

NOTAT

OPPDRAAG	Logtunbekken vannmiljø	DOKUMENTKODE	10226577-01-RIVass-NOT-001
EMNE	Flomvarevurdering	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER		OPPDRAAGSLEDER	Bård Øyvind Solberg
KONTAKTPERSON		SAKSBEHANDLER	Mulugeta B. Zelelew
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10234051 Vannkraft Midt

SAMMENDRAG

I forbindelse med reguleringsplan ved Logtunbekken i Frosta har Multiconsult utført hydrologiske og hydrauliske beregninger og vurdert flomfare for reguleringsområdet. Kapasiteten av kulvertene ved planområdet har ikke tilstrekkelig kapasitet for 200-årsflom, og planområdet ved Logtunbekken er derfor påvirket ved dimensjonerende flom. (dvs. 200-årsflom).

00	14.06.2021	Flomvarevurdering - Logtunbekken	Mulugeta B. Zelelew	Kjartan Orvedal	Bård Ø. Solberg
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

1 Innledning

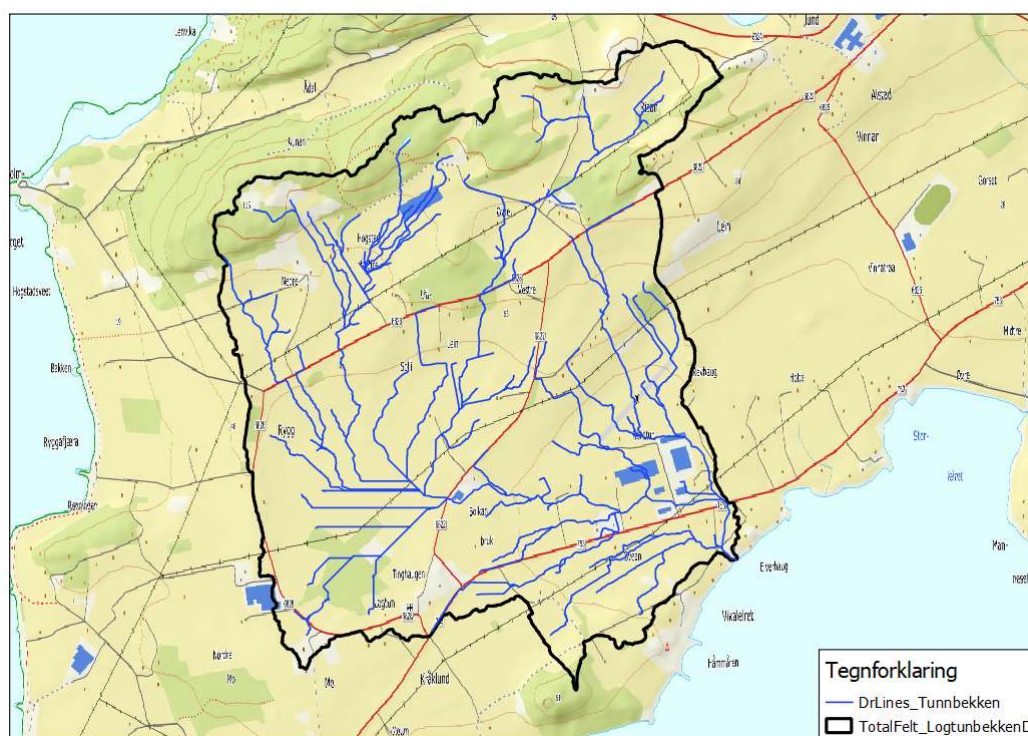
I forbindelse med reguleringsplan ved Logtunbekken i Frosta har Multiconsult utført hydrologiske og hydrauliske beregninger og vurdert flomfare for reguleringsområdet. Dette notatet gir en oversikt over flomfaren for den aktuelle strekningen.

Det er valgt å benytte en flom med gjentakintervall på 200 år i beregningene. NVE anbefaler at det legges til et klimapåslag for å ta høyde for klimaendringer frem mot år 2100 der dette er aktuelt.

Flomberegningene er utført etter gjeldende standarder og retningslinjer (NVE, 2011), (NVE, 2015)). I vannlinjeberegningene er programvaren HEC-RAS (Versjon 6.0) benyttet (US Army Corps of Engineers, 2020).

2 Datagrunnlag og dimensjonerende flom

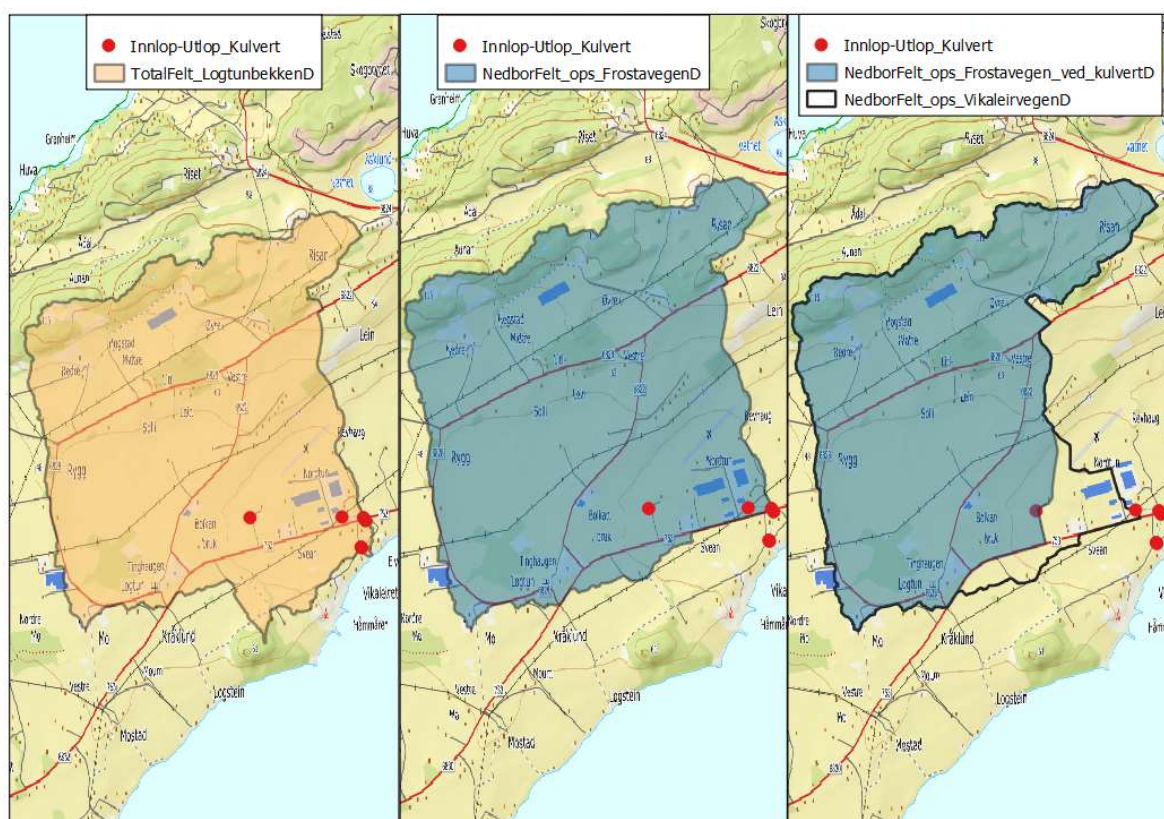
Nedbørfeltet til Logtunbekken ved reguleringsområdet ligger i K2 (Års) flomregion. Feltet ved reguleringsområdet har et totalfeltareal på ca. 3,4 km². Oversikt over dreneringslinjer og nedbørfeltet ved Logtunbekken er vist i Figur 2-1 og Figur 2-2, og feltegenskaper er vist i Tabell 2-1.



Figur 2-1: Oversikt over dreneringslinjer generert fra en terrengmodell for nedbørfeltet til Logtunbekken.

Tabell 2-1: Feltparametere for aktuelle referanse målestasjoner.

Feltnavn	Feltareal, A (km ²)	Avrenning, (1961-1990) (l/s/km ²)	Eff. Sjø (%)	Høyde: Min-Middel-Maks (moh)
Totalfelt	3,4	29,1	0,0	1-37-110
Felt ved Frostavegen	3,2	29,3	0,0	6-44-110
Felt ved Vikaleirvegen	2,7	29,4	0,0	8-45-110
Felt ved Frostavegen ved kulvertens innløp	2,5	29,4	0,0	13-48-110



Figur 2-2. Oversikt over nedbørfeltet ved forskjellige utløpspunkter ved Logtunbekken.

Terrengmodeller basert på laserdata fra 2016 og 2008 med bestilt punkttetthet på minimum 2 pkt/m² og oppløsning på 0,5 m og med høydereferanse NN2000 fra prosjektområdet er hentet fra Høydedata.no. Terrengmodellene er benyttet for beregning av dreneringslinjer og i den hydrauliske modellen.

Innvendig diameter på kulverten ved industriområdet er oppgitt til 0,8 m, som er lagt til grunn i beregningene. Denne kulverten kobler sammen oppstrøms og nedstrøms del av Logtunbekken. Kulverten gjennom fylkesveg FV753 er oppgitt av SVV til 0,8 m mens og kulverten gjennom Elverhaguvegen (PV 17096) er oppmålt til 1,1 m. Oversikt over data for kulvertene er vist i Tabell 2-2 og bilder av kulvertene er vist i Figur 2-3 til Figur 2-6.

Tabell 2-2: Egenskaper for kulvertene på strekningen som er modellert.

Kulvert	Veg	Innvendig diameter	Lengde	Innløpshøyde	Utløpshøyde
		[m]	[m]	[moh.]	[moh.]
-	Frostavegen/industriområde	0,8	542	12,5	6,2
FV753	Frostavegen	0,8	12,2	5,86	5,66
PV17096	Elverhaguvegen	1,1	10	3,55	3,5



Figur 2-3. Kulvert gjennom fylkesveg FV753 med diameter på 800 mm (Kilde: <https://vegkart.atlas.vegvesen.no>).



Figur 2-4. Kulvert gjennom Elverhaguvegen (PV17096). Multiconsult har lagt til grunn i beregningene at innvendig diameter er 1,1 m og utvendig diameter på 1,2 m.



Figur 2-5: Nytt innløpsarrangement for den øverste kulverten.



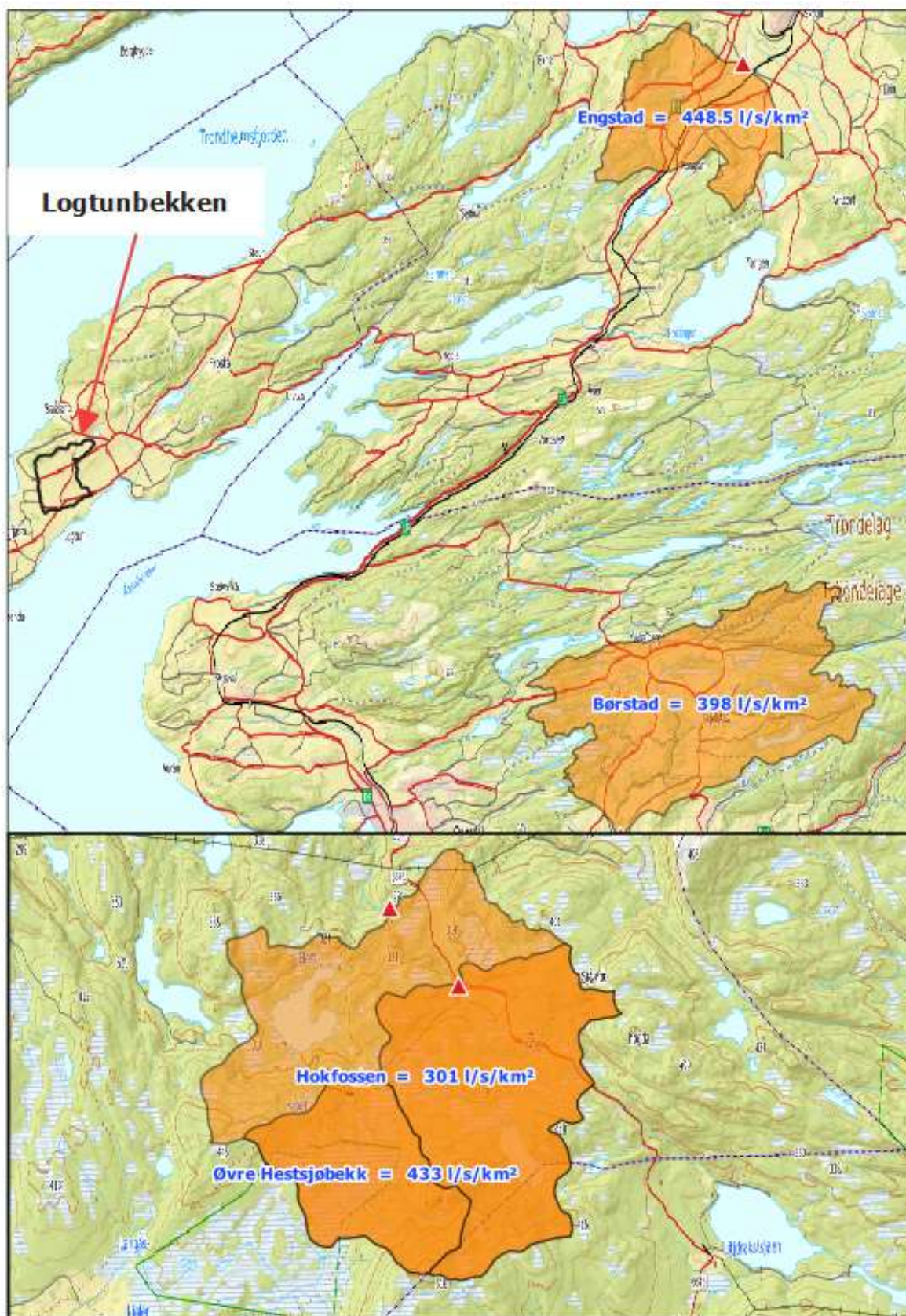
Figur 2-6: Utløpet av den øverste kulverten. En ser at utløpet er delvis dukket og kulverten er derfor mest sannsynlig utløpskontrollert.

3 Beregning av dimensjonerende flom

Dimensjonerende flom er estimert for feltet ved Logtunbekken ved hjelp av flere flomberegningsmetoder, dvs. flomfrekvensanalyse (FFA), NA-modell, RFFA-2018 og NIFS metode. IDF kurver fra VA-Norm Trondheim er benyttet som input for å beregne dimensjonerende flom ved PQRUT-modell. RFFA-2018 er anbefalt for felt med størrelse over 60 km², men er også tatt med for sammenligningens skyld.

Det er gjort en vurdering av representative vannmerker i området. Området har lite dekning av gode vannmerker som kan benyttes som referansevannmerker for små felt. Det finnes fem relativt gode vannmerker i området (ca. 2 – 50 km²) (Figur 3-1); 123.28-Hokfossen, 123.29-Svarttjørnbekken, 123.30-Øvre Hestsjøbekk, 126.2-Engstad og 124.15-Børstad. Observerte spesifikke døgnmiddelflomverdien ved disse vannmerkene varierer mellom ca. 300 l/s/km² og ca. 450 l/s/km², og har et gjennomsnitt spesifikke døgnmiddelflomverdi på ca. 380 l/s/km². Basert på de feltene som har minste feltarealer (dvs. Hokfossen areal på ca. 8 km², Svarttjørnbekken areal på ca. 3,4 km² og Øvre Hestsjøbekk areal på ca. 2 km²) kan man beregne en flomfrekvensfaktor ved 200-års gjentattintervall på ca. 2,6. Den gir igjen en spesifikk kulminasjonsverdi for 200-års gjentattintervall på 2105 l/s/km² for totalfeltet. En momentanfaktor på 2,15 for høstflommer er beregnet ved å bruke regresjonsligninger fra retningslinjene for flomberegninger, og denne faktoren er benyttet til å beregne spesifikk kulminasjonsverdi for vår felt.

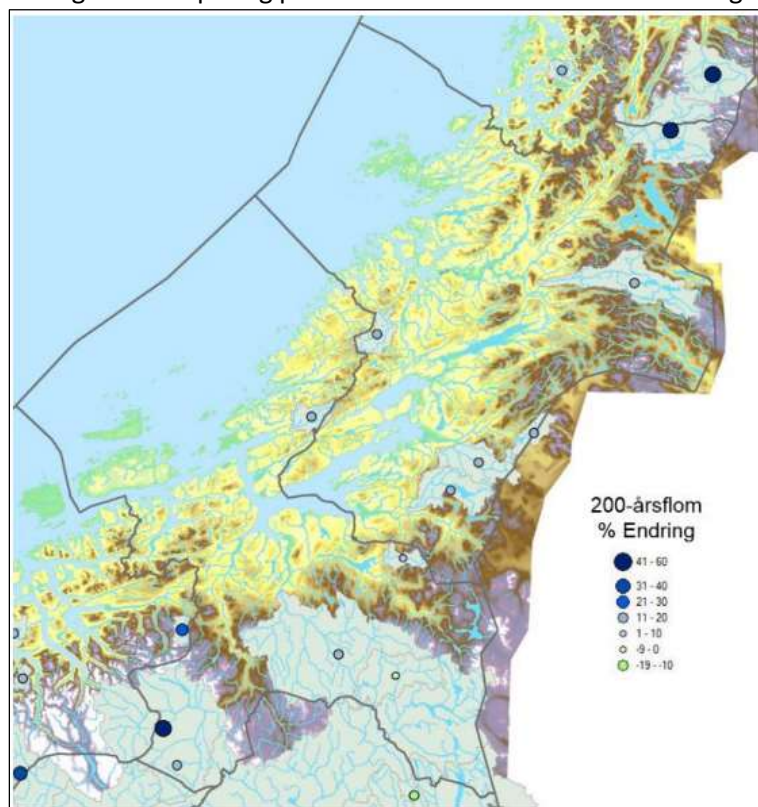
NA-modell, RFFA-2018 og NIFS ga spesifikke kulminasjonsverdier for 200-årsaflom på hhv. på 1813 l/s/km², 1600 l/s/km² og 2043 l/s/km². Disse spesifikke kulminasjonsverdiene virker rimelige i forhold til erfaringstall fra Trøndelag og Møre og Romsdal, der spesifikke kulminasjonsverdien for små felt for 200-års gjentattintervall ligger mellom 800 l/s/km² og 3000 l/s/km² (NVE, 2015). Spesifikke kulminasjonsverdiene beregnet av FFA og NIFS-metode er i samme størrelsesorden, og basert på vår erfaring, virker disse verdiene rimelige. Det er derfor valgt å bruke spesifikke kulminasjonsverdier beregnet av FFA til å estimere 200-års flom ved planområdet.



Figur 3-1. Oversikt over referanse felter.

3.1 Klimapåslag

NVE-rapporten «Klimaendring og framtidige flommer i Norge» (NVE, 2016) beskriver forskningsresultater om hvordan flomstørrelser vil påvirkes av klimaendringer i et perspektiv frem til år 2100. I de fleste nedbørfeltene i Trøndelag forventes en økning i flomstørrelser på 11 - 20 % om høsten og vinteren i områder som i dagens klima er dominert av regnflommer (Figur 3-2:). Det er valgt et klimapåslag på 20 % til å vurdere klimamedvirkning i fremtiden ved planområdet.



Figur 3-2: Endring i vannføring som følge av klimaendringer for nedbørfeltet.

Oppsummering beregnede 200-års ved å bruke de ulike metodene er vist i Tabell 3-1: , og den valgte 200-års flommen med og uten klimapåslag ved planområdet er oppsummert i Tabell 3-2.

Tabell 3-1: Oppsummering av 200-års kulminasjonsflom beregnet ved å bruke flere flomberegningsmetoder.

Lokasjon	Metode	Q ₂₀₀ , kulm. (l/s/km ²)	Q ₂₀₀ , kulminasjonsverdi (m ³ /s)
Totalfelt	FFA	2105	7,1
	NA-modell	1813	6,1
	RFFA-2018	1600	5,4
	NIFS	2043	6,9
Felt ved Frostavegen	FFA	2105	6,6
	NA-modell	1679	5,7
	RFFA-2018	1688	5,3
	NIFS	2071	6,5
Felt ved Vikaleirvegen	FFA	2105	5,7
	NA-modell	1459	4,9
	RFFA-2018	1723	4,7
	NIFS	2125	5,7
Felt ved Frostavegen ved kulvertens innløp	FFA	2105	5,2
	NA-modell	1340	4,5
	RFFA-2018	1723	4,3
	NIFS	2149	5,3

Tabell 3-2: Valgt 200-års kulminasjonsflom med og uten klimapåslag ved planområdet.

Lokasjon	Q ₂₀₀ , kulm. (l/s/km ²)	Q ₂₀₀ , kulminasjonsverdi (m ³ /s)	Klimafaktor	Q _{200K} , dimensjonerende flom (m ³ /s)
Totalfelt	2105	7,1	1,2	8,5
Felt ved Frostavegen	2105	6,6	1,2	7,9
Felt ved Vikaleirvegen	2105	5,7	1,2	6,8
Felt ved Frostavegen ved kulvertens innløp	2105	5,2	1,2	6,2

4 Hydraulisk modellering og flomfarevurdering

Det er laget en- og to dimensjonal hydraulisk modell i beregningsprogrammet HEC-RAS (versjon 6.0) for å beregne flomsonen ved planområdet. Modellen går fra bekkens utløp i havet til og oppstrøms ende av modellen er satt oppstrøms Logtunbekken ved innløp kulvert. Modellert strekningen fra nedstrøms ende til oppstrøms ende av modellen er ca. 1,3 km.

En 1-dimensjonal modell ble opprinnelig vurdert til å være tilstrekkelig til å beregne strømningsforholdene langs planområdet, da strømningsretningen i vassdraget / bekkeløpet er veldefinert. Strømningsretningen i området mellom kulvertens inn- og utløp ved Logtunbekken er imidlertid ikke godt definert. Analysen er derfor supplert med en to-dimensjonal modell.

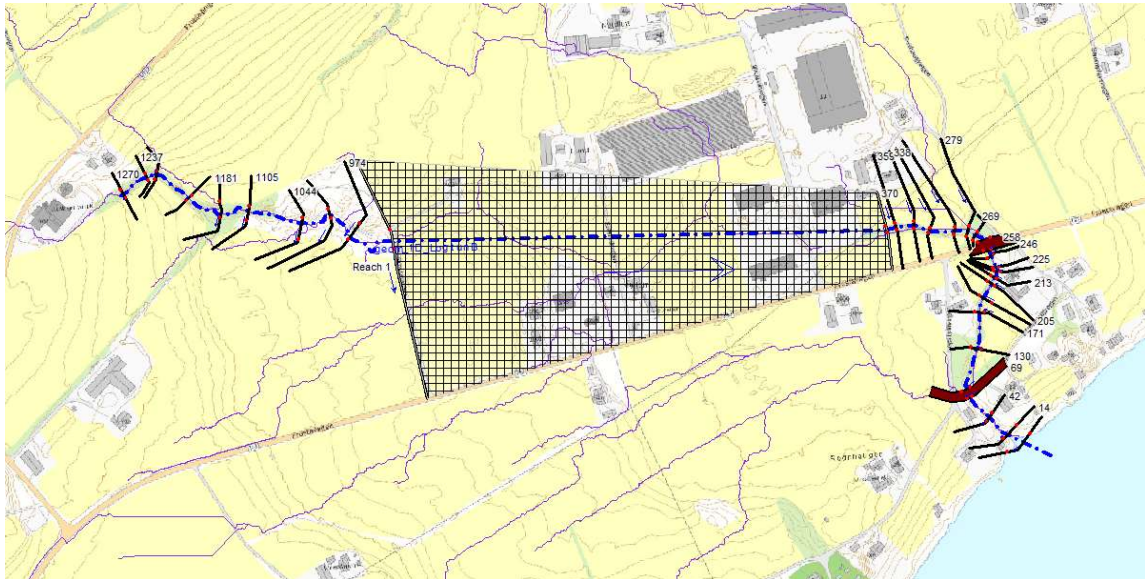
De hydrauliske vurderingene gjort i denne analysen er kun for dagens bekkeløpsgeometri som ble hentet ut fra en terrengmodell. Modellerte strekninger ved å bruke en 1-dimensjonal og to-dimensjonal modell er vist på hhv. Figur 4-1 og Figur 4-2.

De målte bekkedydene tilsvarer høydene hentet ut fra laserscannet terrengmodell fra 2008 (se Figur 4-3 for forklaring), og denne terrengmodellen er derfor benyttet videre i de hydrauliske beregningene.

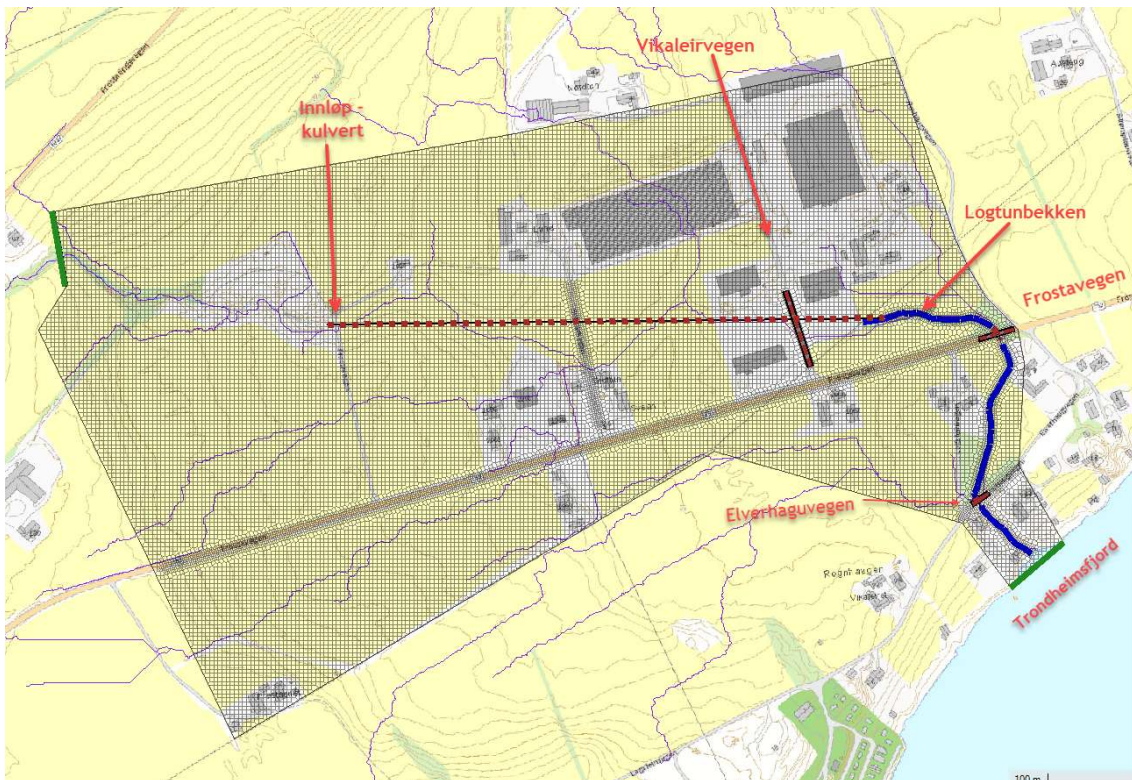
I den hydrauliske modellen må det legges inn initialbetingelser og grensebetingelser. Disse beskriver bl.a. vannstand eller vannføring ved oppstrøms og nedstrøms ende av modellen. Oppstrøms grensebetingelse i modellen er dimensjonerende flommene vist i Tabell 3-2.

For vannlinjeberegning og flomsonekartlegging i en elv som har utløp i havet må det tas hensyn til forholdene ved tidevann og stormflo. Det legges da til grunn en tilnærming hvor man som grensebetingelse normalt benytter 1-års stormflo for alle flomvannføringene. For slike utløpsområder har man ofte lite grunnlag for å vurdere samtidige observasjoner av flom i elv og stormflo, og det foreligger derfor sjelden statistikk som sier noe om sannsynligheten for at disse hendelsene skal opptre samtidig. I tillegg til sjøvannstander basert på historiske data er det gjort beregninger hvor det er tatt hensyn til forventede klimaendringer og havnivåstigning (i år 2100 vil havnivået være høyere som følge av klimaendringer (DSB, 2016). For Trondheimsfjorden forventes en havnivåstigning på 50 cm når 95 % av spredningen for 2081-2100 og utslippsscenarioet RCP8.5 legges til grunn [2]. Da er nedre grensebetingelse i modellen satt på vannstand på 1,92 moh uten klimapåslag og på 2,42 moh med klimapåslag (se Vedlegg 1 for forklaring).

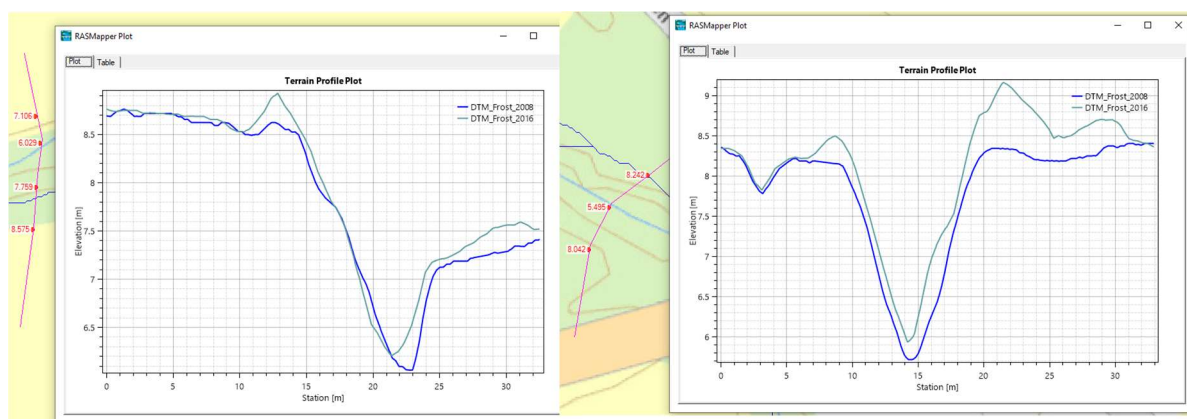
For å ta hensyn til sedimenter og andre større eller mindre hindringer i vannvegen defineres Mannings friksjonsfaktor for ulike deler av røret i modellen. Friksjonsfaktorer for modellert strekning og kulverter er vurdert ut fra bilder tatt ved befaring. Et Manningstall på 40 for kulverter og 25 for bekkeløp er vurdert til å være fornuftige verdier.



Figur 4-1. Modellstrekning for en-dimensjonal modell.



Figur 4-2. Modellstrekning for to-dimensjonal modell.



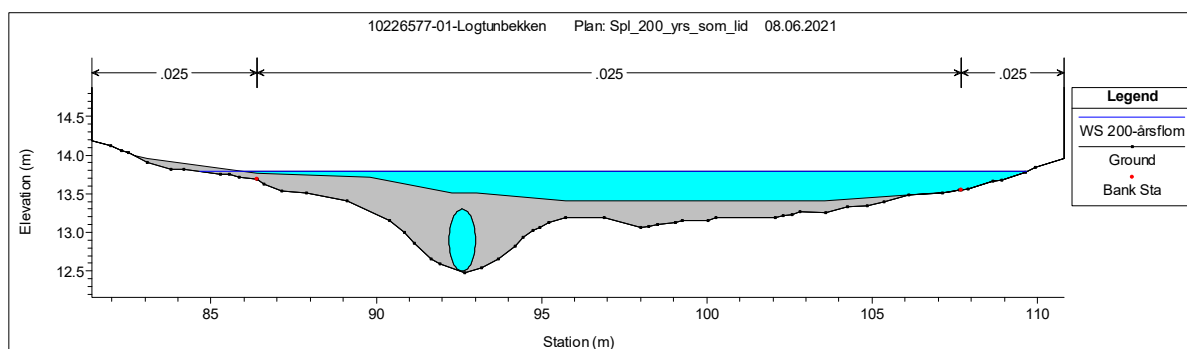
Figur 4-3. Sammenligning av høyder hentet ut fra Laserscannede terrengmodeller fra 2008 og 2016 med bekkeoppmålinger. Rødlíner viser bekkeoppmålinger.

5 Konklusjoner

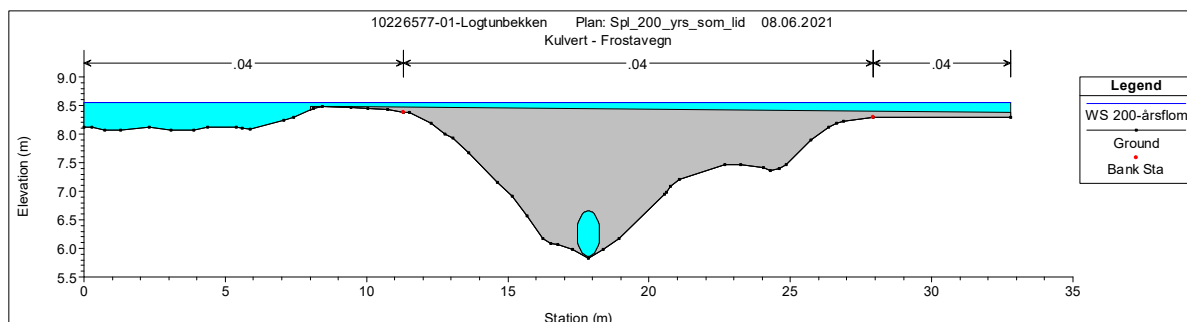
Vannstanden ved kulvertinnløpet til Logtunbekken (Figur 4-2) er beregnet til 13,79 moh. ved dimensjonerende flom (200-årsflom uten klimapåslag) (Figur 5-1). Basert på høyder i terrengmodellen fra 2008 ligger lokale terrenget på kote 13,40 moh. Beregnede vannstanden ved kulvertens innløp er derfor ca. 0,4 m over lokale terrenget. Kapasiteten til kulverten er beregnet til ca. 0,9 m³/s og ca. 4,7 m³/s renner over terrenget.

Kapasiteten til kulverten ved Frostavegen og Elverhaguvegen er beregnet til hhv. ca. 1,8 m³/s og 4,1 m³/s (Figur 5-2 og Figur 5-3). Ca. 4,8 m³/s ved Frostavegen og ca. 2,5 m³/s ved Elverhaguvegen renner over terrenget.

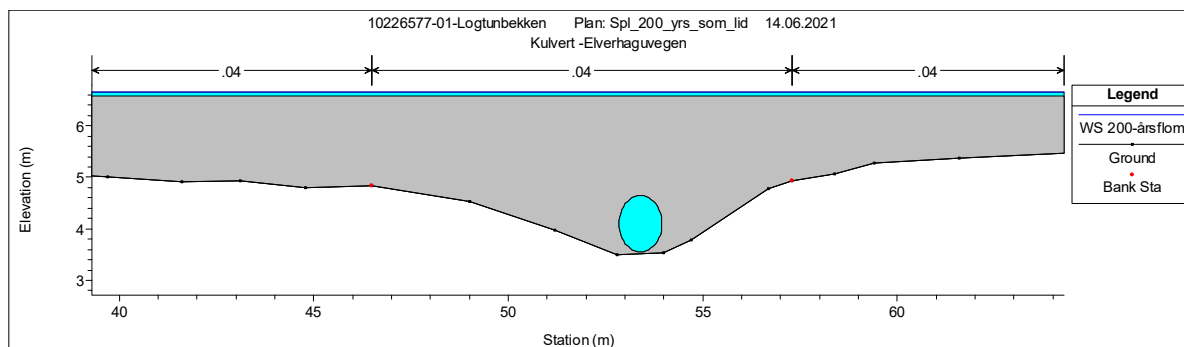
Kapasiteten av kulvertene ved planområdet har ikke tilstrekkelig kapasitet for 200-årsflom, og planområdet ved Logtunbekken er derfor påvirket ved dimensjonerende flom. Oversvømte arealet ved 200-årsflom ved planområdet er vist i Figur 5-4.



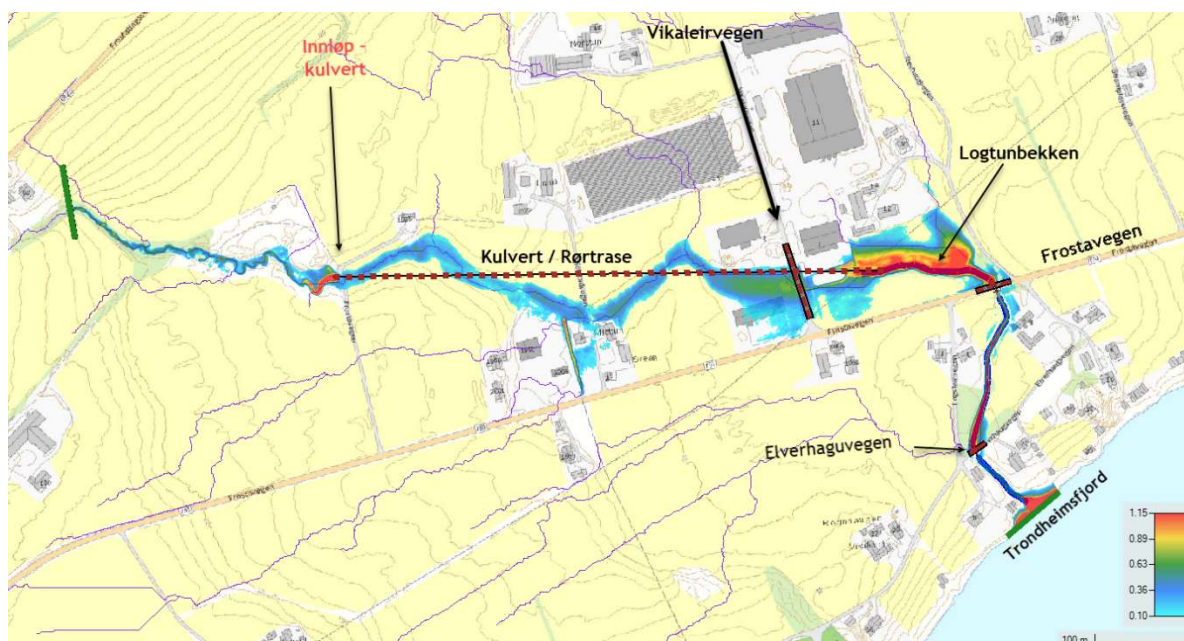
Figur 5-1. Beregnet vannstand ved 200-årsflom ved kulvert innløp til Logtunbekken.



Figur 5-2. Beregnet vannstand ved 200-årsflom ved kulvert innløp ved Frostavegen.



Figur 5-3. Beregnet vannstand ved 200-årsflom ved kulvert innløp ved Elverhaguvegen.



Figur 5-4. Oversømmete arealet ved 200-årsflom ved planområdet. Skala på ferget i bilder viser beregnede vanndybde.

Merk at simuleringer kun med 200-årsflom uten klimapåslag er inkludert i dette notatet.

Referanser

DSB, 2016. *Havnivåstigning og stormflo - samfunnssikkerhet i kommunal planlegging*, s.l.: s.n.

NVE, 2011. *Retningslinjer for flomberegninger*, s.l.: NVE.

NVE, 2015. *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*, s.l.: NVE.

NVE, 2016. *Klimaendring og framtidige flommer i Norge*, s.l.: NVE.

US Army Corps of Engineers, 2020. *HEC-RAS- River Analysis System, User's Manual*, s.l.: US Army Corps of Engineers.

Vedlegg 1. Vannstands nivå – Trondheimsfjord.

