bruk av nedvandringstiltak, særlig finmasket varegrind med fluktmuligheter.

Hvor og når?

- Ved barrierer med vanninntak som hindrer nedvandring av fisk, f.eks. elvekraftverk, inntaksdammer for drikkevanns- eller landbaserte oppdrettsanlegg.
- Det trengs fluktåpninger og omløp for å lede fisk trygt nedover.
- Etterinnstallasjon ved gamle kraftverk/inntak kan være utfordrende. α - og β - rister krever stor overflate og ofte omfattende ombygninger eller nybygg av inntak.

Effekt

- Hindrer fisk i å vandre inn i vanninntak.
- Leder fisk til fluktåpninger
- Fluktåpninger og omløp sørger for trygg nedvandringmulighet
- Fluktåpninger tilpasses lokale forhold og må være på riktig sted, gjelder særlig for ål, delvis trengs flere.
- Høy passasjeeffektivitet mulig, med trygg passasje av 90 % - 100 % av nedvandrende laksesmolt og ål.

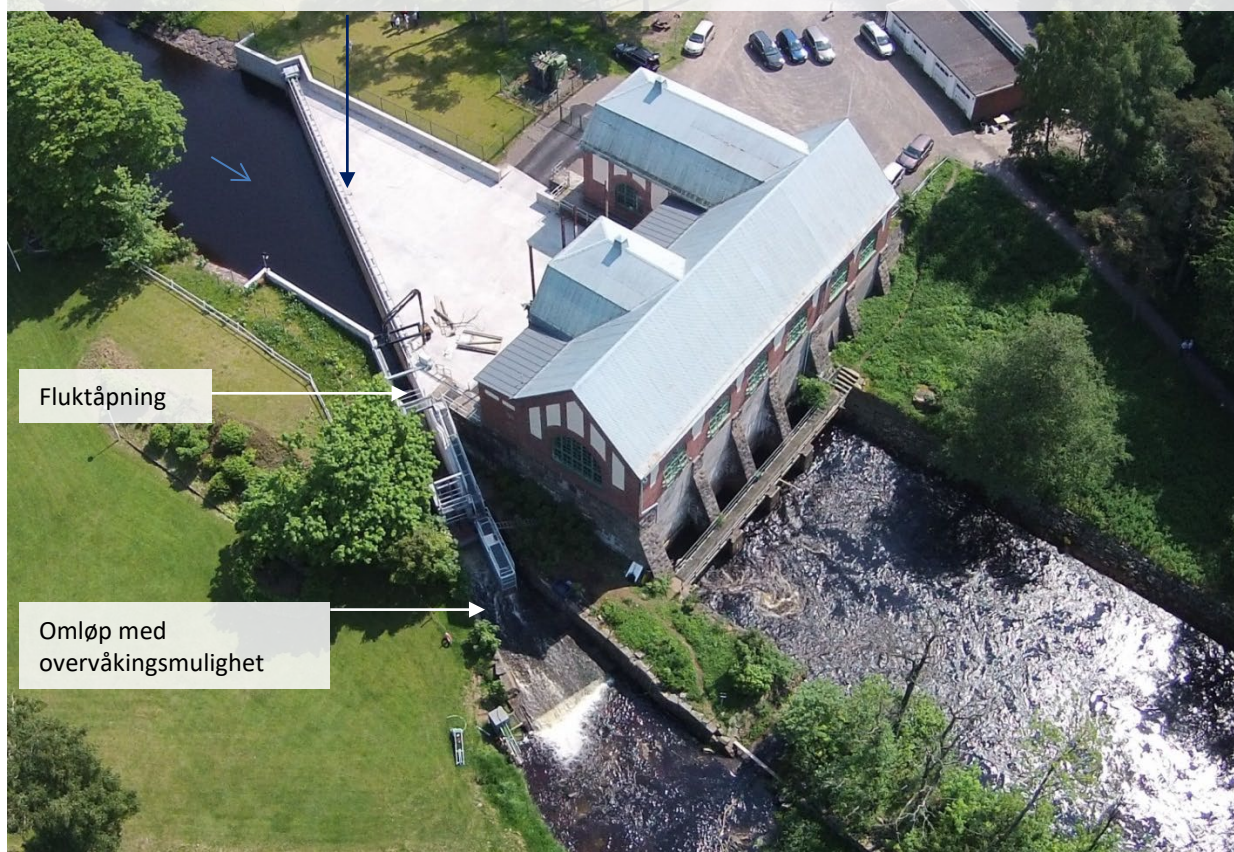
Varighet og vedlikehold

Omløp, rist og tilbehør som ristrensker og eventuelt netting er tekniske installasjoner som krever drift og regelmessig vedlikehold. Finrist må renses hyppig for å opprettholde gjennomstrømming og lave vannhastigheter ved risten. Det anbefales automatisk ristrensker.

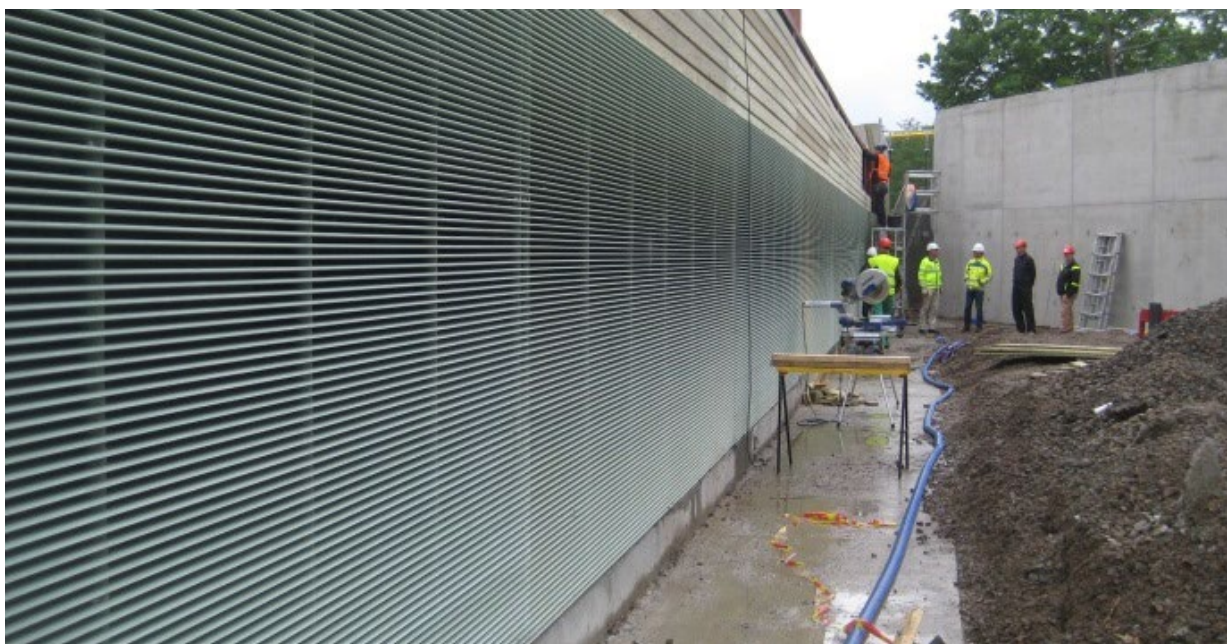


Vannkraftverk Palmafossen i Raundalselva (Voss) med beta-varegrind foran inntak, fluktåpning med bunn- og overflateinntak.

15 mm β -varegrind, 40 m lengde, horisontale spiler, 80 m² areal, vinkel $\beta = 30$ grader, maks. slukeevne 40 m³/s



Vannkraftverk Herting i Atran med beta-varegrind foran inntak, fluktåpning og omløp. Løsningen har meget gode resultater for nedvandring av blankål (95 %), laksestøinger (96 %) og laksesmolt (91-98 %, Foto: Fiskevårdsteknik AB, Sverige, med tillatelse, Calles m.fl. 2015, Nyquist m.fl. 2017).



β -varegrind med fluktåpning (bakgrunn) foran vanninntak ved kraftverk Herting. Varegrinden har horisontale spiler med 15 mm spaltevidde, automatisk ristrensing og vertikal fluktåpning som også brukes som spyleluke (Foto: Olle Calles).



30° alfa-rist med 15 mm lysåpning og 2 fiskeavledere i Tolga kraftverk. Slukeevne kraftverk 60 m³/s, avledere 1-3 m³/s hver. Regulant: Hafslund Eco/Opplandskraft, Prosjekterende: Norconsult i samarbeid med NINA Lillehammer. (Foto: Lars Bendixby)

Konvensjonelle inntak med fluktåpninger og omløp

Faktaboks

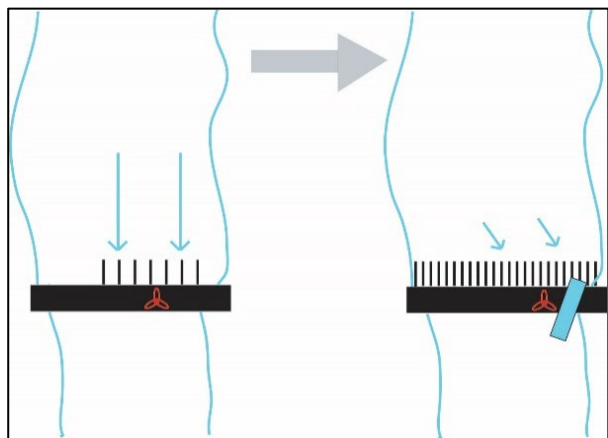
Fluktåpninger og omløp ved konvensjonelle varegrind kan redusere mortalitet for nedvandrende fisk.

Passesjeeffektivitet over 90 % krever vanligvis andre typer varegrind med lavere vinkel (s.n. α - og β -rister)

Redusert spaltevidde og vannhastighet øker effektivitet.

Større behov for lokkevann inn i fluktåpninger enn ved α - og β -rister

Innganger til omløpssystem bør ligge like rett ved varegrinden



Inntaksvaregrind med fluktåpninger (bilde venstre side, Foto: Frode Kroglund) og skjematisk tegning (høyre)

Generell beskrivelse og bruk

De fleste kraftverk er utstyrt med varegrind for å hindre at turbinen skades av eventuell drivved. Avstanden mellom spilene på ristene er vanligvis såpass stor at fisk kan vandre mellom dem og inn i kraftverksinntaket. Konvensjonelle inntak kan gjøres mer fiskevennlige ved å tilby fluktåpninger for fisk og effekten kan økes ytterligere ved å redusere spaltevidde og vannhastighet ved risten.

Det er ikke tilstrekkelig å bare hindre fisken i å svømme inn i turbinen ved å installere finmasket varegrind (10-18 mm); Fisken må også få fri passasje til områdene nedstrøms barrieren. Derfor behøves det en fluktåpning som er enkel for fisken å finne, og som leder fisken inn i et omløp. Vinkelen på risten og vannhastigheten er avgjørende for å unngå at fisken presses mot den og skades ved kontakt med spilene. Derfor anbefales i utgangspunktet alpha- (liggende) eller beta- (stående) rister med relativt liten vinkel mot strømreretning (s.n.). Dette er imidlertid ikke alltid gjennomførbart ved gamle anlegg, og i det følgende beskrives forbedringer ved eksisterende konvensjonelle inntak.

Utforming

Konvensjonelle rister har vanligvis en vinkel mot vannets strømreretning som er større enn 45° og en spaltevidde mellom 50 og 100 mm eller større. Hovedfunksjonen er ofte å samle drivgods før det når inntaket. Dette gir en vannhastighet gjennom risten som er større enn den vannhastigheten som går på langs av risten. Det er da en risiko for at fisken kan trekkes mot og gjennom risten og skades. Ved å balansere vannføring mot hydraulisk tverrsnitt, riststørrelse og spaltevidde, kan man holde vannhastigheten foran risten lav. Dette minimerer risikoen for at fisken suges inn i risten, og det gjør at fisken lettere finner en fluktåpning. Vannhastigheten vinkelrett på risten bør ikke overstige 0,5 m/s for smolt av laks og ørret, og voksen ål (DWA 2005, Fjeldstad et al. 2016). Fluktåpningen må plasseres i nærheten av risten for at fisken skal kunne finne veien inn i den. Larinier & Travade 2002 og Dumont et al. (2005) anbefaler at konvensjonelle rister ikke bør ha mer enn 10 mm mellomrom mellom spilene. DWA (2005) anbefaler maks 12 mm for 12 cm lange laksesmolt. Om ristens mellomrom skulle være større enn dette, opptil ca. 20 mm, kan en stor del av fisken likevel ledes til fluktåpningen, siden risten har avskrekkende effekt opptil ca. 20 mm. Andel fisk som finner fluktåpningen kan økes dersom vannføringen gjennom den økes. Vanlige grovrister (> 50-100 mm) har mindre avskrekkende effekt på fisk, men større (og ev. flere) fluktåpninger kan delvis kompensere for dette. Fluktåpningen for laksefisk bør ligge i vannoverflaten, og bør ha bredde >0.5 m og dybde >0.4 m. For ål har åpninger ved bunn og spalteformete åpninger fungert, men dette er avhengig av lokale strømforhold og tverrsnitt. Ved bruk av rister som er skråstilte mot fluktåpningen kreves det mindre vannslipp i åpningen enn ved konvensjonelle rister, siden fisken ledes mot åpningen.

Hvor og når?

- Ved barrierer med vanninntak som hindrer nedvandring av fisk, f.eks. elvekraftverk, inntaksdammer for drikkevanns- eller landbaserte oppdrettsanlegg.
- Der det kreves uforholdsmessig mye innsats å installere skråstilte alpha- eller beta- rister, f.eks. ved eldre anlegg og begrenset avløpstverrsnitt.

Effekt

- Reduserer andel fisk som vandrer inn i kraftverksinntak.
- Bidrar å lede fisk til fluktåpninger og trygt nedover.

- Ved tilstrekkelig utforming kan overlevelse av nedvandrende fisk økes betydelig.
- Virker bare delvis, fortsatt kan en del fisk skades ved rist og trekkes i inntak, ikke mønsterpraksis.
- Falltapet er avhengig av ristdesign og vannføring.

Varighet og vedlikehold

Bypass, rist og tilbehør som ristrenger og evt. netting, er tekniske installasjoner som krever drift og regelmessig vedlikehold. Finnist må renses ofte for å opprettholde god gjennomstrømming og lave vannhastigheter ved risten. Det anbefales automatisk ristrenger.



Død laksesmolt nedenfor vannkraftverk på Ålgård i Figgjo (Foto: Tore Wiers).

Andre typer finmaskete varegrinder

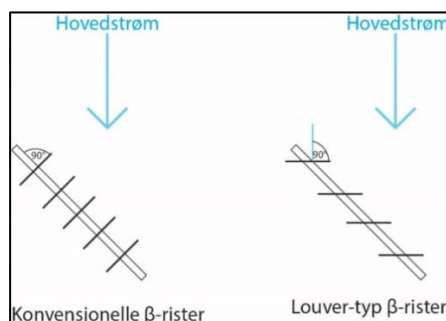
Eicher rister er høyhastighetsavledninger som brukes for avledning av fisk i trykkrør. En akse i midten av risten gjør det mulig å vippe risten for rensning. EPRI (1992) rapporterer >90 % overlevelse for Coho, Chinook og Steelhead smolt og yngel ved hastigheter på 2 m/s ved risten i en kraftstasjon med 147-170 m³/s slukeevne. Risten hadde dimensjonen 14,2 x 7,2 m ((L x B), en vinkel på 16° og 0,9-3,2 mm spaltevidde.

«Partial depth fine screens» dekker bare en del av vannsøylen og brukes delvis i USA for å avlede overflateorienterte laksesmolt (Peven & Mosey 1999). Mere under ledevegger nedenfor.

Louver betarist lager en «louver» (et spjeld) av turbulens langs hele risten. Spilene er rettet 90° mot hovedstrømmen, i motsetning til andre rister der spilene er rettet 90° mot ristflaten (0). Når vannet passerer forbi spilene, må det passere i en 90° sving som forårsaker turbulens ved hver spile.

Mange fiskearter unngår turbulente soner og svømmer derfor langsmed, men ikke inne i det turbulente området mot fluktåpningen. Derfor kan louver-risten ha en større spaltevidde enn tilsvarende konvensjonelle rister, og fisk som fysisk ville kunne passere gjennom risten gjør likevel ikke dette. Vannhastigheten kan også være høyere enn ved vanlige rister. I Nord-Amerika utgjør louver-risten en betydelig andel av rister. Et problem med louvers med stor spaltevidde er at ikke alle fiskearter viser samme respons til turbulens, at endringer i vannføring også påvirker strøm- og turbulensdanning og at fisk dermed kan passere videre mot turbinen.

I Holyoke canal i Connecticut river viste undersøkelser av en louver-rist med $\beta=15^\circ$, 76 mm spaltevidde, 0,8 m/s vannhastighet og 2 % vann for fluktåpningen en gjennomsnittlig passasjeeffektivitet på 91 % for laksesmolt. Det samme anlegget ble testet med 305 mm spaltevidde, og da sank passasjeeffektiviteten til 80 % (Harza & RMC 1992). Kriewitz (2015) fant at modifiserte bar-racks med $\alpha = 15-30^\circ$, en spilervinkel på 45° og 5 cm spaltevidde viste best resultater for fem arter (78% effektivitet for ørret). Teknikken blir beskrevet som lovende og velfungerende i Amerika, men siden spaltevidden ikke virker som fysisk barriere bør funksjonsevnen overvåkes.



Konvensjonell og louver-typ betarist. Spilene i Louver risten står 90° mot vannstrømmen.

Styring av fisk mot sikker nedvandringsvei vha. luft, lyd, lys og elektriske barrierer

Faktaboks

- Adferdsbaserte, ikke-fysiske barrierer som avskrekker fisk
- Bør kombineres med tiltak som lokker fisk til trygge omløp (reject & attract)
- Kan benyttes i kombinasjon og sammen med andre fysiske barrierer
- Kan øke effekten av andre tiltak, særlig fluktåpninger
- Virker vanligvis bare på deler av vandrende fisk og er selektiv, avhengig av art og størrelse
- Tilvenning og avtagende effekt har blitt dokumentert

Generell beskrivelse og bruk

Fisk lar seg avskrekke av en rekke tiltak, deriblant blinkende lys, støy, luftbobler og elektrisk strøm. Dette kan brukes for å styre fisk unna farlige nedvandningsveier, som f.eks. inntak til turbiner. Slike tiltak fungerer i utgangspunktet bare hvis fisken samtidig har alternative vandringsveier, f.eks. fluktåpninger og trygge omløp. Ledeeffekten kan forbedres med lokketiltak som økt vannstrøm til omløp (reject & attract). Felles for avskrekkingstiltak er at de oftest bare virker for deler av vandrende fisk, at de virker mindre bra ved flom og er selektive mht. arter og størrelser. Fisk kan også over tid venne seg til avskrekkingstiltakene, slik at disse får lavere effekt.

Utforming

Utforming varierer mellom metodene, og det henvises til litteraturen nedenfor. De viktigste avskrekkingmetodene er:

- elektriske «sperrer»
- blinklys (stroboskop)
- boblegardiner
- akustisk avskrekking, f.eks. BAFF (bio-acoustic fish fence), som er en perforert slange plassert under overflaten som gir lyd og komprimert luft, som skal virke avstøtende på fisk.

Hvor og når?

- Når andel fisk som trygt vandrer forbi vandringshinder skal økes (inntak, turbiner o.l.)
- Bør benyttes i kombinasjon med lokketiltak, fluktåpninger, omløp og fysiske barrierer, ikke som eneste tiltak.

Effekt

- Kan øke effekten av andre tiltak
- Virker vanligvis bare på deler av den vandrende fisken
- Selektiv, avhengig av art og størrelse
- Tilvenning og avtagende effekt har blitt dokumentert
- I Mörrumsån oppnådde man en gjennomsnittlig avledningseffektivitet på 10 % med BAFF, og på det beste 50 % avledningseffektivitet for radiomerket laksesmolt og 20 % for ørret (Johlander & Tielman, 1999).
- Ved å installere stroboskop foran inntaket til en pumpestasjon i Nederland klarte man å betydelig redusere tilstedeværelse av ål i nærheten av inntaket, da ålen trolig opplevde slike lyspulser som avskrekking. Stroboskop har også vært benyttet i USA for å sikre nedvandring av amerikansk maisild (Calles m.fl., 2013), og i Norge for å øke andel nedvandrende smolt i Mandalselva (Økland m.fl. 2013).
- Ved forsøk med elektriske barrierer på stillehavslaks har man oppnådd høy avledningseffektivitet, men effektiviteten sank fort med økende vannstand (Pulg m.fl., 1970). Også i Norge er det gjort erfaringer med bruk av elektriske fiskesperrer, f.eks. i Telemarkskanalen og i Nidelva (Anonymus 2014).



Laks- og sjøørretsmolt på vei nedover elva. Smolten vandrer i hovedsak med halen først når stimen vandrer nedover i rennende vann (Foto: Tore Wiers).



Hoppende laks over fossestryk i Arnaelva (Storelva) i Bergen. Ikke alle arter er like spreke som laks og ørret. De fleste fiskearter krever å kunne svømme i fiskepassasjer uten å hoppe. Men også laksen kan bare hoppe høyt hvis det er dypt nok nedenfor fossestrinnet (Foto: Tore Wiers).

4.2 Forslag til andre aktuelle habitattiltak i hovedelva.

4.2.1 Harefoss

Det ligger godt til å rette for å gjøre enkle habitattiltak i dette sideløpet. Som et tiltak for å bedre gytemulighetene for storørret, forslår vi å legge ut egne gytegrus øverst i sideløpet som vist på **Figur 55**. I tillegg anbefales det å bedre skjulmulighetene for ungfisk ved å løse opp elvebunnen med ripping. Elvebunnen var fast og hardpakket med lite skjul selv om elvebunnen for det meste besto av stein som normalt gir gode skjulforhold. Ved å løsne opp disse, dannes gode skjulmuligheter i et område vi har estimert til å være ca. 3 000 m².



Figur 55. Aktuelle områder i sideløpet ved Harefossen hvor det kan rippes og legges ut gytegrus.



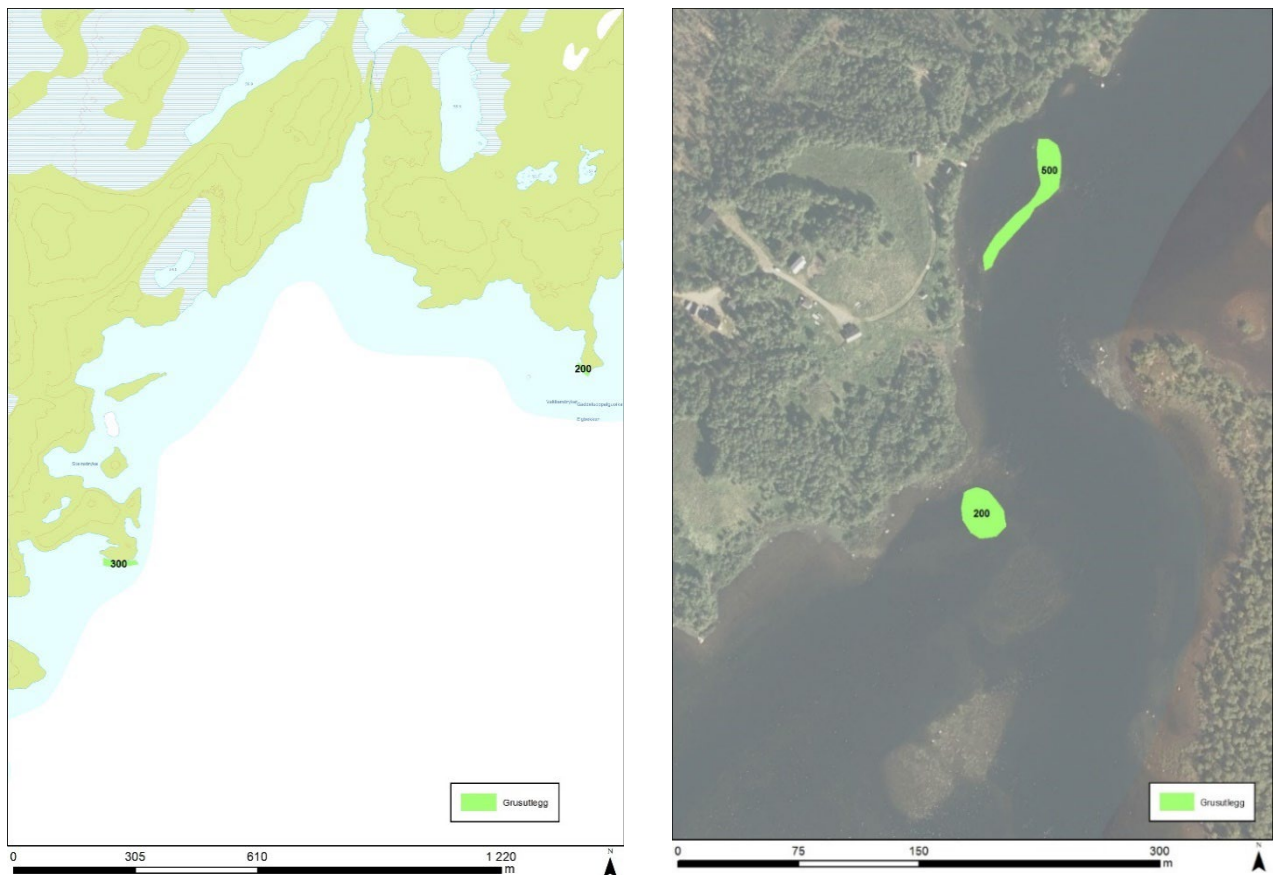
En teleripper kan brukes for å løsne opp hardpakket elvebunn, slik at det blir mer skjul for ungfisk.



Gytegrus kan legges ut på flere måter. I større vassdrag er dumper med gravemaskin eller storsekker med helikopter blitt brukt i flere vassdrag i Norge. Øverst fra gytegrusutlegging i Aurlandselva. Nederst utlegg av gytegrus i Nidelva (Arendalsvassdraget).

4.2.2 Vaggatem,- Ulve- og Steinstryka, Randastryka,

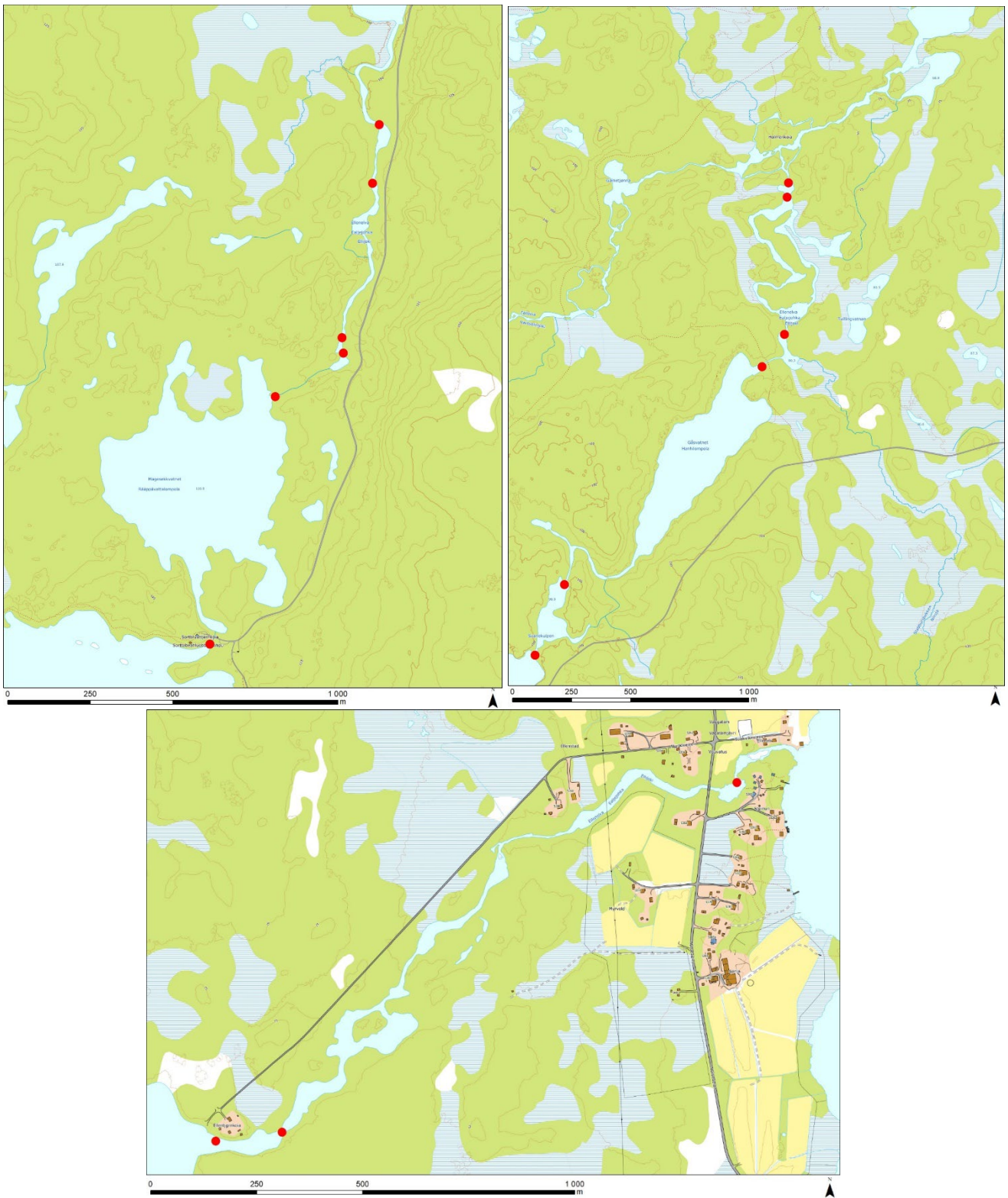
For å bedre gytemulighetene for storørreten ytterligere i hovedelva, foreslår vi at det legges ut gytegrus på Vaggatem,- Ulve- og Steinstryka samt på Randastryka som vist i **Figur 56**.



Figur 56. Foreslåtte steder i Vaggatem,- Ulve- og Steinstryka samt på Randastryka hvor det er egnet å legge ut gytegrus.

4.3 Forslag til aktuelle habitattiltak i sidebekkene

Det ligger stort potensiale i å øke romlig fordeling av gytemulighetene i Ellenelva, Spurbekken og Sametielva. Det er stort sett gode skjulforhold i disse bekkene, men begrensa med gytemuligheter. I Ellenelva foreslår vi å legge ut gytegrus på 15 lokaliteter (**Figur 57**). Det foreslås å legge ut totalt ca. 186 m³ som dekker et areal på 930 m² i Ellenelva. I Spurbekken foreslår vi at det legges ut ca. 100 m³ med gytegrus som dekker et areal på 500 m² på utløpet av Lille Spurvvatnet. I Sametielva foreslår vi at det legges ut ca. 60 m³ med gytegrus som dekker et areal på 300 m² på utløpet av Lille Sameti. Vi anbefaler at gytegrusen fraktes til lokalitetene i storsekker med helikopter.



Figur 57. Forslag til lokaliteter hvor det kan legges ut gyttegrus i øvre del (øverst til venstre), midtre del (øverst til høyre) og i nedre del (nederst) av Ellenelva.

5. Konklusjon og diskusjon

Undersøkelsene i dette prosjektet, har avdekket behov for flere fysiske tiltak som trolig vil bety mye for å bevare den storvokste pasvikørreten om tiltakene fungerer etter hensikten. Det elektriske båtfisket i hovedelva tyder på at den naturlige produksjonen av ørret er svært lav. Dette stemmer godt med tidligere undersøkelser, og bl.a. resultatene som viser at årlige utsettinger av ca. 5000 ørret (> 25 cm) i et så stort og komplekst vassdrag som Pasvik gir opphav til i størrelsesorden 80 % av ørretfangsten (Amundsen mfl. 2005). Det er tidligere estimert at bestand av vill ørret > 25 cm er i størrelsesorden 1200-1500 individer. Bruk av elfiskebåt i store vassdrag som Pasvik er som alle andre metoder beheftet med noe usikkerhet, men en total fangst av 26 ørret på tre dagers fiskeinnsats (0,1 ørret per minutt båtfiske) er svært lavt. Til sammenligning ble det i løpet av årene 2008-2017 fisket årlig med elfiskebåt i Søndre Rena, en dyp og humøs sideelv til Glomma med et sammenlignbart fiskesamfunn som i Pasvikelva, og fangstene var fra 0,33-1,42 ørret per minutt båtfiske. Det dårligste årsresultatet i denne elva, som også er påvirket av kraftverk, var en fangst som var tre ganger høyere enn det vi observerte i Pasvikelva i 2021. I et annet sammenlignbart vassdrag, Femund-/Trysil og Klarelvsvassdraget var også fangstene av ørret 3-5 ganger høyere enn det vi observerte i Pasvikelva (Museth mfl. 2015). Pasvikelva er sterkt påvirket av etablering av elvekraftverk på norsk (2) og russisk side (5), og dette har resultert at tidligere strykområder har endret karakter og at vassdraget i dag er dominert av en rekke sammenhengende innsjøer og reservoarer (Amundsen mfl. 2005). Slike endringer, der tidligere strykarter endrer karakter til mer stilleflytende områder, har spesielt stor negativ effekt for laksefisk som ørret i et komplekst fiskesamfunn som finnes i Pasvikvassdraget. I Glommavassdraget, der fiskesamfunnet er sammenlignbart med Pasvikvassdraget, er det godt dokumentert at fiskesamfunnene i reservoarer endrer seg raskt og dramatisk etter etablering av inntaksmagasin. Fiskesamfunn som tidligere var dominert av harr og ørret ble etter få år dominert av arter som abbor, gjedde, mort, lake og sik. Disse artene er både potensielle konkurrenter og predatorer for laksefisk som ørret (Museth mfl. 2006, Sandlund mfl. 2015). På grunn av de fysiske endringene i hovedelva med påfølgende endringer i fiskesamfunnet antar vi at sideelvene kan ha eller få en økt betydning for rekruttering til ørretbestanden i hovedelva. Hvorvidt de foreslåtte habitattiltakene i sideelvene fører til økt rekruttering av ørret som bruker hovedvassdraget som ernæringsområde bør følges av undersøkelser (genetikk og/eller merkestudier).

Generelt er storørretbestander sårbare for overbeskatning, og det vil ofte være nødvendig å innføre fangstrestriksjoner, noe som er vanlig i mange innsjøer med storørret (Museth mfl. 2018). Med unntak av at det er restriksjoner i forbindelse med gyteperioden, foreligger det slik vi har forstått det, ingen restriksjoner mht. fredningstider, kvoter eller størrelsesbegrensninger i Pasvikelva. Før man begynner å diskutere detaljer i eventuelle endringer i fiskereglene bør forvaltning og rettighetshavere bli enige om målsettingen i Pasvikvassdraget.

Hvis rettighetshavere og forvaltning ønsker å øke innslaget av storvokste individer, er det trolig nødvendig at beskatningen av ørret i Pasvikvassdraget begrenses noe. Vi er usikre på hvor hardt fangsttrykket faktisk er i dag, og det hadde vært en stor fordel å få økt kunnskap om fiskeuttaket, både ved stang- og garnfiske. Hvis man får på plass et godt fangstregistreringssystem, vil dette kunne bidra til at fiskereglene kan justeres i tråd med endringer i bestandene.

Det bør bl.a. være aktuelt med strengere gytetidsfredning, og f.eks. frede ørreten i hele eller deler av elva (f.eks. de viktigste gyte plassene) fra start på gytetesongen (f.eks. 1. eller 15. september) og fram til våren/forsommeren påfølgende år. Basert på den kunnskapen vi har om status til gytebestanden i Pasvikelva, kan vi ikke utelukke at en større gytebestand vil føre til økt rekruttering av ørret i vassdraget, dvs. at det per i dag pågår et rekrutteringsoverfiske. I så fall vil fangstbegrensninger være en investering i et framtidig fiske. I tillegg bør det være et aktuelt tiltak med fredningssoner der det samler seg mye storørret i perioder av året. Dette kan være ved kraftverksinntak og -utløp ved f.eks. Melkefoss og Skogfoss.

De foreslåtte fysiske tiltakene er kjente tiltak som er gjennomført suksessfullt i andre vassdrag nasjonalt og internasjonalt. All erfaring tilsier at konnektiviteten til storørret i Pasvikelva, men og andre fiskearter, vil bedres med naturtypiske fiskepassasjer forbi Melkefoss og Skogfoss og innretninger som hindrer fisk i å komme inn i kraftverksturbinene. Dette vil føre til at svært store arealer blir tilgjengelig for gyting- og oppvekst. Basert på dette, er det både teknisk og økonomisk realistisk å oppnå det langsiktige målet om å sikre en levedyktig bestand av storørret, med et høstbart overskudd. Over tid vil derfor også fiskeutsetninger være overflødige. Det er viktig med god planlegging av tiltakene, og at det planlegges for vedlikehold og evaluering slik at man evt. kan justere tiltakene om det er behov for dette. Fiskebiologiske undersøkelser, som f.eks. evaluering av utlagt gytegrus og elfiske av ungfisk anbefales.

Før samtlige foreslåtte aktuelle tiltak gjennomføres, bør det utarbeides en tiltaksplan for å utrede aktuelle tiltak, beskrive gjennomføring av aktuelle tiltaksalternativer og eventuelle påvirkninger.

6. Referanser

- Adam, B. 2000. MIGROMAT: Ein Frühwarnsystem zur Erkennung der Aalabwanderung. [MIGROMAT®: An early warning system to detect eel migration]. *Wasser und Boden*, 52 (4) (2000), pp. 16-19
- AG-FAH (2011): Grundlagen für einen österreichischen Leitfaden zum Bau von Fischauftiegschilfen (FAHs). Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 87 S.
- Alden (2008): <https://www.aldenlab.com/Fish-Passage>
- Amundsen, P-A., Kashulin, N.A, Gjelland, K.Ø, Sandimirov, S.S, Jensen, H. mfl. 2005. Ørreten i Pasvikvassdraget: Populasjonsstatus samt muligheter og begrensninger for rekruttering, produksjon og forvaltning. Rapport Norges Fiskerihøgskolen (Universitetet i Tromsø) og Institute of North Industrial Ecology Problems, Kola Science Centre.
- Borsányi, P., Alfredsen, 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.
- Buell, J.W., 2000. Biological Performance Tests of East Fork Irrigation District's Sand Trap and Fish Screen Facility: Phase I 1999, Buell and Associates, Inc., Portland Oregon, 24 pp.
- Bureau of reclamation (2006): Fish Protection at Water Diversions. A Guide for Planning and Designing Fish Exclusion Facilities. Water Resources Technical Publication
- Böttcher, H., Günther, Zeiringer, U., Schmutz, S. & Aufleger, M. 2015. "Fischschutz und Fischabstieg – Kenntnisstand und aktuelle Forschungsprojekte in Österreich." *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft* 67 (7–8): 299–306. doi:10.1007/s00506-015-0248-5.
- Calles, O., Degerman, E., Wickström, H, Christiansson, J., Gustafsson, S. og Näslund, I. (2013) Anordningar för upp- och nedströmspassage av fisk vid vattenläggningar: Underlag till vägledning om lämpliga försiktighetsmått och bästa möjliga teknik för vattenkraft. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2013:14.
- Calles, O., CHRISTIANSSON, J., ANDERSSON, J.-O., KARLSSON, S., WICKSTRÖM, H. & ÖSTERGREN, J. 2014. Tekniska lösningars tillämpbarhet för förbättrad nedströmspassage för ål. Elforsk rapport, 35.
- Calles, Olle, Jonas Christiansson, Stefan Kläppe, Ingemar Alenäs, Simon Karlsson, Daniel Nyqvist, Mats Hebrand 2015: Slutrapport Hertingprojektet – Förstudie och uppföljning av åtgärder för förbättrad fiskpassage 2007-2015. Teknisk rapport. Naturresurs rinnande vatten, Biologi, Karlstads universitet
- Clay, C. H.1995: Design of fishways and other fish facilities. CRC-Press, Boca Raton, Florida
- Coutant, C. C., & R. R. Whitney, 2000. Fish behavior in relation to passage through hydropower turbines: a review. *Transactions of the American Fisheries Society* 129:351–380.
- DWA - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (2014): Merkblatt M-509: Fischauftiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke. Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. Hennef, 334 S.

- Dumont, U., Danderer, P. & Schwevers, U. 2005: Handbuch Querbauwerke. MUNLV Nordrhein-Westfalen, ISBN 3-9810063-2-1. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, ed. 2014. Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke: Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. Mai 2014. DWA-Regelwerk, M 509. Hennef: DWA. ISBN 978-3-942964-91-3
- Ebel, G. (2013): Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen – Handbuch Rechen- und Bypassysteme. BGF, Mitteilungen aus dem Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie Dr. Ebel (Band 4); Halle (Saale).
- 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. Ø. Aas, S. Einum, A. Klemetsen & J. Skurdal). Wiley-Blackwell.
- Faber, D. M.; Kim, J.; Ploskey, G. R.; Townsend, R. L.; Weiland, M. A.; Fu, T.; Deng, D.; Skalski, J. R.; Hughes, J. S.; Fischer, E. S. und McComas, R. L. (2010). Evaluation of a Behavioral Guidance Structure at Bonneville Dam Second Powerhouse including Passage Survival of Juvenile Salmon and Steelhead using Acoustic Telemetry, 2008. Richland, Washington, U.S. Army Corps of Engineers, Portland District
- Fergus T., Hoseth, K.A., Sæterbø, E. (red.) 2010 Vassdragshåndboka, Tapir forlag, Trondheim. ISBN 9788251924252 Calles, Olle, Jonas Christiansson, Stefan Kläppe, Ingemar Alenäs, Simon Karlsson, Daniel Nyqvist, Mats Hebrand 2015: Slutrapport Hertingprosjektet – Förstudie och uppföljning av åtgärder för förbättrad fiskpassage 2007-2015. Teknisk rapport. Naturresurs rinnande vatten, Biologi, Karlstads universitet
- Finstad, A. G., S. Einum, O. Ugedal, and T. Forseth. 2009. Spatial distribution of limited resources and local density regulation in juvenile Atlantic salmon. *Journal of Animal Ecology* 78:226–35.
- Fisher, R., D. Mathur, P. G. Heisey, R. Wittinger, R. Peters, B. Rinehart, S. Brown & J. R. Skalski (2000): Initial test results of the new Kaplan Minimum Gap Runner design on improving Turbine Fish Passage Survival for the Bonneville First Powerhouse. Rehabilitation Project, Voith Hydro, 12 S.
- Fiskesperre i Nidelva: <https://www.ae.no/aktuelt/nyheter/redder-laksen-i-nidelva/>
- Fjeldstad, H. P., Uglem, I., Diserud, O. H., Fiske, P., Forseth, T., Kvingedal, E., Hvidsten, N. A., Økland, F. & Järnegren, J. A., 2011. A concept for improving smolt migration past hydropower intakes. *Journal of Fish Biology* 81:642–663.
- Forum Fischschutz (2014): Empfehlungen und Ergebnisse des Forums „Fischschutz und Fischabstieg“–Synthesepapier-. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. Abrufbar unter: <http://forum-fischschutz.de>.
- Forseth, T. & Harby, A. (red.). 2013. Håndbok for miljødesign i regulerte laksevasdrag. NINA Temahefte 52. 90 s. <http://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/temahefte/052.pdf>
- 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 ørret i Teigdalselva i perioden 2006-2011. LFI-Rapport 189.
- Gabrielsen, S.-E. & Skår, B. 2019. Habitattiltak i Teigdalselva. Sluttrapport 2018. «Bra miljøvalg». LFI Rapport nr. 323.
- Gabrielsen, S-E. & Barlaup, B.T. 2002. Flekke-Guddalsvasdraget – Fisk. I: Kalking i vann og

- vassdrag. Resultatkontroll av større prosjekter 2001. Direktoratet for naturforvaltning. Notat 2002-1.
- Gabrielsen, S.-E. & Stranzl, S. 2016. Forslag til habitattiltak etter fjerning av terskelen på fetet i Ekso. LFI Notat mai 2016.
- Gladsø, J.A., Fjeldseth, Ø., Hegge, O., Jørgensen, F., Knapp, A., Kroglund, F., Museth, J., Ravneberg, E., Ødegård, F.E., Dervo, B.K. 2020. Forslag til strategi for bevaring og utvikling av bestandene av storørret. Miljødirektoratet. M-1786 |2020. 50 s.
- Grigull, M. (2015): Fish-ecological monitoring at the hydrodynamic screw “HYDROCONNECT” with “Albrecht fishLift inside” at the Jesnitz River in Lower Austria. Masterarbeit, Universitat fur Bodenkultur, Wien.
- Halvorsen, M. & Jørgensen, L. 1996. Lake use by juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and other salmonids in northern Norway. *Ecology of Freshwater Fish* 5: 28-36.
- Halvorsen, M. & Svenning, M.-A. 2000. Growth of Atlantic salmon parr in fluvial and lacustrine habitats. *Journal of Fish Biology* 57: 145-160.
- Haraldstad, Ø., Ballestad, M., Gravem, F.R., Hindar, K., Jonsson, B., Matzow, D., Schei, T.A., Synnes, K. & Sættem, L.M. 1983. Vossoprosjektet. Ferskvannøkologisk forskning i Vossevassdraget 1972-1982. Zoologisk institutt, Universitetet i Oslo, Rapport nr. 11-1983.
- Harza, R.M.C., 1992. Response of Atlantic Salmon Smolts to Louvers in the Holyoke Canal, Spring 1992. Holyoke canal – Downstream fish passage studies.
- Hindar, K. Diserud, O., Fiske, P., Forseth, T., Jensen A.J., Ugedal, O., Jonsson, N., Storeid, S.-E., Arnekleiv, J.V., Saltveit, S.J., Sægrov, H. & Sættem, L.M. 2007. Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. NINA rapport nr. 226. 78 s.
- Jenssen, Lars, Einar Tesaker, Steinar Lund, Dorothee Huber. 2006: Inntakshåndboken Rettledning og utforming av inntak til små kraftverk i Norge. NVEs hustrykkeri. ISSN: 1501-0678
- Jepsen, N., Aarestrup, K., Økland F. & Rasmussen, G. 1998: Survival of radio-tagged Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and trout (*Salmo trutta* L.) smolts passing a reservoir during seaward migration. *Hydrobiologia* 371/372: 347–353, 1998.
- Johlander, A. & Tielman, J. (1999) River Mörrumsån spring 1999: A study on downstream migrating salmonids at Hemslö upper and lower hydroelectric facilities. (Swedish) Fiskeriverket och Sydkraft Vattenkraft AB. 21 s.
- Kriewitz, C. R. (2015): Leitrechen an Fischabstiegsanlagen: Hydraulik und Fischbiologische Effizienz. VAW-Mitteilungen 230, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), (R. M. Boes, ed.), ETH Zurich, Schweiz.
- Kroglund, F., Haraldstad, T., Güttrup, J. og Hegeland, P.V. 2014. Evaluering av tiltak for nedvandrende blankål ved elvekraftverk. Resultater fra forsøk ved Fosstveit kraftverk, 2010- 2013. NIVA-rapport 6722-2014
- Kroglund, F., Haugen, T., Güttrup, J., Hawley, K., Johansen, J., Rosten, C., Kristensen, T. & Tormodsgard, L. 2011b. Effekter av å passere en kraftverksturbin på smoltoverlevelse og atferd. Betydningen av tiltak. NIVA-rapport, 6139.
- Larinier, M., 1998. Upstream and downstream fish passage experience in France. Ur: M. Jungwirth, S. Schmutz & S. Weiss (eds). Fish migration and Fish bypasses. Oxford: Fishing News Books, Blackwell publications, sid:127–145.

- Larinier, M. & F. Travade, 2002. Downstream migration: problems and facilities. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture* 364:181–207.
- Leonhard, E. Melanie Mueller, Joachim Pander, Josef Knott, Juergen Geist, Improving European Silver Eel (*Anguilla anguilla*) downstream migration by undershot sluice gate management at a small-scale hydropower plant, In *Ecological Engineering*, Volume 106, Part A, 2017, Pages 349-357, ISSN 0925-8574, <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.05.054>.
- Lura, H. 2002. Laksesmoltproduksjon i Fotlandsvatnet i Bjerkreimsvassdraget. *Ambio Miljørådgivning*. Rapport nr. 10009.
- Meijnen, R., Grünig, T. (2013): Die fischfreundliche Turbine – ein innovativer Lösungsansatz. *WasserWirtschaft* Ausgabe 10/2013.
- Museth, J., Dervo, B., Braband, Å., Heggenes, J., Karlsson, S. & Kraabøl, M. 2018. Storørret i Norge. Definisjon, status, påvirkningsfaktorer og kunnskapsbehov. NINA Rapport 1498. 97 s.
- Museth, J., Dokk, J.G., Olstad, K. 2015. Fiskesamfunnet i Femund-/Trysil-/Klarälven. Resultater fra båtelfiske i perioden 2011-2013: s. 96-101. I: Vänerlaxens fria gång. Två länder, en älv. Ekologisk status och underlag till åtgärdsprogram för Klarälven, Trysilelva och Femundselva med biflöden. Hamar/Karlstad. Fylkesmannen i Hedmark/Länsstyrelsen i Värmland. ISBN 82-7555-155-2.
- Museth, J. & Johnsen, S.I. 2018. Forsvarets anlegg for oversetting av kjøretøy over vassdrag (OVAS) i Søndre Rena. Resultater fra overvåking av effekter på fiskebestanden, 2008-2017. NINA Rapport 1469. 27 s.
- Museth, J., Sandlund, O.T., Brandrud, T.E., Hindar, K., Johansen, S.W., Jonsson, B., Jonsson, N., Kjellberg, G., S, J.E., Reitan, O., Taugbøl, T. & Aanes, K.J. 2006. Effekter av reguleringsdammer i store elver. - p. 34-46 in Sandlund, O.T., Hovik, S., Selvik, J.R., Øygarden, L. & Jonsson, B. (eds.) *Nedbørfeltorientert forvaltning av store vassdrag*. NINA Temahefte 35.
- Noatch, M.R. & Suski, C.D. (2012) Non-physical barriers to deter fish movements. *Environ Rev.* 20:71-82.
- Nyqvist, D., P.A. Nilsson, I. Alenäs, J. Elghagen, M. Hebrand, S. Karlsson, S. Kläppe, O. Calles. 2017: Upstream and downstream passage of migrating adult Atlantic salmon: Remedial measures improve passage performance at a hydropower dam, In *Ecological Engineering*, Volume 102, 2017, Pages 331-343, ISSN 0925-8574, <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.02.055>.
- Peven, C. M. und Mosey, T. R. (1999). Development of surface bypass and collection at Rocky Reach Dam, Columbia River. *Innovations in Fish Passage Technology*. Bethesda, MD, American Fisheries Society: 69-92.
- Pulg, U. Stranzl, S. Espedal, E.O., Gabrielsen S-E., Postler, C., Ugedal. O., Jensås, G.J., Bremset, G., Fjeldstad H-P., Alfredsen, K. 2020: Effektivitet og kost-nytte forhold av miljøtiltak i vassdrag. NORCE LF-rapport 360, NORCE LFI, Bergen, 84 s
- Pulg, U. Barlaup B.T., Skoglund H., Velle, G. Gabrielsen S-E., Stranzl S., Olsen E. E., Lehmann, G., Wiers, T., Skår, B. Nordmann E. & Fjeldstad, H.P. 2018: Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker. LFI-Rapport 296.
- Sandlund, O.T., Museth, J. & Øistad, S. 2015. Migration, growth patterns, and diet of pike (*Esox lucius*) in a river reservoir and its inflowing river. *Fisheries Research* 173: 53-60

- Seifert, K. 2016, "Praxishandbuch Fischaufstiegsanlagen in Bayern. " Hinweise und Empfehlungen zu Planung, Bau und Betrieb. Bayerisches Landesamt fuer Umwelt
- Turnpenny, A. W. H. und O'Keeffe, N. (2005). Screening for Intake and Outfalls: a best practice guide, Environment Agency UK, Bristol
- Travade, F., Larinier, M., Subra, S., Gomes, P. & E. De-Oliveira, 2010. Behaviour and passage of European silver eels (*Anguilla anguilla*) at a small hydropower plant during their downstream migration. Knowl Manag Aquat Ec. 19.
- Ugedal, O., Kroglund, f., Barlaup, B.T. & Lamberg, A. 2014. Smolt – en kunnskapsoppsummering. Utgiver: Miljødirektoratet. Rapport M 136 - 2014.
- Velle, G., Skoglund, H., Skår, B., & Barlaup, B. (2014) Påvirkning av krypsiv på anadrom fisk og biologisk mangfold av bunndyr. Uni Research, LFI rapport nr. 231, Bergen.
- Økland, F., Kvingedal, E., Lamberg, A., Kroglund, F., Forseth, T., Diserud, O. & Uglem, I. 2013. Smoltutvandring forbi Laudal Kraftverk i Mandalselva i 2013. - NINA Rapport 1067. 38 s.
- Økland, F., Teichert, M.A.K., Havn, T.B., Thorstad, E.B., Heermann, L., Sæther, S.A., Tambets, M. & Borcharding, J. 2017. Downstream migration of European eel at three German hydropower stations. NINA Report 1355: 53 pages, including appendix.
- Økland, F., Teichert, M.A.K., Thorstad, E.B., Havn, T.B., Heermann, L., Sæther, S.A., Diserud, O.H., Tambets, M., Hedger, R.D. & Borcharding, J. 2016. Downstream migration of Atlantic salmon smolt at three German hydropower stations. NINA Report 1203: 1-47.
- Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A. & Skurdal, J. (2011). Atlantic Salmon Ecology. Wiley-Blackwell, 467 pp.