

Forslag til passasjeløsning i Gysfossen, Lygna

Oppmåling og arbeidsskisser



NORCE

Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

I 2018 ble Uni Research en del av NORCE (Norwegian Research Center)

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

ISSN nr: ISSN-2535-6623

LFI-rapport nr: 356

Tittel: Forslag til passasjeløsning i Gysfossen, Lygna. Oppmåling og arbeidsskisser.

Dato: 30.09.2019

Forfattere: Espen Olsen Espedal, Sebastian Stranzl, Christoph Postler & Sven-Erik Gabrielsen.

Bilder: Alle foto er tatt av Norce LFI.

Geografisk område: Vest Agder, Norge

Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Vest-Agder og Hægebostad kommune

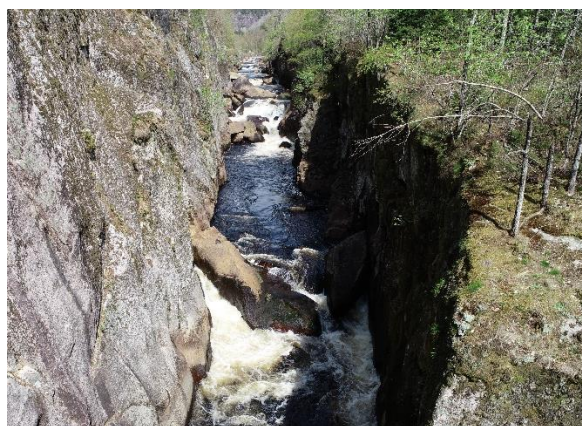
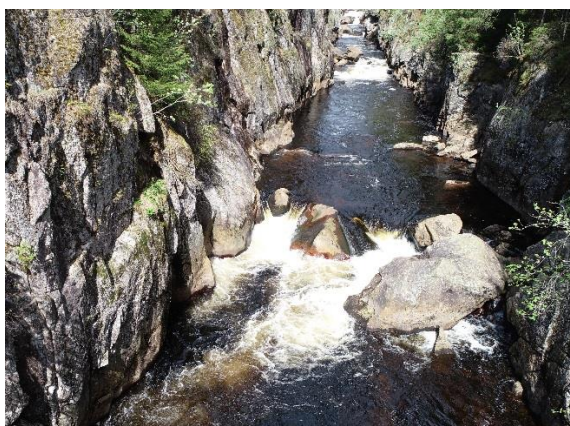
Kontaktperson hos oppdragsgiver: Ørnulf Haraldstad

Antall sider: 23

Emneord: Tiltaksplan, fiskepassasje

Innhold

1. Bakgrunn og hensikt	3
2. Materiale og metoder	4
3. Resultater og vurdering.....	5
4. Praktiske hensyn til gjennomføring	22



Dronebilder av fossestryk i juvet ved Gysfossen i Lygna.

1. Bakgrunn og hensikt

I 2014 ble det etablert en fiskepassasje ved Kvåsfossen som ligger ca. 5 km nedstrøms Gysfossen. Etableringen av fisketrappen var ment for at laksen skulle kunne benytte seg av en strekning på ca. 20 km med nye potensielle oppvekst- og gyteområder oppstrøms Kvåsfossen. Ungfiskundersøkelser i vassdraget indikerer imidlertid at laksen i Lygna stopper opp like nedenfor juvet ved Gysfossen. For å realisere forventningene og utnytte det store potensialet videre opp i vassdraget, bør det være en vandringsløsning for fisk også ved Gysfossen. Ved tidligere visuell befaring gjennomført av NORCE LFI, var det ikke mulig å fastsette et åpenbart vandringshinder i juvet, og det har derfor vært ønsket en ny vurdering med oppmåling av høyder.

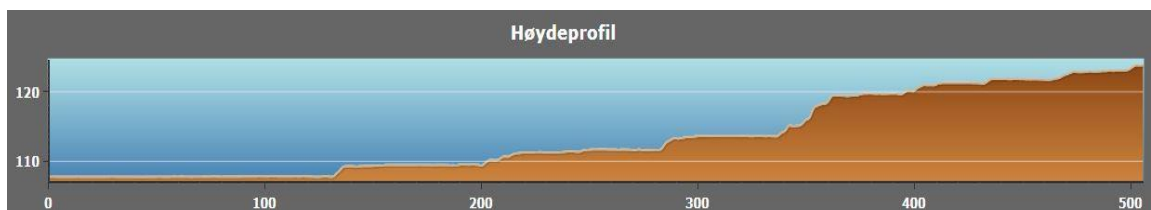
På bakgrunn av at Gysfossen virker å være et absolutt vandringshinder for laks, har NORCE LFI gjennomført en befaring og oppmåling av fossene i juvet for å utarbeide forslag til en vandringsløsning gjennom dette juvet.

Under arbeidet med data fra den nye oppmålingen av Gysfossen, ble det den 20. august 2019 observert 5 laks og 1 sjøørret i den øverste fossen i juvet (pers. komm. Ragnvald Andersen). Det blir i denne rapporten derfor fokusert mest på den resterende delen av juvet (Trinn 4) hvor det ikke har blitt observert laks. Løsningsforslagene for de nedre utfordringene (Trinn 1 – Trinn 3) i juvet blir derfor å anse som fremtidige tiltaksforslag dersom det oppdages at det trengs justeringer for å lette vandringsveien for fisk også i disse områdene.

2. Materiale og metoder

Gysfossen befinner seg nede i et ca. 500 meter langt juv som ligger ca. 25 km oppstrøms Lyngnas utløp i Lyngdalsfjorden. Det undersøkte området består av flere fossefall, der flere av dem er problematiske for fiskevandring. Strekningen fra nederste antatte vandringshinder til like ovenfor øvre vandringshinder, har en gjennomsnittlig gradient på ca. 4,8 % (**Figur 1**). Gradienten over det største vandringshinderet som trolig er problematisk for fisk, er imidlertid ca. 21 % basert på laserdata.

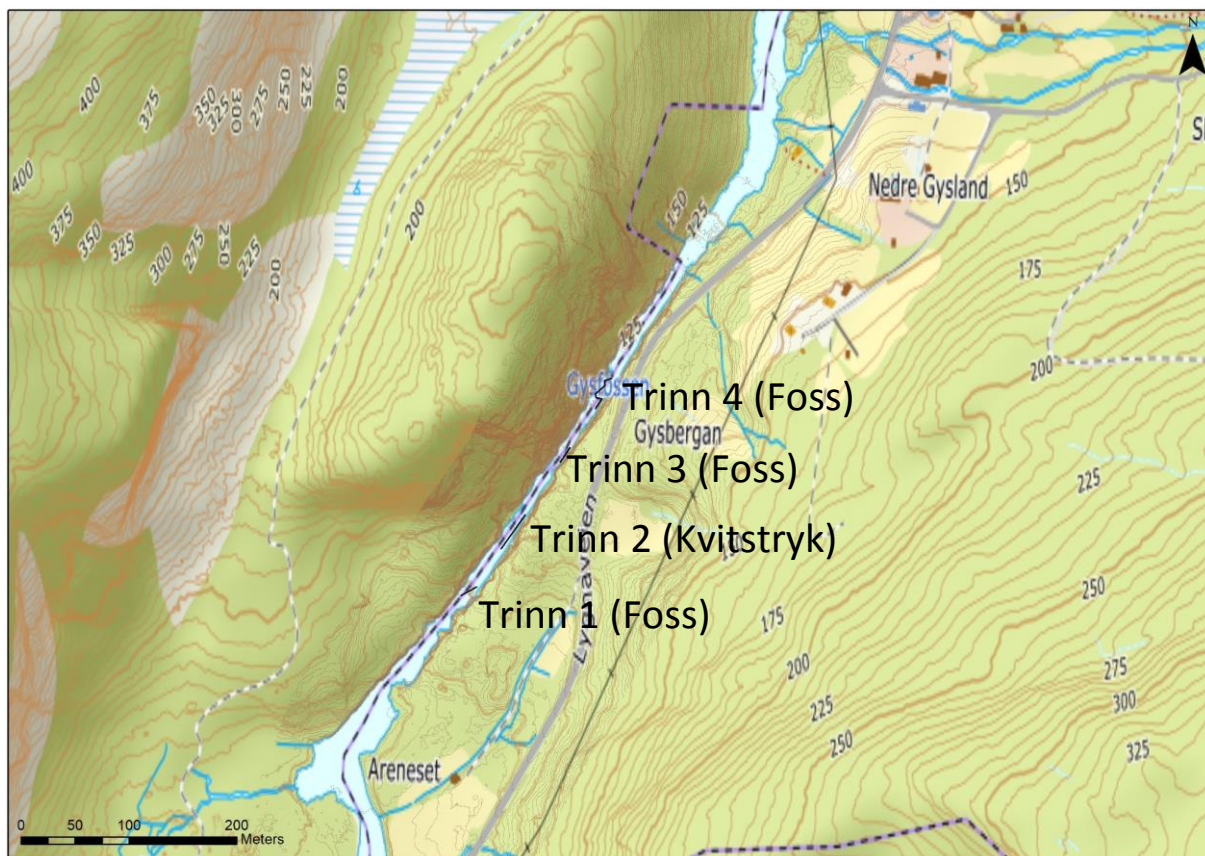
For å måle opp fossene ble det benyttet differensiell GPS av modell Trimble TSC3 RTK GPS. Da det var kjent at det kunne være problematisk å ta seg inn i juvet ble det også brukt drone av typen DJI Phantom 4RTK. Dronebilder med GPS informasjon fra den integrerte differensielle GPSen i dronen ble prosessert med structure from motion applikasjon (Agisoft PhotoScan Professional 1.4.4). Med dette programmet ble det laget et georeferert ortofoto og en 3D-modell (nøyaktighet ± 3 cm horisontalt og vertikalt) av prosjektområdet. Alle droneoperasjoner ble utført i henhold til forskriftene for fjernstyrte flysystemer kategori RO1 som definert av Luftfartstilsynet.



Figur 1. Høydeprofil gjennom hele juvet i Gysfossen (hentet fra hoydedata.no)

3. Resultater og vurdering

Ut ifra undersøkelsen ble det tydelig at det er særlig 3 forskjellige fosser nede i juvet som kan være vandringshindrende for laksen i Gysfossen. I tillegg finnes et bratt kvitstrykparti. I denne vurderingen er det derfor hensiktsmessig å inndele arbeidet i deltrinn for de ulike hindrene. Kartet i **Figur 2** gir en omtrentlig oversikt hvor de ulike trinnene befinner seg i juvet. **Figur 3** og **Figur 4** viser dronebilder av de ulike trinnene.



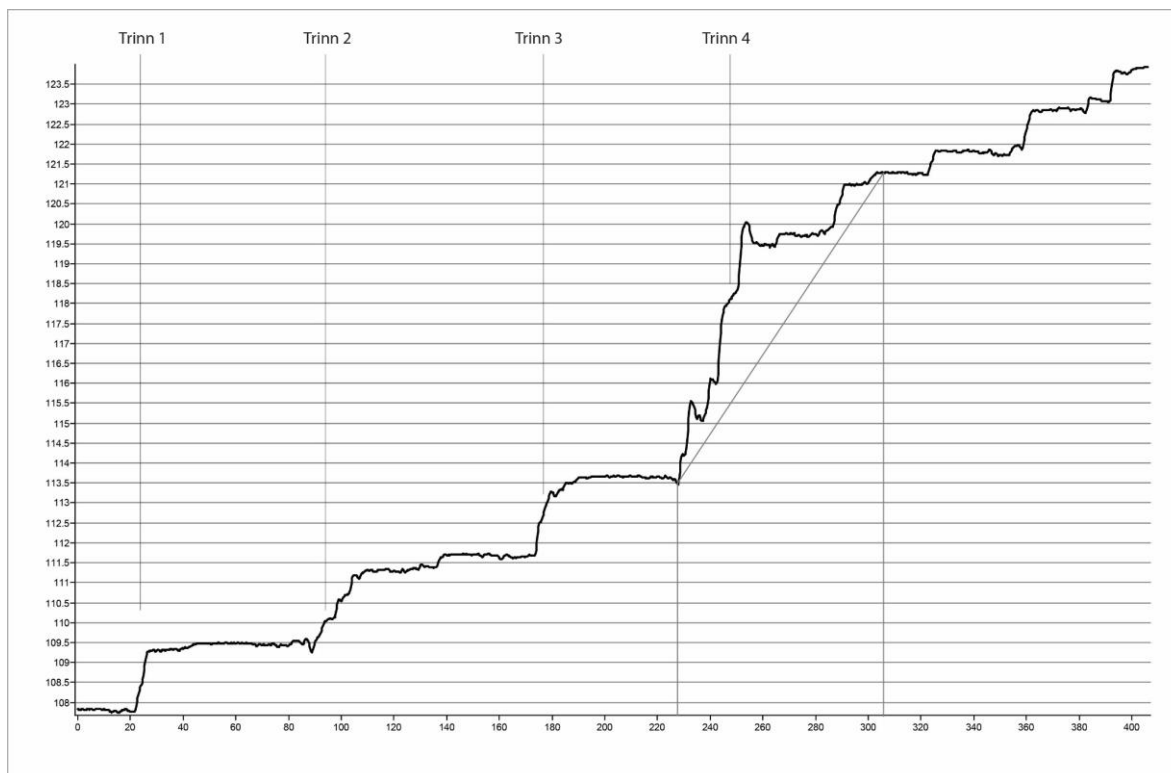
Figur 2. Oversiktskart over juvet i Gysfossen og de ulike trinnene.



Figur 3. Dronebilde av trinn 1.



Figur 4. Dronebilde av trinn 2, trinn 3 og trinn 4 sett oppstrøms.



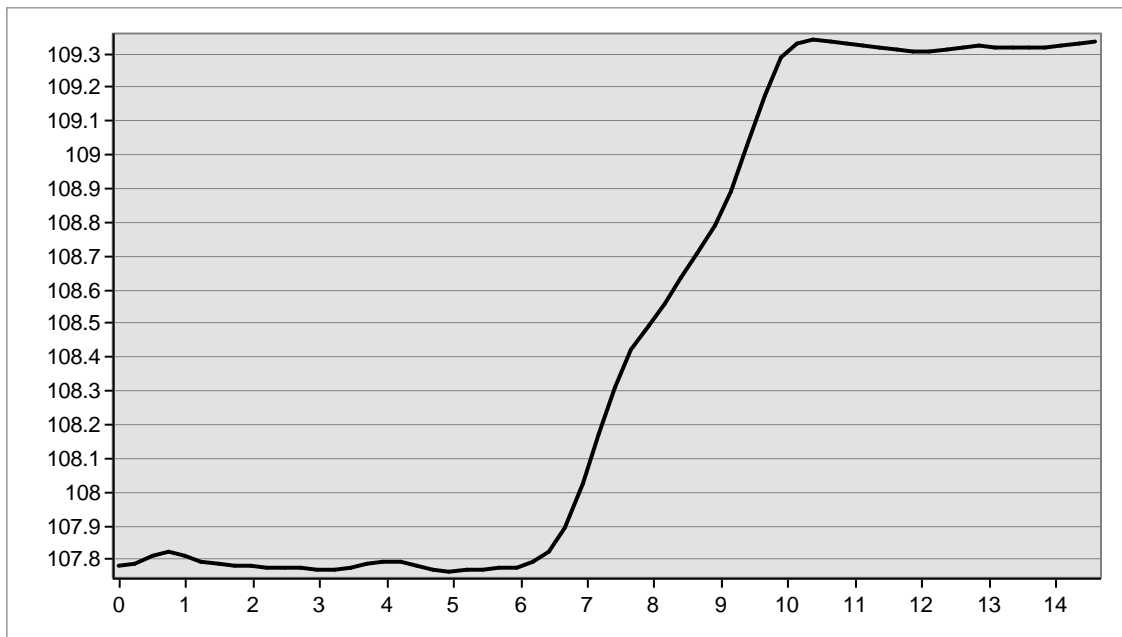
Figur 5. Oversikt over de fire trinnene i Gysfossen. Trinn 1 – 3 er passerbare, men kan tilpasses flere vannføringer med lokale justeringer. Ved trinn 4 trengs det fiskepassasje i eksisterende elveløp eller eventuelt en tunnel som i Kvåsfossen.

Trinn 1

Den første fossen laksen treffer på nederst i juvet, var ca. 1,6 meter høy på oppmålingstidspunktet (vannføring ca. 6.2 m³/sek). **Figur 6** viser bilder av fossen fra ulike vinkler. Lengdesnitt av fossen finnes i **Figur 7**. Det har ikke blitt observert laks ovenfor dette fossefallet før sommeren 2019 (pers. komm. Ragnvald Andersen). Fossen anses derfor som et vannføringsavhengig vandringshinder. I og med at laksen åpenbart kommer seg forbi dette fallet, anbefales det derfor å avvente med evt. tilpasninger og heller observere om det kun er på et smalt spekter av vannføringer fisken klarer å passere. Dersom fisken viser seg å ha vansker med å passere fossen på de fleste vannføringer, kan passasjen forenkles med lokale tilpasninger.



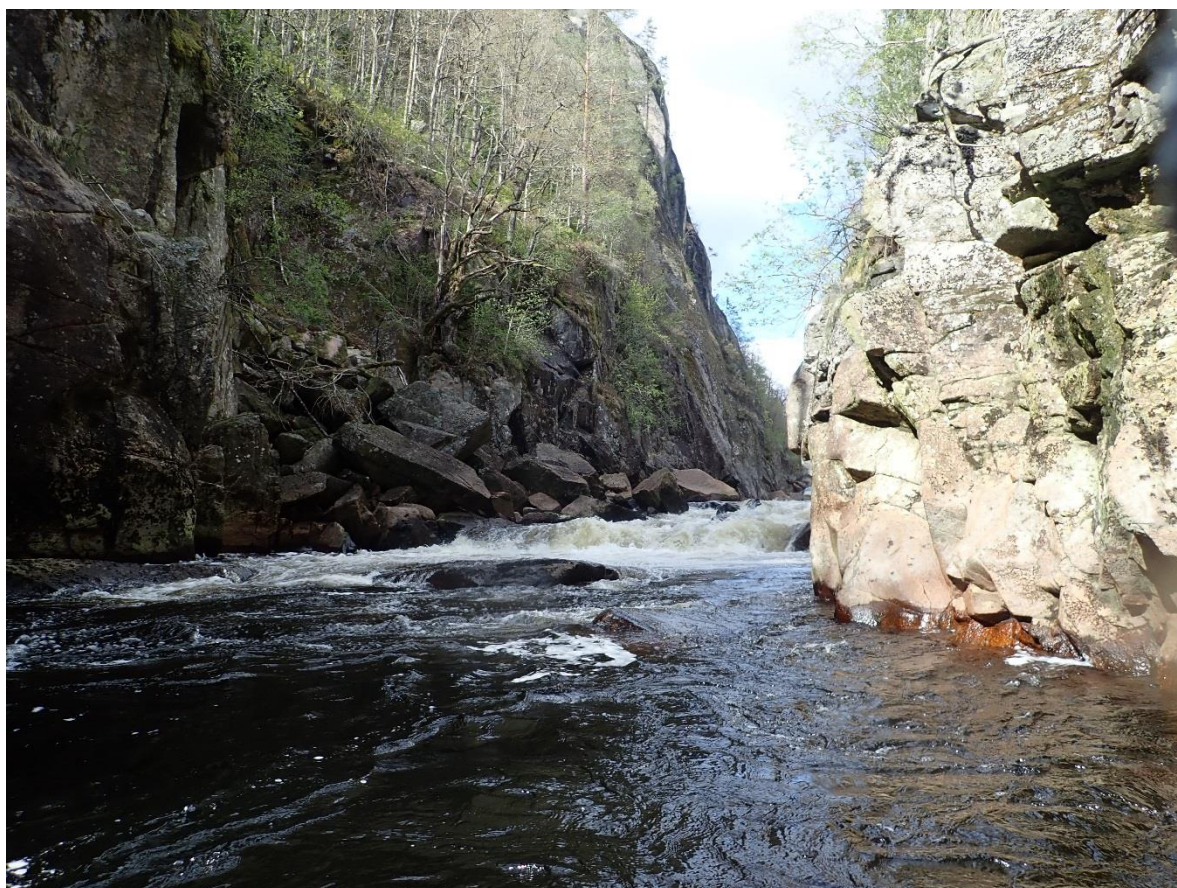
Figur 6. Bilder av den første fossen i juvet i Gysfossen, sett fra forskjellige vinkler.



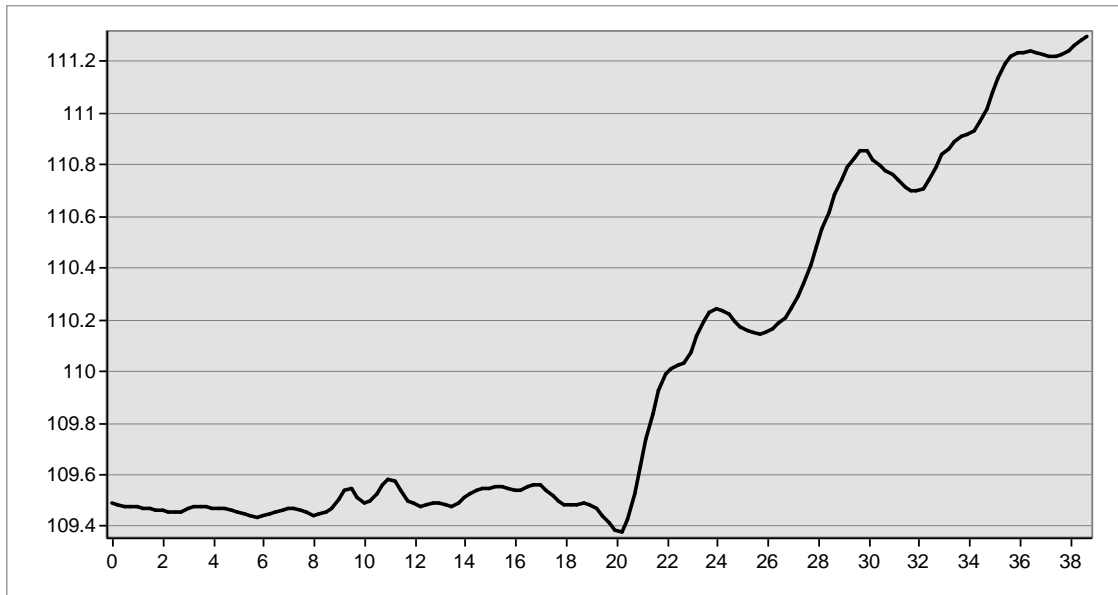
Figur 7. Lengdesnitt trinn 1. X-aksen angir lengdemeter og y-aksen angir høydekoter.

Trinn 2

Trinn 2 er et bratt stryk som befinner seg ca. 70 meter oppstrøms trinn 1. Dette stryket har en gradient på ca. 10 % og det forventes at laksen klarer komme seg gjennom dette på en rekke vannføringer uten tilpasninger. Dersom det senere skulle vise seg nødvendig, kan det lages et ekstra trinn med storstein like i overkant av Trinn 1. Her finnes allerede et grunnere område formet av store steiner (synlig i **Figur 10**). Om man sprenger ned noen flere store blokker fra fjellsiden kan man heve vannspeilet nedstrøms stryket dermed bedre passerbarheten.



Figur 8. Bilde av trinn 2 tatt ved snorkling i juvet. Stryket virket passerbart under oppmålingen (vannføring ca. 6.2 m³/s).



Figur 9. Lengdesnitt gjennom trinn 2. Stryket har ca. 10 prosent gradient. Det forventes at fisken vil klare å passere trinnet uten justeringer. Hvis det viser seg at fisken kun kommer forbi på visse vannføringer kan det legges ut store blokker for å heve vannspeilet i området markert på kart i Figur 10 (trinn 1 og 2).



Figur 10. Kart over trinn 1 og 2. Ved behov kan det eventuelt lages en terskel ved å sprengre masser fra fjellsiden som legger seg på det grunne området like oppstrøms trinn 1. Dette vil heve vannspeilet i området og gjøre stryket lettere passerbart.

Trinn 3

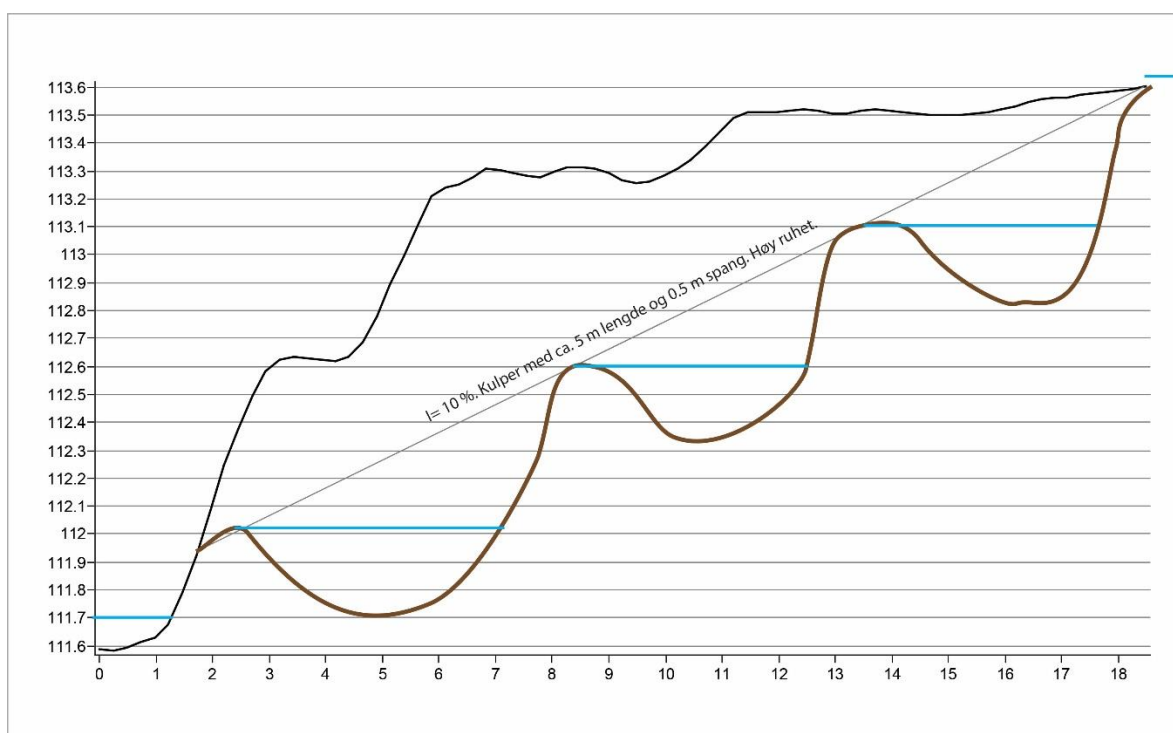
Dette fossefallet har en fallhøyde på ca. 1.9 meter (**Figur 11 - Figur 13**). Det ligger to store steinblokker hvor vannet, ved undersøkelsestidspunktet, rant innunder og imellom. Dette trinnet er sannsynligvis et vannføringsavhengig vandringshinder grunnet fallhøyden på lav vannføring, og grunnet turbulent vann på høy vannføring. Trinnet kan gjøres enklere for fisk å passere ved å utforme en rampe med lav nok gradient. Denne rampen må sprenges ut slik at den har høy ruhet og en gradient på ca. 10 %. Med 3 kulper på 5 meters lengde med 0.5 meter spranghøyde oppnår man denne gradienten. Ideelt sett bør rampen sprenges slik at steinen som ligger til høyre i **Figur 12** og **Figur 14** sklir ned og legger seg i hvitvannet. Dette vil medføre at den bremses og stuper opp vannet i rampen, hvilket gjør den lettere passerbar. Med 3 meters bredde av rampen estimeres ca. 30 m³ med sprengmasse.



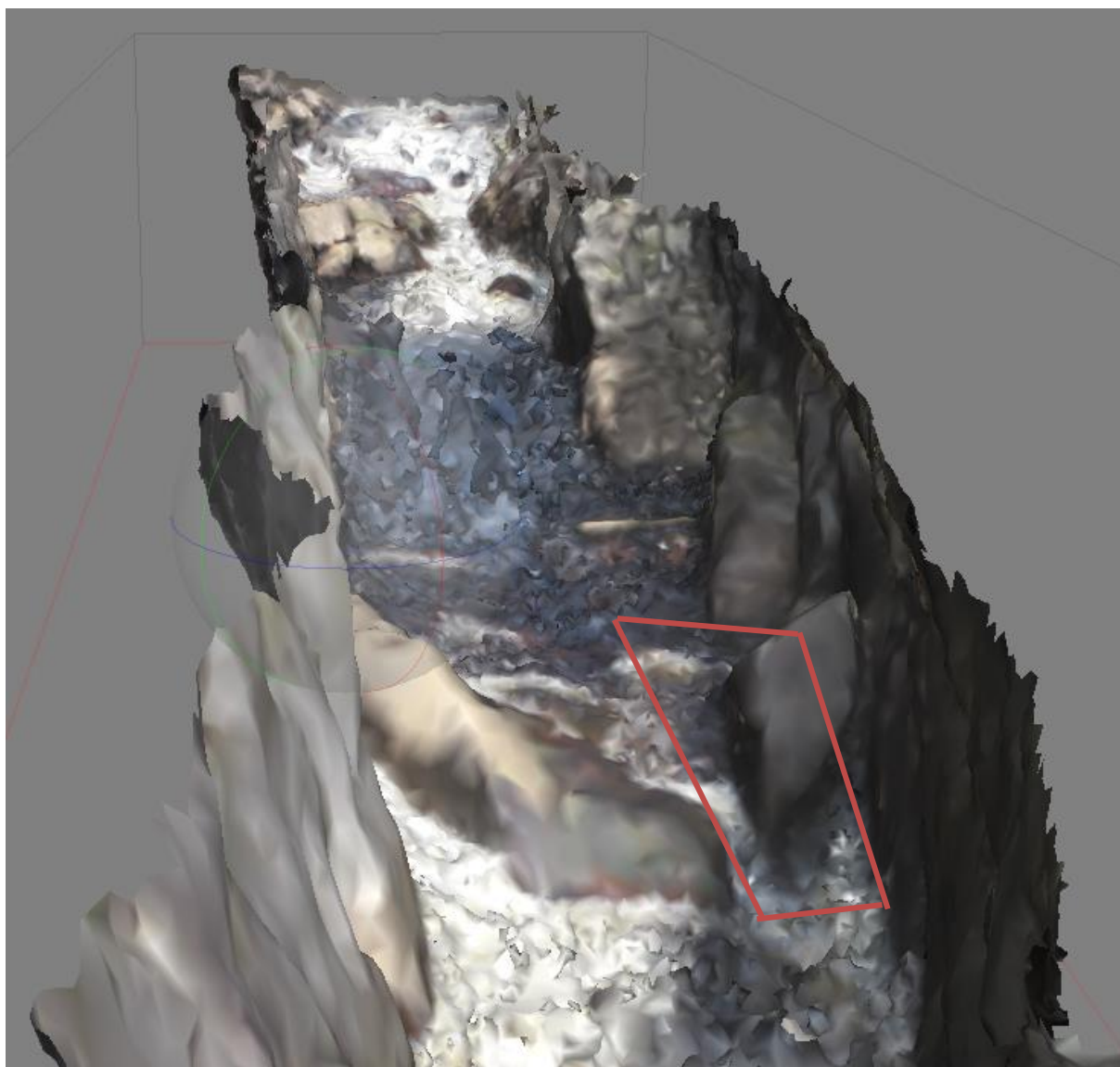
Figur 11. Bilde av trinn 3 som viser de to store blokkene som befinner seg i denne delen av juvet.



Figur 12. Dronebilde av trinn 3 tatt under oppmålingen med en vannføring på ca. $6.2 \text{ m}^3/\text{s}$.



Figur 13. Lengdesnitt gjennom trinn 3. Det estimeres $30 - 40 \text{ m}^3$ sprengmasser med 5 meter bred rampe.



Figur 14. Høydemodell av trinn 3 sett oppstrøms. Det markerte området kan sprenges som rampe (høy ruhet) med 10 % gradient. Ideelt sprenges det slik at den store steinen til høyre sklir nedstrøms og blir liggende i hvitvannet.

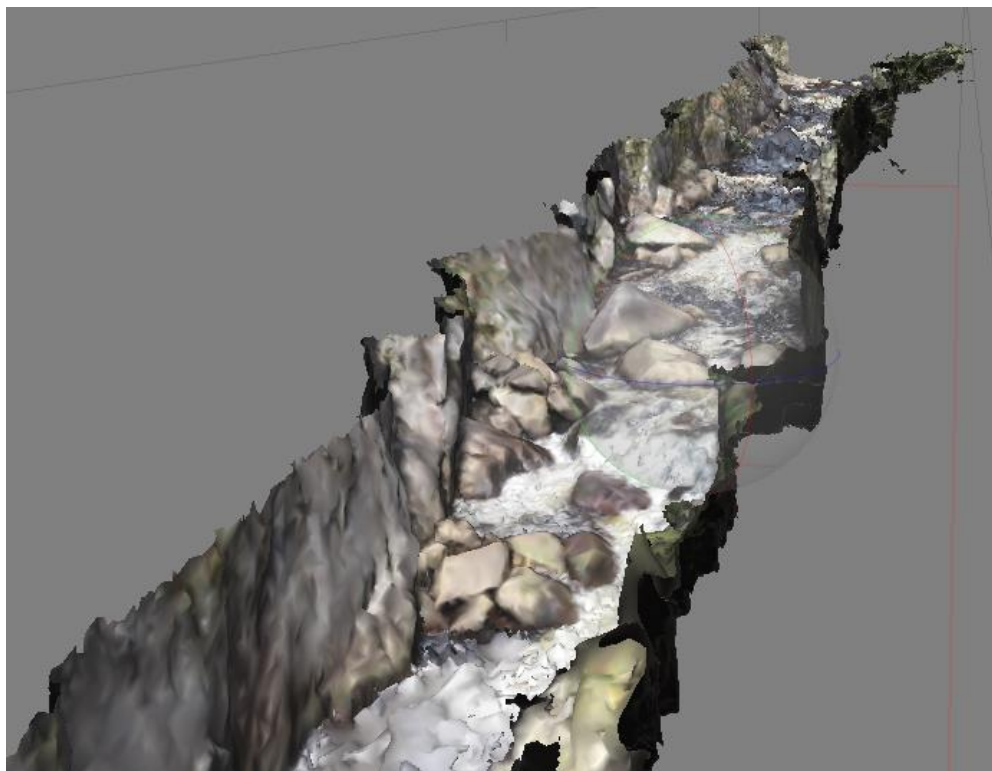
Ettersom det har blitt observert laks og sjøørret oppstrøms dette hinderet, anbefales det også her å avvente med aktuelle tiltak til man har undersøkt om fisken blir stående lenge og har vanskeligheter med å komme forbi fossen på en rekke vannføringer.

Trinn 4

Dette fossefallet er det største i juvet og har en total fallhøyde på ca. 6 meter. Det ble observert anadrom fisk i en kulp omtrent halvveis oppe i fossen i 2019 (**Figur 15**). Fra denne kulpen gjenstår omtrent 4 høydemeter (fordelt på to sprang på hhv. 3 m og 1 m) før fisken er gjennom de vanskelige delene av juvet og greit skal kunne forsere den resterende strekningen. Spranget på 3 meter er sannsynligvis permanent vandringshinder på alle vannføringer. På lave vannføringer er spranget stort og det ligger også en stor stein øverst i kulpen som trolig hindrer laksen i å kunne hoppe. På høy vannføring er området trolig svært turbulent og vannhastigheten for stor. For å gjøre fossen passerbar, ble det i utgangspunktet diskutert to ulike alternativer: fiskepassasje i selve fossen og tunnel. De to alternativene er da enten å sprengne ut og støpte en ny passerbar vandringsvei eller å bygge tunnel tilsvarende den i Kvåsfossen. Det anbefales i første omgang å forsøke å sprengne ut en ny vandringsvei da dette ut ifra oppmålingene er mulig å få til og i tillegg er en langt billigere løsning. Så kan man heller vurdere tunnel i andre omgang dersom det viser seg at den praktiske gjennomføringen ved sprengning ikke lar seg gjøre.



Figur 15. Dronebilde av Trinn 4 på svært lav vannføring. Merk personene på bildet for målestokk. (Stillbilde fra video tilsendt av Ragnvald Andersen). Rød pil viser kulpen hvor det ble observert 5 laks og 1 sjøørret den 9.juli 2019.



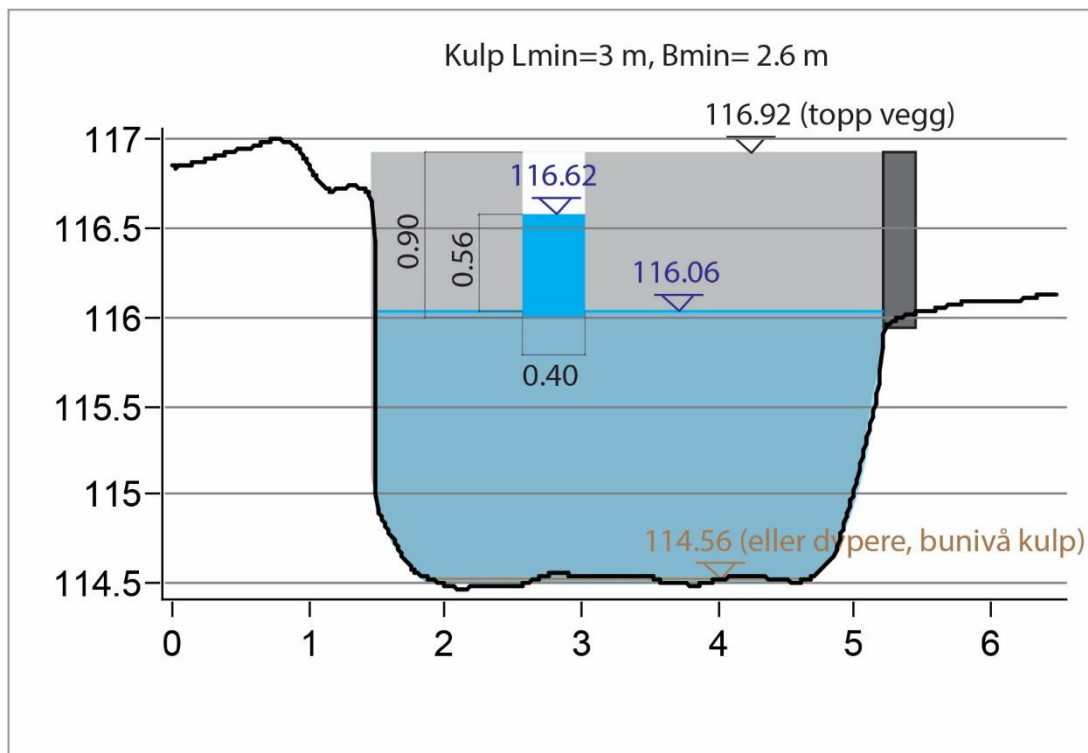
Figur 16. Utsnitt av 3D-modellen basert på oppmålingen ved Trinn 4 (Vannføring ca. $6.2 \text{ m}^3/\text{s}$).

Den nye vandringsveien bør sprenges ut som en kulpetrapp, slik at man får trinnvise kulper med en høydeforskjell på ca. 0.5 meter. Ved å lage vandringsveien ca. 30 meter lang med 3 meter lange kulper og med spranghøyde på 0.5 meter, vil man oppnå en gradient på ca. 10 %. Prinsippskisse for utforming av kulpene i passasjen med mål finnes i **Figur 17**. Tverrprofil utforming av kulper i passasjen. Tekniske spesifikasjoner for passasjeløsningen er gitt i

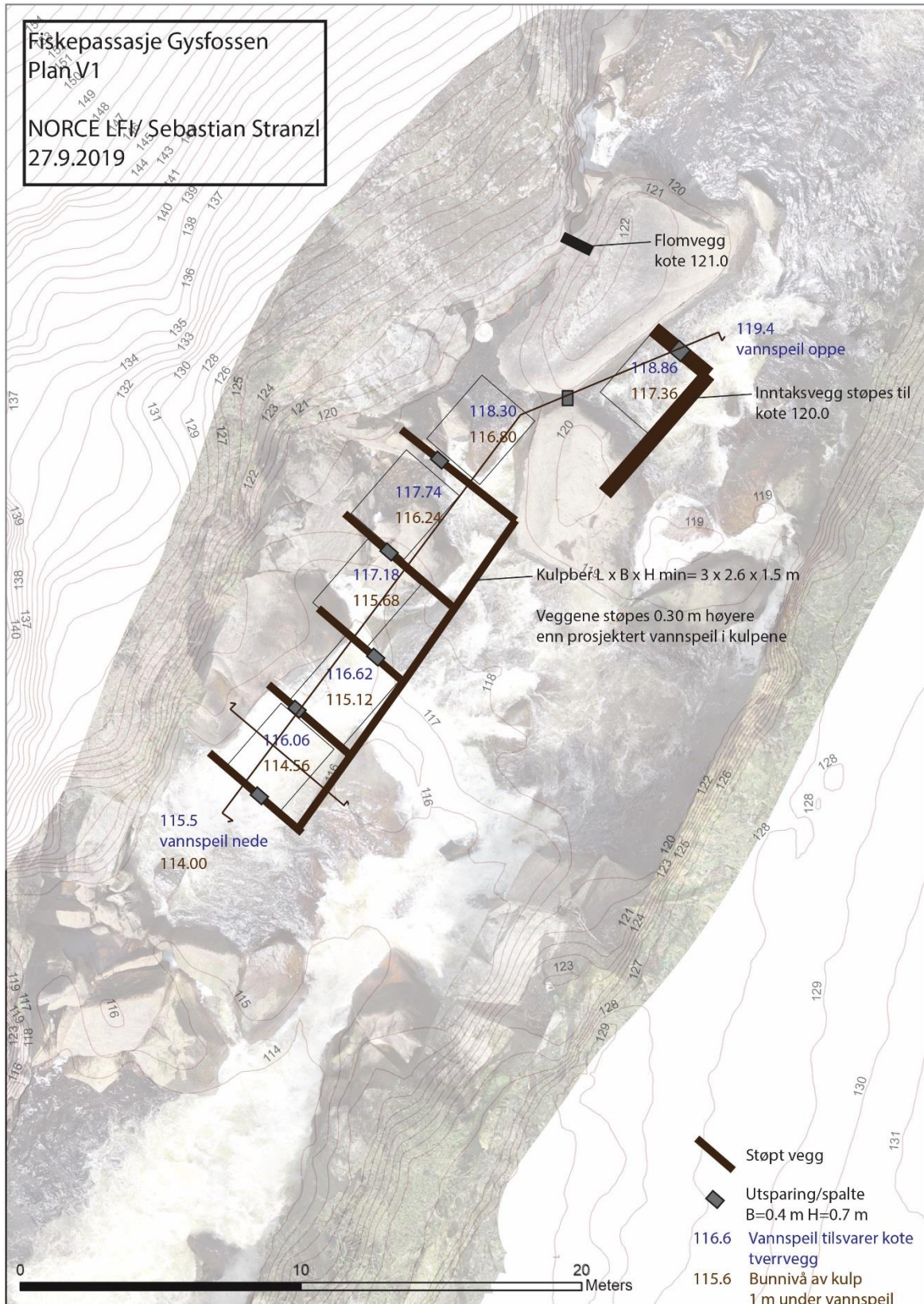
Tabell 1. Det finnes videre to alternative ruter man kan legge passasjen i (**Figur 18** og **Figur 19**). Begge rutene starter med de 5 samme kulpene, men det bør avgjøres på stedet i samarbeid med entreprenør hvilken vei man bør velge rundt den store steinen helt øverst, for å utforme de siste kulpene i passasjen. Alle støpinger i passasjen må være armert og minst 30 cm tykke. Høyde av flomvegger er angitt i tegninger, og det disse bør være enda tykkere enn støpingene i trappen. Tykkelse av vegger og stabilitet må diskuteres og bestemmes sammen med entreprenør.

Tabell 1: Spesifikasjoner for kulpetrapp gjennom Trinn 4 av Gysfossen. Spesifikasjonene vil være omtrent like for begge løsninger med unntak av antall kulper.

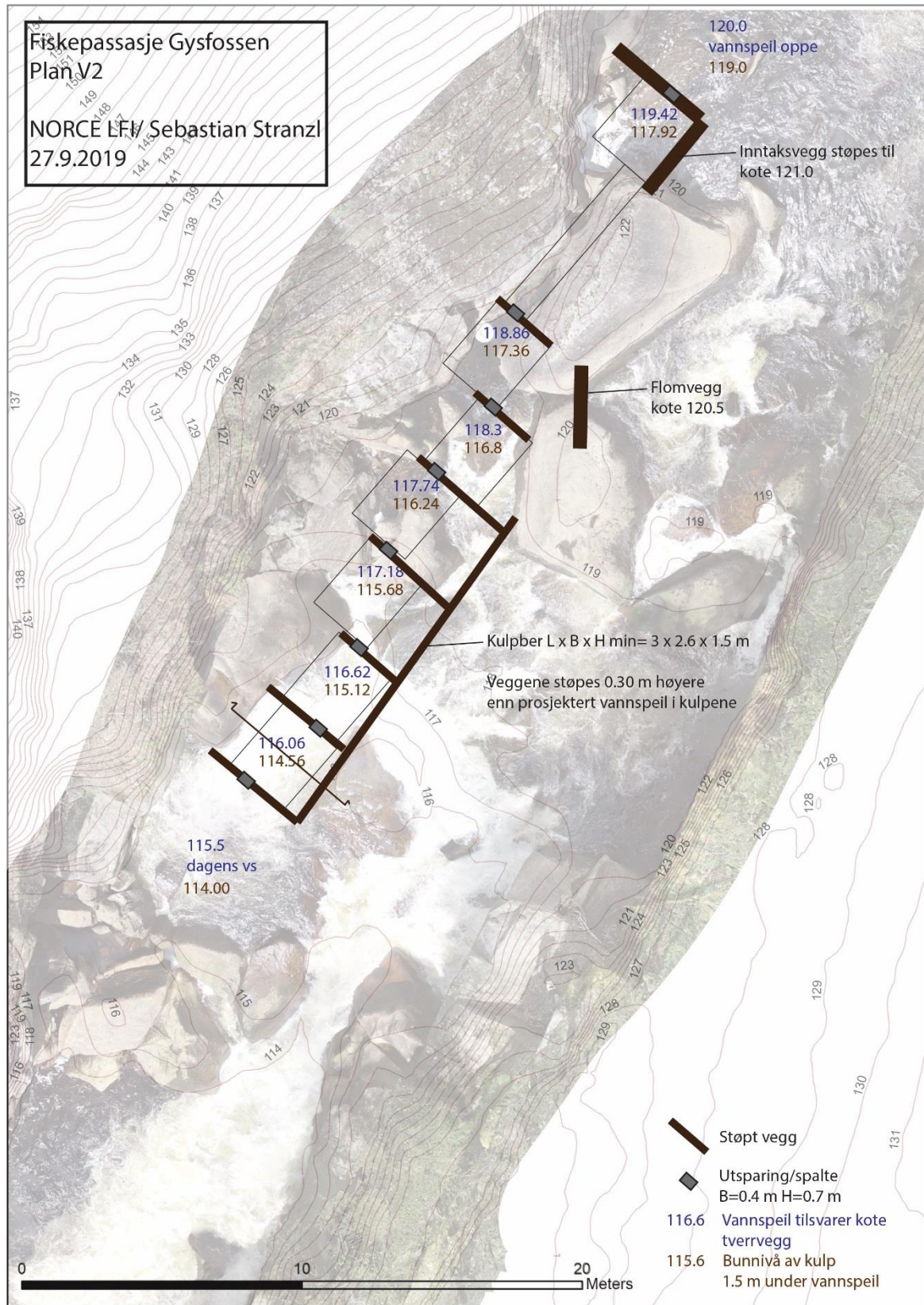
Kulpetrapp	Laks/Sjøaure
Høydeforskjell	4.5 m
Høydeforskjell per trinn	ca. 0.5 m
vmax vann	3.3 m/s
Vannføring i passasjen	0.4 m ³ /s
Energitetthet	190.35 W/m ³
Antall kulper	7 []
Lengde kulp	3 m
Bredde kulp	2.6 m



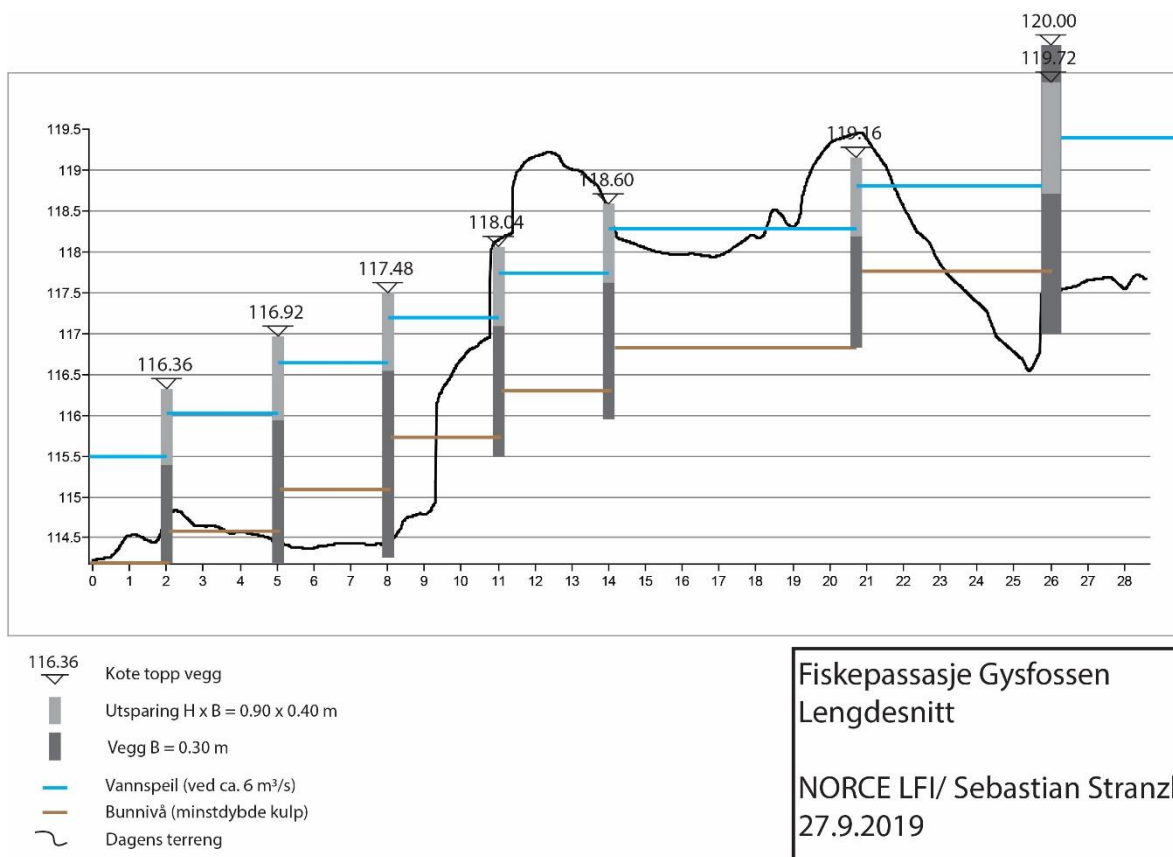
Figur 17. Tverrprofil utforming av kulper i passasjen. Kulpene bør være minst 3 meter lange, 2.6 meter brede og ha en dybde på minst 1.5 meter. Spalteåpningen mellom kulpene bør være 40 cm bred og veggene ca. 30 cm høyere enn prosjertert vannspeil i kulpene.



Figur 18. En mulig passaseløsning med 6 kulper gjennom trinn 4. I denne løsningen er inntaket på utsiden av den største steinen øverst i fossen. Det kreves derfor en flomvegg på innsiden av denne steinen og en utsparring/spalte mellom denne og den andre store steinen like ved.



Figur 19. Den andre mulige passaseløsningen med 7 kulper gjennom trinn 4. I denne løsningen går inntaket på innsiden av den største steinen i fossen, og det kreves derfor en flomvegg på utsiden for å unngå at vannet renner inn denne veien.



Figur 20. Lengdesnitt gjennom passasjeløsning nummer 1. For de 5 første kulpene vil lengdesnittet være identisk også for løsning nummer 2. Prinsippet vil være likt for begge løsningene.

For den første presenterte passasjeløsning gjennom Trinn 4 av Gysfossen kreves sprenging av ca. 50.4 m³ stein/fjell om man tar høyde for at man må spreng 1 m dypt (dette vil variere, og er også vanskelig å gjøre helt nøyaktig). Den andre løsningen krever en kulp ekstra og dermed sprenging av ca. 58.8 m³ stein/fjell. I tillegg må det støpes ca. 16.4 m³ med betong i begge løsningsforslag. Kostnadene for de to løsningene ville ved normal tilkomst vært henholdsvis ca. 670.000 og 750.000 NOK. Tilkomsten i juvet er som kjent vanskelig, og prisestimer må derfor diskuteres med entreprenør.

Dersom det ikke lar seg gjøre å sprengte ut en ny vandringsvei for fisk i trinn 4, er tunnel et siste alternativ. Et potensielt egnet sted for inngang til tunnelen finnes i så tilfelle like oppstrøms trinn 3. Her finnes en strømskygge på høyre side av elven (sett oppstrøms) som følge av at juvet vides litt ut (**Figur 21**). Denne skyggen er også synlig på flybilder tatt på langt høyere vannføring enn det var under oppmålingen. Valg av dette området avhenger selvsagt av at de andre tiltakene fungerer nedstrøms slik at fisken når opp til trinn 4. En tunnel på 250 meter og 3.5 m i diameter vil tilsvare masseuttak på ca. 2 405 m³. Kostnadene vil i så fall beløpe seg på ca. 25 millioner NOK.



Figur 21. Potensielt sted for inngang til passasje gjennom tunnel. Stedet ligger like oppstrøms trinn 3 og man ser osen fra fossen i trinn 4 øverst i bildet.



Figur 22. Flybilde av samme området som i Figur 21 på høyere vannføring enn ved oppmålingstidspunkt (kartutsnitt hentet fra www.finn.no/kart).

4. Praktiske hensyn til gjennomføring

Tilkomst og fremgangsmåte ved sprengning og støping

Gjennomføringen av sprengningsarbeidet må gjøres i samarbeid med entreprenør for å finne ut av hva som er mulig å få til, og hvordan man må gå frem for å løse oppdraget trygt og effektivt. Tilkomsten i juvet er særdeles vanskelig og planen krever profesjonell kompetanse. Det kan være mulig å nå ned i juvet fra veien med mobilkran. Dersom man ikke kan transportere sprengmasser maskinelt ut av juvet, må man belage seg på å kanskje måtte sprengne flere ganger i forhold til hvor og hvordan massene avsettes. Kostnadene tilknyttet sprengningsarbeidet er derfor usikre. Ved støping må betongen armeres tilstrekkelig for å kunne motstå kreftene i juvet ved flom. Tykkelsen av veggene må diskuteres nøye med entreprenør.

Kostnader

Grunnet vanskelig tilkomst er de utarbeidete kostnadsestimatene grove. Et mer presist anslag ut ifra tilkomsten og nødvendigheter med den praktiske gjennomføringen må derfor utarbeides sammen med entreprenør.

Tidspunkt for gjennomføring

Generelt bør fysiske inngrep i elver gjennomføres om sommeren (slutten av juli – start av september), men aller helst i august. Dette fordi da er all fisk ute av elvebunnen og det finnes ikke immobile stadier av fisk (rogn/plommeseekkyngel) i substratet. Fisken er dermed i stand til å unngå maskiner og arbeid. Dette tidspunktet er også før gyttiden for både sjøaure og laks. I tillegg er flesteparten av insektene klekket (fra larver/nymfer), altså ute av vannet og flyr. Det er imidlertid helt nødvendig med lav vannføring for gjennomføring av arbeid nede i juvet. Juvet er heller ikke noe typisk oppvekst- eller gyteområde for laksefisk, for å få arbeidet gjennomført bør man derfor benytte sjansen når man har lav vannføring.

Vedlikehold

Fiskepassasjen står relativt utsatt til nede i juvet, og kan bli utsatt for ødeleggelser i forbindelse flommer. Det må derfor påregnes at det kan bli nødvendig med reparasjoner av konstruksjonen dersom uhellet er ute. Dette bør det utarbeides en plan for i forbindelse med arbeidet.

Overvåking og etterundersøkelser

Det anbefales å overvåke tiltaket i etterkant og evaluere effekten av passasjeløsningene. Dette kan gjøres ved å søke etter gytegroper oppstrøms juvet i kombinasjon med kvalitativt elfiske etter lakseyngel. Under oppmålingen ble det også oppdaget et egnet gyteområde like oppstrøms den første fossen (trinn 1) som kan undersøkes for groper om man ikke finner noe oppstrøms hele juvet. Man bør også befare løsningene med tanke på utspyling av sprengmasser og eventuelle behov for justeringer og vedlikehold av passasjeløsningene.