

Oppdragsgiver	Navn Øyer Kommune	Kontaktperson Odd Magne Tuterud
Oppdrag	Nummer og navn 20458 – Forprosjekt bekkeåpning Trodsalsbekken	Oppdragsleder Lars Staver Eid
Dokument	Nummer 20458-01-1 Utført av Lars Staver Eid	Dato 2021-01-25 Kontrollert av Petter Reinemo

Forprosjekt bekkeåpning Trodsalsbekken

Sammendrag

En åpning av nedre del av Trodsalsbekken med utløp i Søre Brynsåa vurderes å være gjennomførbar og kunne gi en tilfredsstillende håndtering av dimensjonerende flomstørrelser.

Kulvert under Furuveien har krav til kapasitet for en 50-årsflom jamfør krav i Statens vegvesenet håndbøker. Det foreslås likevel å dimensjonere kulvert for 200-årsflom inkl. klimapåslag ettersom det vil være krevende å sikre alternativ flomvei tilbake til bekkeløp uten betydelige endringer i eksisterende veier. 2 x Ø1400 rørkulverter under Furuveien vil gi tilstrekkelig kapasitet. Kulvertenes kapasitet er verifisert opp mot oppstuvning fra Søre Brynsåa under flom og funnet OK.

Tiltaket er funnet å ikke gi omliggende områder økt ulempe ved flom sammenlignet med nåsituasjonen.

Trodsalsbekken er funnet å trolig ikke ha årssikker vannføring etter definisjon i Vannressursloven.

Innhold

1	Bakgrunn	4
1.1	Innledning	4
1.2	Grunnlag	4
1.2.1	Tidligere rapporter	4
1.2.2	Teknisk infrastruktur	4
1.2.3	Reguleringsplan	4
2	Beskrivelse av området	5
2.1	Overordnet beskrivelse	5
2.2	Planlagt bekkeåpning i foreliggende planutkast	5
2.3	Foto fra befarings	6
2.4	Historikk	8
2.5	Eiendomsforhold	8
2.6	Grunnforhold	9
2.7	Infrastruktur	10
2.8	Natur/Miljø/Landskap/Kulturminner	11
3	Hydrologi	12
3.1	Dimensjonerende flomstørrelser	12
3.1.1	Trodalsbekken	12
3.1.2	Søre Brynsåa	12
3.2	Krav til kapasitet	13
3.3	Samtidighet	13
3.4	Vurdering av årssikker vannføring	13
4	Løsning for åpning av bekkeløp	15
4.1	Utforming og plassbehov	15
4.2	Ny kulvert under Furuveien	17
4.3	Erosjonssikring	18
5	Hydraulisk verifikasjon	19
5.1	Oppsett modell	19
5.2	Oppstuvning fra Søre Brynsåa	19
5.2.1	Flom i Trodalsbekken	19
5.2.2	Flom i Søre Brynsåa	21
5.3	Effekt på omliggende områder	22
6	Detaljprosjektering og utførelse	24
7	Konklusjon	25
8	Referanser	26

Figurer

Figur 1: Lokasjon av dagens inntak til stikkrenne. Foreliggende utkast til reguleringsplan til høyre.....	5
Figur 2: Planlagt tiltak for bekken som forutsetning for foreliggende reguleringsplan. (Norconsult AS, 2019b).....	6
Figur 3: Bekkeløp oppstrøms (v) og nedstrøms (h) dagens inntak	6
Figur 4: Område for eventuell kryssing av Furuveien, sett opp mot Trodalsbekken.....	7
Figur 5: Areal aktuelt for åpning av bekken / "barnehagetomta". Sett i retning Søre Brynsåa.	7
Figur 6: Flyfoto fra 2020 (v), fra 2017 (h). Skog langs Trodalsbekken er hugget i perioden. (Norge i Bilder).....	8
Figur 7: Flyfoto 2005 (v) og 1968 (h) (Norge i Bilder). Tidligere uttak av Jevnegruva.	8
Figur 8: Eiendomsgrenser for området (Statens Kartverk - WMS matrikkel).....	9
Figur 9: Oversikt over strømkabler i området.....	10
Figur 10: Kummer, VA-ledninger og stikkrenner for området	11
Figur 11: Skissert tverrsnitt for bekkeåpning	15
Figur 12: Lengdeprofil bekkeåpning Trodalsbekken	16
Figur 13: Skissert skråningsutslag for bekkeåpning mellom Furuveien og Søre Brynsåa	16
Figur 14: Skissert skråningsutslag tegnet over foreliggende planutkast	17
Figur 15: Oversikt beregningsgrid og grensebetingelser for hydraulisk modell.....	19
Figur 16: Q200 i Trodalsbekken - Qm i Søre Brynsåa.....	20
Figur 17: Indikert hastighetsfordeling (m/s) og oversvømt areal ved Q ₂₀₀ +klimapåslag i Trodalsbekken	21
Figur 18: Qm i Trodalsbekken - Q200 i Søre Brynsåa.....	22
Figur 19: 200-årsflom ink. klimapåslag i Søre Brynsåa for eks. tilstand (v) og med planlagt bekkeåpning (h).	23

Tabeller

Tabell 1: Hjemmelshavere for omliggende tomter.....	9
Tabell 2: Dimensjonerende vannføringer for Trodalsbekken.	12
Tabell 3: Benyttede flomverdier for Søre Brynsåa.....	13
Tabell 4: Samtidighet mellom Søre Brynsåa og Trodalsbekken.....	13

1 Bakgrunn

1.1 Innledning

Øyer Kommune utarbeider reguleringsplan for Trodalen Boligfelt. Norconsult AS har tidligere utarbeidet en flomfarevurdering av området, tiltaksplan for flomsikring og ulike foreslåtte tiltak for håndtering av vannmengder i Trodalsbekken som går gjennom området.

Skred AS har i 2020 bistått Øyer Kommune med uavhengige vurderinger relatert til flom og overvann ifm. utvikling av Trodalen boligfelt. Som del av Skred AS rapport 20173-01-3 kap. 7 ble det identifisert mulige løsninger for håndtering av Trodalsbekken gjennom planområdet.

Kommunen ønsker nå at alternativet med åpning Trodalsbekken for strekket som i dag ligger lukket i en kulvert konkretiseres nærmere. Dette alternativet er omtalt i kap. 7.3 i vår rapport 20173-01-3. Det utføres her et forprosjekt hvor løsningen konkretiseres, og relevante premisser identifiseres. Løsningen verifiseres for oppstuvning fra Søre Brynsåa.

1.2 Grunnlag

1.2.1 Tidligere rapporter

Denne rapporten må sees i sammenheng med våre uavhengige vurderinger relatert til flom og overvann for Trodalen Boligfelt, Skred AS rapport 20173-01-3 (Skred AS, 2020).

Det henvises for øvrig til følgende tidligere rapporter fra Norconsult AS:

- 5177632 B01 *Flomsikring Søre Brynsåa*, datert 21.6.2018 (Norconsult AS, 2018a)
- 5177632 *Flomberegning for Søre Brynsåa*, datert 19..10.208 (Norconsult AS, 2018b)
- 01 - *Tiltak for Trodalsbekken* - datert 19.5.2019 (Norconsult AS, 2019a)
- 5176887 02 *Oversikt vassdragstekniske tiltak i Trodalsbekken.* – datert 1.11.2019 (Norconsult AS, 2019b)

Planlagt ny vei langs Trodalsbekken er vist i tegning 5176668 C001-B01 og D001-B01 datert 18.2.2019. Denne er modellert inn i terrengmodellen etter beste skjønn.

1.2.2 Teknisk infrastruktur

Øyer Kommune har oversendt følgende sluttdokumentasjon for utbygging av Trodal Boligfelt:

- VA-Anlegg, tegn H-02 F - datert 8.9.2016
- Veilinjer, tegn C001 G – datert 8.9.2016
- Veilinjer Lengdeprofil, tegn C002 F – datert 8.9.2016

Øyer Kommune har fremlagt oversikt over kabler i grunnen, utskriftsdato 12.1.2021.

1.2.3 Reguleringsplan

Vi har tatt utgangspunkt i reguleringsplan under utarbeidelse, Arealplan id 0521_0521 2012 A, utarbeidet av Norconsult (datert 2.12.2019). Kommunen arbeider med omregulering av denne planen.

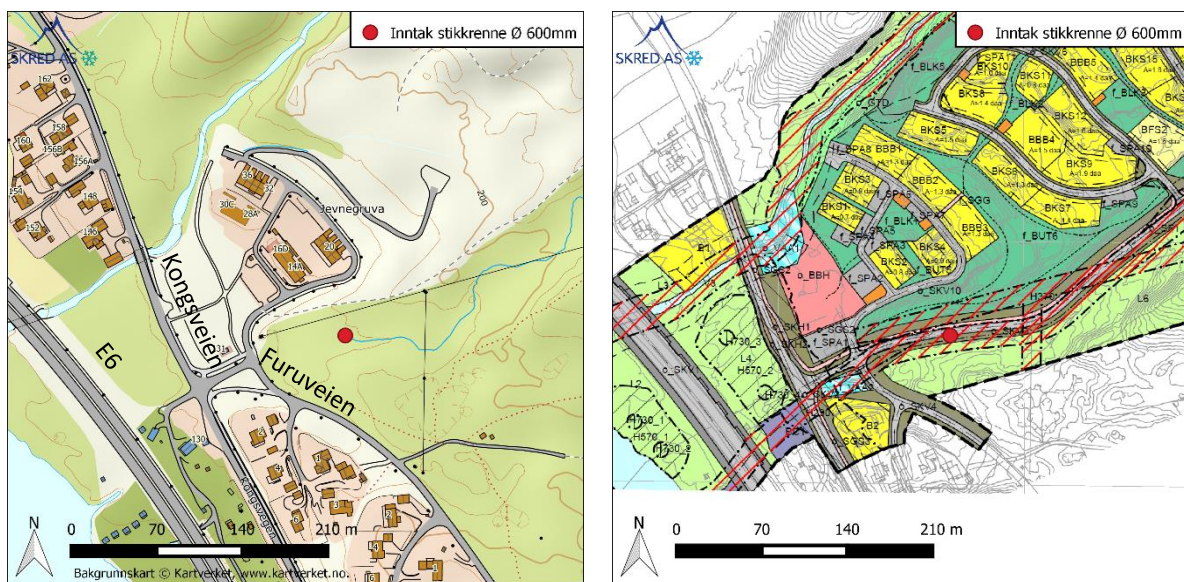
2 Beskrivelse av området

2.1 Overordnet beskrivelse

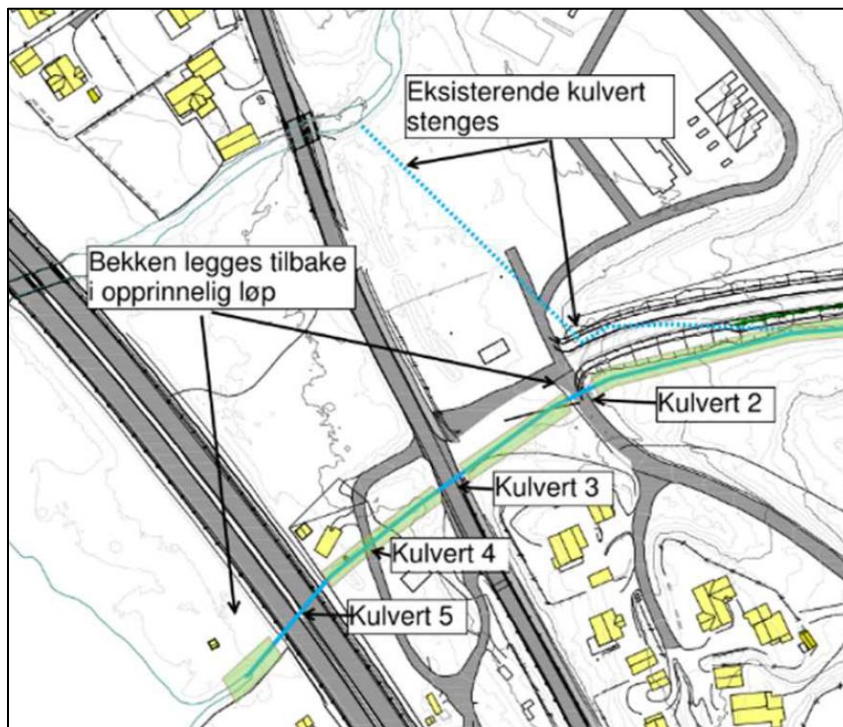
Det vurderte området utgjør nedre del av Trodal Boligfelt ovenfor Kongeveien. Området er tidligere benyttet for grusuttak fra Jevnegruva. Det henvises til (Skred AS, 2020) for detaljert beskrivelse av planområdet. Trodalsbekken går i dag lukket i en 600 mm kulvert med utløp i nedre del mot Søre Brynsåa ovenfor Kongsvegen. Dagens flomvei ved overskridelse av kapasitet av kulverten er svært diffus. Deler av flomveien går ut mot Søre Brynsåa og deler kan gå over Kongsveien og gjennom en krøttertunnel under E6.

2.2 Planlagt bekkeåpning i foreliggende planutkast

I foreliggende reguleringsplan er det planlagt en ny vei oppover langs Trodalsbekken. Eksisterende kulvert er planlagt fjernet og bekken tenkt lagt videre mot opprinnelig bekkeutløp ved etablering av fire nye kulverter (Furuveien, Kongsveien, lokal adkomstvei og E6). Plassering av dagens inntak til kulvert samt trase for ny vei i reguleringsplan er vist i Figur 1. Skissert omlegging av Trodalsbekken fra (Norconsult AS, 2019b) er vist i Figur 2.



Figur 1: Lokasjon av dagens inntak til stikkrenne. Foreliggende utkast til reguleringsplan til høyre.



Figur 2: Planlagt tiltak for bekken som forutsetning for foreliggende reguleringsplan. (Norconsult AS, 2019b)

2.3 Foto fra befaring

Foto fra det aktuelle området for åpning av bekken er vist i figurene under. Området ble befart av Skred AS ved Petter Reinemo 12.5.2020 og av Ingvild Brekke 18.11.2020.



Figur 3: Bekkeløp oppstrøms (v) og nedstrøms (h) dagens inntak



Figur 4: Område for eventuell kryssing av Furuveien, sett opp mot Trodalsbekken.



Figur 5: Areal aktuelt for åpning av bekken / "barnehagetomta". Sett i retning Søre Brynsåa.

2.4 Historikk

Eksisterende og tidligere flyfoto over området er vist i figurene under. Området er tidligere benyttet som del av Jevnegruva, og er i senere tid utviklet som nedre del av Trodalen Boligfelt.



Figur 6: Flyfoto fra 2020 (v), fra 2017 (h). Skog langs Trodalsbekken er hugget i perioden. (Norge i Bilder)



Figur 7: Flyfoto 2005 (v) og 1968 (h) (Norge i Bilder). Tidligere uttak av Jevnegruva.

2.5 Eiendomsforhold

Situasjonsplan med eiendomsgrenser er vist i figuren under. Opplisting av omliggende eiendommer med hjemmelshavere hentet fra Grunnboken er vist i Tabell 1.



Figur 8: Eiendomsgrenser for området (Statens Kartverk - WMS matrikkel)

Tabell 1: Hjemmelshavere for omliggende tomter

GnrBnr	Hjemmelshaver	Beskrivelse
33/61	Øyer Kommune	Eiendom for aktuelt tiltak
168/8		Veiareal Kongsveien (FV2522)
168/12	Øyer Kommune	Kantareal Kongsveien
31/1	Arne Haug	Tilstøtende tomt nordside Søre Brynsåa

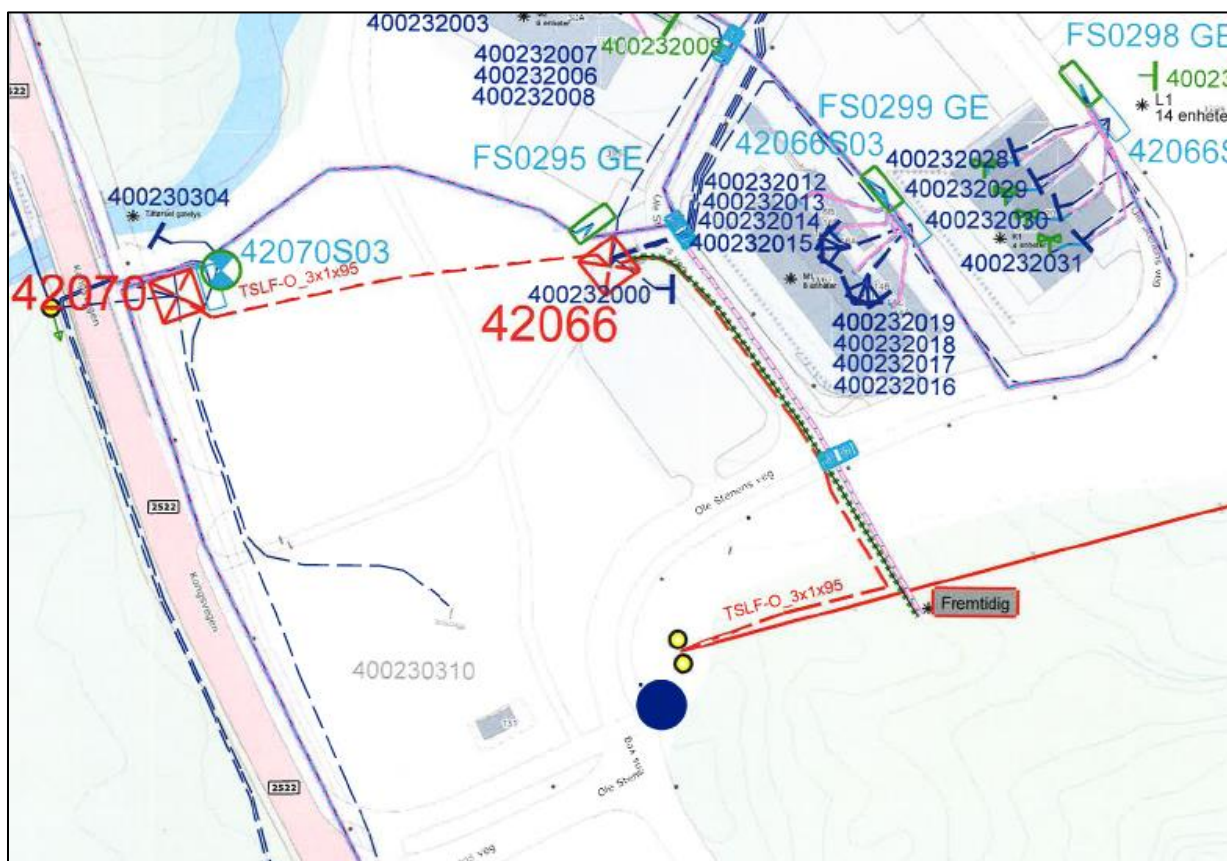
2.6 Grunnforhold

NGUs løsmassekart angir området som *Breelavsetning (Glasifluvial avsetning)*. Definisjon angis som. «*Materiale transportert og avsatt av breelver. Sedimentet består av sorterte, ofte skråstilte lag av forskjellig kornstørrelse fra fin sand til stein og blokk. Breelavsetninger har ofte klare overflateformer som terrasser, rygger og vifter. Mektigheten er ofte flere ti-talls meter.*»

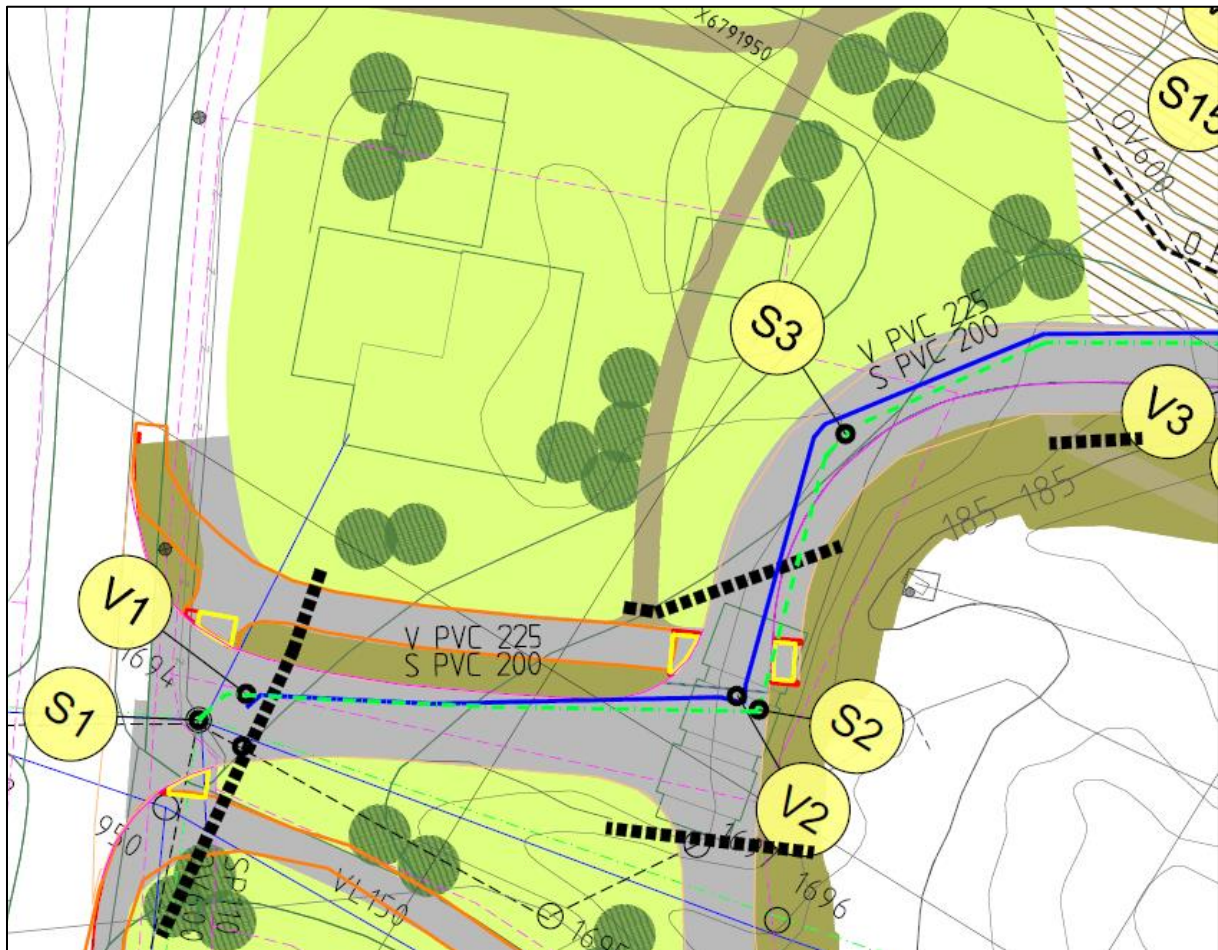
Det forutsettes at massene i grunnen vil ha høy permeabilitet og at det vil kunne være nødvendig med tettende tiltak for å sikre å holde vannspeilet i dagen ved lav vannføring. I følge NGUs løsmassekart ligger marin grense på nedsiden av E6, området ligger altså over marin grense.

2.7 Infrastruktur

Øyer Kommune har lagt frem tegninger som viser traséer for strøm og vann- og avløp i grunnen, vist i Figur 9 og Figur 10. Vi har ikke mottatt informasjon fra Øyer Kommune om andre kabler eller ledninger i grunnen for området. Dette bør bekreftes før videre planlegging. Tiltaket vil trolig kreve omlegging av kabler som krysser «barnehagetomta».



Figur 9: Oversikt over strømkabler i området



Figur 10: Kummer, VA-ledninger og stikkrenner for området

Trase for foreslått kulvert under Furuveien vil passere rett sør for kumgruppe V2 og S2. Overkant vannledning ligger her rundt 3,4 m under topp vei.

2.8 Natur/Miljø/Landskap/Kulturminner

Vi forutsetter at området er utredet i forbindelse med reguleringsplanarbeidet, en gjennomgang av utførte utredninger har ikke vært en del av omfanget av denne studien. Det aktuelle området er allerede inne i foreliggende utkast til reguleringsplan, og det forventes ikke at endring av formål til en bekkeåpning vil endre forutsetningene her.

3 Hydrologi

3.1 Dimensjonerende flomstørrelser

3.1.1 Trodalsbekken

Det tas utgangspunkt i flomverdier beregnet i (Skred AS, 2020). Vurderingene av åpning av nedre deler av Trodalsbekken er tatt med utgangspunkt i to ulike scenarier for tiltak i oppstrøms nedbørfelt.

1. Det utføres ikke tiltak oppstrøms i Trodalsbekken som reduserer dimensjonerende flomvannføring.
2. Det utføres tiltak oppstrøms i Trodalsbekken som vil redusere dimensjonerende vannføring. Det inkluderer:
 - Utbedre flomgrøft ved Vammen
 - Utbedre flomgrøft ved Lisætra
 - Etablere avskjærende grøft langs Hornsjøvegen fra veien inn mot Brattli, til Øverli-svingen.

De ulike tiltakene for reduksjon av vannføring er beskrevet nærmere i nevnt rapport.

Dimensjonerende vannføringer inklusive klimapåslag er vist i Tabell 2. Middelflom er skalert fra beregnede dimensjonerende flomverdier i (Skred AS, 2020) basert på vekstkurve i flomformelverket.

Tabell 2: Dimensjonerende vannføringer for Trodalsbekken.

Scenario	Middelflom	50-årsflom [m ³ /s]	100-årsflom [m ³ /s]	200-årsflom [m ³ /s]
1	1,9	3,9	4,5	5,2
2	1,2	2,5	3,0	3,4

I det videre er nødvendig kapasitet for alternativ 1 utredet, altså potensiell full resterende vannføring i Trodalsbekken.

3.1.2 Søre Brynsåa

Det tas utgangspunkt i beregninger fra (Norconsult AS, 2018b). Det er her beregnet dimensjonerende 200-årsflom, samt lagt til et 40% klimapåslag.

For vurdering av samtidighet mot dimensjonerende flom i Trodalsbekken er det gjort en forenklet vurdering av middelflom i Søre Brynsåa. Forholdet mellom Q_{200}/Q_m i vassdraget er i flomformelverket for små nedbørfelt på beregnet til 2,80. Denne faktoren er benyttet for nedskalering av Norconsult sin verdi for 200-årsflom uten klimapåslag til et estimat på middelflom.

Grunnet liten samtidighet mellom flomforløp i Søre Brynsåa er en eventuell forsterkning av avskjæring av deler av Trodalsbekken ikke vurdert å utgjøre en signifikant endring av dimensjonerende flommer i Søre Brynsåa.

Tabell 3: Benyttede flomverdier for Søre Brynsåa

Senario	Middelflom [m ³ /s]	200-årsflom [m ³ /s]	200-årsflom [m ³ /s] (inkl. +40% klimapåslag)
1+2	12,5	35	50

3.2 Krav til kapasitet

Det henvises til redegjørelse rundt krav til kapasitet i (Skred AS, 2020). Furuveien er vurdert å havne i sikkerhetsklasse V1 iht. tabell 403-1 i Statens Vegvesens Håndbok N200.

En kryssing av Furuveien må har minimum kapasitet for en 50-årsflom, med en trygg avledning av flomvei for 200-årsflom med klimapåslag.

Det er funnet krevende å sikre en trygg flomvei tilbake i bekkeløp nedenfor Furuveien uten å måtte gjøre store endringer i etablerte veier. Etablering av lavbrekk er funnet å kunne gi negativ effekt ved ekstrem flom i Søre Brynsåa.

Det legges derfor til grunn at kulverten dimensjoneres for 200-årsflom inklusive klimapåslag, samt at det gjøres tiltak for å begrense fare for tilstopping.

3.3 Samtidighet

I tidligere rapport er det vurdert at det kun vil være et mindre bidrag fra Trodalsbekken under dimensjonerende flom i Søre Brynsåa grunnet ulike feltkarakteristika. Søre Brynsåa og Trodalsbekken vil respondere på ulike type hendelser, dimensjonerende flomhendelser vil ikke opptre samtidig. Det skjønnsmessig valgt å kontrollere for følgende hendelser:

Tabell 4: Samtidighet mellom Søre Brynsåa og Trodalsbekken

Hendelse	Trodalsbekken		Søre Brynsåa	
	Returperiode	Vannføring [m ³ /s]	Returperiode	Vannføring [m ³ /s]
Dim. Flom i Trodalsbekken	200 årsflom + klimapåslag	5,2	Middelflom + klimapåslag	12,5
Dim. Flom i Søre Brynsåa	Middelflom + klimapåslag	1,9	200 årsflom + klimapåslag	50

Forutsetningen om middelflom i Trodalsbekken under 200-årsflom i Søre Brynsåa er trolig konservativ.

3.4 Vurdering av årssikker vannføring

I henhold til vannressursloven §3 defineres årssikker vannføring som vannføring ved middeltemperatur over frysepunktet ikke tørker ut av naturlige årsaker oftere enn hvert tiende år i gjennomsnitt.

Trodalsbekken inngår ikke som en valgbar elvestreng i NVE sin karttjeneste Nevina, og har et nedbørfelt på 1,3 km². Lavvannføringa er derfor beregnet ved å benytte regresjonslikningene til Nevina direkte (Engeland, 2008). Regresjonslikningene er laget per region, som er inndelt geografisk og etter lavvannsperiode.

Naboelva Søre Brynsåa inngår ifølge Nevina i region øst lavvannsperiode vinter. Det antas at Trodalsbekken tilhører samme region. I beregning av 5-persentilen om sommeren for denne regionen inngår parameterne maksimal høyde, elvegradient og midlere årsavrenning fra avrenningskartet (mm).

$$Q_{95S} = \exp(-16.8 + 2.52 \ln(H_{maks}) - 0.385 \ln(E_G) + 0.0000744 \cdot Q_m)$$

Middelavrenning 1961-1990 fra Nevina for nedbørfeltet til Trodalsbekken er 375 mm/år. Det høyeste punktet i nedbørfeltet er 812 moh., mens det laveste ligger 189 moh.

Elvegradienten er helningen på elva beregnet som høydeforskjellen mellom topp- og utløpspunkt delt på elvelengden. Siden bekkeløpet i liten grad er definert på kartet, er elvegradienten noe usikker. Feltlengden er 2,6 km, noe som gir en gradienten til nedbørfeltet på $\frac{812-189}{2.6} = 240$. Bekken renner trolig ikke i en rett linje, og nedbørfeltet er slakere i den nedre delen der bekkeløpet er klart definert, så 240 er et øvre estimat.

Ut fra regresjonslikningene anslås 5-persentilen om sommeren til å være 0,17 til 0,25 l/s/km². Usikkerheten i likningen er på +/- 20 %, og ifølge Nevina er de estimerte lavvannsindeksene i denne regionen usikre, der spesielt 5-persentilen om sommeren ofte underestimeres. Inkludert usikkerheten i likningene blir 5-persentilvannføringen i Trodalsbekken om sommeren beregnet til 0,18-0,39 l/s.

Det er verken myrer eller vann i nedbørfeltet som sørger for en jevn tilførsel av vann i perioder uten nedbør. I perioder uten nedbør vil det kun være grunnvannstilsig i bekken. Det virker trolig at Trodalsbekken kan tørke ut hyppigere enn hvert 10. år og således ikke har årssikker vannføring etter definisjonen i vannressursloven.

4 Løsning for åpning av bekkeløp

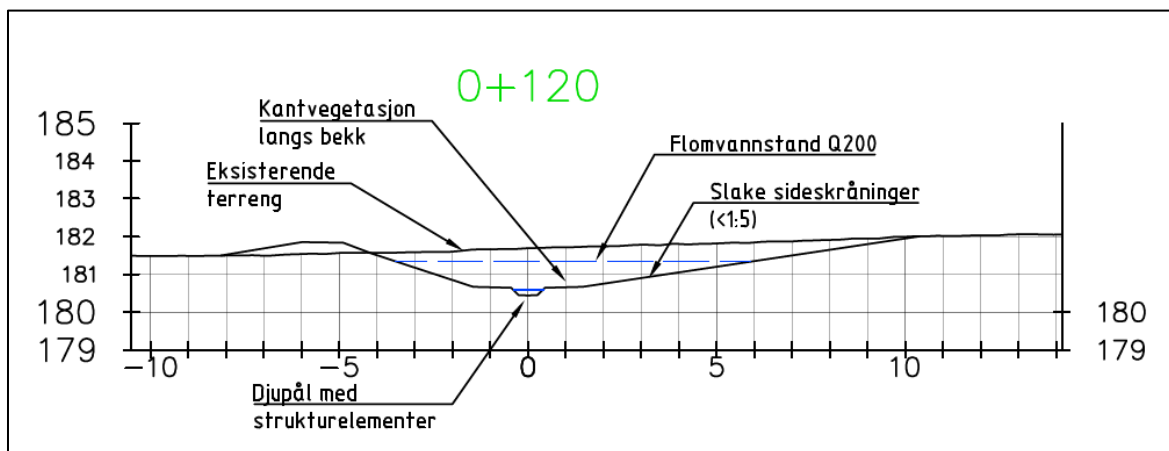
4.1 Utforming og plassbehov

I tidligere notat ble det skissert minimumsutforming for et enkelt trapesprofil med bunnbredde 0,75 m og sidehelninger 1:2,5 mellom Kongsveien og Søre Brynsåa.

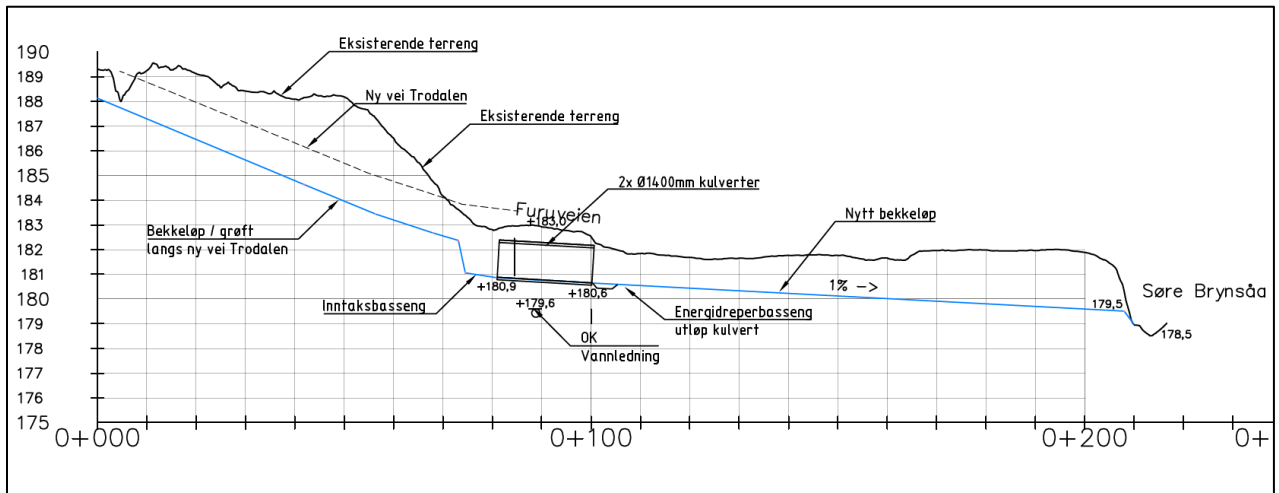
Etter diskusjon med oppdragsgiver har vi sett på nødvendig plassbehov for bekken under følgende forutsetninger:

- Svært slak sideskråning opp mot ovenforliggende grøntområde for å sikre tilgjengelighet (minst 1:5).
- Sideskråninger mot eksisterende støyvoll i vest kan være brattere, her valgt til 1:3.
- «Bekk i bekk»-konsept med en dyprenne tilpasset normalvannføring, mens omliggende områder gir tilstrekkelig funksjon under flommer.
- Rom for variasjoner i bekkeløp med varierte strukturer og kulper for å legge til rette for fisk, bunndyr og vannplanter. Skissert linjeføring viser en rett bekk, variasjon og struktur må detaljeres ved prosjektering.
- Løsning for utløp i Søre Brynsåa må tilpasses mtp. fiskevandring, erosjonssikring og planlagt masseavlagringsbasseng. Foreløpig satt med overhøyde 1 m over bunn.

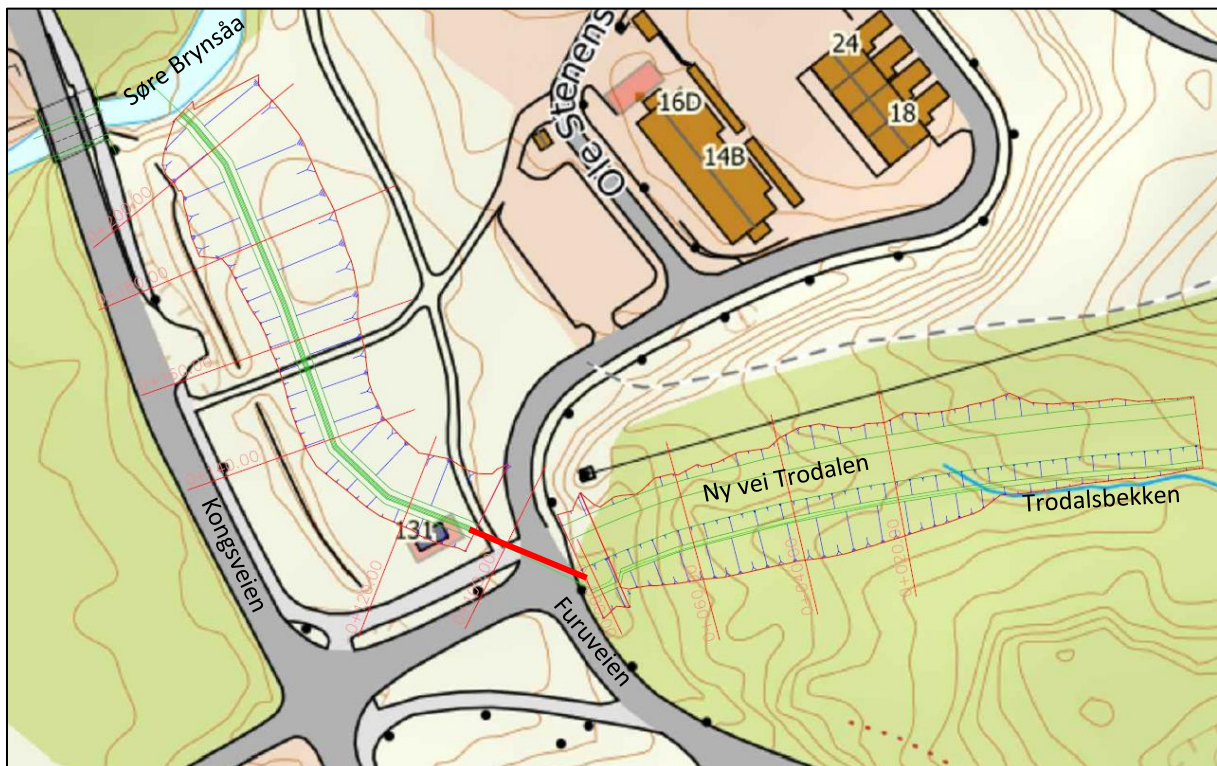
Skissert prinsipp for bekketverrsnitt er vist i Figur 11. Lengdeprofil for strekningen er vist i Figur 12. Linjeføring og skråningsutslag for vurdert alternativ er vist i Figur 13.



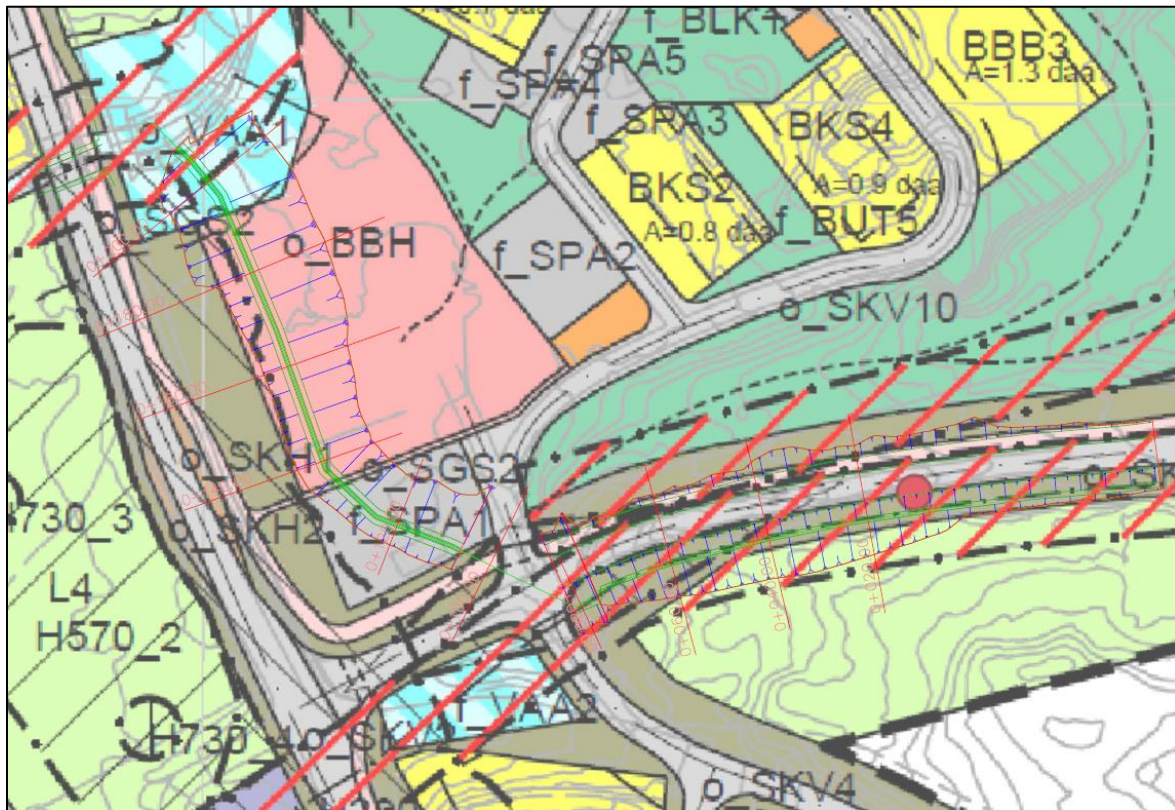
Figur 11: Skissert tvverrsnitt for bekkeåpning



Figur 12: Lengdeprofil bekkeåpning Trodalsbekken



Figur 13: Skissert skråningsutslag for bekkeåpning mellom Furuveien og Søre Brynsåa



Figur 14: Skissert skråningsutslag tegnet over foreliggende planutkast

4.2 Ny kulvert under Furuveien

I tidligere notat er det funnet at en $\varnothing 2000$ rørkulvert vil ha tilstrekkelig kapasitet for avledning av en 200-årsflom inklusive klimapåslag.

Ved opptegning av lengdeprofil for bekkeåpningen er det funnet hensiktsmessig å heller legge to parallelle kulverter ettersom det vil være begrenset overhøyde til Furuveien. Lengdeprofil for løsningen er vist i Figur 12.

Med et fall på 1% vil kulvertene ha innløpskontroll. Kapasitet for $2 \times \varnothing 1400$ vil være $5,7 \text{ m}^3/\text{s}$ basert på tabell i *Vassdragshåndboka* (NVE, 2010).

Ved antagelse om tillatt vannstand oppstrøms inntak 0,3 m over OK kulvert ($y/D = 1,2$) mobiliseres en restkapasitet på +20% med fortsatt frispelstrømning gjennom kulverten. Dette gir en kapasitet på $6,8 \text{ m}^3/\text{s}$.

Etter føring fra oppdragsgiver har vi tatt utgangspunkt i minimum 40 cm overhøyde fra OK kulvert til topp veibane. Vann og spillvannledning ligger her med rundt 3,4 m dybde fra topp vei og bør ikke utgjøre noe problem. Det må isoleres under kulverten for å sikre at vannledningen ikke påvirkes.

Bunnhelning på bekkeåpningen og nivå på utløp er styrende for nivå på kulverten. Ved å legge kanalen slakere enn 1 % og utløpet mot Søre Brynsåa lavere vil det være mulig å øke til $1 \times \varnothing 2000$ rørkulvert.

Det ligger i dag to stikkrenner gjennom Furuveien ved aktuelt område, vist i Figur 10. Utløpet av den nordre stikkrenna må tilpasses mot det nye kulvertutløpet. De nye stikkrennene vil kunne erstatte funksjonen av den søndre stikkrenna, og avlede dette vannet mot Søre Brynsåa. Stikkrenna kan med fordel forsøkes beholdt, og bidra til redusert restrisiko.

4.3 Erosjonssikring

Rundt innløpet av kulverten må det erosjonssikres mot store vannhastigheter fra ovenforliggende kanal. Det bør etableres et basseng med tilstrekkelig plass oppstrøms, og inntaket utformes slik at vannet går gjennom kritisk strømming ved innløpet av kulvert.

Ved utløpet av kulverten må det anlegges et erosjonssikret energidreperbasseng. Dersom dette dimensjoneres tilstrekkelig, vil erosjonssikring av bekkeløpet nedenfor kun behøve erosjonssikring mot moderate vannhastigheter.

Rundt samløpet med Søre Brynsåa må erosjonssikring vurderes spesielt. Løsning her må sees i sammenheng med planlagt masseavlagringsbasseng. Det er i dag erosjonsskader i brukar på Bru Kongsvegen som må utbedres.

Kanal langs ny vei opp Trodalen er ikke vurdert i denne rapporten. Det er her et betydelig fall på rundt 8%, og det vil være behov for kraftig erosjonssikring og eventuelt tiltak for å holde vannhastighetene nede. Det planlegges et masseavlagringsbasseng høyere opp i bekken.

5 Hydraulisk verifikasjon

5.1 Oppsett modell

Det er satt opp en hydraulisk modell med samme parametersett som beskrevet i (Skred AS, 2020) for å verifisere hvorvidt kulvertens kapasitet påvirkes av oppstuvning fra Søre Brynsåa under flom. Parametervalg er beskrevet i rapporten, utdrag av modellområde er vist i Figur 15. Bru Kongsvegen er modellert inn som en luke. Vannstander i fremkant av E6 fra (Skred AS, 2020) er benyttet som nedstrøms grensebetingelse.



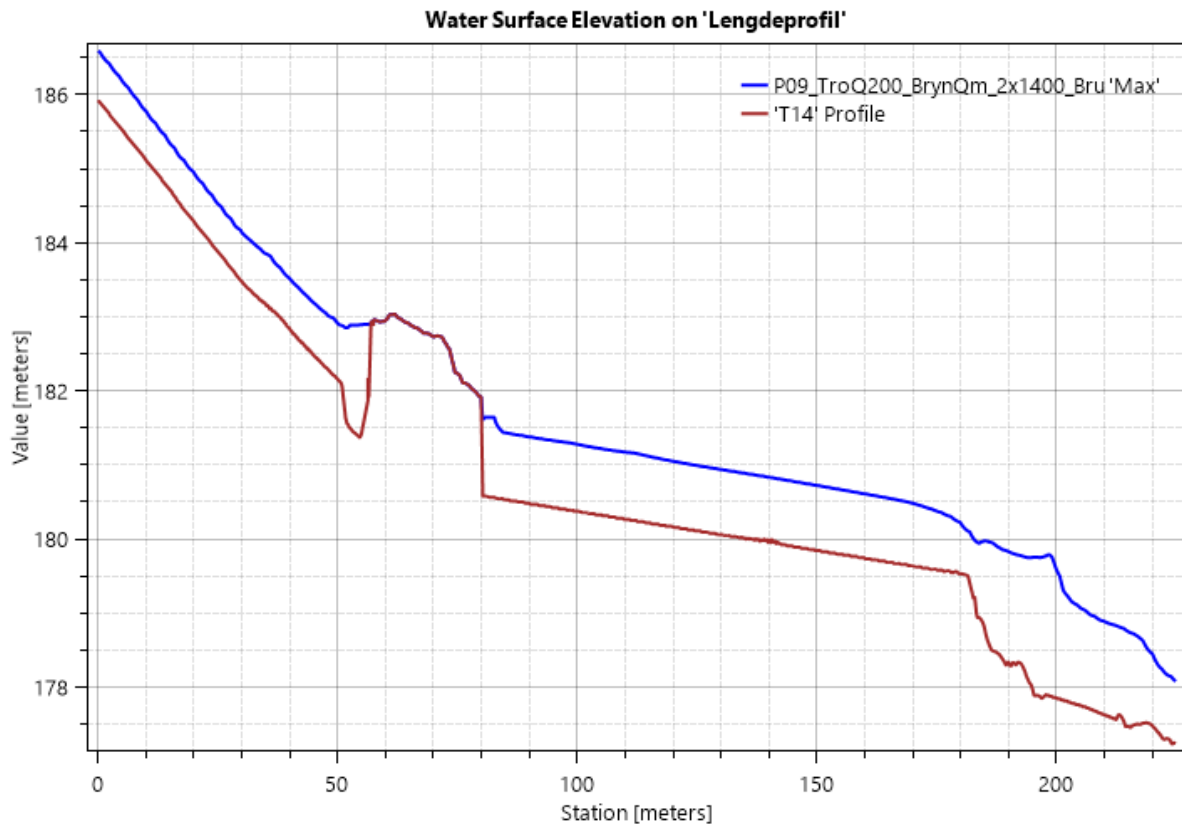
Figur 15: Oversikt beregningsgrid og grensebetingelser for hydraulisk modell.

5.2 Oppstuvning fra Søre Brynsåa

5.2.1 Flom i Trodalsbekken

For 200-årsflom inkl. klimapåslag i Trodalsbekken er oppstuvning fra Søre Brynsåa funnet å ikke påvirke strømmingen i kanalen opp mot utløpet av kulverten, dette bekrefter at

kulverten vil være innløpskontrollert for dimensjonerende flom. Lengdeprofil fra hydraulisk modell er vist i Figur 16, oversvømt areal og hastighetsfordeling er vist i Figur 17.



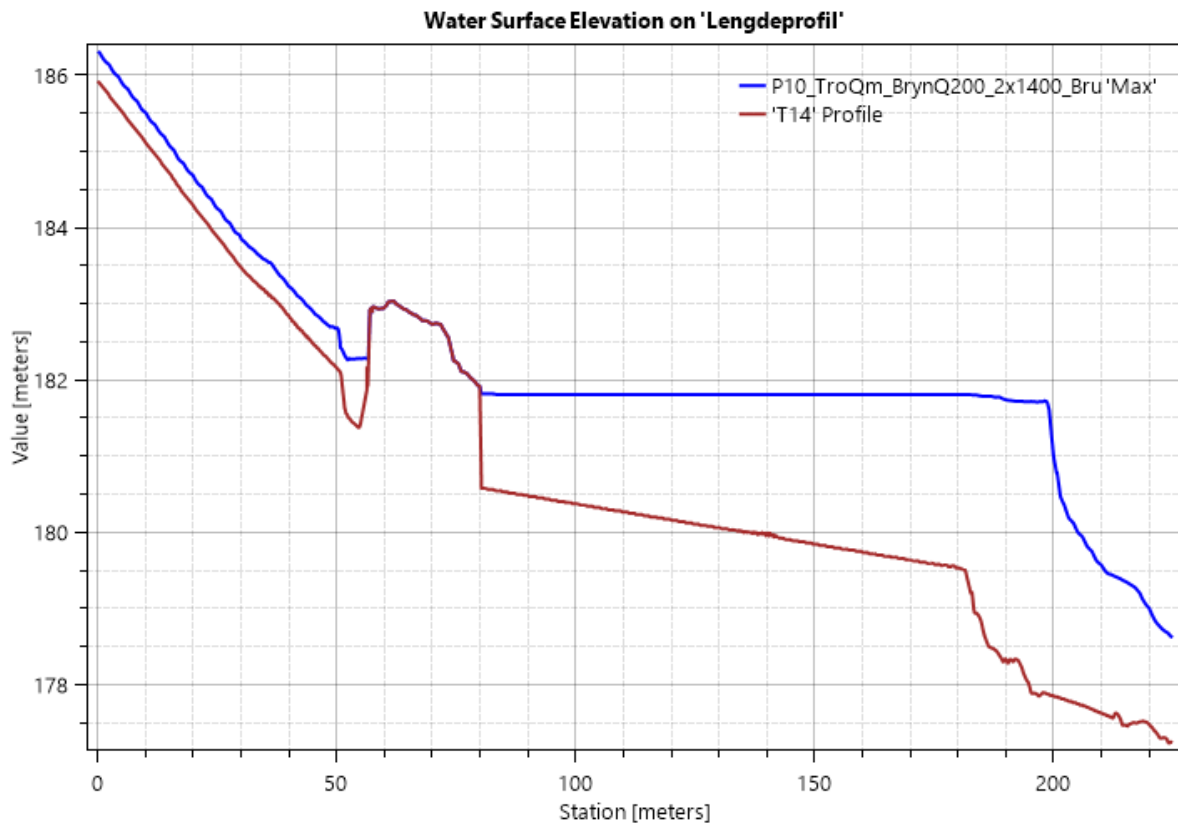
Figur 16: Q200 i Trodalsbekken - Qm i Søre Brynsåa



Figur 17: Indikert hastighetsfordeling (m/s) og oversvømt areal ved Q_{200} +klimapåslag i Trodalsbekken

5.2.2 Flom i Søre Brynsåa

Tidligere rapporter har identifisert at Bru Kongsvegen ikke har kapasitet ved 200-års flom inklusive klimapåslag i Søre Brynsåa. Vannet vil her gå over veibanen, og stå opp i kanalen for bekkeåpningen. Kulverten under Furuveien vil for dette tilfellet være utløpskontrollert, men fortsatt ha tilstrekkelig kapasitet til å ta unna vannføringen fra Trodalsbekken. Vi er ikke kjent med hvorvidt kapasiteten av bru Kongsvegen planlegges utbedret. Lengdeprofil fra hydraulisk modell er vist i Figur 18.



Figur 18: Qm i Trodalsbekken - Q200 i Søre Brynsåa

5.3 Effekt på omliggende områder

Det er verifisert hvorvidt bekkeåpningen vil kunne medføre økt ulempe for omliggende områder grunnet manglende kapasitet i Bru Kongsvegen.

Dette er verifisert med å sammenligne en 200-årsflom inkl. klimapåslag i Søre Brynsåa ved eksisterende tilstand med den vurderte bekkeåpningen. Beregningene viser en teoretisk økning i vannstand oppstrøms Kongsvegen på rundt 2 cm, noe som underbygger tidligere vurderinger om at endringen her kun vil være teoretiske.

De hydrauliske simuleringene viser at omleggingen av bekken ikke vil gi økt ulempe for omliggende områder sammenlignet med nåsituasjonen. Indikert oversvømt areal er sammenlignet i Figur 19.



Figur 19: 200-årsflom ink. klimapåslag i Søre Brynsåa for eks. tilstand (v) og med planlagt bekkeåpning (h).

6 Detaljprosjektering og utførelse

Tiltaket må detaljprosjektering før utførelse.

Ved detaljprosjektering bør bl.a. følgende punkter vurderes for å oppnå en god løsning.

- Landskapsarkitektonisk tilpasning for å gi verdi til nærområdet.
- Strukturelementer, terskler og kulper langs bekkeåpning
- Mulighet for naturbaserte løsninger for erosjonssikring i kanal (liten gradient, lave hastigheter)
- Tiltak for avskjæring av drivgods før kulvertinntak.
- Inntaksløsning, overhøyde, eventuell rist, tilpasning erosjonssikring inn- og utløp.
- Utløp til i Søre Brynsåa, tilpasning mot planlagt masseavlagringsbasseng og muligheter for oppgang av fisk.
- Behov for tetting av grunnen
- Valg av egnede planter / kantvegetasjon
- Utforming av kulvert for eventuell passasje av fisk, amfibier, dyr

7 Konklusjon

En åpning av nedre del av Trodalsbekken med utløp i Søre Brynsåa vurderes å være gjennomførbart og kunne gi en tilfredsstillende håndtering av dimensjonerende flomstørrelser.

Kulvert under Furuveien har krav til kapasitet for en 50-årsflom jamfør krav i Statens vegvesenet håndbøker. Det foreslås likevel å dimensjonere kulvert for 200-årsflom inkl. klimapåslag ettersom det vil være krevende å sikre alternativ flomvei tilbake til bekkeløp uten betydelige endringer i eksisterende veier. 2 x Ø1400 rørkulverter under Furuveien vil gi tilstrekkelig kapasitet. Kulvertenes kapasitet er verifisert opp mot oppstuvning fra Søre Brynsåa under flom og funnet OK.

Tiltaket er funnet å ikke gi omliggende områder økt ulempe ved flom sammenlignet med nåsituasjonen.

Trodalsbekken er funnet å trolig ikke ha årssikker vannføring etter definisjon i Vannressursloven.

8 Referanser

- Engeland, K. H.-Ø. (2008). *Lavvannskart for Norge. Oppdragsrapport A 2008-5 NVE*. URL https://publikasjoner.nve.no/oppdragsrapportA/2008/oppdragsrapportA2008_05.pdf.
- Norconsult AS. (2018a). *5177632 Flomsikring Søre Brynsåa. Datert 21.6.2018*.
- Norconsult AS. (2018b). *5177632-1. Flomberegning for Søre Brynsåa. Datert 19.10.2018*.
- Norconsult AS. (2019a). *Tiltak for Trodalsbekken - Datert 19.5.2019*.
- Norconsult AS. (2019b). *Oversikt over vassdragstekniske tiltak i Trodalsbekken*.
- NVE. (2010). *Vassdragshåndboka*.
- Skred AS. (2020). *20173-01-3 Uavhengige vurderinger relatert til flom og overvann for Trodal Boligfelt*.