

## NOTAT

### BEKKEOMLEGGING – KANKERUD FJELLTAK

Oppdragsnavn **Reguleringsplan for Kankerud fjelltak**  
Prosjekt nr. **1350040040**  
Mottaker **Kankerud fjelltak AS**  
Versjon **05**  
Dato **11.01.2022**  
Utført av **Halvor Hardang og Bente Moringen**  
Kontrollert av **Line Bjørnstad Grønlie**

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1.</b>	<b>Bakgrunn for notatet</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Forslag for nye bekketraséer</b>	<b>4</b>
2.1	Alternativ 1	4
2.2	Alternativ 2	4
2.3	Alternativ 3	5
<b>3.</b>	<b>Beskrivelse av dagens situasjon</b>	<b>5</b>
3.1	Lavvannføring	5
3.2	Flomberegning	9
3.3	Løsmasser	10
<b>4.</b>	<b>Detaljering av alternativer</b>	<b>11</b>
4.1	Innledning	11
4.2	Erosjonssikring og utforming av naturlig bekkeløp	12
4.2.1	Bratt terreng med fall 258 ‰	13
4.2.2	Middels bratt terreng med fall 136 ‰	13
4.2.3	Slakt terreng med fall 15 ‰	14
4.3	Alternativ løsning for bekkeomlegging, alternativ 3	15
4.3.1	Trasé	15
4.3.2	Profil	16
4.3.3	Tverrsnitt	17
4.3.4	Fossefall i strekning H	19
4.3.5	Anbefaling	22
4.4	Anbefalt løsning for bekkeomlegging, alternativ 2	22
4.4.1	Trasé	23
4.4.2	Profil	24
4.4.3	Dimensjonering av tverrsnitt	26
4.4.4	Konsekvenser av økt vannføring i Ulva oppstrøms Kankerud	32
4.4.5	Anbefaling	36
<b>5.</b>	<b>Tursti langs anbefalt bekkeomlegging</b>	<b>36</b>
<b>6.</b>	<b>Anleggsgjennomføring for anbefalt løsning</b>	<b>38</b>
6.1	Innledning	38

6.2	Arbeidsbeskrivelse	38
6.3	Tidsforbruk	39
6.4	Sikkerhet	39
6.5	Ytre miljø	39
6.6	Føringer for reguleringen mtp. anleggsgjennomføring	39
<b>7.</b>	<b>Oppfølging i reguleringsplankart og bestemmelser</b>	<b>39</b>
7.1	Reguleringsplankart	39
7.2	Reguleringsbestemmelser	39
<b>8.</b>	<b>Vedlegg</b>	<b>40</b>

## **1. Bakgrunn for notatet**

I forbindelse med oppstart av reguleringsplanen for utvidelsen av Kankerud fjelltak ga NVE en uttalelse i forbindelse med varsel om oppstart, datert 29.6.2020. Videre har det vært møte med NVE datert 8.9.2020 hvor «NVE påpekte at bekken som renner gjennom området er en del av det verna vassdraget Gausa. Det stilles derfor krav til at en ivaretar verdier tilknyttet vassdraget. Verdiene må ivaretas sammen med det vassdragstekniske for å sikre en varig, sikker og god løsning over tid.»

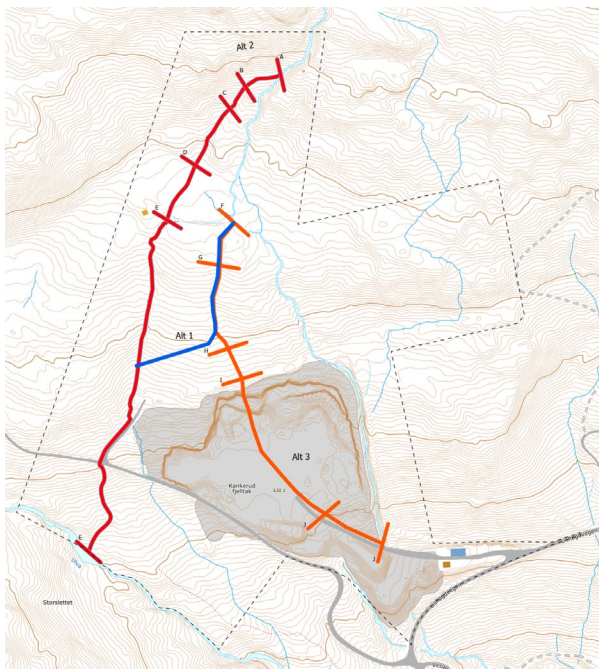
Videre ble det sagt at i tilfelle omlegging av bekken er aktuelt, må vannressursloven §10 vurderes. Vannressursloven § 10 sier «Ved uttak og bortledning av vann som endrer vannføringen i elver og bekker med årssikker vannføring, skal minst den alminnelige lavvannføring være tilbake, hvis ikke annet følger av denne paragraf.»

I brev fra NVE, datert 1.7.2021, skriver NVE at de har vurdert at vannressursloven § 20 om samordning av tillatelser kan anvendes i dette tilfellet. Forutsetningen er at behandling og vedtak av reguleringsplan ivaretar de hensyn som vannressursloven skal ivareta. Dersom disse forutsetningene blir imøtekommet, vurderer NVE at det ikke trengs konsesjon for tiltaket etter vannressursloven, jf. vannressursloven § 20 første ledd bokstav d.

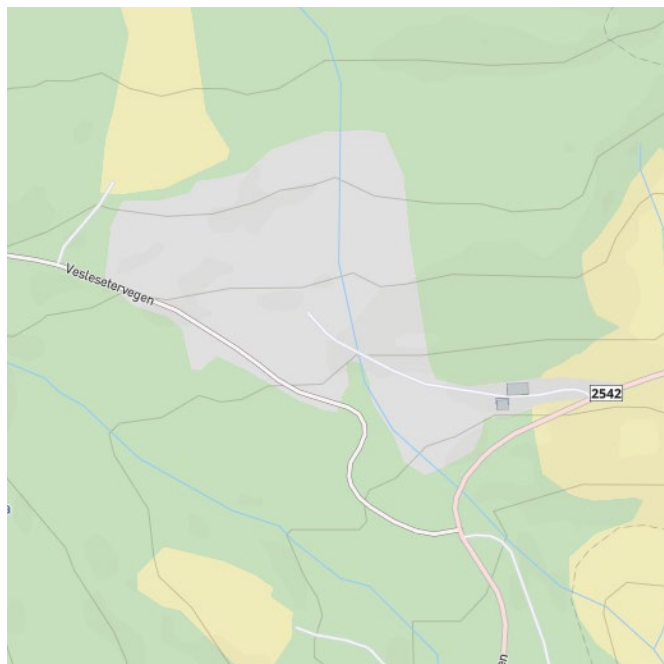
I forbindelse med arbeidet med bekkelukkingen er det avholdt 2 dialogmøter med NVE våren 2021, og det er i den forbindelse gitt tilbakemeldinger i etterkant fra både NVE og Gausdal kommune.

## 2. Forslag for nye bekketraséer

I arbeidet med utvidelsen av Kankerud og omleggingen av bekken er det i planarbeidet vært vurdert 3 ulike alternativer for bekkeomlegging, disse er også diskutert med NVE og Gausdal kommune. Figur 5 viser de tre alternativene for bekkeomlegging og Figur 6 viser historisk bekkeløp gjennom bruddet.



**Figur 1 Alternativer for omlegging av bekk.**



**Figur 2 Historisk bekkeløp.**

### 2.1 Alternativ 1

I alternativ 1 følger bekken dagens trase ned til grensen for det gamle planområdet, der legges den om i en kort strekning og føres til en eksisterende, men lite bekkedrag vest for vegen langs uttaket. På den omlagte strekningen vil ikke bekken ha et naturlig løp.

### 2.2 Alternativ 2

I alternativ 2 legges bekken om på en lengre strekning utenom uttaket. Bekken legges om fra omtrent 380 meter oppstrøms eksisterende uttaket og helt ned til Ulva. På deler av strekningen er det i dag et mindre bekkeløp. Omlagt trase vil følge samme løp som det mindre bekkeløpet, men løpet vil endres til å kunne håndtere ny vannmengde. Denne løsningen skaper mer muligheter til å gi den nye traséen naturlige svinger og naturlig fall. Begge alternativene (1 og 2) har en fordel ved at de ligger utenfor uttaket, slik at bekken vil være uten fare for tilført forurenset avrenning fra aktiviteter på anlegget. Ulemper med alternativ 1 og 2 er at de ligger langt unna det historiske bekkeløpet, i tillegg til at omleggingen delvis vil tørlegge den delen av traséen som går gjennom planområde og frem til utløp i Ulva.



### 2.3 Alternativ 3

I alternativ 3 renner bekken åpent gjennom uttaket, og varierer minst fra det historiske bekkeløpet. I alternativ 3 vil dagens vannføring beholdes i dagens trasé fra kulverten under Lishøgdsvegen til utløpet i Ulva.

## 3. Beskrivelse av dagens situasjon

### 3.1 Lavvannføring

NEVINA ble brukt for å beregne nedbørfeltet og feltparametrene som er vist i tabell 2. Størrelse på nedbørsfeltet er ca. 0,8 km<sup>2</sup> med utløp til Ulva (som er sideelva til Vesleelva). Bekken har middelvannføring på 13,5 l/s\*km<sup>2</sup> og alminnelig lavvannføring på 0,5 l/s\*km<sup>2</sup>. Vannføringen kan være så lav om 0,3 l/s\*km<sup>2</sup> i den tørreste perioden (fra 1.mai til 30.september), tilsvarende 0,2 l/s. Djupåa i omlagt bekk skal passe til middelvannføringen på 13,5 l/s.

Ifølge vannressursloven § 3 definisjon av årssikker vannføring er: «vannføring som ved middeltemperatur over frysepunktet ikke tørker ut av naturlige årsaker oftere enn hvert tiende år i gjennomsnitt.»

På generelt grunnlag tørker bekker i nedbørfelt som er mindre enn 1 km<sup>2</sup> og har lavvannføring (5-persentil (1/5-30/9) på under 1-2 l/s\*km<sup>2</sup> ofte ut i kortere perioder i den tørreste delen av sommeren (juli-august) og kan ikke anses å ha årssikker vannføring (pers. medl. hydrolog Kai Fjeldstad, HydraTeam). Kildebekker vil imidlertid kunne ha årssikker vannføring selv i små nedbørsfelt med lav vannføring. <sup>1</sup>

Det er observert at den gamle versjonen av NEVINA har en feilmargen på opptil 20 % (Fergus et al, 2011). Det er uklart om denne feilmarginen er like stor eller mindre for den nye versjonen som ble brukt i analysen. Det er imidlertid vurdert at datasettet er godt nok for å vurdere om bekken i Kankerud har årssikker vannføring. Figur 3 og Figur 4 viser grunnvannspotensial og løsmassekart for nedslagsfeltet til bekken. Foruten om et lite område i nord og på fjelltaket hvor det er et begrenset grunnvannspotensial (og tilsig til bekken) er det ikke grunnforhold som tilsier at bekken er en kildebekk. Bekken er antatt å være dominert av avrenning fra overflater ved regn og snøsmelting.

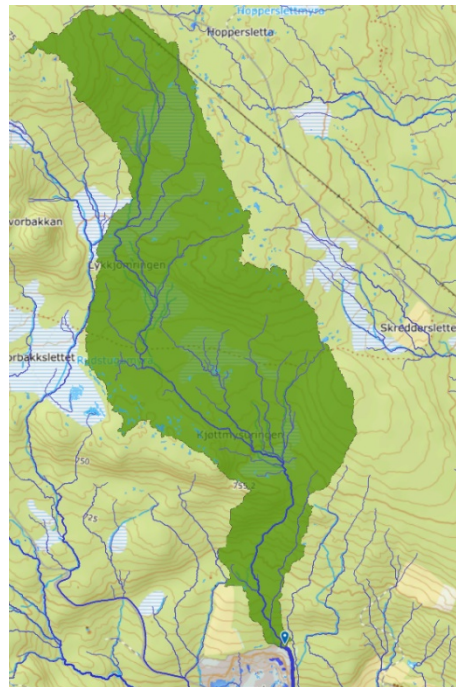
<sup>1</sup> Brev fra Blå Arkitekter Landskap. Vedlegg 25 Vurdering av bekk etter vannforskriften og vannressursloven, datert 03.04.2019. Lenke: <https://ralingen.custompublish.com/getfile.php/4468980.2185.pttakwitmwmlq/Vedlegg+25+Vurdering+av+bekk+etter+vannforskriften+og+vannressursloven%2C+datert+03.04.2019.pdf>

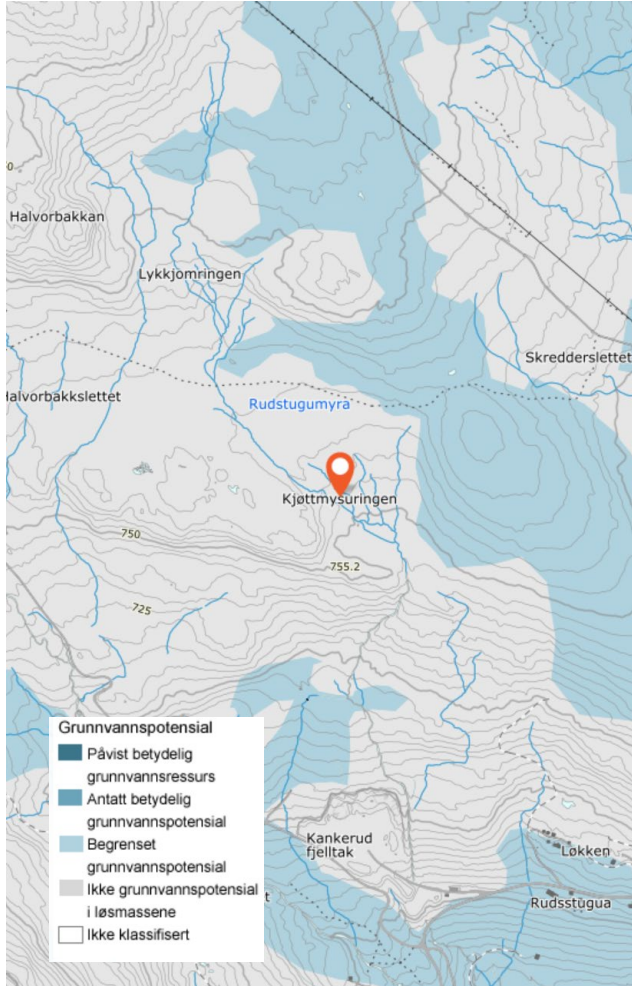
**Tabell 2: Lavvannskart**

Vassdragsnummer: 002.DDAB0  
 Vassdrag: Vesleelva  
 Kommune: Gausdal  
 Fylke: Innlandet  
 Areal [km<sup>2</sup>]: 0,77

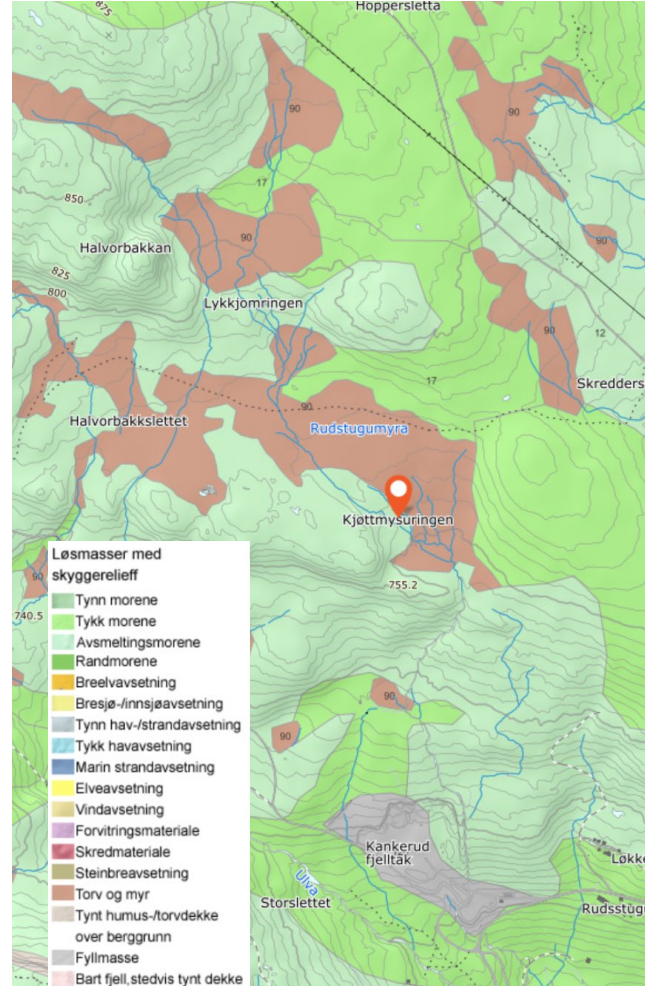
**Tabell 1 Feltparametere**

Vannføringsindeks	Verdi [l/(s*km <sup>2</sup> )]
Middelvannføring (61-90)	13,5
Alminnelig lavvannføring	0,5
5-persentil (hele året)	0,5
5-persentil (1/5-30/9)	0,3
5-persentil (1/10-30/4)	0,5
BFI	0,5 [-]





**Figur 3 Grunnvannspotensial (kilde: NGUs løsmassekart).**



**Figur 4 Løsmassekart (kilde: NGUs løsmassekart).**

Bildene i Figur 5 og Figur 6 ble tatt under befaringen i juni og september i fjor. En ser at bekkeløpet gjennom planområdet er helt tørt i juni mens det er registrert noe vannføring i september. Det viser seg at bekken går tørr i sommerperioden.





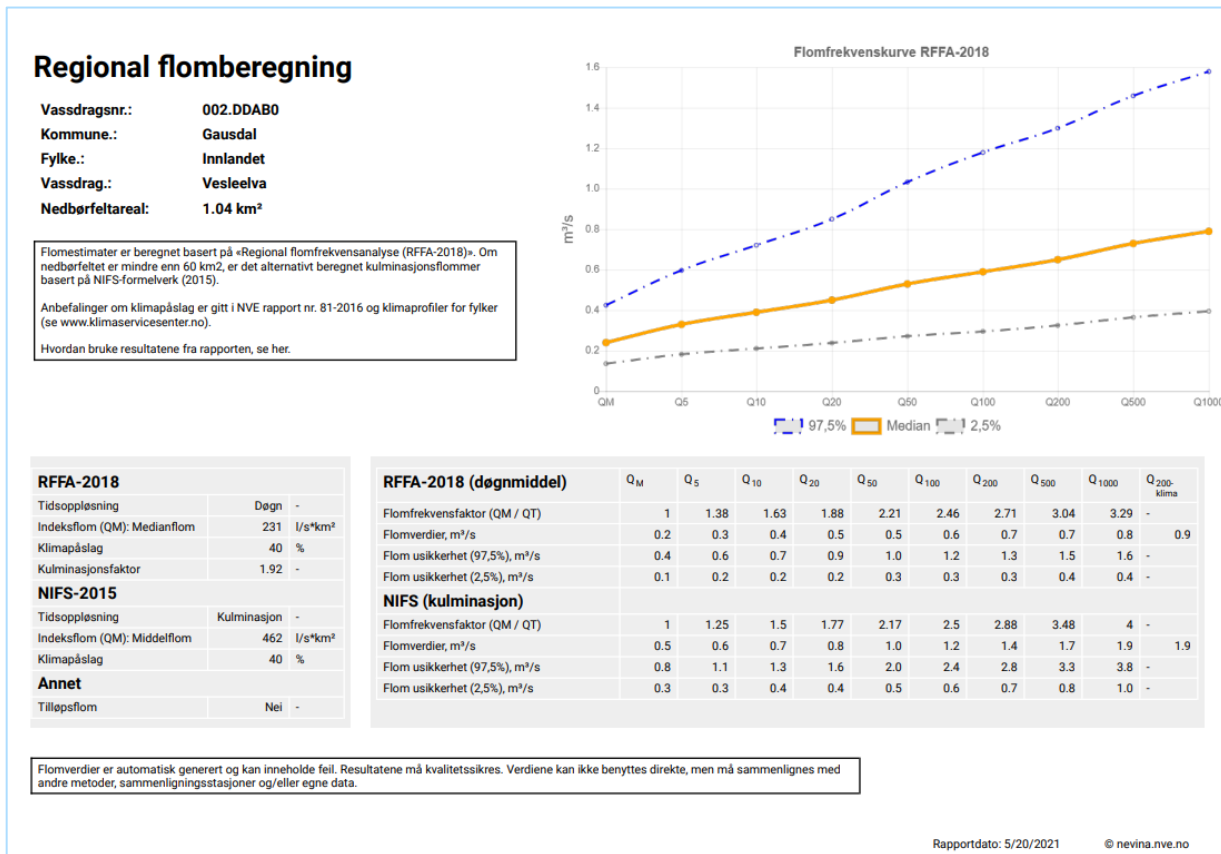
**Figur 5 Bekk gjennom planområde 19.6.20.**



**Figur 6 Bekk gjennom planområde 18.9.20.**

### 3.2 Flomberegning

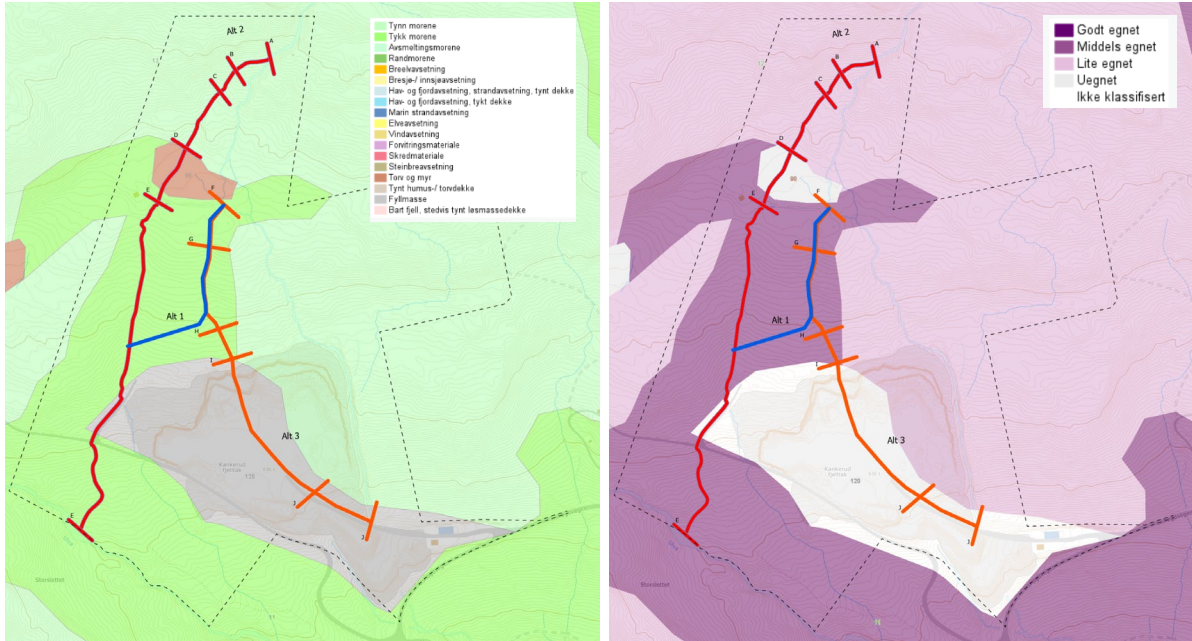
For nedslagsfeltet er det gjort en regional flomberegning i NEVINA (karttjeneste verktøy fra NVE). Resultatet fra dette er vist i figur nedenfor. Siden det er et lite nedslagsfelt er det valgt kulminasjonsmetoden og flomverdi 1,9 m<sup>3</sup>/s som utgangspunkt for dimensjonerende mengde ved valg av tverrsnitt videre i detaljeringen av bekkeløpene. Feltet som er brukt for flomberegning er noe større enn feltet for lavvannføring da det er usikkerheter med hvor mye vann som går i hvilken retning gjennom en myr langt oppe i feltet som har flere utløp. Dette kan sees på som en sikkerhet for å ikke beregne for liten vannføring.



Figur 7 Flomberegning for nedslagsfelt.

### 3.3 Løsmasser

Området består av løsmasser med tynn morene i de øvre delene og tykk morene i de nedre. I tillegg er det et lite område med myr. Alternativ 2 går igjennom området med myr, mens alternativ 3 unngår dette. Infiltrasjonsevnen er lite egnet i områder med tynn morene og middels egnet i området med tykk morene.



Figur 8 Løsmasser og infiltrasjonsevne



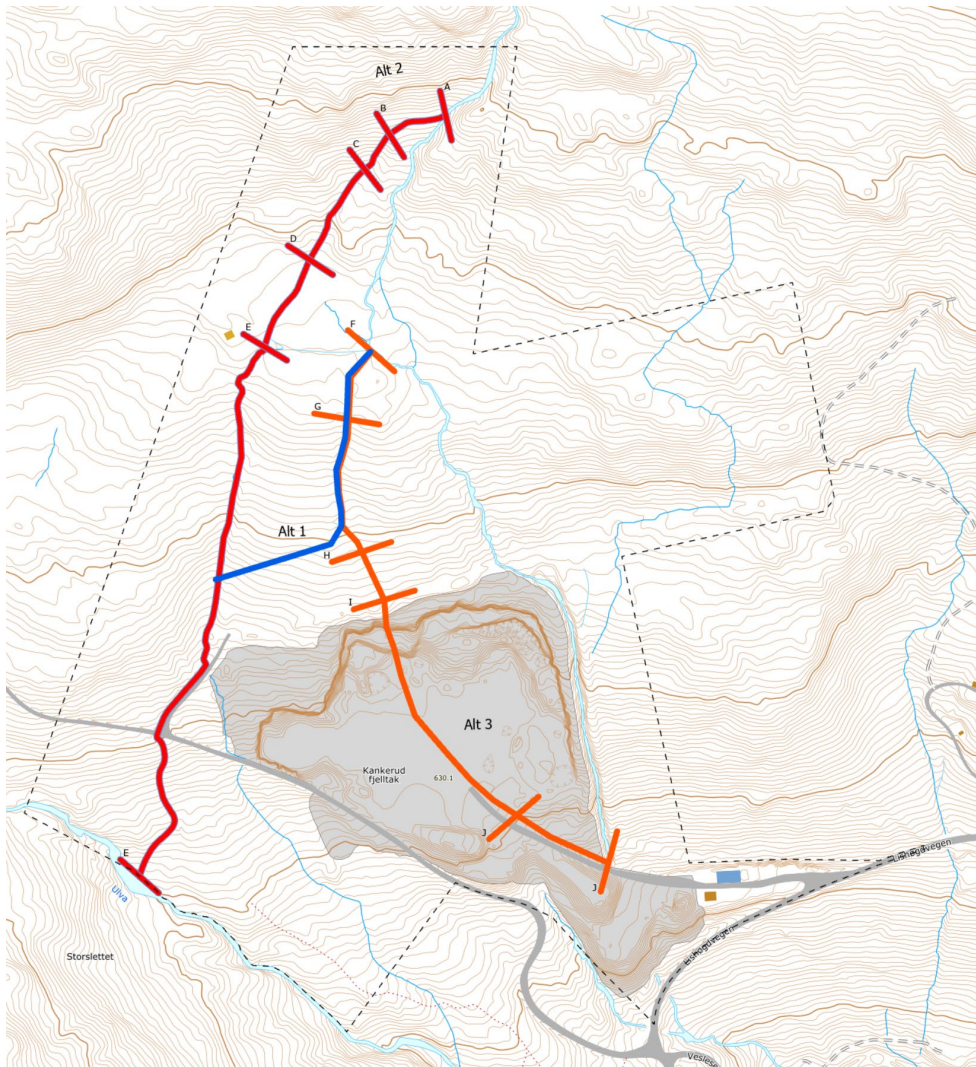
## 4. Detaljering av alternativer

### 4.1 Innledning

**Alternativ 1:** Dette alternativet er det ikke jobbet videre med da det sees som uaktuelt siden det ikke følger historisk bekkeløp og i tillegg har det ikke et naturlig bekkeløp.

**Alternativ 2:** Dette alternativet er det som krever mest omlegging av bekk, men det er også det som vil beskytte bekken mest fra selve uttaket. Dette er det anbefalte alternativet.

**Alternativ 3:** Dette alternativet var i utgangspunktet ikke ønsket da det innebærer stor risiko for forurensning dersom det skal gå en kanal igjennom steinbruddet. Dette alternativet er i denne sammenheng endret slik at det går i rør/kulvert gjennom hele steinbruddet, og er tatt med videre som en alternativ løsning for bekkeomleggingen



**Figur 9 Foreslått traseer for alternativ 1-3 (merk at kartgrunnlaget i figuren ikke er oppdatert i forhold til eksisterende situasjon og at bruddveggen i dag ligger mellom snitt H og I i alternativ 3)**

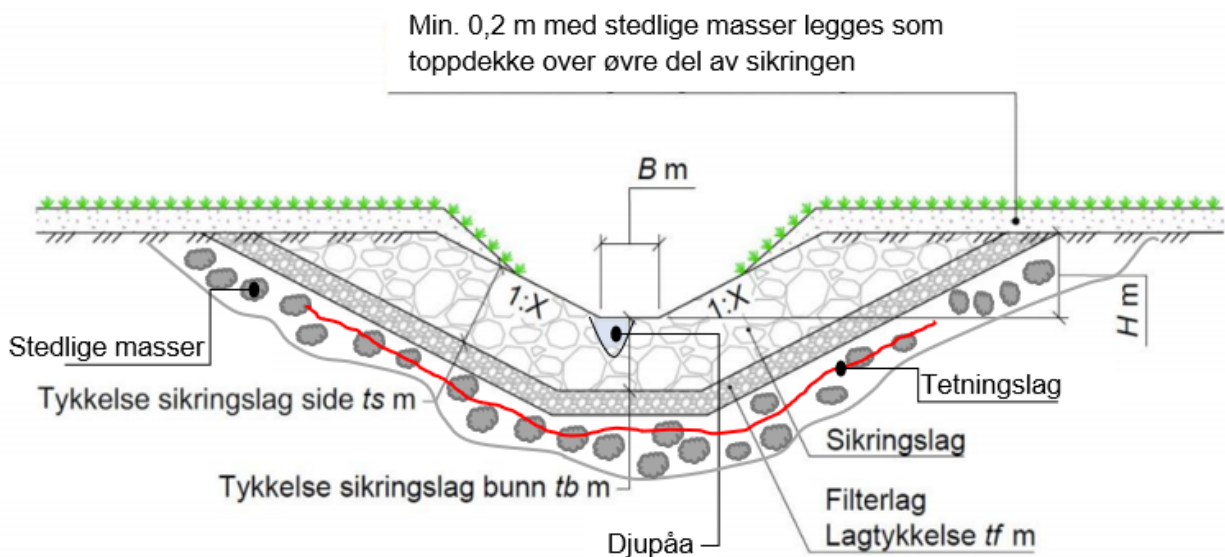
## 4.2 Erosjonssikring og utforming av naturlig bekkeløp

Det er viktig å hindre masseforflytning og sikre at bekken får et naturlig preg. Som følge av dette foreslås det å utforme bekken lagvis som beskrevet i figuren nedenfor. Størrelse for fyllmasser til sikringslag beregnes ifølge NVE's veileder «Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein». Fall på bekkebredden skal ikke være større enn 1:2.5 og bunnbredden settes til typisk 0,5 meter. Det er i tillegg et tetningslag som går i flukt med, eller litt over, toppen av djupåa der det er fare for at vannet infiltrerer (tørr bekk). Det er også viktig at tetningslaget ikke går høyere opp enn normalvannføringen slik at vann kan infiltrere inn fra sidene til bekken. Djupåa tilpasses middelvannføringen. Til slutt skal det legges et jorddekke på toppen for å sikre at det gror til og at det blir et naturlig preg på bekken. Så et fullt tverrsnitt består som utgangspunkt av disse lagene listet fra bunn til topp: stedlige masser, tetningslag, filterlag, sikringslag og jorddekke (over årsflom-nivå).

I utgangspunktet benyttes sikringslag av typen rauset eller ordna steinlag av sprengstein. For bratte partier må bruk av plastring vurderes.

Behov for filterlag vurderes ut fra stedlige massers egnethet som filter. (Viktig for å unngå utvasking av stedlige masser gjennom sikringslaget).

Behov for tetningslag vurderes ut fra stedlige masser, men viktig for å unngå at bekken går tørr i vannførende perioder. I utgangspunktet skal tetningslaget gå opp til nivå for topp djupål, eller litt høyere (men ikke over nivå for middelvannføring). For bekkeløp som planlegges over eksisterende myrparti, anbefales tetningslag opp mot nivå for lokal normal grunnvannstand. Dette for å hindre at myren dreneres ut.



Figur 10 Tverrsnitt for erosjonssikring og naturlig bekkeløp



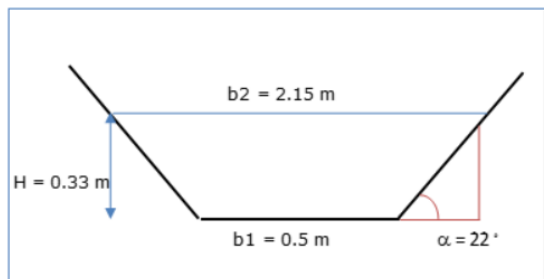
Det er ganske stor variasjon på fallet der bekken skal legges om. I det bratteste området i nord er det et fall på i snitt 258 ‰, litt slakere mellompartier med ca. 130 ‰ og slake partier med 13 ‰. Nedenfor er det vist tre eksempler på oppbygging av tverrprofiler med krav til kornstørrelse for at det skal være erosjonssikkert.

Sikringslag legges opp til beregnet vannstand ved 200-årsflom + klimapåslag, samt en sikkerhetshøyde på 30 cm. Det benyttes relativt ensgraderte masser (uten finstoff, beskyttede vassdrag) med ca. fordeling  $1,5 < D_{85}/D_{15} < 2,5$ . Videre brukes  $D_{85} = 1,3 - 1,5 * D_{50}$ . Stabil steinstørrelse,  $D_{50}$ , beregnes i henhold til NVEs veileder Erosjonssikring av stein, 04/2009.

Dersom det stedvis er fjell/berg i dagen, og det må etableres en fjell-grøft, er det ikke nødvendig med sikringslag. Da legges det ut enkelsteiner for å skape variasjon og liv i vannløpet.

#### 4.2.1 Bratt terreng med fall 258 ‰

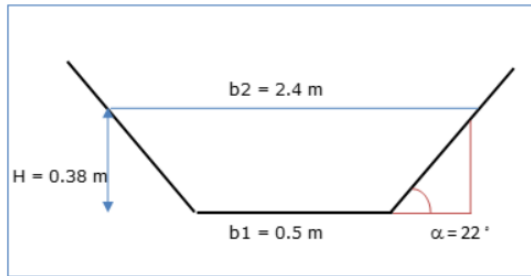
Sikringslag: I disse snittene vil dimensjonerende hastighet ligge på opp til omtrent 4.7 m/s. Nødvendig steinstørrelse for ordna steinlag er  $D_{50} = 500$  mm og tykkelse 1,0 m, ensgradert stein ( $1,5 < D_{85}/D_{15} < 2,5$ ), for eksempel 300-700 mm. Beregning av  $D_{50}$  er i henhold til Robinsons formel. Alternativt, og ofte anbefalt for såpass store hastigheter, kan sikringslaget utføres som ett-lags plastring med litt mindre stein,  $D$  ca. 400 mm, og med lengden på aksen normalt på bunnen. Steinene legges kant i kant med låsing.



Fall:	258 ‰	Hastighet	4.7 m/s
Lengde:	77 m	Kapasitet	2.1 m <sup>3</sup> /s

#### 4.2.2 Middels bratt terreng med fall 136 ‰

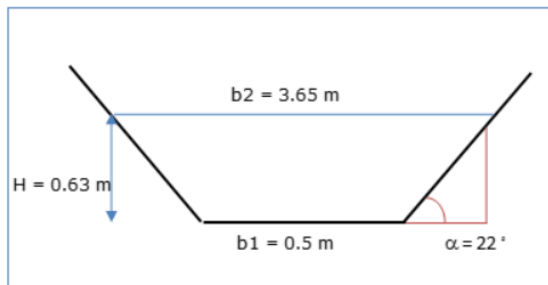
Sikringslag: I disse snittene vil dimensjonerende hastighet ligge på opp til omtrent 3,7 m/s. Nødvendig steinstørrelse er  $D_{50} = 380$  mm og tykkelse 0,75 m, ensgradert stein ( $1,5 < D_{85}/D_{15} < 2,5$ ), for eksempel 200-500 mm. Beregning av  $D_{50}$  er i henhold til Robinsons formel.



Fall:	136 ‰	Hastighet	3.7 m/s
Lengde:	158 m	Kapasitet	2.0 m <sup>3</sup> /s

#### 4.2.3 Slakt terreng med fall 15 ‰

Sikringslag: I disse snittene vil dimensjonerende hastighet ligge på opp til omtrent 1.6 m/s. Nødvendig steinstørrelse er  $D_{50}=90$  mm og tykkelse 0,3 m, ensgradert stein ( $1,5 < D_{85}/D_{15} < 2,5$ ), for eksempel 50-130 mm. Beregning av  $D_{50}$  er i henhold til Maynords formel.



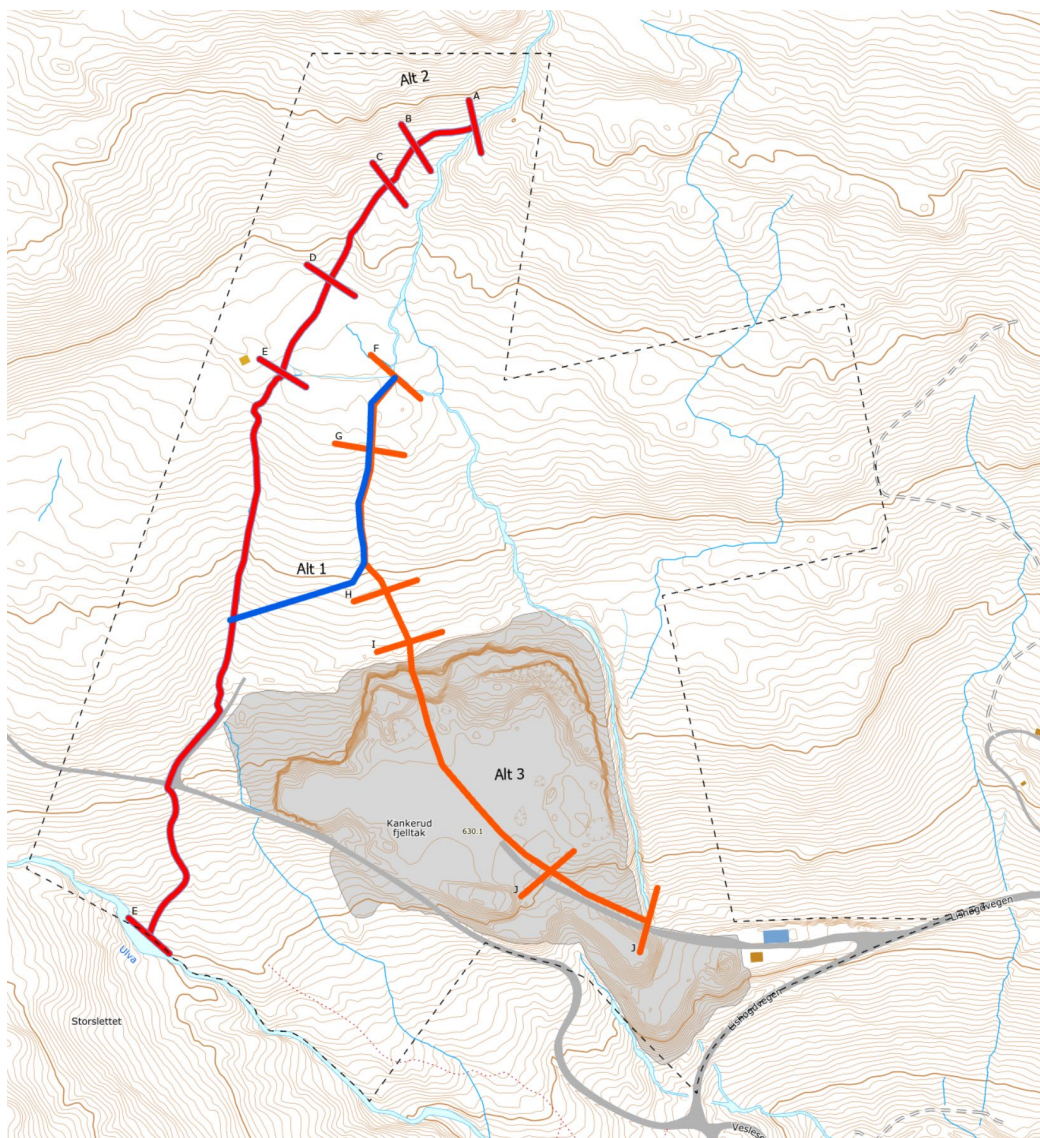
Fall:	13 ‰	Hastighet	1.6 m/s
Lengde:	233 m	Kapasitet	2.0 m <sup>3</sup> /s

### 4.3 Alternativ løsning for bekkeomlegging, alternativ 3

Dette alternativet var i utgangspunktet ikke ønsket da det innebærer stor risiko for forurensning dersom det skal gå en kanal igjennom steinbruddet. Dette alternativet er i den sammenheng endret slik at det går i rør/kulvert gjennom hele steinbruddet. Nedenfor er det vist forslag til trase, tverrsnitt og dimensjon på kulvert/ledning for å ta unna en 200-årsflom.

#### 4.3.1 Trasé

I Figur 11 vises den foreslåtte traséen for alternativ 3 med fargen oransje. Seksjonene F-J vises der det er foreslått forskjellig tverrsnitt/rør avhengig av fall i terrenget. Merk at plasseringen til H og I reflekterer dagens terreng siden kart ikke er oppdatert etter at det er tatt ut mere masser i uttaket.



Figur 11 Foreslått trasé for alternativ 3 vises med oransje linje og tverrsnitt.

### 4.3.2 Profil

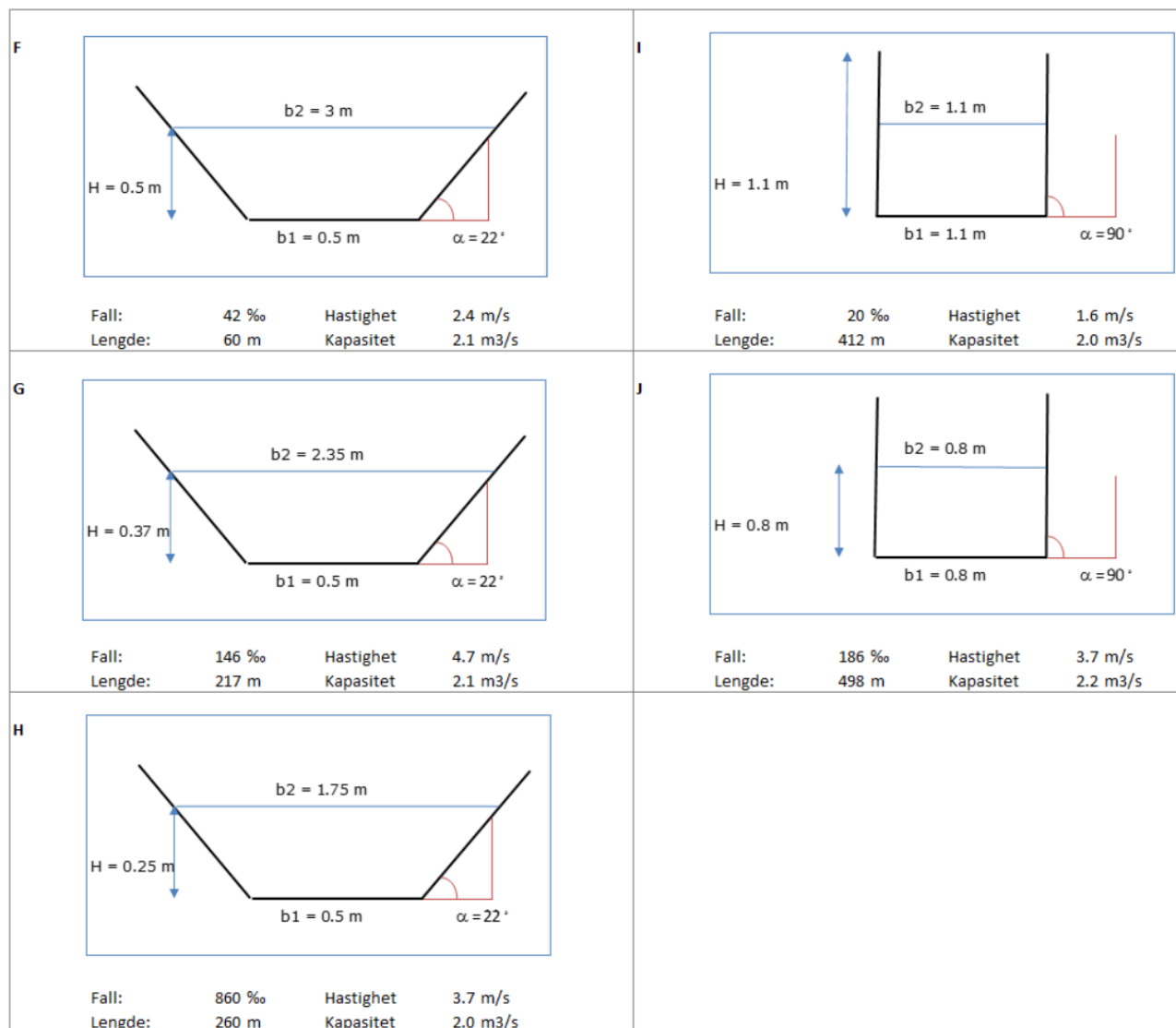
I Figur 12 vises et profil delt opp etter der det er endringer i tverrsnitt. Det gjøres endringer der det er tydelige skiller i gjennomsnittlig fall og det er foreløpig delt opp i fem forskjellige soner.



Figur 12 Profil av bekk alternativ 3.

### 4.3.3 Tverrsnitt

Nedenfor i Figur 13 er de foreslåtte tverrsnittene for segment F-J vist og de er laget med tanke på en maksflom på 1.9 m<sup>3</sup>/s og det er for de tverrsnitt F og G satt en dybde til 0.6 meter og H til 0.5 meter. Det påpekes at tverrsnittene er kun basert på kapasitet og at det ved etablering av bekk skal lages naturlige variasjoner, dette er dermed å anse som det minste effektive tverrsnittet for segmenter F-H. Tverrsnitt H er også veldig bratt og det vil her være flere hensyn enn kun et tverrsnitt og det må bestemmes hvordan denne fossen skal lages i detalj og det vil nok være hensiktsmessig med flere plåter og fossefall og energidreperer. Dette er nærmere beskrevet i kapittel 4.6.4. De to siste tverrsnittene er kulverter/rør og legges under bakken for å beskytte bekket. Det er beregnet dimensjoner for firkantede rør her, men det kan også brukes runde rør med tilsvarende kapasitet.



Figur 13 Forslag til tverrsnitt for segmentene F-J.



Nedenfor i Figur 14 er det også vist et 3-D bilde av den nye foreslåtte traseen i alternativ 3.

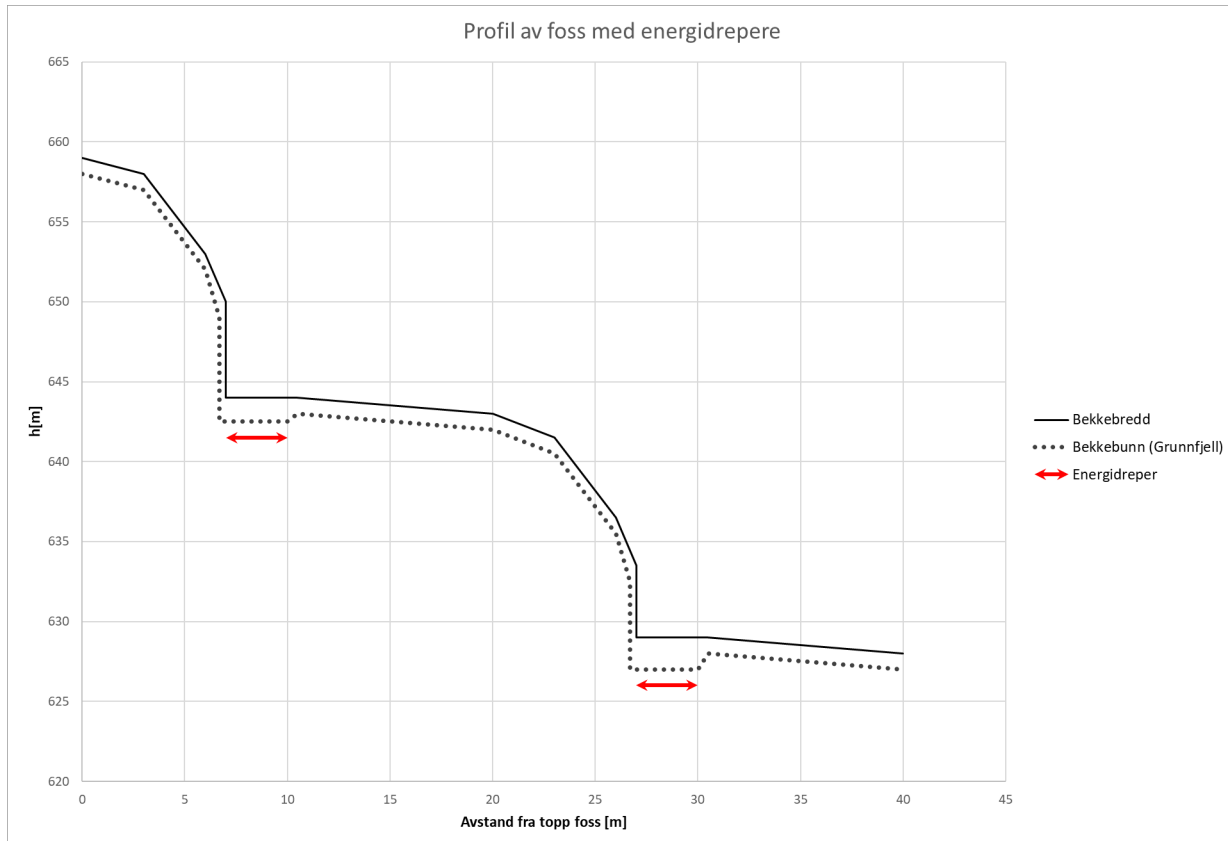


**Figur 14 3-D bilde for foreslått tase for alternativ 3.**

#### 4.3.4 Fossefall i strekning H

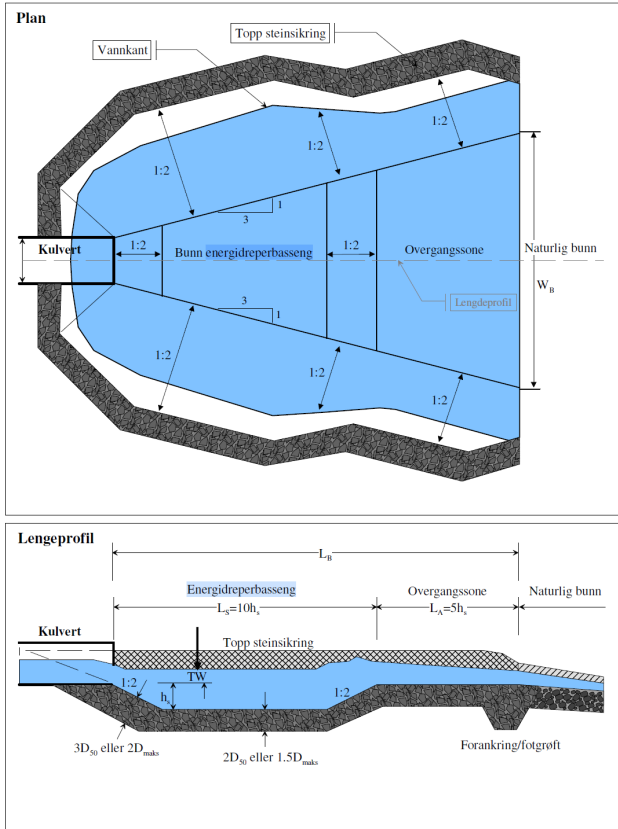
Det er viktig at fossefallet utformes på en sikker og holdbar måte. Fossen vil konstrueres i to steg slik det i dag er sprengt ut i området. I bunnen av hver foss vil det lages energidreper. Hele løpet i dette området vil sprenges ut i grunnfjellet.

Bunnen sprenges i fjell på strekningen. Hvert fossefall avsluttes med et horisontalt styrtgulv. Det vil virke som energidreper som tar bort mest mulig av energien i vannet før det renner videre.



**Figur 15 Profil av foss med energidreper**

Energidreper utformes i henhold til NVE's «Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein». Se figur nedenfor.



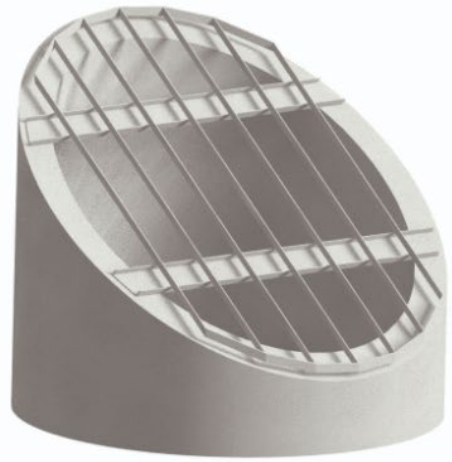
**Figur 16 Eksempel på energidreperbasseng** (Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein)

I tillegg anbefales det en terskel før fossen starter. Dette for å hindre bunnerosjon og senking. *Naturlige terskler kan være fjellpartier over kortere eller lengre strekninger eller partier med så grove løsmasser at elva ikke kan flytte på disse unntatt ved mest ekstreme flomhendelser. En terskel kan enten gå i flukt med bunnen av elva eller være en forhøyning som skaper en kulp eller lon på oversiden og strykeparti over terskelen. Terskler kan bygges for å hindre bunnsenking og erosjon og/ eller heve vannstanden og skape en kulp på oversiden.*<sup>2</sup>(Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein).

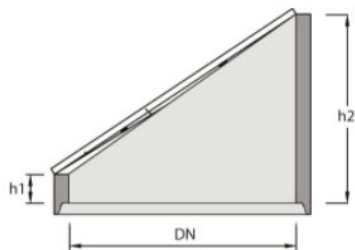
I tillegg vil det anlegges et bekkeinntak til kulverten med standard utforming fra f.eks. Basal A/S som kan brukes på bekkeinntak fra 1 000 – 1 400 mm. Se figur nedenfor:



## BASAL inntakskum



Inntakskum kan brukes som toppløsning på standard kumelementer DN 1000 – DN 1400.



DN	Mål (mm)		Vekt ca. kg
	h1	h2	
1000	150	750	300
1000	170	500	220
1000	170	1000	420
1200	300	820	480
1400	170	1000	600

**Figur 17** Foreslått bekkeinntak til kulvert gjennom uttaket

#### **4.3.5 Anbefaling**

Etter en nøyere gjennomgang av alternativ 3 er det ikke anbefalt å ta dette videre inn i reguleringsplanen på bakgrunn av:

- Tilbakeføring til naturtilstand på bekken vil ikke skje før endt uttak
- Tidsperioden for bekkelukkingen er uvisst, dersom uttaket blir utvidet ytterligere i femtiden vil perioden i rør bli forlenget tilsvarende.
- På generelt grunnlag er det ikke anbefalt å lukke vassdrag.

#### **4.4 Anbefalt løsning for bekkeomlegging, alternativ 2**

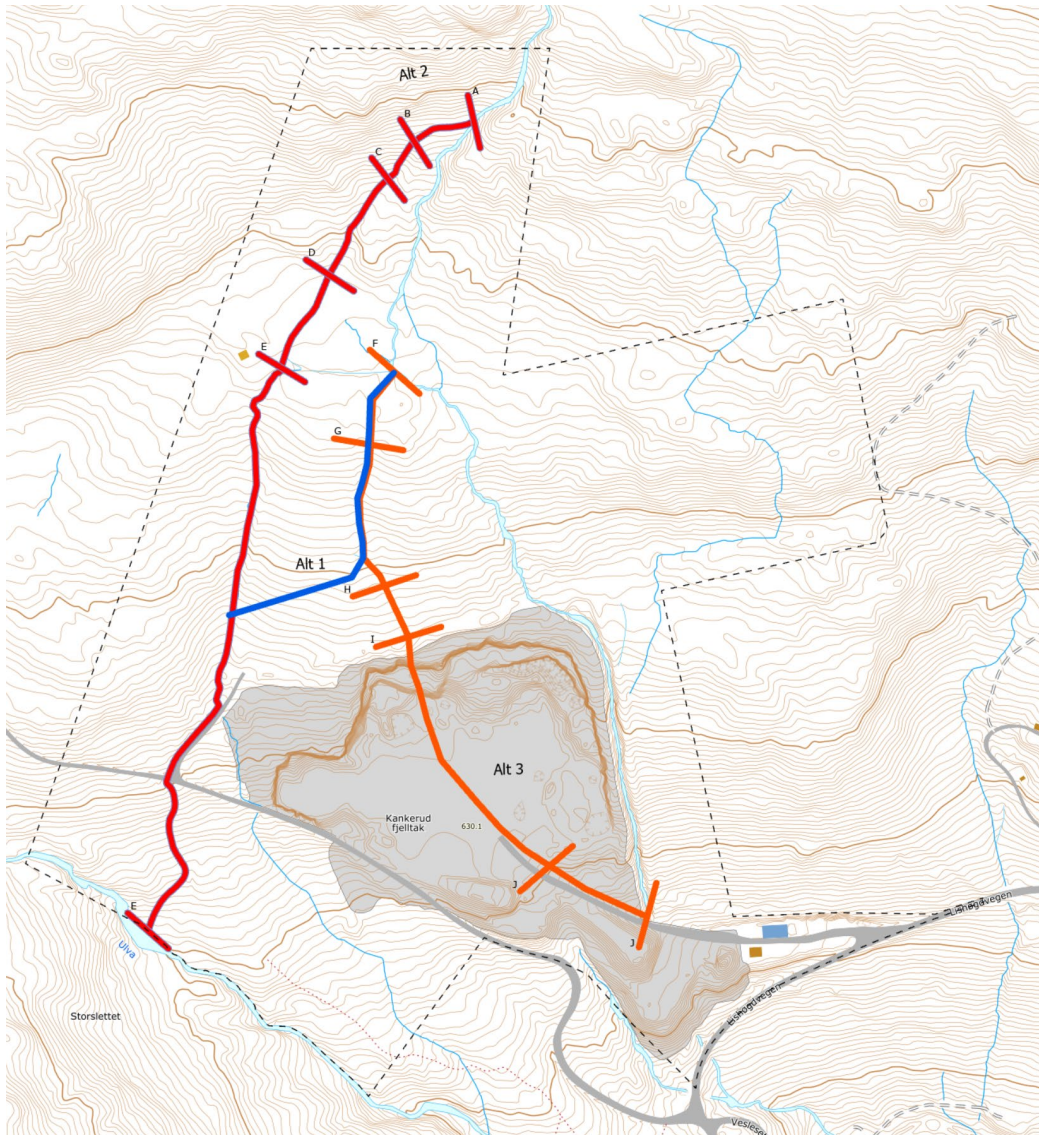
Dette er den anbefalte løsningen som er innarbeidet i reguleringsplanforslaget. Alternativet er det som vil gi et mest mulig naturpreg på bekkeløpet. Det vil også føre hele bekken utenfor uttaket. Ulemper ved dette alternativet er at det krever den lengste omleggingen og man vil delvis tørrlegge en del av bekkeløpet nedstrøms uttaket. I tillegg vil en viss vannføring flyttes til lengre oppstrøms i Ulva. Alternativet har også et lite strekk med myr som det må passeres. Ved myra er det viktig at tettningslaget i nytt bekkeløp går opp til normal grunnvannstand for å unngå at myra dreneres ut.

En negativ konsekvens av dette tiltaket er at man tilfører mere vann lenger opp i Ulva og siden det er noen hus som er utsatte for flom ved snøsmeltingen er det viktig at man ikke skaper dårligere forhold for disse. Grunneier av Lishøgdsvegen 232 er skeptisk til å legge om bekken inn på Ulva. De mener at broen på eiendommen Lishøgdsvegen 232 ikke vil håndtere mer smeltevann om våren enn den har nå. Ulva flommer over og tar med seg dekke på vegen. Med mer vannføring vil vannet komme seg ned til uthus og skade dette, ref. mail fra grunneier Jørn Guldahl datert 17.mai 2021. Detaljer rundt dette er beskrevet etter andre detaljer om alternativ 2.

Videre i kapittel 5.4 er forslag til trase, tverrsnitt og dimensjon på kulverter for å ta unna en 200-årsflom utredet.

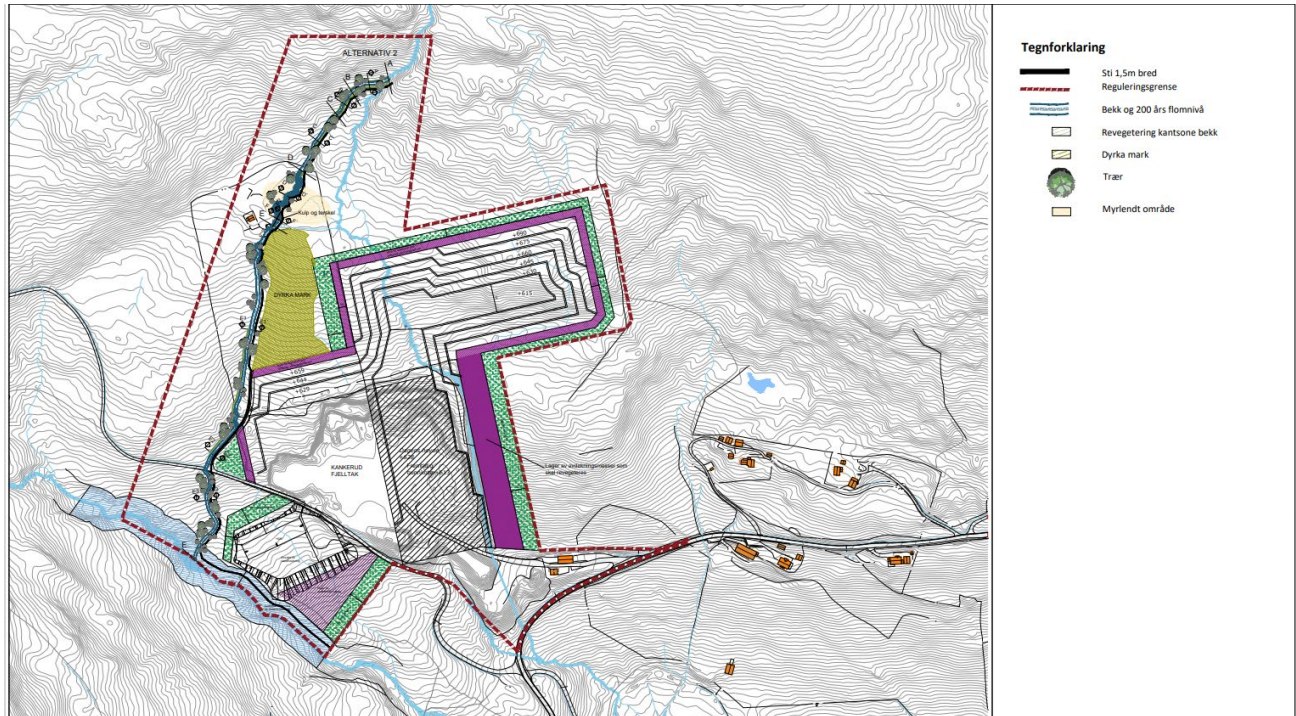
#### 4.4.1 Trasé

I Figur 18 vises den foreslåtte traséen for alternativ 2, med fargen rød. Seksjonene A-E vises der det er foreslått forskjellig tverrsnitt avhengig av fall i terrenget. Bekken følger for det meste det naturlige fallet i terrenget foruten i snitt A til B der bekken føres inn til naturlig fall.



**Figur 18 Foreslått trasé for alternativ 2 vises med rød linje og tverrsnitt.**

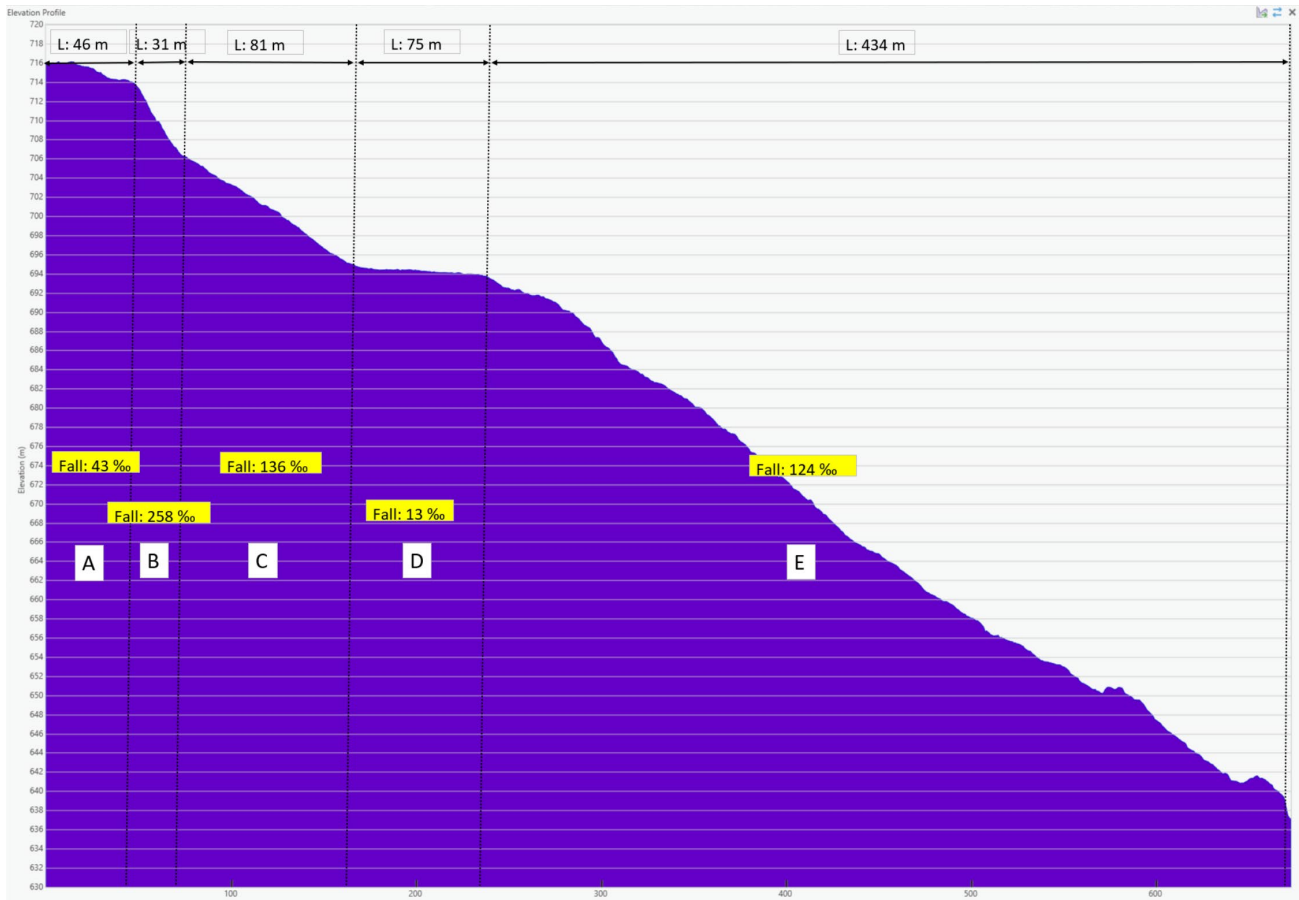




Figur 19 Illustrasjon av bekkeomleggingen for alternativ 2.

#### 4.4.2 Profil

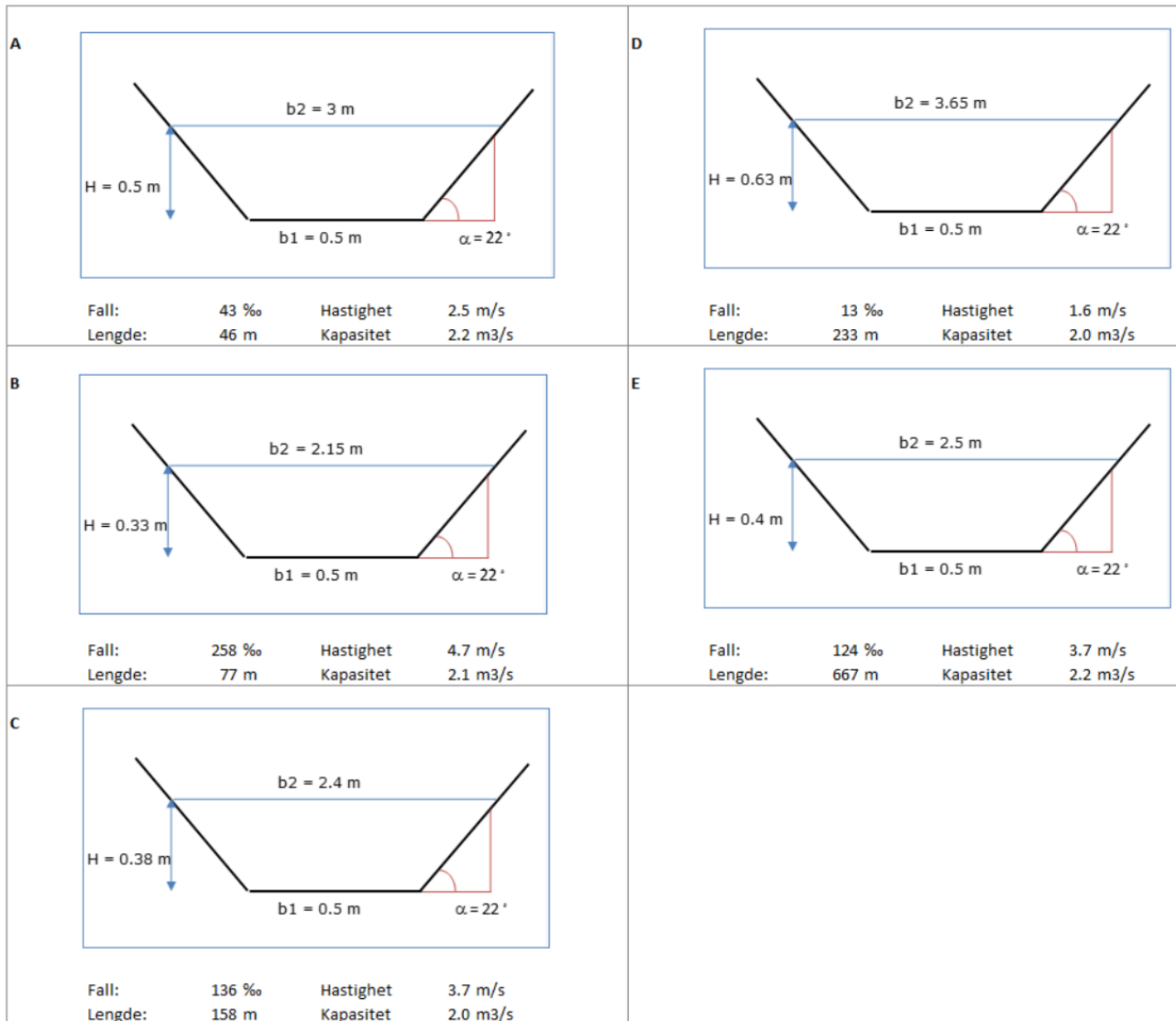
I Figur 20 vises et profil delt opp etter der det er endringer i tverrsnitt. Det gjøres endringer der det er tydelige skiller i gjennomsnittlig fall og det er delt opp i fem forskjellige soner. Bekken har fall fra 13 til 258 promille.



Figur 20 Profil av bekk alternativ 2.

#### 4.4.3 Dimensjonering av tverrsnitt

Nedenfor er de foreslåtte tverrsnittene for segment A-E vist og de er laget med tanke på en maksflom på 1.9 m<sup>3</sup>/s og satt en dybde mellom 0.33 og 0.63 meter ved en 200-årsflom. Det påpekes at disse tverrsnittene er kun basert på kapasitet og at det ved etablering av bekk skal lages naturlige variasjoner, dette er dermed å anse som det minste effektive tverrsnittet innenfor de forskjellige segmenter A-E.



**Figur 21 Forslag til tverrsnitt for segmentene A-E.**

Nedenfor i Figur 22 er det også vist et 3-D bilde av det nye foreslåtte traseet.

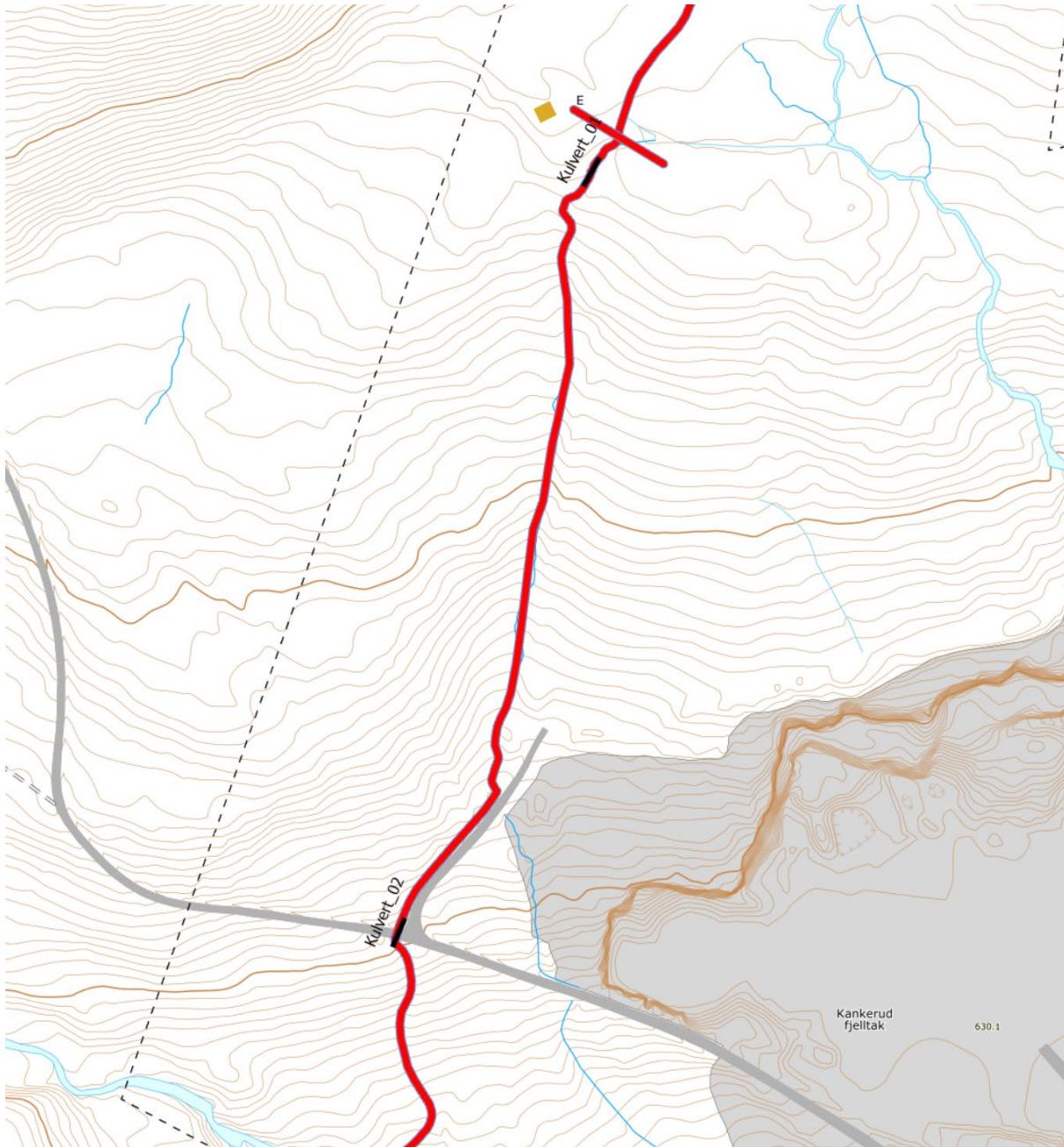




**Figur 22 3-D bilde for foreslått tase for alternativ 2.**

Det vil også være behov for kulverter eller rør ved vegkrysninger og forslag til plassering og dimensjon på disse er vist i kart nedenfor.

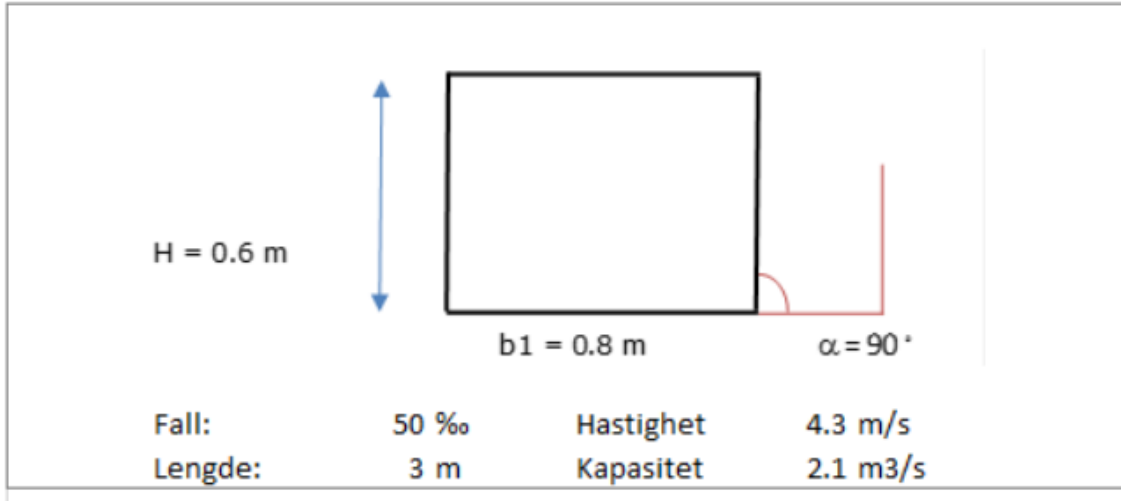




Figur 23 Kulverter i alternativ 2



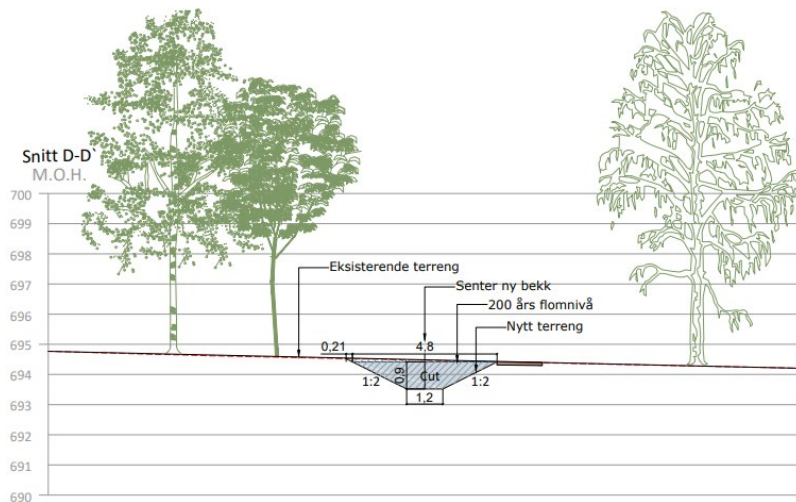
Det er valgt rektangulært tverrsnitt på disse kulvertene for å få et naturlig preg på bekken og høyde til 20 cm. over maksimalt nivå ved 200-årsflom på bekken. Foreslåtte kulvertdimensjoner for kulvert\_01 og kulvert\_02 er vist i figur nedenfor.



Eventuelle behov for energidreperer og utforming av disse vurderes i henhold til NVE's «Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein». For kulverter mindre enn ca. 1,5 m i diameter, kan det være tilstrekkelig å sikre et område ved utløpet uten å lage et energidreperbasseng.

#### 4.4.3.1 Myrområder

I områder med myr (markert D i Figur 25) skal tverrsnitt tilpasses for å ivareta myrområdet. Her er det viktig at tettningslaget i nytt bekkeløp går opp til normal grunnvannstand for å unngå at myra dreneres ut. En prinsippskisse av dette tverrsnittet er vist nedenfor.

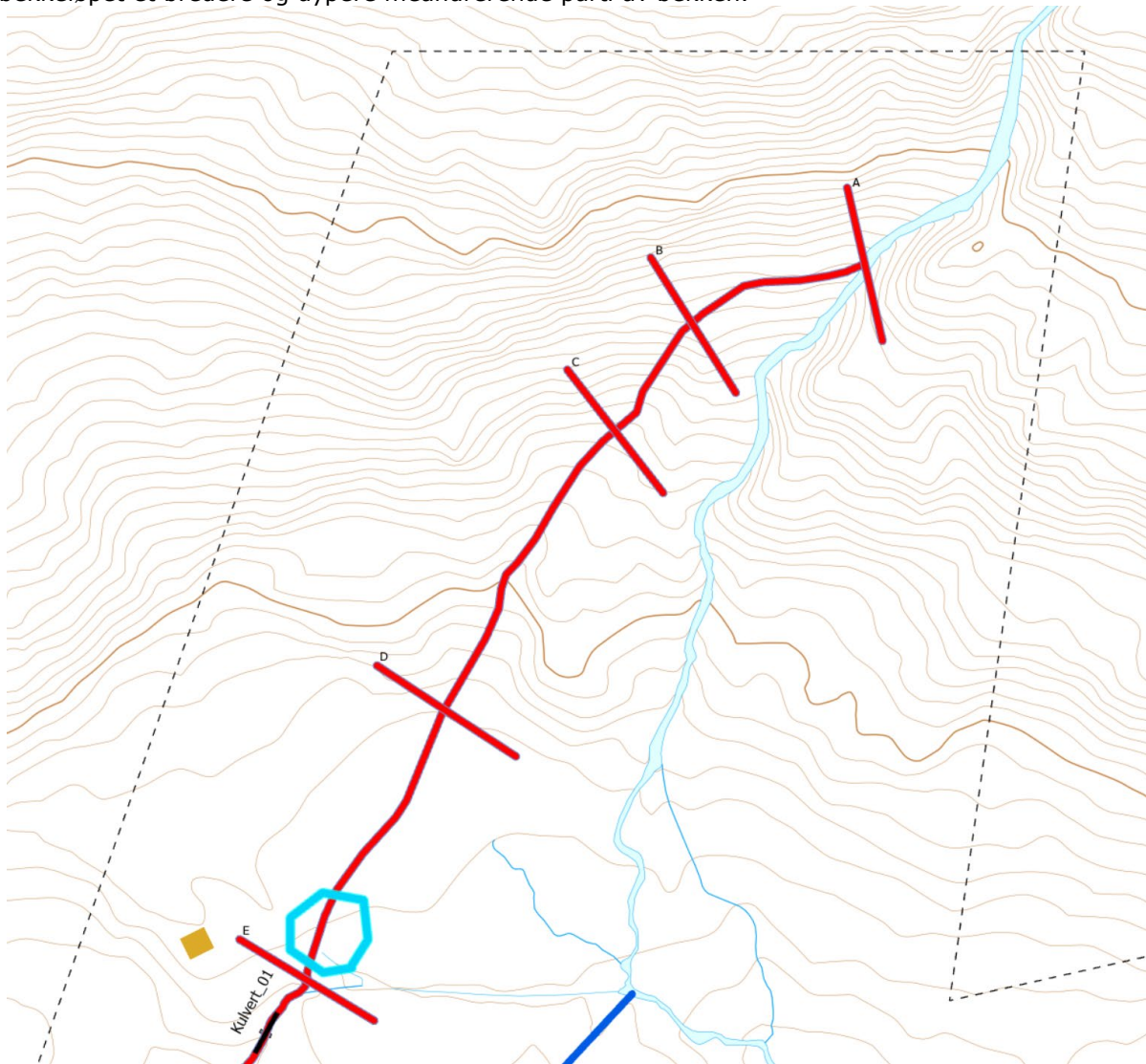


Figur 24 Tverrsnitt ø-ø ved myra

#### 4.4.3.2 Kulper

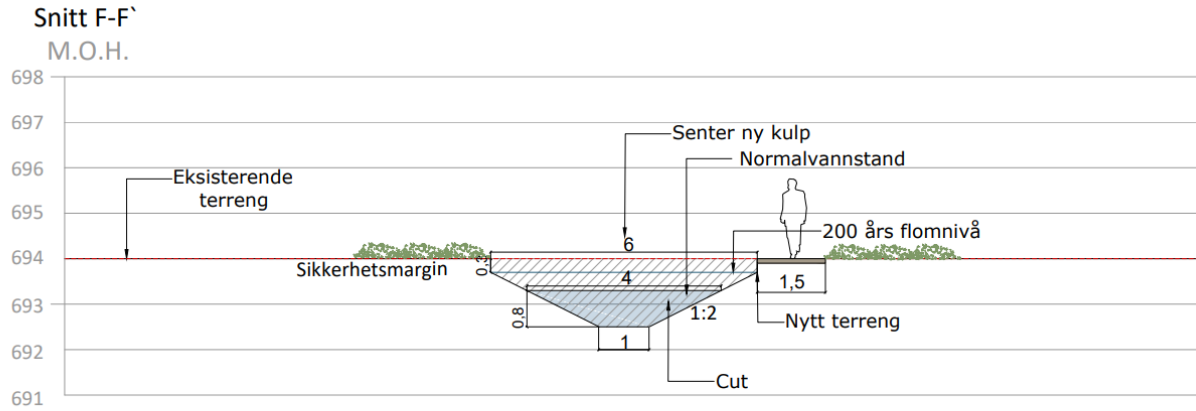
For å få et naturlig preg på bekken er det viktig at kulper utformes der det er naturlig. I det foreslåtte traseet er det ett område som har lite fall og det anbefales å legge inn en kulp der. Dette er rett før området der tverrsnitt E starter. Plasseringen til kulpen er vist i figuren nedenfor.

Hensikten med kulpen er å skape en naturlig bekk og der kulpen etableres er det også i det tidligere bekkeløpet et bredere og dypere meanderende parti av bekken.

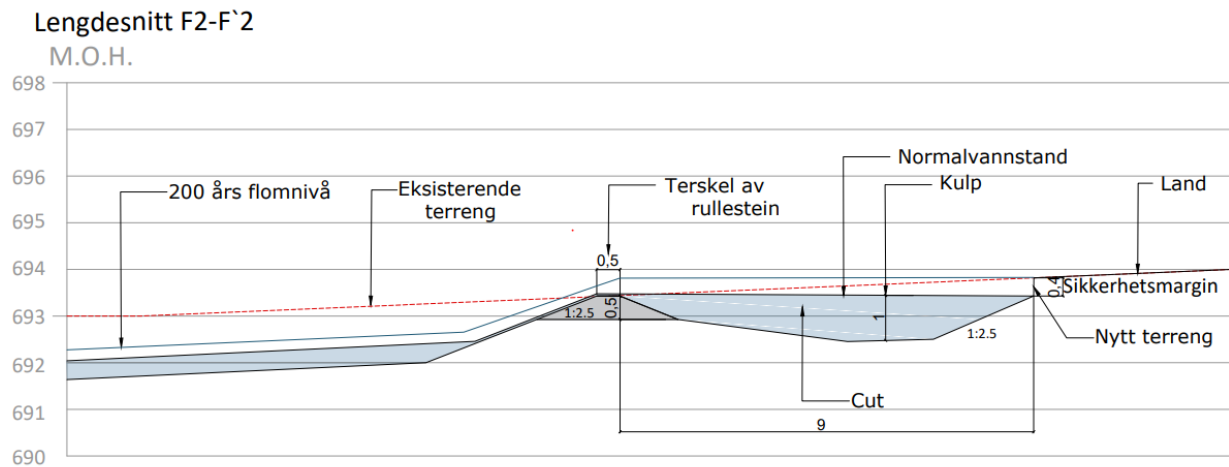


**Figur 25** Foreslått kulp markert med turkis farge i kart.

Detaljer for kulpen er vist i figuren nedenfor og denne tegningen er tilgjengelig i en egen vedlegg.



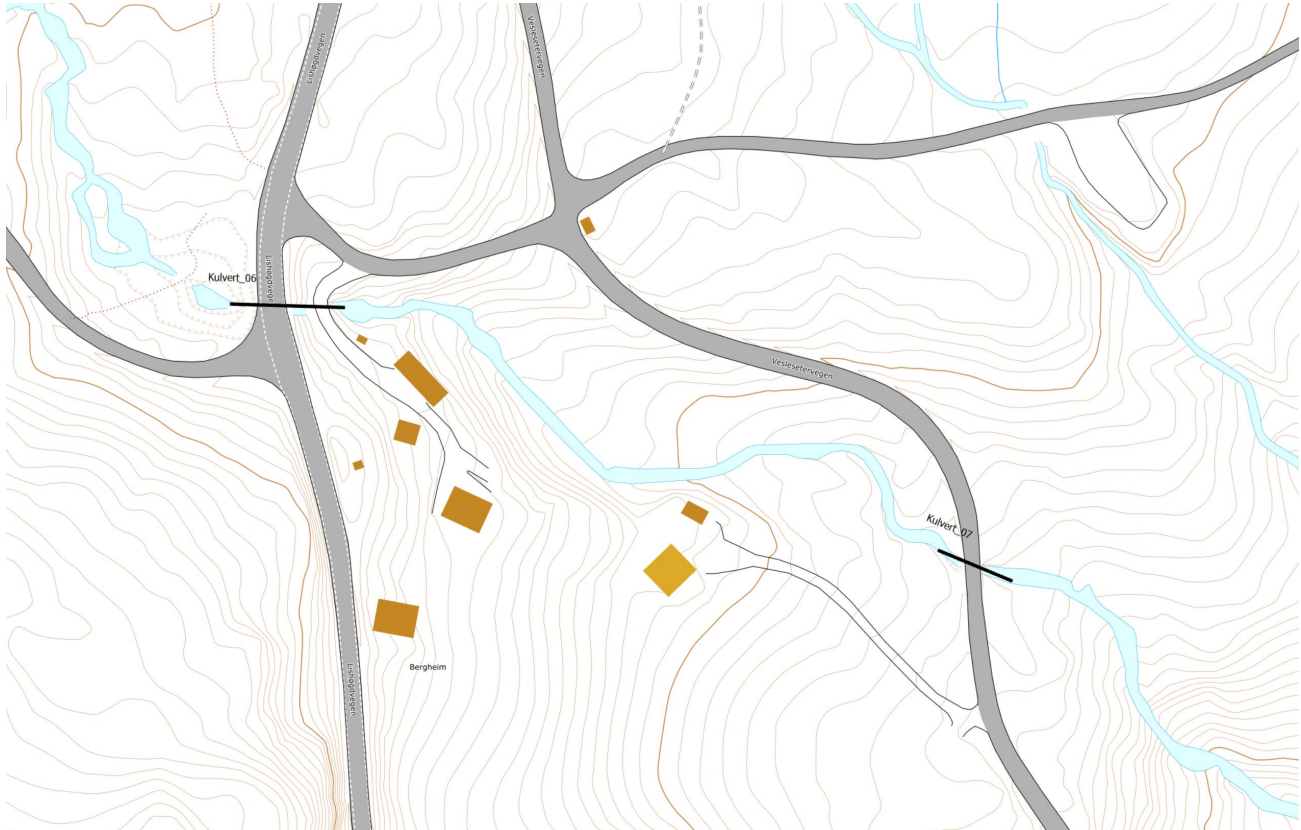
For oppbygning av kulp med memebran se Figur 10 Tversnitt for ersonsjonssikring og naturlig bekkeløp i rapporten. Det må tilrettelegges for tettningsslag i nytt bekkeløp opptil normal grunnvannstand i myrområde.



**Figur 26** Detaljskisse av kulp.

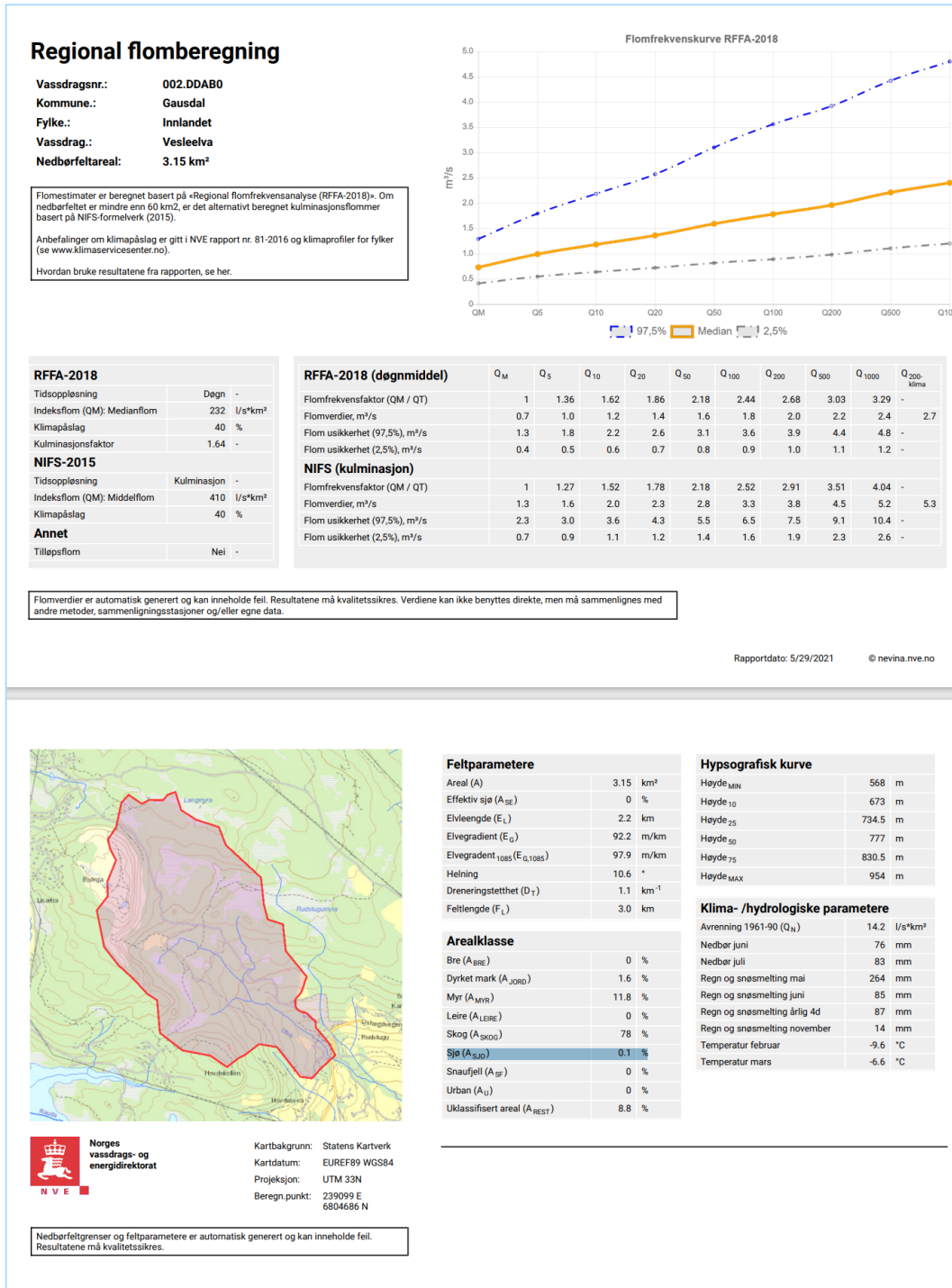
#### 4.4.4 Konsekvenser av økt vannføring i Ulva oppstrøms Kankerud

Kulverter som blir påvirket av omlegging av bekk rundt fjelltaket er vist nedenfor. Disse er kalt Kulvert\_06 og Kulvert\_07.



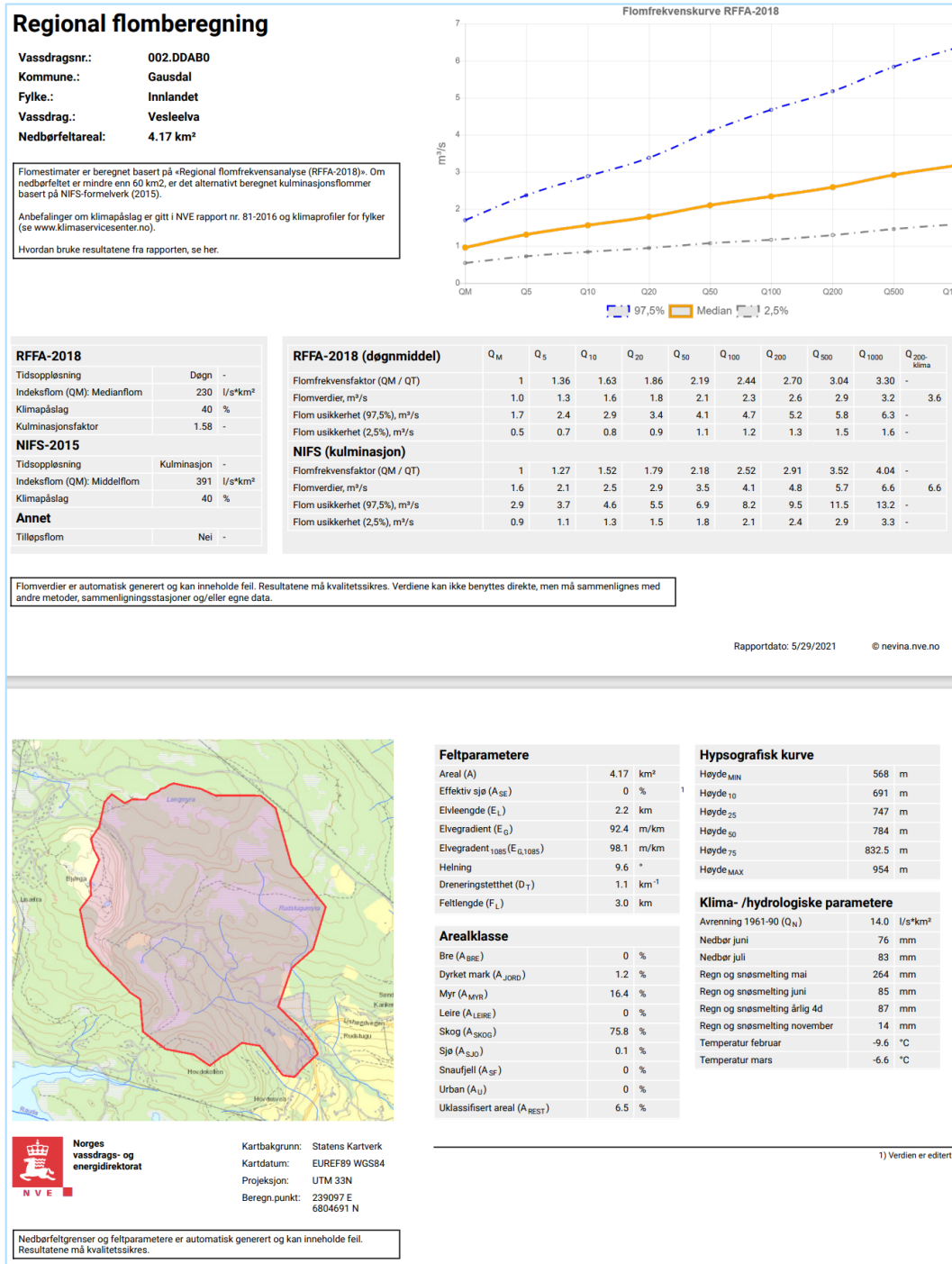
Figur 27 Kulverter som påvirkes av bekkeomlegging i Alternativ 2.

Det originale og det omlagte nedslagsfeltet ovenfor Kulvert\_06 er vist i figur nedenfor med flomberegninger fra Nevina. Beregnet 200-års flomvannføring ved kulminasjonsmetoden er før alternativ 2 er 5.3 m<sup>3</sup>/s og etter er den beregnet til 6.6 m<sup>3</sup>/s.



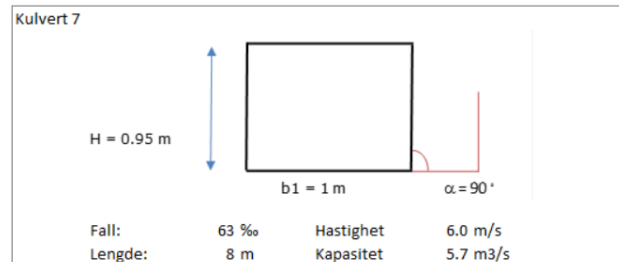
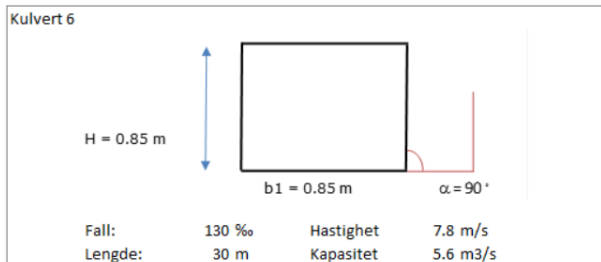
Figur 28 Originalt nedslagsfelt ovenfor kulvert Kulvert\_06 før alternativ 2



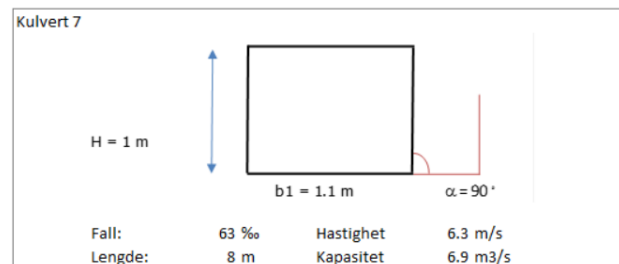
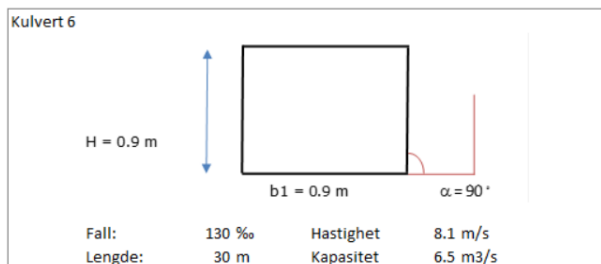


Figur 29 Endret nedslagsfelt ovenfor kulvert Kulvert\_06 etter alternativ 2

Siden det allerede i dag er problemer med vårflo for den første kulverten, vil en økning av vannmengden ikke være gunstig. Disse har i dag inntakdimensjoner på ca. h:1 m b: 1m cm. Nedenfor er det beregnet anbefalt dimensjon på kulvert 06 og 07. Det er gjort beregninger både for dagens situasjon og for endringer som i Alternativ 2.



**Figur 30 Anbefalte dimensjoner for kulvert 6 og 7 ved dagens situasjon.**



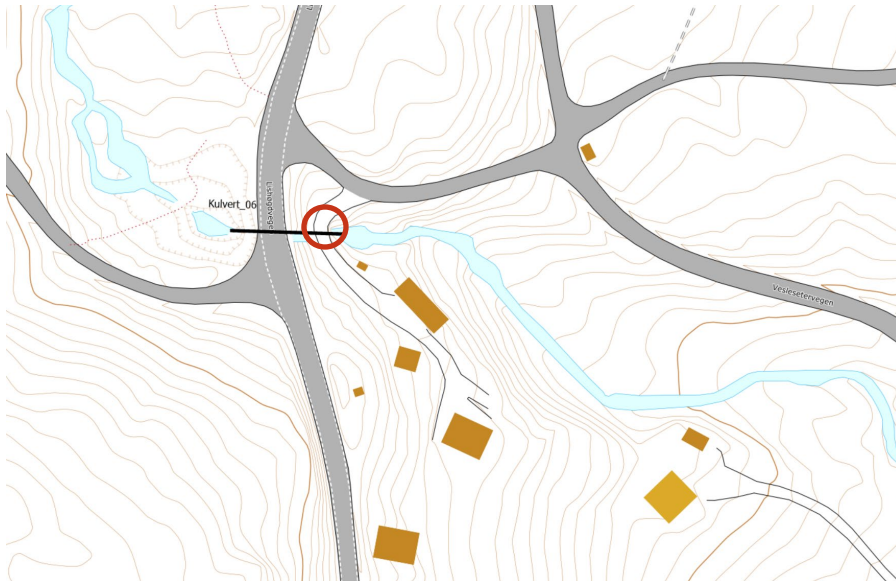
**Figur 31 Anbefalte dimensjoner av kulvert 6 og 7 ved alternativ 2.**

Det må bemerkes at dette er foreløpige beregninger med høyder tatt fra høydedata.no så det er usikkerheter angående fall på kulverter.

Kulvert nummer 6 har også tre individuelle kulverter etter hverandre så det må undersøkes nærmere hvor flaskehalsen er og hva som kan gjøres for å bedre de hydrauliske forholdene. Foreløpig konklusjon fra befaring og erfaring tilsier at det er utformingen av den nederste kulverten som må utbedres for å sikre området. Se bilde nedenfor:



**Figur 32 Bilder av nederste kulvert ved kulvert nummer 6.**



**Figur 33 Nederste kulvert (rød ring) må byttes ut.**

#### **4.4.5 Anbefaling**

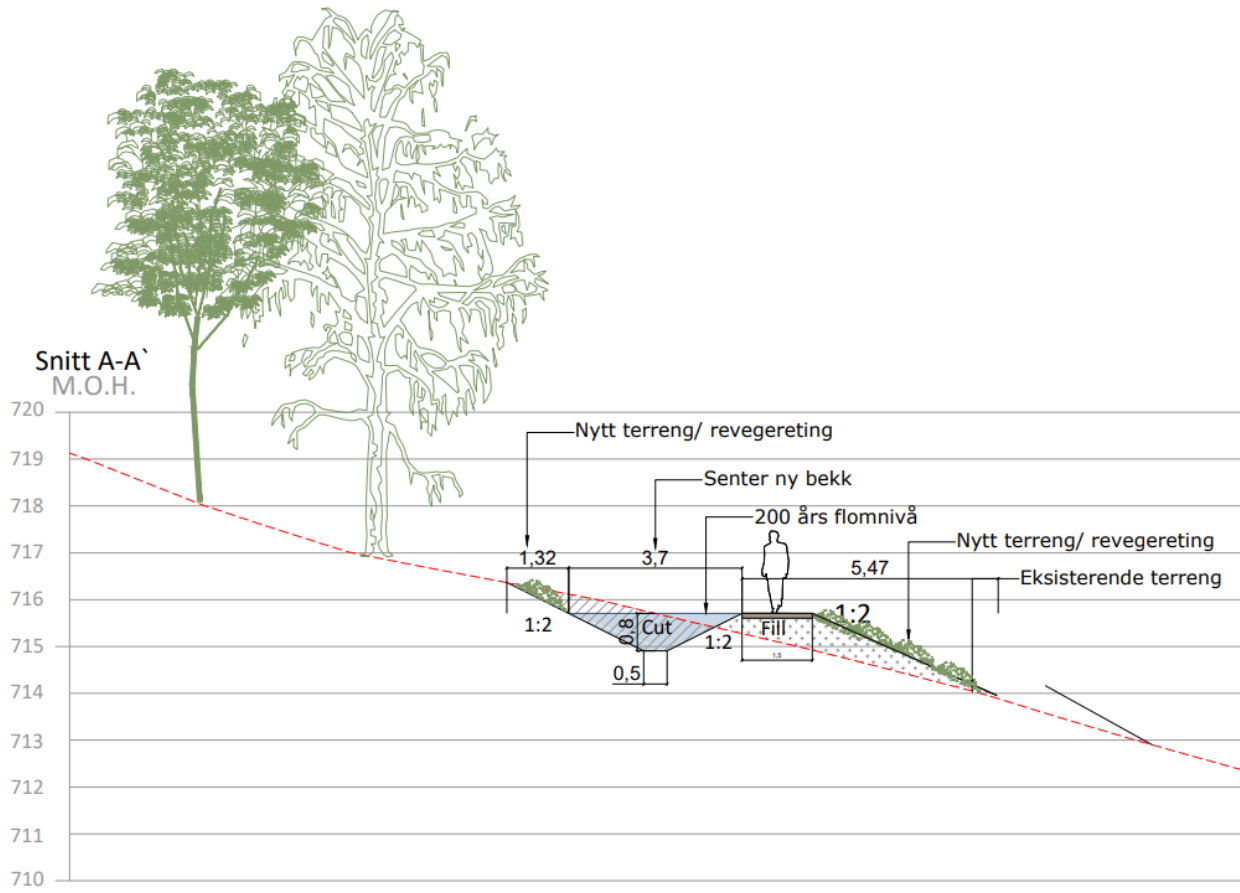
Etter en nøyere gjennomgang av alternativ 2 er det dette den løsningen som forslagsstiller anbefaler å ta med videre inn i reguleringsplanen på bakgrunn av:

- En omlegging kan etableres når det går lite eller ikke noe vann i løpet, som minsker faren for partikkelspredning.
- Det kan etableres et naturlig bekkeløp med kulper og naturlig fall i terrenget, samt at bekken vil ha en naturtilstand fra dag én.
- En vil unngå fare for tilført forurenset avrenning fra aktiviteter fra uttaket på Kankerud.

### **5. Tursti langs anbefalt bekkeomlegging**

I forbindelse med bekkeomleggingen anlegges det er tursti langs østsiden av ny bekketrase. Turstien reguleres med en bredde på 1,5 til 2 meter og anlegges samtidig med istandsetting etter anleggsarbeidet med bekkeomleggingen.





Figur 34 Snitt som viser tursti øst for bekkeomleggingen.

## 6. Anleggsgjennomføring for anbefalt løsning

Hensikten med dette kapitlet er å beskrive en logisk og gjennomførbar anleggsutførelse for bekkeomleggingen. I enkelte tilfeller vil dette ha innvirkning på reguleringsplanen. I så måte vil det bli foreslått nødvendige arealer for utførelsen inklusiv midlertidige arealer for rigg og anlegg.

Kapitlet er skrevet på basis av foreslåtte løsning beskrevet i dette notatet. Tiltaket gjennomgås oppdelt i:

- Innledning
- Arbeidsbeskrivelse
- Tidsforbruk
- Sikkerhet
- Ytre miljø
- Føringer for reguleringen mtp. anleggsgjennomføring

### 6.1 Innledning

Anleggsgjennomføringen er vurdert ut fra at alternativ 2 skal gjennomføres. Denne løsningen fører hele bekken utenfor uttaksområdet. Dette er den lengste omleggingen og er på ca. 800 meter. Ved omleggingen renner bekken ut i Ulva sørvest for uttaket.

### 6.2 Arbeidsbeskrivelse

Innledningsvis vil arbeidet bestå av skog og vegetasjonsrydding for det aktuelle bekkestrekningen. Øvrig vegetasjonen i området skal opprettholdes så lang det er mulig.

Arbeidet vil foregå nedenfra og en vil arbeide oppover i terrenget. Denne første og nederste strekningen fra Ulva til strekning E vil bli gjennomført med gravemaskin og evt. dumper, dersom det må tilføres masser. Den øvre delen av strekningen, dvs. fra strekning A til E vil bli gjennomført med en mindre gravemaskin (15-20 tonn) pga. dårligere bæreevne på terrenget. Her legges bekken mot et tilgrensende myrområde slik at maskinen som brukes skal ha god flyte evne for å ikke ødelegge terrenget. Maskinen vil benytte brede belter for å gi et lavt marktrykk på gravemaskina. Ved myra må det tilkjøres noen masser. Ved behov for masser skal masser fra uttaket benyttes.

Massene i området er steinrike. I forbindelse med anleggelsen av bekken vil stein fra de stedlige massene siles ut, med dyrkningskuffe, for å kunne benyttes i bunn og på sidene av bekken. Dette vil minimere massetrafikken oppover langs bekken. Finmassene som ikke brukes til anleggelse av bekken brukes til reetablering av sideterreng og i forbindelse med anleggelse av turstien. Skråningene skal ikke «klappes» for at det skal gi en mer naturlig avslutning og for at frøbanken i jorda skal få bedre vekstvilkår. Anleggsgjennomføringen skal ikke berøre dyrket mark, men med unntak ovenfor snitt E, der avstanden til omlagt bekk blir for liten.

Det vurderes ikke som nødvendig med sprengning for å tilrettelegge for bytt bekkeløp.

### **6.3 Tidsforbruk**

Arbeidet antas å ta 4-6 uker. Arbeides gjennomføres i en tørr periode, da det er lite eller ingen vann i bekken, for å minimere sedimentering nedover i elva og ut i Ulva.

### **6.4 Sikkerhet**

Arbeidet medfører ikke spesielle utfordringer når det gjelder sikkerhet,

### **6.5 Ytre miljø**

Bortsett fra normal støy fra maskiner, vil ikke arbeidene medføre spesiell ulempe for det ytre miljøet. Anleggsgjennomføringen skal ta hensyn til myra ved gjennomføring for sikre at det ikke gjøres tiltak som drenerer ut denne.

### **6.6 Føringer for reguleringen mtp. anleggsgjennomføring**

Totalt på det legges av et anleggsbelte på ca. 20 meter. Hovedtyngden av anleggsgjennomføringen vil foregå på østsiden av ny bekketrasé med en bredde på ca. 13-15 meter avhengig om sideterrenget er flatt eller skrånende. Bredden på anleggsbelte må ta høyde for områdene der det skal anlegges kulper. Det er på denne siden det anlegges en midlertidig anleggsveg, samt rom for midlertidig lagring av masser. I forbindelse med ferdigstilling og istandsetting anlegges turstien med en bredde på 1,5-2 meter.

## **7. Oppfølging i reguleringsplankart og bestemmelser**

På bakgrunn av beskrivelsene av hvordan bekkeomleggingen skal gjennomføres må dette følges opp gjennom reguleringsplankartet og medfølgende bestemmelser. Disse grepene i plankart og bestemmelser skal sørge for at bekkeomleggingen blir gjennomført i tråd med dette notatet.

### **7.1 Reguleringsplankart**

Midlertidig rigg- og anleggsområder reguleres lang bekken #1.

Bredden på anleggsbeltet er med utgangspunkt i 20 meter, men vil variere ut fra sideterreng og utforming på bekken (kulper). Det gis bestemmelser til området.

### **7.2 Reguleringsbestemmelser**

- #1 Midlertidige bygge- og anleggsområder

*Bruk av midlertidige bygge- og anleggsområder*

Områder merket med #1 på plankartet er midlertidige bygge- og anleggsområder. Områdene tillates benyttet til virksomhet som er nødvendig for gjennomføring av bekkeomleggingen i reguleringsplanen. Midlertidige bygge- og anleggsområder kan i anleggsperioden nyttes til riggplass, anleggsveg, midlertidig parkering, mellomlagring av masser o.l.

Det skal være en tydelig markering av anleggsområdet der fysisk anleggsarbeid pågår. Denne markeringen kommer i tillegg til nødvendig sikring der det kan være fare for tredjepart.

Evt. matjord fra dyrka mark som berøres under anleggsgjennomføringen skal legges til siden ved anleggsgjennomføring. Matjorda skal mellomlagres i ranker innenfor planområdet. Jorda skal legges tilbake i forbindelse med reetablering etter at tiltaket er ferdigstilt.

- Til reguleringsformålet «sjø og vassdrag med tilhørende strandsone/ naturområde» gis det bestemmelser om hvor bekken skal ligge og krav til utforming.

Bekk gjennom planområdet tillates omlagt som vist på plankartet. Bekken skal legges om i ny trase før uttaket utvides. Omlagt bekk skal legges i område for naturområde utformes som et naturlig bekkeløp, med terskler, kulper og etablering av kantvegetasjon. Omlagt bekk skal dimensjoner og utformes for å sikre mot oversvømmelse erosjon. Utformingen skal gjøres i tråd med notat: Bekkeomlegging Kankerud og illustrasjoner av bekkeomleggingen, datert 11.1.2022.

Ved kryssing av kjøreveg, SKV1 skal rør dimensjoneres for nødvendig flomvannføring, 200 års flom med sikkerhetsmargin/ 40% klimapåslag.

- Rekkefølgebestemmelser

#### BEKKEOMLEGGING

Før videre utvidelse av uttaksområde skal bekken omlegges i tråd med notat: Bekkeomlegging Kankerud og illustrasjon av bekkeomleggingen, datert 11.01.2022

#### UTBEDRING AV KULVERT

Samtidig som en legger om bekken skal den nedre kulverten, ved kryssing av Lishøgdsvegen, adkomst til Lishøgdsvegen 232 utbedres slik at den håndterer økte vannmengder.

## 8. Vedlegg

1. O-tegning - O01, Omlegging av bekk, oversiktstegning.
2. J-tegning - J01, Omlegging av bekk, terrengbearbeiding og revegetering - alt.2
3. J-tegning - J02, Omlegging av bekk, terrengbearbeiding og revegetering - alt.2
4. J-tegning - J03, Omlegging av bekk, terrengbearbeiding og revegetering - alt.2