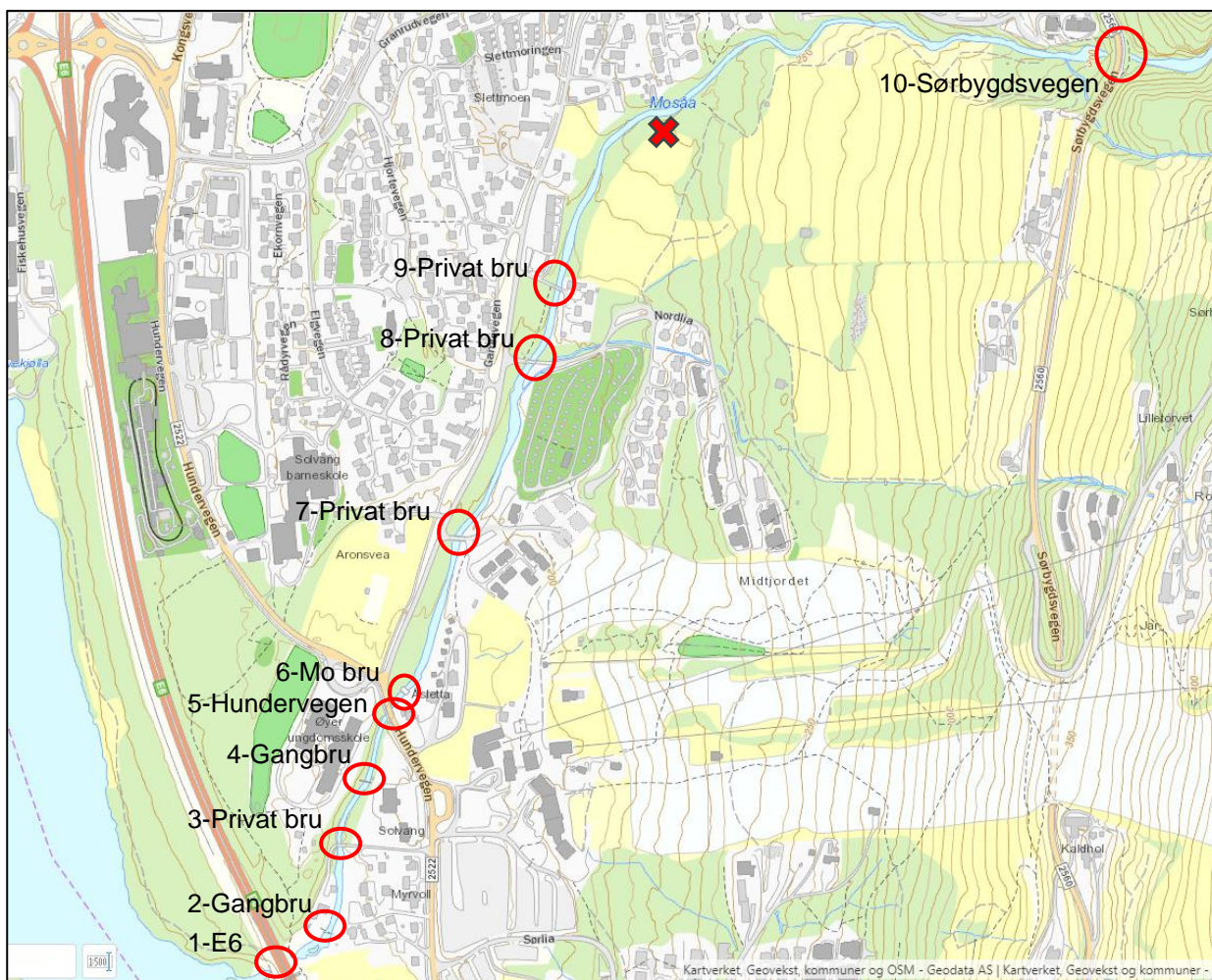


Til: Øyer kommune
 Fra: Norconsult ved Henrik Opaker
 Sted, dato: Sandvika , 2021-09-20
 Kopi til:

► Kartlegging av kritiske punkter ved 200-årsflom i Mosåa

1 Bakgrunn

Øyer kommune ønsker å kartlegge risiko og sårbare punkter for flomskader for kommundelplan Øyer Sør. Dette notatet redegjør for flomrisikoen og kritiske punkter for elva Mosåa på strekningen fra Sørbygdsvegen og ned til utløpet i Lågen. På strekningen er det mange bruer og kulverter, og dette er typiske kritiske punkter i vassdrag med tanke på flom. Alle kulverter og bruer som krysser Mosåa på strekningen er derfor markert i Figur 1. For alle bruene og kulvertene finnes det målsatte bilder i vedlegget. For kartleggingen er det gjort en beregning av flomstørrelse, og deretter en 2D-beregning i programmet Hec-Ras.



Figur 1: Oversikt beregningsstrekning Mosåa

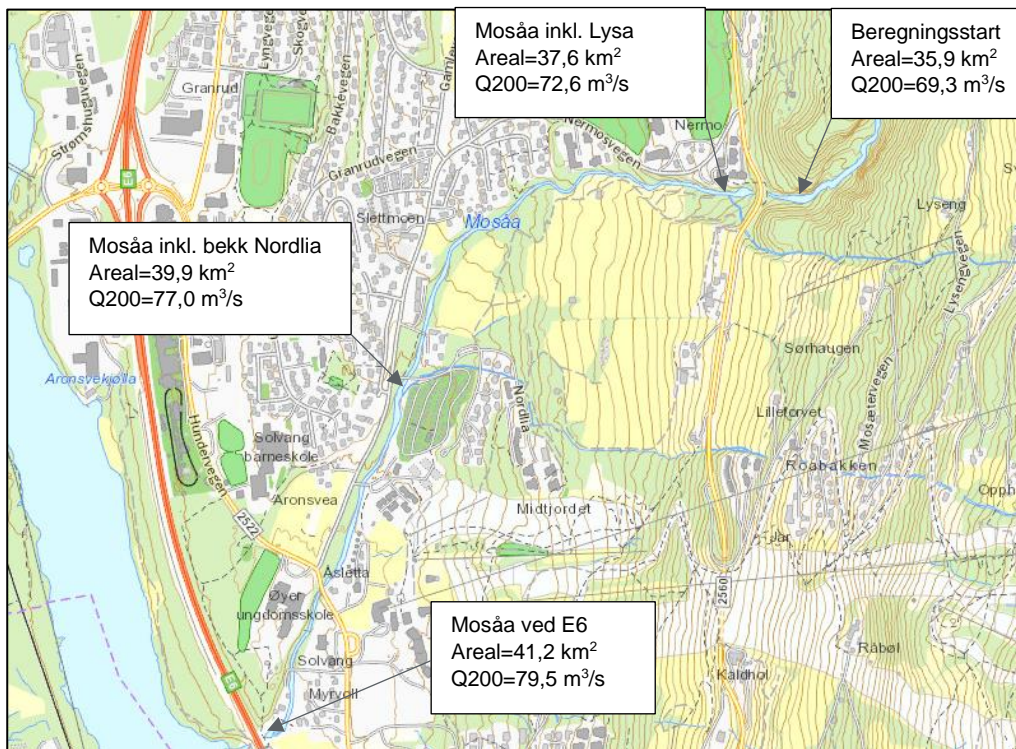
Mosåa er et vassdrag som tidligere har hatt utfordringer ved flom. Elva har ved flere anledninger, blant annet under flommen i 1995, delvis gått ut av elveløpet. Dette har skjedd der elva begynner å flate ut, på grunn av store mengder avsatte sedimenter. Sedimentene er stor stein og blokk som eroderes i det bratte partiet av Mosåa øverst på beregningsstrekningen og videre oppstrøms. Et punkt der det er erfaring med at vann renner ut av elveløpet grunnet avsetning av masser er markert i Figur 1 med et rødt kryss.

2 Flomstørrelse

Flomsonen i Mosåa er beregnet for en 200-årsflom, noe som tilsvarer den flomstørrelsen som de fleste bygninger med personopphold skal sikres for iht. TEK17.

Norconsult har tidligere gjort en flomberegning for Mosåa [1]. Flomberegningen ble utført ved bruk av NIFS-ligningen, PQRUT og frekvensanalyse. Det var den gang lagt til grunn et feltareal på 38 km² for Mosåa, og man konkluderte med en 200-årsflom på 61,2 m³/s. På grunn av tynt hydrologisk grunnlag inkluderte denne flomverdien et usikkerhetspåslag på 40 %. Det er i fremtiden ventet en økning i flomstørrelser for nedbørfelt av størrelsen til Mosåa, og det ble derfor lagt til et klimapåslag på 20 %. Klimapåslaget er iht. anbefalinger fra Klimaprofil Oppland. Størrelsen til 200-årsflommen inklusive klimapåslag ble dermed 73,4 m³/s. Med feltareal på 38 km² gir det et spesifikt tilsig ved 200-årsflom inklusive klimapåslag på ca. 1930 l/s km².

På beregningsstrekningen vil feltarealet til Mosåa øke grunnet sidebekker. Hvordan feltarealet endrer seg er vist i Figur 2. Feltarealene er beregnet ved bruk av NVEs applikasjon NEVINA. Lagt til grunn et spesifikt tilsig ved 200-årsflom inkl. klimapåslag på 1930 l/s km², får man flomverdier som vist i Figur 2. Erfaringsvis er dette i øvre del av det intervallet man forventer at flomstørrelsen skal ligge på ved 200-årsflom med klimapåslag for et nedbørfelt med feltparameterne og beliggenheten til Mosåa.



Figur 2: Nedbørfelt Mosåa

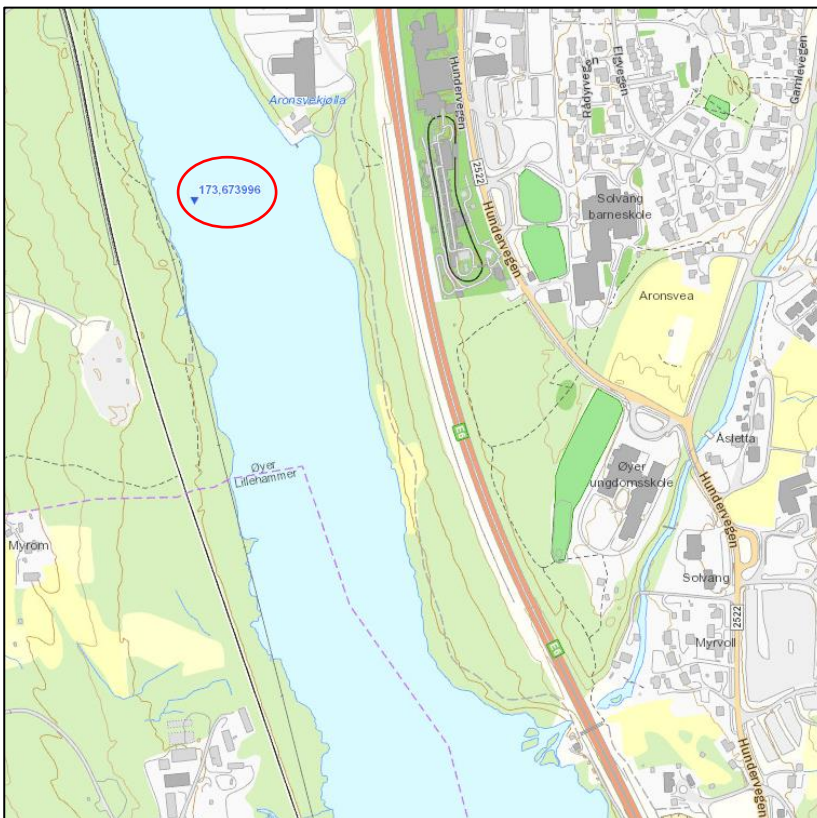
3 Vannstand i Lågen

Vannstanden i Lågen har betydning for flomsoneen i nedre del av Mosåa. Det ikke gjort flomsonekartlegging i Lågen ved Øyer, og det er derfor noe usikkerhet knyttet til flomvannstander i Lågen der Mosåa har sitt utløp.

Vannstanden i Lågen ved Øyer er avhengig av dam Hunderfossen, og hvordan flomlukene her opereres. I flomberegning for damanleggene i Gudbrandsdalslågen [2], er Q_{1000} ved Hunderfossen estimert til ca. 3160 m³/s. Med en skalering av Q_{1000} til Q_{200} med en faktor på 0,8, tilsier dette at 200-årsflommen er omtrentlig lik 2500 m³/s ved Hunderfossen. Kapasitetskurven for dam Hunderfossen viser at ved HRV har dam Hunderfossen kapasitet til å avlede ca. 2300 m³/s (uten å medregne to store bunntappeluker og vannføring gjennom kraftverket). I praksis betyr dette at vannstanden ved Hunderfossen ved en 200-årsflom kan være lavere enn i en normalsituasjon dersom man åpner alle lukene ved dam Hunderfossen. Det er sannsynlig at flere av flomlukene i dam Hunderfossen vil åpnes i ekstremflommer som 200-årsflommen.

Det er vanskelig å si hvor høy vannstanden vil være i Lågen utenfor Mosåas utløp uten å gjøre en vannlinjeberegning for Lågen. Påvirkningen som dam Hunderfossen har, med usikkerhet i hvordan lukene vil manøvreres, kompliserer det ytterligere.

Det finnes en vannstandsregistrering i Lågen omtrent 750 m oppstrøms Mosåas utløp fra flommen i 1995 (Figur 3). Det ble da registrert en vannstand på kote 173,86 i høydegrunnlag NN2000 (kote 173,67 i NN1954).



Figur 3: Vannstandsregistrering i Lågen under 1995-flommen

Det er valgt å benytte en vannstand i Lågen på kote 173,0 som nedstrøms grense i beregningene. Dette er muligens noe lavere enn vannstanden var her i flommen i 1995, men det er uansett lite sannsynlig at man

har sammenfallende flomtopper og gjentaksintervall for flom i Lågen og Mosåa. Norconsult mener derfor at valgt nivå for Lågen sannsynligvis er på den konservative siden.

4 Forutsetninger for beregninger av flomsone

For å beregne flomsone er det gjort 2D-beregninger i programmet Hec-Ras 6.0.

Det er benyttet innmålinger for bruer og kulverter fra befaring utført av Norconsult i august 2021. For terrengnivåer i og langs elveløpet, er laserdata nedlastet fra Høydedata. Laserdataene er fra 2019 og har en oppløsning på 5 punkt/m². Kulvertene og bruene er lagt inn i terrenngmodellen som konstruksjoner. To slanke gangbruer (nummerert 2 og 4 i Figur 1 og vedlegg) er utelatt fra modellen, da de vil ha liten betydning for flombredelsen. Bygninger ligger ikke inne i terrenngmodellen, slik at den effekten som bygninger som står inne i flomsone har på strømmingen er ikke tatt hensyn til.

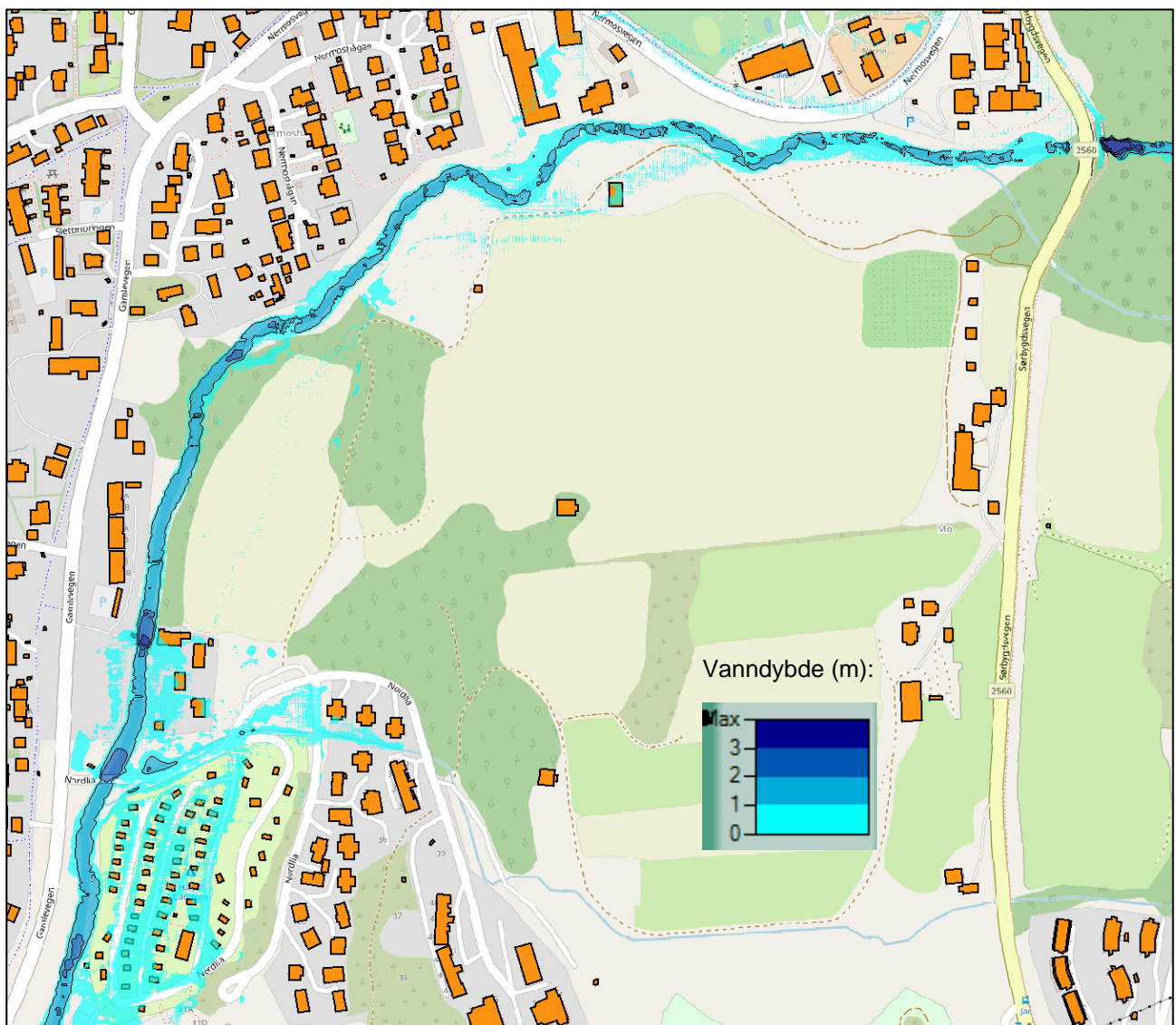
Det er benyttet et Manningstall M på 20 (Manningstall $n=1/M=0,05$) i hele beregningsområdet. Det er brukt cellestørrelse på 1,0x1,0 m for beregningene.

Oppstrøms grensebetingelse er vannføringen i Mosåa (72,6 m³/s) med helning på vannlinjen inn i modellen antatt lik helning til terreng. I tillegg til vannføringen ved oppstrøms grense er det lagt til vannføring på to punkter videre nedstrøms i vassdraget (se Figur 2). Vannstanden i Lågen, som er benyttet som nedstrøms grensebetingelse, er satt lik kote 173,0.

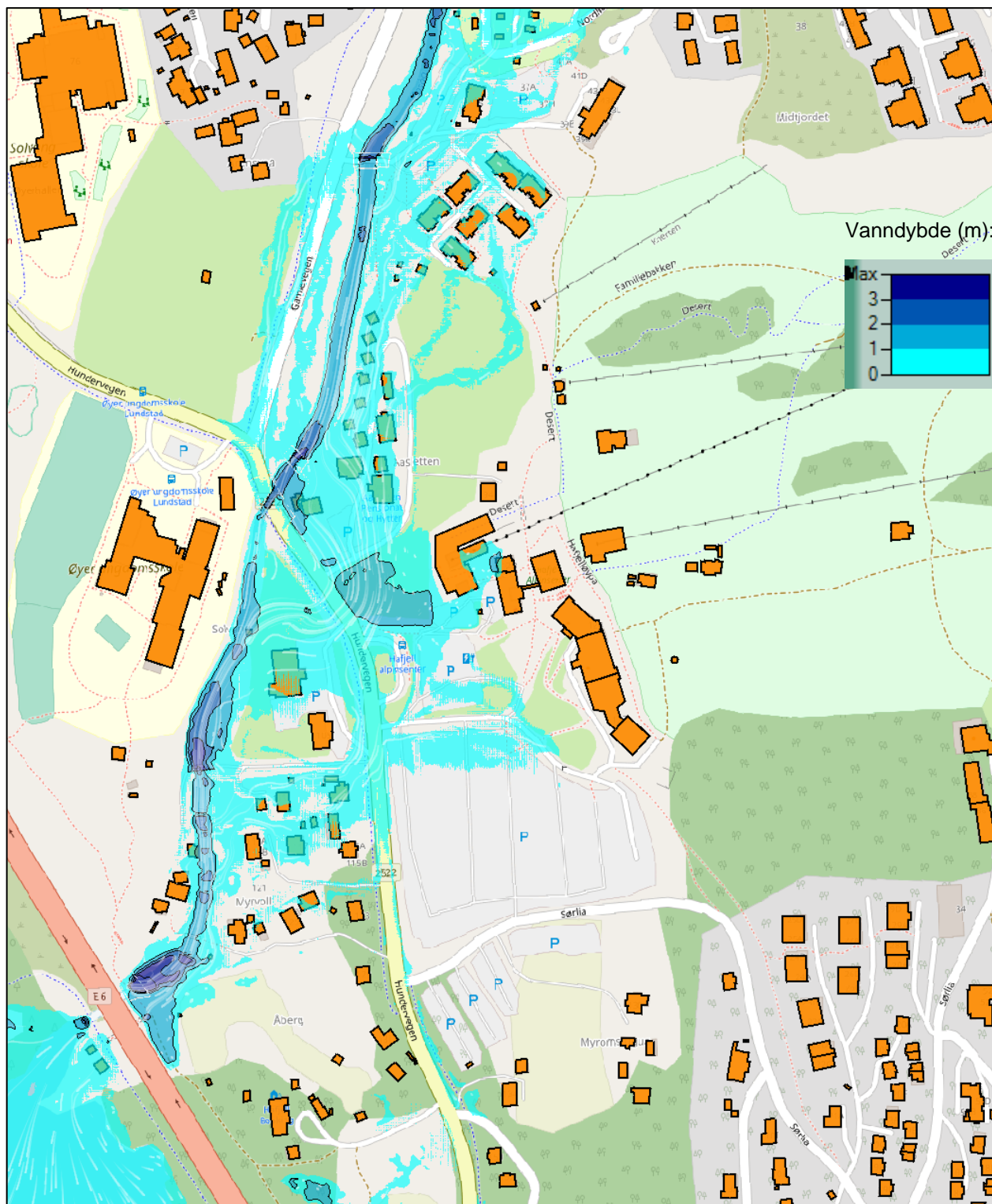
Beregningene er kjørt over 90 minutter, med tidssteg på 0,1 sekund, og med konstant vannføring. Det er benyttet ligningssett SWE-ELM (full momentum), som er det mest nøyaktige, for beregningene av vannstander og -hastigheter.

5 Beregning av kritiske punkter ved 200-årsflom inklusive klimapåslag

Beregningen viser at flere av bruene i Mosåa har for liten kapasitet, og at dette tvinger deler av vannføringen ut av elveløpet i en 200-årsflom med klimapåslag. Allerede ved den første kulverten under Sørbygdsvegen, så tvinges litt vann ut av elveløpet. Dette vannet vil renne nordover langs Sørbygdsvegen. Beregningene viser at en god del bygninger med personopphold vil bli berørt på østsiden av Mosåa, helt fra Gamlevegen 53, videre gjennom campingplassen og ned mot E6. Figur 4 og Figur 5 viser flomsone for 200-årsflom med klimapåslag i Mosåa.

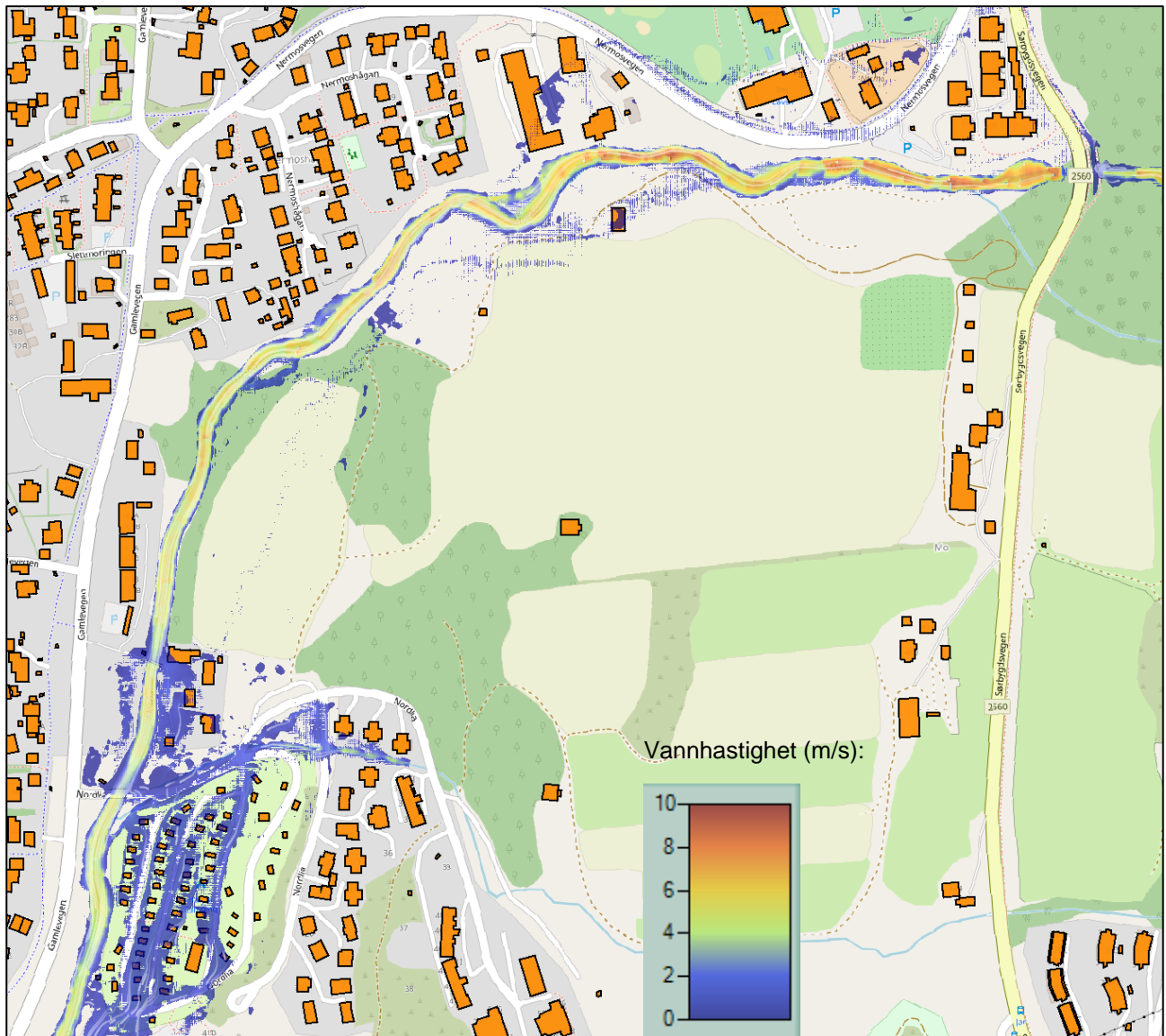


Figur 4: Flomsone øvre del av beregningsstrekning ved Q_{200} med klimapåslag

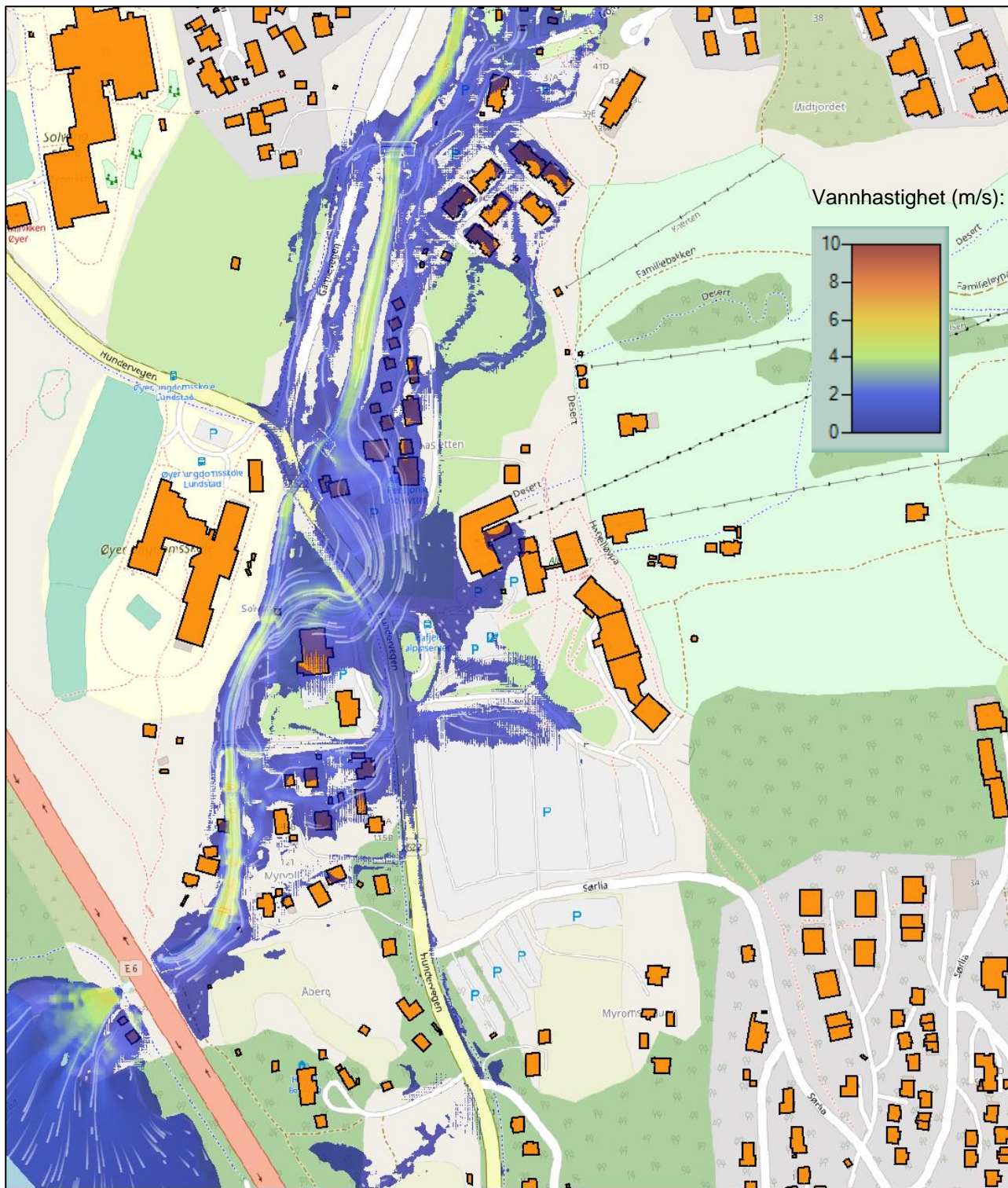


Figur 5: Flomsone nedre del av beregningsstrekning ved Q₂₀₀ med klimapåslag

Figur 6 og Figur 7 viser vannhastigheten med strømningslinjer ved 200-årsflom med klimapåslag i Mosåa. Vannhastigheten er spesielt høy i elveløpet aller øverst på beregningsstrekningen, hvor hastigheten er 8-9 m/s. Videre nedstrøms avtar hastigheten, og holder seg stort sett innenfor 4-6 m/s i elveløpet etter at Mosåa svinger sørover. For vannet som renner utenfor elveløpet er hastigheten vesentlig lavere, stort sett under ca. 1 m/s og unntaksvis opp mot ca. 2 m/s.



Figur 6: Vannhastigheter med strømningslinjer for øvre del av beregningsstrekning ved Q_{200} med klimapåslag



Figur 7: Vannhastigheter med strømningslinjer for nedre del av beregningsstrekning ved Q_{200} med klimapåslag

De mest kritiske punktene i Mosåa på beregningsstrekningen er forsøkt prioritert i rekkefølge fra mest til minst kritisk. Det må bemerkes at det er vanskelig å vurdere effekten av et enkelt tiltak. For eksempel viser beregningen nå at det er ikke så store utfordringer ved bru Hundervegen, men dette skyldes at Mo bru oppstrøms fører til at mye vann renner utenom elveløpet. Dersom Mo bru utbedres, vil bru Hundervegen bli et problem punkt på grunn av at en større andel av vannføringen må renne gjennom brua. Ved prioritering av punkter er berøring av boliger vurdert som mer kritisk enn f.eks. campinghytter og andre bygninger med tidvis eller ingen personopphold. Punkter høyere opp i vassdraget har ofte blitt gitt høyere prioritering. Dette fordi at dersom vann går ut av elveløpet, så renner det gjerne utenom elveløpet et godt stykke videre nedstrøms. Jo høyere i vassdraget punktene ligger, jo større er dermed potensialet for å berøre bebyggelse videre nedstrøms langs elveløpet.

- Mo bru (punkt 6 i Figur 1) har for lav kapasitet og tvinger mye vann ut på østsiden av elveløpet og inn i bebyggelsen oppstrøms Hundervegen. Blant bygningene som blir berørt er Hundervegen 88,90 og 103. På grunn av den lave kapasiteten går det mer vann utenfor elveløpet enn i selve elveløpet. Dette betyr at kapasiteten ved Mo bru vil bli et problem i flommer som forekommer lagt hyppigere enn en 200-årsflom.
- Privat bru til Gamlevegen 53 og 55 (punkt 9 i Figur 1) har for lav kapasitet, hvilket fører til at vann strømmer ut av elveløpet og berører både Gamlevegen 53 og 55. Deler av vannføringen renner tilbake til Mosåa på nedstrøms side av brua, mens noe fortsetter inn på campingplassen. Elveløpet oppstrøms har tidligere i store flommer hatt en utfordring med at sedimenter avsettes her, slik at elveløpet blir grunnere.
- Punkt der vann tidligere har gått ut av elveløpet (markert med kryss i Figur 1), grunnet avsetning av masser. Dette punktet virker ikke så utsatt i vår flomsonekartlegging, men vår beregning tar heller ikke hensyn til masseavsetning og erosjon. Erfaringen med at vann går ut av elveløpet her gjør at vi tar punktet med. Vann som går ut av elveløpet har vil strømme over jordet i retning Gamlevegen 53 og 55, og potensielt videre gjennom campingplassen.
- Bru Hundervegen (punkt 5 i Figur 1) har i beregningen en kapasitet som er omtrentlig tilstrekkelig, men dette er når deler av vannføringen allerede går utenom elveløpet. Dersom det gjøres tiltak oppstrøms slik at all vannføringen går i elveløpet, forventes det at kapasiteten også ved bru Hundervegen er for lav. Bygninger som er i fare for å bli berørt i et slikt tilfelle er de samme som er berørt når vann presses ut av elveløpet ved Mo bru.
- Privat bru til Hundervegen 109 (punkt 3 i Figur 1) har for lav kapasitet, noe som medfører at vann renner ut av elveløpet på både øst- og vestsiden av elveløpet. På østsiden renner vannet raskt tilbake til elveløpet på nedstrøms side av brua uten å berøre bygninger. På vestsiden vil vannet følge veien sørover og berøre Hundervegen 109.
- Privat bru Nordlien (punkt 8 i Figur 1) har for lav kapasitet, hvilket medfører at vann presses ut av elveløpet og inn på campingplassen.
- Privat bru (punkt 7 i Figur 1) har for lav kapasitet, noe som fører til at vann renner ut av elveløpet både på øst- og vestsiden av elva. På vestsiden kan vannet føre til skade på Gamlevegen, men neppe på bygninger. På østsiden vil vannet renne ned mot sju campinghytter.
- Kulvert E6 (punkt 1 i Figur 1) har for lav kapasitet, noe som fører til at deler av vannføringen vil renne gjennom gangkølverten gjennom E6. På vestsiden av gangkølverten, mellom E6 og Lågen, ligger det to bygninger (uten personopphold), og vannet som kommer gjennom gangkølverten vil berøre disse to bygningene.
- Kulvert Sørbygdsvegen (punkt 10 i Figur 1) har noe for lav kapasitet, hvilket tvinger litt vann ut av elveløpet. Dersom det blir tilstopping av kulverten, f.eks. av den store steinblokken som ligger oppstrøms kulverten og som er delvis undergravd, så kan vannmengden som tvinges ut av elveløpet bli vesentlig større.

6 Begrensninger i beregning

Beregningen av flomsone er gjort for Mosåa alene. Det er ikke gjort beregninger for sidebekkene som kommer inn i Mosåa på analyseområdet. To steder er det lagt til vannføring som kommer inn i Mosåa østfra. I realiteten går disse vannføringene delvis lukket, men stikkrenner for disse er ikke lagt inn i terrengmodellen. Det betyr at det er en unøyaktighet i utbredelsen av vannføringen som kommer inn østfra inn mot Mosåa. Det er også mulig å få en større vannføring ved 200-årsflom med klimapåslag for disse bekkene isolert sett. Det er nå regnet på en flom i et nedbørfelt på ca. 40 km², mens dersom man regner på en 200-årsflom med klimapåslag i et nedbørfelt på bare 2 km² så vil nedbørintensiteten kunne være vesentlig større.

Det er beregnet at noe vann (ca. 0,1-0,15 m³/s) ved Sørbygdvegen vil følge grøfta på oppstrøms side av vegen, og renne nordover. Beregningsgriddet fanger ikke opp hvor vannet vil ta veien videre, men dette er undersøkt i Scalgo. Scalgo viser at flomveien for vann som renner utenom kulverten gjennom Sørbygdsvegen, går nordover gjennom hovedsakelig ubebygde områder (blant annet over golfbanen) ned til Søre Brynsåa (Figur 8). Det bemerkes at det er noe usikkerhet i beregningen av flomveier i Scalgo, slik som at terrengmodellen til Scalgo mangler stikkrenner, og at flomveien bør bekreftes ved befarung i felt.

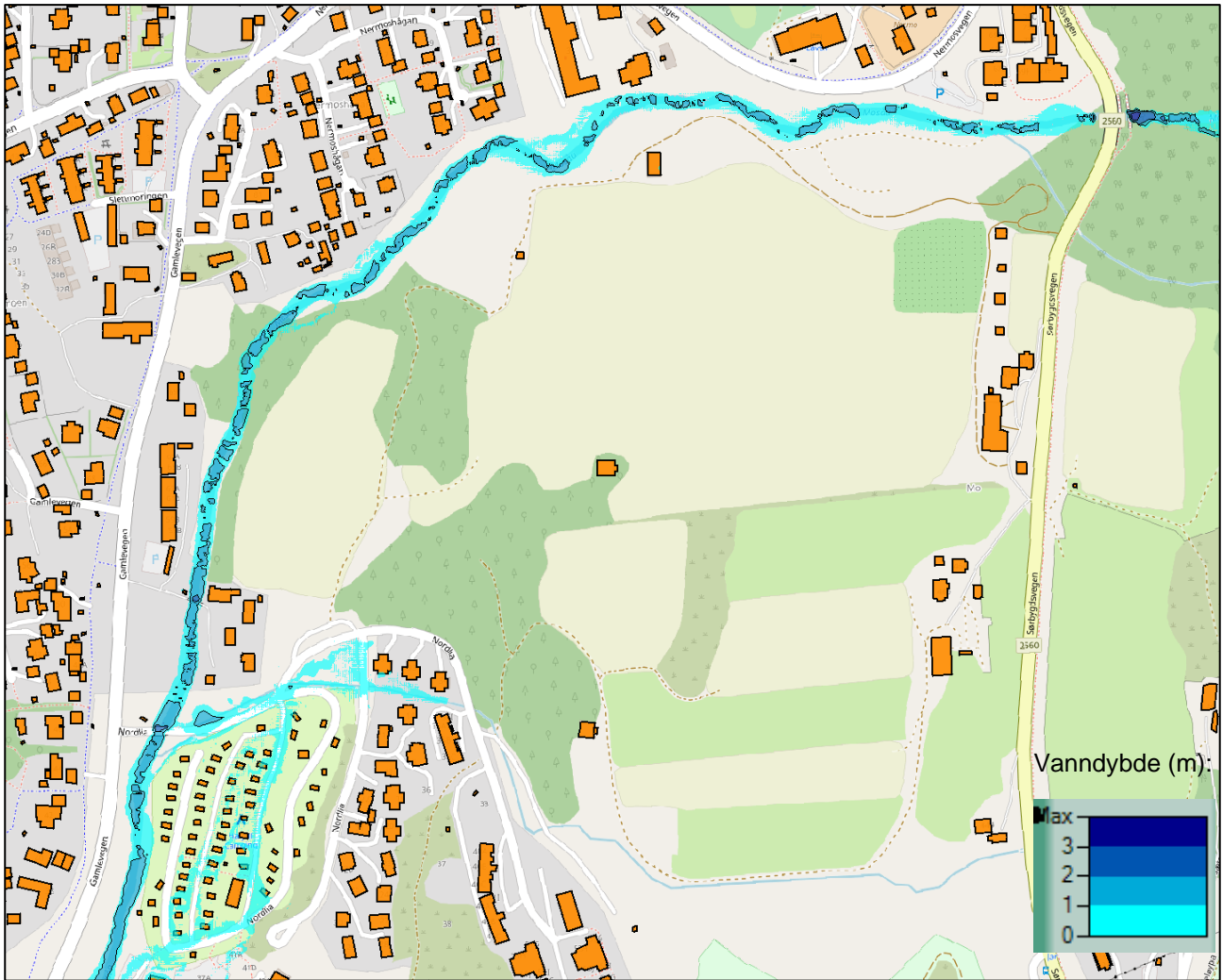


Figur 8: Flomvei nordover fra kulvert Sørbygdsvegen

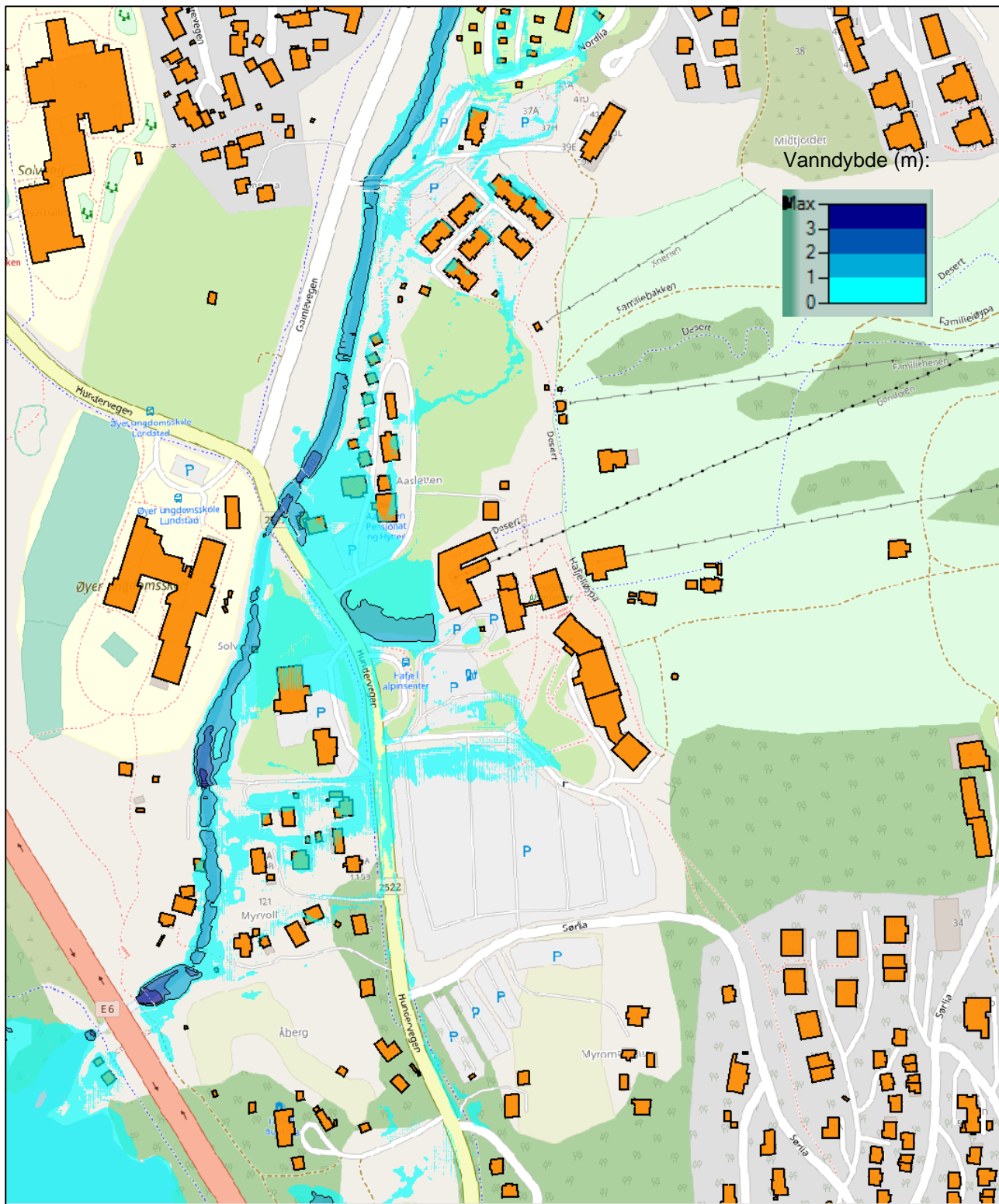
7 Sensitivitetsanalyse

Det er stor usikkerhet i flomstørrelsen, og det er derfor fornuftig å gjøre en sensitivitetsanalyse på vannføringen i Mosåa. Det er gjort en beregning der vannføringen er redusert med 40 %, tilsvarende usikkerhetspåslaget som i sin tid ble inkludert i flomstørrelsen. Beregningen viser at en reduksjon av

flomvannføringen med 40 % gir en flomsone som er vesentlig mindre i utstrekning enn den opprinnelige flomsone (se Figur 9 og Figur 10). Flomutbredelsen er altså noe sensitiv for endringer i flomstørrelsen. I beregningen med redusert flomstørrelse er det bare ved Mo bru at vann fra Mosåa går ut av elveløpet. Vann vil her gå ut på østsiden, renne over Hundervegen og deretter vil mesteparten renne ned igjen i elveløpet. Det er flere bygninger som blir berørte på oppstrøms side av Hundervegen, deriblant to eneboliger. Vannet som er inne på campingplassen kommer fra en sidebekk.



Figur 9: Flomsone øvre del av beregningsstrekning, Q_{200} redusert med 40 %



Figur 10: Flomsone nedre del av beregningsstrekning, Q_{200} redusert med 40 %

8 Usikkerheter i beregningen

Det er antageligvis noe unøyaktigheter i terrengmodellen som er benyttet. Bunnivået i elva er antageligvis noen desimeter for høyt. Dette på grunn av at laseren som benyttes for laserskanning ikke trenger igjennom vann, og elvebunnen i terrengmodellen er derfor påvirket av vannstanden i Mosåa ved skanningstidspunktet. I områder med tett vegetasjon langs elveløpet, vil terrengmodellen ikke være veldig nøyaktig på grunn av at det blir få bakkepunkter i slike områder. Norconsult mener imidlertid at innmålinger i felt og eventuelle justeringer av terrengmodellen basert på innmålinger, neppe ville medført store endringer i beregnet flomsone ved 200-årsflom med klimapåslag.

Beregningen som er utført tar ikke hensyn til erosjon, massetransport og avsetning av masser i elveløpet. I tidligere skadeflommer i Mosåa har avsetning av masser i elveløpet vært en stor utfordring. Dette gjør Mosåa mer utsatt enn det flomsonekartleggingen viser. Masseavsetningen i Mosåa medfører at vann vil gå ut av elveløpet ved mindre flommer enn den ellers ville ha gjort. Masseavsetningen kan dermed medføre at flomsone vil endre seg. Tidligere erfaringer fra store flommer er at elveløpet oppstrøms privat bru til Gamlevegen 53 og 55, sammen med punktet markert med kryss i Figur 1, har vært de første stedene i vassdraget at det blir problemer grunnet avsetning av sedimenter. Det har også vært erosjonsskader langs Mosåa, i hvert fall helt ned mot privat bru til Gamlevegen 53 og 55, der brua har fått omfattende erosjonsskader tidligere. Der bebyggelse ligger tett innpå Mosåa i yttersving og hvor elva har stor hastighet, er det god grunn til å kontrollere stabiliteten til skråningen. For å flomsikre bebyggelsen langs Mosåa er det å kontrollere både massetransporten og erosjonen viktig.

9 Referanser

1. Norconsult (2018), Flomsikring Sagtomta- oppdragsnummer 5186638
2. CM Consulting (2009), Flomberegning Gudbrandsdalslågen

10 Vedlegg

Målsatte bilder av bruer og kulverter i Mosåa fra Norconsults befaring



Figur 11: Innløp kulvert under E6 (punkt 1)



Figur 12: Utløp kulvert under E6 (punkt 1)



Figur 13: Gangkulvert under E6 (ikke nummert i Figur 1, men inkludert i modell)



Figur 14: Gangbru (punkt 2, utelatt fra modell)



Figur 15: Bru (punkt 3)



Figur 16: Gangbru (punkt 4, utelatt fra modell)



Figur 17: Bru Hundervegen (punkt 5)



Figur 18: Mo bru (punkt 6)



Figur 19: Bru (punkt 7)



Figur 20: Bru (punkt 8)



Figur 21: Privat bru (punkt 9)



Figur 22: Utløp kulvert Sørbygdsvegen (punkt 10)



Figur 23: Innløp kulvert Sørbygdsvegen (punkt 10)