

Oppdragsgiver: **Solid Dale Malo**

Oppdragsnr.: **52106774** Dokumentnr.: **02**

Til: Solid Dale Malo

Fra: Øyvind Lier

Dato: 2021-11-23

## ► Mevold Syd -hydrologi og flomavledning

### Sammendrag/konklusjon

Solid Dale Malo AS skal bygge ut området Mevold Syd i Aukra kommune og behøver dermed ta hånd om overvannet som samles i bekken mellom Mevold Syd og Nord. Vannet til bekken samles fra fjellskråningen ovenfor fylkesvei 662 og feltarealet er på ca 0.25 km<sup>2</sup>. Et 200-års regn beregnes å gi en flom på totalt 1.5 m<sup>3</sup>/s etter nasjonalt formelverk for små nedbørfelt inklusive 50% klimapåslag. Metoden velges over den rasjonelle metoden for å få et konservativt estimat.



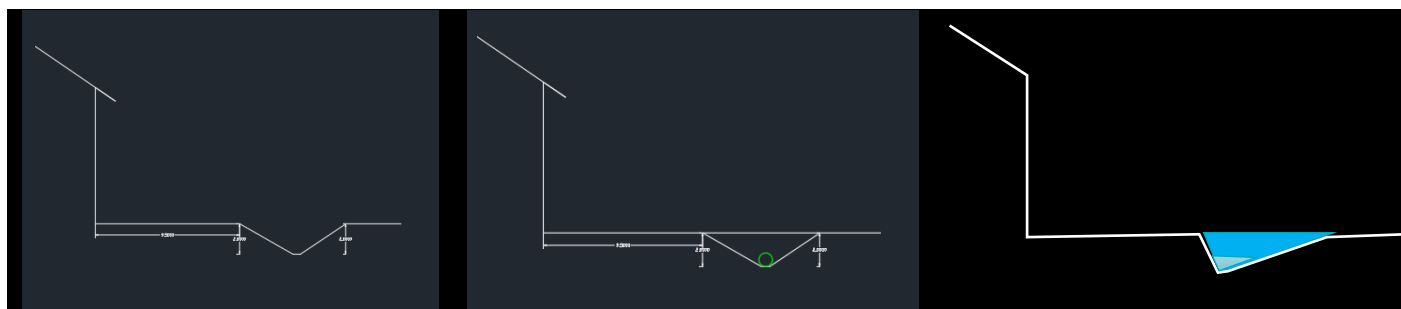
Figur 1 Dagens bekkeleie renner gjennom et kraftig vegetert område med skog og buskas.

Flomvannet kan håndteres gjennom å etablere en kulvert eller la det følge det opprinnelige bekkeleiet. Selv om feltet er lite og flommene dermed har korte forløp har vannet stor hastighet, noe som medfører stor erosjonsrisiko. Etter at begge alternativene er vurdert, kan man se at den åpne løsningen kommer til å ha minst miljøkonsekvens og lavere totalkostnad. Utbygger ser på en løsning der flomavledning og turvei kombineres, noe som er en gunstig løsning i forhold til naturmiljø og økonomi i tillegg til å bidra til fritidsinteresser.

Geotekniske studier av området har ikke avdekket grunnforhold som behøver håndteres, og det forventes derfor ingen kvikkleire eller andre kompliserende grunnforhold.

Ved normale flomforhold kommer bekken å være liten av utbredelse, men ved ekstreme nedbørshendelser må bekken håndtere en vannføring på 1.5 m<sup>3</sup>/s med høy strømningshastighet. Bekken må erosjonssikres med større sten, eller vannhastigheten bremses ved å etablere terskler for å unngå erosjonsskader.

Erosjonssikringen utformes etter NVEs veileder, 2009-04 med en D50 på minst 31 cm i bekken og noe mer på sidene om ikke terskelbygging utføres. Avhengig av utforming kan større sten behøves. En eksisterende grøft på tomten fungerer som drenerings- og flomvei og denne må opprettholdes. Utbyggingen bør utformes slik at det er trygge flomveier ved eventuelt tilstopping av eksisterende kulverter under fylkesvei 662.

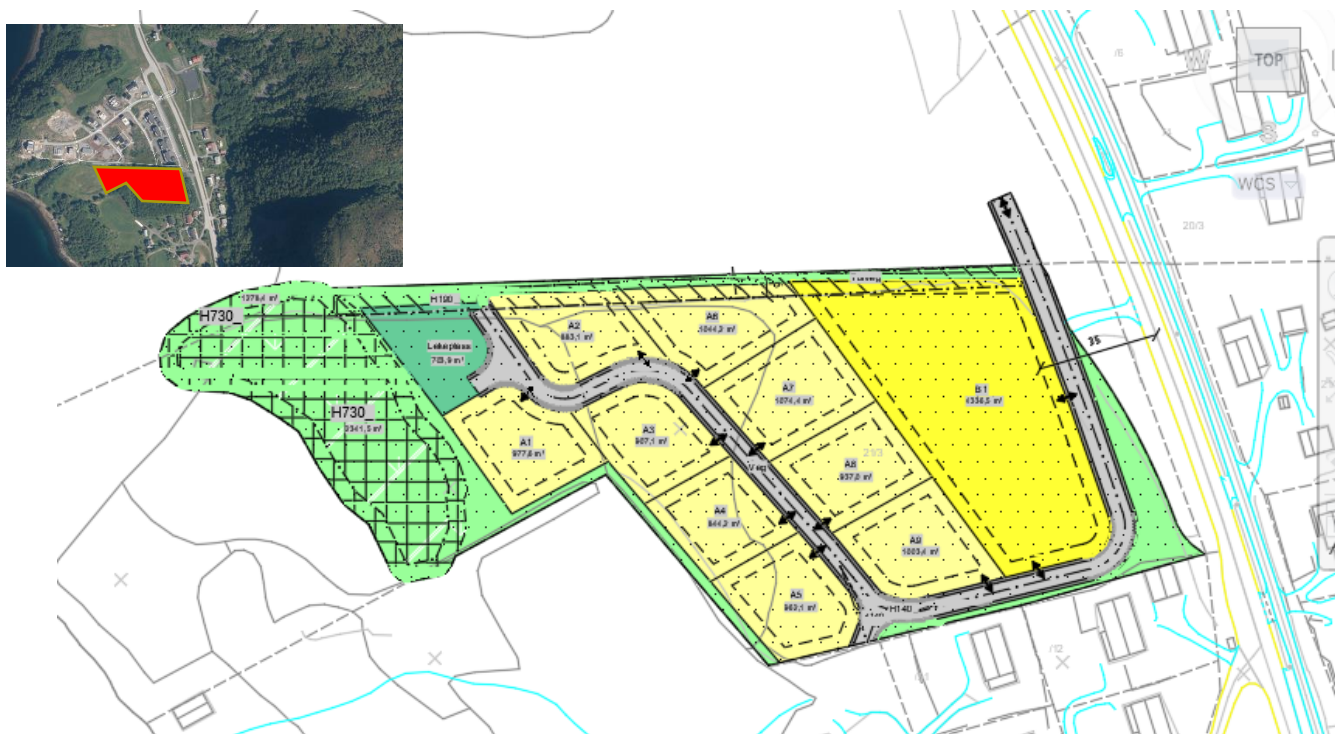


Figur 2 Dagens situasjon til venstre, sammenlignet med lukking av bekken og en åpen løsning til høyre.

## Innledning

I forbindelse med reguleringsplan for Medvold Syd, boligfelt i Julsundet, Aukra kommune, har NVE kommet med innsigelse til planene. NVE stiller blant annet krav om en dokumentasjon på at sikkerhet mot flom og erosjon er ivarettatt i området (NVE, 2021-05-26).

Omriss av området som inngår i prosjektet Medvold Syd er vist i Figur 3. Terrenget for tiltaksområdet skråner fra ca. 37 moh. i øst til 15 moh. i vest, over en lengde på ca. 210 meter. Skråningshelningen er jevn og ligger på rundt 6 grader eller en stigning på 1/10.



Figur 3 Lokalisering av området. Bekken følger opprinnelig bekkeleie direkte nord for området.

Sikkerhetskravene som skal legges til grunn ved regulering og byggesak, er gitt i plan- og bygningsloven (PBL) §§ 28-1 og 29-5 med tilhørende byggt teknisk forskrift (TEK17) §7-2 «Sikkerhet mot flom og stormflo»

| Sikkerhetsklasse for flom | Konsekvens | Største nominelle årlige sannsynlighet |
|---------------------------|------------|----------------------------------------|
| F1                        | liten      | 1/20                                   |
| F2                        | middels    | 1/200                                  |
| F3                        | stor       | 1/1000                                 |

Figur 4 TEK17 sikkerhetsklasser for flom.

Etter veiledningen ligger boligfelt i klasse F2 og skal flomsikres mot et 200-år gjentakintervall, noe som ligger til grunn for det videre arbeidet.

## Hydrologi -Flomvannføringer

Tilløpsflommen beregnes her ved hjelp av den rasjonelle formelen og nasjonalt formelverk for små nedbørfelt, jf. NVEs veileder for flomberegninger i små uregulerte felt [2]. Feltarealet er påvirket av det opphøyede fylkesvei 662. Feltarealet er estimert ved hjelp av GIS og kontrollert ved hjelp av ScalgoLive . Årsmiddeltisiget til feltet er hentet fra NVEs Regine. Regine-enheten som feltet ligger i har årsmiddeltisig på 41,3 l/s.km<sup>2</sup>, men NVEs avrenningskart viser at mesteparten av feltet har årsavrenning på mellom 40 og 45%. Nylige utførte flomberegninger i området viser at NVEs Reginekart kan undervurdere årsmiddeltisig på ca. 10%. Det velges å benytte et årsmiddeltisig for dette feltet på 45 l/s.km<sup>2</sup>.

Tabell 1 viser feltparametere. Feltlengde er målt fra i rett linje fra feltets utløp til høyeste punkt i feltet.



Figur 5 Markfuktighetsklasse,(NIBIO) teoretisk modell.



Figur 6 Teoretisk opptegnet nedbørsfelt basert på høydemodellen.

Tabell 1: Feltparametere.

| Nedbørfelt                               | Areal (km²) | Eff. sjø % | Årsmiddeltlsig, $Q_N$ (l/s/km²) | Feltlengde | dH    |
|------------------------------------------|-------------|------------|---------------------------------|------------|-------|
| Feltet til utløp av eksisterende kulvert | 0.25        | 0.0        | 45.0                            | 600 m      | 250 m |



Figur 7 Foto av nedbørsfelt sett fra fylkesveien. Fra befaring 2021-10-13.

## Nasjonal formel

Regresjonsanalyse har gitt følgende sammenheng;

$$Q_M = 18.97 Q_N^{0.864} e^{-0.251 \sqrt{A_{SE}}} \quad , \text{ der } \quad k = -1 + 2/[1 + e^{0.391 + 1.54 \cdot A_{SE}/100}]$$

Gjennom å benytte feltparametre som gitt ovenfor kan man beregne flomverdier for små felt.

**Rasjonell formel**

Den rasjonelle formelen passer godt til det aktuelle feltet da det er lite (mindre enn 2 km<sup>2</sup>) og har kort konsentrasjonstid (rask respons) [3]. I denne analysen er IVF-kurve (Intensitet-varighet-frekvenskurver) for Nøisomheten i Molde (Vedlegg 2), den nærmeste meteorologiske stasjonen, brukt for å beregne nedbørintensiteten med 200 års returperiode.

Konsentrasjonstid er beregnet ved bruk av formler gitt i håndbok N200 for naturlige felt [3], da nedbørfeltet i hovedsak består av skog. Feltlengden er 600 m og maks. og min. høyder er hhv. 30 og 280 m o.h. Avrenningsfaktor (C) for 10 års returperiode er satt lik 0,35 basert på feltegenskaper. Beregningene er imidlertid også utført for avrenningsfaktor C=0,2 og C=0,5, og vist i parentes i Tabell 2. C-faktor for 200-års returperiode fås ved å multiplisere C med 1,3, som angitt i håndbok N200.

Basert på formler for små nedbørfelt gitt i nasjonalt formelverk [2] er 200-årsflom beregnet. Resultater fra de to metodene er vist i Tabell 2.

Tabell 2: Kulminasjonsverdier for 200-årsflom beregnet med to metoder.

| Felt                                     | Rasjonell formel                         |                            |                         |                          | Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt |
|------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|
|                                          | Avrenningsfaktor, C (10-år returperiode) | Nedbørsintensitet (l/s ha) | Konsentrasjonstid (min) | Q200 (m <sup>3</sup> /s) | Q200 (m <sup>3</sup> /s)                |
| Feltet til utløp av eksisterende kulvert | 0,35 (0,2 – 0,5)                         | 37.4                       | 23                      | 0,44 (0,25 – 0,63)       | 1.02                                    |

Selv om verdiene i størrelsesorden er sammenliknbare, gir det nasjonale formelverket høyere verdi for 200-årsflom enn den rasjonelle formelen med valgt C-faktor. Grunnet tiltakets karakter der lukking vurderes, usikkerhet i C-faktoren brukt i rasjonell formel, samt den høyst usikre grensedragningen på nedbørfeltet, benyttes den høyeste verdien fra nasjonalt formelverk.

For å ta hensyn til fremtidige klimaendringer er det brukt 50% klimapåslag. Dette har grunnlag i Norsk Klimaservicesenters Klimaprofil for Møre og Romsdal, hvor det er angitt at nedbør med gjentaksintervall større enn 50 år med varighet mindre enn 1 time kan forventes å øke med 50%. Tabell 3 viser valgt dimensjonerende flomverdi inkludert klimapåslag.

Tabell 3: Dimensjonerende 200-årsflom

| Felt                                     | Valgt Q <sub>200</sub> (m <sup>3</sup> /s) | Q200 inkl. 50% klimapåslag (m <sup>3</sup> /s) |
|------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Feltet til utløp av eksisterende kulvert | 1.02                                       | 1.5                                            |

## Hydraulikk

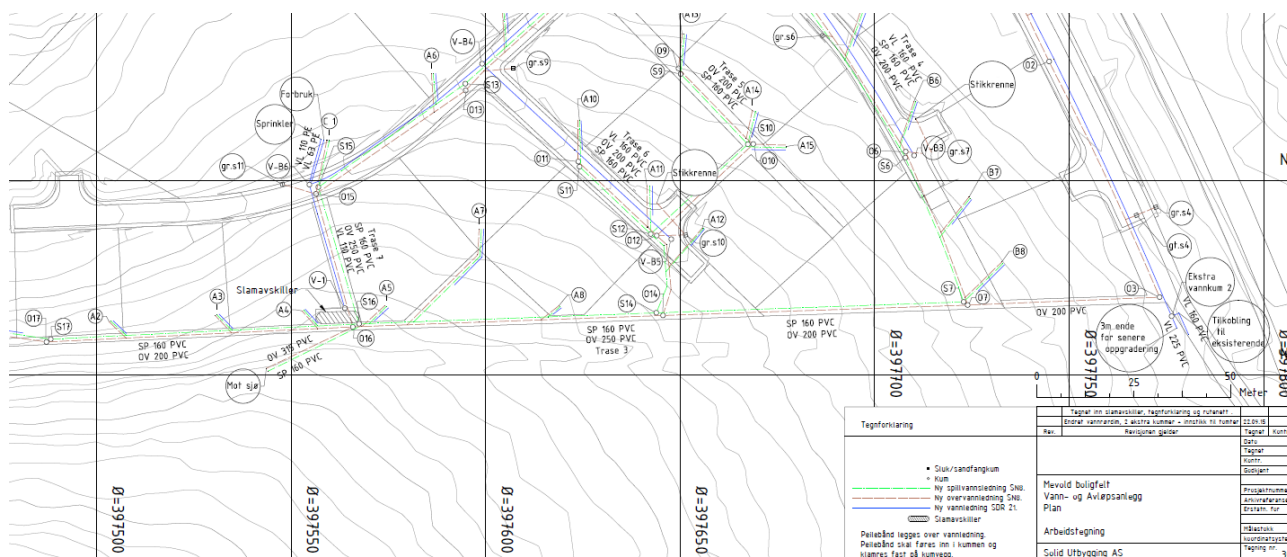
I dag går avrenningen fra fjellsida gjennom stikkrenner under fylkesvei 662. Disse munner ut i en bekk som deler Mevold Nord og Syd. Det går i dag en gang/sykkelvei gjennom tomten. Vest for denne er det en grøft som fører vann til bekken. Denne grøften er ikke betraktet nærmere i dette notatet, men grøftens funksjon som drenerings- og flomvei må opprettholdes ved utbygging.

Det foreligger to løsninger for å håndtere flomvann i bekken etter utbygging av Mevold Syd;

1. Lukking av bekken
2. Integrasjon av et åpent vassdrag og turvei

## Restfelt

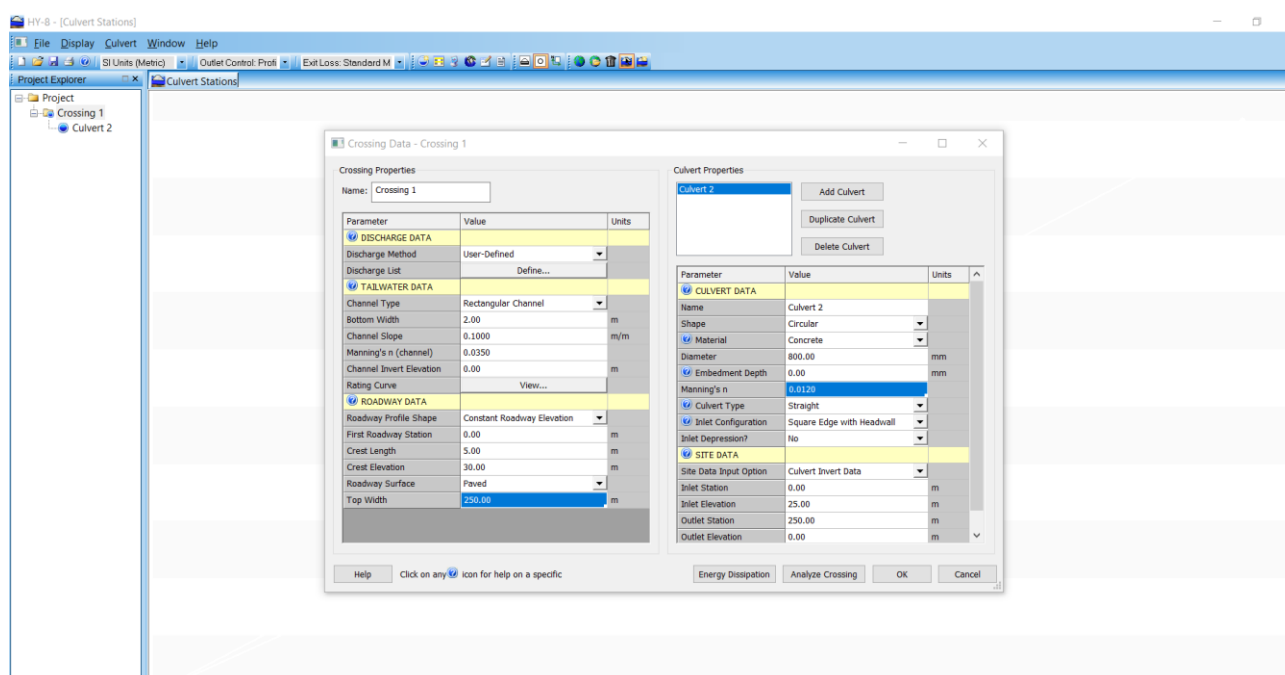
Tilslut fra Mevold Syd og Nord ivaretas av eksisterende og planlagt overvannshåndtering og er dermed ikke tatt med i denne beregningen.



Figur 8 Eksisterende over- og spillvannsløsning for Mevold boligfelt, nord for Mevold Syd.

### Dimensjonering rør ved lukking

Røret må legges fra nedstrøms fylkesveien ned til nedside av boligområdet, med en lengde på ca 250 m. Ved å benytte kulverberegningsprogrammet HY-8 kommer man fram til en innerdiameter på minst 1000 mm som minimum, dette ved en 200-års flom med klimapåslag uten oppstuvning. Disse beregningene antar at røret renner full og ser bort fra innløps- og utløpstap, det vil si at inn- og utløp utformes hydraulisk og at det ikke er nevneverdig tilstopning av drivgods. Det vil være derfor gunstig å benytte et større diameter-rør enn angitt i disse beregningene. Beregningene tilsier at man må opp i en diameter på over ca. 1100 mm om man skal få fri vannstrømning gjennom røret.



Figur 9 Fra beregningsverktøy HY-8 (FHA, 2021) som er et forenklet dimensjoneringsverktøy for kulverter.

I tillegg til selve røret må man anlegge et inntak med rist for å hindre ulykker. Nedstrøms åpning må kunne ut i et energibasseng med grov sten for å håndtere erosjonsrisiko.

### Utforming åpen løsning

Alternativ løsning er å anlegge en turvei og bekk i samme trasé. Her kan vannet renne langs bekken med normal avrenning og ved større oversvømmelser tillater man oversvømming og mindre skader på turveilegemet. Denne åpne løsningen kan også ha funksjon som flomvei ved eventuelt tilstopping av eksisterende kulverter under fylkesvei 662.



Figur 10 Landskapsarkitekts' visjon av en kombinasjonsløsning.

Gjennom å forsøksvis beregne vannføringen i en triangelformet kanal med bunnbredde på 0,5 m, sidehelninger 1:1 (H:L), helning 1:10 og Mannings M på 35 etter Mannings formel;

$$Q = \frac{1}{n} A \left( \frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} \sqrt{S}$$

får vi en hastighet på over 6 m/s og et vandyp på 40 cm. Dette gir størrelsesordenen som må tilpasses endelig utforming. Om erosjonssikring bygges etter NVEs veileder 2009-4, kapittel 4.7.1 bør D50 være som følger:

$$D_{50} = 1,5 S_0^{0,79} q^{0,53} \quad \text{for } S_0 < 1:10 \quad (4.21)$$

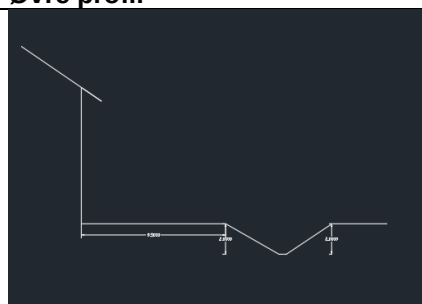
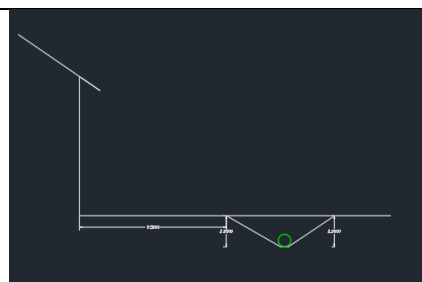
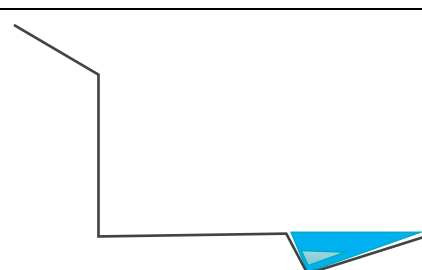
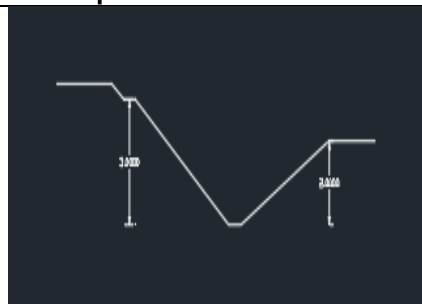
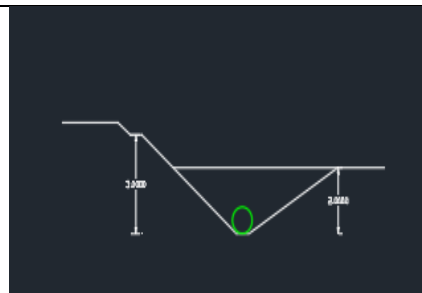
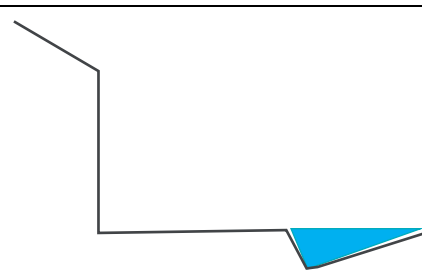
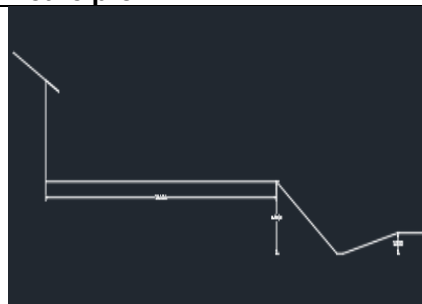
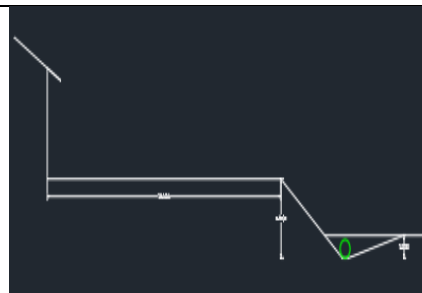
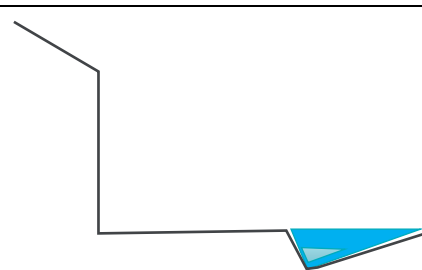
$$D_{50} = 0,5 S_0^{0,31} q^{0,53} \quad \text{for } 1:10 \leq S_0 \leq 1:2,5 \quad (4.22)$$

Med en helning på 1:10 og  $q=1,16$ , vil begge formler gi samme resultat  $D_{50}=0.26$  m som bør ilegges en sikkerhetsmargin på 20% og dermed  $D_{50}=0.31$  m på bunnen. Sidene må ha ytterligere noe større sten, om med en sidehelning på 1:2 blir dette ca 40 cm. Filterlag og fordeling spesifiseres etter veilederen etter lokale forhold og eventuelle terskler kan redusere behovet for erosjonssikring i bassengene.

For å begrense risiko for erosjon bør en serie terskler installeres i tillegg til erosjonssikring. Etablering av terskler kan også benyttes for løfte bekkeløpet noe i forhold til dagens plassering og for å danne vannspeil ved lav vannføring.

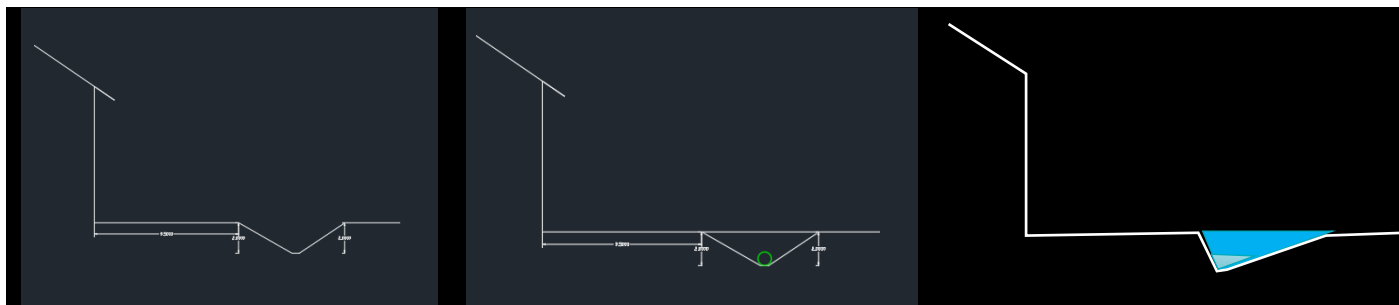
## Løsningsalternativ, sammenligning



| Eksisterende bekk                                                                   | Lukking                                                                              | Åpen                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Øvre profil</b>                                                                  |                                                                                      |                                                                                       |
|   |   |   |
| <b>Midtre profil</b>                                                                |                                                                                      |                                                                                       |
|  |  |  |
| <b>Nedre profil</b>                                                                 |                                                                                      |                                                                                       |
|  |  |  |

## Konklusjon

På oppdrag av utbygger har Norconsult vurdert håndtering av flomvannet gjennom å etablere en kulvert eller la det følge det opprinnelige bekkeleiet.



Figur 11 Fra venstre, dagens situasjon, lukking og åpen løsning.

Etter at begge alternativene er vurdert, kan man se at den åpne løsningen kommer til å ha minst miljøkonsekvens, flomteknisk være sikrere og lavere totalkostnad.

Utbygger ser på en løsning der flomavledning og turvei kombineres, noe som er en gunstig løsning i forhold til naturmiljø, landskap og økonomi i tillegg til å bidra til fritidsinteresser.

Geotekniske studier av området har ikke avdekket grunnforhold som behøver håndteres, og det forutsettes

Ved normale flomforhold kommer bekken å være liten av utbredelse, men ved ekstreme nedbørshendelser må bekken håndtere en vannføring på 1.5 m<sup>3</sup>/s med høy strømningshastighet. Grunnet nedbørsfeltets ringe størrelse, kommer flommene ikke til å ha lang varighet. Allikevel må bekken erosjonssikres med større sten, eller vannhastigheten bremses ved å etablere terskler for å unngå erosjonsskader. Bruk av terskler vil også ha fordeler med hensyn til landskap. Erosjonssikringen utformes etter NVEs veileder, 2009-04 med en D50 på minst 53 cm om ikke terskelbygging utføres.

Den åpne løsningen må prosjekteres i mer detalj, inkludert dimensjonering av kulverten som fører bekken under den planlagte adkomstveien. En eksisterende grøft på tomten har funksjon som drenerings- og flomvei og disse må opprettholdes ved utbygging. Utbyggingen bør utformes slik at det er trygge flomveier ved eventuelt tilstopping av eksisterende kulverter under fylkesvei 662.

## Referanser

- [1] Norconsult (2020). Skibruer ved Sørleie – flomvurdering
- [2] NVE (2015). Veileder for flomberegninger i små felt, NVE-rapport 7-2015
- [3] Statens vegvesen (2018). Vegbygging Håndbok N200
- [4] <https://scalgo.com/en-US/scalgo-live-documentation/country-specific/norway>

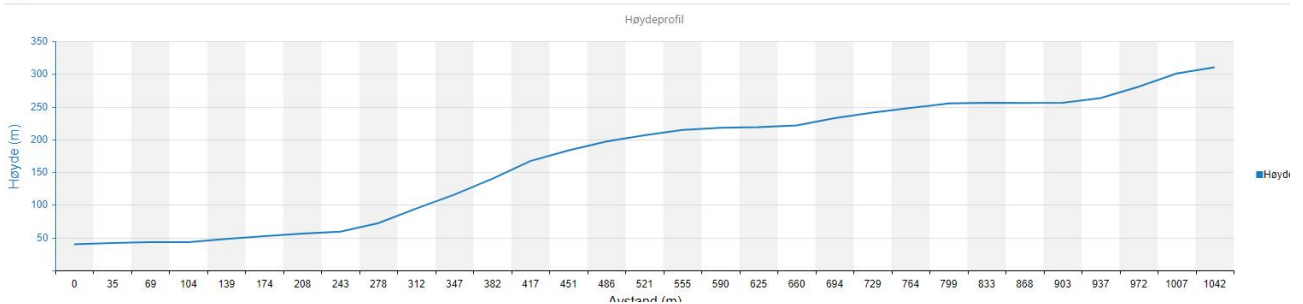
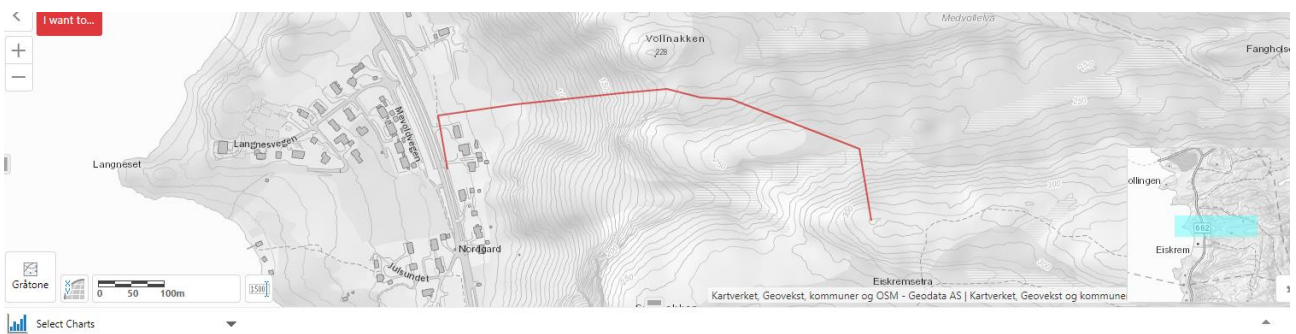
## Vedlegg

- Vedlegg 1: Feltparametre
- Vedlegg 2: IVF kurven,
- Vedlegg 3: Skisse av geometri
- Vedlegg4: Illustrasjon av åpen løsning

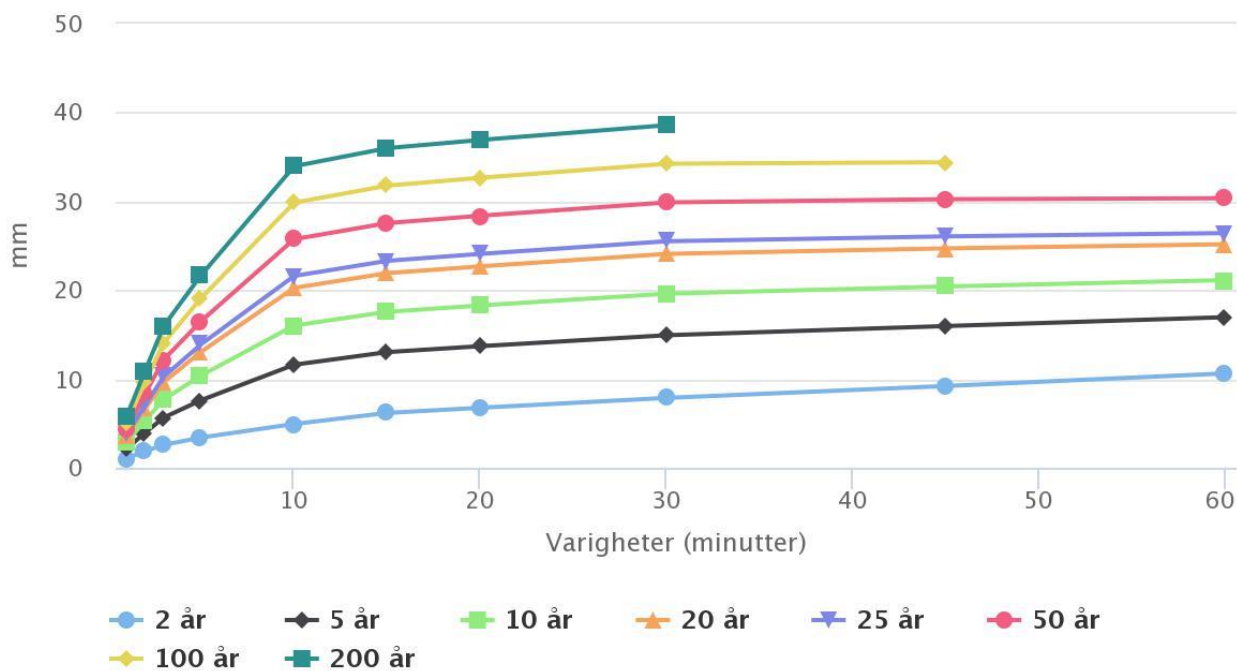
| 1       | 2021-11-23 | For overlevering    | Øyvind E Lier | James Lancaster | Geir Inge Havenes |
|---------|------------|---------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| 0.1     | 2021-10-08 | For samordningsmøte | Øyvind E Lier | James Lancaster | Geir Inge Havnes  |
| Versjon | Dato       | Beskrivelse         | Utarbeidet    | Fagkontrollert  | Godkjent          |

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

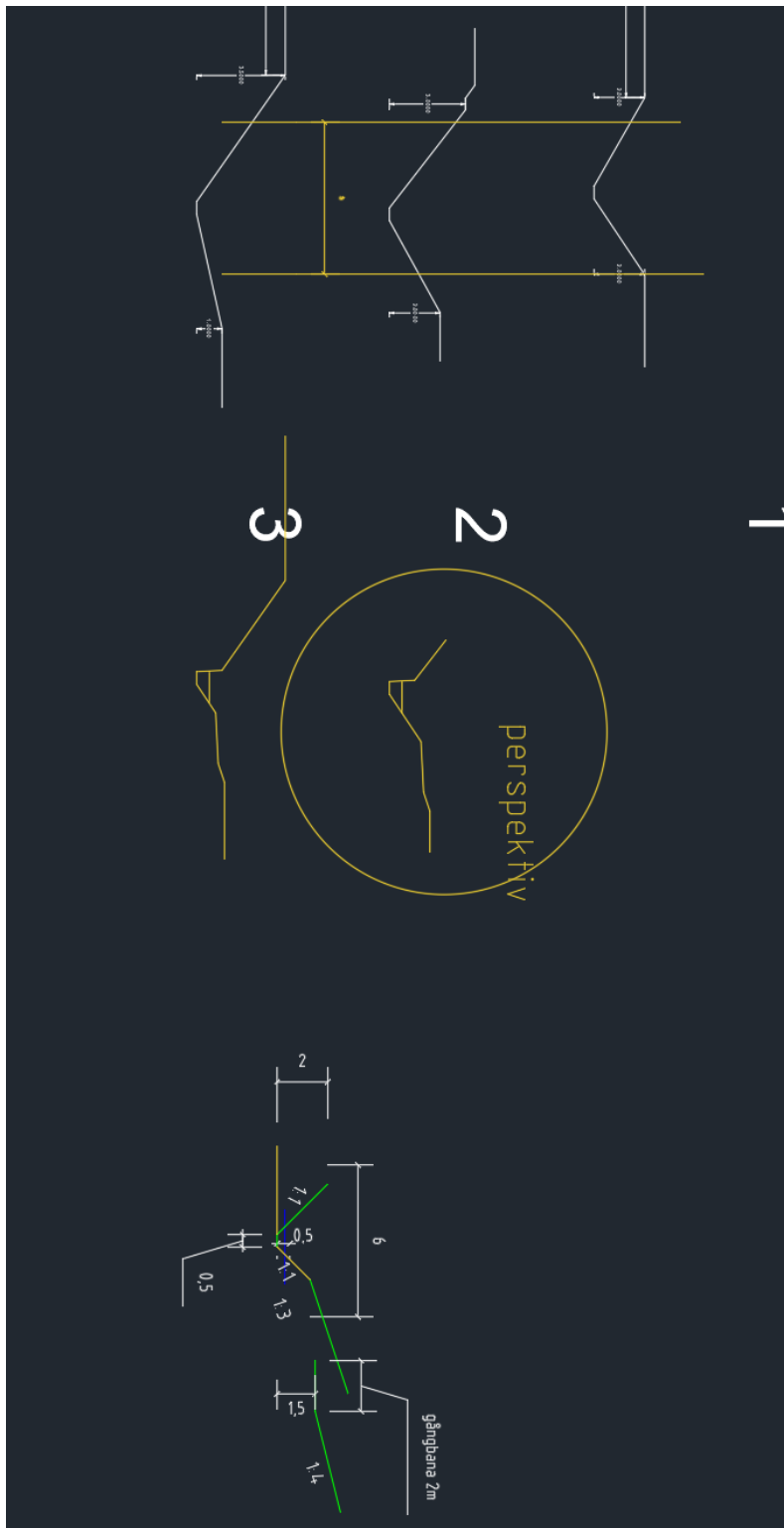
## Vedlegg 1 - Feltparametre



## Vedlegg 2 - IVF kurve

IVF-kurve for Molde – Nøisomhed, Molde, Møre Og Romsdal,  
(1974–1974, 14 ses.)Kilde: <https://klimaservicesenter.no/ivf>

| Konsentrasjonstid<br>(min) | Nøisomheten (l/s/ha) |
|----------------------------|----------------------|
| 10                         | 34                   |
| 15                         | 36                   |
| 20                         | 36.9                 |
| 30                         | 38.6                 |



# Notat

Oppdragsgiver: **Solid Dale Malo**

Oppdragsnr.: **52106774** Dokumentnr.: **02**

## Vedlegg 4 -illustrasjon

