

Vinje Kommune

# **Detaljregulering Raulandsgrend - Flomvurdering for Mobø boligfelt, eiendom 136/71**

Oppdragsnr.: 52602279 Dokumentnr.: R01 Revisjon: D01 Dato: 2026-04-28



**Oppdragsgiver:** Vinje Kommune  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Anne-Sofie Bergene Strømme  
**Rådgiver:** Norconsult Norge AS, Sandvika  
**Oppdragsleder:** Tim Erik Rohm  
**Utførende:** Tim Erik Rohm  
**Fagansvarlig:** Gunnar Fiskum

**Fylke:** Telemark  
**Kommune:** Vinje  
**Gnr. / Bnr.** 136/71

**Vurderte gjentaksintervall** 20- og 200-årsflom  
**Klimapåslag:** 20 %  
**Høydesystem:** NN 2000

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
D01	28-04-2026	For godkjenning hos oppdragsgiver	Tim Erik Rohm	Gunnar Fiskum	

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. 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.

## Sammendrag

Norconsult er engasjert av Vinje kommune for å utarbeide en flomvurdering for Mobø boligfelt med gnr./bnr. 136/71. Eiendommen ligger i tilknytning til Sandbekken og Klavabekken samt i nærheten av Bituelva. Området er i dag regulert som hyttefelt, men det planlegges omregulert til kommunalt boligfelt med mikrohus.

Denne rapporten inngår som et delarbeid i reguleringsprosessen og har som formål å identifisere flomutsatte arealer og fastsette sikker byggehøyde. Bakgrunnen for arbeidet er at deler av planområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetssone for flom, noe som utløser krav om fagkyndig vurdering av flomfare.

Oppdraget omfatter:

- Avklaring av NVEs aktsomhetssone
- Vurdering av nødvendige tiltak for å oppfylle kravene i TEK17

Det er lagt til grunn at planlagte mikrohus og småhus skal tilfredsstille flomsikkerhetsklasse F2, noe som innebærer sikring mot 200-årsflom. Vurdering av andre gjentaksintervall er utført som en del av arbeidet.

Flomvannføringene i beregningene er hentet fra NVEs verktøy NEVINA og er basert på regionale flomparametere. Oversvømmelse og vannstands nivåer er beregnet ved hjelp av en 2-dimensjonal hydraulisk vannlinjemodell etablert i HEC-RAS.

Ved en 200-årsflom berøres deler av planområdet, og bebyggelse nærmest vegene kan bli utsatt for oversvømmelse. Utførte beregninger tilsier at planlagte boliger bør heves med om lag 20-30 cm over dagens terrengnivå for å oppfylle kravene i TEK17 for 200-årsflom, inkludert klimapåslag og sikkerhetstillegg. Gitt at disse tiltakene gjennomføres vil ikke flomforholdene forverres for omkringliggende eiendommer.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Forutsetninger for flomberegning</b>	<b>4</b>
1.1	Beskrivelse av oppdraget	4
1.2	Beskrivelse av boligfeltet og fremtidige planer	5
1.3	Krav til flomsikring	6
1.4	Kart og datagrunnlag	6
1.5	Tidligere flomarbeid ved området	6
1.6	NVEs aktsomhetssone for flom	7
<b>2</b>	<b>Flomberegning</b>	<b>8</b>
2.1	Hydrologisk grunnlag og beregningsmetodikk	8
2.2	Beskrivelse av nedbørfelt	9
2.3	Mindre felt	11
2.4	Flomberegninger	12
2.5	Kontroll av nedbørfelt	12
2.6	Observasjoner	12
<b>3</b>	<b>Hydraulisk vannlinjemodell</b>	<b>13</b>
3.1	Beregningsmodell og datakvalitet	13
3.2	Grensebetingelser og friksjonsforhold	15
3.3	Infrastruktur, bebyggelse og andre forhold langs vassdraget	16
<b>4</b>	<b>Resultater og konklusjon</b>	<b>17</b>
4.1	Resultat og forutsetninger	17
4.2	Flomutbredelse og vannivå	17
4.3	Vurdering av sikker byggehøyde	20
4.4	Påvirkning på omkringliggende eiendommer	22
4.5	Vannføring i Sandbekken	23
<b>5</b>	<b>Diskusjon av resultatet.</b>	<b>24</b>
5.1	Vurdering av kvalitet	24
5.2	Sensitivitet i beregningene.	26
<b>6</b>	<b>Referanser</b>	<b>28</b>

# 1 Forutsetninger for flomberegning

## 1.1 Beskrivelse av oppdraget

Norconsult har vært engasjert av Vinje kommune for å bistå i detaljreguleringen av Mobø boligfelt med gnr./bnr. 136/71. Eiendommene ligger i Raulandsgrend ved samløpet mellom Klavabekken og en sidegren av Sandbekken (Figur 1). I tillegg renner elva Bitu ca. 250 m øst for planområdet.

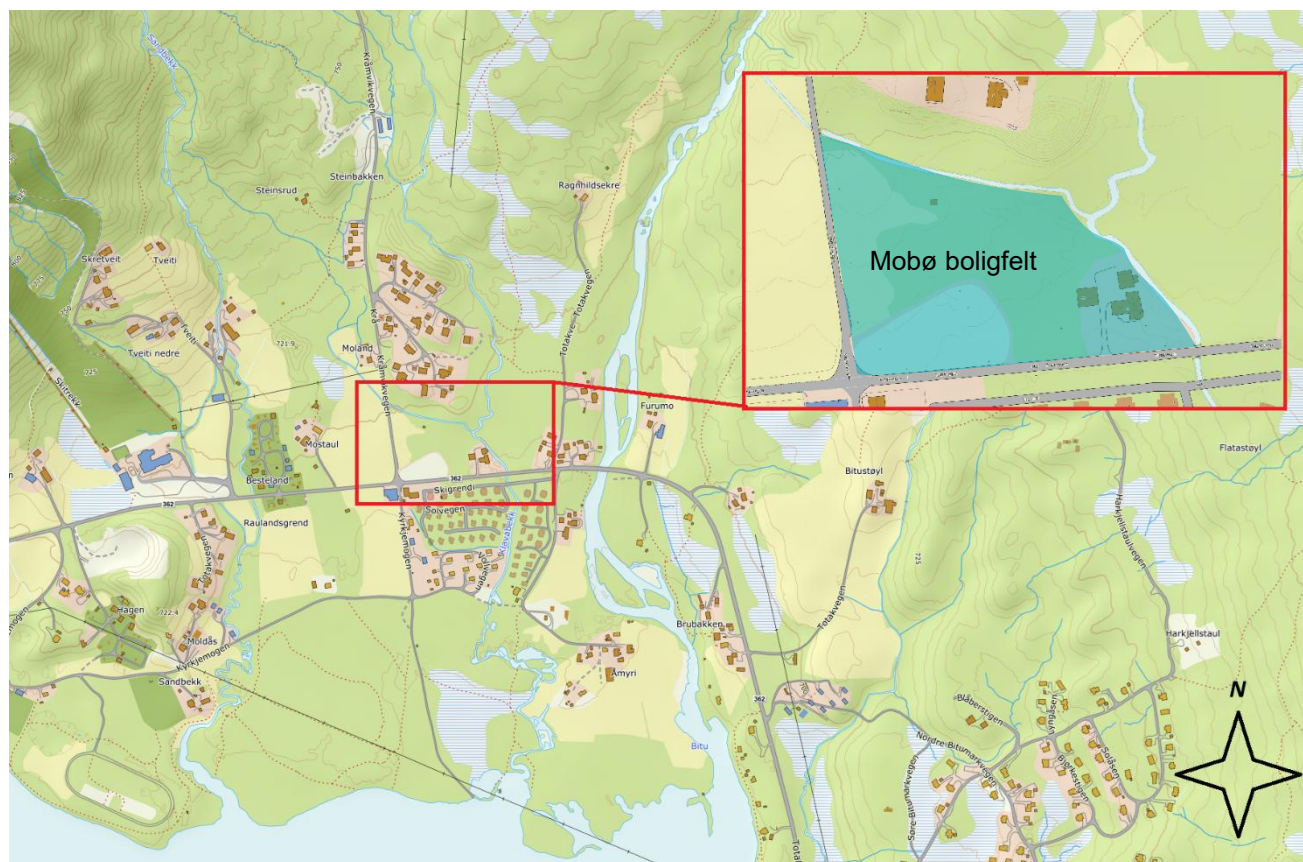
Mobø boligfelt er i dag regulert som hyttefelt, men planlegges omregulert til boligfelt. Ettersom området ligger innenfor NVEs aktsomhetsområde for flom, er det krav om utredning av flomfare av fagkyndig.

Det er tidligere gjennomført en flomvurdering for området, men denne ble ikke godkjent av NVE som grunnlag til den nye reguleringsplanen.

Oppdraget omfatter følgende:

- Avklaring av NVEs aktsomhetssone
- Vurdering av nødvendige tiltak for å oppfylle kravene i TEK17

Boligene tilhører flomsikkerhetsklasse F2 og skal sikres mot 200-årsflom. Biloppstillingsplasser, felleshus og gapahuk som etableres i tilknytning til boligene, vurderes å tilhøre flomkonsekvensklasse F1. De skal dermed sikres mot en 20-årsflom.

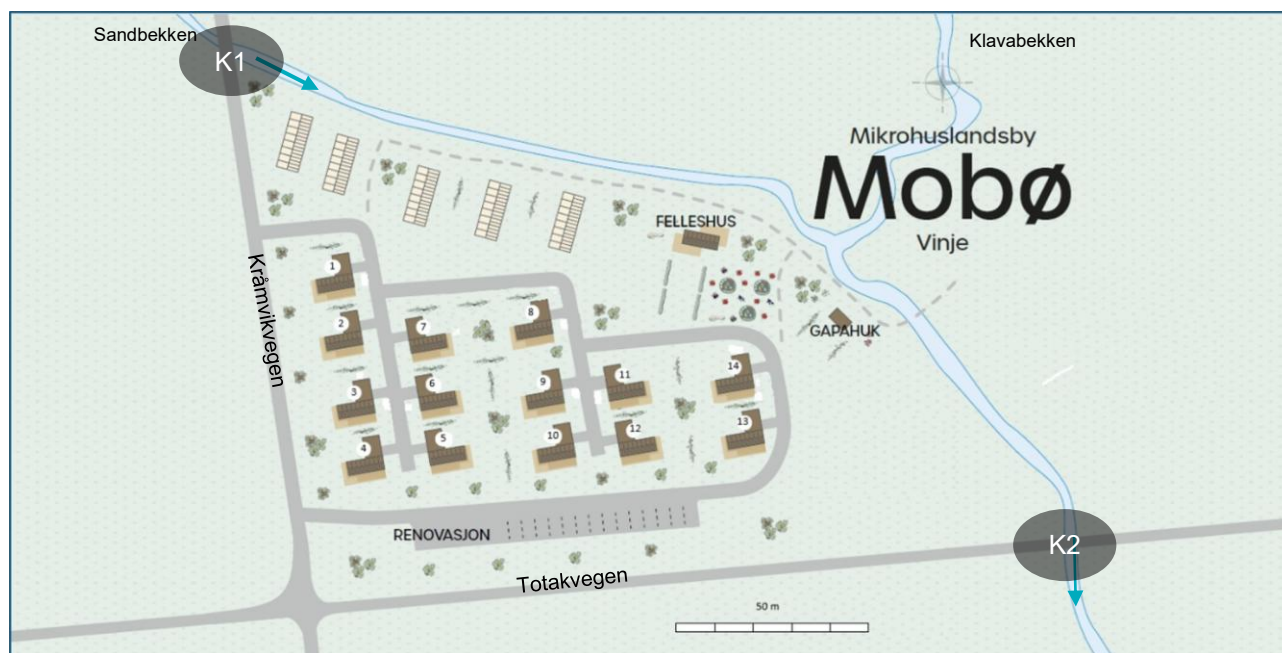


Figur 1: Oversikt over Raulandsgrend og plassering av planområdet (Mobø boligfelt).

## 1.2 Beskrivelse av boligfeltet og fremtidige planer

Boligfeltet er planlagt innenfor et avgrenset område mellom Kråmvikvegen, Totakvegen, Klavabekken og Sandbekken. Etter omreguleringen etableres et nytt boligområde med 14 mikrohus som får ca. 30 m<sup>2</sup> bruksareal per boenhet i tillegg carport. I tillegg planeres konsentrerte småhus på to stortomter nord om mikrohusen. Parkering planlegges langs Totakvegen, mens felleshus og gapahuk etableres i den nordøstre delen av området (Figur 2).

Det finnes i dag to bolighus som ikke er inkludert i planområdet, men som ligger i direkte tilknytting i det sørvestre hjørnet (Figur 3).



Figur 2: Bustadsveljar for Mobø - mikrohuslandsby. Lagd av Norske Mikroshus AS or redigert av Vinje kommune samt Norconsult. Kilde: Vinje Kommune, PlanID: 20240003



Figur 3: Mobø boligfelt er avgrenset innom den røde stripte linja. Det røde feltet i øst er ikke inkludert i planområdet. Kilde: Vinje Kommune, PlanID: 20240003



### 1.3 Krav til flomsikring

TEK17 krever at byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom med bestemte gjentakintervall. Dimensjonerende gjentakintervall avgjøres av bygningstype og skadekonsekvenser. En oversikt over sikkerhetsklasse for flom med tilhørende gjentakintervallkrav er vist i punktlisten under.

- F1 – Liten konsekvens (Garasje, lager, boder uten personopphold) – 20-årsflom
- F2 – Middels konsekvens (Bolighus, fritidsbolig, skole, kontorbygg) – 200-årsflom
- F3 – Stor konsekvens (Sykehjem, brann-/politistasjon, avfallsdeponi) – 1000-årsflom

Det er vurdert at planlagte boliger tilhører sikkerhetsklasse F2 og de skal sikres mot 200-årsflom. Biloppstillingsplass, felleshus og gapahuk tilhører sikkerhetsklasse F1 og skal sikres mot 20-årsflom.

### 1.4 Kart og datagrunnlag

Alle høyder i denne flomkartleggingen referer til høydegrunnlaget NN2000 med mindre annet er spesifisert.

Vannlinjemodellen og analysearbeidet er basert på laserdata over området lastet ned fra <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/> hvor oppmålingen «Vest-Telemark Nordre 10pkt 2025» er benyttet. Der er også inkludert FKB-data for avgrensning av bygninger og infrastruktur.

### 1.5 Tidligere flomarbeid ved området

Det ble utarbeidet en flomvurdering for boligfeltet i 2018 hvor vannføring på 7,6 m<sup>3</sup>/s ble beregnet for brua under Totakvegen. NVE har vurdert denne vannføringen som for lav og anbefaler i stedet en vannføring på 9,5 m<sup>3</sup>/s, basert på beregninger utført med NVEs verktøy NEVINA.

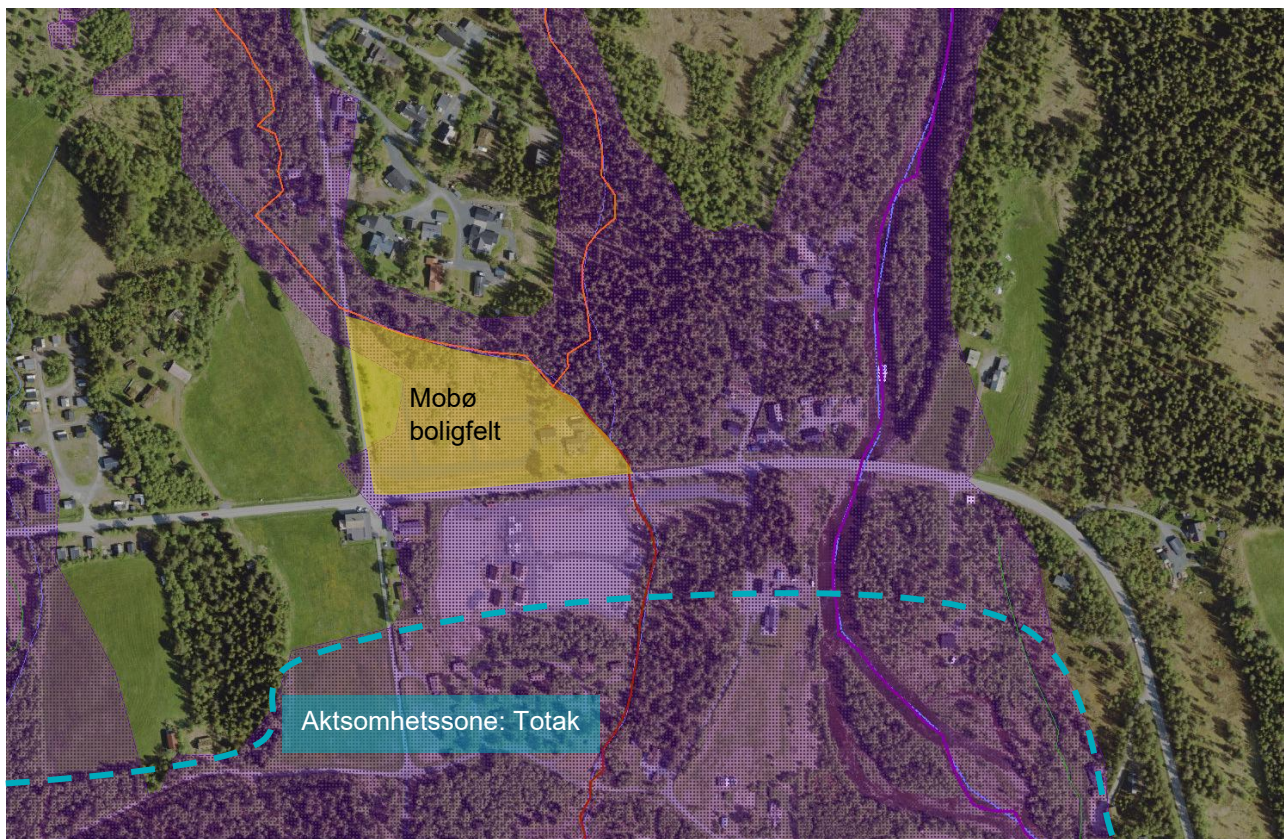
Den anbefalte vannføringen fra NVE vurderes å representere 200-årsflom i Klavabekken, inkludert et klimapåslag på om lag 40 %. I tillegg er det sannsynligvis tillagt et bidrag fra et mindre delfelt til Sandbekken.

I denne rapporten fremkommer det at vannføringen under brua på Totakvegen ved en 200-årsflom inkl klimapåslag, forutsatt tilstrekkelig flomsikring, er om lag 13,5 m<sup>3</sup>/s. Årsaken til avviket er at verken den tidligere flomvurderingen eller beregningene i NEVINA har tatt hensyn til et tilleggsbidrag som kommer fra Sandbekken under flom. Sandbekkens hovedløp ligger om lag 260 m vest for planområdet, og bidrar med et større nedbørfelt og høyere flomvannføring enn tidligere antatt.

## 1.6 NVEs aktsomhetssone for flom

NVEs aktsomhetssonekart for flom viser flomutsatte arealer på et oversiktsnivå. Kartet er basert på en landsdekkende høydemodell med grov oppløsning. Detaljeringsgraden gjør at kartet fungerer i tidligfase for å vurdere hvilke områder som kan bli berørt av flom. Fordi metodikken er forenklet bør ikke kartet brukes ukritisk for å vurdere flomfare. Erfaring tilser at kartet i de fleste tilfeller markerer et større område enn hva som er flomutsatt.

Utsnitt fra NVEs aktsomhetssone for flom er vist i Figur 4, og indikerer at planområdet kan være flomutsatt fra de nærmeste bekkene og elven Bitu. Hvis arealene innenfor aktsomhetssonen skal utnyttes til byggeformål eller endret bruk, er det nødvendig å avklare flomfaren av fagkyndig (NVE, 2022). Det gjøres som en del av dette arbeidet. Aktsomhetssonen fra magasinet Totak, som ligger nedstrøms planområdet, påvirker ikke planlagte tiltak.



Figur 4: NVEs aktsomhetssone for flom for området rundt boligfeltet. Kilde: NVEAtlas.no og modifisert av Norconsult.



## 2 Flomberegning

### 2.1 Hydrologisk grunnlag og beregningsmetodikk

Denne flomvurderingen fastsetter flomvannføring i elva Bitu ved bruk av formelverket RFFA-2018, med 20 % klimapåslag og en kulminasjonsfaktor på 18 %. RFFA-2018 er basert på beregninger for uregulerte nedbørfelt. Vannføringene i Bitu påvirkes av reguleringen i Bitdalsdammen, og det er sjelden flom i dette vassdraget. Det gjør at beregningene blir konservative sammenlignet med de faktiske flomforholdene i vassdraget ved lavere flomvannføringer.

Denne tilnærmingen er lagt til grunn da det ikke foreligger vannføringsmålinger i Bitu. Erfaringsmessig vil bruk av RFFA-2018 kunne gi høyere flomvannføringer enn det som er representativt for regulerte vassdrag ved lave gjentaksintervall, men omtrent tilsvarende verdier for svært store flommer (>200-årsflom). Dette skyldes at magasinkapasiteten normalt ikke er tilstrekkelig til å håndtere flomvolumene ved slike hendelser.

Kulminerende flomvannføringer i Sandbekken og Klavabekken er fastsatt ved bruk av NIFS-2015, med 20 % klimapåslag.

## 2.2 Beskrivelse av nedbørfelt

Alle nedbørfelt er beregnet med hydrologiske parametere basert på normalperioden 1961–1990. Ettersom normaltilsigtet for perioden 1991–2020 er noe lavere i området, er de mer konservative parameterverdiene valgt som grunnlag for beregningene.

### 2.2.1 Bitu

Bitu har et nedbørfelt på om lag 127 km<sup>2</sup>, hvor omtrent 67 % består av snauffjell, 14 % av skog, og resten av myr- og innsjøarealer. Terrenget har en høydevariasjon fra ca. 686 til 1621 moh. og en gjennomsnittlig høyde på rundt 1287 moh.

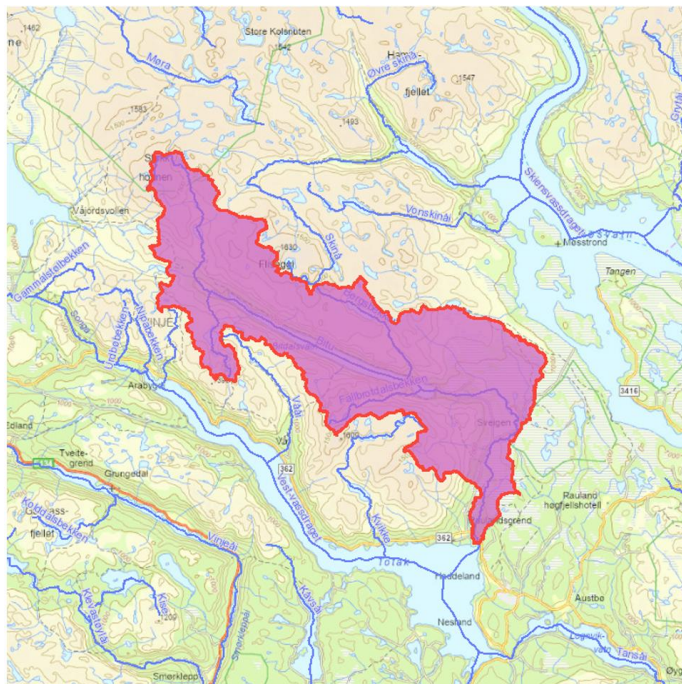
Vannstandsmålinger i Totak og Bitdalsvatn indikerer at flommer i hovedsak forekommer om høsten, særlig i perioden august til oktober. Vannføringsmålinger ved Longvikvatn, som renner inn i Totak sørøst for Bitu, viser imidlertid at betydelige flomvannføringer opptrer både i mai og oktober. Dette samsvarer godt med observerte flommer i Kvenna, som ligger rundt 20 km nord for Bitu.

Selv om målingene i hovedsak indikerer flommer som følge av snøsmelting i området, er to av de fem største registrerte vannføringene i Kvenna målt om sommeren og høsten. Nyere erfaringer med ekstremnedbør viser at sjeldne høstflommer kan gi flomvannføringer av samme størrelsesorden som tradisjonelle snøsmeltingsflommer.

Nedbørfeltinformasjon er gitt i Tabell 1, mens kart med nedbørfelt er vist i Figur 5.

Tabell 1: Nedbørfeltinformasjon for Bitu ved Raulandsgrend.

Feltareal (km <sup>2</sup> )	Effektiv sjø-% (%)	Høyde (min-avg-max) (moh.)	Normaltilsig Q <sub>N</sub> (l/s/km <sup>2</sup> )
127	0,8	686-1287-1621	40,2



Figur 5: Markering av nedbørfeltet til Bitu ved Raulandsgrend

## 2.2.2 Sandbekken

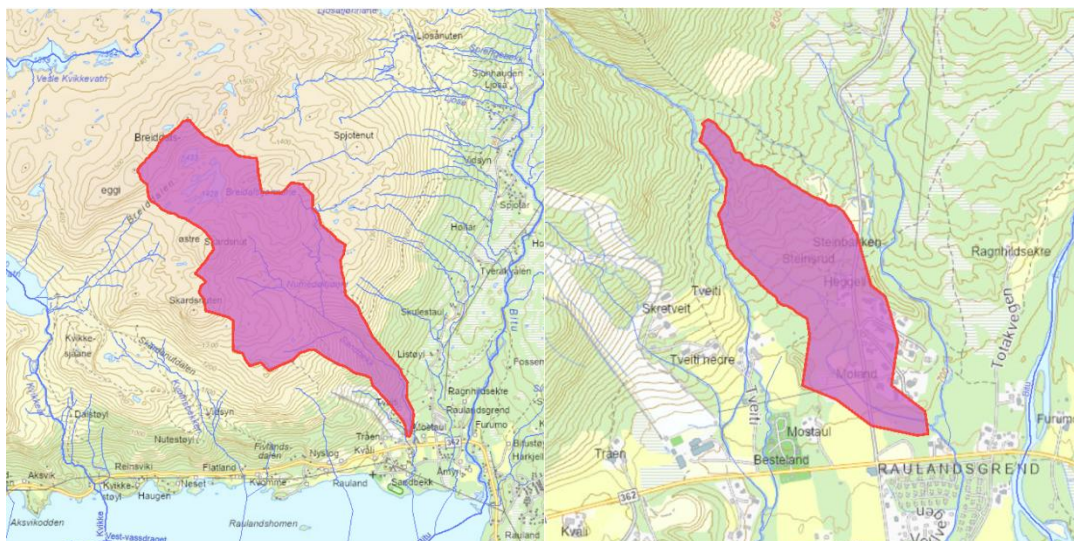
Sandbekken har et nedbørfelt på om lag 4,8 km<sup>2</sup>, hvor ca. 90 % består av snaufjell og rundt 7 % av skog. Resterende areal består hovedsakelig av myr og mindre vannflater. Høydene i nedbørfeltet varierer fra 702 til 1563 moh., med en gjennomsnittshøyde på omtrent 1395 moh. Nedbørfeltet er bratt og har rask hydrologisk respons ved nedbørhendelser. Sandbekken kommer fra Breidalstjønnane på 1428 moh., og passerer gjennom Numedøltjønne, men disse forventes ikke ha noen magasinerende eller dempende effekt ved flommer.

I tillegg til hovedfeltet har sidegrenen av Sandbekken som renner mot Mobø boligfelt et mindre nedbørfelt på ca. 0,2 km<sup>2</sup>, som ble lagt til grunn for vannføringsberegningene i den tidligere flomrapporten. Delfeltet består av om lag 75 % skog og 25 % bebyggelse og jordbruksareal. Høydene i dette delfeltet varierer fra ca. 698 til 811 moh., med en gjennomsnittshøyde på rundt 725 moh. Selv om delfeltet er lite i utstrekning, er det inkludert i denne rapporten og i vannlinjemodellen for å sikre konsistens med tidligere utredninger.

Nedbørfeltinformasjon er gitt i Tabell 2, mens markering av nedbørfeltene er vist i Figur 6.

Tabell 2: Nedbørfeltinformasjon for Sandbekken ved Raulandsgrend.

Felt	Feltareal (km <sup>2</sup> )	Effektiv sjø-% (%)	Høyde (min-avg-max) (moh.)	Normaltilsig Q <sub>N</sub> (l/s/km <sup>2</sup> )
Hovedfelt	4,8	0,6	702-1395-1563	44,6
Delfelt	0,2	0	698-725-811	20,5



Figur 6: Markering av nedbørfeltet til Sandbekken ved Raulandsgrend, hovedfeltet til høyre og delfeltet til venstre. Noter at det er ~20 ganger forskjell på skala mellom høyre og venstre kart.

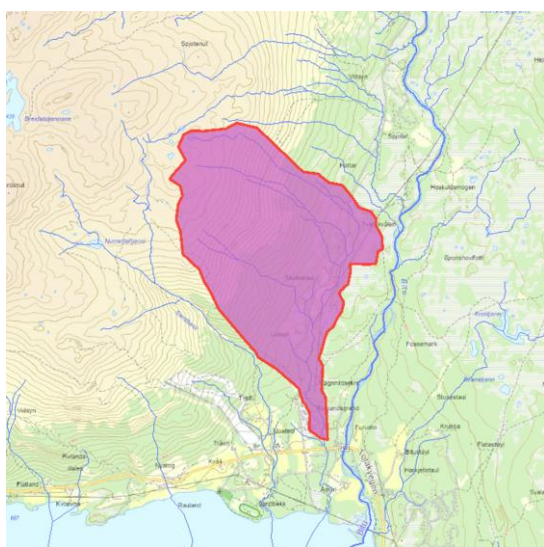
### 2.2.3 Klavabekken

Klavabekken har et nedbørfelt på om lag 2,9 km<sup>2</sup>, hvor ca. 41 % består av snaufjell og omtrent 48 % av skog. Høydene i nedbørfeltet varierer fra ca. 696 til 1377 moh., med en gjennomsnittshøyde på omtrent 971 moh. Det finnes ingen magasiner eller overføringer i nedbørfeltet som påvirker flomvannføringen.

Nedbørfeltinformasjon er gitt i Tabell 3, mens markering av nedbørfeltet er vist i Figur 7.

Tabell 3: Nedbørfeltinformasjon for Klavabekken ved Raulandsgrend.

Feltareal (km <sup>2</sup> )	Effektiv sjø-% (%)	Høyde (min-avg-max) (moh.)	Normaltilsig Q <sub>N</sub> (l/s/km <sup>2</sup> )
2,9	0	696-971-1377	31,5



Figur 7: Markering av nedbørfeltet til Klavabekken ved Raulandsgrend.

### 2.3 Mindre felt

I tillegg er det identifisert et mindre nedbørfelt oppstrøms Rauland skisenter på om lag 0,5 km<sup>2</sup>. Dette feltet er inkludert i vannlinjemodellen, men har ikke merkbar påvirkning på vannstandene i boligfeltet.

Det finnes også et mindre nedbørfelt mellom Klavabekkens nedbørfelt og Bitu. Hoveddelen av dette feltet har avrenning mot Bitu, mens resterende arealer er svært små og vurderes å ha neglisjerbar betydning. Disse delene er derfor ikke beregnet eksplisitt i NEVINA, da bidraget til flomvannføringen anses som ubetydelig.



## 2.4 Flomberegninger

Flomvannføringen ved middelflom ( $Q_M$ ), 20-årsflom ( $Q_{20}$ ) og 200-årsflom ( $Q_{200}$ ), fra NEVINA, er presentert i Tabell 4. Presenterte vannføringer er kulminasjonsflom.

Tabell 4: Flomvannføringer ved Mobø Boligfelt fra NEVINA.

Navn	$Q_M$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{20}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{200}$ (m <sup>3</sup> /s)	klimapåslag (%)	$Q_{20}$ inkl. klima (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{200}$ inkl. klima (m <sup>3</sup> /s)
Bitu	42,3	84,5	140,4	20	101,4	168,5
Sandbekken – Hovedfelt	4,1	6,8	10,8	20	8,2	13,0
Sandbekken – Delfelt	0,2	0,3	0,5	20	0,4	0,6
Klavabekk	2,4	4,1	6,5	20	4,9	7,8

## 2.5 Kontroll av nedbørfelt

Det foreligger ingen direkte vannføringsmålinger i bekkene eller i Bitu. Nedbørfeltene er derfor sammenlignet med målte nedbørverdier fra værstasjonene Mogen og Rauland II, som viser 12-timers nedbørmengder i størrelsesorden 35–42 mm i perioden 2016–2022. Dette tilsvarer en gjennomsnittlig nedbørintensitet på om lag 3,3 mm/h, som gir en spesifikk avrenning på ca. 0,93 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>.

For Sandbekken tilsvarer dette en beregnet middelflom på om lag 4,5 m<sup>3</sup>/s, mens tilsvarende verdi for Klavabekken er ca. 2,7 m<sup>3</sup>/s. Disse estimatene samsvarer godt med beregnede middelflomvannføringer fra NEVINA.

## 2.6 Observasjoner

Beboere i området har observert at vannstanden ved tidligere snøsmelteflommer har nådd opp til vegbanen i krysset mellom Totakvegen og Kråmvikvegen.

## 3 Hydraulisk vannlinjemodell

### 3.1 Beregningsmodell og datakvalitet

Flomkartleggingen ved Mobø boligfelt er gjennomført med en 2-dimensjonal hydraulisk modell i HEC-RAS. Modellgrunnlaget består av lidarbaserte terrengdata, benyttet med små justeringer av elve- og bekkebunn. Elva og bekkene i området er relativt bratte og hadde lite vann under oppmålingen. Det ble derfor vurdert som unødvendig å senke elve- eller bekkebunnen i modellen.

Enkelte bruer og kulverter sør for Totakvegen er erstattet med modellerte kanaler nedstrøms fra strekninger der vannet allerede har gått overkritisk, og som dermed ikke påvirker vannstanden i boligfeltet. Ved brua over Bitu langs Totakvegen er brua fjernet i modellen, og elvebunnen er interpolert mellom oppstrøms og nedstrøms geometri. Modellvalgene er gjort konservativt der disse kan ha innvirkning på beregnede vannstander.

HEC-RAS beregner strømming mellom celler i et beregningsnett med varierende cellestørrelser. Sannsynlige bekkeløp, veger og elveløp er representert med «break lines» for å sikre korrekt gjengivelse av topografi samt elve- og bekkeløp. Cellenes orientering er også tilpasset for å følge forventet strømningsretning.

Modellen benytter ligningssettet «SWE-EM», som er valgt fremfor det mer brukte «SWE-ELM», da dette er bedre egnet for komplekse, momentavhengige strømningsforhold, slik som ved innløpet i øvre del av Sandbekk.

Modellens tidskritt er satt til 0,2 sekunder, noe som gir Courant-tall under 1 i nesten hele modellområdet, med unntak av korte strekninger (1–2 m) i de bratteste partiene av Sandbekken og Klavabekken. Modellområdet er vist i Figur 8, og sentrale modellvalg og parametere er oppsummert i Tabell 5.

Tabell 5: Informasjon om vannlinjemodell benyttet for flomkartlegging ved Mobø boligfelt.

Parameter	Verdi
Dataprogram	HEC-RAS
Modelltype	2-dimensjonal
Terrenggrunnlag	Lidar-data lastet ned fra høydedata.no: Vest-Telemark Nordre 10pkt 2025
Høydesystem	NN2000
Korrigeringer i elveløp	Mindre korrigeringer for uproblematiske strekninger.
Cellstørrelse i modell	15x15 m i grunn med 2x2 eller 3x3 m for spesifikke områder. 5x5m i Bitu og 1,5x1,5 m i bekker
Ligningssett	SWE-EM
Turbulensmodell	None
Øvre grensebetingelser	Flomvannføring ved $Q_M$ , $Q_{20}$ og $Q_{200}$
Nedre grensebetingelser	Vannstand i Totak på 687 moh.
Friksjonforhold	Fastsatt med AR5-fil fra KFB-data og erfaringstall fra Vassdragshåndboka.





Figur 8: Oppsett av modellert område. Områdene med finere cellestørrelser (rødskravert) og elv- samt bekkeløp (røde linjer), med Mobø boligfelt ved vegkrysset i midten. Øvre- og nedre grensebetingelser er satte ved blå linjer.

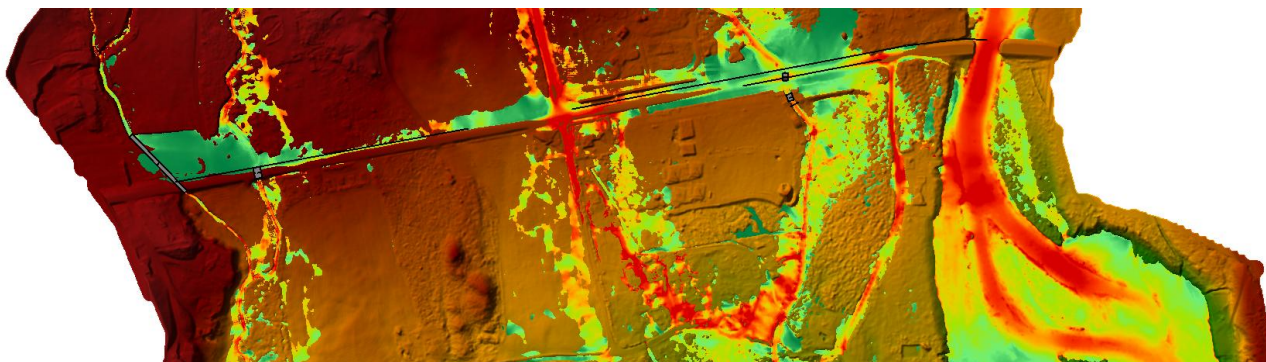


## 3.2 Grensebetingelser og friksjonsforhold

### 3.2.1 Grensebetingelser

Vannlinjemodellen er etablert med øvre og nedre grensebetingelser. Oppstrøms grensebetingelse er satt som beregnet flomvannføring i vurderte vassdrag for de vurderte gjentakintervallene middelflom, 20-årsflom og 200-årsflom. Ettersom flomhendelsene har lang varighet sammenlignet med modellens konsentrasjonstid, er konstant kulminasjonsvannføring benyttet i beregningene. Alternativet ville vært å simulere et tidsavhengig flomforløp, men dette vurderes ikke å ha betydning for resultatene.

Nedstrøms grensebetingelse er satt til en vannstand på kote 687 moh. i Totak, som tilsvarer omtrent de høyeste registrerte vannstandene i Totak de siste 10 årene. I modellen går Bitu og alle bekkeløp over i overkritisk strømming (Froudetall  $Fr > 1$ ) sør for Kråmvikvegen, som vist i Figur 9. Dette innebærer at vannstanden i Totak må heves med om lag 8 m før nedstrøms grensebetingelse vil få innvirkning på beregnet vannstand i boligfeltet.



Figur 9: Froudetall ( $Fr$ ) sør for Totakvegen ved  $Q_{200}$ . Rød farge tilsvarer  $Fr = 1$ , mens grønn farge tilsvarer  $Fr = 0$ .

### 3.2.2 Friksjonsforhold

Friksjonsfaktoren i modellen er basert på Manningstall ( $M=1/n$ ), og varierer fra  $n=0,01$  ved noen kulverter til  $n=0,1$  i skogområdene. Manningstallet i elveløpet er satt til 0,03 i bekker og elveløp. Inndeling av arealsoner er basert på arealressurskart fra NIBO, mens valg av Manningstall er gjort med utgangspunkt i erfaringstall fra vassdragshåndboka til NVE. En oversikt over Manningstall benyttet i modeller er vist i Tabell 6.

Tabell 6: Oversikt over Mannings-tall benyttet i vannlinjemodellen.

Arealtype	Mannings-koeffisient (n)
Bebyggd	0,04
Infrastruktur	0,025
Fastmark og jordbruksareal	0,060
Ferskvann	0,030
Skog	0,100
Myr	0,080



### 3.3 Infrastruktur, bebyggelse og andre forhold langs vassdraget

Elva Bitu krysses av en vegbru øst for planområdet. Brua har god frihøyde over elveløpet og det er et betydelig fall i elva inn mot brua. På bakgrunn av dette vurderes brua ikke å ha vesentlig påvirkning på vannstanden i elva.

Under Kråmvikvegen er det etablert en sirkulær kulvert for Sandbekken med diameter på 1,0 m. Videre finnes det på Totakvegen en bru over Klavabekken med en lysåpning på ca.  $B \times H = 2,6 \times 1,2$  m.

Bekkene i området krysses av flere veger med kulverter. Kulvertdiametrene varierer fra om lag 0,3 m opp til 1,0 m. Mindre kulverter med antatt eller målt diameter mindre enn ca. 0,6 m er ikke inkludert i modellen, da disse vurderes å kunne bli blokkert av løsmasser og vegetasjon under større flomhendelser. Større kulverter som ligger i god avstand fra planområdet er målt i kartgrunnlag eller inkludert basert på tilgjengelig geometri der dette har vært mulig. Kulverter i umiddelbar nærhet til planområdet er i tillegg verifisert ved befaringsmåling i felt.

Bebyggelse innenfor planområdet er modellert som rektangulære objekter med høyde opp til kote 700 moh., tilsvarende en antatt bygningshøyde på om lag 5 m. Det nyetablerte hytteområdet rett sør for Totakvegen er klassifisert som «skog» i AR5-datasettet. Dette vurderes som en akseptabel tilnærming, og modellresultatene viser at området ikke berøres av oversvømmelse ved en 200-årsflom. Eldre boligbebyggelse sør for krysset mellom Totakvegen og Kråmvikvegen er modellert på tilsvarende måte som bebyggelsen innenfor planområdet.

Bebyggelse lenger unna planområdet er i begrenset grad eksplisitt modellert, annet enn ved å være representert som svakt opphøyde områder i terrengmodellen. Noen av disse er også inkludert i AR5-datasettet som «bebygd område», med tilhørende ruhet representert ved en Mannings n-verdi på 0,025.

## 4 Resultater og konklusjon

### 4.1 Resultat og forutsetninger

Resultatene fra den utførte flomvurderingen er presentert i kartutsnitt i de påfølgende delkapitlene. Kartene viser flomutbredelse med beregnet vanndybde.

Alle henvisninger til 20-årsflom og 200-årsflom inkluderer et klimapåslag på 20 % selv om det ikke står eksplisitt.

### 4.2 Flomutbredelse og vannivå

#### 4.2.1 Middelflom

Middelflom er inkludert som en del av analysen for å vurdere modellens kvalitet under en erfart flomhendelse. Beregnet flom ligger på nivå med vegen som samsvarer med observasjoner fra snøsmelteflommer.

Resultatene er vist i Figur 10, der beregnet vanndybde er angitt med fargeskala fra lys blå (ca. 0,05 m) til mørk blå (ca. 1,0 m). Hus markert med røde bokser er i risiko for å hamne i kontakt med vannet vis ikke noen flomsikring skjer.

Ved middelflom er vannføringen under Totakvegen (K2) om lag  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ , som tilsvarer tilrenningen til denne kulverten. Tillrenningen til kulverten under Kråmvikvegen (K1) er  $2,1 \text{ m}^3/\text{s}$  og vannføringen i kulverten er beregnet til ca.  $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Det betyr at resterende  $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$  av vannføringen i Sandbekken renner sørover langs Kråmvikvegen.

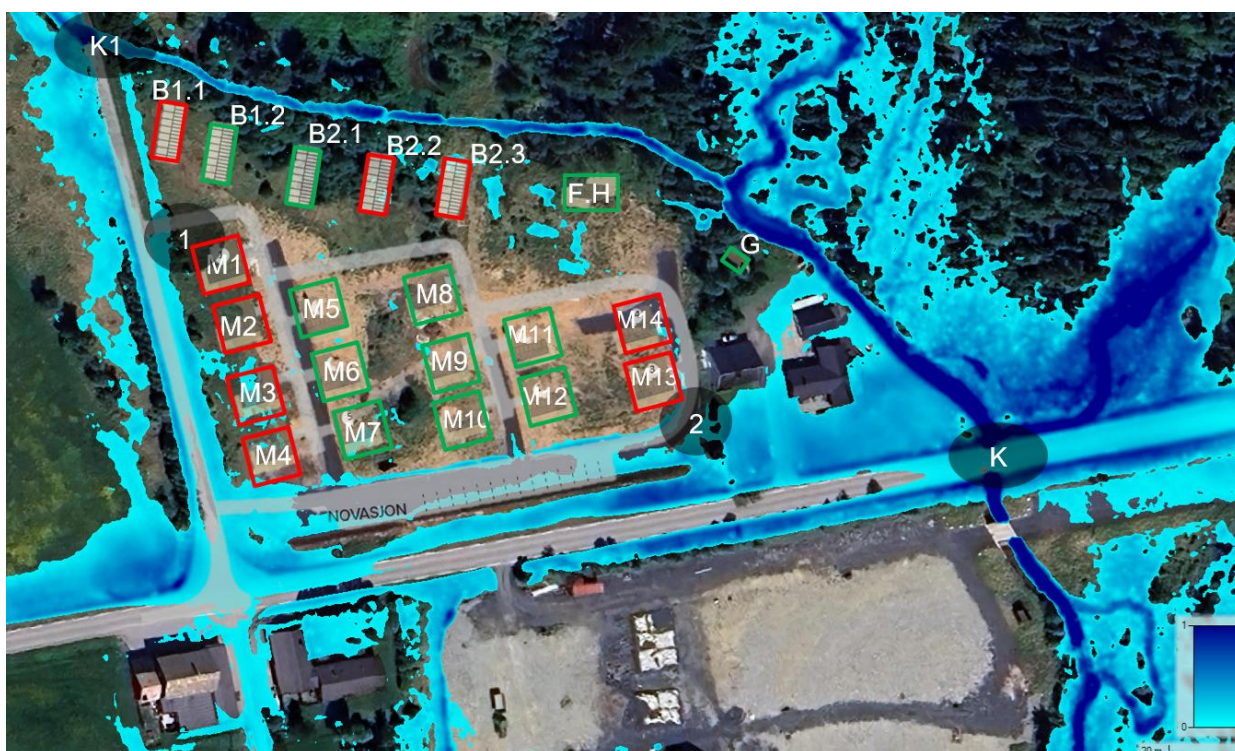


Figur 10: Vanndybde ved middelflom ( $Q_M$ ), skalert fra 0,05-1 m. Planlagte bygg som er i kontakt med vannet før utført flomsikring er markert med røde bokser, og bygg vurdert utenfor risiko markert med grønne bokser.

#### 4.2.2 20-årsflom inkl. klimapåslag (sikkerhetsklasse F1)

Ved en 20-årsflom inkl. 20 % klimapåslag blir ikke bebyggelse på planområdet berørt (Figur 11). Figuren indikerer noe vann på planområdet, men det skyldes fremst numerisk diffusjon mellom cellene i vannlinjemodellen, og ikke reell oversvømmelse eller forhøyet vannstand. Hus markert med røde bokser er i risiko for oversvømmelse vis ikke noen flomsikring skjer.

Ved 20-årsflom er kapasiteten i kulverten under Totakvegen (K2), sørøst for planområdet, beregnet til om lag 3,9 m<sup>3</sup>/s. Dette er lavere enn tilrenningen til kulverten, som er estimert til ca. 8,8 m<sup>3</sup>/s. Kapasiteten i kulverten under Kråmvikvegen (K1) er beregnet til ca. 1,4 m<sup>3</sup>/s, mens vannføringen i Sandbekken fra vest er om lag 4,9 m<sup>3</sup>/s.



Figur 11: Vanndybde ved 20-årsflom ( $Q_{20}$ ), skalert fra 0,05-1 m. Planlagte bygg som er i kontakt med vann markert med røde bokser og bygg som vurderes å ikke være flomutsatte markert med grønne bokser.



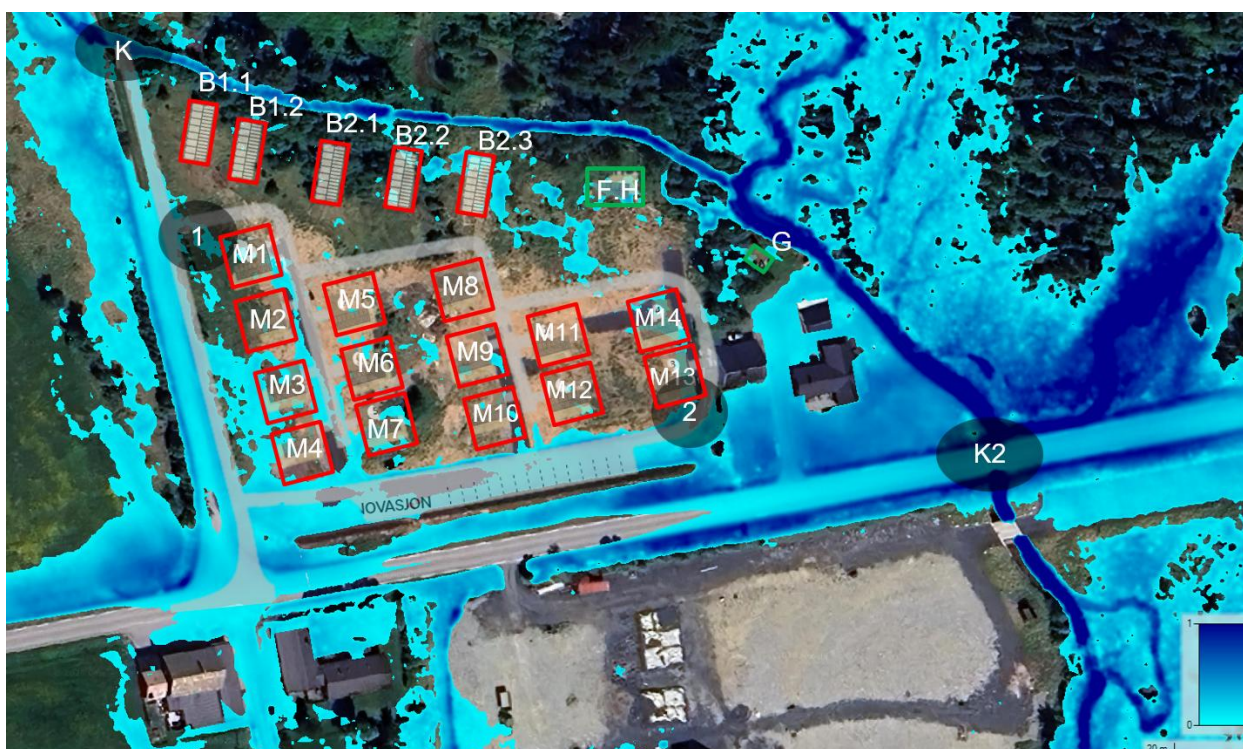
#### 4.2.3 200-årsflom inkl. klimapåslag (sikkerhetsklasse F2)

Ved en 200-årsflom inkl. 20 % klimapåslag oversvømmes deler av planområdet, slik som vist i Figur 12. Vanndybden innenfor planområdet er relativt små og ligger på rundt 0,1-0,2 m, hus markert med røde bokser er i risiko for oversvømmelse vis ikke noen flomsikring skjer.

Resultatene viser videre at kulverten under Totakvegen (K2) ved oversvømmelse kun avleder en vannføring på om lag 3 m<sup>3</sup>/s. Kulverten er dimensjonert for en kapasitet på ca. 7,3 m<sup>3</sup>/s, men kapasiteten reduseres fordi kulverten blir fullstendig dykket fra nedstrøms side under en 200-årsflom.

Underdimensjoneringen skyldes flere forhold. For det første blir vannføringen i Klavabekken betydelig høyere enn tidligere antatt, ettersom Sandbekken bidrar mer enn tidligere beregninger har lagt til grunn. Dette øker vannføringen i Klavabekken til rundt 9,5 m<sup>3</sup>/s. I tillegg bidrar bekkeløpet fra Sandbekken i vest med en vannføring på omtrent 8,2 m<sup>3</sup>/s (hvorav ca. 4 m<sup>3</sup>/s renner gjennom planområdet), noe som er om lag ti ganger høyere enn verdiene som tidligere er lagt til grunn ved dimensjonering av de to kulvertene i området.

Tilsvarende som for 20-årsflommen er vannføringen gjennom kulverten under Kråmvikvegen (K1) beregnet til om lag 1,4 m<sup>3</sup>/s ved en 200-årsflom, mens resterende vannføring overtopper vegen eller tvinges sørover i retning Totakvegen.



Figur 12: Vanndybde ved 200-årsflom, skalert fra 0,05-1 m. Alle bygg i flomsikkerhetsklasse F2 (røde bokser) vurderes å være flomutsatte om det ikke utføres noen flomsikring. Bygg i flomsikkerhetsklasse F1 markert med grønne bokser. Punkt 1 og 2 er brukt før vannstandsanalyse der punkt 1 før den høyeste vannstanden i planområdet og punkt 2 den laveste.



### 4.3 Vurdering av sikker byggehøyde

For byggesaker skal det vurderes et vertikalt sikkerhetspåslag på beregnede flomnivåer for å ivareta usikkerheter i beregningene. Størrelsen på sikkerhetspåslaget fastsettes ved å øke dimensjonerende vannføring med et prosentvis tillegg, avhengig av kvaliteten på det hydrologiske datagrunnlaget og tilgangen på kalibreringsdata (NVE, 2022).

Forholdene som ligger til grunn for valg av sikkerhetspåslag er oppsummert i Tabell 7, og tilsier at vannføringen bør økes med 30 % for å ta høyde for usikkerhet i modelleringen. En slik økning i vannføring medfører at beregnet vannstand stiger med 0,0-0,3 m.

Tabell 7: Forhold som styrer sikkerhetspåslaget.

Hva	Klasse / faktor / nivå
Klassifisering av kalibreringsnivå	C
Klassifisering av flomberegning	Klasse 3
Prosentvist påslag på flomberegning	30 % økt vannføring
Vertikalt sikkerhetspåslag	0,3 meter

Terrengnivået innenfor planområdet varierer, og det er ikke mulig å fastsette en sikker byggehøyde som gjelder for alle bygg. Isteden er det gjort en vurdering av hvilket nivå grunn for fundament for hvert enkelt bygg må plasseres på. Dette er oppsummert i Tabell 8. Kotene er basert på konseptskisse og kan legges til grunn som generelle byggehøyder for de respektive tomtene. Felles for alle bygg er at Norconsult anbefaler at de plasseres minimum 0,3 meter høyere enn eksisterende terreng og samtidig høyere enn tilstøtende terreng. Dette for å sikre at de ikke blir berørt av hverken flomvann på avveie eller ekstrem nedbør.

Tabell 8: Anbefalt laveste kote for bygg som sikres mot 200-årsflom inkl. klimapåslag, M - Mikrohus, B - Småbolig-konsentrert.

Tomt	Bygg	Anbefalt kote (moh.)
7	M1	699,0
5	M2	698,7
3	M3	697,9
1	M4	697,6
6	M5	698,1
4	M6	697,4
2	M7	697,2
12	M8	697,4
10	M9	697,1
8	M10	696,7
11	M11	696,8
9	M12	696,4
13	M13	696,1
14	M14	696,5
BFK1	B.1.1	700,0
BFK1	B.1.2	699,6
BFK2	B.2.1	698,9
BFK2	B.2.2	698,3
BFK2	B.2.3	697,7

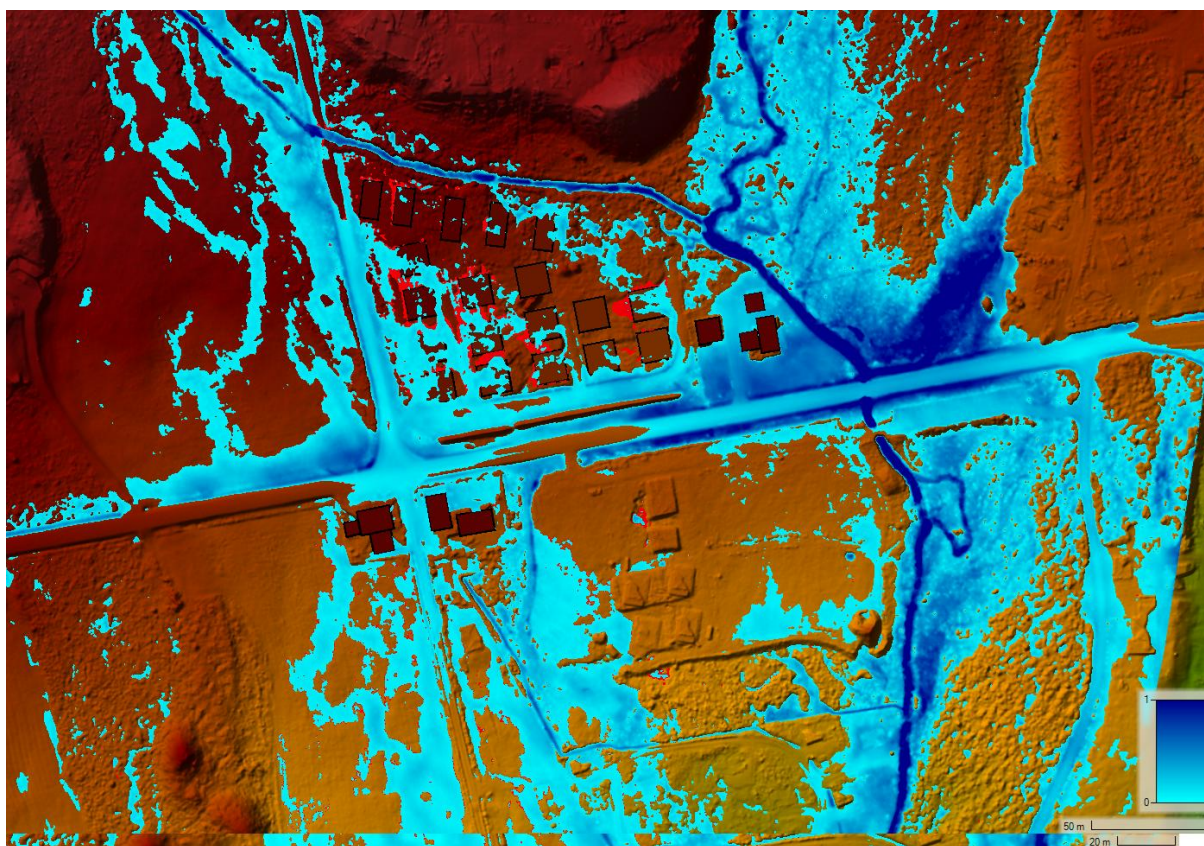
Nord på området er det lagt en voll langs Sandbekken. Modelltester der vollen slettes tilviser at de anbefalte kotene i Tabell 8 fortsatt er tilstrekkelige for å sikre byggene i flomkonsekvensklasse F2 mot flom ved en 200-årsflom med klima- og sikkerhetspåslag.

Kulverten under Kråmviksvegen (K1) har lite kapasitet ved vurderte flomhendelser, både beregnede og erfarte. På sikt er det aktuelt at den oppgraderes slikt at økt vannføring ledes forbi planområdet. Det er vurdert en situasjon hvor denne kulverten er fjernet i sin helhet. Resultatene fra dette tilviser at kotene i Tabell 8 fortsatt er tilstrekkelige for flomsikring og at det skulle ikke utgjøre en ekstra flomfare for omkringliggende eiendommer. Dette tiltaket skulle maksimalt kunne øke vannføringen ved K1 fra ~1,3 m<sup>3</sup>/s til ~5,6 m<sup>3</sup>/s.

#### 4.4 Påvirkning på omkringliggende eiendommer

Tiltaket med terrengheving for flomsikring av planlagt bebyggelse berører et begrenset areal, konservativt anslått til om lag 500 m<sup>2</sup>, og innebærer lave vannmengder (ca. 1,5 m<sup>3</sup>/s). Ettersom formålet med tiltaket primært er å ivareta sikkerhet under usikre forhold, og siden deler av beregnet vannpåvirkning innenfor planområdet i stor grad skyldes numerisk diffusjon i den hydrauliske modellen, vurderes den foreslåtte terrenghevingen ikke å medføre økt flomrisiko for bebyggelse eller eiendommer utenfor planområdet.

Dette underbygges av en test der terrenget i de delene av planområdet hvor bygninger er planlagt oppført, er hevet til de anbefalte kotene i Tabell 8. Testen viser neglisjerbare endringer i beregnet 200-årsflom med klima- og sikkerhetspåslag (forendring markert med rød farge i Figur 13).



Figur 13: Flomutbredelse ved 200-årsflom (Q200) når deler av planområdet der bygninger er planlagt oppført er hevet til kote 700 moh. (gul skravering). Ny flomutbredelse er markert med rød farge.

## 4.5 Vannføring i Sandbekken

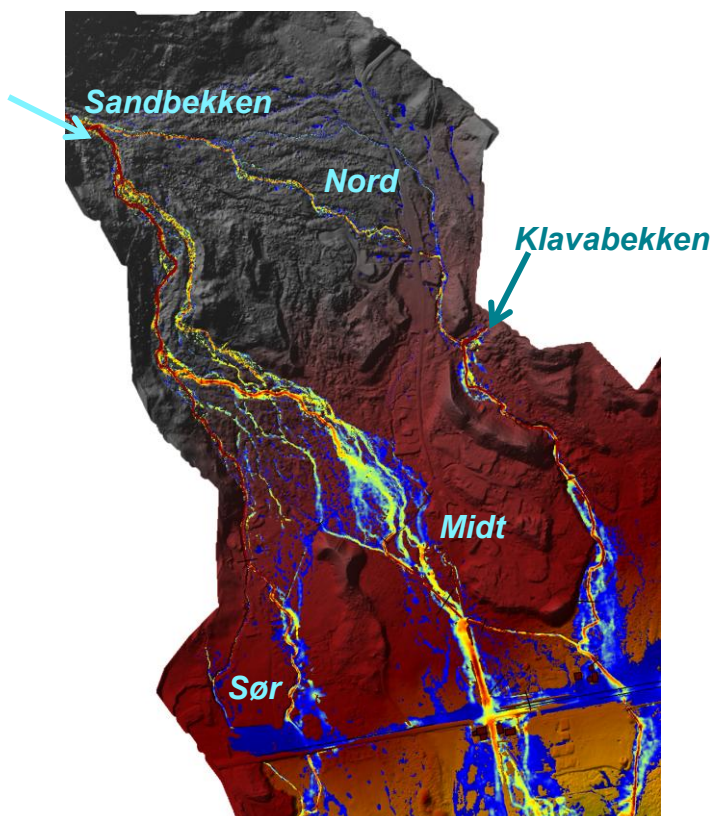
I forbindelse med arbeidet ble det avdekket at tidligere flomberegninger for området rundt planområdet har lagt til grunn vannføringer i det nordre bekkeløpet basert utelukkende på det 0,2 km<sup>2</sup> store delfeltet til Sandbekken. Dette har lagt til grunn at kulvertene ved området er underdimensjonerte.

Ved flom følger Sandbekken i hovedsak tre bekkeløp gjennom nordre del av Raulandsgrend. Det nordre bekkeløpet går sammen med Klavabekken om lag 700 m nord for planområdet, det midtre bekkeløpet renner mot planområdet, og det søndre bekkeløpet går sørover forbi Rauland skisenter. Bekkeløpene er vist i Figur 14, og fordelingen av vannføringen mellom disse er presentert i Tabell 9.

Resultatene viser at det midtre bekkeløpet utgjør Sandbekkens hovedløp under flomforhold. I karttjenester som Norgeskart.no og Google Maps er bekkeløpene ikke entydig framstilt, og de fremstår som tre separate bekker, hvor kun det søndre løpet er navngitt som «Sandbekken». I NVE-atlas (atlas.nve.no) er derimot kun det midtre bekkeløpet klassifisert som bekk med aktsomhetssone for flom. Aktsomhetssonen følger dette løpet fra planområdet og videre oppstrøms helt til Breidalstjønnane.

Tabell 9: Fordeling av vannføring i Sandbekken gjennom de hovedsakelige bekkeløpene. Verdier for «vannføring midt» er eksklusive det mindre delfeltet.

Flom	Total Vannføring (m <sup>3</sup> /s)	Vannføring Nord (m <sup>3</sup> /s)	Vannføring Midt (m <sup>3</sup> /s)	Vannføring Sør (m <sup>3</sup> /s)
Q <sub>M</sub>	4,1	0,6	1,8	1,7
Q <sub>20</sub>	8,2	1,1	4,8	2,3
Q <sub>200</sub>	13,0	1,4	7,5	3,8
Q <sub>200</sub> +sikkerhet	16,9	2,1	10,2	4,6



Figur 14: Bekkeløp for Sandbekken gjennom nordre Raulandsgrend ved en 200-årsflom.



## 5 Diskusjon av resultatet.

### 5.1 Vurdering av kvalitet

#### 5.1.1 Kvalitet på hydrologisk grunnlag

Det hydrologiske grunnlaget som ligger til grunn for flomberegningene i denne rapporten er vurdert å tilhøre datakvalitetskasse C. Definisjonen av kvalitetsklasse C er at «modellen er kalibrert for vannføringer mindre enn en 20-årsflom, og avviket mellom beregnede og observerte vannstander er i hovedsak inntil 30 cm», mens underklasse 3 innebærer «brukbart hydrologisk grunnlag, men med store gradienter i spesifikke flomstørrelser innenfor området».

Plasseringen i kvalitetsklasse C3 er basert på flere forhold. For det første foreligger observasjoner som viser vannstand opp mot vegenivå ved hendelser tilsvarende middelflom. Videre er forskjellen i beregnet vannstand mellom 20- og 200-årsflom inkl. klimapåslag relativt liten (om lag 5 cm), til tross for at vannføringen øker med omtrent 50 %. Samtidig gir et sikkerhetspåslag på 30 % på  $Q_{200}$  en økning i vannstanden på om lag 0,2 m.

Usikkerheten i det hydrologiske grunnlaget er i hovedsak knyttet til at det dreier seg om små bekker i og ved planområdet, og at det ikke foreligger direkte vannføringsmålinger i disse. Bruk av formelverket NIFS-2015 vurderes likevel som godt egnet for denne typen bekker, i tråd med anbefalinger fra NVE (NVE, 2025).

For elva Bitu er flomberegningen basert på RFFA-2018, som i større grad er utviklet for uregulerte vassdrag. Dette kan gi økt usikkerhet ved lavere gjentaksintervall. Resultatene viser imidlertid at selv med et samlet påslag på om lag 84 % (kulminasjonsfaktor, klimapåslag og usikkerhet) ligger beregnet flomnivå i Bitu fortsatt omtrent 1 m under nivå der elva vil gå over sine bredder og potensielt påvirke planområdet.

#### 5.1.2 Kvalitet på høydegrunnlag

Terrenggrunnlaget som er benyttet i HEC-RAS-modellen er basert på lidar-data fra flybåren laserskanning, med kun mindre lokale korrigeringer i områder langt fra planområdet. Datagrunnlaget vurderes som godt, og terrengformasjonene er detaljert gjengitt, også langs elver og bekker frem til og gjennom planområdet. Det forventes derfor ikke at mer detaljerte terrengdata vil gi vesentlig endrede beregningsresultater.

Det presiseres at terrengmodellen reflekterer forholdene på tidspunktet for oppmålingen. Endringer som er observert i etterkant vurderes ikke å påvirke beregningsresultatene i vesentlig grad, men dette kan endre seg ved framtidige inngrep. Datagrunnlaget er fra 2025, og Norconsult har verken kjennskap til eller forventning om større terrengendringer utover nylig etablert hyttebebyggelse sør for Kråmvikvegen.

### **5.1.3 Beregningskvalitet**

Det foreligger ingen pålitelige vannstandsmålinger fra vassdragene i området, og det har derfor ikke vært mulig å gjennomføre en full kalibrering av vannlinjemodellen. Resultatene er i hovedsak basert på hydrauliske simuleringer i HEC-RAS, supplert med kontroll mot én kjent flomhendelse. Tilgang til kalibreringsdata ville ha forbedret modellens nøyaktighet og redusert usikkerheten i resultatene.

Som for alle ikke-kalibrerte vannlinjemodeller er det knyttet usikkerhet til beregningene, og dette er hensyntatt gjennom valg av konservative modellforutsetninger og bruk av sikkerhetspåslag ved fastsettelse av dimensjonerende flomnivåer.

Videre tar vannlinjemodellen ikke hensyn til mulige terrengendringer som følge av erosjon eller massetransport under flom. Slike prosesser kan forekomme ved store flomhendelser og kan påvirke både vannføring og flomutbredelse. Fravær av slike prosesser i modellen utgjør en liten svakhet i beregningsgrunnlaget, men vurderes ikke å endre hovedkonklusjonene i denne rapporten.

## 5.2 Sensitivitet i beregningene.

### 5.2.1 Bru- og kulvertkapasitet

Vegbrua som krysser elva Bitu har god frihøyde over elveløpet og vurderes ikke å bli vesentlig påvirket av flomforholdene i området.

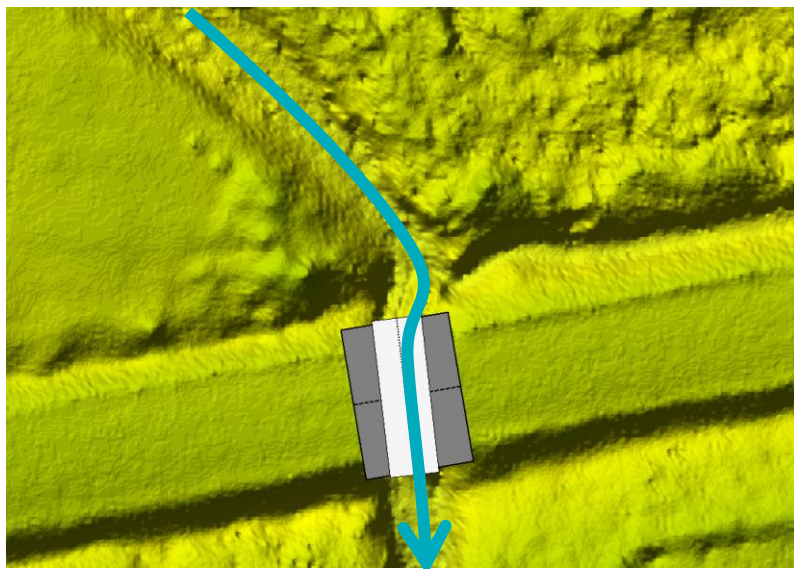
De to kulvertene i tilknytning til planområdet er vurdert som del av resultatgjennomgangen. Kapasiteten i kulverten under Kråmvikvegen er beregnet til om lag  $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$ , noe som samsvarer godt med forventet kapasitet for en sirkulær kulvert med diameter på 1 000 mm.

Kulverten under Totakvegen i sørøst viser, basert på modelltester, en maksimal kapasitet på om lag  $7,8 \text{ m}^3/\text{s}$  under ideelle hydrauliske forhold og med mindre justeringer av terrenget. At kulverten ikke oppnår denne kapasiteten ved verken 20-årsflom inkl. klima ( $\sim 3,9 \text{ m}^3/\text{s}$ ) eller 200-årsflom inkl. klima ( $\sim 3 \text{ m}^3/\text{s}$ ), men i stedet avleder betydelig lavere vannføringer, vurderes å skyldes en kombinasjon av flere forhold. For det første blir kulverten neddykket som følge av underdimensjonering i forhold til dimensjonerende flomvannføring. For det andre er en 2-dimensjonal vannlinjemodell ikke optimalt egnet til å beregne eksakt kapasitet i en fullstendig oversvømt kulvert med komplekse innløpsforhold og store lokale variasjoner i vanddybde.

Det er i tillegg identifisert en mindre opphøyning i terrengdataene ved kulvertens innløp. Under normale forhold vurderes denne ikke å påvirke resultatene i vesentlig grad. Ved bruk av en 2D-vannlinjemodell kan imidlertid opphøyningen bidra til at kulverten hydraulisk frakobles fra hovedstrømmen ved en 200-årsflom. For kontroll ble opphøyningen fjernet, men kapasiteten hos kulverten endret seg ikke. En ytterligere mulig forklaring er at bekkeløpet har et markant bend på om lag  $75^\circ$  enkom noen meter oppstrøms kulverten, etterfulgt av et nytt bend i motsatt retning på omtrent  $30^\circ$  (Figur 15). Denne geometrien gir komplekse innløpsforhold og vurderes å kunne redusere kulvertens effektive kapasitet betydelig ved høye vannføringer.

Ved en test i modellen ble kulverten fjernet og erstattet med en kanal, dette resulterte i en vannføring i kanalen på om lag  $4 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Noen meter nedstrøms finnes det en annen kulvert med tilsvarende utforming, men med noe større bredde (om lag 30 % bredere). Denne kulverten har et uproblematisk, rettlinjet innløpsforhold og blir ikke neddykket ved flom. Modellresultatene viser at denne kulverten har en kapasitet på om lag  $8,2 \text{ m}^3/\text{s}$ .



Figur 15: Terrenget ved kulverten under Totakvegen med bekkeløpet markert med blå pil.



### 5.2.2 Sensitivitet i forhold til vannføring

Vannstanden i kontrollpunkter 1 og 2 (se resultat for  $Q_M$ ,  $Q_{20}$  og  $Q_{200}$ ) er vist i Ved flom varierer vannstanden relativt lite, til tross for store variasjoner i vannføringen. Samlet vannføring ved  $Q_{200}$  med sikkerhetspåslag er om lag 350 % høyere enn ved middelflom ( $Q_M$ ).

Dette skyldes at vannet i hovedsak ledes over Totakvegen ved høyere vannføringer, slik at økt vannføring i større grad gir økt gjennomstrømning over vegarealet enn ytterligere vannstandsstigning innenfor planområdet.

Tabell 10. Ved flom varierer vannstanden relativt lite, til tross for store variasjoner i vannføringen. Samlet vannføring ved  $Q_{200}$  med sikkerhetspåslag er om lag 350 % høyere enn ved middelflom ( $Q_M$ ).

Dette skyldes at vannet i hovedsak ledes over Totakvegen ved høyere vannføringer, slik at økt vannføring i større grad gir økt gjennomstrømning over vegarealet enn ytterligere vannstandsstigning innenfor planområdet.

Tabell 10: Vannstand ved kontrollpunkter i boligfeltet for de ulike vannføringene i rapporten.

Flom	Vannstand Punkt 1 (moh.)	Vannstand Punkt 2 (moh)
$Q_M$	-	695,2
$Q_{20}$	698,9	695,6
$Q_{200}$	699,0	695,6
$Q_{200}+\text{sikkerhet}$	699,2	695,7

## 6 Referanser

NVE. (2022). *Sikkerhet mot flom*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

NVE. (2025). *Veileder for flomberegninger*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.