

Dato: 2022-07-01

## DS3 – Flomvurdering for bekkeløp Ervikveien

### Sammendrag og oppsummering

Det er gjennomført flomvurdering av Ervikveien og planområdet som ligger langs bekkeløpet mellom Griggastemma og Sjurastemma som en del av reguleringsprosess for delstrekning 3 for Bybanen til Åsane (BT5-DS3). Vurderingen er utført for både dagens og planlagt tilstand, basert på henholdsvis eksisterende laserinnsynsdata og planlagt terrengutforming/planlagt infrastruktur. Flomvurdering er utført for en returperiode på 200 år i fremtidens klima (gjelder for sikkerhetsklasse F2 jf. TEK 17 §7-2), men effekter av flom med 20 år og 1000 år returperioder er også inkludert for bestemte områder av spesiell interesse som f.eks. Åstveit sykehjem.

Det er utført hydrauliske beregninger med en todimensjonal hydraulisk modell i programmet HEC-RAS. Resultater viser at den planlagte terrengutformingen enten forbedrer eller opprettholder dagens flomsituasjon i flest av området langs Ervikveien, men det er en lokal forverring i oversvømmelse på tilkomstsvingen ved Åstveit sykehjem. Det anbefales forskjellige tiltak knyttet til økning av dimensjoner av kulverter og flomsikringen som bør inkluderes i den planlagte situasjon for å oppfylle NVE anbefalinger for tilkomstvei til kritiske infrastruktur.

### Forord

I forbindelse med reguleringsplanen for delstrekning 3 for Bybanen til Åsane (BT5-DS3) er det gjort en vurdering av flom for Ervikveien og planområdet som ligger langs bekkeløpet mellom Griggastemma og Sjurastemma.

I fremtidig situasjon skal det bygges en hovedsykkelrute på strekningen og det legges til grunn en omlagt og åpen bekkeløsning.

I prosjektets skissefase ble ulike løsninger for bekkeløp vurdert. Gjeldende veiledere anbefaler åpent bekkeløp (BioForsk, 2006; KLIMA2050, 2021). Et åpent bekkeløp gir særlige fordeler for flomdempning og naturverdier. I skissefasen ble det derfor anbefalt og besluttet at det skulle legges til grunn et åpent bekkeløp for tiltaket/reguleringsplanen. I skissefasen ble det også bestemt at det skulle gjøres en flomvurdering for å tilse at utformingen av det 500 meter lange åpne bekkeløpet hadde tilstrekkelig kapasitet og ikke forverret flomsituasjonen langs strekningen.

Det er gjort en flomvurdering med bruk av en todimensjonal hydraulisk modell for både dagens situasjon og planlagt fremtidig terrengutforming i prosjektet. Krav for nye byggetiltak (dvs. Byggeteknisk forskriften – TEK17 §7-2) er tatt i bruk for vurdering av flomutsatt område. Notatet oppsummerer resultater fra flommodellering og anbefalte tiltak for å redusere flomfare langs bekken.

02J	Mindre endring i tekst	2022-07-01	LT			IOV
01B	Flomvurdering Ervikveien	2022-05-06	MCF	GD	AK	IOV
Versjon	Beskrivelse	Dato	Utarb. av	Fagkontroll	Tverf.kontr.	Godkj. av

Dette dokumentet er utarbeidet av rådgiver som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører rådgiver. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## Innholdsliste

<b>1</b>	<b>Beskrivelse av fokusområdet .....</b>	<b>3</b>
1.1	Dagens situasjon.....	3
1.2	Vurderinger.....	3
1.3	Andre utfordringer/forutsetninger .....	4
<b>2</b>	<b>Flomvurdering.....</b>	<b>4</b>
2.1	Nedbørsfelt.....	4
2.2	Dimensjonerende vannføring.....	6
2.3	Modell oppsetting .....	7
2.4	Flomutsatt området for dagens situasjon .....	10
<b>3</b>	<b>Beskrivelse og vurdering av nytt tiltak/bekkeløp .....</b>	<b>16</b>
3.1	Bekkeløp mellom Griggastemma og Sjurastemma .....	16
3.1.1	Beskrivelse .....	16
3.1.2	Vurdering av nytt tiltak - 200 års flom.....	17
<b>4</b>	<b>Vurderinger og anbefalinger .....</b>	<b>21</b>
4.1	Anbefaling.....	21
4.2	Oppsummering/vurdering.....	21
<b>5</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>Vedlegg.....</b>	<b>23</b>
6.1	Vedlegg 1: Dagens vs. planlagt flomsituasjon – 20-årsflom + KP .....	23
6.2	Vedlegg 2: Dagens vs. planlagt flomsituasjon – 200-årsflom + KP .....	24
6.3	Vedlegg 3: Dagens vs. planlagt flomsituasjon – 1000-årsflom + KP .....	25

## 1 Beskrivelse av fokusområdet

### 1.1 Dagens situasjon

Langs Ervikveien ligger det i eksisterende situasjon en bekk mellom Griggastemma og Sjurastemma. Terrengmodellen under viser dagens bekkeløp og flomsituasjonen for denne. Bekken ligger i dag som et ganske flatt og trangt løp, med en total lengde på omtrent 500 m. Bredden på løpet varierer mellom 2,5 og 4 m.



Figur 1. Terrengmodell av dagens situasjon for bekken langs Ervikveien. Veikryssinger/strukturer/konstruksjoner er nummerert i figuren.

Bekken krysser i kulvert under flere veger. Utløp fra Griggastemma går først gjennom 2 betongrør (nr. 1) til en grøft med bratt sideskråning og videre gjennom en kulvert under Ervikveien (nr. 2). Dimensjonen på denne kulverten er ukjent. Deretter renner vannet i et relativt godt utformet bekkeløp langs vestsiden av Ervikveien og forbi Åstveit sykehjem. Etter sykehjemmet renner bekkeløpet gjennom 2 betongrør under Åstveitveien/Ervikveien (nr. 3). Bekken renner videre i et bredere løp langs en lekeplass. Lekeplassen ligger lavt i forhold til Ervikveien. Vannet fortsetter gjennom to kulverter (nr. 4) under Kalvatræet. Bekken fortsetter gjennom et trangt løp med tett vegetasjon helt frem til munningen i Sjurastemma. Nær munningen går løpet gjennom to mindre kulverter (nr.5 og nr.6).

Høydeforskjellen fra Griggastemma til Sjurastemma er liten og vertikalprofilet til bekkeløpet er ganske flatt. Dette gjør at vannivået i Sjurastemma gir en betydelig påvirkning av vannstanden i bekken.

### 1.2 Vurderinger

Flomutsatt området er vurdert/beregnet for både eksisterende og planlagt situasjon.

Flomvurderingen danner grunnlag for å vurdere om planlagt tiltak langs strekningen er tilstrekkelig dimensjonert, eller om tiltaket vil gi forverring av flomsituasjonen i området. Ved

en eventuell forverring skal det anbefales avbøtende tiltak for å forhindre flomrisiko langs bekken.

### 1.3 Andre utfordringer/forutsetninger

- Bekkeløpet er omkranset av flere bygg med forskjellige samfunnsfunksjoner, f.eks. sykehjem, lekeplass, bolig, og dermed er det forskjellige sikkerhetsklasser som må hensyntas i vurderingen.
- Det ligger ikke noe data eller dimensjoner for kulverten som renner under Ervikveien, nordenfor Åstveit sykehjem. Dette gir en del usikkerhet i analysen.
- Fordi bekkeløpet for det meste renner i et ganske trangt løp, må man inkludere plassbehov for nødvendige kulverter/strukturer i den planlagte bekkeutformingen.

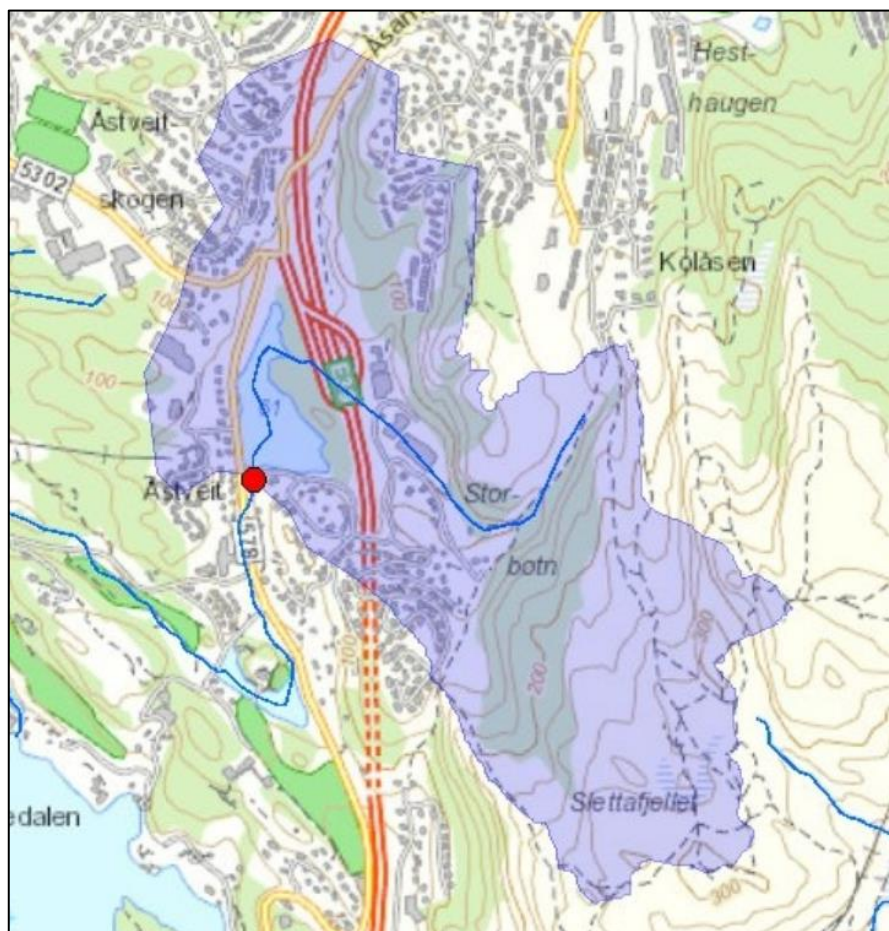
## 2 Flomvurdering

### 2.1 Nedbørsfelt

Nedbørsfeltet til det analyserte området er 1,2-1,4 km<sup>2</sup> og preget av skog. Feltet er ganske kvadratisk proporsjonalt, der det ikke er mye forskjell mellom lengde og bredde. Lengden på beregnet nedbørsfelt er 1,4 km. Et tydelig bekkedrag går gjennom og drenerer feltet. Innsjøer i nedbørsfelt holder igjen deler av vannet under flom, slik at vannføringen nedstrøms reduseres. Plasseringen av sjøen i feltet har stor betydning, og en innsjø plassert langt ned i feltet kan ha betydelig større dempningseffekt enn en innsjø lengre opp i feltet. For å ta hensyn til denne effekten brukes parameteren effektiv sjøprosent. Griggastemma vil kunne gi en dempning av flomtoppene. Dette vises gjennom den effektive sjøprosenten ( $S_{eff}$ ) som er på 3 %.

Tabellen viser egenskaper for nedbørsfeltet som har utløp mot Griggastemma:

Nedbørsfelt	Griggastemma
Areal (km <sup>2</sup> )	1,20
A magasin (km <sup>2</sup> )	0
Areal U/mag (km <sup>2</sup> )	1,20
q (l/s*km <sup>2</sup> ) (1961-90)	74,8
Ase (%)	3,0
Asjø (%)	2,9%
Feltlengde (m)	1400
Hmin (moh)	60
H25 (moh)	88
H50 (moh)	132
H75 (moh)	200
Hmaks (moh)	348
Relieff (m/m)	

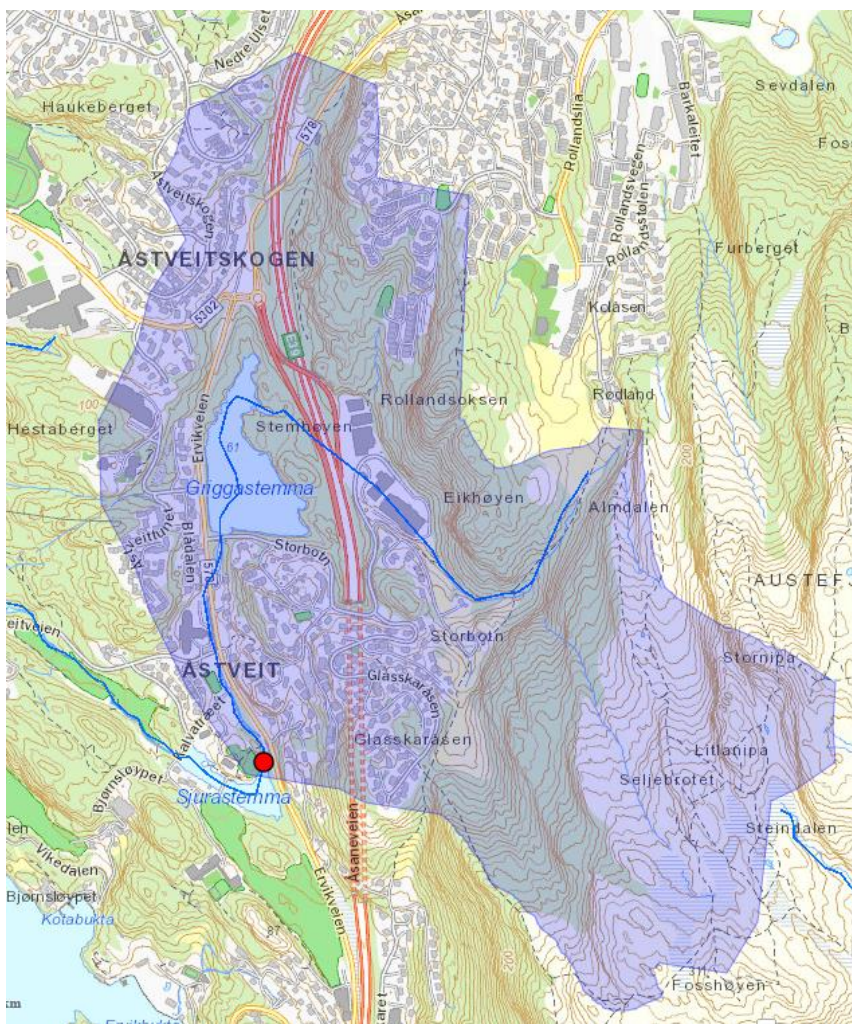


Figur 2. Nebørsfelt til utløp av Griggastemma (nevina.nve.no)

Følgende tabellen viser egenskaper for nedbørsfelt som har utløp mot Sjurastemma:

Nedbørsfelt	Sjurastemma
Areal (km <sup>2</sup> )	1,40
A magasin (km <sup>2</sup> )	0
Areal U/mag (km <sup>2</sup> )	1,40
q (l/s*km <sup>2</sup> ) (1961-90)	73,9
Ase (%)	0.017
Asjø (%)	2,7 %
Feltlengde (m)	1400
Hmin (moh)	124
H25 (moh)	83
H50 (moh)	358
H75 (moh)	205
Hmaks (moh)	358
Relieff (m/m)	





Figur 3. Nedbørsfelt til innløp av Sjurastemma (nevina.nve.no)

## 2.2 Dimensjonerende vannføring

Krav for nye byggetiltak (dvs. Byggeteknisk forskrift – TEK17 § 7-2) tatt i bruk for vurdering av flomutsatt område for bekken langs Ervikveien<sup>1</sup>.

Største del av analyseområdet faller under sikkerhetsklasse F2 for flom i henhold til TEK17 §7-2 *Sikkerhet mot flom og stormflo* (se Tabell 1). Dette betyr at bygninger skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom med en dimensjonerende returperiode på 200 år. Videre er det forventet et endret klima i Norge i fremtiden, noe som vil påvirke flomforholdene.

Tabell 1. Sikkerhetsklasser for flom og stormflo, gitt av TEK17 §7-2

Sikkerhets-klasse	Type bygninger	Største årlige nominelle sannsynlighet
F1	Byggverk med lite personopphold. Små økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser.	1/20

<sup>1</sup> En ny NVE-veileder for vurdering av overvann i arealplaner var vedtatt i Mars.2022 (NVE, 2022). Det er valgt å bruke TEK17 §7-2 som retningslinjer i analysen fordi krav er litt mer konservative.

F2	Byggverk beregnet for personopphold. Moderate økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser.	1/200
F3	Byggverk for sårbare grupper av befolkningen og byggverk som skal fungere i lokal beredskapssituasjon. Stor samfunnsmessig konsekvens.	1/1000

Åstveit sykehjem havner inn i sikkerhetsklasse F3 (1000-års returperiode). Flomberegningen er i tillegg til dimensjonerende 200 og 1000 års flom, utført for flomhendelser med 20 år returperiode for spesifikke steder langs bekken.

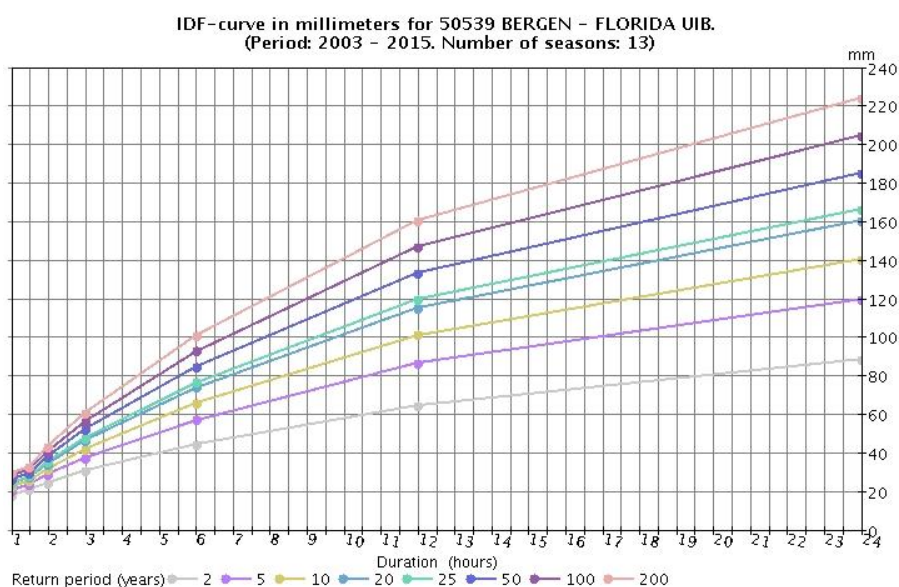
Det tas utgangspunkt i en flom med en gitt returperiode som er dannet av en nedbørhendelse med samme returperiode, og dermed gjelder returperioder gitt i Tabell 1 også for nedbørsdata.

### 2.3 Modell oppsetting

Flomvurdering for bekken Ervikveien er utarbeidet med en todimensjonal hydraulisk modell utviklet i HEC-RAS versjon 6.0.0. En todimensjonal modell tillater at strømmingen opptrer i horisontalplanet, og dermed vil en bedre kunne simulere strømming utenfor elve- og bekkeløp som går i flere retninger, samt oppstuvende effekter som følge av mangel på kapasitet i kulverter og/eller flatt terreng. Dette er særlig nyttig i urbane strøk som f.eks. bekken langs Ervikveien.

Hovedgrunnlaget for de hydrauliske beregningene er en terrengmodell basert på siste tilgjengelige laserdata, lastet ned fra Kartverkets forvaltningsløsning *Høydedata* ([www.hoydedata.no](http://www.hoydedata.no)).

Data for IVF-kurver i en nærliggende målestasjon (Figur 4) er brukt som grunnlag for å konstruere nedbørsforløp med varighet av 3 dager for både 20, 200 og 1000-års returperiode.



Figur 4. IVF-kurver for stasjon Bergen-Florida UIB (50539). Dato for dataavhentning: Mars. 2021

For nedbørsforløpene tas i betraktning effekt av infiltrasjon som en fastsatt avrenningsfordel av totalnedbør. Det antas at 70 % av totalnedbør blir avrenning for varigheter mellom 1 min og 12 timer, og 60 % for lengre nedbørsepisoder.

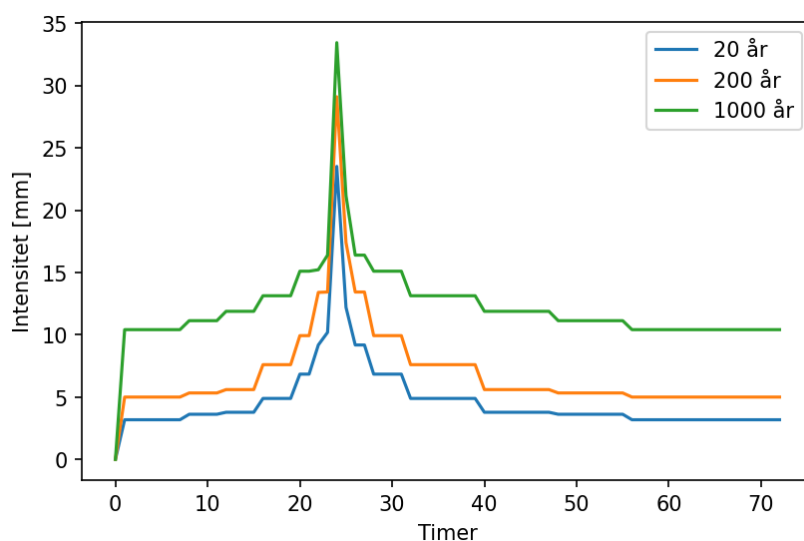
I følge anbefalinger fra Norsk klimaservicesenter rapport *Klimapåslag for korttidsnedbør* (Dyrrdal and Førland, 2019, mod. 2020), er effekt av klimaendring ivaretatt i form av et variabelt klimapåslag til IVF-verdier mellom 30 og 50 %, avhengig av nedbørsvarighet og returperiode (Figur 5).

	Dimensjonerende gjentakintervall < 50 år	Dimensjonerende gjentakintervall ≥ 50 år
≤ 1 time	40 %	50 %
>1 – 3 timer	40 %	40 %
>3 – 24 timer	30 %	30 %

Figur 5. Anbefalte klimapåslag for korttidsnedbør i Norge. Kilde: Norsk Klimaservicesenter

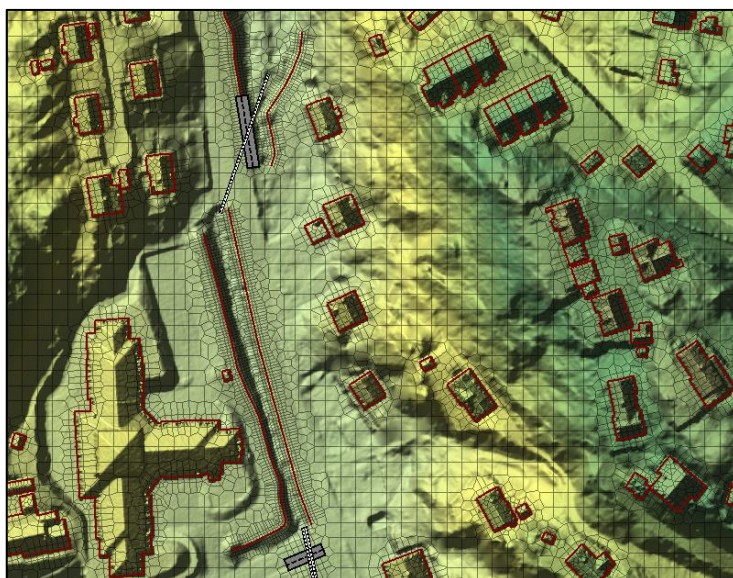
Konstruerte nedbørsforløp (Figur 6) er brukt som grensebetingelse for den hydrauliske modellen i en «regn-over-grid»-tilnærming. I denne tilnærmingen er nedbørsforløpet fordelt over hele beregningsnettet (dvs. uten et gitt innløpspunkt i modell) og ruting av vannet gjennom analyseområdet er håndtert av modellrutiner. Dette gir en klar fordel for bruk i komplekse urbane områder, hvor vannet kan renne inn i modellen fra mange forskjellige punkt og hvor flomveier kan endre seg i løpet av en ekstrem flomhendelse. Et eksempel på bruk av denne type modellering er vist i Pedersen (2018).





Figur 6. Konstruerte nedbørførlop for forskjellige returperiode

Den hydrauliske modellen baserer seg på et rutenett, hvor det for hver enkelt rute gjøres beregninger. Rutenettstørrelsen er satt mellom 5-10 meter i sideterreng og reduseres til 1 meter i og rundt bekkeløpet, og 2 meter langs bygninger. Bekkeløp, vegger og omriss bygg er lagt inn som såkalte «breaklines», slik at beregningsrutene blir orientert i riktig retning og strømmingen blir mer nøyaktig modellert. Et utklipp av modellens beregningsnett er vist i Figur 7.



Figur 7. Modellens beregningsnett rundt Åstveit sykehjem.

Kulverter/strukturer i bekkeløpet er inkludert i modellen med dimensjoner og egenskaper som er gitt i Tabell 2

Tabell 2. Beskrivelse av og dimensjoner for konstruksjoner i vassdraget.

ID	Beskrivelse	Dimensjoner [mm]	Helning [%]
1	2 x sirkulært betongrør	1000	153-154
2	UKJENT (Antatt 1 x firkantet kulvert)	1000 x 1000 (Antatt)	12
3	2 x sirkulært betongrør	900	17.5

4	1 x sirkulært betongrør 1 x sirkulært betongrør	1200 1000	9.7 11
5	1 x sirkulært betongrør	1200	20.6
6	1 x sirkulært betongrør	1200	33.3

Vannets hastighet påvirkes av friksjonsforhold, det vil si ruheten til overflaten det strømmer over. Dette varierer etter type underlag. Ruheten i modellen er gitt som Mannings tall (n), hvor et høyt n-tall betyr høyere ruhet.

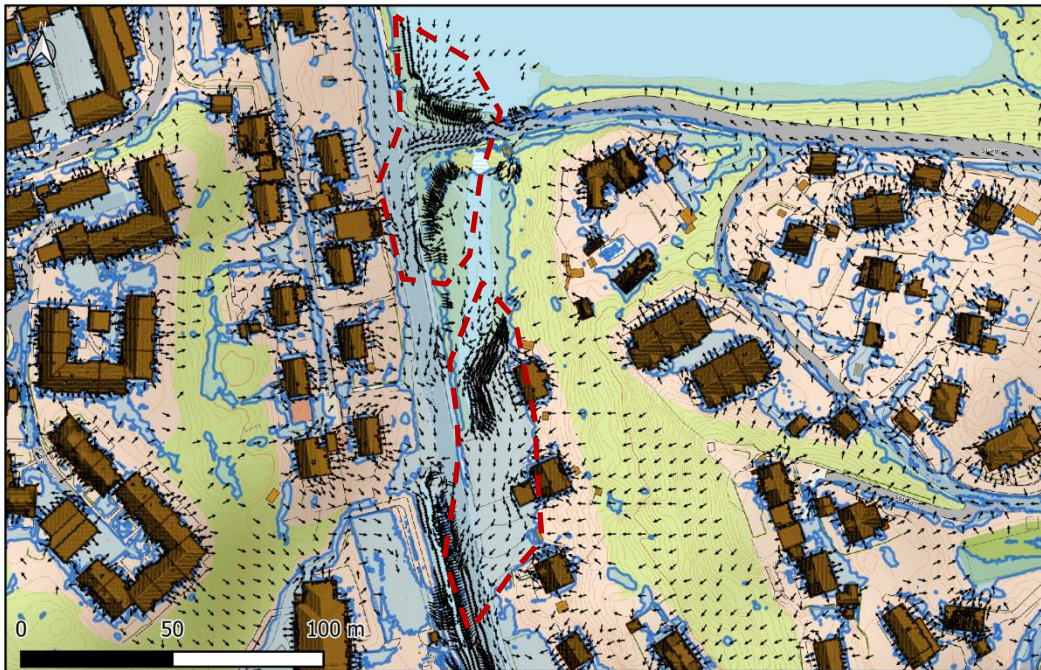
Friksjonsforhold er vurdert ut fra areal typer i NIBIOs arealressurskart AR5 (Ahlstrøm et al., 2014) og bilder i åpne karttjenester (google maps). Benyttede ruhetsverdier i modellen er gitt i Tabell 3, og er basert på standardverdier i Vassdragshåndboka (Fergus et al., 2010) og justert basert på erfaring med lignende 2D modelleringsprosjekter.

Tabell 3. Benyttede ruhetsverdier i hydraulisk modell.

Type overflate	Ruhetsverdi	
	n	M (=1/n)
Ferskvann	0.01	100
Kulturmark	0.3	3.33
Bygning (Tak)	0.011	90.90
Myrområder	0.05	20
Skog	0.4	2.5
Dyrket jord	0.16	6.25
Bebyggd	0.11	9.09
Samferdsel	0.013	76.92
Bekkeløp	0.05	20

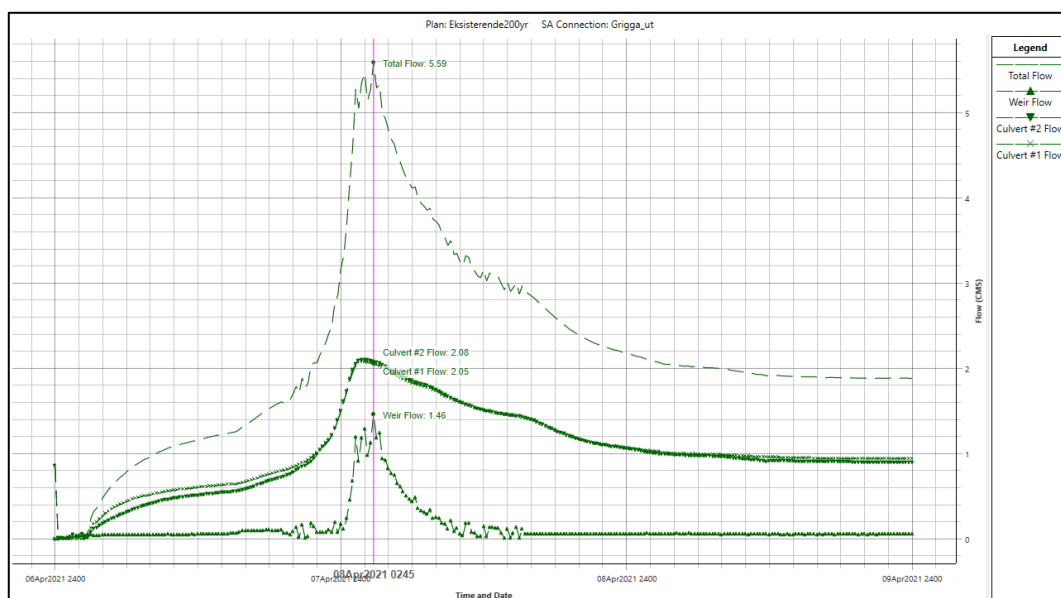
## 2.4 Flomutsatt området for dagens situasjon

Resultater for en F2-flomhendelse (dvs. 200 år returperiode) for dagens situasjon viser flere steder hvor vannet renner utover elvesletten og oversvømmer terreng rundt bekken og Ervikveien. Flomutsatt område på delstrekning mellom Griggastemma og Åstveit sykehjem er vist i Figur 8.



Figur 8. Dagens situasjon - Flomutsatt område og strømningspiler mellom Griggastemma og Åstveit sykehjem. Flomutsatte steder hvor vannet renner utover terrenget er fremhevet med stiplede røde linjer. (200 års flom)

Det første kapasitetsproblemet kan observeres i utløpet av Griggastemma. Total utløpsmengde på 200-årsflommen + klimapåslag er ca.  $5,6 \text{ m}^3/\text{s}$ , som overskrider maks kapasitet av kulverter under Storbotn (ca.  $2 \times 2,1 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Resten av utløpet (ca.  $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$ , Figur 9) renner over Storbotn og ned i Ervikveien. Overvannet renner tilbake inn i grøften til bekken etter ca. 50 m nedstrøms overrenningspunkt.



Figur 9. Vannføring i utløp av Griggastemma under 200-årsflommen + klimapåslag. Total utløpsmengde på flomtappen er ca.  $5,6 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Dimensjonene på de eksisterende kulverter som fører vann fra grøften østenfor Ervikveien til bekkeløpet foran Åstveit sykehjem var ukjent på tidspunktet hvor analysen ble utført. Det ble lagt inn en konservativ tilnærming med bruk av en firkantet kulvert på 1 x 1 m. Kulverten ble gitt en betydelig lavere kapasitet (1.5 m<sup>3</sup>/s) enn utløp fra Griggastemma for å kunne vurdere en eventuell oppstuvning i den reelle strukturen. Dette for å kunne vurdere om det er fare for en oversvømmelse til boligene i området. Figur 8 over viser at overflødig vann for dagens situasjon renner utover eiendom med gnr./bnr. 209/130 og 209/124 ved lavkapasitet i kulverten. Deretter renner vannet videre ned og over Ervikveien og slutter seg i bekkeløpet foran Åstveit sykehjem.

Flomsituasjonen langs bekkeløpet vest for Ervikveien (t.o.m. første kulvert ved golfklubben) er vist i

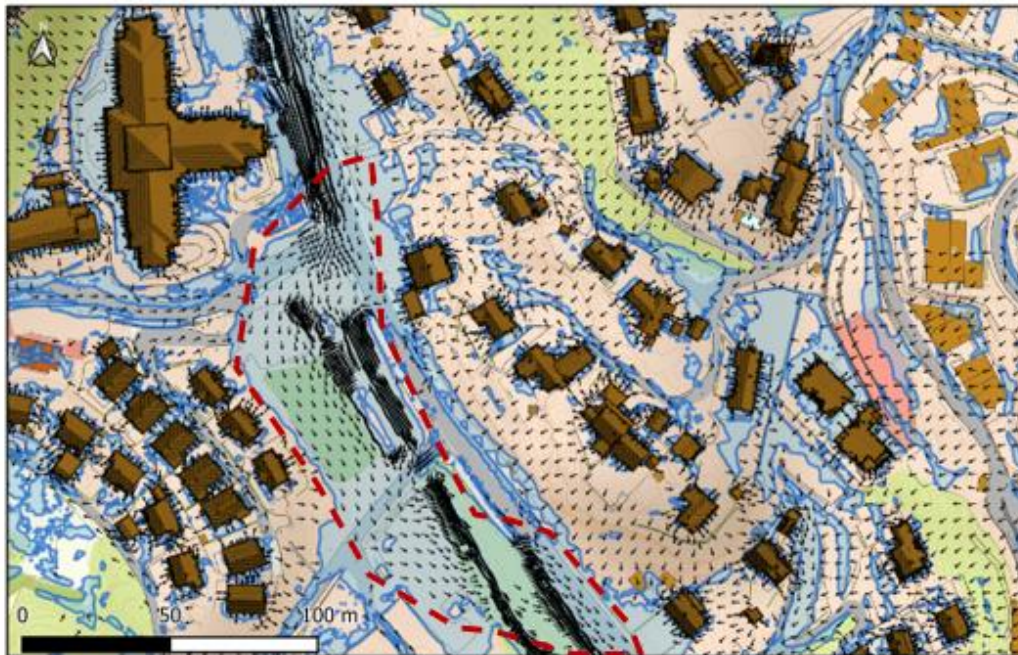
*Figur 10. Dagens situasjon - Flomutsatt område og strømningspiler mellom Åstveit sykehjem og første kulvert ved golfklubben. Vannet renner utover lekeplassen og parkeringsplassen vestenfor bekken i området omkranset av den stiplede røde linjen. (200 års flom)*

. Figuren viser at kulverter under både Åstveitveien og Kalvatræet ikke har nok kapasitet til å håndtere vannføring i bekken for en 200-årsflom (inkl. klimapåslag) og dermed renner vannet over vegen og gir en oversvømmelse både på lekeplassen og parkeringsplassen på hver sin side av Kalvatræet. Vannstand over eksisterende lekeplass blir mellom 0,8 – 1,4 m, mens parkeringsplass for Bergen golfklubben får vannstand over eksisterende nivå på mellom 0,6 – 0,8 m (Figur 11).

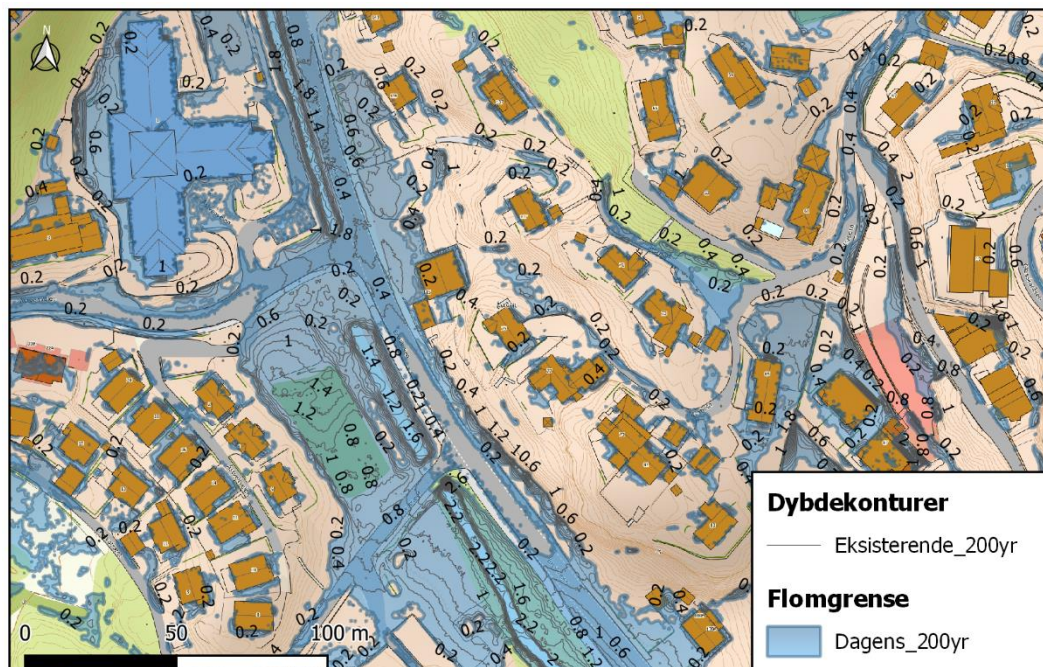
Lekeplassen og parkeringsplassen oversvømmes under en flomhendelse med både 20, 200 og 1000 års returperiode. Det stilles ikke særlige krav til slike områder med tanke på å ligge flomsikkert, jf. TEK17 (§7-2), men vurderingen er at lekeplassen og parkeringsplassen er essensielle for demping av flomtoppen i bekkeløpet. Det er derfor viktig at området ikke blir bebygget i fremtidig situasjon.

Området rundt Åstveit sykehjem er av spesiell betydning i analysen på grunn av strengere krav til flomsikkerhet iht. TEK17 § 7-2. Sykehjemmet havner i sikkerhetsklasse F3, og må ikke påvirkes av flom med en 1000 år returperiode. En sammenligning av flomutsatt området for både 200 og 1000 år returperioder (inkl. klimapåslag) er vist i Figur 12.



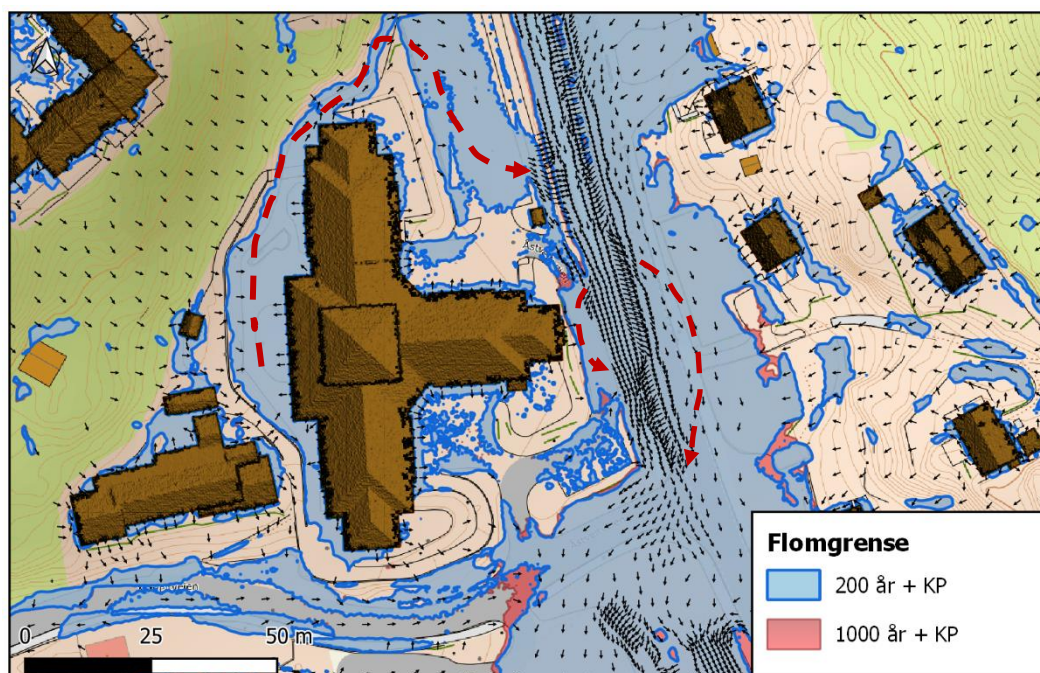


Figur 10. Dagens situasjon - Flomutsatt område og strømningspiler mellom Åstveit sykehjem og første kulvert ved golfklubben. Vannet renner utover lekeplassen og parkeringsplassen vestenfor bekken i området omkranset av den stiplet røde linjen. (200 års flom)



Figur 11. Dagens situasjon - Vannstand mellom Åstveit sykehjem og første kulvert ved golfklubben for en 200-årsflom (inkl. klimapåslag).





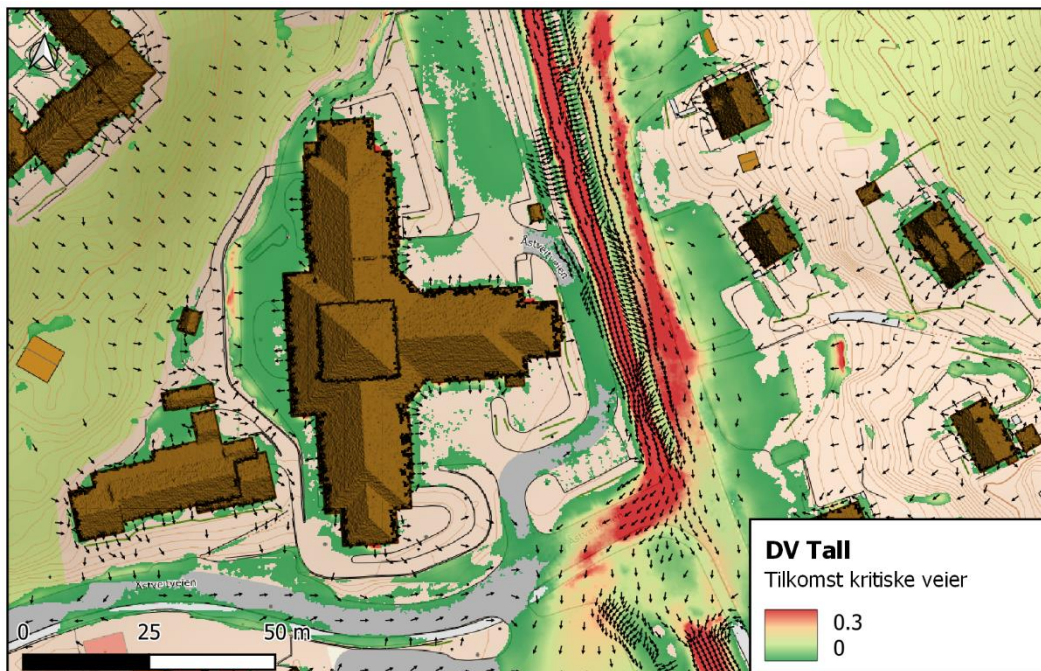
Figur 12. Dagens situasjon - Nærbilde av flomsituasjon rundt Åstveit sykehjem for 200- og 1000 år returperioder (inkl. klimapåslag). Viktige vannveier er vist med røde stiplede piler.

Det ser ikke ut til at det er vesentlig forskjell mellom flomutsatte områder rundt sykehjemmet for 200-årsflommen og 1000-årsflommen. De røde pilene i Figur 12 viser at overvann fra vestsiden av sykehjemmet renner til bekkeløpet via parkeringsplassen nordenfor bygget, mens vannet som renner i bekkeløpet overskrider elvebredden kun på et marginalt område ved svingen av tilkomstveg til sykehjemmet. Største del av vannføring som ikke kan føres gjennom kulverter under Åstveitvannet renner utover Ervikveien på fremsiden av sykehjemmet.

Flomberegningen viser at tilkomstvei langs østsiden av Åstveit sykehjem er noe utsatt for flom med en 200 år returperiode (inkl. klimapåslag). I tråd med avsnitt 4.1.2 i den nye NVE-veileder «Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar» (NVE, 2022) kan vurdering av fare/utfordringer ved eventuelt oversvømmelse av tilkomst vurderes ut fra vanndybde og strømningshastighet (DV-tall). Veilederen anbefaler en DV-tall lavere enn  $0.3 \text{ m}^2/\text{s}$  for veier som er kritiske for tilkomst. Ifølge DV-kart for området rundt sykehjemmet (Figur 13) ligger veikrysninger mellom Åstveitveien og Ervikveien over anbefalte faregrensen for tilkomst i dagens situasjon.

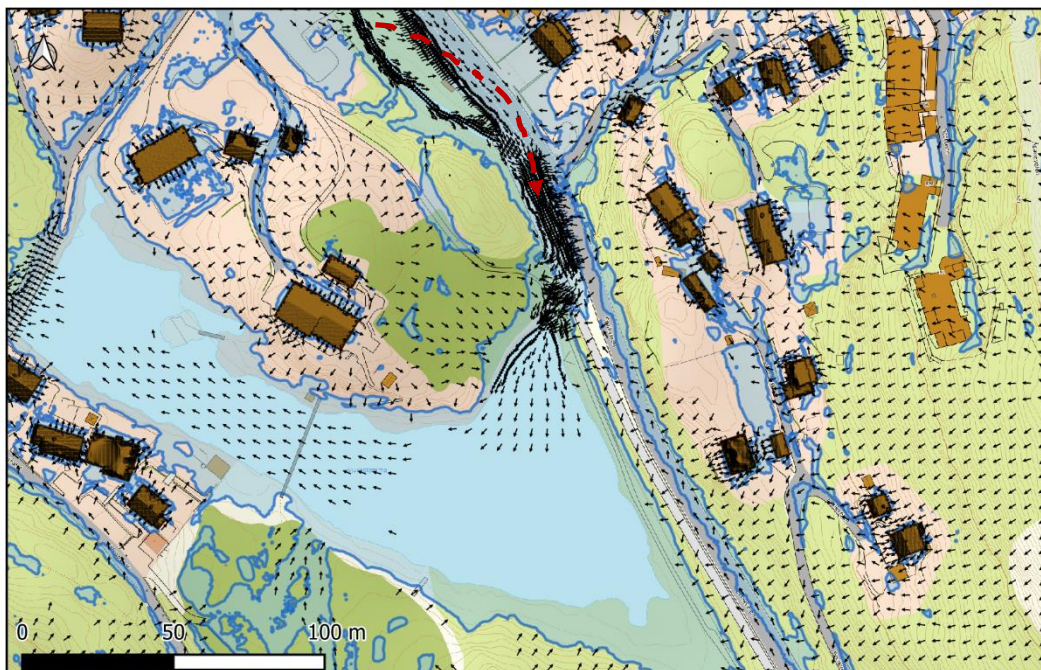
Det fremheves at grenseverdier gitt i nye NVE-veileder «Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar» (NVE, 2022) er ikke lovpålagt krav, men anbefalinger til akseptabel risiko for arealplanlegging. Det er kommunen selv som må ta stilling til tilstrekkelig trygghetsnivå mot fare og skade fra overvann, jf. pbl. § 28-1 og de generelle kravene i TEK17 § 7-1.





Figur 13. Dagens situasjon - DV-kart for området rundt Åstveit sykehjem. Et DV-tall over 0,3 m<sup>2</sup>/s overskrider NVE-anbefaling for tilkomst til kritiske veier.

Nedstrøms parkeringsplass til Bergen golfklubb overskrider vannet i bekkeløpet elvebredden på østkanten og renner ned Ervikveien foran gnr./bnr. 209/69 (Figur 14). Etter omtrent 70 m renner overvannet tilbake i bekken etter strukturen/kulverten ved Nr. 5 og følger elvebredden til utløpet i Sjurastemma.



Figur 14. Dagens situasjon - Flomutsatt område og strømningpiler mellom struktur nr. 5 og utløpet i Sjurastemma.



### 3 Beskrivelse og vurdering av nytt tiltak/bekkeløp

#### 3.1 Bekkeløp mellom Griggastemma og Sjurastemma

##### 3.1.1 Beskrivelse

Flomberegning ble gjort på grunnlag av planlagt tiltak og bekkeløp/ terrengutforming for BT5-DS3 med dato 15.April.2021. Det planlagte tiltaket/utformingen av bekkeløpet inkluderte betydelige endringer i forhold til dagens utforming av Ervikveien og dagens bekkeløp. Ervikveien ble utvidet med hovedsykkelrute med fortau og bekkeløpet ble utvidet og gitt en første utforming for å kunne tilfredsstillende behov ved flom. Under viser et oversiktskart av planlagt terrengutforming i Figur 15.



Figur 15. Nytt tiltak - Planlagt terrengutforming og strukturer. Blå skråningen viser område hvor bredden til bekkeløpet bør økes fra 1,8 til 3,5 m.

Planlagt hovedsykkelrute og Ervikveien ligger på en høyere kote enn dagens vei. I tillegg legger tiltaket opp til en ny utforming av bekkeløpet. Viktigste endringer av dagens situasjon som er inkludert i den planlagte situasjonen er:

- Grøften mellom utløp av Griggastemma og kulvert under Ervikveien legges om for å ha plass til hovedsykkelrute (mellom 1 og 2 vist i figur over)
- Kulverter under Storbotn (utløp av Griggastemma) flyttes østover og bygges om (1 i figur over)
- Sideskråning til bekkeløpet foran Åstveit sykehjem er gjort slakere, mens det er laget en mur langs hovedsykkelruten (mellom 2 og 3 i figur)
- Dagens vegkryssinger og kulverter like ved Bergen golfklubben (Nr. 5 og 6) er fjernet (mellom 4 og vannet Sjurastemma)

Det er gjort en vurdering på dimensjonering og ny utforming for kulvertene i bekkeløpet. Under viser dimensjonene som er lagt inn i modellen.



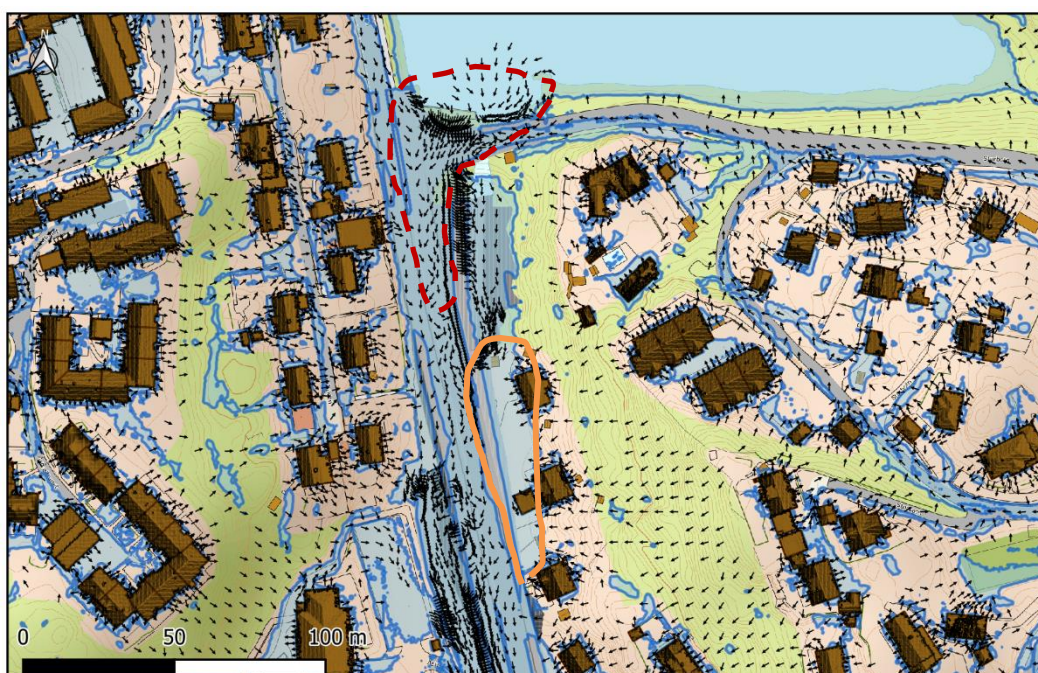
Tabell 4. Detaljer over strukturer som krysser bekkeløpet i den planlagte situasjon.

ID	Beskrivelse	Dimensjoner [mm]	Helning [%]
1	2 x sirkulært betongrør. Flyttes østover for å beholde innløpskoter	1000	153-154
2	2 x firkantet kuvert	2000 x 1200	12
3	2 x sirkulært betongrør	1500	5
4	2 x sirkulært betongrør	1500	5

### 3.1.2 Vurdering av nytt tiltak - 200 års flom

Flomutsatt området mellom utløp fra Griggastemma og Åstveit sykehjem for en 200-årsflom (inkl. klimapåslag) er vist i Figur 16.

Sammenligning av flomutsatt område for alle sikkerhetsklasser (20,100 og 1000-års flom) er vist som Vedlegg 1 – 3.

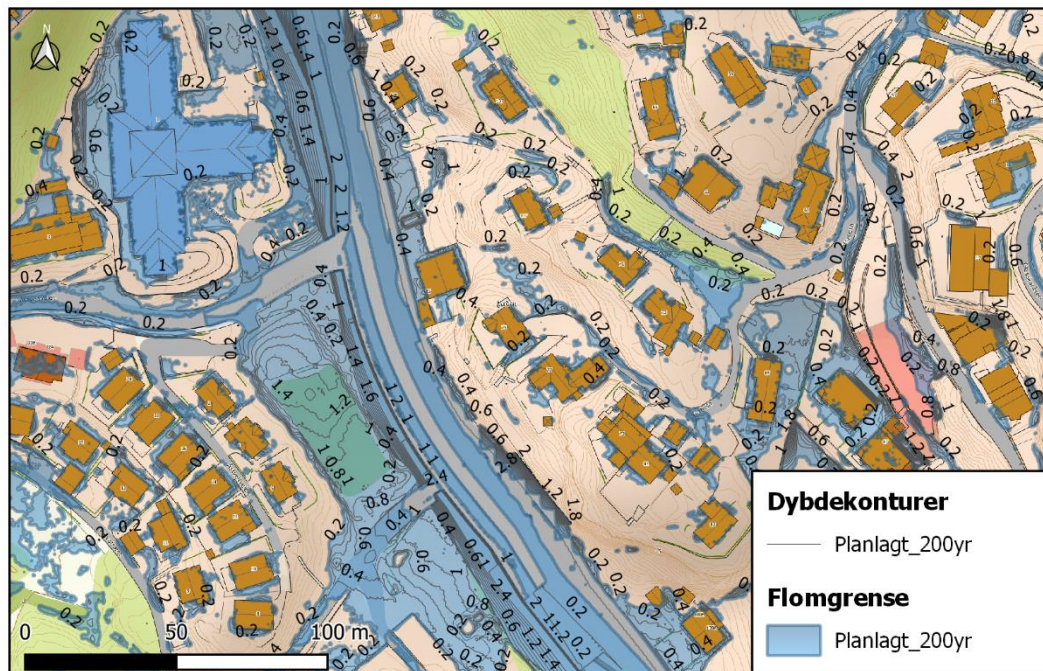


Figur 16. Flomutsatt område og strømningsvektorer mellom Griggastemma og Åstveit sykehjem ved den planlagte terrengutformingen. Steder hvor vannet renner utover terrenget er fremhevet med stiplede røde linjer. Oversvømming ved inngangsparti til gnr./bnr. 209/130 og 209/124 fremheves med oransje linjen. (200 års flom)

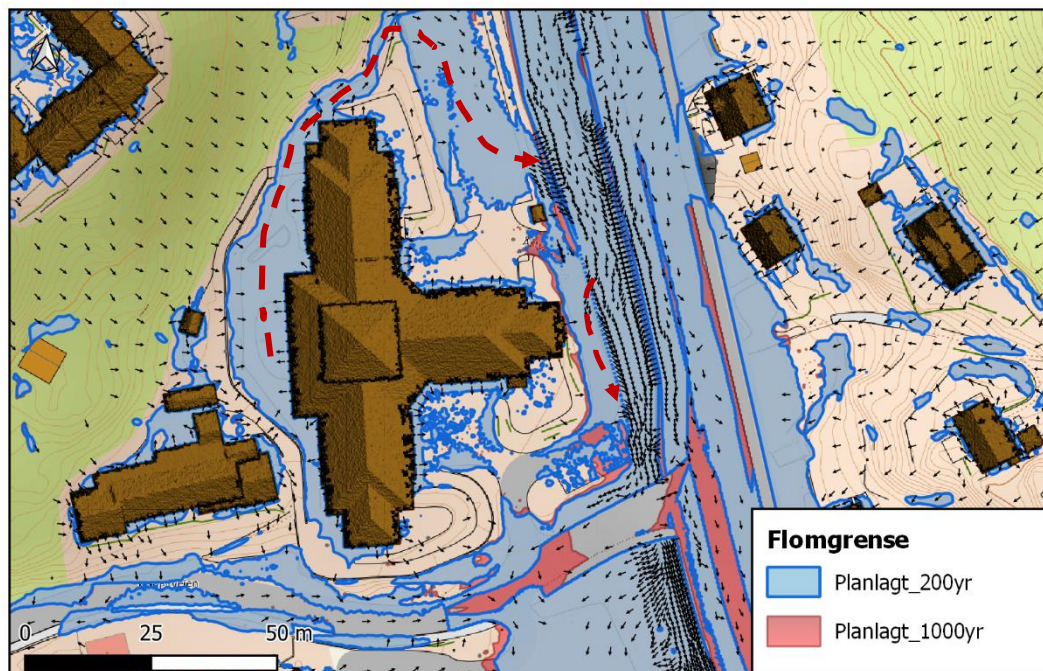
Selv om vannet ved en 200-årsflom fortsatt renner over Storbotnveien ved utløp av Griggastemma for den planlagte situasjonen, er vannføring over veien mindre enn for dagens situasjon ( $0.86 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Dette er fordi nytt tiltak for Storbotn er hevet noe i krysset. Omtrent to-tredjedel av vannet føres tilbake til bekken langs Åstveit sykehjem. Hovedsykkelruten og ombygd veg får mindre overvann som fører til en maks vannstand for Ervikveien på 10 cm (Figur 17).

Vannet som i dagens situasjon rant over veien ved innløp til kulvert under Ervikveien blir i fremtidig situasjon ført gjennom den planlagte utvidede kulverten. Det forventes likevel at det ved 200 års flom kan bli fare for en del oversvømmelse ved inngangspartiet til gnr./bnr. 209/130 og 209/124. (se Figur 16). Eiendommene har som nevnt tidligere flom ved 200 års flom for dagens situasjon også (Figur 8)





Figur 17. Vannstand mellom Åstveit sykehjem og frem til parkeringsplass ved golfklubben for en 200-årsflom (inkl. klimapåslag) for den planlagte terrengutforming.

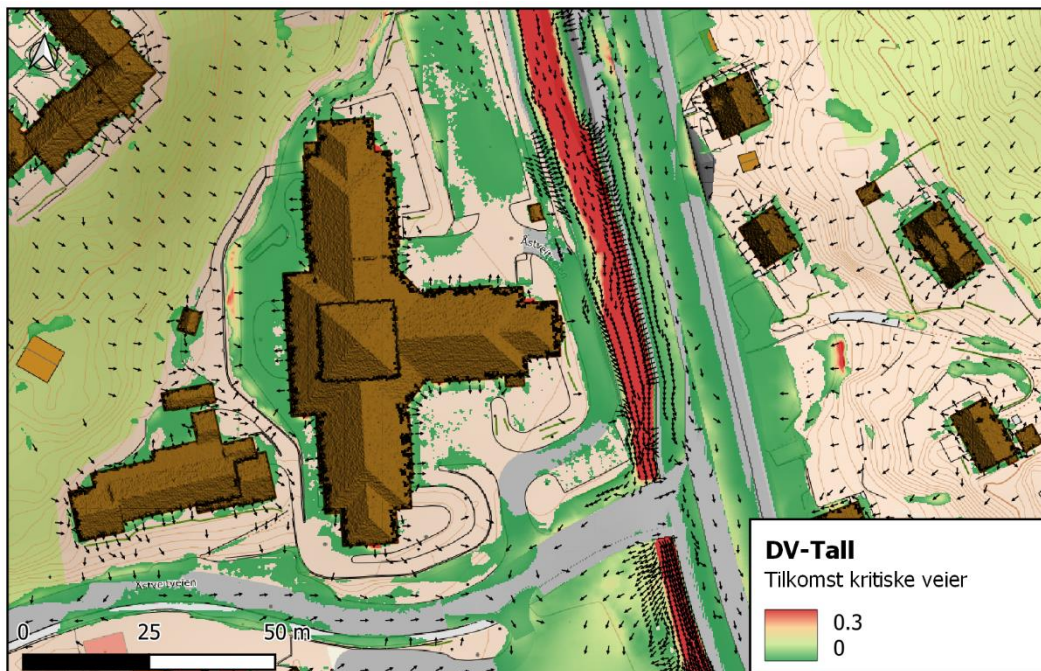


Figur 18. Nærbilde av flomsituasjon rundt Åstveit sykehjem for 200- og 1000 år returperioder (inkl. klimapåslag) ved den planlagte terrengutforming. Viktige vannveier er vist med røde stiplede piler.

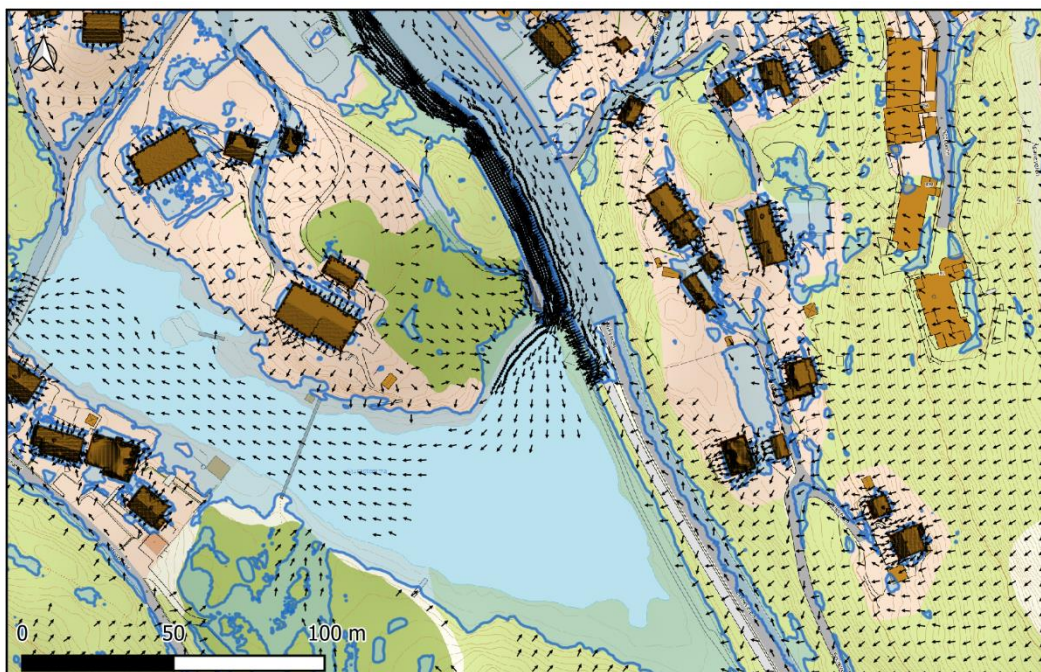
Den planlagte terrengutforming utgjør en forbedring av dagens flomsituasjon i tilkomstveien til Åstveit sykehjem (Åstveitvegen-Ervikveien) med DV-Tall betydelig lavere enn  $0.3 \text{ m}^2/\text{s}$  (Figur 18 og Figur 19).

På den andre siden er situasjonen for oversvømming ved svingen (sør/østre hjørne) av sykehjemmet (røde pilen i Figur 18) forverret, med ny vannhøyde på omtrent 54.89 m.o.h (25 cm høyere enn dagens). Vannstand er 15 cm høyere enn det som er anbefalt i NVE-veileder for tilkomstveier til sårbar infrastruktur. Nytt tiltak har lagt inn en mur langs strekningen. Det anbefales at utformingen vurderes videre i detaljprosjekteringsfasen for å sikre best mulig flomsikring/mur mellom bekkeløp og tilkomstveien (min 50 cm).





Figur 19. DV-kart for området rundt Åstveit sykehjem ved den planlagte terrengutforming.



Figur 20. Flomutsatt område og strømningspiler mellom avkjørselsveg til Kalvatræet, kulvert/struktur Nr. 5 og utløpet i Sjurastemma for den planlagte terrengutforming. (200 års flom) Både lekeplassen og parkeringsplassen på begge sider av Kalvatræet er fortsatt utsatt for flom ved den planlagte terrengutforming.

Ved planlagt tiltak følger vannføring i bekkeløpet den siste delen fra avkjørsel til Kalvatræet/golfbanen og frem til Sjurastemma (Figur 20). Vannet som i dagens situasjon rant



på Ervikveien like før dagens struktur Nr. 5 forsvinner for ny og planlagte terrengsituasjon. Vannet som vises på veien i Figur 20 er kun overvann og ikke et resultat av vannet i bekkeløpet.

## 4 Vurderinger og anbefalinger

### 4.1 Anbefaling

Ut fra den planlagte terrengsituasjonen for BT5-DS3 med dato 15.April.2021 (grunnlag til dette notatet) ble det gjort en del anbefalinger. Flomvurdering viste at nytt tiltak med foreslått utforming og med ivaretagelse av anbefalingene kunne ivareta/løse flomproblematikken og ikke gjøre flom situasjonen verre på strekningen.

I teknisk forprosjekt er anbefalingen fra flomvurderingen tatt med i løsningene og innlemmet i f.eks. VA-rammeplanen. For videre optimalisering er det likevel anbefalt at tiltakene følges opp i detaljprosjekteringsfasen. Disse er:

- Det anbefales å kjøre en ny flomvurdering i detaljprosjekteringsfase for å sikre at endelig tiltak og utformingen av bekkeløpet får en tilstrekkelig flomkapasitet.
- For kulverter på utløpet av Griggastemma (Struktur Nr.1) kan det vurderes om dimensjoner bør økes ytterligere for å unngå den påviste overvann på 10 cm langs den nye veien ved den dimensjonerende flomhendelse.
- Det kan vurderes en økning av dimensjon for den planlagte kulverten under Ervikveien (Struktur Nr.2), eller se videre på annet tiltak for å unngå oversvømming av inngangspartiet til gnr./bnr. 209/130 og 209/124. Det henvises til VA-rammeplanen og detaljprosjekteringsfase for vurdering om tilfredsstillende dimensjon for kulverten.
- Detaljere/utforme videre i forhold til flomsikring/mur ved tilkomstsvingen til Åstveit sykehjem (teknisk forprosjekt har vist en mur her)
- Dimensjoner til ny kulvert under Årstveitvegen for å redusere oppstuvning like ved tilkomstsvingen til Åstveit sykehjem. Det henvises til VA-rammeplanen og detaljprosjekteringsfase for vurdering om tilfredsstillende dimensjon for kulverten.
- Lekeplassen og parkeringsplassen på begge to sider at Kalvatræet har en vesentlig fordrøyningsfunksjon på både dagens og planlagt flomsituasjon. Det anbefales at disse områder ikke utbygges i fremtiden, noe som må inkluderes i reguleringsprosess.

### 4.2 Oppsummering/vurdering

Flomvurdering danner grunnlag for å vurdere om planlagt tiltak langs strekningen er tilstrekkelig dimensjonert, eventuelt om nytt tiltaket vil gi forverring av flomsituasjonen i området.

Flomvurdering av dagens situasjon viser at det for 200 års flom fortsatt vil være noe oversvømmelse på deler av Ervikvegen, ballbane og parkering ved 200 års flom.

For beregning av nytt tiltak blir flomsituasjonen generelt forbedret. Det eneste område hvor flomutsettelse vil forverres er tilkomstsvingen til sykehjemmet, men det kan repareres ved å sette opp et flomtiltak (f.eks mur).

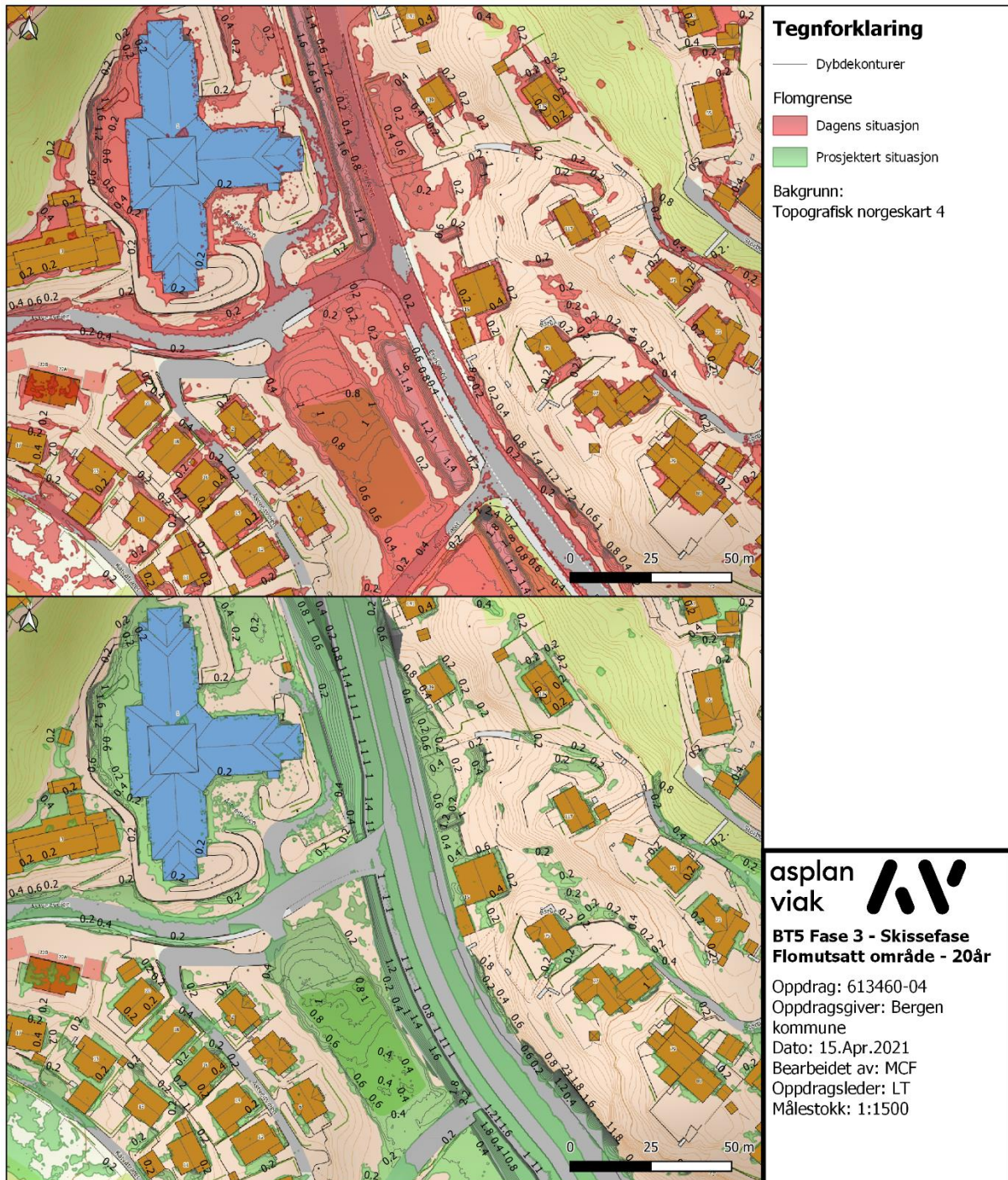
Flomberegning viser totalt sett at planlagt tiltak med åpent bekkeløp og tilhørende omlegging/nye kulverter ikke gir forverringer i flomsituasjonen og vil med anbefalte tiltak ivareta krav i forhold til 200-års og 1000 års flom.

## 5 Referanser

- Ahlstrøm, A., Bjørkelo, K., Frydenlund, J., 2014. AR5 klassifikasjonssystem: Klassifikasjon av arealressurser (No. 06/2014). Skog + Landskap.
- Bioforsk, 2006, Gjenåpning av lukka bekker - mange positive effekter
- Dyrrdal, A.V., Førland, E., 2019. Klimapåslag for korttidsnedbør. Anbefalte verdier for Norge (NCCS report No. 5/2019), NCCS report. NCCS.
- Fergus, T., Hoseth, K.A., Sæterbø, E., 2010. Vassdragshåndboka, 2nd ed. Tapir akademisk forlag, Trondheim, Norge.
- KLIMA2050, (2021) Bekkeåpning som klimatilpasningstiltak, en overordnet og flerfaglig anvisning, rapport 25 -2021.
- NVE, 2022. Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar: Korleis ta omsyn til vassmengder? (NVE Veileder No. 04/2022). NVE.
- Pedersen, V.M., 2018. Kombinert hydrologisk - hydraulisk modell for urbane nedbørsfelt (Masteroppgave). Norges Teknisk Naturvitenskapelige Universitet - NTNU, Trondheim, Norge.

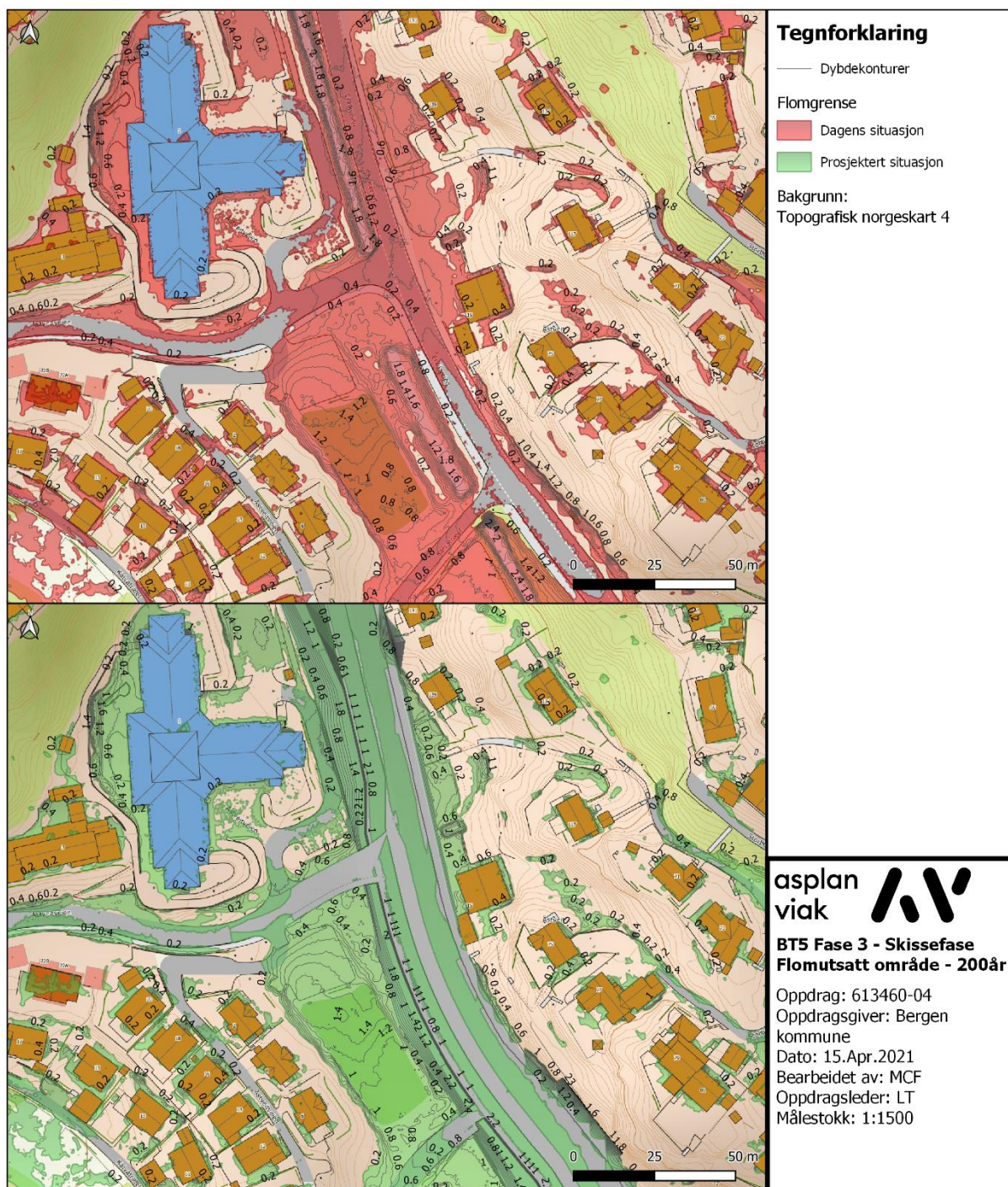
## 6 Vedlegg

### 6.1 Vedlegg 1: Dagens vs. planlagt flomsituasjon – 20-årsflom + KP





6.2 Vedlegg 2: Dagens vs. planlagt flomsituasjon – 200-årsflom + KP





6.3 Vedlegg 3: Dagens vs. planlagt flomsituasjon – 1000-årsflom + KP

