

Vurdering og dimensjonering av flomvoll, Kvernbekken

Sammendrag

Norconsult har på oppdrag for Holtålen kommune gjort en vurdering og dimensjonering av ny flomvoll for Kvernbekken i Ålen. Vurderingene gjort i denne rapporten vil brukes til grunnlag i kostnadsestimat for flomvollen som sikrer Ålen sentrum fra flom i Kvernbekken.

Vollen er dimensjonert for 200-årsflom med klimapåslag i Kvernbekken på 11,1 m³/s.

Beregnete vanndybder ved vollen varierer mellom 0,1-1,1 meter. Det anbefales at det legges på et vertikalt sikkerhetspåslag på 0,1 meter på beregnede vannstander. Beregnet vannhastighet ved vollen varierer mellom 0,1-0,9 m/s.

Prosjekteringen av tiltaket beskrevet i denne rapporten viser prinsipper for hvordan en kan etablere vollen. Vollen har en antatt lengde på ca. 200 meter og er lagt langs med kanten av jorden. Prinsipp for vollen er tegnet for to ulike tverrsnitt med høyde på 0,5 og 1,1 meter i tillegg til et vegetasjonsdekke på 0,2 meter.

Prosjekteringen av vollen i denne rapporten viser prinsipper for oppbygning som er brukt i kostnadsberegning av tiltaket og videre til vurdering dersom tiltaket skal etableres. Hvis kommunen velger å gå videre med etablering av vollen anbefales det at vollen detaljeres etter en befaring. Det anbefales at det lages en modell av vollen som tar for seg nøyaktig trase, høyde og utforming langs hele strekningen basert på et mer oppdatert teorigrunnlag med innmålte terrengpunkter. Ved bruk av grunnlaget beskrevet i denne rapporten kan en forvente å få et noe konservativt kostnadsestimat, pga. at det er lagt til grunn en høyere voll på deler av strekningen. Dette er gjort fordi det blant annet er usikkerheter i eksisterende terrenggrunnlag, da dette er fra 2014 og er blant annet unøyaktig ved vollen grunnet vegetasjon.

| Revisjon | Dato | Beskrivelse | Utarbeidet | Fagkontrollert | Godkjent |
|----------|------------|---------------|------------|----------------|----------|
| B01 | 26-02-2026 | For kommentar | AntEve | StuSae | HaaRug |

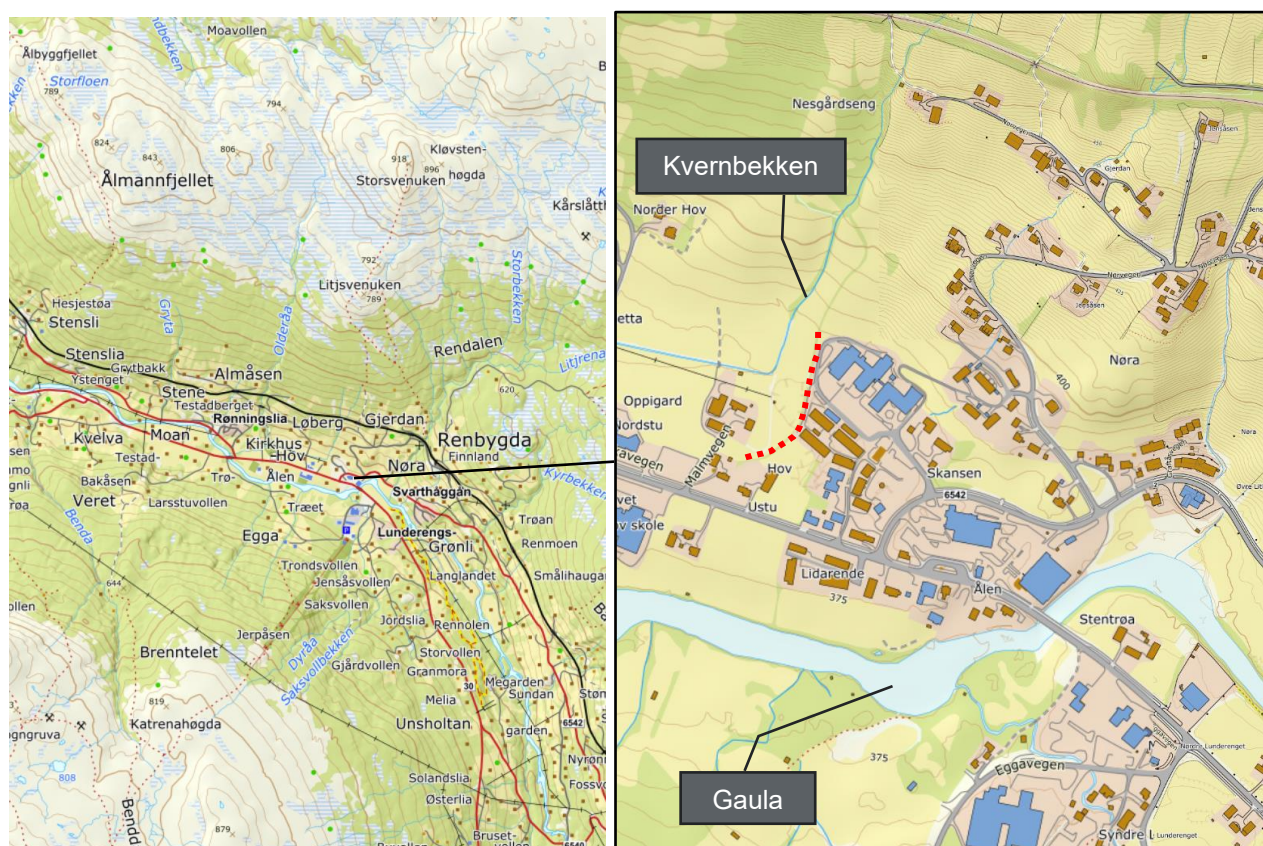
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet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

1 Innledning

Norconsult har på oppdrag for Holtålen kommune gjort en vurdering og dimensjonering av flomvoll for Kvernbecken i Ålen. Vurderingene gjort i denne rapporten vil brukes til grunnlag for kostnadsestimat for en flomvoll som sikrer Ålen sentrum fra flom i Kvernbecken. Oversiktskart over tiltaksområdet vist i Figur 1.

Kvernbecken er inkludert i NVEs aktsomhetssone for flom (se Figur 2). Det er ønskelig at flomvollen dimensjoneres for sikkerhetsklasse F2 i TEK 17 §7-2, som tilsvarer 200-årsflom med klimapåslag.

Beregningene er utført i henhold til gjeldende praksis for denne typen vurderinger. Detaljer omkring vurderingene som er utført, er gitt nedenfor. Alle høyder som er lagt til grunn i denne flomsonekartleggingen refererer til høydegrunnet NN2000 hvis ikke annet er spesifisert.



Figur 1. Oversiktskart over området. Ca. plassering av flomvoll er markert med rød stiplet linje.



Figur 2. NVEs aktsomhetsområde for flom er markert med lilla skravor.

2 Beregninger

2.1 Dimensjonerende flomvannføring

I forbindelse med tverrfaglig sikringsprosjekt i Holtålen kommune ble det i 2025 utført befaringer og beregninger for bekker og flomveier i området. Observasjoner og beregninger er oppsummert i ref. [1]. Vurderingene i ref. [1] inkluderer beregnet flomvannføring for Kvernbekken som vil brukes direkte i denne rapporten. Informasjon om metodikk, nedbørfelt og parametere brukt for å beregne flomvannføringen i Kvernbekken er beskrevet i ref. [1].

Det er ønskelig at vollen dimensjoneres slik at den kan håndtere 200-årsflom med klimapåslag, tilsvarende sikkerhetsklasse F2 i TEK17 §7-2. Beregnet 200-årsflom for Kvernbekken er 7,9 m³/s [1].

For å unngå forhøyet skaderisiko som følge av forventet økning i kraftig nedbør anbefales å legge et klimapåslag på dagens dimensjonerende nedbør hentet fra IVF-kurver. Klimaservicesenteret anbefaler med bakgrunn i dette et klimapåslag på minst 40 % på dimensjonerende nedbør med kortere varighet enn 3 timer.

Med 40 % klimapåslag gir dette en forventet flomstørrelse på 11,1 m³/s for Kvernbekken.

2.2 Vannlinjemodellering

Beregning av 200-års flomvannstand med klimapåslag gjøres på grunnlag av beregnet flomvannføring. For å kunne gjøre om vannføring til vannstand må flomvannføringen rutes gjennom en hydraulisk modell. I denne analysen er programvaren HEC-RAS benyttet. HEC-RAS kan beregne strømning i 2 dimensjoner, noe som er egnet for å vurdere flomsoner langs vassdrag.

Oppsett av modell og resultater er gitt under.

2.2.1 Beregningsmodell og datakvalitet

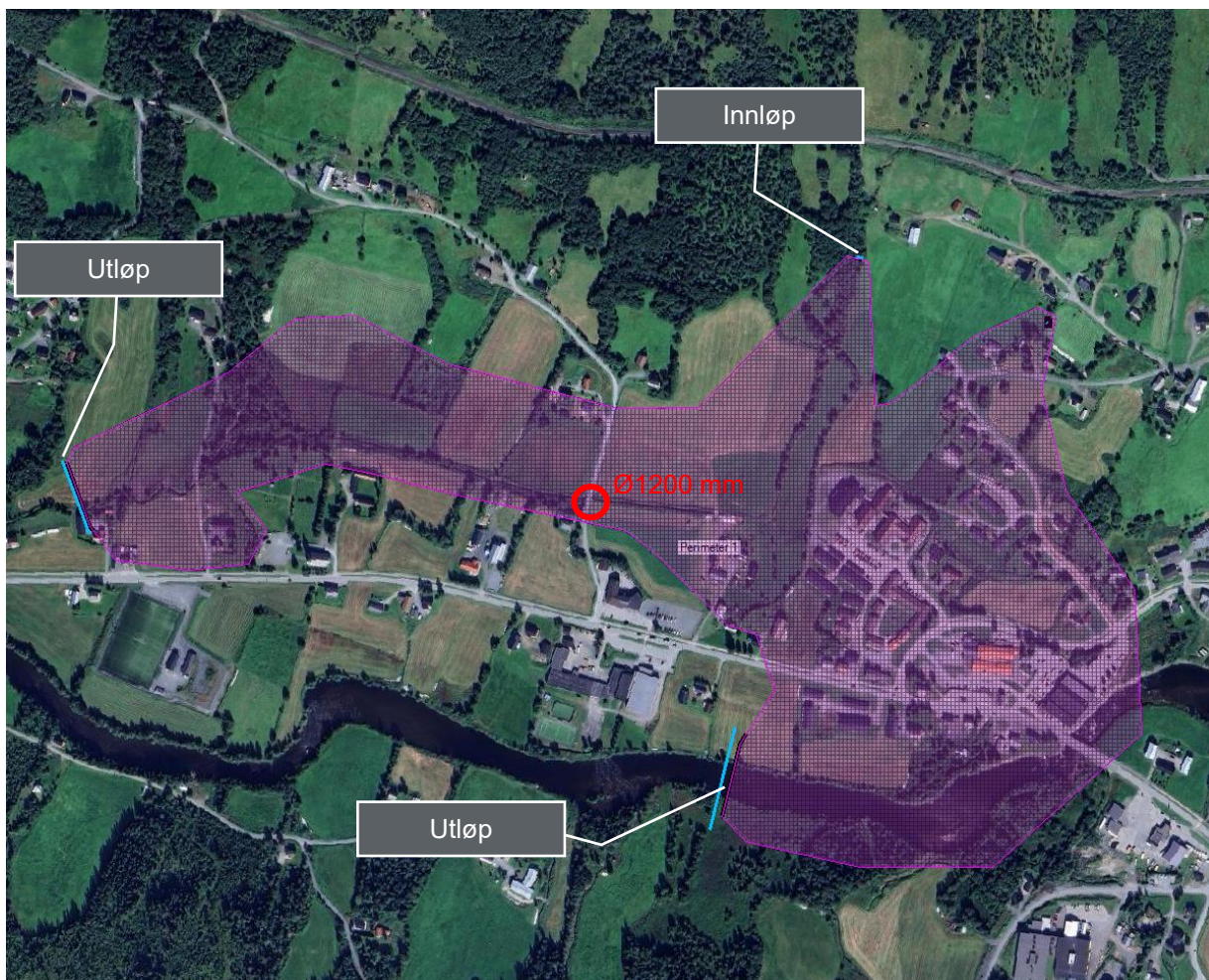
Høydemodellen i beregningene er hentet fra www.hoydedata.no, der det foreligger en skanning over området fra 2014 med tetthet på 5 pkt./m². Bygg er lagt inn i modellen basert på FKB-data. Alle høyder refererer til høydegrunnet NN2000.

Beregningsmeshet er satt til en oppløsning på 3m x 3m, med finere oppløsning på 1m x 1m bekkeløpet og 0,5m x 0,5m ved vollen.

Øvre grensebetingelse er flomvannføring tilsvarende 200-årsflom med klimapåslag i Kvernbekken. Innløpet er satt ca. 250 m oppstrøms tiltaket. Nedre grensebetingelse er satt til normaldybde i Gaula ca. 400 meter nedstrøms tiltaket og i Kvernbekken ca. 700 meter vest for tiltaket. Utstrekningen til modellen er vist i Figur 3.

Det er lagt inn en kulvert i modellen som kan ha betydning for resultatet. Kulverten er kartlagt i 2025 og mer info om kulverten er gitt i ref. [1]. Kulverten er lagt inn med dimensjon og plassering vist i Figur 3.

Det er ikke lagt inn vannføring i Gaula ved nedre del av modellen. Gaula ligger godt nedstrøms tiltaket og det er antatt at vannstanden i Gaula ikke påvirker resultatene i analyseområdet.



Figur 3. Utstrekning til modell er vist med rosa skraver. Bakgrunnskart fra google satellitt.

2.2.2 Friksjonsforhold

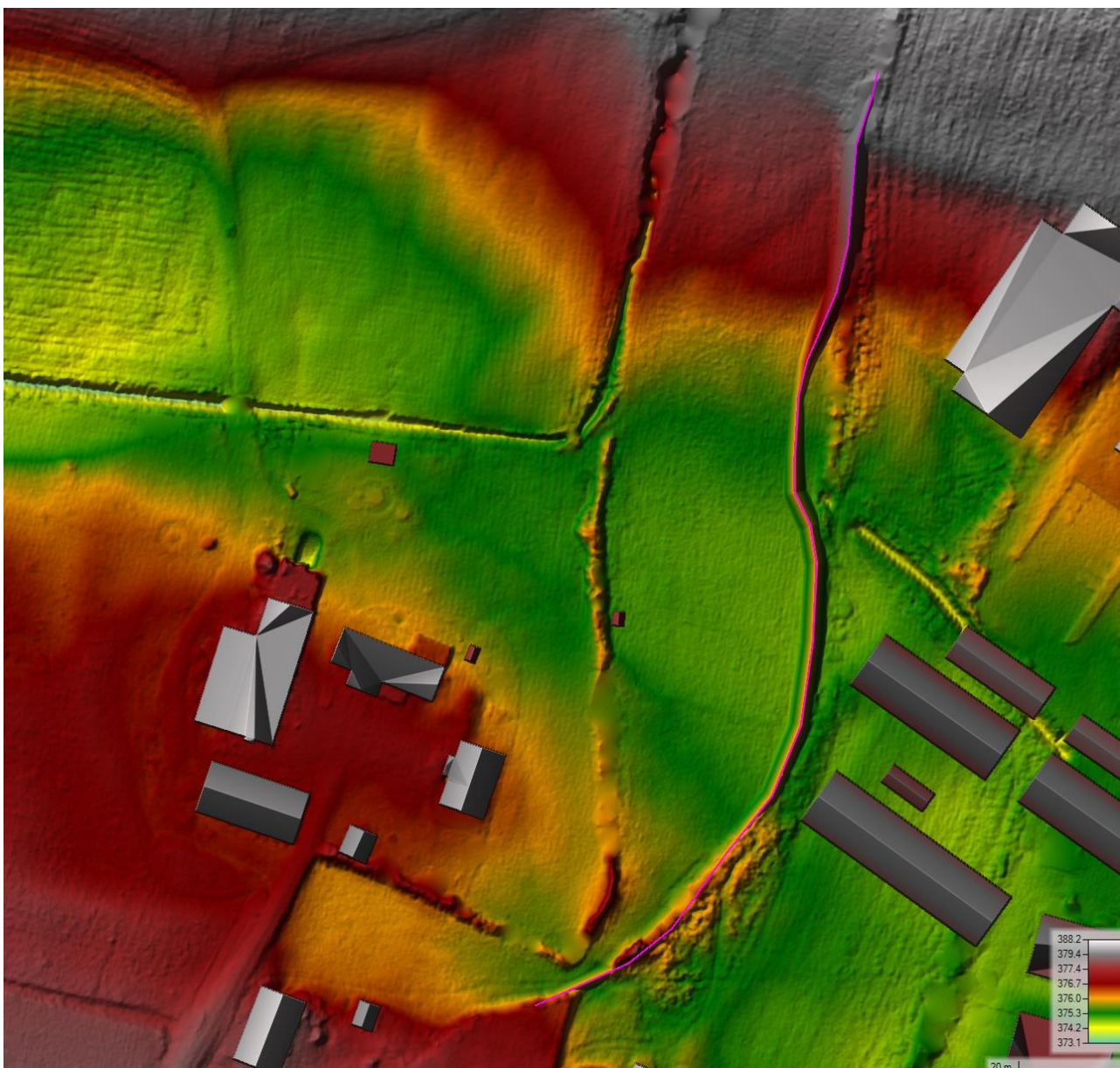
Friksjonsforholdene i modellen er grovt inndelt etter AR5 kart. Kartet deler inn området i forskjellige arealtyper. De forskjellige arealtypene er satt med forskjellig friksjonstall utfra anbefalinger fra vassdragshåndboka, HEC-RAS manualen og tidligere erfaringer. Arealtyper og friksjonsfaktorer brukt i modellen er gitt i Tabell 1.

Tabell 1. Friksjonsfaktor for ulike arealtyper i modellen.

| Arealtype | Arealkodeverdi | Mannings tall (M) | Mannings n (n) |
|--------------------------|----------------|-------------------|----------------|
| Bebyggd | 11 | 40 | 0,025 |
| Samferdsel | 12 | 50 | 0,020 |
| Jodbruk og innmarksbeite | 21,22,23 | 20 | 0,050 |
| Skog | 30 | 10 | 0,100 |
| Åpen fastmark | 50 | 20 | 0,050 |
| Vann | 80, 81 | 33 | 0,030 |

2.2.3 Flomvoll

Flomvollen er lagt inn i modellen som vist i Figur 4. Vollen er lagt inn i modellen slik at vann ikke tar seg over vollen. Vollen er derfor enkelte steder i modellen noe høyere enn nødvendig, men dette vil ikke ha påvirkning på beregnet vannstand og dimensjoneringen av vollen. Vollen er lagt inn i modellen langs med jordet, og går litt lenger inn på jordet enkelte steder, der det er en eksisterende grøft øst for vollen. En justert anbefaling for plassering av prosjektert voll er beskrevet i kapittel 5.

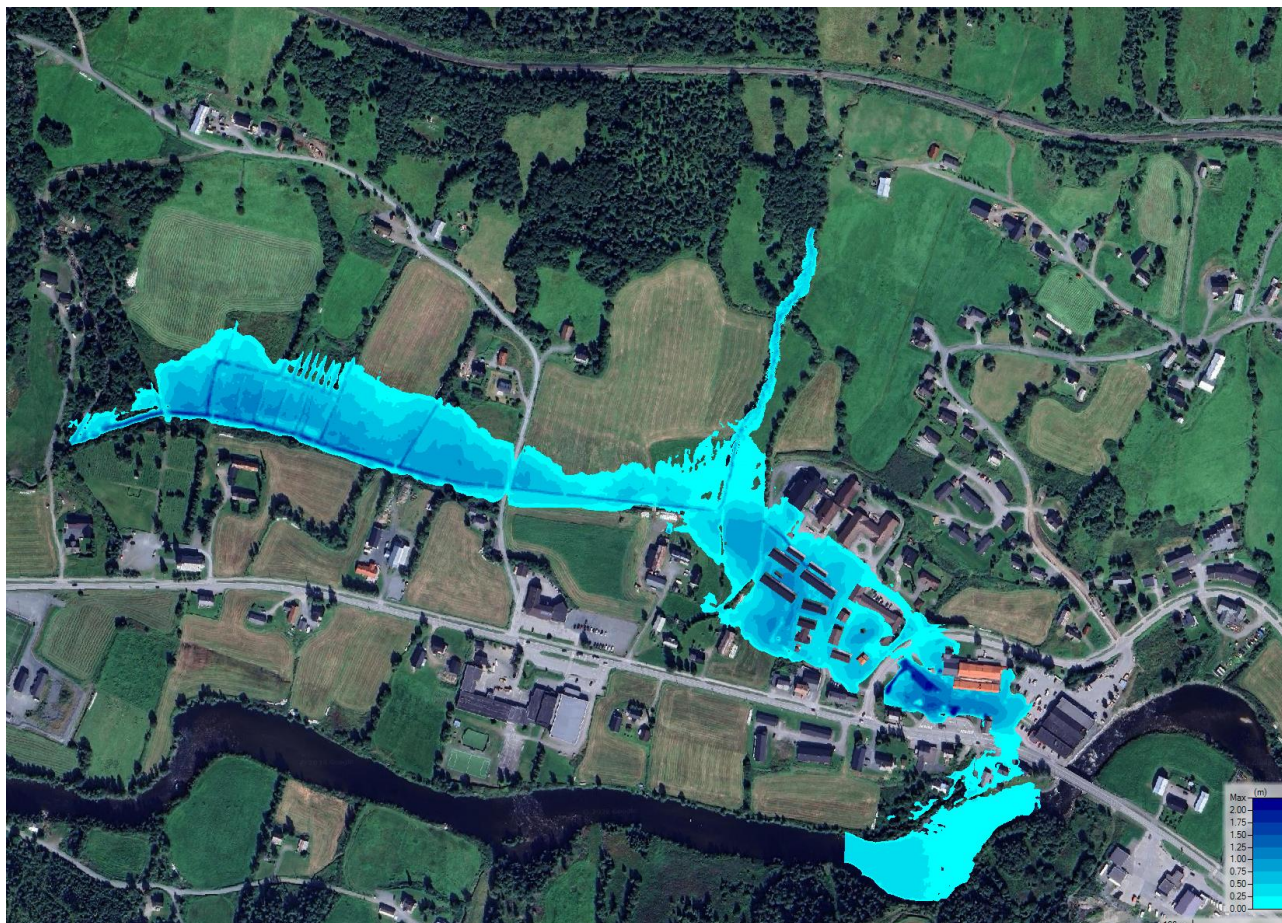


Figur 4. Flomvoll er lagt inn som en terrengforhøyning i kanten av jordet øst og sør for Kvernbecken. Vollen er markert med rosa strek.

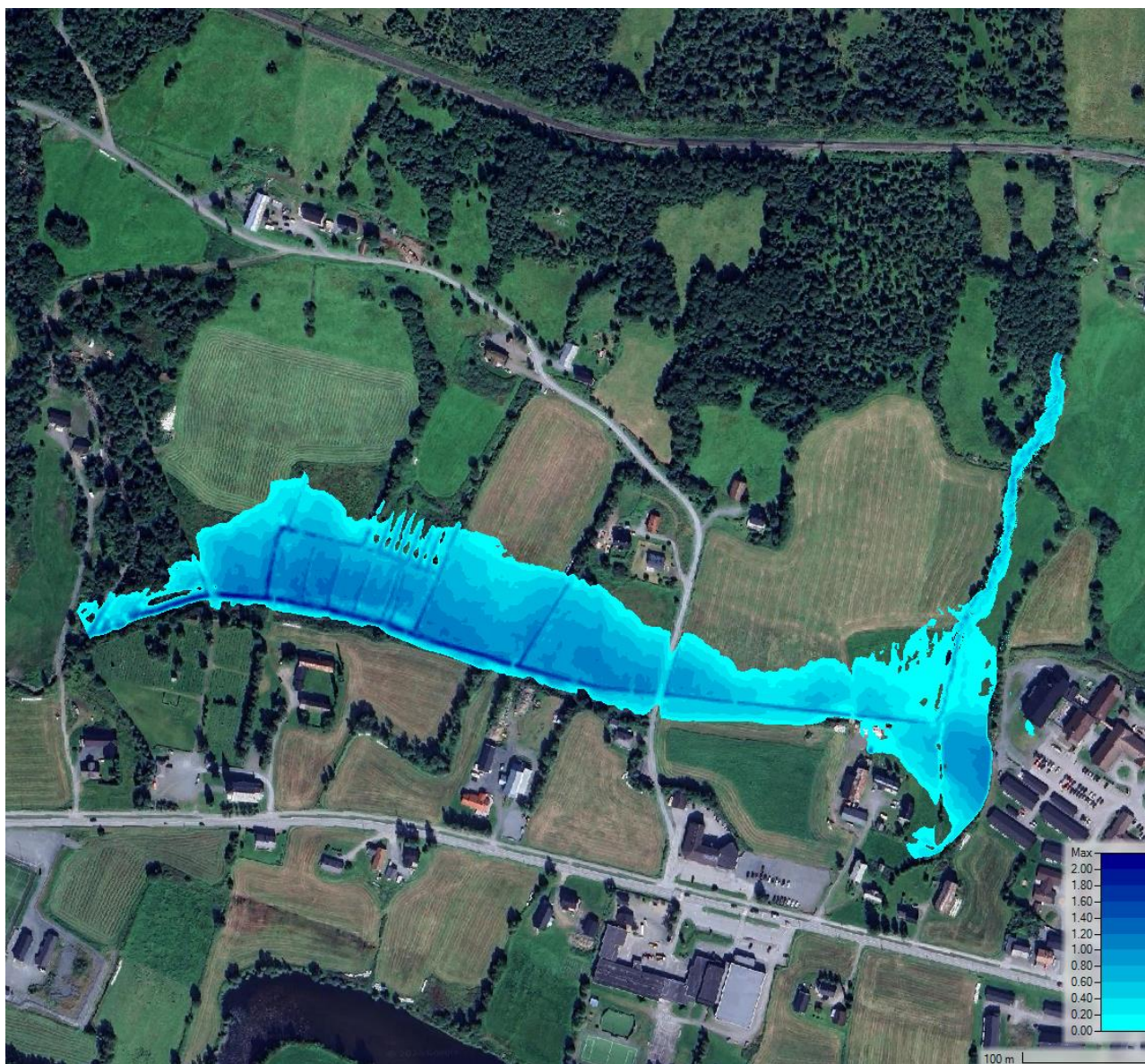
3 Resultater

Beregnet flomutbredelse for 200-årsflom med 40% klimapåslag i Kvernbecken for den eksisterende situasjonen er vist i Figur 5. Figuren viser at vann går på avveie fra Kvernbecken og inn mot sentrum og berører bebyggelse. Det er i denne rapporten ikke tatt hensyn til andre bekker, flomveier og elver, som potensielt kan flomme inn i Ålen sentrum. Figuren viser altså kun påvirkningen fra Kvernbecken. Beregnet flomutbredelse for 200-årsflom med 40% klimapåslag i Kvernbecken med flomvoll er vist i Figur 6. Figuren viser noe mer utbredelse av flomsonen i området rundt Kvernbecken, men det påvirker hovedsakelig jordbruksområder og flomsonen med voll vil ikke ta seg inn mot sentrum. Forskjellen i flomsonen ved tiltaket er vist i Figur 7.

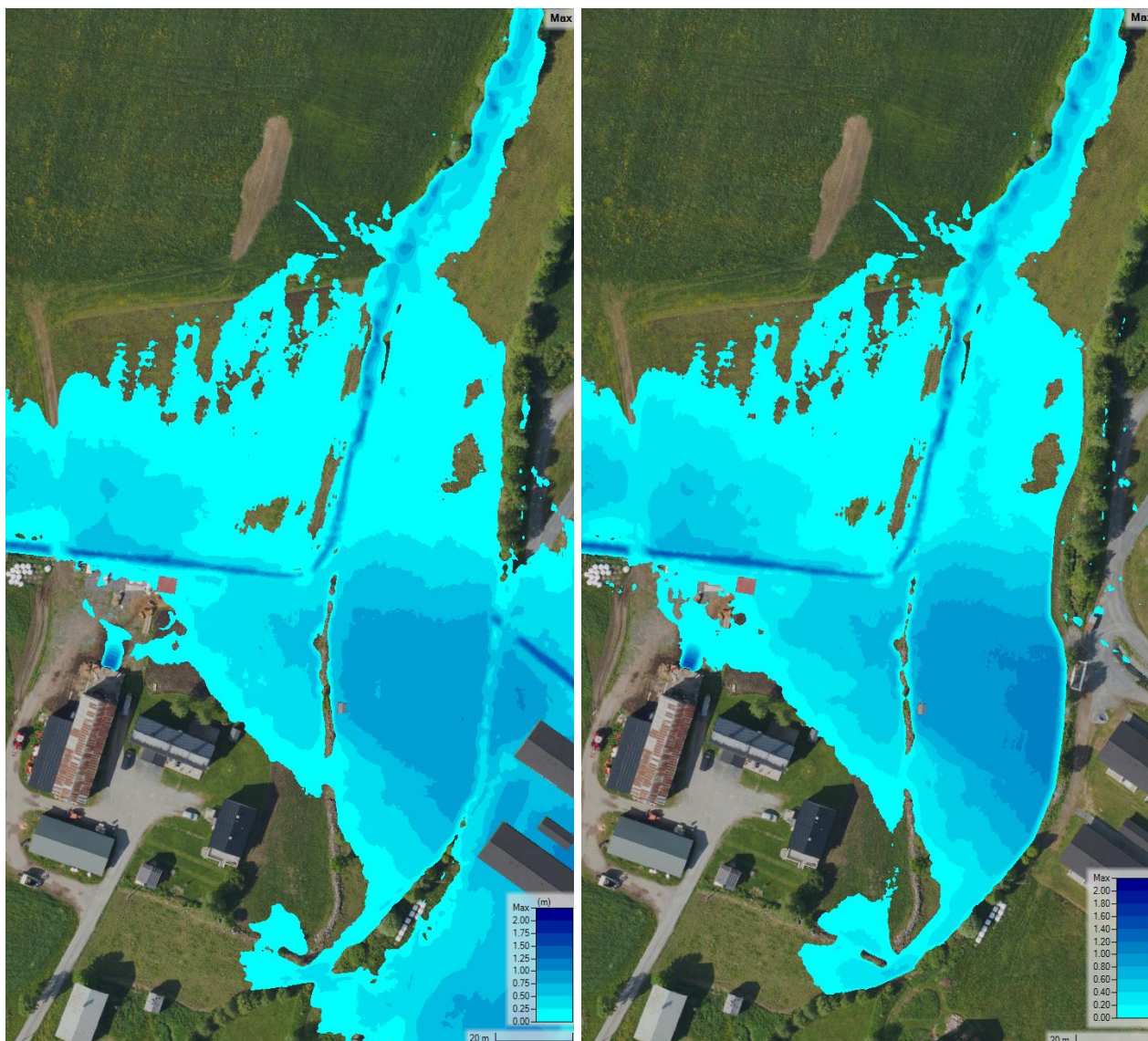
Det er i figurene som viser situasjon med flomvoll enkelte prikker med vann øst for vollen. Disse kommer fra vann på avveie i modellen oppstrøms vollen. Prikkene består av lite vann og kommer av at terrenggrunnet ikke får med seg hele tverrsnittet til bekkeløpet oppstrøms pga. vegetasjon. En kan derfor se bort ifra vannet øst for vollen i figurene med voll.



Figur 5. Beregnet flomsone (og vanddybde i m) for eksisterende situasjon. 200-årsflom med klimapåslag. Flomsone inkluderer kun påvirkningen fra Kvernbecken. Figuren er vist for hele det modellerte området.



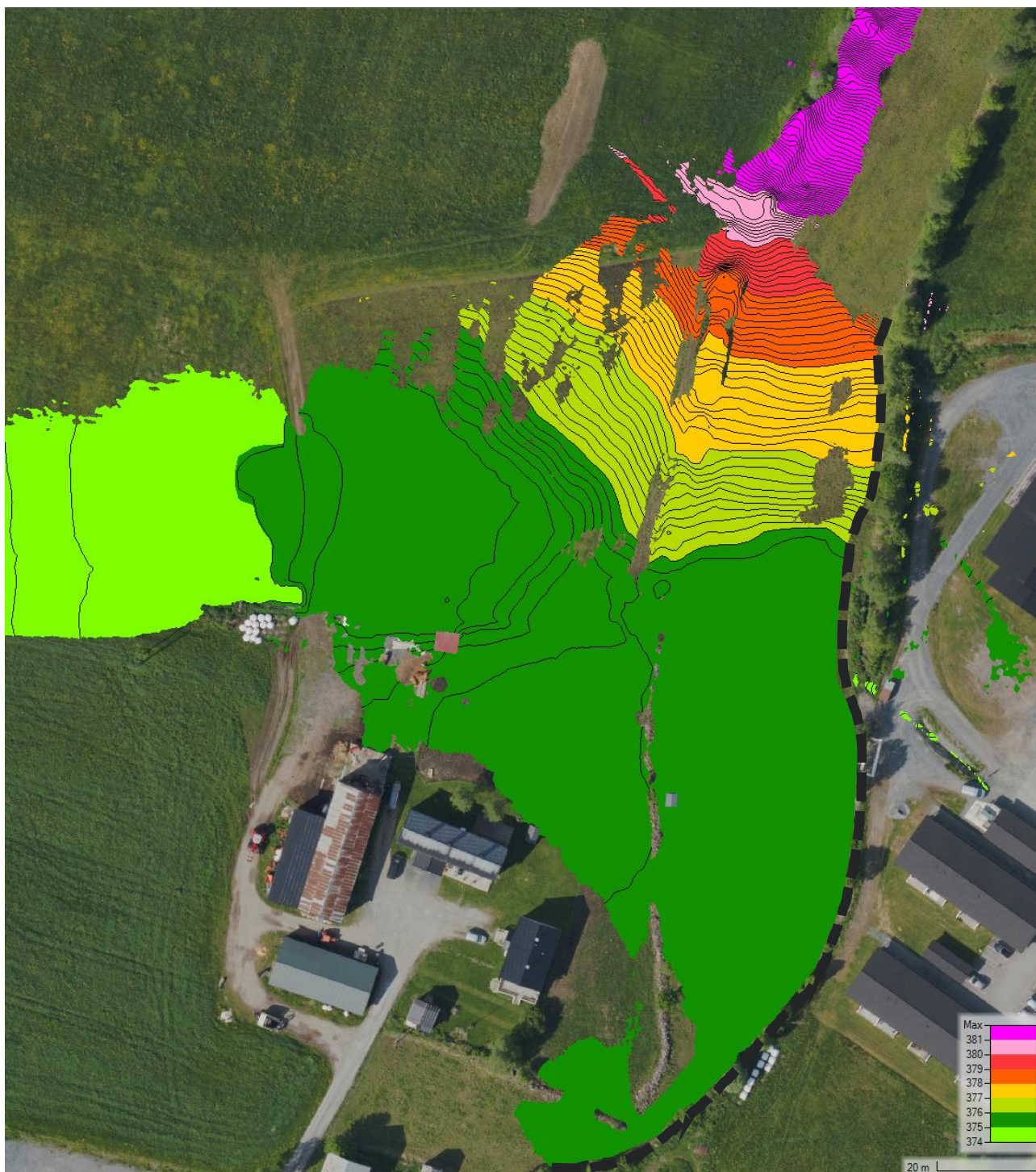
Figur 6. Beregnet flomsone (og vanddybde i m) for Kvernbecken med flomvoll. 200-årsflom med klimapåslag. Flomsonen inkluderer kun påvirkningen fra Kvernbecken. Figuren er vist for hele det modellerte området.



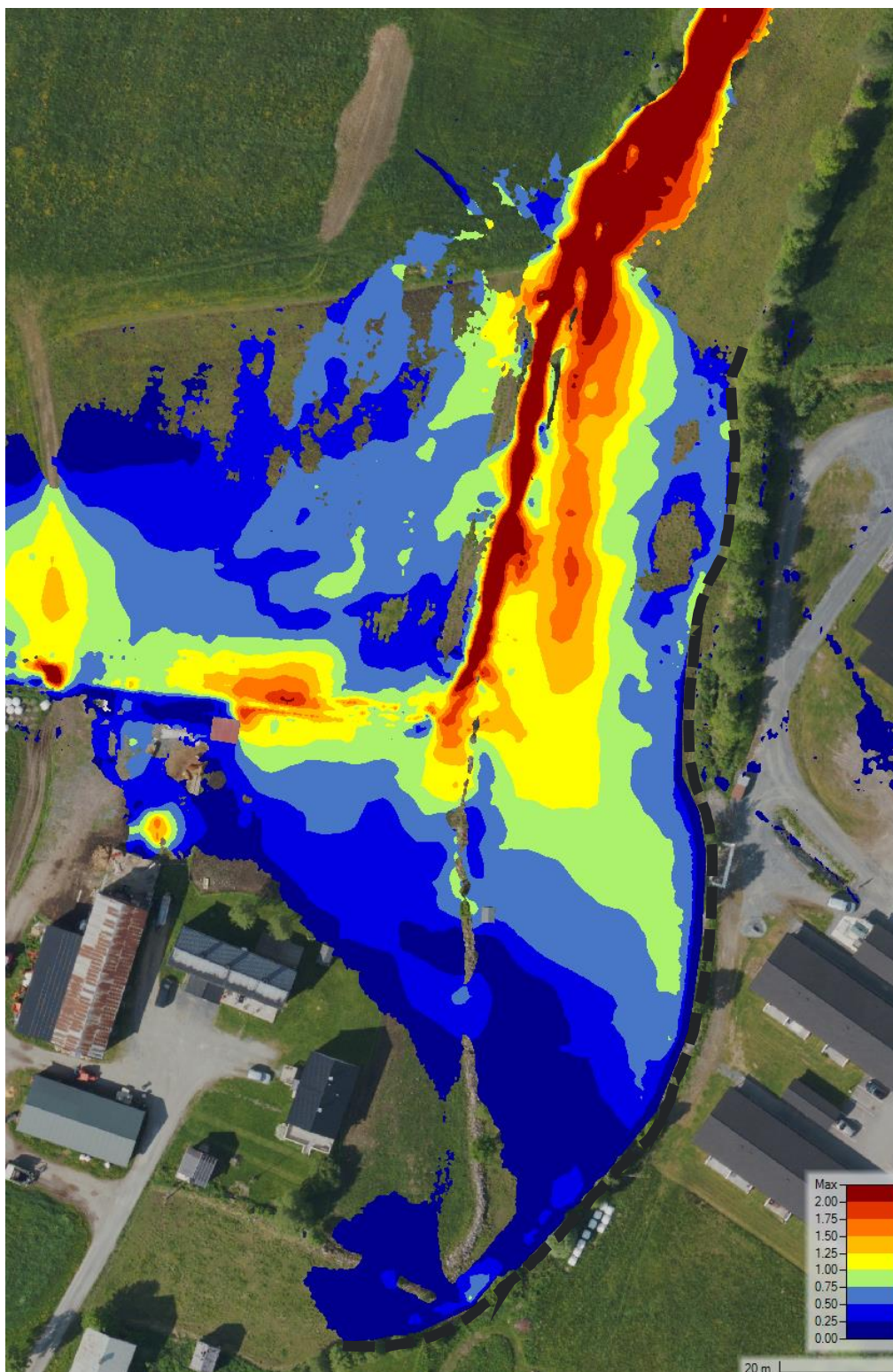
Figur 7. Beregnet flomsone (og vanddybde i m) for Kvernbecken med for eksisterende situasjon (til venstre) og med flomvoll (til høyre). 200-årsflom med klimapåslag. Figuren er vist for området ved vollen.

Beregnet vannstand for 200-årsflom med klimapåslag (moh.) ved vollen er vist i Figur 8. I øvre del av vollen følger vannstanden terrenget og ligger mellom 0-40 cm over terrenget. I nedre del av vollen vil vannet stå opp mot vollen med en vannstand på 375,85 moh., som er mellom 0,1-1,1 meter over eksisterende terreng. For dimensjonering av voll må det legges på en sikkerhetshøyde på beregnede vannstander i Figur 8 på 10 cm ref. kapittel 4.

Beregnet vannhastigheter for 200-årsflom med klimapåslag ved vollen er vist i Figur 9. Hastighetene ved vollen er relativt lave og varierer mellom 0,1-0,9 m/s. Hastighetene i og ved bekkeløpet er høyere og er beregnet opp til 4 m/s ved tiltaksområdet.



Figur 8. Beregnet flomsone (og vannstand i moh.) for Kvernbekken med flomvoll (til høyre). 200-årsflom med klimapåslag. Figuren er vist for området ved vollen og ca. plassering på voll er vist med svart stiplet linje. Det må legges på en vertikal sikkerhetshøyde på 10 cm på beregnede vannstander vist i figuren.



Figur 9. Beregnet flomsone (og vannhastighet i m/s.) for Kvernbecken med flomvoll. 200-årsflom med klimapåslag. Figuren er vist for området ved vollen og ca. plassering på voll er vist med svart stiplet linje.

4 Sikkerhetsmargin, kvalitet og usikkerheter

Det vil alltid være usikkerhet beheftet med beregning av flomvannføring. Usikkerheten er forsøkt minimert ved å benytte flere ulike metoder for beregning av flomstørrelsen.

Terrengdata kartlagt med luftbåren laser har de senere år gitt tilgang på betydelig bedre terrengdata for Norge enn det som var tilfellet for 20 år siden. Laserkartlagte data har likevel også sine begrensninger, blant annet kan ikke tradisjonell rød laser kartlegge terreng under vannflaten, og vegetasjon og løvverk vil redusere antallet registrerte punkt på reell terrengoverflate. For modellen er manglende terrengpunkt under vannflaten et lite problem, siden bekken normalt har lav vanddybde. Det er vegetasjon langs bekkeløpet. Dette gir en viss usikkerhet i terrengmodellen, og særlig bekkeløpet er såpass smalt at det må påregnes usikkerhet. Det er ikke gjort manuelle korreksjoner i terrengmodellen i bekkeløpet, noe som vil være konservativt med hensyn på beregnet flomvannstand og som vil gi noe mer vann på avveie en faktisk situasjon.

Den hydrauliske beregningen forholder seg til terrenget slik det var på skanningstidspunktet. Eventuell erosjon/ sedimentasjon i vassdraget i tiden etter skanning, eller det som oppstår under en flomhendelse, samt forhold knyttet til tilstopping, is eller grunnforhold/ skred, er ikke hensyntatt i beregningen.

Behovet for et vertikalt sikkerhetspåslag på beregnede flomnivåer må vurderes. Det gjøres for å ta hensyn til usikkerheter i beregningene. Størrelsen på sikkerhetspåslaget fastsettes ved å øke vannføringen med prosentvise påslag [2] og avhenger av kvaliteten på det hydrologiske grunnlaget og hvor bra kalibreringsdataene er. Forhold som styrer det vertikale sikkerhetspåslag ved tiltaksområdet er usikkerheter i beregnet flomvannføring, Manningstall, terrenggrunnlag og lukkinger.

Modellen er ikke kalibrert mot en målt vannlinje, men resultatene stemmer godt med observasjoner gjort på befaring, og erfaringer etter flomhendelser i området. Det velges å beregne et sikkerhetspåslag basert på en 50 % økning av flomvannføring i modellen. Dette tilsvarer en økning i vannstand ved vollen på mellom 5-9 cm.

Utfra vurderinger av kvalitet og usikkerheter er det anbefalt at det legges på en sikkerhetsmargin på 10 cm på beregnede vannstander ved vollen.

5 Dimensjonering og oppbygning av flomvoll

Dimensjonering av flomvollen gjøres med grunnlag i resultater fra beregninger gjort tidligere i denne rapporten.

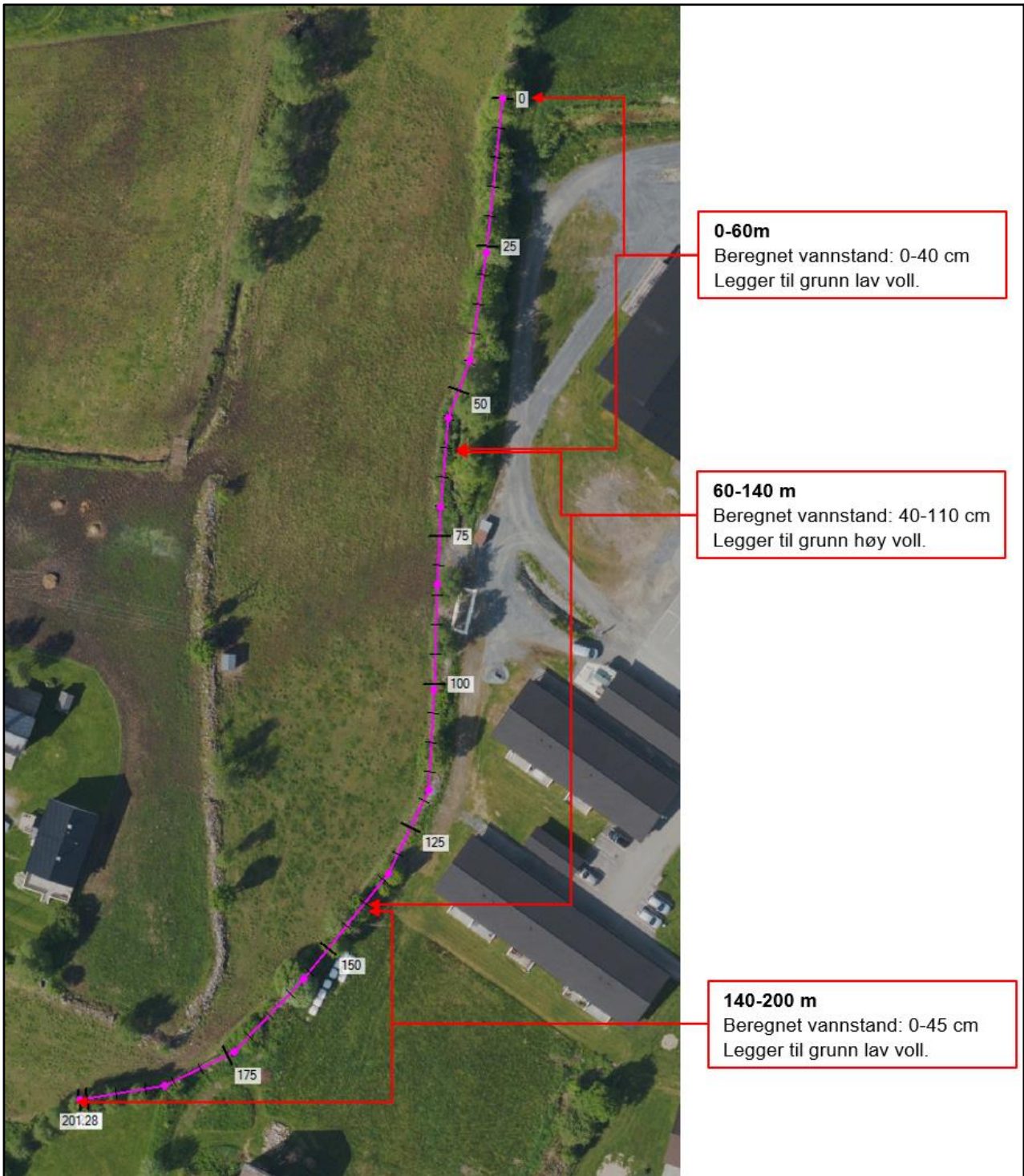
Vann går på avveie ut av bekkeløpet til kvernbekken og inn mot sentrum i dagens situasjon. Det anbefales derfor at det etableres en voll som forhindrer at vann tar seg østover inn mot sentrum, men heller leder vannet tilbake til bekkeløpet. For at vollen skal ta minst mulig areal fra jordbruksområdet er det anbefalt at vollen etableres langs med eksisterende jorde. Det er i dag en vegetasjonsstripe langs med jordet. På befaring utført i 2025 ble det observert et steingjerde langs med jordet. Dette vil kunne holde tilbake noe vann i dagens situasjon, men det er ikke tilstrekkelig tett og høyt, så ved større flomhendelser vil vann renne gjennom og over dette.

Anbefalt strekning for vollen er vist i Figur 10. Vollen er totalt ca. 200 meter lang. Enkelte steder er eksisterende terreng høyere enn dimensjonerende vannstand med sikkerhetspåslag. Det kan her vurderes om man kan beholde eksisterende terreng som flomsikring i stedet for å etablere voll. Dette gjelder spesielt ca. mellom lengde 130-175 og 185-200 i Figur 10. Er terrenget der oppfylt med stein fra jordet eller lignende anbefales det at det etableres flomvoll, mens om det er naturlig terreng anbefales det at terrenget bevares. Dette må sees på mer i detalj på en befaring.

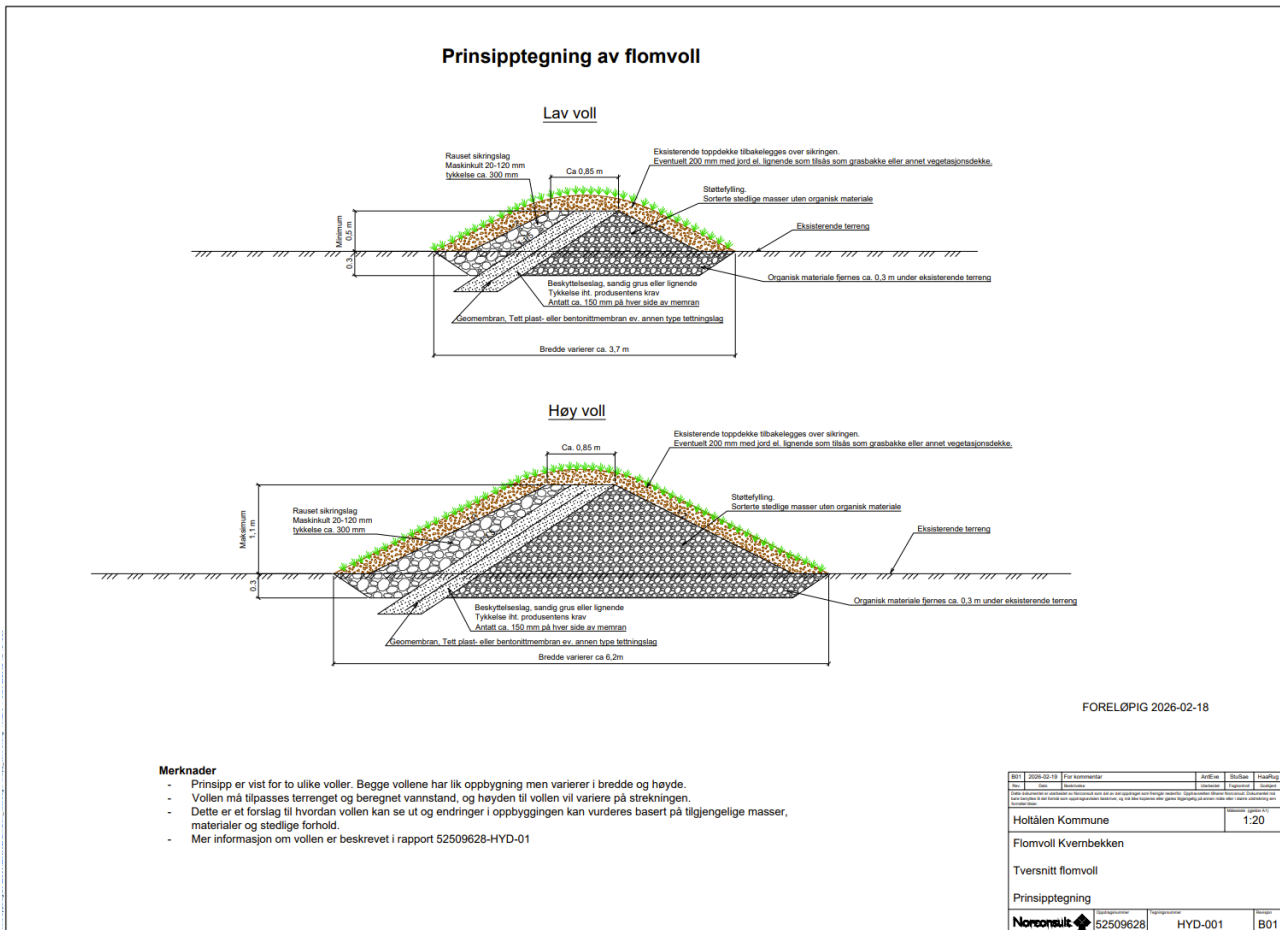
Et prinsipp for hvordan vollen kan bygges er vist i Figur 11. Oppbygningen baserer seg på anbefalinger gitt i sikringshåndboka til NVE [3]. Vollen er planlagt med god avstand til bekkeløpet som fører til lave beregnede hastigheter ved vollen. Det er også relativt lave beregnede vannstander ved vollen. Det er dermed ikke nødvendig med et tykt sikringslag bestående av stor stein i vollen. Det anbefales heller at det brukes gode masser som ikke vaskes ut under flom. Et sikringslag med sprengstein 20-120 mm eller lignende er et passende sikringslag som bidrar til at vollen kan håndtere at vann blir stående mot vollen uten utvasking. Det anbefales at sikringslaget etableres med en tykkelse på ca. 300 mm. Under sikringslaget etableres et tetningslag bestående av en duk, membran eller lignende. Et tetningslag med tette masser kan også vurderes i stedet for membran. Vollen dekkes med et vegetasjonslag. Den resterende delen av vollen kan bestå av tilgjengelige stedlige masser, men det anbefales at massene er gode og at eventuelt organisk materiale fjernes.

Det anbefales at vollen etableres med en høyde over eksisterende nærliggende terreng på innsiden av vollen tilsvarende flomvannstanden vist i Figur 7 og Figur 8. Sikringslaget kan legges opp til dimensjonerende vannstand, og vegetasjonsdekket kan fungere som et fribord som inkluderer vertikalt sikkerhetspåslag på 10 cm.

Prosjekteringen av vollen i denne rapporten viser prinsipper for oppbygning som er brukt i kostnadsberegning av tiltaket og videre til vurdering om tiltaket skal etableres. Hvis kommunen velger å gå videre med etablering av vollen anbefales det at vollen detaljeres etter en befaring. Det anbefales at det lages en modell av vollen som tar for seg nøyaktig trase, høyde og utforming langs hele strekningen basert på et mer oppdatert teorigrunnlag med innmålte terrengpunkter. Ved bruk av grunnlaget beskrevet i denne rapporten kan en forvente å få et noe konservativt kostnadsestimat, pga. at det er lagt til grunn en høyere voll på deler av strekningen. Dette er gjort fordi det blant annet er usikkerheter i eksisterende terrenggrunnlag, da dette er fra 2014 og er blant annet unøyaktig ved vollen grunnet vegetasjon.



Figur 10. Anbefalt strekning til vollen er vist med rosa strek. Anbefalt høyde for vollen vil variere, men to ulike utforminger er lagt til grunn for ulike strekninger i kostnadsberegningen. Lav og høy voll refererer til tegning HYD-001 (Figur 11).



Figur 11. Prinsipptegning av voll som brukes som grunnlag til kostnadsberegning. For bedre oppløsning se vedlagt tegning HYD-001.

6 Vedlegg og referanser

6.1 Vedlegg

- **Prinsipptegning av flomvoll: Tegning HYD-001**

6.2 Referanser

- [1] Norconsult Norge AS, «52308665_HYD01_J03-Flomvurdering Holtålen,» Norconsult Norge AS, 2025-04-23.
- [2] Bakkan, Bjerke, Bønsnes, Eggen, Flatøy, Herje, Holt, Humlen, Jespersen, Pedersen, Roald, Sommer-Erichson og Væringstad, «NVE Veileder nr. 3/2022 - Sikkerhet mot flom: utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak,» Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 2022.
- [3] NVE, «Sikringshåndboka,» NVE, 02 09 2025. [Internett]. Available: <https://veiledere.nve.no/sikringshandboka/>.