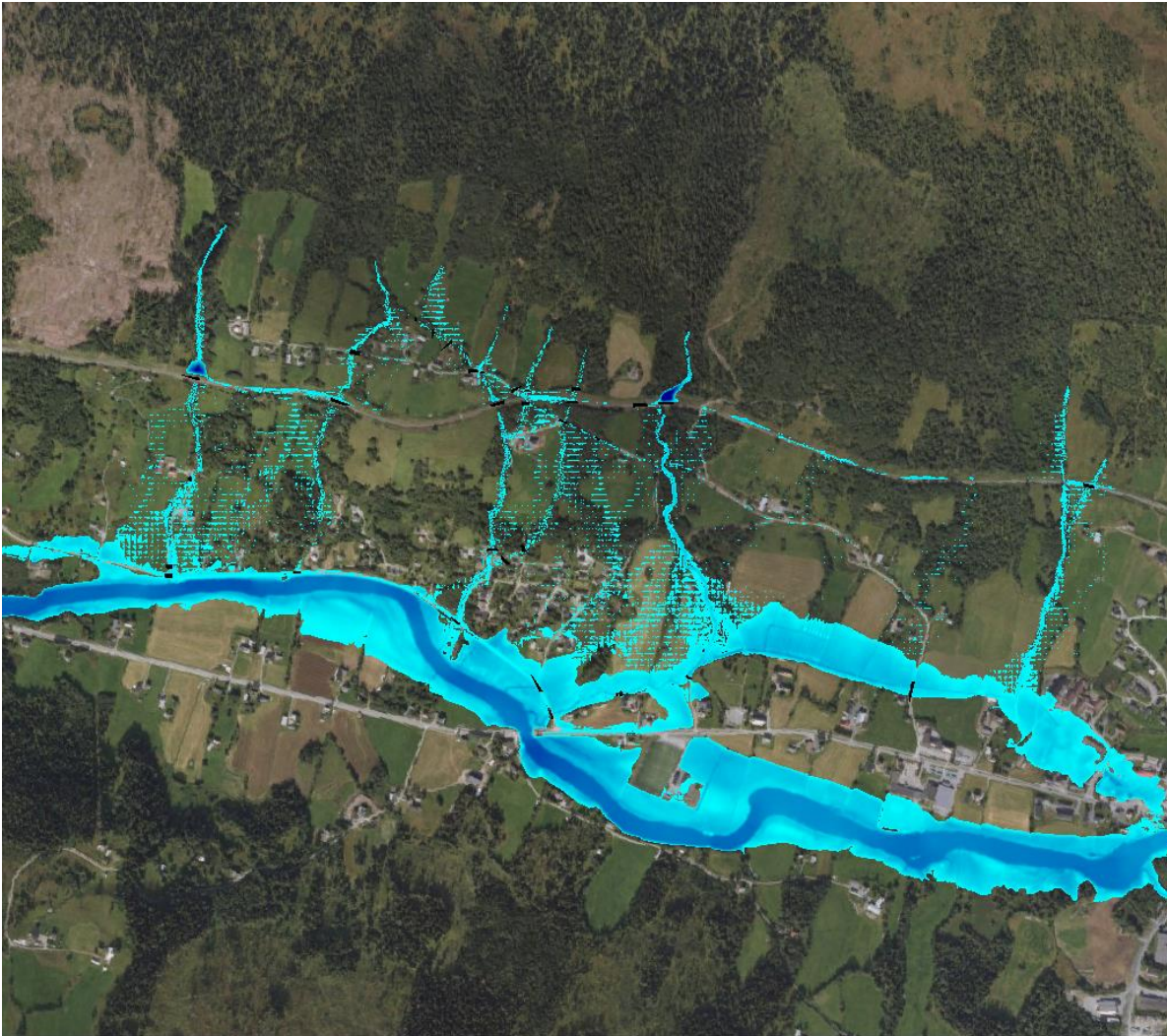


► Vannlinjeberegninger for sidevassdrag, Holtålen



J03	2025-04-23	For bruk	AntEve	HaaRug	HaaRug
B02	2025-03-26	Etter kommentarer fra involverte aktører (Holtålen kommune, Trøndelag Fylkeskommune, NVE, Bane NOR, Statsforvalteren i Trøndelag)	AntEve	HaaRug	HaaRug
B01	2025-02-17	For kommentar	AntEve	HaaRug/StMyr	HaaRug
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

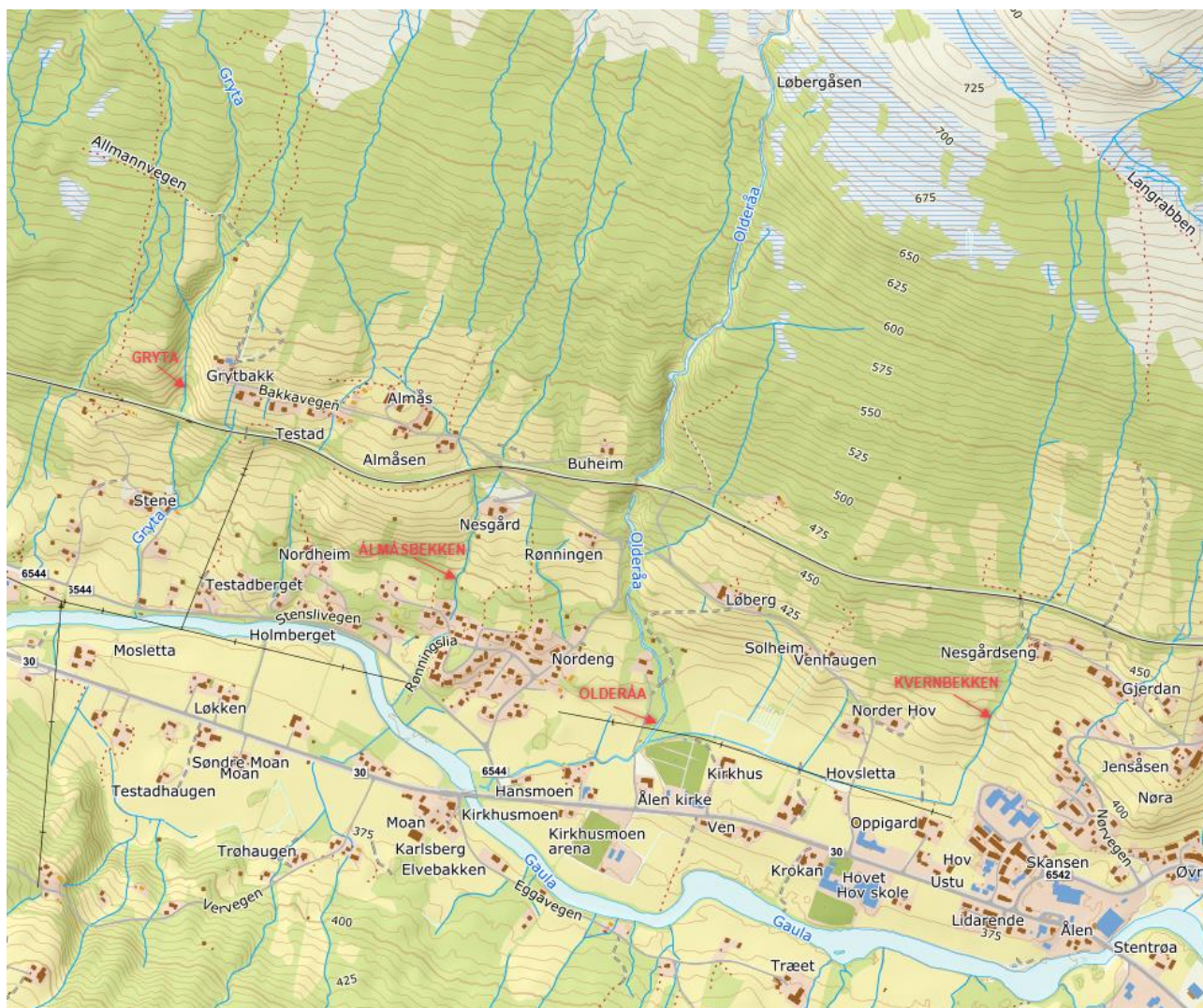
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn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

Innhold

1	Introduksjon	3
2	Flomberegning	4
3	Oppsett av vannlinjemodell	5
3.1	Beregningsmodell	5
3.2	Friksjonsforhold	5
3.3	Forutsetninger og andre forhold i modellen	5
3.4	Modell for alternative løsninger for Almåsbekken	7
4	Gyldighet, kvalitet og usikkerheter	8
5	Resultater	9
5.1	Gryta	10
5.2	Almåsbekken	13
5.2.1	Eksisterende situasjon	13
5.2.2	Alternative fremtidige situasjoner	16
5.3	Olderåa og Kvernbecken	20
6	Konklusjon	23

1 Introduksjon

I forbindelse med tverrfaglig sikringsprosjekt i Holtålen kommune, er det i rapporten «52308665_HYD01-Flomvurdering Holtålen» gjort en flomvurdering for sidevassdrag i Ålen. Som vedlegg til rapporten er det i denne rapporten gjort vannlinjeberegninger for de samme vassdragene beskrevet i «52308665_HYD01-Flomvurdering Holtålen». Det vil i denne rapporten bli beskrevet modelloppsett, vurderinger og resultater fra en hydraulisk vannlinjemodell for området. Modellen er satt opp og kjørt i programmet HEC-RAS. Kart over de modellerte vassdragene er vist i Figur 1.



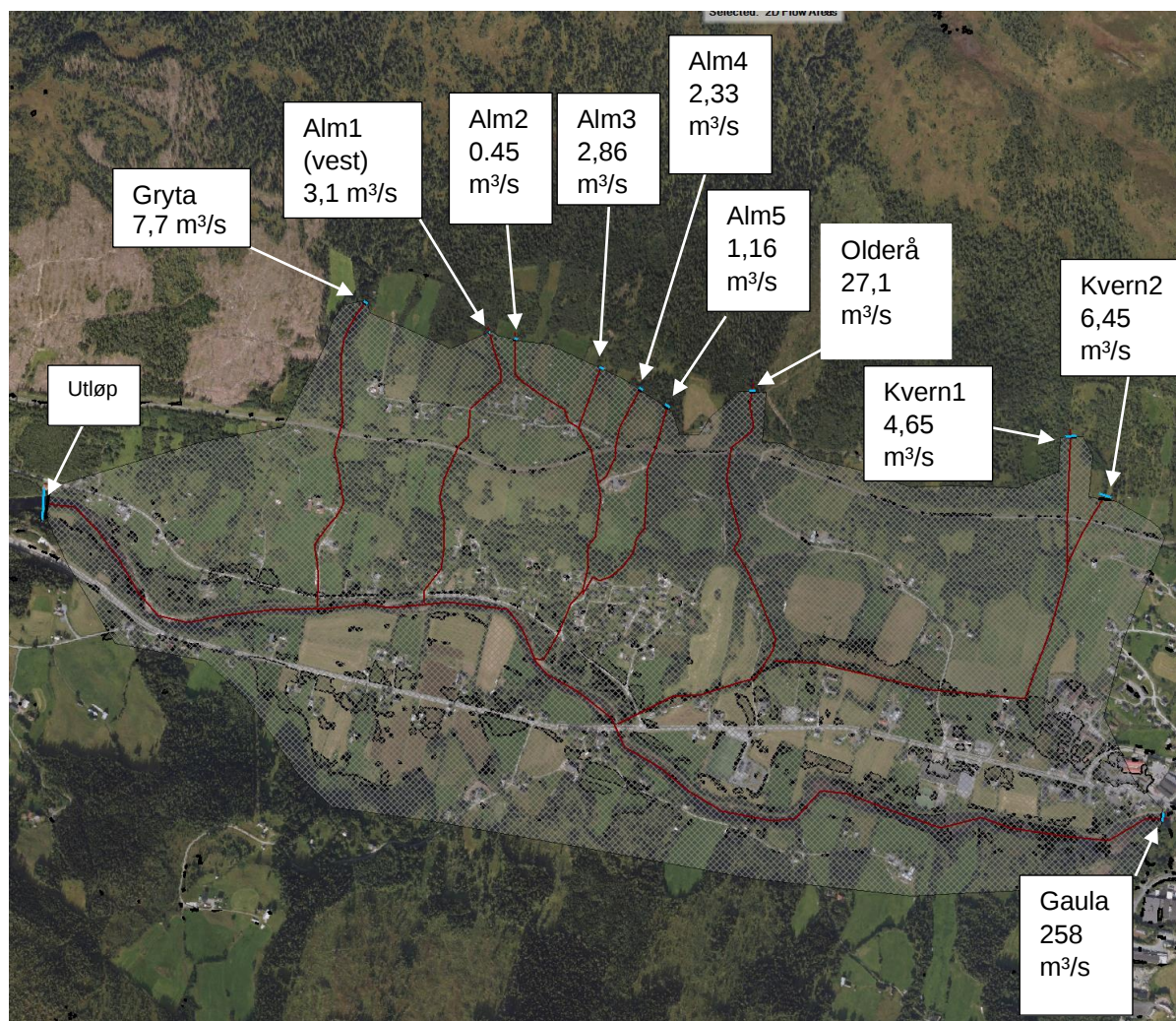
Figur 1. Kart over fokusområdet for prosjektet. De fire bekkene som det fokuseres på er Gryta, Almåsbekken, Olderåa og Kvernbecken, med tilhørende sidebekker (kommunekart.com)

2 Flomberegning

Flomberegning for vassdragene er beskrevet i «52308665_HYD01-Flomvurdering Holtålen». Det er gjort beregninger for hvert av sidevassdragene for 200-årsflom med klimapåslag. Disse verdiene er brukt som input i HEC-RAS modellen. Modellen har noen flere innløp sammenlignet med beregningene som fordeler flomvannføringen i forskjellige deler av nedbørfeltet. Vannføringen ved innløp er derfor skalert med bakgrunn i flomberegningene for vassdragene for nedbørfeltet til hvert vassdrag. Den totale vannføringen til alle innløp i samme vassdrag stemmer overens med beregningene gjort i «52308665_HYD01-Flomvurdering Holtålen».

Nederst i modellområdet renner hovedelva Gaula. Denne elva er stor og har lang konsentrasjonstid. Det er liten sannsynlighet at en flomtopp i Gaula vil komme samtidig med en flomtopp i sidevassdragene. Det er derfor lagt til grunn i modellen en vannføring tilsvarende en 20-årsflom i Gaula. Flomvannføringen i Gaula er hentet fra «NVE rapport 11/2012: Flomsonekart Delprosjekt Ålen», der 20-årsflommen i Gaula er beregnet til 258 m³/s.

Flomvannføring lagt inn ved innløp i modellen er vist i Figur 2.



Figur 2. Vannføringer lagt inn ved innløp i modellen. Det modellerte området er vist med grå skravur. Innløp er vist med blå linje. Ca. plassering til hovedbekkeløp er vist med røde linjer.

3 Oppsett av vannlinjemodell

3.1 Beregningsmodell

Beregning av 200-års flomvannstand med klimapåslag gjøres på grunnlag av beregnet flomvannføring vist i Figur 2. 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 flomutbredelser langs vassdrag.

Høydemodellen i beregningen er hentet fra www.hoydedata.no, der det foreligger en skanning over området fra 2014 med tetthet på 5 pkt./m². Høydemodellen er gammel og det er derfor gjort endringer i høydemodellen, basert på innmålinger av bekkeløp gjort av Norconsult høsten 2024. Alle høyder som er lagt til grunn i flomsonekartleggingen refererer til høydegrunnlaget NN2000.

Beregningsmeshet er satt til en oppløsning på 3m x 3m, med finere oppløsning på 1m x 1m i og rundt elver, bekker og vannveier.

Øvre grensebetingelse er flomvannføring tilsvarende 200-årsflom med klimapåslag i sidevassdragene og 20-årsflom i Gaula. Nedre grensebetingelse er satt til normaldybde i Gaula ca. 800 meter nedstrøms der Gryta renner inn i Gaula. Utstrekningen til det beregnede arealet er vist i Figur 2.

3.2 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.

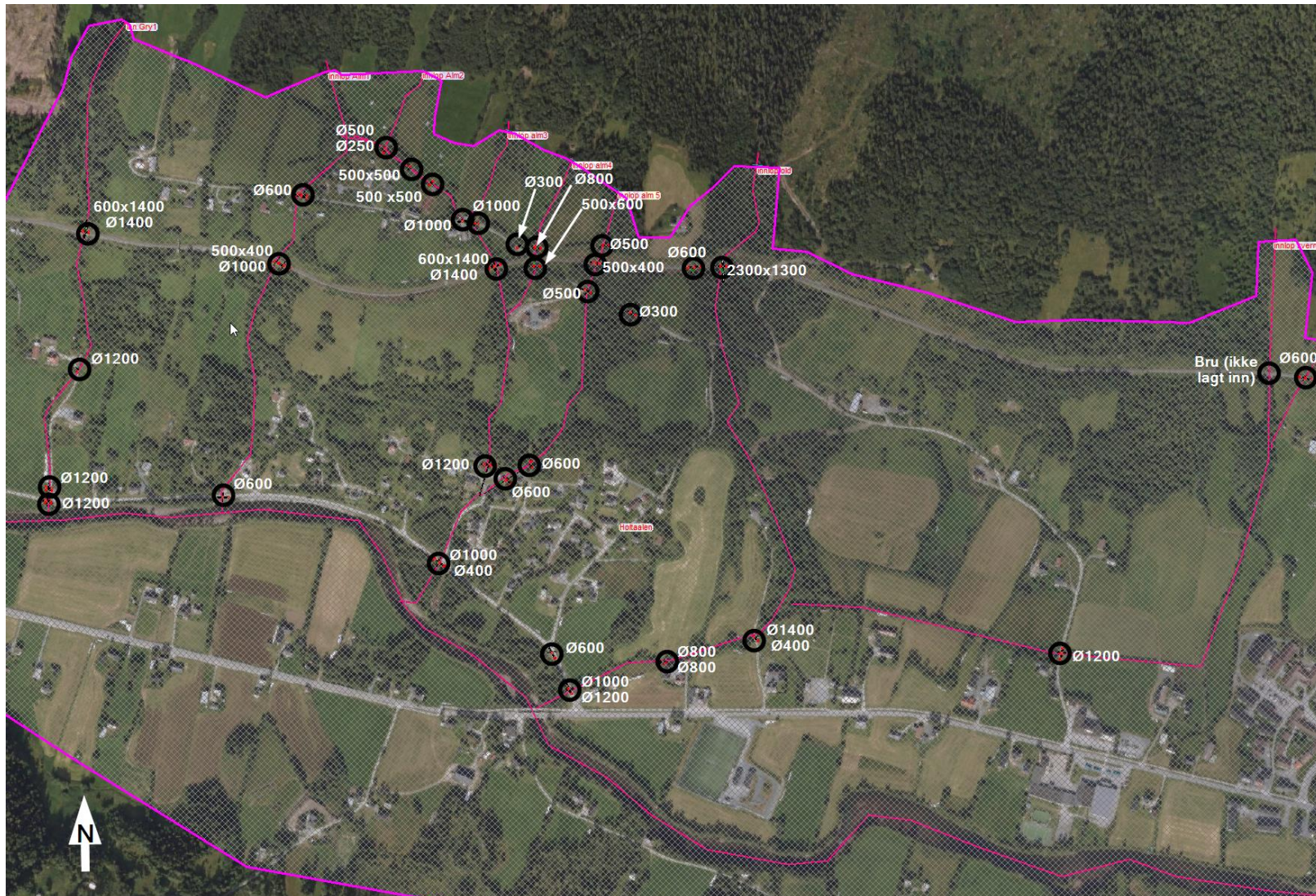
Tabell 1. Friksjonsfaktor for ulike arealtyper i modellen.

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

3.3 Forutsetninger og andre forhold i modellen

Det er i modellen lagt inn relevante eksisterende stikkrenner og kulverter (lukkinger) i og ved vassdragene. Lukkingene er lagt inn med dimensjoner vist i Figur 3. Kulvertene er lagt inn med Manning's n på 0.015 og varierende utforming basert på observasjoner gjort på befaring.

Det er ikke lagt inn bruer i modellen. Der det er bruer er det kun et åpent tverrsnitt i modellen. Modellen tar derfor ikke hensyn til eventuell oppstuvning ved bruer.



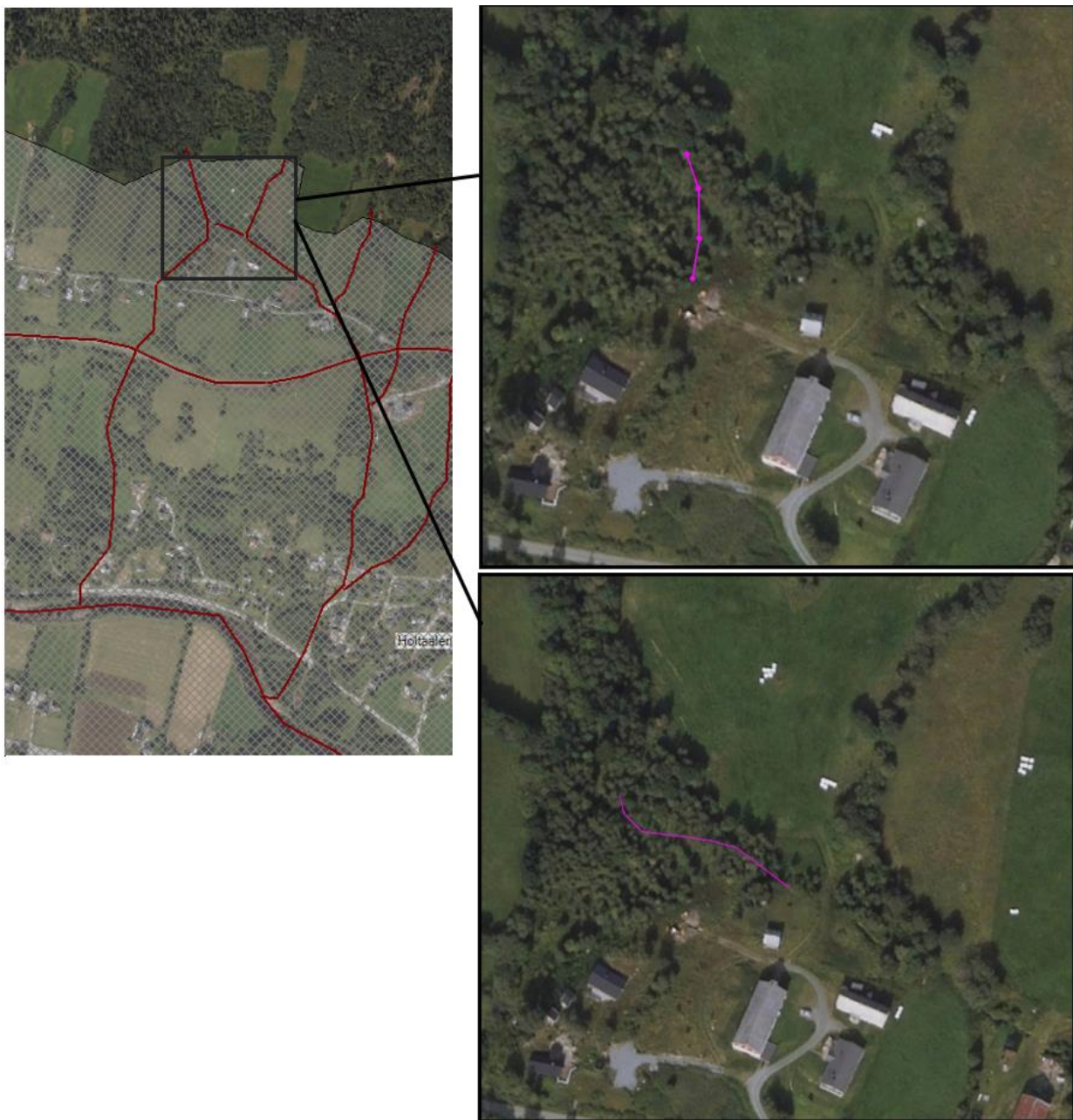
Figur 3. Dimensjoner på kulverter lagt inn i modellen.

3.4 Modell for alternative løsninger for Almåsbekken

Modellen er kjørt for tre forskjellige alternativer for hvor en leder Almåsbekken.

1. Opprinnelig terreng (fører mesteparten mot sørvest og noe mot øst)
2. En flomvoll som fører alt vannet fra Almåsbekken mot sørvest
3. En flomvoll som fører alt vannet fra Almåsbekken mot øst

Flomvollene er lagt inn som en høyning av terrenget med 2 meter. Utstrekningen til vollene ved situasjonene er vist i Figur 4.



Figur 4. Plassering på voll i modell er vist i rosa. Alternativ 2 er vist øverst til høyre og alternativ 3 er vist nederst.

4 Gyldighet, kvalitet og usikkerheter

Usikkerhet på hydrologisk grunnlag

Det vil alltid være usikkerhet beheftet med beregning av flomvannføring. Usikkerheten er søkt minimert ved å benytte flere ulike metoder for beregning av flomstørrelser. Flomberegningene er beskrevet i 52308665_HYD01-Flomvurdering Holtålen. Beregningene er vurdert til å være gode nok til å kunne brukes i denne analysen.

Usikkerhet på kart og terrenggrunnlag

Terrengdata kartlagt med luftbåren laser har de senere år gitt tilgang på betydelig bedre terrengdata for Norge enn det som var tilfellet for bare 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. Det er mye vegetasjon langs bekkeløp. Dette gir en viss usikkerhet i terrengmodellen, usikkerheten er størst der bekkeløpene er smale. Det er gjort korreksjoner i terrengmodellen, med innmålinger i bekkeløp. I med at terrengmodellen er gammel er det forventet at terrengmodellen ikke representerer terrenget helt slik det er i dag. Det må dermed påregnes en usikkerhet forbundet med terrenget.

Beregningskvalitet

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

HEC-RAS har større usikkerheter i bratt terreng. Spesielt i terreng brattere enn 10 %, som er tilfellet flere steder i modellen. Denne usikkerheten er prøvd minimert ved å kjøre modellen med lave tidssteg.

Usikkerheter i friksjonsfaktorer

Friksjonsområder i modellen er grovt satt fra AR5 kart. Friksjonsfaktorer vil ikke være nøyaktige for alle punkter i modellen. For en mer nøyaktig modell anbefales det at friksjonstall justeres manuelt basert på nøye befaring av terrenget i området. Det må beregnes en usikkerhet i modellen tilknyttet valg av friksjonsfaktor.

Usikkerheter i lukkinger

Lukkinger er enkelt lagt inn i modellen med dimensjon og antatt plassering fra observasjoner gjort på befaring. Dette gir en viss usikkerhet i modellen ved lukkinger. For å få en mer nøyaktig modell må en måle inn høyder og nøyaktig plassering av stikkrenner og kulverter med GPS eller lignende. Modellen tar ikke hensyn til eventuell tilstopping av lukkinger.

Gyldighet til modell

Med usikkerhetene beskrevet over er det ikke anbefalt at modellen brukes direkte til dimensjonering av tiltak og sikkerhet. Modellen er kun gyldig for bruk for vurdering av relativ sårbarhet i området, hvor den gir en indikasjon på hvor det er antatt fare for vann på avveie og hvilke områder som kan bli berørt av en 200-årsflom med klimapåslag. Det er ikke gjort følsomhetsanalyser og vurderinger av usikkerhetspåslag som anbefalt i NVE veileder 3/2022. Det anbefales at dette inkluderes i nye mer presise modeller for detaljprosjektering og dimensjonering av tiltak.

5 Resultater

Resultater for beregnet 200-årsflom med 40 % klimapåslag er vist i Figur 5. Resultatene viser at det er flere krysninger og bekkeløp som ikke har kapasitet til å håndtere en 200-årsflom med klimapåslag.



Figur 5 Beregnet flomsone for sidevassdragene i Ålen. 200-årsflom med klimapåslag.

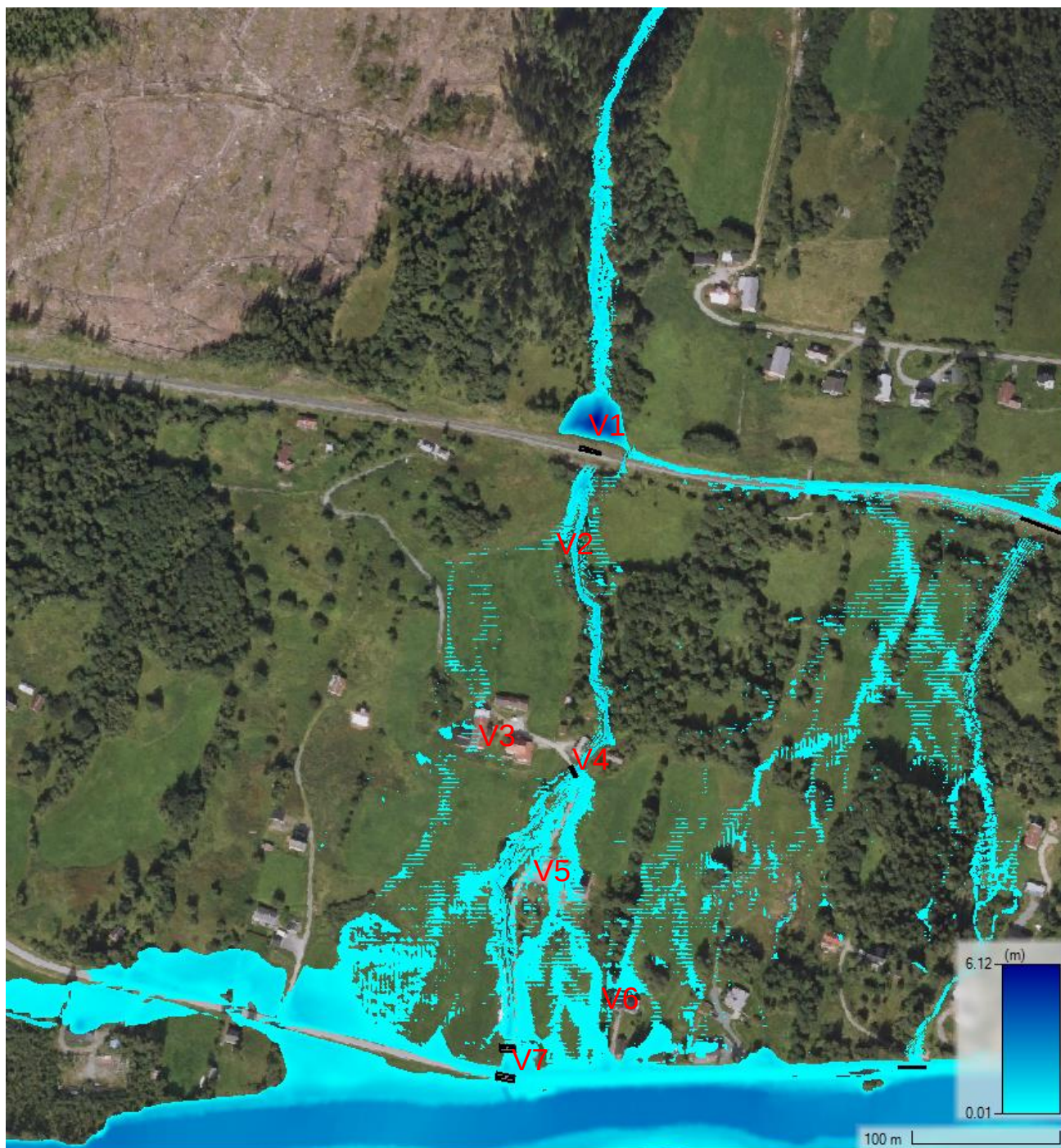
5.1 Gryta

Sidevassdraget Gryta (lengst vest) har ikke kapasitet til å håndtere 200-årsflom med klimapåslag. Det er spesielt problemer ved lukkinger, men det er også steder der det er modellert at vann går ut av bekkeløpet. Beregnet flomutbredelse i Gryta er vist i Figur 6. Det er også kommentert steder der vann går på avveie ut av bekkeløpet.

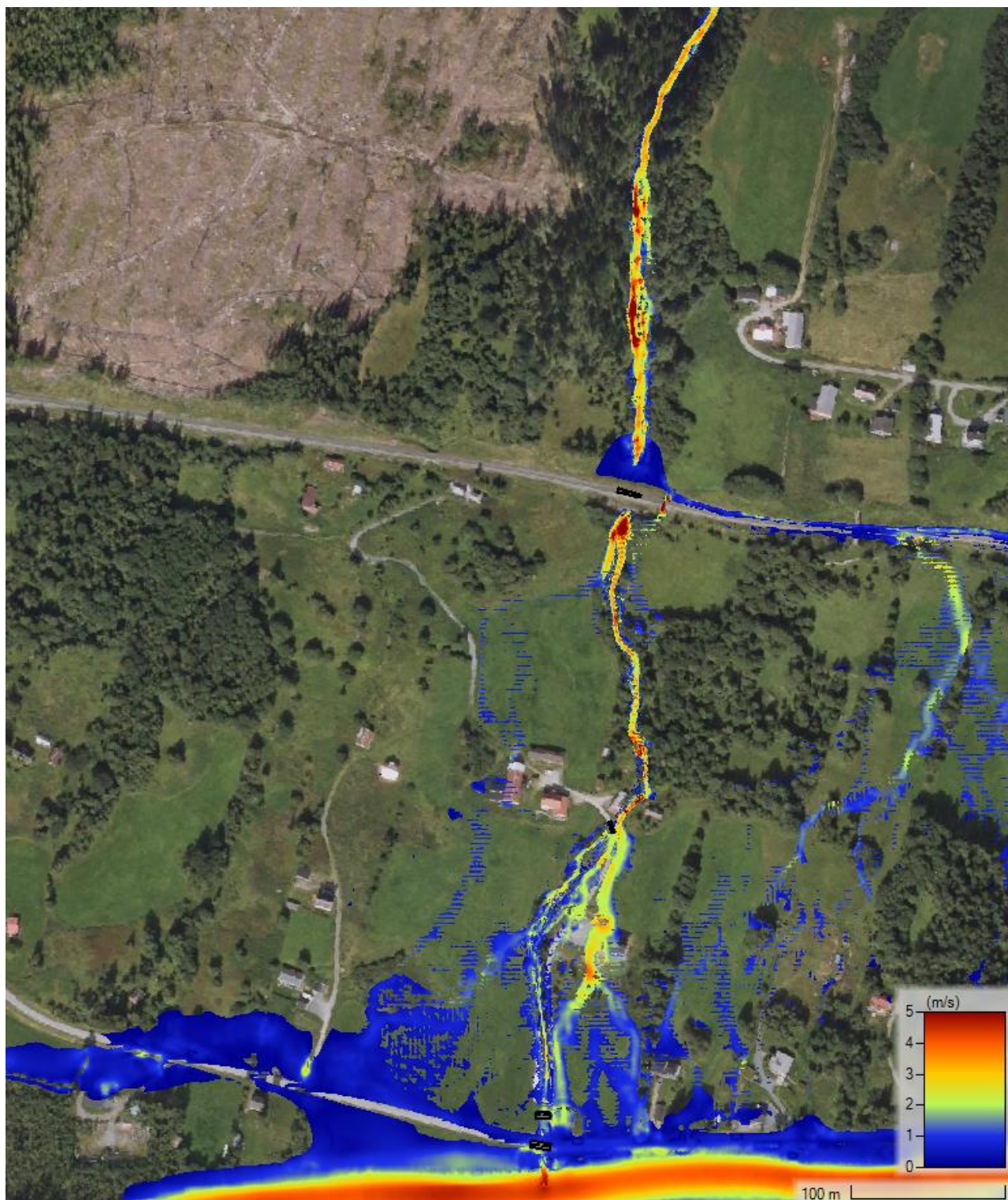
- Ved punkt V1 vil vann oppstues fordi kulvertene gjennom jernbanen ikke har kapasitet, noe vann renner derfor i overløp og gjennom en gangkulvert rett øst for V1.
- Ved punkt V2 er det fare for at vann kan gå på avveie ut av bekkeløpet og gjøre skade på gården (V3) vest for bekkeløpet.
- Ved punkt V4 er det for liten kapasitet i stikkrennen gjennom vegen og vann vil gå på avveie ut av bekkeløpet mot sørøst. Dette kan føre til skade på to bolighus (V5 og V6) og en garasje (V7).

I tillegg til skadene fra Gryta viser også modellen at Gaula kan flomme ut av elveløpet. Gaula er i modellert for en vannføring tilsvarende 20-årsflom. Tiltak for Gaula vil ikke bli vurdert i denne rapporten, men modellen viser at høy vannføring i Gaula vil skape problemer for områdene nederst i sidevassdragene.

Ved høyere hastigheter er det større fare for at vannet kan gjøre skade. Det er i Figur 7 vist modellert vannhastigheter i Gryta. De høyeste hastighetene finner man i bekkeløpet mellom 2-5 m/s. Men det er også modellert betydelige hastigheter utenfor bekkeløpet (2-3 m/s).



Figur 6. Modellert 200-årsflom med klimapåslag for Gryta. Modellert vannstand (m) er vist i blått.



Figur 7. Modellert vannhastighet (m/s) for Gryta (200-årsflom med klimapåslag).

5.2 Almåsbekken

5.2.1 Eksisterende situasjon

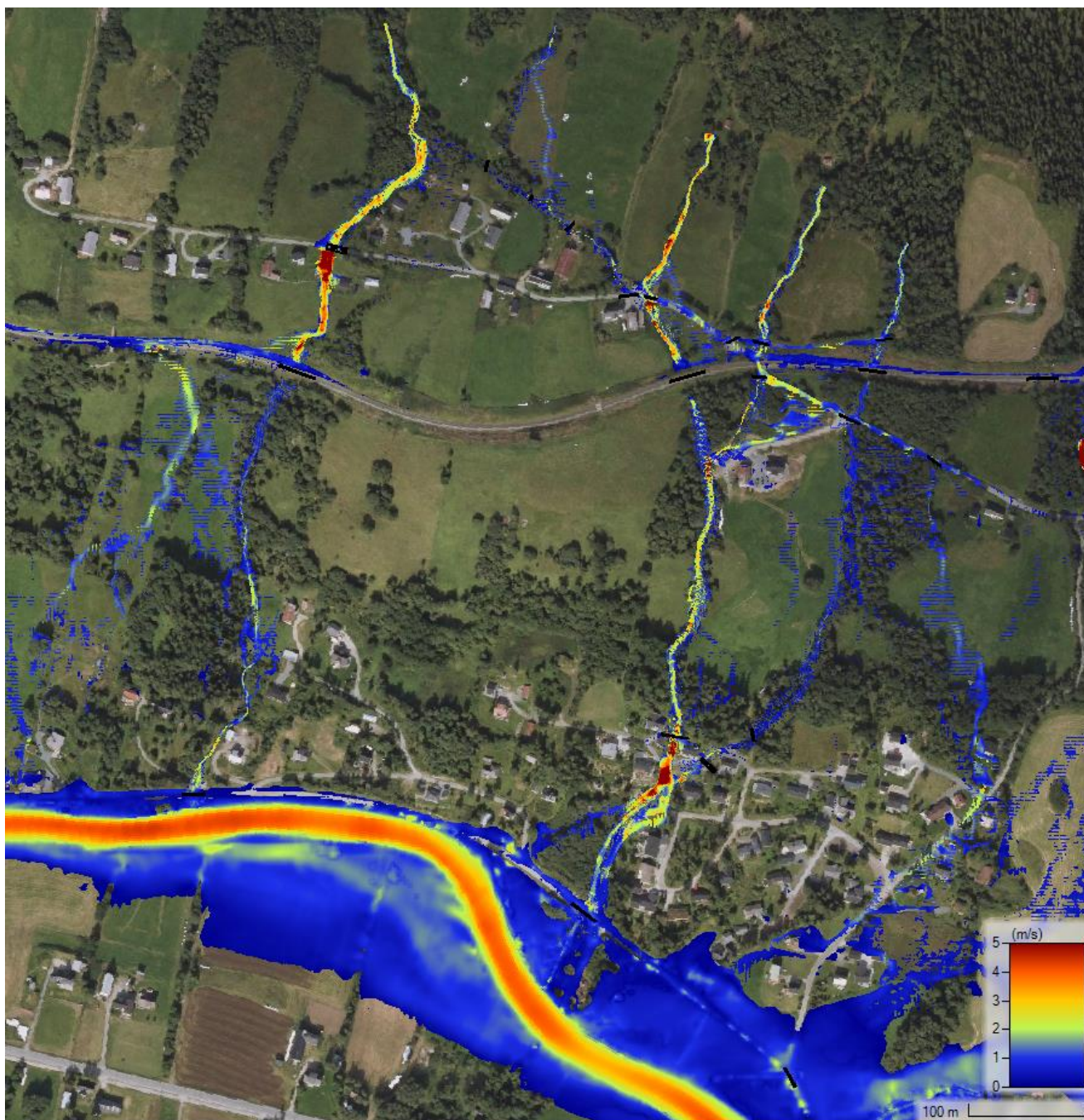
Almåsbekken har ikke kapasitet til å håndtere 200-årsflom med klimapåslag. Det er også her store problemer ved lukkinger, og det er liten kapasitet i bekkeløp flere steder. Beregnet flomutbredelse og steder der vann går på avveie i Almåsbekken er vist i Figur 8.

- Bekkeløpet mellom punkt V8 og V9 har for liten kapasitet. Dette fører til vann på avveie, som kan gjøre skade på bolighus. Dette går spesielt utover huset ved V9, men også vegen og bygningene nedstrøms V9.
- Stikkrennene ved jernbanen ved punkt V10 har for liten kapasitet, dette fører til at vann går i overløp vestover. Vest for V10 vil vannet føres gjennom jernbanen ved V11 og sørvestover i lite egnete flomveier mot bebyggelse, bl.a. mot V6 (Figur 6).
- Ved punkt V12 har bekkeløpet liten kapasitet og dette kan føre til skade på nærliggende bygg.
- Stikkrenner og bekkeløp ved V13 har for liten kapasitet, som kan føre til at vann går på avveie nedover vegen. Det er også fare for at bygg sørvest for V13 kan bli rammet.
- Ved V14 er det mye vann på avveie. Stikkrennene i området håndterer ikke de dimensjonerende vannmengdene og vann kan gå på avveie ned mot bygg ved V15. Det er også fare for at vann på avveie kan ta seg inn mot boligfeltet nedstrøms V16.
- Ved V17 og V18 har bekkeløp og krysninger for liten kapasitet. Dette kan føre til flomskader på bygg nær bekken.

Ved høyere hastigheter er det større fare for at vannet kan gjøre skade. Det er i Figur 9 vist modellert vannhastigheter i Almåsbekken. De høyeste hastighetene finner man i bekkeløpet.



Figur 8. Modellert 200-årsflom med klimapåslag for Almåsbekken. Modellert vannstand (m) er vist i blått.



Figur 9. Modellert vannhastighet (m/s) for Almåsbekken (200-årsflom med klimapåslag).

5.2.2 Alternative fremtidige situasjoner

Det er som beskrevet i kapittel 3.4 modellert to alternative situasjoner for Almåsbekken.

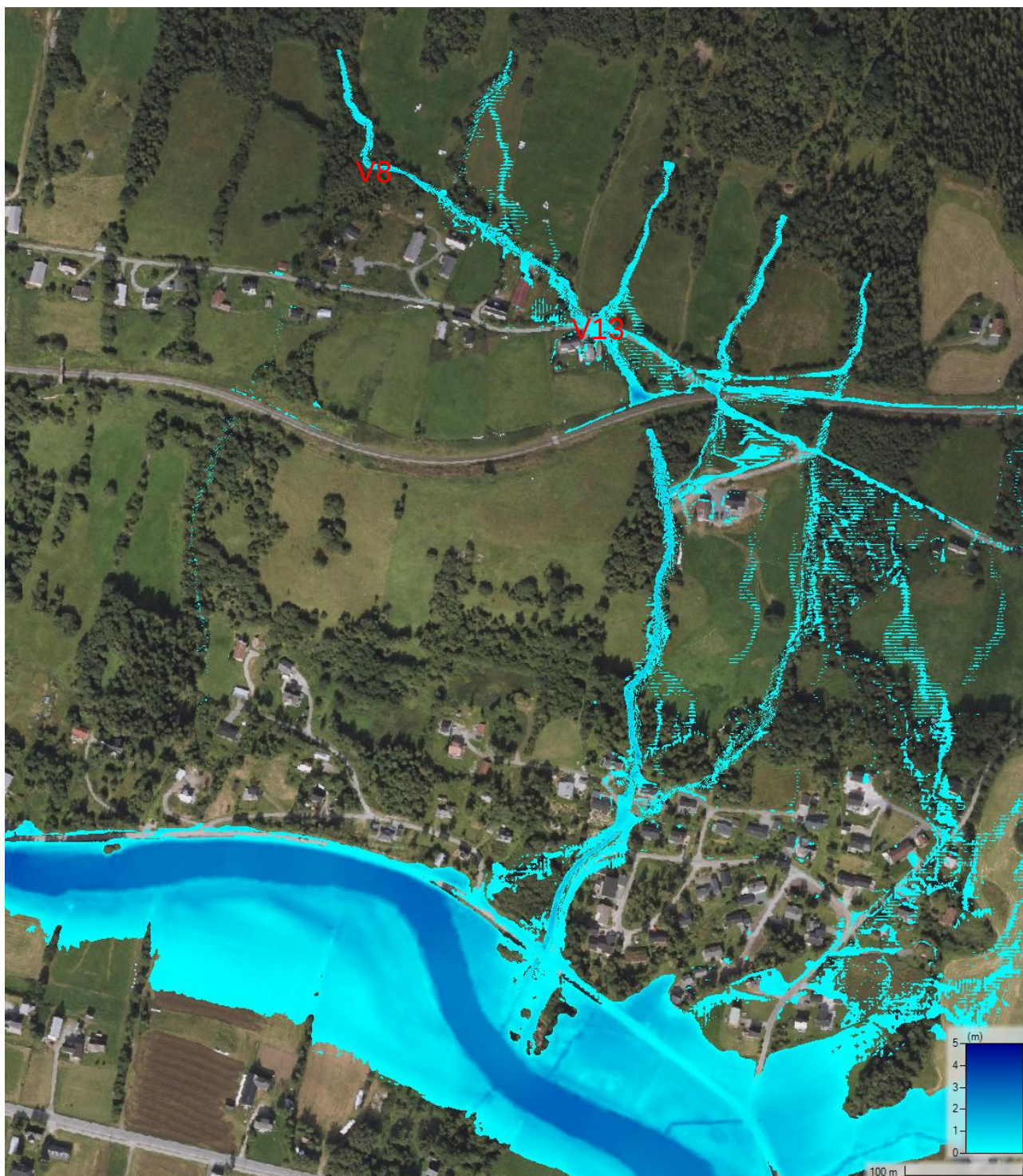
Fører man alt vannet ved punkt V8 mot sørvest vil man få en økning av vannføring i bekkeløpet sørvest. Endringen er relativt liten som vist i Figur 10. Det er noen områder som vil få større flomutbredelse, men dette er områder der det er få bygg og liten økt risiko for mer skade.

Fører man alt vannet ved punkt V8 mot øst derimot vil man få en økning av vannføring i bekkeløp i øst. Endringen er vist i Figur 11. Ved å føre mer vann til bekkeløpet øst vil en ha stor fare for at flere bygg kan bli rammet. Økningen av flomutbredelsen ved å legge om bekkeløpet og føre Almåsbekken mot øst sammenlignet med eksisterende situasjon er vist i Figur 12. Som vist i figuren vil en ved å føre mer vann østover få større flomutbredelse ved punkt V13 og i bekkeløpet oppstrøms V13, som fører til høyere risiko for flomskader på bygg i dette området.

Det er i sørvest mindre kryssninger og sårbare punkter sammenlignet med øst. Begge bekkeløpene har dårlig kapasitet, men med færre lukkinger i vest er det lettere å gjøre tiltak i vest enn i øst. Det er med dette anbefalt at en leder mesteparten av vannet fra Almåsbekken ved punkt V8 mot sørvest.



Figur 10. Modellert 200-årsflom med klimapåslag for Almåsbekken med flomvoll som leder alt vannet ved V8 mot sørvest. Modellert vannstand (m) er vist i blått.



Figur 11. Modellert 200-årsflom med klimapåslag for Almåsbekken med flomvoll som leder alt vannet ved V8 mot øst. Modellert vannstand (m) er vist i blått.



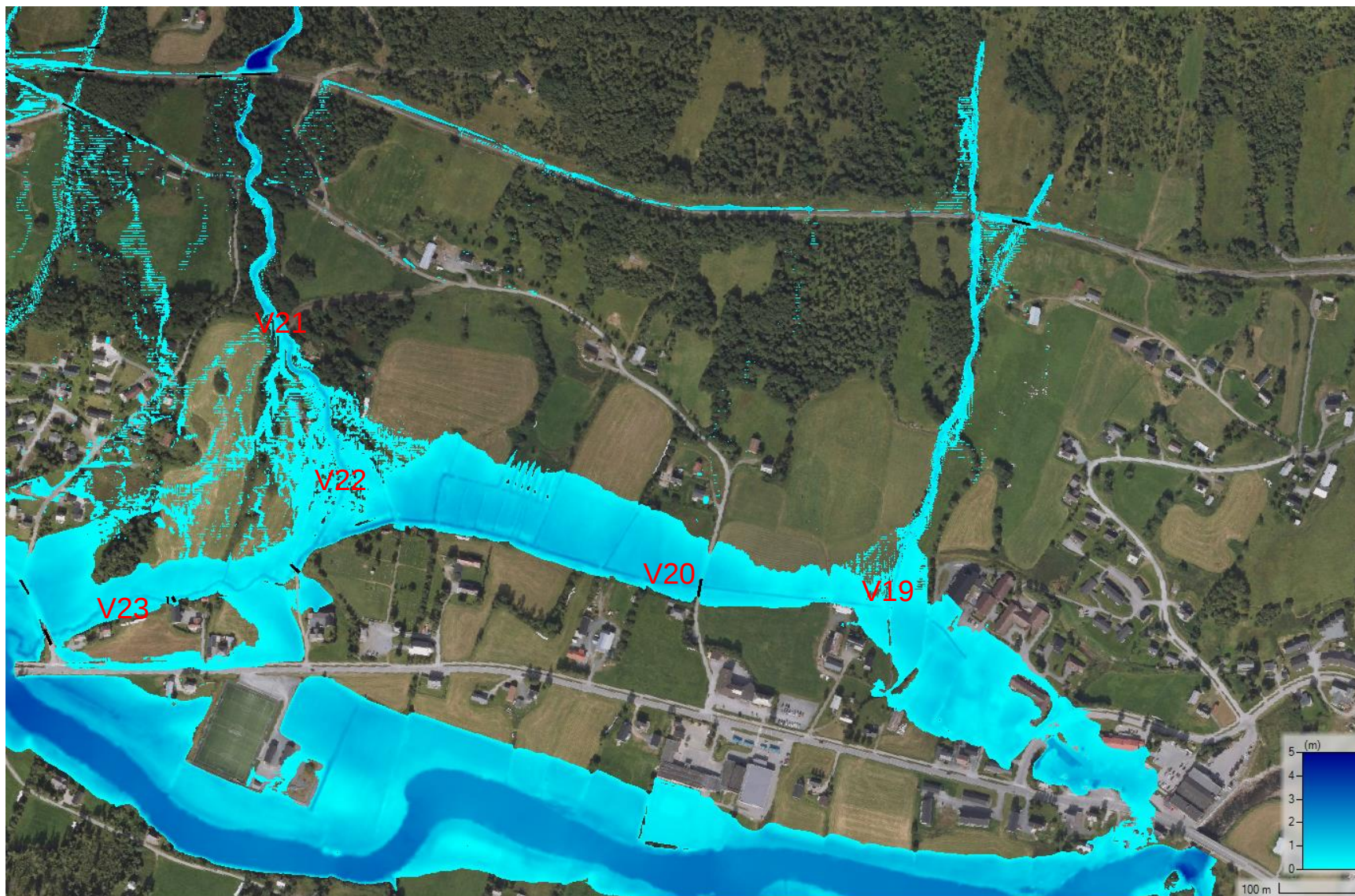
Figur 12. Modellert 200-årsflom med klimapåslag for Almåsbekken. Resultat fra modell med flomvoll som leder alt vannet ved V8 mot øst (grønn), sammenlignet med eksisterende situasjon (blå). Blå sone ligger over grønn sone så endringene er kun synlig der grønn sone er større enn blå.

5.3 Olderåa og Kvernbekken

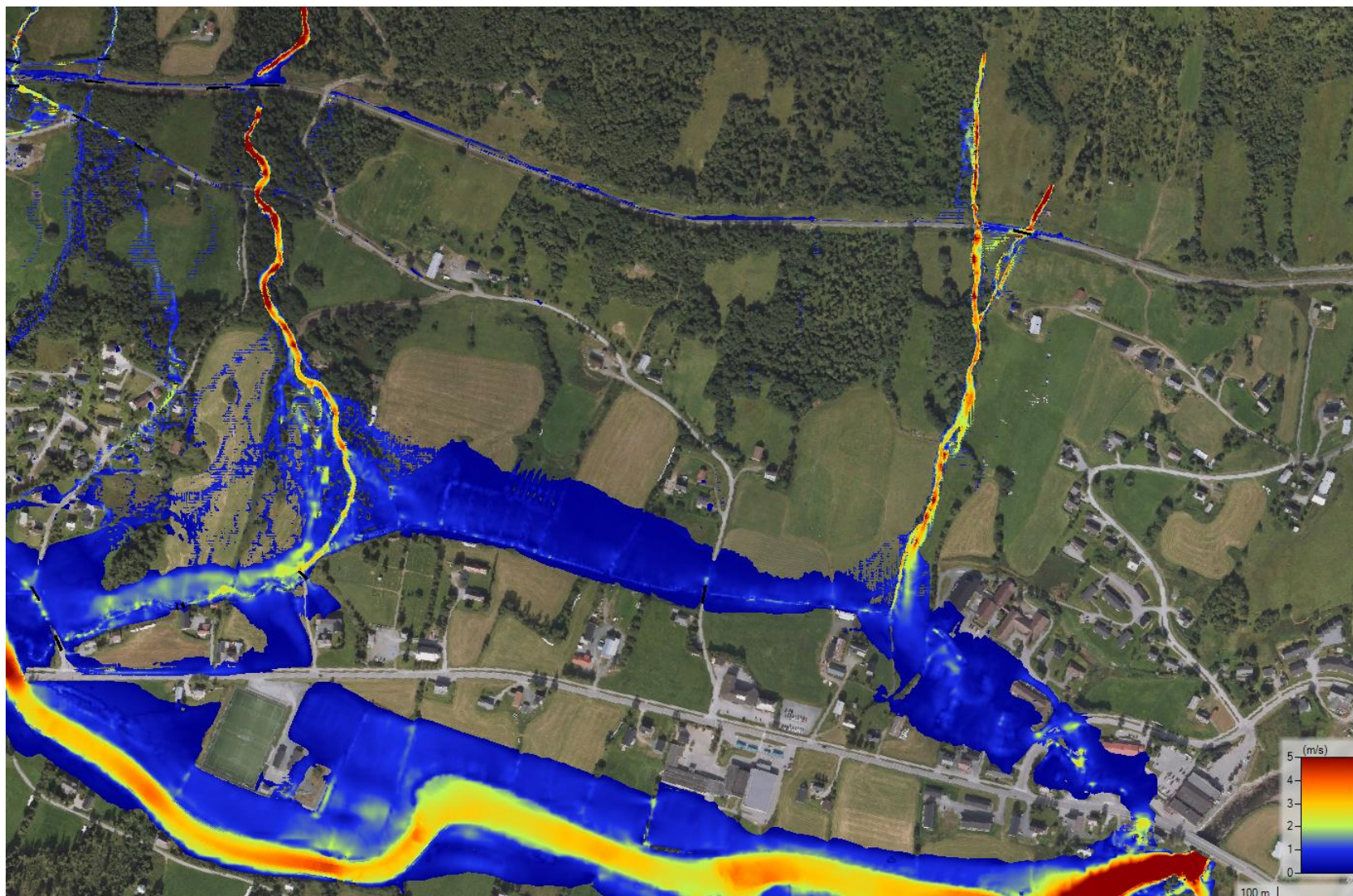
Olderåa og Kvernbekken har ikke kapasitet til å håndtere 200-årsflom med klimapåslag. Hovedproblemet i bekkene er at det er for liten kapasitet i bekkeløp, spesielt i flate områder. Beregnet flomutbredelse og steder der vann går på avveie i Olderåa og Kvernbekken er vist i Figur 13.

- Bekkeløpet ved V19 har for liten kapasitet og det blir oppstuvning på flata mot vest, som fører til at store mengder med vann går på avveie sørøstover ned mot et sentrumsområde med mange bygg. Det anbefales at det her bygges en flom/ledevoll som holder vannet i bekkeløpet.
- Ved V20 er det flatt og vannet sprer seg utover jordet. Det er ingen bygg som er berørt i dette området.
- Bekkeløpet ved V21 og V22 har liten kapasitet. Dette kan føre til at bekken kan gå på avveie flere steder og gjøre skade på bygg og infrastruktur i området.
- I området rundt V22 og V23 er det flatt, og vann vil spre seg utover store arealer. Høy vannstand i Gaula fører til at bekkeløpet til sidevassdrag vil bli oppstuvet ved utløpet til Gaula, som gjør det vanskelig å forhindre flomutbredelse i området. Det anbefales at en etablerer voller som kan sikre bygg og infrastruktur i området.

Det er i Figur 14 vist modellert vannhastigheter i Olderåa og Kvernbekken. De høyeste hastighetene finner man i bekkeløpet.



Figur 13 Modellert 200-årsflom med klimapåslag for Olderråa og Kvernbecken. Modellert vannstand (m) er vist i blått.



Figur 14. Modellert vannhastighet (m/s) for Olderråa og Kvernbecken (200-årsflom med klimapåslag).

6 Konklusjon

Det er i denne rapporten beskrevet oppsett, vurderinger og resultater fra en hydraulisk vannlinjemodell for sidevassdrag i Ålen. Modellen viser at sidevassdragene har liten kapasitet og håndterer ikke en 200-årsflom med klimapåslag. Det er stor fare for vann på avveie i området, dette spesielt ved krysninger av veger og jernbanen.

Resultatene fra modellen vil brukes som grunnlag i vurderinger i rapporten «52308665_HYD01-Flomvurdering Holtålen». Med usikkerhetene beskrevet over er det ikke anbefalt at modellen brukes direkte til dimensjonering av tiltak og sikkerhet. Modellen er kun gyldig for bruk for vurdering av relativ sårbarhet i området, hvor den gir en indikasjon på hvor det er antatt fare for vann på avveie og hvilke områder som kan bli berørt av en 200-årsflom med klimapåslag.