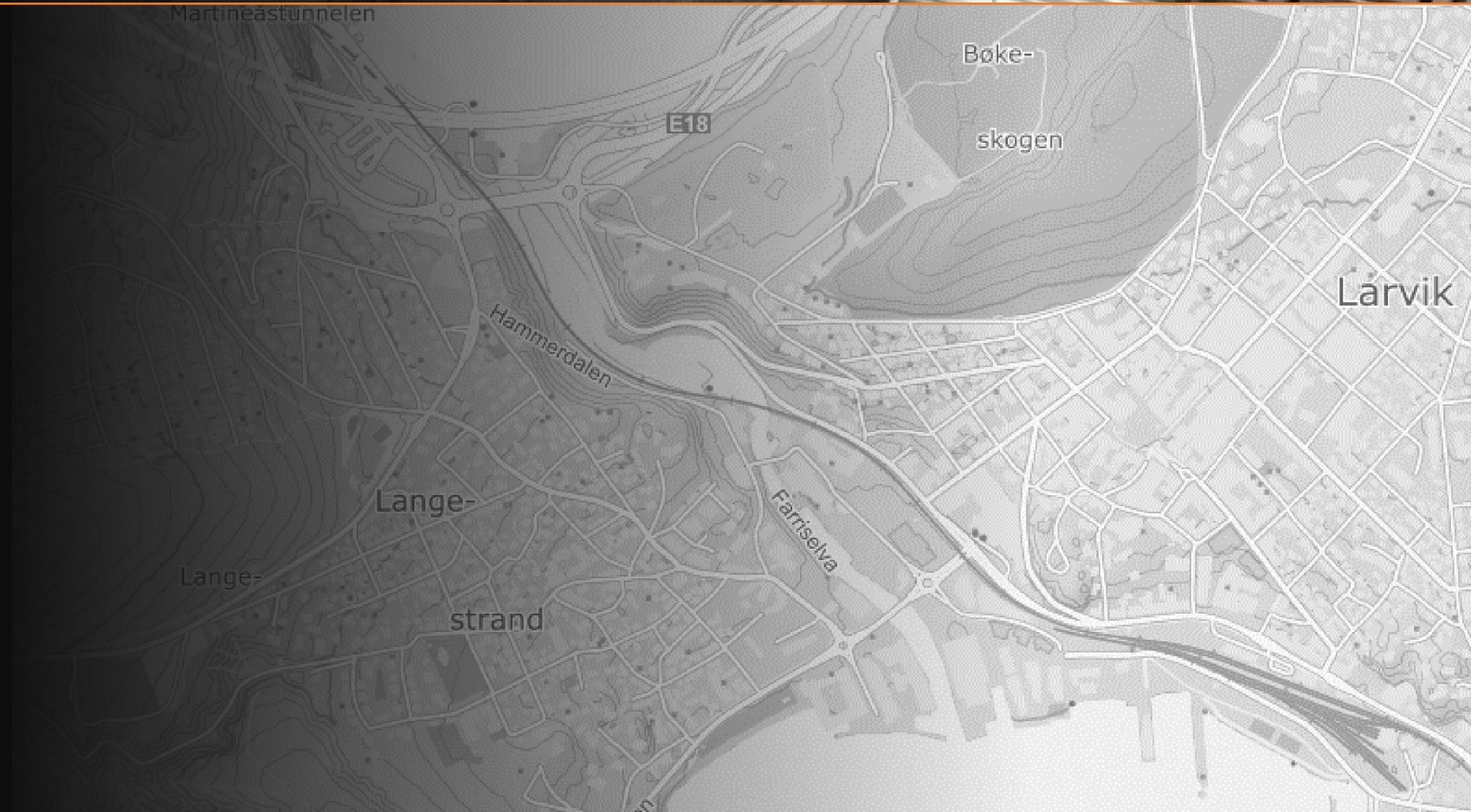


Fritzøe Energi AS

Akvatisk miljøplan for Farriselva

Juni 2023



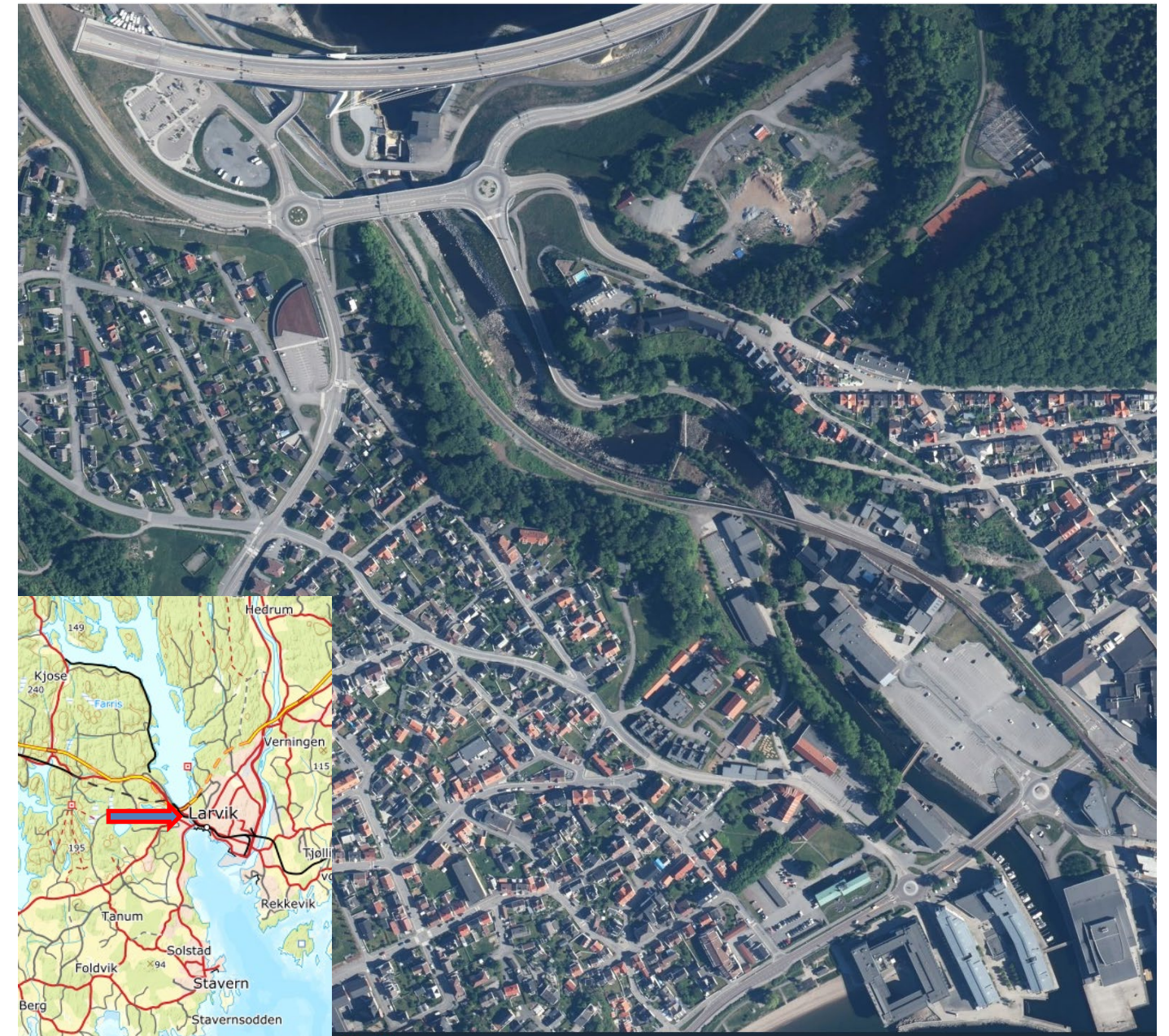
Akvatisk miljøplan for Farriselva



30.06.2023

Denne miljøplanen er utarbeidet for Fritzøe Energi AS av Sweco Norge AS. Dette er en plan for biotopjustering og miljøforbedring i elveløpet som følge av at Fritzøe kraftverk er innkalt til konsesjonsbehandling etter § 66 i Vannressursloven. Planen tar utgangspunkt i NVE sitt innkallingsbrev ref: 201905790-4

Innhold:

| | Side |
|---|------|
| • 1 Mål for miljøplanen. | 3 |
| • 2 Status miljøtilstand i elveløpet | 3 |
| • 2.1 Vannføringer | 3 |
| • 2.2 Fiskebestand | 4 |
| • 2.3 Elvemorfologi og habitatkartlegging | 4 |
| • 2.4 Vannkvalitet | 5 |
| • 3 Tiltak | 6 |
| • 4 Kost/nytte av tiltakene | 16 |
| Litteratur | 16 |



| | |
|--|--|
| Utarbeidet av: Halvard Kaasa, Kjetil Sandsbråten, Thomas Ruud | Sign.:  |
| Kontrollert av: Jan-Petter Magnell | Sign.:  |
| Oppdragsansvarlig / avd.: Karel Grootjans/ Miljørådgivning | Oppdragsleder / avd.: Halvard Kaasa/ Miljørådgivning |

AKVATISK MILJØPLAN

Farriselva

1 MÅL

NVE har innkalt Fritzøe kraftverk til konsesjonsbehandling i samsvar med vannressurslovens § 66. Hovedformålet med innkallingen er å kunne sette vilkår som forbedrer miljøtilstanden i Farriselva, forholdene for fisk og for allmenne interesser. Farriselva mellom Farrisdammen og sjøen ligger i Larvik kommune.

Fritzøe Energi ser det som positivt å bidra til å forbedre den økologiske tilstanden i elva nedstrøms Farrisdammen med de tiltakene NVE peker på som innebærer løsninger for opp- og nedvandring av fisk på elvestrekningen, og opp- og nedvandring for ål over Farrisdammen. I tiltakene ligger også en forbedring av vannføringssituasjonen i elva slik Siljan-Farris vannområde foreslår som medfører ca 1% produksjonstap i kraftverket. I samarbeid med Larvik kommune vil Fritzøe Energi AS også bidra til å gjøre elvestrekningen tilgjengelig for allmenheten med etablering av en elvepromenade.

Miljømål.

- 1) Vandringsvei for fisk etableres fra sjøen til øvre kulp i elva rett nedstrøms Farrisdammen.
- 2) Det etableres vandringsvei for ål opp- og ned forbi Farrisdammen.
- 3) Reproduksjon av laksefisk styrkes.
- 4) Minstevannføringstiltak som kan forbedre økologisk kvalitet på elvestrekningen etableres.

Tiltakene skal skape økologisk stabilitet, forbedret biologisk produktivitet, styrke grunnlaget for å øke biologisk mangfold, og å bidra til å gjenopprette økologisk korridor for laksefisk og ål. Som en del av tiltaksplanleggingen gjøres en kost/nytte-vurdering av tiltakene.

2 STATUS MILJØTILSTAND

Miljøtilstanden i Farriselva er sterkt preget av inngrep både av kraftutbygging (SMVF), veibygging og jernbane som begge krysser elva og går langs begge sider av elveløpet, samt kryssing av elva med rørledninger og kabler. Nedre del av elveløpet er også preget av bebyggelse og industriarealer. I Vann-nett karakteriseres kjemisk tilstand som dårlig og økologisk potensial som svært dårlig <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/015-242-R>.

Farriselva fra Farrisdammen til utløp i sjøen i Larvik by er ca 800 m, en kort strekning med stabilt vanddekt areal som er i overkant av 7da, da uten minstevannføring. Dammen i Farris som kom på plass rundt 1645 stengte for oppvandring av anadrom fisk. Vassdraget som har et nedslagsfelt til utløpet av Farris på ca 490 km² har 6 reguleringsmagasin og 5 kraftstasjoner, og er godt regulert slik at det sjelden er overløp til Farriselva.

2.1 Vannføringer

Det er oftest minimumsvannføringene i et vassdrag som representerer grenseverdier for ulike livsformer i et elveløp. Temperaturer i elvevannet i slike situasjoner kan ofte være avgjørende for elveøkologien.

I dagens situasjon i Farriselva betyr vannføringene mye for økologisk status fordi dette i stor grad bestemmer oppvandringsmulighet for fisk. Det er i perioder med overløp over Farrisdammen eller i perioder med store nedbørmengder lokalt at fisk kan vandre opp og over de anlagte tersklene.

I periodene mellom eventuelle overløp er vannføringen i elva bestemt av avrenningen fra restfeltet nedenfor dammen som i hovedsak består av vannføringen i Knappenålsbekken som renner inn i elveløpet straks nedenfor dammen. Nedbørsfeltet til denne bekken er 3,3 km² og middelvannføringen er 56 l/s. Dette betyr at i tørre perioder er det svært liten vannføring fra Knappenålsbekken. Det kommer også inn noe lekkasjevann fra Farrisdammen, noe vann fra sedimentasjonsbasseng knyttet til E18 og innløp fra dreneringen av tog tunnelen vest for Farrisdammen. Disse siste tilløpene, som kommer inn i elva straks nedstrøms Farrisdammen, foreligger det ikke vannføringsdata om.

Det ble tatt bilder av elva 10. mai i forbindelse med oppmåling i elveløpet, og hydrologene som deltok anslø vannføringen til ca. 80 l/s, se Figur 1.



Figur 1 Vannføring i Farriselva 10.05.23, ca. 80 l/s

2.2 Fiskebestand

Det foreligger en undersøkelse som ble publisert i 2012 av Jan Heggnes et.al. ved Høgskolen i Telemark, nå Universitetet i Sørøst-Norge. Rapporten viser registrering av «betydelige tettheter av ørret på strykstrekningene» og det konkluderes med at en del av bestanden er sjørret. Rapporten peker på at de konstruerte tersklene utgjør vandringshindere i perioder med lav vannføring.

Rapporten anslår produktivt areal på ca. 8 da og at elvestrekningen har gode habitat for ørret og laks. Strekingen har lite tilgjengelig gyteareal. Registrering av vanddekt areal med utgangspunkt i dronebilder fra 10. mai 2023 gir et kulpareal på i overkant av 7 da (Figur 2).

Enkel stikkprøve registrering med el-fiskeapparat den 31.mai 2023 viser at det er noe ungfisk av ørret øverst på strekingen og noe færre fisk lengre nede på strekingen. Det ble avfisket grunne areal og det ble funnet fisk fra 3 årsklasser som viser at det har vært gytefisk på øvre strekning de siste høstene. Det ble kun fanget ørret. Dette betyr og at selv uten minstevannføring er det en selvreproduserende fiskebestand til stede på elvestrekningen. Slik situasjonen er nå, er det i perioder med overløp over Farrisdammen eller i perioder med store nedbørsmengder lokalt at fisk kan vandre opp og over de anlagte tersklene.

Dette betyr at det er forbedringspotensial som kan utløses ved å etablere oppvandringsforhold for fisk over tersklene, og å legge ut gytegrus for å styrke reproduksjonen av laksefisk.

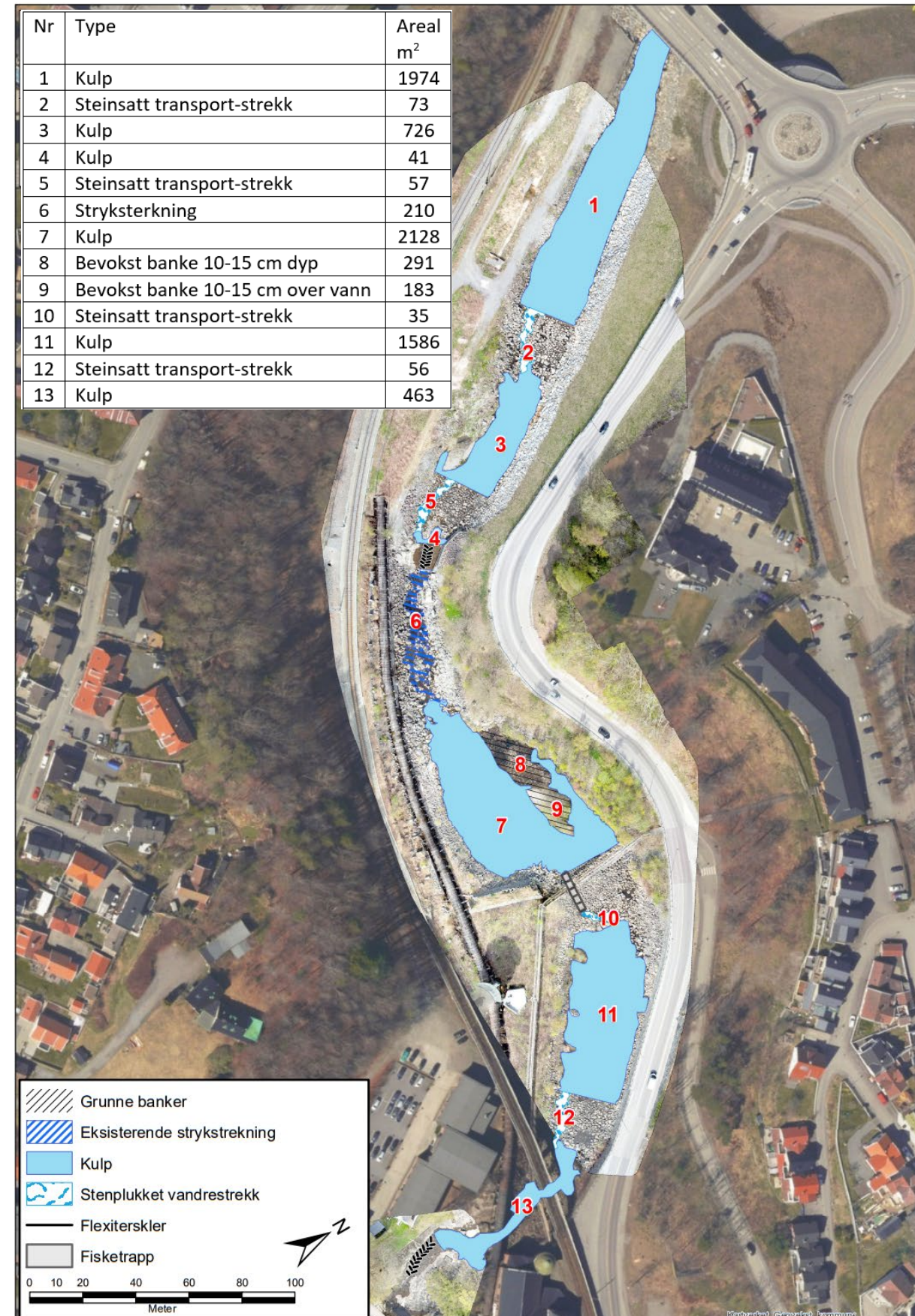
Bioproduksjonen i et elveareal på 7 da er relativt beskjeden, men med anadrom fisk i elva kan det bety produksjon av en del rekrutter, og da i første rekke sjørret som kan gi årlig oppvandring av noe gytefisk. Elvestrengen har beskjedent med kantskog som kan bidra med organisk strøfall til elva og som er det viktigste tilskuddet i rennende vann til den organiske energispiralen. Dette betyr at elvestrengen i større grad enn i mange elver og bekker har sin bioproduksjon knyttet til autoktont organisk materiale. Endrede vannføringsforhold vil i liten grad endre på dette forholdet. Det som kan endre seg er at med anadrom fisk til stede vil fiskeproduksjonen i første rekke være knyttet til produksjon av ungfisk, mens økt biomasse i fiskepopulasjonen i stor grad blir resultatet av inntak av næring i marint miljø.

Uten nærmere undersøkelser er det vanskelig å si noe eksakt om mengde fisk, men basert på en enkel vurdering og under gode vanntemperatur- og vannkvalitetsforhold kan det være mulig at strekingen kan produsere et sted rundt 4-6 smolt pr 100m² som gjennomsnitt for kulp og stryk og på et areal opp mot 8 da. Dette kan under gode betingelser gi en smoltutgang på et sted mellom 300 og 500 ørretsmolt pr år.

2.3 Elvemorfologi og habitatkartlegging

Elvestrekningen har flere anlagte terskler som ved lave vannføringer virker som vandringshindere for laksefisk. Fisk som slipper seg ned, får derfor i lange perioder ikke muligheten til å vandre opp igjen. Det ble 31.05.23 gjennomført bonitering av elvestrekningen som i hovedsak viste lite egnede habitat for laks mens tilstanden for ørret er langt bedre. Noen strekninger har gode egenskaper som oppvekstområder for ungfisk der tilgang på hulrom og skjul er god.

Tersklene i elva skaper kulper som både er gode oppvekstområder med grovsteinete kantsoner, og refugier for ørret ved lav vannføring, og for vinterstøinger etter gyting (Figur 3). Habitatregistreringene viste mangelfulle vandringsmuligheter forbi tersklene, i tillegg til lite tilgang på gytegrus. Nedstrøms tersklene er substratet svært grovt med god hullromskapasitet. Samlet vanddekt produktionsareal er beskjedent med ca. 8 da.



Figur 2 Habitattyper i Farriselva med innlagte tiltak.



Figur 3 Habitatkvalitet for ørret.

2.4 Vannkvalitet

Farris som har avrenning til Farriselva, er drikkevann for ca 100.000 mennesker. Innsjøen betegnes i Vannnett som stor, kalkfattig (1 -4 mg Ca/l) og humøs med pH over 6,5, og tilstand for næringsalter beskrives som svært god. Det er ifølge Vann Nett tidligere gjort noen målinger av bly og sink i noen lokaliteter i Farris som gir grunnlag for å gi karakteristik: Dårlig tilstand.

Sweco hentet inn 5 vannprøver fra Farriselva den 31. mai 2023 der det ble tatt prøver av lekkasjevann fra dammen, fra Knappenålsbekken, et rør fra togtunnelen på vestsiden (figur 4) av Farris som renner inn i Knappenålsbekken, samt fra tilløpene fra sedimentasjonsbassengene ved E 18 på østsiden av Farris (Tabell 1). Vannprøvene ble tatt under en varm periode der det ikke hadde regnet på flere uker. Vannprøvene viser derfor vannkvaliteten i perioder uten store nedbørmengder og «flusher» i systemet.



Figur 4 Knappenålsbekken og vann fra togtunnel til venstre, innløp fra E 18 på østsiden av Farris til høyre (foto Sweco 30.05.2023)

Tilløpene fra sedimentasjonsbassengene fra E18 har ingen gjentakende overvåkning i dag. Dette vannet er for det meste overflatevann og innlekkasjevann fra tunnelene med forholdsvis jevnt tilsig. Vannet pumpes fortløpende ut i oppsamlingsbassenget utenfor tunnelen og derfra til Farriselva.

Tre ganger i året (frostfri periode) utføres det tunnelvask, og dette vaskevannet ligger i sedimenteringsbasseng inne i tunnel frem til neste vask. Før tunnelvasken begynner, så tømmes sedimenteringsbassenget i tunnelen til åpent sedimenteringsbasseng utenfor tunnelen, og vannet herfra går i overløp ut i Farriselva.

Vannprøvene viser at vannet som stammer fra sedimentasjonsbassengene på østsiden av Farris har best kvalitet. Det er viktig å understreke at dette er prøver tatt i en periode uten nedbør og at avrenningen trolig i stor grad stammer fra innlekkasjevann fra tunnelene. Parameterne viser for øvrig jevnt over svært god og god kjemisk tilstand (Tabell 1) med enkelte unntak.

Røret som munner ut i Knappenålsbekken fra østsiden av Farris har moderat tilstand for arsen og totalfosfor, lekkasjevannet fra Farris har moderat tilstand for total-nitrogen, og Knappenålsbekken oppnår moderat tilstand for total-nitrogen og termotolerante koliforme bakterie (TKB). Konsentrasjonen av TKB er minst 100 CFU/100mL, som betyr at tilstanden kan være noe ustabil. Tidligere har også Knappenålsbekken vist forhøyd bakteriekonsentrasjoner.

Verdiene målt i disse analysene tilfredsstillende offentlige retningslinjer for badevannskvalitet "Vannkvalitetsnormer for friluftsbad" IK-21/94, og tilstanden er god nok for å gjøre tiltak i elveløpet for å styrke fiskebestand og biologisk mangfold.

Tabell 1 Resultater fra vannprøver tatt 31. mai 2023 i Farriselva.

Fargene indikerer tilstandsklasse (Blå = svært god tilstand, grønn = god tilstand, gul = moderat tilstand, oransje = dårlig tilstand og rød = svært dårlig tilstand).

| Parameter | Måleenhet | Knappenålsbekken (R108) | Rør Knappenåls-bekken(R110) | Veirør 1 (R107) | Veirør 2 (R107) | Lekkasjevann - Farris (106) |
|------------------------------------|-----------|-------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|
| Ca (Kalsium) | mg/L | 12 | 22 | 8,3 | 8,5 | 1,9 |
| Al (Aluminium) | µg/L | 160 | 36,2 | 161 | 147 | 112 |
| As (Arsen) | µg/L | 0,151 | 1,23 | 0,398 | 0,37 | 0,285 |
| Ba (Barium) | µg/L | 6,16 | 18,8 | 6,01 | 5,67 | 9,17 |
| Ca (Kalsium) | mg/L | 1,84 | 24,6 | 8,92 | 8,67 | 12,1 |
| Cd (Kadmium) | µg/L | 0,0216 | <0.01 | 0,00935 | 0,00813 | 0,018 |
| Co (Kobolt) | µg/L | 0,0241 | 0,15 | 0,0542 | 0,083 | 0,11 |
| Cr (Krom) | µg/L | 0,0892 | 0,284 | 0,18 | 0,176 | 0,155 |
| Cu (Kopper) | µg/L | 0,416 | 3,08 | 1,19 | 1,08 | 1,23 |
| Fe (Jern) | mg/L | 0,0797 | 2,32 | 0,0992 | 0,094 | 0,437 |
| Hg (Kvikksølv) | µg/L | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 |
| K (Kalium) | mg/L | 0,422 | 4,12 | 1,35 | 1,32 | 1,17 |
| Mg (Magnesium) | mg/L | 0,439 | 3,15 | 1,87 | 1,81 | 1,47 |
| Mn (Mangan) | µg/L | 6,51 | 208 | 4,17 | 5,72 | 24 |
| Mo (Molybden) | µg/L | 0,189 | 21,3 | 3,3 | 3,03 | 0,444 |
| Na (Natrium) | mg/L | 2,77 | 56,3 | 25,8 | 24,9 | 10,3 |
| Ni (Nikkel) | µg/L | 0,177 | 0,307 | 0,296 | 0,268 | 0,455 |
| P (Fosfor) | µg/L | 3,15 | 41,7 | 6,23 | 6,13 | 38,6 |
| Pb (Bly) | µg/L | 0,0498 | 0,138 | 0,075 | 0,0755 | 0,324 |
| Si (Silisium) | mg/L | 1,92 | 5,46 | 3,45 | 3,4 | 2,4 |
| Sr (Strontium) | µg/L | 13,6 | 167 | 66,5 | 64,4 | 69,6 |
| V (Vanadium) | µg/L | 0,133 | 1,29 | 0,482 | 0,449 | 0,459 |
| Zn (Sink) | µg/L | 5,74 | 2,09 | 4,6 | 4,58 | 4,16 |
| pH-verdi | | 7,5 | 7,5 | 7,6 | 7,6 | 7 |
| Temperatur | °C | 21 | 22 | 21 | 21 | 20 |
| Fargetall | mgPt/l | 57 | 59 | 27 | 27 | 35 |
| Turbiditet | FNU | 3,5 | 1,8 | 1,3 | 1,5 | 0,32 |
| Suspendert stoff | mg/L | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 |
| P-total | µg/L | 14 | 35 | 8,5 | 8,1 | 7,4 |
| Fosfat-P | µg/L | 17 | 29 | 7,8 | 6,6 | 5,2 |
| Fosfat (PO4) | µg/L | 51 | 88 | 23 | 20 | 16 |
| Total nitrogen (Tot-N) | µg/L | 820 | 630 | 450 | 450 | 450 |
| Ammonium-N + Ammoniakk-N | µg/L | 15 | 110 | <3.0 | <3.0 | 16 |
| Termotolerante koliforme bakterier | CFU/100mL | >100 | <1 | <1 | <1 | <1 |
| E.Coli | MPN/100mL | 200 | <1 | <1 | <1 | <1 |
| Totalt organisk karbon (TOC) | mg/L | 6,4 | 4 | 4 | 4,1 | 5,1 |

3 TILTAK

Denne miljøplanen har som utgangspunkt å møte de miljømålene som NVE har satt opp i sin innkalling til konsesjonsbehandling av 07.10.2022 (Dok: 201905790-4), og å oppfylle Larvik kommune sine mål om å tilrettelegge for allmenhetens tilgang til Farriselva.

Dette innebærer å gjenopprette økologisk korridor fra sjøen og opp til Farrisdammen for fisk samt å etablere vandringspassasje opp og ned over dammen for ål. Inkludert er også vurderinger av minstevannføringer og manøvrering av disse samt biotopjusteringer og forslag om tilrettelegging for allmenheten. Tiltakene er satt opp i rekkefølge fra Farrisdammen og nedover, og hvert tiltak er gitt forklarende tekst og er vist i plankart.

Plankart

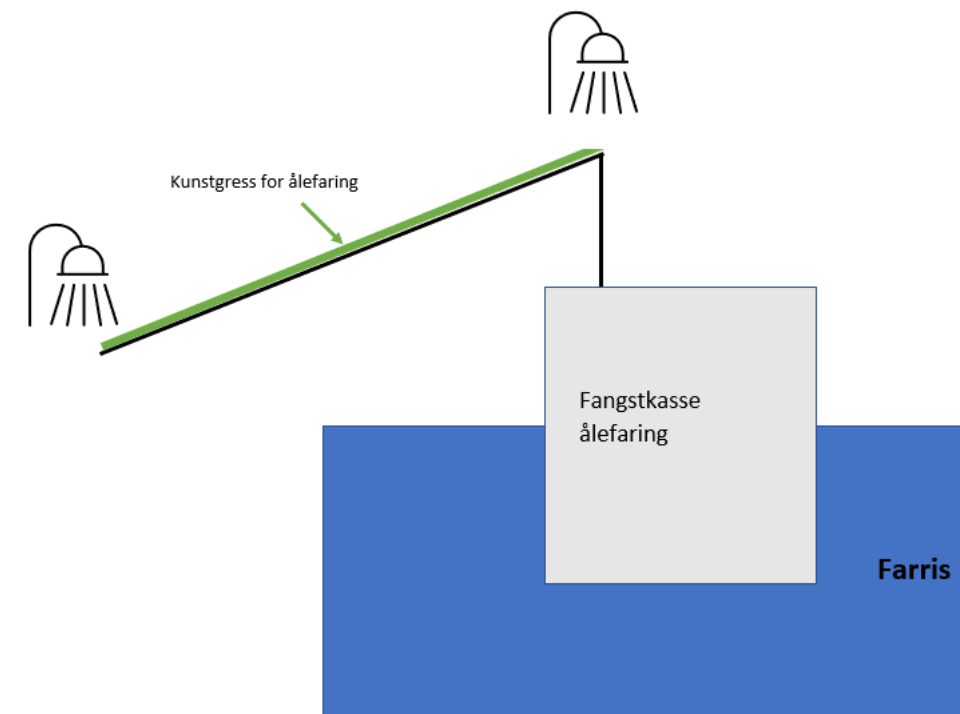
Kartet i Figur 5 (neste side) gir en oversikt over tiltakene som foreslås gjennomført, og er en skisse av Farriselva slik det kan bli, men uten detaljer om steinstørrelse, betongkonstruksjoner og detaljene i biotopiltak.

Kartet er ikke en arbeidstegning for en entreprenør, men gir lokalisering av tiltakene på et litt overordnet nivå. Gjennomføring av tiltakene med detaljert innpassing i elveløpet bør følges opp av personale med kompetanse innen vassdragsteknikk og akvatisk økologi. Eventuelt kan det utarbeides en miljøoppfølgingsplan (MOP) som kan inkludere teknisk spesifisering av tiltakene.

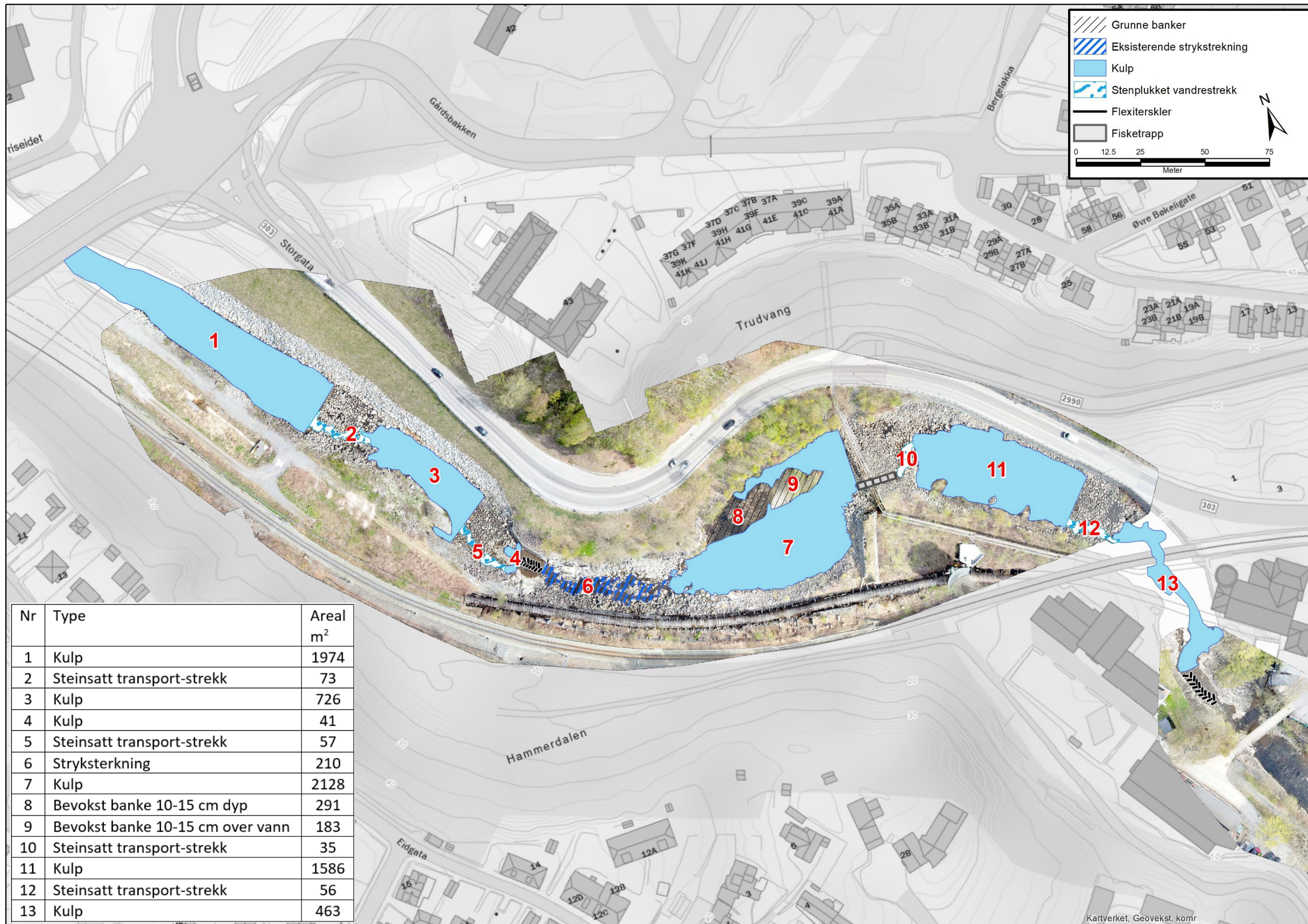
Tiltakspunktene er beskrevet i det følgende:

T1 Ålepassasje opp over Farrisdammen

Ålefaringer som vandrer opp til dammen kan passere dammen gjennom en renne kledd med encamat eller kunstgress og er forsynt med litt vann via pumpe på toppen av ålelederen. Inngangen til ålelederen får en dusj av attraksjonsvann. Prinsippet er vist i Figur 6 og passasje opp gjennom dammen er vist med grønn farge i figur 8 (liggende A3).



Figur 6 Prinsipp-skisse for oppvandringsløp for ålefaring



Figur 5 Areal på ulike elvehabitat i Farriselva

T2 Nedvandring for ål

Nedvandringssløy for blankål er bundet til den eksisterende tekniske løsningen med mulighet for tilpasninger og med installasjon av åleleder foran varegrinda.

Regulanten opplyser at en endring av inntaksgrind som skal ha større areal enn dagens grind vil medføre at magasinet må tappes ned under LRV fordi grindfundamentet må legges en del dypere enn dagens fundament. Slik nedtapping ble under arbeid med E 18 funnet ikke å være forsvarlig på grunn av at det kunne forstyrre stabiliteten til kvikkleirepartiene i området. Et slikt anleggsarbeid har også store komplikasjoner når det gjelder flomavledning i anleggsperioden.

Med utgangspunkt i tekniske begrensninger er følgende løsning valgt. Eksisterende grind byttes og får nedre halvdel (1,85 m) med spiler som har 20mm lysåpning og øvre halvdel (1,85 m) med 70 mm lysåpning. Dette gir vannhastighet inn mot grinda på 0,7 m/s som medfører en hastighetsøkning som ål normalt viser avviksreaksjon i forhold til, og som er sakte nok til at ål i liten grad kan bli klemt fast mot grinda.

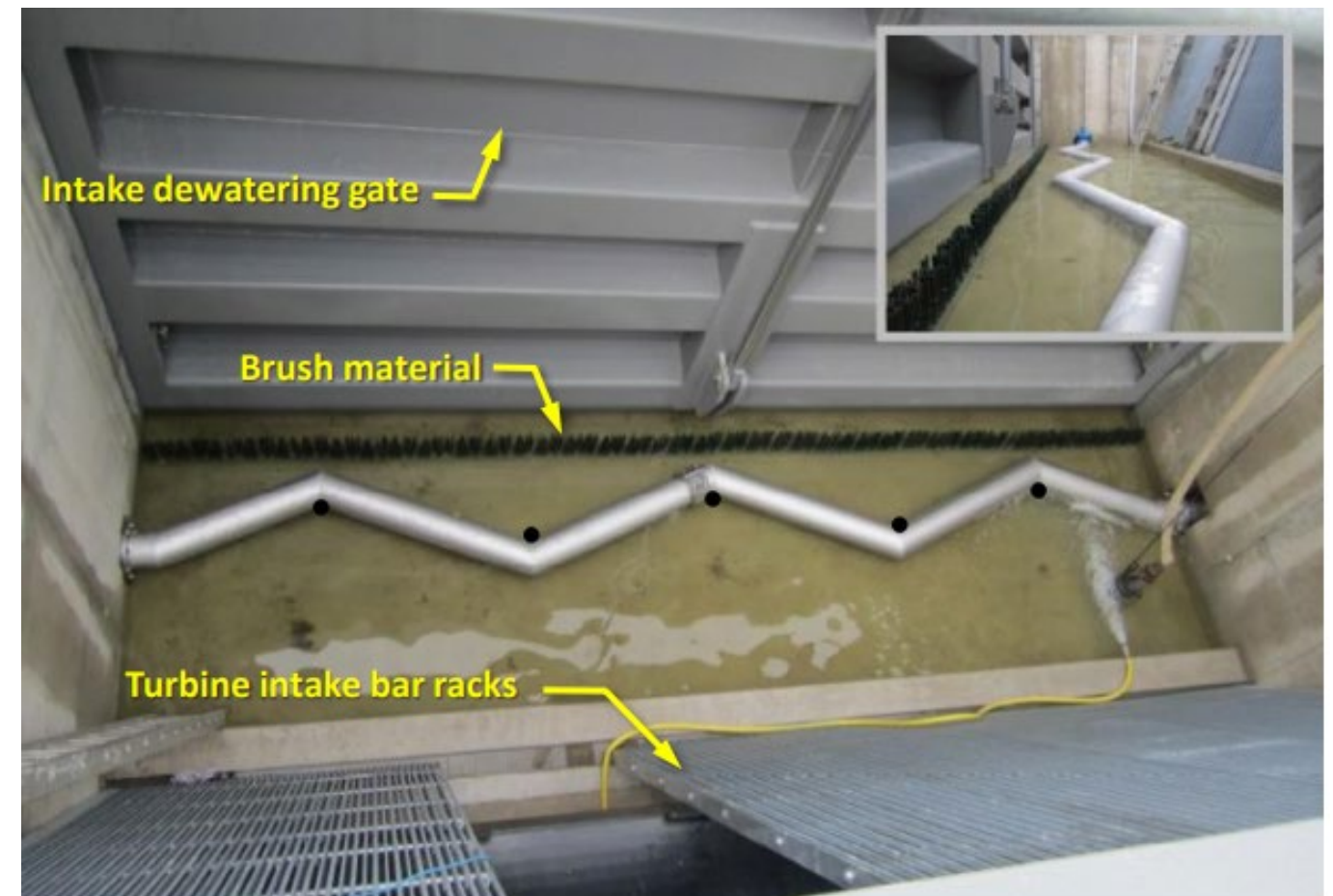
Med 20 mm lysåpning kommer blankål ikke gjennom denne delen av grinda. Ifølge regulanten gir denne varegrinda et falltap i forhold til dagens grind, tilsvarende et tap i kraftproduksjonen på 1 til 1,5 % eller rundt 0,2 GWh.

For å samle opp og lede ålen forbi dammen skal det etableres KLAWA ålepassasje, som er utprøvd og som gir god overlevelse av ål. <https://www.klaw-gmbh.de/en/our-business-areas/ecological-hydropower-technology/eel-bypass/>

Se også <https://www.yumpu.com/en/document/read/27997689/dkraetz-bypass-and-protection-systems-for-european-eelpdf>.

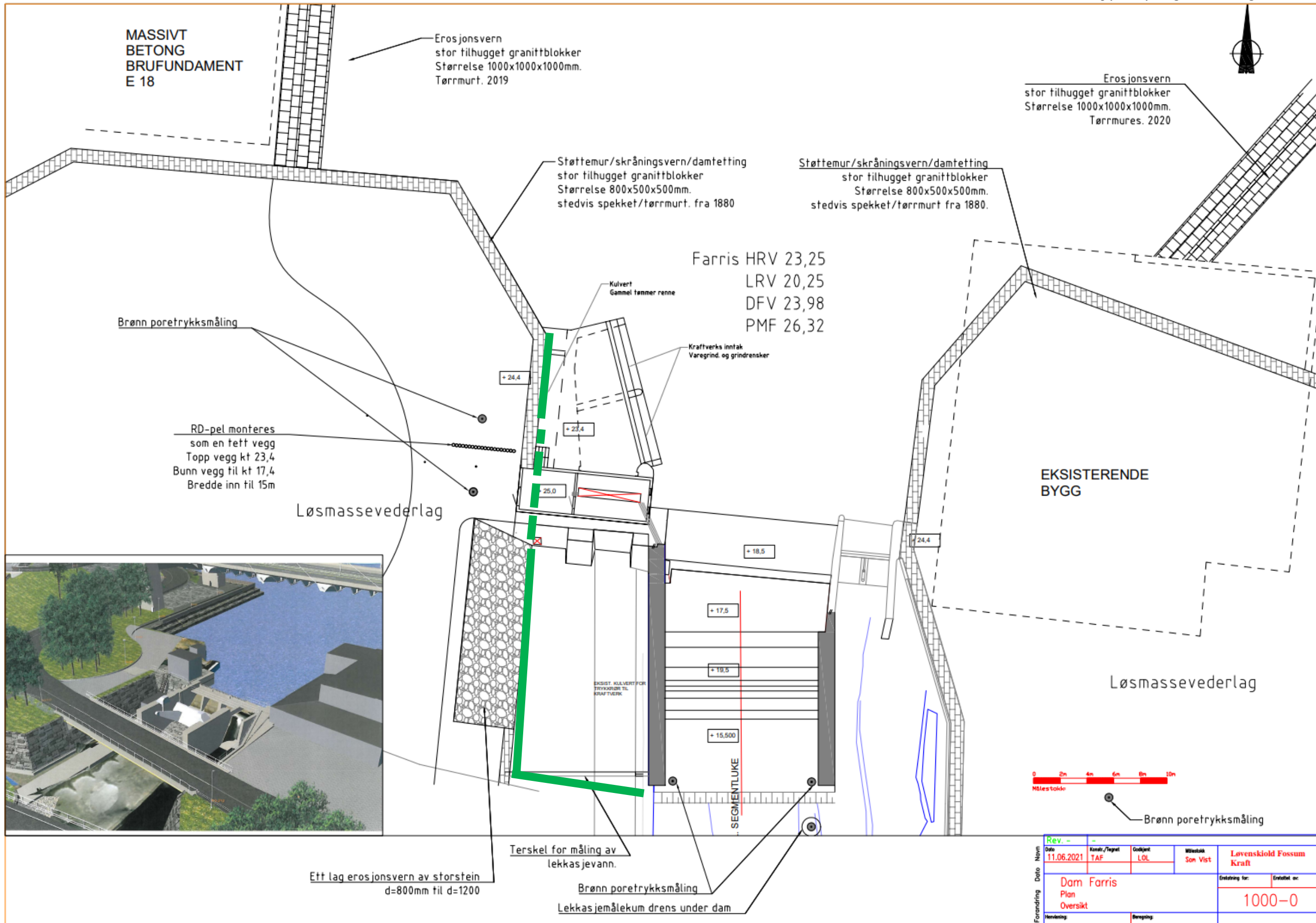
Illustrasjon gitt i figur 7. Tegning av arrangementet ved dammen ligger i Figur 9. (liggende A3)

I forsøkene som er gjort med Klawa zig-zag systemet oppgir produsenten at mer enn 90% av ankommet ål går inn i rørene og blir transportert forbi dammen (Hübner, D. 2015).

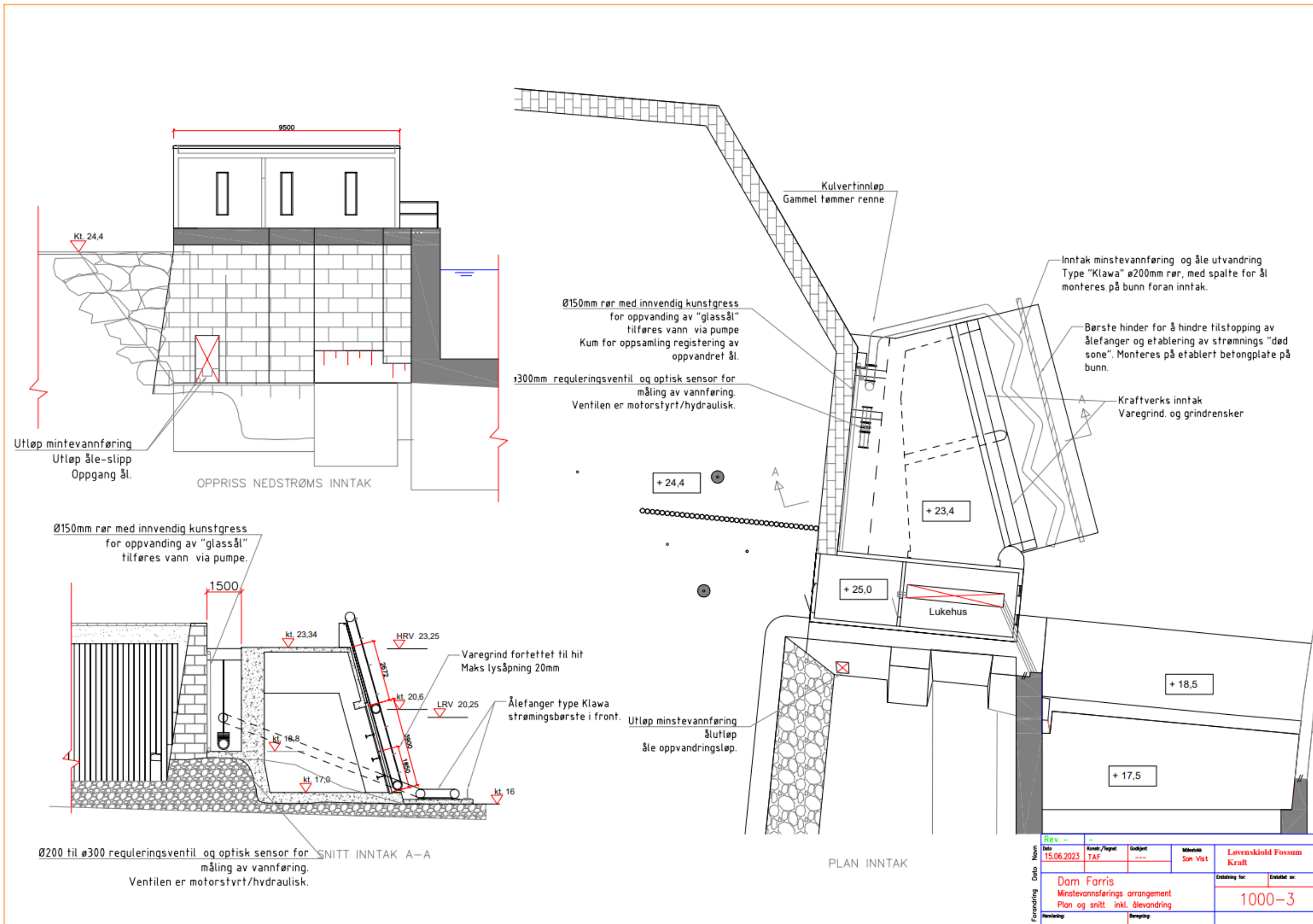


Figur 7 KLAWA zig-zag horisontal bypass system. Hentet fra S. Aramal et.al 2021

Figur 8 Åleoppvanding
Løp for ålefaringer med kunstgress



| Rev. | - | - | - | - | - |
|------------|------------|----------------|-----|--------------|--------------------------|
| Dato | 11.06.2021 | Konstr./Tegnet | TAF | Godkjent | LOL |
| Navn | Dam Farris | | | Utstedt av | Son Vist |
| Plan | Oversikt | | | Oppdragsnr. | Løvenskiold Fossum Kraft |
| Forordning | 1000-0 | | | Utskrevet av | |
| Revisjon | | | | Beregning | |

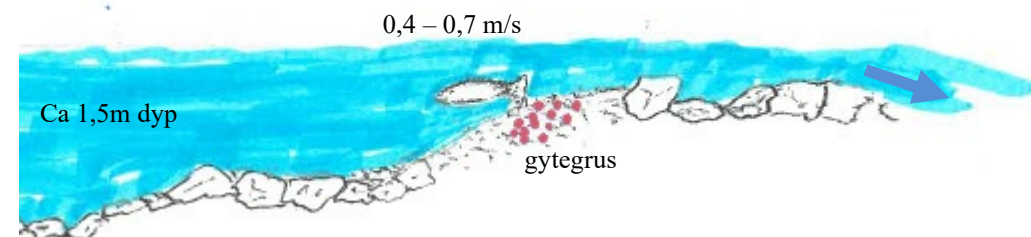


Figur 9 Nedvandring for ål, KLAWA-løsning.

T3 Gytepute for ørret øverste og nest øverste terskel.

Utløpet av kulpen skal forsynes med egnet gytegrus (fraksjon 20 -60 mm) for sjørørret (Figur 10). Tilstanden nå viser svak bestand av ørret og lite ungfisk som betyr behov for bedre gyteplasser.

Forventet resultat er forbedret rekruttering og overlevelse av ørret.



Figur 10 Overvitringskulp med gytegrus nær utløpet.

T4 Justere vandringsløp for fisk opp over øverste terskel (Terskel nr. 1)

Det plukkes ut stein fra terskelkrona og nedover så langt det er behov for å etablere vandringsløp for sjørørret. Åpningen i terskelkrona og bredde og dyp i vandringsløpet tilpasses minstevannføringen om sommeren på den måten at løpet har kapasitet til å avlede denne vannføringen i elva uten at det går vann over andre steder på terskelkrona.

Hensikten er å øke økologisk stabilitet for akvatisk fauna gjennom å samle vannføringen og å bygge produktivt vanddekt areal på strykstrekningen. Substratet skal ha god hulromskapasitet. Stein størrelse beregnes som funksjon av vannføring og fall og beskrives i detaljplan som utarbeides før anleggsstart.

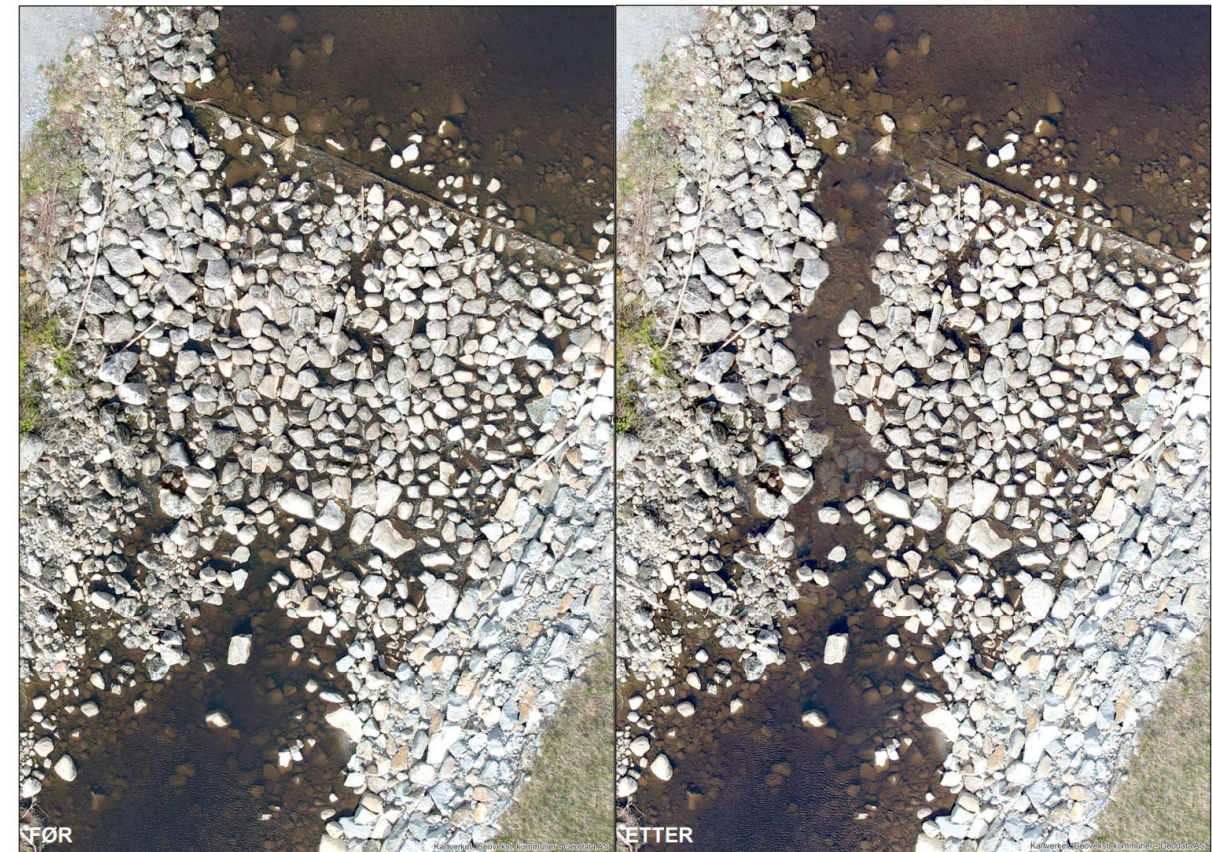
Steinmaterialet som tersklene er bygd av gir stabilitet i elvebunnen også med store overløp fra Farris. Det er viktig å påse at utplukking av stein fra terskelen for å lage vandringsløp for fisk ikke medfører destabilisering av massene i terskelen.

Tiltaket er illustrert i Figur 11. Forventet resultat er at ørret kan vandre opp og over denne terskelen.

T5 Vandringsløp over terskel nr. 2

Det etableres vandringsløp for fisk ved å plukke stein fra terskelkrona og nedstrøms så langt det er behov. Figur 12 viser terskel nr. 2 før og etter at stein er plukket på vestsiden av elveløpet.

Kapasitet og utforming av vandringsløpet skal oppfylle samme vilkår og kvaliteter som for terskel nr. 1 (T 4) Vannføringen på bildet i førtilstand (Fig. 12) viser situasjonen når det går ca. 80l/s over terskelkrona.



Figur 11 T4 i terskel 1 (øvre) før og etter åpning av løp for fiskevandring med kapasitet for å avlede minstevannføringen om sommeren. I før situasjonen går det ca. 80 l/s mellom steinene i terskelen.



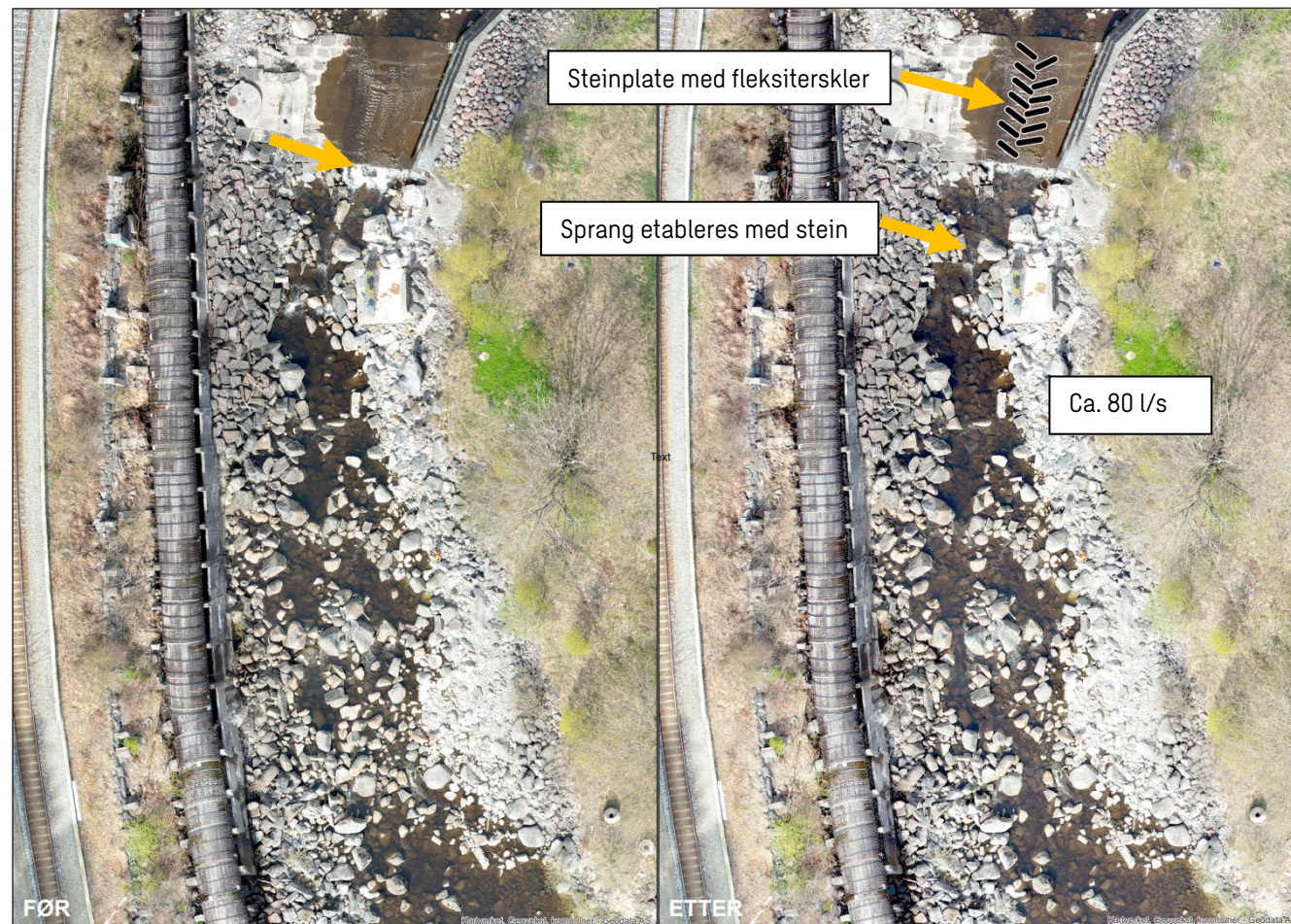
Figur 12 T5 i terskel 2 ovenfra før og etter åpning av løp for fiskevandring med kapasitet for å avlede minstevannføringen om sommeren. I før situasjonen går det ca. 80 l/s mellom steinene i terskelen.

T6 Vandringsløp og produktiv stryksterkning

Fra T5 går vannet inn på en flat stein/ betongterskel som vannet renner over nokså jevnt fordelt i profilet (Figur 13). Det etableres et vandringsløp for fisk over denne steinplata ved å montere fleksiterskler i et mønster som gir gode hydrauliske forhold for at fisk kan passere.

Fisk som skal opp fra elveløpet og inn på steinplata trenger et noe lavere sprang enn det er nå. Dette gjøres ved å etablere et trinn med bruk av stein som hever vannstanden nedstrøms steinplata slik det er illustrert i Figur 13. Spranget inn på steinplata blir maksimalt 30 cm. Den dagen bildet er tatt går det ca. 80l/s over steinplata.

En fleksiterskel er et produkt utviklet i New Zealand som viser gode resultater for å hjelpe opp fisk over glatte flater, se Figur 14. og <https://www.ats-environmental.com/solutions/culvert-baffles/>. Tersklene er montert mange steder i Norge og viser gode resultater.



Figur 13 T6 fiskepassasje over stein/betongplate og tilrettelegging av produktiv stryksterkning og vandringsløp nedstrøms betongplata ved å plukke stein fra strekningen.



Figur 14 Fleksiterskler er myke og laget av et gummi-Materiale. De skaper vanddyp og hydrauliske forhold som gjør det mulig for fisk å vandre over glatte flater.

T7 Etablering av fisketrapp over steinterskel

Denne terskelen som er den tredje sett ovenfra E 18 har et fall på ca. 3 m og er litt for bratt til å få en effektiv og varig løsning for fiskepassasje ved å bare plukke ut noe stein. Det er derfor lagt inn en fisketrapp i betong som skal løfte fisken mellom 1,5 og 2 m av fallet på 3 m.

Strekningen nedstrøms planlagt fisketrapp har lavere gradient som gjør det mulig å få til et vandringsløp ved å plukke stein og samtidig anlegge en produktiv stryksterkning (Figur 15).

Kapasitet og utforming av vandringsløpet skal oppfylle samme vilkår og kvaliteter som T 4. Dette betyr at fisketrappa skal ta vannføring sommerstid tilsvarende fastlagt minstevannføring.

Detaljene med prosjektering av fisketrapp og steinplukking beskrives i miljøoppfølgingsplanen som utarbeides før anleggsstart.



Figur 15 T7 med fisketrapp og steinplukket vandringsløp nedstrøms fisketrapp. Dette er tredje terskel regnet ovenfra E 18.

T 8 Vandringsløp over terskel nr. 4

Det etableres vandringsløp for fisk ved å plukke stein fra terskelkrona og nedstrøms så langt det er behov. Figur 16 viser terskel nr. 4 før og etter at stein er plukket i elveløpet.

Kapasitet og utforming av vandringsløpet skal oppfylle samme vilkår og kvaliteter som for T 4.



Figur 16 Steinplukket vandringsløp over nederste steinterskel. Fallet er lite, og vandringsløpet legges på vestsiden av elva.

T9 Fiskepassasje over lite fossefall

Elva renner over en bergterskel og ut i et fall som er delvis bearbeidet med betong og steinblokker heftet sammen med stålkroker boret inn i steinblokkene Figur 17. Stedvis nedover fallet er det huller i dekket som gjør at vannet renner ned og blir borte fra overflatestrømmen. Vannføringen som kommer ned til kulverten som vist nederst i bildet i Figur 17, er langt mindre enn på toppen av denne lille fossen.

Elvebunnen i dette partiet tettes med betong og det tilrettelegges med nødvendige betongkonstruksjoner for å montere fleksiterskler som skal gi gode hydrauliske forhold for oppvandring av fisk på det som blir minstevannføring om sommeren. Detaljene med prosjektering av fiskeløp med betongarbeider og fleksiterskler beskrives i miljøoppfølgingsplanen som utarbeides før anleggsstart.

Strekningen der det etableres vandringsløp for fisk er illustrert i Figur 18.



Figur 17 Lite fossefall nede mot utløpskulverten fra kraftverket. Dekket i fossefallet består av stein og betong og er stedvis lekk slik at vann forsvinner fra overflatestrømmen. Vannføringen den 10.05.2023 som var ca 80 l/s kan ses i øvre del av dette lille fossepartiet.

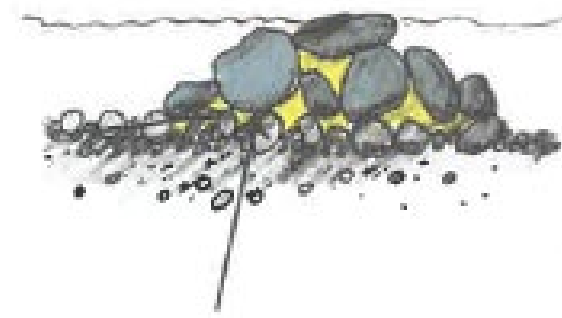


Figur 18 T9 med fleksiterskler i lite fossefall nederst i elva og rett før utløpet fra kraftstasjonen.

T10 Steingrupper i kulpene

Ved befaring av kulpene synes det som kulpene i de dypere områdene til dels mangler gode skjul for fisk. Dette er enkle og gode biotiltak som kan styrke overlevelse av ungfisken, og er en viktig kvalitet i fiskens leveområde (Figur 19).

Slike steingrupper legges ut i alle kulpene. Stein størrelse tilpasses dimensjonerende vannføringer, men det antas at stein på 60 -100cm er passende. Beregninger gjøres i detaljplanen før anleggsarbeidet stater. Stein som plukkes ut ved etablering av vandringsløp kan brukes til dette formålet.



Hulrom mellom steiner for å lage skjul

Figur 19 Steingruppe med hulrom (illustrasjon fra Dronninga Landskap og Sweco Norge.)

T11 Vannføringer

Det slippes i dag ikke noen minstevannføring fra Farris. Restvannføringen i elva ned gjennom Hammerdalen opprettholdes med tilførsel fra spesielt Knappenålsbekken, men også med tunnelvann fra tog tunnel og vann fra E18. Alle disse tilførslene av vann kommer til elva helt oppe ved dammen.

Slipp av en minstevannføring har vært en av hovedbegrunnelsene for anmodningen om å kalle kraftverket inn til konsesjonsbehandling. Vannregion Vest-Viken skrev i Regional plan for vannforvaltning i vannregion Vest-Viken 2016-2021 om Farriselva i Hammerdalen:

Minstevannføring og terskelomgjøring vil være gunstig for fisk og biologisk mangfold, men kan også føre til økt samfunnsnytte for Larvik by ved at den skal skape positive ringvirkninger for byutviklingen. Minstevannføring vil kunne fortynne forurensning fra vei- og tunnelvann som vil komme fra nye E18. Regional prioritering vurderer at produksjonstapet er ca. 1 % av årlig produksjon og prioriterer innkalling til konsesjonsbehandling jf. vannressursloven § 66. Minstevannføring vil kunne fortynne forurensning fra vei- og tunnelvann som vil komme fra nye E18.

Siden det normalt ikke er flomtap fra Farris, kan 1 % produksjonstap også beskrives som slipp av en minstevannføring lik 1 % av årlig middelvannføring. Dette utgjør en vannføring på ca. 130 l/s.

Med utgangspunkt i vurdering av økologiske konsekvenser av økt vannføring legges til grunn at en årstidsvariasjon der vannføringen er størst i produksjonssesongen er gunstig for elvøkologien totalt sett. En stabil minstevannføring i perioden mai til og med september er slik sett gunstig både for bioproduksjon i elveløpet og leveareal for akvatisk fauna. I vinterperioden er behovet for vannføring mindre i forhold til økologiske funksjoner. At det kan bli litt variasjoner i vannføringen på grunn av avrenning fra restfeltet er positivt.

Med utgangspunkt i anslått vannføring befaringsdagen den 10.05.23 på ca. 80 l/s (Figur 1 og fig. 17) så synes det som 100 l/s er for lite vannføring til å kunne etablere et stabilt vandringløp for fisk opp fra sjøen og til området ved Farrisdammen.

Den 21. juni 2023 ble det sluppet vannføring fra Farrisdammen på ca. 300 l/s. Lukeoperasjon og estimat av vannføringen ble gjort av Løvenskiold Fossum Drift. Vannføringen i elva ble dokumentert med dronebilder. Før slippet av vann fra Farrisdammen var vannføringen i elva betydelig lavere enn det som er foreslått som minstevannføring om vinteren.

For å illustrere situasjonen i elva etter en lang periode uten nedbør er vannføringen over steinterskelen midtveis på elvestrekningen vist i Figur 20. I figur 21 er denne steinterskelen vist med vannføringen som inkluderer slipp av vann fra Farrisdammen på ca. 300 l/s.

Det er grunn til å anta at en vannføring på 300 l/s sommerstid vil gi oppvandringsmuligheter for sjørørret gjennom etablerte tekniske løsninger med bruk av fleksiterskler, fisketrapp, og med steinplukkede vandringløp i tersklene.

I Figur 22 er vist terskel nr. 2 ovenfra for å illustrere hva 300 l/s betyr for vanndekt areal i terskelprofilen.



Figur 20 Vannføring over denne steinterskelen omtrent midtveis på elvestrekningen var den 21. juni 2023, etter en lang periode uten nedbør, betydelig lavere enn det som er foreslått som minstevannføring om vinteren med 100 l/s. Vannføring på ca. 80 l/s er vist i fig. 1 og fig. 17.



Figur 21 Vannføringen over steinterskelen omtrent midtveis på elvestrekningen den 21. juni med slipp av ca 300 l/s fra Farrisdammen. Til venstre: sett oppstrøms og til høyre sett nedstrøms.



Figur 22 Terskel nr. 2 ovenfra den 21. juni 2023 med lav sommervannføring til venstre og med slipp av 300 l/s fra Farrisdammen til høyre. Samling av vannføringen i et løp vil gi oppvandringsmuligheter for fisk (Fig. 12).

Merverdi med slipp av mer vann

På den 800 m lange strekningen av Farriselva består vanndekt areal i stor grad av kulper se Figur 5. Kulparealet utgjør i overkant av 7 da mens strykstrekningene etter steinplukking utgjør i underkant av 0,5 da. Dette betyr i korte trekk at økning av vannføringen utover å etablere en god fiskepassasje har relativt liten økologisk verdi ved at vått areal i elva øker lite. Steinplukkede vandringløp for fisk tilpasses minstevannføringen og eventuelle vannføringer over dette nivået vil renne over terskelkrona og kulparealene blir derfor som før.

Ved å øke sommervannføring ut over kapasiteten i vandringløpene vil en kunne øke vått areal noe på strykstrekningene, men om dette arealet øker med 100 % så blir det fortsatt av liten betydning i forhold til bioproduksjon.

I tabellen under er det satt opp noen alternative minstevannføringslipp. For alle alternativene er den reduserte kraftproduksjonen oppgitt og miljøgevinsten vurdert.

| Slippalternativ | Sommer l/s | Vinter l/s | Middel over året | | Miljøgevinst | Tapt produksjon GWh |
|------------------|---------------|---------------|------------------|----------------------|----------------|------------------------|
| | | | l/s | % av middelvannf. | | |
| Vannregionen | 200 | 80 | 130 | 1,0 | liten | 0,19 |
| Omsøkt | 300 | 100 | 183 | 1,4 | Stor * | 0,26 |
| Økt slipp alt. 1 | 400 | 100 | 225 | 1,7 | Liten merverdi | 0,32 |
| Økt slipp alt. 2 | 500 | 100 | 267 | 2,0 | Liten merverdi | 0,38 |
| Økt slipp alt. 3 | 600 | 100 | 308 | 2,3 | Liten merverdi | 0,44 |

* Det legges til grunn at denne vannføringen tillater oppvandring av anadrom fisk fra sjøen



Figur 23 Nedre fosseparti rett før samløp med vannet fra kraftstasjonen. Bildet er tatt 21.06.2023 med slipp av ca. 300 l/s fra Farrisdammen. I dette partiet er planen å bruke fleksiterskler i kombinasjon med betong for tilrettelegging av hydrauliske forhold for fiskevandring.

Når det er etablert vandringløp for fisk vil dette bidra til en betydelig forbedring av økologisk stabilitet i Farriselva, og til styrking av bioproduksjon og biodiversitet i elvestrengen. Å etablere oppvandringsløpet er slik sett en positiv miljøterskel for forbedringen av elva sin funksjon som økologisk korridor og som fiskeproducent.

T12 Tilrettelegging for allmenheten

Fritzøe Energi AS tar kontakt med Larvik kommune for å finne løsninger, og å bidra til at allmenheten får bedre tilgang til elvelandskapet langs Farriselva.

4 Kost/nytte av tiltakene

Kostnadsvurderingen er gjort av Løvenskiold Fossum Drift

| Tiltak | Kostnad |
|---|--------------------------------|
| Minstevannføring, teknisk løsning | 800.000 |
| Ny varegrind | 2,200.000 |
| Ny grindrensker | 2,500.000 |
| Vandringssystem for ål opp og ned | 1,000.000 |
| Fisketrapp betong, 5 kulper | 2,500.000 |
| Fleksiterskler og tilrettelegging og betongarbeid | 380.000 |
| Steinplukking og tiltak i kulper | 150.000 |
| Utarbeiding av detaljplan og oppfølging anleggsarbeid | 300.000 |
| Falltap varegrind | 0,20 GWh |
| Minstevannføring | 0,26 GWh |
| SUM | Kr 9,830.000 + 0,46 GWh |

Forventet samlet resultat av de foreslåtte tiltakene

- Fiskevandring etableres fra sjøen til området ved Farrisdammen.
- Det etableres gode løsninger for ålevandring opp og ned forbi Farrisdammen og slik gjøres Siljanvassdraget mer tilgjengelig for denne rødlistede fiskearten.
- Minstevannføring bidrar til økt økologisk stabilitet og økt biodiversitet
- Vannkvaliteten forbedres
- Det forventes økt bioproduksjon i elva (bunndyr og fisk) og spesielt økning av anadrom biomasse.
- Tiltakene kan også gi økt verdi for landlevende fauna som ulike fuglearter.
- Opplevelsesverdien av elva i landskapet øker

- Merverdien med å øke vannføringene ut over det som trengs for å oppnå gode vandringsforhold for fisk er relativt liten. Dette henger sammen med forholdet mellom vannføring og vanndekt areal.

Litteratur

Aramal, S. et.al 2021. Evaluation of Modular and Scalable Downstream Passage System for silver American Eels, DOE Award Number: DE- EE0008338. Alden Research Laboratory, Inc. Massachusetts, US. 138pp

Heggenes et. al. 2012. Biologiske forutsetninger for produksjon av laks- og sjørret i Farris og Siljanelvat opp til Lakssjø. Rapport, Høgskolen i Telemark, 54pp.

Hübner, D. 2015. Effizienzkontrolle eines speziellen Aalabstieges an der Wasserkraftanlage Ruhlmühle (Spree). BFS Büro Marburg.

Pulg, Ullrich et. Al, 2018, Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker. . NORCE, LFI -rapport 296.

<https://www.ats-environmental.com/solutions/culvert-baffles/>.

<https://www.klaw-gmbh.de/en/our-business-areas/ecological-hydropower-technology/eel-bypass/>

<https://www.yumpu.com/en/document/read/27997689/dkraetz-bypass-and-protection-systems-for-european-eelpdf>.

<https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/015-242-R>