

E39 JULBØEN – MOLDE

FV662 JULBØEN – MORDAL, GANG OG SYKKELVEG

- Fagnotat hydrologi

Oppdragsnavn **E39 Julbøen - Molde**
Prosjekt nr. **1350047552-003**
Kunde **Statens Vegvesen**
Versjon **2**
Utført av **Kristine Bergseng**
Kontrollert av **Johan Martin Tiller**
Godkjent av **Jens Fredrik Hvidsten**

Dato 9.12.2022

Revisjon	Dato	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Forklaring
-	03.11.2022	BKRI	JMT	JFH	Utsending til kunde
1	1.12.2022	BKRI	JMT	JFH	Revisjon etter tilbakemelding fra SVV
2	9.12.2022	BKRI	JMT	JFH	Revisjon etter tilbakemelding fra SVV

Rambøll
Kobbegate 2
PB 9420 Torgarden
N-7493 Trondheim

T +47 73 84 10 00
<https://no.ramboll.com>

1 Bakgrunn

I forbindelse med planlegging av ny gangvei i Mordalen skal eksisterende mulighetene for utvidelse av kulvert for Mordalselva under FV662 undersøkes. Denne rapporten vil se nærmere på følgende punkter:

- Kapasitet for dagens kulvert
- Forlengelse av eksisterende kulvert med 10 m

Vegkart (Statens vegvesen, 2022) viser en ÅDT på 3000 i 2021 for FV662. Dette notatet er en enkel skrivebordsstudie av kulverten, og Rambøll har ikke vært på befaring ved kulverten. Det er derfor besluttet å gjøre kun enkle vurderinger av kulverten, siden det er begrenset med grunnlagsdata for vurderingene.

2 Metode og krav

2.1 Krav til flomsikkerhet og klimafaktor

For en vei uten omkjøringsmuligheter blir dimensjonerende gjentaksintervall for tverrdrenering 200 år i sikkerhetsklasse V2, i henhold til krav 2.8 i N200 (Statens vegvesen, 2021). Dimensjonerende avrenning er gitt ved:

$$Q_{dim,T} = Q_T * F_k * F_u$$

Hvor variablene er:

$Q_{dim,T}$ = Dimensjonerende avrenning for returperiode T [m³/s]

Q_T = Beregnet avrenning for returperiode T [m³/s]

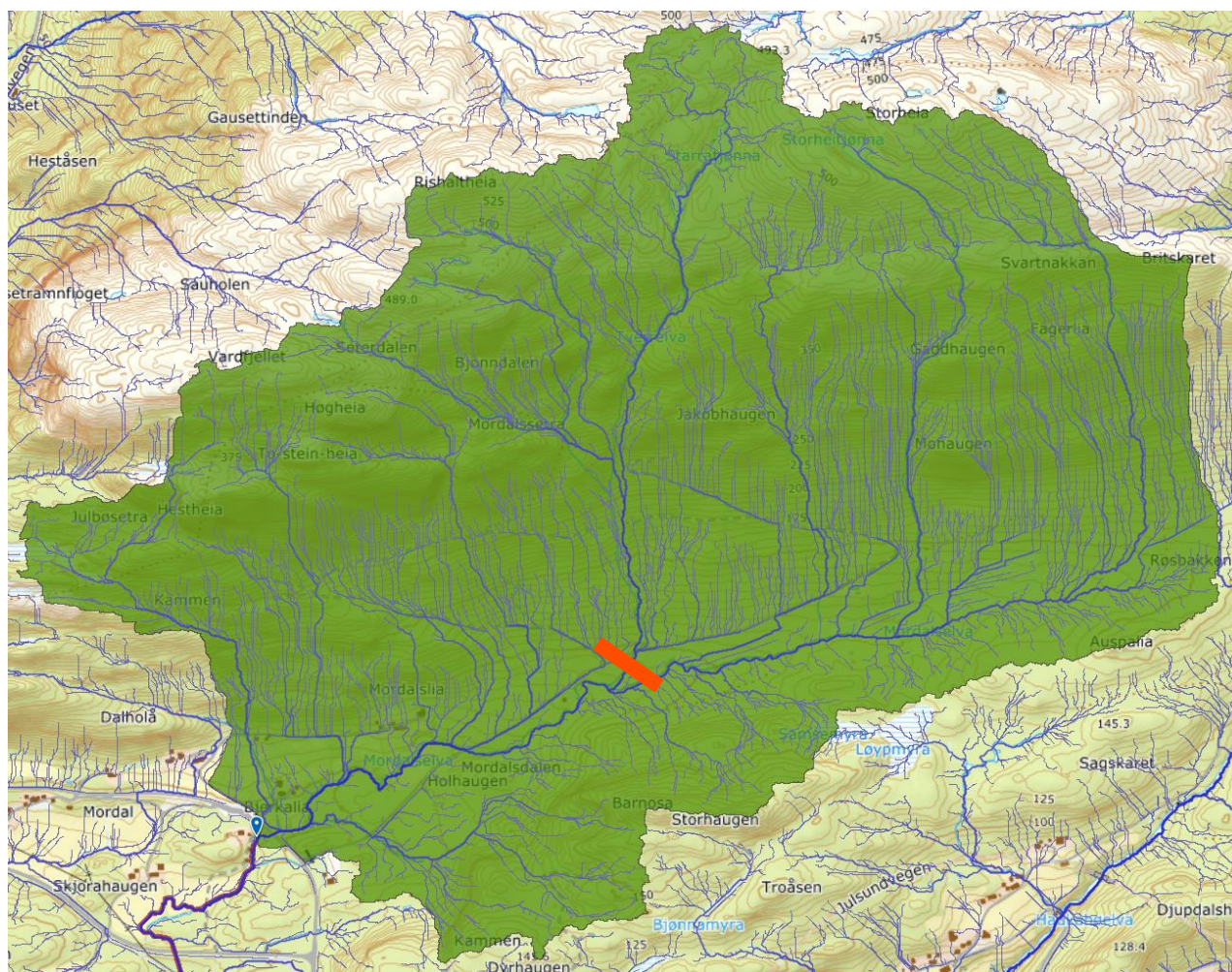
F_k = Sikkerhetsfaktor for fremtidige klimaendringer.

F_u = Sikkerhetsfaktor for usikkerhet ved beregningsmetode.

F_k er etter krav 2.17 i N200 for Møre og Romsdal 1,4, imens F_u er i henhold til krav 2.19 for sikkerhetsklasse V2 1,1.

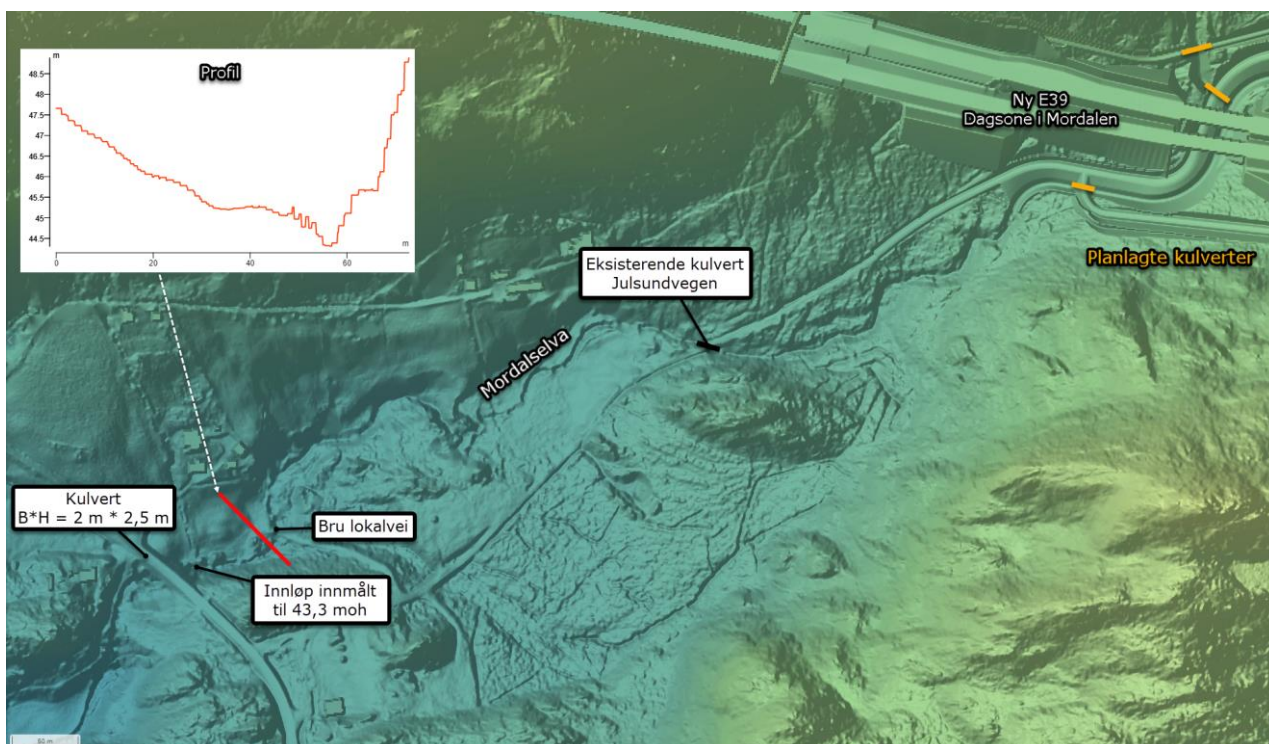
2.2 Nedbørsfelt og dimensjonerende flomverdi

SWECO har tidligere gjort flomberegninger for Mordalselva ved hjelp av «Nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt» og sammenligninger med andre flomfrekvensanalyser utført i regionen. De tidligere flomvurderingene i regionen er utført av NVE i 2003 av Moldeelva (15,7 km²) og Nåsvatn (54 km²), imens Sweco gjorde en vurdering av Vistdal (66,5 km²) i 2020. Resultatet ble en spesifikk flomverdi for 200 års gjentaksintervall på henholdsvis 2866 l/s*km² (kuliminasjonsverdi), 2054 l/s*km² (døgnmiddelsverdi) og 2072 l/s*km² (kuliminasjonsverdi) for de tre feltene. Sweco beregnet en spesifikk flom for Mordalselva på 3382 l/s*km² (kuliminasjonsverdi). Denne verdien er høyere enn funnet i andre beregninger, men dette synes rimelig på grunn av et lite areal, bratt terreng og ingen effektiv sjøprosent. Disse faktorene er til sammen med på å gi en høyere kuliminasjonsverdi. Denne flomverdien har også blitt brukt som grunnlag for de hydrauliske beregningene for ny E39 oppstrøms i Mordalen (Rambøll Norge AS, 2021).



Figur 1 viser nedbørfeltet til kulverten på FV662, som til sammen utgjør 2,8 km². Det røde feltet markerer punktet for den nye, planlagte veien. Nedbørfeltet oppstrøms ny planlagt E39 er ca 1,9 km².

Oppstrøms kulverten på FV662 planlegges ny E39, og Rambøll har sett på løsninger som gjelder kryssing av Mordalselva (Rambøll Norge AS, 2021). Dette er vist i Figur 2. Situasjonen ved FV662 vil i liten grad endres fra eksisterende situasjon til fremtidig situasjon med by E29. Nedstrøms planområdet for ny E39 er det en eksisterende kulvert gjennom Julsundsvegen. Denne er ikke innmålt eller vurdert, men kapasitet/hva som skje ved overtopping burde undersøkes videre i senere faser. Videre nedstrøms ligger en bru under en lokal tilkomstvei. Denne brua er heller ikke innmålt eller vurdert, men det er rimelig å anta at denne ikke er dimensjonert for en 200-årsflom med klimafaktor. Likevel, basert på topografien i området vil brua overtoppes ved for liten kapasitet, og vannet vil renne videre i elveløpet ned til kulverten på FV662.



Figur 2 viser en oversikt over innmålingergjort av SVV og elementer i nedbørsfeltet oppstrøms eksisterende kulvert på FV662.

2.3 Topografiske data

Statens vegvesen (SVV) har gjort skanninger i området rundt kulverten. Høyde oppstrøms kulverten er gitt til 43,3 m med et fall på 8 ‰. Nedstrøms høyde var ikke skannet på grunn av vegetasjon og signal. På grunn av dette er lengden av kulverten heller ikke målt, og lengden lagt inn i vegkart på 14 m benyttes videre. Nedstrøms høyde av kulverten estimeres derfor til 43,1 m. Dette må kvalitetssikres i en senere fase. Innmålinger gjort i regi av SVV gir en kulvert med bredde * høyde lik 2 m * 2,5 m. Dette legges til grunn for eksisterende kulvert i denne rapporten. Bilde av kulverten er gitt i Figur 3.



Figur 3 viser eksisterende kulvert under FV662. Bildet er tatt under befaring av SVV.

2.4 Vurdering av kulvertkapasitet

I kapittel 9.3.6 i SVV sin håndbok V240 er det anbefalt bruk av kulvertdimensjoneringsprogrammet HY-8 (Federal Highway Administration, 2019) Vurdering av kulvertstørrelse er derfor gjort med HY-8 (versjon 7.60) (Federal Highway Administration, 2019). Dette programmet er også praktisk for å undersøke kravet i N200 om nødvendig gjentetting av 1/3 av innløpets høyde, som er gitt i krav 2.28 i N200 (Statens vegvesen, 2021).

Eksisterende kulvert er ikke befart eller målt inn, og det er ikke tilgjengelig en god topografisk modell grunnet mye vegetasjon rundt bekkeløpet. Grunnet denne usikkerheten vurderes det at en modell i det hydrauliske modelleringsprogrammet HEC-RAS ikke er egnet i denne fasen. HY-8 er en enklere programvare enn HEC-RAS, men vurderes som en god metode i denne fasen med mye usikkerhet. Det anbefales at ved detaljering av kulvert og etter nye innmålinger at vurderingene av kulverten gjøres i HEC-RAS, for å kontrollere oppstuvningen oppstrøms kulverten.

3 Resultater

3.1 Dimensjonerende flomverdi

Ut fra den spesifikke flomverdien kan 200-årsflommen ved kulverten på Fv662 beregnes til:

$$Q_{200} = 3382 \text{ l/s} * \text{km}^2 * 2,8 \text{ km}^2 = 9470 \text{ l/s} = 9,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dette gir dimensjonerende flomverdi på

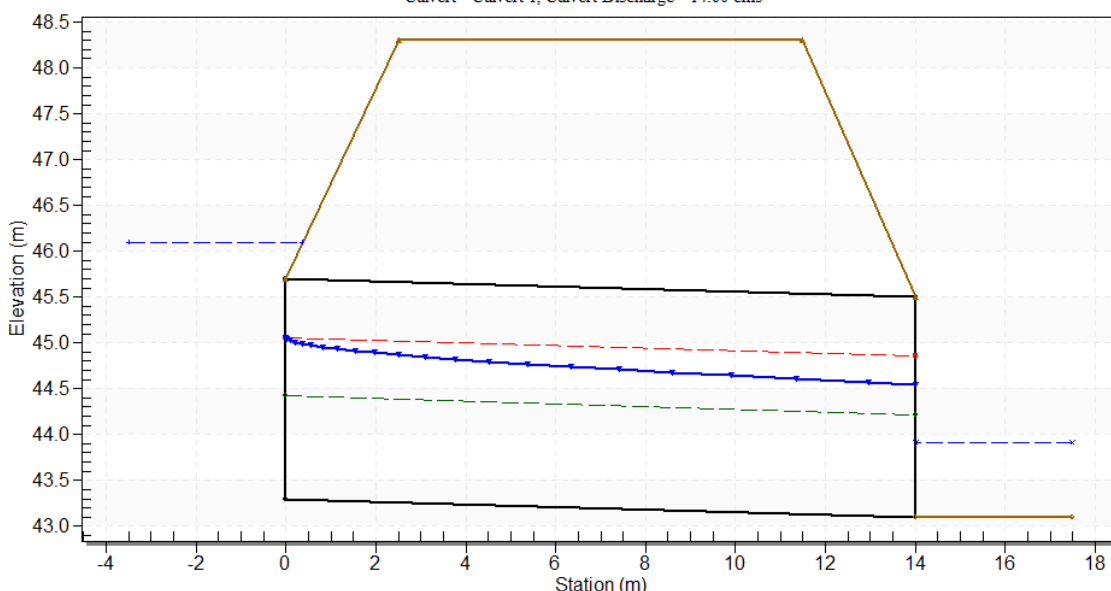
$$Q_{200,dim} = 9,5 \text{ m}^3/\text{s} * 1,4 * 1,1 = 14,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.2 Dimensjonerende kulvert

Kulverten under Fv662 er vurdert med en dimensjon på bredde * høyde lik 2 m * 2,5 m. Beregninger av kapasitet, som vist i Figur 4, viser at eksisterende kulvert ikke har tilstrekkelig kapasitet. Likevel, vil det ikke renne over vegen på grunn av oppstuvning. Vannspeilet til oppstuvningen kan ligge på opp mot 46,1 m. Kulverten er innløpskontrollert.

Crossing - Fv662 - Eks - B*H = 2m*2,5m, Design Discharge - 14.60 cms

Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 14.60 cms

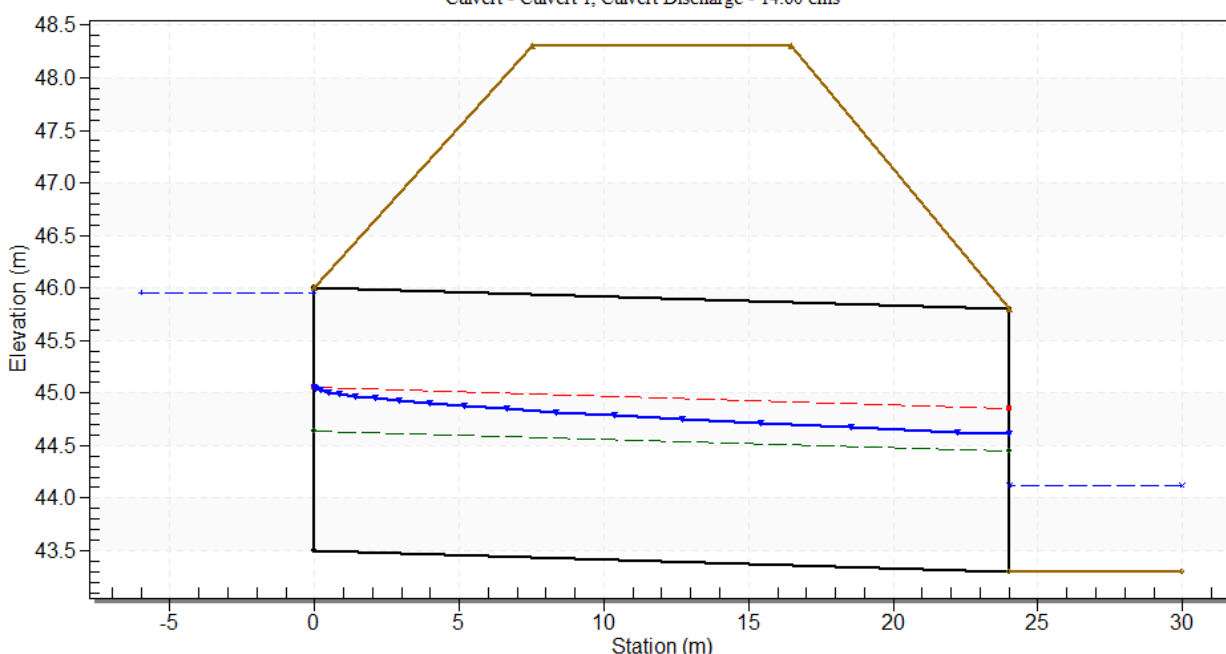


Figur 4 viser resultater for kapasitetsberegninger for eksisterende kulvert under Fv662 med lengde 14 m. Denne har dimensjon B*H = 2 m * 2,5 m.

I dette notatet blir det drøftet to løsninger for forlengelse av eksisterende kulverten for å bygge gang- og sykkelvei. Løsningene skal bevare eksisterende kulvert, samt ikke ha en dimensjon slik at utvidelsen karakteriseres som bru etter N400. Dette betyr at bredden ikke må være 2,5 m eller mer.

Ved utvidelse og forlengelse av kulverten på oppstrøms side til $B*H = 2,4 \text{ m} * 2,5 \text{ m}$ slik at total lengde blir 24 m vil kulverten ha tilstrekkelig kapasitet. Her er det ikke tatt med en gjentetting på 1/3, som er et gitt krav i N200 for å ta høyde for risiko av gjentetting av kulverten. I eksisterende kulvert er det en naturlig elvebunn. Ved å tilrettelegge for dette også i ny innløpsdel unger gang- og sykkelveg kan man anta at bunnen i kulverten pålagrer og erroderer masse naturlig, og at man dermed ikke trenger å ta høyde for dette kravet. En naturlig bunn gjennom hele elveløpet vil også være positivt for vandring av fisk og bunndyr i vassdraget. Resultatet av beregningen er vist i Figur 5, og viser en oppstuvning til rett i underkant av 46 moh. Ved å velge denne kulvertstørrelsen og gjøre tiltak for å hindre gjentetting, kan man unngå å måtte bygge en konstruksjon etter N400 (Statens vegvesen, 2022).

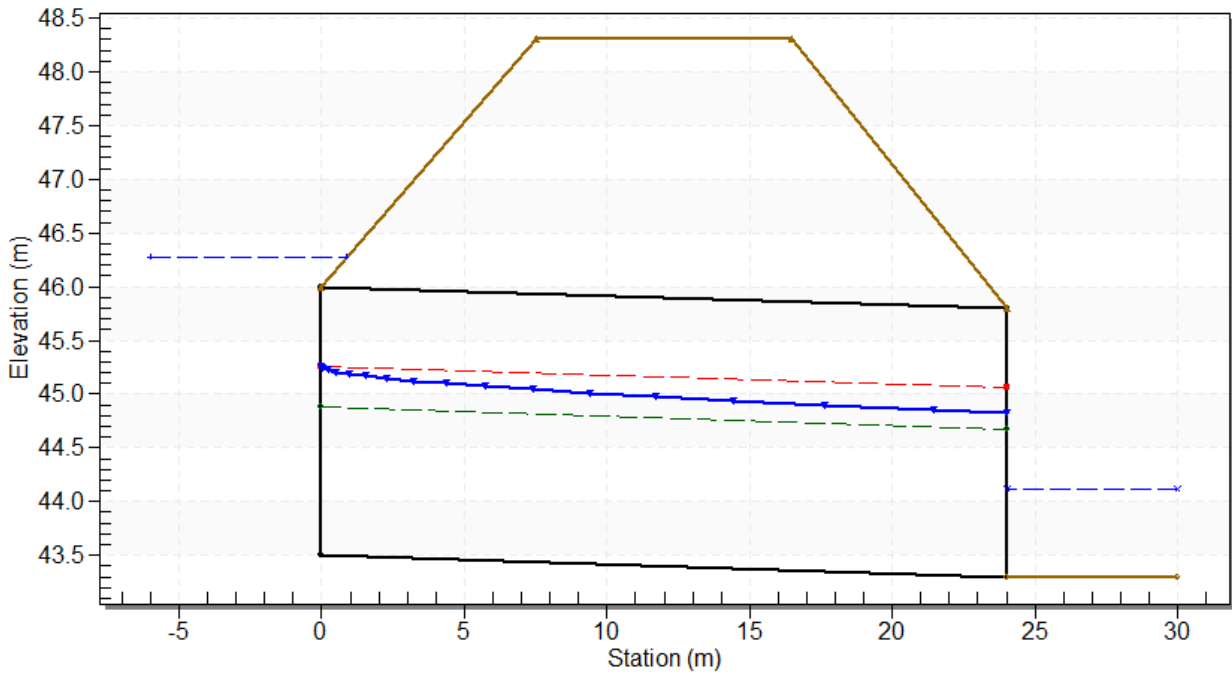
Crossing - Fv662 - Ny - $B*H=2,4*2,5$, Design Discharge - 14.60 cms
Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 14.60 cms



Figur 5 viser resultater av kapasitetsberegninger for en boks-kulvert med dimensjon 2,4 m * 2,5 m i forlengelsen oppstrøms på 10 m. Total lengde inkludert eksisterende kulvert er 24 m. Oppstrøms kote for innløpet er 43,5 m med en oppstrøms utvidelse av kulverten.

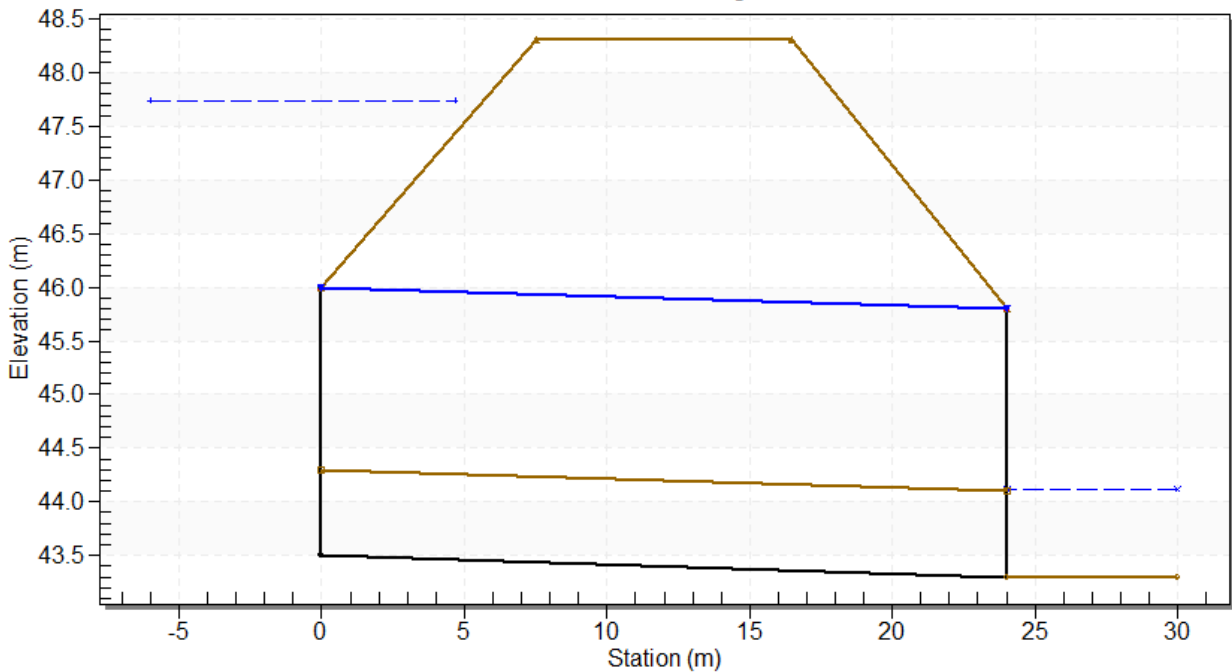
Med en forlengelse av eksisterende kulvert til 24 m med et tverrsnitt på $B*H = 2 \text{ m} * 2,5 \text{ m}$ blir det en oppstuvning opp til ca 46,3 moh. Dette er vist i Figur 6. I denne situasjonen regnes det med at det er naturlig bekkebunn gjennom kulverten, slik at det ikke vil være stor fare for gjentetting av kulverten. Denne situasjonen med forlengelse av eksisterende kulvert med samme dimensjon vil gi den største oppstuvningen av de to alternativene. Oppstuvningen med 1/3 gjentettet (0,8 m) gir en oppstuvning til 47,7 moh, og er vist i Figur 7. Med dette står vannspeilet 0,6 m under vegbanen, som er i henhold til krav 3.2-4 i N100 (Statens vegvesen, 2022).

Crossing - Fv662 - Eks - B*H = 2m*2,5m_Forlenget, Design Discharge - 14.60 cms
 Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 14.60 cms



Figur 6 viser resultatet av beregningene for en kulvert på 24 m med tverrsnitt på B*H = 2 m * 2,5 m. Det blir en oppstuvning på inntil 46,3 moh.

Crossing - Fv662 - Eks - B*H = 2m*2,5m_Forlenget_1/3 tett, Design Discharge - 14.60 cms
 Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 14.60 cms



Figur 7 viser resultatet av beregningene for en kulvert på 24 m med tverrsnitt på B*H = 2 m * 2,5 m med 1/3 gjentetting (0,8 m). Det blir en oppstuvning på inntil 47,7 moh.

Oppstrøms forlengelsen av kulverten, som ligger under gang- og sykkelveg, bygges en vingemur. I overgangen mellom ny kulvert og eksisterende kulvert bygges det en vingemur for å skjøte dem sammen. I en flomsituasjon vil det være en oppstuvning til ca kote 46,0 moh (NN2000), som vist i Figur 8, ved å velge en forlenget kulvert med dimensjon $B \cdot H = 2,4 \text{ m} \cdot 2,5 \text{ m}$. Denne løsningen gir litt lavere oppstuvning enn ved dagens situasjon på tross av at kulverten forlenges. På grunn av terrenget i område vil det skje en oppstuvning av vann ut på markene ved en flomsituasjon. Dette er ikke på grunn av dårlig kapasitet i kulverten, men på grunn av terrenget oppstrøms er lavere enn topp kulvert.



Figur 8 viser en oppstuvning oppstrøms kulverten til kote 46,0 moh. Kartet er generert fra SCALGO LIVE (SCALGO ApS, 2022).

I senere faser av prosjektet er det viktig at det gjøres en tilstandsvurdering av eksisterende kulvert, for å avklare om eksisterende kulvert vil tåle en dimensjonerende flom. I tillegg er det viktig at det dimensjoneres erosjonssikring oppstrøms kulverten for å tåle hastigheten og oppstuvningen inn mot nytt kulvertinnløp. Underbygningen på ny gang- og sykkelvei må tåle at det står vann opp mot 46 moh., ved valg av en forlengelse med dimensjon $B \cdot H = 2,4 \text{ m} \cdot 2,5 \text{ m}$, eller 46,3 moh, ved valg av en forlengelse med samme dimensjon som eksisterende, ved en dimensjonerende 200-årsflom i kortere perioder. Erosjonssikringen må prosjekteres i videre faser. Oppstuvningene som er beregnet i HY-8 er konservative, siden programmet ikke medregner at vannet renner ut på jordene ved oppstuvning.

4 Oppsummering

Statens Vegvesen planlegger ny gangvei på FV662 i Mordalen. Dimensjonerende vannføring, $Q_{200,dim}$, er beregnet til $14,6 \text{ m}^3/\text{s}$ for Mordalselva ved FV662. Under eksisterende fylkesvei er det en kulvert med antatt lengde 14 m og dimensjon $B \cdot H = 2 \text{ m} \cdot 2,5 \text{ m}$. Denne har ikke tilstrekkelig kapasitet for å ta unna denne mengden, men terrenget rundt kulverten er slik at det vil bli oppstuvning på terreng før vannspeilet har nådd topp kulvert.

Ved utbygging av gang- og sykkelvei på oppstrøms side av veien er muligheten for å forlenge den eksisterende kulverten undersøkt. Det er da sett på at forlengelsen av kulverten bygges med dimensjon

2,4 m * 2,5 m med vingemur i innløp og i overgangen mot eksisterende kulvert. En annen løsning er å forlenge eksisterende kulvert med samme dimensjon og vingemur. Begge disse løsningene vil oppstuvning oppstrøms kulverteten grunnet at terrenget ligger lavere enn toppen av kulverten. Dette vurderes som akseptabelt, bare gangveien sikres tilstrekkelig for å tåle oppstuvningen.

5 Referanser

Federal Highway Administration. (2019). *HY-8 Culvert Hydraulic Analysis Program (Version 7.60)*. U.S Department of Transportation.

Rambøll Norge AS. (2021, 12 17). *E39 Julbøen - Molde, Enkel flomvurdering i Mordalselva*.

SCALGO ApS. (2022). *SCALGO Live*. Hentet fra <https://scalgo.com/live/norway>

Statens vegvesen. (2021, Juni). *N200:2021*. Hentet fra N200 Vegbygging:
https://store.vegnorm.vegvesen.no/n200_2022

Statens vegvesen. (2022, Oktober). *N100:2022*. Hentet fra <https://store.vegnorm.vegvesen.no/n100>

Statens vegvesen. (2022, Januar). *N400:2022*. Hentet fra
https://store.vegnorm.vegvesen.no/n400_2022

Statens vegvesen. (2022). *Vegkart*. Hentet fra <https://vegkart.atlas.vegvesen.no>