

Lillehammer kommune

# Vannstandsberegninger Åretta

2D beregning av delstrekninger

Røyslimoen - Høstmælingsvegen



Oppdragsnr.: 5170818 Dokumentnr.: N-06 Versjon: C02  
2018-01-19

**Oppdragsgiver:** Lillehammer kommune  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Anders Breili  
**Rådgiver:** Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika  
**Oppdragsleder:** Steinar Myrabø  
**Fagansvarlig:** Erlend Brochmann  
**Andre nøkkelpersoner:** Henrik Opaker (fagkontroll)

C02	2018-01-19	For gjennomgang hos oppdragsgiver	ErBro	HeOpa	StMyr
<b>Versjon</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Utarbeidet</b>	<b>Fagkontrollert</b>	<b>Godkjent</b>

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS 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

I forbindelse med utarbeidelse av en helhetlig tiltaksplan for elva Åretta i Lillehammer kommune er det utarbeidet hydrauliske 2D beregninger for en del av vassdraget. Vassdragsstrekningen ligger mellom Røyslivegen og Hæstmælingsvegen.

Vassdragsstrekningen er simulert for en 200-årsflom inkl. klimatillegg på 34 m<sup>3</sup>/s for å vurdere omfang av oversvømmelser av elvas sideterreng, og for å legge grunnlag for vurdering av tiltak på strekningen.

Ved en 200-årsflom i vassdraget forventes betydelige oversvømmelser av områdene langs elva og en rekke bygg forventes berørt. Antall berørte boliger anslås å være i størrelsesorden ca. 30 boliger, men anslaget er svært usikkert.

# Innhold

<b>1</b>	<b>Bakgrunn og hensikt</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Metode og grunnlagsdata</b>	<b>6</b>
2.1	Beskrivelse av analysestreknings	6
2.2	Kart, terrenggrunnlag og oppmålingsdata	7
2.3	Befaring	7
2.4	Flomdata	7
<b>3</b>	<b>Hydraulisk modell</b>	<b>9</b>
3.1	Generelt	9
3.2	Friksjonsforhold	9
3.3	Grensevilkår	10
3.4	Beregningsmesh og tidssteg	10
3.5	Bygninger og bruer i og langs vassdraget	11
<b>4</b>	<b>Beregningsresultater</b>	<b>15</b>
4.1	Kort beskrivelse av resultatene	15
4.2	Analyseresultater 200-årsflom inkl. klimatillegg	15
4.2.1	Fordeling av flomvannet	15
4.2.2	Vannhastigheter og vanddyb	18
4.2.3	Berørte bygg	19
<b>5</b>	<b>Referanser</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>Vedlegg</b>	<b>23</b>



# 1 Bakgrunn og hensikt

Rambøll har i 2015 utført hydraulisk modellering og flomanalyser for en vassdragsstrekning i Åretta fra Røyslimoen til kulvertkryssingen ved Høstmælingsvegen. Rapporten beskriver dimensjonerende flomvannføringer, beregnet hydrauliske kapasitet for elveløpet og kryssinger i elva og gir et overslag for anbefalinger for design og dimensjonering av fremtidig elveløp og kulverter/bruer.

Rambøll har i sin rapport utført 1D-beregninger basert på oppmålte tverrsnitt og lysåpninger på bruer/kulverter. Det fremgår i rapporten at både dagens elveløp og kulverter/bruer ikke har kapasitet til å håndtere forventede dimensjonerende flomvannføringer uten overtopping. Overtopping av kulverter/bruer og elveløpet, som vist i rapporten til Rambøll, vil berøre flere bygg langs elva.

Lillehammer kommune ønsker utarbeidelse av hydrauliske beregninger på strekningen i forbindelse med utarbeidelse av en helhetlig tiltaksplan for vassdraget. For å kunne vurdere overflateavrenningen på terreng ved overtopping av elveløpet, og vurdere konsekvenser av vann "på avveie" er det ønskelig å utføre 2D beregninger av vassdragsstrekningen.

Lillehammer kommune ønsker også at de hydrauliske beregningene utføres med nye og oppdaterte flomvannføringer.

Denne rapporten inngår som en del av hovedrapport Tiltaksplan for Åretta, og skal danne grunnlag for valg av løsninger for å flomsikringsarbeider i og langs vassdraget.

## 2 Metode og grunnlagsdata

### 2.1 Beskrivelse av analysestrekningen

Analysestrekningen ligger i elva Åretta i Lillehammer kommune, i Oppland fylke. Modellen dekker områdene i og langs Åretta fra Røyslivegen til om lag 150 m nedstrøms Høstmælingsvegen. Analysestrekningen er vist i Figur 1 nedenfor.



Figur 1 - Analyseområde

Elva har en bredde på ca. 3-4 m, og en lengde på ca. 450 m på strekningen mellom Røyslivegen og Høstmælingsvegen. Gjennomsnittsfallet på strekningen er ca. 10 %.

På begge side av elva er det boliger og trær/vegetasjon langs breddene.

Det er fire kryssinger i/over elva på strekingen: Tre bruer og ett rør.

Elvebunnen består i hovedsak av stein av varierende størrelse og noen steder berg i dagen.

## 2.2 Kart, terrenggrunnlag og oppmålingsdata

Oppdragsgiver har fremskaffet laserdata for analysestrekningen i koordinatsystem EUREF89/WGS84 UTM-32N med vertikaldatum NN2000. Kartdata med det samme koordinatsystemet er fremskaffet etter avtale med oppdragsgiver.

Rapport "LiDAR-rapport, Lillehammerregionen 2014" angir at laserscanningen er utført i perioden 2014-06-17 til 2014-09-03. "Flystripene" i datasettet er nummerert og datert, og stripene som dekker analysestrekningen i Åretta angis å være utført 2014-07-26 og 2014-08-27. Dette innebærer at laserscanningen er utført om lag en måned etter skadefloppen i 2014.

Høydegrunnlaget i siste tilgjengelige elektroniske kartgrunnlag, fremskaffet fra Geovekst, er kontrollert. Dato for datafangst for kotene som dekker nedbørfeltet til Åretta angis til 2014-07-26, 2014-08-27 og 2014-08-29. Tidspunktet korresponderer med datoer for laserscanning.

Rambøll har utført hydrauliske beregninger for deler av analysestrekningen som dekkes av denne rapporten. Oppmålinger av elvetverrsnitt utført av Rambøll i forbindelse med dette arbeidet er fremskaffet av oppdragsgiver. I oppmålingene fra Rambøll er også nivå på bruer og kulverter oppmålt.

I tilfeller der det er store avvik mellom terrengmodellen fra laserdata og oppmålte tverrsnitt, er terrengmodellen benyttet for vannstandsberegningene korrigert mot oppmålte data.

Kart- og terrenggrunnlag vil alltid være forbundet med noe usikkerhet, og lokale feil vil kunne forekomme.

## 2.3 Befaring

Befaring av vassdraget utført sammen med oppdragsgiver 16. mai 2017. Bilder fra befaringen er lagret på Norconsult sin oppdragsserver under oppdrag 5170818. Befaringsnotat er vedlagt hovedrapporten som denne rapporten inngår i.

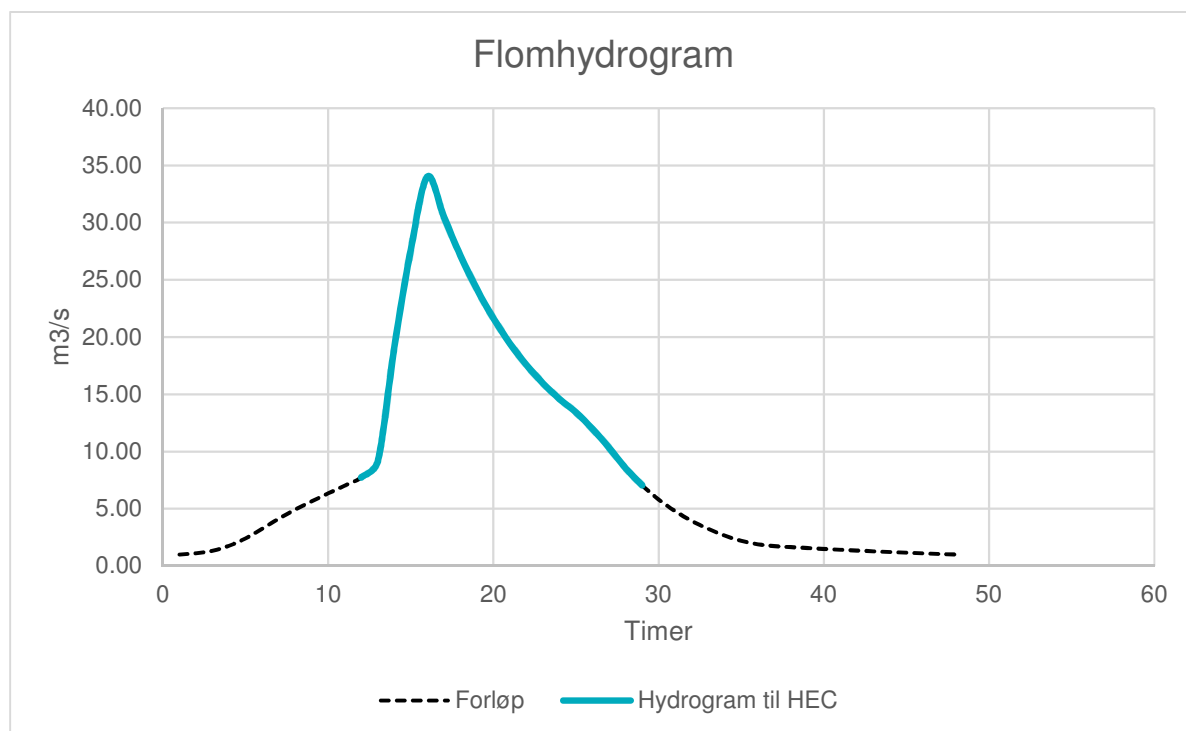
## 2.4 Flomdata

Flomberegning er utført for vassdraget og presenteres i eget notat/rapport, og er vedlagt hovedrapporten som denne rapporten inngår i.

I analysene som beskrives i denne rapporten er det hentet ut et hydrogram fra flomberegningen for en sannsynlig 200-årsflom inkl. 40 % klimatillegg (40 % klimatillegg på spissvannføringen). Varigheten på hydrogrammet er 17 timer, og inneholder vannføringer fra ca. 8 m<sup>3</sup>/s til ca. 34 m<sup>3</sup>/s.

Initialvannføringen på ca. 8 m<sup>3</sup>/s antas å tilsvare omtrentlig en middelflom i vassdraget.

Flomhydrogram er vist i Figur 2.



Figur 2 - Benyttet flomhydrogram

## 3 Hydraulisk modell

### 3.1 Generelt

Det er utarbeidet en hydraulisk modell for vassdraget ved hjelp av programmet HEC-RAS 5.0.3.

HEC-RAS kan utføre både 1D og 2D berregninger. I både 1D og 2D berregninger benyttes ofte en bestemt vannføring eller et flomhydrogram med varierende vannføring i øvre ende av modellen, for å beregne vannstander med tilhørende vannhastigheter og vanndekning/utbredelse nedover i vassdraget.

I 1D berregninger benyttes tverrsnitt og vannføringer for å beregne vannstander i elva. I 2D berregninger benyttes et beregningsmesh og en terrengmodell som underlag for berregning av vannstander ved forskjellige vannføringer.

1D modeller er godt egnet der vannet ikke forventes å "spre seg utover" i stor grad, og i hovedsak vil følge elva eller kanalen som betraktes. Der vannet forventes å renne utover større områder (f.eks. gå over sine bredder) og dele seg i flere løp, vil en 2D modell være bedre egnet.

I denne rapporten er det benyttet en 2D modell for å komme frem til resultatene.

### 3.2 Friksjonsforhold

Friksjonsforhold er lagt inn i beregningsmodellen som et eget raster med tilhørende *Mannings n* verdier for ulike typer overflater. Benyttede manningstall er gjengitt i Tabell 1 nedenfor.

Tabell 1 - Benyttede manningstall

Flate	Mannings n
Bygg*	10.000
Elv	0.040
Skog	0.100
Øvrig terreng	0.060
Veger	0.015

\* Bygninger er ikke tatt inn som en del av terrengmodellen. Etter forslag fra HEC benyttes i stedet et høyt manningstall, som i praksis tillater vannstand inne i husene som evt. vil bli berørt, men tilnærmet ingen vannhastighet gjennom huset. Øvrige manningstall er hentet fra *Open-channel hydraulics* (Chow, 1959).

Områdene for de ulike manningstallene er vist i Figur 3.





Figur 3 - Benyttede områder for ulike Manningstall

### 3.3 Grensevilkår

Som oppstrøms grensevilkår er flomhydrogram med vannføring 34 m<sup>3</sup>/s (200-årsflom inkl. klimatillegg) benyttet og kjørt i 30 minutter. Helning på energilinjene er satt til 0.027, som tilsvarer den gjennomsnittlige helning til elva i oppstrøms ende av analysestrekningen.

Det er også utført kontrollberegninger med vannføring 8 m<sup>3</sup>/s (middelfløm) og hele forløpet på 17 timer som angitt i kapittel 2.4.

Nedstrøms grenseverdi er satt til normaldyb med friksjonshelning 0.08 som tilsvarer helningen langs elvebunnen i nedstrøms ende av analysestrekningen.

Det er også lagt inn en grenseverdi ved Messenlivegen som er satt til normaldyb med friksjonshelning 0.078 som tilsvarer helningen på veggen og vegggrøfta.

### 3.4 Beregningsmesh og tidssteg

Det er benyttet et beregningsmesh med 2x2 m oppløsning. De største beregnede hastighetene i simuleringene er ca. 10 m/s. Det er iht. HEC-RAS 2D manualen benyttet et tidssteg på 0,2 sek, som gir et Courant nummer på 1.

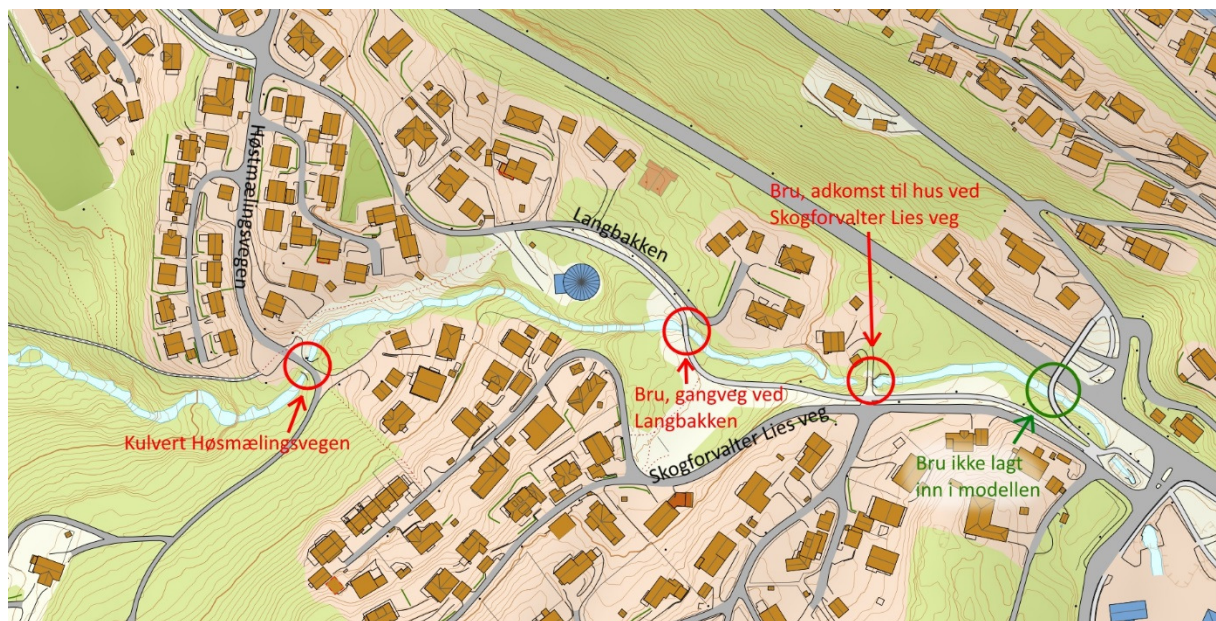
### 3.5 Bygninger og bruer i og langs vassdraget

Oversikt over bruer på analysestrekningen er vist i Figur 4. Den øverste brua i analysestrekningen er en gangbru som spenner høyt over elva. Brua er ikke lagt inn i beregningsmodellen, da brua ikke vil være av betydning for de hydrauliske beregningene.

Det er ikke mulig å modellere bruer direkte i 2D modellen. For bruene er det derfor lagt inn luker som representerer bruene.

En sammenstilling av oppmålingsdata og data benyttet i Rambøll sin 1D modell er presenter i Tabell 2.

Figur 4 - Oversikt over bruer i modellen



Tabell 2 – Grunnlagsdata for bruer og kulverter

Kryssing	Type	Høyde/ diameter (m)	Bredde (m)	Oppstrøms bunnivå (m.o.h.)	Nedstrøms bunnivå (m.o.h.)	Lengde (m)
Høstmælingsvegen	Korr. stålrør	1.90	-	361.27	360.80	7.50
Gangveg ved Langbakken	Bru/boks	1.50	5.00	391.42	390.78	3.00
Adkomst hus Skogforvalter Lies veg	Bru/boks	2.40	2.80	402.37	401.40	3.20

For modellering av bruene som luker er det gjort justeringer av lukeåpninger og c faktorer for lukene. Vannstander i 2D modellen er grovt kalibrert mot en 1D modell for bruene ved vannføring 8 m<sup>3</sup>/s (tilsvare ca. Q<sub>m</sub>). Ved denne vannføringen overtoppes ikke elveløpet, og det antas derfor at 2D effekter i beregningene vil være mindre. Oppstrøms og nedstrøms luka som representerer brua er terrenget basert på oppmåling og laserdata.

Benyttede data for bruene i 2D modellen er oppsummert i Tabell 3



Tabell 3 - Benyttede data for luker som representerer bruer

Kryssing	Type	Høyde/ diameter (m)	Bredde (m)	Bunnnivå (m.o.h.)	C luke	C overløp
Gangveg ved Langbakken	Luke	2.04	5.90	390.90	0.80	1.70
Adkomst hus Skogforvalter Lies veg	Luke	2.60	3.50	401.87	0.80	1.70

Kulverten ved høstmælingsvegen er modellert med data som angitt i Tabell 2, med manningstall  $n=0.025$ .



Figur 5 - Kulvert ved Høstmælingsvegen (bildet tatt fra oppstrøms side)





Figur 6 - Bru, gangveg ved Langbakken (bildet tatt fra oppstrøms side)



Figur 7 - Bru, adkomst hus Skogforvalter Lies veg (bildet tatt fra nedstrøms side)





*Figur 8 - Bru gangveg øverst i analysestrekningen, ikke lagt inn i beregningsmodell*

## 4 Beregningsresultater

### 4.1 Kort beskrivelse av resultatene

Elveløpet i analysestrekningen forventes å ha kapasitet til å ta unna en middelflom (ca.  $Q_m=8\text{m}^3/\text{s}$ ) uten overopping av elvebredden eller at bruene overtoppes. Kulverten ved Høstmælingsvegen forventes å få oppstuvning over nivå for topp kulvert til ca. nivå for veggen nedstrøms, uten at veggen overtoppes. Ved større vannføringer enn  $8\text{m}^3/\text{s}$  (ca. middelflom) overtoppes Høstmælingsvegen.

Ved ca.  $12\text{m}^3/\text{s}$  begynner vann å overtoppe elveløpet på høyre side, i ytterkurven, om lag 100 m nedstrøms Røyslivegen. Vannet renner videre på terrenget og ned mot bebyggelsen på høyre side av elva.

Ved vannføring  $34\text{m}^3/\text{s}$  (200-årsflom inkl. klimatillegg) forventes alle bruer og kulverter å bli overtoppet. Elveløpet har på deler av strekningen ikke kapasitet til å ta unna vannet og det forventes at vann renner ut av elva og på terrenget langs elva. Det forventes berørt bebyggelse på begge sider av elva. Spesielt bebyggelsen på høyre side av elva er utsatt da vannet vil renne ned langs Langbakken og inn i boligfeltet ved Høstmælingsvegen.

Messenlivegen kan bli berørt, men resultatene er usikre da vannstanden helt øverst i analysestrekningen er påvirket av antatte grensebetingelser.

### 4.2 Analyseresultater 200-årsflom inkl. klimatillegg

Under oppsummeres resultatene fra analysen av en 200-årsflom inkl. klimatillegg med en vannføring på  $34\text{m}^3/\text{s}$ . De viktigste resultatene presenteres kort for bruk i senere faser av oppdraget.

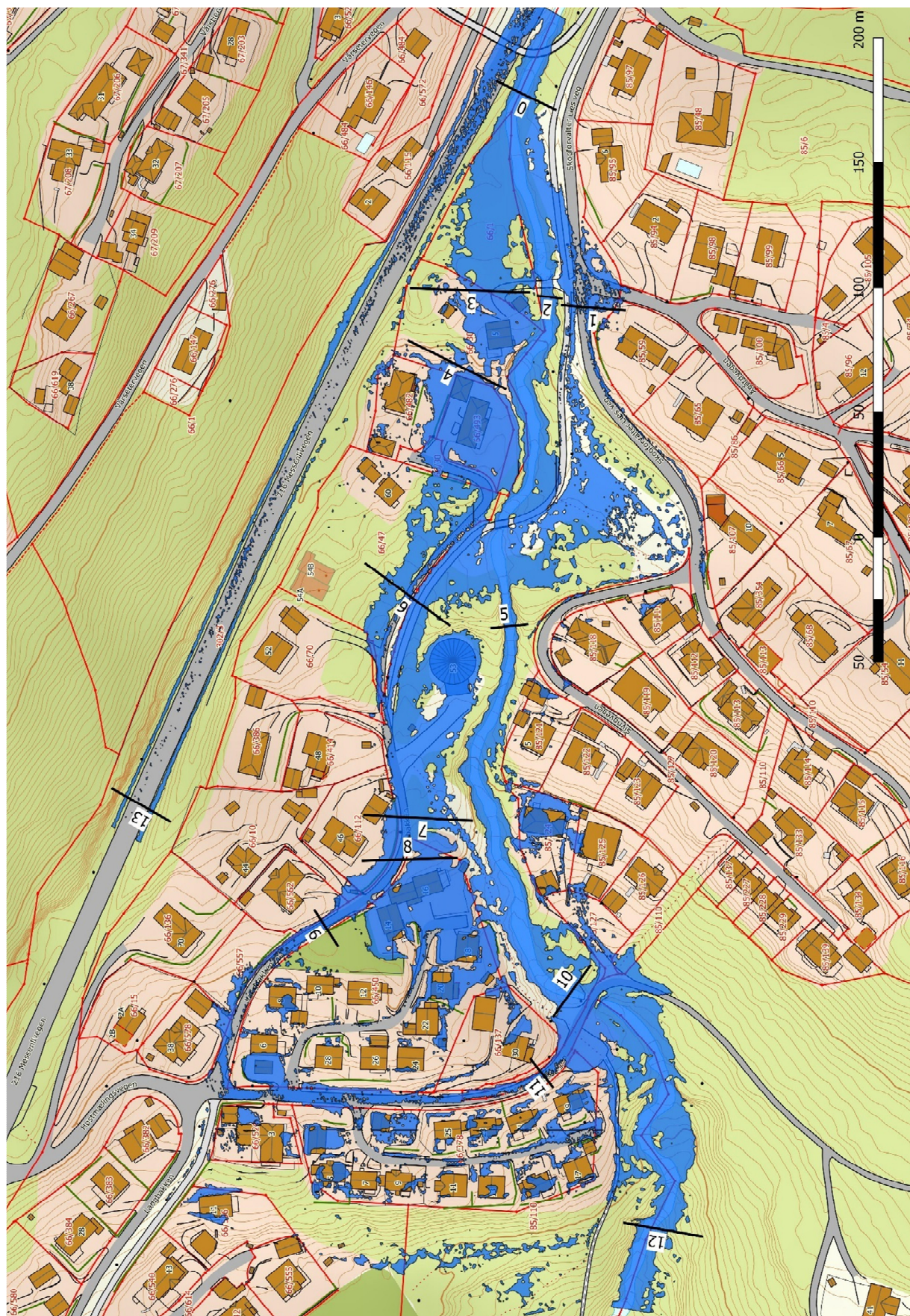
#### 4.2.1 Fordeling av flomvannet

Basert på vannføringene er det presentert hvor, og hvor mye vann som forventes å kunne renne i elva og på sideterrenget i analysestrekningen ved utvalgte profiler. Vannføringer ved tilhørende profil er vist i Tabell 4, og plassering av tverrprofilene er vist i Figur 9. Figur 9 er også vedlagt til slutt i rapporten i A3 format.

Tabell 4 - Vannføring ved 200-årsflom inkl. klimatillegg ved utvalgte profiler

Pr. nr.	Ca. vannføring (m <sup>3</sup> /s)	Beskrivelse
0	33.7	Vannføring i elva like nedstrøms Røyslivegen
1	0.5	Vannføring på sideterreng på venstre side av elva
2	26.7	Vannføring i elva ved brukryssing adkomst til hus ved Skogforvalter Lies veg
3	6.5	Vannføring på sideterreng på høyre side av elva mot bebyggelse
4	3.8	Vannføring på sideterreng på høyre side av elva mot bebyggelse
5	23.8	Vannføring i elva.
6	9.8	Vannføring på sideterreng langs Langbakken ved høydebasseng
7	9.7	Vannføring på sideterreng mot bebyggelse nedstrøms høydebasseng
8	8.2	Vannføring på sideterreng mot bebyggelse i Langbakken
9	0.3	Vannføring langs/i vegen Langbakken
10	31.7	Vannføring i elva ved kryssingen ved Høstmælingsvegen
11	0.1	Vannføring i Høstmælingsvegen fra bebyggelsen oppstrøms
12	33.6	Vannføring i elva nedstrøms bebyggelsen
13	0.2	Vannføring i/langs Messenlivegen.

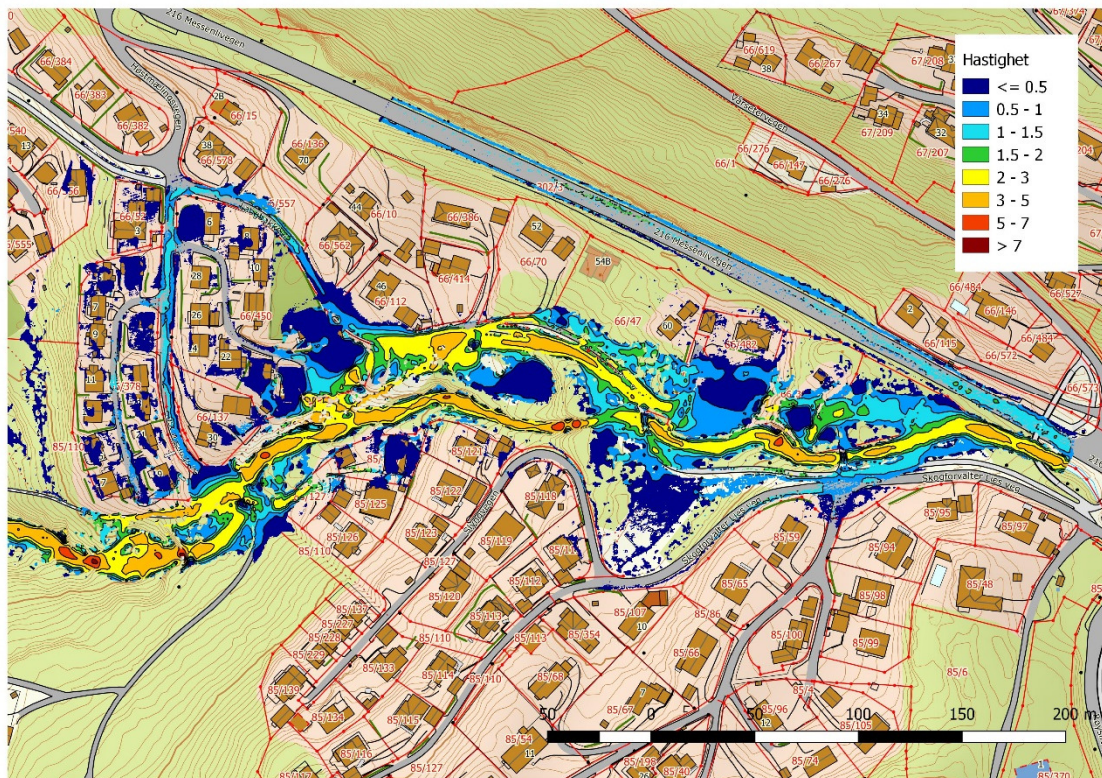




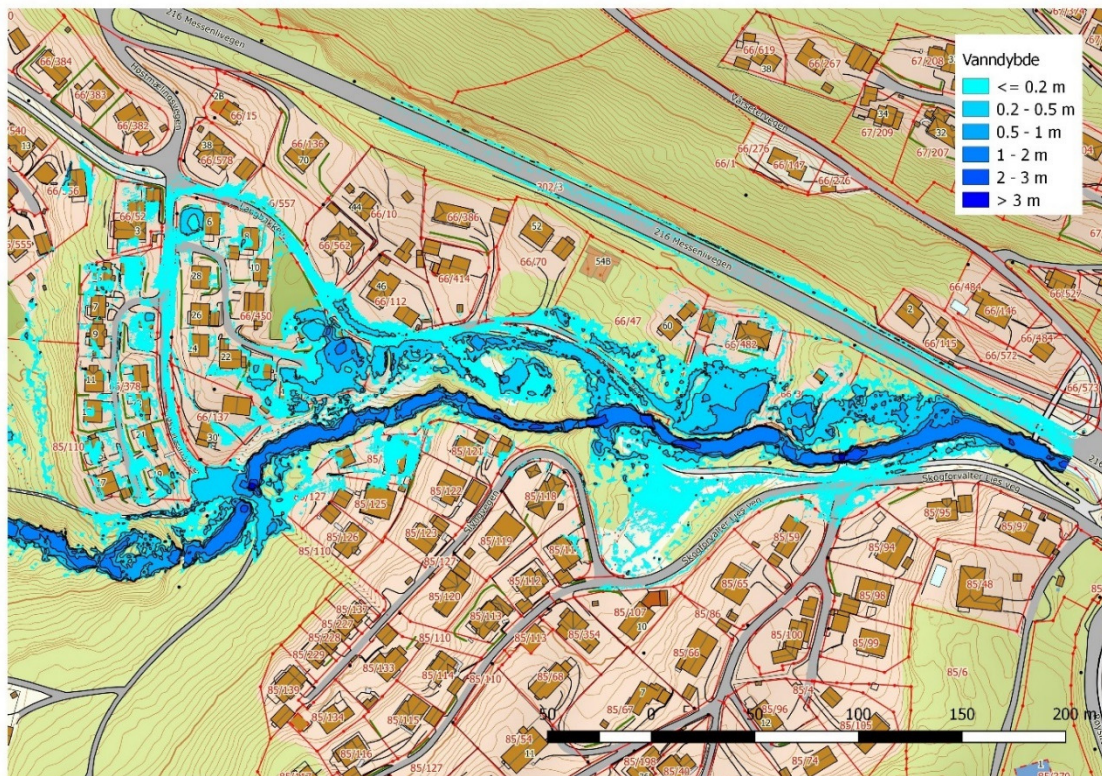
Figur 9 - Utvalgte tverrprofiler for 200-årsflom inkl. klimatillegg (blått felt viser flomutbredelse)



## 4.2.2 Vannhastigheter og vanddyb



Figur 10 - Vannhastighet ved 200-årsflom inkl. klimatillegg



Figur 11 - Vanddybder ved 200-årsflom inkl. klimatillegg



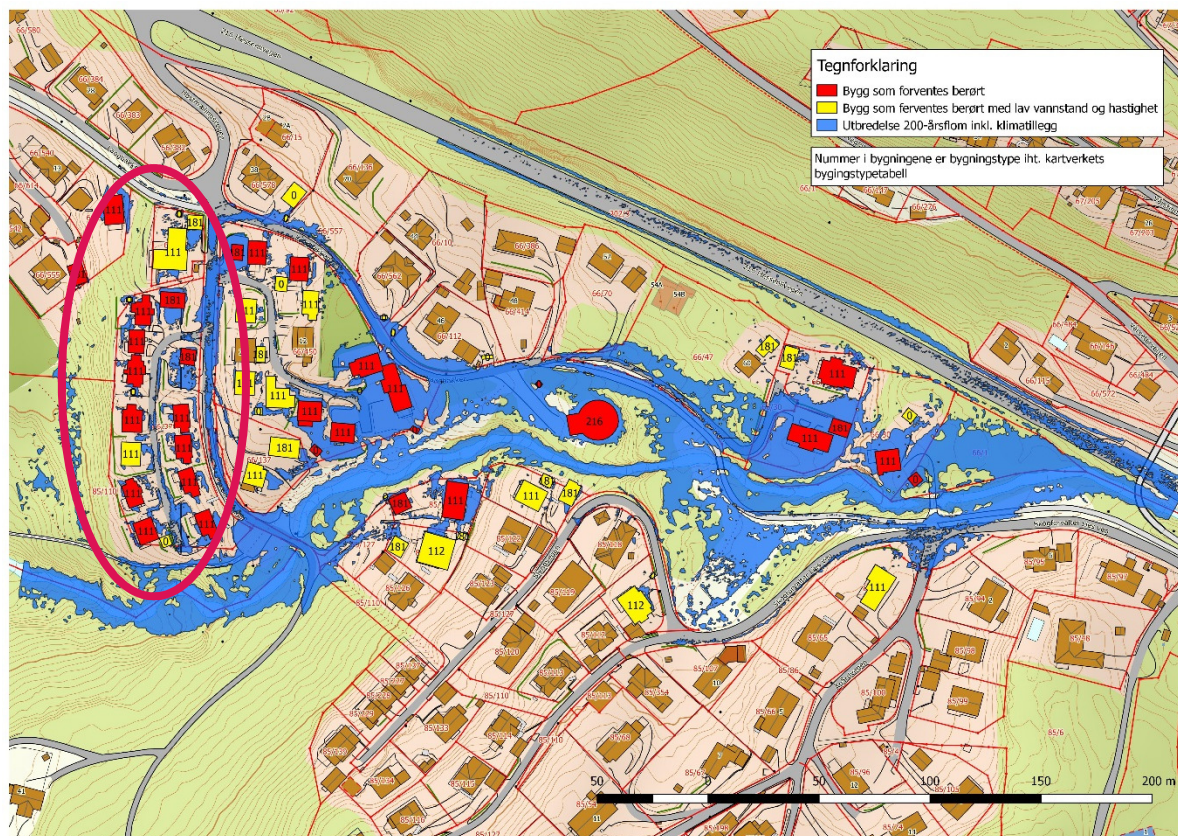
### 4.2.3 Berørte bygg

Det er utført et overslag for antall bygg som kan bli berørt ved en 200-årsflom inkl. klimatillegg. Berørte bygg er basert på flomutbredelsen, samt en vurdering av vannstand og vannhastighet ved de berørte byggene. Bygg som forventes berørt er vist i Tabell 5 og Figur 12. Figur 12 er også vedlagt i A3 format i slutten av rapporten.

Estimatet for berørte bygg er forbundet med usikkerhet, spesielt byggene i de bratte områdene (innsirklet i Figur 12) er usikkert. Antall berørte bygg er allikevel medtatt for å gi et overslag for forventede konsekvenser av en 200-årsflom.

Tabell 5 - Berørte bygg ved 200-årsflom inkl. klimatillegg

Bygg som forventes berørt		
Bygningstype	Antall (stk)	Forklaring bygningstype
0	5	Annen bygning/ikke listet
111	21	Enebolig
181	6	Garasje, uthus, annekst knyttet til bolig
216	1	Bygning for vannforsyning, bl.a. pumpestasjon
Bygg som forventes berørt med lav hastighet (<0,5 m/s) og lav vannstand (<0,2 m)		
Bygningstype	Antall (stk)	Forklaring bygningstype
0	15	Annen bygning/ikke listet
111	9	Enebolig
112	2	Enebolig med hybelleilighet, sokkelleilighet o.l.
181	9	Garasje, uthus, annekst knyttet til bolig



Figur 12 - Berørte bygg ved 200-årsflom inkl. klimatillegg

## 5 Overslag for kapasiteten til bruene

Kapasiteten til bruene kan ikke beregnes direkte i 2D modellen. Som et overslag for forventet kapasitet ved berøring av underkant av brudekkeprogrammet HY-8 benyttet som et nedre konservativt estimat. Bruberegningene fra 1D modellen satt opp i HEC-RAS er også medtatt for sammenligning.

Reel kapasitet er vanskelig å bestemme, da elva har kurver på strekninger og overhøyde i yttersvingen ikke hensytas i 1D beregninger. Forventet kapasitet antas å ligge mellom verdiene beregnet i HY-8 og HEC-RAS 1D modell.  $Q_{berørt}$  i tabellen er vannføringen som gir en vannstand like oppstrøms brua som er i nivå med underkant av brudekket.

Tabell 6 - Overslag for kapasiteten til bruer og kulverter

Kryssing	Type	$Q_{berørt}$ HY-8 (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{berørt}$ HEC-RAS 1D (m <sup>3</sup> /s)
Høstmælingsvegen*	Korr. stålrør	6.80	-
Gangveg ved Langbakken	Bru/boks	20.00	26.00
Adkomst hus Skogforvalter Lies veg	Bru/boks	17.00	24.00

\* Høstmælingsvegen er en sirkulær kulvert med antatt innløpskontroll, HY-8 antas å gi et godt estimat for kapasiteten til denne kryssingen.



## 6 Sensitivitet og usikkerheter

Det finnes ingen metode for å beregne bruer i 2D modellen. HEC anbefaler at bruer modelleres enten ved bruk av kulverter eller luker, men understreker at dette ikke bør legges til grunn for design av bruer. Vannstandene som er beregnet med 2D modellen ifm. denne rapporten er kontrollert mot en 1D modell for delstrekninger av elva der det finnes bruer. 2D beregningene er kalibrert mot 1D modellene for en vannføring ( $Q_m$ ) der elva ikke går over sine bredder, og strømningsforholdene antas å kunne representeres relativt godt ved bruk av 1D. 2D modellen gir ca. 20 cm høyere vannstand ved bruene enn 1D modellen.

For 200-årsflommen er det utført en beregning kun basert på oppmålte tverrsnitt og laserdata (uten bruer i modellen) og sammenlignet vannstandene mot beregningen der bruene er lagt inn som luker. I modellen der lukene er lagt inn for å representere bruene er vannstanden ca. 40-50 cm høyere ved og like oppstrøms bruene enn i modellen der bruene er fjernet. I begge modellene overtoppes elveløpet både ved, og oppstrøms bruene og de lokale vannstandsvariasjonene påvirker i liten/ingen grad hvordan vannføringen fordeler seg i sideterrenget.

Beregningsmeshet på 2x2 m ble valgt pga. stabilitet og simuleringstid. I bratte områder, slik som deler av områdene som beskrives i denne rapporten, ville et finere mesh potensielt kunne gitt bedre resultater. Da dog med betydelig lengre beregningstid.

Oppstrøms grensebetingelse er lagt like nedstrøms en kulvert som er under bygging. Om denne kulverten har kapasitet til å ta unna en 200-årsflom inkl. klimatillegg på 34 m<sup>3</sup>/s er ikke vurdert i rapporten. Simuleringen av 200-årsflom inkl. klimatillegg viser overtopping av elva ved og like nedstrøms grensebetingelsen. Overtoppingen her kan være et resultat av den valgte grensebetingelsen. Overtoppingen er ikke betydelig (ca. 0.25 m<sup>3</sup>/s, d.s.v. ca. 0.7 % av total vannføring) og det forventes ikke at resultatene i områdene nedstrøms påvirkes i nevneverdig grad.

Det er ikke utført sensitivetsanalyser på manningstall og vannføringer i forbindelse med utarbeidelse av denne rapporten. I forbindelse med design av evt. sikringstiltak anbefales det at det utføres sensitivetsanalyser for å vurdere fribord etc.

Ved lave vannstander vil resultatene være usikre da vannstandene som beregnes tar utgangspunkt i den underliggende terrengmodellen. Evt. feil i terrengmodellen, eller terrengformasjoner som er så små at de ikke fanges opp eller utjevnes ved interpolering av laserpunktene som terrengmodellen generes fra, vil kunne gi feil i resultatene.

Evt. endring av profiler eller terrenget som resultat av erosjon/sedimentering er ikke hensyntatt i beregningene. Beregningene forutsett at alle bruer og kulverter er frie for eventuelle tilstoppinger. Tilstopping av bruer og kulverter vil gi høyere vannstander oppstrøms kryssingene og større grad av vann på sideterrenget. Brurekkverkene og evt. tilstopping av brurekkverk er ikke hensyntatt i beregningene. Evt. påvirkning fra is i vassdraget er ikke hensyntatt i beregningene.

## 7 Referanser

Brunner, G. W. (2016). *HEC-RAS, River Analysis System Hydraulic Reference Manual*. US ARMY CORPS OF ENGINEERS HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER (HEC).

Chow, V. T. (1959). *Open-channel hydraulics*. McGraw Hill Book Company.

FHWA. (2012). *HYDRAULIC DESIGN OF HIGHWAY CULVERTS*. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration.

Rambøll. (2015). *Hydraulisk modell - Flomanalyser Røyslimoen*.

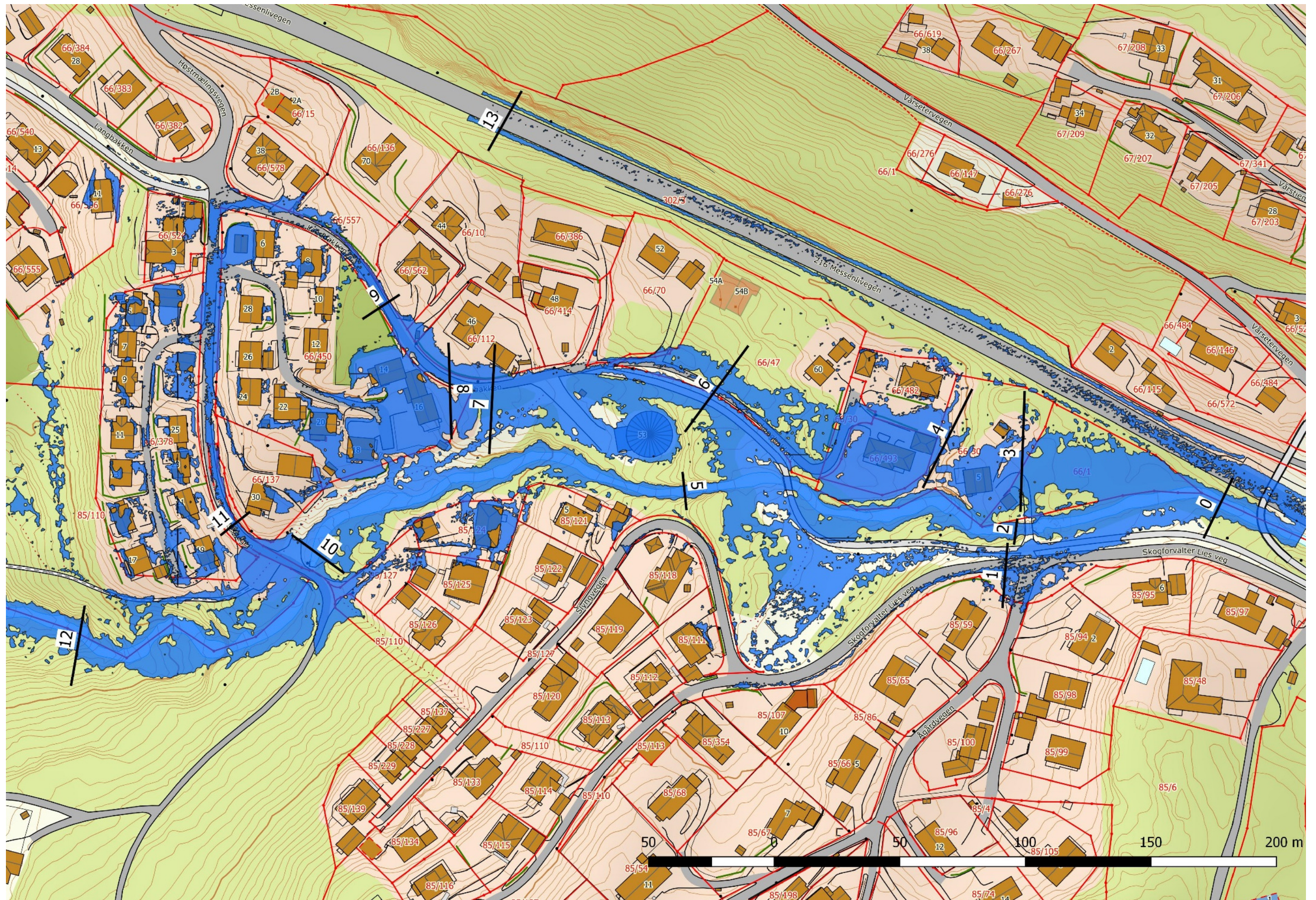
## 8 Vedlegg

1 – Tverrprofiler og vanndekning for 200-årsflom inkl. klimatillegg

2 – Berørte bygg og vanndekning for 200-årsflom inkl. klimatillegg



VEDLEGG 1 – Vanddekning og profiler 200-årsflom inkl. klimatillegg





VEDLEGG 2 – Vanndekning og berørte bygg 200-årsflom inkl. klimatillegg

