

Mulighetsstudie for restaurering av Kverneviksbekken i Stavanger kommune

av Jonathan Björklund



NORCE

Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

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

ISSN nr: ISSN-2535-6623

LFI-rapport nr: 521

Tittel: Mulighetsstudie for restaurering av Kverneviksbekken i Stavanger kommune

Dato: 07.03.2024

Forfattere: Jonathan Björklund

Kvalitetssikret av: Ulrich Pulg

Bilder: Fotografier er tatt av NORCE LFI.

Geografisk område: Madla bydel i Stavanger, Norge

Oppdragsgiver: Stavanger kommune

Kontaktperson hos oppdragsgiver: Vegard Ankarstrand

Antall sider: 50

Emneord: Restaurering, habitat, tiltak

Sammendrag:

På oppdrag fra Stavanger kommune har NORCE LFI gjennomført habitatkartlegging av Kverneviksbekken. Resultatene fra kartleggingen viser at Kverneviksbekken har svært lite skjul og gyteområder. Det er foreslått 5 alternativ med tiltak som kan forbedre tilstanden i bekken, og i 4 av disse åpnes vassdraget slik at anadrom fisk kan passere et permanent vandringshinder, og dette vil være i henhold til krav i vannforskriften. Gevinsten av passering i form av rekrutteringsmuligheter for sjørørret er imidlertid svært begrenset samtidig som det er en viss risiko for uønskede effekter ved å åpne for oppdrettslaks. Det konkluderes derfor å ikke betrakte gjenåpning av fiskevandring som første prioritet i denne studien. Det bør heller prioriteres restaurerende tiltak av habitat og rekrutteringsmuligheter ut ifra dagens situasjon. I tillegg til restaurerende tiltak i Kverneviksbekken er det også foreslått tiltak i tre tilløpsbekker til Hålandsvatnet for bedre gyteforholdene til stasjonær brunørret.

Forord

På oppdrag fra Stavanger kommune har Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI) i NORCE utført morfologisk kartlegging av Kverneviksbekken. Basert på resultatene fra kartleggingen har det blitt utarbeidet forslag til restaurerende tiltak i bekken. Vi takker Vegard Ankarstrand og Maya Runde Stølen for oppdraget.



Jonathan Björklund

Innhold

1.	Bakgrunn og hensikt	5
1.1	Om lakseproduksjon og habitatforhold	5
1.2	Gyteområder	6
1.3	Skjulforhold for ungfisk.....	6
2.	Områdesbeskrivelse.....	8
2.1	Fiske.....	10
2.2	Randeberg Elektrisitetsverk.....	11
2.3	Kulturminne	13
2.4	Reguleringsplan	13
3.	Materiale og metoder.....	16
3.1	Innsamling av eksisterende informasjon	16
3.2	Habitatkartlegging	16
3.3	Habitatflaskehals og begrensende faktorer.....	18
4.	Resultater	20
5.	Oppsummering	25
5.1	Elveklasser	25
5.2	Substrat.....	26
5.3	Skjul	26
5.4	Inngrep.....	26
5.5	Flaskehalsanalyse.....	27
6.	Tiltak	28
6.1	Alternativ 1 – Tiltak i eksisterende bekkeløp	29
6.2	Alternativ 2 –Sørlig kort trasé	33
6.3	Alternativ 3 – Sørlig lang trasé	36
6.4	Alternativ 4 – Nordlig kort trasé	38
6.5	Alternativ 5 – Nordlig lang trasé	40
6.6	Tiltaksoversikt.....	42
6.7	Kverneviksbekken – anadromt vassdrag?.....	43
7.	Gytemuligheter tilløpsbekker i Hålandsvatnet.....	45
8.	Referanser	49

1. Bakgrunn og hensikt

Kverneviksbekken renner fra Hålandsvatnet og ned til sjø med utløp i Kvernaviga. Bekken har svært dårlig økologisk tilstand og er kanalisert fra innløp til utløp. I tillegg er det et vandringshinder i form av et gammelt kraftverk midt i bekken. I gjeldene vannforvaltningsplan er restaurering foreslått som tiltak for å kunne nå målet om god økologisk tilstand i Kverneviksbekken.

Stavanger kommune har et tett samarbeid med Statsforvalteren i Rogaland og Norges Jeger- og Fiskerforbund om restaurerende tiltak rettet særlig mot sjøørreten. Basert på utført kartlegging og elfiske har man sett at det er stor potensiale for økologisk gevinst ved restaurering av Kverneviksbekken. Omkringliggende areal er regulert som friluftsområde og er i kommunalt eie. I lys av dette ønsket Stavanger kommune ved. Vegard Ankarstrand om å få gjennomført en mulighetsstudie for restaurerende tiltak i Kverneviksbekken. NORCE LFI fikk oppdraget og har i denne forbindelse gjennomført feltarbeid i form av kartlegging av habitat og fysiske inngrep i hele bekkestrengen.

Resultatene av undersøkelsen gir grunnlag for å kunne vurdere habitatforholdene for anadrom fisk, og dermed kunne foreslå restaurerende tiltak. Som del av tiltaksanalysen skal det utarbeides flere alternativ til omlegging av dagens kanaliserte bekk og dette inkluderer: null-alternativ med tiltak i dagens bekkeløp, alternativ der bekken legges om mot sør, og alternativ der bekken legges om mot nord. Mulighetsstudien skal også belyse eventuelle begrensninger tiltakene kan føre til for innlandsfiske i Hålandsvatnet. I tillegg skal det vurderes om det er mulig å gjennomføre tiltak i tilløpsbekkene i Hålandsvatnet slik at stasjonær ørret i innsjøen kan gyte der.

Da det er benyttet samme fremgangsmåte i dette prosjektet som i mange av våre lignende prosjekter, har vi en standardisert grunnleggende bakgrunnsinformasjon og metodebeskrivelse med justeringer tilpasset hvert enkelt prosjekt. Sammenfatningen nedenfor, samt metodebeskrivelsen i kapittel 3, er delvis hentet fra Gabrielsen mfl. (2020), tiltakene fra Pulg et al. (2023).

1.1 Om lakseproduksjon og habitatforhold

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

1.2 Gyteområder

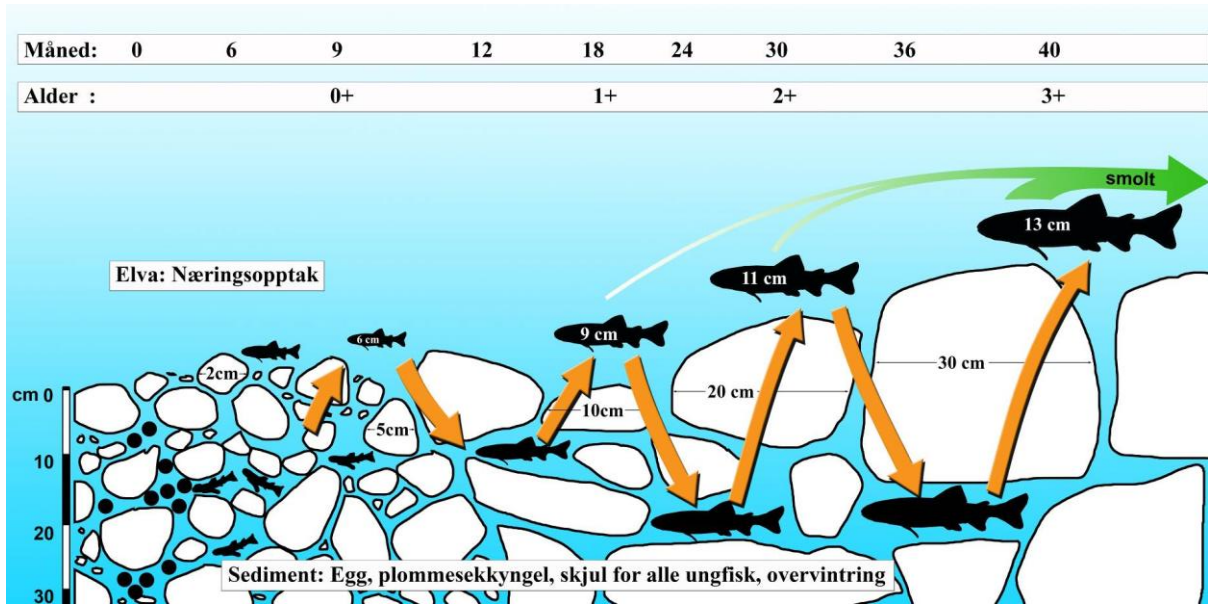
Laks og sjøørret gyter ved at eggene legges porsjonsvis ned i elvegrusen i såkalte «gytegroper». Det er hunnfisken som graver gytegroper, og hun kan fordele eggene i flere groper. Fisken stiller strenge krav til valg av gyteplass, der sammensetningen av bunnssubstrat, vanddyb og vannhastighet synes å være de viktigste fysiske faktorene. Typisk finnes gyteområdene på forholdvis grunne deler av elven (0,3-0,7 m, men også dypere) hvor elvebunnen består av grus og små stein, og på partier med akselererende vannhastighet. Utløpsområder («brekk») av kulper er ofte gode gyteområder. Det strenge kravet til valg av gyteplass resulterer i at det i mange tilfeller bare er et fåtall plasser i elven som har egnede forhold for gyting. Hvor slike områder finnes vil være avhengig av både geologiske og hydrauliske forhold i vassdraget, herunder vannhastighet og sedimenttransport.

Fordeling og størrelse av gyteområder i vassdraget har stor betydning for rekruttering og dermed produksjon av fiskeyngel. 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, noe som resulterer i en sterk tetthetsavhengig dødelighet. Yngel som kommer tidlig opp av grusen vil ofte etablere territorier først i området i nærheten av gytegroppen, og fortrenger yngel som kommer senere. Yngel som taper i konkurransen om territorier vil ha langt dårligere overlevelsesmuligheter. Dette resulterer i at fordelingen av yngelen i tidlig livsfase ofte er «klumpet» i nærheten av gyteområdene.

1.3 Skjulforhold for ungfisk

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

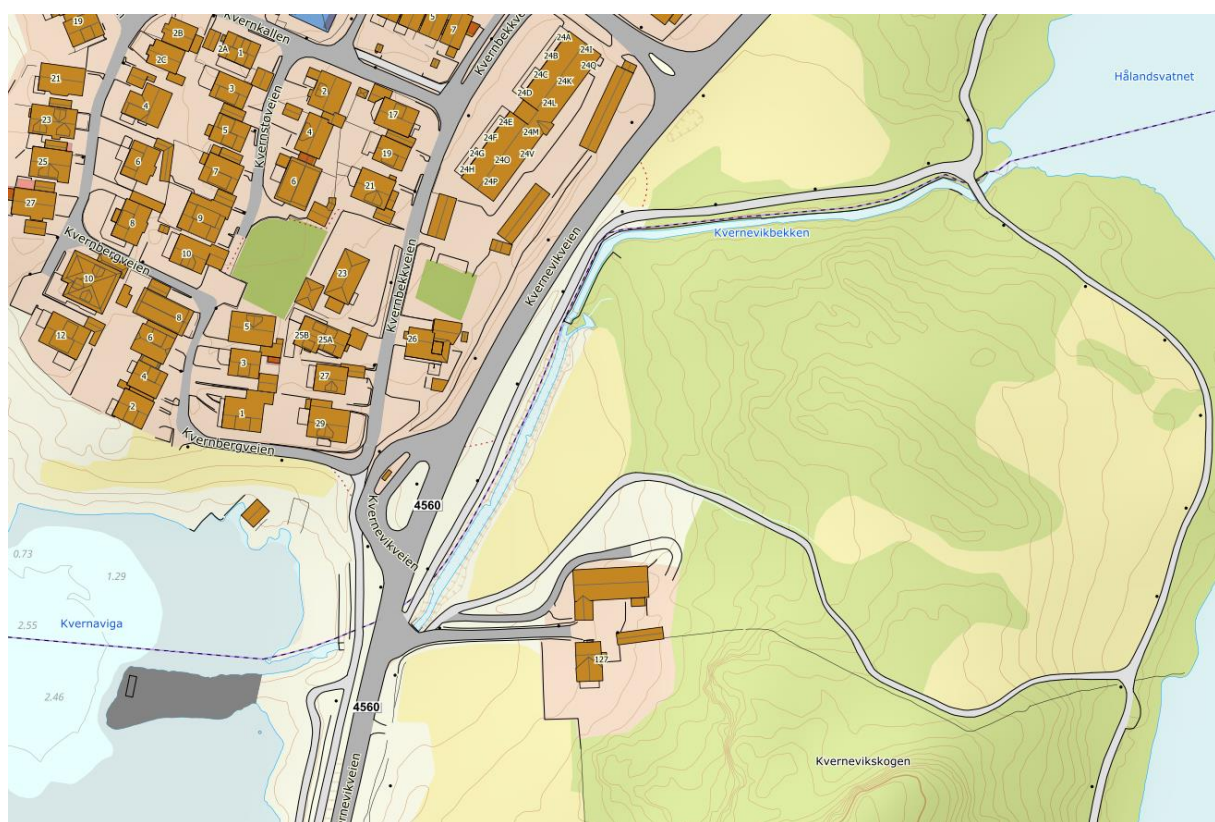
Lakseparr finner som regel skjul i hulrom mellom steiner, eller i vegetasjon og andre fysiske strukturer på elvebunnen. Tilgangen til skjulmuligheter i hulrom er sterkt knyttet til kornstørrelse og sammensetningen av bunnssubstratet. Det er hovedsakelig blokker og stein som gir gode skjulforhold, særlig for eldre ungfisk av laks, mens områder som er dominert av grus og sand vanligvis gir få muligheter til å skjule seg. I tillegg til bunnssubstratet, kan ungfisk også finne skjul i tilknytning til vannvegetasjon, trær og andre strukturer i vannet.



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

2. Områdesbeskrivelse

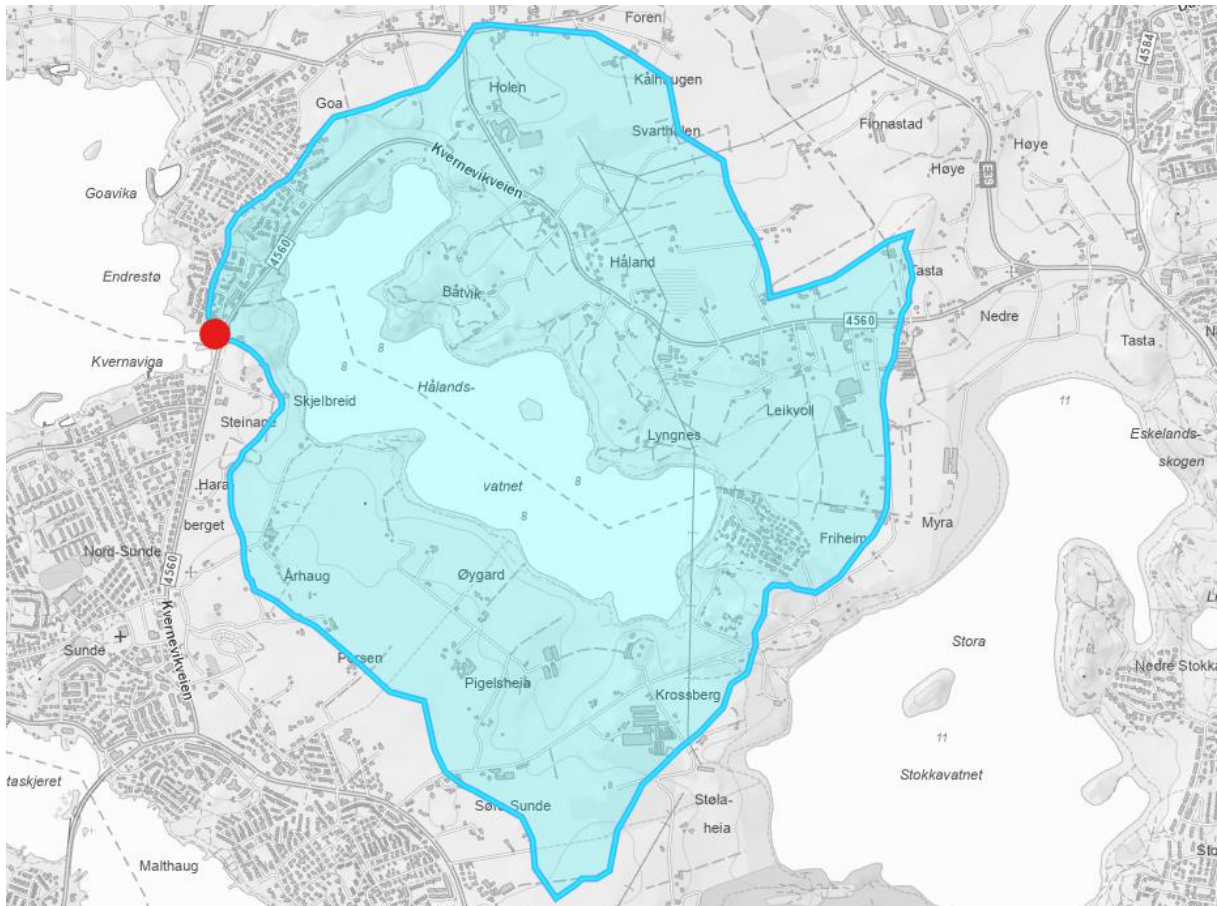
Kverneviksbekken (VannforekomstID 028-33-R) er utløpsbekk til Hålandsvatnet og renner ut i sjøen ved Kvernaviga i Stavanger kommune (**Figur 2**). Bekken er i dag ca. 350 m lang og er kanalisert fra inn- til utløp. Ved utløpet krysser bekket under fylkesvei 4560 i en betongkulvert, og ca. 160 meter opp i bekkeløpet er det en gammel demning som lager vandringshinder for oppgang av anadrom fisk. Grunnet avrenning fra omkringliggende landbruksområder tilføres det betydelige mengder med næringsstoffer til innsjø og bekk (Molversmyr, 2019), og bekket er i dag registrert med svært dårlig økologisk tilstand på Vannnett (Miljødirektoratet, 2024). Nedbørsfeltet til Kverneviksbekken og Hålandsvatnet har ifølge NVEs karttjeneste Atlas et areal på ca. 6,1 km² (**Figur 3**).



Figur 2. Oversiktskart over Kverneviksbekken i Stavanger kommune. Kartutsnitt hentet fra <https://norgeskart.no/>.

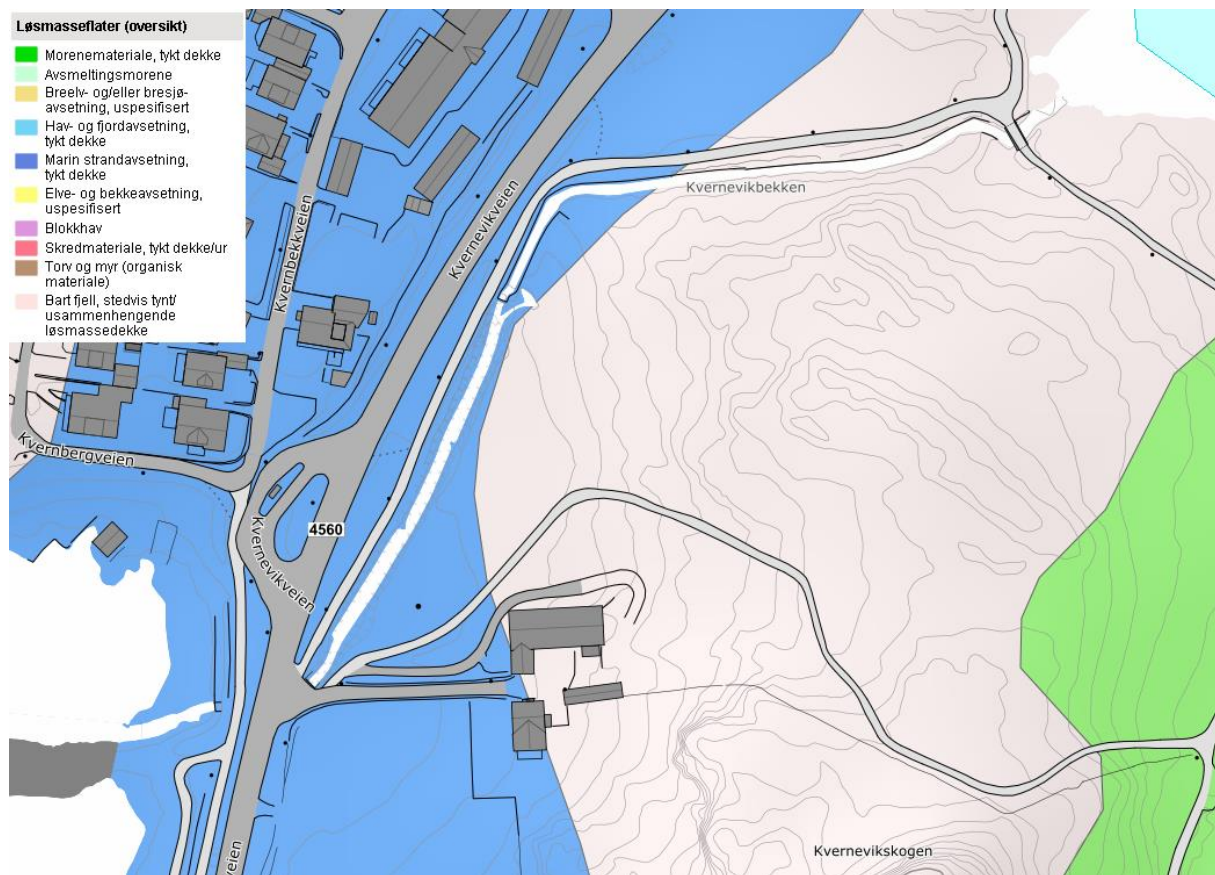
Hålandsvatnet (VannforekomstID 028-1554-L) er en 1,2 km² stor innsjø som ligger i både Stavanger og Randaberg kommuner. Hålandsvatnet har siden 80-tallet, som følge av betydelig avrenning fra landbruket, vært eutrofiert med årlige oppblomstringer av blågrønne alger (Molversmyr, 2002; Molversmyr, Stabell, & Nielsen, 2023). Den økologiske tilstanden i Hålandsvatnet er registrert som svært dårlig (Miljødirektoratet, 2024). Tidligere var det flere myrområder i nedbørsfeltet (Reusch & Grimnes, 1909), og fra disse rant det tilløpsbekker ned til Hålandsvatnet hvor sjørret kunne gyte (Enge, 2023). I dag består nedbørsfeltet til større del av landbruksområder og flere av tilløpsbekkene er drenert bort eller gjengrodde med

vegetasjon. Unntaket er en bekk i nordøst av innsjøen omtalt som «Bekk fra Leikvoll» (VannforekomstID 028-29-R), en bekk i sørvest av innsjøen omtalt som «Bekk ved Resnes» (Molversmyr, Stabell, & Mjelde, 2018), samt en bekk helt i nord som ikke er omtalt. Ved begge de omtalte bekkenes utløp er det etablert rensepark, men oppstrøms disse fremstår bekkene som kanaliserte grøfter. Den tredje bekken fremstår som en rensepark. Basert på eutrofieringsindeks og begroingsalger var den økologiske tilstanden i «Bekk fra Leikvoll» moderat, og «Bekk fra Resnes» svært dårlig (Molversmyr, Stabell, & Mjelde, 2018). Av de tre tidligere nevnte tilløpsbekkene er det i dag ingen av disse som er egnet for gyting (Enge, 2023).



Figur 3. Nedbørsfeltet til Kverneviksbekken og Hålandsvatnet. Rødt punkt markerer Kverneviksbekkenes utløp i Kvernaviga. Kartutsnitt hentet fra NVEs karttjeneste Atlas, <https://atlas.nve.no/>.

I nasjonal løsmassedatabase er det registrert at Kverneviksbekken til største del ligger i et område med marine strandavsetninger, og den øverste delen av bekken ligger i et område registrert med bart fjell (**Figur 4**).



Figur 4. Registrerte løsmasseflater ved Kvernevikbekken. Kartutsnitt hentet fra Nasjonal løsmassedatabase, <https://geo.ngu.no/kart/losmasse/>.

2.1 Fiske

Hålandsvatnet er et populært fiskevann og fiskesesongen varer fra 1. april til 31. oktober. Tidligere har Hålandsvatnet hatt selvrekrutterende bestander av ørret, røye, ål og trepigget stingsild (Berg, 1971), men grunnet forurensing fra landbruksvirksomheten så har den naturlige bestanden av røye og ørret etter hvert dødd ut (Enge, 2023). Som kompenserende tiltak har det siden 70-tallet vært anbefalt å sette ut 2000 settefisk av ørret (Berg, 1971; Nordland, 1987), og i dag settes det ut 4000 settefisk i året (Enge, 2023). Prøvefiske har vist at kondisjonen til fisken var meget god, og dermed gir næringsforholdene plass til et så pass høyt utsettingstall i Hålandsvatnet (Enge, 2023). Ørreten i Hålandsvatnet gyter i øvre del av Kverneviksbekken, oppstrøms demningen, og basert på fangsttall ved elfiske ble det vurdert at bekken kun produserer 2,5 % av antallet fisk som settes ut. Det er ulovlig satt ut sørv i Hålandsvatnet men basert på kondisjonen til fisket ørret ble det antatt at sørv ikke utgjør en direkte trussel mot næringsgrunlaget for ørreten (Enge, 2023). Ved gjennomført elfiske ble det ikke fanget sørv i Kverneviksbekken (Eriksen, 2022; Enge, 2023), men det er observert sørv ved utosen fra Hålandsvatnet (Eriksen, 2019).

Kartlegging har vist at sjøørret gyter i nedre del av Kverneviksbekken. Det er blitt observert flere gytegroper, en gytedyne, og spor etter graving (Eriksen, 2019). Det er også observert flere stimer med sjøørret. Resultater fra elfiske i nedre del av Kverneviksbekken viste middels tilstand for sjøørreten med en tetthet på 35 individer per 100 m² (Eriksen, 2022). Ved denne stasjonen ble det også fanget ål.

Etter at kraftstasjonen ble tatt ut av bruk har det om høsten blitt fisket etter ål (Stavanger Byarkiv, 2019). Historiske flyfoto viser at det har blitt brukt ålekjerr til fangst siden 70-tallet og ålekjerret står fortsatt der i dag, men er ikke lenger i bruk (**Figur 5**).



Figur 5. Rester av Ålekjerr på østsiden av demningen.

2.2 Randeberg Elektrisitetsverk

På 1850-tallet ble det etablert en kornmølle i Kverneviksbekken som var i drift frem til den brant ned i 1909 (Madla Historielag, 2003). Fire år senere i 1913 besluttet Randeberg landbrukslag å kjøpe fallrettighetene for å kunne demme opp Hålandsvatnet og etablere en kraftstasjon (**Figur 6**). Demningen gav elektrisitetsverket en fallhøyde på opptil 6,5 m hvor vannstanden kunne reguleres med 1,75 m (Indrehus, Revheim, & Rossavik, 1914), og den ble bygget med lødd steinmur på utsiden og støypt betong på innsiden. Elektrisitetsverket sto ferdig og begynte å levere strøm i starten av 1914. Grunnet for lavt tilsig og dermed for lav kraftproduksjon ble verket lagt ned allerede i 1916 (Tennfjord, 2022). Kraftstasjonen sto til

forfall frem til den ble revet på 70-tallet, men fremdeles står demningen som et kulturminne og vandringshinder for anadrom fisk. **Figur 7** viser flyfoto fra 1960 med kanalisert bekkeløp, demning med betongrenne samt kraftstasjon. I tillegg illustreres med blå skravering et belte i hvilket vi antar at det opprinnelige bekkeløp gikk; dette basert på historiske kart, høydemålinger fra Høydedata og dagens terrengforhold.



Figur 6. Bilde av Randeberg Elektricitetsverk. Hentet fra boken *Træk av Hetlands historie 1814-1914* (Indrehus, Revheim, & Rossavik, 1914).



Figur 7. Flyfoto fra 1960 som viser kanalisert bekkeløp, demning med betongrenne samt kraftstasjon. I tillegg illustreres med blå skravering antatt belte i hvilket det opprinnelige bekkeløp gikk. Bilde hentet fra <https://norgebilder.no/>.

2.3 Kulturminne

I Stavanger kommune sitt kulturmiljøregister står demningen registrert som «rester etter anlegg fra elektrisitetsverk» og oppført i kategorien «Tekniske/industrielle kulturminner» med objektnummer 253. Det er ikke gitt mer informasjon om demningen eller eventuell vernestatus. Demningen er ikke registrert som regionalt kulturminne, ei heller er den inkludert i NVEs listeførte kulturminner.

2.4 Reguleringsplan

I gjeldene reguleringsplan (PlanID 1103_808) ligger hele Kverneviksbekken og demning i vedtatt friluftsområde. I bestemmelsene er det ikke satt noen spesifikke vilkår til friluftsområder med unntak for § 17 som sier at eksisterende trevegetasjon skal bevares.

I forbindelse med at transportkorridor vest skal etableres fra Sundekrossen til E39 på Finnestad gjennomføres det planarbeid i både Randaberg og Stavanger kommuner. Reguleringsplan 2014003 er vedtatt i Randaberg kommune, mens behandlingen av reguleringsplan 2535 i Stavanger kommune er satt på vent. **Figur 8** viser begge reguleringsplanene samlet.

Som veien er vedtatt plassert vil den på det nærmeste ligge to meter fra den oppmurte demningen/kanalen (**Figur 8 & Figur 9**). Dagens turvei er foreslått plassert i ny trasé på østsiden av Kverneviksbekken og som krysser over eksisterende kanal med bru (**Figur 8 & Figur 9**). I Plan 2535 er det satt av en hensynssone H570 for bevaring av kulturmiljø og den dekker Kverneviksbekken fra Fylkesveien opptil demningen, samt demningen med kanal 70 meter lenger oppstrøms (**Figur 8**). Siden plan 2535 ikke er vedtatt er det heller ikke satt spesifikke bestemmelser for hensynssonen, i plandokumentet er det opplyst at veganlegget må forholde seg til demningen/kanalen (Norconsult, 2019). Som del av planen skal det etableres ny og lenger kulvert under fylkesveien, denne skal tilrettelegges for fiskevandring slik at tiltaket ikke påvirker bekken negativt.

Byantikvaren i Stavanger har opplyst at det vil være åpning for tilpasninger av anlegget for å kunne forbedre forholdene for sjøørreten (pers. med. Knut Haaland Grøttland).



Figur 9. Illustrasjon over utforming av ny fylkesvei og turvei ved demningen i Kverneviksbekken. Illustrasjon hentet fra plandokumentet figur 73.

3. Materiale og metoder

3.1 Innsamling av eksisterende informasjon

I forkant av habitatkartleggingen ble det gjennomført informasjonssøk om vassdraget. Her ble det hentet opplysninger fra offentlige databaser/karttjenester som ligger på nett. For grunnleggende vurderinger av vassdragets gradient og morfologi ble det brukt data fra Kartverkets Høydedata-base. Flyfoto av vassdraget var tilgjengelig via Norge i bilder. Det ble utført en kontroll av historiske flyfoto for å identifisere kanalisering og utretting av vannforekomsten.

3.2 Habitatkartlegging

Kartlegging av vassdraget ble utført med utgangspunkt i metodene beskrevet i Forseth & Harby (2013), men fremgangsmåten er noe modifisert for å kunne inkludere fysiske inngrep i kartleggingen. Arbeidet ble utført ved at en person iført vadere utførte skjulmålinger under vann, og noterte ulike habitatparametere på skjema og kart på vannfast papir. Innenfor elvestrekninger som har forholdsvis like fysiske forhold (mesohabitatnivå) med tanke på strøm og bunnforhold, ble følgende habitatparametere registrert:

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 1**). 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 kartlegging blir det lagt fokus på å få frem de overordnede elvetyperne 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 kvitstryk (E+F).

Tabell 1. Oversikt over klassifisering av mesohabitat basert på fysiske karakterer basert på Borsányi et al. (2004). Tabellen er hentet fra Forseth & Harby (2013).

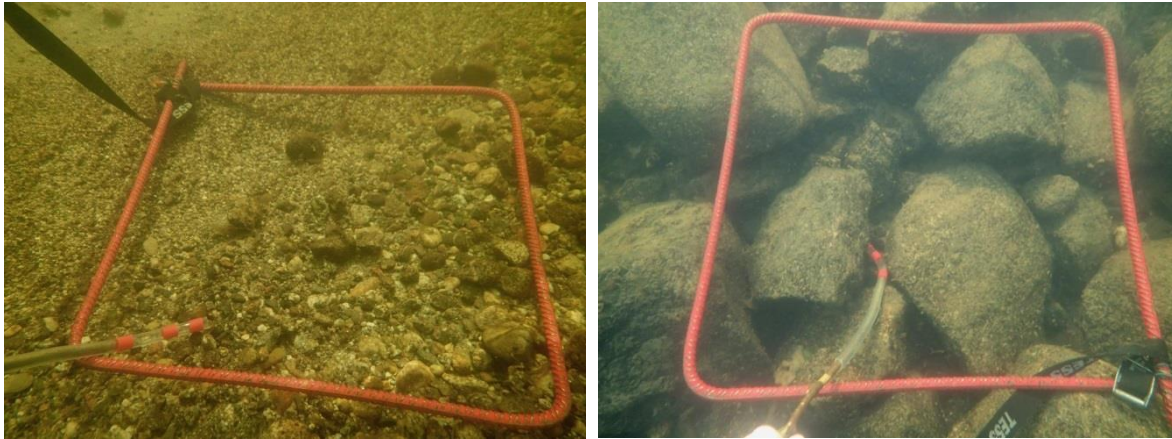
Kriterier	Vannflate- struktur	Vannflate- gradient	Vannflate- hastighet	Vanndybde	Klasse
Avgjørelse	Glatt/Små riller	Bratt	Hurtig	Dyp	A
				Grunn	
			Sakte	Dyp	
			Grunn		
		Moderat	Hurtig	Dyp	B1
				Grunn	B2
	Sakte		Dyp	C	
		Grunn	D		
	Turbulent, brutt/ubrutte stående bølger	Bratt	Hurtig	Dyp	E
				Grunn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

Substrat ble klassifisert innenfor hvert mesohabitatområde ved at dekningsgraden (% av overflatearealet av elvebunnen) av ulike substratkategorier ble estimert: Mudder (organisk fensediment) og silt, sand (<10 mm), grus (10-64 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 representative 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 tre «tilfeldige» punkt i elven. Vektet skjul ble deretter funnet ved å beregne gjennomsnittet av skjulmålingene for hver av de tre målingene ut ifra følgende formel:

$$S1 + S2 \times 2 + S3 \times 3$$

Ut ifra verdiene for vektet skjul klassifiseres skjulforholdene som svært lite (< 1), lite (1-5), middels (5-10), mye (> 10) og svært mye (> 15).



Figur 10. 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.).

Kantvegetasjon ble kartlagt ved å angi kantvegetasjonen på hver side av elven til en prosentmessig verdi ut ifra dekningsgrad. I tillegg ble de ulike artene bestemt.

Vandringshindre – Aktuelle vandringshindre for fisk ble kartlagt, og kategorisert som *helt* eller *delvis* (dvs. vannføringsavhengige) vandringshindrende, og *naturlige* eller *kunstige*.

Fysiske inngrep – Eventuelle fysiske inngrep slik som erosjonssikringstiltak, terskler, kulverter og rør ble tegnet på kart under kartleggingen og beskrevet ut ifra forventet påvirkning. Det finnes ofte langt mer inngrep, kanskje spesielt i form av sikringer og arealsenking, enn det som er synlig for observatørene i felt. Inngrepene som er kartlagt kan derfor ansees som et minimum, og det tas forbehold om at det finnes f.eks. nedgravde sikringer eller områder som er utrettet uten at det er videre synlig mens man går langs- eller svømmer i vassdraget.

3.3 Habitatflaskehals og begrensende faktorer

Et vassdrags potensial for lakseproduksjon påvirkes i stor grad av de fysiske habitatforholdene, og hvordan habitatressurser for ulike livsstadier er fordelt innad i vassdraget (se Einum & Nislow, 2011). Vekst og overlevelse hos ungfisk vil være avhengig av bestandstetthet. Dersom tettheten av fisk er høy i forhold til ressurstilgangen, vil vekst og/eller overlevelse reduseres, til bestandstørrelsen er tilpasset bæreevnen. Vi sier da at bestanden har gått igjennom en tetthetsavhengig flaskehals.

Ettersom lakseyngelen har begrenset evne (eller motivasjon) til å spre seg, vil mengde og fordeling av gytehabitat i stor grad være bestemmende for hvor mye yngel som rekrutteres til et område. Dersom tilgangen på gytehabitat i et område er liten, og avstanden til neste gyteområde er stor, vil mengden yngel som tilføres kunne bli for lav til at området potensial for ungfiskproduksjon (bæreevnen) blir fullt utnyttet (**Error! Reference source not found.**). Vi

sier da at tilgang til gyteområder er en begrensende ressurs, og dermed en flaskehals for fiskeproduksjonen. Hvor mange yngel som senere overlever frem til smoltstadiet vil igjen være avhengig av kvaliteten på oppveksthabitatet. For lakseparr er tilgang til skjul regnet som den viktigste begrensende ressursen, og dermed habitatflaskehals for parr (**Tabell 3**). I en «ideell» lakseelv er gyteområdene godt fordelt langs den anadrome strekningen. I tillegg er det god tilgang til skjulområder i nærheten av gyteplassene (**Tabell 4**).

Tabell 2. 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

Tabell 3. Et system for klassifisering av skjultilgang basert på feltmålinger av skjul og beregning av vektet gjennomsnittlig skjulmengde innenfor hvert segment. Basert på og modifisert etter Forseth og Harby (2013).

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

Tabell 4. Klassifisering av elvesegmentets produktivitet (rødt er lavproduktivt, gult er moderat produktivt og grønt er høyproduktivt) ut fra forekomst og fordeling av gytehabitat og skjul. Begrensende habitatfaktor er gytehabitat, skjultilgang eller begge. Ingen begrensende faktor betyr at hverken skjul eller gytehabitat er viktige begrensende faktorer. Etter Forseth og Harby (2013).

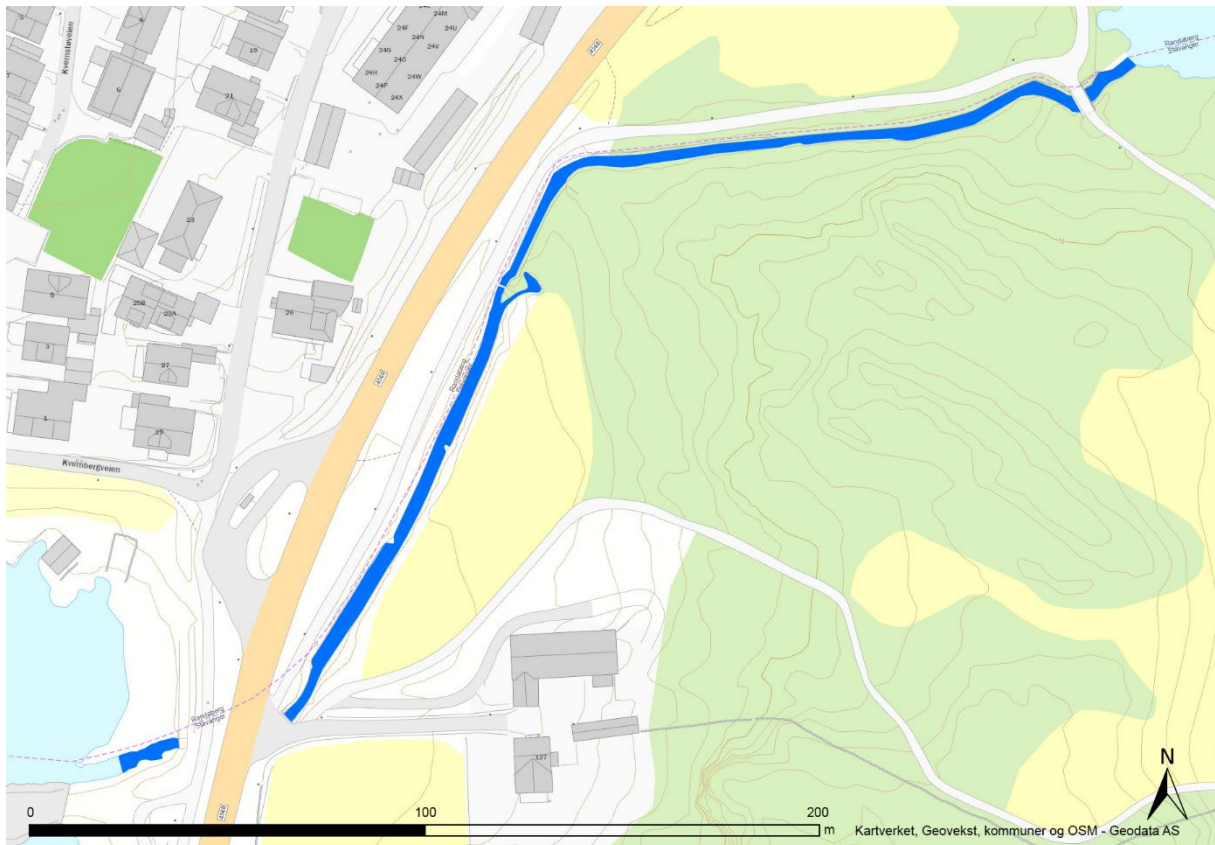
		Gytehabitat		
		Lite	Moderat	Mye
Skjul	Lite	Begge	Skjul	Skjul
	Moderat	Gyte	Begge	Skjul
	Mye	Gyte	Gyte	Ingen

3.4 Forslag til tiltak

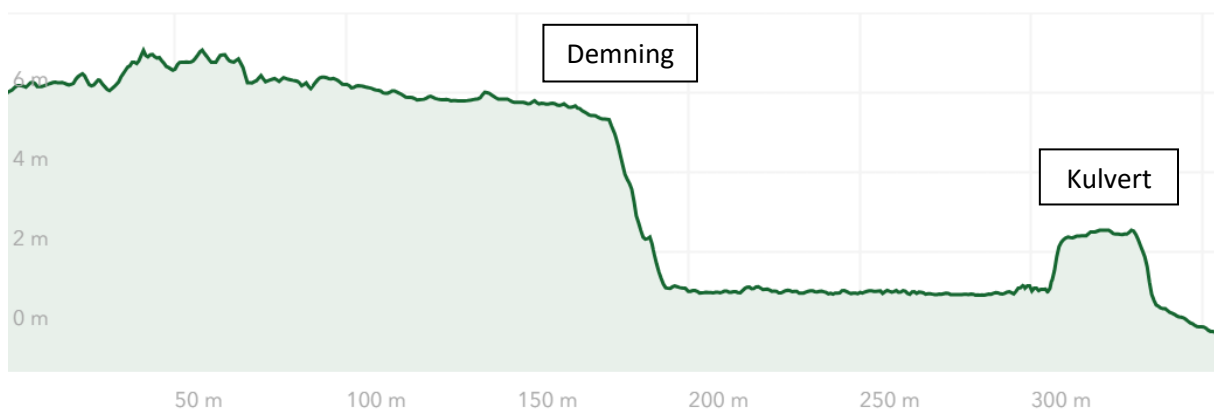
Basert på resultatene av kartleggingen presenteres forslag til konkrete tiltak. Tiltakene er ment for å oppnå en bedre tilstand i vassdraget. Tiltakene som foreslås er hovedsakelig fokusert på å forbedre forholdene for sjøørret, men kan også bedre økologisk tilstand i vassdraget og være gunstige for andre organismer som befinner seg i og langs elven. Tiltakene som foreslås følger hovedsakelig prinsippene gitt i veilederen «Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø» (Pulg mfl. 2023). Kostnadsanslag ble estimert basert på Pulg mfl. (2020).

4. Resultater

Kartlegging ble utført 08.10.2023, og hele bekken fra utløpet av Hålandsvatnet ned til utløpet i Kvernaviga ble kartlagt (**Figur 11**). Oppstrøms demningen er Kverneviksbekken omtrent 180 m lang og har en gjennomsnittlig gradient på 0,35 %. Nedstrøms demningen er Kverneviksbekken omtrent 160 m lang med en gjennomsnittlig gradient på 0,85 %. Høydeprofilen til bekkeløpet er vist i **Figur 12**.



Figur 11. Oversiktskart over hele den kartlagte strekningen av Kverneviksbekken.



Figur 12. Høydeprofil for Kverneviksbekken. Hentet fra Høydedata (<https://hoydedata.no/>).

Habitatkart for Kverneviksbekken er vist i **Figur 13** og **Figur 14**. Eksempelbilder av strekningen er vist i **Figur 15**. Øverste strekning består av en betongrenne med lite fall som går parallelt med vest- og nordsiden av bekken frem til demningen. På denne strekningen var bekkebunn dominert av sand og grus og det var dermed svært lite skjultilgang for ungfisk, betongveggen fører også til at det ikke er noe overheng som gir skjul. Demningen i seg selv utgjør et permanent vandringshinder hvor det først består av en ca. 1,5 meter høy betongkant før demningen siden bratt stiger med ca. 2 m til. I et par tre meter kort strykpårti rett nedstrøms demningen ble det målt middels skjul og her dominerte stein bekkebunn. Videre herifra går elveklassen over til grunnområde fram til og gjennom kulvert under fylkesvei, før bekken avsluttes med et stryk ved utløpet til sjø. Fra stryket ved demningen og ned til ca. 10 m oppstrøms kulverten var substratet dominert av mudder og det ble igjen målt svært lite skjul. Gjennom kulverten og i stryket ned til sjø var stein dominerende substrat, og her ble det målt lite skjul. Sett over hele bekken var gjennomsnittlig vektet skjulverdi 0,4 (= svært liten skjultilgang).

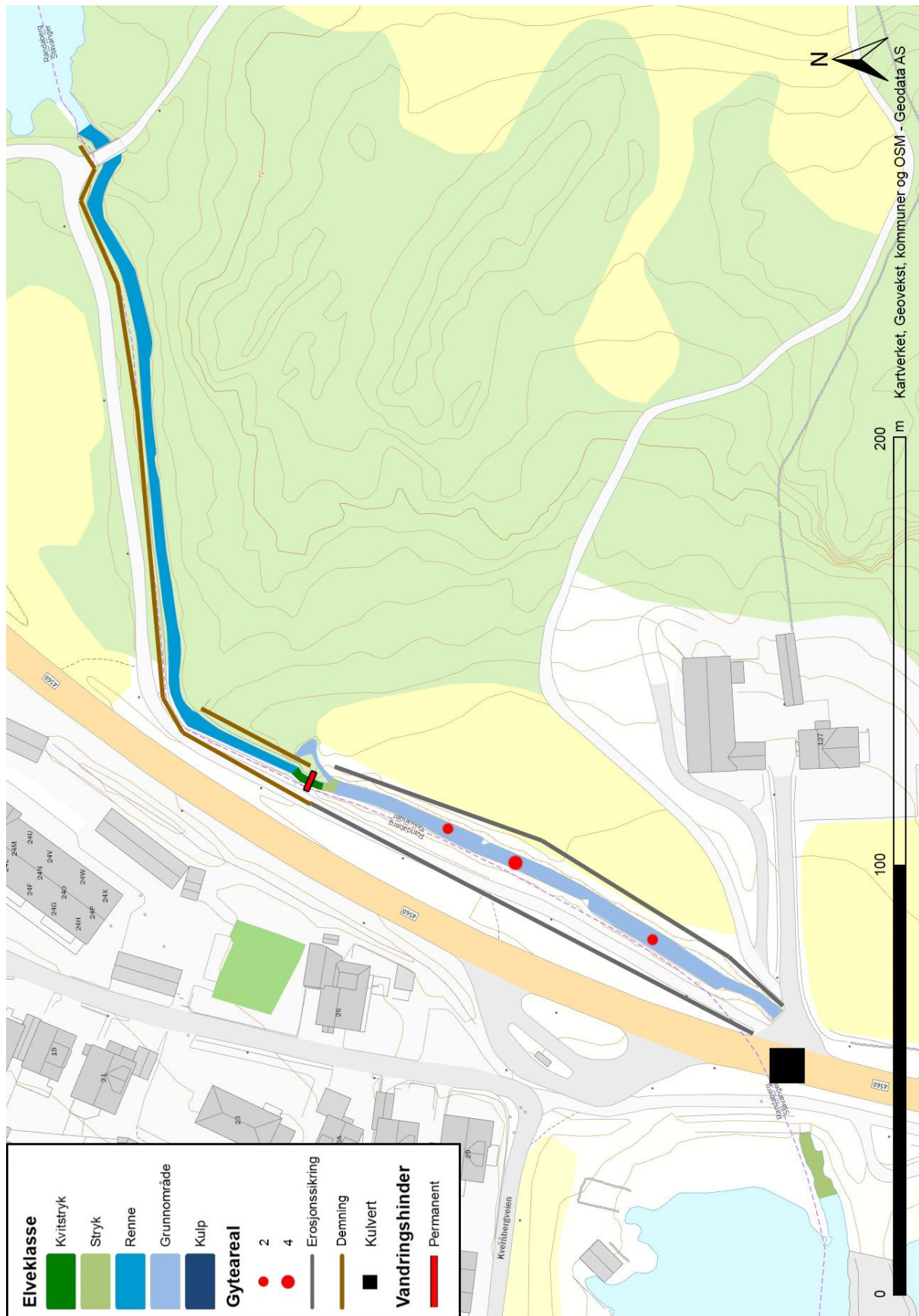
Nedstrøms demningen ble det registrert lavt innslag av grus og høyt innslag av mudder og sand. I utgangspunktet ble det ikke observert egnede gyteområder for sjøørreten, men basert på undersøkelse av tidligere registrerte gyteplasser (Eriksen, 2019; Eriksen, 2022) hvor det ligger små mengder grus oppå mudder og sand så ble disse estimert med et potensielt areal på 8 m², hvilket tilsvarer 1,7 % av totalarealet nedstrøms vandringshinderet. Ved gjennomført kartlegging i 2023 ble det ikke observert gytegroper, men det kan bero på at gytingen ikke var i gang enda. Oppstrøms demningen var innslaget av grus relativt høyt, men grunnet mengden mudder og sand og den begrensede substrattykkelsen i betongrennen, var det også her få potensielle gyteområder. Basert på både skjultilgang for ungfisk og tilgang til gyteområder for voksen fisk ble disse vurdert til å være begrensede flaskehals for fiskeproduksjonen i vassdraget.

Fra demningen og ned til kulverten er bekken kanalisert og breddene på begge sider av bekken er erosjonssikret med lødd stein.

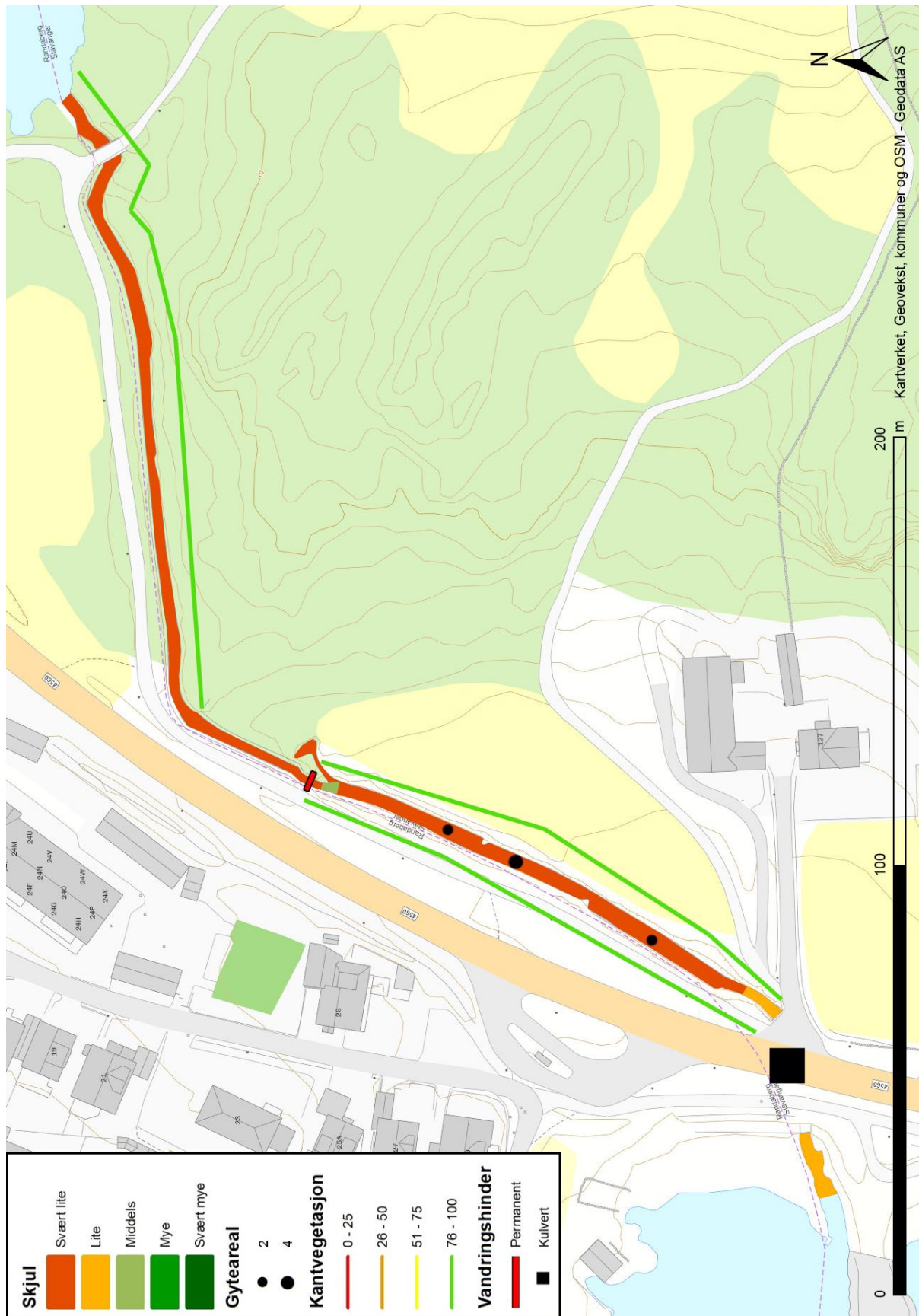
Vegetasjon

Mellom demningen og ned til kulverten vokser det trær på begge sider av bekken. Av de større trærne dominerer platanlønn, men det vokser også tre større sitkagran og et kastanjetre. Mellom nevnte trær ble det registrert oppvoksende rogn, ask, rognasal, svarthyll, rødhyll, blodrips, høstberberis, bulkemispel, salix, barlind, alm, sprikemispel og bringebær. Langs østsiden av bekken mellom trær og jordbruksmark vokser det gras og urter som domineres av engblomstene rød jonsokblom og geitrams, i tillegg ble det registrert krushøymol, revebjelle, skogsvever og skoggullris.

Oppstrøms demningen på øst- og sørsiden av rennen ble det registrert ungskog bestående av bjørk, furu, rogn, gran, alm, rogn, salix, selje og platanlønn. På nordsiden og utsiden av rennen vokser det enkelte trær av osp, bjørk, bøk, selje, platanlønn og rødhyll.



Figur 13. Registrerte elveklasser, vandringshinder, gyteareal, erosjonssikring og strekning som er berørt av demning.



Figur 14. Registrerte skjulforhold, vandringshinder, gyteareal og kantvegetasjon.



Figur 15. Eksempelbilder av habitater i Kverneviksbekken. Øverst: Stryk ved utløp til sjø (venstre) og demning (høyre). Nederst: Betongrenne (venstre) og overgang til grunnområde (høyre) som er de to dominerende elveklassene i vassdraget.

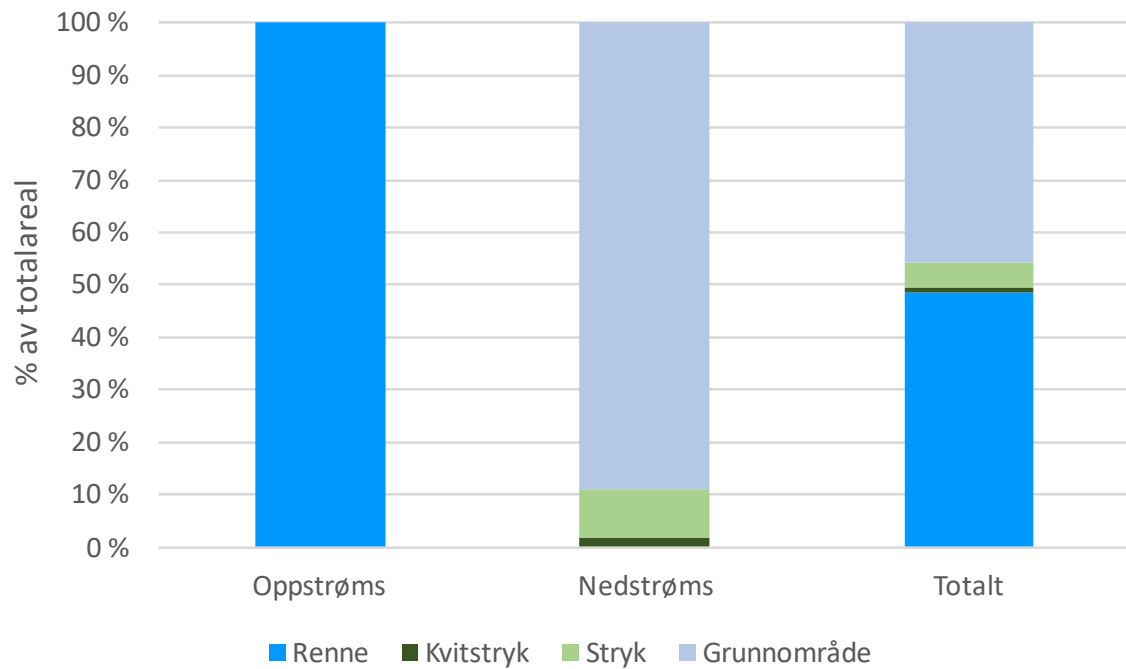
Langs østsiden av demningen står det en større ask, en art som er oppført som sterkt truet i den norske rødlisten. Denne må bevares ved gjennomføring av eventuelle tiltak.

Av trærne er følgende på den norske fremmedartslista: platanlønn, sitkagran, rødhyll, blodrips, høstberberis, bulkemispel og sprikemispel.

5. Oppsummering

5.1 Elveklasser

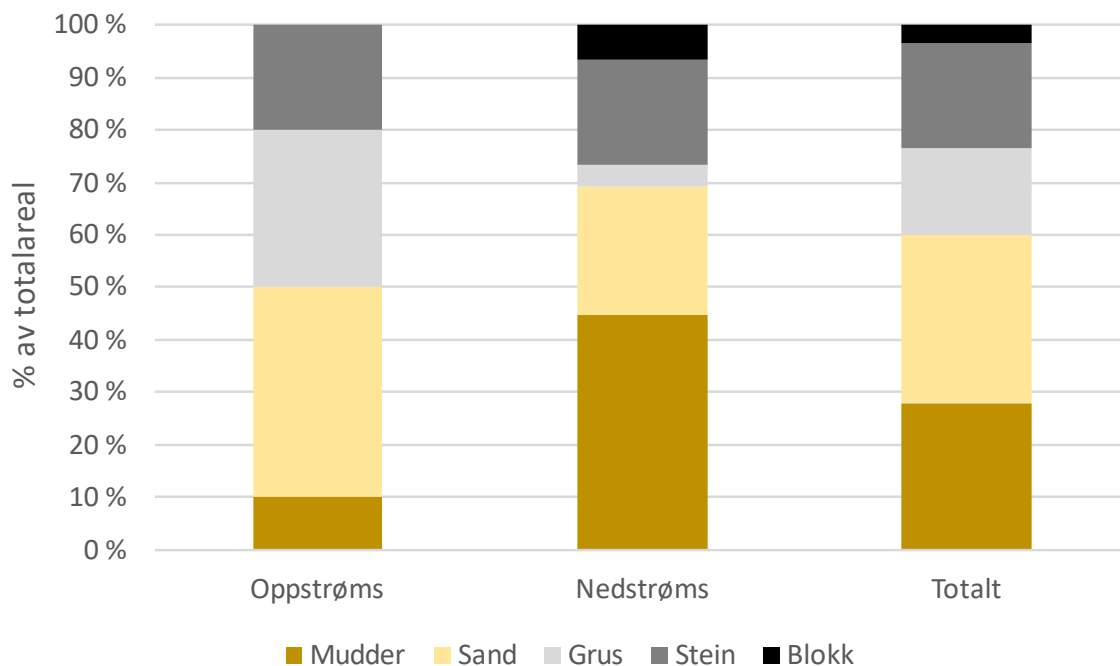
Oppstrøms demningen er Kverneviksbekken utformet som en betongrenne. Nedstrøms demningen dominerer grunnområde (89 %), etterfulgt av stryk (9 %) og kvitstryk (2 %) som her er den åpne og bratte delen av demningen (**Figur 16**).



Figur 16. Prosentvis fordeling av elveklasser i øvre og nedre del av Kverneviksbekken, samt total fordeling.

5.2 Substrat

Oppstrøms demningen dominerer sand sammensetningen av bunnsubstratet med 40 %. Deretter kommer grus (30 %), stein (20 %) og mudder (10 %). Nedstrøms demningen utgjør mudder og sand rundt 70 % av bunnsubstratet, mens det er <5 % grus. Totalt for hele bekken er fordelingen av grus på ca. 15 % mens mudder og sand utgjør 60 % (**Figur 17**).



Figur 17. Prosentvis fordeling av substrat i øvre og nedre del av Kverneviksbekken, samt total fordeling.

5.3 Skjul

Oppstrøms demningen ble det ikke registrert noe skjul (vektet skjul = 0), og nedstrøms demningen ble det kun registrert skjul i det korte stryket rett nedstrøms demningen samt gjennom kulverten og i utløpet til Kvernaviga (**Figur 13** og **Figur 14**). Sett over hele bekken var gjennomsnittlig vektet skjulverdi 0,4 og dermed havner bekken i kategorien «svært lite skjul».

5.4 Inngrep

Som beskrevet i kapittel 2.2 er det et permanent vandringshinder for anadrom fisk i form av en gammel demning i midten av vassdraget. Demningen fortsetter som en betongrenne hele veien opp til Hålandsvatnet.

Nedstrøms demningen er Kverneviksbekken erosjonssikret med lødd stein på begge sider av bekkeløpet frem kulverten som går under fylkesveien (**Figur 18**). Erosjonssikringer har varierende grad av negative konsekvenser for fiskehabitatet og endrer den naturlige elvebredden. De kan redusere tilgjengelig skjul for fisk, og endrer også strømforholdene og bekkens evne til å grave ut og transportere sedimenter. Sikringene som har størst negativ

påvirkning på habitatet, er sikringer av glatt plastring. Slike sikringer gir svært lite hulrom for fisk. Sikringene som gjør minst skade er løse sikringer av naturlig elvestein i røys.



Figur 18. Lødd stein som erosjonssikring langs bekkebredden på begge sider av Kverneviksbekken nedstrøms demningen.

5.5 Flaskehalsanalyse

Demningen virker som kunstig vandringsbarriere for anadrom fisk. Kverneviksbekken er sterk kanalisert og endret i planform og helning. Dette reduserer rekrutteringsmuligheter for særlig sjøørret, men også stasjonær ørret. Potensielt gyteareal ble estimert til å være 8 m², noe som tilsvarer 0,8 % av totalarealet av bekken. Skjultilgang ligger i kategori «svært lite skjul» for hele bekken. Basert på både skjultilgang for ungfisk og tilgang til gyteområder for voksen fisk ble disse vurdert til å være begrensende flaskehals for fiskeproduksjonen i bekken.

Arbeidet er ikke en fullstendig klassifisering i henhold til vannforskriften, men de kartlagte deltemaene tyder på dårlig og svært dårlig (sjøørret) økologisk tilstand for fisk i henhold til hydromorfologiske kriterier (Harby et al. 2023) og DG (2018).

6. Tiltak

I dette kapittelet skisseres tiltak som kan forbedre de hydromorfologiske forholdene i Kverneviksbekken. Som vist i flaskehalsanalysen virker demningen som vandringsbarriere for anadrom fisk og både mangel på skjul og gyteområder er begrensende for fiskeproduksjonen i selve bekken.

I dette kapittelet skisseres flere tiltaksalternativer som forespurt i oppdraget. En vesentlig forskjell er mellom Alternativ 1) som ikke åpner en vandringsvei for anadrom fisk, og alternativ 2-5) som åpner opp vandringsvei for anadrom fisk.

Skjulforbedrende tiltak som er aktuelle er utlegg av rullestein (10-50 cm «diameter, habitatstein») og blokk (50-100 cm), alle avrundet. Gyteforbedrende tiltak er utlegg av gytegrus (1-10 cm) og etablering av gytekulper. I fem av seks tiltak foreslås at bekkeløpet legges om helt eller delvis, og dette vil føre til at anadrom fisk får tilgang til hele bekkeløpet og Hålandsvatnet. Det gis to forslag til tiltak hvor bekkeløpet legges om i nedre del av Kverneviksbekken (tiltak 2-3), og det gis to forslag til tiltak der bekken legges om i øvre og nedre del (tiltak 4-5). Alle tiltak hvor det foreslås at bekken legges om blir lagt på østsiden av eksisterende bekkeløp da det ikke vil være plass på vestsiden grunnet ny vei som kommer gjennom prosjektet Transportkorridor vest.

En faktor som spiller inn i vurdering av hvilket tiltak man ønsker å gjennomføre er tilstanden på demning og betongkanal, og hvilket formål demningen skal ha som kulturminne. I dag fremstår demningen i svært dårlig tilstand og den oppfyller mest sannsynlig ikke lenger krav i damsikkerhetsforskriften. Det har blitt registrert tilfelle hvor demningen flommer over og som har ført til visuelle skader på gangsti på vestsiden av demningen (NRK, 2016). Potensielt må hele demningen og betongrenne rehabiliteres, dersom den skal bevares. Biologisk sett og i henhold til vannforskriften bør den heller fjernes.

I tre av foreslåtte tiltaksalternativer (alternativ 2-3) beholdes bruken av betongrennen oppstrøms demningen, mens vannmengden gjennom demningen potensielt strupes eller reduseres kraftig, avhengig av ønske om vannføring gjennom demningen. I to av foreslåtte alternativ (alternativ 4-5) tas det utgangspunkt i at nytt bekkeløp senkes i terrenget, noe som vil føre til at det ikke lenger vil gå vann gjennom betongrenne eller demning. Her kan man dog velge å beholde dagens utløp slik at man får to utløp fra Hålandsvatnet, dette gjør at kvaliteten til kulturminnet ikke forringes samtidig som man beholder gyteareal til stasjonær ørret i betongrennen.

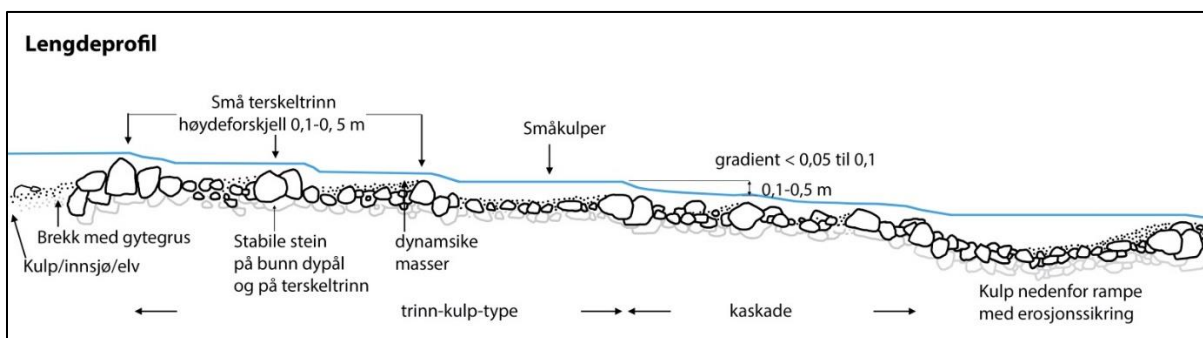
I kapittel 6.7 gis en vurdering av eventuelle begrensninger for innlandsfiske forlengelse av anadrom strekning kan føre til. I kapittel 6.8 foreslås tiltak som kan gi gyteplasser for stasjonær ørret i Hålandsvatnet.

6.1 Alternativ 1 – Tiltak i eksisterende bekkeløp

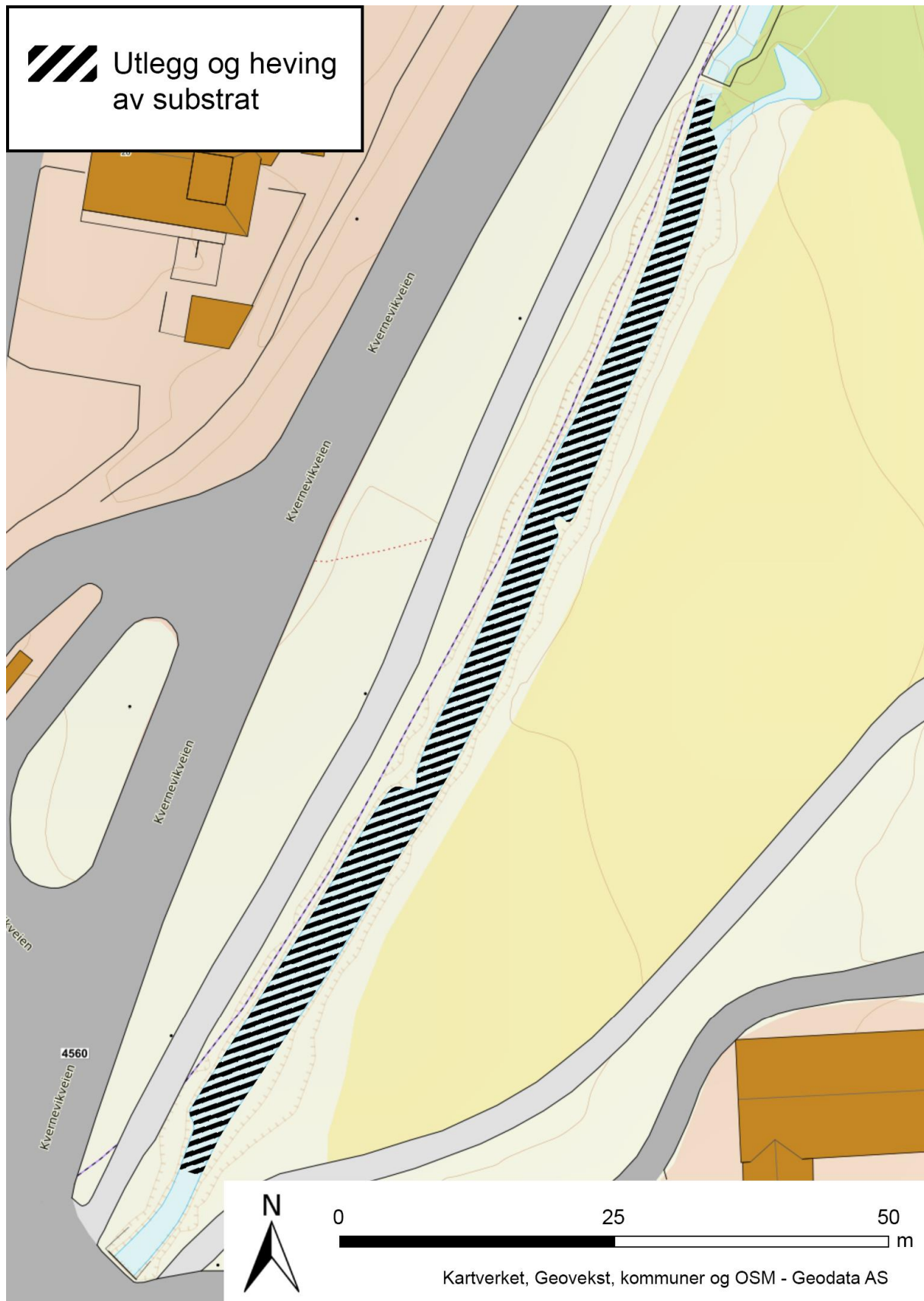
I dette alternativet beholdes demningen og vandringshinderet i midten av bekkeløpet. Dette fører til at anadrom strekning fortsatt vil være 160 meter lang. Det er aktuelt å gjennomføre tiltak både opp- og nedstrøms demningen. Nedstrøms demningen foreslås å gjennomføre tiltak på strekningen mellom fylkesveien og demningen, en strekning på omtrent 110 meter. På denne strekningen er det som beskrevet liten variasjon i habitat og svært lite skjul i elvebunnen. I tillegg er det få egnede gyteplasser. Strekningen er også erosjonssikret med lødd steinmur. Kantvegetasjonen dekker hele strekningen, men den er hevet og er ikke i kontakt med vannspeilet. Med hensyn til mengden mudder og sand på denne strekningen foreslås å fjerne dette og erstatte med nytt substrat i form av gytegrus, samt å øke både skjultilgang og hydromorfologisk variasjon med utlegg av rullesteiner i grupper og blokk i bekkeløpet. Det foreslås å heve bekkebunn jevnt over hele strekningen og med dette oppnås en ideell helning på ca. 1,1 %. Bekken vil dermed starte på 0,9 moh. rett oppstrøms kulverten og avsluttes på ca. 2 moh. ved demningen.

Bekk og substrat etableres variert som beskrevet av Pulg mfl. (2023) og som skissert i **Figur 19**, med flekkvise gytemuligheter. Substratet bygges opp av varierte masser (1-100 cm) og stabiliseres ved hjelp av steinblokker. Kart med tiltaksoversikt for nedre del av Kverneviksbekken er skissert i **Figur 20**. Beskrevne tiltak for strekningen nedstrøms demningen foreslås gjennomført også i alternativ 2 og 4.

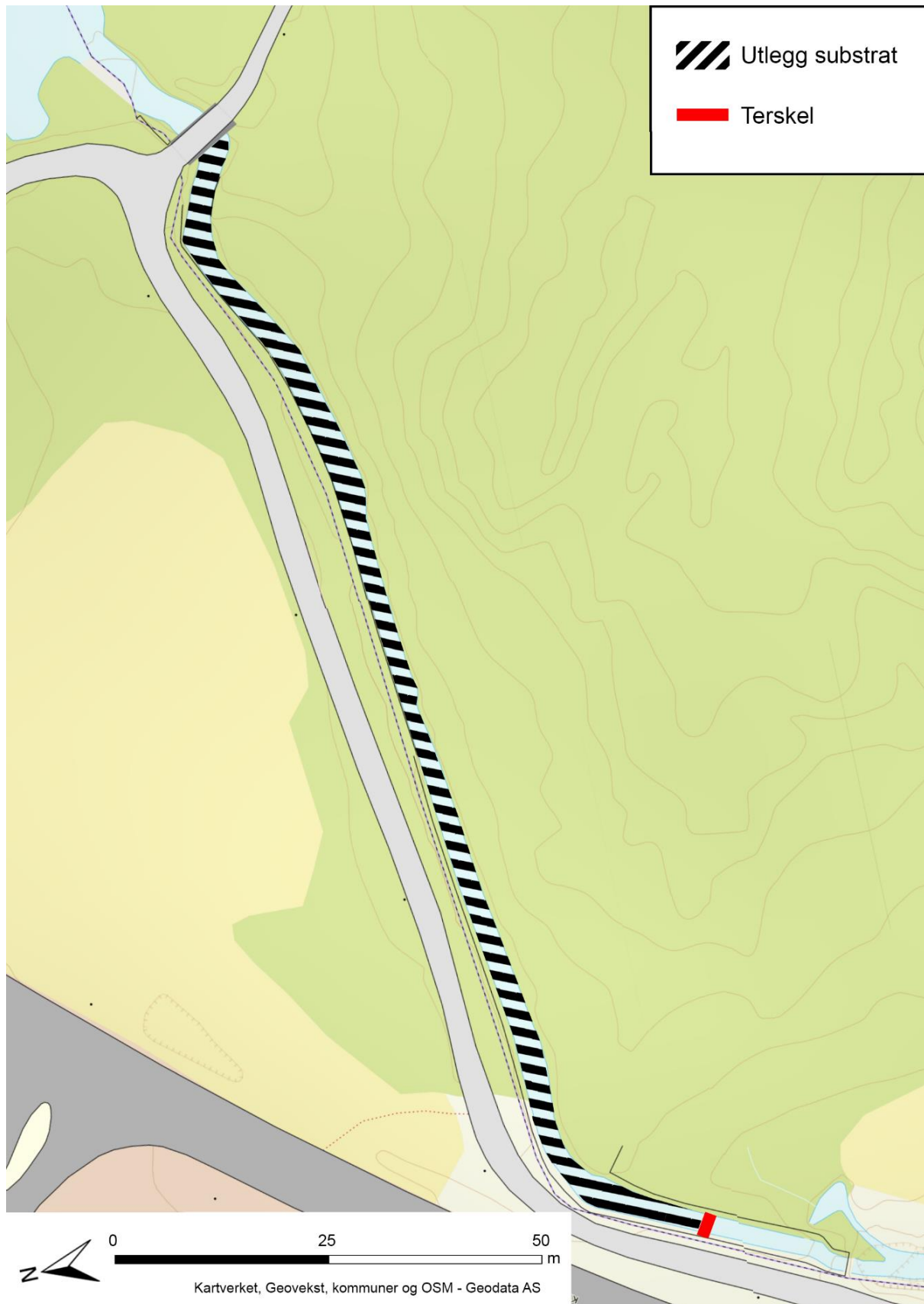
Oppstrøms demningen foreslås å legge ut flekkvis gytegrus og stein og enkelte mindre blokk for å bedre gyte- og skjulforhold for den stasjonære ørreten. I nedre del av demningen kan det med fordel festes en lav terskel i betongbunn for å holde igjen substrat slik at det ikke spyles ut. Kart med tiltaksoversikt for nedre del av Kverneviksbekken er skissert i **Figur 21**. Beskrevne tiltak for strekningen oppstrøms demningen foreslås gjennomført også i alternativ 2 og 3.



Figur 19. Prinsippskisse i utforming av nytt bekkeløp. Bunnivå og helning økes på de 110 m slik at det oppnås en helning mellom 0,5 og 1 %. Det øverste laget (40 cm tykkelse) består av variert substrat: gytegrus, rullestein og blokk. Det anbefales ca. 30 % gytegrus (1-10 cm), 60 % rullestein (10-50 cm) og 20 % blokk (50-100 cm).



Figur 20. Oversikt av tiltaksområde nedstrøms demningen i Kverneviksbekken med forslag til habitatforbedrende tiltak for sjøørreten.



Figur 21. Oversikt av tiltaksområde oppstrøms demningen i Kverneviksbekken med forslag til habitatforbedrende tiltak for stasjonær ørret i Hålandsvatnet.

Materialbehov og kostnad

Nedstrøms demning

Det regnes med en lengde på 110 m og 4 m bredde med kantsone, totalt 440 m². Gjennomsnittlig massebehov ligger rundt 0,4 m³ per m², men siden bekkebunn planlegges hevet jevnt fra kulvert og opp til demning vil massebehovet være større. Løsmassene (sand og mudder) i bekken kan med fordel brukes som tettende material ved heving slik at de gjenbrukes istedenfor å bli kjørt vekk. Det estimeres at totalt massebehov vil ligge på ca. 200 m³ for strekningen nedstrøms demningen, som består av 60 m³ gytegrus, 120 m³ rullestein og 20 m³ blokk.

Oppstrøms demning

Det regnes med en lengde på 180 m og 2 m bredde, totalt 360 m². Det er lite fall på denne strekningen så det foreslås å legge ut flekkvis med gytegrus og enkelte steingrupper til skjul slik at strekningen ikke demmes opp. Det foreslås lagt ut 36 m³ med gytegrus, 30 m³ med rullestein og 4 m³ med blokk, dermed er totalt massebehov i øvre del på totalt 70 m³.

Priser for masser varierer sterkt mellom regioner og må gjerne tilpasses. Med en antatt pris på 300 NOK inkl. transport i snitt per m³ vil totalsum for masser utgjøre ca. 60 000,- NOK eks. mva. for nedre del, og 21 000,- NOK eks. mva. for øvre del.

For massehåndtering i nedre del av bekken, utforming og arrondering regnes med et ukesverk for gravemaskin og dumper, ca. 125 000,- NOK eks. mva. Detaljering, arbeidstegninger og byggeledelse ca. 75 000,- NOK eks. mva.

For massehåndtering i øvre del av bekken, regnes med tre dagsverk for gravemaskin og dumper, ca. 75 000,- NOK eks. mva. Detaljering, arbeidstegninger og byggeledelse ca. 35 000,- NOK eks. mva.

Nedre del: Totalt estimat for anleggskostnader ca. 260 000,- NOK eks. mva.

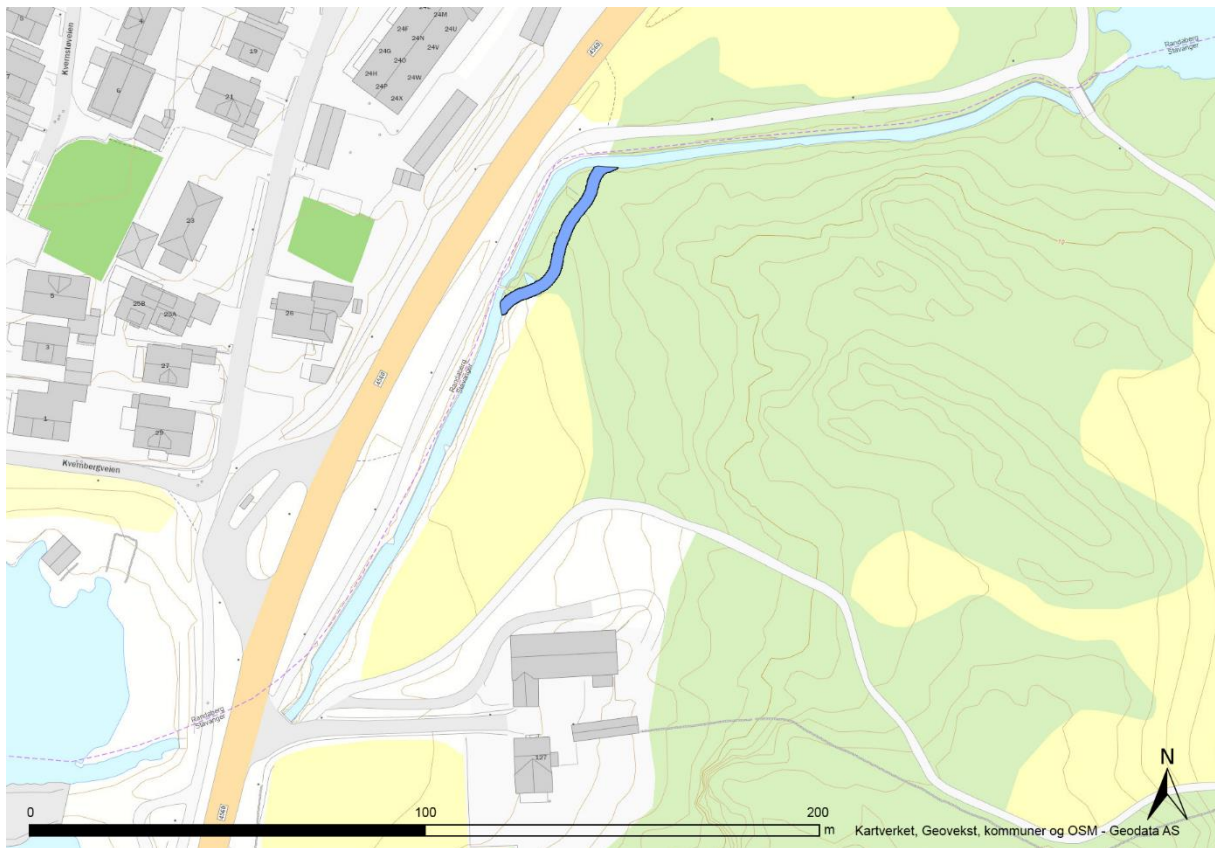
Øvre del: Totalt estimat for anleggskostnader ca. 130 000,- NOK eks. mva.

Totalt: 390 000,- eks. mva.

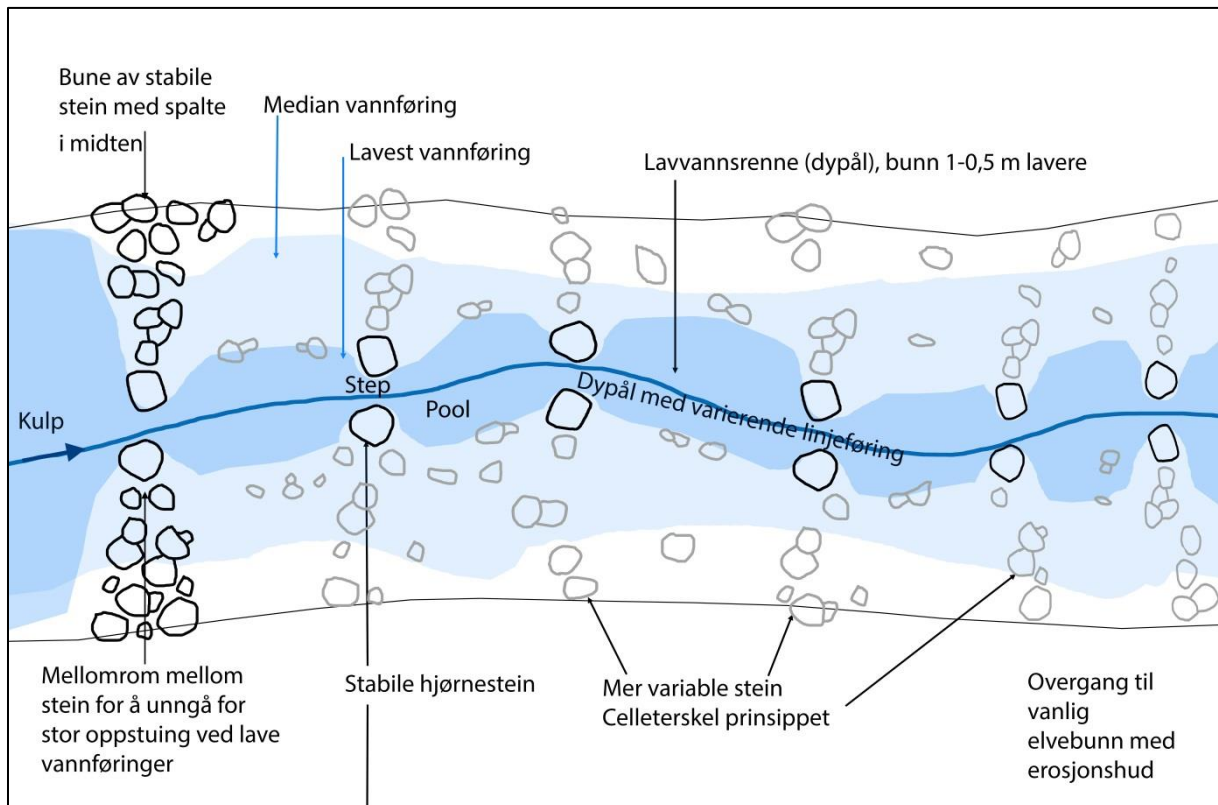
6.2 Alternativ 2 – Sørlig kort trasé

I dette tiltaket foreslås det også å lage nytt bekkeløp på ca. 45 m fra “stryket” på østsiden av demningen og opp til betongrennen over demningen (**Figur 22**). Dette tiltaket medfører at fisk kan passere utenom demningen og dermed blir hele vassdraget anadromt. I tillegg gjennomføres samme tiltak som foreslått i alternativ 1 både oppstrøms og nedstrøms demningen.

Ifølge høydedata er det ca. 3,7 meter i høydeforskjell mellom betongrennen og vannspeilet nedstrøms demningen. Tar man utgangspunkt i at vannspeilet heves med 0,5 m nedstrøms demningen gir dette et gjennomsnittlig fall på ca. 7 % i det nye bekkeløpet. Bekkeløpet kan forslagsvis utformes med kortere stryk med gytetekulper imellom, alternativt som et lengre stryk. I prinsippet følges utforming som vist i **Figur 23**.



Figur 22. Skisse av forslag til tiltak med etablering av nytt bekkeløp på 45 m for å åpne for vandring av anadrom fisk.



Figur 23. Prinsipp for utforming av stryk i plan (etter Pulg et al 2023).



Figur 24. "Stryk" på østsiden av demningen som går opp til ålekjerr.



Figur 25. "Stryk" på østsiden av demningen som går opp til ålekjerr.

Materialbehov og kostnad

Materialbehovet som trengs i dette alternativet, vil være de samme som for alternativ 1. I tillegg kommer kostnader for etablering av nytt bekkeløp på 45 m.

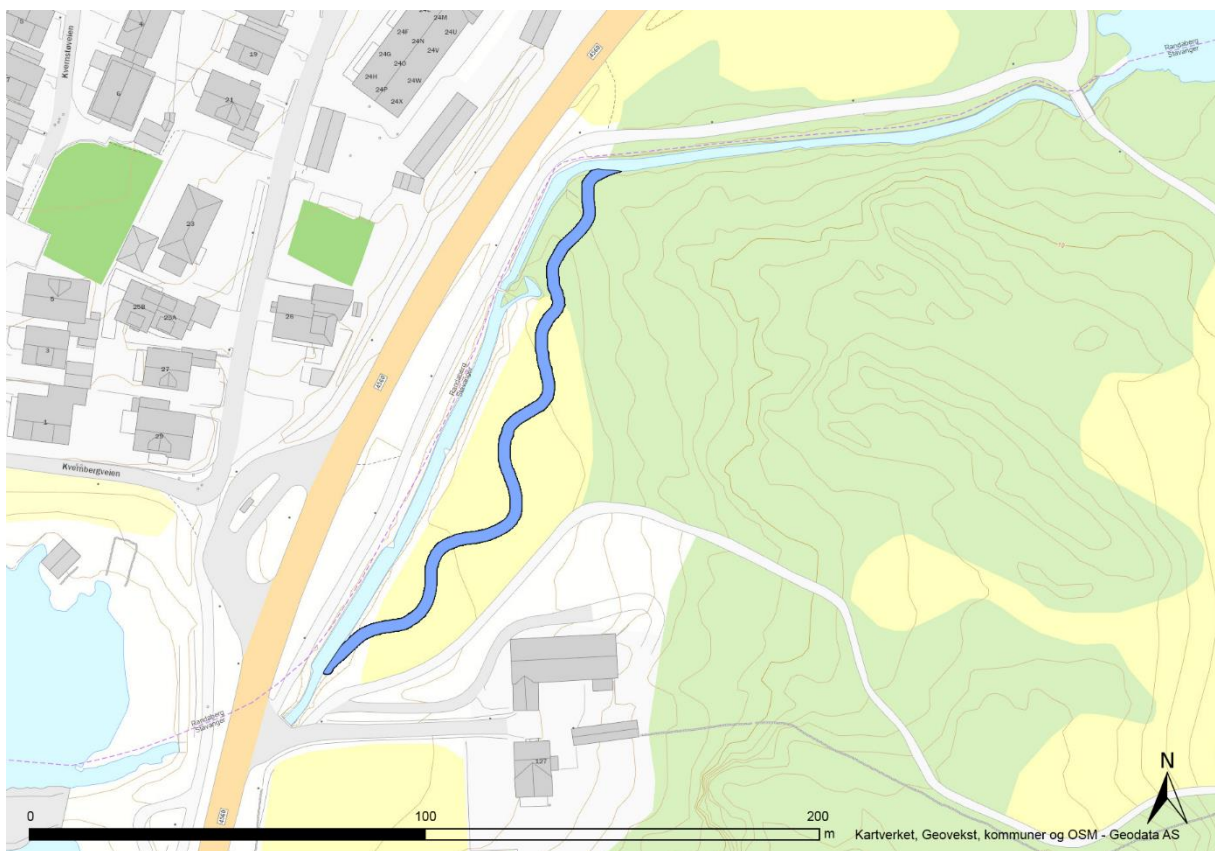
Her regnes med samme sum som i alternativ 1) + etablering av 45 m nytt løp etter snittpriser per m som gitt i Pulg mfl. 2020 (360 000,- NOK eks. mva.) og 50.000 for byggeledelse.

Til sammen 800 000,- NOK eks. mva.

6.3 Alternativ 3 – Sørlig lang trasé

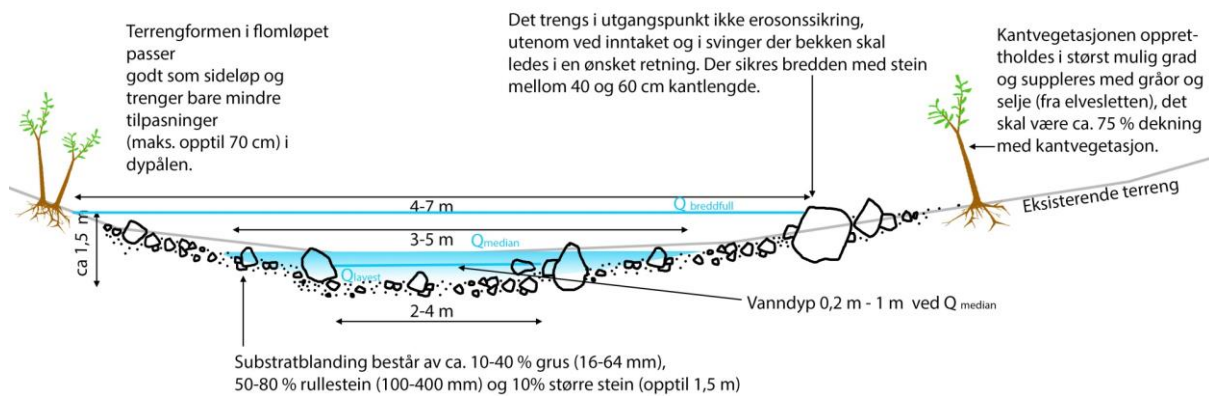
I dette alternativet foreslås det å lage nytt bekkeløp på ca. 170 m fra rett oppstrøms kulverten under fylkesveien og opp til betongrennen over demningen (**Figur 26**). Dette tiltaket medfører at fisk kan passere utenom demningen og dermed blir hele vassdraget anadromt. I tillegg gjennomføres samme tiltak som foreslått i alternativ 1 oppstrøms demningen.

Ifølge høydedata er det ca. 4,9 meter i høydeforskjell mellom betongrennen og vannspeilet rett oppstrøms kulverten ved fylkesveien. Dette gir et gjennomsnittlig fall på ca. 2,9 % i det nye bekkeløpet. Bekkeløpet kan forslagsvis utformes med varierende stryk og gytekulper imellom (**Figur 19**).



Figur 26. Skisse av forslag til tiltak med etablering av nytt bekkeløp i plan på 170 m for å åpne for vandring av anadrom fisk.

Prinsipp utforming sideløp i tverrprofil



Figur 27. Skisse av forslag til nytt bekkeløp i tverrprofil på 170 m for å åpne for vandringsanadrom fisk. Lengdeprofil vil utformes som illustrert i **Figur 19** men tilpasset helning.

Materialbehov og kostnad

Materialene som trengs i dette tiltaket og kostnader er knyttet til etablering av nytt bekkeløp på 170 m. I tillegg kommer kostnader for samme type tiltak oppstrøms demningen som beskrevet i alternativ 1).

Kostnadene fordeler seg på tiltak i øvre del av alternativ 1) + etablering av 170 m nytt løp etter snittpriser per m som gitt i Pulg mfl. 2020 (1 350 000,- NOK eks. mva.) og 135 000,- eks. mva. for byggeledelse.

Til sammen 1 615 000,- NOK eks. mva.

6.4 Alternativ 4 – Nordlig kort trasé

I dette tiltaket gjennomføres samme tiltak som foreslått i tiltak 1 nedstrøms demningen. I dette tiltaket foreslås det også å lage nytt bekkeløp på ca. 180 m fra “stryket” på østsiden av demningen og opp til Hålandsvatnet (**Figur 28**). Dette tiltaket medfører at fisk kan passere utenom demningen og dermed blir hele vassdraget anadromt.

For å få til denne løsningen må nytt bekkeløp gå lavere enn eksisterende betongrenne da terrenget nord for rennen ligger ca. 0,5 m lavere enn vannspeilet i rennen. For denne løsningen må det gjennomføres en undersøkelse av tykkelse av løsmassene. I løsmassekart fra NGU (**Figur 4**) går løsmassene fra bart fjell til marin strandavsetning i det røde markerte området i **Figur 28**, det er derfor usikkert om det er tilgjengelig tykkelse å grave i.

Ifølge høydedata er det ca. 3,9 meter i høydeforskjell mellom betongrennen og vannspeilet nedstrøms demningen. Tar man utgangspunkt i at vannspeilet heves med 0,5 m nedstrøms demningen gir dette et gjennomsnittlig fall på ca. 1,9 % i det nye bekkeløpet.

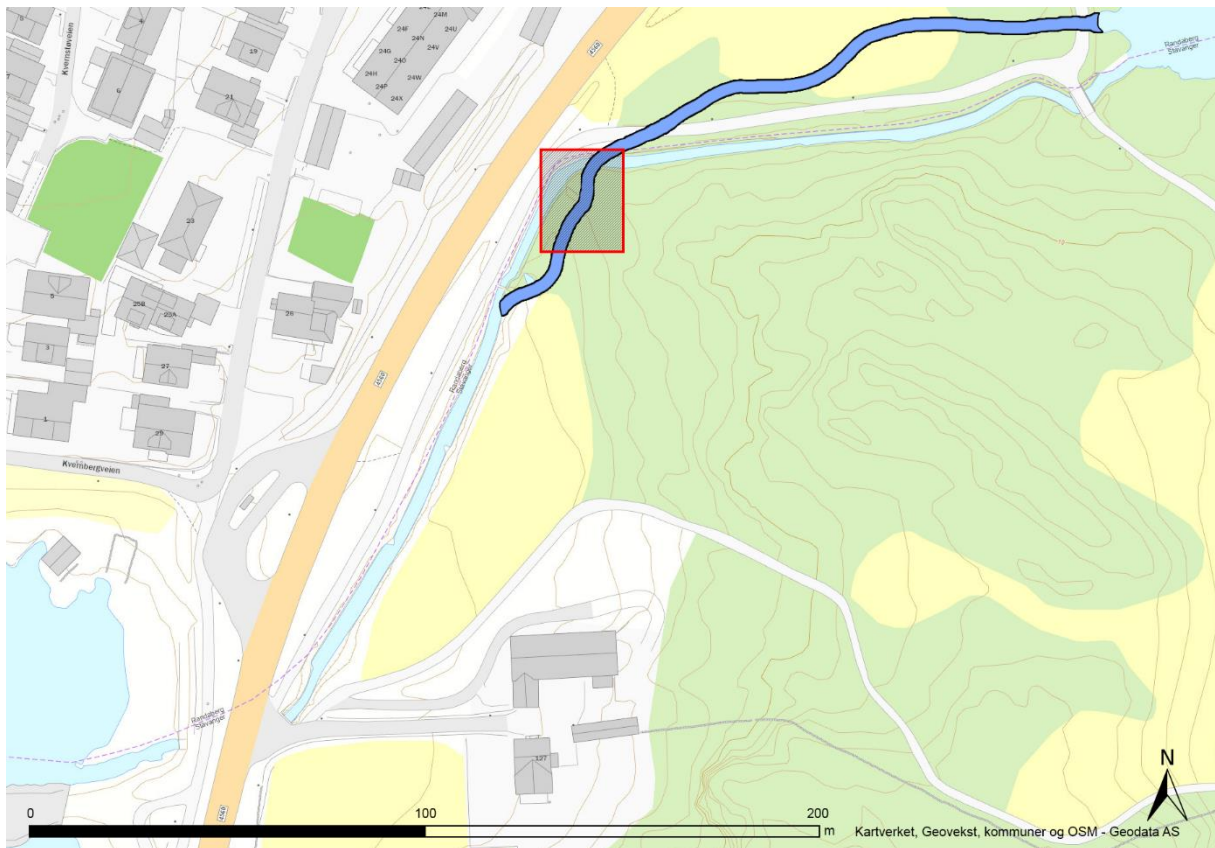
Dette tiltaket fører til at vil det ikke lenger vill renne vann i betongrennen og det må diskuteres med byantikvaren om det må renne vann gjennom demningen som del av kulturminnet. I dette tiltaket kan det også vurderes om betongrennen oppstrøms skal beholdes. Eventuelt kan man etablere en kulvertløsning for betongrennen under hvilken det nye bekkeløpet vil gå. På så sett kan man ha to utløp fra Hålandsvatnet, og med en slik løsning beholder man gyteareal for stasjonær ørret i betongrennen. Det kan gjennomføres hydrauliske beregninger for å se om det er nok med tilgjengelig vann for en slik løsning.

Materialbehov og kostnad

Materialene som trengs i dette tiltaket og kostnader er knyttet til etablering av nytt bekkeløp på 180 m. I tillegg kommer kostnader for samme type tiltak nedstrøms demningen som beskrevet i alternativ 1).

Kostnadene fordeler seg på tiltak i nedre del av alternativ 1) + etablering av 180 m nytt løp etter snittpriser per m som gitt i Pulg mfl. 2020 (1 420 000,- NOK eks. mva.) og 135 000,- eks. mva. for byggeledelse.

Til sammen 1 815 000,- NOK eks. mva.



Figur 28. Skisse av forslag til tiltak med etablering av nytt bekkeløp på 180 m for å åpne for vandring av anadrom fisk. Rødt skravert felt markerer område med usikker løsmassetykkelse.

6.5 Alternativ 5 – Nordlig lang trasé

I dette tiltaket foreslås det å lage et helt nytt bekkeløp på ca. 290 m fra rett oppstrøms kulverten under fylkesveien og opp til Hålandsvatnet (**Figur 29**). Dette tiltaket medfører at fisk kan passere utenom demningen og dermed blir hele vassdraget anadromt.

For å få til denne løsningen må nytt bekkeløp gå lavere enn eksisterende betongrenne da terrenget nord for rennen ligger ca. 0,5 m lavere enn vannspeilet i rennen. For denne løsningen må det gjennomføres en undersøkelse av tykkelse av løsmassene. I løsmassekart fra NGU (**Figur 4**) går løsmassene fra bart fjell til marin strandavsetning i det røde markerte området i **Figur 29**, det er derfor usikkert om det er tilgjengelig tykkelse å grave i.

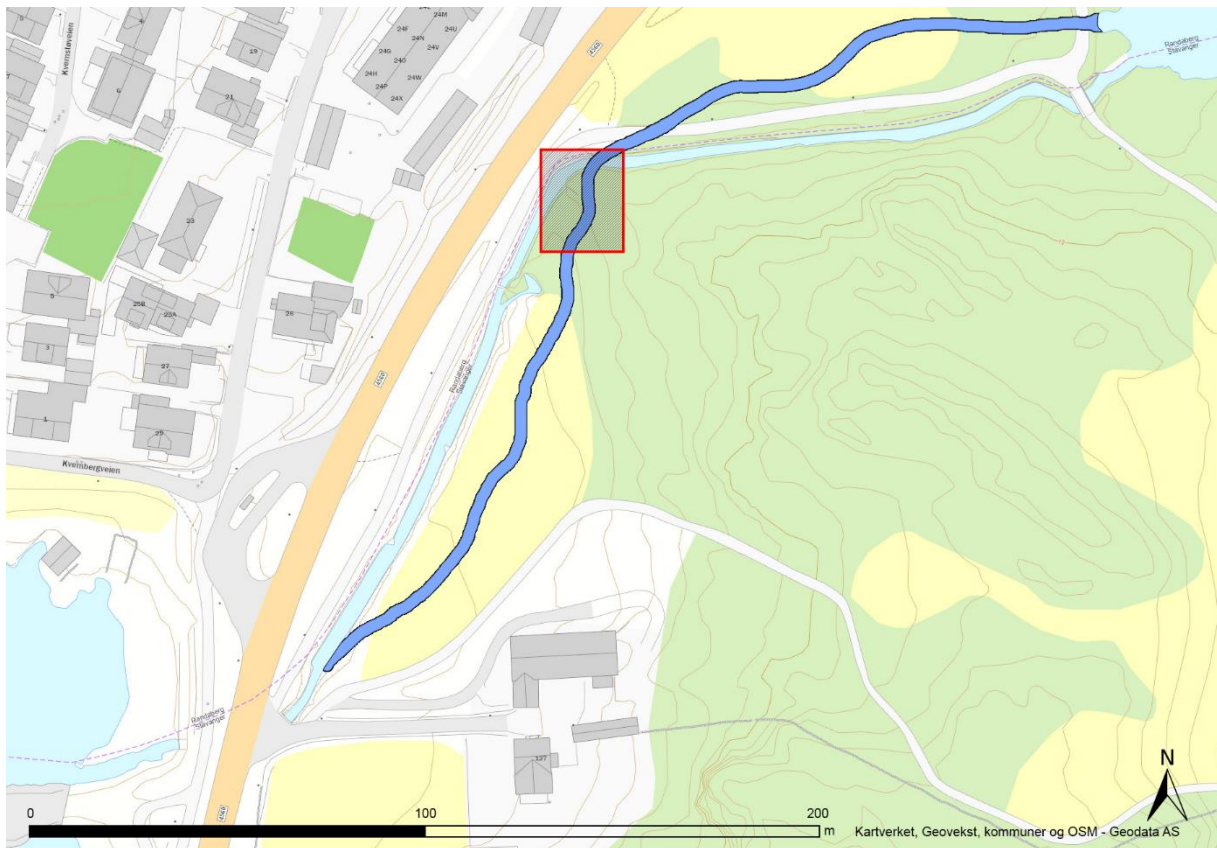
Ifølge høydedata er det ca. 5,1 meter i høydeforskjell mellom betongrennen og kulverten ved fylkesveien. Dette gir et gjennomsnittlig fall på ca. 1,7 % i det nye bekkeløpet.

Dette tiltaket fører til at vil det ikke lenger vill renne vann i betongrennen og det må diskuteres med byantikvaren om det må renne vann gjennom demningen som del av kulturminnet. I dette tiltaket kan det også vurderes om betongrennen oppstrøms skal beholdes. Eventuelt kan man etablere en kulvertløsning for betongrennen under hvilken det nye bekkeløpet vil gå. På så sett kan man ha to utløp fra Hålandsvatnet, og med en slik løsning beholder man gyteareal for stasjonær ørret i betongrennen. Det kan gjennomføres hydrauliske beregninger for å se om det er nok med tilgjengelig vann for en slik løsning. Skulle man gå for en slik løsning bør man også restaurere eksisterende bekk nedstrøms demningen som beskrevet i tiltak 1. Alternativt om det ikke skal gå vann gjennom demningen så kan man bruke overskuddsmasser fra tiltaket til å fylle igjen det gamle bekkeløpet.

Materialbehov og kostnad

Materialene som trengs i dette tiltaket og kostnader er knyttet til etablering av nytt bekkeløp på 290 m, og baserer seg på snittpriser per m som gitt i Pulg mfl. 2020 (2 300 000,- NOK eks. mva.) og 150 000,- eks. mva. for byggeledelse.

Til sammen 2 450 000,- NOK eks. mva.



Figur 29. Skisse av forslag til tiltak med etablering av et helt nytt bekkeløp på 290 m for å åpne for vandring av anadrom fisk. Rødt skravert felt markerer område med usikker løsmassetykkelse.

6.6 Tiltaksoversikt

Kostnadene for de foreslåtte alternativene er sammenfattet i **Tabell 5**, med en vurdering av kost-nytte. Det er vanskelig å gi treffsikre kostnadsanslag for denne typen tiltak, ettersom transportkostnader ofte utgjør en stor del av prislappen for massene som behøves i tiltaket og masser som må kjøres bort. Prislappen på massene kan også variere i stor grad fra sted til sted og region til region. Vi har benyttet anslag fra tilsvarende store prosjekter som vi tidligere har vært en del av, men det bemerkes at man må ta kontakt med lokale leverandører og entreprenører i planleggingsfasen for å utarbeide et realistisk budsjett. Se ellers også Pulg mfl. (2020) for en gjennomgang av kostnader av forskjellige habitattiltak i norske vassdrag.

Det er viktig at arbeidet gjennomføres i en periode der det gjøres minst mulig skade på livet i vassdraget. Dette gjelder for tiltakene som omfatter graving og kjøring i elven. Normalt sett er denne perioden på sensommeren, da man i hvert fall kan anta at det ikke finnes hverken egg eller plommeseekkyngel i selve elvegrusen. Når det gjelder bunndyr vil det alltid være noe nymfer og larver i elvebunnen, men av erfaring reetableres bunndyrssamfunnet svært raskt i etterkant av slike tiltak. Tiltak som omfatter reetablering av kantvegetasjon eller utlegg av døde trær, kan i grunnen gjøres når som helst. Evt. planting av trær langs vassdraget er imidlertid best å gjennomføre på vårparten.

Med hensyn til registrerte fremmedarter anbefales at man planter stasjonær vegetasjon for å unngå at fremmedarter utkonkurrerer stedegne arter ved naturlig revegetering. Kantvegetasjon er viktig både for næringstilførsel, skygge, skjul og også erosjonssikring av elvebredden.

Tabell 5. Tabell med oversikt over tiltakene med tilhørende kostnadsoverslag. Fargene angir en subjektiv vurdering av verdi av tiltakene, basert på kost-nytte i forhold til forventet økning i fiskeproduksjon, der Grønn = høy prioritet, Gul = middels prioritet og Rød = lav prioritet.

	Tiltak	Kostnadsoverslag (NOK) eks. mva.
Alternativ 1	Stein- og gytegrusutlegg i øvre og nedre del	390 000,-
Alternativ 2	Stein- og gytegrusutlegg i øvre og nedre del. Etablering av 45 m nytt bekkeløp.	800 000,-
Alternativ 3	Stein- og gytegrusutlegg i øvre del. Etablering av 170 m nytt bekkeløp.	1 615 000,-
Alternativ 4	Stein- og gytegrusutlegg i nedre del. Etablering av 180 m nytt bekkeløp.	1 815 000,-
Alternativ 5	Etablering av 290 m nytt bekkeløp.	2 450 000,-

6.7 Kverneviksbekken – anadromt vassdrag?

I utgangspunktet vil oppnåelse av god økologisk tilstand kreve gjenoppretting av fiskevandring-muligheter ved kunstige vandringsbarrierer - slik som ved demningen i Kverneviksbekken. Dette vil imidlertid kunne påvirke fiskebestand og fiskemuligheter i det populære ørretfiskevannet – Hålandsvatnet. Derfor vurderes det spørsmålet nærmere i dette kapittelet.

Påvirkning på fiske

Ved gjenoppretting av fiskevandringmuligheter vil anadrom sjøørret, men også laks, og ikke minst rømt oppdrettslaks og potensielt pukkellaks kunne komme opp i Hålandsvatnet og videre til tilløpsbekker. I tillegg vil havniøye, skrubbe og stingsild kunne komme opp, og også ål vil ha bedre vandringsmuligheter, avhengig av valgt løsning.

Sjøørret

Ved åpning av vandringsveien vil ørretbestanden utvikle seg delvis mot anadrom atferd, dvs. bruke sjøen som beiteområde. Rekrutteringsmuligheter vil imidlertid være tilnærmet fraværende så lenge tilløpsbekkene ikke er restaurert, men også svært begrenset når de er restaurert. Selv om areal og habitatforhold i Kverneviksbekken er lav så ligger det største rekrutteringshabitatet for sjøørret her. En sjøørretpopulasjon vil derfor ha bare en lav økning i rekrutteringspotensial ved åpning av vandringsveien, men vil samtidig kunne bruke vannet som oppvekst- og overvintringshabitat.

Andre fiskearter

En åpen vandringsvei vil trolig bedre forholde for ål, skrubbe og stingsild, men ingen av artene er avhengig av det, og glassål kommer opp allerede. Havniøye kan teoretisk komme opp, men foretrekker større elver. Laks vil også kunne vandre opp, men vassdraget er svært liten og grunnet dårlige og små rekrutteringsforhold ovenfor vil ikke arten kunne etablere en egen bestand. Oppdrettslaks og pukkellaks vil kunne komme opp, men her gjelder det samme som for laks og sjøaure hvor i hovedsak rekrutteringspotensialet ligger i Kverneviksbekken. Det er imidlertid risiko knyttet til at særlig oppdrettslaks vil kunne ødelegge for gyting av ørret siden det er få gyteplasser, og siden den gyter etter ørreten og vil den kunne grave opp ørretrogn.

Utsatt brunørret

Brunørret som er utsatt i Hålandsvatnet kan allerede i dag vandre ut til sjøs, men ikke komme opp igjen. Det er imidlertid sannsynlig at de aller fleste ørretene holder seg i vannet i.o.m. at det finnes gode næringsforhold her, Enge (2023) observerte at ørreten ikke slapp seg ned demningen. Det antas derfor at en åpning ikke medfører store endringer for situasjonen for utsatt brunørret dersom det åpnes en vandringsvei. Som i dag vil noen kunne vandre nedover,

men også komme opp igjen, ev. etter et sjøopphold og vekst, men dette vil trolig ikke spille en stor rolle.

Fiske

Ved åpning av vandringsvei vil anadrom ørret kunne blande seg med stasjonær ørret. Dette er i utgangspunktet svært vanlig. Det finnes mange vassdrag hvor dette er tilfelle. I praksis vil det ikke endre mye for bestanden i Hålandsvatnet som har få rekrutteringsmuligheter i tilløpsbekker. Fortsatt vil mesteparten av sportsfisket være settefisk, selv om en og annen sjøørret og oppdrettslaks vil kunne blande seg i fangsten. I gytetiden vil sjøørreten imidlertid være utsatt, men dette kan håndteres med fiskeregler.

Forvaltning og fiskeregler vil imidlertid kunne endres betydelig. Vanligvis gjelder strengere regler med kortere fisketider i anadrome vassdrag, men det finnes eksempler der det åpnes for et brunørretfiske i tillegg til vanlig fiske etter sjøørret eller laks, for eksempel i Gaula i Sunnfjord.

Hålandsvatnet er et populært fiskevann og fiskesesongen varer fra 1. april til 31. oktober. På høsten har grunneierne lov til å fiske med garn. I flere av de foreslåtte tiltakene åpnes Kverneviksbekken opp slik at anadrom fisk kan gå helt opp til Hålandsvatnet. Dette vil føre til at Hålandsvatnet juridisk etter eventuelt gjennomført tiltak vil være en innsjø i anadrom strekning av vassdraget. Som innsjø i anadrom strekning vil den nå reguleres etter «Forskrift om fiske etter anadrome laksefisk i vassdrag». Ifølge «Forskrift om fiske i vassdrag med laks og sjøaure, Rogaland» vil det fortsatt være tillatt å fiske innlandsfisk med stang og håndsnøre i innsjøer på anadrom strekning i vassdrag hele året, men forbud mot garnfiske vil slå inn. Statsforvalteren i Rogaland kan åpne opp for bruk av andre redskap som garn, men da vil det bli satt krav om lokal driftsplan og fangstrapportering. Utenom fisketiden vil det også innføres en fredningssone som strekker seg 100 meter fra utløpet av Hålandsvatnet.

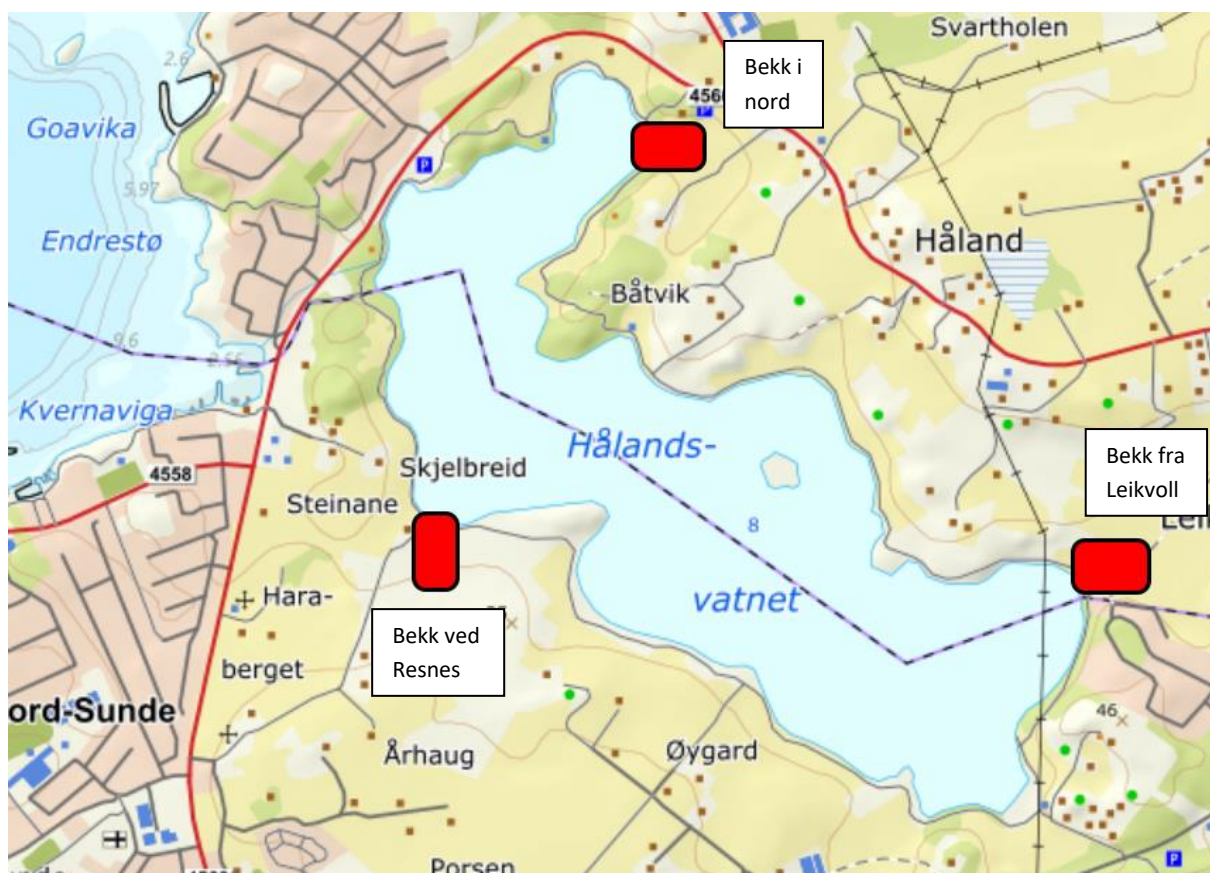
Skal det åpnes for fiske etter anadrom fisk må det i forskrift bestemmes fisketid. Ønsker man å opprettholde muligheten for garnfiske til grunneierne vil dette kunne åpnes for i samme forskrift. Statsforvalteren i Rogaland har i 2023 sendt ut varsel til kommunene på Nord-Jæren med varsel om arbeid med ny forskrift (pers. med. Stig Sandring). Reglene som ønskes for Hålandsvatnet og Kverneviksbekken bør dermed inngå i arbeidet med ny lokal forskrift.

Samlet vurdering

Vandringsmuligheter for fisk vil være i henhold til kravene til vannforskriften. Gevinsten i form av rekrutteringsmuligheter for sjøørret er imidlertid svært begrenset samtidig som det er en viss risiko for uønskede effekter ved å åpne for oppdrettslaks. Det konkluderes derfor å ikke betrakte gjenåpning av fiskevandring som første prioritet i denne studien, men heller prioritere restaurering av habitat og rekrutteringsmuligheter som foreslått i alternativ 1). Dessuten bør det hensyntas kost-nytte effekt samt fiskeforvaltning som helhet i Hålandsvatnet.

7. Gytemuligheter tilløpsbekker i Hålandsvatnet

I dette kapittelet gis forslag til tiltak som kan gi potensielle gyteplasser i tilløpsbekker i Hålandsvatnet. I områdesbeskrivelsen (kapittel 2) er tre tilløpsbekker omtalt (**Figur 30**). Ved gjennomført feltarbeid i oktober 2023 ble Bekk fra Leikvoll undersøkt. Vurdering av de andre to bekkene baserer seg på kart og flyfoto, samt undersøkelse gjennomført av Molvermyr, Stabell, & Mjelde (2018). Bekk i nord og bekk fra Leikvoll har omtrentelig samme størrelse i nedslagsfelt, Bekk ved Resnes har et noe mindre nedslagsfelt enn de to.



Figur 30. Oversikt over tilløpsbekker til Hålandsvatnet. Kartutsnitt hentet fra <https://norgeskart.no/>.

Bedre vannkvalitet i Hålandsvatnet

Det gjennomføres nå et 3-årig prosjekt med navn «Bedre vannkvalitet i Hålandsvatnet» som er et samarbeidsprosjekt mellom Statsforvalteren i Rogaland, Stavanger og Randaberg kommune, og bondelaget. Prosjektet har som mål å gjennomføre tiltak som kan bedre vannkvaliteten i Hålandsvatnet. Dette skal bl.a. skje gjennom å sanere spredt avløp i nedslagsfeltet og redusere avrenningen fra landbruket. Forslag til tiltak for gyting må derfor vurderes opp mot tiltak som planlegges iverksatt i prosjektet. Det foreslås at man planlegger overføring av overvann slik at man unngår tørrlegging av bekkeløpene.

Bekk fra Leikvoll – Tiltak

Bekken som renner fra Leikvoll og ned til Hålandsvatnet fremstår som en kanalisert jordbruksgrøft. Den er ca. 350 m lang før den treffer en etablert rensedam (**Figur 31**). Utløpsdelen fra rensedammen er ca. 45 m lang (**Figur 32**) og den krysser under turstien i et mindre betongrør før den løper ut i Hålandsvatnet. Rensedammen ligger ifølge Høydedata kun 40 cm over Hålandsvatnet, og det er dermed lite fall i utløpsdelen av bekken.

Ved å sette av noe mer jordbruksareal til rensedammen så kan den flyttes 1,5 meter høyere opp i terrenget (**Figur 31**). Dette vil kunne forlenge utløpsbekken med ca. 25 m og gi den mere fall. Etablerer man så et naturlig bekkeløp i utløpsdelen og planter kantvegetasjon vil det kunne gi potensiale for gyting. Det anbefales at rensedammen får en skjøtelsesplan for å ta ut mest mulig næringsstoff før det renner videre ut i bekken.



Figur 31. Oversikt over bekk fra Leikvoll. Rød ring viser forslag til areal til å heve rensedammen i terrenget. Blå ring viser bekkens utløp i Hålandsvatnet. Kartutsnitt hentet fra <https://norgeskart.no/>.



Figur 32. Rensedam (høyre) ved bekk fra Leikvoll med utløp ned mot tursti (venstre).

Bekk ved Resnes – Tiltak

Bekken som renner fra Resnes og ned til Hålandsvatnet fremstår som en kanalisert bekk (**Figur 33**). Overgangen fra myrområde til hvor bekken begynner er ikke klar ut ifra flyfoto, men det antas at bekken er ca. 130 m lang. Den krysser under turstien i et større betongrør før den løper ut i Hålandsvatnet (**Figur 34**). Ifølge Høydedata er det ca. 1,5 m fall på strekningen. Det er beskrevet at det er brukbar bevegelse i vannet rett nedstrøms betongrøret og her består substratet av stein i varierende størrelse før det går over til dekkende mudderbunn (Molversmyr, Stabell, & Mjelde, 2018). Det ble observert store mengder antatt hestemøkk i bekkeløpet.

Ved å renske opp i og fjerne muddret i bekken og siden legge ut nytt substrat med gytegrus vil det kunne gi potensiale for gyting i bekken. Det antas at det vil være samme behov for tiltak oppstrøms betongrøret. Det kan med fordel også lages en kulp for å heve vannspeilet ved utløpet fra betongrøret, i dag er betongrøret hevet over bekken (**Figur 34**). Videre anbefales det at det innføres tiltak ved hestegården som ligger oppstrøms bekken for å unngå at den slammes til på ny etter gjennomførte tiltak.



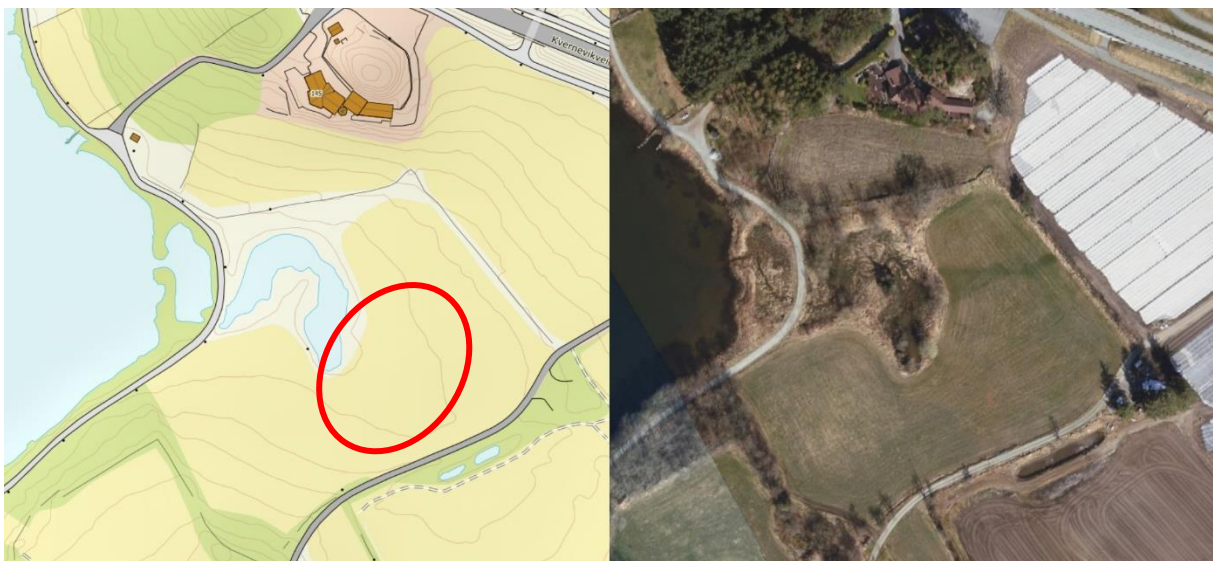
Figur 33. Oversikt over bekk fra Leikvoll. Rød ring viser forslag til tiltaksområde. Kartutsnitt hentet fra <https://norgeskart.no/> og <https://norgebilder.no/>.



Figur 34. Betongrør under tursti (venstre), utløp til Hålandsvatnet (høyre). Figur hentet fra Molversmyr, Stabell, & Mjelde (2018) figur 7.

Bekk i nord – Tiltak

Øvre del av denne bekken fremstår som en rensedam ut ifra flyfoto. Bekken som renner fra rensedammen og ut i Hålandsvatnet er ca. 100 m lang (**Figur 35**). Ved å sette av noe mer jordbruksareal til rensedammen så kan den flyttes 1,2 meter høyere opp i terrenget. Dette vil medføre at man vil kunne etablere et bekkeløp som er ca. 130 m langt. Etablerer et naturlig bekkeløp og planter kantvegetasjon vil det kunne gi potensiale for gyting.



Figur 35. Oversikt over bekk i nord. Rød ring viser forslag til areal til å heve rensedammen i terrenget. Kartutsnitt hentet fra <https://norgeskart.no/>.

8. Referanser

- Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A. & Skurdal, J. 2011. Atlantic Salmon Ecology. Wiley-Blackwell, 467 pp.
- Berg, E. (1971). Melding om fiskeribiologiske granskinger o Rogaland i 1970 - Hålandsvatnet, Randaberg. Rogaland Skogselskap.
- 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.
- Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018. Veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- 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.
- Enge, E. (2023). Prøvefiske i Hålandsvatnet, Stavanger & Randaberg, 21. juni 2023.
- Eriksen, K. S. (2019). Registrering av gytebekker i Rogaland - Kverneviksbekken.
- Eriksen, K. S. (2022). Kartlegging og elfiske i Kverneviksbekken.
- Finstad, A.G., Einum, S., Ugedal, O., and Forseth, T. 2009. Spatial distribution of limited resources and local density regulation in juvenile Atlantic salmon. *Journal of Animal Ecology* 78:226–35.
- Forseth, T. & Harby, A. (red.). 2013. Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag. NINA Temahefte 52, 90 s. <http://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/temahefte/052.pdf>
- Harby et al 2023 HyMo 1.0 - Hydromorfologisk klassifisering av vannforekomster i elver og innsjøer. SINTEF rapport 2023:00315
- Indrehus, O., Revheim, T., & Rossavik, O. (1914). Træk av Hetlands historie 1814-1914. Stavanger : Dreyers boktrykkeri. 355 s. 1 fold. pl. : kart, ill.
- Madla Historielag. (2003). Bydelsvandring på Nord-Sunde. Hentet fra <https://www.madlahistorielag.no/2003/08/31/test/>
- Miljødirektoratet. (2024, 02 01). Vann-nett. Hentet fra <https://vann-nett.no/>
- Molversmyr, Å. (2002). Undersøkelse av miljøforholdene i Hålandsvatnet 2001. Rogalandforskning, rapport RF - 2002/053.
- Molversmyr, Å. (2019). Innsjøinterne tiltak i Hålandsvatnet - vurdering av muligheter og effekter. NORCE Norwegian Research Centre AS, rapport 021-2019.
- Molversmyr, Å., Stabell, T., & Mjelde, M. (2018). Overvåking av innsjøer og elver i Jæren vannområde 2017. International Research Institute of Stavanger, rapport - 2018/028.
- Molversmyr, Å., Stabell, T., & Nielsen, L. (2023). Overvåking av innsjøer og elver i Jæren vannområde 2022. NORCE rapport, Klima og miljø 2-2023.

Norconsult. (2019). Fv. 409 Transportkorridor vest. Planbeskrivelse med konsekvensutredning.

Nordland, J. (1987). Prøvefiske i Hålandsvatnet, Randaberg og Stavanger Kommuner, 4.-5. august 1987. Rapport, Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernavdelingen.

NRK. (2016, 08 05). Måtte fanga ål på sykkelsti. Hentet fra <https://www.nrk.no/rogaland/matte-fanga-al-pa-sykkelsti-1.13074760>

Pulg, U., Barlaup, B., Skoglund, H., Velle, G., Gabrielsen, S.-E., Stranzl, S., Espedal, E.O., Postler, C., Lehmann, G.B., Wiers. T., Skår, B., Normann, E.S., Fjeldstad, H-P. 2023, Kroglund, F. og Halleraker, J.H. Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker. NORCE LFI, rapport nr. 470.

Pulg, U., Stranzl, S. og Espedal, E.O. 2017. Mer Miljøvennlige erosjonssikringstiltak. Uni Research LFI Notat 3/17. Tilgjengelig fra: https://www.ha.no/_f/p1/i139ebf53-b005-4f90-b7eb-1ae3619653a2/miljovennlig_erosjonssikringstiltak_uni_miljo_lfi_3_17_2017.pdf

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, Norwegian Research Center LFI, Bergen, 84 s.

Reusch, H., & Grimnes, A. (1909). Geologiske kart 43a: Kart over Jæderen med Angivelse av Høideforholdene og Jordbundens Art.

Stavanger Byarkiv. (2019). Sunde nord. Hentet fra <https://digitaltmuseum.no/021018243221/sunde-nord>.

Tennfjord, O. S. (2022). Forteljingar langs kysten - ei historisk vandring frå Hålandsvatnet til Vistnestunet. Kraftverket. Hentet fra <https://www.randaberg.kommune.no/forteljingar-langs-kysten>.