



E6 Gyllan – Kvål

Fagrapport hydrologi sidevassdrag

20.03 | 23

Detaljreguleringsplan

Nye Veier AS | Tangen 76
4608 Kristiansand
nyeveier.no

Oppdragsnummer:	5207617
Oppdragsnavn:	E6 Gyllan - Kvål
Dokumentnummer:	NV50E6GK-VAA-RAP-0005
Dokumentnavn:	Fagrapport hydrologi sidevassdrag

Versjonsoversikt

Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
01	20.03.2023	Til høring	URIBE	JWL	JHSVE

SAMMENDRAG

I forbindelse med utbygging av ny E6 på strekningen mellom Gyllan og Kvål er det behov for vurdering av dimensjonerende flommer i kryssende vassdrag samt et overslag til dimensjonering av kryssingene.

Det er utarbeidet flomberegning for 12 kryssende vassdrag. De fleste bekker/elver har nedbørfelt under 10 km², med unntak av Loa som har nedbørfelt på ca. 27 km². Mindre bekker eller vannveier er ikke undersøkt da disse behandles innen overvannshåndtering.

Ny E6 er i sikkerhetsklasse V3 (ÅDT>4000), og returperioden for flomhendelse skal være 200 år. I tillegg skal det på dimensjonerende flom legges til klimapåslag og usikkerhetspåslag.

For beregning av flomtilsig er flere metodikker benyttet for å redusere usikkerheten i beregningene. De forskjellige metodene som er benyttet er den rasjonelle metoden (hovedsakelig for nedbørfelt med størrelse mindre enn 2 km²), nasjonalt formelverk for flomberegning i små uregulerte nedbørfelt (NIFS-ligningene) og flomfrekvensanalysen. Endelig valg av flomverdier ligger innenfor spennet fra de ulike metodikkene, og følger prinsippene listet nedenfor:

- Feltareal < 1 km²: Den rasjonelle metoden
- Feltareal mellom 1 og 2 km²: Gjennomsnitt av FFA, NIFS-formel og den rasjonelle metoden.
- Feltareal > 2 km²: Den største verdien mellom FFA og NIFS-formel

For Loa er flommen rutet gjennom magasinet Benna.

Det er utført en innledende vurdering av nødvendige dimensjoner til kryssingene fra sidevassdragene. Forutsetninger benyttet i denne dimensjoneringen er listet nedenfor:

- Dimensjonering av kulverter er utført med antagelsen om innløpskontroll og vannivå opp til toppen av kulverten.
- Det forutsettes bunnivå til kulverten er likt eksisterende bunnivå.
- Det forutsettes tilstopping i henhold til anbefalinger fra håndbok N200 [1]. Det skal antas minimum gjentetting i 1/3 av innløpets høyde, men for bekker med stor massetransport er det utført beregninger med 50 % tilstopping.
- For omlegging av bekkene antas et trapesoideformet tverrsnitt og normalstrømning med helning basert på høyder i terrengmodellen.
- Minimum dimensjon for gjennomløp er 600 mm. [1]
- Behov for fiskepassasjer nevnes og detaljeres i byggeplanfase.
- Kulverter med bredde større enn 2 m klassifiseres som bruer og bør ha minimum 0,5 m fribord over dimensjonerende flomvannstand. For bruer forutsettes det vanligvis ikke tilstopping.

For dimensjonering av alle kulvertene er det benyttet beregningsprogram HY-8. I tillegg er det utarbeidet hydrauliske modeller i Hec-Ras for kryssinger ved Gyllbekken, Loa og Eidsmobekken (Lera).

I byggeplan vil det være behov for detaljert dimensjonering av hver kryssing. Det må kontrolleres at kulvertene faktisk er innløpskontrollert. Flere kulverter må bygges slik at det ligger naturlig substrat i bekkebunnen i kulverten. Dette kan kreve større kulvertdimensjoner enn beregnet her. I de vassdragene som er viktige for fisk, bør det også kontrolleres at vannhastigheter ved normale vannføringer er gunstig for fisk, og sannsynligvis bygge en forsenkning for å lede vann i perioder med lave vannføringer. Omlagte bekkestrekninger må også detaljprosjekteres med hensyn på miljø. Ved høye vannføringer og/eller tilstopping eller flomskred kan de oversvømte områdene fra flere bekker eventuelt slå seg sammen, slik at flere kulverter vil fungere sammen for å avlede flomvann.

Kulvertdimensjonene må optimaliseres ved detaljprosjektering med hensyn til krav for erosjonssikring ved innløp, utløp og nedstrøms kulverten. I tillegg bør det detaljeres tiltak for fiskepassasje i alle bekkene som er viktige for fisk, som Gyllbekken og Loa. Til slutt, bør det kontrolleres at vassdragstiltak i forbindelse med E6 ikke øker flomrisiko for tredjepart. For dette vil det være behov for innmåling av eksisterende bekkebunn ved hver kryssing. I denne planfasen er det avsatt tilstrekkelig plass for tiltakene, men endelig utforming er ikke detaljert.

INNHOLD

1	INNLEDNING	6
1.1	Bakgrunn	6
1.2	Prosjektets formål og mål	7
1.3	Planprosess for detaljregulering med konsekvensutredning for E6 Gyllan – Kvål.....	7
1.4	Reguleringsplan og vurdering av flomforholdene	8
2	BESKRIVELSE AV KRYSSENDE VASSDRAG	9
2.1	Øyabekken (felt 1)	11
2.2	Gyllbekken (felt 2).....	14
2.3	Landbruksbekk ved Foss (felt 3)	16
2.4	Grinnibekken (felt 4)	18
2.5	Fire små bekker mellom Grinnibekken og Floksa (felt 5-8).....	20
2.6	Floksa (felt 9)	24
2.7	Bekk ved nordre påhugg Homyrkamtunnel (felt 10).....	26
2.8	Loa (felt 11).....	28
2.9	Eidsmobekken (Lera) (felt 12)	31
2.10	Dreneringsgrøft ved Forset	33
3	HYDROLOGI	34
3.1	Flomfrekvensanalyse.....	34
3.2	NIFS-formelverk.....	39
3.3	Den rasjonelle metoden.....	40
3.4	Loa	45
3.5	Sammenstilling av flomberegninger og valg av flomverdier	46
3.6	Klimapåslag og usikkerhetspåslag	47
4	DIMENSJONERING AV KRYSSINGER UNDER E6.....	51
5	OMLEGGING AV SIDEVASSDRAG	54
6	EROSJONSSIKRING I SIDEVASSDRAGENE	64
7	REFERANSER.....	65
1	FREKVENSPLOTT.....	67
2	INFILTRASJONSEVNE	72
3	HYDRAULISK DIMENSJONERING	76

1 INNLEDNING

Nye Veier har ca. 175 km ny E6 i sin portefølje i Trøndelag. Målet til Nye Veier er å bedre trafiksikkerheten, forkorte reisetiden og styrke vekst og utvikling i landsdelen. E6 Gyllan – Kvål inngår som en del av denne store oppgraderingen av E6 gjennom Trøndelag fra Nedgård i sør (Rennebu kommune) til Asp i nord (Steinkjer kommune), som vist i Figur 1-1.



Figur 1-1 Nye Veiers portefølje i Trøndelag (Illustrasjon: Nye Veier)

1.1 Bakgrunn

E6 er hovedveien i Norge mellom nord og sør. Veien er hovedtransportåren for godstrafikk til og fra, samt gjennom Trøndelag. E6 er dessuten den viktigste persontrafikkåren for regionen. E6 Gyllan – Kvål er ca. 17 km lang og ligger i sin helhet i Melhus kommune. På strekningen er det tofelts vei med randbebyggelse gjennom tettstedene Ler og Lundamo. Årsdøgntrafikken (ÅDT) for strekningen i 2020 var mellom 8 600 og 11 400 kjøretøy. Strekninger med redusert hastighet og blandet trafikk kombinert med begrensa muligheter for forbikjøring reduserer fremkommeligheten. I perioden 2011-2020 er det registrert 34 ulykker på strekningen, hvorav åtte er påkjøring bakfra, ti er møteulykker og 12 er utforkjøringer. To personer har mistet livet og tre personer har blitt hardt skadde.

1.2 Prosjektets formål og mål

Formålet med planarbeidet er å skaffe et formelt grunnlag for erverv av grunn og bygging av ny E6 som en firefelts motorvei. Løsningene skal bidra til å oppnå målene i Nasjonal transportplan 2022–2030 [2], gjengitt i Figur 1-2.



Figur 1-2 Målene for transportsektoren fra Nasjonal transportplan (Illustrasjon: Nasjonal transportplan [2]).

1.3 Planprosess for detaljregulering med konsekvensutredning for E6 Gyllan – Kvål

Nye Veier startet en ny planprosess i 2020 med bakgrunn i et ønske om å øke den samfunnsøkonomiske lønnsomheten, redusere kostnader, minimere jordbruksbeslag og redusere belastning på ytre miljø sammenlignet med gjeldende plan.

Det er i perioden 2021–2022 utarbeidet konsekvensutredning for flere alternativer på strekningen. Dimensjoneringsklasse H3, og fartsgrense 110 km/t lå til grunn for utredningen. En mulighetsstudie for fartsgrense 100 km/t inngikk også i beslutningsgrunnlaget for valg av trasé. Melhus kommune vedtok 25. oktober 2022 at alternativ 1.1A og 2.1 skulle legges til grunn for utarbeidelse av reguleringsplan på strekningen, se Figur 1-3



Figur 1-3 Oversiktskart der alternativ som er lagt til grunn for planforslaget er vist med rød linje. Andre utredede alternativer er vist med lysere farge (Illustrasjon: Nye Veier).

Planforslaget ligger hovedsakelig i samme trasé som gjeldende plan. De største endringene er følgende:

- Løsning og plassering av Fosskrysset.
- Løsningen på Røskaft der man unngår omlegging av jernbane og brusøyler i elv.
- Kryss på Losen/Ler er tatt ut.
- Løsningen ivaretar sikkerhet mot skred og flom bedre enn gjeldende plan.
- På deler av strekningen har E6 en høyere standard og høyere dimensjonerende fart.

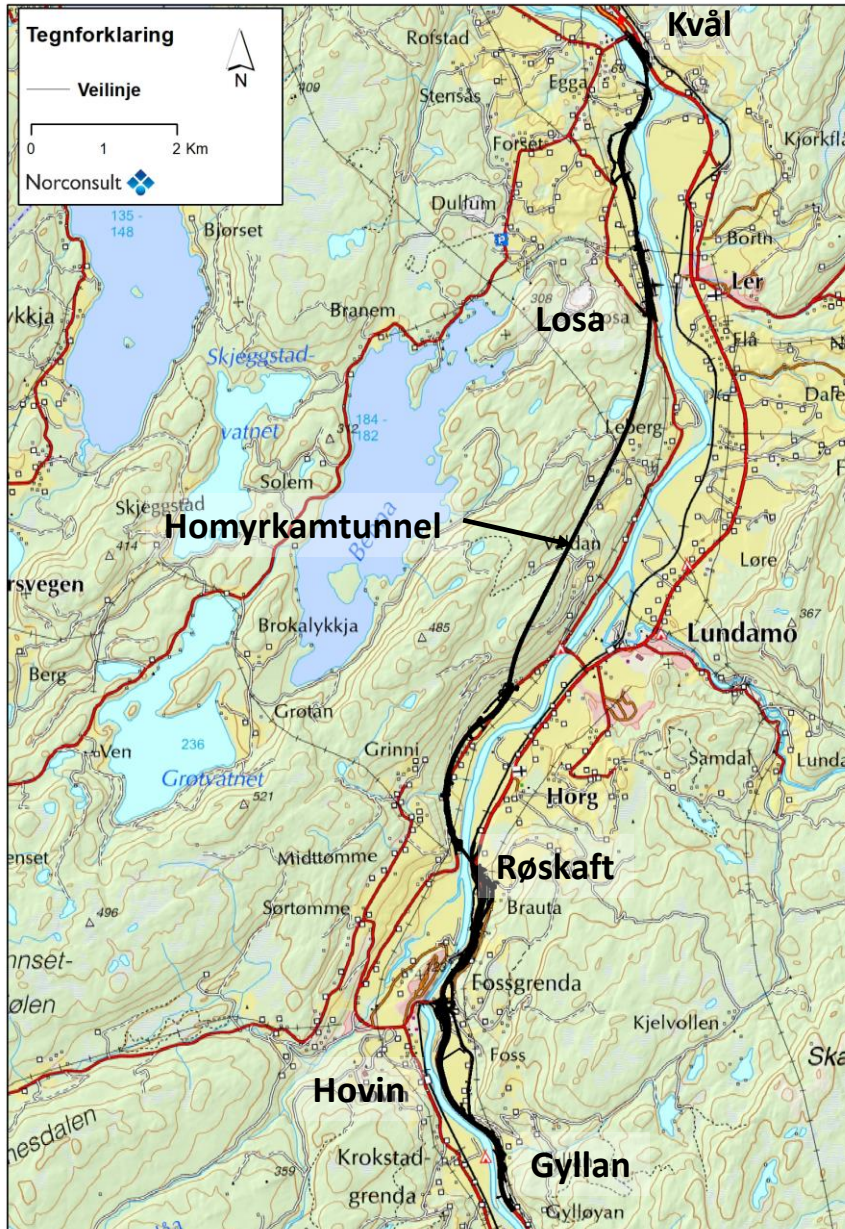
1.4 Reguleringsplan og vurdering av flomforholdene

I forbindelse med utbygging av ny E6 på strekningen Gyllan – Kvål, i Melhus kommune, er det behov for vurdering av flomforholdene i sidevassdragene for det valgte trasealternativet: 1.1A (tidligere omtalt som 1.1C) og 2.1. Denne rapporten belyser flomforholdene og konsekvensene av tiltaket i sidevassdragene. Flomforholdene i hovedvassdraget Gaula er presentert i Fagrapport hydrologi Gaula. Gyllan – Kvål [3].

2 BESKRIVELSE AV KRYSSENDE VASSDRAG

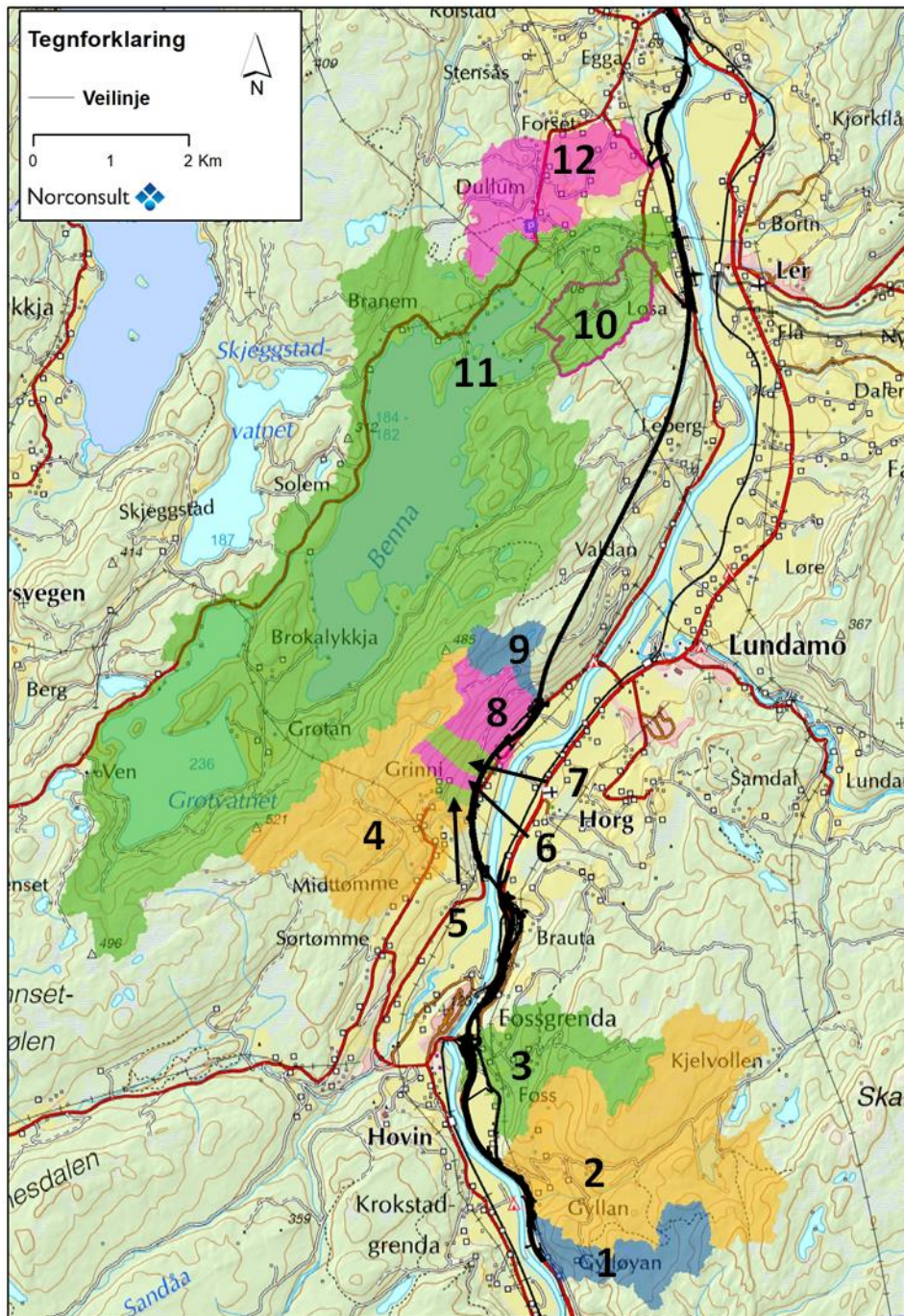
I forbindelse med utbygging av ny E6 på strekningen mellom Gyllan og Kvål, i Melhus kommune, er det behov for vurdering av dimensjonerende flommer i kryssende vassdrag samt et overslag til dimensjonering av kryssingene. Figur 2-1 viser veitraséen.

Hydrologi for hovedvassdraget Gaula er omtalt i egen fagrapport [3].



Figur 2-1 Ny veilinje (svart) for strekningen Gyllan – Kvål (Kilde: Norconsult)

Den planlagte nye E6 Gyllan – Kvål vil krysse flere bekker og elver. Figur 2-2 viser en oversikt av nedbørfelt til bekker og elver vist i vannportalen [4] eller i NVE Atlas [5].



Figur 2-2 Nedbørfelt og beliggenhet av kryssende vassdrag (kilde: Norconsult).

Tabell 2-1 viser en liste av kryssende vassdrag fra sør til nord. Vassdrag 1 til 3 ligger øst for Gaula og krysser dagens E6. De øvrige vassdrag ligger vest for Gaula og vil krysse den nye E6-strekningen. Mindre bekker eller vannveier, inkludert dreneringsgrøft ved Forset (se kapittel 2.10) behandles innenfor overvannshåndtering, og er derfor ikke vist Tabell 2-1.

Tabell 2-1 Liste over kryssende vassdrag (Kilde: Norconsult)

Nr.	Navn	Veiprofil	Feltareal (km ²)	Normal avrenning ¹ (l/skm ²)
1	Øyabekken	500	1,5	22,4
2	Gyllbekken	1140	7,0	22,4
3	Små landbruksbekker v/Foss	2830	2,2	19,0
4	Grinnibekken	6360	4,5	19,1
5	Bekk 1 mellom Grinnibekken og Floksa	6750	0,12	19,1
6	Bekk 2 mellom Grinnibekken og Floksa	6750	0,22	19,1
7	Bekk 3 mellom Grinnibekken og Floksa	7925	0,30	19,1
8	Bekk 4 mellom Grinnibekken og Floksa	7925	0,95	19,1
9	Floksa	8100 ²	0,54	19,1
10	Bekk ved nordre påhugg Homyrkamtunnel	14 400	1,24	16,4
11	Loa	14 600	26,8	16,8
12	Eidsmobekken / Lera	15 600	2,6	16,9

¹ Fra NEVINA eller nærmeste Regine-felt.

² Krysser over tunnelen og deretter lokalveier

2.1 Øyabekken (felt 1)

Øyabekken er lagt i rør under eksisterende E6, noe som hindrer fiskeoppgang. Bekken har et nedbørfelt på ca. 1,5 km² og normalavrenning på 22,4 l/skm². I feltet er det i hovedsak skog, noe myr og litt jordbruk, se Tabell 2-3.

Figur 2-3 viser bilder fra befaringen og Figur 2-4 viser nedbørfeltet til Øyabekken ned til krysset under eksisterende E6. Den prosjekterte veien medfører permanent omlegging av ca. 160 m av bekken (inkludert kulverten under ny E6), vist i Figur 2-5.

Tidligere tiltak på eksisterende E6 har medført at vannet i bekken forsvinner. Ny E6 kan forbedre denne situasjonen.

Tabell 2-2 Feltparametre til Øyabekken (Kilde: Norconsult basert på [6])

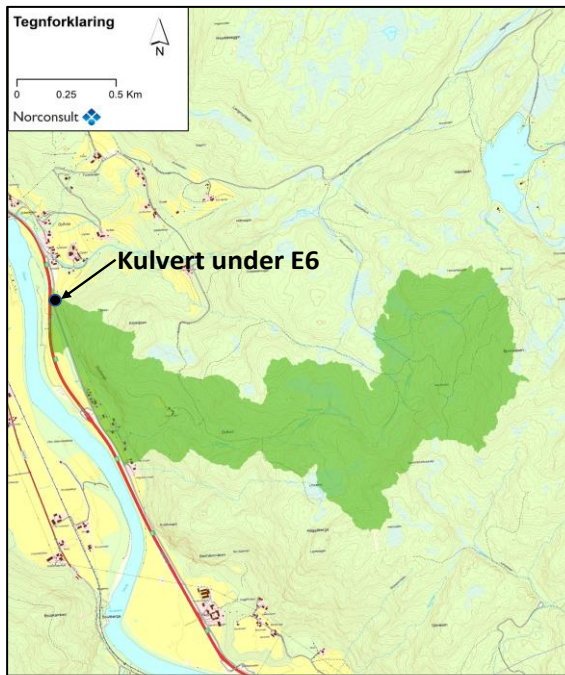
Feltareal (km ²)	Normal avrenning (l/skm ²)	Effektiv sjøprosent (%)	Høyde min-med-maks (moh.)	Feltlengde (m)
1,5	22,4	0,0	51-321-501	2400

Tabell 2-3 Bruksareal i nedbørfelt til Øyabekken (Kilde: Norconsult basert på [6])

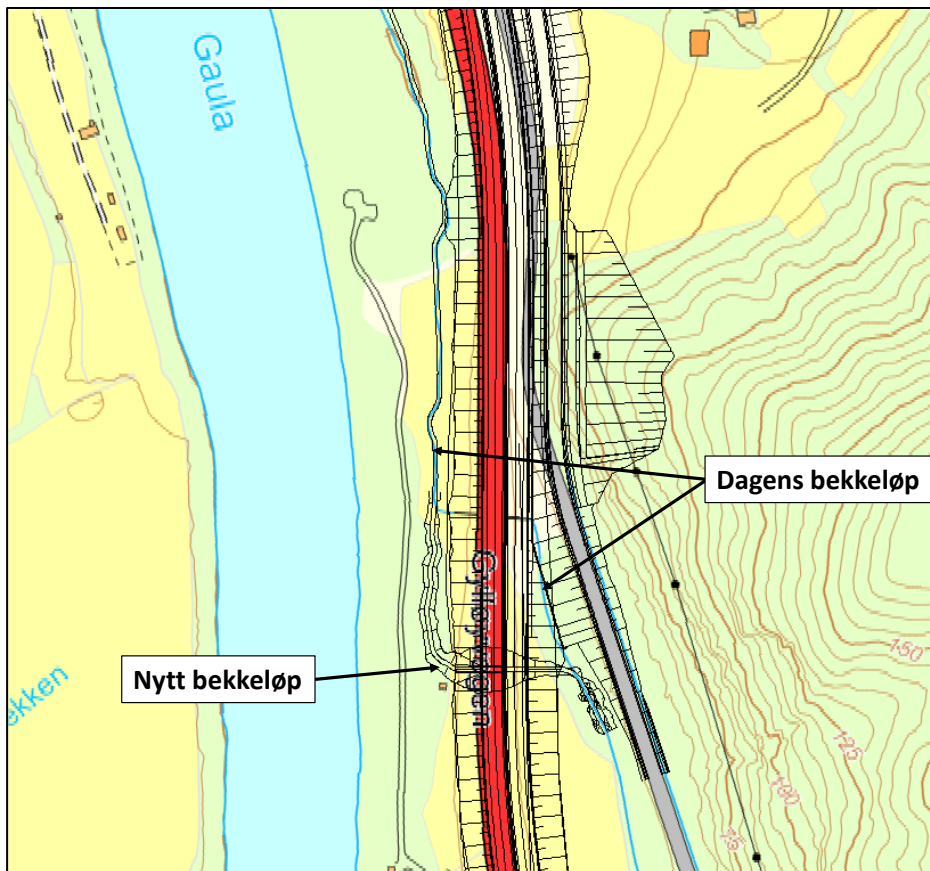
Bruksareal	Prosent av feltet (%)
Skog	88,2
Myr	7,1
Jordbruk	3,2
Ferskvann	-
Bebyggd og samferdsel	1,2
Åpen fastmark	0,3



Figur 2-3 Øyabekken ved kulverten under dagens E6 (Kilde: Norconsult)



Figur 2-4 Nedbørfelt til Øyabekken (Kilde: Norconsult)



Figur 2-5 Omlegging av Øyabekken (Kilde: Norconsult)

2.2 Gyllbekken (felt 2)

Gyllbekken krysser under Gylløyvegen og eksisterende E6 ved Gyllråa. Bekken har et nedbørfelt på ca. 7,0 km² og normalavrenning på 22,4 l/skm². Tabell 2-4 viser feltparametre for nedbørfeltet og Tabell 2-5 viser bruksareal i nedbørfeltet. Figur 2-6 viser bilder av bekken fra befaringen, mens Figur 2-7 viser nedbørfeltet til Gyllbekken ned til krysset under E6.

Tabell 2-4 Feltparametre til Gyllbekken (Kilde: Norconsult basert på [6])

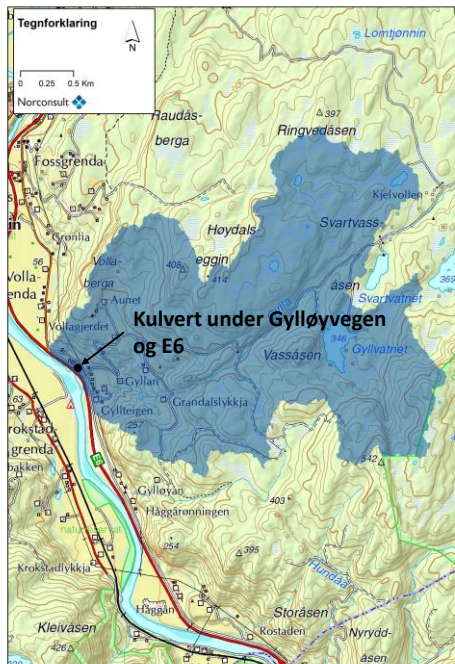
Feltareal (km ²)	Normal avrenning (l/skm ²)	Effektiv sjøprosent (%)	Høyde min-med-maks (moh.)	Feltlengde(m)
7,0	22,4	0,29	50-343-552	3700

Tabell 2-5 Bruksareal i nedbørfelt til Gyllbekken (Kilde: Norconsult basert på [6])

Bruksareal	Prosent av feltet (%)
Skog	76,0
Myr	12,9
Jordbruk	8,2
Ferskvann	1,4
Bebyggd og samferdsel	1,2
Åpen fastmark	0,3

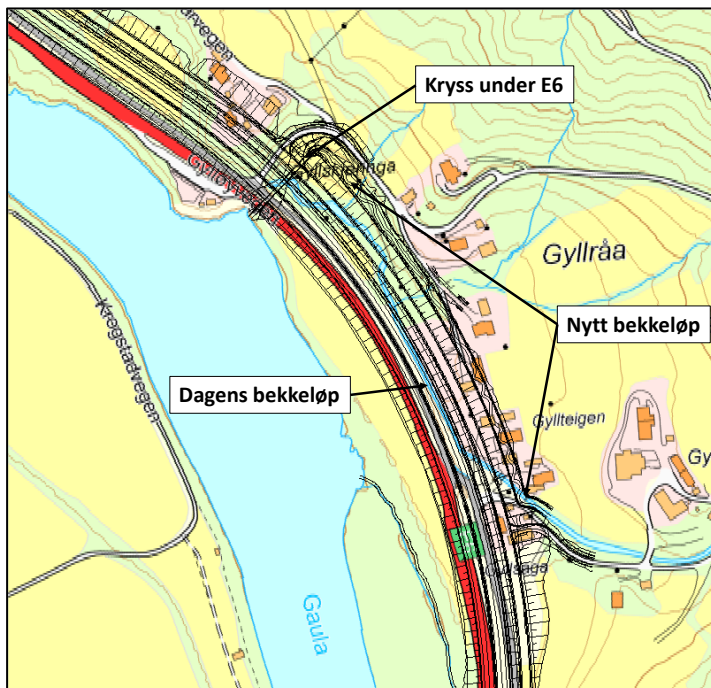


Figur 2-6 Gyllbekken ved kulvert Gylløyvegen/E6 (Kilde: Norconsult)



Figur 2-7 Nedbørfelt til Gyllbekken (kilde: Norconsult)

Den prosjekterte veien medfører permanent omlegging av ca. 380 m i nedre del av bekken (inkludert ny kulvert under E6), vist i Figur 2-8. Bekkeløpet skal flyttes øst for ny E6. Ungfiskundersøkelser i nedre delen av Gyllbekken viser svært høye ungfisktettheter, og blant de høyeste tetthetene av ørret i hele Gaulavassdraget [4]. Det er svært viktig at omleggingen ikke medfører reduksjon i funksjonsområder for anadrom fisk.



Figur 2-8 Omlegging i Gyllbekken (Kilde: Norconsult)

2.3 Landbruksbekk ved Foss (felt 3)

Feltparametere for landbruksbekker ved Foss er vist i Tabell 2-6 og bruksareal i nedbørfeltet er vist i Tabell 2-7. Bekken har et nedbørfelt på ca. 2,2 km² og normalavrenning på 19,0 l/skm².

Tabell 2-6 Feltparametre til bekk ved Foss (Kilde: Norconsult basert på [6])

Feltareal (km ²)	Normal avrenning (l/skm ²)	Effektiv sjøprosent (%)	Høyde min-med-maks (moh.)	Feltlengde (m)
2,2	19,0	0,016	46-215-418	2510

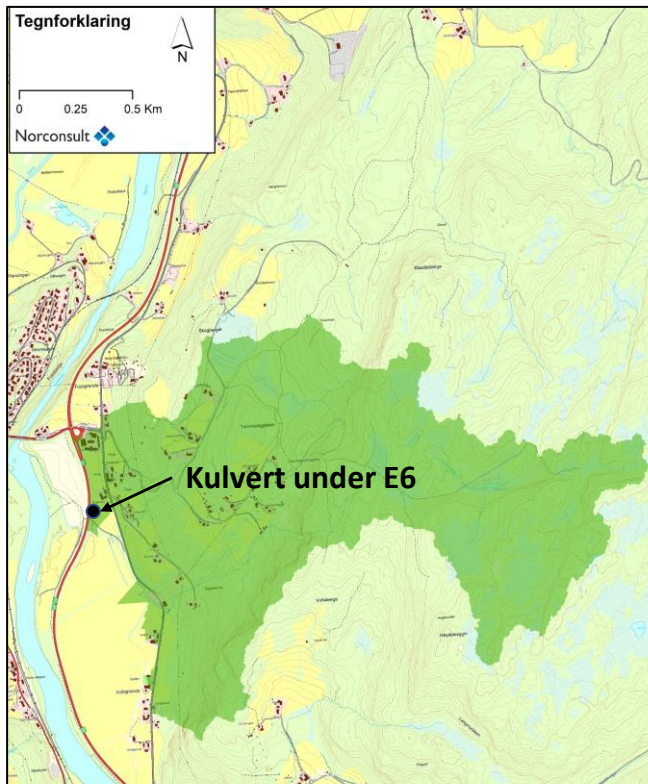
Tabell 2-7 Bruksareal i nedbørfelt til bekk ved Foss (Kilde: Norconsult basert på [6])

Bruksareal	Prosent av feltet (%)
Skog	68,0
Myr	10,8
Jordbruk	8,2
Ferskvann	0,1
Bebyggd og samferdsel	3,9
Åpen fastmark	0,9

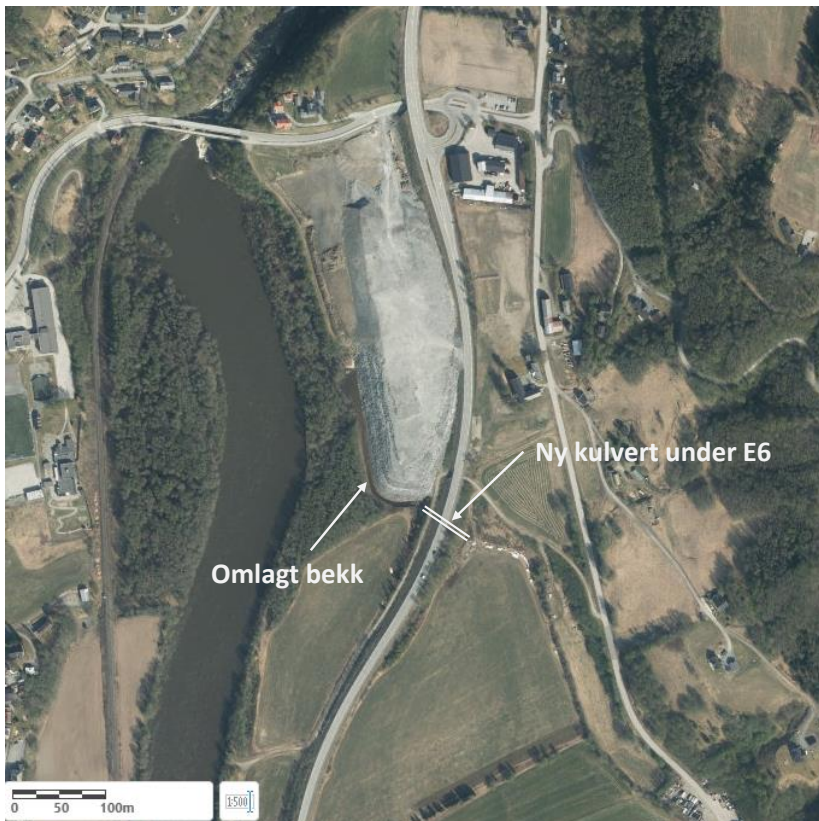
Figur 2-9 viser bilder av bekken ved befaring. Figur 2-10 viser de samlede nedbørfeltet til flere landbruksbekker ved Foss. Den samlede bekken er lagt om slik at den går utenom fyllingen mellom eksisterende E6 og Gaula, se Figur 2-11.



Figur 2-9 Bekk ved Foss (kilde: Norconsult)



Figur 2-10 Samlet nedbørfelt til landbruksbekker ved Foss (Kilde: Norconsult)



Figur 2-11 Omlagt bekk ved Foss med kulvert under ny E6 (kilde: Norconsult)

2.4 Grinnibekken (felt 4)

Feltparametre til Grinnibekken er vist i Tabell 2-8 og bruksareal i nedbørsfeltet er vist i Tabell 2-9. Nedbørsfeltet til bekken har en størrelse på ca. 4,5 km² og er vist i Figur 2-13. Normalavrenning i feltet er 19,1 l/skm². Anadrom strekning i Grinnibekken er om lag 650 meter opp til naturlig vandringshinder. Størsteparten av anadrom strekning er relativt intakt, med veletablert kantvegetasjon og varierende bunnsstrat [7]. Figur 2-12 viser bilder av kulverten under Grinnisvegen. Ny E6 vil krysse bekken og medfører permanent omlegging av ca. 300 m av dagens bekkeløp, vist i Figur 2-14.

Tabell 2-8 Feltparametre til Grinnibekken (Kilde: Norconsult basert på [6])

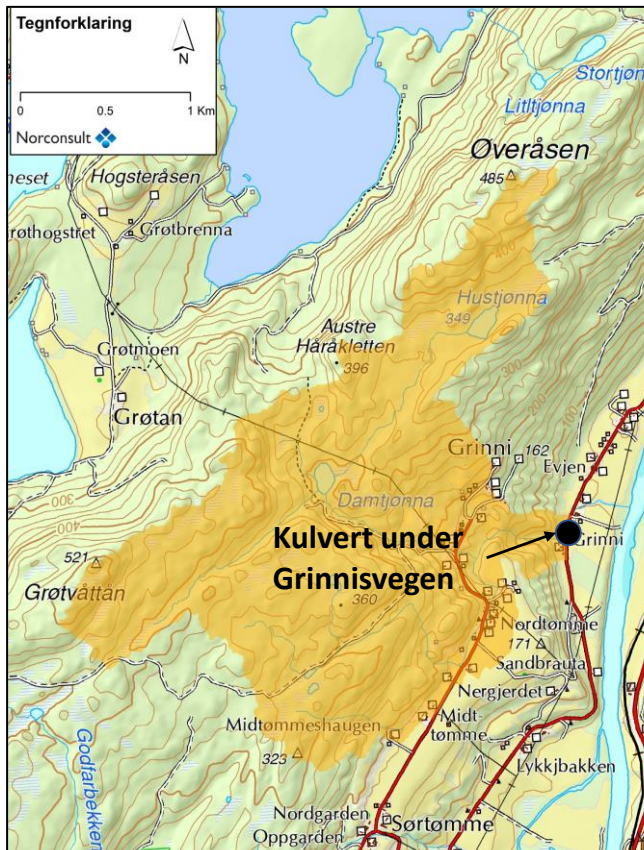
Feltareal (km ²)	Normal avrenning (l/skm ²)	Effektiv sjøprosent (%)	Høyde min-med-maks (moh.)	Elvegradient (m/km)
4,5	19,1	0,10	53-327-526	91,8

Tabell 2-9 Bruksareal i nedbørsfelt til Grinnibekken (Kilde: Norconsult basert på [6])

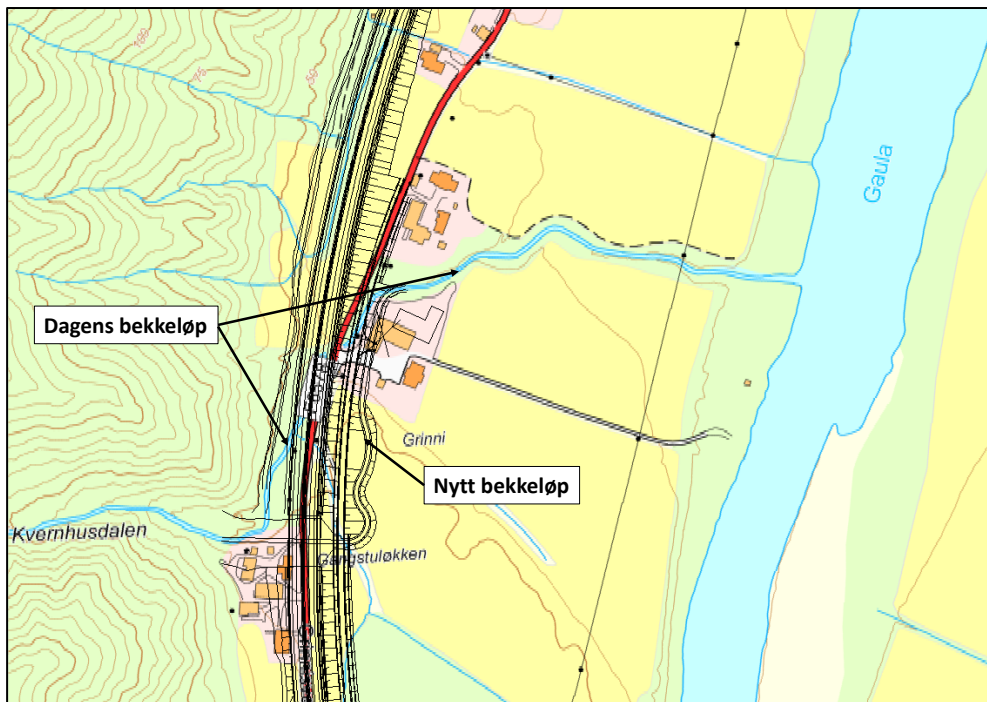
Bruksareal	Prosent av feltet (%)
Skog	72.2
Myr	12.6
Jordbruk	12.2
Ferskvann	0.8
Bebyggd og samferdsel	1.8
Åpen fastmark	0.4



Figur 2-12 Grinnibekken ved kulverten under Grinnisvegen t.v. Bekkeløpet ligger i dag mellom lokalvei og gårdsadkomst t.h. (Kilde: Norconsult)



Figur 2-13 Nedbørfelt til Grinnibekken ved dagens kulvert under lokalvegen (Kilde: Norconsult)



Figur 2-14 Omlegging av Grinnibekken (Kilde: Norconsult)

2.5 Fire små bekker mellom Grinnibekken og Floksa (felt 5-8)

Ny E6 krysser små bekker mellom Grinnibekken og Floksa. Tabell 2-10 viser feltparametere til feltene og Tabell 2-11 viser bruksareal i feltene. Nedbørfeltene til bekkene samt nummerering er vist i Figur 2-18. Bekkene renner nedover en bratt skråning og det forventes at det kan bli massetransport. Ny vei vil medføre omlegging av dagens bekkeløp, se Figur 2-19 og Figur 2-20. Det vurderes som aktuelt at bekk 1 og 2 krysser veien samlet og at bekk 3 og 4 krysser veien samlet. Dette avklares endelig i detaljprosjektering. Figur 2-15 til Figur 2-17 viser bilder av bekkene.

Tabell 2-10 Feltparametre til de små bekkene mellom Grinnibekken og Floksa (Kilde: Norconsult basert på [6])

Bekk	Feltareal (km ²)	Normal avrenning (l/skm ²)	Effektiv sjøprosent (%)	Høyde min-med-maks (moh.)	Feltlengde (m)
Bekk nr. 1	0,12	19,1	0,0	40-128-286	525
Bekk nr. 2	0,22	19,1	0,0	40-233-385	950
Bekk nr. 3	0,30	19,1	0,0	38-191-399	980
Bekk nr. 4	0,95	19,1	0,0	31-209-471	1230

Tabell 2-11 Bruksareal i nedbørfelt til de små bekkene mellom Grinnibekken og Floksa (Kilde: Norconsult basert på [6])

Bruksareal/ bekk	Prosent av feltet (%)			
	Bekk nr. 1	Bekk nr. 2	Bekk nr. 3	Bekk nr. 4
Skog	67,7	94,4	78,6	75,3
Myr	-	-	-	1,9
Jordbruk	26,9	4,8	18,8	21,6
Ferskvann	-	-	-	-
Bebyggd og samferdsel	5,4	0,7	1,6	0,9
Åpen fastmark	-	-	1,0	0,3



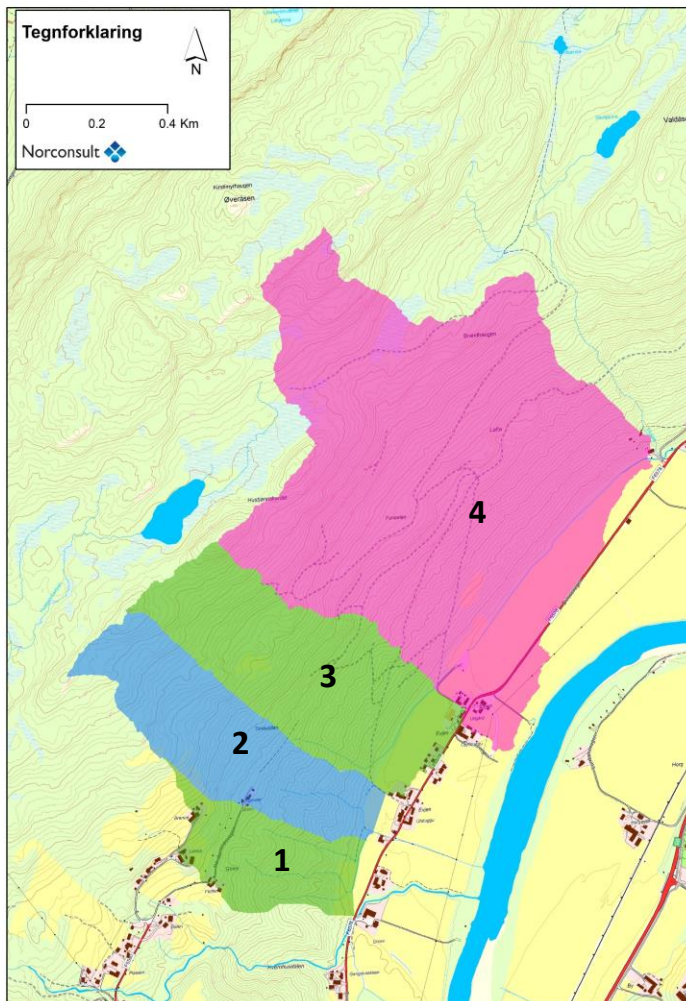
Figur 2-15 Liten bekk mellom Grinnibekken og Floksa, i skillet mellom jorder (Kilde: Norconsult)



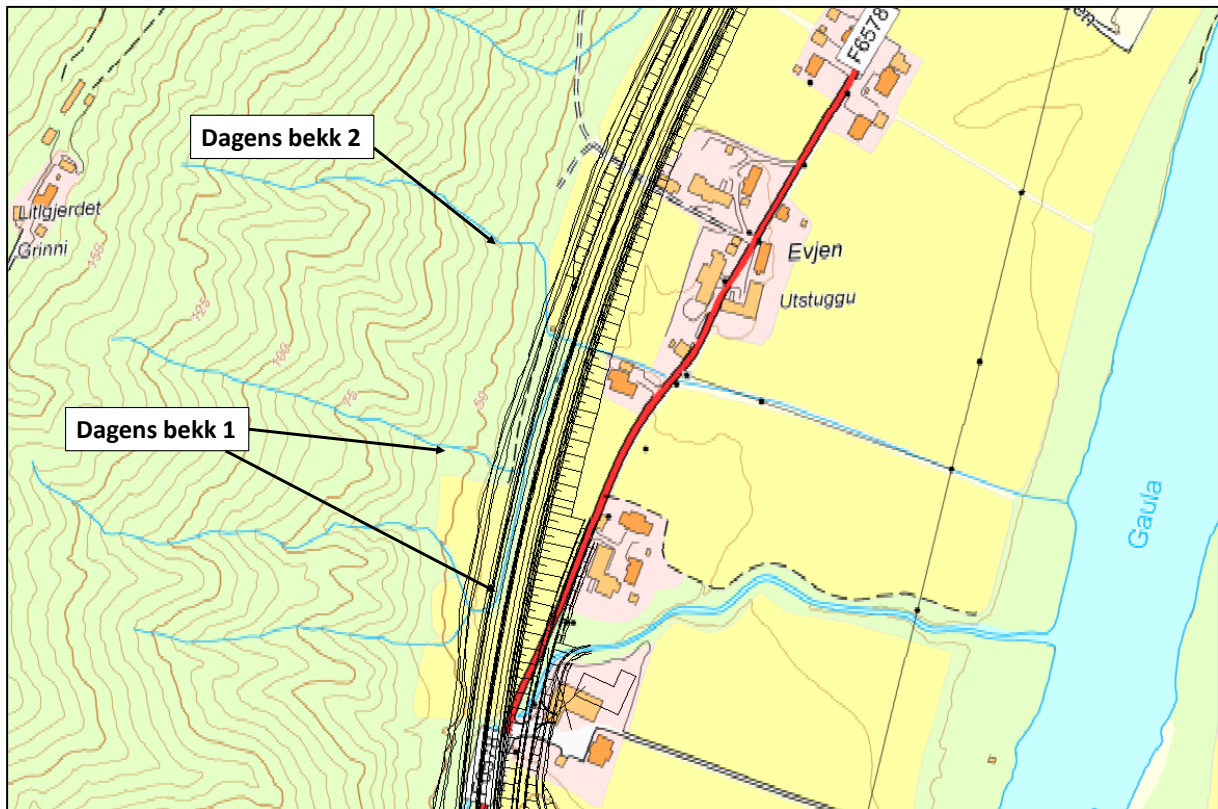
Figur 2-16 Liten bekk mellom Grinnibekken og Floksa, nedover skråningen (kilde: Norconsult)



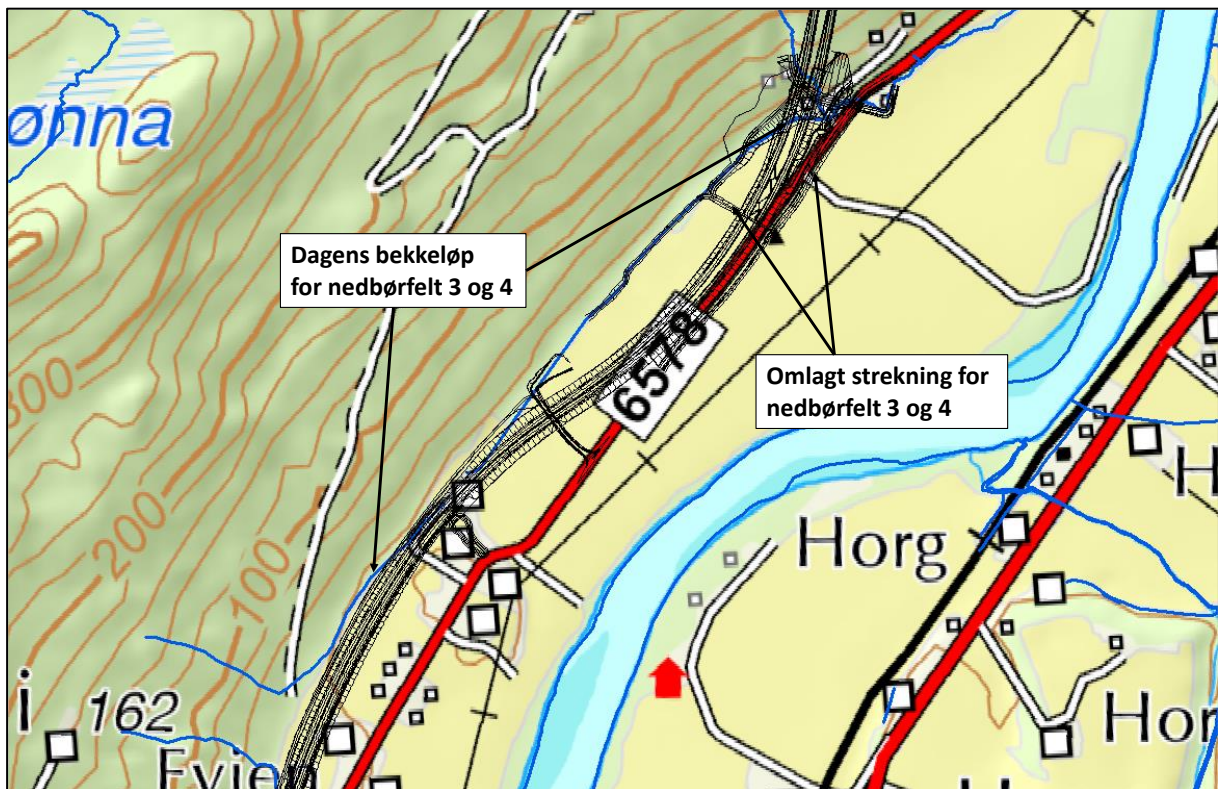
Figur 2-17 Liten bekk nr.4 mellom Grinnibekken og Floksa i nedkant av skråningen (Kilde: Norconsult)



Figur 2-18 Nedbørfelt til de små bekkene mellom Grinnibekken og Floksa (Kilde: Norconsult)



Figur 2-19 Bekk nr. 1 og 2 mellom Grinnibekken og Floksa omlegges (Kilde: Norconsult)



Figur 2-20 Bekk nr. 3 og 4 mellom Grinnibekken og Floksa omlegges (Kilde: Norconsult)

2.6 Floksa (felt 9)

Ny E6 vil krysse bekken Floksa ved det søndre påhugget til Homyrkamtunnelen. Tabell 2-12 viser feltparametere til feltet og Tabell 2-13 viser bruksareal i feltet. Figur 2-21 viser bilder av eksisterende kulverten under Grinnisveien.

Bekkens nedbørfelt har en størrelse på ca. 0,54 km², vist i Figur 2-22 og normalavrenning i feltet er 19,1 l/skm². Under byggeperioden må bekken legges om for å kunne utføre arbeid ved tunnelpåhugget. I driftsfasen må bekken legges om permanent på en ca. 150 m lang strekning, som vist i Figur 2-23.

Tabell 2-12 Feltparametre til Floksa (Kilde: Norconsult basert på [6])

Feltareal (km ²)	Normal avrenning (l/skm ²)	Effektiv sjøprosent (%)	Høyde min-med-maks (moh.)	Feltlengde (m)
0,54	19,1	0,24	32-336-475	1280

Tabell 2-13 Bruksareal i nedbørfelt til Floksa (Kilde: Norconsult basert på [6])

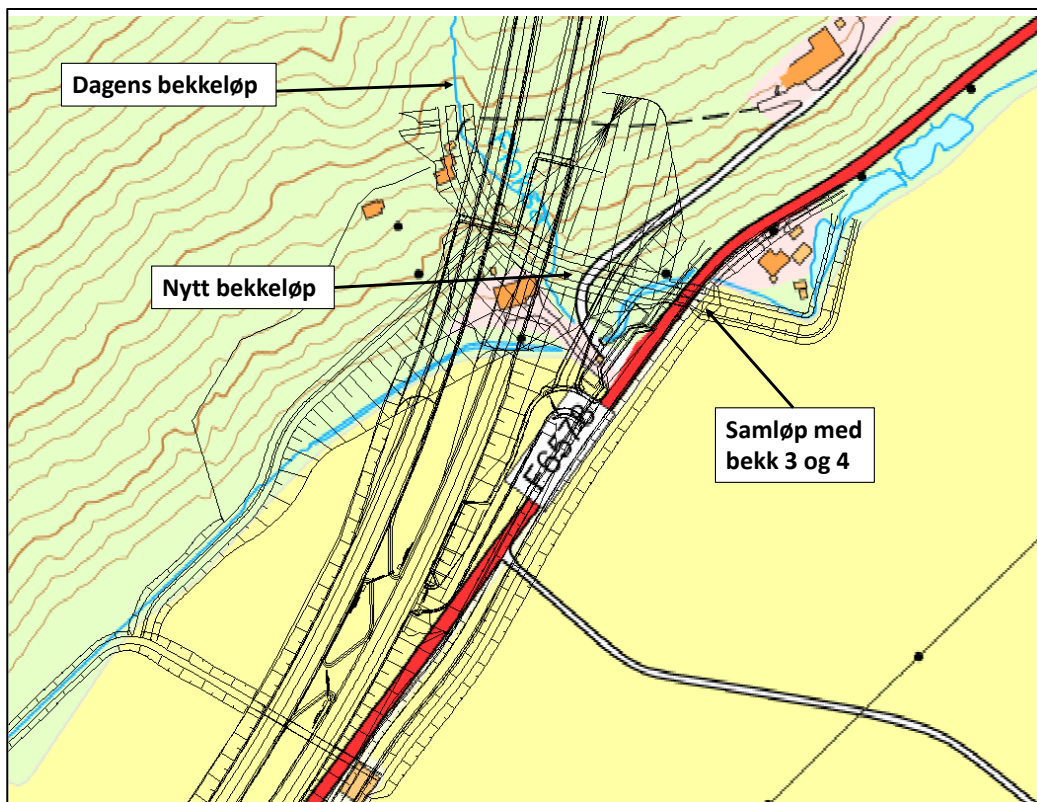
Bruksareal	Prosent av feltet (%)
Skog	89,1
Myr	9,4
Jordbruk	-
Ferskvann	1,2
Bebyggd og samferdsel	-
Åpen fastmark	0,2



Figur 2-21 Bilder av Floksa langs jorde og med kryssende boligadkomstvei (kilde: Norconsult)



Figur 2-22 Nedbørfelt til Floksabekken (Kilde: Norconsult)



Figur 2-23 Omlegging av Floksa (kilde: Norconsult)

2.7 Bekk ved nordre påhugg Homyrkamtunnel (felt 10)

Ny E6 krysser denne bekken ca. 700 m nord for det nordre påhugget til Homyrkamtunnelen. Bekken er per i dag lukket under Lebergvegen og landbruksareal, og åpent bekkeløp begynner like vest for ny E6. Tabell 2-14 viser feltparametere til nedbørsfeltet og Tabell 2-15 viser bruksareal i feltet.

Nedbørsfeltet til bekken har en størrelse på ca. 1,24 km² og er vist i Figur 2-26. Normalavrenning i feltet er 16,4 l/skm². I feltet er det et masseuttak med areal på ca. 85 000 m², se Figur 2-24. Bilder av bekken og kulverten under Lebergsvegen er vist i Figur 2-25 og bekkens lokalisering relatert til ny E6 er vist i Figur 2-27.

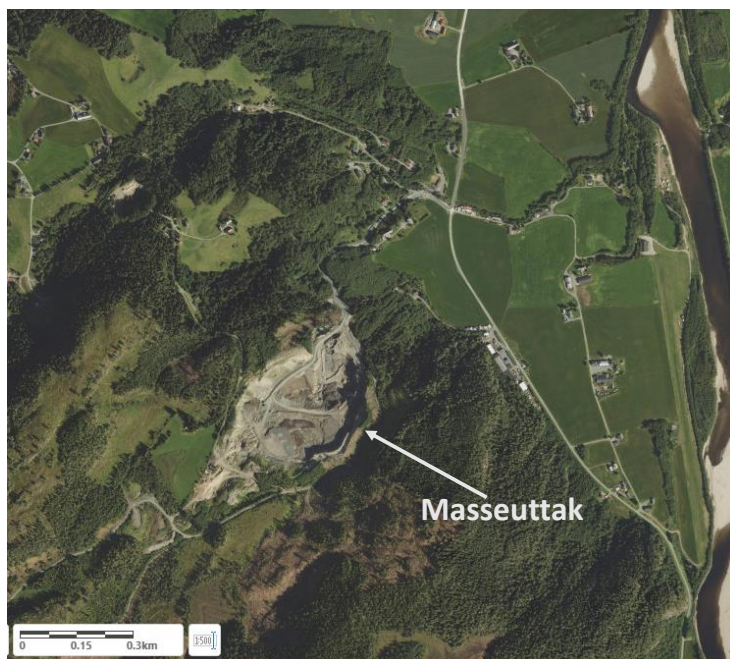
Tabell 2-14 Feltparametre til bekk nordre påhugg Homyrkamtunnelen (Kilde: Norconsult basert på [6])

Feltareal (km ²)	Normal avrenning (l/skm ²)	Effektiv sjøprosent (%)	Høyde min-med-maks (moh.)	Feltlengde (m)
1,24	16,4	0,0 ¹	37-190-311	1840

¹ Feltet har et masseuttak på ca. 85 000 m². Området vil kunne dempe flomvannføringer.

Tabell 2-15 Bruksareal i nedbørsfelt til bekk nordre påhugg Homyrkamtunnelen (Kilde: Norconsult basert på [6])

Bruksareal	Prosent av feltet (%)
Skog	75,7
Myr	2,0
Jordbruk	9,0
Ferskvann	0,2
Bebyggd og samferdsel	1,3
Åpen fastmark	11,8



Figur 2-24 Område med masseuttak i nedbørsfeltet (Kilde: Norconsult med flyfoto fra [5])



Figur 2-25 Bilder av bekken ved nordre påhugg Homyrkamtunnelen oppstrøms Lebergvegen (Kilde: Norconsult)



Figur 2-26 Nedbørfelt til bekken ved nordre påhugg Homyrkamtunnelen (Kilde: Norconsult)



Figur 2-27 Bekken ved nordre påhugg til Homyrkamtunnelen (Kilde: Norconsult)

2.8 Loa (felt 11)

Ny E6 krysser Loa, som er det største sidevassdraget mellom Gyllan og Kvål. Tabell 2-16 viser feltparametere til nedbørsfeltet og Tabell 2-17 viser bruksareal i feltet. Figur 2-28 viser bilder av kulverten under Lebergsvegen. Nedbørfeltet til Loa har en størrelse på ca. 26,8 km² og er vist i Figur 2-29. Normalavrenning i feltet er 16,8 l/skm². Loa renner ned fra innsjøen Benna som er demmet opp.

Loa ligger i en bue der ny E6 vil krysse bekken, og det er derfor planlagt en permanent avkorting av bekken på ca. 50 m, som vist i Figur 2-30. Loa er vurdert som en av de viktigste sidevassdragene til Gaula med hensyn til rekruttering av sjørret.

Tabell 2-16 Feltparametre til Loa (Kilde: Norconsult basert på [6])

Feltareal (km ²)	Normal avrenning (l/skm ²)	Effektiv sjøprosent ¹ (%)	Høyde min-med-maks (moh.)	Elvegradient (m/km)
26,8	16,8	23,0	26-238-521	23,4

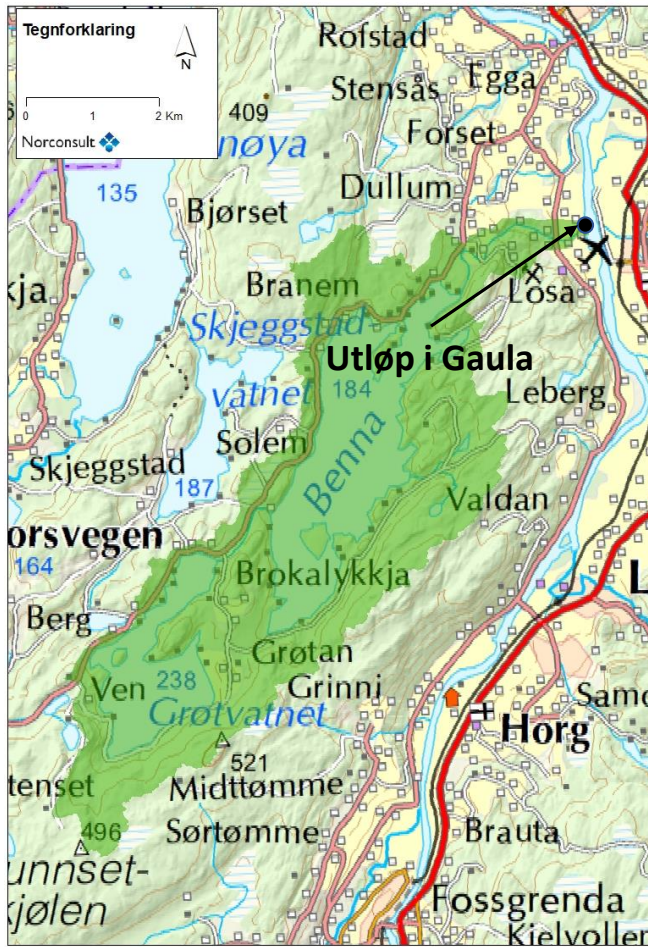
¹ Regulert

Tabell 2-17 Bruksareal i nedbørfelt til Loa (Kilde: Norconsult basert på [6])

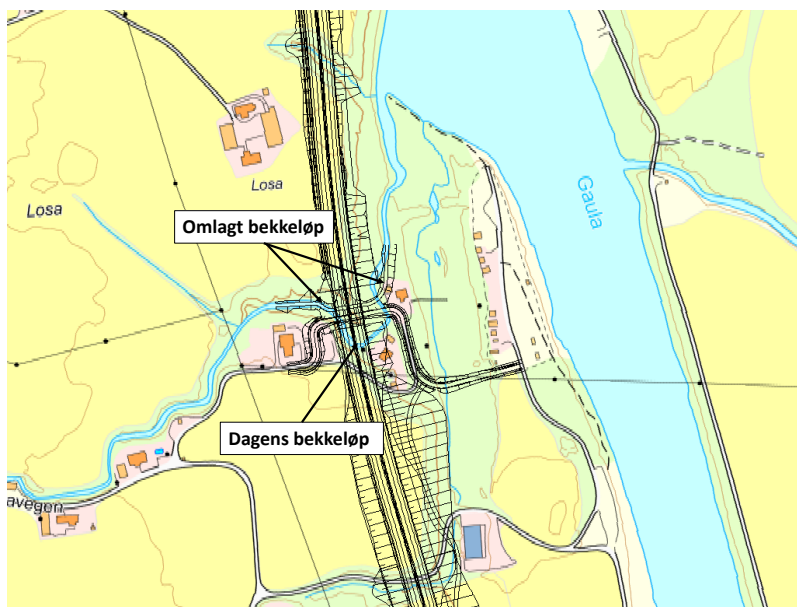
Bruksareal	Prosent av feltet (%)
Skog	59,8
Myr	3,1
Jordbruk	4,1
Ferskvann	31,3
Bebyggd og samferdsel	-
Uklassifisert	1,7



Figur 2-28 Loa ved Lebergsvegen, nedstrøms t.v. og oppstrøms t.h. (Kilde: Norconsult)



Figur 2-29 Nedbørfelt til Loa ved utløp i Gaular (Kilde: Norconsult)



Figur 2-30 Omlegging av Loa ved ny E6 (Kilde: Norconsult)

2.9 Eidsmobekken (Lera) (felt 12)

Ny E6 krysser Eidsmobekken (tidligere omtalt som Lera) nedstrøms Lebergvegen. Tabell 2-18 viser feltparametere til feltet og Tabell 2-19 viser bruksareal i feltet.

Figur 2-31 viser bilder av kulverten under Lebergsvegen, ca. 140 m oppstrøms ny E6.

Nedbørfeltet til bekken har en størrelse på ca. 2,6 km² og er vist i Figur 2-32.

Normalavrenning i feltet er 16,9 l/skm². I følge NEVINA ligger en vesentlig andel av feltet (45,5%) på leire.

Eidsmobekken ved kryss under ny E6 vises i Figur 2-33.

Tabell 2-18 Feltparametre til Eidsmobekken (Kilde: Norconsult basert på [6])

Feltareal (km ²)	Normal avrenning (l/skm ²)	Effektiv sjøprosent (%)	Høyde min-med-maks (moh.)	Feltlengde (m)
2,6	16,9	0,0	19-165-270	2900

Tabell 2-19 Bruksareal i nedbørfelt til Eidsmobekken (Kilde: Norconsult basert på [6])

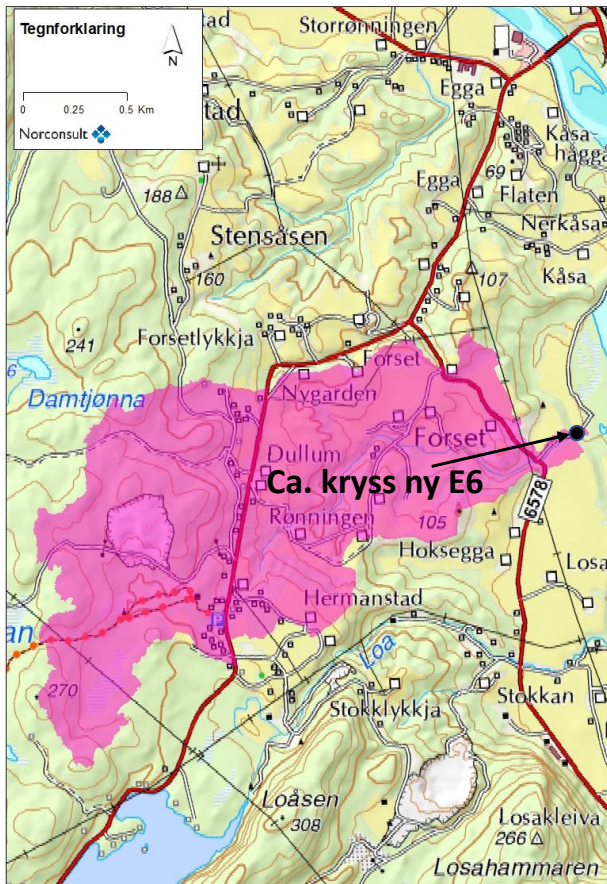
Bruksareal	Prosent av feltet (%)
Skog	46,4
Myr	3,9
Jordbruk	35,1
Ferskvann	-
Urban	1,7
Uklassifisert	12,8



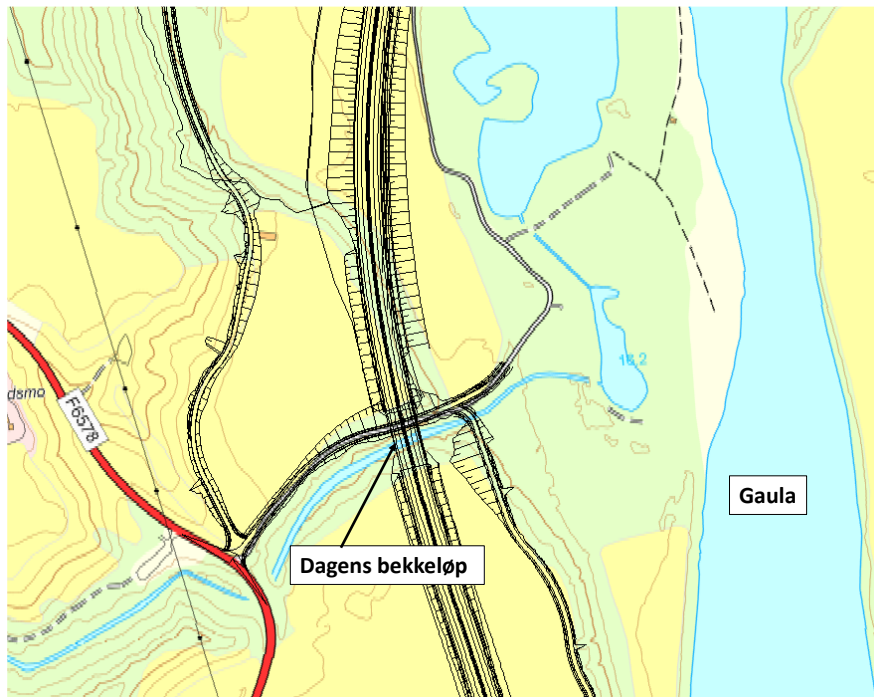
Eidsmobekken



Figur 2-31 Eidsmobekken ved Lebergsvegen (kilde: Norconsult)



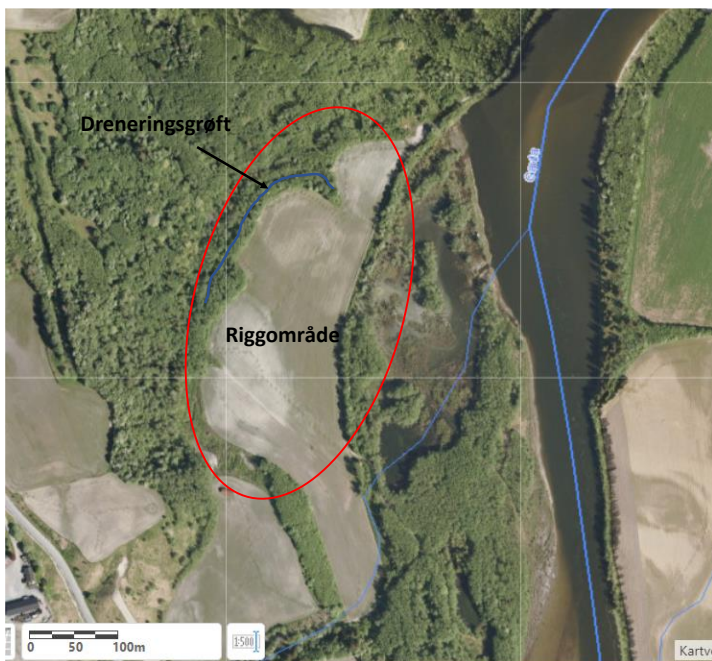
Figur 2-32 Nedbørfelt til Eidsmobekken ved planlagt kryssing under ny E6 (kilde: Norconsult)



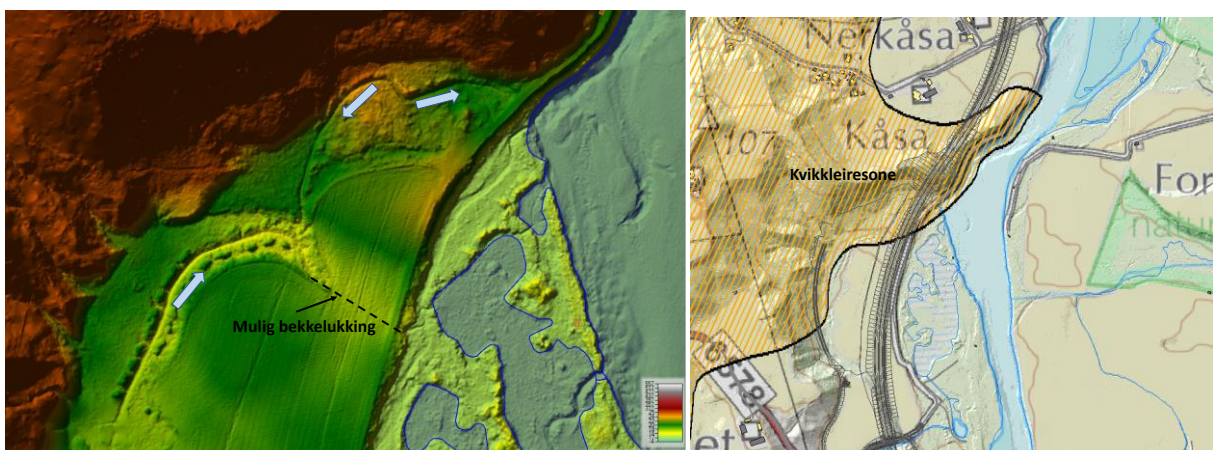
Figur 2-33 Eidsmobekken ved kryssing under ny E6 (kilde: Norconsult)

2.10 Dreneringsgrøft ved Forset

Vannsig fra overforliggende terreng er i dag håndtert med avskjæringsgrøfter langs landbruksareal ved Kleppeshølen, i nedkant av Fornes kvikkleireområde. Dette lavtliggende landbruksområdet er planlagt benyttet til midlertidig rigg- og massehåndtering og terrengnivå vil endres permanent, se Figur 2-34 og Figur 2-35. I planlegging av ny drenering i området bør det tas hensyn til at grøftene må sikres mot erosjon siden disse ligger innenfor en kvikkleiresone, vist t.h. i Figur 2-35. Det er ikke beregnet vannføring eller dimensjonering av drenering og kryssing under E6 i denne fagrapporten, da disse grøftene inngår i overvannsløsninger.



Figur 2-34 Dreneringsgrøft i nedkant av Forset kvikkleireområde (Kilde: Norconsult med flyfoto fra [5])



Figur 2-35 Terrengmodell med detaljer av dreneringsgrøfter (til venstre) og kvikkleiresone ved Forset (til høyre) (Kilde: Norconsult)

3 HYDROLOGI

For en vei i sikkerhetsklasse V3 ($\text{ÅDT} > 4000$), skal returperioden for flomhendelse være 200 år i henhold til håndbok N200 [1]. Det skal for dimensjonerende flom legges til et klimapåslag og et usikkerhetspåslag. Klimapåslag for Sør-Trøndelag fylke er i henhold til N200 1,2 for små (areal under 10 km^2) og store nedbørfelt. Usikkerhetspåslaget for en vei i sikkerhetsklasse V3 er 1,2.

Ved beregning av flomtilsig skal flere metodikker benyttes for å redusere usikkerheten i beregningene. Valg av flomverdi skal begrunnes og ligge innenfor spennet fra de ulike metodikkene. Dette samsvarer med anbefalinger i rapporten «Veileder for flomberegning i små uregulerte felt» [8].

De forskjellige metodene som er benyttet er den rasjonelle metoden (hovedsakelig for nedbørfelt med størrelse mindre enn 2 km^2), nasjonalt formelverk for flomberegning i små uregulerte nedbørfelt (NIFS-ligningen) og flomfrekvensanalyse.

3.1 Flomfrekvensanalyse

Vårflommene dominerer sør i området, mens lenger nord er det også tilfeller med flom i andre årstider. I områdene rundt Trondheimsfjorden er høst- og vinterflommene særlig store, og det er sjeldent med vårflommer [9].

Figur 3-1 viser en oversikt av målestasjonene som er benyttet i flomfrekvensanalysen. Valg av målestasjonene er gjort basert på beliggenhet og størrelse på nedbørfelter. Tabell 3-1 viser feltparametrene til målestasjonene og Vedlegg 1 og Tabell 3-2 viser resultater fra flomfrekvensanalysen.

Det finnes en målestasjon i Gaua 122.16, men opplysninger fra NVE tilsier at denne fungerer dårlig under flomforhold og må ikke brukes til flomberegninger. Dette grunnet generelt meget ustabil profil og utfordrende hydraulikk. Det er derfor ikke vurdert data fra denne målestasjonen.



Figur 3-1 Oversikt over målestasjoner brukt i flomfrekvensanalysen (Kilde: Norconsult)

Tabell 3-1 Feltparametre til målestasjoner (Kilde: Norconsult)

Målestasjon	Kurvekvalitet	Feltareal (km ²)	Normal avrenning (l/skm ²)	Effektiv sjøprosent (%)	Høyde min-med-maks (moh.)	Skog (%)	Myr (%)
121.29 Gisnås	Dårlig	94.6	27	0.02	582-910-1564	29.6	15.4
122.13 Økdalsmo bru	Middels	111.6	30	0.01	439-694-1233	49.8	17.7
122.23 Klett	Meget dårlig	9.67	15	0.00	29-139-262	30.9	3.0
123.28 Hokfossen	Dårlig	8.06	28	1.24	246-336-512	76.0	19.9
123.29 Svarttjømbekken	Middels	3.43	28	0.85	280-340-512	81.6	15.5
123.30 Øvre Hestesjøbekken	Meget bra	1.77	30	0.00	306-357-512	64.0	35.8
123.31 Kjeldstad i Garberg	Bra	143.0	37	0.12	200-578-1166	42.0	14.7
124.10 Mannseter	Middels	96.8	39	0.15	349-689-1097	28.8	27.3
124.15 Børstad	Meget bra	48.4	26	0.18	13-156-438	59.9	6.4

Tabell 3-2 Resultater fra flomfrekvensanalysen (døgnverdier) (Kilde: Norconsult)

Målestasjon	Feltareal (km ²)	Normal avrenning (l/skm ²)	Periode	QM (l/skm ²)	Fordeling	Q200/QM	Q200 (l/skm ²)
121.29 Gisnås	94.6	27	1985-2019	246	Gj. Gumbel/GEV	2.23	547
122.13 Økdalsmo bru	111.6	30	1964-1980	340	Gumbel	2.33	790
122.23 Klett	9.67	15	1987-1998	358	Gumbel	2.32	830
123.28 Hokfossen	8.06	28	1969-2020	299	Gj. Gumbel/GEV	2.41	720
123.29 Svarttjørbekken	3.43	28	1971-2020	323	Gj. Gumbel/GEV	2.38	767
123.30 Øvre Hestesjøbekken	1.77	30	1972-2013	456	Gumbel	2.24	1023
123.31 Kjeldstad i Garberg	143.0	37	1960-2020	437	GEV	1.85	809
124.10 Mannseter	96.8	39	1963-1993	485	Gumbel	2.20	1068
124.15 Børstad	48.4	26	1992-2020	404	Gumbel	2.88	1166

Det knyttes en vesentlig usikkerhet til normalavrenningen som hentes fra NVEs avrenningskart 1961-1990. Det er derfor gjort en kontroll mot målt avrenning for målestasjoner i området (Tabell 3-3). Målt avrenning er hentet fra nærmeste 30-årsperiode for normalperioden 1961-1990.

Tabell 3-3 Vurdering av faktisk normalavrenning

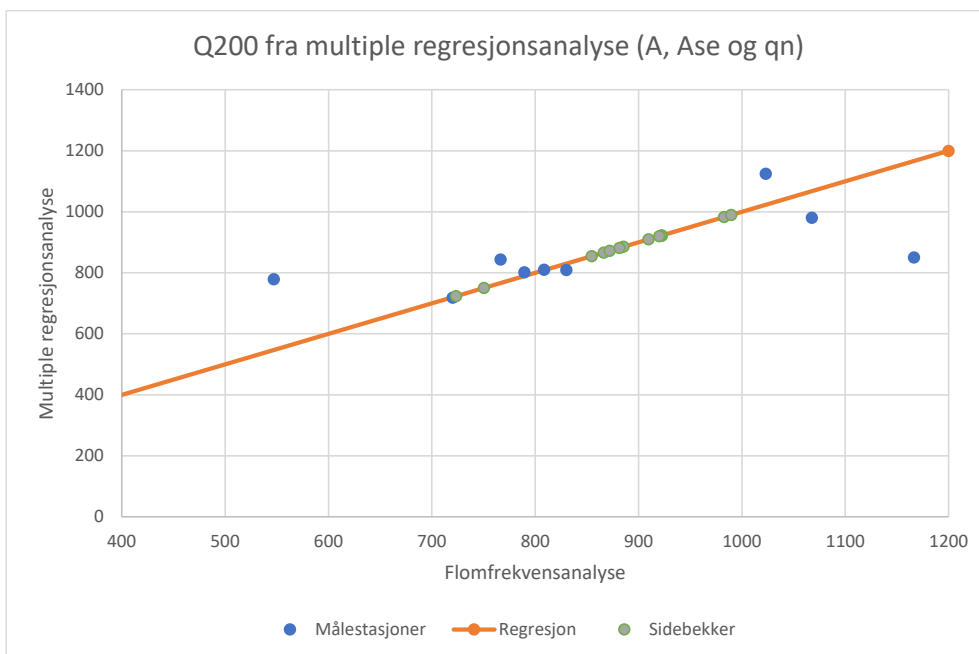
Måleserie	Måleperiode	Normalavrenning 1961-90 (l/skm ²)	Normalavrenning målt (l/skm ²)	Målt/ avrenningskart
121.29 Gisnås	1985-2019	27	25	0.94
122.13 Økdalsmo bru	1964-1980	30	32	1.05
122.23 Klett	1987-1998	15	27	1.83
123.28 Hokfossen	1969-2020	28	29	1.05
123.29 Svarttjørbekken	1971-2020	28	29	1.06
123.30 Øvre Hestesjøbekken	1972-2013	30	31	1.04
123.31 Kjeldstad i Garberg	1960-2020	37	53	1.42
124.10 Mannseter	1963-1993	39	46	1.18
124.15 Børstad	1992-2020	26	-	

Det er betydelig avvik på målt avrenning sammenlignet med den som er vist på avrenningskart ved målestasjon 122.23 Klett (ca. 80 %) og 123.31 Kjeldstad i Garberg (ca. 40 %). Målestasjonen Klett har bare 4 år som inngår i perioden 1961-90 og kurvekvalitet er karakterisert som meget dårlig, og derfor vurderes som mindre relevant i forhold til perioden brukt for utarbeidelsen av avrenningskartet. De fleste målestasjonene viser ca. 5 % høyere målt avrenning enn hva som vist på avrenningskartet. Normalavrenningen for feltene justeres derfor opp med 5 %.

Det er utført en multiplere regresjonsanalyse på datasettet ovenfor for 200-årsflom. Analysen viser at feltareal, effektiv sjøprosent og årsmiddeltilslig kan forklare en del av variasjonen i den spesifikke 200-årsflommen. Regresjonsanalysene gir en lav forklaringsgrad ($R^2 = 0,40$) og signifikans (mellom 1,5 - 1,6), og ligningen blir:

$$Q_{200} [l/(s \cdot km^2)] = 550,1 - 3,045 \cdot A + 19,5 \cdot Q_N - 277,7 \cdot A_{SE}$$

Selv om den multiple regresjonsanalysen resulterer i en lav forklaringsgrad benyttes denne med forbehold. Resulterende døgnverdier fra regresjonsligningen basert på alle målestasjoner ligger mellom 750 og 1000 l/s.km², se Tabell 3-5, som ser rimelig ut basert på resultatet fra nærliggende målestasjoner, se Tabell 3-2. Nedbørfeltet til Loa er regulert og har en veldig høy effektiv sjøprosent, langt over hva målestasjonene brukt i regresjonsanalysen har. Dette gjør at formelen ikke er gyldig for Loa-feltet.



Figur 3-2 Q200 fra multiple regresjonsanalyse med areal, effektiv sjøprosent og normal avrenning som forklaringsvariabler (Kilde: Norconsult)

For beregning av momentanflomverdier brukes empiriske formler presentert i «Retningslinjer for flomberegninger» [10], gjengitt nedenfor:

$$\text{Vårflom: } \frac{Q_{mom}}{Q_{døgn}} = 1,72 - 0,17 \times \log(A) - 0,125 \times A_{SE}^{0,5}$$

$$\text{Høstflom: } \frac{Q_{mom}}{Q_{døgn}} = 2,29 - 0,29 \times \log(A) - 0,270 \times A_{SE}^{0,5}$$

Hvor:

A: feltareal (km²)

A_{SE}: effektiv sjøprosent (%).

Det er 2 målestasjoner som har meget små nedbørfelt og data med timesoppløsning: 123.29 Svarttjørbekken og 123.30 Øvre Hestesjøbekken. Spesifikke 200-årsflommer (døgn- og kulminasjonsverdier) fra flomfrekvensanalysen ved disse målestasjonene er vist i Tabell 3-4. Forholdet mellom momentan og døgnflom for disse målestasjonene er høyere enn det beregnet med formler fra [10], og ligger nærmere forholdet for høstflommen (1,89 for 123.29 og 2,22 for 123,30). Basert på feltstørrelse og effektiv sjøprosent er det noe overraskende at forholdet momentan/døgnverdi ved målestasjonen 123.29 er større enn forholdet ved målestasjonen 123.30.

Tabell 3-4 200-års flom fra flomfrekvensanalyse, døgn og momentanverdier i l/skm². (Kilde: Norconsult)

Målestasjon	Feltareal (km ²)	Normal avrenning (l/skm ²)	A _{SE} (%)	Q200 døgnverdi (l/skm ²)	Q200 momentanverdi (l/skm ²)	Qmom/Qdøgn
123.29 Svarttjørbekken	3.43	28	0.85	767	2192	2,86
123.30 Øvre Hestesjøbekken	1.77	30	0.00	1023	2637	2,58

Basert på analysen ovenfor, velges det å benytte forholdet Qmom/Qdøgn beregnet med formelen for høstflommer. De beregnede momentan-flommene er vist i Tabell 3-5.

Tabell 3-5 Kryssende vassdrag, feltparameter og beregnet Q200 med formel fra multiple regresjonsanalysen (døgn- og momentanverdi) (Kilde: Norconsult)

Navn	Feltareal (km ²)	Normal avrenning ¹ (l/skm ²)	Effektiv sjøprosent (%)	Q200 døgn (l/skm ²)	Q200 mom (l/skm ²)
Øyabekken	1,5	22,4	0.00	983	2200
Gyllbekken	7,0	22,4	0.29	885	1682
Landbruksbekk v/Fossa	2,2	19,0	0.02	910	1962
Grinnibekken	4,5	19,1	0.10	881	1776
Bekk 1 mellom Grinnibekken og Floksa	0,12	19,1	0.00	923	2359
Bekk 2 mellom Grinnibekken og Floksa	0,22	19,1	0.00	922	2288
Bekk 3 mellom Grinnibekken og Floksa	0,30	19,1	0.00	922	2251
Bekk 4 mellom Grinnibekken og Floksa	0,95	19,1	0.00	920	2113
Floksa	0,54	19,1	0.24	855	1910
Bekk nordre påhugg Homyrkamtunnel	1,24	16,4	0.00	866	1961
Loa	26,8	16,8	23.0	-	-
Eidsmobekken	2,6	16,9	0.00	872	1892

¹ Fra NEVINA eller nærmeste felt, oppjustert med 5%

3.2 NIFS-formelverk

NIFS-ligningen benytter feltparameterne areal, effektiv sjøprosent og normalavrenning for å estimere en middelflom, som igjen skaleres opp til 200-årsflom ved bruk av en vekstfaktor (Q_T/Q_M).

Nedenfor er formlene som inngår i beregninger gjengitt.

$$Q_M = 18,97 \times Q_N^{0,864} \times e^{-0,251\sqrt{A_{SE}}}$$

$$\frac{Q_T}{Q_M} = 1 + 0,308 \times q_N^{-0,137} \times [\Gamma(1+k)\Gamma(1-k) - (T-1)^{-k}]/k$$

Hvor

Q_N : nedbørfeltets middelvannføring (m^3/s) i perioden 1961-90 hentet fra avrenningskartet.

A_{SE} : effektiv sjøprosent (%)

e : grunntallet $e \approx 2,718$

q_N : nedbørfeltets middelvannføring ($l/s \cdot km^2$) i perioden 1961-90 hentet fra avrenningskartet.

Γ : er gammafunksjonen.

T : er gjentaksintervall.

k : konstant gitt av likningen nedenfor.

$$k = -1 + \frac{2}{(1 + e^{0,391+1,54 \cdot A_{SE}/100})}$$

Spesifikk verdi for 200-års flom beregnet med NIFS-formelen er vist i Tabell 3-6.

Flomverdiene er kulminasjonsverdier. Feltene bekk 1 mellom Grinnibekken og Floksa (for liten) og Loa (regulert) er utenfor gyldighetsområdet for formelverket ($0,2 - 53 km^2$) og er derfor ikke vektlagt i videre analyser.

Tabell 3-6 200-årsflom beregnet med NIFS-formel (kulminasjonsverdier) (Kilde: Norconsult)

Navn	Q200 mom (l/skm^2)
Øyabekken	1951
Gyllbekken	1388
Landbruksbekk v/Foss	1579
Grinnibekken	1373
Bekk 1 mellom Grinnibekken og Floksa	2431
Bekk 2 mellom Grinnibekken og Floksa	2238
Bekk 3 mellom Grinnibekken og Floksa	2146
Bekk 4 mellom Grinnibekken og Floksa	1834
Floksa	1758
Bekk nordre påhugg Homyrkamtunnel	1572
Loa	458
Eidsmobekken	1455

3.3 Den rasjonelle metoden

Den rasjonelle metoden benytter avrenningsfaktorer, nedbørverdier og feltareal til å estimere flomvannføring. Det er ikke anbefalt å bruke formelen til felt større enn 2-5 km² [11], mens det ifølge Lindholm (2008) i [8] anbefales at formelen ikke benyttes for felt større enn 0,2 - 0,5 km². Vi har beregnet flomverdier for feltene som har areal under 3 km², men beregninger for felt større enn 2,0 km² skal brukes med omhu.

$$Q = C \times i \times A \times K_f$$

Hvor:

Q = avrenning (l/s)

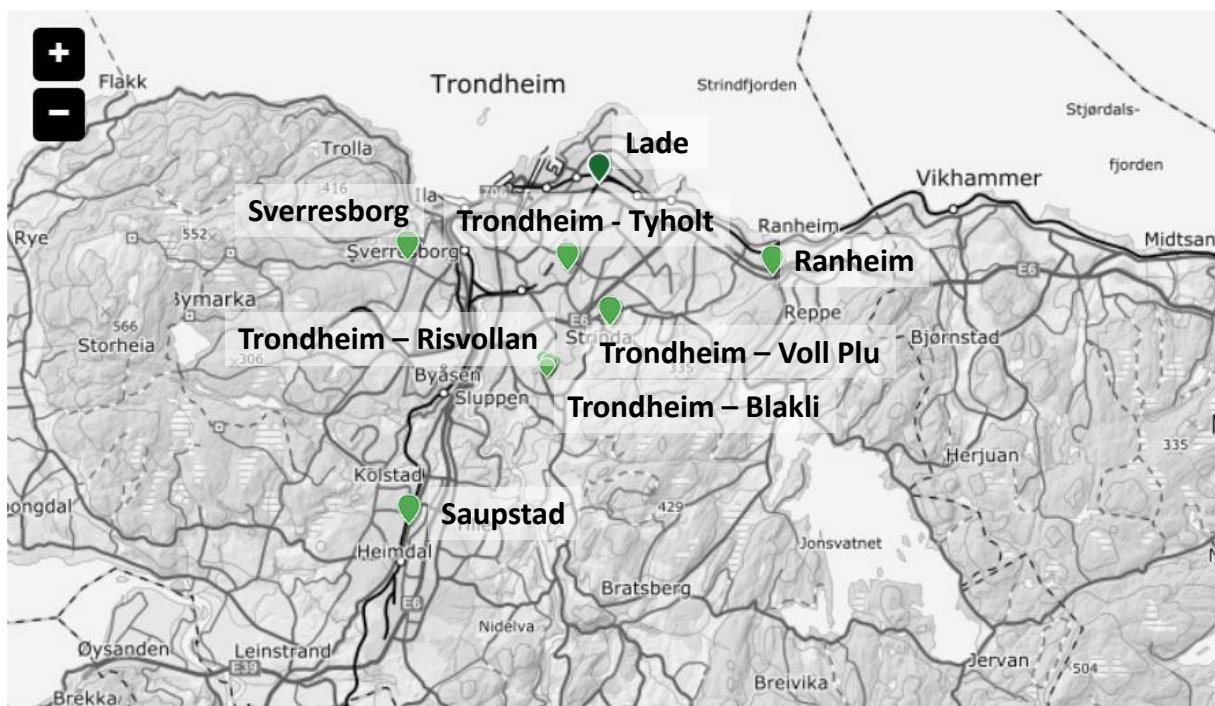
C = avrenningsfaktor (-)

i = dimensjonerende nedbørintensitet (l/sxha)

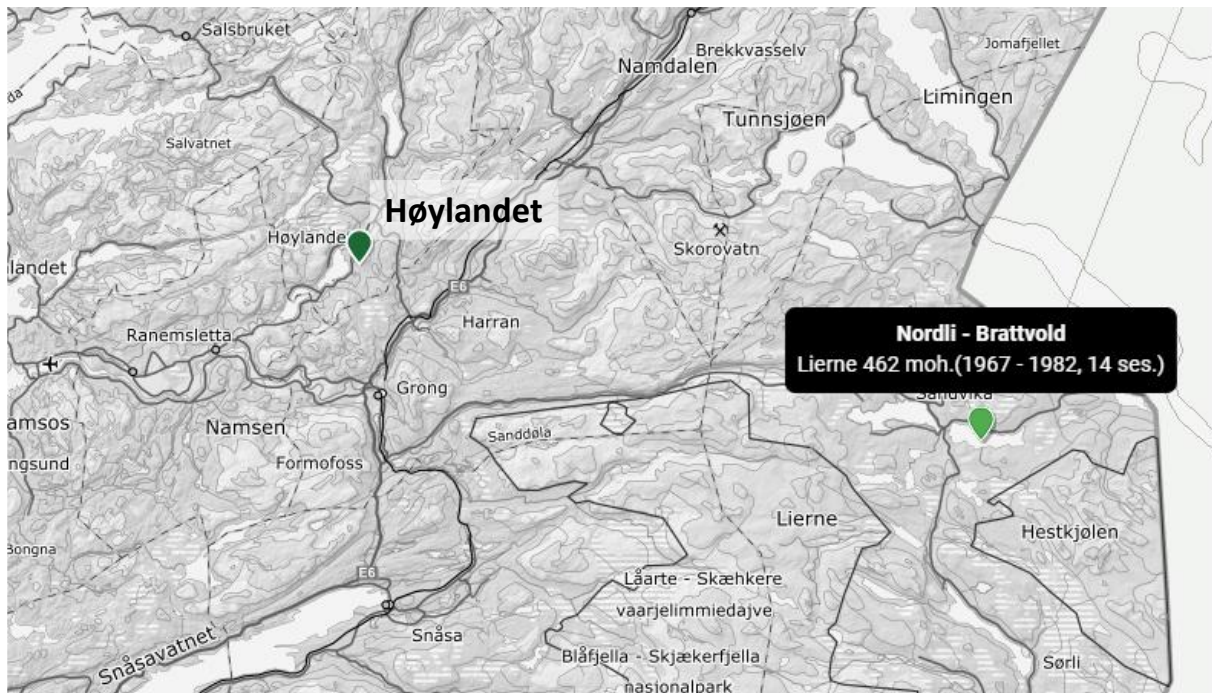
K_f = klimafaktor

3.3.1 IVF-kurver

Dimensjonerende nedbørintensitet fra målestasjoner i Trøndelag er hentet fra Meteorologiske institutt eKlima [12]. Oversikt over målestasjonene benyttet i analysen er vist i Figur 3-3 og Figur 3-4. IVF-kurvene for stasjonene er vist i Figur 3-5. Det er også beregnet maksimal og gjennomsnittsverdier. Tabell 3-7 viser opplysninger om målestasjonene. Målestasjonen Trondheim Risvollan har den lengste måleperioden på 32 år, fra 1987 til 2018.



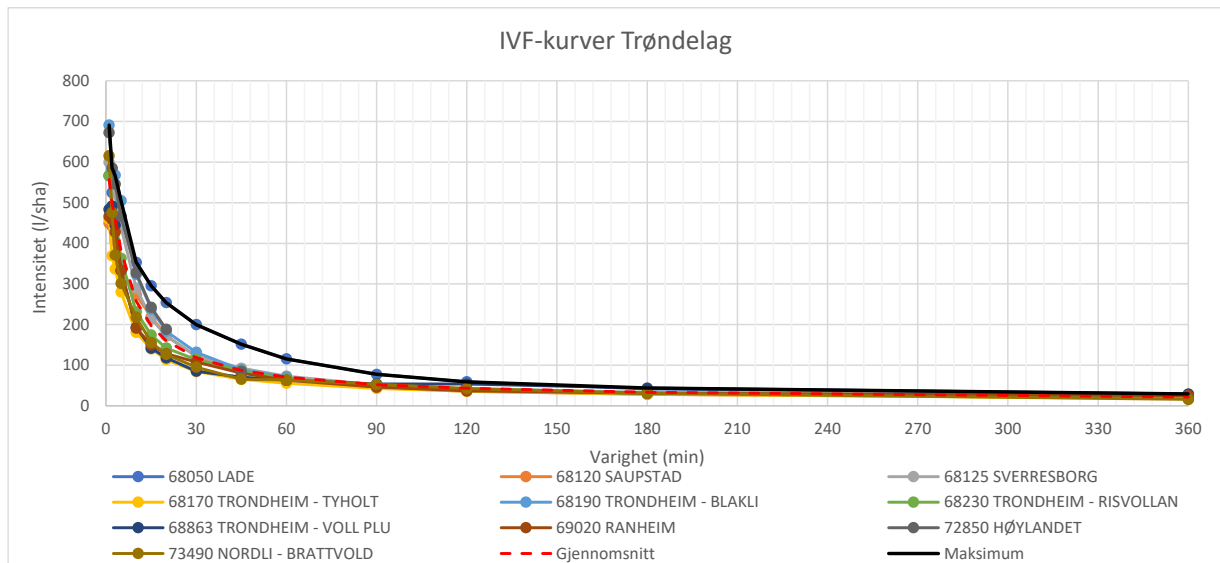
Figur 3-3 Oversikt over målestasjoner nær Trondheim (Kilde: Norconsult)



Figur 3-4 Oversikt over målestasjoner nord for Trondheim (Kilde: Norconsult)

Tabell 3-7 Opplysninger om målestasjoner i Trøndelag (Kilde: Norconsult)

Målestasjon	Høyde (moh.)	Periode	Antall år
68050 LADE	13	2005 - 2018	14
68120 SAUPSTAD	135	2005 - 2018	14
68125 SVERRESBORG	156	2005 - 2018	14
68170 TRONDHEIM - TYHOLT	113	1967 - 1993	25
68190 TRONDHEIM - BLAKLI	138	1974 - 1985	10
68230 TRONDHEIM - RISVOLLAN	84	1987 - 2018	32
68863 TRONDHEIM - VOLL PLU	127	2002 - 2018	11
69020 RANHEIM	23	2004 - 2017	14
72850 HØYLANDET	22	1967 - 1980	14
73490 NORDLI - BRATTVOLD	462	1967 - 1982	14
68050 LADE	13	2005 - 2018	14



Figur 3-5 IVF-kurver for stasjoner i Trøndelag (Kilde: Norconsult)

Feltene i prosjektområdet ligger nærmest Trondheim og det er derfor beregnet de høyeste og gjennomsnitt IVF-verdiene blant stasjonene i området rundt Trondheim, vist i Figur 3-3. Verdiene er vist i Tabell 3-8 sammen med verdier ved målestasjonen Trondheim Risvollan som har den lengste måleperioden. Gjennomsnittsverdier stemmer godt overens med verdier fra målestasjonen Trondheim-Risvollan. Det velges å bruke IVF-verdier ved målestasjonen Trondheim-Risvollan.

Tabell 3-8 Nedbørintensitet for en 200-års hendelse for forskjellige varigheter (i l/sha), maksimale- og gjennomsnittsverdier verdier fra målestasjonene i Trondheim, samt verdier ved målestasjon Trondheim Risvollan (Kilde: Norconsult)

Verdier	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360
Maks.	691.2	583.5	567.9	505.3	353.3	295.6	254.2	200	151.9	115.6	77.6	59.3	43.9	29.2
Gjenn.	535.5	491.0	461.7	382.4	254.7	196.7	160.8	121.1	90.3	72.0	52.1	43.4	33.8	23.3
Risvollan	566.7	491.7	466.7	363.3	231.7	174.4	142.5	113.9	86.7	66.7	47.6	39.3	30.0	20.8

Kritisk varighet eller konsentrasjonstid (T_c) er den varigheten der hele nedbørfeltets areal bidrar til avrenningen, og for naturlige felt er den gitt ut fra formelen:

$$T_c = 0,6 \times L \times H^{-0,5} + 3000 \times A_{SE}$$

Hvor:

L= feltets lengde (m)

H= høydedifferansen i feltet (m)

A_{SE} = effektiv innsjøprosent i feltet (forholdstall)

Tabell 3-9 viser feltparametrene og de beregnede konsentrasjonstidene for hvert sidevassdrag.

Tabell 3-9 Kritisk varighet (T_c) i de relevante feltene (Kilde: Norconsult)

Vassdrag	Areal (km ²)	Ase (%)	L (m)	H (m)	Konsentrasjonstid T_c (minutter)
Øyabekken	1.50	0.00	2400	450	68
Landbruksbekk v/Foss	2.20	0.02	2510	372	79
Bekk 1 mellom Grinnibekken og Floksa	0.12	0.00	525	246	20
Bekk 2 mellom Grinnibekken og Floksa	0.22	0.00	950	345	31
Bekk 3 mellom Grinnibekken og Floksa	0.30	0.00	980	361	31
Bekk 4 mellom Grinnibekken og Floksa	0.95	0.00	1230	440	35
Floksa	0.54	0.24	1280	443	44
Bekk nordre påhugg Homyrkamtunnel	1.24	0.00	1840	274	67
Eidsmobekken	2.60	0.00	2900	251	110

3.3.2 Avrenningsfaktor

Avrenningsfaktorer er hentet fra Statens vegvesen håndbok N200/ utgave 2014 [11] og er gjengitt i Tabell 3-10. For gjentakintervall 200 år anbefales en oppskalering av C-faktoren med 30 %, dog oppad begrenset til 0,95. De lave C-verdiene i Tabell 3-10 gjelder for regn med varighet kortere enn 1 time og de høye verdiene gjelder for regn med varighet lenger enn 3 timer [11].

Alle feltene har konsentrasjonstid under 2 timer og ca. halvparten av feltene under 1 time.

Tabell 3-10 Avrenningsfaktorer fra Statens vegvesen håndbok N200 [11]

Overflatetype	Avrenningsfaktor C
Betong, asfalt, bart fjell og lignende	0,6 – 0,9
Grusveger	0,3 – 0,7
Dyrket mark og parkområder	0,2 – 0,4
Skogsområder	0,2 – 0,5

Nedbørfeltene til sidebekkene er dominert av skog og dyrket mark. Feltene er forholdsvis bratte. I NGUs kart for løsmasser [13] er det angitt infiltrasjonsevne generelt som lite egnet, og noen deler av feltene med uegnet eller middels egnet. Kartene som viser infiltrasjonsevne for de relevante feltene er vist i vedlegg 2.

Det er beregnet en avrenningsfaktor for hvert felt basert på type overflate og infiltrasjonsevnen i hvert felt. Avrenningsfaktorer inndelt i overflatetype og infiltrasjonsevne er vist i Tabell 3-11.

Tabell 3-12 viser infiltrasjonsevne, kritisk varighet og avrenningsfaktor i de relevante feltene. Infiltrasjonsevnen i hvert felt er bestemt etter en visuell kontroll av kartene i vedlegg 2. Dersom konsentrasjonstiden er under en time, brukes i beregningene verdiene for infiltrasjonsevnen som er en kategori bedre enn hva feltet har (mindre metning).

Tabell 3-11 Avrenningsfaktorer inndelt i overflatetype og infiltrasjonsevne (Kilde: Norconsult)

Overflatetype	C-verdi			C-verdi + 30 %		
	Middels	Lite	Uegnet	Middels	Lite	Uegnet
Skog	0.30	0.40	0.50	0.39	0.52	0.65
Myr	0.20	0.30	0.40	0.26	0.39	0.52
Jordbruk	0.27	0.34	0.40	0.35	0.44	0.52
Ferskvann	0.90	0.90	0.90	0.95	0.95	0.95
Bebyggd og samferdsel/ urban	0.60	0.70	0.80	0.78	0.91	0.95
Åpen fastmark	0.30	0.40	0.50	0.39	0.52	0.65

I «Veileder for flomberegning i små uregulerte felt» [8] anbefales det å følge retningslinjene fra Statens vegvesen [11] (2014) for bestemmelse av C-verdien. C-verdien bør som regel ligge mellom 0,4-0,6, men for svært slake felt med tykt jordsmonn (eksempelvis jordbruksarealer) kan lavere verdier vurderes. Tilsvarende kan det være aktuelt å vurdere høyere verdier i svært bratte nedbørfelt dominert av tette flater (eksempelvis snau fjell) [8]. De beregnede C-verdiene for feltene ligger nær grenseverdiene oppgitt i NVEs veileder [14].

Tabell 3-12 Infiltrasjonsevne, kritisk varighet (T_c) og avrenningsfaktor i de relevante feltene (Kilde: Norconsult)

Vassdrag	Infiltrasjonsevne	Konsentrasjonstid T_c (minutter)	C-verdi (inkl. +30%)
Øyabekken	Lite egnet	68	0.51
Landbruksbekk v/Foss	Lite egnet	79	0.47
Bekk 1 mellom Grinnibekken og Floksa	Uegnet	20	0.52
Bekk 2 mellom Grinnibekken og Floksa	Lite egnet	31	0.39
Bekk 3 mellom Grinnibekken og Floksa	Lite egnet	31	0.39
Bekk 4 mellom Grinnibekken og Floksa	Lite egnet	35	0.38
Floksa	Lite egnet	44	0.38
Bekk nordre påhugg Homyrkamtunnel	Middels egnet	67	0.39
Eidsmobekken	Uegnet	110	0.59

3.3.3 Beregning av 200-årsflom med den rasjonelle metoden

200-års flomverdier beregnet med den rasjonelle metoden er vist i Tabell 3-13. Mikrofelt er nedbørfelt som her defineres som felt under ca. en 1 km². Som følge av det svært begrensede datagrunnlaget i denne kategorien er det ekstra utfordrende å vurdere rimeligheten av resultatene fra flomanalyser.

I NVEs veileder [8] anbefales det at resultater, der den spesifikke 200-års flommen underskrider 2000 l/s·km² eller overskrider 5000 l/s·km², sjekkes veldig nøye før et slikt resultat godtas. Feltet til bekk 1 mellom Grinnibekken og Floksa har spesifikke 200-års flom over 5000 l/skm², men det finnes ingen måledata som vi kan sjekke denne verdien mot.

Tabell 3-13 Beregnede 200-års flommer i de relevante feltene (Kilde: Norconsult)

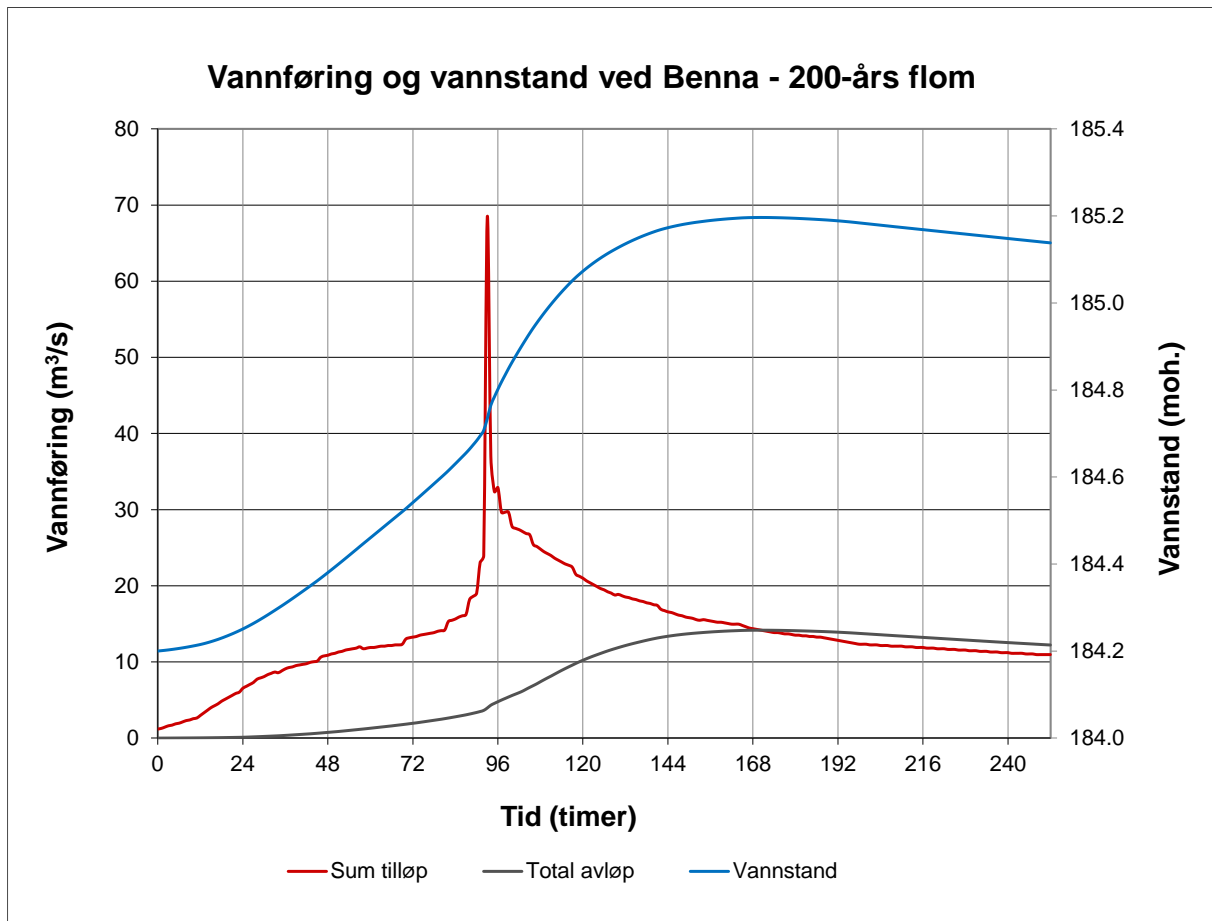
Vassdrag	Areal (km ²)	Q200 (m ³ /s)	Q200 (l/skm ²)
Øyabekken	1.50	4.7	3164
Landbruksbekk v/Foss	2.20	5.7	2596
Bekk 1 mellom Grinnibekken og Floksa	0.12	0.9	7399
Bekk 2 mellom Grinnibekken og Floksa	0.22	1.0	4399
Bekk 3 mellom Grinnibekken og Floksa	0.30	1.3	4363
Bekk 4 mellom Grinnibekken og Floksa	0.95	3.8	3998
Floksa	0.54	1.8	3422
Bekk nordre påhugg Homyrkamtunnel	1.24	3.0	2436
Eidsmobekken	2.60	6.5	2488

3.4 Loa

Loa er et regulert felt og beregning av 200-års flom i vassdraget er basert på tidligere utført flomberegning for dam Benna som ligger i feltet. SWECO har i 2012 utført flomberegning for dam Benna basert på nedbøravløpsmodell PQRUT [15]. Rapporten presenterer 10-, 100-, 1000- og 1,5xQ1000-års flommer.

For å beregne 200-årsflom er 1000-års tilløpsflommen nedskalert med en faktor på 0,85 (Q_{200}/Q_{1000}). Dette gir et 200-års døgntilsg på 1125 l/skm². Tilløpsflommen er deretter rutet gjennom magasinet som har et areal på 5,7 km² ved HRV. I beregning av avledningskapasiteten ved dammen er det forutsatt ingen tilstopping.

Tilløpsflommen til Benna dempes betydelig, og maksimal avløp fra Benna ved en 200-års flom er beregnet til 14,2 m³/s. Ruting av 200-års flommen er vist i Figur 3-6. Restfeltet mellom dammen og planlagt E6 har et areal på ca. 1,3 km². For denne delen av feltet legges det til grunn døgntilsg for tilløpsflommen. Dette gir en total vannføring på 15,6 m³/s, tilsvarende 583 l/skm².



Figur 3-6 Rutning av 200-års flom gjennom Benna (Kilde: Norconsult)

3.5 Sammenstilling av flomberegninger og valg av flomverdier

Tabell 3-14 viser en sammenstilling av flomberegninger ved de forskjellige metodene.

Basert på resultater fra flomfrekvensanalysen vurderes det at den rasjonelle metoden generelt overestimerer flomverdier. Dette stemmer med funnene i masteroppgaven «Hydrologisk dimensjonering i små nedbørfelt» [16]. Valget av flomverdier er utført som følger:

- Feltareal < 1 km²: Den rasjonelle metoden
- Feltareal mellom 1 og 2 km²: Gjennomsnitt av FFA, NIFS-formel og den rasjonelle metoden.
- Feltareal > 2 km²: Den største verdien mellom FFA og NIFS-formel

For Loa er flommen rutet gjennom magasinet Benna.

Tabell 3-14 Kryssende vassdrag og beregnet Q200 (momentanverdier) med de forskjellige metodene (l/skm²)
(Kilde: Norconsult)

Navn	Feltareal (km ²)	q _N (l/skm ²)	A _{SE} (%)	FFA	NIFS-formel	Rasjonell metode	Valgt flomverdi
Øyabekken	1,5	22,4	0.00	2200	1951	3164	2440
Gyllbekken	7,0	22,4	0.29	1682	1388	-	1690
Landbruksbekk v/Foss	2,2	19,0	0.02	1962	1579	2566	1970
Grinnibekken	4,5	19,1	0.10	1776	1373	-	1780
Bekk 1 mellom Grinnibekken og Floksa	0,12	19,1	0.00	2359	2431 ²	7399	7400
Bekk 2 mellom Grinnibekken og Floksa	0,22	19,1	0.00	2288	2238	4399	4400
Bekk 3 mellom Grinnibekken og Floksa	0,30	19,1	0.00	2251	2146	4363	4370
Bekk 4 mellom Grinnibekken og Floksa	0,95	19,1	0.00	2113	1834	3998	4000
Floksa	0,54	19,1	0.24	1910	1758	3422	3430
Bekk nordre påhugg Homyrkamtunnel	1,24	16,4	0.00	1961	1572	2436	1990
Loa	26,8	16,8	23.0		-	-	590³
Eidsmobekken	2,6	16,9	0.00	1892	1455	2488	1900

¹ Beregnet med RFFA-2018.

² Utenfor gyldighetsområdet for metodikken.

³ Etter ruting av flommen i Benna og lagt til restfelt på 1,3 km².

3.6 Klimapåslag og usikkerhetspåslag

Statens vegvesen håndbok N200 [1] (kapittel 4 – Vannhåndtering), angir krav for hydrologiske beregninger og dimensjonerende flom. Veiene bør plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot dimensjonerende flom.

Dimensjonerende flom for E6 Gyllan – Kvål er 200-års flom. I tillegg bør det brukes en sikkerhetsfaktor (F_u) og en klimafaktor (F_k), som vist i likningen som følger.

$$Q_{\text{dim},T} = Q_T \cdot F_k \cdot F_u$$

Der:

$Q_{\text{dim},T}$ = Dimensjonerende avrenning for returperiode T (m³/s)

Q_T = Beregnet avrenning for returperiode T (m³/s)

F_k = Sikkerhetsfaktor for fremtidige klimaendringer

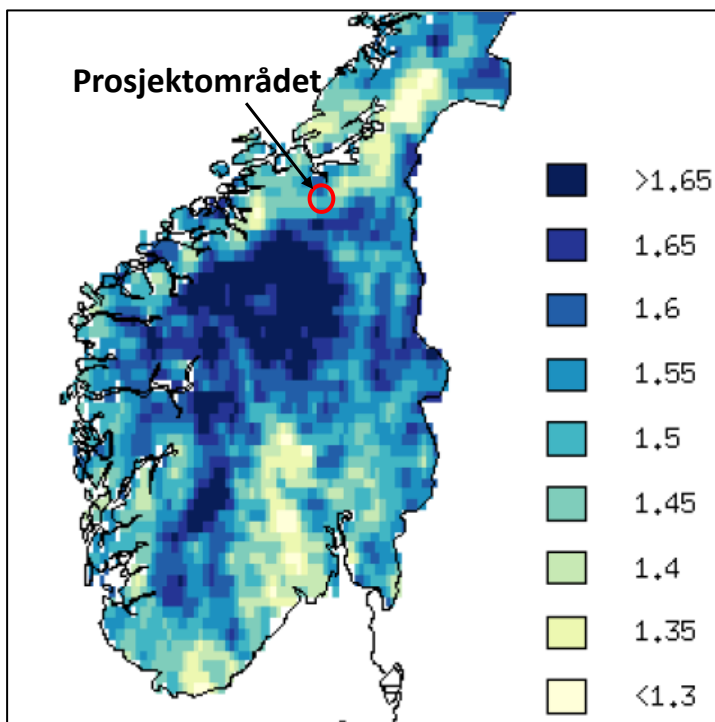
F_u = Sikkerhetsfaktor for usikkerhet ved beregningsmetode

Usikkerhetspåslaget F_u for en vei i sikkerhetsklasse V3 er 1,2.

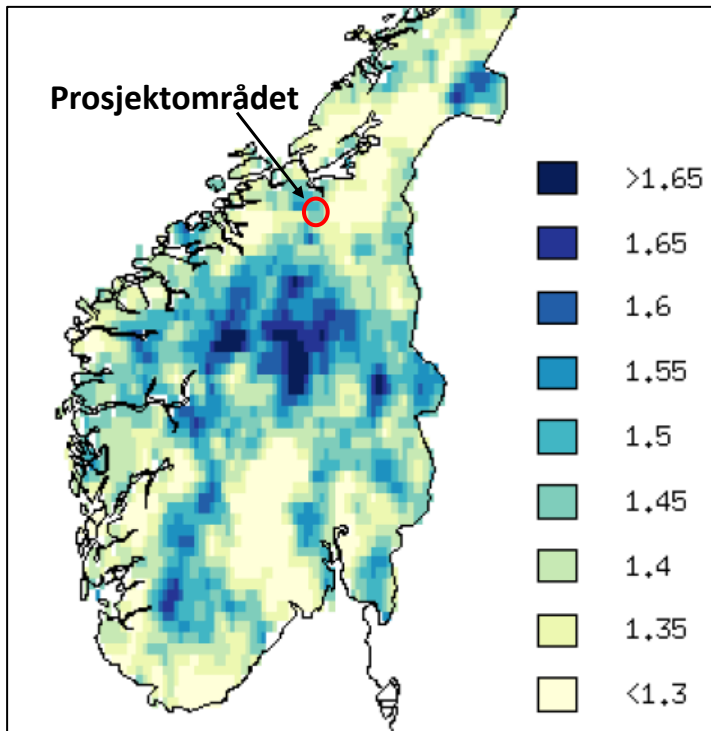
I N200 er klimapåslag for tidligere Sør-Trøndelag fylke oppgitt til 1,2 for små (areal under 10 km²) og store nedbørfelt. N200 viser videre til Klimaprofiler for hvert enkelt fylke for ytterligere informasjon angående klimapåslag.

Publikasjonen «Klimaendringer og framtidige flommer i Norge» [17] anbefaler minst 20 % økning for alle nedbørfelt med areal mindre enn 100 km² og andre mindre nedbørfelt som reagerer raskt på styrtregn.

Rapporten «Klimapåslag for korttidsnedbør - Anbefalte verdier for Norge» [18] presenterer forslag til klimafaktorer for nedbørepisoder med forskjellige varigheter. Figur 3-7 og Figur 3-8 viser middelverdi av klimafaktorer for M200 med 1 og 3 timers varighet. Prosjektområdet har en klimafaktor opp til ca. 1,6 for episoder med varighet på ca. 1 time og 1,45 - 1,5 for 3 timers varighet.



Figur 3-7 Middelverdi av klimafaktorer for M200 og 1 time (Kilde: NVE [18])



Figur 3-8 Middelværdi av klimafaktorer for M200 og 3 timer (Kilde: NVE [18])

Det er store usikkerheter knyttet til klimaframskrivinger for nedbør, samt store forskjeller mellom de ulike modellsimuleringene [18]. Anbefalte klimapåslag for endring i dimensjonerende korttidsnedbør er vist i Tabell 3-15 (hentet fra [18]). Prosjektområdet er i henhold til nedbørmengde klassifisert som Lav M5.

Tabell 3-15 Anbefalte klimapåslag (%) for endring i dimensjonerende korttidsnedbør fram til 2071-2100. M5 = 5-års returverdi og M50 = 50-års returverdi (Kilde: NVE [18]).

Varighet	< M50		≥ M50	
	Lav M5	Høy M5	Lav M5	Høy M5
≤ 1 time	40	40	50	50
2 – 3 timer	40	30	40	30
4 – 6 timer	30	30	40	30
7 – 24 timer	30	20	30	30

Anbefalte klimapåslag i litteraturen ([18] [14]) er større enn hva som er anbefalt i N200 [1]. Kryssende vassdrag har feltstørrelse og egenskaper som tilsier at man bør differensiere påslag i de forskjellige feltene.

Tabell 3-16 viser kryssende vassdrag med tilsvarende klima- og sikkerhetspåslag og resulterende dimensjonerende flom.

Tabell 3-16 Kryssende vassdrag samt sikkerhetspåslag, klimapåslag og dimensjonerende flom (Kilde: Norconsult)

Navn	Feltareal (km ²)	Ase (%)	Tc RM (min)	Klimapåslag (%)	Sikkerhetspåslag	Valgt flomverdi (l/skm ²)	Q ₂₀₀ ×F _k ×F _u (m ³ /s)
Øyabekken	1,5	0.00	68	1.4	1.2	2440	6.1
Gyllbekken	7,0	0.29		1.4	1.2	1690	19.9
Landbruksbekk v/Foss	2,2	0.02	79	1.4	1.2	1970	7.3
Grinnibekken	4,5	0.10		1.4	1.2	1780	13.5
Bekk 1 mellom Grinnibekken og Floksa	0,12	0.00	20	1.5	1.2	7400	1.6
Bekk 2 mellom Grinnibekken og Floksa	0,22	0.00	31	1.5	1.2	4400	1.7
Bekk 3 mellom Grinnibekken og Floksa	0,30	0.00	31	1.5	1.2	4370	2.4
Bekk 4 mellom Grinnibekken og Floksa	0,95	0.00	35	1.5	1.2	4000	6.8
Floksa	0,54	0.24	44	1.5	1.2	3430	3.3
Bekk nordre påhugg Homyrka tunnel	1,24	0.00	67	1.4	1.2	1990	4.1
Loa	26,8	23.00		1.2	1.2	590	25.4 ¹
Eidsmobekken	2,6	0.00	110	1.4	1.2	1900	8.3

¹ Oppskalert tilløpsflom rutes gjennom magasinet og derfor er økningen ikke lineær.

4 DIMENSJONERING AV KRYSSINGER UNDER E6

Det er utført en innledende vurdering av nødvendige dimensjoner til kryssingene fra sidevassdragene. Forutsetninger benyttet i denne dimensjoneringen er listet nedenfor:

- Dimensjonering av kulverter er utført med antagelsen om innløpskontroll og vannivå opp til toppen av kulverten.
- Det forutsettes at bunnivå til kulvertene er likt dagens bunnivå i høydemodellen.
- Det forutsettes tilstopping i henhold til anbefalinger fra håndbok N200 [1]. Det skal antas minimum gjentetting i 1/3 av innløpets høyde.
- For omlegging av bekkene antas et trapesoideformet tverrsnitt og normalstrømning med helning basert på høyder i terrengmodellen.
- Minimum dimensjon for gjennomløp er 600 mm [1]
- Endelig utforming av fiskepassasjer detaljeres i byggeplanfasen.
- Kulverter med bredde større enn 2 m klassifiseres som bruer og bør ha minimum 0,5 m fribord over dimensjonerende flomvannstand. For bruer forutsettes det vanligvis ikke tilstopping.

For dimensjonering av kulvertene er det benyttet beregningsprogram HY-8. I vedlegg 3 vises lengdeprofilene av kulverter/bruer fra beregningsprogrammet HY-8. Tabell 4-1 beskriver type kulvert og resulterende dimensjoner.

Det er stor fare for flomskred i bekkene nord for Grinnibekken til og med Floksa (bekk 1-4 og Floksa). Derfor er det i dimensjonering av disse kryssingene antatt 50 % tilstopping og i tillegg er det vurdert en dimensjon som gir minimum 0,5 m fribord med 50 % tilstopping. Behov for ekstra tiltak vurderes i byggeplan. Dette kan være bunnlastsperrer, fordrøyningsdammer eller nødoverløp litt høyere opp på veiskråningen eller på siden av bekkeløpet.

I forbindelse med detaljprosjekteringen av ny E6 vil det være behov for detaljert dimensjonering av hver kryssing, og en kontroll på at ny E6 ikke øker flomfare for tredjepart, påvirker drenering av landbruksområder eller har en negativ innvirkning på forhold for fisk. For dette vil det være behov for innmåling av eksisterende bekkebunn ved hver kryssing. I reguleringsplanfasen er det avsatt tilstrekkelig plass for tiltakene, men endelig utforming er ikke fastsatt eller detaljert.

Flere kulverter må bygges med naturlig substrat i bekkebunnen i kulverten. Dette kan kreve større kulvertdimensjoner enn beregnet her. I de vassdragene som er viktig for fisk, bør det også kontrolleres at vanddybder og vannhastigheter ved normale vannføringer er gunstig for fisk, og sannsynligvis bygge en forsenkning for å lede vann i perioder med lave vannføringer. Omlagte bekkestrekninger må også detaljprosjekteres med hensyn på miljø.

Bygging av veifyllingen kan påvirke flomveier ved flom som overskrider dimensjonerende flom og dette må vurderes nærmere. Ved høye vannføringer og/eller tilstopping eller flomskred kan de oversvømte områdene fra flere bekker eventuelt slå seg sammen, slik at flere kulverter vil fungere sammen for å avlede flomvann.

Kulvertberegningene er basert på den valgte traséen som er presentert i reguleringsplanen i 2023. Terrengdata tilsier at høydeforskjellen mellom opp- og nedstrøms side av planlagt E6 er så stor at antagelsene om at innløpskontroll ved kulvertene vil være bestemmende og at det vil oppstå normalstrømning på de omlagte strekningene er rimelig for denne innledende vurderingen. Dette bør bekreftes ved detaljprosjektering.

Kapasiteten til kryssene ved Gyllbekken, Loa og Eidsmobekken er undersøkt med en hydraulisk modell i Hec-Ras. Dette omtales i kapittel 5.

Kulvertdimensjonene må optimaliseres ved detaljprosjektering mht. krav for erosjonssikring ved innløp, utløp og nedstrøms kulverten. I tillegg bør det detaljeres tiltak for fiskepassasje i alle bekkene som er viktige for fisk, blant annet Gyllbekken og Loa. Det kan være behov for større kulverter enn beregnet her ved Øyabekken og bekk 3 og 4 mellom Grinnibekken og Floksa i forbindelse med flom fra Gaula [3].

Tabell 4-1 Kryssende vassdrag, dimensjonerende flom, antagelser og innledende dimensjonering (Kilde: Norconsult)

Navn	Feltareal (km ²)	Q ₂₀₀ × F _k × F _u (m ³ /s)	Bru/ kulvert	Tilstoppingsgrad (%) / fribord ¹	Dimensjoner (mm)
Øyabekken	1,5	6.1	Kulvert Bru	33% 0,5 m fribord	φ 2300 φ 2100
Gyllbekken (viktig for fisk)	7,0	19.9	Bru	0,5 m fribord	3500 x 2900 mm eller 3000x3200 mm
Landbruksbekk v/Foss	2,2	7.3	Kulvert Bru	33 0,5 m fribord	φ 2500 φ 2200
Grinnibekken	4,5	13.5	Bru	0,5 m fribord	3000 x 2500
Bekk 1 mellom Grinnibekken og Floksa	0,12	1.6	Kulvert	50% 50%+ min. 0,5 m fribord	φ 1700 φ 2300
Bekk 2 mellom Grinnibekken og Floksa	0,22	1.7	Kulvert	50% 50% /+ min. 0,5 m fribord	φ 1700 φ 2300
Bekk 1 og Bekk 2 mellom Grinnibekken og Floksa	0,34	3,3	Kulvert	50% 50%+ min. 0,5 m fribord	φ 2400 φ 2800
Bekk 3 mellom Grinnibekken og Floksa	0,30	2.4	Kulvert	50% 50%+ min. 0,5 m fribord	φ 2000 φ 2500
Bekk 4 mellom Grinnibekken og Floksa	0,95	6.8	Kulvert	50% 50%+ min. 0,5 m fribord	φ 2900 φ 3400
Bekk 3 og Bekk 4 mellom	1,25	9,2	Kulvert	50%	φ 3400 φ 3800

Navn	Feltareal (km ²)	Q ₂₀₀ × F _k × F _u (m ³ /s)	Bru/ kulvert	Tilstopningsgrad (%) / fribord ¹	Dimensjoner (mm)
Grinnibekken og Floksa				50%+ min. 0,5 m fribord	
Floksa	0,54	3.3	Kulvert	50% 50% + min. 0,5 m fribord	φ 2200 φ 2700
Bekk nordre påhugg Homyrkamtunnel	1,24	4.1	Kulvert	33	φ 2000
Loa (veldig viktig for fisk)	26,8	25.4	Bru	-	Hydraulisk modell
Eidsmobekken	2,6	8.3	Bru	-	Hydraulisk modell

¹Kulvert med bredde større enn 2 m klassifiseres som bru og bør ha 0,5 m fribord over dimensjonerende flomvannstand

5 OMLEGGING AV SIDEVASSDRAG

Det er behov for omlegging av flere sidevassdrag. Omlegging av bekk 1 til bekk 4 og Floksa er ikke utformet i detalj, og løsning er delvis avhengig av behovet for omlegging i anleggsperioden, se kapittel 2.5. Disse bekkene er derfor ikke omtalt videre i dette kapittelet.

Grunnlag for beregninger av omlegginger av Gyllbekken, Loa og Eidsmobekken er presentert i Tabell 5-1.

Tabell 5-1 Beskrivelse av elv-/bekketverrsnitt i vassdrag med bru og eller omlegging (Kilde: Norconsult)

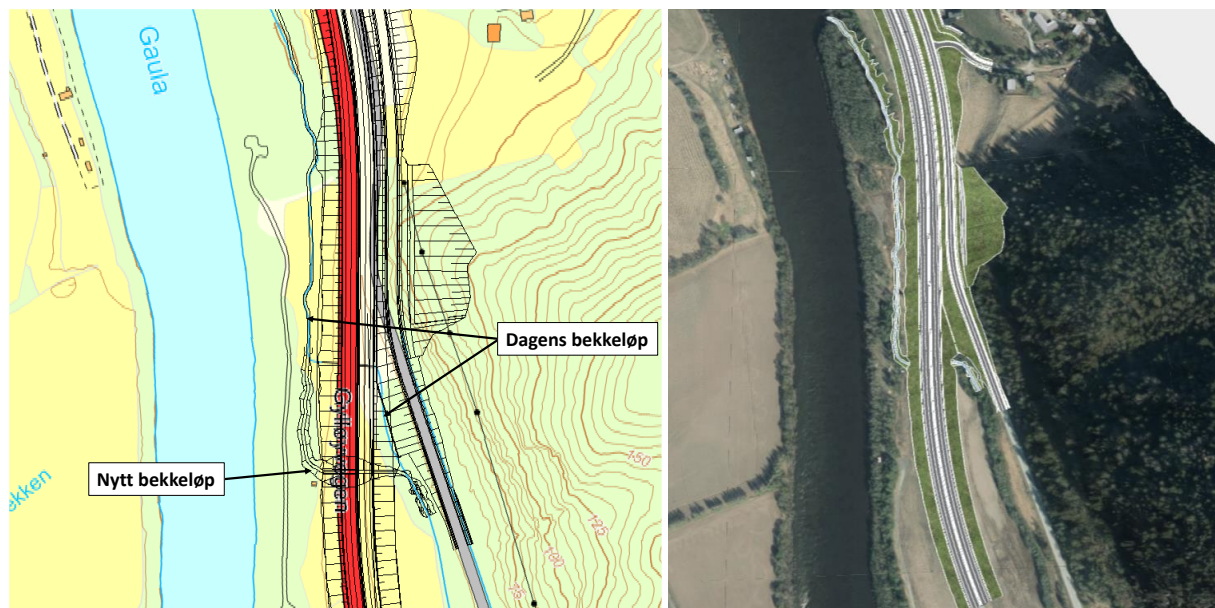
Bekk/ elv	Bunnsbredde (m)	Sideskrånings- helning (H: V=1)	Fall (m/m)	Normaldybde (m)
Gyllbekken	0,5 ¹ (lavvann) – 4,0 (flom)	3	0,0015	1,0 ²
Loa	2 - 4	2	0,0273	1,1 – 1,4
Eidsmobekken	3 - 4	2	0,0315	0,6 – 0,7

¹Omtrent lik eksisterende bunnsbredde

² Beregnet med 200-års flom og 4 m bunnsbredde

5.1.1 Øyabekken (ca. profil 500)

Den nye bekkkryssingen under E6 bygges ca. 70 m sør for dagens kryssingspunkt. Det er behov for omlegging av ca. 160 m av bekken, både før og etter kryss under ny E6 og ved utløp i Gaula. Figur 5-1 viser en oversikt over dagens og planlagt situasjon, mens Tabell 5-2 viser en beskrivelse av situasjonene. Endelige detaljer for denne omleggingen utarbeides i forbindelse med detaljprosjekteringen, men bekken kan forventes å ha lignende dimensjoner som dagens bekk.



Figur 5-1 Øyabekken i dagens situasjon og med planlagt linje (Kilde: Norconsult)

Tabell 5-2 Omlegging av Øyabekken, beskrivelse av dagens og planlagt situasjon (Kilde: Norconsult)

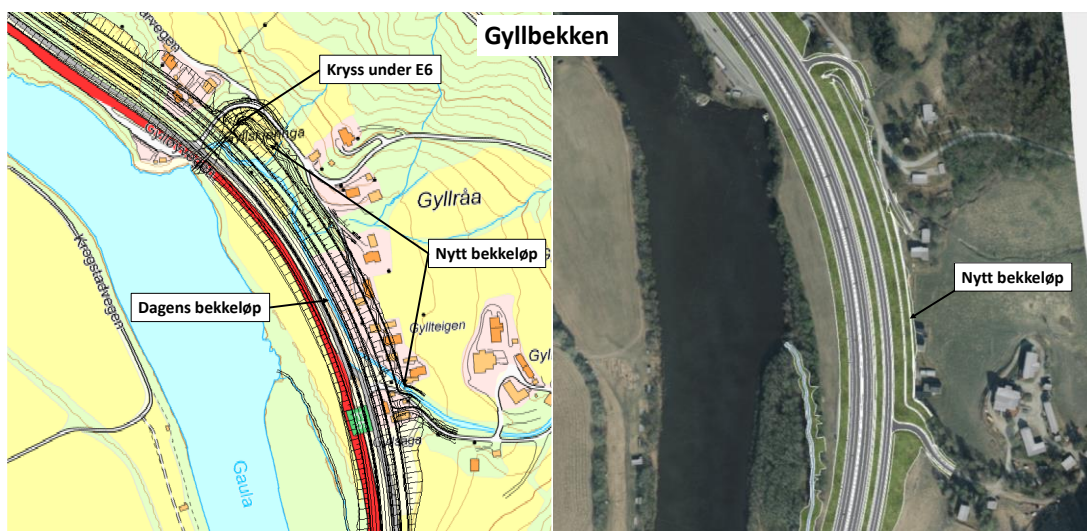
Beskrivelse	Dagens situasjon	Planlagt linje
Nivå innløp (moh.)	51,4	51,7
Nivå utløp (moh.)	51,3	Ikke fastsatt
Fall i bekken vest for dagens E6 (m/m)	0,00625	-
Typisk tverrprofil bekk	0,5 m bunnbredde og sidehelninger 2,5-3:1 (H:V)	-
Infrastruktur	Krysser i en kulvert med ukjente dimensjoner under dagens E6	Min. kulvertdiameter 2400/2450 mm, avhengig av fall på kulverten.

5.1.2 Gyllbekken (ca. profil 1140)

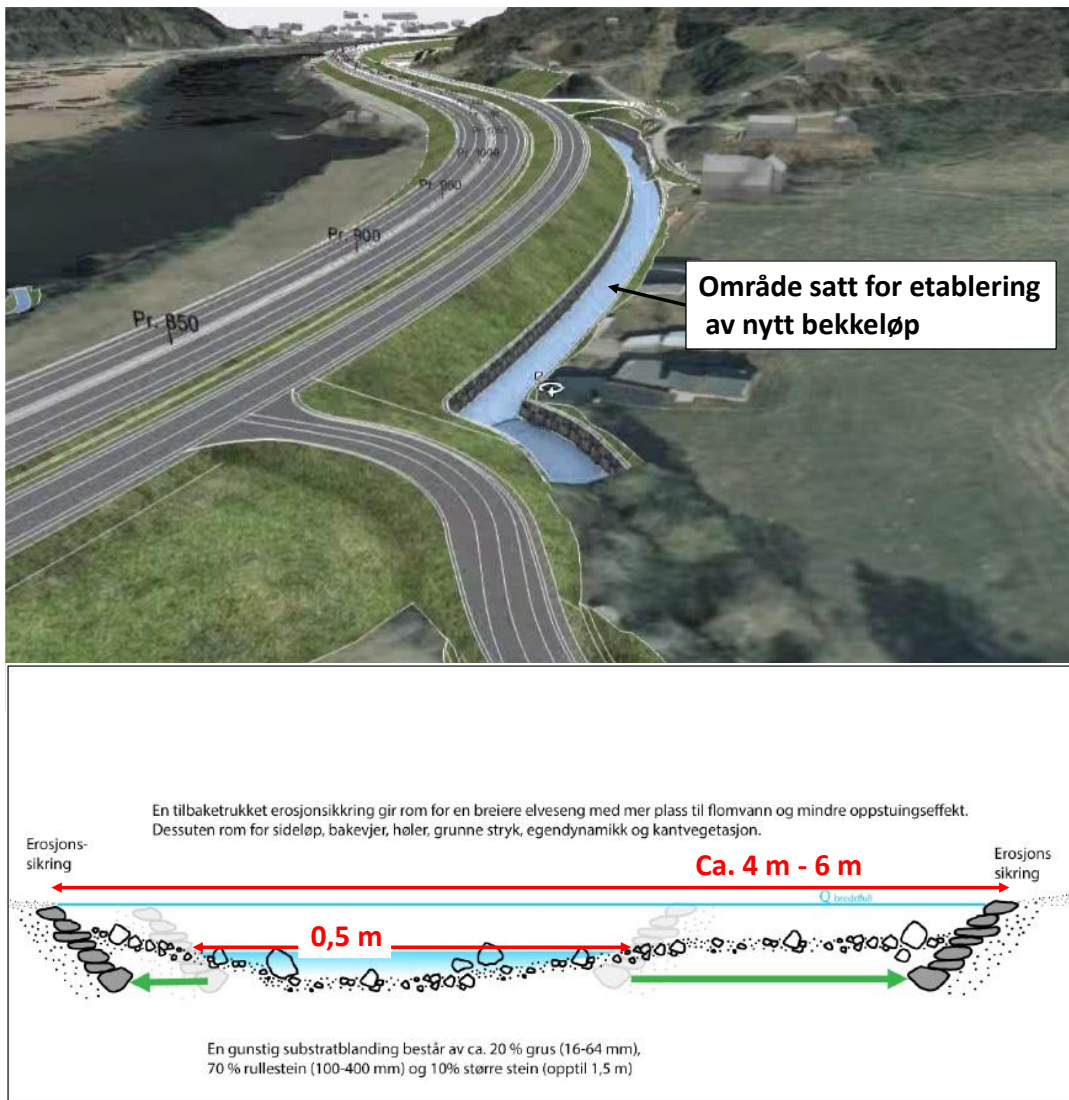
Den planlagte kryssingen under E6 ligger på ca. samme sted som i dag, men det er behov for omlegging av ca. 160 m av bekken øst for ny E6 og Fossvegen. Figur 5-2 viser en oversikt over dagens og planlagt situasjon, mens Tabell 5-3 viser en beskrivelse av situasjonene.

Gyllbekken er planlagt etablert mellom to sidemurer for å redusere terrenginngrep, som vist øverst i Figur 5-3, men bekkeløp skal kunne svinge innenfor dette området, se nederst i Figur 5-3. Bredden i bunnen av nytt bekkeløp er mellom ca. 4 m og 6 m.

Gyllbekken er svært viktig for sjørret og nytt bekkeløp må utformes for å ivareta fiskeoppgang. Nederst i Figur 5-3 viser et forslag til bekkeprofil etter omlegging, med et lavvannføringsløp, tilbaketrukket erosjonssikring og uregelmessig steinutlegg som gir mer variasjon enn glatt plastring. Skissen er utarbeidet basert på publikasjonen «Mer miljøvennlige erosjonssikringstiltak» [19]. Det kan være behov for bruk av terskler inne i kulverten. Utløpet i Gaula utformes slik at det også fungerer ved lave vannføringer / vannstand (estimert til ca. 48,4 – 48,5 moh.).



Figur 5-2 Gyllbekken i dagens situasjon og med planlagt ny veilinje (Kilde: Norconsult)



Figur 5-3 Gyllbekken med planlagt ny veilinj, detalj (kilde: [19] og Norconsult)

Tabell 5-3 Omlegging av Gyllbekken, beskrivelse av dagens og planlagt situasjon (Kilde: Norconsult)

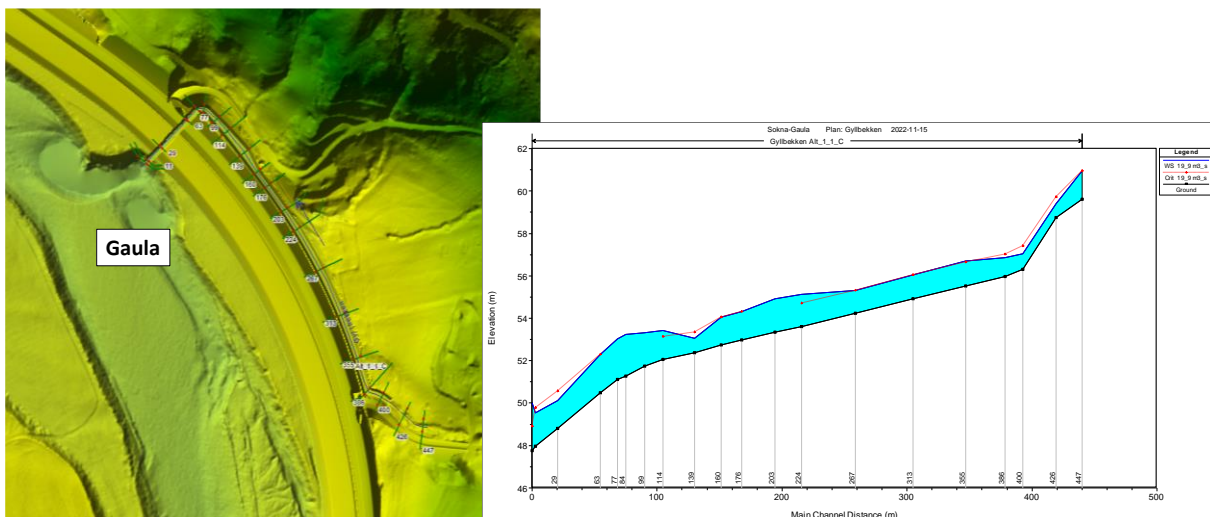
Beskrivelse	Dagens situasjon	Planlagt linje
Nivå innløp (moh.)	50,0	51,3
Nivå utløp (moh.)	48,1	48,0
Fall i bekken øst for dagens E6 (m/m)	0,022	0,015 bekk - 0,04 kulvert
Typisk tverrprofil bekk lang E6	0,5 m bunnbredde og sidehelninger 2,5-3:1 (H:V)	4 til 6 m bredde og sidehelninger 1:3 (H:V)
Infrastruktur	Krysser i kulvert under dagens E6	Betongkulvert 3 m x 3,2 m (minste dimensjoner)

5.1.2.1 Hydraulisk modellering av planlagt Gyllbekken

Det er utført en 1D-hydraulisk modellering av den planlagte utformingen av Gyllbekken. Plassering av tverrprofiler og planlagt terrengutforming er vist i Figur 5-4. E6 er ikke lagt inn i modellen, men den ligger på minst 58,5 moh., som er godt over det beregnede 200-års flomnivået langs veien.

Det er kjørt simuleringer med 19,9 m³/s i bekken, tilsvarende 1,4x1,2xQ200 (klimapåslag på 1,4 og sikkerhetspåslag på 1,2). Friksjon er angitt som Manningstall, 0,035 s/m^{1/3} i hele bekkeløpet. Som grensebetingelser er det lagt inn kritisk strømning på oppstrøms ende og vannstand i Gaula i nedstrøms ende på 50,0 moh.

Resultater ved simulering av 200-års flom viser at det dannes et vannstandsprang nedstrøms de trange profilene ved lokalveien Fossvegen. Dette medfører noe uryddige strømningsforhold og økt fare for erosjon. Det anbefales å optimalisere bekkeutforming i byggefasen. I tillegg må terskler og minste vannføringsløp inkluderes for å ta hensyn til fisk.



Figur 5-4 Hydraulisk modellering av nytt bekkeløp inkludert kryssing under ny E6 (Kilde: Norconsult)

5.1.3 Grinnibekken (ca. profil 6360)

Kryssing under E6 ligger ca. 130 m sør for dagens kryssing under lokalveien Grinnivegen, se Figur 5-5. Bekken skal legges om i en ca. 300 m lang strekning. Strekingen som omlegges er viktig for sjørretet og må utformes slik at den beholder dagens funksjon for fisken. Som generelt forslag til bekkeprofil etter omlegging henvises til profilet for Gyllbekken, vist i Figur 5-3.

Etter kryssing av E6 i bru og Grinnivegen i kulvert får det nye bekkeløpet en skarp sving. Her må det erosjonssikres ekstra godt da det finnes bløte masser og automatisk sikrede kulturminner. Lokalveien ligger vesentlige lavere enn ny E6, og eventuell oppstuvning fra denne kulverten vil derfor ha en begrenset påvirkning på vannstanden ved bruene under E6. Likevel anbefales det å dimensjonere denne kulverten for en 200-års flom.



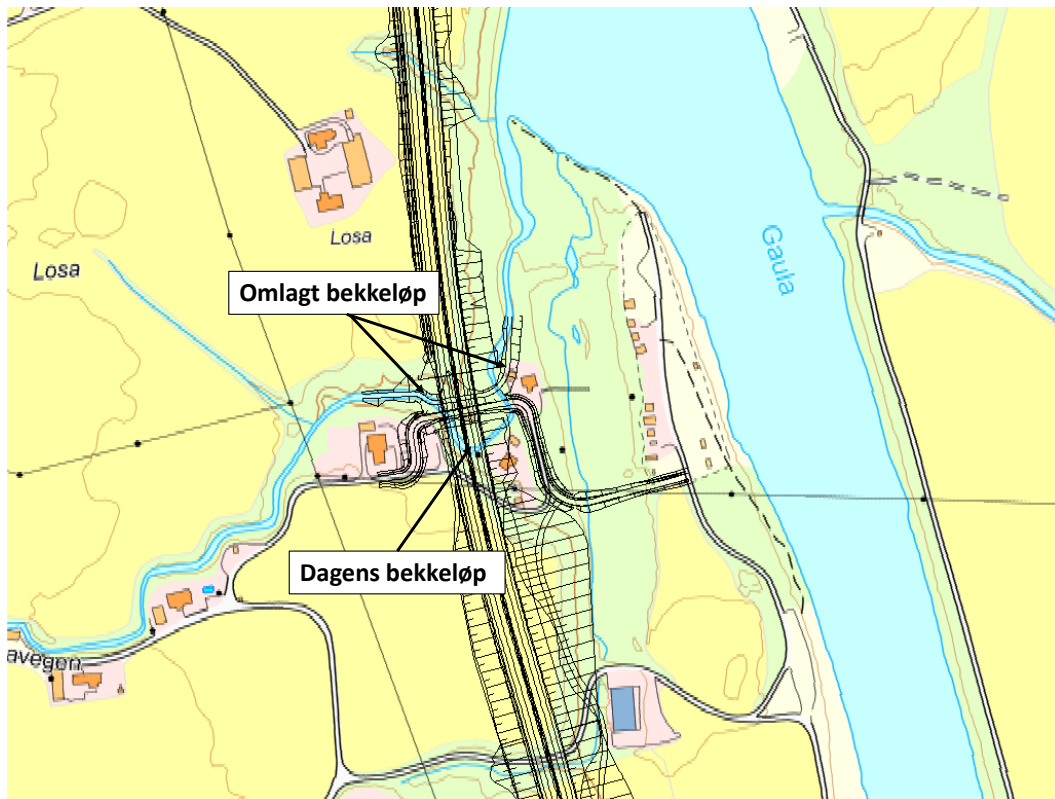
Figur 5-5 Grinnibekken i dagens situasjon og med planlagt linje (Kilde: Norconsult)

Tabell 5-4 Omlegging av Grinnibekken, beskrivelse av dagens og planlagt situasjon (Kilde: Norconsult)

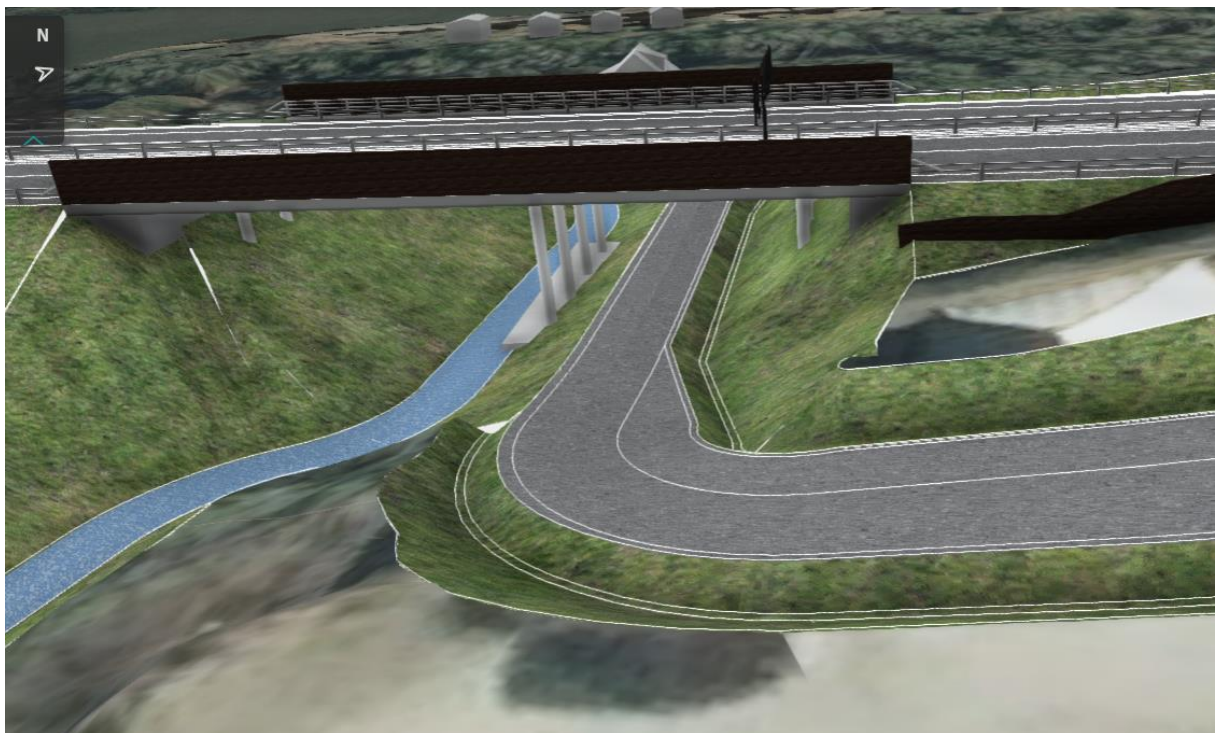
Beskrivelse	Dagens situasjon	Planlagt linje
Nivå innløp (moh.)	42,9	-
Nivå utløp (moh.)	42,3	-
Fall i bekken (m/m)	Vest og øst for lokalveien 0,036 og 0,027	Omlagt strekning ca. 0,04
Typisk tverrprofil bekk lang E6	3 m bunnbredde og sidehelninger 1,5-1,8:1 (H:V)	3 m bunnbredde
Infrastruktur	Krysser i kulvert under lokalvei	Bru under E6 og kulvert under lokalvei

5.1.4 Loa (ca. profil 14 600)

Ved Loa går bekken først mot sør og deretter raskt nordøstover i kurve. Det er planlagt en avkorting og omlegging av elveløpet, se Figur 5-6, og ny E6 går over bekken med en bru, se Figur 5-7. Det er tidligere blitt kontrollert at en bru med 7 m i bredde i bunnen, som vist i Figur 5-8, er god kapasitet.



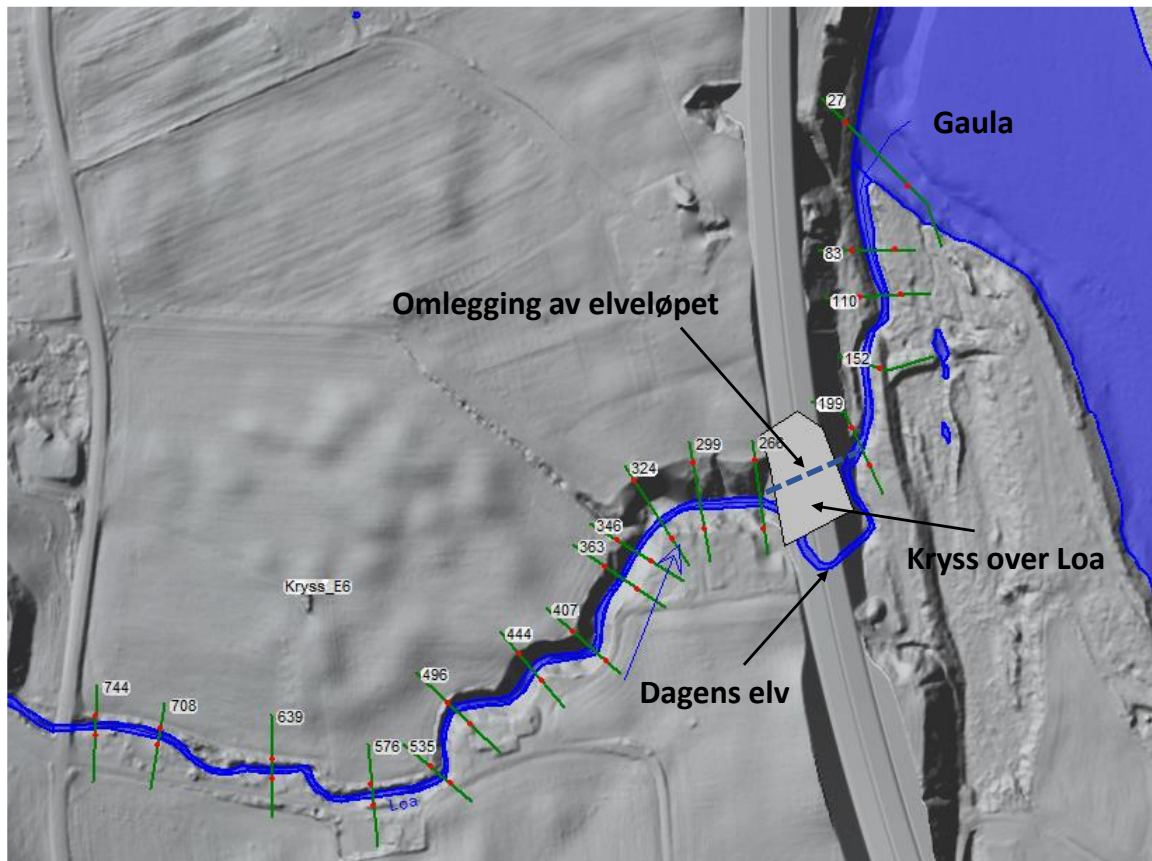
Figur 5-6 Planlagt brukryssing over Loa (Kilde: Norconsult)



Figur 5-7 Terrengmodell som viser bru over Loa (Kilde: Norconsult)

5.1.4.1 Hydraulisk simulering av bru over Loa

For å vurdere om den nye kryssingen vil ha nok kapasitet, er det utarbeidet en enkel hydraulisk modell i Hec-Ras. Terrengmodellen er basert på en høydemodell lastet ned fra Høydedata [20]. Terrengmodellen og tverrprofilene er vist i Figur 5-8.

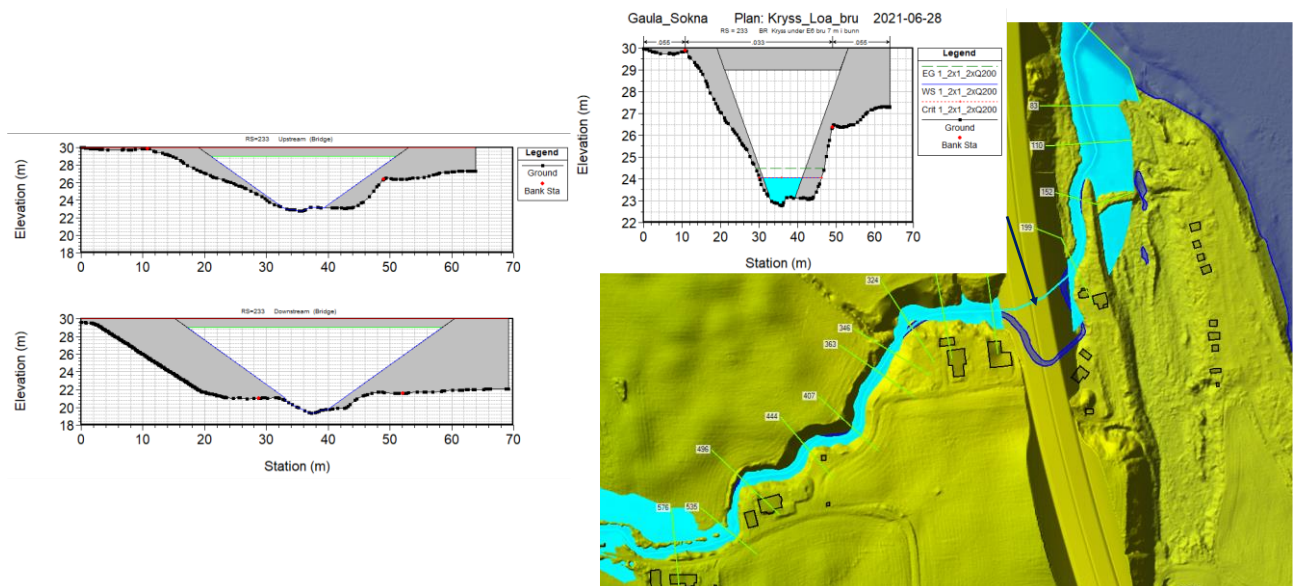


Figur 5-8 Hydraulisk modell i Hec-Ras, for Loa (Kilde: Norconsult)

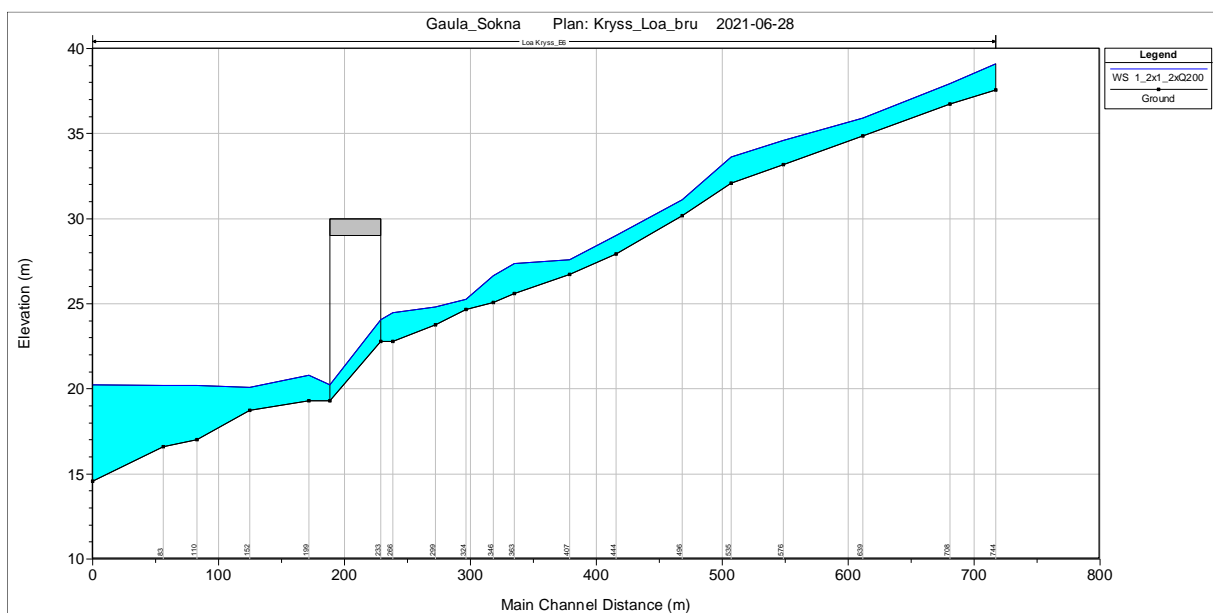
Det er kjørt simuleringer med $25,4 \text{ m}^3/\text{s}$ i bekken, tilsvarende $1,2 \times 1,2 \times Q200$ (klimapåslag på 1,2 og sikkerhetspåslag på 1,2). Friksjon er angitt som Manningstall, $0,033 \text{ s/m}^{1/3}$ i elveløpet og $0,055 \text{ s/m}^{1/3}$ utenfor hovedløpet. Som grensebetingelser er det lagt inn kritisk strømning på oppstrøms ende og vannstand ved middelflom i Gaula i nedstrøms ende (beregnet til 20,22 moh.).

Resultatene viser at kryssing av Loa med en bru som er 7 m bred i bunnen har god hydraulisk kapasitet, se Figur 5-9 og Figur 5-10. Vannhastigheten nær kryssingsområdet er beregnet til mellom 1,1 og 5,0 m/s. Det er i tillegg beregnet at det danner seg et vannstandsprang på nedstrøms side. Dette medfører at det er behov for erosjonssikring av bekkeløp og brufundamentene ved kryssingsområdet. Avkorting av bekkeløpet kan gi økt erosjon oppstrøms den omlagte strekningen. Dette kan forebygges ved bruk av terskler/erosjonssikring øverst i den omlagte strekningen.

Detaljprosjektering, endelig utforming av landbruksvei og bekkeløp, samt avkorting av bekkeløpet gjennomføres i byggeplanfase.



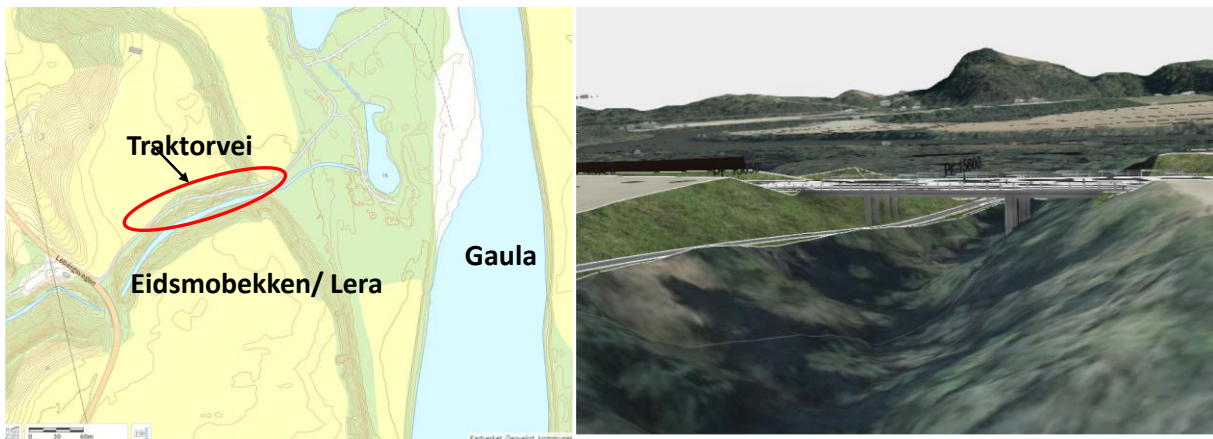
Figur 5-9 Kryssing over Loa med bru (Kilde: Norconsult)



Figur 5-10 Resultater av Hec-Ras simuleringen ved 1,2x1,2xQ200, der det er antatt at Loa krysses med en bru med ca. 7 m bredde i bunnen. (Kilde: Norconsult)

5.1.5 Eidsmobekken (ca. profil 15 600)

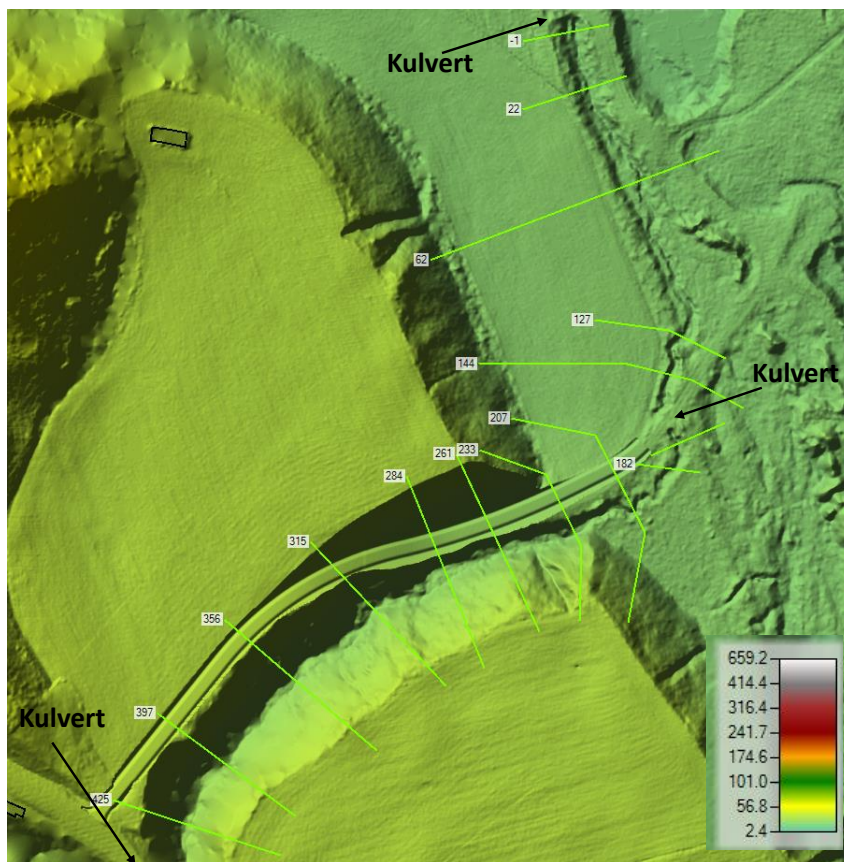
Ny E6 krysser Eidsmobekken (Lera) i bru uten å berøre det flomutsatte området. Eksisterende landbruksvei senkes og følger bekkens nordre bredd, vist i Figur 5-11.



Figur 5-11 Oversikt over landbruksvei langs Eidsmobekken t.v. og bru over Eidsmobekken t.h. (Kilde: Norconsult)

5.1.5.1 Hydraulisk simulering av bru over Eidsmobekken

For å vurdere om den nye E6 og omlegging av landbruksveien vil ha nok sikkerhet mot flom er det utarbeidet en enkel hydraulisk modell i Hec-Ras der landbruksveien er senket. Terrengmodellen er basert på en høydemodell lastet ned fra Høydedata og 3D-modellen av landbruksveien. Terrengmodellen og tverrprofilene er vist i Figur 5-12.

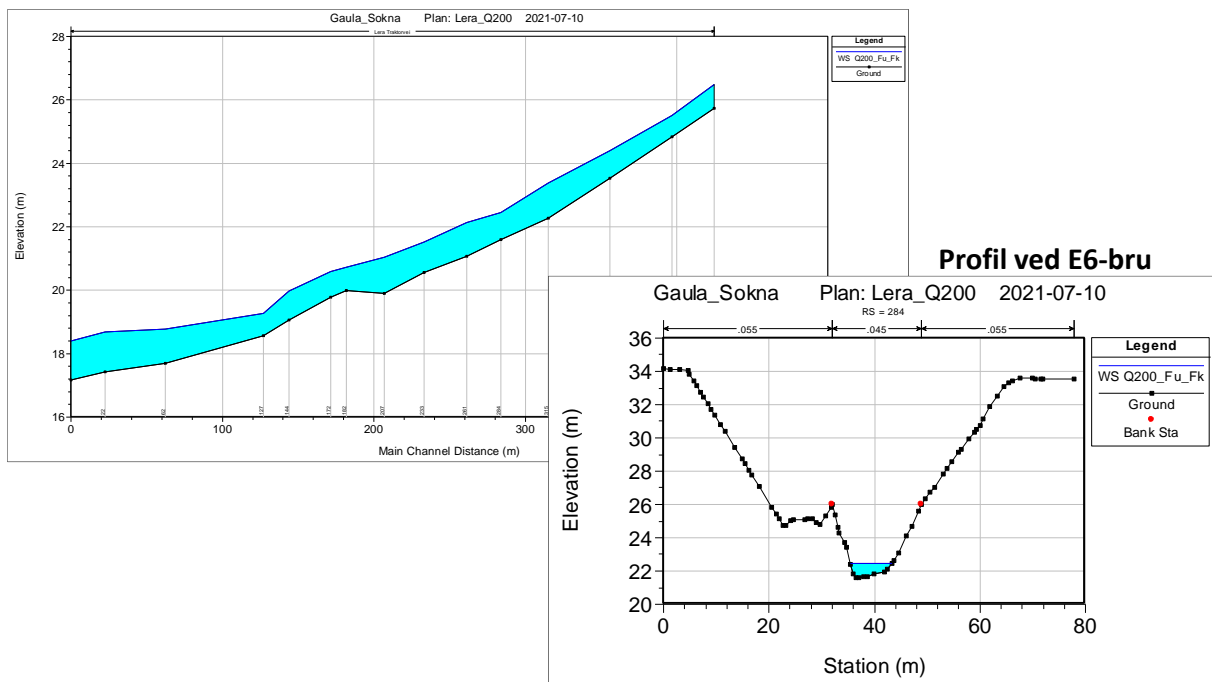


Figur 5-12 Hec-Ras modell av Eidsmobekken nedstrøms Lebergsvegen (Kilde: Norconsult)

Det er kjørt simuleringer med 8,3 m³/s i bekken, tilsvarende 1,4x1,2xQ200 (klimapåslag på 1,4 og sikkerhetspåslag på 1,2). Friksjon er angitt som Manningstall, 0,045 s/m^{1/3} i elveløpet og 0,055 s/m^{1/3} utenfor hovedløpet. Som grensebetingelser er det lagt inn normalstrømning ved både oppstrøms og nedstrøms ender. Øverst i strekningen er fallet i elveløpet beregnet til 0,031 m/m, mens nederste er det 0,011 m/m.

Det finnes flere kulverter langs Eidsmobekken, men Norconsult mangler opplysninger om kulvertdimensjoner. Det er modellert en situasjon der den midterste kulverten har kapasitet til å ta hele vannmengden og en situasjon der vannet renner over veien. For begge situasjonene vil vann renne over flomsletten. Utbredelsen av flomsonen langs Eidsmobekken blir noe større med tilstoppet kulvert, men dette påvirker ikke vannstand ved tverrprofil 207 og oppover.

Figur 5-13 viser resultatene fra Hec-Ras simuleringen forutsatt at alle kulvertene har nok kapasitet.



Figur 5-13 Resultater av Hec-Ras simuleringen ved 1,4x1,2xQ200, forutsatt at alle kulvertene har nok kapasitet (Kilde: Norconsult)

Den senkede landbruksveien har god klaring til 200-års flomvannstand, inkludert klima- og sikkerhetspåslag. Vannhastigheter i bekken er mellom 1,8 og 2,6 m/s. Bekkeløpet er lett eroderbart og det anbefales å erosjonssikre skråningen mot landbruksveien og mot E6-bruen. Dette vurderes nærmere i byggeplanfasen.

6 EROSJONSSIKRING I SIDEVASSDRAGENE

Det vil være behov for erosjonssikring i sidevassdragene. Generelt er det behov for sikring av inn- og utløp av kulvertene, samt nye bekkeløp etter omlegging. I Tabell 6-1 er det presentert et sammendrag av de planlagte tiltakene. I tillegg bør det utføres erosjonssikring av dreneringsgrøftene ved Forset. Dimensjonering av steinstørrelse og detaljert utforming utføres i byggeplanfasen.

Tabell 6-1 Kryssende vassdrag – beskrivelse av erosjonssikringstiltak (Kilde: Norconsult)

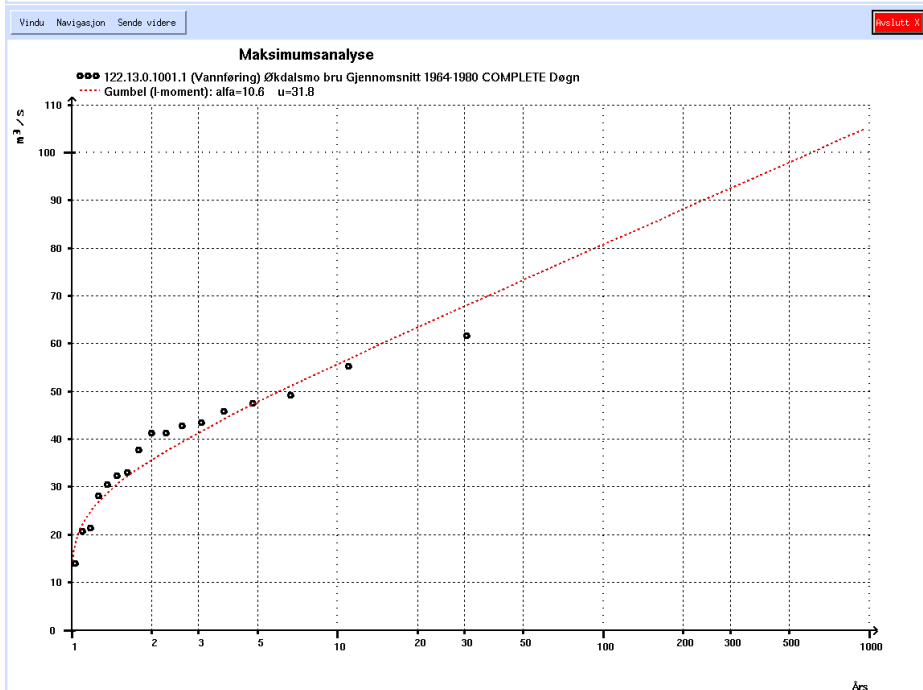
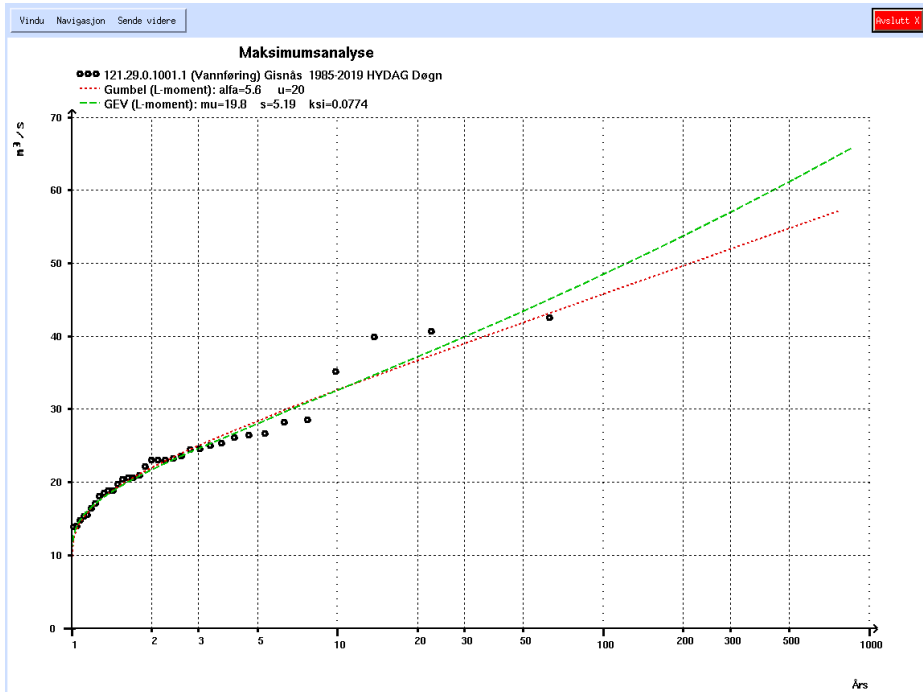
Navn	Type tiltak	Lengde nytt bekkeløp (m)
Øyabekken	Sikring av inn- og utløp og nytt bekkeløp	190
Gyllbekken (viktig for fisk)	Sikring av inn- og utløp og nytt bekkeløp	390
Landbruksbekk v/Foss	Sikring av inn- og utløp	
Grinnibekken	nytt bekkeløp og sikring av brufundamenter og brusøyler	300
Bekk 1 til Bekk 4 mellom Grinnibekken og Floksa	Sikring av inn- og utløp og nytt bekkeløp	300+340
Floksa	Sikring av inn- og utløp og nytt bekkeløp	230
Bekk nordre påhugg Homyrkamtunnel	Sikring av inn- og utløp	
Loa (viktig for fisk)	Nytt bekkeløp og sikring av brufundamenter og brusøyler	140
Eidsmobekken	Bekkeløp og sikring av brufundamenter og brusøyler	120

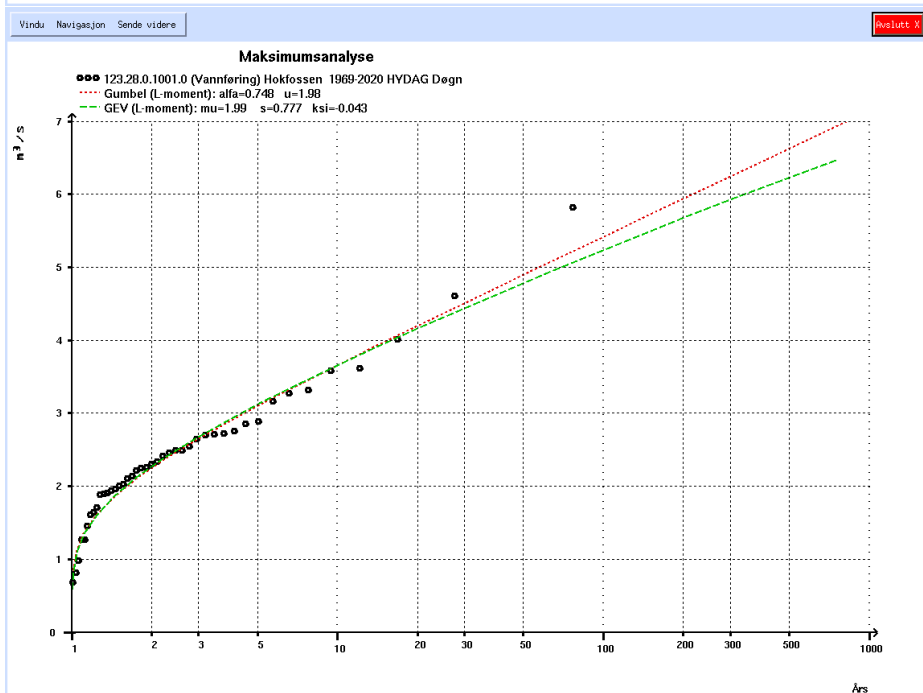
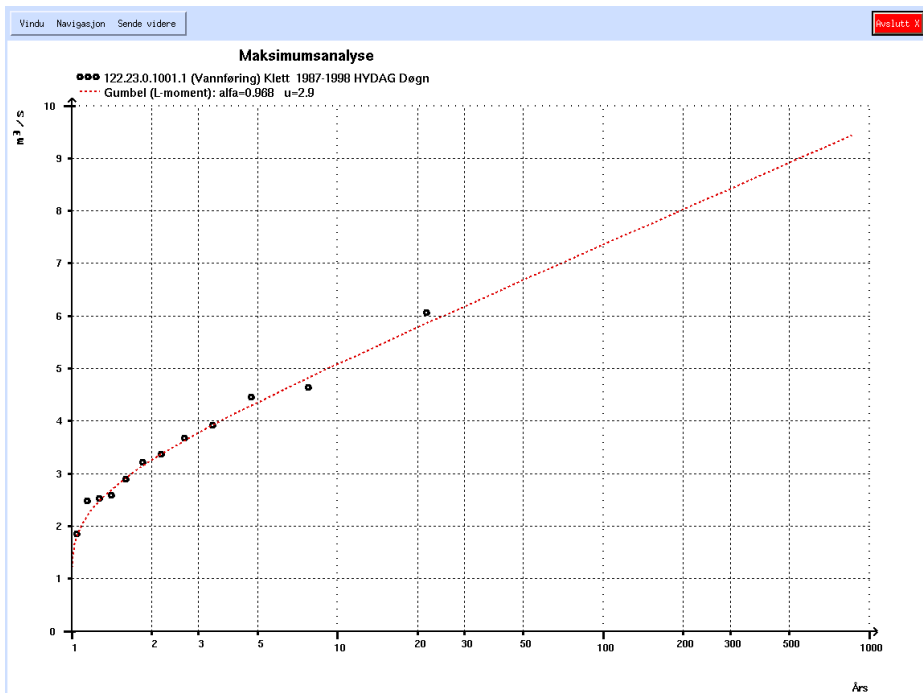
7 REFERANSER

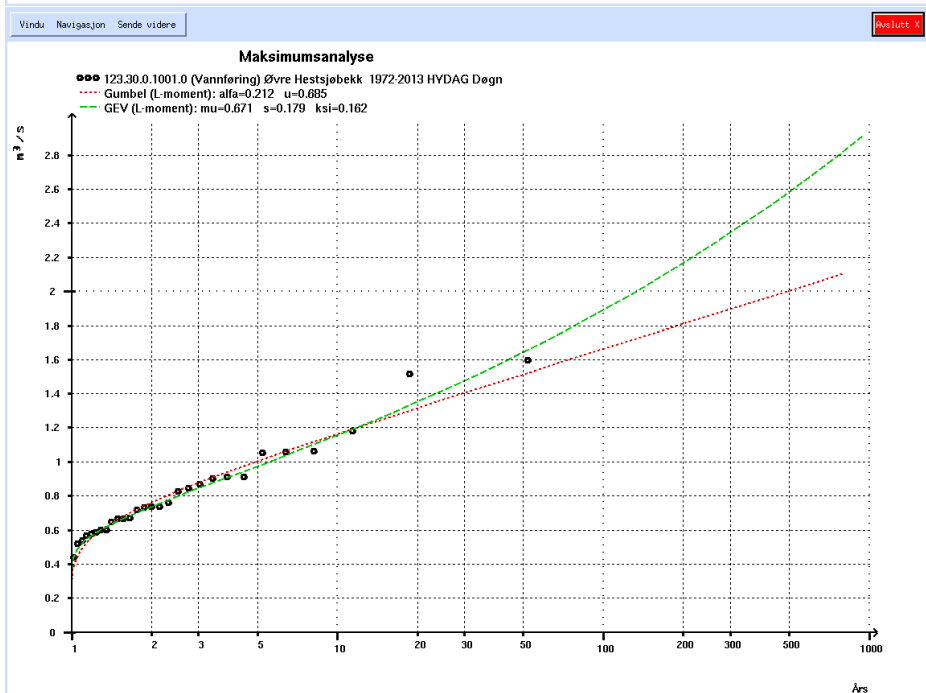
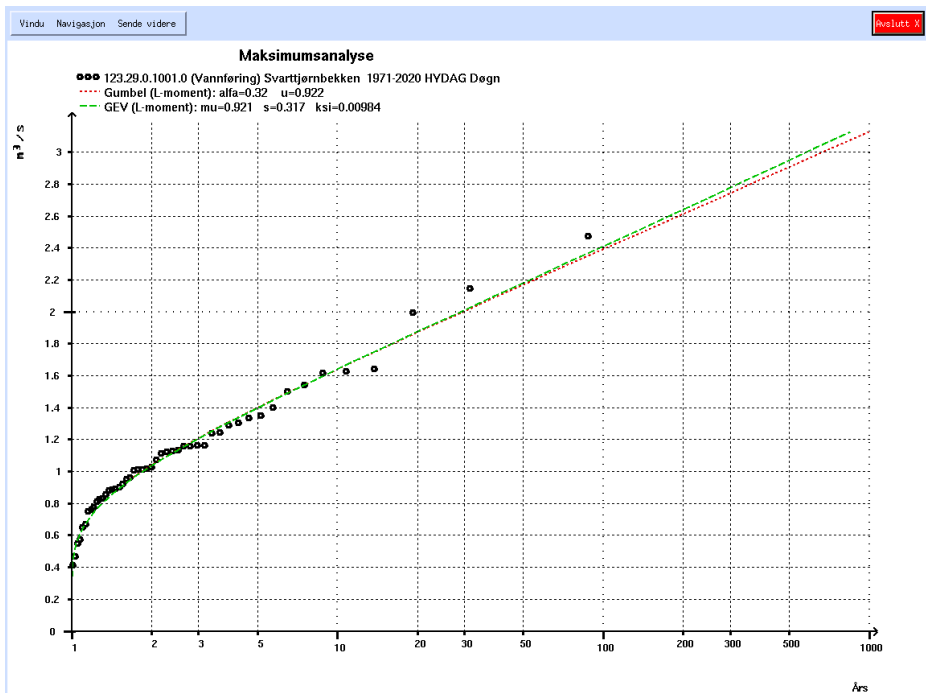
- [1] Statens vegvesen, «Vegbygging. Håndbok N200,» 2018.
- [2] Samferdselsdepartement, «Nasjonal transportplan 2022 - 2033,» 2021.
- [3] Norconsult, «NV50E6GK-VAA-RAP-0004 Hydrologi Gaula. Gyllan - Kvål,» Nye Veier, 2023.
- [4] Vannportalen, «Trøndelag vannregion,» [Internett]. Available: <https://www.vannportalen.no/vannregioner/trondelag/>. [Funnet 2023].
- [5] NVE, «NVE Atlas,» [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>. [Funnet 2023].
- [6] NVE, «Nevina,» [Internett]. Available: <https://nevina.nve.no/>.
- [7] Norconsult, «E6 Gyllan - Kvål. Program for basiskartlegging av Gaula med sidevassdrag,» 2021.
- [8] NVE, «Veileder for flomberegning i små uregulerte felt,» 2015.
- [9] NVE, «Flomforhold i Sør- og Midt-Norge,» 2009.
- [10] NVE, «Retningslinjer for flomberegninger,» 2011.
- [11] Statens vegvesen, «Vegbygging Håndbok N200,» 2014.
- [12] Meteorologiske institutt, «eKlima,» [Internett]. Available: <https://www.met.no/frie-meteorologiske-data/frie-meteorologiske-data>. [Funnet 2+23].
- [13] NGU, «Løsmasser - nasjonal løsmassedatabase,» Norges geologiske undersøkelse, [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/. [Funnet 16 08 2022].
- [14] NVE, «Veileder for flomberegning,» 2022.
- [15] SWECO, «Flomberegning dam Benna,» 2012.
- [16] Søndena og Hanssen, «Hydrologisk dimensjonering i små nedbørfelt,» 2017.
- [17] NVE, «Klimaendring og framtidige flommer i Norge,» 2016.
- [18] Norsk klimaservicesenter, «Klimapåslag for korttidsnedbør. Anbefalte verdier for Norge,» 2019.
- [19] Uni Research, «Mer miljøvennlige erosjonssikringstiltak,» 2017.
- [20] Kartverket, «Høydedata,» [Internett]. Available: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>. [Funnet 09 11 2020].

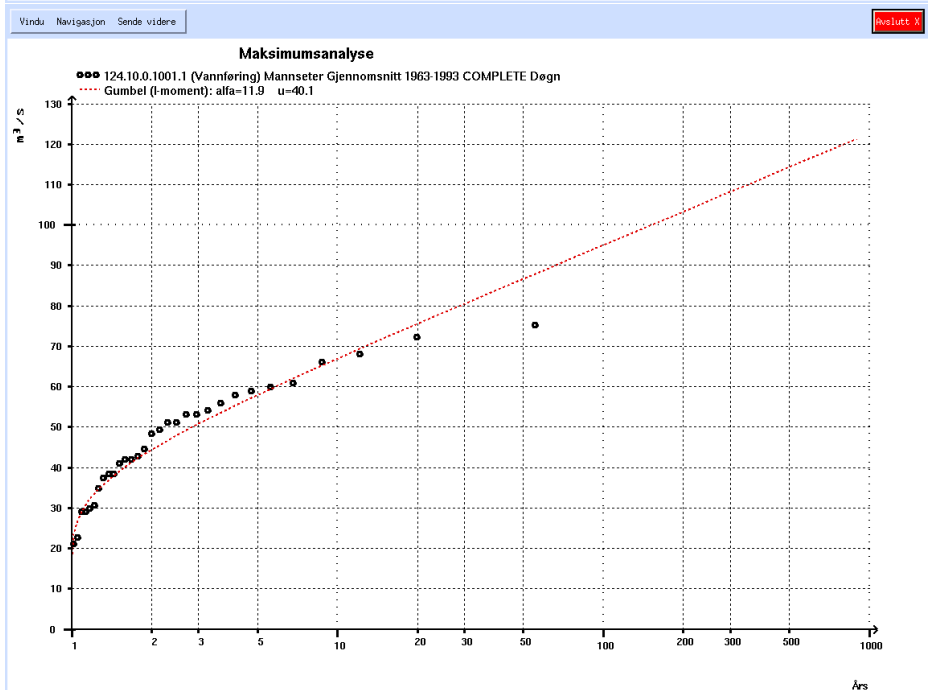
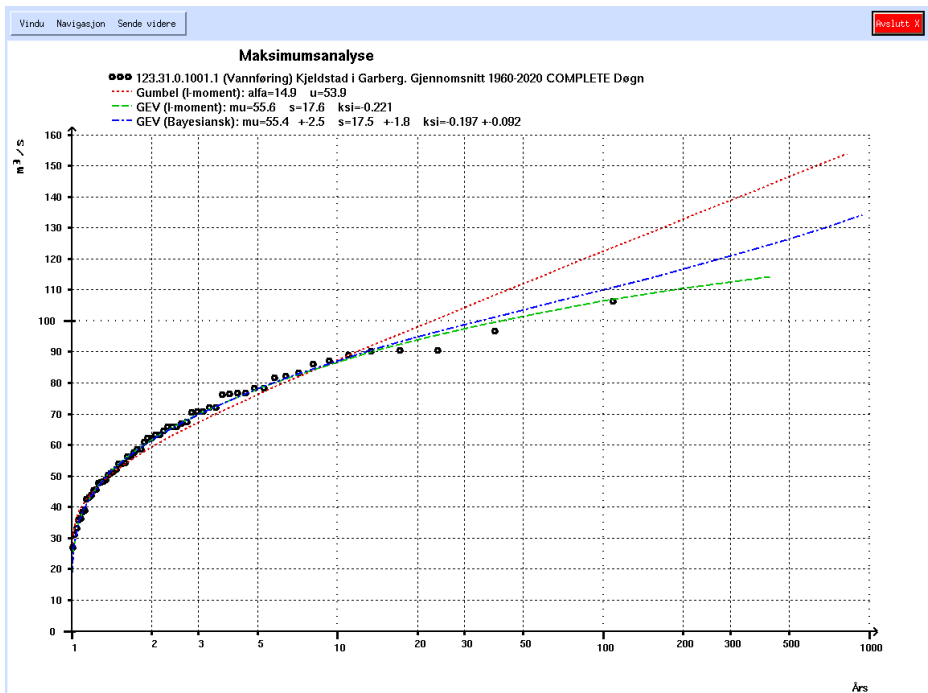
VEDLEGG

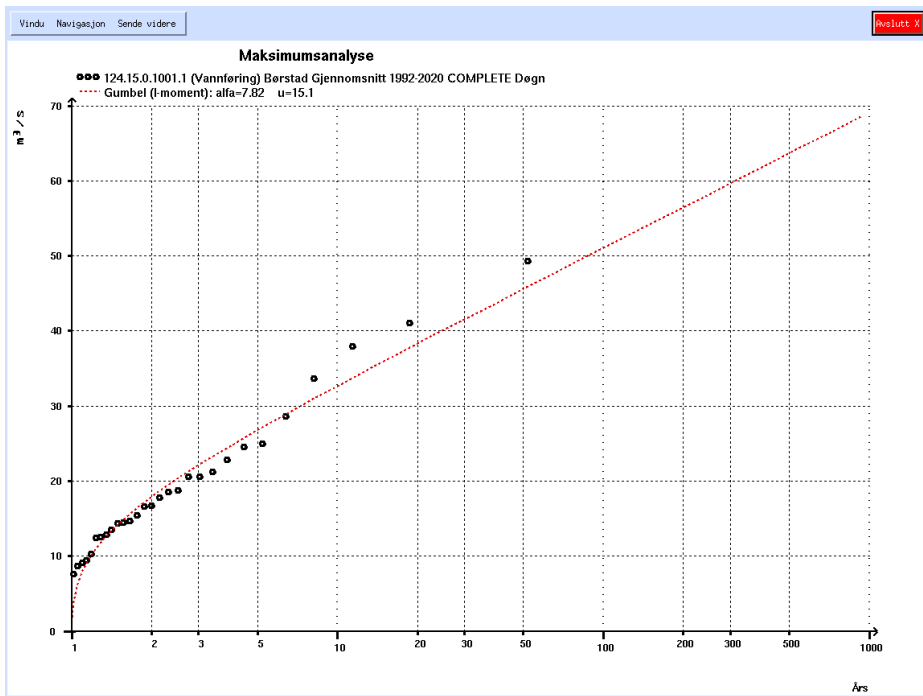
1 FREKVENSPLOTT



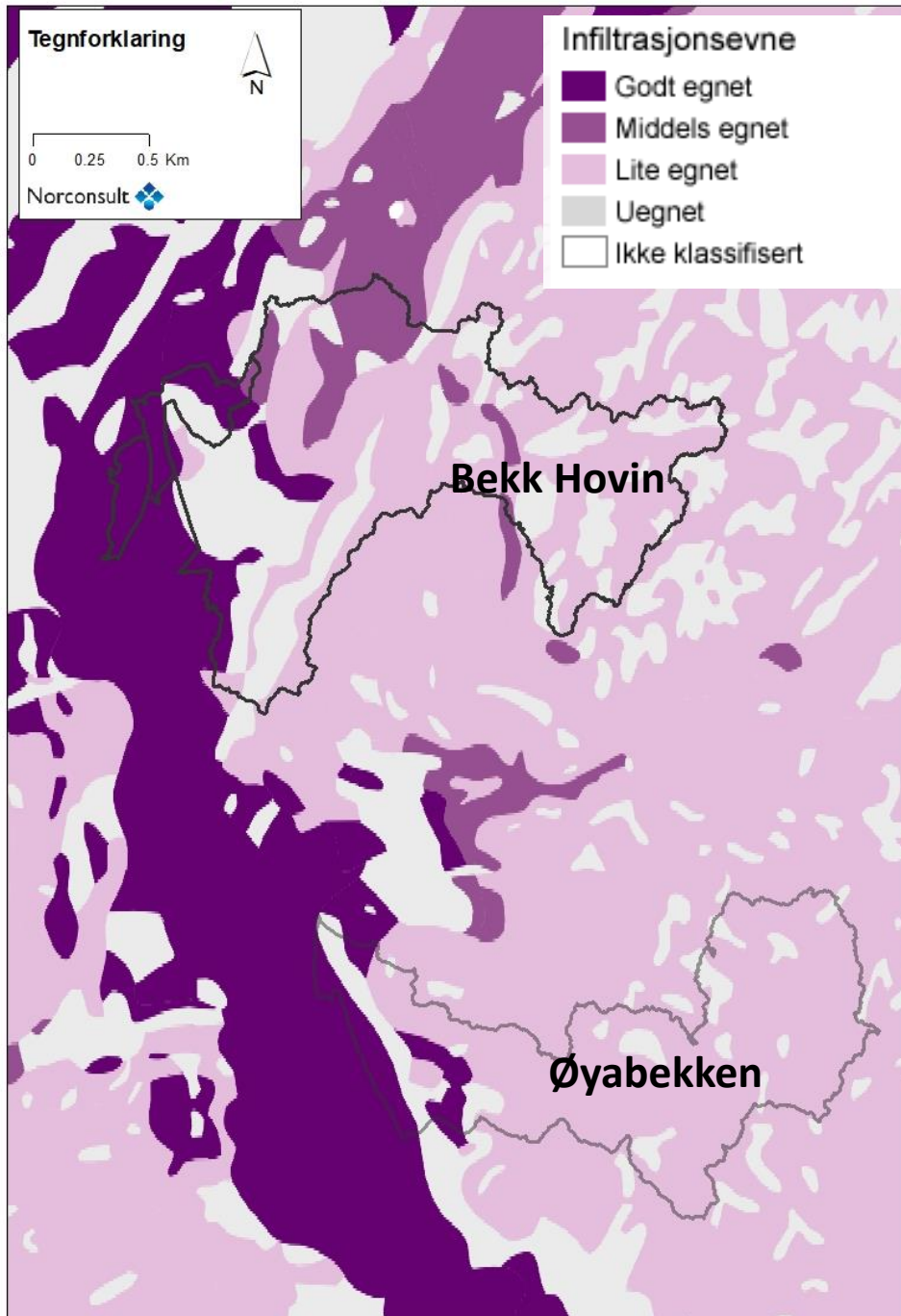




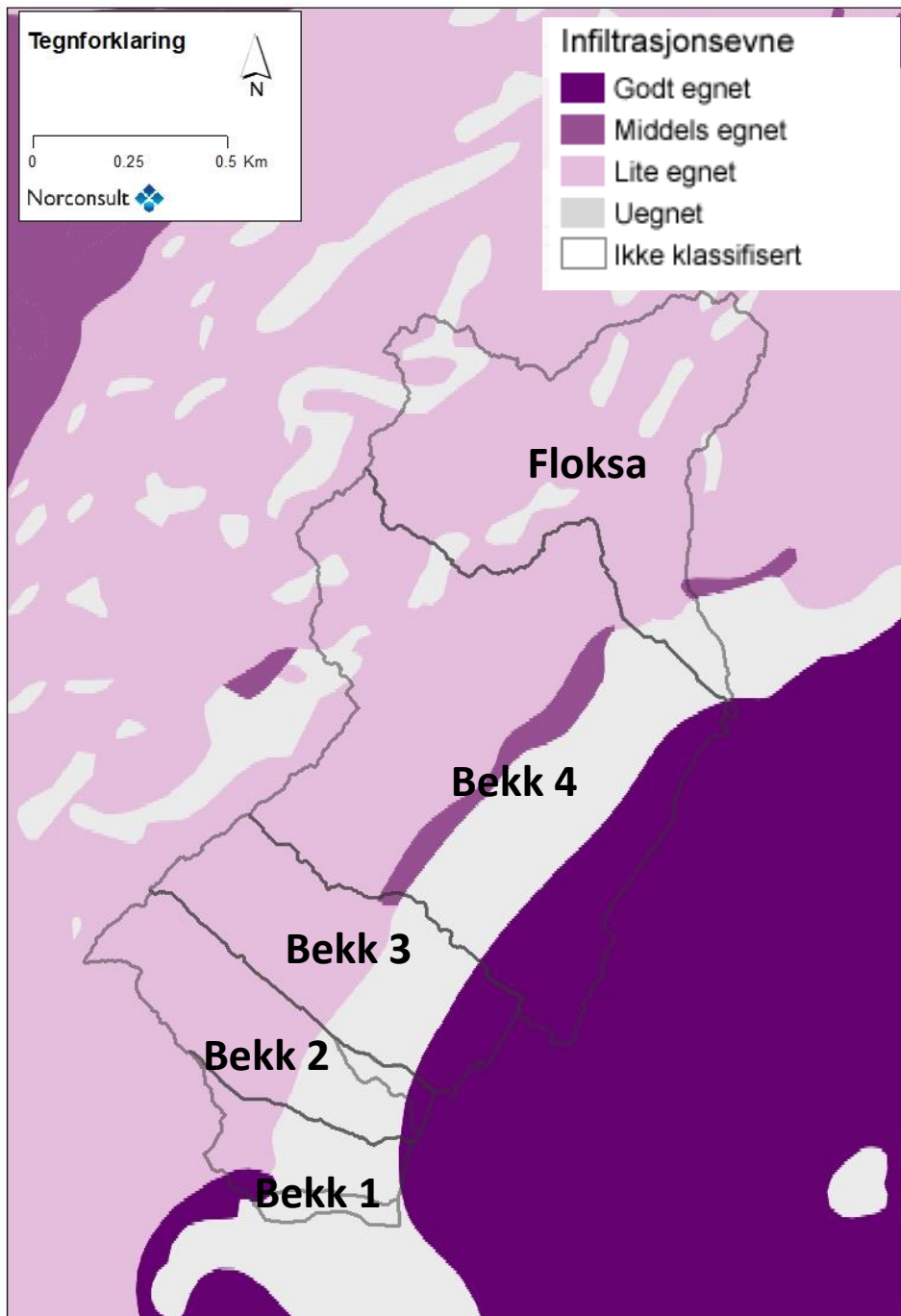




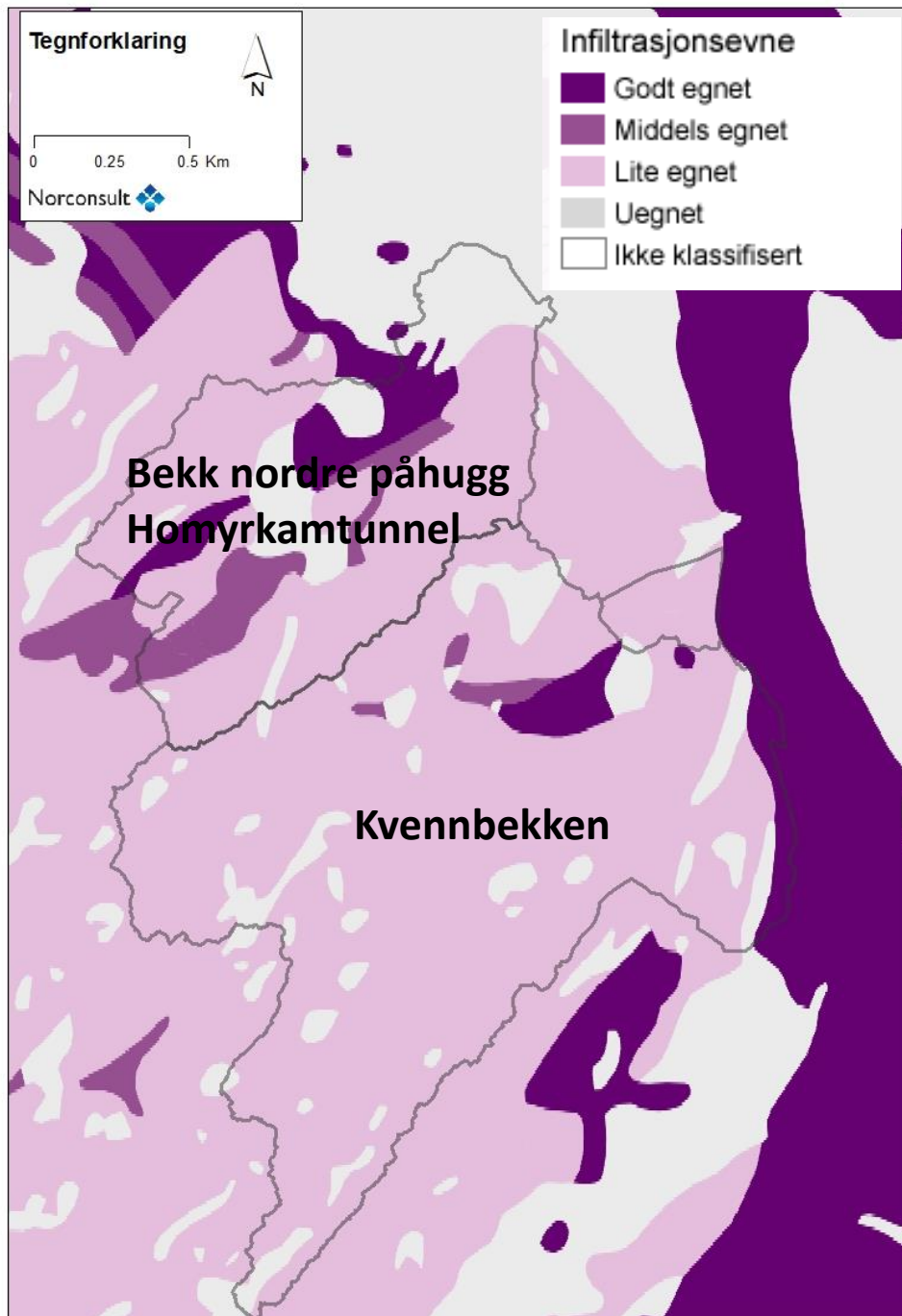
2 INFILTRASJONSEVNE



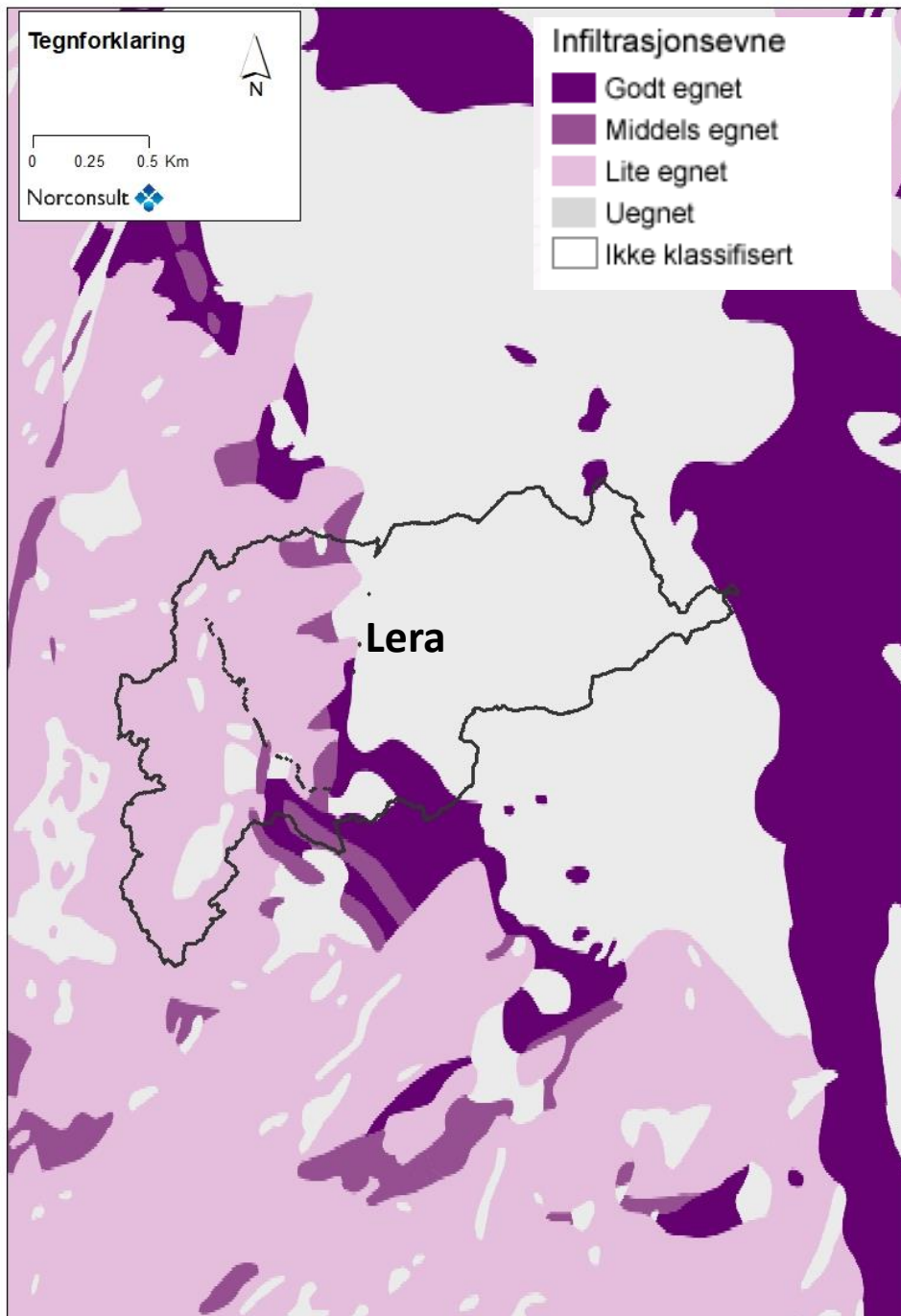
Figur 2-1 Infiltrasjonsevne for Øyabekken og Bekk ved Foss (kilde: NGUs nasjonal løsmassedatabase)



Figur 2-2 Infiltrasjonsevne for bekker nord for Grinnibekken og Floksa (kilde: NGUs nasjonal løsmassedatabase)

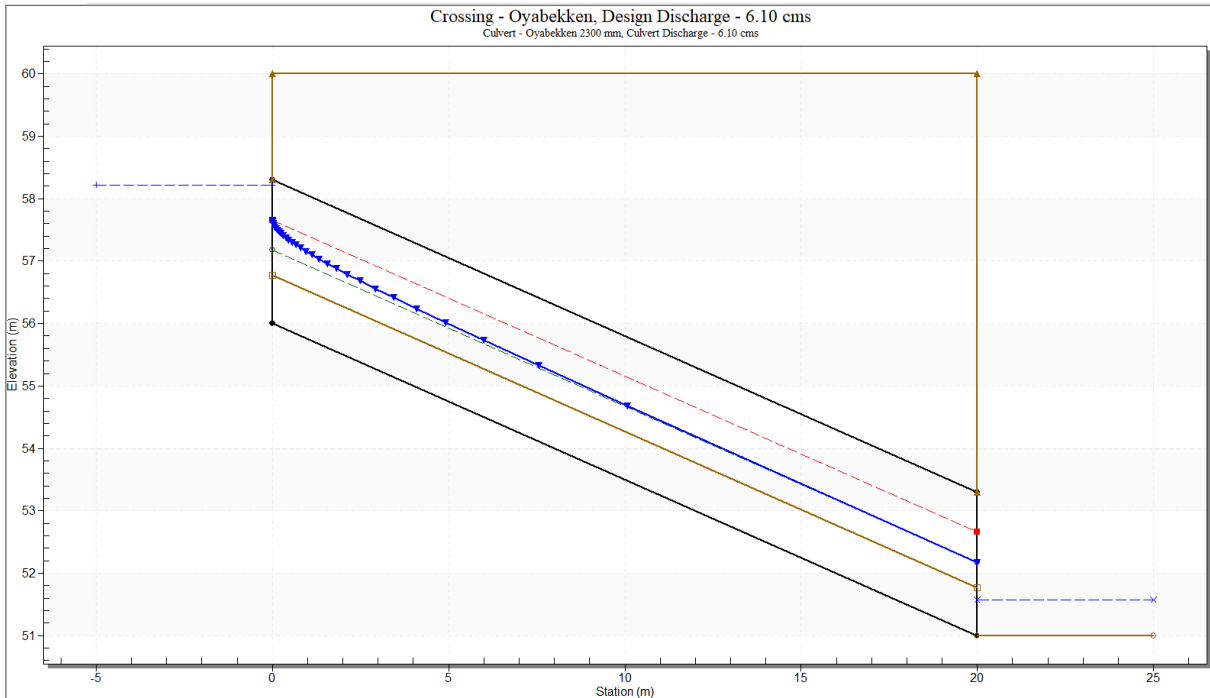


Figur 2-3 Infiltrasjonsevne for Kvennbekken og bekk ved nordre påhugg Homyrkamtunnelen (kilde: NGUs nasjonal løsmassedatabase)

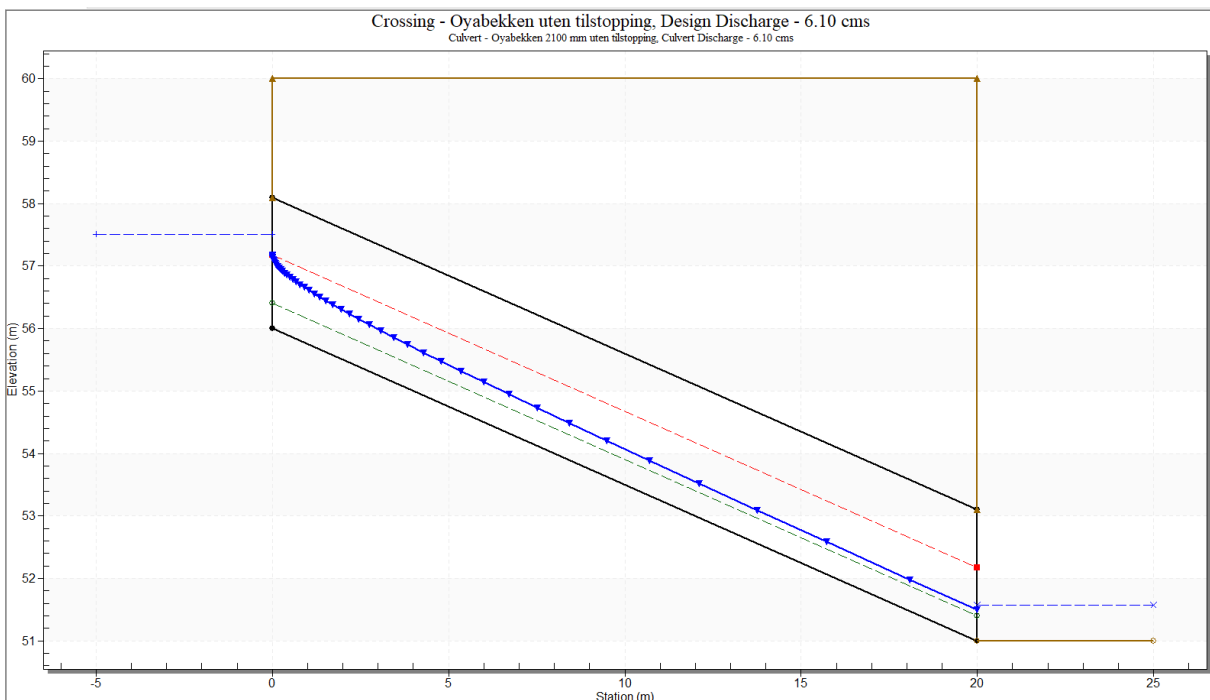


Figur 2-4 Infiltrasjonsevne for Eidsmobekken (kilde: NGUs nasjonal løsmassedatabase)

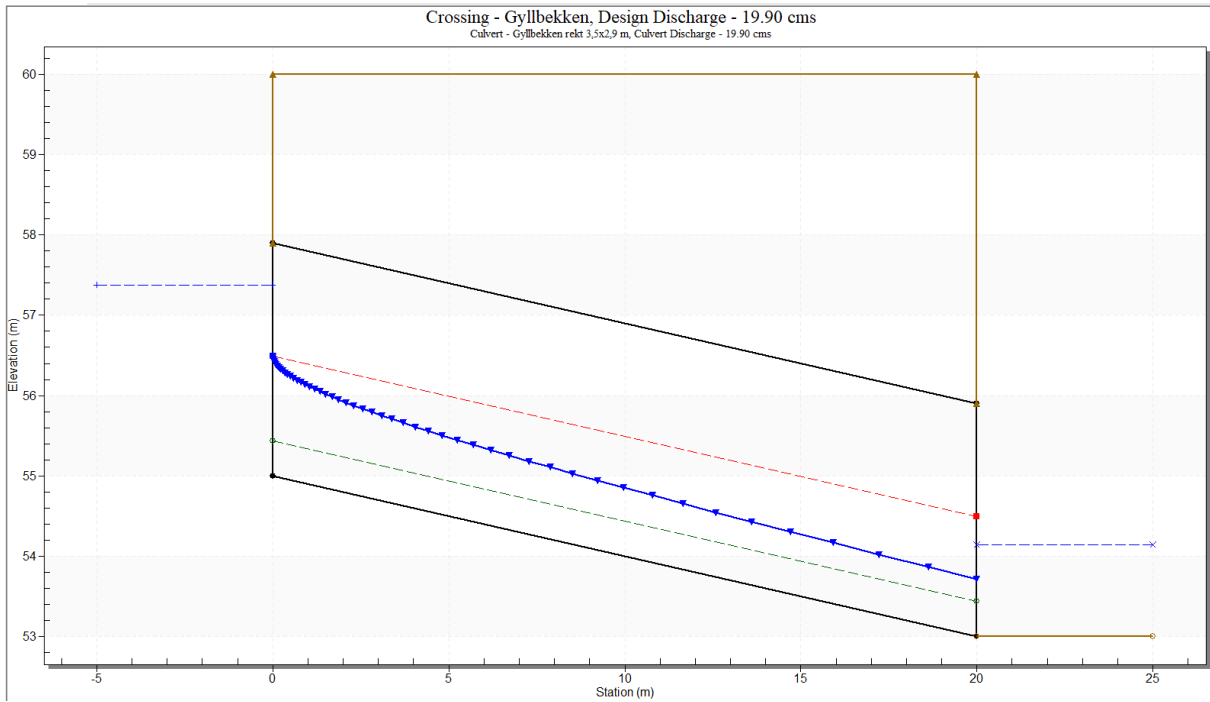
3 HYDRAULISK DIMENSJONERING



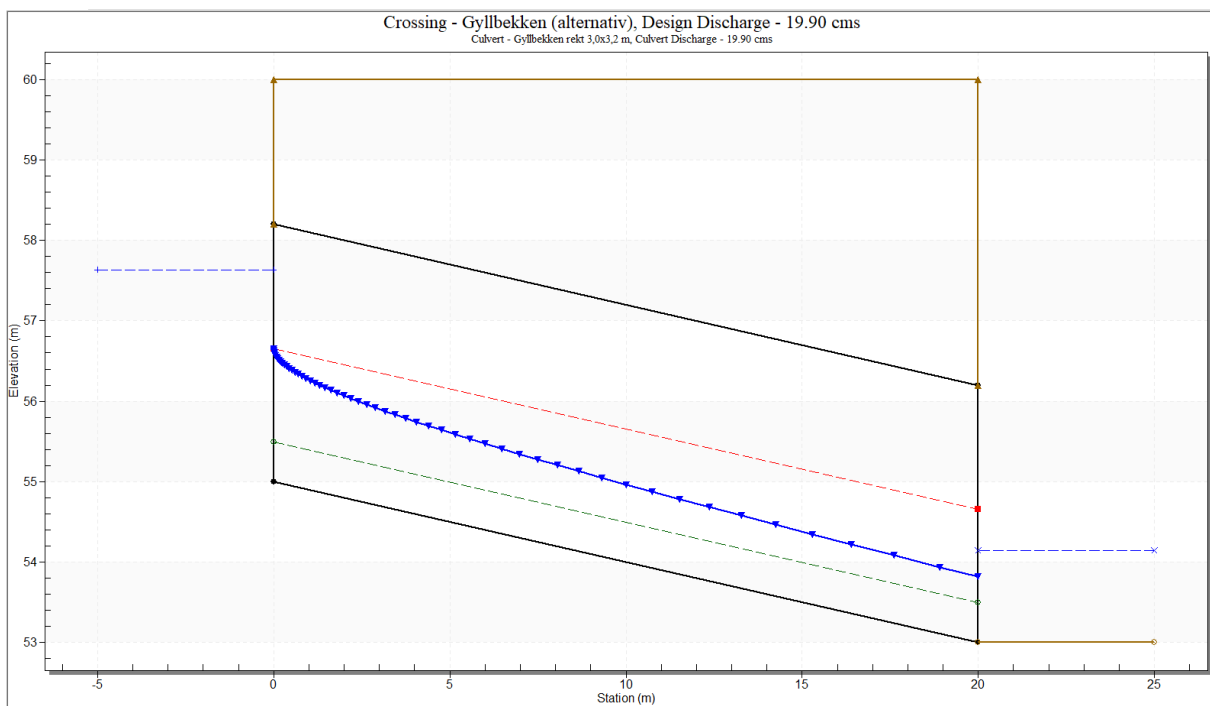
Figur 3-1 Lengdeprofil kulvertkryssing Øyabekken med 33 % tilstopping, HY-8



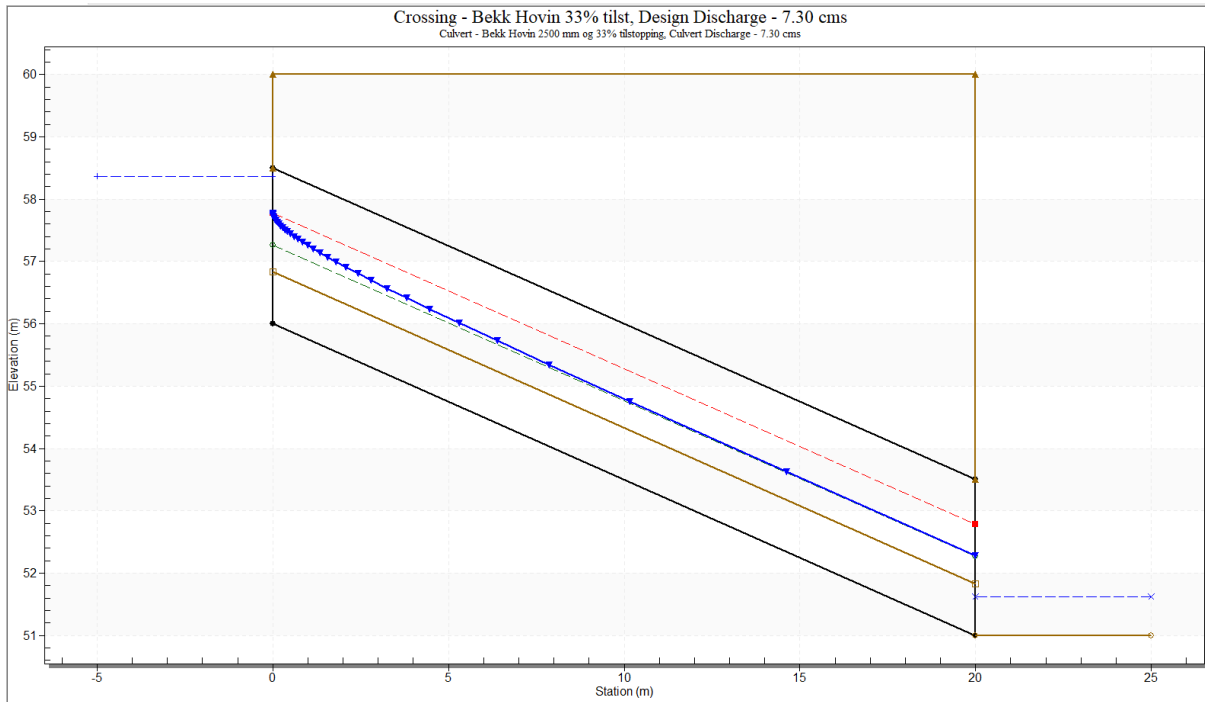
Figur 3-2 Lengdeprofil kulvertkryssing Øyabekken uten tilstopping og med 0,5 m fribord, HY-8



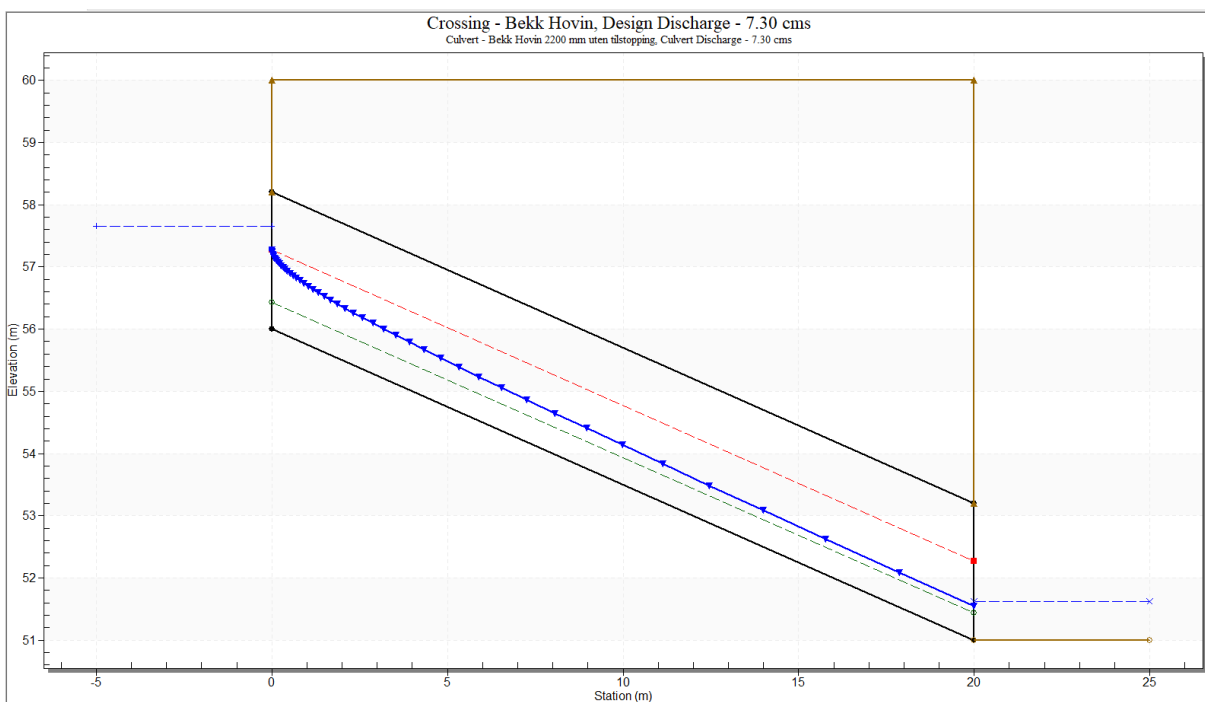
Figur 3-3 Lengdeprofil kulvertkryssing Gyllbekken (3,5x2,9 m) uten tilstopping og med 0,5 m fribord, HY-8



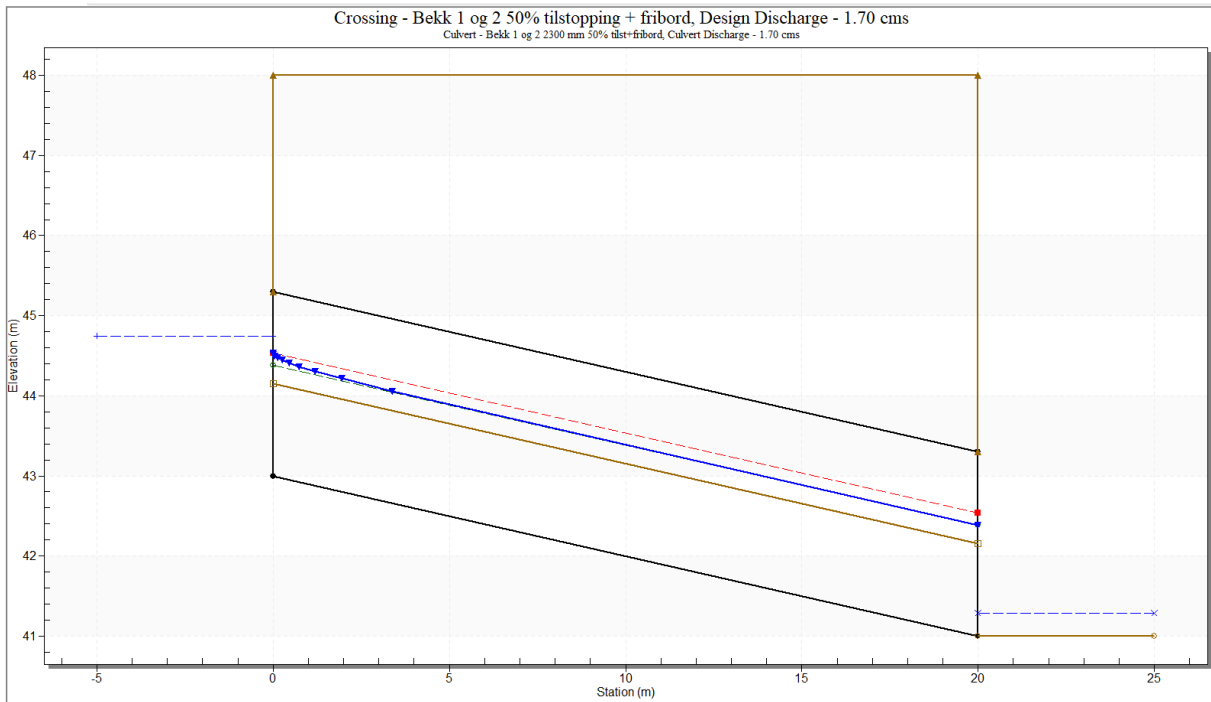
Figur 3-4 Lengdeprofil kulvertkryssing Gyllbekken (3x3,2 m) uten tilstopping og med 0,5 m fribord, HY-8



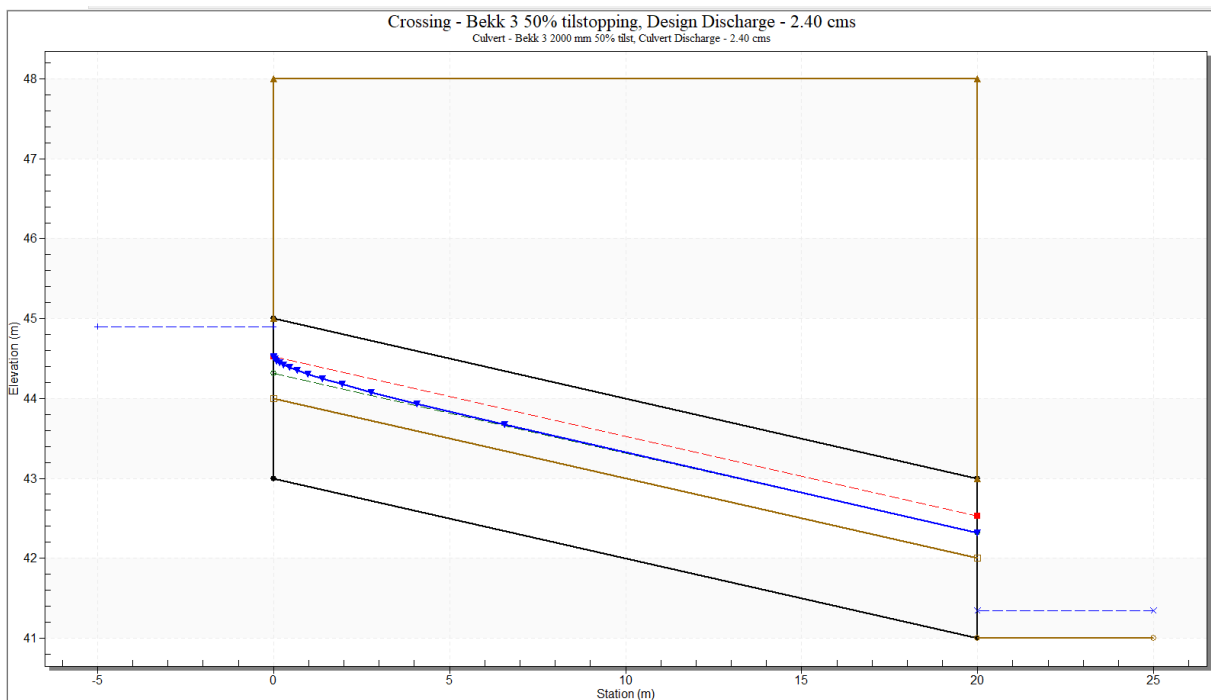
Figur 3-5 Lengdeprofil kulvertkryssing bekk Foss 33 % tilstopping, HY-8



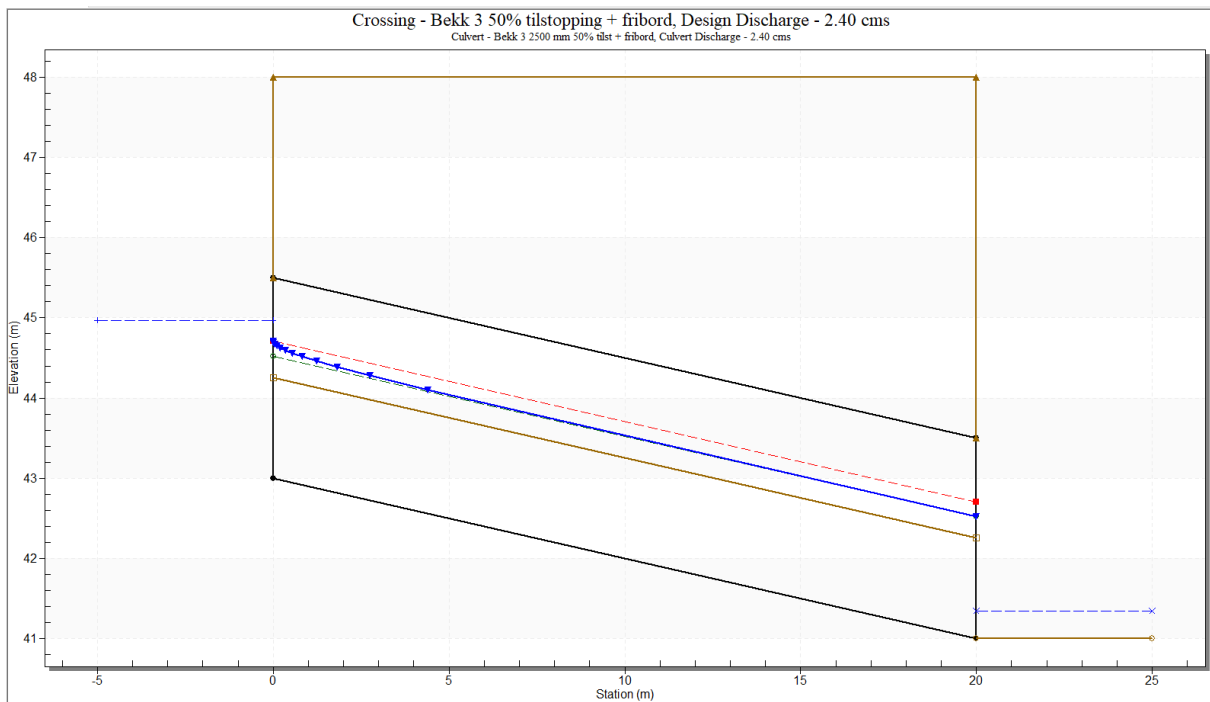
Figur 3-6 Lengdeprofil kulvertkryssing bekk Foss uten tilstopping og med 0,5 m fribord, HY-8



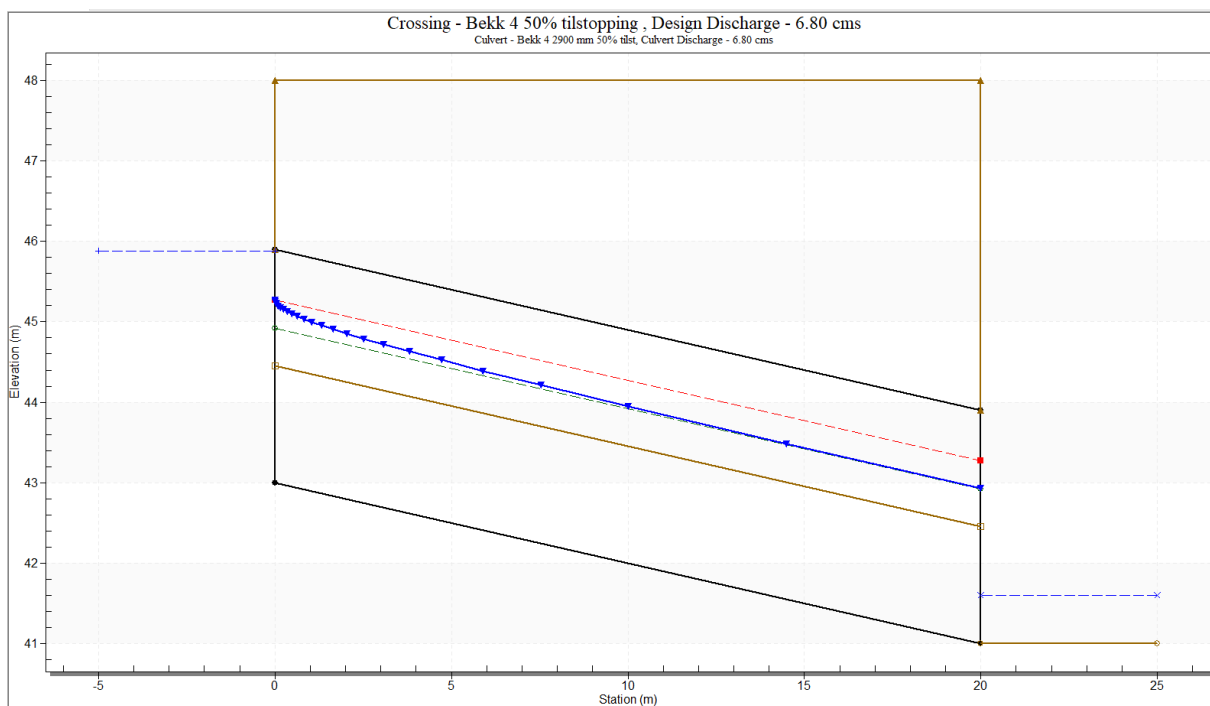
Figur 3-9 Lengdeprofil kulvertkryssing bekk 1 og 2 med 50 % tilstopping og min. 0,5 m fribord, HY-8



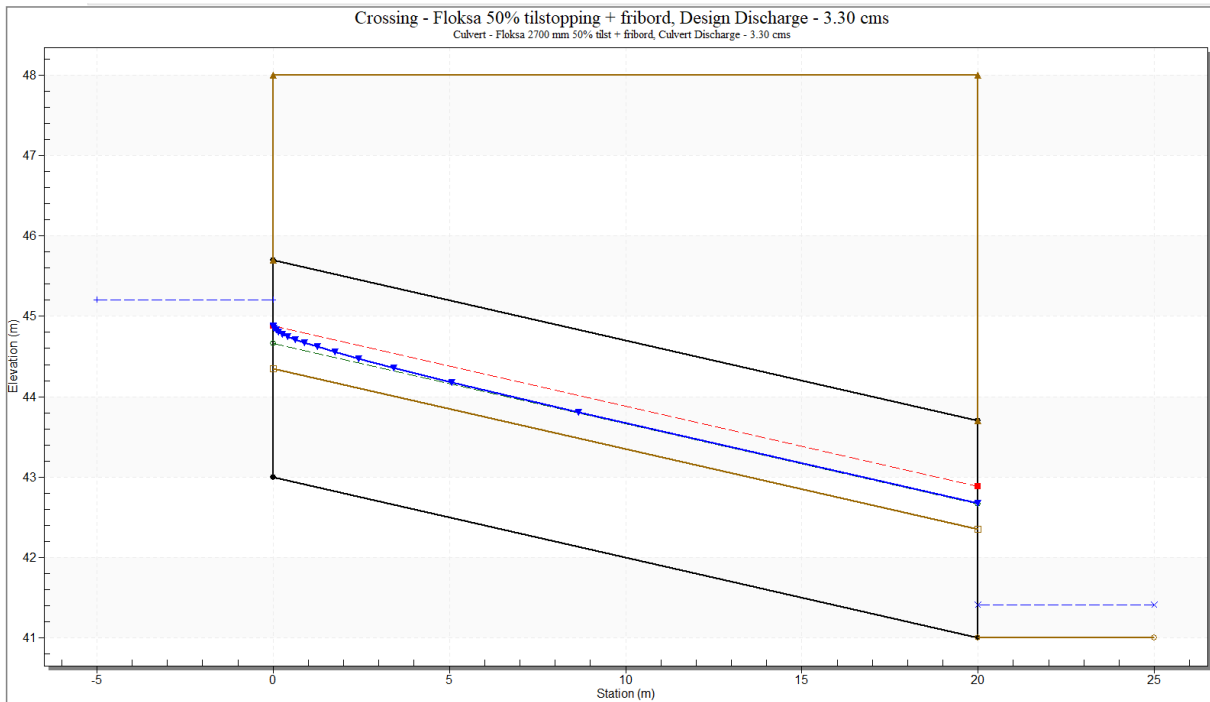
Figur 3-10 Lengdeprofil kulvertkryssing bekk 3 med 50 % tilstopping, HY-8



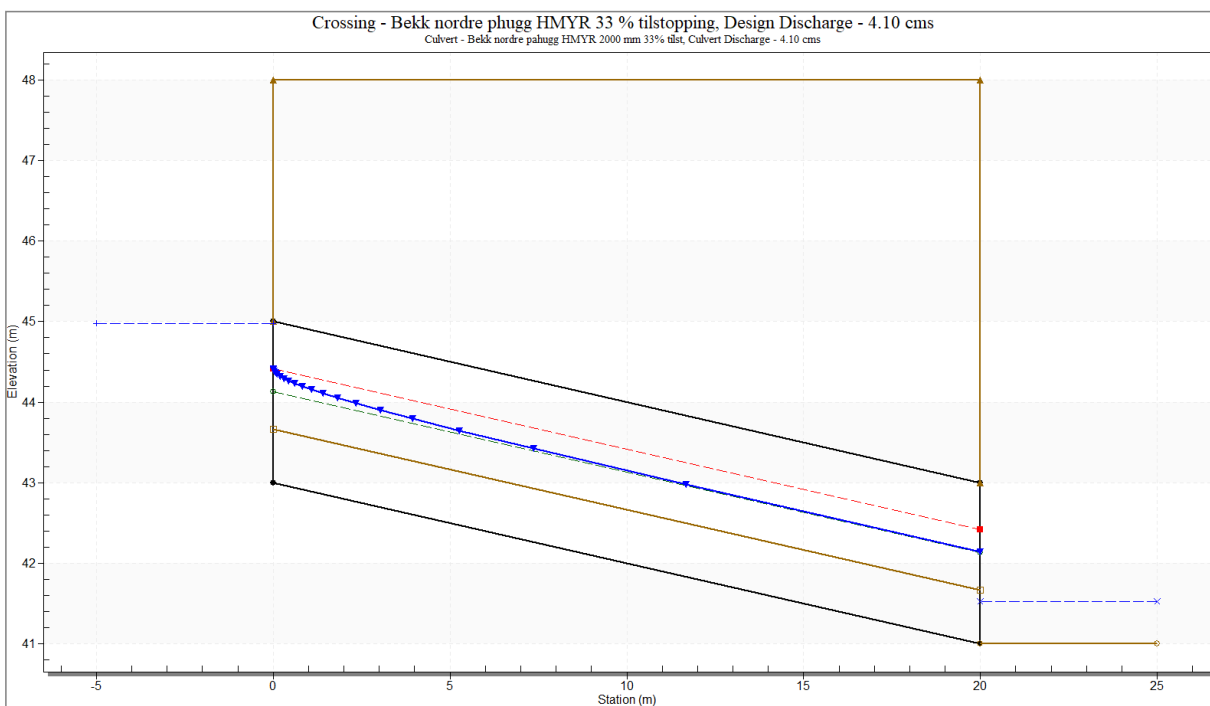
Figur 3-11 Lengdeprofil kulvertkryssing bekk 3 med 50 % tilstopping og min. 0,5 m fribord, HY-8



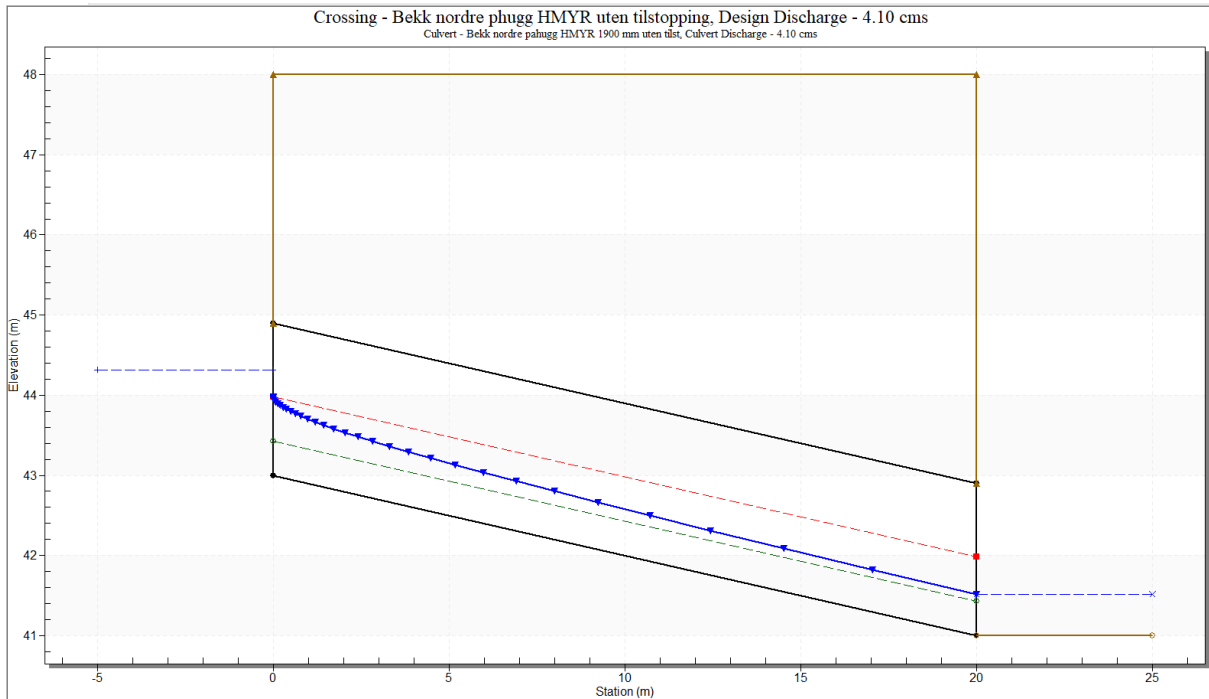
Figur 3-12 Lengdeprofil kulvertkryssing bekk 4 med 50 % tilstopping, HY-8



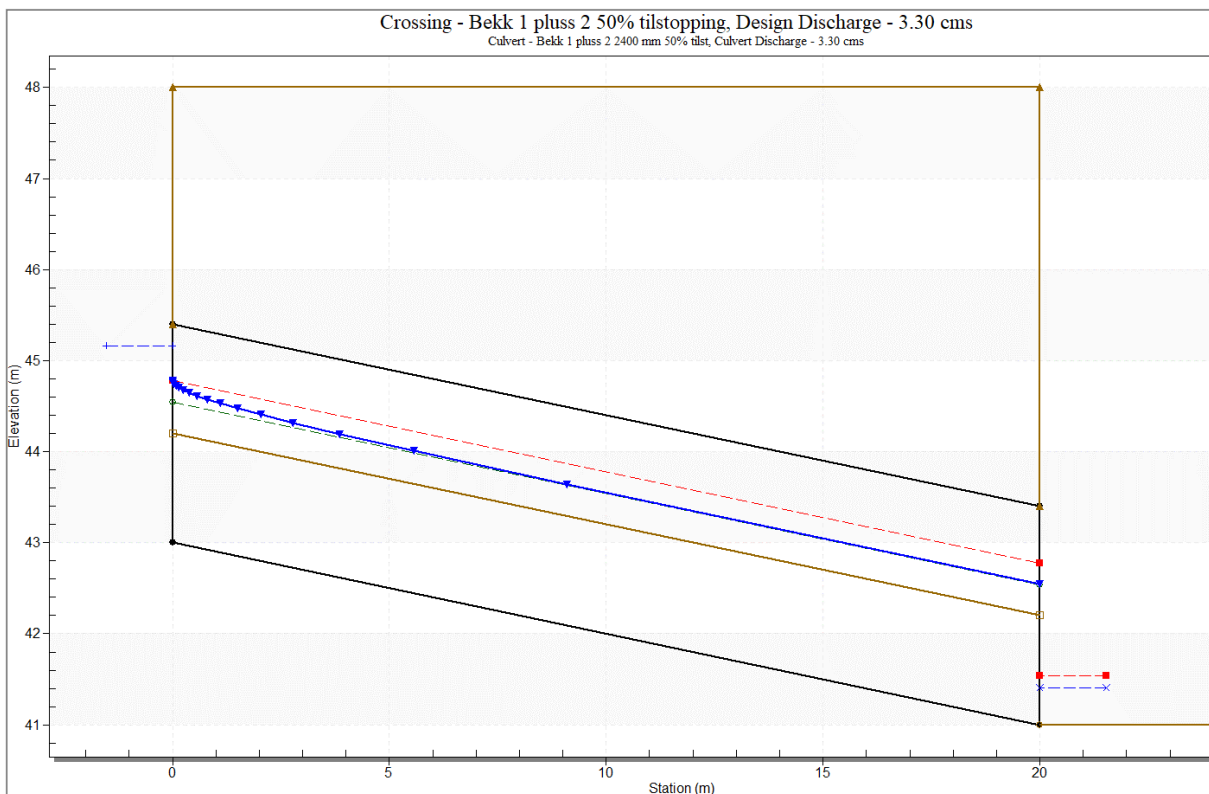
Figur 3-15 Lengdeprofil kulvertkryssing Floksa med 50 % tilstopping og min. 0,5 m fribord, HY-8



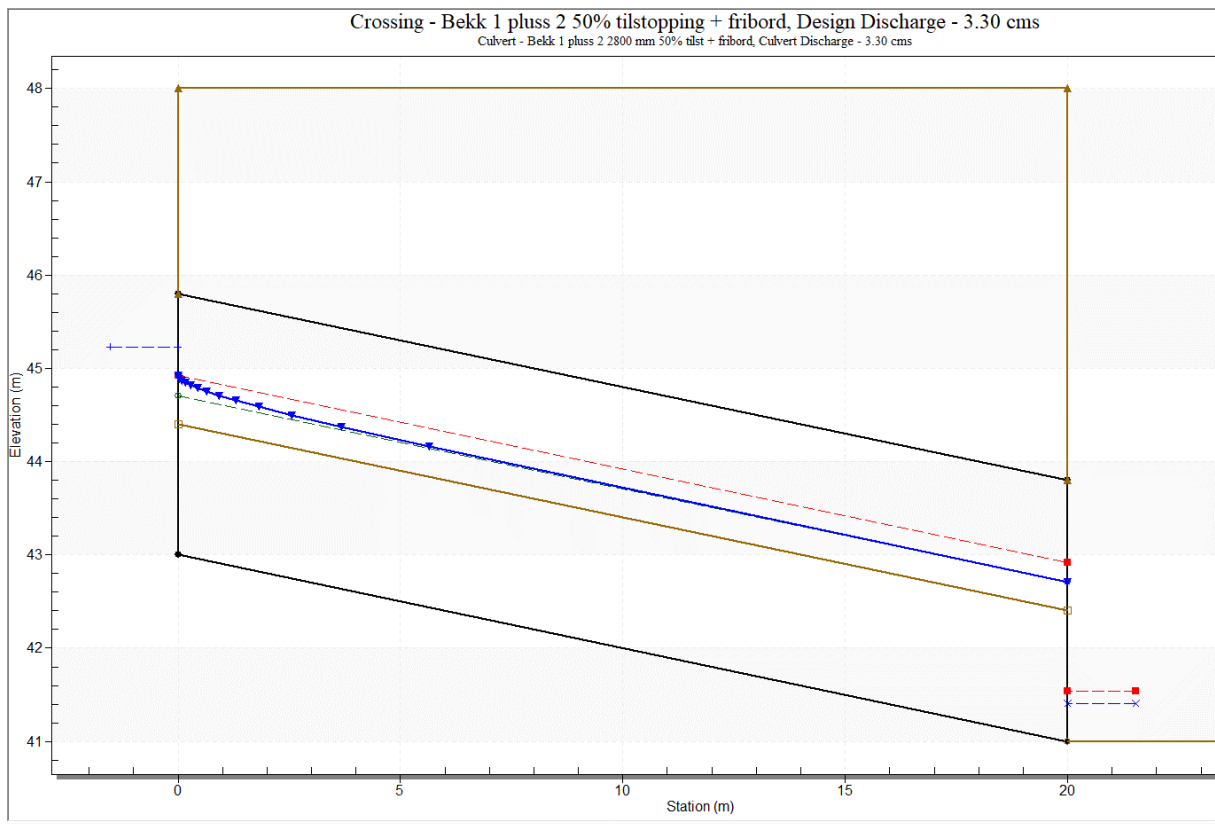
Figur 3-16 Lengdeprofil kulvertkryssing nordre påhugg Homyrkamtunnel med 33 % tilstopping, HY-8



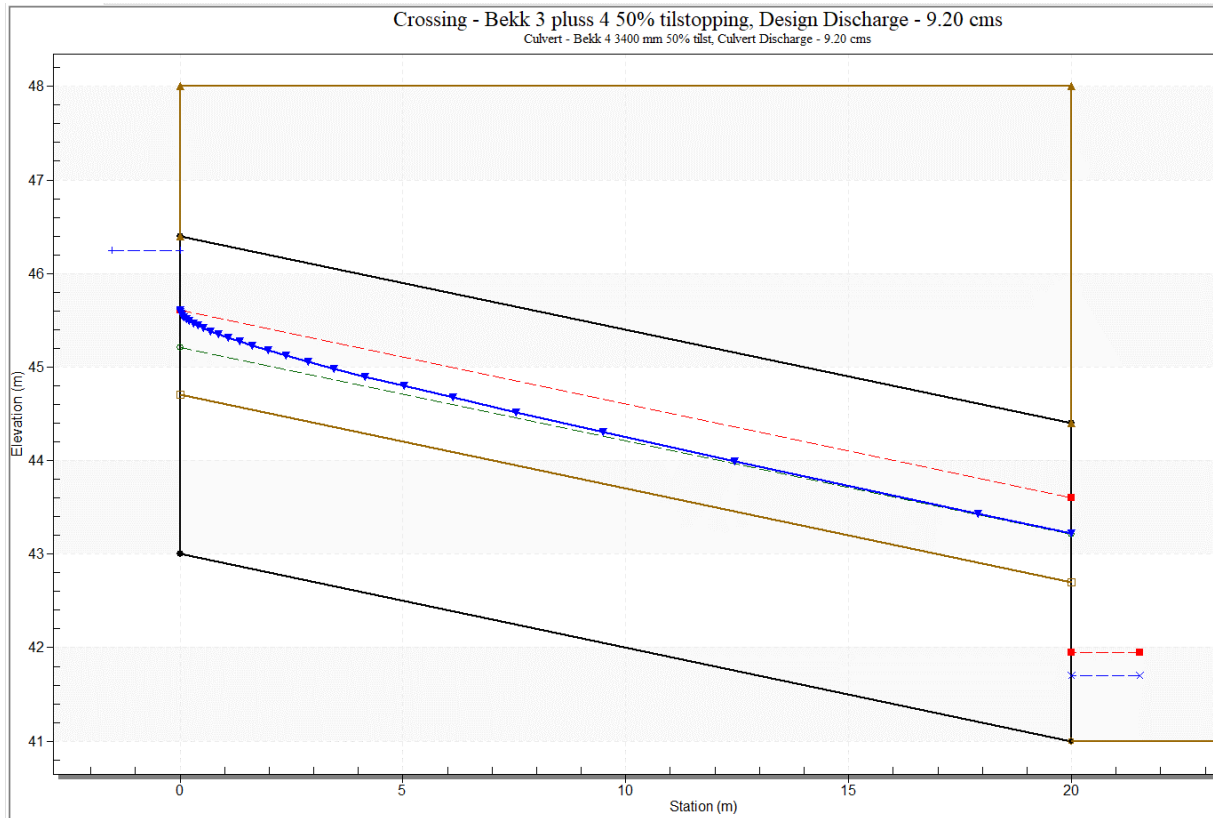
Figur 3-17 Lengdeprofil kulvertkryssing nordre påhugg Homyrkamtunnel uten tilstopping og med 0,5 m fribord, HY-8



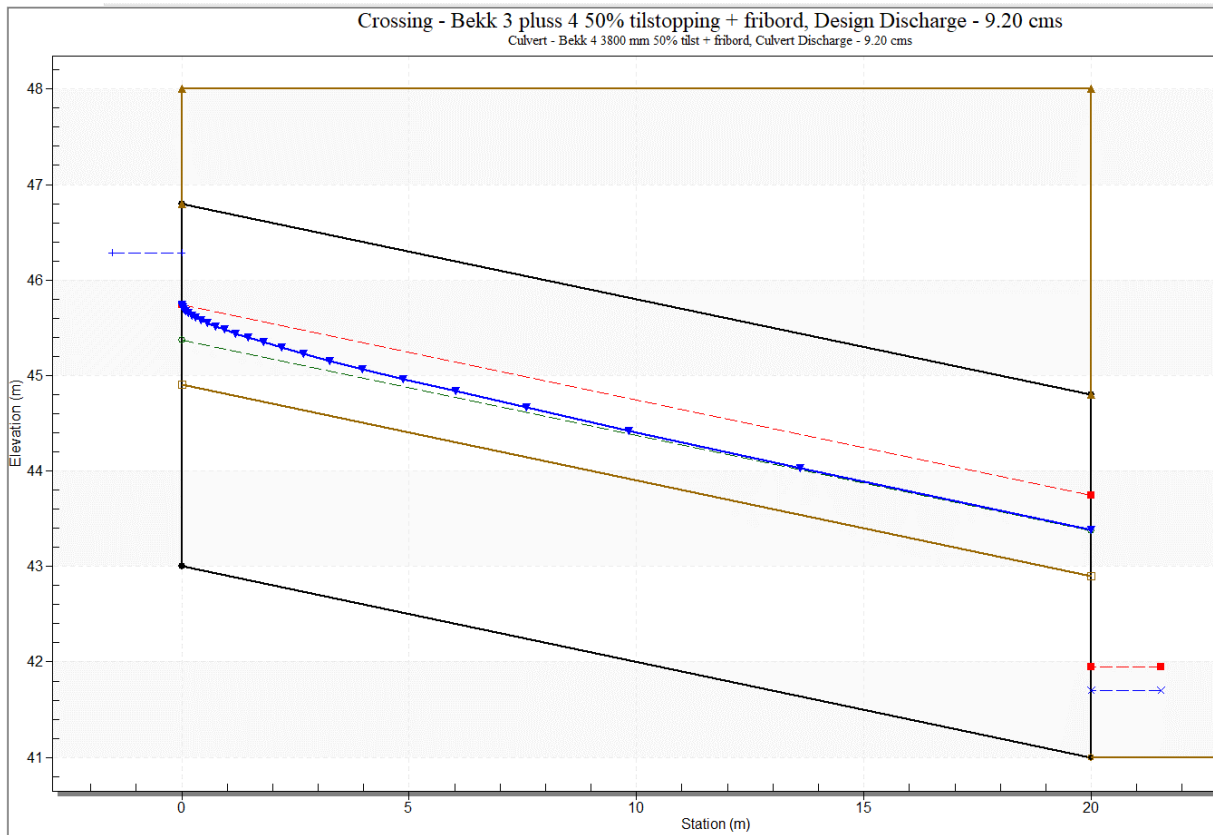
Figur 3-18 Lengdeprofil kulvertkryssing bekk 1 + 2 og 50 % tilstopping, HY-8



Figur 3-19 Lengdeprofil kulvertkryssing bekk 1 + 2 og 50 % tilstopping + min. 0,5 m fribord, HY-8



Figur 3-20 Lengdeprofil kulvertkryssing bekk 3 + 4 og 50 % tilstopping, HY-8



Figur 3-21 Lengdeprofil kulvertkryssing bekk 3 + 4 og 50 % tilstopping + min. 0,5 m fribord, HY-8