

Beregnet til

Rogaland fylkeskommune

Dokument type

Hydrologisk generell utredning ift. trasevalg for ny fv. 547 mellom Åkra sør og Veakrossen.

Dato

Desember 2022

HYDROLOGISK GENERELL UTREDNING

TRASEVALG FOR NY FV. 547 ÅKRA SØR - VEA KROSSEN.

HYDROLOGISK GENERELL UTREDNING TRASEVALG FOR NY FV. 547 ÅKRA SØR - VEAKROSSEN.

Oppdragsnavn **Fv. 547 Omkjøringsvegen Åkra sør - Veakrossen**
Prosjekt nr. **1350051004**
Mottaker **Rogaland Fylkeskommune**
Dokument type **Fagnotat - Hydrologi**
Versjon **01**
Dato **12.12.2022**
Utført av **Henrik Håkonsen og Rosa Gonzalez**
Kontrollert av **Kristine Bergseng**
Godkjent av **Aleksander Markset Olsen**
Beskrivelse **Hydrologisk generell utredning for trasevalg for ny fv. 547 Åkra sør -
Veakrossen.**

Rambøll
Harbitzalléen 5
Postboks 427 Skøyen
0213 Oslo

T +47 22 51 80 00
<https://no.ramboll.com>

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	Innledning og mål	2
2.	Metode	4
2.1	Krav til flomsikkerhet og klimafaktor	4
2.2	Metode flomanalyse	5
2.3	SCALGO Live	5
3.	Flomanalyse	6
3.1	Nedbørfelt	6
3.2	Dimensjonerende flomverdi	8
4.	Dimensjonering av kulvert	9
4.1	Dimensjoneringskriterier	9
4.2	Fiskepassasje	9
4.3	Kulvertdimensjoner	9
5.	Analyse av alternativer	10
5.1	0-alternativet	11
5.2	Alternativ 1 - COWI, dagløsning	11
5.3	Alternativ 2.A - kort tunnel	12
5.4	Alternativ 2.B - lang tunnel	13
5.5	Alternativ 3.A - to korte tunneler	14
5.6	Alternativ 3.B - en lang tunnel	15
5.7	Alternativ 4 - dagløsning og/eller kulvert	16
6.	Usikkerheter	17
7.	Sammendrag og konklusjon	18
7.1	Sammenligning av alternativer	19
8.	Referanser og kilder	20
9.	Vedlegg	20

1. INNLEDNING OG MÅL

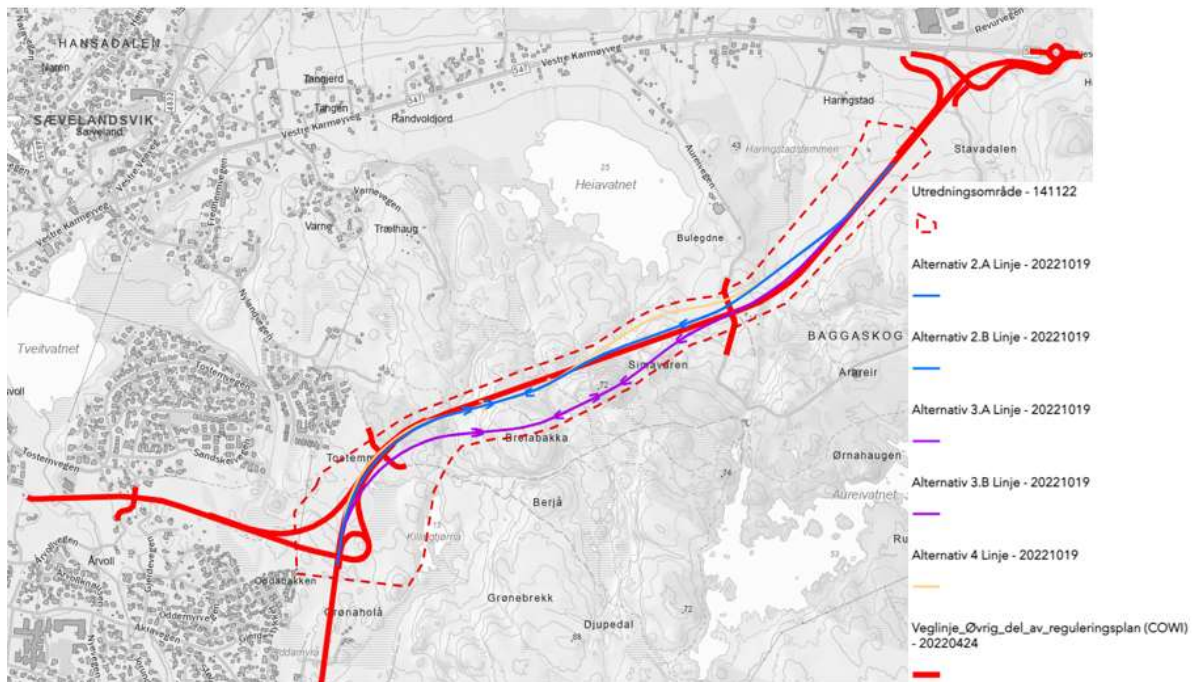
Rambøll er engasjert av Rogaland fylkeskommune for å oppdatere kunnskapsgrunnlaget til nordre del av reguleringsplanen for ny fv. 547 Omkjøringsvegen, slik at det tilfredsstiller de krav som er stilt i brev fra KMD og i innsigelsen fra Statsforvalteren. I oppdraget er det gjennomført en oppdatering og utdyping av kunnskapsgrunnlaget til reguleringsplanen slik at innsigelsen fra Statsforvalteren kan realitetsbehandles. I denne forbindelse er det gjennomført en optimalisering, siling og anbefaling av alternativer for å imøtekomme KMDs krav,

Reguleringsplan for søndre del av strekningen, inkludert to tilførselsveier mot Åkrehamn, ble vedtatt i 2019. For nordre del, mellom Killingtjørna og nytt kryss i Veakrossen, skal det gjøres en ny vurdering av aktuelle traséalternativer, og konsekvensene av disse for prissatte og ikke-prissatte konsekvenser.



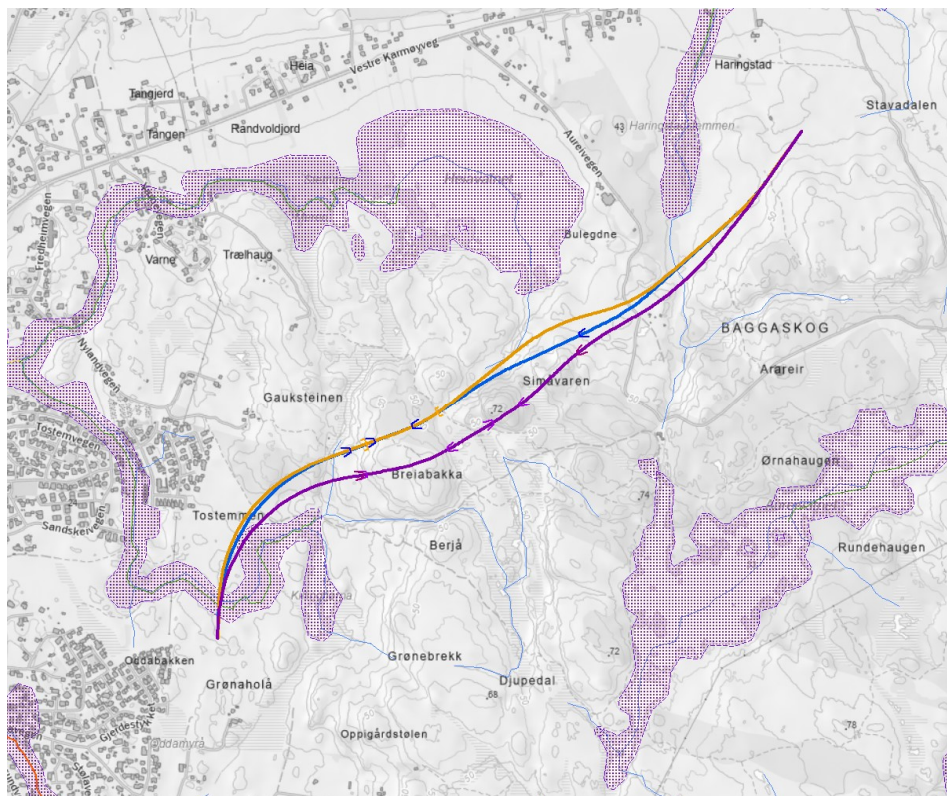
Figur 1.1. Nordre del av planområdet hvor det vurderes nye traséalternativer er markert med gult.

De ulike alternativene som skal utredes i denne rapporten vises i Figur 1.2.



Figur 1.2: Vegvalg og alternative traséer i tunnel eller dagløsning er fargekodet. Piler på linjene indikerer tunnelmunning. Rød stiptet linje viser planavgrensning for utredningsområde.

Figur 1.3 viser NVE aktsomhetskart for flom ved planområdet. Alle alternativene som skal vurderes krysser aktsomhetsområde ved Tostemmen.



Figur 1.3. NVE aktsomhetskart for flom ved planområde.

Hovedmålet med denne temarapporten er å skaffe kunnskap om hvilke virkninger det planlagte tiltaket vil kunne ha for verdier innen hydrologi.

Hovedoppgavene har vært å kartlegge nedbørfeltet til vassdrag som krysser gjeldende veistrekning. Videre er dimensjonerende flom dokumentert. Dette har blitt brukt til å dimensjonere kulvertene ved en grov og forenklet vurdering. De ulike traséalternativene vist i Figur 1.2 har blitt utredet.

Til slutt anbefales de alternativene som egner seg best ut ifra et hydrologisk perspektiv.

2. METODE

2.1 Krav til flomsikkerhet og klimafaktor

I henhold til Statens vegvesens (SVV) håndbok N200 (Statens vegvesen, 2021) skal avrenningsberegninger gjøres med påslag for å ta hensyn til fremtidige klimaendringer og usikkerhet ved beregninger. Se ligning under:

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

Hvor variablene er:

$Q_{dim,T}$ = Dimensjonerende avrenning for returperiode T [m^3/s]

Q_T = Beregnet avrenning for returperiode T [m^3/s]

F_k = Sikkerhetsfaktor for fremtidige klimaendringer.

F_u = Sikkerhetsfaktor for usikkerhet ved beregningsmetode.

Risikoaksept for flom bestemmes av valgt returperiode (gjentakintervall) og påslag for avrenningsberegninger. Etter krav 2.8 i håndbok N200 skal returperiode for flomhendelser bestemmes ut fra vegens ÅDT og omkjøringsmuligheter. Statens vegvesens håndbok N200 og vegnormal angir funksjons og kvalitetskrav for vegbygging. Gjeldende strekningen har en estimert ÅDT på ca. 12500, noe som tilsvarer sikkerhetsklasse V3 og en returperiode for flomhendelser på 200 år (Q_{200}) for tverrdrenering. Se Tabell 2.1.

Tabell 2.1. Statens vegvesen sikkerhetsklasser for veger til dimensjonerende returperiode for nedbør basert på dimensjoneringsnivå og årsgjennomsnittstrafikk.

Sikkerhetsklasse	ÅDT	Returperiode for flomhendelse			
		Med omkjøringsmulighet		Uten omkjøringsmulighet	
		Tverrdrenering	Langsgående drenering	Tverrdrenering	Langsgående drenering
V1	0 – 500	50 år	50 år	100 år	50 år
V2	500 – 4000	100 år	50 år	200 år	100 år
V3	> 4000	200 år	100 år	200 år	100 år

I henhold til Statens vegvesens håndbok N400 for bruprojektering (Statens vegvesen, 2022), skal det være klaring $\geq 0,5$ meter fra vannstand til overbygningen av bruene ved dimensjonerende vannføring med returperiode på 200 år.

Dersom nytt planområde kan påvirke flomfare for byggverk må kravene gitt i Byggteknisk forskrift (TEK 17) vedrørende sikkerhetsklasser for flom følges. TEK 17's sikkerhetsklasser for byggverk i flomutsatt område:

Sikkerhetsklasse F1 inkluderer bygninger som garasjer og lagerbygg med lite personopphold der oversvømmelse har liten konsekvens. 20-årshendelse er dimensjonerende.

Sikkerhetsklasse F2 omfatter bebyggelse med personopphold og gjelder for områder der oversvømmelse får middels konsekvens. 200-årshendelse er dimensjonerende.

Sikkerhetsklasse F3 omfatter bygg for sårbare samfunnsfunksjoner og byggverk som under flom kan forårsake stor forurensning på omgivelsene. Sikkerhetsklasse F3 gjelder områder der oversvømmelse får store konsekvenser. 1000-årshendelse er dimensjonerende.

I håndbok N200 er anbefalte klimapåslag gitt for ulike fylker og feltstørrelser.

Anbefalt klimapåslag for både små og store nedbørsfelt i Rogaland er 1,3 (30 % klimapåslag).

Tabell 2.2. Anbefalt sikkerhetsfaktor for håndtering av usikkerhet ved hydrologiske beregninger (SVV, 2021).

Sikkerhetsklasse	F_u
V1 eller F1	1.0
V2 eller F2	1.1
V3 eller F3	1.2

Dimensjonerende flom settes til:

$$Q_{\text{dim}} = Q_{200} * 1,3 * 1,2$$

2.2 Metode flomanalyse

De hydrologiske vurderingene er basert på vannrapport som ble gjennomført av Cowi i forbindelse med reguleringsplan og byggeplan for ny fv. 47 mellom Åkra sør og Veakrossen (Fagrappport vann, Cowi 2019). Det ble utført flomberegninger og hydraulisk modellering av dimensjonerende flomvannstander for dimensjonerende flom. Det ble benyttet flomfrekvensanalyser, nasjonalt formelverk, nedbør-avløpsmodell (PQRUT) og rasjonell formel for vurdering av dimensjonerende flomstørrelser. Det ble valgt en spesifikk flomvannføring på 3.430 l/s*km² for alle vassdrag bortsett fra for Skarvedne, hvor det er benyttet 3.825 l/s*km². Vannføringene er inkludert klima- og sikkerhetsfaktor.

NVEs verktøy, Nevina, har blitt brukt for å generere nedbørfelt ved krysningspunktene.

Flomindeksrapport generert i Nevina har blitt også brukt til sammenligning av flomestimer.

Flomestimer i Nevina er beregnet basert på «NIFS (kulminasjon)».

2.3 SCALGO Live

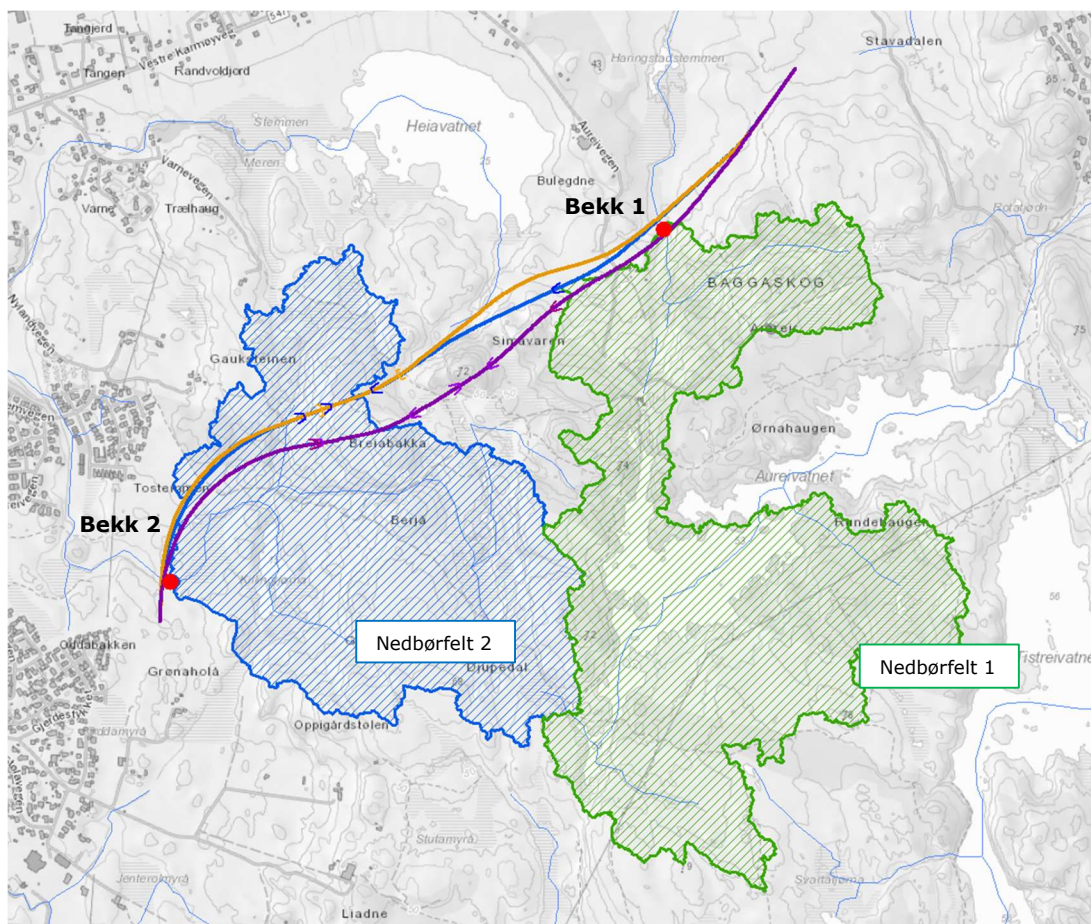
For å vurdere de ulike alternativene, har det blitt gjort avrenningsanalyser i Scalgo Live for hvert alternativ. Scalgo Live er et internettbasert GIS-verktøy som baserer seg på terrengmodellen fra NDH (Nasjonalt detaljert høydemodell) med gridceller på 1 x 1 m. Verktøyet kan blant annet beregne nedslagsfelt, avrennings-/flomveier og høydeforskjeller. I tillegg kan man legge inn egne GIS-filer og editere/redigere terrenget, for så å gjøre nye beregninger etter tiltak.

3. FLOMANALYSE

3.1 Nedbørfelt

Planområdet er lokalisert på Karmøy. Strekingen som skal utredes er planlagt rett sør for eksisterende vei, mellom Heiavatnet og Aureivatnet.

Det er to bekker som krysser den planlagte strekingen. Nedbørfelt for bekk 1 og bekk 2 er generert i Scalgo Live og er beskrevet under.



Figur 3.1: Oversikt over veillinjene og nedbørfeltene til hovedvassdragene. De røde punktene viser hvor nedbørfeltene har blitt generert.

Nedbørfelt 1

Vassdragets nedbørfelt er beregnet ved krysningspunktet med den planlagte veien. Nedbørfeltet er beregnet til ca 0,90 km².

Feltet er dominert av åpen fastmark (42%), skog (38%), ferskvann (14%) og myr (5%).

Middelavrenningen er 37,6 l/s*km².

Dette vassdraget er fiskeførende med både sjørret og ål, jf. fagrapport om naturmangfold avsnitt 5.2.5, og det må legges til rette for fiskevandring gjennom kulvert.

Nedbørfelt 2

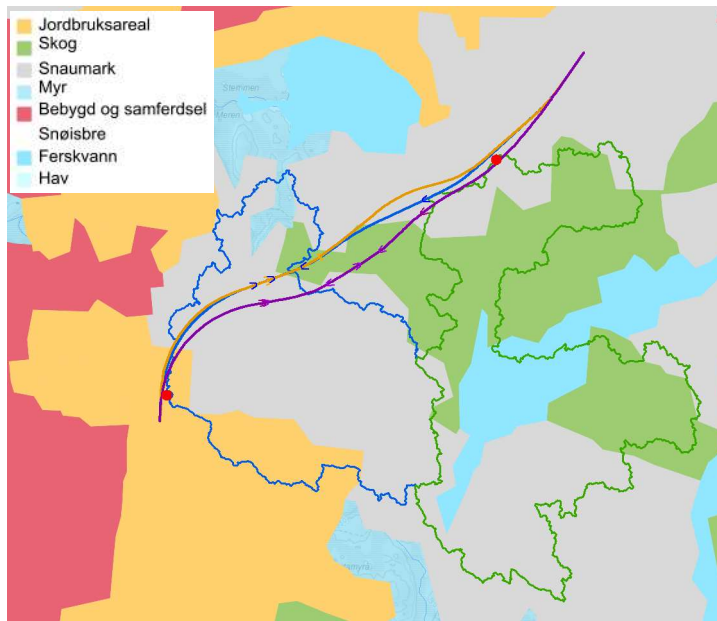
Vassdragets nedbørfelt er beregnet ved krysningspunktet med den planlagte veien.

Alle veialternativene vil fungere som avskjærende for dagens nedbørfelt 2. Nedbørfeltet som går under veien blir mindre. Nedbørfeltet er beregnet til ca 0,76 km². Feltet består av åpen fastmark

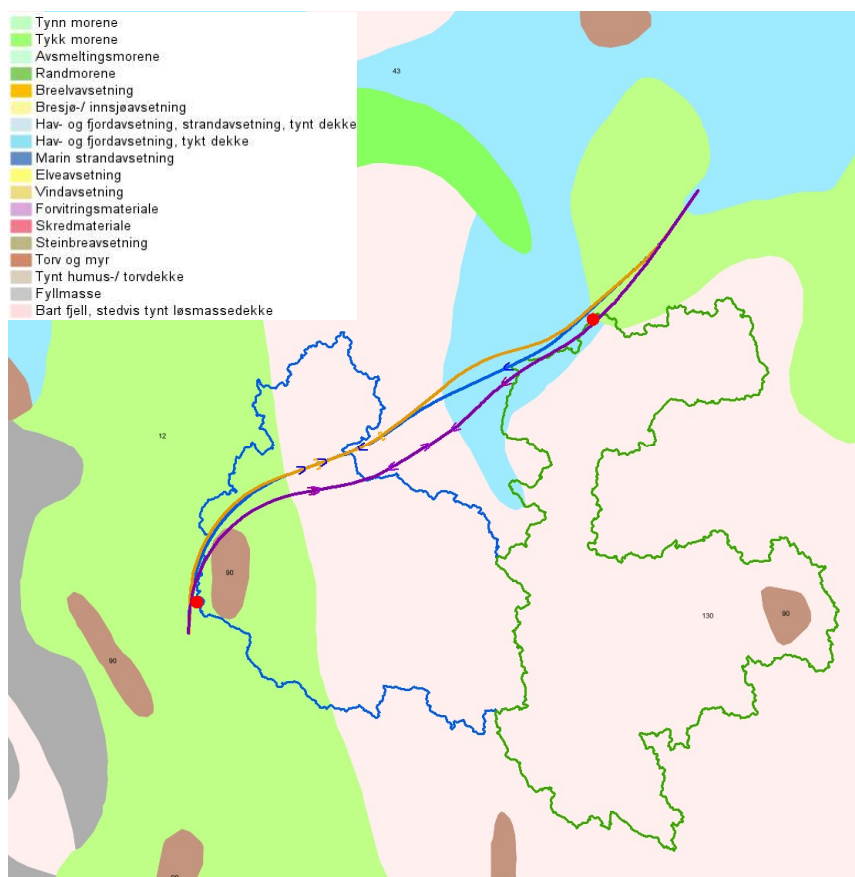
(52%), jordbruk (26%), myr (13%), skog (6%) og ferskvann (2%). Middelavrenningen er 37,7 l/s*km².

Denne bekken er registrert som potensielt fiskeførende, jf. fagrapport om naturmangfold avsnitt 5.2.5. Det må utføres tiltak som opprettholder fiskenes vandringsmuligheter gjennom kulvert.

Figur 3.2 viser avrenningsfelt og arealtyper fra NIBIO (Norsk institutt for bio-økonomi), mens Figur 3.3 viser avrenningsfelt og løsmassetyper fra NGU (Norges geologiske undersøkelse).



Figur 3.2. Nedbørfelt (blå og grønn strek), alternativene for veistrekke og arealtyper fra NIBIO (NIBIO, 2022).



Figur 3.3. Nedbørfelt (blå og grønn strek), alternativene for veistrekket og løsmassekart (WMS).

3.2 Dimensjonerende flomverdi

Nedbørfelt generert i Nevina for bekk 1 tilsvarer ikke nedbørfeltet som er generert i Scalgo og som vises i denne rapporten.

Nedbørfeltet for bekk 1 generert i Nevina har et areal på 0,3 km², imens nedbørfeltet generert i Scalgo har en størrelse på 0,9 km².

Generering av nedbørfelt er mer nøyaktig i Scalgo enn i Nevina og derfor er det rimelig å benytte feltstørrelsen fra Scalgo.

Dimensjonerende flomverdier basert på flomindeksrapporten generert i Nevina og dimensjonerende flomverdier basert på spesifikk flomverdi som ble beregnet av Cowi blir sammenlignet under:

Q_{DIM} basert på NEVINA flomindeksrapport:

$$Q_{DIM_bekk\ 1} = Q_{200} * 1,3 * 1,2 = 0,9 * 1,3 * 1,2 = 1,4 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$Q_{DIM_bekk\ 2} = Q_{200} * 1,3 * 1,2 = 2 * 1,3 * 1,2 = 3,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

Disse verdiene er basert på nedbørfeltareal generert i Nevina. Disse verdiene er ikke kvalitetssikret og kan ikke brukes direkte. Her brukes de kun til sammenligning.

Q_{DIM} basert på Fagrapport Vann gjennomført av COWI ifm. detaljregulering i 2019:

Cowi valgte en spesifikk flomvannføring på 3430 l/s*km² for gjeldende vassdrag, inkludert klima- og sikkerhetsfaktor.

$$Q_{DIM_bekk\ 1} = 3430 \text{ l/s*km}^2 * 0,90 \text{ km}^2 = \mathbf{3,1 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$Q_{DIM_bekk\ 2} = 3430 \text{ l/s*km}^2 * 0,76 \text{ km}^2 = \mathbf{2,6 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Disse verdiene er basert på flomfleksjonsanalyse gjennomført av Cowi og feltareal beregnet i Scalgo. De skal brukes videre for å gjennomføre en grov vurdering for nødvendige kulvertdimensjoner.

4. DIMENSJONERING AV KULVERT

4.1 Dimensjoneringskriterier

I henhold til N200 (Statens vegvesen, 2021) er stikkrenner og kulverter vanngjennomløp på tvers av vegen med diameter opptil 2,5 m. Ved større dimensjoner defineres vanngjennomløpet som bru og omhandles av N400 Bruprosjektering. For veger og gater skal kulverter ha en minimumsdimensjon på 600 mm.

I henhold til Krav 2.28 i N200 skal kulverten ha kapasitet til å gjennomføre dimensjonerende vannføring når tverrsnittet på kulverten er nedslammet eller gjentettet til 1/3 av innløpets høyde.

4.2 Fiskepassasje

Bekk 1 er registrert som fiskeførende og bekk 2 er registrert som potensielt fiskeførende.

For å ivareta fiskevandring må det være et lag med bunnsubstrat i kulverten. Bunn av kulverten må legges lavere enn bekkebunn, slik at røret kan bli fylt opp i bunn med et lag elvegrus for å tilfredsstille krav om utforming av kulverter som fungerer som fiskepassasje. Tykkelsen på dette elvegruslaget må være motstandsdyktig mot flom (Direktoratet for naturforvaltning, 2002). Dette bunnlaget settes til 60 cm for å være motstandsdyktig mot flom og endringer i bekkeløp.

Etter N200 (Statens vegvesen, 2021) skal det ved beregning antas at tverrsnittet er gjentettet til 1/3 av innløpets høyde. Kulverter som er fiskeførende dimensjoneres med hensyn til gjentettingen på 60 cm. Substratet i kulverten blir en del av elvebunnen, og det antas at denne gjentetting på 60 cm vil være tilstrekkelig.

Utforming av bunnsubstrat i kulvert og vurdering av etablering av terskler må sees på nærmere i detaljeringsfasen for å tilfredsstille minimum tillat vann dybde og vannhastighet for aktuelle arter, i henhold til N200 (Statens vegvesen, 2021).

4.3 Kulvertdimensjoner

Kulverter for bekk 1 og bekk 2 er vurdert med programmet HY-8 (Federal Highway Administration, 2022). Høyder og helninger er funnet ved hjelp av SCALGO.

Begge bekker er fiskeførende. Etablering av elvegrusslag på 60 cm i bunn av kulvert har blitt tatt med i beregningene for kulvertdimensjonering.

Basert på overstående, kan en første tilnærming for kulvertdimensjoner angis:

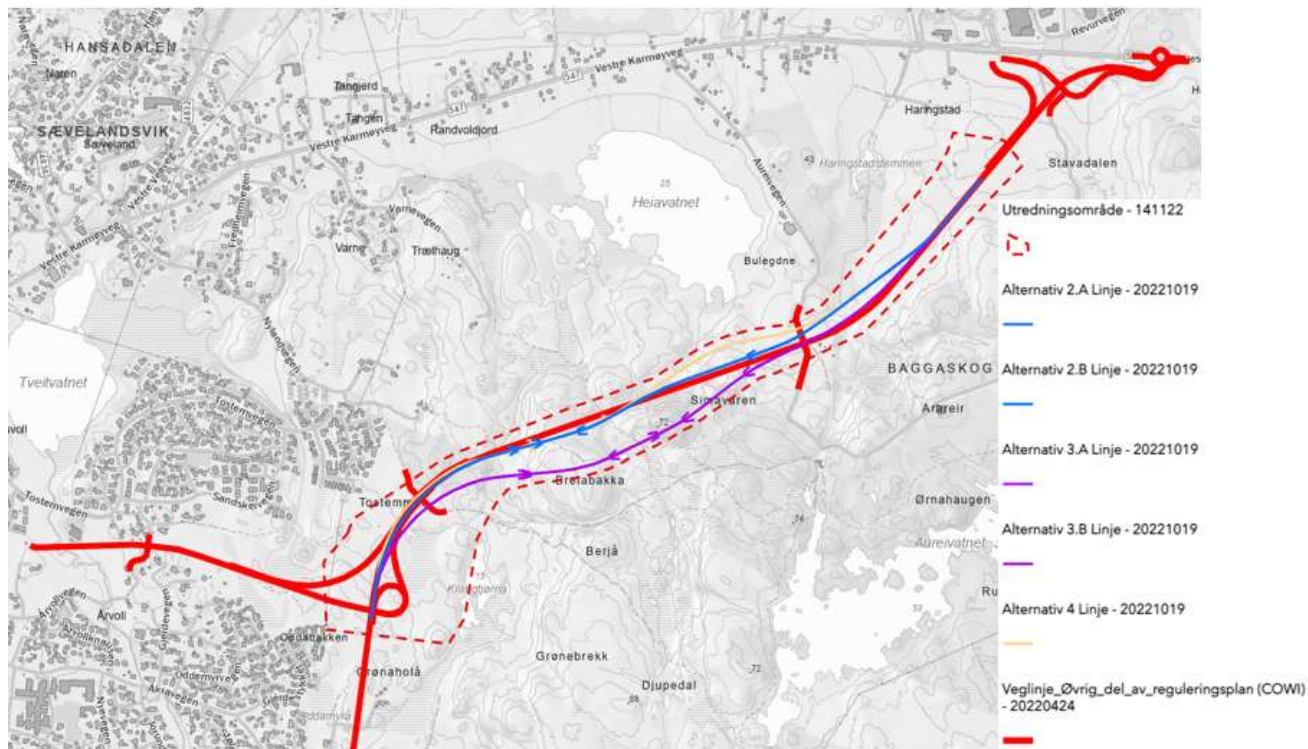
- Kulvert for bekk 1. Foreløpig beregnet diameter: 2000 mm.
- Kulvert for bekk 2. Foreløpig beregnet diameter: 2000 mm.

Beregninger for kulvertdimensjoner vises i Vedlegg 2.

Kulverter som vurderes for bekk 1 og bekk 2 er vist med rød ring i figurer i kapittel 5.

5. ANALYSE AV ALTERNATIVER

Det skal utredes 5 alternativer.



Figur 5.1: Vegvalg og alternative traséer i tunnel eller dagløsning er fargekodet. Piler på linjene indikerer tunnelmunning. Rød stiptet linje viser planavgrensning for utredningsområde.

Alternativ 1, er COWI sin dagløsning fra reguleringsplanen. Alternativ 2 følger én horisontaltrasé, og har to ulike tunnelalternativer, henholdsvis 2.A og 2.B. Det samme gjelder alternativ 3, som følger en annen horisontaltrasé enn 2, og har to tunnelalternativ 3.A og 3.B. Alternativ 4 har kun ett alternativ med miljøttunnel.

En avrenningsanalyse er gjennomført i Scalgo Live for hver alternativ for å identifisere kryssende vannveier. Formålet med denne analysen er å kartlegge plasseringen av stikkrenner/kulverter som er nødvendige for å opprettholde naturlig strømningsmønster og vannbalansen etter etablering av vegkonstruksjonen.

Konsekvensene ved et tiltak framkommer ved å måle/sammenligne forventet tilstand etter at tiltaket er gjennomført, mot forventet tilstand uten at tiltaket realiseres.

En avrenningsanalyse har blitt gjennomført i SCALGO Live for hvert alternativ. Nødvendige stikkrenner/kulverter langs veigeometrien har blitt modellert med det formål at avrenningslinjene etter tiltak blir mest mulig like eksisterende situasjon.

Mulige løsninger for etablering av kulvert ved kryssing av de to hovedbekkene vurderes i hvert alternativ.

Begge kulverter må utformes som fiskepassasje.

Nedbørfeltstørrelse ved krysningspunktene for mindre vannveier er under 0,12 km². Dimensjoner av mindre stikkrenner er ikke vurdert i denne fasen. Videre følger beskrivelsen og utredningen av de ulike alternativene.

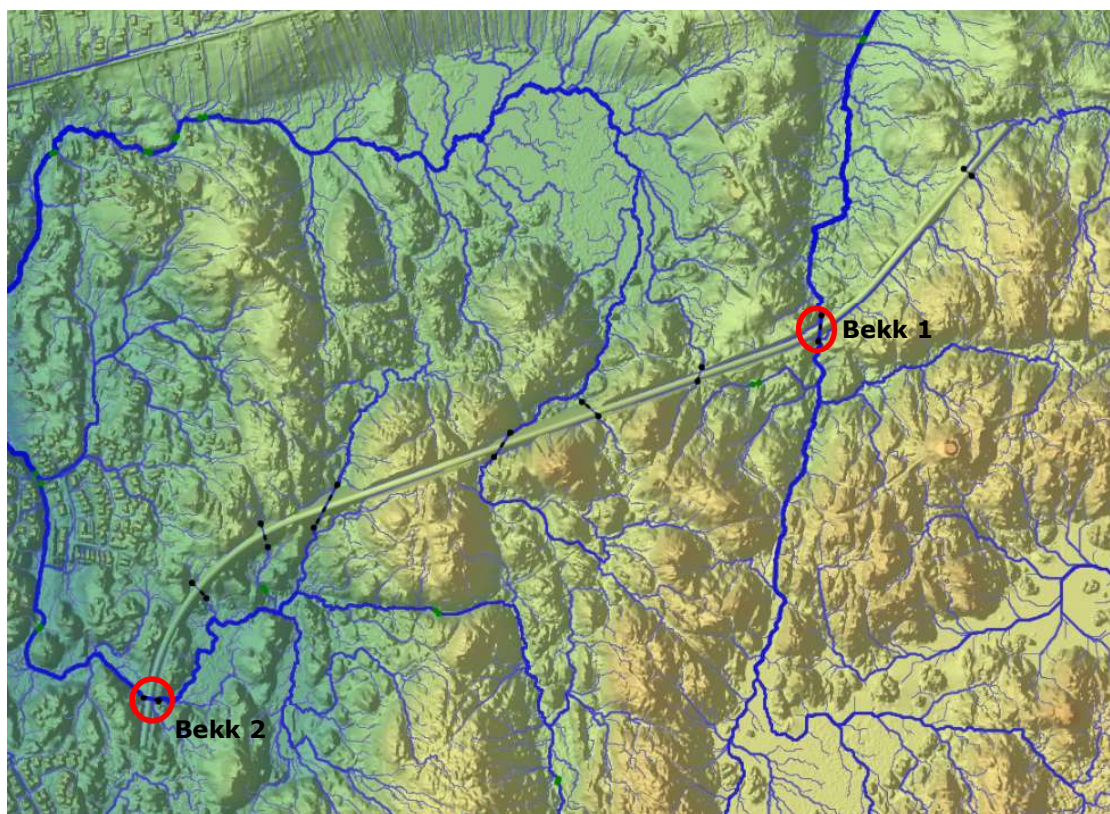
5.1 0-alternativet

I denne utredningen består 0-alternativet av eksisterende fylkesvei 547 mellom Ådlandskrysset i sør og Veakrossen i nord, men med vanlig vedlikehold slik at funksjon og tilbud opprettholdes som i dag. Her skal konsekvenser av at planlagte tiltak ikke blir gjennomført vurderes. 0-alternativet er sammenligningsgrunnlag for de utredede alternativene og representerer dagens situasjon i planområdet. I tillegg medregnes den utviklingen som forventes fremover i planområdet i hele analyseperioden uten at det gjennomføres tiltak.

5.2 Alternativ 1 - COWI, dagløsning

Alternativ 1 er linjen fra den opprinnelige reguleringsplanen. Fra Killingtjørn-krysset, inn mot Breiabakka ligger vegen i en 450m kurve, med 5% stigning. Her ligger vegen hovedsakelig på fylling, før den går over i tosidig skjæring gjennom Breiabakka, her er fjellskjæringene ca. 8m på det høyeste. Videre fortsetter vegen i en rett strekning, vekselvis på fylling opp til 10m, og i skjæring opp til 12m, forbi Kjærfjellet. Her ligger vegen i slak helning mot Aureivegen. Fra Aureivegen svinger vegen nordover mot Veakrossen. Her ligger på terreng med slak stigning/helning, 2%, med mindre skjæring og fylling. Dette forslaget er en ren dagløsning, som vil si at det ikke er noen form for tunnel på strekningen.

Avrenningsanalyse for alternativ 1 med modellerte stikkrenner/kulverter for å opprettholde de naturlige avrenningsmønstrene i planområdet vises i Figur 5.2.



Figur 5.2. Avrenningsanalyse for alternativ 1. De svarte strekkene visualiserer plassering av stikkrenner/kulvert som har blitt modellert i SCALGO Live for at avrenningslinjene blir mest mulig lik eksisterende situasjon. Plassering av kulvert for bekk 1 og bekk 2 vises med rød ring.

Høydeforskjellen mellom bekkeløpet og planlagt veioverflate ved krysningspunkt har blitt målt ved hjelp av Scalgo Live. For dette alternativet ble det målt til ca. 3,8 m for bekk 1 og ca. 1,6 m for bekk 2.

Etablering av 2m diameter kulvert ved kryssing av bekk 2 er ikke mulig pga. for lite overdekning.

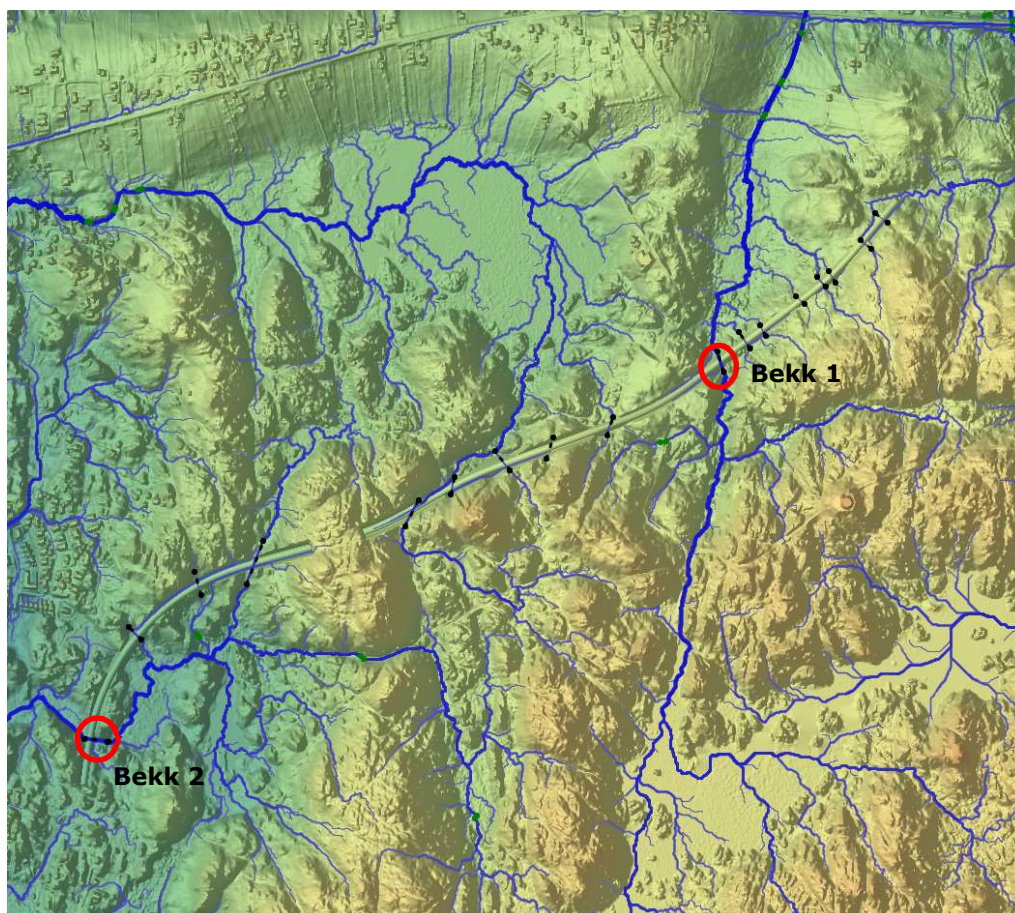
Hvis høyden i veilinjene ikke kan justeres i en senere fase bør en løsning med bokskulvert vurderes.

Andre alternativer for bekk 2 er vurdert med programmet HY-8 og etablering av bokskulvert anbefales for denne kryssingen. Anbefalte dimensjoner på kulverten er 1,2 m høy og 3,5 m bred. Beregningene for bokskulvert vises i Vedlegg 2.

5.3 Alternativ 2.A - kort tunnel

Alternativ 2.A følger en horisontaltrase som ligner alternativ 1, men har en fjelltunnel på rundt 110 m (inkluderer ikke portaler). Vegen svinger fra Killingtjørn mot Breiabakka med en slak stigning på 2 %. Her ligger vegen på terreng før den går over i skjæring inn mot tunnelen. Videre går vegen i tunnel med en lengde på 110 m, under Breiabakka. Forbi Kjærfjellet går vegen i slak kurve for å unngå store skjæringer. Her ligger vegen delvis i fylling og skjæring med slakt lengdefall på 1,5%, før den går over i tosidig fjellskjæring på opptil 5m. Forbi Aureivegen ligger vegen i jordskjæring, før den går over delvis fylling og skjæring mot Veakrossen. Her har vegen et lengdefall på inntil 2%.

Avrenningsanalyse for alternativ 2.A med modellerte stikkrenner/kulverter for å opprettholde de naturlige avrenningsmønstrene i planområdet vises i Figur 5.3.



Figur 5.3. Avrenningsanalyse for alternativ 2.A. De svarte strekkene visualiserer plassering av stikkrenner/kulvert som har blitt modellert i SCALGO Live for at avrenningslinjene blir mest mulig lik eksisterende situasjon. Plassering av kulvert for bekk 1 og bekk 2 vises med rød ring.

Høydeforskjellen mellom bekkeløpet og planlagt veioverflate ved krysningspunkt har blitt målt ved hjelp av Scalgo Live. For dette alternativet ble det målt til ca. 4,2 m for bekk 1 og ca. 2 m for bekk 2.

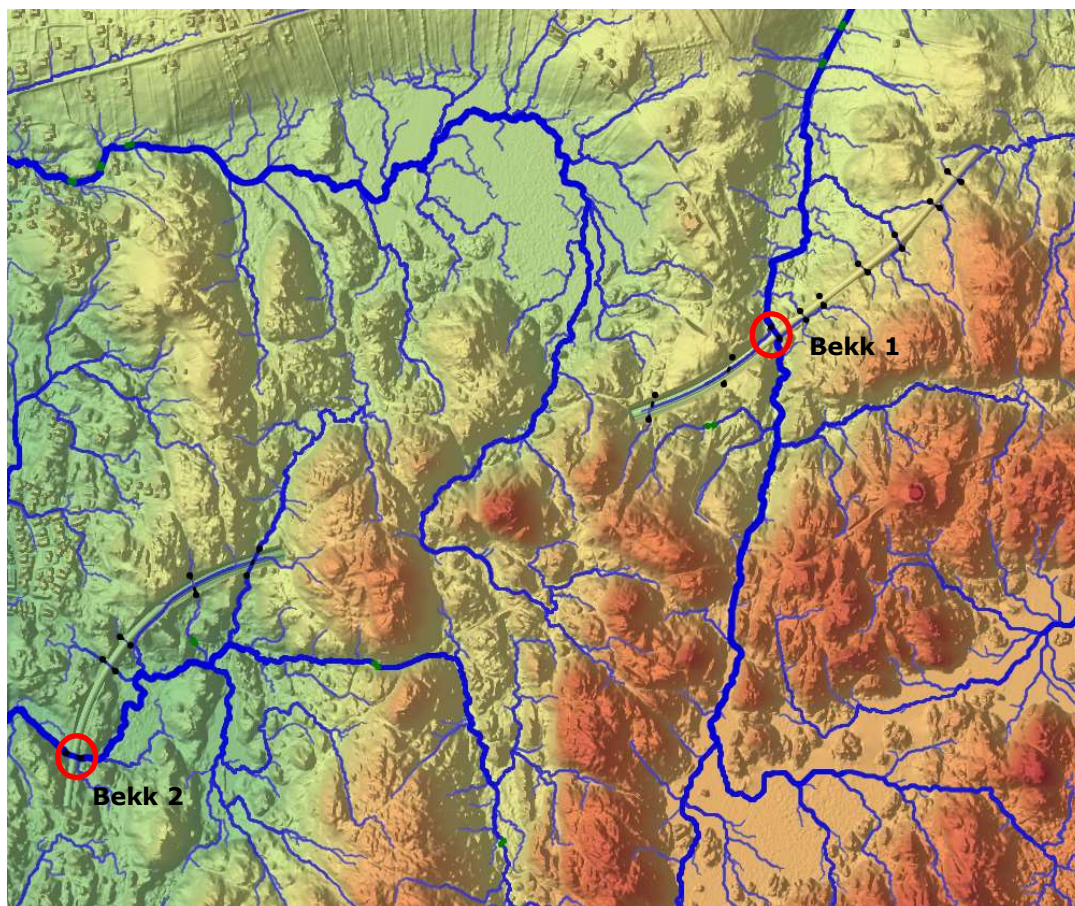
Etablering av 2m diameter kulvert ved kryssing av bekk 2 er ikke mulig pga. for lite overdekning. Hvis høyden i veilinjene ikke kan justeres i en senere fase bør en løsning med bokskulvert vurderes.

Andre alternativer for bekk 2 er vurdert med programmet HY-8 og etablering av bokskulvert anbefales for denne kryssingen. Anbefalte dimensjoner på kulverten er 1,5 m høy og 3 m bred. Beregningene for bokskulvert vises i Vedlegg 2.

5.4 Alternativ 2.B - lang tunnel

Alternativ 2.B følger samme horisontaltrase som alternativ 2.A, men har en lenger tunnel. Tunnelen strekker seg under både Breiabakka og Kjærfjellet, og er 680m (inkluderer ikke portaler). Fra Killingtjørna ligger vegen omtrent på terreng, med mindre skjæringer. De tosidige fjellskjæringene øker inn mot tunnelåpningen ved Breiabakka. Tunnelen strekker seg under Kjærfjellet og går over til veg i dagen ved jordet ved Aureivegen. På grunn av overdekning i tunnelen ligger vegen dypt i terrenget ved tunnelåpningen. Derfor ligger vegen i tosidig skjæring inntil gjennom jordet ved Aureivegen. Videre svinger vegen opp mot Veakrossen, hvor vegen ligger omtrent på terreng, med mindre fylling og skjæring.

Avrenningsanalyse for alternativ 2.B med modellerte stikkrenner/kulverter for å opprettholde de naturlige avrenningsmønstrene i planområdet vises i Figur 5.4.



Figur 5.4. Avrenningsanalyse for alternativ 2.B. De svarte strekkene visualiserer plassering av stikkrenner/kulvert som har blitt modellert i SCALGO Live for at avrenningslinjene blir mest mulig lik eksisterende situasjon. Plassering av kulvert for bekk 1 og bekk 2 vises med rød ring.

Høydeforskjellen mellom bekkeløpet og planlagt veioverflate ved krysningspunkt har blitt

målt ved hjelp av Scalgo Live. For dette alternativet ble det målt til ca. 1,9 m for bekk 1 og ca. 2 m for bekk 2.

Etablering av 2m diameter kulvert er ikke mulig ved kryssing av de to bekkene pga. for lite overdekning.

Hvis høyden i veillinjen ikke kan justeres i en senere fase bør en løsning med bokskulvert vurderes.

Bokskulvert for begge kryssinger er vurdert til dette alternativet med programmet HY-8 og det anbefales:

- Etablering av bokskulvert for kryssing av bekk 1. Anbefalte dimensjoner: 1,2 m høy og 4 m bred.
- Etablering av bokskulvert for kryssing av bekk 2. Anbefalte dimensjoner: 1,5 m høy og 3 m bred.

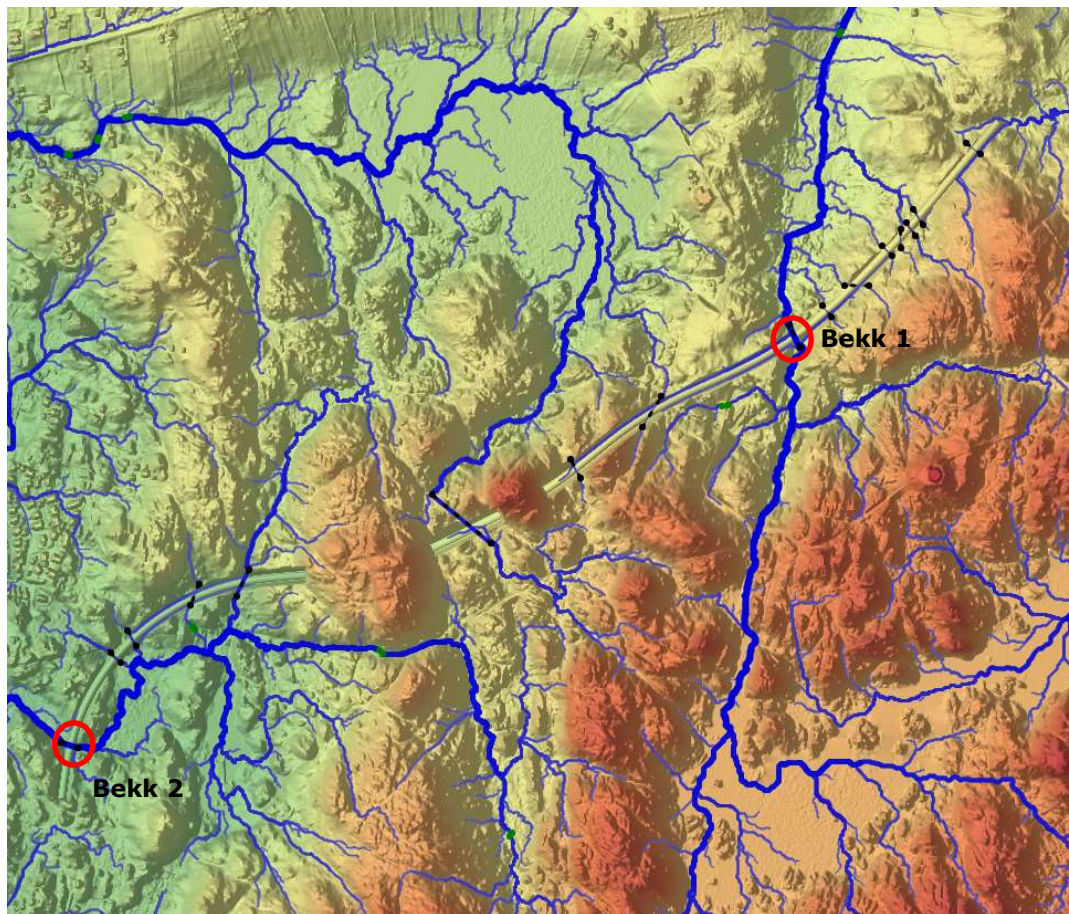
Beregningene for bokskulvert vises i Vedlegg 2.

I dette alternativet er det planlagt lavbrekk i tunnelen. Det må etableres avskjærende løsninger for å unngå at overvann renner inn. Når det gjelder håndtering av tunnelvaskevann bør pumpeløsninger etableres i tunnelen.

5.5 Alternativ 3.A - to korte tunneler

Alternativ 3.A og 3.B følger samme horisontaltrase, men med ulike tunnelløsninger. I alternativ 3.A svinger vegen østover fra Killingtjørna mot Breiabakka, med minimumskurvatur ($R=400\text{m}$). Her ligger vegen omtrent på terreng med mindre skjæringer, og svak stigning (0,5%) inn mot Breiabakka. Vegen går så i tunnel under Breiabakka, hvor stigningen øker til maksimum mot Kjærfjellet (5%). Vegen ligger dypt i terrenget også i området mellom Breiabakka og Kjærfjellet, men overdekningen er ikke tilstrekkelig til å gå i tunnel. Derfor er dette en strekning som egner seg for miljøtunnel. Alternativ 3.A er dermed en løsning som kombinerer tunnel og miljøtunnel, med en total lengde på omtrent 460m (portaler ikke inkludert). Tunnelen består da av 230m tunnel under Breiabakka, 143m miljøtunnel mellom Breiabakka og Kjærfjellet, og 87m tunnel under Kjærfjellet. Videre fortsetter vegen i dagen, med varierende tosidige skjæringer på opptil 20m, i omtrent 200m etter tunnelåpningen. Videre mot Veakrossen ligger vegen omtrent på terreng med mindre skjæringer, i samme område har vegen slak stigning/helning på opp mot 2%.

Avrenningsanalyse for alternativ 3.A med modellerte stikkrenner/kulverter for å opprettholde de naturlige avrenningsmønstrene i planområdet vises i Figur 5.5.



Figur 5.5. Avrenningsanalyse for alternativ 3.A. De svarte strekkene visualiserer plassering av stikkrenner/kulvert som har blitt modellert i SCALGO Live for at avrenningslinjene blir mest mulig lik eksisterende situasjon. Plassering av kulvert for bekk 1 og bekk 2 vises med rød ring.

Tilgjengelig høyde mellom vassdraget og planlagt vei er målt ved hjelp av Scalgo Live. For dette alternativet ble det målt til ca. 4,1 m for bekk 1 og ca. 2,1 m for bekk 2.

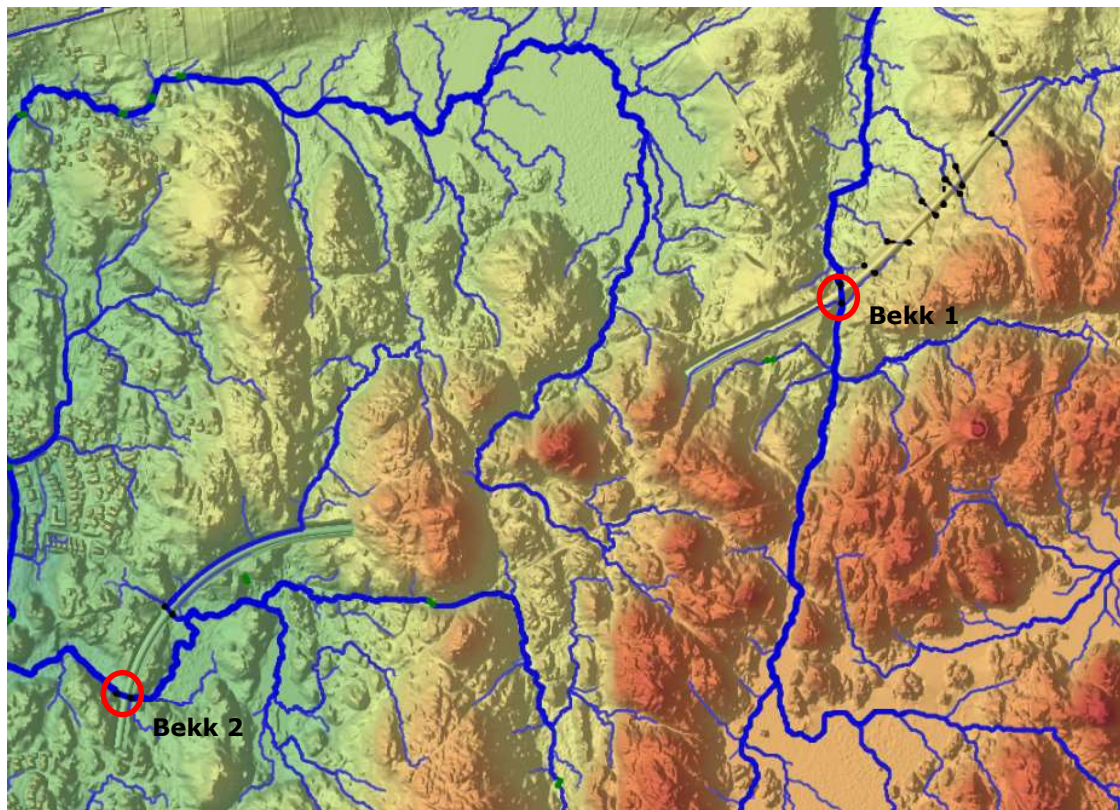
Etablering av 2m diameter kulvert ved kryssing av bekk 2 er ikke mulig pga. for lite overdekning. Hvis høyden i veilinjene ikke kan justeres i en senere fase bør en løsning med bokskulvert vurderes.

Andre alternativer for bekk 2 er vurdert med programmet HY-8 og etablering av bokskulvert anbefales for denne kryssingen. Anbefalte dimensjoner på kulverten er 1,5 m høy og 3 m bred. Beregningene for bokskulvert vises i Vedlegg 2.

5.6 Alternativ 3.B - en lang tunnel

Horisontaltraséen er tilsvarende som 3.A. I alternativ 3.B ligger vegen derimot i slak helning ned mot Breiabakka. Videre går vegen i tunnel under Breiabakka og Kjærfjellet. I tunnelen øker stigningen til 3,5 % ut mot overgang til dagen ved jordet like ved Aureivegen. Her ligger vegen i tosidig skjæring, med avtagende skjæringshøyde fra omtrent 20 m, til vegen ligger på terreng, omtrent 280 m etter tunnelen. Videre mot Veakrossen har vegen en helning på opp mot 2 %.

Avrenningsanalyse for alternativ 3.B med modellerte stikkrenner/kulverter for å opprettholde de naturlige avrenningsmønstrene i planområdet vises i Figur 5.6.



Figur 5.6. Avrenningsanalyse for alternativ 3.B. De svarte strekkene visualiserer plassering av stikkrenner/kulvert som har blitt modellert i SCALGO Live for at avrenningslinjene blir mest mulig lik eksisterende situasjon. Plassering av kulvert for bekk 1 og bekk 2 vises med rød ring.

Tilgjengelig høyde mellom vassdraget og planlagt vei er målt ved hjelp av Scalgo Live. For dette alternativet ble det målt til ca. 5,5 m for bekk 1 og ca. 1,8 m for bekk 2.

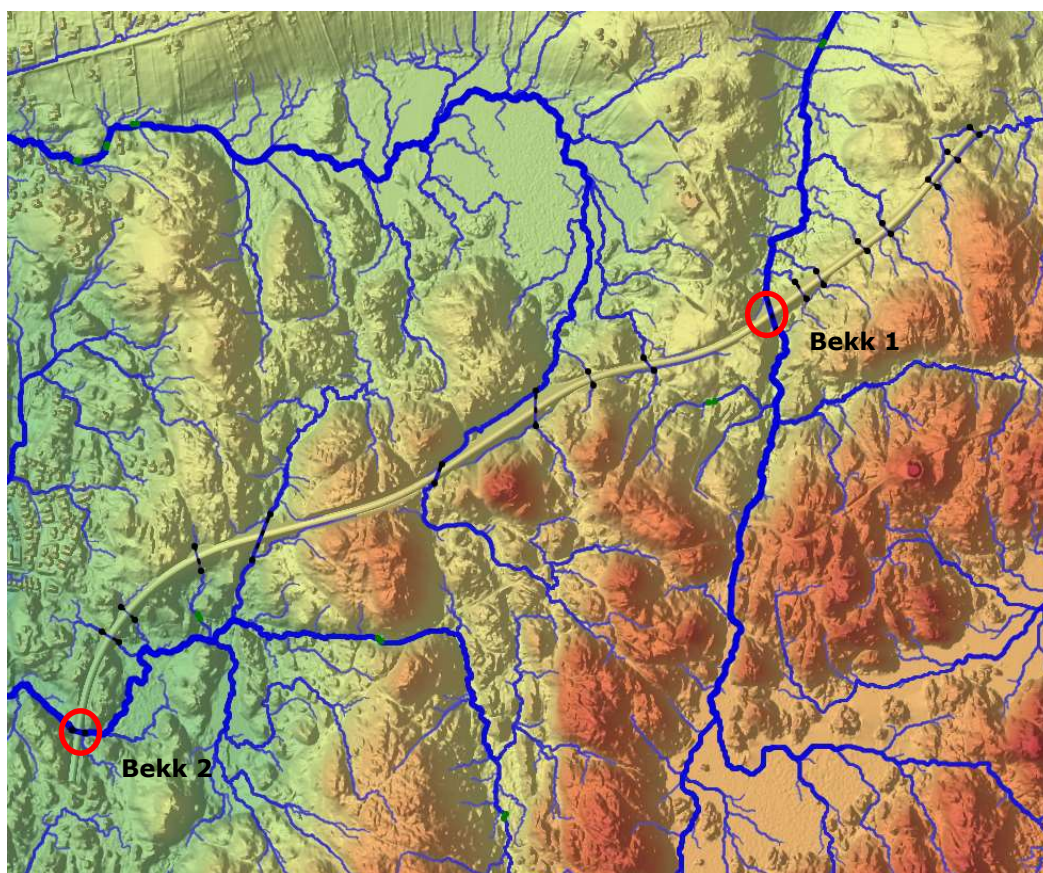
Etablering av 2m diameter kulvert ved kryssing av bekk 2 er ikke mulig pga. for lite overdekning. Hvis høyden i veilinjen ikke kan justeres i en senere fase bør en løsning med bokskulvert vurderes.

Andre alternativer for bekk 2 er vurdert med programmet HY-8 og etablering av bokskulvert anbefales for denne kryssingen. Anbefalte dimensjoner på kulverten er 1,5 m høy og 3 m bred. Beregningene for bokskulvert vises i Vedlegg 2.

5.7 Alternativ 4 - dagløsning og/eller kulvert

Alternativ 4 svinger østover fra Killingtjørna, inn mot Breiabakka med en kurveradius på 450 m. Her ligger vegen på fylling opp mot 10 m, og en stigning på 5 %. Videre går vegen over i tosidig skjæring gjennom Breiabakka, skjæringene er opp mot 11 m, hvilket gjør at det ikke er tilstrekkelig overdekning for tunnel, men en egnet strekning for miljøtunnel. Derfor går alternativ 4 gjennom Breiabakka i en 200 m lang miljøtunnel. Videre slakker vegen ut forbi Kjærfjellet med en helning på 0,5 %. For å unngå tosidig skjæring, er vegen lagt på et naturlig platå i terrenget mer mot Nord. Vegen ligger på fylling opp mot 10 m forbi Kjærfjellet, før den treffer terreng like etter Kjærfjellet, mot Aureivegen. Etter Aureivegen svinger vegen nordover mot Veakrossen, her ligger vegen på terreng med mindre skjæring og fylling, og stigning og helning på 0,5 – 2 %.

Avrenningsanalyse for alternativ 4 med modellerte stikkrenner/kulverter for å opprettholde de naturlige avrenningsmønstrene i planområdet vises i Figur 5.7.



Figur 5.7. Avrenningsanalyse for alternativ 4. De svarte strekkene visualiserer plassering av stikkrenner/kulvert som har blitt modellert i SCALGO Live for at avrenningslinjene blir mest mulig lik eksisterende situasjon. Plassering av kulvert for bekk 1 og bekk 2 vises med rød ring.

Tilgjengelig høyde mellom vassdraget og planlagt vei er målt ved hjelp av Scalgo Live. For dette alternativet ble det målt til 7,6 m for bekk 1 og ca. 2 m for bekk 2.

Etablering av 2m diameter kulvert ved kryssing av bekk 2 er ikke mulig pga. for lite overdekning. Hvis høyden i veilinjene ikke kan justeres i en senere fase bør en løsning med bokskulvert vurderes.

Andre alternativer for bekk 2 er vurdert med programmet HY-8 og etablering av bokskulvert anbefales for denne kryssingen. Anbefalte dimensjoner på kulverten er 1,5 m høy og 3 m bred. Beregningene for bokskulvert vises i Vedlegg 2.

6. USIKKERHETER

Det er flere usikkerheter ved kulvertdimensjonering knyttet til brukt datagrunnlag. Høydene målt i Scalgo er basert på en terrengmodell med gridceller på 1 x 1 m. Høydene som er foreløpig brukt ved dimensjoneringen er unøyaktige. Når veilinjene for denne strekningen fastsettes, må det gjennomføres nødvendige innmålinger for en riktig kulvertdimensjonering.

7. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Rambøll er engasjert av Rogaland fylkeskommune for å oppdatere kunnskapsgrunnlaget til nordre del av reguleringsplanen for ny fv. 547.

Det gjøres en vurdering av 4 ulike traséalternativer mellom Killingtjørna og nytt kryss i Veakrossen.

Hovedoppgavene har vært å kartlegge nedbørfeltet til vassdrag som krysser gjeldende veistrekning. Videre er dimensjonerende flom dokumentert. Dette har blitt brukt til å dimensjonere kulvertene ved en grov og forenklet vurdering. En avrenningsanalyse har blitt gjennomført for hvert alternativ. Basert på det har de ulike alternativene for den nye veien fv. 547 Åkra sør – Veakrossen blitt utredet.

Hydrologiske vurderingene er basert på vann rapport som ble gjennomført av Cowi i forbindelse med reguleringsplan og byggeplan for ny fv. 47 mellom Åkra sør og Veakrossen (Fagrapport vann, Cowi 2019). Det ble utført flomberegninger og hydraulisk modellering av dimensjonerende flomvannstander for dimensjonerende flom. Det ble benyttet flomfrekvensanalyser, nasjonalt formelverk, nedbør-avløpsmodell (PQRUT) og rasjonell formel for vurdering av dimensjonerende flomstørrelser. Det ble valgt en spesifikk flomvannføring på 3.430 l/s*km² for gjeldende vassdrag i denne strekningen. Vannføringene er inkludert klima- og sikkerhetsfaktor.

Det er to bekker som krysser veilinjen ved alle traséalternativene. Begge kulverter må tilrettelegges for fiskevandring.

Dimensjonerende flomverdier, Q_{DIM} , er basert på Fagrapport Vann gjennomført av COWI og nedbørfeltstørrelse beregnet i Scalgo.

$$Q_{DIM_bekk\ 1} = 3430\ l/s \cdot km^2 \cdot 0,90\ km^2 = \mathbf{3,1\ m^3/s}$$

$$Q_{DIM_bekk\ 2} = 3430\ l/s \cdot km^2 \cdot 0,76\ km^2 = \mathbf{2,6\ m^3/s}$$

Disse verdiene har blitt brukt videre for å gjennomføre en grov vurdering for nødvendige kulvertdimensjoner.

Kulvert for bekk 1 og bekk 2 er vurdert med programmen HY-8. Høyder og helninger er funnet ved hjelp av SCALGO. Kulvertene har blitt dimensjonert henhold til krav i N200. Beregnede dimensjoner er:

- Kulvert for bekk 1. Foreløpig beregnet diameter: 2000 mm.
- Kulvert for bekk 2. Foreløpig beregnet diameter: 2000 mm.

Ved kryssing av bekk 2 har det blitt oppdaget en utfordring ved alle alternativene. Overdekning over beregnet topp kulvert er ikke tilstrekkelig.

Derfor har en løsning med bokskulvert blitt undersøkt.

Ved kryssing av bekk 1 har alle alternativene tilstrekkelig overdekning for etablering av rør kulvert på DN2000, unntatt alternativ 2.B. Ved dette alternativet har en løsning med bokskulvert også blitt vurdert.

7.1 Sammenligning av alternativer

Mulige løsninger for etablering av kulvert ved de to bekkekryssinger har blitt vurdert for hvert alternativ. En oppsummering av sammenligning og forslag til løsning ved hver bekkekryssing vises i Tabell 7.1.

Tabell 7.1. Sammenligning av alternativer

Oppsummering	Kulvert ved bekk 1		Kulvert ved bekk 2	
Alternativ	Høydeforskjell mellom bekkeløp og veioverflate (m)	Anbefalt løsning	Høydeforskjell mellom bekkeløp og veioverflate (m)	Anbefalt løsning
Alternativ 1	3,8	Kulvert DN 2000	1,6	Bokskulvert 1,2x3,5 (HXB)
Alternativ 2.A	4,2	Kulvert DN 2000	2,0	Bokskulvert 1,5x3 (HXB)
Alternativ 2.B	1,9	Bokskulvert 1,2x4 (HxB)	2,0	Bokskulvert 1,5x3 (HXB)
Alternativ 3.A	4,1	Kulvert DN 2000	2,1	Bokskulvert 1,5x3 (HXB)
Alternativ 3.B	5,5	Kulvert DN 2000	1,8	Bokskulvert 1,5x3 (HXB)
Alternativ 4	7,6	Kulvert DN 2000	2,0	Bokskulvert 1,5x3 (HXB)

Etter sammenligning av avrenningsanalyse av alternativene 1-4 kan det konkluderes at det ikke er forskjeller av stor betydning etter et hydrologisk synspunkt. Det må etableres kulvert for at de to bekkene krysser veilinjene. Ved alle alternativene vil det være behov for etablering av mindre kulverter/stikkrenner langs vegkonstruksjonen for å opprettholde den naturlige vannbalansen og for å minimere endringer i vannskillet mellom ulike nedbørfelt.

I henhold til N200 (Statens vegvesen, 2021) er stikkrenner og kulverter vanngjennomløp på tvers av vegen med diameter opptil 2,5 m. I de tilfellene hvor dimensjoner av vanngjennomløpet blir større enn 2,5 m (bredden eller høyden), defineres det som konstruksjon og omhandles av N400 Bruprosjektering.

En avrenningsanalyse er gjennomført i Scalgo Live for hvert alternativ for å identifisere kryssende vannveier. Formålet med denne analysen er å kartlegge plasseringen av mindre stikkrenner/kulverter som er nødvendige for å opprettholde naturlig strømningsmønster og vannbalansen etter etablering av vegkonstruksjonen.

I alternativ 3.A er det planlagt lavbrekk i tunnelen. Ved valg av dette alternativet må det etableres avskjærende løsninger for å unngå at overvann renner inn. Når det gjelder håndtering av tunnelvaskevann bør pumpeløsninger etableres i tunnelen.

Generell sett vil det være en fordel at de naturlige nedbørsfeltene og avrenningslinjene påvirkes i så liten grad som mulig. Med bakgrunn i dette vil en av veilinjene med lengst tunnel være å foretrekke.

Alternativet med lengst tunnel og med tilstrekkelig overdekning over kulvertene vil være 3.B.

Valg av 0-alternativet ville ikke ha innvirkninger på den naturlige vannbalansen innenfor planområdet.

8. REFERANSER OG KILDER

Fagrapport vann, Cowi 2019

NVE, 2022. *Veileder for flomberegninger Nr.1/2022.*

Vassdragshandboka. Håndbok i forbygningsteknikk og vassdragsmiljø.

NIBIO, 2021. Norsk institutt for bioøkonomi.

NGU, 2021. Norges Geologiske undersøkelse.

NVE, 2010. Vassdragshåndboka: Håndbok i vassdragsteknikk. Redigert av Tharan Fergus, Knut Aune Hoseth og Einar Sæterbø.

SVV, 2021. Håndbok N200, Vegbygging.

SVV, 2020. Håndbok V240, Vannhåndtering

SVV, 2015, Håndbok N400, Bruprosjektering.

Miljø-blad Nr. 64, 2004, Bekkeinntak med innløpskontroll. Dimensjonering og utforming.

9. VEDLEGG

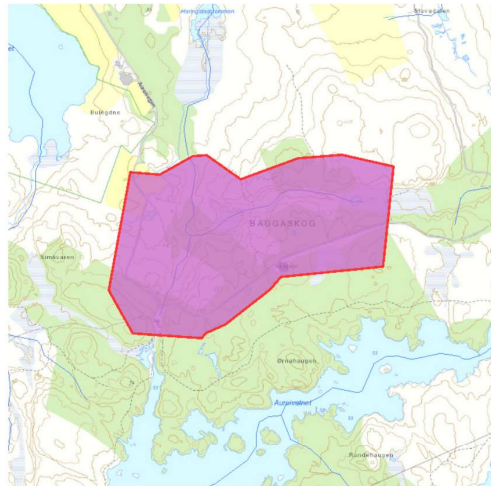
Vedlegg 1. Nevina rapporter.

Vedlegg 2. Beregninger med HY-8.

VEDLEGG 1

Bekk 1

Rapportdato: 26.09.2022

Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 55225 W
6610946 N

Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 040.2
Kommune.: Karmøy
Fylke.: Rogaland
Vassdrag.: KYSTFELT

Feltparametere

Areal (A)	0.3 km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0 %
Elvleengde (E _L)	0.7 km
Elvegradient (E _G)	20.9 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	29.7 m/km
Helning	5.9 °
Dreneringstetthet (D _T)	3.7 km ⁻¹
Feltleengde (F _L)	0.6 km

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0 %
Dyrket mark (A _{JORD})	0 %
Myr (A _{MYR})	3.9 %
Leire (A _{LEIRE})	9.6 %
Skog (A _{SKOG})	28.1 %
Sjø (A _{SJO})	0.5 %
Snaufjell (A _{SF})	0 %
Urban (A _U)	0 %
Uklassifisert areal (A _{REST})	69.0 %

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	32 m
Høyde ₁₀	38 m
Høyde ₂₀	41 m
Høyde ₃₀	46 m
Høyde ₄₀	50 m
Høyde ₅₀	53 m
Høyde ₆₀	56 m
Høyde ₇₀	59 m
Høyde ₈₀	61 m
Høyde ₉₀	64 m
Høyde _{MAX}	69 m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q _N)	37.6 l/s*km ²
Sommernedbør	515 mm
Vinternedbør	798 mm
Årstemperatur	7.4 °C
Sommertemperatur	12.0 °C
Vintertemperatur	4.1 °C

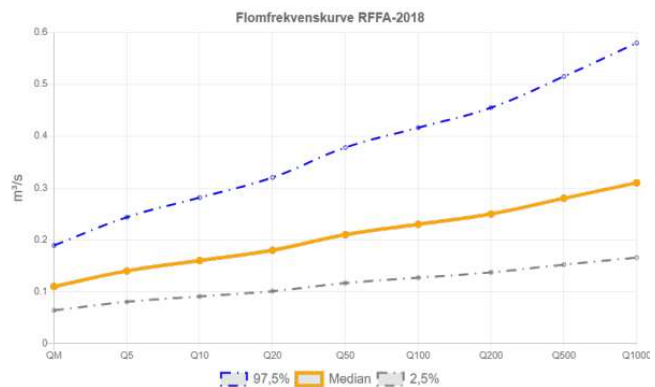
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 040.2
Kommune.: Karmøy
Fylke.: Rogaland
Vassdrag.: KYSTFELT
Nedbørfeltareal: 0.26 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



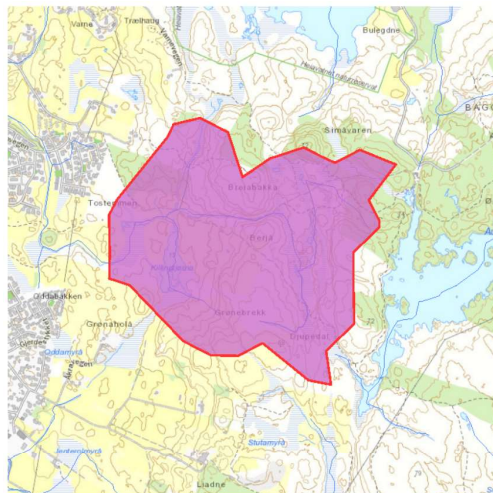
RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	423	l/s*km ²
Klimapåslag	0	%
Kulminasjonsfaktor	3.5	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	1346	l/s*km ²
Klimapåslag	40	%
Annet		
Tilslipsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q ₂₀₀₀ klima
Flomfrekvensfaktor (Q _T / Q _M)	1	1.27	1.45	1.64	1.91	2.09	2.27	2.55	2.82	-
Flomverdier, m ³ /s	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	-
NIFS (kulminasjon)										
Flomfrekvensfaktor (Q _T / Q _M)	1	1.23	1.43	1.69	2	2.31	2.66	3.17	3.63	-
Flomverdier, m ³ /s	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.3
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	0.6	0.8	0.9	1.1	1.4	1.6	1.9	2.2	2.5	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

Bekk 2

Rapportdato: 26.09.2022



Kartbakgrunn: Statens Kartverk
 Kartdatum: EUREF89 WGS84
 Prosjeksjon: UTM 33N
 Beregn.punkt: 56516 W
 6610175 N

Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 040.2
 Kommune.: Karmøy
 Fylke.: Rogaland
 Vassdrag.: KYSTFELT

Feltparametere

Areal (A)	0.7 km²
Effektiv sø (A _{SE})	0.35 %
Elvleengde (E _L)	1.8 km
Elvegradient (E _G)	24.6 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	21.5 m/km
Helning	6.7 °
Dreneringstetthet (D _T)	4.0 km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	1.1 km

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0 %
Dyrket mark (A _{JORD})	0 %
Myr (A _{MYR})	10.5 %
Leire (A _{LEIRE})	2.8 %
Skog (A _{SKOG})	10.5 %
Sjø (A _{SJØ})	1.7 %
Snau fjell (A _{SF})	0 %
Urban (A _U)	0 %
Uklassifisert areal (A _{REST})	76.9 %

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	16 m
Høyde ₁₀	19 m
Høyde ₂₀	24 m
Høyde ₃₀	32 m
Høyde ₄₀	39 m
Høyde ₅₀	43 m
Høyde ₆₀	47 m
Høyde ₇₀	51 m
Høyde ₈₀	55 m
Høyde ₉₀	59 m
Høyde _{MAX}	70 m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q _N)	37.7 l/s*km²
Sommernedbør	510 mm
Vinternedbør	791 mm
Årstemperatur	7.4 °C
Sommertemperatur	12.0 °C
Vintertemperatur	4.1 °C

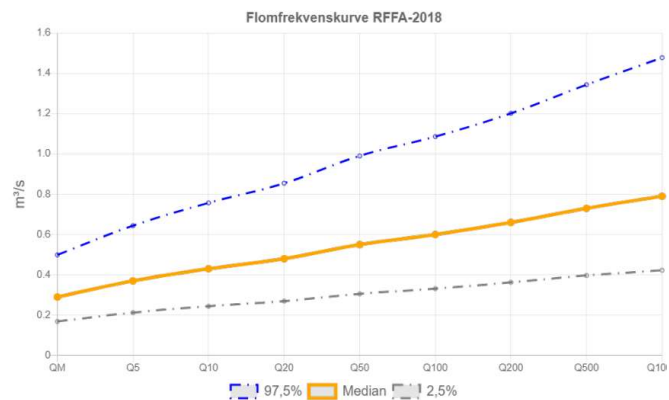
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 040.2
 Kommune.: Karmøy
 Fylke.: Rogaland
 Vassdrag.: KYSTFELT
 Nedbørfeltareal: 0.73 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

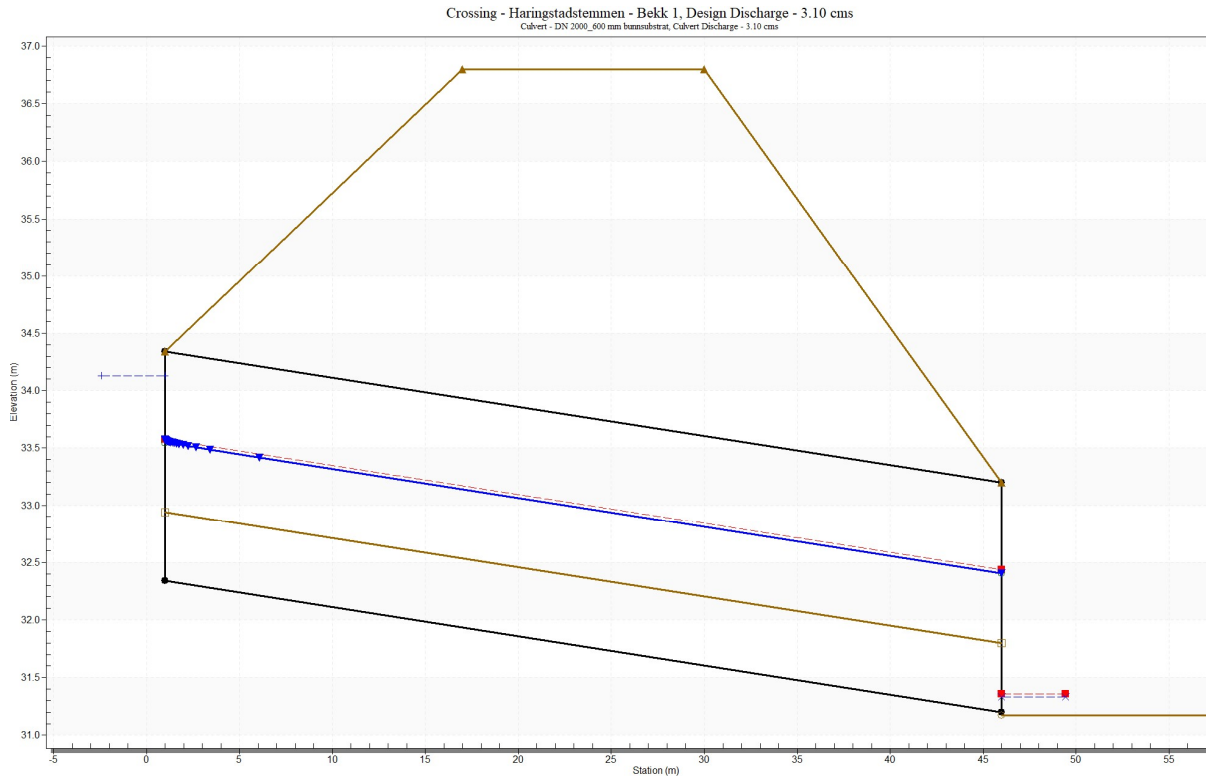
Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	397	l/s*km²
Klimapåslag	0	%
Kulminasjonsfaktor	2.42	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	1000	l/s*km²
Klimapåslag	40	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (Q _T /Q _M)	1	1.28	1.48	1.66	1.90	2.07	2.28	2.52	2.72	-
Flomverdier, m³/s	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.7
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	-
NIFS (kulminasjon)										
Flomfrekvensfaktor (Q _T /Q _M)	1	1.25	1.45	1.68	2.04	2.34	2.68	3.22	3.70	-
Flomverdier, m³/s	0.7	0.9	1.1	1.2	1.5	1.7	2.0	2.4	2.7	2.7
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	1.3	1.6	2.0	2.3	2.9	3.4	3.9	4.7	5.4	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

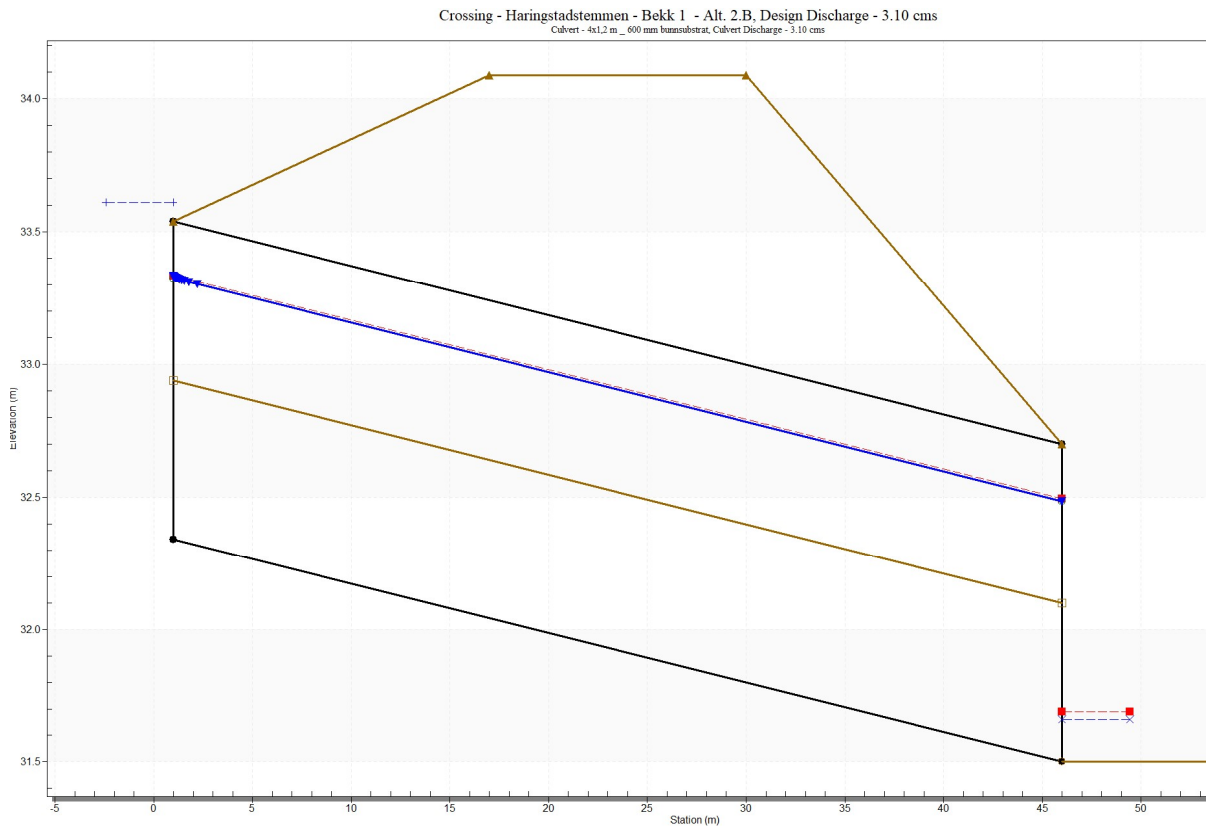
VEDLEGG 2**Bekk 1. DN 2000_600mm bunnssubstrat**

Crossing Data - Haringstadstemmen - Bekk 1

Parameter	Value	Units
DISCHARGE DATA		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	0.000	cms
Design Flow	3.100	cms
Maximum Flow	3.100	cms
TAILWATER DATA		
Channel Type	Trapezoidal Channel	
Bottom Width	12.000	m
Side Slope (H:V)	0.500	:1
Channel Slope	0.0070	m/m
Manning's n (channel)	0.015	
Channel Invert Elevation	31.170	m
Rating Curve	View...	
ROADWAY DATA		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	1.000	m
Crest Length	1.000	m
Crest Elevation	36.800	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	13.000	m

Parameter	Value	Units
CULVERT DATA		
Name	DN 2000_600 mm bunnssubstrat	
Shape	Circular	
Material	Concrete	
Diameter	2000.000	mm
Embedment Depth	600.000	mm
Manning's n (Top/Sides)	0.012	
Manning's n (Bottom)	0.035	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
SITE DATA		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	1.000	m
Inlet Elevation	32.340	m
Outlet Station	46.000	m
Outlet Elevation	31.200	m
Number of Barrels	1	
Computed Culvert Slope	0.025333	m/m

Bekk 1. Bokskulvert 4x1,2m_600mm bunnsubstrat (Alt. 2.B)



Crossing Data - Haringstadstemmen - Bekk 1 - Alt. 2.B

Crossing Properties

Name: dstemmen - Bekk 1 - Alt. 2.B

Parameter	Value	Units
DISCHARGE DATA		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	0.000	cms
Design Flow	3.100	cms
Maximum Flow	3.100	cms
TAILWATER DATA		
Channel Type	Trapezoidal Channel	
Bottom Width	12.000	m
Side Slope (H:V)	0.500	_:1
Channel Slope	0.0070	m/m
Manning's n (channel)	0.015	
Channel Invert Elevation	31.500	m
Rating Curve	View...	
ROADWAY DATA		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	1.000	m
Crest Length	1.000	m
Crest Elevation	34.090	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	13.000	m

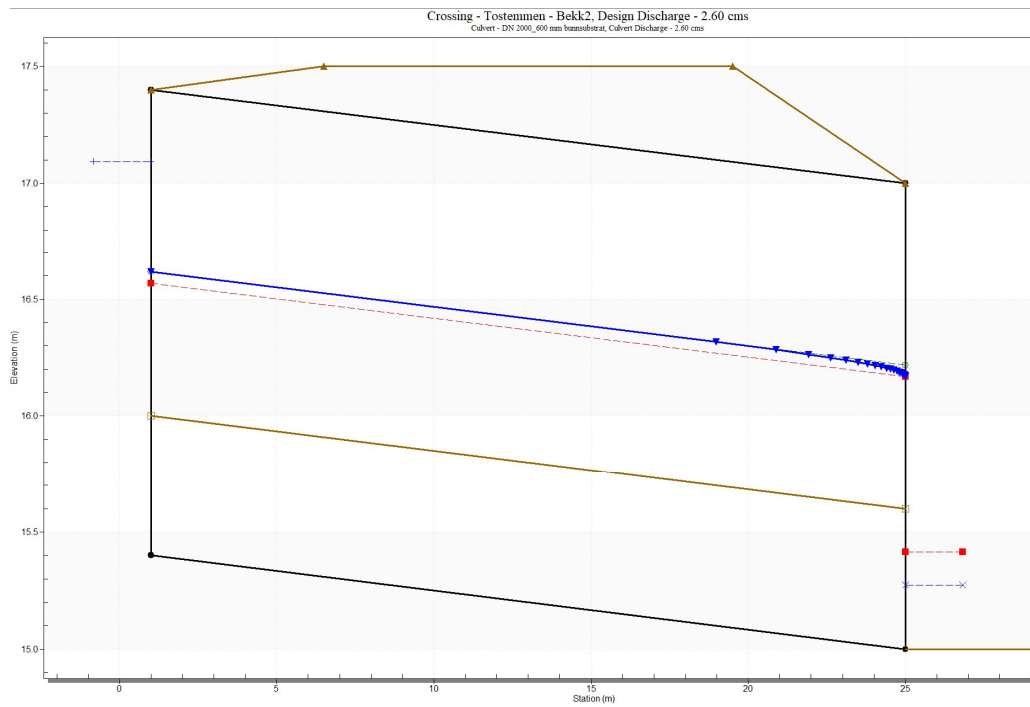
Culvert Properties

4x1,2 m _ 600 mm bunnsubstrat

Add Culvert
Duplicate Culvert
Delete Culvert

Parameter	Value	Units
CULVERT DATA		
Name	4x1,2 m _ 600 mm bunnsubstrat	
Shape	Concrete Box	
Material	Concrete	
Span	4000.000	mm
Rise	1200.000	mm
Embedment Depth	600.000	mm
Manning's n (Top/Sides)	0.012	
Manning's n (Bottom)	0.035	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Square Edge (90°) Headwall (Ke=0.5)	
Inlet Depression?	No	
SITE DATA		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	1.000	m
Inlet Elevation	32.340	m
Outlet Station	46.000	m
Outlet Elevation	31.500	m
Number of Barrels	1	

Bekk 2. DN 2000_600mm bunnssubstrat



Crossing Data - Tostemmen - Bekk2

Crossing Properties

Name: Tostemmen - Bekk2

Parameter	Value	Units
DISCHARGE DATA		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	0.000	cms
Design Flow	2.600	cms
Maximum Flow	2.600	cms
TAILWATER DATA		
Channel Type	Trapezoidal Channel	
Bottom Width	3.000	m
Side Slope (H:V)	0.500	_:1
Channel Slope	0.0140	m/m
Manning's n (channel)	0.015	
Channel Invert Elevation	15.000	m
Rating Curve	View...	
ROADWAY DATA		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	1.000	m
Crest Length	1.000	m
Crest Elevation	17.500	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	13.000	m

Culvert Properties

DN 2000_600 mm bunnssubstrat

[Add Culvert](#)

[Duplicate Culvert](#)

[Delete Culvert](#)

Parameter	Value	Units
CULVERT DATA		
Name	DN 2000_600 mm bunnssubstrat	
Shape	Circular	
Material	Concrete	
Diameter	2000.000	mm
Embedment Depth	600.000	mm
Manning's n (Top/Sides)	0.012	
Manning's n (Bottom)	0.035	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
SITE DATA		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	1.000	m
Inlet Elevation	15.400	m
Outlet Station	25.000	m
Outlet Elevation	15.000	m
Number of Barrels	1	
Computed Culvert Slope	0.016667	m/m

Bekk 2. Bokskulvert 3,5*1,2_600mm bunnssubstrat

