

Bergen, 26.05.10

## Notat til Lyse Energi AS vedr. tiltak i Årdalsvassdraget

Utarbeidet av: Ulrich Pulg og Gunnar Bekke Lehmann, LFI

### Innhold

1	Sammendrag .....	2
2	Tiltak .....	3
2.1	Soppelandskvitlen .....	3
2.2	Linjerkvitlen .....	13
2.3	Terskelen på utløpet av Torgahølen .....	20
2.4	Fjerning av terskler i gytebekk for sjøaure .....	24
2.5	Utlegging av gytegrus i utløpet av Tysdalsvatnet .....	24
3	Litteratur .....	28

# 1 Sammendrag

I oppdrag for Lyse energi AS ble det vurdert følgende fiskeforsterkende tiltak i Årdalselven: Tilkobling av Soppelandskvitlen, tilkobling av Linjerkvitlen, justering av terskler ved Soppeland, og utlegging av gytegrus i utløpet av Tysdalsvatnet.

Det anbefales å tilrettelegge Soppelandskvitlen og tilkoble den til hovedelven med et rør og et vanninntak for å øke fiskeproduksjonen. Også med tilkobling av Linjerkvitlen kan man øke fiskeproduksjonen. Siden denne kvitlen er forholdsvis liten og ytterligere vannuttak i hovedelven kan medføre risiko for tørrlegging av habitat der, anbefales det imidlertid å vente med tilkoblingen av Linjerkvitlen inntil konsekvenser av tilkobling Soppelandskvitlen er vist, eller lavvannføring i hovedelven er øket. Dessuten anbefales det å fjerne de to nederste terskler i en sidebekk nord for Soppeland for å lette oppvandring. Senking av terskelen i Torgahølen kan medføre både ulemper og fordeler for fiskebestanden. Det anbefales ikke å senke den før terskelen og kulpen ovenfor er målt opp, slik at konsekvenser av tiltaket kan vurderes mer nøyaktig. Ved utløp av Tysdalsvatnet anbefales det å anlegge en gyteplass siden det fra naturens side er relativt lite gyteareal i denne delen (Bjørg) av vassdraget, og utløpet har gode hydrologiske forhold for grusutlegging. Dette tiltaket kan øke fiskeproduksjonen i Bjørg betydelig. De enkelte tiltakene er beskrevet i delkapitlene.

## 2 Tiltak

### 2.1 Soppelandskvitlen

I området ovenfor bro riksvei 13 over Årdalselva øst for Årdal i Hjelmeland kommune, finnes flere sideløp (s.k. kvitler) som stort sett ligger tørre. Sideløpet sør for elva (Soppelandskvitlen, Figur 1) er ca. 950 m langt. Det fører bare vann under større flommer, store arealer ligger ellers tørre. Innstrømmende grunnvann sørger likevel for at det finnes et lite vannspeil noe rennende vann (ca. 10 l/s). Sideløpet nord for Årdalselva (Linjerkvitlen) er ca. 200 m langt og har bare litt vannføring i nedre delen. Begge kvitlene ble frakoblet fra hovedelva ved innløpet (øvre enden) under reguleringen.

Generelt gir sideløp ofte godt habitat for gyting og kan være viktige oppvekstområder for sjøaure- og lakseyngel. Dette gjelder særlig hvis vanntemperaturen i hovedløpet er redusert og/eller vannføringsdynamikken er høy - som i Årdalselva. Ideen som er utviklet av Lyse energi, NJFF, elveeierne i Årdal og Uni Miljø LFI går ut på å slippe vann inn på sideløpene fra hovedløpet, slik at de igjen får permanent vannføring.

(se kart i Fig. 11).

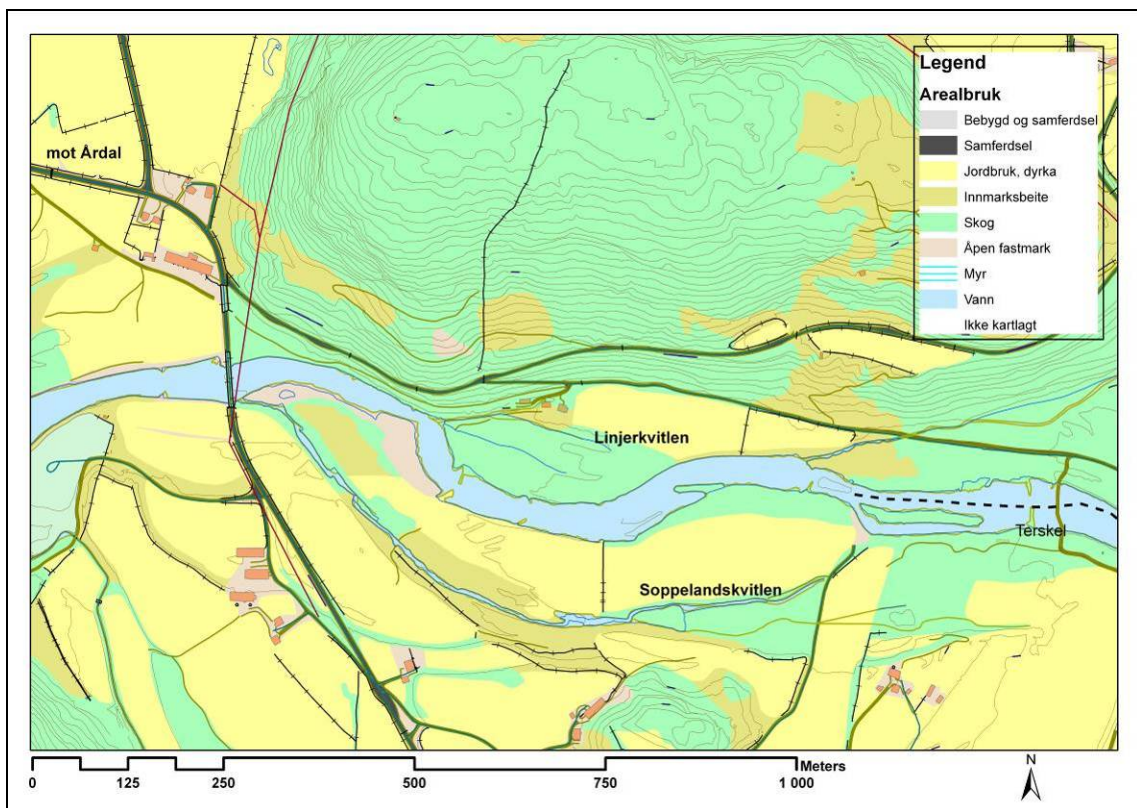


Fig. 1 Grunnkart av planområdet med sideløp sør (Soppeland) og nord (Linjer) for Årdalselva.



Fig. 2 Nedre enden av Soppelandskvitlen med bro RV 13 i bakgrunn.

### 2.1.1 Utgangssituasjon

#### **Hydrobiologiske forhold**

Befaring den 14.04 2010, viste at sideløpet har et stort substratmangfold og variert kantvegetasjon. Det vil trolig kunne bli et godt oppvekstområde for ungfisk. Dessuten er det gode muligheter å tilpasse utformingen av det, slik at man kan supplere strekningen med terskler og kulper for å optimalisere vanndekket areal også under lave vannføringer. Årdalselvas hovedløp, som ligger parallelt, har gode habitatbetingelser men har grovere substrat, større vannføringsdynamikk og mindre kantvegetasjon/areal. Tilkobling av sideløpet er egnet for å øke fiskeproduksjon hvis dette gir en netto økning av det samlede vanndekte arealet i vassdraget og løpet får følgende egenskaper:

1. Relativt stabilt vannføring og vanndekket areal med små variasjoner
2. Høy morfologisk variasjon og god dekning av kantvegetasjon
3. Gyteareal

4. Kulp-terskelstrukturer som gir stor vanddekket areal, nok dybde, og oppvarming.

Vannføringen er forandret i hovedløpet gjennom regulering. Stor vannføringsdynamikk, grovt substrat og stri strøm preger yngelhabitatet i Årdalselven (Sægrov 2009). Sideløpet med de nevnte tilpasninger kan gi et bedre habitat for yngelproduksjon (sett per m<sup>2</sup> areal). Dagens kvitle ser ut til å ha et godt potensial for å bli et produktivt fiskehabitat. Det trengs bare små justeringer for å oppnå punktene 1-4. Tabell 1 viser størrelse av side- og hovedløpet. En vurdering finnes i kap. 2.1.2.

**Tabell 1. Utgangssituasjon areal**

	Soppelandskvitle	Hovedløp (parallell)
Lengde (innløp til utløp)	950 m	950 m
Vanddekket areal*	5000 m <sup>2</sup>	34000 m <sup>2</sup>
Høydekote ved munning*	11 moh	11 moh
Høydekote inntak	17,5 moh	17,5 moh
Fall (gjennomsnitt)	0,68 %	0,68 %
vandybde breddfull	0,5-1 m	

\*FKB-datasett og 3D-modell



Fig. 3 Typisk parti i nedre del av Soppelandskvitlen. Avløpstversnittet er opptil 20 m bredt.



Fig. 4 Kvitlen ca. i midten: Tverrsnittet er trangere og substratet grovere.



Fig. 5 I øvre delen varierer tverrsnittet og har delvis et trangt profil (bildet)...



Fig. 6 ...delvis er det bredt og flatt.



Fig. 7 Kulpen der vanninntaket til kvitlen kan ligge (inntakskulp).



Fig. 8 Hovedelven parallelt med Soppelandskvitlen. Store deler er regulert med terskler.



Fig. 9 Fisk kan gyte i kvitlen på et lite område under store vannføringer. Grunnvann sørger for at egg kan klekke.



Fig. 10 Bildet viser levende plommeseekyngel fra kvitlen på befaringsdagen.

## Vannføring

Soppelandskvitlen ligger mellom målestasjonene Leirberget og Tveid. Etter oversikt i Sægrov (2009) som tar utgangspunkt i data fra Lyse energi forekommer tidvis svært lave vannføringer ned mot  $1,38 \text{ m}^3/\text{s}$  i Årdalselven ved Leirberget, særlig om vinteren. Skauge (2000) beregnet middels vannføring ved Tveid til  $14,4 \text{ m}^3/\text{s}$ , ved Leirberget til  $14,9 \text{ m}^3/\text{s}$ . Perioder med svært lav vannføring betraktes som ulempe for fiskeproduksjon i elven. Vanndekket areal ved  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  er bare 63 % av arealet ved  $12,1 \text{ m}^3/\text{s}$  (referert til Tveid). Ungfiskhabitater og gyteområder kan da bli tørrlagt.

## Høyde mellom kvitle og hovedløp

Høydedata ble fremskaffet av Lyse energi og er basert på en hydraulisk kartlegging fra 1999 (Skaugen 2000). Høydedata og vannlinje ble oppmålt fra fly og fremstilt som 0,5-m-høydekoter, og vannlinjen i shape-format. Det er ikke oppgitt hvilken vannføring vannlinjen representerer. Det antas da at linjen representerer median vannføring i hovedløp. Informasjon om vannstand under forskjellige vannføringer (Skaugen 2000) kunne ikke fremskaffes av Lyse energi.

Fra høydedatasettet er det laget en 3D-modell som viser interpolerte høyder i hele planområdet (Fig. 11). Ut fra dette ligger terskelen i inntakskulpen på 17,5 moh. Terrenget ved øvre enden av Soppelandskvitlen ligger også på 17,5 moh. I shape-filen fra Lyse energi har imidlertid vannspeilet i øvre enden av kvitlen en høydeinformasjon ("koordinathøyde") på 16,56 moh. Vannspeilet på inntaksterskel i hovedløp har høyde 17,8 m. Høyden av vannspeilet i inntakskulpen virker plausibel, siden det ligger 0,3 m høyere enn terrenghøydedata ved terskel, mens høyde vannspeil i kvitlen (16,56) passer ikke til terrenghøyde (17,5). Siden datasettet fra flykartleggingen er ganske grovt, er det sannsynlig at terrenghøydedata ved øvre enden av kvitlen ikke er nøyaktige nok til å vise forsenkningen som kvitlen ligger i. Høydedata må derfor betraktes med forbehold (+/- 0,5 m).

Usikkerheten om høyden vil trolig ikke være problematisk for en eventuell tilkobling av kvitlen siden kvitlen nedenfor ligger entydig dypere. Derfor er det mulig å grave en grøft ved øvre enden av kvitlen dersom nødvendig. Skulle vannspeilene (hovdelv-kvitle) i dag ligge omtrent på samme høyde så anbefales det å grave en grøft i øvre enden av kvitlen slik at det oppstår en høydeforskjell (dh) som er på 1 m ved laveste vannføring, og større forskjell under større vannføringer. Siden vannføringen i et evt.

rør uansett skal kunne styres med en luke er det nok for den videre planprosessen å vite at det kan skaffes en høydeforskjell på minst 1 m.

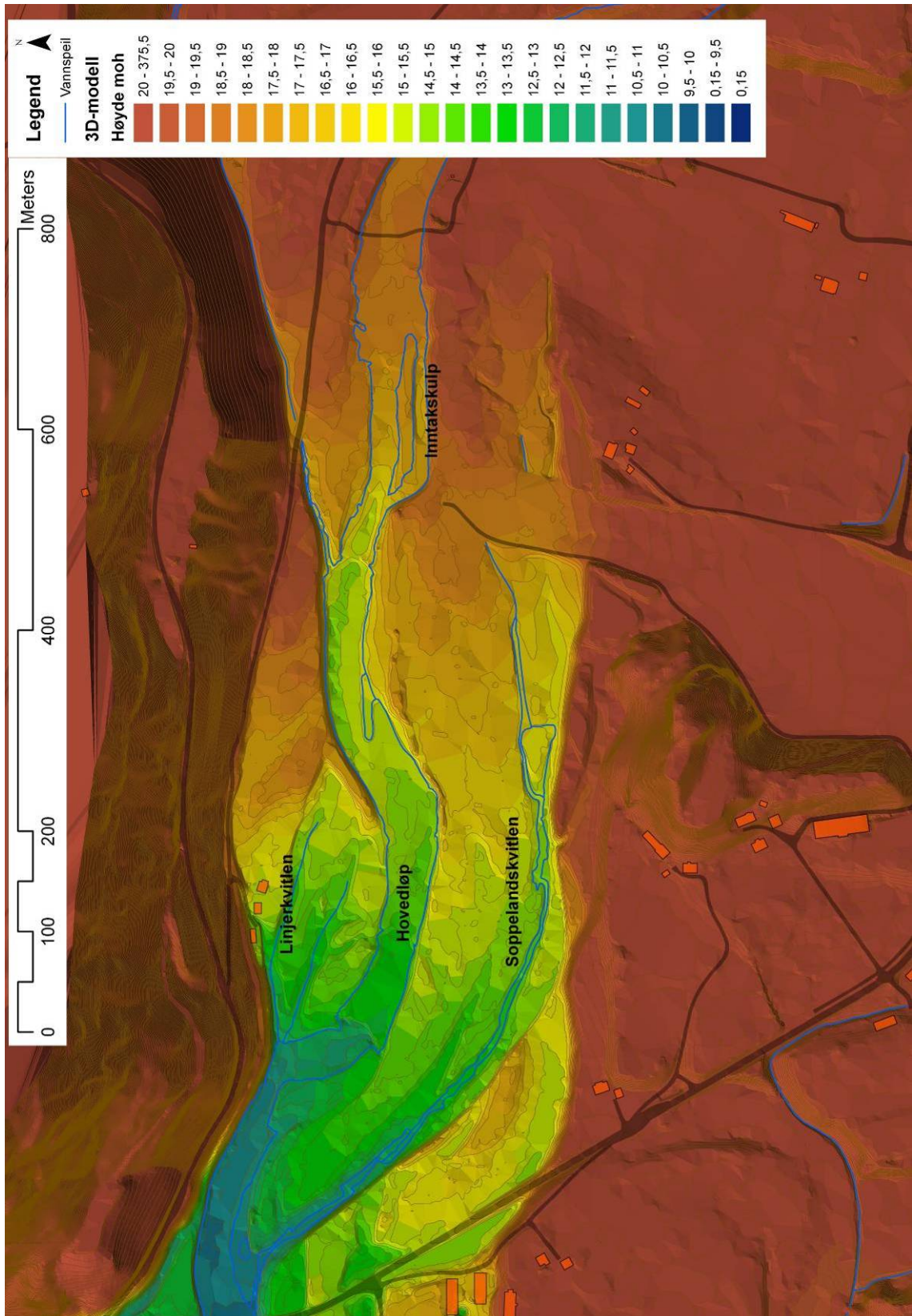


Fig. 11 Høydekart Årdalselva med kvitlene og inntakskulp for Soppelandskvitlen



## Vannføring og hydraulisk kapasitet i sideløpet

Kapasiteten er beregnet etter Manning-formelen i Tabell 2 (Sæterbø et al. 1997, Patt et al. 2004). Terrengdata er basert på 3D-modellen og oppmåling av trange steder under befaring (lasermåling, verdiene er vist i Tabell 2). Morfologien av dagens kvitlegrøft ble lagt til grunn. Kapasitet er beregnet for breddfull vannføring (0,5 m og 0,7 m). Kapasitetsverdiene uttrykker vannføringen som passer gjennom dagens kvitleløp uten å oversvømme arealet rundt. Det ble identifisert to trange parti i løpet som kan forventes å være dimensjonerende for vannføringen, hhv. ca 470 m og 720 m ovenfor munningen (Fig. 4 og 5).

**Tabell 2. Beregning av vannføringskapasitet i sideløp**

Sted	Vannhastigeht	Manning-tall	A/U	Lokal helning	Tverrsnitt	Hyd. radius	Vanddybde	Vannføring
Distanse fra munning <i>km</i>	<i>v</i> <i>m/s</i>	<i>M</i>	<i>R</i>	<i>I</i>	<i>A</i> <i>m<sup>2</sup></i>	<i>U</i> <i>m</i>	<i>h</i> <i>m</i>	<i>Q</i> <i>m<sup>3</sup>/s</i>
0,47	0,6	20	0,2694	0,0056	2,425	9	0,5	1,5
0,72	0,9	20	0,4721	0,0056	2,03	4,3	0,7	1,8

Beregningen tilsier at dagens løp har en kapasitet på 1,5 m<sup>3</sup>/s. Større vannføringer vil medføre oversvømmelser av arealet rundt.

## Landbruk

Det er ønsket av oppdragsgiver og grunneiere at forutsetningene for landbruket langs kvitlen ikke skal endres etter gjenåpning. Kvitlen betraktes allerede i dag som del av Årdalsvassdraget siden den har et lite, permanent vannspeil. I fremtiden vil vanndekket areal i kvitlen øke, men området rundt vil fortsatt kunne brukes som beitemråde. Eksisterende veier og vadesteder vil fortsatt eksistere. Status for landbruk utenfor selve kvitleløpet blir ikke endret. Åker ved øvre delen av kvitlen kan uten videre bestå. Forholdene for store flommer som oversvømmer hele området endres ikke i forhold til det som allerede skjer i dagens situasjon.

## 2.1.2 Vurdering og konsept for tilkobling

### Vannføring

Vannføringen er tidvis kritisk lav i Årdalselvens hovedløp på høyde med Soppelandskvitlen. Fraføring av vann til kvitlen vil redusere vannstanden i hovedløpet ytterligere. Siden habitatbetingelsene i sideløpet sannsynligvis vil bli bedre enn i hovedløpet vurderes det likevel som hensiktsmessig å bruke vann i sideløpet. Hvis kvitlen utformes slik som beskrevet i 2.1 er det dessuten mulig å optimalisere vanndekket areal for lave vannføringer. Dette medfører at Kvitlen ikke nødvendigvis trenger mye vann i lavvannsperioder. Som nedre grense vurderes 100 l/s som tolererbart i ekstreme tilfeller der vannføringen i hovedelven kun er 1380 l/s. Dette vil redusere lavvannsføringen til 1280 l/s og kan medføre ulemper for habitatene i hovedløpet. Fordelene som oppnås i sideløpet forventes likevel å bli større siden sideløpets utforming blir optimalisert. Eventuelle konsekvenser bør oppfølges fiskebiologisk slik at prosjektet kan finjusteres og evt. uønskede effekter unngås.

Større vannføring i hovedløpet vil redusere negative effekter på fiskeproduksjon. Diskusjon om minstevannføring gir et perspektiv for økt vannføring og dette vil trolig bidra til å bedre forholdene både i hovedløpet og et ev. tilkoblet sideløp.

Vannføringen i Soppelandskvitlen bør variere noe for å etterligne typiske fiskehabitater. Variasjonene bør likevel ikke være for hyppige eller for store. De morfologiske forholdene i kvitlen tilsier at medianvannføringen bør ligge rundt 500 l/s. Maksimal vannføring (utenom storflom der kvitlen blir oversvømt uansett) bør ligge ved 1500 l/s (se Tabell 2). Dvs. at vannføring i kvitlen bør variere mellom 100 og 1500 l/s og for det meste bør den ligge ved rundt 500 l/s. Variasjoner bør følge vannføringen i hovedløpet. Det er å anbefale å montere en luke ved inntaket for å kunne styre vannføringen i kvitlen.

### Tilkobling av sideløpet

Tilkoblingen kan skje vha. en terskel i hovedløpet som fordeler vannet, eller med et inntak som fører vann fra hovedløpet inn i sideløpet. Fordelen med et inntak er at vannmengden kan styres etter behov. En terskel medfører usikkerheter. Særlig forandringer på terskelen grunnet drivgods eller grusdrift kan gi uønskete effekter, som tørrlegging av sideløpet. Med hensyn til et mål om best mulig fiskeproduksjon, samt lavest mulige anleggs- og vedlikeholdskostnader, burde forbindelsen mellom hovedløp

og kvitle ideelt sett være et åpent løp. Det er derimot ønsket at landbruket ikke blir påvirket i området og at forbindelsen skal være lukket. På denne bakgrunn anbefales det å bygge et vanninntak i inntakskulpen og legge et 90 m langt rør inn til kvitlen. Høydeforskjellen skal legges til 1 m. Fallet vil dermed være ca. 1,1 %.

Beregningene i Tabell 3 forutsetter at rørets inn- og utløp er helt dykket. Et enkelt inntaksanlegg anbefales siden man må regne med grus, løv og tredrift. Vannføringen gjennom røret burde kunne reguleres med en luke. Kapasitet for forskjellige rørdiameter og lengder er beregnet etter Sæterbø et al. (1997) og vist i følgende tabell. Beregningene er utført med en forutsetning om at et plastrør ligger rettvinklet i et inntak. Manningstall som ble brukt er 80. Inntaksutformingen og materialvalg vil påvirke vannmengden betydelig (Sæterbø et al. 1997). Evt. endringer av dette må tas hensyn til.

Høydeforskjell m	Lengde m	Rørdiameter m	Vannhast. m/s	Vannføring m <sup>3</sup> /s
1,00	90,00	1,00	2,3	1,8
1,00	90,00	0,90	2,3	1,5
1,00	90,00	0,80	2,4	1,2

Tabell 3. Vannføringskapasitet i rør fra kulpen til kvitlen (duknet) ved tre diametre

For å kunne lede nok vann inn i sideløpet, anbefales et plastrør med diameter på minst 90 cm, men gjerne større. Slike rør gir 1,5 m<sup>3</sup>/s. For å oppnå en viss robusthet mot stein, drivgods, is og at inntakets utforming kan minske kapasiteten, bør røret velges større enn 90 cm. Alternativt kan fallet økes for å øke kapasiteten, og den øvre enden av kvitlen må da legges lavere. Slike spørsmål bør vurderes under prosjektering av rørforbindelsen.

Helningen er ca. 1,1 %. Dette betraktes som stort nok for å få en selvrensingseffekt (grus, sand). Inntaket bør være festet til røret. Det kan støpes i betong og legges slik at den knapt er synlig ved lav vannstand. Det skal ha luke for å kunne styre vannføringen, og rist som beskyttelse for drivgods. Luken kan styres automastisk eller manuelt. Om manuell styring er praktisk, vil være avhengig av vannstandsvariasjonene i inntakskulpen. Erfaringer viser at det kan være nok å sette luken i stilling for medianvannføring og bare tilpasse den under ekstreme vannføringer. Det må regnes med veldikehold av anlegget (drivgods).

Inntakskulpen skal i hh.t. opplysninger fra de lokalkjente som deltok under befaringen alltid ha vann. Beregninger gjort av Skauge (2000) viser derimot at vanntilførselen ved svært lav vannstand kan være usikker. Derfor bør innløpet i inntakskulpen senkes slik at vanntilførselen er sikret (høyde må tilpasses på sted).

## Utforming av sideløpet

Sideløpets utforming bør bestå av kulp-stryk-sekvenser med en lavvansrenne. Substratvariasjonen må være høy og bestå av grus og rullestein, som finnes på stedet. Kantvegetasjonen som i dagens situasjon er rikelig, må opprettholdes siden den gir skjul og næring. Det er mulig at deler av sideløpet må tettes for å redusere utlekking. Hvor stort dette området er, er ukjent før kvitlen er fylt med vann. Avtetting kan skje med sterk PE-folie, leirelag eller bentonittmatter som installeres under elvefaret. Dette krever imidlertid mye innsats og kostnader. Tetting med finsediment som består av finsand, silt og/eller leire er en rimeligere løsning og anbefales her. Dessuten vil permanent vannføring over tid sørge for tettingeffekter gjennom sedimentering av suspendert masse.

Følgende skritt er nødvendig for å reetablere Soppelandskvitlen som permanent vassdrag

1. Traseen for sideløpet utformes med gravemaskin (innsats ca 2 dager, gravemaskin + fiskebiolog). Det skapes kulp-stryk-sekvenser og et lavvansprofil. Fiskefeller (oversvømmelsesområder uten åpen drenering) fjernes. Den senere kantvegetasjonen og eksisterende veier bevares.
2. Høyde av kvitlens øvre ende legges på ønsket nivå
3. Rør, luke og inntak installeres.
4. Innløp til inntakskulpen i hovedelven senkes for å sikre vanntilsg.
5. Luken åpnes, vannet renner gjennom kvitlen
6. Hovedløpet tilpasses om nødvendig (tetting, finjustering av stryk osv.).
7. Deretter må det regnes med vedlikehold av anlegget, særlig etter flom og grusdrift kan ryddearbeid være nødvendig.
8. Fiskebiologisk oppfølging for å kunne finjustere tiltaket og dokumentere ev. suksess.

Bunnis kan bli en utfordring både for side- og hovedløpet. I sideløpet kan bunnis håndteres gjennom tilstrekkelige kulper som er dypere enn 1 m. Dessuten vil grunnvannet sannsynligvis forhindre bunnfrysing. Situasjonen i hovedløpet er avhengig av tilstrekkelig dype områder etter oppdeling av vannet. Muligens blir det nødvendig å tilpasse elvefaret i hovedløpet eller tiltaket etter vannføringen er oppdelt for å redusere negative konsekvenser. Dette sikres gjennom oppfølgingen.

## **Fiskebiologisk kost-nytte-analyse**

Det planlagte sideløpet med permanent vannføring gir muligheter for økt fiskeproduksjon. Siden man kan styre habitatbetingelser og vannføring egner sideløpet seg særlig for etablering av trygge gyteområder, utlegging av rogn og som yngelhabitat. Vannet i sideløpet vil renne gjennom et tilpasset elvefar med mye kantvegetasjon. Utformingen vil sørge for maksimalt vanndekket areal i forhold til vannføringen. Arealet er forholdsvis stort sammenlignet med hovedløpet (5000 m<sup>2</sup>, dvs. ca. 15 % av hovedløpet). Det er usannsynlig at vanndekket areal i hovedløpet synker med 15 % etter oppdeling av vannet. Derfor forventes en betydelig økning av samlet vanndekket areal og dermed også økt fiskeproduksjonen. Ved siden av dette gir sideløpet gode muligheter for gjennomføring av tiltak for å styrke bestanden og for forskning.

Samlet sett forventes fordeler for fiskebestanden gjennom tilkobling av sideløpet. Usikkerheter burde avklares gjennom fiskebiologisk oppfølging.

## **2.2 Linjerkvitlen**

På samme måte som Soppelandskvitlen, kan Linjerkvitlen tilkobles med et rør og et inntak i hovedelva. Dette kan sørge for permanent vannføring i sideløpet (Fig. 17).

### **2.2.1 Utgangssituasjon**

#### **Hydrobiologiske forhold**

Linjerkvitlen ligner Soppelandskvitlen og har et stort substratmangfold, tett kantvegetasjon og vil trolig kunne bli et godt oppvekstområde for ungfisk. Også her anbefales å tilpasse utformingen med stryk og kulper for å optimalisere vanndekket areal også under lave vannføringer. I utgangspunktet har Linjerkvitlen mye til felles med Soppelandskvitlen og mye som er beskrevet for denne (se 2.1). gjelder også her. Linjerkvitlen er likevel smalere og kortere, og har derfor mindre areal enn Soppelandskvitlen. Linjerkvitlen har dessuten tettere kantvegetasjon.

Tabell 4. Utgangssituasjon areal

	Linjerkvitlen	Hovedløp
Lengde (innløp til utløp)	270 m	380 m (parallelt)
Vanndekket areal*	810 m <sup>2</sup>	18.000 m <sup>2</sup>
Høydekote ved munning***	12 moh	12 moh
Høydekote inntak (vannspeil)	15,5 moh	15,5 moh
Fall (gjennomsnitt)	1,3 %	0,92 %
vanndybde breddfull	Ca. 0,5-1 m	

\*etter FKB-datasett og 3D-modell



Fig. 12 Grunnvann i nedre enden av Linjerkvitlen.



Fig. 13 På høyre side av bildet munner Linjerkvitlen i Årdalselva



Fig. 14 Kvitlen i nedre del: Tverrsnittet er forholdsvis trangt og det er tett tre- og buskvegetasjon.



Fig. 15 Årdalselva ved øvre enden av Linjerkvitlen. Her bør et ev. inntak ligge.



Fig. 16 Øvre enden av kvitlen er i dag dekket med skog.

## Vannføring

Som beskrevet for Soppelandskvitlen kan lavest vannføring i Årdalselva på høyde Soppeland og Linjer være kritisk. Vannføringen kan gå ned til  $1,38 \text{ m}^3/\text{s}$  i ekstremisituasjoner. I tillegg må det tas hensyn til 100 l/s som brukes for ev. tilkobling av Soppelandskvitlen. I slike perioder er det lite vann som kan disponeres for en ev. tilkobling av Linjerkvitlen og vannføringen kan betraktes som begrensende faktor.

## Høyde mellom kvitle og hovedløp

Ut i fra samme datagrunnlaget som beskrevet i kapittel om Soppelandskvitlen ligger vannspeilet ved ev. inntak for Linjerkvitlen på 15,5 moh. Terrenget på nordvestsiden av

diket ligger også på 15,5 moh. Det anbefales å grave en grøft ved øvre enden av kvitlen for å sørge for fall mellom hovedlv og sideløp, se 2.2.2.

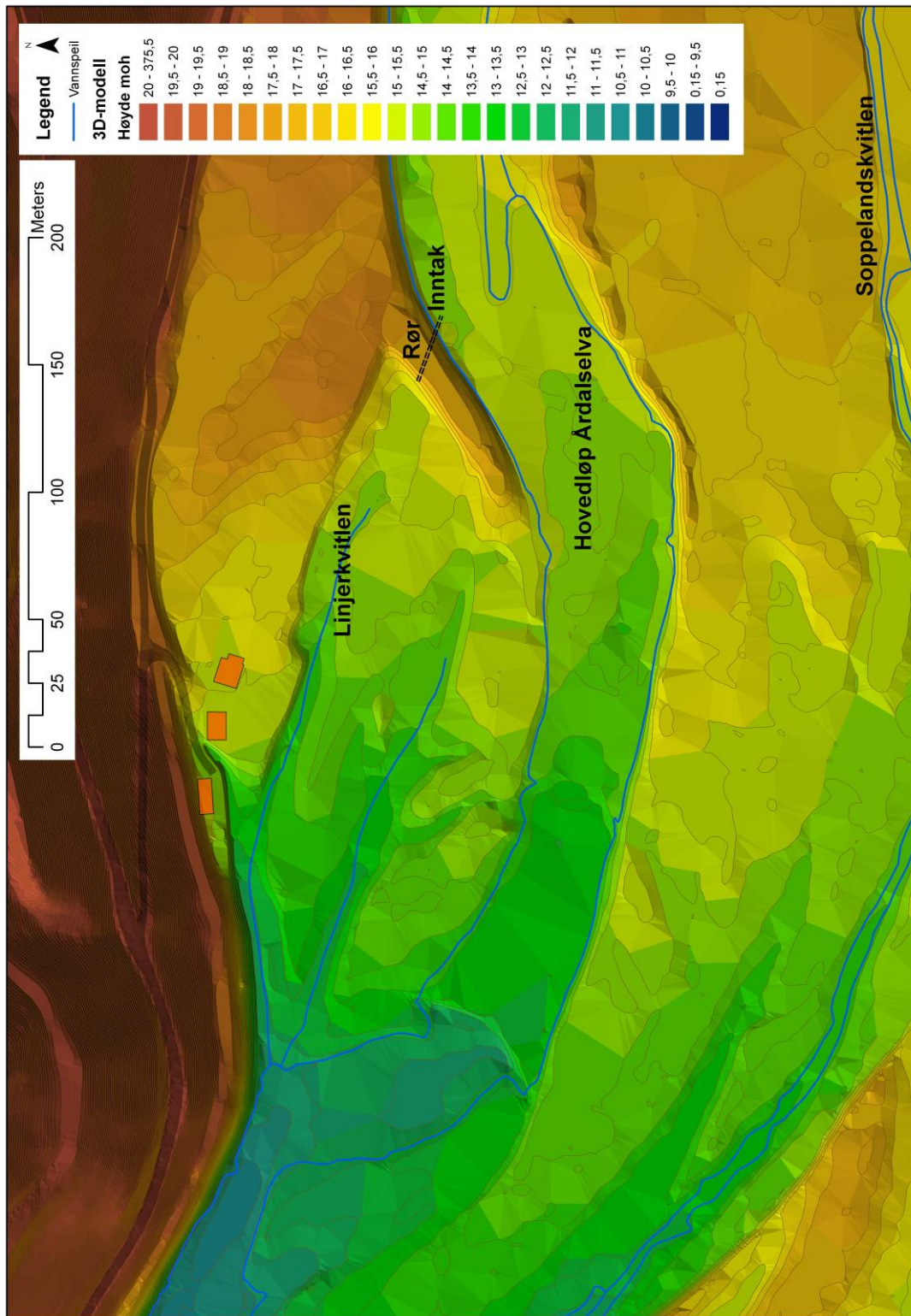


Fig. 17 Høydekart over Linjerkvitlen med beliggenhet av ev. inntak



## Vannføring og hydraulisk kapasitet i sideløp

Kapasitet er beregnet etter Manning-formel i Tabell 2 (Sæterbø et al. 1997, Patt et al. 2004). Terrengdata er basert på 3D-modellen og oppmåling av trange steder under befaring (lasermåling, verdiene er vist i Tabell 2). Morfologien av dagens kvitlegrøft ble lagt til grunn. Kapasitet er beregnet for breddfull vannføring (0,5 m). Kapasitetsverdiene uttrykker vannføringen som kan gå gjennom dagens kvitleløp uten å oversvømme arealet rundt. Dagens terrenggrøft ble betraktet som dimensjonerende for vannføring, bredde ca. 3 m.

Beregningen tilsier at dagens løp har en kapasitet på 1,8 m<sup>3</sup>/s. Større vannføringer vil medføre oversvømmelser av arealet rundt.

Tabell 5. Beregning av vannføringskapasitet i Linjerkvitle

Vannhastighet v m/s	Manning-tall M	A/U R	Lokal helning I	Tverrsnitt A m <sup>2</sup>	Hyd. radius U m	Vanndybde h m	Vannføring Q m <sup>3</sup> /s
1,2	20	0,3750	0,013	1,5	4	0,5	1,8

## Landbruk

Det er ønsket av oppdragsgiver og grunneiere at forutsetningene for landbruket langs kvitlen ikke skal endres. Kvitlen betraktes allerede i dag som del av Årdalsvassdraget siden den har et lite, permanent vannspeil. I fremtiden vil vanddekket areal øke men området vil fortsatt kunne brukes som beitområde og/eller skog. Eksisterende veier og vadesteder vil fortsatt eksistere. Status for landbruk utenfor selve kvitleløpet blir ikke endret. Forholdene for store flommer som oversvømmer hele kvitlen endres ikke.

### 2.2.2 Vurdering og konsept for tilkobling

#### Vannføring

Vann for Linjerkvitlen vil redusere vannstanden i hovedløpet ytterligere. Er habitatbetingelsene i sideløpet bedre enn i hovedløpet kan det være lønnsomt å bruke vann i sideløpet. Likevel risikerer man da å turrlegge viktige habitater i hovedløpet.

Siden en tilkobling av den større Soppelandskvitlen allerede trenger vann fra strekningen, anbefales det å avvente tilkobling av Linjerkvitlen til konsekvensene av tilkobling av Soppelandskvitlen er utredet.

Hvis Linjerkvitlen tilkobles trenger den ikke nødvendigvis mye vann siden elvefaret blir tilrettelagt. Som nedre grense vurderes 50 l/s som tolererbart på ekstremdager med lav vannføring i hovedelven.

Som i Soppelandskvitlen bør vannføringen variere for å skape typiske fiskehabitater, men variasjonene bør ikke være for hyppige eller for store. Medianvannføring i kvitlen bør ligge rundt 250 l/s. Maksimal vannføring (utenom storflom der deler av kvitlen blir oversvømt uansett) bør ligge ved maks ca. 1800 l/s (se Tabell 5). Dvs. at vannføring i kvitlen bør variere mellom 50 og 1800 l/s og for det meste bør den ligge ved rundt 250 l/s. Variasjoner bør følge vannføring i hovedløpet. Det anbefales bruk av luke ved vanninntaket for å kunne styre vannføringen i kvitlen.

### Tilkobling av sideløpet

Tilkoblingen kan skje med et inntak som ligger i kurven som vist på kart Fig. 17. Fordelen med et inntak er at vannmengden kan styres etter behov, mens en terskel eller et åpent rør medfører usikkerheter. Forbindelsen mellom hovedløp og kvitle bør helst være et åpent løp mht. best mulig fiskeproduksjon, og lave anleggs- og vedlikeholdskostnader. Det er derimot ønsket at landbruket og breddstabilitet ikke blir forandret i området og at forbindelsen skal være lukket. Derfor anbefales det å bygge et inntak i elven og legge et 30 m langt rør inn til kvitlen. Høydeforskjellen skal være 0,6 m for å skape nok fall for de ønskete vannføringer. Fallet vil dermed være ca. 2 %.

Beregningene forutsetter at rørets inn- og utløp er helt dykket. Et enkelt inntaksanlegg anbefales siden man må regne med grus, løv og tredrift. Vannføringen gjennom røret burde kunne reguleres med en luke. Kapasitet for forskjellige rørdiameter og lengder er beregnet etter Sæterbø et al. (1997) og vist i følgende tabell. Beregningene er utført med en forutsetning om at et plastrør ligger rettvinklet i et inntak. Manningstall som ble brukt er 80. Inntaksutformingen og materialvalg vil påvirke vannmengden betydelig (Sæterbø et al. 1997). Evt. endringer av dette må tas hensyn til.

Høydeforskjell m	Lengde m	Rørdiameter m	Vannhast. m/s	Vannføring m <sup>3</sup> /s
0,6	30,00	1,00	2,27	1,78
0,6	30,00	0,80	2,39	1,20
0,6	30,00	0,50	2,59	0,51

Tabell 6. Vannføringskapasitet i rør fra kulpen til kvitlen (duknet) ved tre diametre

Det anbefales et plastrør med minst 100 cm diameter for å kunne lede nok vann inn i sideløpet. Slike rør gir maks 1,8 m<sup>3</sup>/s. For å oppnå en viss robusthet mot stein, drivgods, is og at inntakets utforming kan minske kapasiteten bør røret velges større eller fallet økes for å øke kapasiteten. Øvre enden av kvitlen må da legges lavere.

Helningen er ca. 2 %. Det betraktes som stort nok for å få en selvrensingseffekt (grus, sand). Inntaket bør ha feste for røret og kan støpes i betong og legges slik at den knapt er synlig ved lav vannstand. Det skal ha luke for å kunne styre vannføringen og rist som beskyttelse for drivgods. Luken kan styres automatisk eller manuelt.

Inntaksområdet i hovedelven skal etter Skauge (2000) ha vann også under lave vannføringer. Inntakshøyde bør tilpasses lavest vannføring. Dette må oppmåles på sted. Terrenghøydedata (15,5 moh) fra flykartlegging/3D-modell gir bare en orientering.

### **Utforming av sideløpet**

Sideløpets utforming bør bestå av kulp-stryk-sekvenser med en lavvannsrenne. Substratvariasjonen må være høy og bestå av grus og rullestein, som finnes på stedet. Kantvegetasjonen som i dagens situasjon er rikelig, må opprettholdes siden den gir skjul og næring. Det er mulig at deler av sideløpet må tettes for å redusere utlekking. Hvor stort dette området er, er ukjent før kvitlen er fylt med vann. Det anbefales ev. tetting med finsediment som består av finsand, silt og/eller leire. Dessuten vil permanent vannføring over tid sørge for tettingeffekter gjennom sedimentering av suspendert masse.

Følgende skritt er nødvendig for å reetablere Linjerkvitlen som permanent vassdrag:

- 1) Traseen for sideløpet ryddes og utformes med gravemaskin. Det skapes kulp-stryk-sekvenser og et lavvannsprofil (ca 1-2 dager med gravemaskin + fiskebiolog). Den senere kantvegetasjonen og eksisterende veier bevares.
- 2) Høyde av kvitlens øvre ende legges på ønsket nivå
- 3) Rør, luke og inntak installeres.
- 4) Luken åpnes, vannet renner gjennom kvitlen
- 5) Hovedløpet tilpasses dersom nødvendig (tetting, utforming av terskel osv.).
- 6) Deretter må det regnes med vedlikehold av anlegget, særlig etter flom og grusdrift kan ryddearbeid være nødvendig.
- 7) Fiskebiologisk oppfølging for å kunne finjustere tiltaket og dokumentere ev. suksess.

Bunnis kan bli en utfordring både for side- og hovedløpet. I sideløpet kan bunnis håndteres gjennom tilstrekkelige kulper som er dypere enn 1 m. Situasjonen i hovedløpet er avhengig av tilstrekkelig dype områder etter evt. oppdeling av vannet.

### **Fiskebiologisk kost-nytte-analyse**

Som i Soppelandskvitlen, vil permanent vannføring i Linjerkvitlen kunne gi muligheter for økt fiskeproduksjon. Siden man kan styre habitatbetingelser og vannføring egner sideløpet seg særlig godt for etablering av trygge gyteområder, utlegging av rogn og som yngelhabitat. Vannet i sideløpet vil renne gjennom et tilpasset elvefar med mye kantvegetasjon. Utformingen vil sørge for maksimalt vanndekket areal for vannføringen og dette arealet vil bli forholdsvis produktivt.

Sammenlignet med Soppelandskvitlen (5.000 m<sup>2</sup>) og hovedelva (18.000 m<sup>2</sup>) er Linjerkvitlen forholdsvis liten (810 m<sup>2</sup>). Forskjellen i potensial for økt fiskeproduksjon er tilsvarende. Siden vannmengde i hovedelva er begrenset og det er risiko for tørrlegging av viktige habitater der, anbefales det å vente med ev. tilkobling av Linjerkvitlen inntil resultater fra tilkobling Soppelandskvitlen er klare.

## **2.3 Terskelen på utløpet av Torgahølen**

I følge datagrunnlag tilsendt fra Lyse Produksjon as har Torgahølen (**Figur 18**) i dag en terskel med kotehøyde 18,5 moh. Terskelen gir en oppstuvning av vann som skaper et vannspeil på oppsiden. Vannspeilet strekker seg ca. 350 m oppstrøms terskelen. Her begynner terrenget igjen å stige, slik at det dannes et stryk i elven. LFI har observert forholdene i Torgahølen ved tre anledninger (gytefisktellinger i 2008 og 2009 og befaring i 2010). Vannføringen i Storåna var i de tre tilfellene hhv. 16 m<sup>3</sup>/s, 5 m<sup>3</sup>/s og 7 m<sup>3</sup>/s, målt ved Leirberget. Ved alle disse vannføringene framsto midtre og nedre del av Torgahølen som nokså stillestående mht. strømhastighet. Under gytefisktellingene måtte det f.eks. svømmes gjennom midtre og nedre del av strekningen, fordi den svært lave strømhastigheten ikke ga dykkerene tilstrekkelig framdrift. Det antas at strømhastigheten bare var noen få cm pr sekund. Det antas også at Torgahølen har vært preget av høyere strømhastighet tidligere, før vannføringen ble redusert og vannspeilet ble hevet vha. terskelbygging.

Det kan samtidig se ut til at mye av Torgahølen er dypere i virkeligheten enn det som indikeres av det tilsendte datagrunnlaget. Dette gjelder spesielt i den midtre og nedre delen av strekningen, og særlig fra elvens midtlinje og ut mot yttersvingen, dvs. nord/øst-siden av elven. Datagrunnlaget indikerer at vann dybden i forhold til terskelnivået er rundt en halv meter, mens observasjon ved dykking tilsier at det i virkeligheten er ca 2-4 meter dypt flere steder (ved vannføring 5 - 16 m<sup>3</sup>/s). I de dypere delene er det også flere plasser relativt finkornet substrat og få skjulesteder for fisken. Dette er dårlige gyte- og oppvekstområder for laks og sjøaure. Ungfisk av laks foretrekker om sommeren gjerne grunnere og mer hurtigstrømmende elveparti med substratstørrelse på 10-20 cm.

Torgahølen funksjoner:

-Gytemråde: Det ble under gytefisketellingene i 2008 registrert sannsynlige gytemråder for laks eller sjøaure i nedre del av Torgahølen ved traktorveien og terskelen (Lehmann m.fl. 2009).

-Ungfiskproduksjon: Det er ikke en egen el-fiskestasjon i Torgahølen, og ungfisktetthetene er derfor ikke kartlagt i de senere år. Gytemrådene tilsier likevel at Torgahølen har ungfiskproduksjon.

-Standplass/skjulområde for fisk: Det relativt store vannvolumet gjør at Torgahølen kan fungere som oppsamlingsplass for fisk som vandrer opp i vassdraget eller som er på vei ut av vassdraget.

-Fiskeplass: Det er tilrettelagt fiskeplasser og hvilebu ved Torgahølen, og fisket skal som regel være best i den øvre delen av strekket.

En umiddelbar reaksjon på de stillestående forholdene i store deler av Torgahølen kan være å foreslå senking av terskelen, f.eks. i størrelsesorden 0,5-1 meter, for å øke vannhastigheten og bedre forholdene for ungfisk på denne strekningen. De sannsynlige resultatene av et slikt tiltak er:

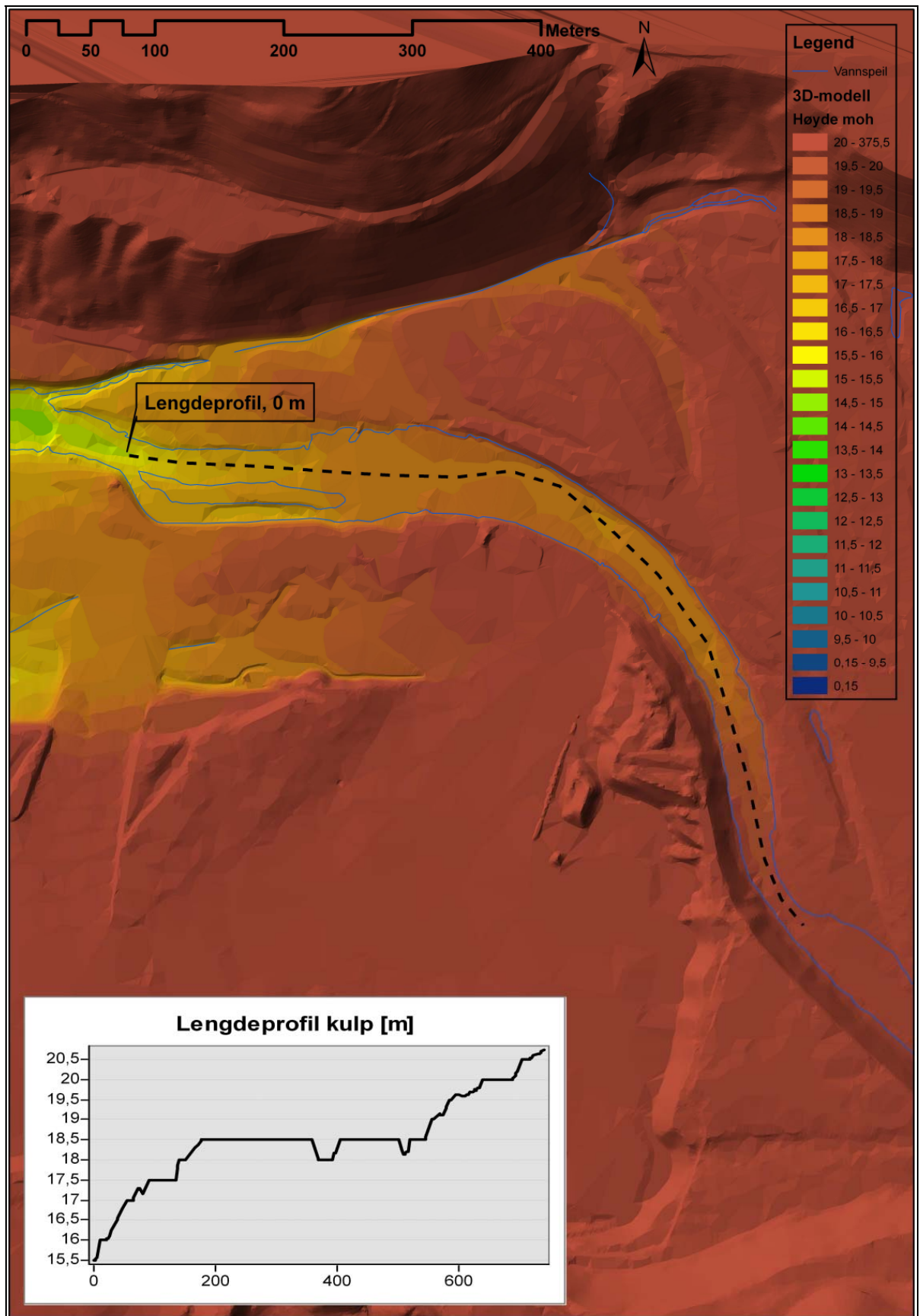
-Reduksjon i totalt vanndekket areal - avhengig av hvor mye terskelen senkes.

-Generelt redusert dyp og øket vannhastighet. Dette vil likevel ha størst effekt i arealer med kotehøyde rett under 18,5 - dvs. området like nedenfor innløpsstryket, deler av

elvebredden, og området nederst ved traktorveien og terskelen. De dypere områdene av Torgahølen vil bli mindre påvirket, og vil i større grad ligge som før.

Senking kan imidlertid gi økt risiko for tørrlegging av gyteareal i perioder med lav vannføring om vinteren, særlig dersom det var høy vannføring i gytetiden om høsten. Senking vil kunne gi en relativ økning i arealet som er egnet for ungfisk, men dette vil også måtte ses i forhold til den totale reduksjonen i vanndekket areal etter en senking. Senking vil i tillegg kunne forandre Torgahølen som standplass for fisk og som fiskeplass, -ikke nødvendigvis i negativ retning, men både dybdeforhold og strømbilde ville bli endret. Det vil også være nødvendig å vurdere hvordan en senkning av kotehøyden på terskelen i Torgahølen vil påvirke vannstand og vannføring inn mot et framtidig vannintak til kvitlen ved Soppaland. Terskelen i kulpen der inntaket vil ligge, har en kotehøyde på 17,5 moh.

Før det foreligger et detaljert nok datagrunnlag for dybdeprofilen i Torgahølen, vil det derfor være vanskelig å gjøre presise beregninger av hvilke gevinster eller ulemper en senking av terskelen i Torgahølen vil gi. Det anbefales derfor at det gjøres de nødvendige oppmålinger før tiltak/senking vurderes videre.



Figur 18: Torgahølen, lengde- og dybdeprofil

## 2.4 Fjerning av terskler i gytebekk for sjøaure

Bekken har innløp fra N-Ø øverst i Linjerhølen. Bekkens innløpspunkt i Storåna er UTM 32V 0340892 6559618, og er synlig ved den øvre tekstboksen i **Figur 18**. Nederst i bekken er det laget noen ganske små terskler. Det er vanskelig å se at disse tersklene har noen estetisk eller biologisk nytteverdi. Tvert imot kan det virke som om det avsettes finmateriale i kulpene som tersklene genererer. Grunneier opplyser at vannføringen i bekken er slik den alltid har vært, og at det "før i tiden" (før terskelbygging) var rikelig med gytefisk av sjøaure der om høsten. Det ble observert ungfisk av aure i bekken under befaringen den 14.04.10. Tersklene har antakelig ikke sterkt positiv eller negativ virkning i bekken, men kan tenkes å være vandringshindrende for liten fisk. De er sannsynligvis overflødige, og anbefales å bli fjernet.



Figur 19: To terskler i nedre del av bekken medfører ulemper for fiskevandring og bør fjernes

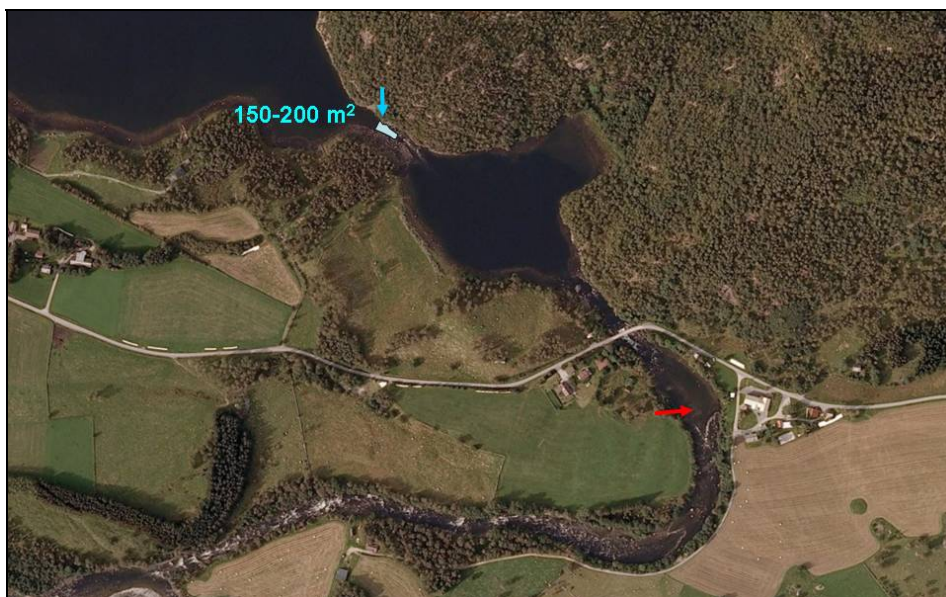
## 2.5 Utlegging av gytegrus i utløpet av Tysdalsvatnet

Under dykking i Årdalselven i november 2008 ble det registrert og kartfestet 36 større gyteområder (Lehmann m.fl. 2009). I Storåna ble det registrert 30 gyteområder, men i Bjørg, som er elvestrekningen mellom Øvre Tysdalsvatnet og Storåna, ble det bare registrert ett. I Storåna er egnet gytegrus for laks og sjøaure til stede langs det meste av den lakseførende strekningen. I Bjørg ligger imidlertid det eneste større gyteområdet med gode grusforekomster i kulpene ved Bergaland (**Figur 19**).



Utløpet av Øvre Tysdalsvatnet er utformet som en avsmalnende vik (**Figur 20**). Viken blir gradvis grunnere og smalere og får mer "elvekarakter" og øket strømhastighet mot selve utløpsterskelen, der den så går over i et "kanallignende" stryk som renner ned i Halshølen. Bunnsubstratet i utløpet er karakterisert av stein med diameter større enn 10-20 cm, samt enda grovere blokk. Dette vurderes som for grovt til å være egnet som gytegrus for laks og sjøaure. At det ikke ligger mer finkornet substrat i utløpsområdet har sannsynligvis sammenheng med de lokale kvartærgeologiske forhold (eller mangel på sådanne); Det har antakelig ikke fantes noen god tilførselskilde for mer finkornete substratkvaliteter akkurat der, selv om det er rikelig av dette ellers i Årdalsområdet.

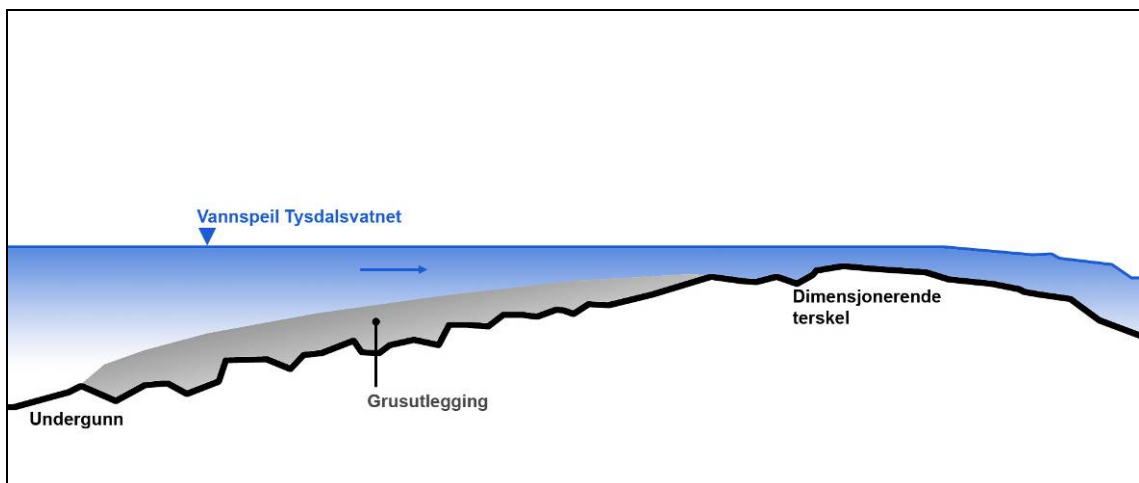
Utlegging av gytegrus som biotopforbedrende kultiveringstiltak er allerede utprøvet i en rekke vassdrag, for eksempel i Nidelva, Modalselva, Matreelva, Daleelva og i Bjornesfjorden. På samtlige av disse grusutleggene ble det funnet gytegroper allerede den første gyttesesongen fisken hadde tilgang på områdene (Barlaup m.fl. 2006). Disse resultatene viser at gytefisken er rask til å ta i bruk områdene og at områdene fungerer som nye gyteområder. Det vil sannsynligvis være mulig å etablere en god gyteplass for laks ved utlegging av grus på utløpet av Øvre Tysdalsvatnet. Den delen av området som har et egnet dyp (< ca. 1-1,5 m) og strømhastighet (> ca. 10 cm/sek) til å kunne fungere som gyteplass, er anslått som de siste 30-35 m før stryket. Bunnarealet i dette området er 150-200 m<sup>2</sup> (**Figur 20** og **21**). Det vil anslagsvis måtte legges ut 70-80 m<sup>3</sup> grus av egnet sortering. Grusen blir lagt ut til et nivå under den eksisterende terskelhøyden på utløpet, og dermed endres heller ikke avløpsforholdene eller vannstanden i Øvre Tysdalsvatnet (**Figur 22**). Det anbefales imidlertid en nøyaktigere oppmåling av dybdeforhold, strømhastighet og arealer før tiltaket kan settes i gang.



**Figur 20:** Oversikt over eksisterende gyteområde i Bjørg ved Bergaland (rød pil) og mulig område for etablering av ny gyteplass i utløpet av Øvre Tysdalsvatnet (blå pil)



**Figur 21:** Detaljbilde av utløpet i Øvre Tysdalsvatnet. Grått felt viser mulig område for grusutlegging.



**Figur 22:** Prinsipp av grusutleggingen i lengdeprofil: Den dimensjonerende terskel av Tysdalsvatnet vil ikke bli forandret siden grus bare blir utlagt under terskelnivå. Derfor vil tiltaket ikke forandre vannstanden i innsjøen.



### 3 Litteratur

Barlaup, B.T., Gabrielsen, S.E., Skoglund, H. & Wiers, T. 2006. Utlegging av gytegrus i tilknytning til terskler som habitatforbedrende tiltak for aure og laks. Norges Vassdrag og Energidirektorat (NVE). Miljøbasert vannføring, Rapport nr. 06-2006. 34 s.

Lehmann, G.B., T. Wiers, O.R. Sandven, B.T. Barlaup og K.S. Eriksen 2009. Gytefisktellinger og kartlegging av gyteområder i Årdalselven i Ryfylke, høsten 2008. LFI-rapport nr. 159, 20 s.

Patt, H., Juering, P., Kraus, W. 2004: Naturnaher Wasserbau. Springer Verlag Berlin

Sæterbø, E., Syvertsen, L., Tesaker, E. 1997: Vassdragshåndboka. Tapir forlag Trondheim.

Sægvog, H. 2009. Status for laks og sjøaure i Årdalsvassdraget, Ryfylke, i 2008. Rådgivende Biologer rapport nr. 1166. 62 s.

Skauge, T.E. 2000: Hydraulisk kartlegging av Årdalsvassdraget. Rapport statkraft engineering for Lyse Produksjon AS