

Vinje Kommune

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

Oppdragsnr.: 52602279 Dokumentnr.: R01 Revisjon: D03 Dato: 2026-05-21



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

Oppdragsnr.: 52602279 Dokumentnr.: R01 Revisjon: D03



**Oppdragsgiver:** Vinje Kommune  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Anne-Sofie Bergene Strømme  
**Rådgiver:** Norconsult Norge AS, [Norconsult Location]  
**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
D03	21-05-2026	For godkjenning hos oppdragsgiver	Tim Erik Rohm	Gunnar Fiskum	
D02	18-05-2026	For godkjenning hos oppdragsgiver	Tim Erik Rohm	Gunnar Fiskum	
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.

Denne rapporten er en flomfarevurdering som omfatter følgende:

1. Avklaring av NVEs aktsomhetssone for flom
2. Vurdering av nødvendige tiltak for å oppfylle kravene i TEK17

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

Flomvannføringene i beregningene er fastsatt med NVEs verktøy NEVINA som 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 ca. 30 cm over dagens terrengnivå for å være sikret mot flom og oppfylle kravene i TEK17 for 200-årsflom, inkludert klimapåslag og sikkerhetstillegg.

Terrengtiltak på planområdet vil påvirke strømningsforholdene. Norconsult har vurdert konsekvensene av dette i en før-etter-analyse hvor konklusjonen er at heving av planlagte bygg i neglisjerbar vil påvirke flomforholdene for omkringliggende arealer og ikke endre flomrisiko for annen bebyggelse. Det er likevel anbefalt at terrengjustering begrenses til bebyggelse for å gjøre endringene i området minst mulig.

Norconsult vurderer at Mobø boligfelt kan utnyttes til boligformål forutsatt at sikringstiltak utføres for bygg.

## 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	8
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	21
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.	25
<b>6</b>	<b>Referanser</b>	<b>27</b>

# 1 Forutsetninger for flomvurdering

## 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.

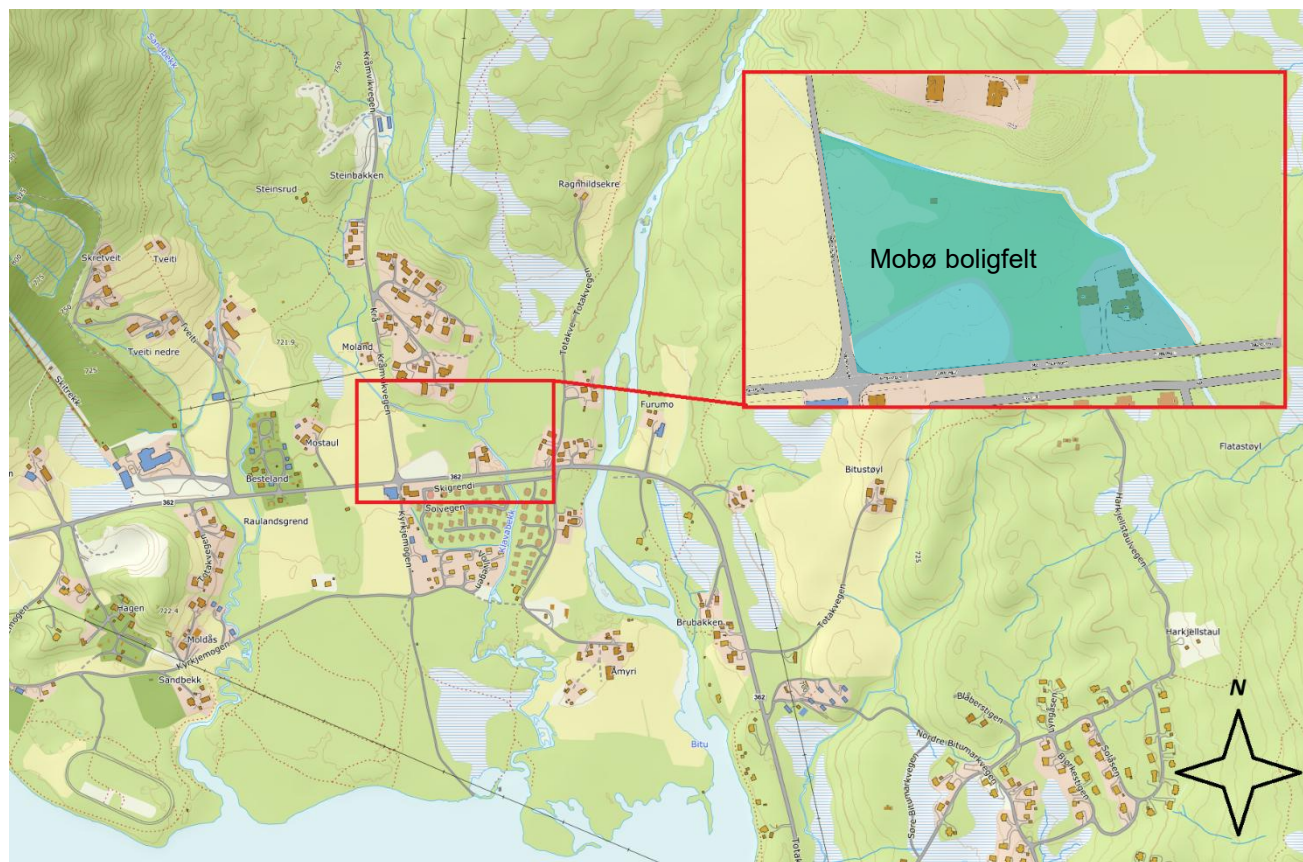
Mobø boligfelt er regulert som hyttefelt, men planlegges omregulert til boligfelt. Ettersom området ligger innenfor NVEs aktsomhetsområde for flom, skal flomfare avklares av fagkyndig.

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

Denne rapporten er en flomfarevurdering som omfatter følgende:

1. Avklaring av NVEs aktsomhetsone for flom
2. Vurdering av nødvendige tiltak for å oppfylle kravene i TEK17

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

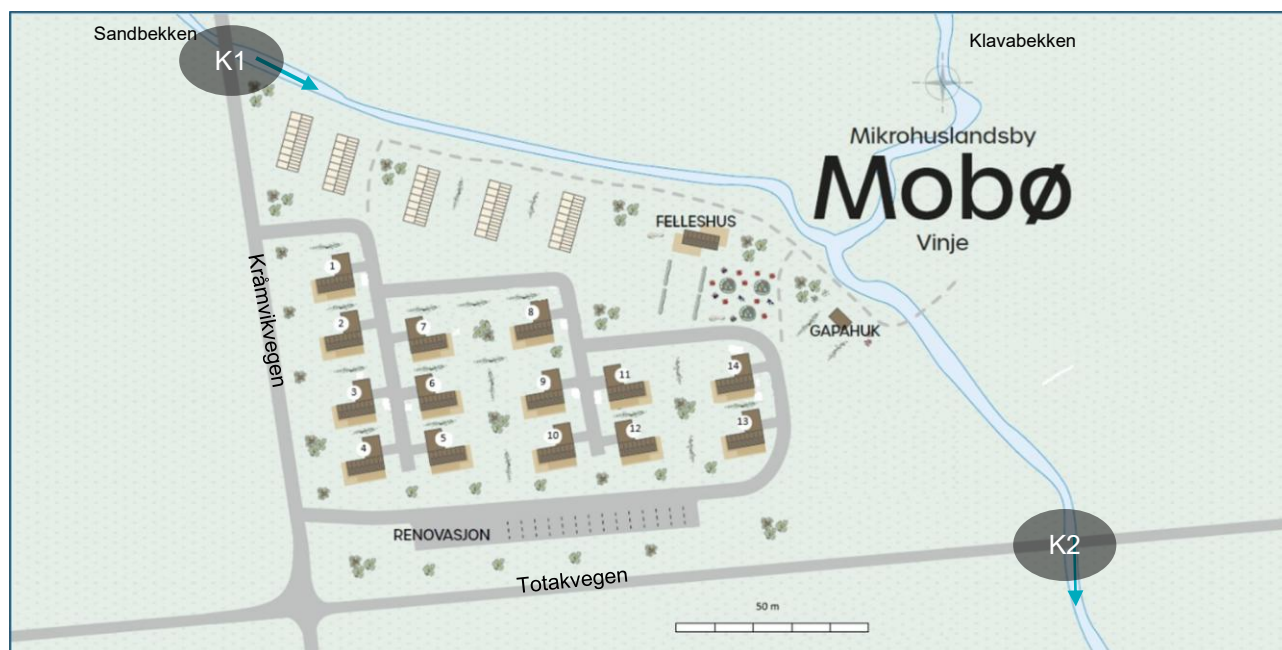


Figur 1: Oversikt over Raulandsgrend og plassering av planområdet (Mobø boligfelt).

## 1.2 Beskrivelse av boligfeltet og fremtidige planer

Mobø boligfelt er planlagt innenfor et område som er avgrenset av Kråmvikvegen, Totakvegen, Klavabekken og Sandbekken. Det er ønskelig å etablere 14 mikrohus som får ca. 30 m<sup>2</sup> bruksareal per boenhet i tillegg til carport. I tillegg planlegges småhus på to tomter nord for mikrohusene. 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 tilknytning til det sør-vestre hjørnet av planområdet (Figur 3).



Figur 2: Bustadsveilar 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 innenfor den røde stiplede 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 gjentaksintervall. Dimensjonerende gjentaksintervall avgjøres av bygningstype og skadekonsekvenser. En oversikt over sikkerhetsklasser for flom med tilhørende gjentaksintervallkrav 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 refererer til høydegrunnet NN2000.

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. Det 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. Deres flomverdi er basert på beregninger utført med NVEs verktøy NEVINA.

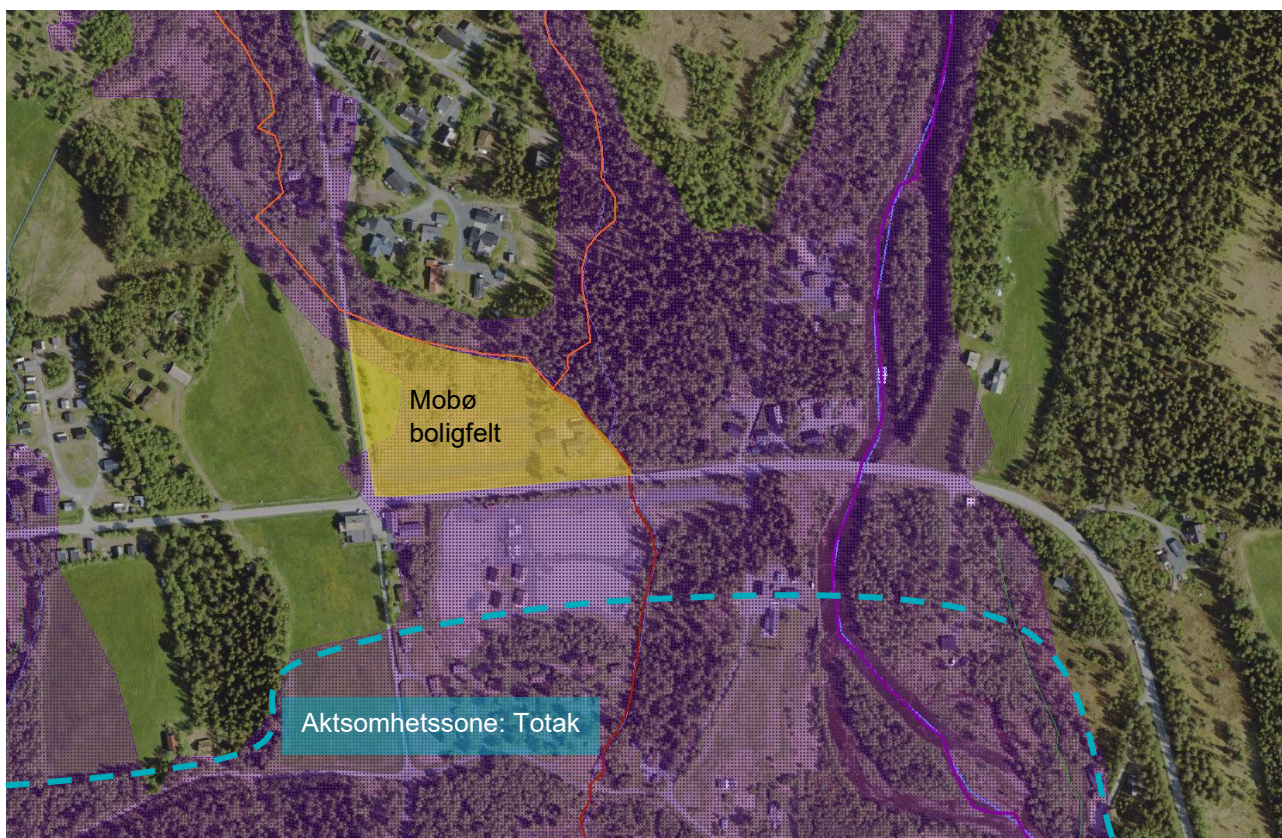
Den anbefalte vannføringen fra NVE vurderes å representere 200-årsflom i Klavabekken, inkludert et klimapåslag på om lag 40 %. I tillegg er det sannsynligvis tillagt et bidrag fra et mindre delfelt til Sandbekken.

I denne rapporten fremkommer det at vannføringen under brua på Totakvegen ved en 200-årsflom inkl. klimapåslag, forutsatt tilstrekkelig flomsikring, er 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 best 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 tilsier at kartet ofte 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 gjentaksintervaller, 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 normaltilsaget for perioden 1991–2020 er noe lavere i området, er de mer konservative parameterverdiene valgt som grunnlag for beregningene.



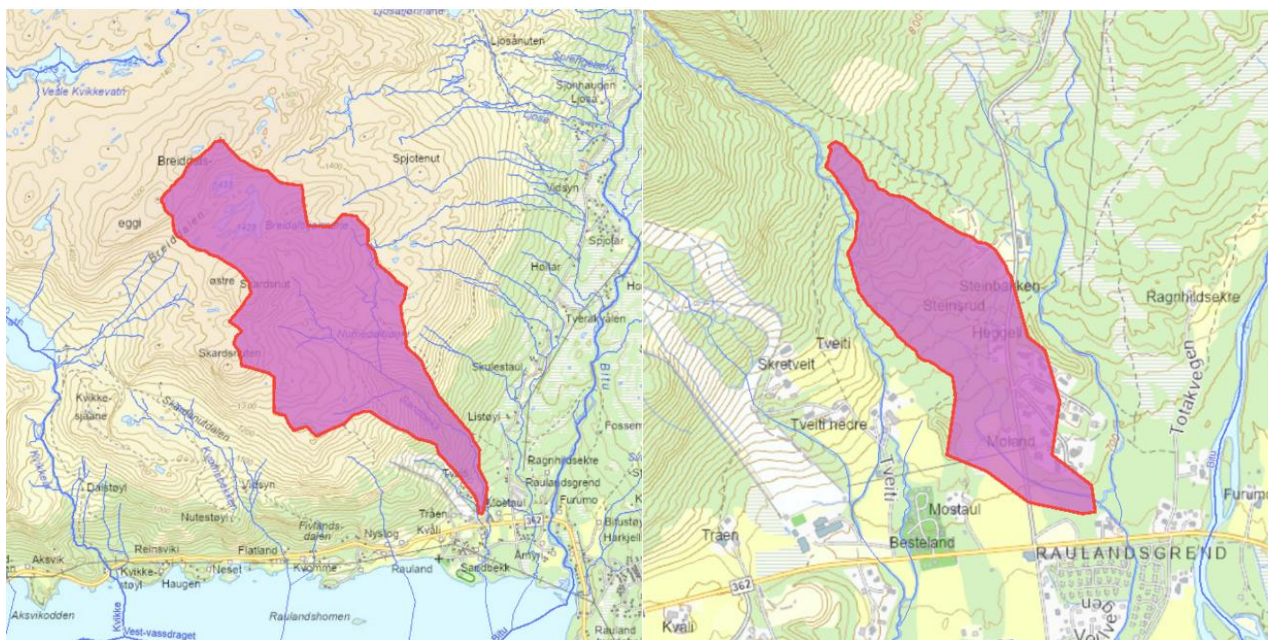
## 2.2.2 Sandbekken

Sandbekken har et nedbørfelt på 4,8 km<sup>2</sup>, hvor ca. 90 % består av snauffjell og 7 % av skog. Resterende areal er myr og mindre vann. Høydene i nedbørfeltet varierer fra 702 til 1563 moh., med en gjennomsnittshøyde på omtrent 1395 moh. Nedbørfeltet er bratt og har rask respons ved nedbør. Sandbekken kommer fra Breidalstjønnane på 1428 moh., og passerer gjennom Numedøltjønni, uten at disse vannene forventes å ha noen magasinerende effekt ved flom. I tillegg til Sandbekkens hovedfelt finnes det et mindre delfelt på 0,2 km<sup>2</sup> som drenerer mot Mobø boligfelt.

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 kartutsnitt.

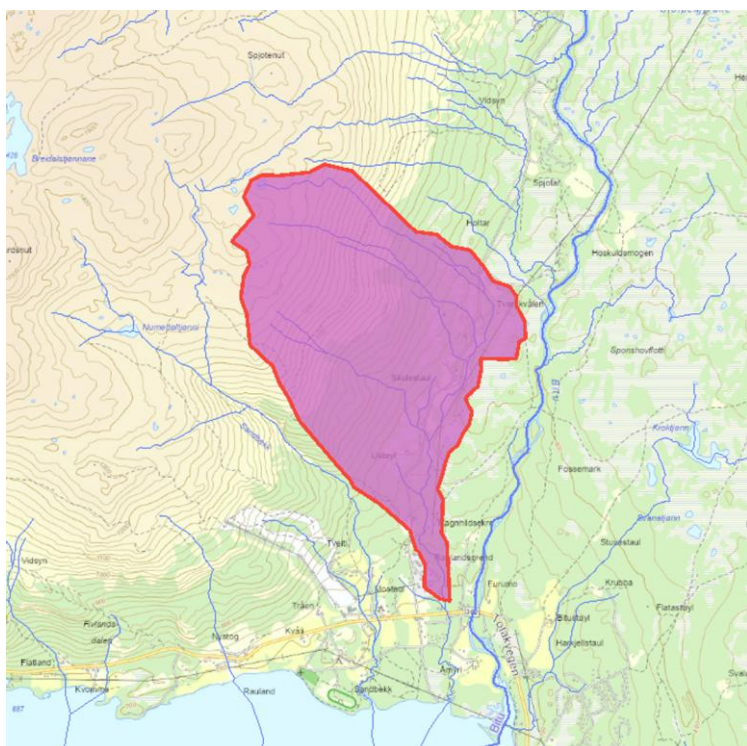
### 2.2.3 Klavabekken

Klavabekken har et nedbørfelt på om lag 2,9 km<sup>2</sup>, hvor ca. 41 % består av snauffjell 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 vannføringen 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 kulminasjonsflommer.

Tabell 4: Flomvannføringer ved Mobø Boligfelt fra NEVINA.

Navn	$Q_M$ ( $m^3/s$ )	$Q_{20}$ ( $m^3/s$ )	$Q_{200}$ ( $m^3/s$ )	klimapåslag (%)	$Q_{20}$ inkl. klima ( $m^3/s$ )	$Q_{200}$ inkl. klima ( $m^3/s$ )
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 vannføringsmålinger i vurderte bekker 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  $m^3/s/km^2$ .

For Sandbekken tilsvarer dette en beregnet middelflom på om lag 4,5  $m^3/s$ , mens tilsvarende verdi for Klavabekken er ca. 2,7  $m^3/s$ . 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. Terrenget i modellen er etablert ved bruk av lidar-oppmålinger fra 2025. Bekkene ved planområdet hadde liten vanndybde under oppmålingen og det er bare gjort mindre korrigeringer av bunnivået til bekkene i modellen. Slike korreksjoner er i hovedsak utført der bekkeløpet er smalt eller der det er kulverter eller bruer.

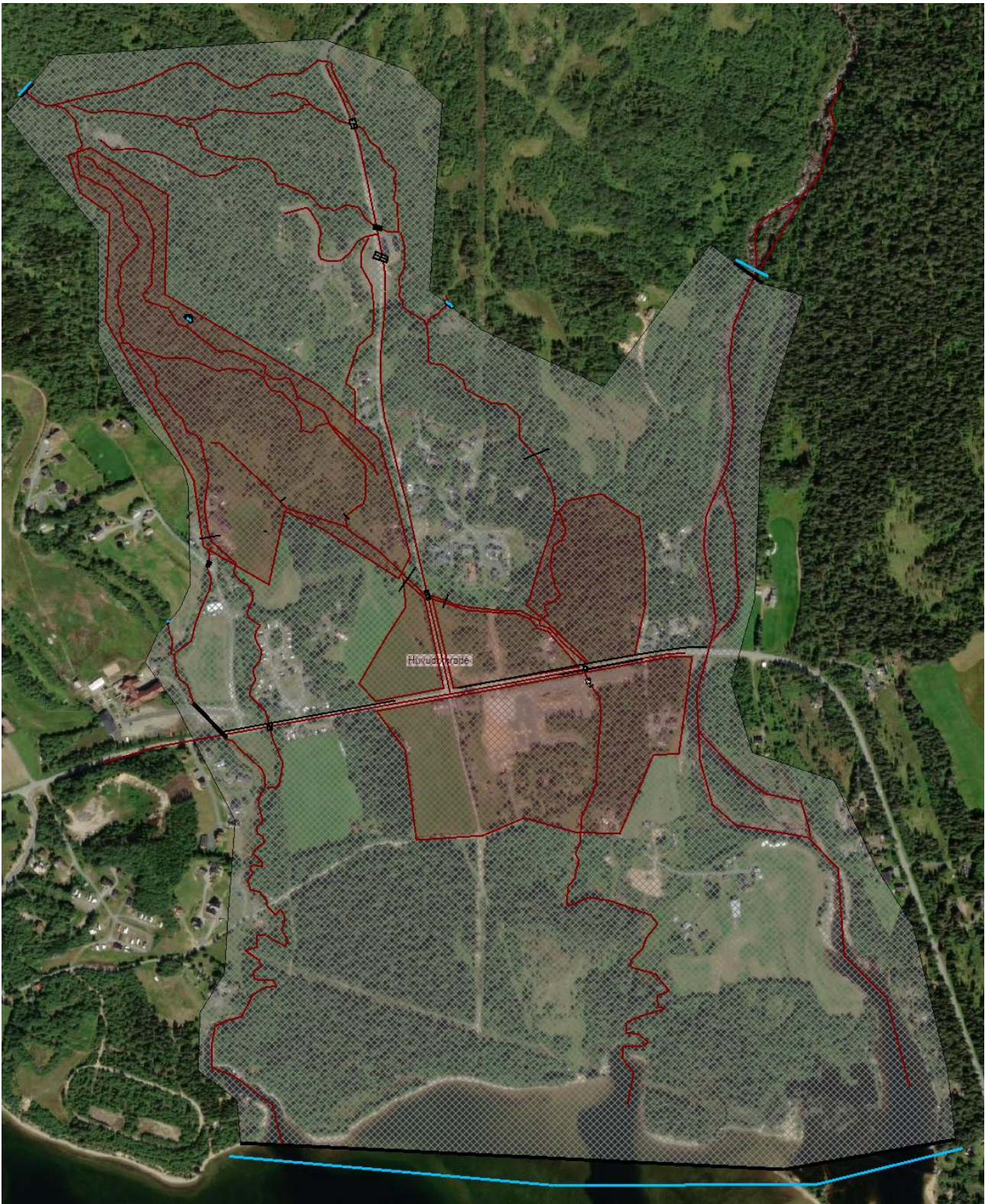
HEC-RAS beregner strømming mellom celler i et beregningsnett med varierende cellestørrelser. Sannsynlige bekkeløp, veger og elveløp er representert med «break lines» for å sikre korrekt gjengivelse av topografi samt elve- og bekkeløp. Cellenes orientering er også tilpasset for å følge forventet strømningsretning.

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 Sandbekken.

Modellens tidskritt er satt til 0,2 sekunder, noe som gir Courant-tall under 1 i modellen 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.
Cellestørrelse 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.
Friksjonsforhold	Fastsatt med AR5-fil fra KFB-data og erfaringstall fra Vassdragshåndboka.



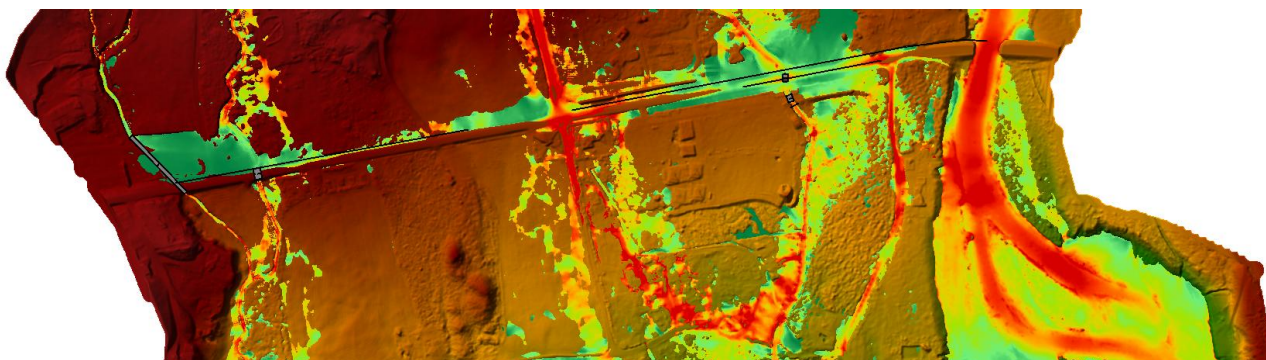
Figur 8: Oppsett av modellert område. Områdene med finere cellestørrelser (rødskravert) og elv- og bekkeløp (røde linjer), med Mobø boligfelt ved vegkrysset i midten. Øvre- og nedre grensebetingelser er satt ved blå linjer.

## 3.2 Grensebetingelser og friksjonsforhold

### 3.2.1 Grensebetingelser

Vannlinjemodellen er etablert med øvre og nedre grensebetingelser. Oppstrøms grensebetingelse er beregnet flomvannføring for 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 flomforløp med varierende vannføring, men dette vurderes å ikke ha betydning for resultatene.

Nedstrøms grensebetingelse er vannstand i Totak satt til 687 moh. Det tilsvarer omtrent høyeste registrerte vannstand i magasinet siste 10 år. I modellen forekommer overkritisk vannstrømning (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 påvirke flomforhold på planområdet.



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 NIBIO, 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	0,040
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 stor lysåpning og elva forholdsvis bra fall. Det er derfor vurdert at brua i liten grad påvirker vannstanden i elva ved vurderte vannføringer.

Under Kråmvikvegen er det en sirkulær kulvert for Sandbekken med diameter på 1,0 m. Videre finnes en bru over Klavabekken langs Totakvegen 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 under større flomhendelser. Større kulverter som ligger i god avstand fra planområdet er inkludert basert på tilgjengelig geometri. Kulverter i umiddelbar nærhet til planområdet er målt opp og verifisert på befaring.

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 modellert, annet enn ved å være representert som svakt opphøyde områder i terrengmodellen. Noen av disse er også inkludert i AR5-datasettet som «bebygde 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. 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 ved et gjentakintervall som er kjent. 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). Basert på modelleringen er bygg markert med røde bokser vurdert som utsatt for å bli berørt. Det poengteres at vanndybdene i flomrandsonen er svært små.

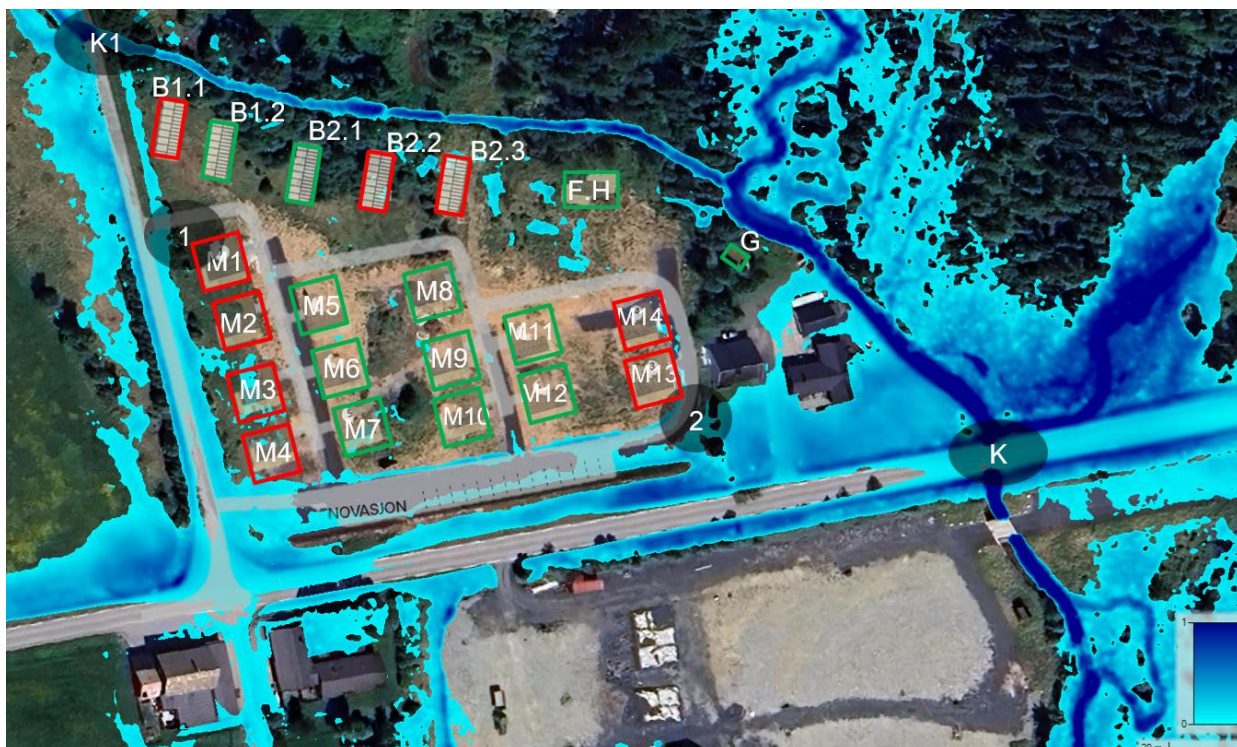
Observasjoner fra vassdraget tilsier at vann på nivå med Totakvegen har forekommet i forbindelse med tidligere snøsmelteflommer. Utførte beregninger gir likevel et resultat som trolig har større flomutbredelse enn en middelflom. Det tilsier at beregningene i denne rapporten trolig er noe konservative. Det kan enten skyldes en overestimert vannføring ved middelflom, eventuelt en underdimensjonert kapasitet i bekkeløpene.



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

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

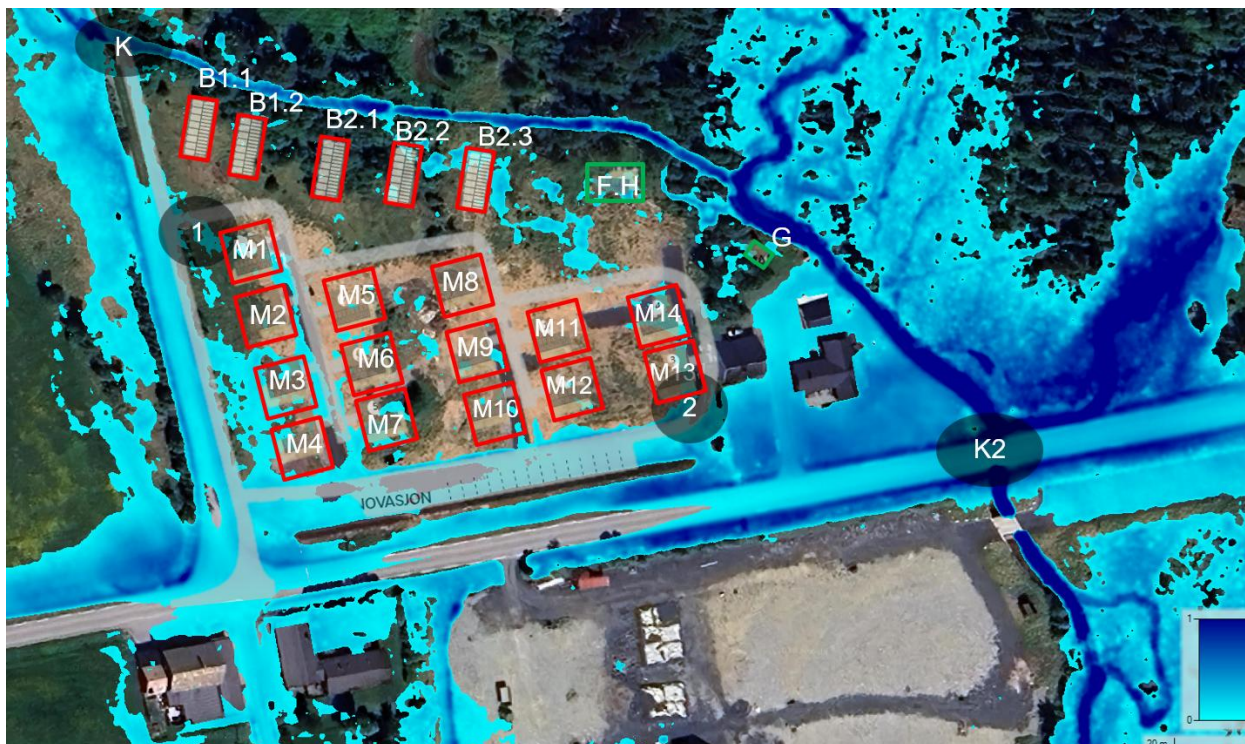
Ved en 20-årsflom inkl. 20 % klimapåslag tilsier utførte beregninger at oversvømmelse utenfor vurderte bekkeløp vil forekomme. Figur 11 viser maksimal oversvømmelse og illustrerer hvilke områder som er mest utsatt. Det er i hovedsak arealer utenfor planområdet, men figuren antyder også at noe oversvømmelse forekommer ved planlagte bygg. Denne oversvømmelsen skyldes numerisk diffusjon mellom cellene i vannlinjemodellen, og er ikke reell oversvømmelse. Hus markert med røde bokser er beregningsmessig berørt og dermed også vurdert å potensielt være utsatt hvis flomsikring ikke utføres.



Figur 11: Vanndybde ved 20-årsflom ( $Q_{20}$ ), skalert fra 0,05-1 m. Planlagte bygg som er i kontakt med vann er markert med røde bokser og bygg som vurderes å ikke være flomutsatte er 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. Vanddybdene innenfor planområdet er relativt små og ligger på rundt 0,1-0,2 m. Husene markert med røde bokser er flomutsatt med mindre sikringstiltak ikke utføres.



Figur 12: Vanddybde 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 for vannstandsanalyse der punkt 1 er 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 ved planområdet.

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. I stedet er det gjort en vurdering av hvilket nivå som fundamentet for hvert enkelt bygg bør plasseres på. Dette er oppsummert i Tabell 8.

Kotene 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 - Mikrohuse, 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

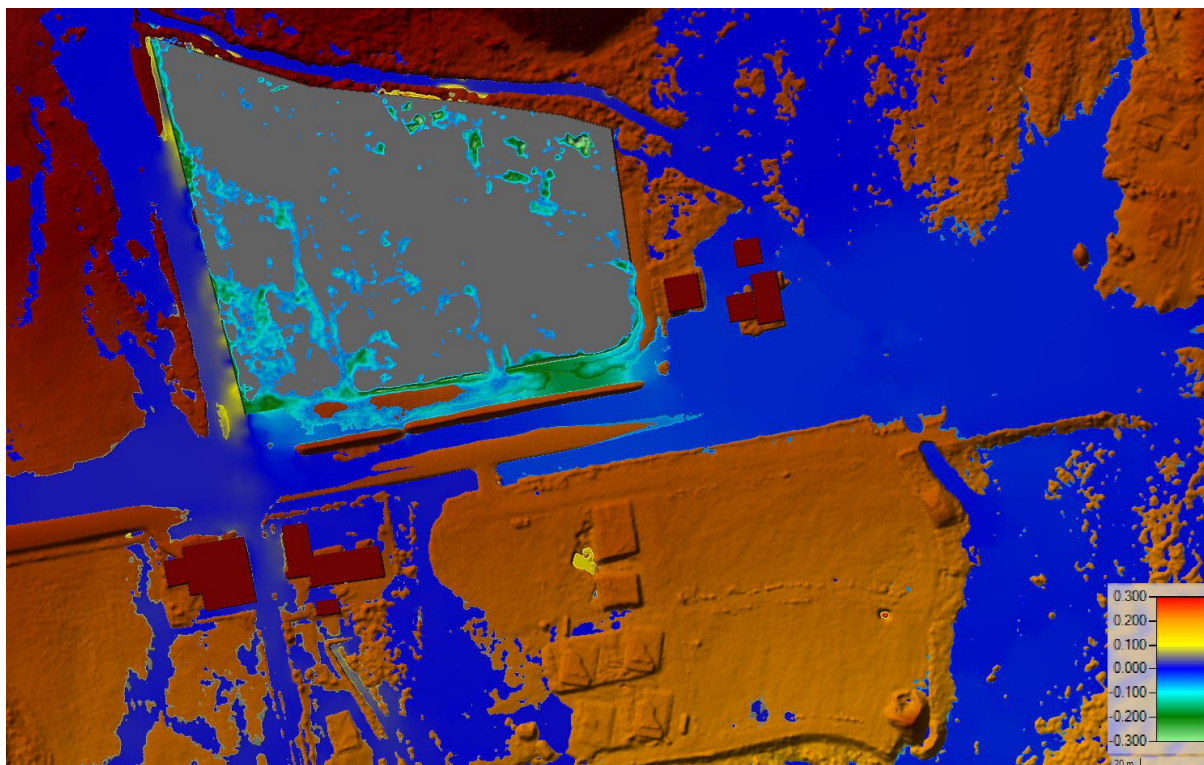
#### 4.4 Påvirkning på omkringliggende eiendommer

Tiltak med terrengheving på planområdet vil sikre ny bebyggelse, men kan også endre strømningsforholdene under flom for tilstøtende arealer. Når terrenget heves kan vannføring som i dag renner på planområdet ledes i nye retninger og potensielt føre til flomfare for arealer som ikke var utsatt før tiltak.

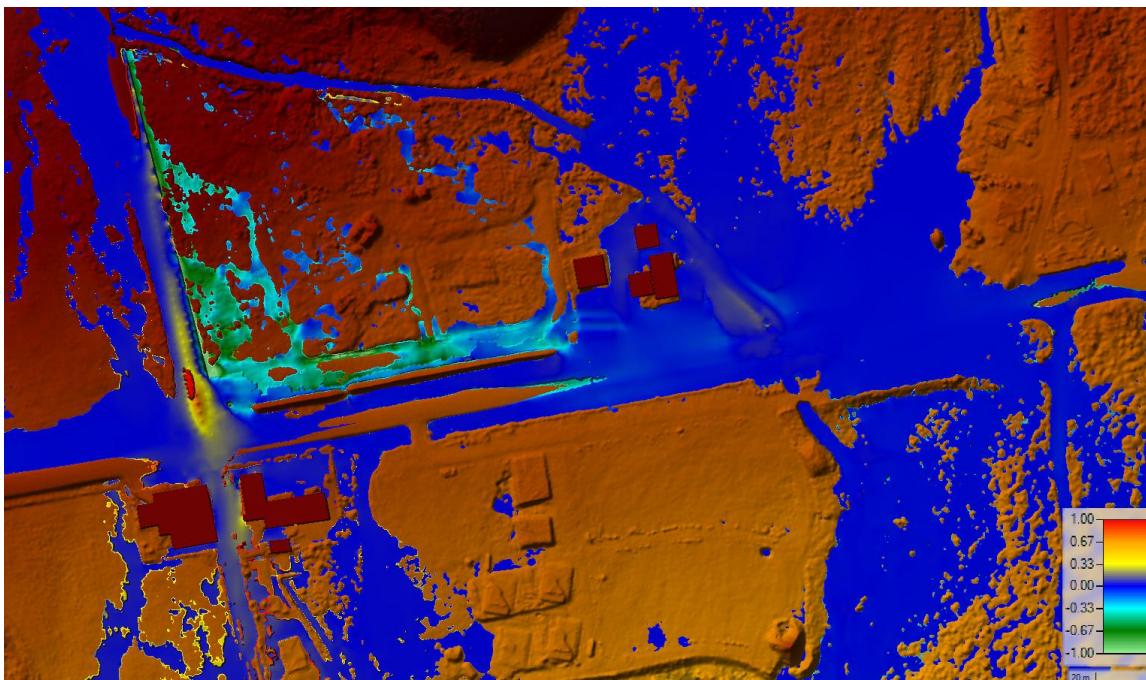
For å vurdere hvordan foreslåtte tiltak påvirker tilstøtende arealer er det gjort en før-etter-analyse hvor terrenget på planområdet er hevet til et nivå hvor det ikke blir berørt. Ved en 200-årsflom inkl. klimapåslag viser analysen svært små endringer i oversvømt areal om marginale endringer i vanddybde. Det er ingen ny bebyggelse som blir berørt som følge av tiltaket.

Figur 13 viser et utsnitt av før-etter-analysen med dybdeforandringer skalert fra -0,3 m (grønn) til +0,3 m (rød) og blå farge viser områder med neglisjerbare forendringer ( $< \pm 0,1$ m). Figur 14 viser et utsnitt av før-etter-analysen med vannhastighetsforandringer skalert fra -1,0 m/s (grønn) til +1,0 m/s (rød) og blå farge viser områder med neglisjerbare forendringer.

Norconsult vurderer at en fullstendig terrengheving av planområdet i veldig liten grad vil påvirke flomrisikoen for omkringliggende arealer. Det er likevel anbefalt at terrengjustering begrenses til bebyggelse for å gjøre endringene i området minst mulig. I forbindelse med tiltak bør det også vurderes om det er nødvendig å etablere nye grøfter og stikkrenner i tilknytning til nye veger og bebyggelse.

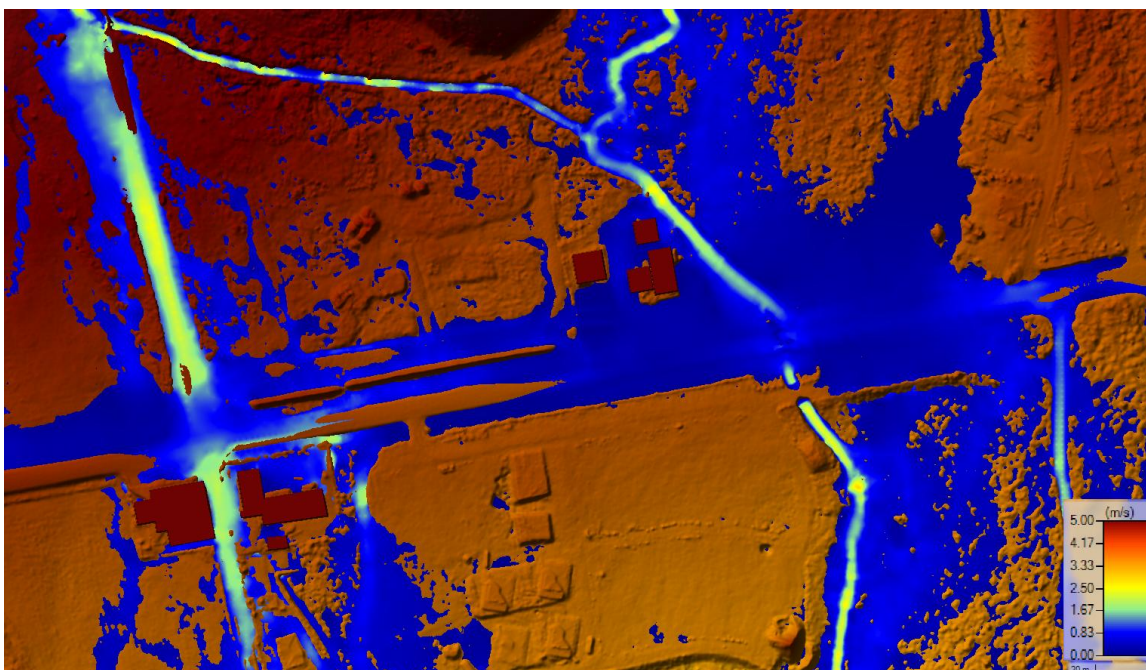


Figur 13: Dybdeforandring ved 200-årsflom med klimapåslag hvis omtrent hele planområdet (grå farge) nord om planområdets søndre veg er hevet til 750 moh. Skalert fra -0,3 m (grønn) til +0,3m (rød).



Figur 14: Vannhastighetsforandring ved 200-årsflom med klimapåslag hvis omtrent hele planområdet nord om planområdets søndre veg (grå farge) er hevet til 750 moh. Skalert fra -1,0 m/s (grønn) til +1,0 m/s (rød).

Resultatene fra Figur 14 kan sammenlignes med Figur 15 som viser vannhastigheter ved en 200-årsflom (inklusive klimapåslag) før terrengheving, selv om vannhastigheten mellom de to søndre husene kan stige med omtrent 0,3 m/s på en svært begrenset strekning så tilsvarer dette kun en forendring på om lag 15 %.



Figur 15: Vannhastigheter ved 200-årsflom med klimapåslag skalert fra 0,0 m/s (blå) til 5,0 m/s (rød).

## 4.5 Vannføring i Sandbekken

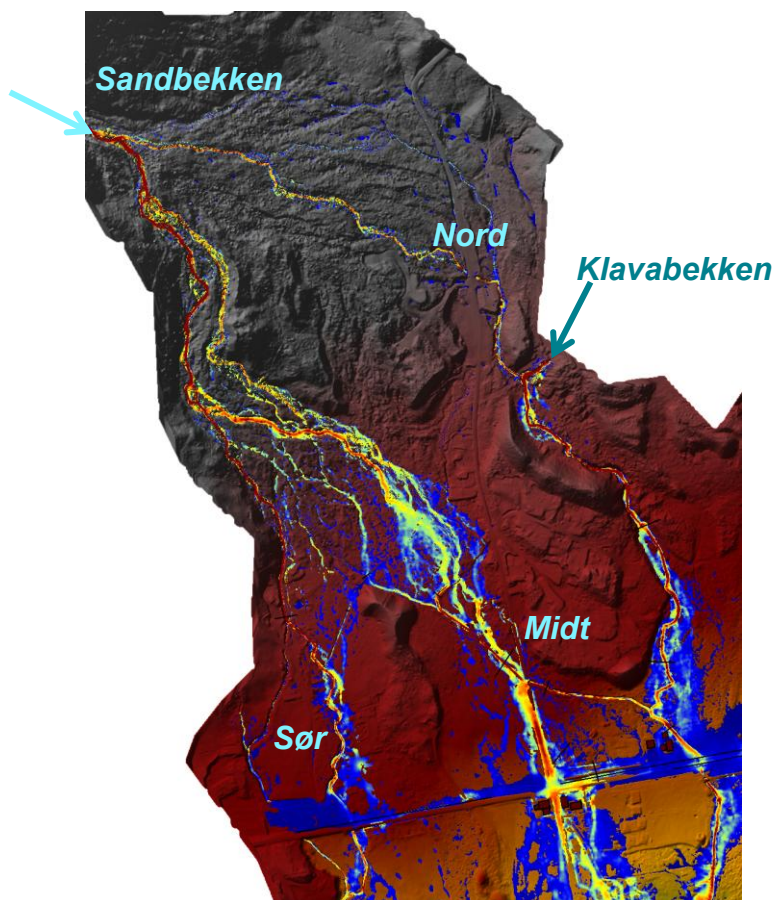
Tidligere flomberegninger for planområdet har lagt til grunn at nedbørfeltet til Sandbekken er 0,2 km<sup>2</sup>.

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 16, og fordelingen av vannføringen mellom disse er presentert i Tabell 9.

Resultatene viser at det midtre bekkeløpet utgjør Sandbekkens hovedløp under flom. 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» inkluderer ikke 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 16: 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 datakvalitetsklasse 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 vegnivå 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 skyldes at det ikke foreligger vannføringsmålinger i vurderte bekker og at det heller ikke finnes noen representative målestasjoner i umiddelbar nærhet. 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 det beregnede flomnivået i Bitu fortsatt omtrent 1 m under nivået 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. Datagrunnlaget vurderes som godt, og terrengformasjonene er detaljert gjengitt, også langs elver og bekker. Det forventes derfor ikke at mer detaljerte terrengdata vil gi vesentlig endrede beregningsresultater.

Det presiseres at terrengmodellen reflekterer forholdene på oppmålingstidspunktet. Datagrunnlaget er fra 2025, og Norconsult har ikke kjennskap til endringer utover ny 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 kalibrering av vannlinjemodellen. Resultatene er i hovedsak basert på hydrauliske simuleringer i HEC-RAS. 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 konservative modellforutsetninger og bruk av sikkerhetspåslag ved fastsettelse av dimensjonerende flomnivåer.

Vannlinjemodellen tar 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 svakhet i beregningsgrunnlaget, men vurderes ikke å endre hovedkonklusjonene i denne rapporten.

## 5.2 Sensitivitet i beregningene.

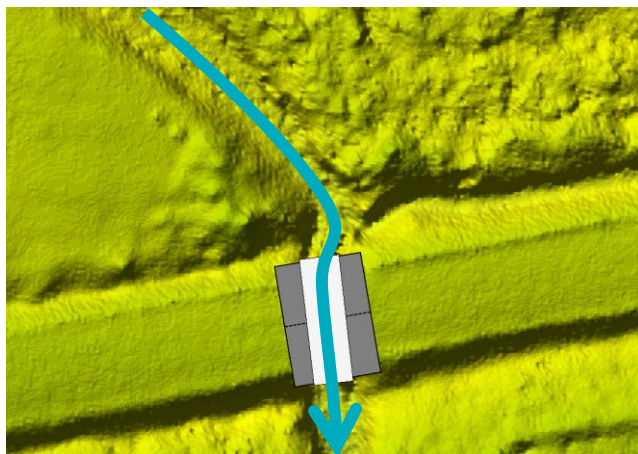
### 5.2.1 Bru- og kulvertkapasitet

Vegbrua som krysser elva Bitu har god frihøyde over elveløpet og vurderes å ikke bli påvirket av flom i vurderte situasjoner.

De to kulvertene i tilknytning til planområdet er vurdert som del av resultatgjennomgangen. Kapasiteten i kulverten under Kråmvikvegen er beregnet til om lag  $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$  (for alle gjentaksintervaller), noe som samsvarer godt med forventet kapasitet for en sirkulær kulvert med diameter på 1 000 mm. Kulverten er underdimensjonert for det midtre bekkeløpet fra Sandbekken hvilket leder til at vegen blir oversvømmet ved en 20-årsflom. Det ble vurdert en situasjon hvor kulverten under Kråmvikvegen er fjernet i sin helhet. Resultatene fra dette tilsier at kotene i Tabell 8 fortsatt er tilstrekkelige for flomsikring og at det ikke skulle utgjøre en ekstra flomfare for omkringliggende eiendommer. Dette tiltaket skulle maksimalt kunne øke vannføringen ved K1 fra  $\sim 1,3 \text{ m}^3/\text{s}$  til  $\sim 5,6 \text{ m}^3/\text{s}$ . Planlagte bygg vil forventes å ligge på flomsikkert nivå selv om kulverten oppgraderes i fremtiden.

Kulverten under Totakvegen har en beregnet 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. Dette skyldes sannsynligvis delvis at kulverten blir neddykket til følge av underdimensjonering og ugunstige tilløpsforhold foran kulverten (Figur 17). Resultatene tilviser at likt for kulverten under Kråmvikvegen leder underdimensjoneringen her til at vegen blir oversvømmet ved en 20-årsflom.

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, rettlinjert 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 17: 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 resultatene for  $Q_M$ ,  $Q_{20}$  og  $Q_{200}$ ) er vist i **Error! Reference source not found.**

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
$Q_{200}$ +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.