

NOTAT

OPPDRAG	Områdereguleringsplan for Sædalen	DOKUMENTKODE	617362-RIVA-NOT-01
EMNE	VA-rammeplan	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Bergen kommune, Plan og geodata	OPPDRAGSLEDER	Erlend Gjestemoen
KONTAKTPERSON	Laila Rosseland	SAKSBEH	Andreas Sviland/Erlend Gjestemoen
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10233033 Bergen VA

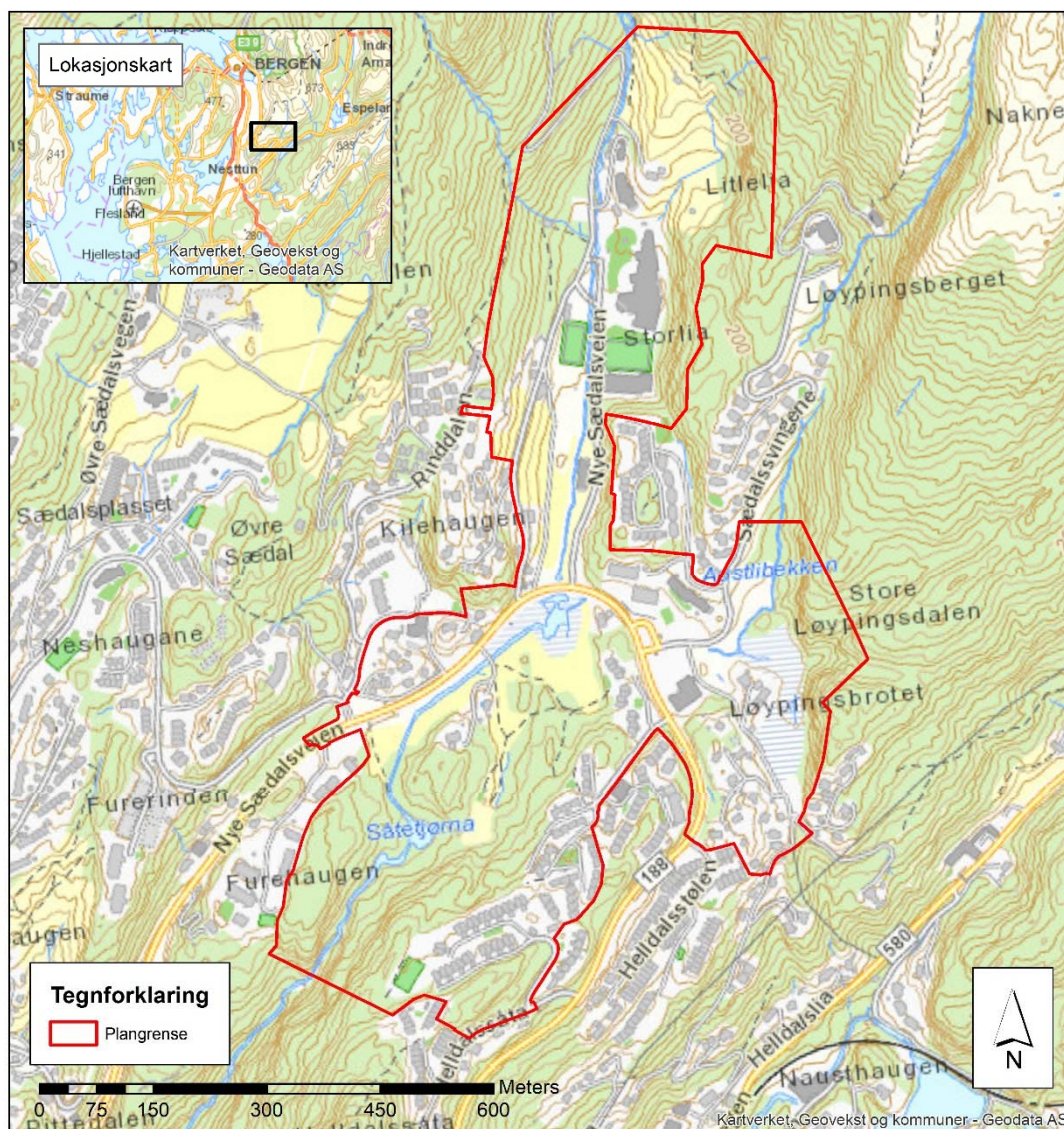
1 Innledning

I forbindelse med områderegulering av Sædalen (Planid: 62650000) er det utarbeidet en overordnet VA-rammeplan for hele planområdet. Begrensningene for planområdet er vist i Figur 1. VA-rammeplaner skal i henhold til kommuneplanens bestemmelse pkt. 20 inngå i alle reguleringsplaner i Bergen kommune. VA-rammeplanen angir helhetlige prinsipløsninger for videre utvikling av området, noe som danner grunnlag for valg av løsninger ved utarbeiding av detaljplaner.

Områdereguleringsplanen for Sædalen har som intensjon å styrke stedsidentiteten i Sædalen både fysisk og sosialt. Reguleringsplanen skal legge til rette for et større mangfold av tilbud i nærmiljøet med vekt på sosiale møtesteder og arenaer for organisert og uorganisert aktivitet. Av nye elementer i området kan det nevnes flere nye boligområder, ny kirke og heving av fylkesvei over flomnivå. I planen medfølger det krav om detaljregulering som neste steg i planprosessen for hele planområdet.

Reguleringsplanen er nå blitt endret noe etter høringsrunde. Denne VA-rammeplanen er derfor en revidert versjon av den tidligere rammeplanen som ble laget av Multiconsult i mars 2015, dokumentnr. 614761-RIVA-NOT-02 rev- 02. Nytt internt dokumentnummer er 617362-RIVA-NOT-01 rev 00.

00	16.03.2018	VA-rammeplan	AndrS/ErG	FHE	ErG
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



Figur 1: Planavgrensning for områdeplanen

2 Eksisterende situasjon

Planområdet er i dag dominert av boligfelt og enkelte institusjoner som skole og barnehage, samt butikk. Ellers er det et nokså kupert terreng med gjennomgående vassdrag sentralt i landskapet.

2.1 Vannforsyning

Sædalen vannverk er et av 5 store vannbehandlingsanlegg i Bergen kommune og ligger like nordøst for planområdet. Vannkildene til dette vannverket er Stemmevatn og Øvre og Nedre Gløvrevatn.

Fra vannverket går det en DN 400 støpejernsledning fra 2010 nedover Sædalssvingene og inn i planområdet. Denne overføringsledningen fortsetter langs Nye Sædalsvegen i retning Birkelundstoppen og krysser dermed hele planområdet.

Det er flere avgreninger på denne overføringsledningen som forsyner lokalt:

- DN250 langs Sanddalsringen i retning Midttun
- DN150 langs Sædalssvingene (ligger parallelt med overføringsledningen)
- DN150 langs Helldalslia

VA-rammeplan

- Ø180 mot Sædalen skole
- DN150 langs Rinddalen
- DN200 langs Øvre Sædalsvegen

I tillegg er det et nettverk av vannledninger internt i boligfeltene, både kommunale og private.

I alle kommunale vannkummer er det brannventil for uttak av brannvann. Det er normalt maksimalt 150 meter mellom disse, noe som generelt gir en god brannvannsdekning i området. I tillegg er det enkelte hydranter, blant annet ved skolen og i enkelte boligfelt.

2.2 Spillvann

I all hovedsak blir alt spillvann fra hele planområdet samlet via selvfallsledninger i en pumpestasjon ved Lonemyra, se Figur 2. Pumpestasjonen er fra 2005, i likhet med tilhørende ledningsnett langs Nye Sædalsveien.



Figur 2: Pumpestasjon for spillvann ved Lonemyra.

Fra pumpestasjonen pumpes spillvannet via pumpeledning langs Nye Sædalsveien opp til høybrekk, før det renner med selvfall videre i retning Nedre Nattland. Videre går spillvannet til avløpstunnel ved Nesttun og ender til slutt i Flesland avløpsrenseanlegg.

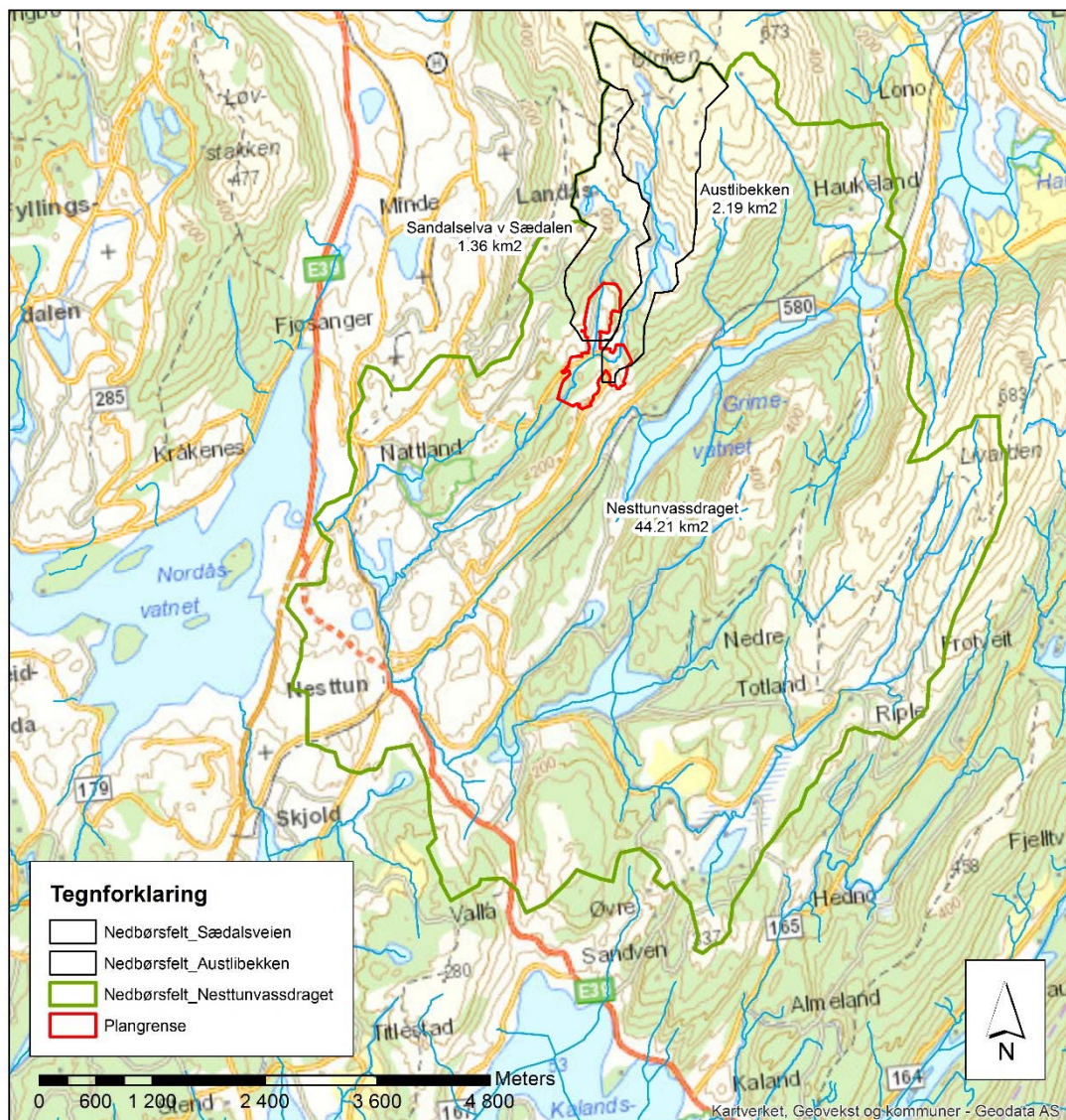
Oppstrøms pumpestasjonen ved Lonemyra, er det et stort nettverk av spillvannsledninger fordelt ut i hele planområdet, både kommunale og private ledninger.

Lengst øst i planområdet, i Helldalslia er det enkelte hus med avløpsledninger som renner i Helldalslia ned til Helldal. Dette renner også til avløpstunnelen ved Nesttun og til Flesland avløpsrenseanlegg.

2.3 Overvannshåndtering og flomvurderinger

Overflateavrenning fra boligfelt og veier er i dag dels håndtert lokalt med infiltrasjon og/eller fordrøyning, og dels ført i overvannsledninger til nærmeste vassdrag.

Sandalselva har sitt utspring fra Nubbevatnet på Landåsfjellet og krysser hele planområdet på langs, før den renner videre ned Sanddalen og med utløp i Nesttunvatnet. Austlibekken har sitt utspring fra Vassdalen ved Ulriken. Den renner via Vassdalvatn, Stemmevatn, Øvre og Nedre Gløvvrevatn, før den renner sammen med Sandalselven i Lonemyra sentralt i planområdet. Elvene er deler av Nesttunvassdraget, som har et totalt nedbørsfelt på 44 km² og utløp til sjø i Nordåsvatnet ved Hopsfossen. Ved samløpet i Lonemyra er Sandalselvas og Austlibekkens nedbørsfelt henholdsvis 1,4 km² og 2,2 km². Oversiktskart over vassdragene er vist i **Error! Reference source not found.**



Figur 3: Vassdragssituasjonen for områdereguleringsplanen. Nedbørsfelt og elvenett er hentet fra NVE (2018).

Sandalselva krysser under Nye Sædalsveien via tre stykk DN1000 betongrør. På grunn av setninger i området er disse ved normal vannføring helt neddykket (figur 4), både innløp og utløp. Elven har de siste årene stadig gått over veien ved høy vannføring, som eksempelet fra desember 2017 i Figur 6 **Error! Reference source not found.** viser.

Austlibekken krysser under Nye Sædalsveien via et 175 meter langt DN1000 betongrør. Bekkeinntaket med rist ligger like på østsiden av Sædalssvingene og utløpet kommer ut over normal vannstand, men under flomvannstand, i Lonemyra (Figur 5). I motsetning til kulverten for

VA-rammeplan

Sandalselva, kjenner vi ikke til tidligere oversvømmelser av denne, men inntaket har langt lavere kapasitet enn beregnet 200-årsflom.



Figur 4: Betongrør for Sandalselva ligger under vannspeilet



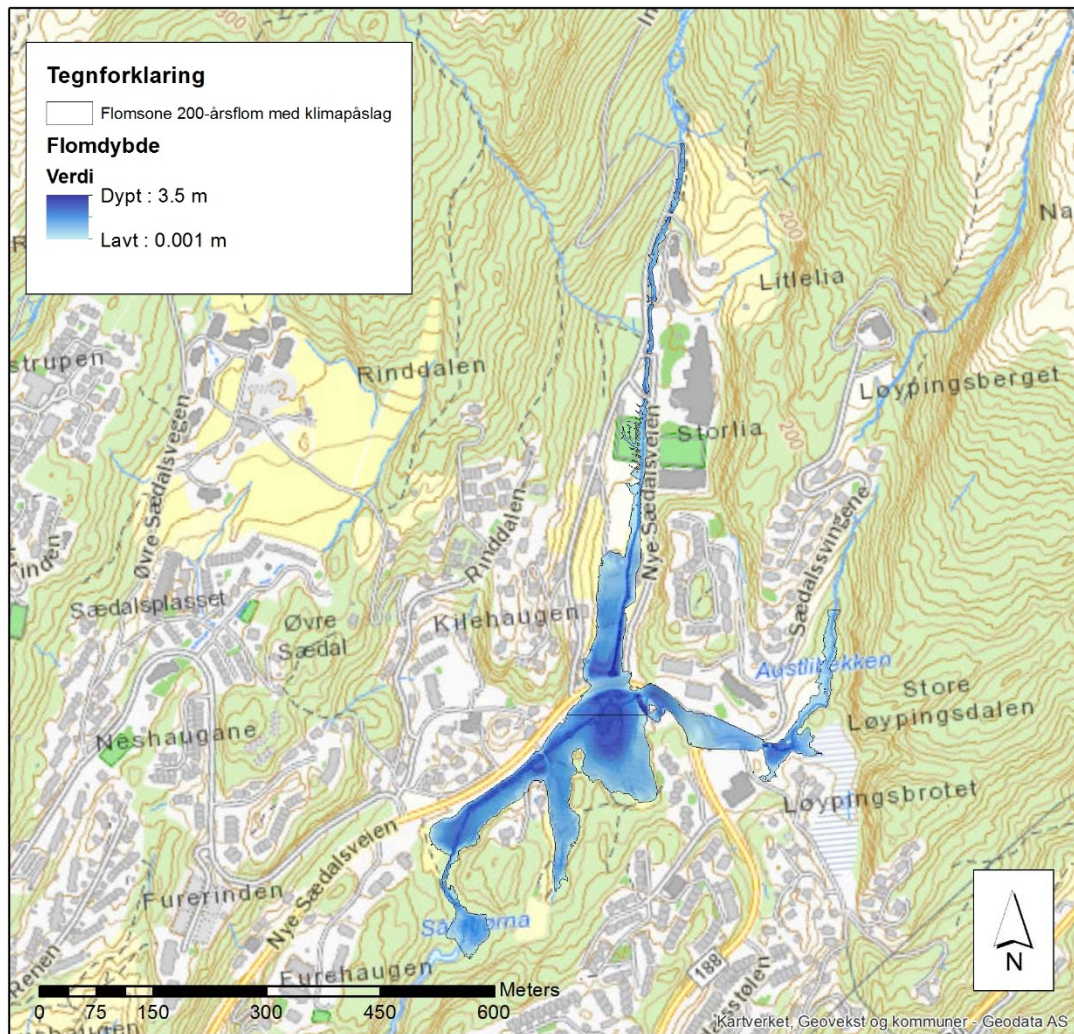
Figur 5: Utløp Austlibekken mot Lonemyra

Sandalselva og Austlibekken er begge vassdrag som oppnår en betydelig økning i vannføringen ved mye nedbør. Dette har jevnlig medført tilfeller av flom med skader på blant annet infrastrukturen i området. I forbindelse med utarbeidelse av ny områderegeringsplan er det utført en egen flomanalyse, blant annet med utarbeidelse av flomsonekart for området. Disse analysene bygger på eksisterende situasjon og danner grunnlag for hensynsoner for flom i reguleringsplanen.

En rapport som oppsummerer disse flomberegningene, inkludert flomsonekart, er vedlegg til denne rammeplanen. Det er spesielt de flate områdene rundt Lonemyra som er flomutsatt.



Figur 6: Flom i Sædalen 23. desember 2017.



Figur 7: Flomsonekart i eksisterende situasjon for 200-års flom med klimafaktor.

3 Planlagt situasjon

Vedlagt plantegning, GH100, viser hvor det vil bli regulert inn nye områder for boliger, i tillegg til plassering av ny kirke og opprusting av vei. I den videre beskrivelsen er det referert til feltnavn for hvert enkelt formål.

Tegningen viser også prinsipløsninger for forsyning av vann, samt håndtering av spillvann og overvann. Dimensjonering av nye VA-anlegg, inkludert kapasitetsberegning av eksisterende anlegg som tilknyttes, må gjøres i rammeplaner for detaljregulering. VA-anleggene skal planlegges og utføres i henhold til kravene i VA-normen for Bergen Kommune. Utbyggere som utløser tiltak på VA-nettet må selv bekoste dem.

3.1 Vannforsyning

Det er ikke behov for vesentlig utbygging av vannledningsnett for å kunne forsyne nye boliger i planen. I hovedsak er det tilstrekkelig med stikkledninger som tilkobles eksisterende hovedledninger. I tillegg er det behov for omlegging av enkelte eksisterende ledningstraseer.

Nye arealformål ligger i omtrent samme høyde som eksisterende bebyggelse. Det antas dermed at trykkforhold på eksisterende ledningsnett er tilfredsstillende for fremtidige utbygginger, uten behov for trykkøkning eller trykkreduksjon.

De ulike arealformålene kan tilkobles eksisterende vannledninger som følger:

Arealformål	Tilkobling vannforsyning	Kommentar
BKS1	DN150 SJK langs Helldalssåta	Nytt boligfelt
BKS2	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende boligfelt
BKS3	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende boligfelt
BKS4	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende boligfelt
BKS5	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende boligfelt
BKS6	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende boligfelt
BKS7	DN150 SJG langs Helldalslia	Eksisterende eneboliger, kan fortettes til konsentrert småhusbebyggelse
BKS8	DN150 SJG langs Helldalslia	Eksisterende eneboliger, kan fortettes til konsentrert småhusbebyggelse
BKS9	DN400 SJK langs Nye Sædalsveien	Eksisterende eneboliger, kan fortettes til konsentrert småhusbebyggelse
BKS10	Ny vannledning langs Indre Sædal tilkobles DN400 SJK langs Nye Sædalsveien	Nytt boligfelt
BKS11	Ny vannledning langs Indre Sædal tilkobles DN400 SJK langs Nye Sædalsveien	Nytt boligfelt
BKS12	Ny vannledning langs Indre Sædal tilkobles Ø180 PE ved Sædalen skole	Nytt boligfelt
BBB1	DN150 SJG langs Helldalslia	Nytt boligfelt
BBB2	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende boligfelt
BFS1	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende enebolig
BFS2	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende enebolig
BFS3	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende enebolig
BFS4	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende enebolig
BFS5	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende eneboliger
BFS6	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende enebolig
BFS7	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende enebolig
BFS8	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende enebolig
BS	DN250 SJK langs Sanddalsringen	Eksisterende butikk, kan utvides. Ny bebyggelse.
BBH1	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende barnehage
O_BR	DN150 SJG langs Helldalslia	Ny nærkirke med parkeringsplass
O_BU	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende Sædalen skole
BBH2	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende barnehage
O_BIA1	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende idrettsanlegg. Kan utvides.
O_BIA2	Evt vannledning kan kobles på langs Indre Sædal som tilkobles Ø180 PE ved Sædalen skole	Eksisterende idrettsanlegg. Kan bygge klubbhus.

Tabell 1: Tilkobling av vannforsyning. BKS = Konsentrert småhusbebyggelse (lavblokker, rekkehus el.), BBB = Blokkbebyggelse.

For øvrig er det flere arealformål i forbindelse med veganlegg og andre tekniske anlegg. Det er ikke behov for tilknytning av vannforsyning i forbindelse med disse.

3.2 Brannvann

Det er en rekke eksisterende brannvannsuttak som vil dekke hele eller deler av nye arealformål. Disse er vist på vedlagt tegning GH100. I tillegg til de eksisterende er det behov for nye brannvannsuttak på følgende lokasjoner:

Arealformål	Plassering nytt brannvannsuttak	Kommentar
BKS1	1 stk internt i nytt felt	3 stk eksisterende brannvannsuttak innenfor 200m. Løsning må aksepteres av brannvesenet.
BKS7	2 stk langs Helldalslia	4 stk eksisterende brannvannsuttak som dekker deler av feltet.
BKS8	2 stk langs Helldalslia	1 stk eksisterende brannvannsuttak innenfor 200m.
BKS9	1 stk langs Nye Sædalsveien	5 stk eksisterende brannvannsuttak som dekker deler av feltet.
BFS5	1 stk langs Indre Sædal	1 stk eksisterende brannvannsuttak innenfor 200m.
BKS10	2 stk langs Indre Sædal	
BKS11	2 stk langs Indre Sædal	
BKS12	2 stk langs Indre Sædal	
BBB1	2 stk langs Helldalslia	1 stk eksisterende brannvannsuttak innenfor 200m.
BS	2 stk langs Sædalssvingene og 2 stk langs Helldalslia	3 stk eksisterende brannvannsuttak innenfor 200m. Løsning må aksepteres av brannvesenet.
BFS6	2 stk langs Indre Sædal	
BFS7	2 stk langs Indre Sædal	
O_BR	2 stk langs Helldalslia	Gjelder ny lokalkirke

Tabell 2: Nye brannvannsuttak

Disse vurderingene er basert på kravene i Bergen kommune sin VA-norm, der det er krav om maksimalt 200m slangeutlegg langs brøytet veg fra brannvannsuttak og frem til eneboliger, rekkehus og lavblokker.

Det er også et krav om slokkevannsmengde etter hvor stor utnyttelsesgrad som er definert for de enkelte formål:

- 20 – 39%, skal være 2400 l/min (tilsvarende uttak fra 2 hydranter / 2 brannkummer)
- 40 – 60%, skal være 3600 l/min (tilsvarende uttak fra 3 hydranter / 3 brannkummer)
- over 60% og spesielle bygg og brannfarlige opplag og lignende og ny bebyggelse i eldre bystrøk, skal forslag til plassering av hydrant eller brannkum aksepteres av brannvesenet.

Foreslåtte nye brannvannsuttak skal tilfredsstill disse kravene. Ved utarbeiding av detaljplaner må reell kapasitet i eksisterende ledningsnett undersøkes nærmere, og plassering og antall brannvannsuttak må avklares i samarbeid med brannvesenet.

3.3 Spillvann

Det er ikke behov for vesentlig utbygging av spillvannsledninger for å kunne betjene nye utbyggingsområder. I hovedsak er det tilstrekkelig med stikkledninger som tilkobles eksisterende hovedledninger. I tillegg er det behov for omlegging av enkelte eksisterende ledningstraseer.

VA-rammeplan

Nye arealformål kan i hovedsak tilkobles med selvføllsledninger, men på grunn av høydeforskjeller kan det bli aktuelt med pumping av spillvann fra enkelte av områdene. Dette må vurderes nærmere ved utarbeiding av detaljplaner.

De ulike arealformålene kan tilkobles eksisterende spillvannledninger som følger:

Arealformål	Tilkobling spillvann	Kommentar
BKS1	DN150 betong ved Helldalssåta	Nytt boligfelt
BKS2	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende boligfelt
BKS3	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende boligfelt
BKS4	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende boligfelt
BKS5	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende boligfelt
BKS6	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende boligfelt
BKS7	Ø160 PVC langs Helldalslia	Eksisterende eneboliger, kan fortettes til konsentrert småhusbebyggelse
BKS8	Ny spillvannsledning langs Helldalslia tilkobles DN200 betong i Sædalssvingene	Eksisterende eneboliger, kan fortettes til konsentrert småhusbebyggelse
BKS9	DN200 betong langs Nye Sædalsveien	Eksisterende eneboliger, kan fortettes til konsentrert småhusbebyggelse
BKS10	Ny spillvannsledning langs Indre Sædal tilkobles pumpestasjon ved Nye Sædalsveien	Eksisterende eneboliger, kan fortettes til konsentrert småhusbebyggelse
BKS11	Ny spillvannsledning langs Indre Sædal tilkobles pumpestasjon ved Nye Sædalsveien	Nytt boligfelt
BKS12	Ny spillvannsledning langs Indre Sædal tilkobles Ø160 PE ved Sædalen skole	Nytt boligfelt
BBB1	Ø160 PVC langs Helldalslia	Nytt boligfelt
BBB2	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende boligfelt
BS	DN150 betong langs Sanddalsringen	Eksisterende butikk, kan utvides. Ny bebyggelse.
BBH1	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende barnehage
O_BR	Ny spillvannsledning langs Helldalslia tilkobles DN200 betong i Sædalssvingene	Ny nærkirke
BU1	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende Sædalen skole
BBH2	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende barnehage
O_BIA1	Ingen nye tilkoblinger	Eksisterende idrettsanlegg. Kan utvides
O_BIA2	Ny spillvannsledning langs Indre Sædal tilkobles Ø160 PE ved Sædalen skole	Eksisterende idrettsanlegg. Kan bygge klubbhus

Tabell 3: Tilkobling av spillvann. BKS = Konsentrert småhusbebyggelse (lavblokker, rekkehus el.), BBB = Blokkbebyggelse.

For øvrig er det flere arealformål i forbindelse med veganlegg og andre tekniske anlegg. Det er ikke behov for tilknytning av spillvann i forbindelse med disse.

Eksisterende pumpestasjon for spillvann ved Nye Sædalsveien blir ikke berørt av nye tiltak. Arealet blir regulert til arealformål O_BKT1 Øvrige kommunaltekniske anlegg. Ved utbygging av delområder må det undersøkes hvilken kapasitet pumpestasjonen har.

3.4 Overvannshåndtering

Utbygging av nye boligfelt med videre vil medføre flere tette flater og dermed en økt avrenning fra disse områdene. I tillegg vil mer intens nedbør som følge av klimaendringer, gi økt avrenning fra alle flater. Det tillates ikke å slippe økte overvannsmengder inn på eksisterende offentlig ledningsnett, og overvannet må håndteres lokalt i tråd med VA-normen for Bergen kommune, Retningslinjer for overvannshåndtering. I dette området er det også avgjørende å ikke øke belastningen på eksisterende vassdrag, og det tillates dermed heller ikke økt avrenning til eksisterende vassdrag fra utbygde felt.

Avrenning fra de feltene hvor det skal bygges flere boliger, eller kirke, er beregnet både for eksisterende situasjon og fremtidig situasjon etter en eventuell utbygging. I fremtidig situasjon er det medtatt en klimafaktor på 1,4. Vedlagt ligger overvannsberegningene, inkludert beregnet differanse mellom eksisterende situasjon og fremtidig situasjon. Denne differansen må håndteres lokalt innenfor hvert enkelt arealformål med for eksempel fordrøyningsanlegg eller infiltrasjonsanlegg. Areal for dette må settes av i detaljregulering. Flater uten arealendring vil også få 40 % økt avrenning som følge av mer intens nedbør i fremtiden.

3.4.1 Flomveier

Eksisterende vassdrag fungerer i dag som hovedflomveier gjennom området, og disse skal ikke bli negativt påvirket av planlagt utbygging. Tvert imot er det planlagt tiltak for å øke kapasiteten til Sandalselva ved kryssing av Nye Sædalsvegen ved å heve vegen, bygge den som en bro og etablere et gjennomløp under vegen med betydelig større tverrsnitt. Dersom gjennomløpet ikke skulle fungere tilstrekkelig vil vannet stuve seg opp og renne over i veien og til lavbrekket i fylkesveien. Lavbrekket er planlagt flyttet 70 meter mot vest. Herfra vil vannet renne ut i Lonemyra. Flomveier er vist i tegning GH100.

Flomveien for Austlibekken følger omtrent slik Figur 7 viser dersom bekkelukkingen ikke skulle fungere tilstrekkelig, også for fremtidig situasjon.

Lonemyra reguleres også som en hensynsone for flom og med tilhørende restriksjoner mot fremtidig utbygging. Det er ikke ønskelig å gjøre tiltak nedstrøms Lonemyra for å redusere oppstuing av vann i området rundt Lonemyra. Dette fordi problemet kan forplante seg lengre ned i Nesttunvassdraget, der man potensielt kan få betydelig større skader på bebyggelse og infrastruktur.

3.4.2 Konsekvenser av reguleringsplanen nedstrøms i Nesttunvassdraget

Nesttunvassdraget er flomutsatt nedstrøms planområdet. Ved lokal overvannshåndtering, basert på infiltrasjon og fordrøying, skal ikke nyutbygde areal avgi større overvannsmengder til vassdraget enn i dagens situasjon. Areal som ikke blir endret innenfor planområdet vil gi økt avrenning i framtiden som følge av klimaendringer, og vil således til økt flomfare i Nesttunvassdraget.

3.4.3 Forurensningsnivå i overvann

Bortsett fra normal forurensning fra trafikk, er vi ikke kjent med kilder til forurensning i overvann i planområdet. Fylkesveien har omtrent 4200 i ÅDT, et tall som forventes å stige til 5500 i år 2037. Trafikkavrenning har høye konsentrasjoner av tungmetaller. Det er ikke planlagt annen rensing enn sandfang langs alle veier. Sandalselva er resipient.

3.4.4 Austlibekken

Før høringsrunden var det regulert for gjenåpning av Austlibekken fra dagens bekkeinntak til Lonemyra, med unntak av tre vegkryssinger i mellom. Det har altså vært vurdert i det lengste, men

VA-rammeplan

er nå tatt ut av planen. Årsakene til at gjenåpningen er tatt ut av planen er at arealet man kunne avse til dette i utgangspunktet var begrenset. Derfor ville vannspeilet ved normalsituasjon vært en del lavere enn det omkringliggende, og verdien av gjenåpningen ville derfor vært begrenset. I tillegg kommer man ikke unna kryssing under to veier.

Bekken forblir i rør. Eksisterende DN1000-rør har ikke tilstrekkelig kapasitet til hverken 20-, eller 200-årsflom, og det må derfor legges ny kulvert. Det er Statens Vegvesen som er registrert som eier av røret. Det er i planarbeidet gjort en vurdering av nødvendige flomsikringstiltak av kirketomten, felt o_BR. Rapporten er lagt ved rammeplanen. Kirken kan bygges med et lavere gulvnivå dersom det blir lagt nytt rør for bekken. Rapporten anbefaler 2 stk DN1200-rør, som vil ha kapasitet til 200-årsflom med klimapåslag. Rørene må prosjekteres og dimensjoneres av fagkyndige ved nærmere detaljering.

3.5 Omlegging av eksisterende VA-anlegg

Det er behov for mindre omlegginger av kommunale ledningstraseer i deler av nye Sædalsvegen. Dette skyldes at nye Sædalsvegen skal heves i området rundt Sandalselva. Heving av vegen vil komme i konflikt med eksisterende VA-ledninger.

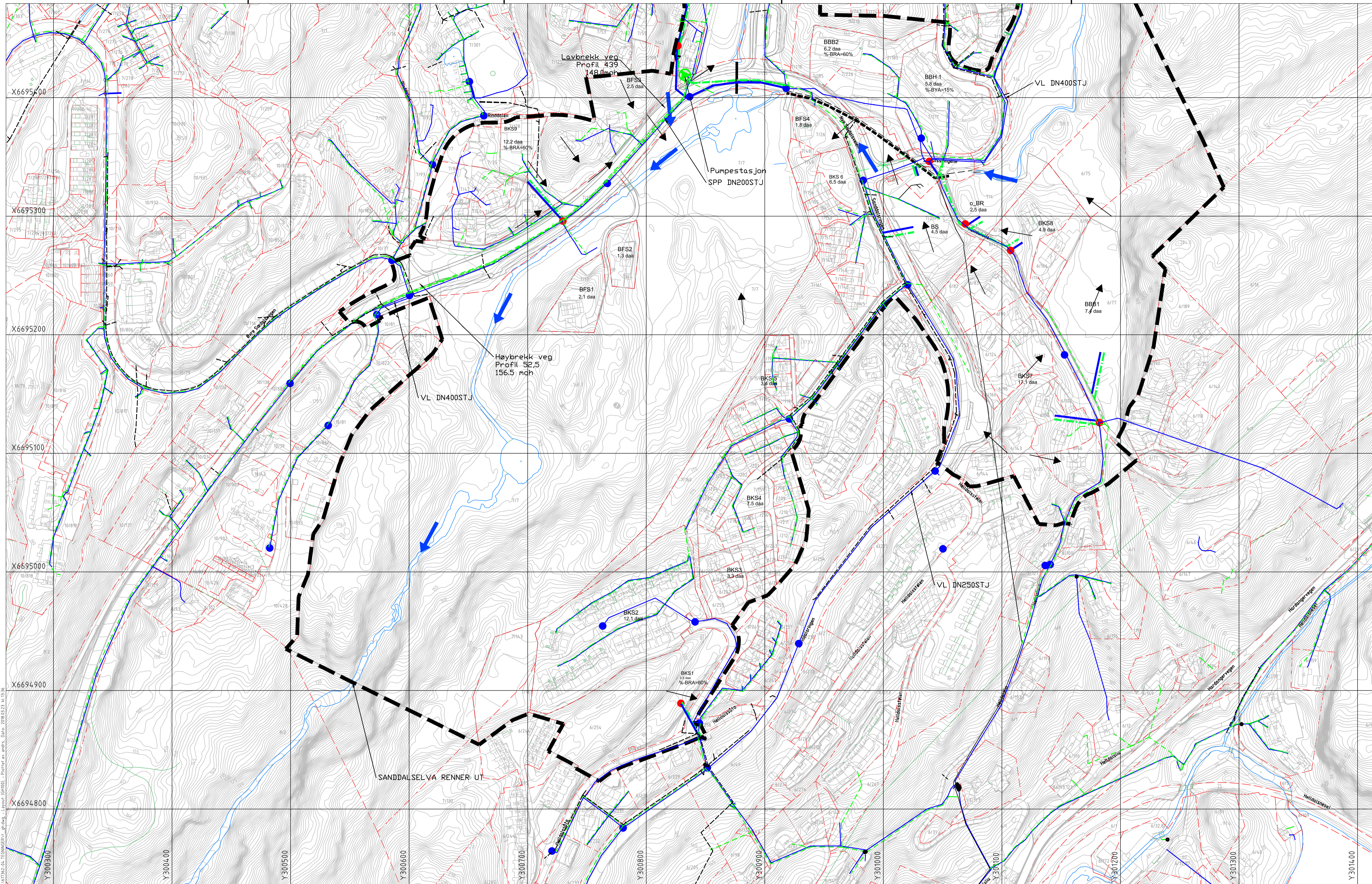
Behov for omlegging av VA-ledninger fremgår av vedlagt plantegning GH100.

3.6 Kommunal overtakelse og drift

Eksisterende kommunale ledninger som legges om vil fortsatt være kommunale. Nye ledninger fram til nye brannvannsuttak skal overtas av kommunen for offentlig drift og vedlikehold. Stikkledninger til nye bygg blir private.

4 Vedlegg

- Plantegning prinsippløsninger GH100, i to filer.
- Beregning av overvannsmengder før og etter utbygging, 617362-RIVA-BER-01
- Rapport 418522-RIVass-NOT-001 Områdereguleringsplan Sædalen Flomsonekartlegging oppdatering
- Rapport 418522-RIVass-NOT-002 Områdereguleringsplan Sædalen Flomvoll ved kirketomten



0.0051761342431342-03 ARBEIDSDOKUMENT 1362 RIVA/VA-rammeplan_04. Tegningens tittel: RIVA/VA-rammeplan_04, Dato: 2018.03.23 kl 13:38
 0.0051761342431342-03 ARBEIDSDOKUMENT 1362 RIVA/VA-rammeplan_04. Tegningens tittel: RIVA/VA-rammeplan_04, Dato: 2018.03.23 kl 13:38

Ledninger	Eksisterende	Prosjektert
Vannledning (VL)		
Spillvann (SP)		
Overvannsledning (OV)		
Pumpeledning		
Ledning utgår		
Slokkevannsuttak		

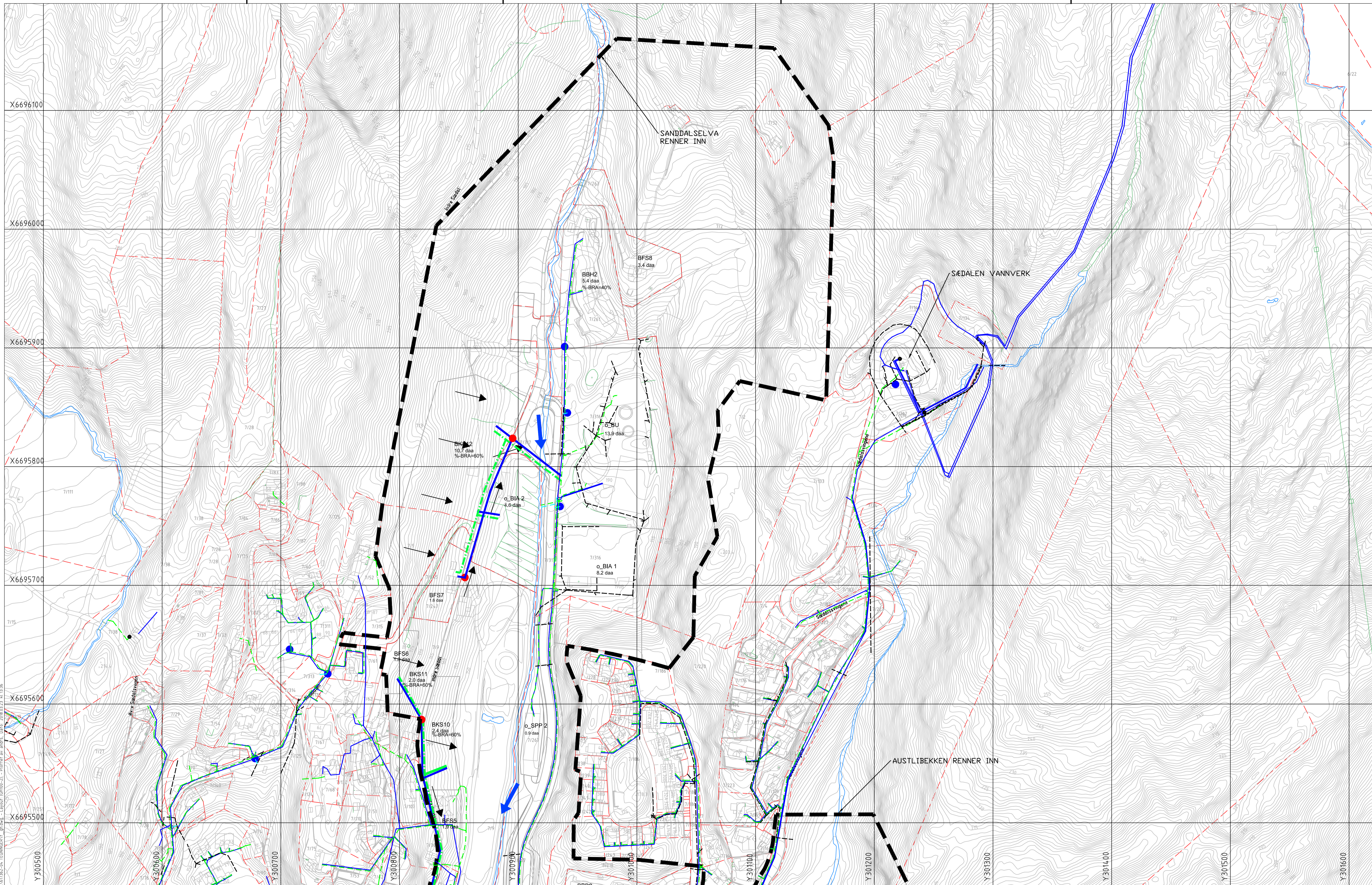
Symboler	
Skisserte avrenningsveier	
Skisserte flomveier	
Planngrense	

Nordpil

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.
1	VA-RAMMEPLAN	23.03.2018	Andrs	FH	EG
0	VA-RAMMEPLAN	16.03.2015	EG	JOV	TÅ

Henvisninger:

Bergen Kommune		Fag RIVA	Format
Områdereguleringsplan Sædalen		Dato 16.03.2015	
Rammeplan VA		Målestokk/Format	1:1000 i A0
Status VA-RAMMEPLAN		Konstr./Tegnet EG	Kontrollert JOV
Oppdragsnr: 614761		Tegningsnr: GH100	Godjent TÅ
www.multiconsult.no		Bygg Etasje Fag B.detsnr Type Løper.	Rev. 1



0:\B\16\1342\1342-03\ARBEGSMÅL\617362\RIVA\1342-03_TEGNING\VL_01.dwg - Layer: (G1000-2) - Plottet av andr. Dato: 2018.03.23 kl. 13:36

Ledninger	Eksisterende	Prosjektert
Vannledning [VL]		
Spillvann [SP]		
Overvannsledning (OV)		
Pumpeledning		
Ledning utgår		
Slokkevannsuttak		

Symboler	
Skisserte avrenningsveier	
Skisserte flomveier	
Planngrense	

Nordpil

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.
1	VA-RAMMEPLAN	23.03.2018	Andr.	FH	EG
0	VA-RAMMEPLAN	16.03.2015	EG	JOV	TÅ

Henvisninger:

Bergen Kommune
Områdereguleringsplan Sædalen

Rammeplan VA

Målestokk/Format
1:1000 i A0

Status	VA-RAMMEPLAN	Konstr./Tegnet	EG	Kontrollert	JOV	Godkjent	TÅ
Oppdragsnr.	614761	Tegningsnr.	GH100	Rev.			1

Bygg | Etasje | Fag | B.dato | Type | Løper.

OMRÅDEREGULERINGSPLAN SÆDALEN - OVERVANNSBEREGNINGER

Det er gjort beregninger for å finne økninger i overvannsmengdene som følger i feltene med arealbruksendring. Tabellen viser økningen en kan forvente av vannføring i flomtopp ved 20- og 200-årsnedbør.

Retningslinjene for overvannhåndtering utgitt av Bergen kommune er fulgt.

Det er små arealer og den rasjonelle metoden er brukt: $Q = C * i * A * K_f$

Nedbørsintensitetene er hentet fra IVF-kurven fra Sædalen målestasjon i Bergen.

Det er brukt 70 % gjennomsnittlig videreført vannmengde fra fordrøyningsvolum.

Prosjektnr: 617362

Dato: 08.mar.18

Utført av: ErG

Kontrollert av: FHE

Godkjent av: ErG

Retningslinjene tilsier følgende avrenningsfaktorer, C:

Tette flater (asfaltert/tak) 0.85-0.95

Rekkehus/leilighetsområder 0.6-0.8

Eneboligområder 0.5-0.7

Grusveier/-plasser 0.5-0.8

Plen/Park/Eng/Skog/dyrket m: 0.3-0.5

Fjellområde med lyng og skog 0.3-0.5

Alle arealene har kort vei til påkobling OV-ledning eller vassdrag. Konsentrasjonstid er beregnet til 3 min eller mindre for alle felt, og det brukes derfor 3 min som tilrenningstid iht retningslinjene.

Tilrenningstid 3 min

Nedbørinten 270,2 l/s*ha

Nedbørinten 331,5 l/s*ha

Klimafaktor 1,4

Felt med endret bruksareal		Alt 0: Eksisterende situasjon				Alt 1: Fremtidig situasjon				Økning av flomtopp [l/s]		Nødvendig fordrøyningsvolum [m ³]	
Navn	Areal [ha]	Bruksareal	C	Flomtopp [l/s]		Bruksareal	C	Flomtopp [l/s]		20-års	200-års	20-års	200-års
				20-års	200-års			20-års	200-års				
BKS1	0,35	Fjell med lyng og skog	0,3	28	35	Konsentrert småhus	0,7	93	114	64	79	26	30
BKS 7	1,71	Eneboligområde	0,5	231	283	Konsentrert småhus	0,7	453	556	222	272	69	102
BKS 8	0,49	Enebolig	0,5	66	81	Konsentrert småhus	0,7	130	159	64	78	20	23
BKS 9	1,22	Enebolig/skog/fjell	0,6	198	243	Konsentrert småhus	0,7	323	396	125	154	40	48
BKS 10	0,24	Eng	0,4	26	32	Konsentrert småhus	0,7	64	78	38	46	12	15
BKS 11	0,2	Skog	0,4	22	27	Konsentrert småhus	0,7	53	65	31	38	10	12
BKS 12	1,07	Skog	0,4	116	142	Konsentrert småhus	0,7	283	348	168	206	55	65
BBB1	0,74	Grusplass/skog	0,4	80	98	Blokkbebyggelse	0,8	224	275	144	177	52	61
o_BR	0,25	Skog	0,4	27	33	Kirke	0,8	76	93	49	60	17	21

Felt uten arealendring vil også få 40 % økning i avrenning som følge av mer intens nedbør på grunn av klimaendringer.

Beregningene er overslagsmessige og må detaljeres i neste fase

NOTAT

OPPDRAAG	Områderegeringsplan Sædalen – flomsonekartlegging og kulvertdimensjonering	DOKUMENTKODE	418522-RIVass-NOT-001
EMNE	Flomsonekartlegging og kulvertdimensjonering	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Bergen kommune	OPPDRAAGSLEDER	Mulugeta B. Zelelew
KONTAKTPERSON	Laila Nesse Rosseland	SAKSBEHANDLER	Mulugeta B. Zelelew
KOPI		ANSVARLIG ENHET	3081 Vannkraft Midt

SAMMENDRAG

Notatet sammenfatter en oppdatering av flomsonekartlegging uten og med klimaendring for reguleringsområde i Sædalen i Bergen kommune. Det er også gjort vurderinger av kulvertdimensjoner for å tilpasse dagens og fremtidens flomstørrelser langs den aktuelle elvestrekningen.

Flomsonekartlegging i denne rapporten baseres på 200-årsflommen utarbeidet i Multiconsult sin flomberegning i 2013 for Nesttunvassdraget og med klimapåslag på 20%. Dimensjonerende flom for totalfelt Nesttunvassdraget er da 19,4 m³/s.

Flomsonekartlegging viser at Nye Sædalsveien og fv-188-Sædalsvegen vil bli oversvømt av dimensjonerende flom. Området ved kulvertens innløp ved Sædalsvingene langs Austlibekken vil også bli oversvømt av flommen. Detaljer om flomsonekartet for dimensjonerendeflommen er vist i Vedlegg 3-1 og Vedlegg 4-1.

De hydrauliske beregningene viser at kulvertene langs Sanddalselva ikke har kapasitet for å transportere 200-årsflommen gjennom kulvertene. Flommen vil renne over gater og veier. Analysen viser at med økt bredde og høyde på kulvert-4, kulvert-5, kulvert-6 og kulvert-7 langs Sanddalselva kan kulvertkapasiteten forbedres, se Tabell 3-1 og Vedlegg 5-6 for detaljer. For effektiv transport av flommen gjennom kulvertene er det også nødvendig å utjevne bekkebunn under kulverten.

Å øke rørstørrelsen ved fv-188 forbedrer ikke transportkapasiteten av kulverten for flom. Ved å bytte ut røret med en bru med en bredde på 5 m og høyde på 2,5 m forbedres flomtransportkapasitet under veien. Å heve veien med ca. 0,3 m og utjevne bekkebunn under veien vil gi en sikkerhetsmargin på ca 0,5 m mot 200-års flomvannstand for vegbrukerne. Dette flomsikringstiltaket vil imidlertid ha veldig lite effekt for håndtering av flomvann oppstrøms fv-188. Området nedstrøms fv-188 er svært slakt og flomvannet vil derfor lagre seg i dette området. Med hensyn til dagens situasjonen er oppstrøms flomvannstand styret av kapasiteten/flomvannstanden nedstrøms av fv-188, og transportkapasiteten av kulverten under fv-188 har lite å si på flomhåndtering i området oppstrøms fv-188.

Å heve veien eller flomvollen til ca. kote 152 ved kulvertens innløp og benytte to stk rør med innvendig diameter på 1200 mm ved Austlibekken vil gi en sikkerhetsmargin på ca 0,7 m mot 200-års flomvannstand selv om dette da forutsetter dykket strømnings i nedstrøms ende av røret.

Kapasiteten til kulvert-1 ved Sanddalselva er fysisk begrenset av de lokale forholdene. Et mulig flomsikringstiltak innebærer en betydelig løfting av Nye Sædalsveien. Det anbefales derfor kun å styrke erosjonssikringen ved kulverten og la den eksisterende kulvertstørrelsen være uendret. Dette innebærer da at en må akseptere noe hyppigere oversvømmelse av Nye Sædalsveien sammenlignet med resterende veier.

Flomsonevurderingen kan påvirkes hvis formen på det hydrauliske kontrollpunktet nedstrøms blir modifisert. Derfor gjelder den nåværende vurderingen av flomsonekartet kun dersom den nåværende formen av det kontrollerende punktet blir opprettholdt. Forventet påvirkning med tanke på oversvømmelse for elvestrekningen nedstrøms det hydrauliske kontrollpunktet er derimot minimal.

00	04.05.2017	Områderegeringsplan Sædalen - Flomsonekartlegging oppdatering	Mulugeta B. Zelelew	Geir Helge Kiplesund	Geir Helge Kiplesund
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

1 Innledning

Multiconsult ASA har fått i oppdrag å gjennomføre en oppdatering av flomsonekartlegging uten og med klimaendring for området Sædalen i Bergen kommune i Hordaland fylke. Det er også gjort vurderinger av kulvertdimensjoner for dagens og fremtidens flomstørrelser langs den aktuelle elvestrekningen. Nedbørfeltet som betraktes utgjør Sanddalselva og Austlibekken, på henholdsvis ca. 1,30 km og ca. 0,50 km. Denne rapporten gir en oversikt over analyser for den aktuelle strekningen i reguleringsområdet i Sædalen.

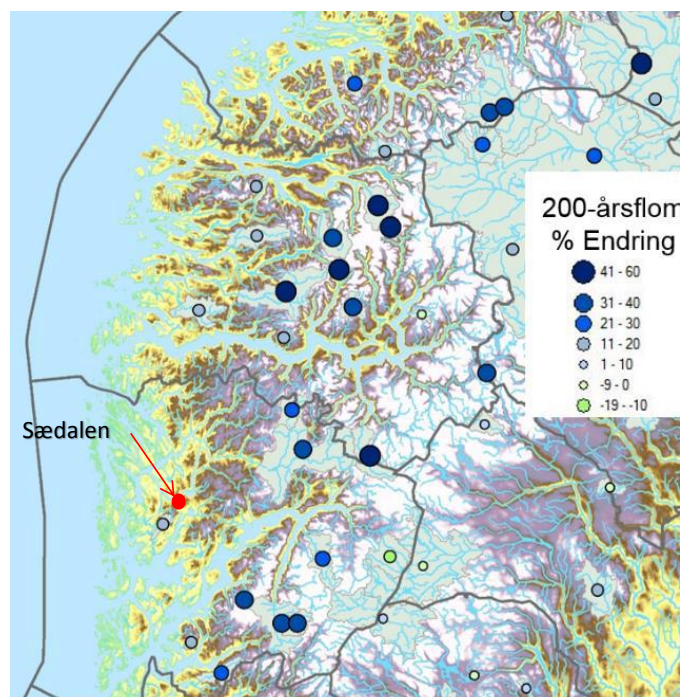
2 Nedbørfelt, klimaendring og dimensjonerende flom

Planområdet ligger i utløpspunktet av Nesttunvassdraget. Oversiktskart over vassdraget med nedbørfeltgrenser er vist i Vedlegg 1. Tabell 2-1 viser feltareal for Nesttunvassdraget, som har utløpspunkt i Sædalen.

Tabell 2-1. Nedbørfelt Nesttunvassdraget ved Sædalen.

Felt	Feltareal (km ²)	Avrenning (Mm ³ /år)	Spesifikk middelavrenning (l/s/km ²)
Nesttunvassdraget-Østre (Austlibekken)	2,0	6,7	107
Nesttunvassdraget-Vestre	1,7	5,1	94

NVE har publisert en rapport med navn «Klimaendring og framtidige flommer i Norge» [3] som beskriver forskningsresultater om hvordan flomstørrelser vil påvirkes av klimaendringer i et perspektiv frem til 2100. Generelt i Romsdal, Sogn og Fjordane og Hordaland forventes en økning på 40 - 60 % i nedbør om høsten og vinteren i et området som allerede er dominert av regnflommer i dagens klima. Imidlertid viser simuleringer i Bergen ved områderegeringsplan Sædalen at økning i nedbør kan være på ca. 20 %, vi benytter derfor en klimafaktor på 20 % videre. Figur 2-1 viser klimaendringfaktorer i området. Denne faktoren er noe mindre enn anbefalt klimafaktor i håndbok N200 på 1,5 som er anbefalt for å dimensjonere kulverter og bruer [2].



Figur 2-1. Forventede endringer i flomstørrelser i Møre og Romsdal, Sogn og Fjordane, og Hordaland på grunn av klimaendringer.

Flomsonekartlegging og kulvertdimensjonering

I 2013 ble det utarbeidet en flomberegning for Nesttunvassdraget av Multiconsult ASA ved bruk av flomfrekvensanalyse [3]. Flomsonekartlegging i denne rapporten baseres på 200-årsflommen i Multiconsult sin flomberegning fra 2013 for Nesttunvassdraget. Resultater fra flomberegningene i 2013 sammen med klimapåslag på 20% er oppsummert i Tabell 2-2.

Tabell 2-2. Nedbørfelt Nesttunvassdraget ved Sædalen.

Felt	T (År)	Feltareal (km ²)	Q _{dim} , uten klimapåslag (m ³ /s)	Klimafaktor	Q _{dim} , med klimapåslag (m ³ /s)
Nesttunvassdraget-Østre (Austlibekken)	200	2,0	7,7	1,2	9,2
Nesttunvassdraget-Vestre	200	1,7	8,5	1,2	10,2
Total felt	200	3,7	16,2	1,2	19,4

3 Hydraulisk modellering og flomsonekartlegging

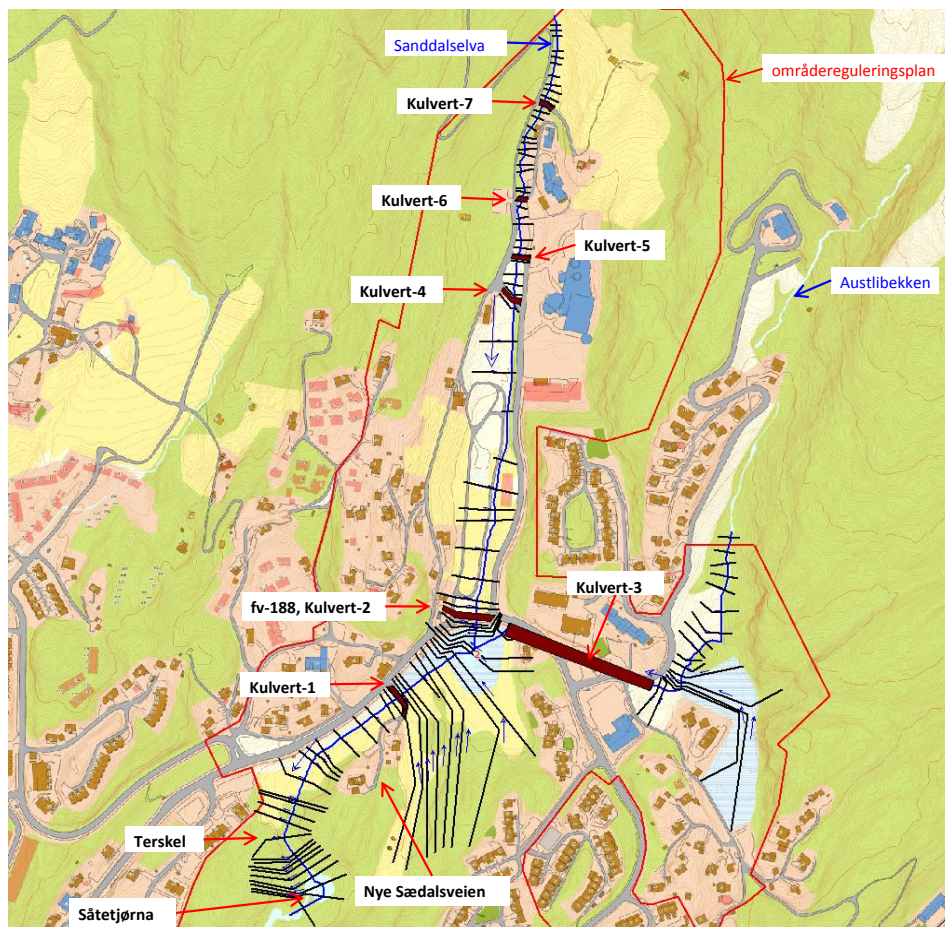
Beregning av tverrprofiler, vannstand og flomsonekartlegging ble utført med den endimensjonale hydrauliske modellen for strømningsanalyse HEC-RAS [4]. Laserscannet data (utviklet som 1-meterskoter) ble benyttet til å ta ut elvas tverrprofiler. I tillegg ble målte bunnskoter under kulverter langs Sanddalselva, Austlibekken og tegning for fv-188 (Vedlegg 2) benyttet for å justere bunnskoter og lysåpning på kulvertene på den aktuelle elvestrekningen.

Det finnes 6 kulverter som krysser Sanddalselva og 1 kulvert som krysser Austlibekken. Oversikten over modellert strekning og kulverter ved reguleringsområde er vist i Figur 3-1 og kulvertdimensjoner er vist i tabellen under.

Tabell 3-1. eksisterende kulvertdimensjoner.

Strekning/elv	Rør/Kulvert	Dimensjoner (L x H) /diameter
Sanddalselva	Betong, Kulvert-1	5 x 1,4 (m x m)
Sanddalselva	Betongrør, Kulvert-2	3 stk ø1000 mm
Austlibekken	Betongrør, Kulvert-3	1 stk ø1000 mm
Sanddalselva	Betong, Kulvert-4	6 x 0,6 (m x m)
Sanddalselva	Betong, Kulvert-5	5 x 0,8 (m x m)
Sanddalselva	Betong, Kulvert-6	2,5 x 0,9 (m x m)
Sanddalselva	Betong, Kulvert-7	3 x 0,8 (m x m)

Totalt ble ca. 1,80 km av elvestrekningen modellert. Terskelen nedstrøms Nye Sædalsveien virker som et nedstrøms kontrollpunkt for områdets utløp (Figur 3-1 og Figur 3-2), og modellen avsluttes på Såtetjørna ca. 200 meter nedstrøms terskelen (se Figur 3-1).



Figur 3-1. Oversikt over kulverter, reguleringsområde og modellert strekning. Tverrprofil er vist i sort, bruer og kulverter i mørkrødt og elv i blått.



Figur 3-2. Terskel nedstrøms Nye Sædalsveien.

3.1 Grensebetingelser

I den hydrauliske modellen må det legges inn initialbetingelser og grensebetingelser. Disse beskriver bl.a. vannstand eller vannføring ved modellens oppstrøms og nedstrøms ende. Nedre delen av modellert strekningen er svært slak, og nedre grensevilkår i modellen er satt til en normal strømningssituasjon med en helning på 0,001 (1/1000). Beregnet 200-årsflom med 20 % klimapåslag (Tabell 2-2) er benyttet som oppstrøms grensebetingelse.

For å ta hensyn til steiner, gress, trær og andre større eller mindre hindringer i vannveien defineres Mannings friksjonsfaktor for ulike deler av profilet/arealet. Friksjonen vurderes ut fra bilder og observasjoner gjort under befarings og angis i modellen som Mannings tall. Bekkene ved reguleringsområdet har en veldefinert vannvei med små steiner og noe buskas på kantene. Nedstrøms område er svært slak. Et Manningstall på 33 og 28 er vurdert å være en fornuftig friksjonsfaktor for henholdsvis bekken og flomslettearealet. Et Manningstall på 40 og 83 er benyttet for henholdsvis strømning gjennom kulverter og rør.

4 Hovedresultater fra hydraulisk beregning

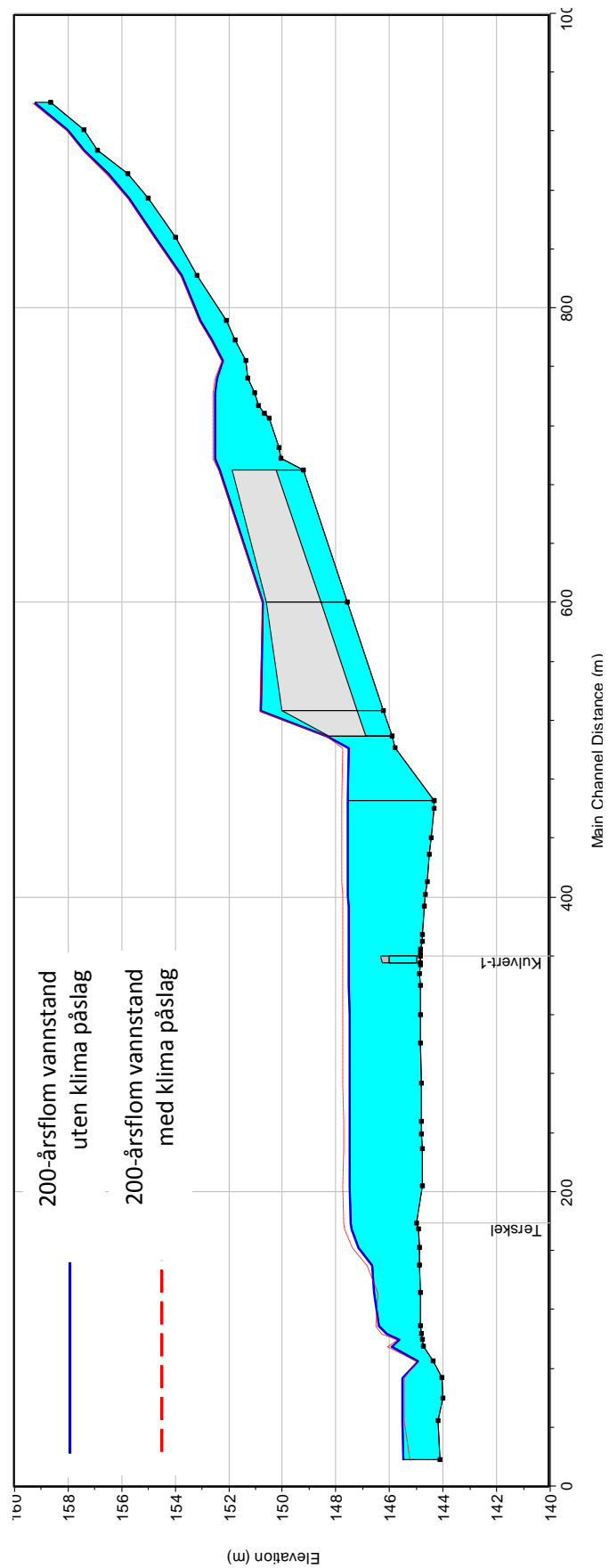
Tabellen under viser maksimal vanddybde oppstrøms og nedstrøms kulvertene beregnet med den hydrauliske modellen for 200-årsflom uten og med klimapåslag på 20 %. Beregnet vannlinjeprofil for dagens situasjonen langs den modellerte strekningen er vist i Figur 4-1 og Figur 4-2.

Tabell 4-1. Beregnet vannstand oppstrøms og nedstrøms kulverter uten og med klimapåslag.

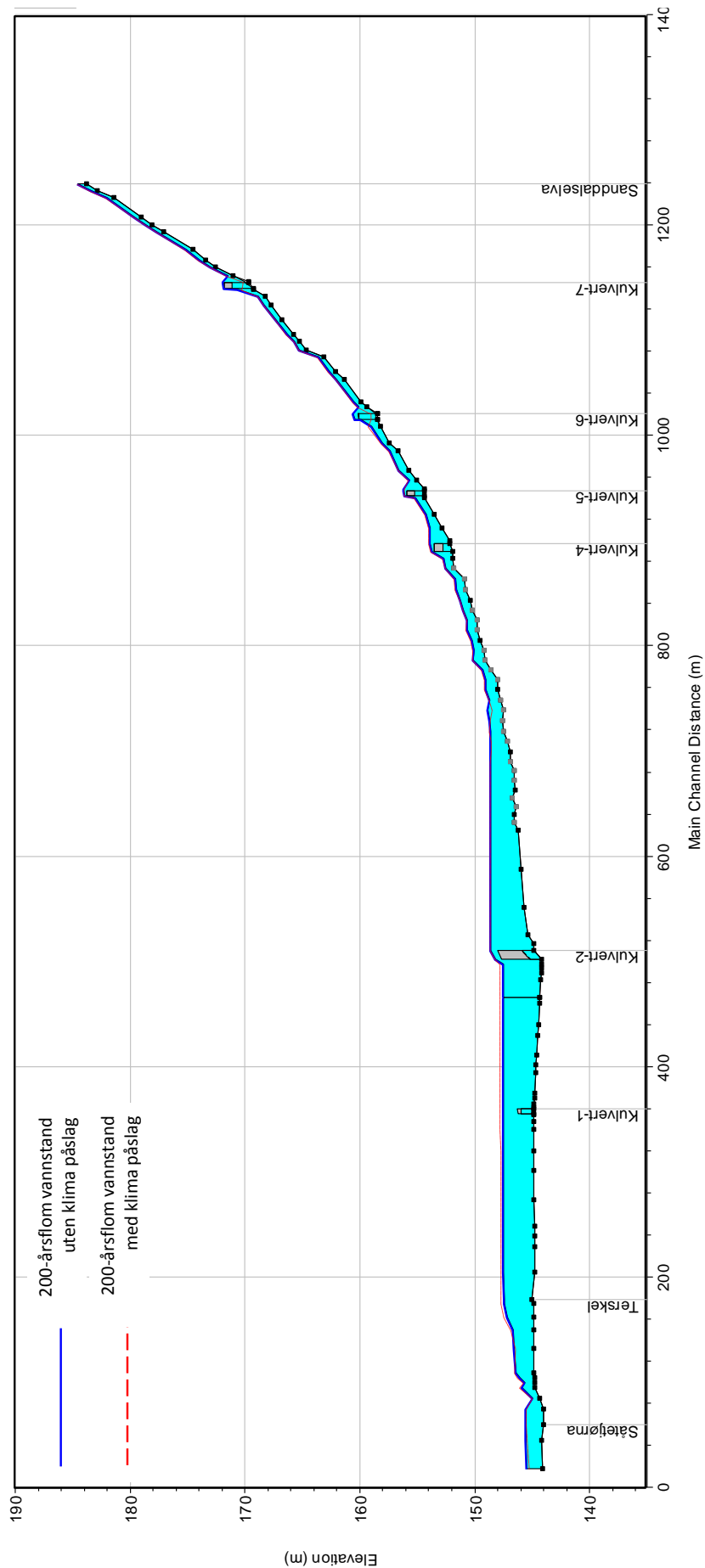
Strekning/elv	Dagens høyde, Vei (moh)	Høyde, oppstrøms bekkebunn (moh)	Høyde, beregnet vannstand (moh) (200-årsflom uten klimapåslag)		Høyde, beregnet vannstand (moh) (200-årsflom med klimapåslag)	
			Oppstrøms	Nedstrøms	Oppstrøms	Nedstrøms
Sanddalselva / Kulvert-1	146,95	144,85	147,52	147,50	147,75	147,73
Sanddalselva / Kulvert-2	149,22	144,86	148,60	147,53	148,60	147,76
Austlibekken / Kulvert-3	151,90	149,23	151,85	147,51	151,96	147,75
Sanddalselva / Kulvert-4	153,50	152,20	153,89	152,70	153,99	152,78
Sanddalselva / Kulvert-5	155,90	154,40	156,19	155,17	156,08	155,26
Sanddalselva / Kulvert-6	160,24	158,63	160,58	159,90	160,70	160,05
Sanddalselva / Kulvert-7	171,50	170,00	171,87	170,60	172,00	170,73

Flomsonekartlegging viser at Nye Sædalsveien og fv-188-Sædalsvegen vil bli oversvømt av 200-årsflom (Se Figur 4-3 og Figur 4-4). Området ved kulvertens innløp ved Sædalsvingene langs Austlibekken vil også bli oversvømt av 200-årsflom. Detaljer om flomsonekartet og beregnet vanddybde for 200-årsflom uten og med klimapåslag på 20 % er vist i Vedlegg 3, Vedlegg 3-1, 3-2 og Vedlegg 4-1, 4-2.

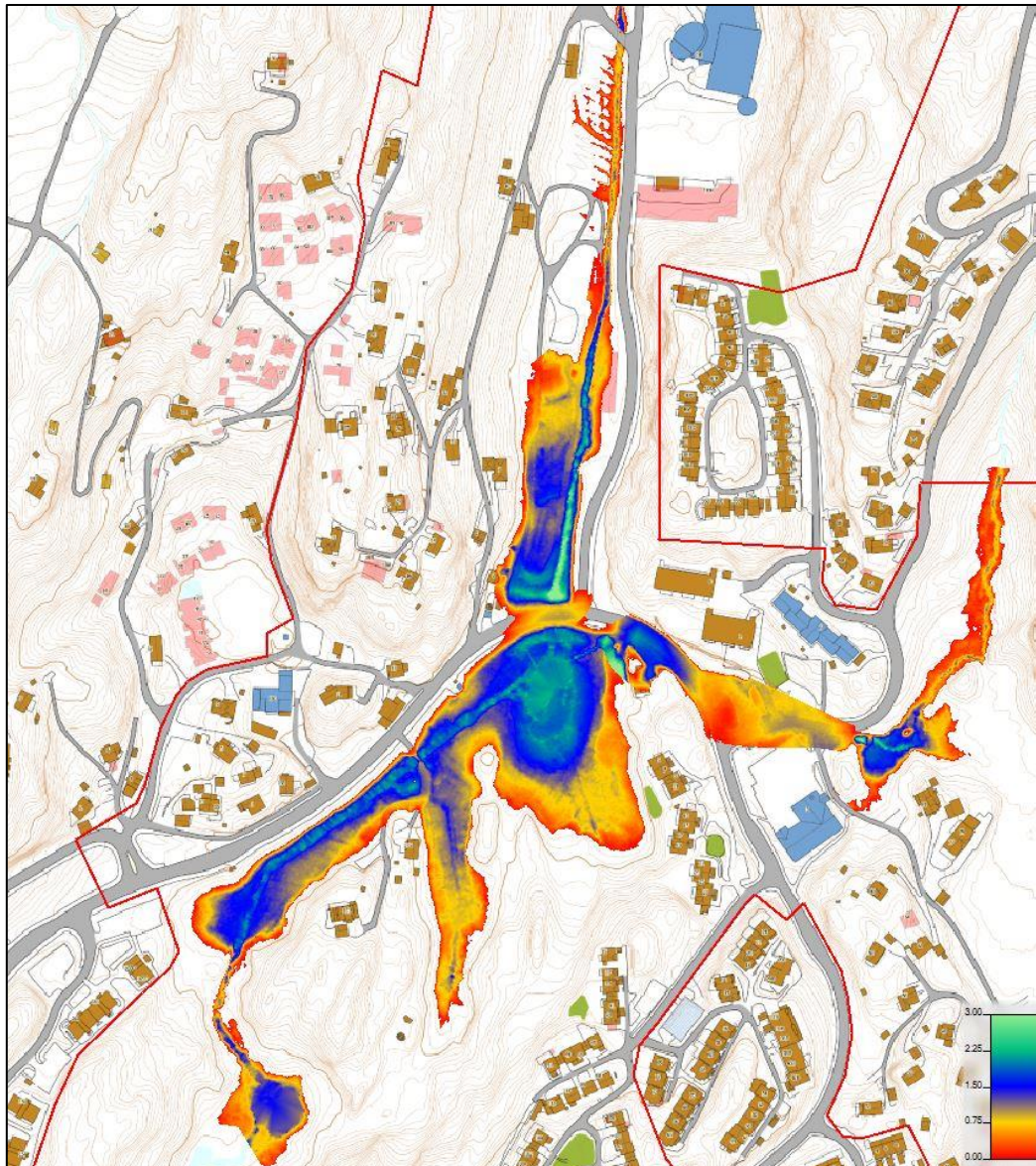
I 2013 ble det gjort en flomsonekartlegging for reguleringsområdet i Sædalen av Multiconsult. Høydegrunnet benyttet på den tida var 1-meters høydekoter. Flomsonekartet generert for den nåværende analysen er basert på en laserskannet terrengmodell med høyere detaljeringsgrad. Dette har betydelig forbedret nøyaktigheten av flomsonekartet, og diskontinuitet sett i oversvømmelseskartet gjort i 2013 for området oppstrøms fv-188 er fjernet, se Figur 4-5 for forklaring.



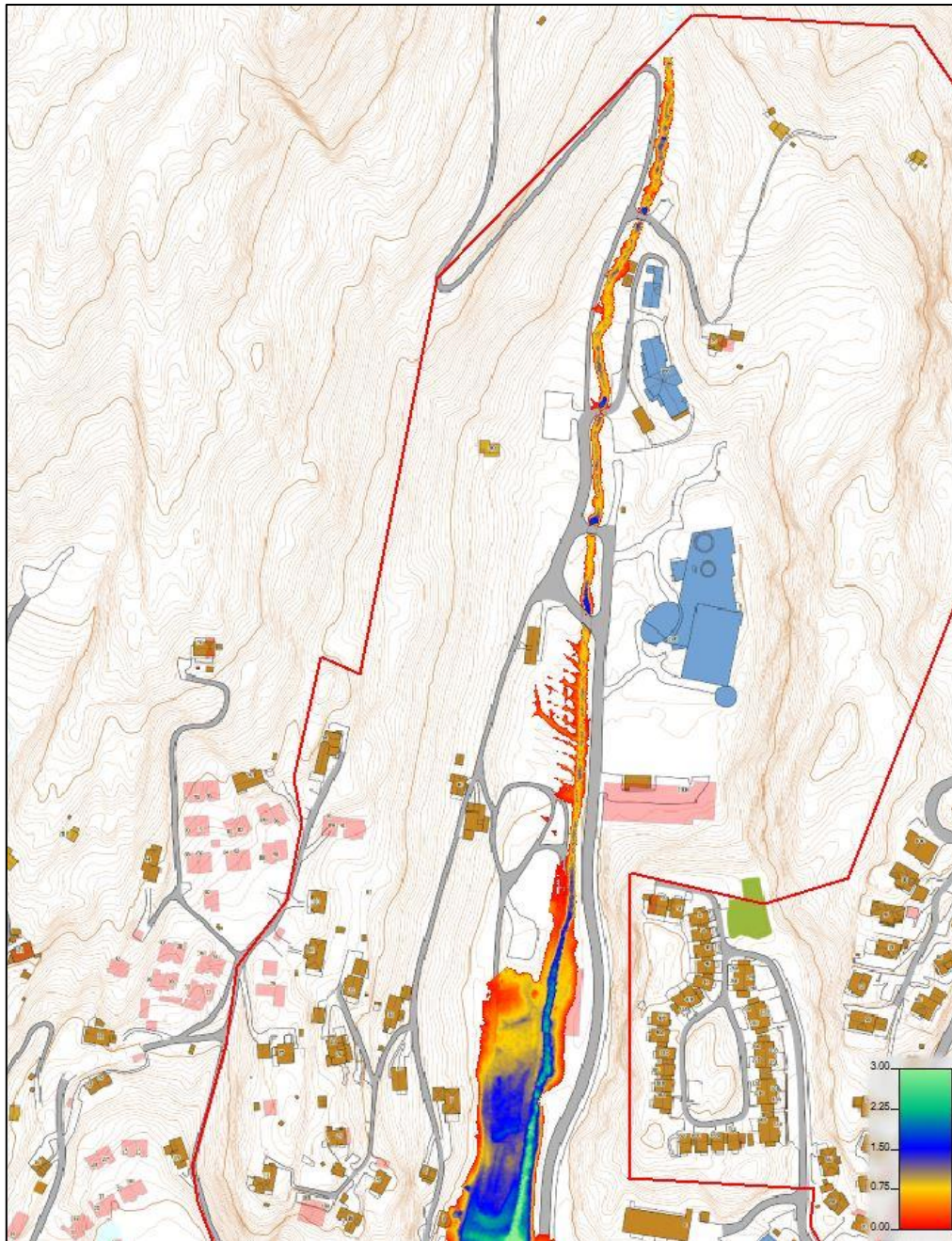
Figur 4-1. Beregnet 200-års flomvannstandprofil langs Austlibekken og nedre del av Sanddalselva for dagens situasjon.



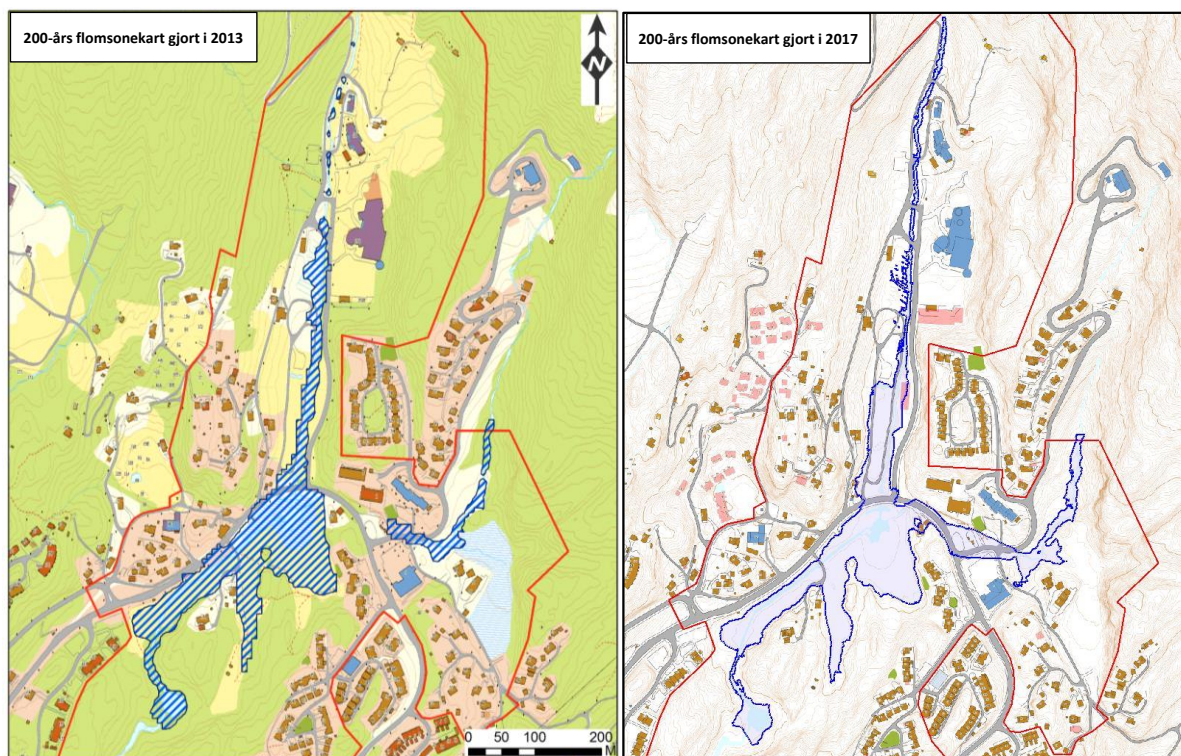
Figur 4-2. Beregnet 200-års flom vannstandprofil langs Sanddalselva for dagens situasjon.



Figur 4-3. Oversvømte arealer med 200-årsflom uten klimapåslag ved fv-188 i Sædalen. Verdiene på kartet viser vandybder i meter.



Figur 4-4. Oversvømte arealer med 200-årsflom uten klimapåslag oppstrøms fv-188 i Sædalen. Verdiene på kartet viser vanndybder i meter.



Figur 4-5. 200-års flomsonekart gjort i 2013 og 2017 for reguleringsområdet i Sædalen.

5 Dimensjonering av kulverter for dagens og fremtidens flomstørrelser

De hydrauliske beregningene viser at kulvertene langs Sanddalselva ikke har kapasitet for å transportere 200-årsflommen gjennom kulvertene. Flommen vil også renne over gater/veier, se Figur 4-2 for forklaring. Det er derfor gjort en analyse for å dimensjonere kulvertene for dagens og fremtidens flomstørrelser med klimapåslag på 20 %. Oversikt over anbefalte nye kulvertdimensjoner er oppsummert i Tabell 5-1.

Analysen viser at med økt bredde og høyde på kulvert-4, kulvert-5, kulvert-6 og kulvert-7 langs Sanddalselva kan kulvertkapasiteten forbedres, se Tabell 5-1 for detaljer. For effektiv transport av flommen gjennom kulvertene er det også nødvendig å utjevne bekkebunn under kulvertene.

Å øke rørstørrelsen ved fv-188 forbedrer ikke transportkapasiteten av kulverten for flom i tilstrekkelig grad. Å bytte ut røret med en bru med en bredde på 5 m og høyde på 2,5 m vil forbedre flomtransportkapasitet under veien. I tillegg til dette anbefales det å heve veien med ca. 0,3 m og å utjevne bekkebunn under veien, dette vil gi en sikkerhetsmargin på ca 0,5 m mot 200-års flomvannstand for vegbrukerne. Dette tiltaket vil imidlertid gjøre veldig lite for håndtering av flomvann oppstrøms fv-188. Området nedstrøms fv-188 er svært slakt og flomvannet vil derfor lagre seg i dette området. Med hensyn til dagens situasjonen er oppstrøms flomvannstand styrt av kapasiteten/flomvannstanden nedstrøms fv-188, og transportkapasiteten i kulverten under fv-188 har lite å si på flomhåndtering i området oppstrøms fv-188.

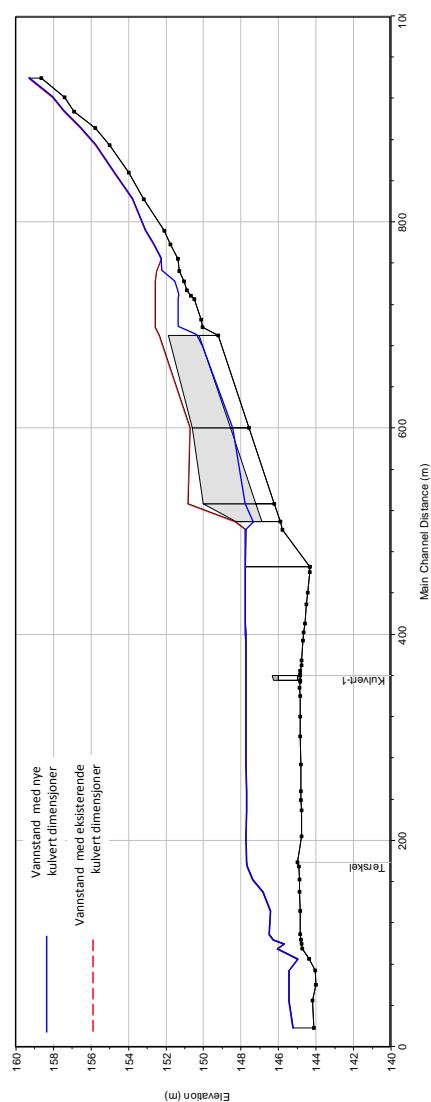
Å heve veien eller flomvollen til ca. kote 152 ved kulvertens innløp og benytte to stk rør med innvendig diameter på 1200 mm ved Austlibekken vil gi en sikkerhetsmargin på ca 0,7 m mot 200-års flomvannstand, selv om dette da forutsetter dykket strømming i nedstrøms ende av røret.

Kapasiteten til kulvert-1 ved Sanddalselva er fysisk begrenset av de lokale forholdene. Et mulig flomsikringstiltak innebærer en betydelig løfting av Nye Sædalsveien (Figur 3-1, Figur 4-2). Det anbefales derfor kun å styrke erosjonssikringen ved kulverten og la den eksisterende kulvertstørrelsen fungere som vanlig. Prinsippskisse for de eksisterende og nye kulverter er vist i Vedlegg 5 og Vedlegg 6.

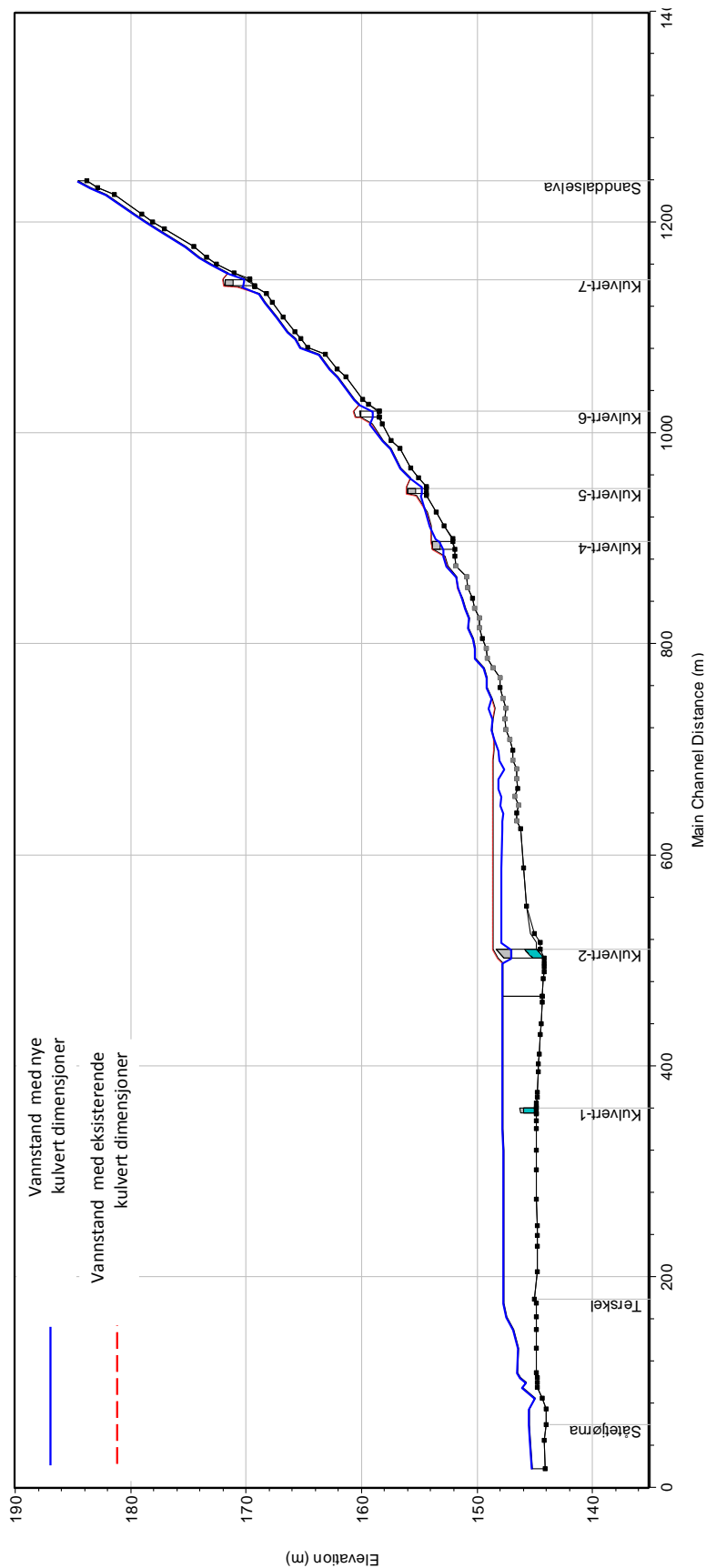
Tabell 5-1. Anbefalte kulvertdimensjoner for å tilpasse dagens og fremtidens flomstørrelser.

Rør/Kulvert	Dagens dimensjoner (L x H) /diameter	å øke bredde (m)	å senke bekkebunn (m)	å heve vei/brudekke (m)	Anbefalte dimensjoner (L x H) /diameter	Ny høyde, Vei (moh)
Kulvert-1	5 x 1,4 (m x m)	Fysisk begrenset	Fysisk begrenset	Fysisk begrenset	Fysisk begrenset	-
Rør/Kulvert-2	3 stk Ø1000 mm	Bytte ut med kulvert/bru	Utjevning	0,3	5 x 2,5 (m x m)	149,52
Rør/Kulvert-3	1 stk Ø1000 mm	Utjevning	Utjevning	heve høyde på veien til kote 151	2 stk Ø1200 mm	152,00
Kulvert-4	6 x 0,6 (m x m)	0,2	0,1 + Utjevning	0,4	6,2 x 1,1 (m x m)	153,90
Kulvert-5	5 x 0,8 (m x m)	0,5	Utjevning	0,1	5,5 x 0,9 (m x m)	156,00
Kulvert-6	2,5 x 0,9 (m x m)	0,5	0,1	0,2	3 x 1,3 (m x m)	160,44
Kulvert-7	3 x 0,8 (m x m)	0,2	0,3	0,3	3 x 1,4 (m x m)	171,80

Vannlinjeprofil langs den modellerte strekningen ved bruk av nye kulvertdimensjoner er vist i Figur 5-1 og Figur 5-2.



Figur 5-1. Beregnet vannstandprofil langs Austlibekken og nedre del av Sanddalselva ved bruk av nye kulvertdimensjoner og dimensjonerende flom med klimapåslag på 20%.



Figur 5-2. Beregnet vannstandprofil langs Sanddalselva ved bruk av nye kulvertdimensjoner og dimensjonerende flom med klimapåslag på 20%.

6 Konklusjoner

Dimensjonerende flom:

NVEs forskningsresultater viser at økning i nedbør i Bergen ved områdereguleringsplan Sædalen kan være på ca. 20 %. I 2013 ble det gjort en flomberegning for Nesttunvassdraget av Multiconsult ASA ved bruk av flomfrekvensanalyse. Flomsonekartlegging i denne rapporten baseres på 200-årsflommen utarbeidet i Multiconsult sin flomberegning for Nesttunvassdraget i 2013 og med klimapåslag på 20 %. Dimensjonerende flom for totalfelt Nesttunvassdraget er da 19,4 m³/s.

Flomsonekart:

Flomsonekartlegging viser at Nye Sædalsveien og fv-188-Sædalsvegen vil bli oversvømt av dimensjonerende flom. Området ved kulvertens innløp ved Sædalssvingene langs Austlibekken vil også bli oversvømt av flommen. Detaljer om flomsonekartet for 200-årsflom uten og med klimapåslag på 20 % er vist i Vedlegg 3 og Vedlegg 4.

I 2013 ble det gjort en flomsonekartlegging for reguleringsområdet i Sædalen av Multiconsult ASA. Høydegrunnlaget benyttet på den tida var 1-meters høydekoter. Flomsonekartet generert for den nåværende analysen er basert på en laserskannet terrengmodell. Dette har betydelig forbedret nøyaktigheten av flomsonekartet, og diskontinuiteter sett i oversvømmelseskartet utarbeidet i 2013 for området oppstrøms fv-188 er fjernet (**Error! Reference source not found.**).

De hydrauliske beregningene viser at kulvertene langs Sanddalselva ikke har kapasitet til å transportere 200-årsflommen gjennom kulvertene. Flommen vil renne over veier og gater. Analysen viser at med økt bredde og høyde på kulvert-4, kulvert-5, kulvert-6 og kulvert-7 langs Sanddalselva kan kulvertkapasiteten forbedres, se Tabell 3-1 for detaljer. For effektiv transport av flommen gjennom kulvertene er det også nødvendig å utjevne bekkebunn ved kulverten.

Å øke rørstørrelsen ved fv-188 forbedrer ikke transportkapasiteten av kulverten for flom. Ved å bytte ut røret med en bru med en bredde på 5 m og høyde på 2,5 m forbedres flomtransportkapasitet under veien. Å heve veien med ca. 0,3 m og utjevne bekkebunn under veien vil gi en sikkerhetsmargin på ca 0,5 m mot 200-års flomvannstand for vegbrukerne. Dette flomsikringstiltaket vil imidlertid ha veldig lite effekt på håndtering av flomvann oppstrøms fv-188. Området nedstrøms fv-188 er svært flatt og flomvannet vil derfor spre seg utover og lagres i dette området. Med hensyn til dagens situasjonen er oppstrøms flomvannstand styrt av kapasiteten/flomvannstanden nedstrøms av fv-188, og transportkapasiteten av kulverten under fv-188 har lite å si på flomhåndtering i området oppstrøms fv-188.

Å heve veien eller flomvollen til ca. kote 152 ved kulvertens innløp og benytte to stk rør med innvendigdiameter på 1200 mm ved Austlibekken vil gi en sikkerhetsmargin på ca 0,7 m mot 200-års flomvannstand, selv om dette da forutsetter dykket strømming i nedstrøms ende av røret.

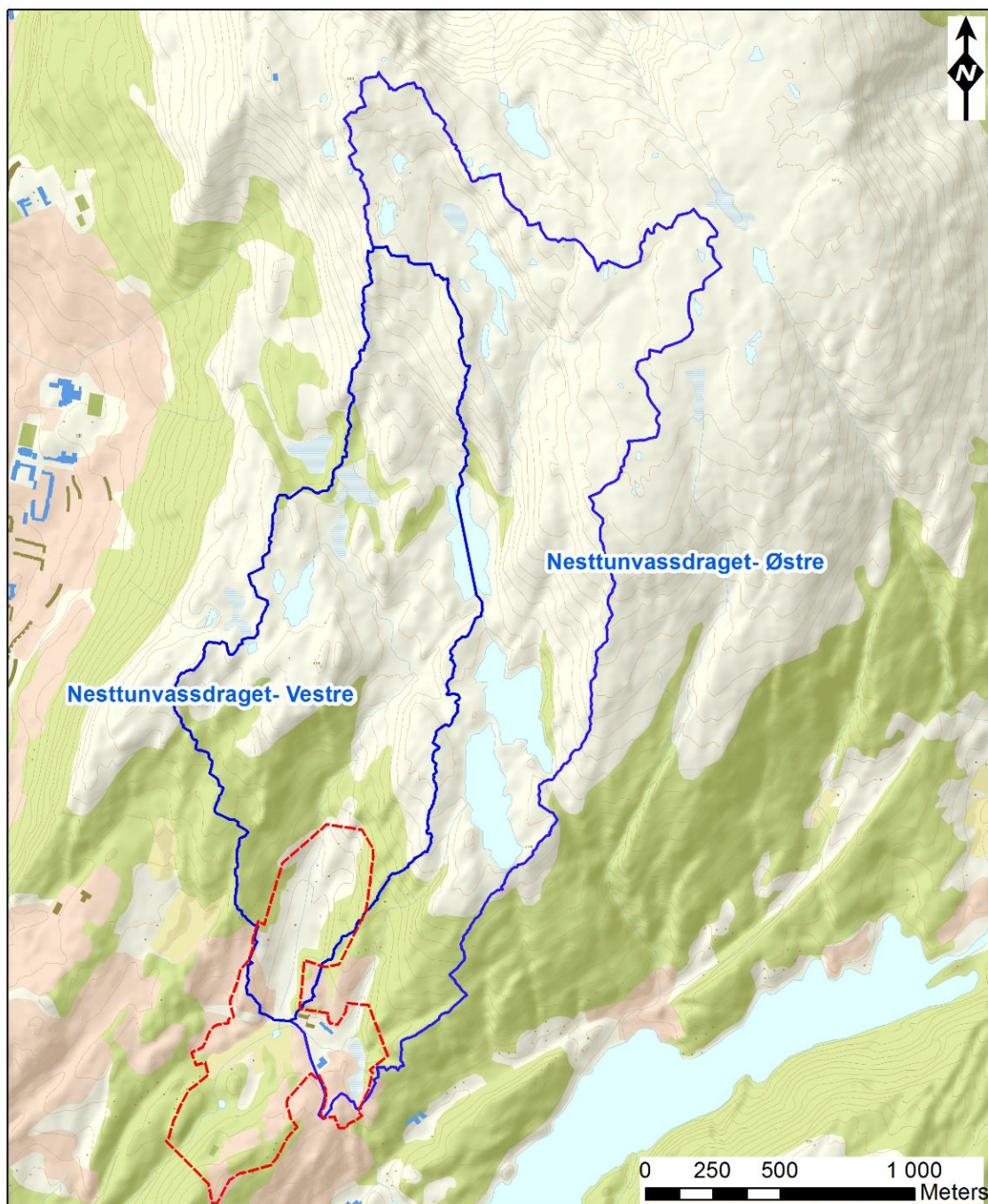
Kapasiteten til kulvert-1 ved Sanddalselva er fysisk begrenset av de lokale forholdene. Et mulig flomsikringstiltak innebærer en betydelig løfting av Nye Sædalsveien. Det anbefales derfor å akseptere hyppigere oversvømmelse av denne veien enn det som normalt anbefales og kun å styrke erosjonssikringen ved kulverten for å forhindre skader på veien grunnet erosjon.

Flomsonevurderingen kan påvirkes hvis formen på det hydrauliske kontrollpunktet nedstrøms blir modifisert. Derfor gjelder den nåværende vurderingen av flomsonekartet kun dersom den nåværende formen av det kontrollerende punktet blir opprettholdt. Forventet påvirkning med tanke på oversvømmelse for elvestrekningen nedstrøms det hydrauliske kontrollpunktet er derimot minimal.

Referanser

- [1] «Klimaendring og framtidige flommer i Norge,» NVE, 2016.
- [2] «Håndbok N200 - Vegbygging,» SVV, 2014.
- [3] «Områderegeringsplan Sædalen, Bergen kommune,» Multiconsult ASA, 2013.
- [4] «HEC-RAS, River Systems Analysis, User's manual.,» US Army Corps of Engineers, 2010.

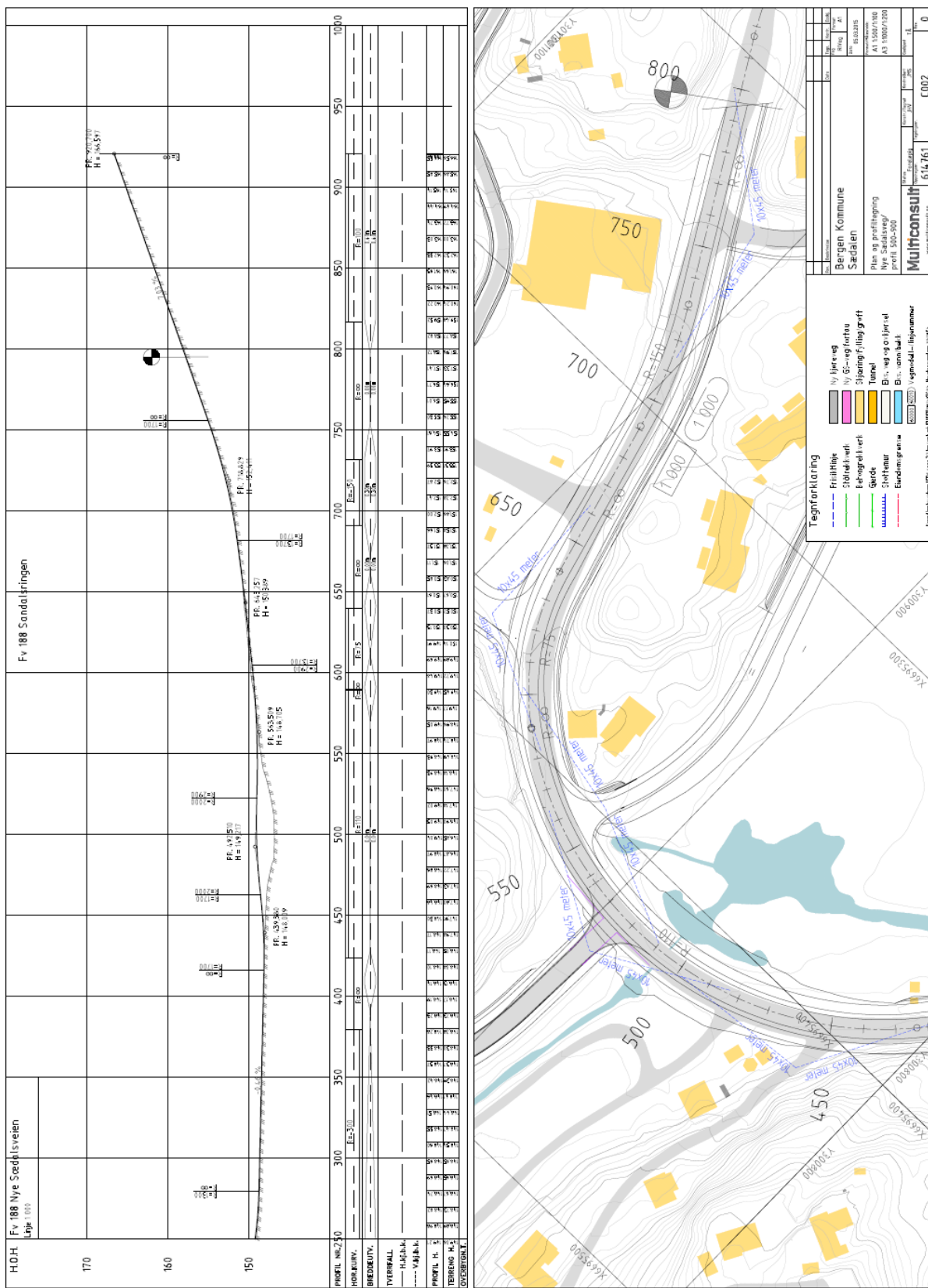
Vedlegg 1. Oversiktskart over nedbørfeltet.



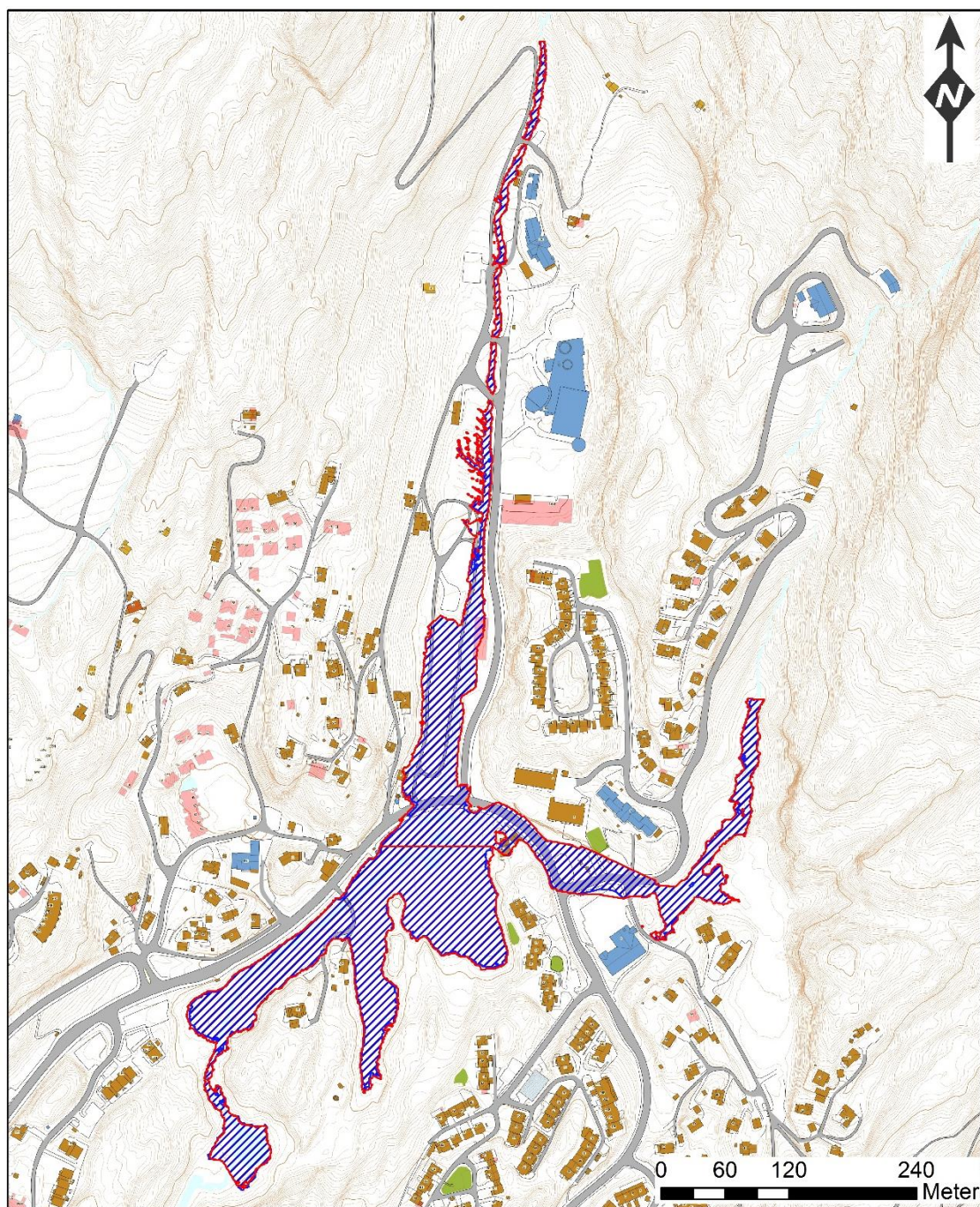
<p>Tegnforklaring</p> <p>----- Planavgrensing</p> <p>□ Nedbørfelt</p>	<p>Områdereguleringsplan Sædalen</p>		<p>Oppdragsgiver: Bergen kommune</p>
	<p>Målestokk: 1:20 000 ved format A4</p>		
	<p>Oppdrag: 614761</p>	<p>Dato: 2013-09-13</p>	
	<p>Tegnet: MZ</p>	<p>Rev:</p>	
	<p>Kartgrunnlag: FKB Kartdata © Statens Kartverk</p>		
<p>Filnavn</p>			

Flomsonekartlegging og kulvertdimensjonering

Vedlegg 2. Tegning fv-188.

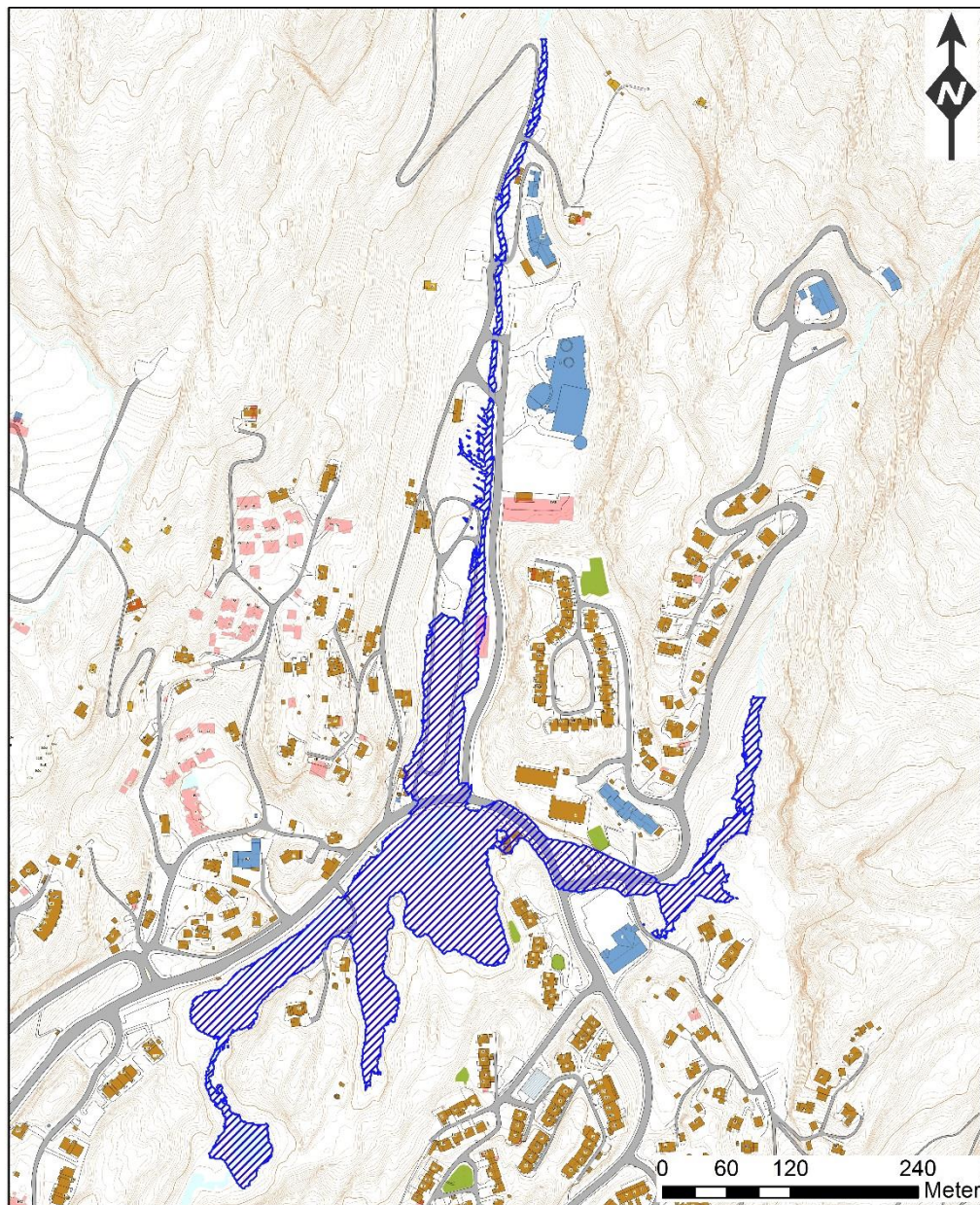


Vedlegg 3. Flomsonekart for 200-årsflom uten og med klimapåslag.



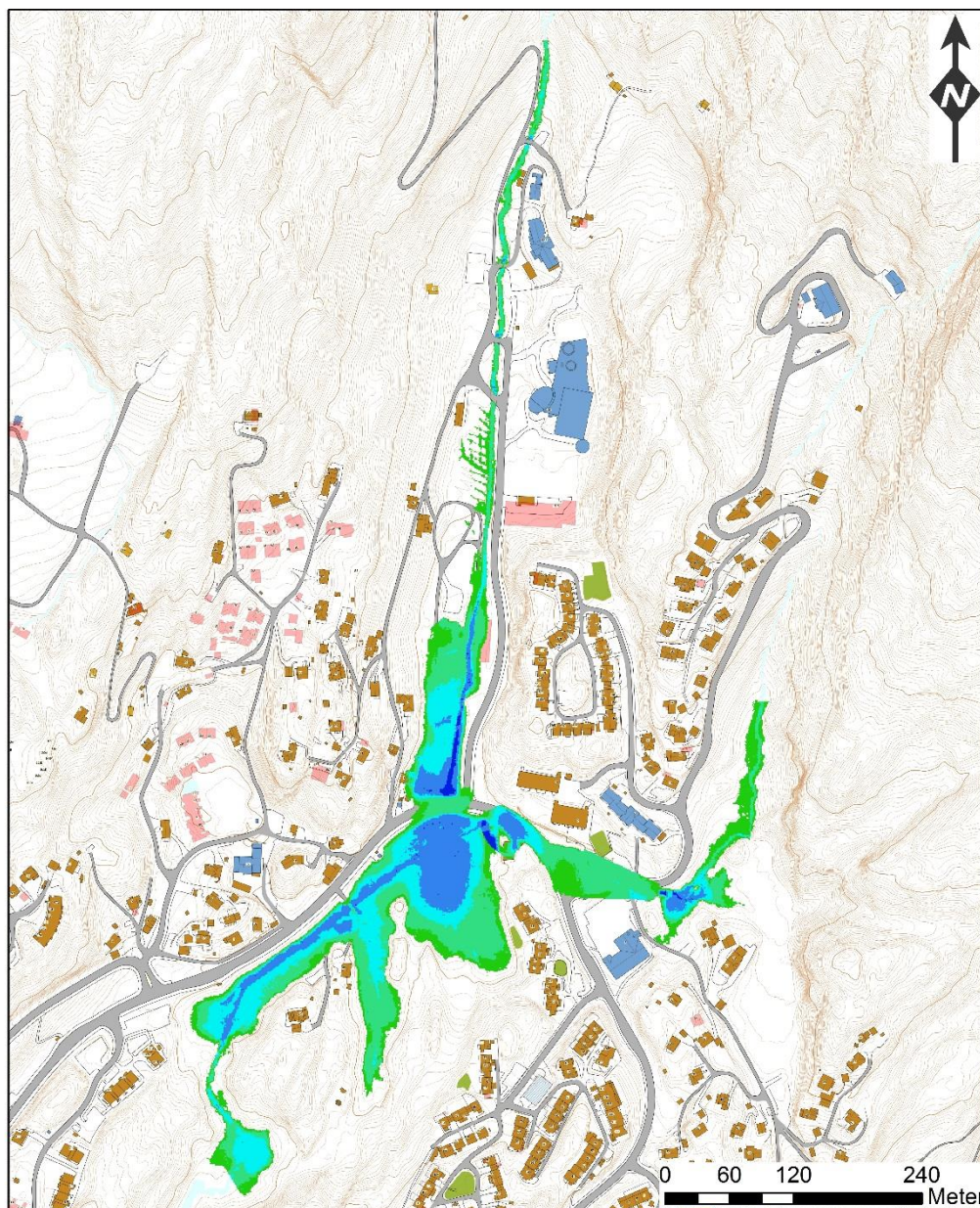
<p>200-årsflom</p> <p> Flomsonekart uten klimapåslag</p> <p> Flomsonekart med klimapåslag</p>	<p>Flomsonekart - Sædalen</p>		<p>Oppdragsgiver: Bergen kommune</p>
	<p>Målestokk: 1:5 000 ved A4</p>		<p>Multiconsult</p> <p>Multiconsult AS Pb. 6230 Sluppen 7486 Trondheim</p>
	<p>Oppdrag: 418522</p>	<p>Dato: 2017-04-21</p>	
	<p>Tegnet: MZ</p>	<p>Rev:</p>	
	<p>Kartgrunnlag: FKB Kartdata © Statens Kartverk</p>		
<p>Filnavn</p>			

Vedlegg 3-1. Flomsonekart for 200-årsflom uten klimapåslag.



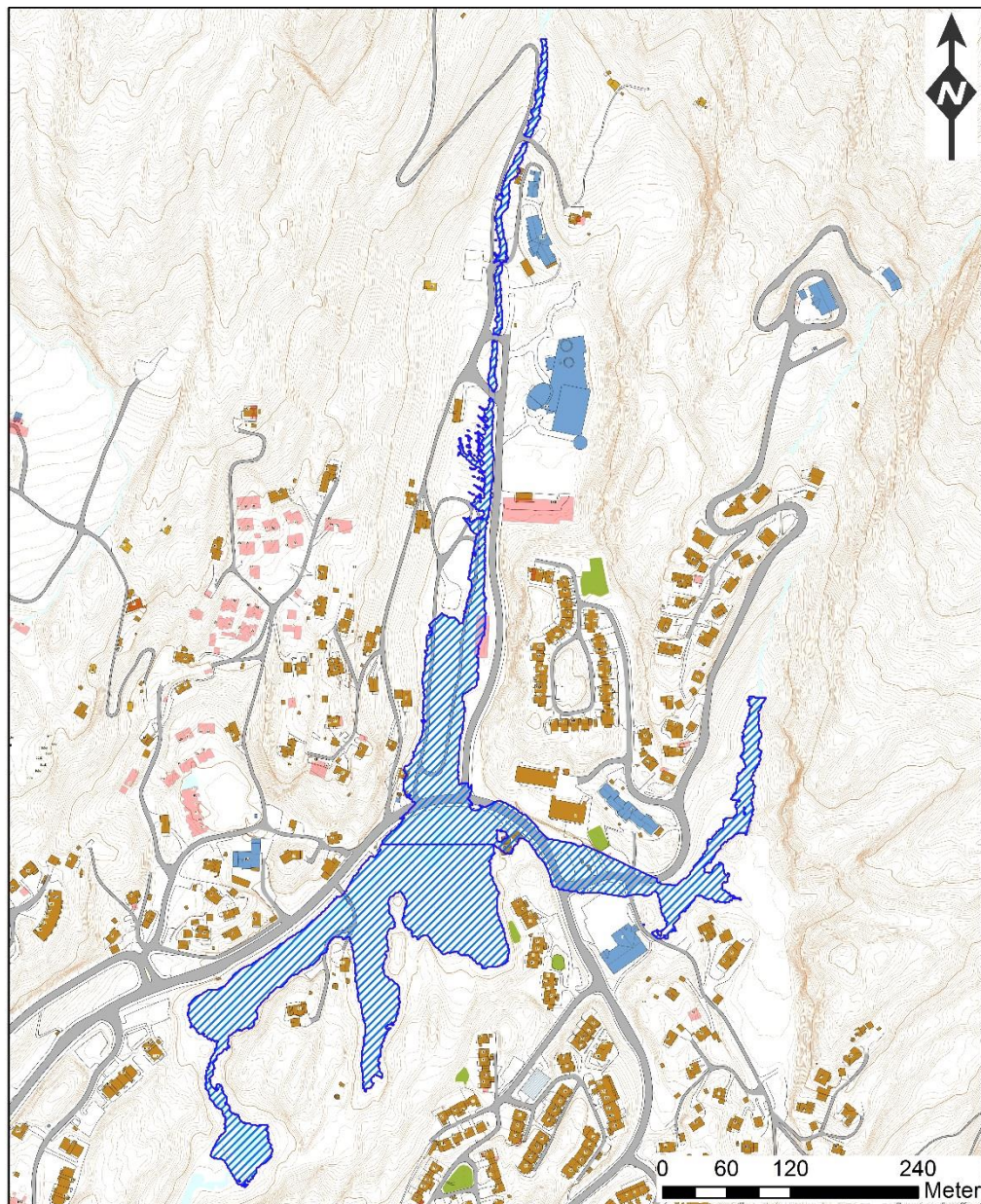
<p>200-årsflom uten klimapåslag</p> <p> Flomsonekart uten klimapåslag</p>	<p>Flomsonekart - Sædalen</p>		<p>Oppdragsgiver: Bergen kommune</p>
	<p>Målestokk: 1:5 000 ved A4</p>		
	<p>Oppdrag: 418522</p>	<p>Dato: 2017-04-21</p>	
	<p>Tegnet: MZ</p>	<p>Rev:</p>	
	<p>Kartgrunnlag: FKB Kartdata © Statens Kartverk</p>		
<p>Filnavn</p>			

Vedlegg 3-2. Vanndybde for 200-årsflom uten klimapåslag.



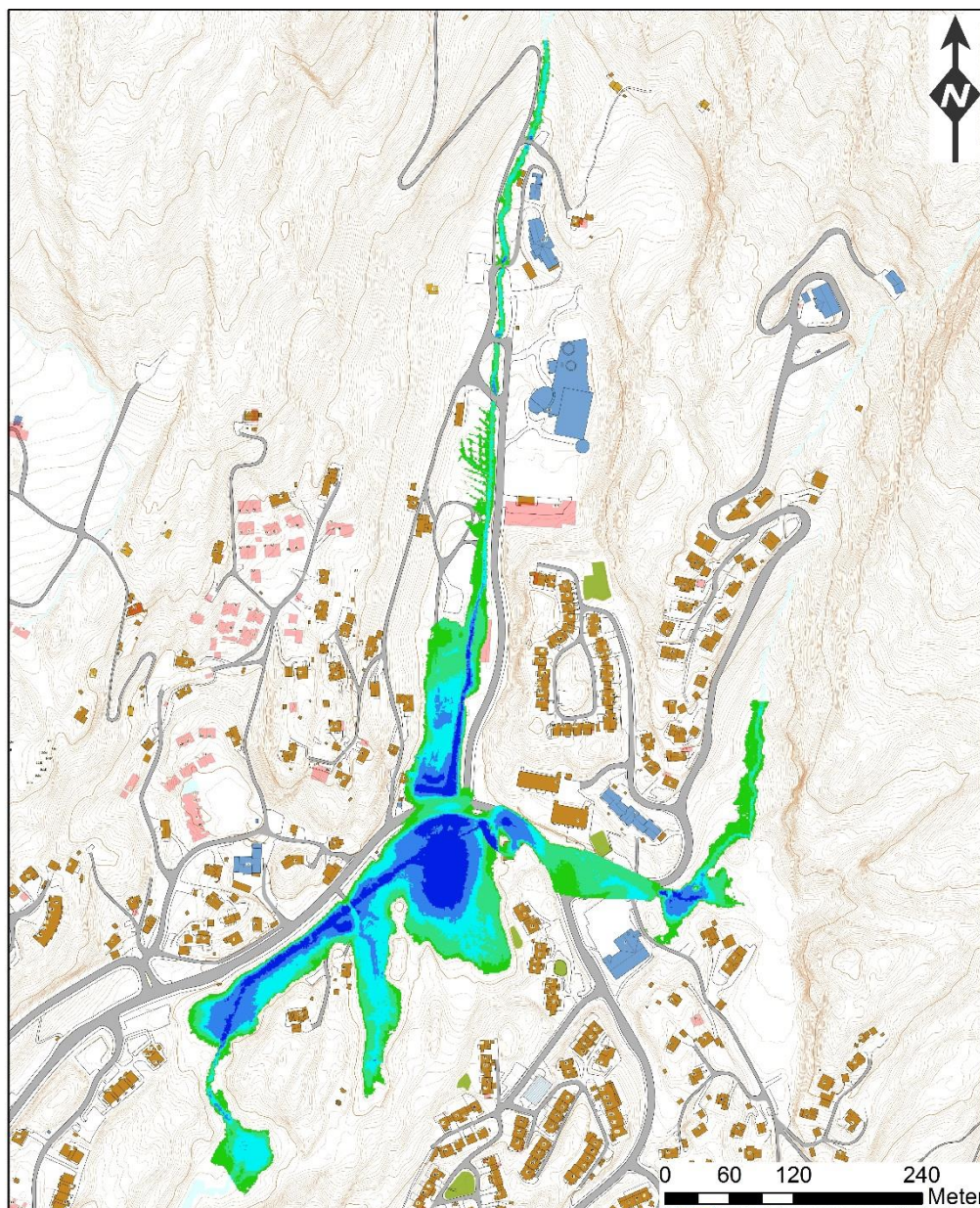
<p>200-årsflom uten klimapåslag</p> <p>Vanndybde (m)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ < 0.5 ■ 0.5 - 1.0 ■ 1.0 - 1.5 ■ 1.5 - 2.0 ■ > 2.0 	<p>Flomsonekart - Sædalen</p>		<p>Oppdragsgiver: Bergen kommune</p>
	<p>Målestokk: 1:5 000 ved A4</p>		
	<p>Oppdrag: 418522</p>	<p>Dato: 2017-04-21</p>	
	<p>Tegnet: MZ</p>	<p>Rev:</p>	
	<p>Kartgrunnlag: FKB Kartdata © Statens Kartverk</p>		
<p>Filnavn</p>			

Vedlegg 4-1. Flomsonekart for 200-årsflom med klimapåslag.



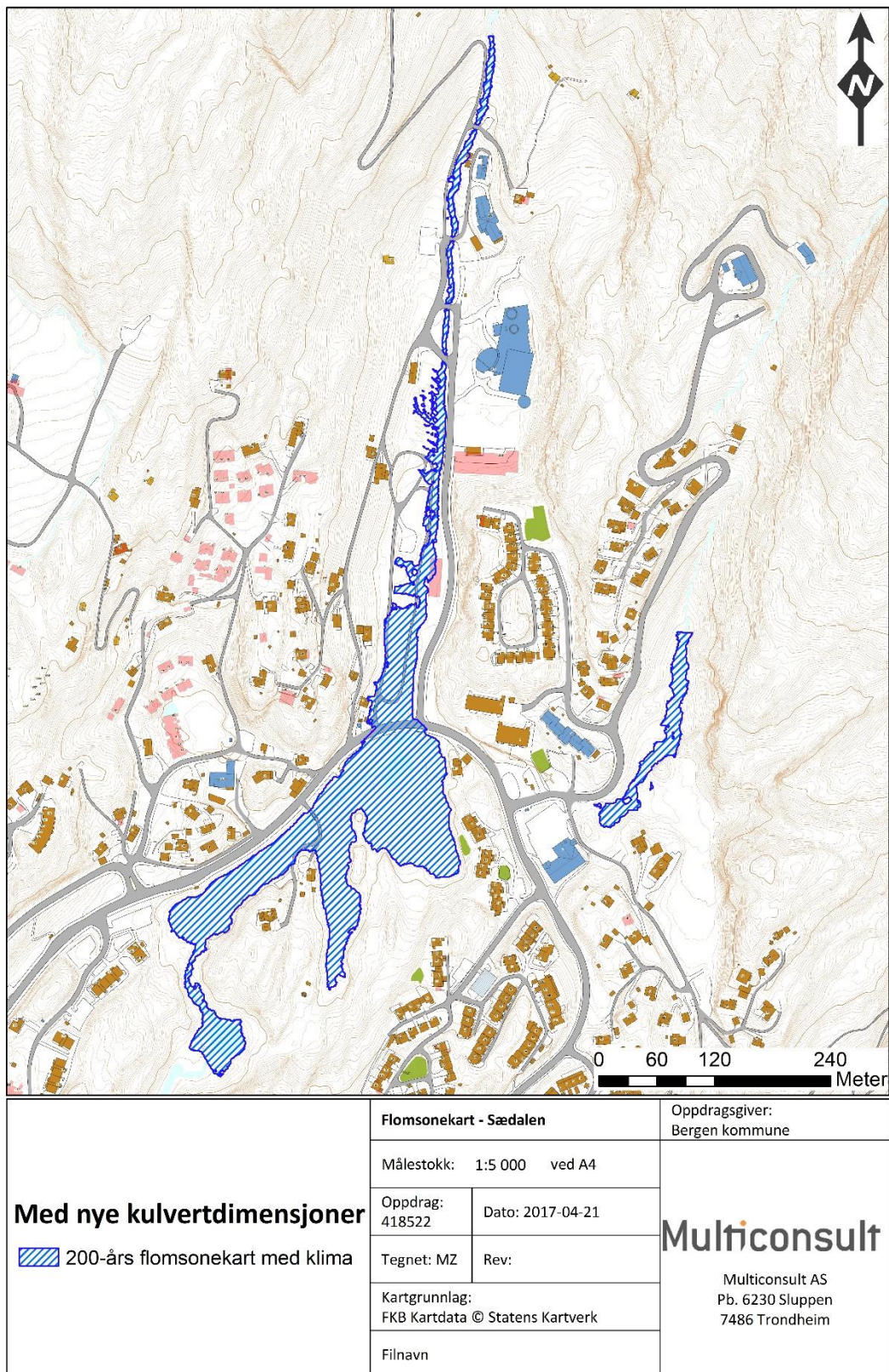
<p>200-årsflom med klimapåslag</p> <p> Flomsonekart med klimapåslag</p>	<p>Flomsonekart - Sædalen</p>		<p>Oppdragsgiver: Bergen kommune</p>
	<p>Målestokk: 1:5 000 ved A4</p>		
	<p>Oppdrag: 418522</p>	<p>Dato: 2017-04-21</p>	
	<p>Tegnet: MZ</p>	<p>Rev:</p>	
	<p>Kartgrunnlag: FKB Kartdata © Statens Kartverk</p>		
<p>Filnavn</p>			

Vedlegg 4-2. Vanndybde for 200-årsflom med klimapåslag.

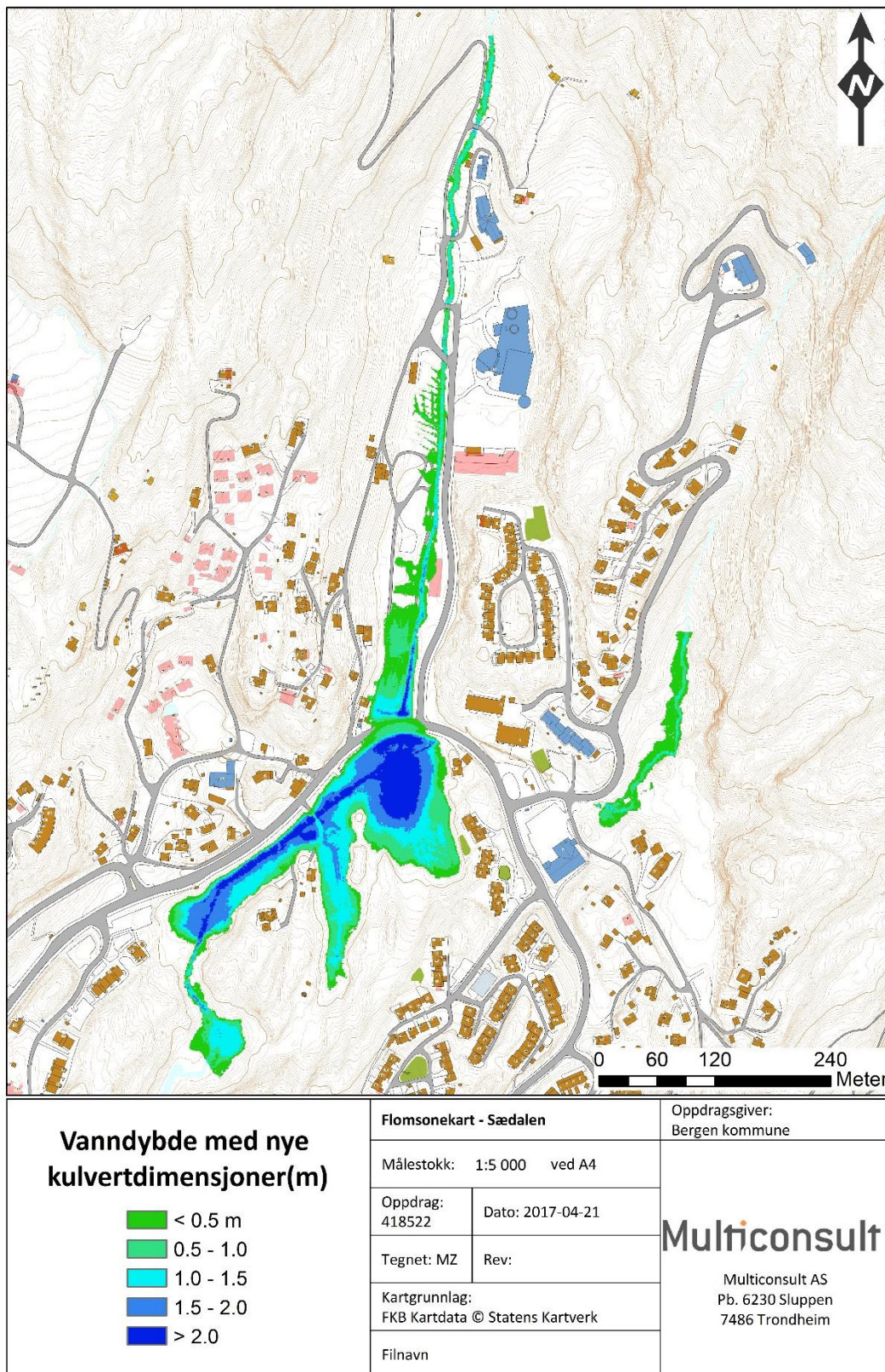


<p>200-årsflom med klimapåslag</p> <p>Vanndybde (m)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ < 0.5 ■ 0.5 - 1.0 ■ 1.0 - 1.5 ■ 1.5 - 2.0 ■ > 2.0 	<p>Flomsonekart - Sædalen</p>		<p>Oppdragsgiver: Bergen kommune</p>
	<p>Målestokk: 1:5 000 ved A4</p>		
	<p>Oppdrag: 418522</p>	<p>Dato: 2017-04-21</p>	
	<p>Tegnet: MZ</p>	<p>Rev:</p>	
	<p>Kartgrunnlag: FKB Kartdata © Statens Kartverk</p>		
<p>Filnavn</p>			

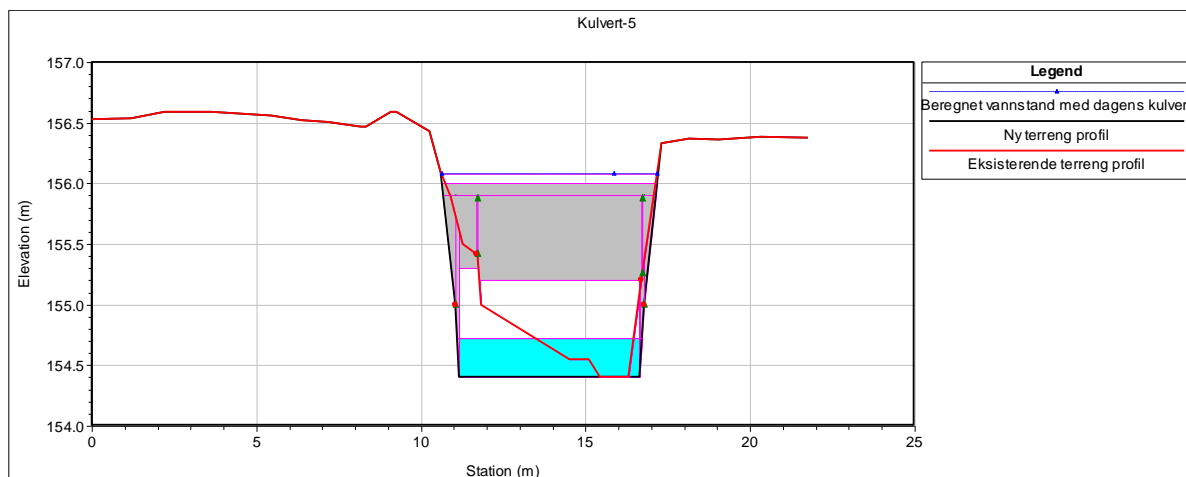
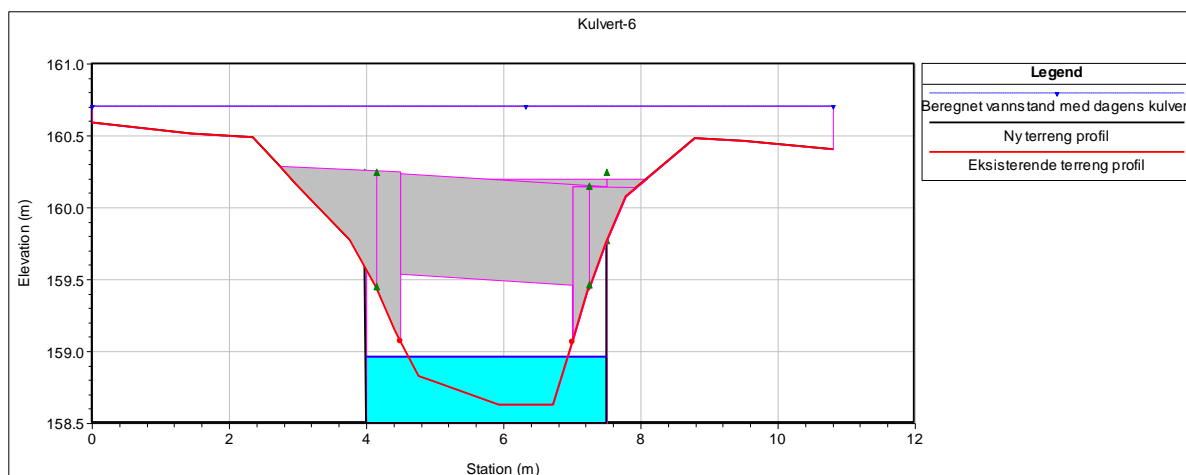
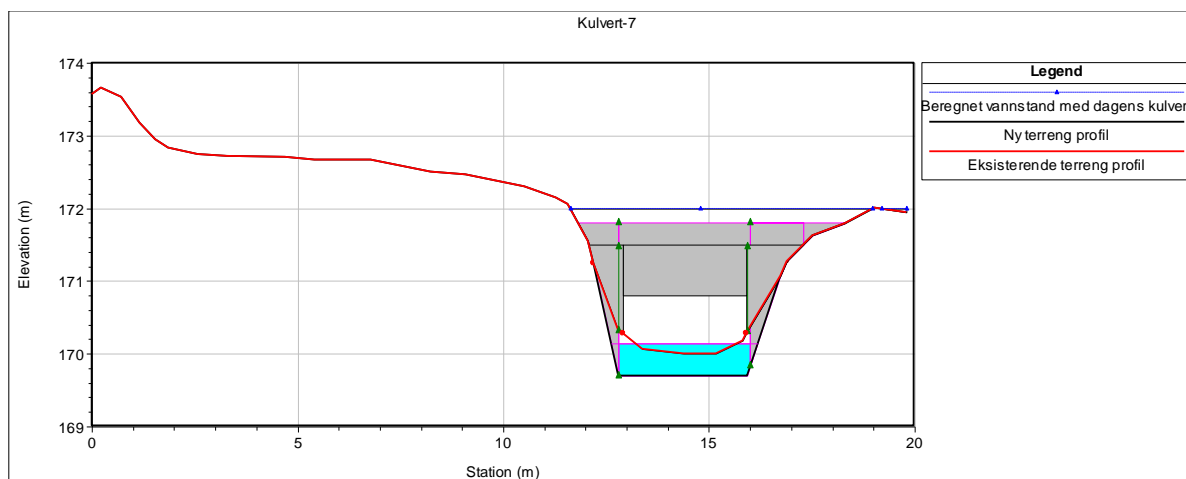
Vedlegg 4-3. Flomsonekart for 200-årsflom med klimapåslag og med nye kulvertdimensjoner.



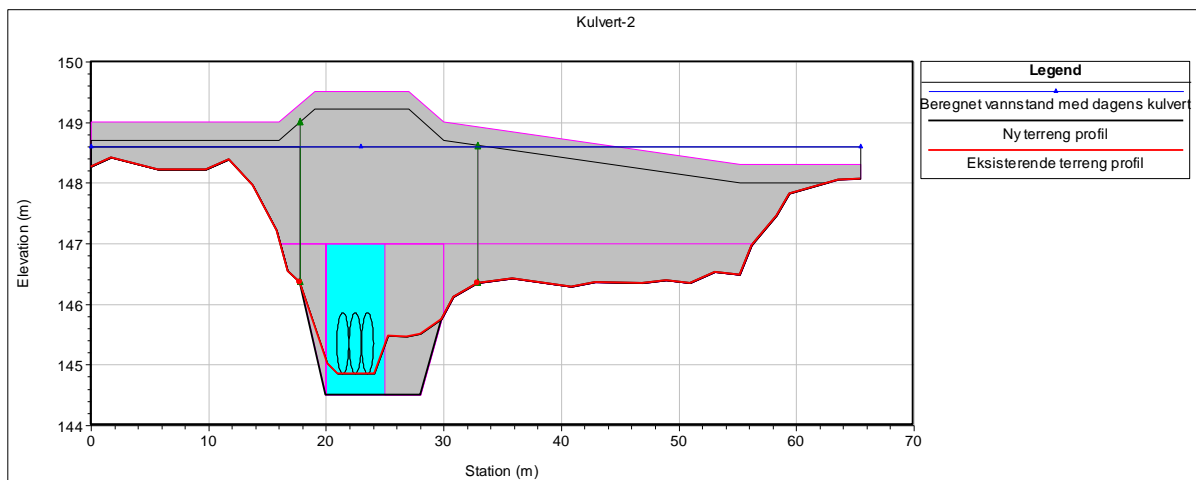
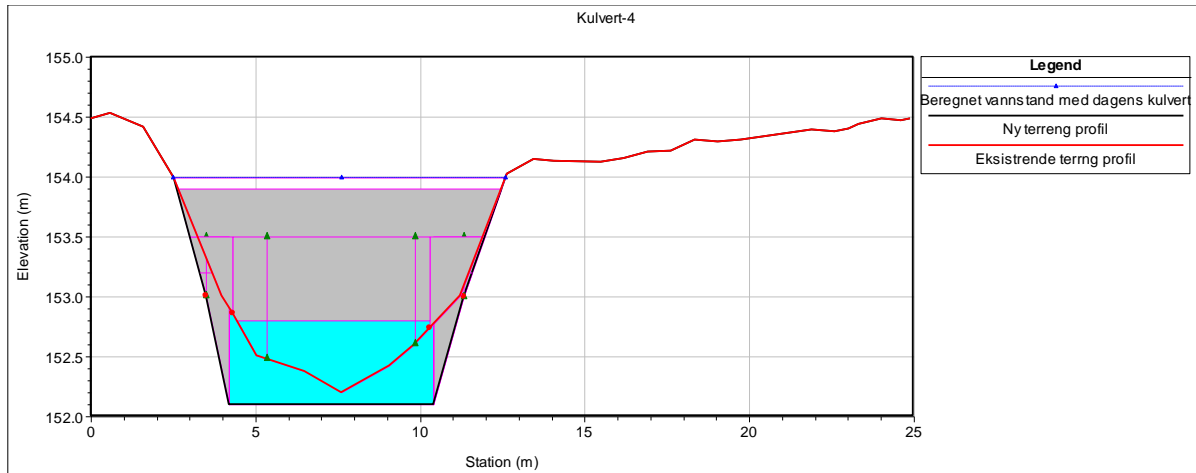
Vedlegg 4-3. Vanndybde for 200-årsflom med klimapåslag og med nye kulvertdimensjoner.



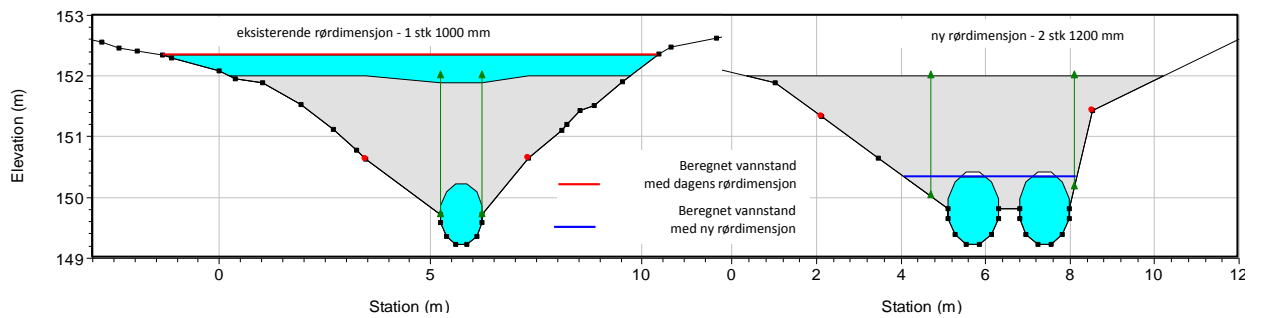
Vedlegg 5. Prinsippkisse for kulvertdimensjoner (eksisterende og anbefalte nye kulvertdimensjoner).



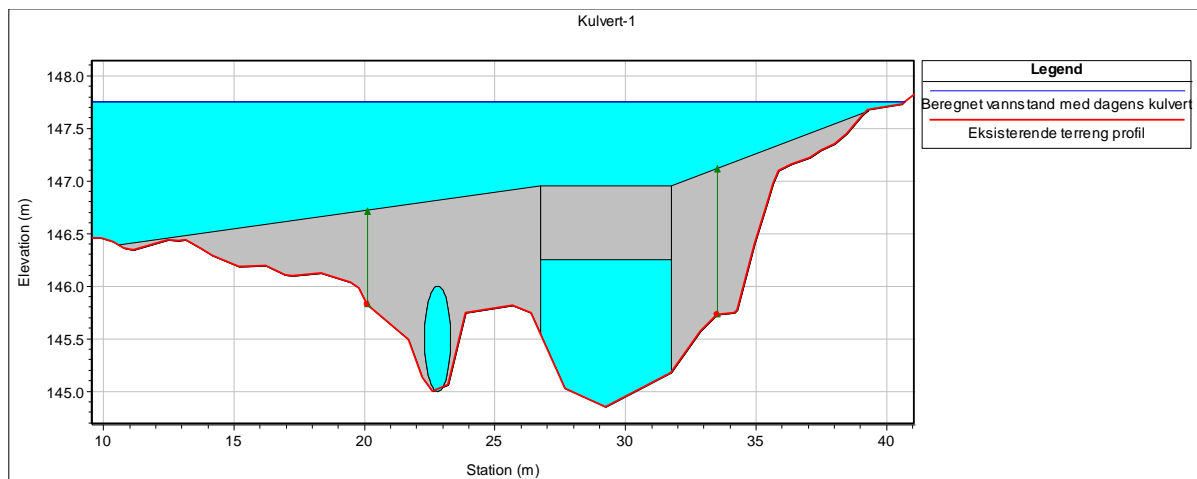
Flomsonekartlegging og kulvertdimensjonering



Vedlegg 6. Prinsippkisse for Kulvert-3 ved Austlibekken.



Vedlegg 7. Prinsippkisse for kulvert-1 ved Sandalselva.



NOTAT

OPPDRAAG	Områdereguleringsplan Sædalen – flomsikringstiltak ved kirketomten	DOKUMENTKODE	418522-RIVass-NOT-002
EMNE	Flomsikringstiltak	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Bergen kommune	OPPDRAAGSLEDER	Mulugeta B. Zelelew
KONTAKTPERSON	Laila Nesse Rosseland	SAKSBEHANDLER	Mulugeta B. Zelelew
KOPI		ANSVARLIG ENHET	3081 Vannkraft Midt

SAMMENDRAG

Multiconsult har fått i oppdrag av Bergen kommune å vurdere flomfare og behov for flomsikringstiltak for en ny tomt for kirke. Tomta ligger like sør for inntaket til røret for Austlibekken. Dette notatet beskriver hydrauliske beregninger utført i forbindelse med vurdering av flomfare ved tomten for ny kirke, og forslag til flomsikringstiltak.

Dersom gulvnivået i planområdet skal være sikret mot 200-årsflom bør gulvnivået ligge over kote 152,56. Et annet alternativ er å beskytte planområdet mot flom ved å bygge flomvoll langs den nordlige siden av tomten fra oppstrøms profil nr. 244 og avslutte flomvollen ved fv-188 Sanddalsringen.

Det ble funnet at flomvollen skal ligge på kote 153,50 og gulvet / kjelleren ved tomten for ny kirke på kote 153,10 for å få en god sikkerhetsmargin mot 200-års flomvannstand med klimapåslag på 20 %. Gulv/kjeller nivået kan settes på kote 153,0 ved bruk av 200-årsflom vannstand uten klimatillegg. Ved bruk av de foreslåtte nye kulvertdimensjonene for inntaket for Austlibekken utarbeidet ifm oppdatert flomsonekart for områdeplan – Sædalen, kan flomvollen ligge med topp på kote 152,30 og gulvet / kjelleren på kote 151,80 for å få en god sikkerhetsmargin mot 200-årsflom vannstand med klimapåslag på 20 %.

Hydrauliske simuleringer viser at vannstanden ved tomten for ny kirke økes med ca. 6 cm ift beregnet vannstand for dagens situasjonen.

Geoteknisk stabilitet for flomvollen og hvilke materialer som bør brukes ved oppbygging av denne er ikke undersøkt i dette notatet. Denne må gjøres i forbindelse med detaljprosjektering av det aktuelle flomsikringstiltaket.

00	30.06.2017	Områdereguleringsplan Sædalen – Flomsikringstiltak ved kirketomten	Mulugeta B. Zelelew	Geir Helge Kiplesund	Mulugeta B. Zelelew
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

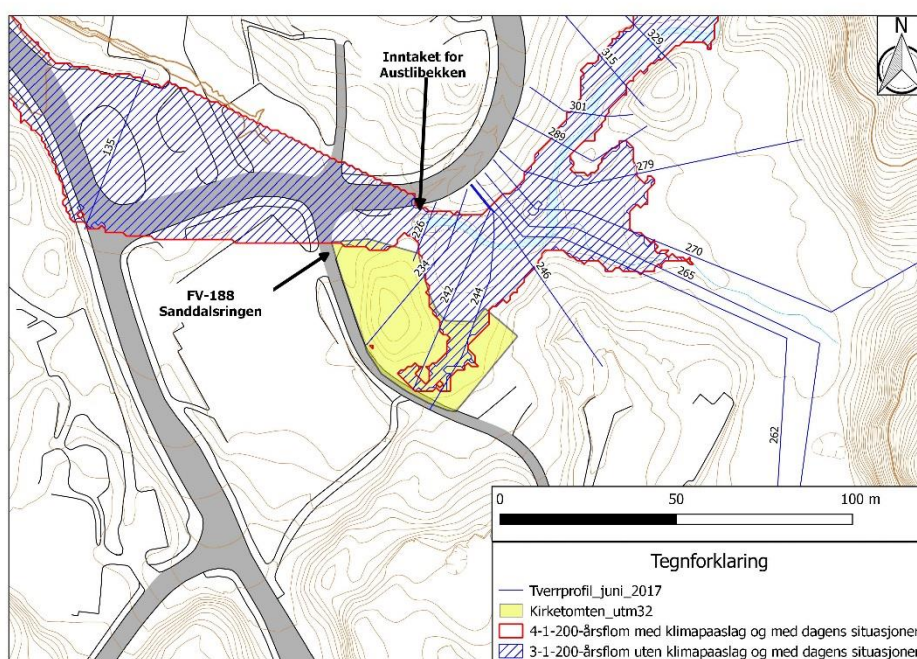
1 Innledning

Multiconsult har fått i oppdrag av Bergen kommune å vurdere flomfare og behov for flomsikringstiltak for en ny tomt for kirke. Tomta ligger like sør for inntaket til røret for Austlibekken (Figur 2-1).

Det skal beregnes flomhøyder i området og klargjøres på hvilken høyde er gulvnivået er flomsikkert. Dette notatet beskriver nødvendig høyde for på gulvnivå ved planområdet og vurdering av eventuelle flomsikringstiltak mot 200-års flom med og uten 20 % klimapåslag.

2 Hydrauliske beregninger

Vannlinjeberegningene i dette notatet er basert på den hydrauliske modellen som finnes i notatet for Områdereguleringsplan Sædalen – flomsonekartlegging og kulvertdimensjonering [1]. Oversvømmelseskartet for området ved tomta for ny kirke er vist i Figur 2-1.



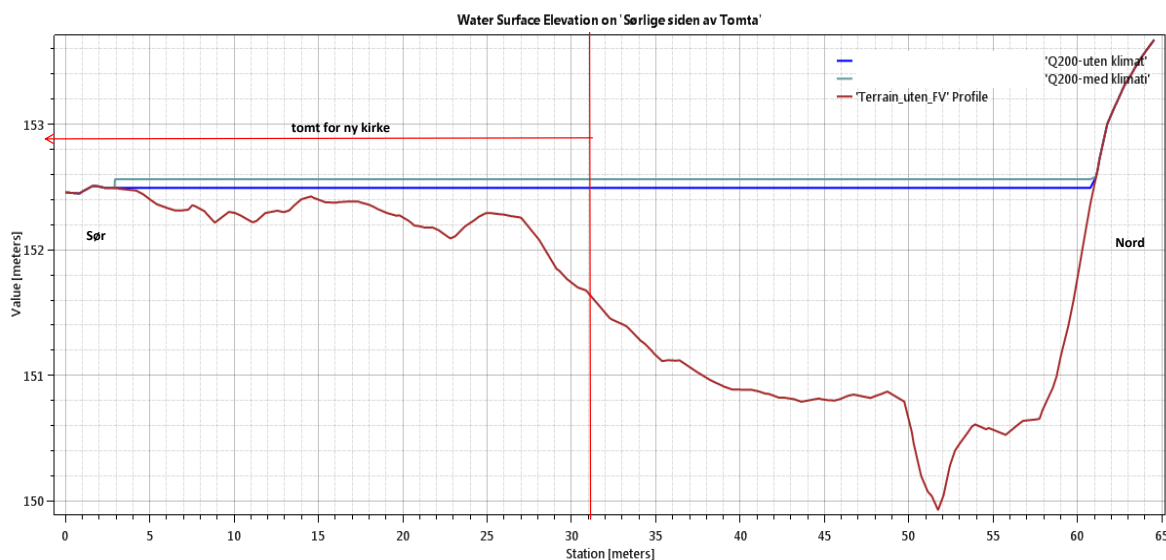
Figur 2-1. Oversvømte arealer med 200-årsflom uten og med klimapåslag med dagens situasjonen ved ny tomt for kirke.

Tomta for ny kirke ligger mellom profil nr. 246 og profil nr. 226 (Figur 2-1). Det kommer fram at sørsiden av tomta for ny kirke vil oversvømmes ved stor flom. Beregnede maksimale vannstanden for dagens situasjonen ved dette området ligger på kote 152,49 for 200-årsflom uten klimatillegg og kote 152,56 for 200-årsflom med klimatillegg på 20 % (Figur 2-2).

Vanddybden for 200-årsflom uten klimatillegg langs hovedløpet ved planområdet varierer mellom ca. 2,0 m og 3,1 m, mens vanddybden på terrenget ved planområdet er ca. 0,1-0,5 m. Beregnet maksimal vannhastighet er ca. 2,0 m/s langs planområdet.

Vanddybden for 200-årsflom med klimapåslag på 20 % langs hovedløpet ved planområdet varierer mellom ca. 2,1 m og 3,1 m, mens vanddybden på terrenget ved planområdet er ca. 0,2-0,6 m. Beregnet maksimal vannhastighet er ca. 2,1 m/s langs planområdet.

Flomsikringstiltak



Figur 2-2. Beregnet maks vannstand ved profil 244 ved ny tomt for kirke.

3 Tiltak for redusert flomfare

Som vist på oversvømmelseskartet i Figur 2-1 er del av terrenget ved planområdet dekket av ca. 0,1 m – 0,6 vann ved 200-årsflom uten og med klimapåslag på 20 %. Det er derfor nødvendig å gjøre tiltak for å hindre flomskader på kirke og tilhørende anlegg ved stor flom.

I henhold til sikkerhetsklasse 2 (TEK 10) bør gulv-/kjeller-nivået ligge med en god sikkerhetsmargin over det nivået for 200-årsflom med klimatillegg som gjelder for området. Dersom gulvnivået i planområdet skal være sikret mot 200-årsflom bør gulvnivået ligge over kote 152,56. Et annet alternativ er å beskytte planområdet mot flom ved å bygge flomvoll langs den nordlige siden av tomten fra oppstrøms profil nr. 244 og avslutte flomvollen ved fv-188 Sanddalsringen (Figur 2-1).

Alternativet med å bygge flomvoll er vurdert for to scenarier, Scenario 1 med dagens rørstørrelse ved inntaket for Austlibekken (dvs. ett stk rør med indre diameter på 1000 mm), og Scenario 2 med nye rørstørrelser ved inntaket for Austlibekken (dvs. 2 stk rør med indre diameter på 1200 mm) [1]. Vurderinger er utarbeidet for 200-års flom uten og med klimapåslag på 20 %.

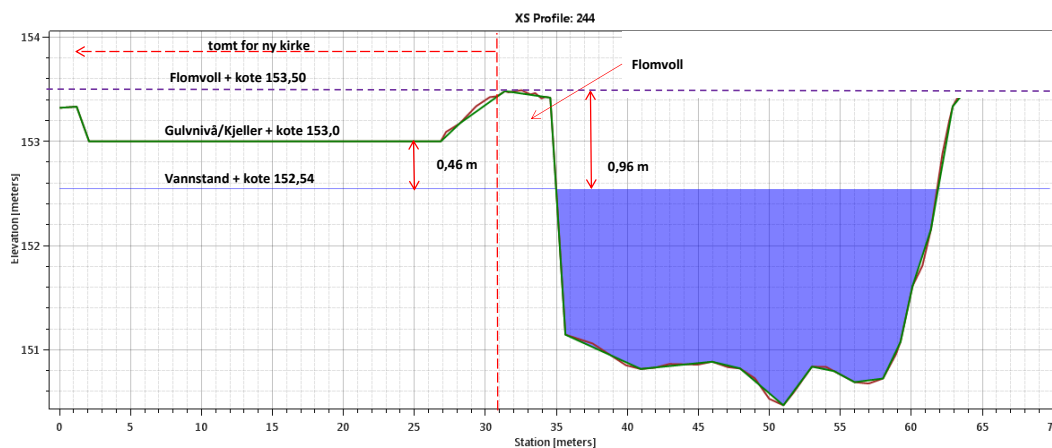
Planområdet ligger i utløpspunktet for det østlige del av Nesttunvassdraget og ved inntaket for Austlibekken. Med hensyn til dagens situasjonen er oppstrøms flomvannstand ved inntaket for Austlibekken også styrt av kapasiteten/flomvannstanden nedstrøms FV-188 Sanddalsringen, og transportkapasiteten til røret under FV-188 Sanddalsringen er begrenset.

Det anbefales å bygge en flomvoll rundt tomten for ny kirke med en sikkerhetsmargin på 0,75 m - 1,0 m over den dimensjonerende flomvannstanden. Gulvnivået kan da settes med minst 0,5 m sikkerhetsmargin over den dimensjonerende flomvannstanden. Forsiktighet må tas ved bestemmelse av høyde for gulvet / kjelleren for å unngå dreneringsproblemer for bygningen. Det lokale grunnvannsnivået i planområdet og dreneringsmulighetene ut av tomten bort fra bekken må også vurderes for å bestemme høyden på gulvet / kjelleren.

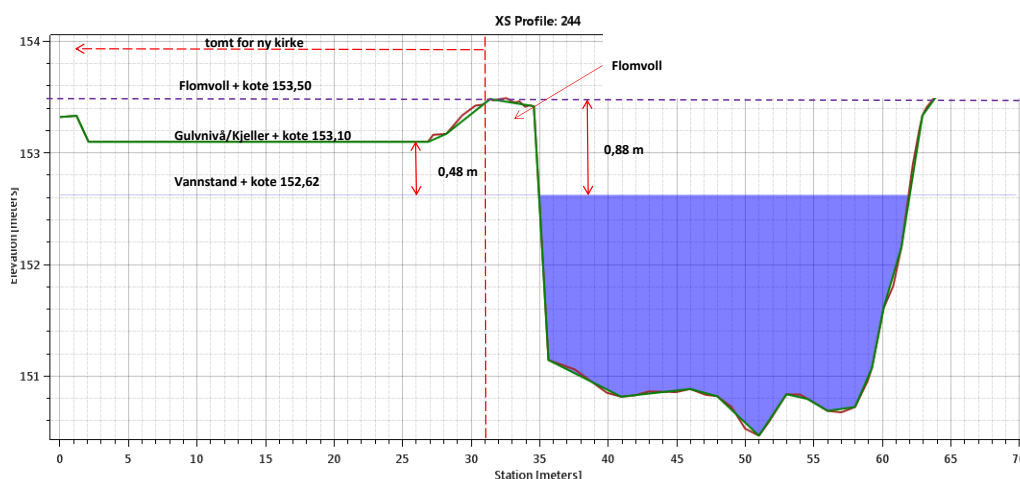
Effekten av flomvoll på oversvømmelse og vannstand ved planområdet er undersøkt for ulike høyder på flomvoll og nivåer for gulv/kjeller. Dette er gjort for å oppnå minst 0,75 m - 1,0 m sikkerhetsmargin over den dimensjonerende flomvannstanden for flomvollen og minst 0,5 m for høyden på gulvet / kjelleren.

Flomsikringstiltak

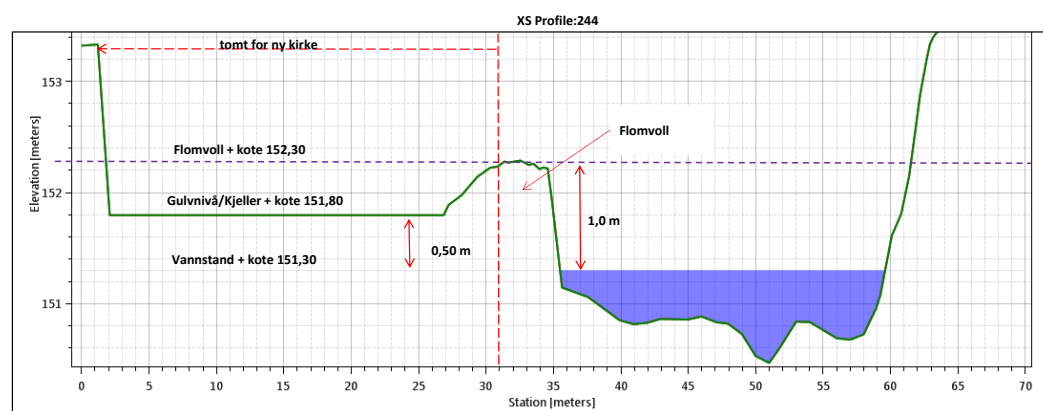
For scenario-1 (dagens situasjon) er det funnet at flomvollen skal ligge på kote 153,50 og gulvet / kjelleren på kote 153,10 for å få en god sikkerhetsmargin mot 200-årsflom vannstand med klimapåslag på 20 % (Figur 3-2). Gulv/kjeller nivået kan settes på kote 153,0 ved bruk av 200-årsflom vannstand uten klimatillegg (Figur 3-1). For scenario-2 (økt kapasitet i bekkeinntak) kan flomvollen ligge på kote 152,30 og gulvet / kjelleren på kote 151,80 for å få en god sikkerhetsmargin mot 200-årsflom vannstand med klimapåslag på 20 % (Figur 3-3).



Figur 3-1. Anbefalt flomvoll høyde for 200-årsflom **uten** klimapåslag på 20 % ved tomta for ny kirke (scenario-1).



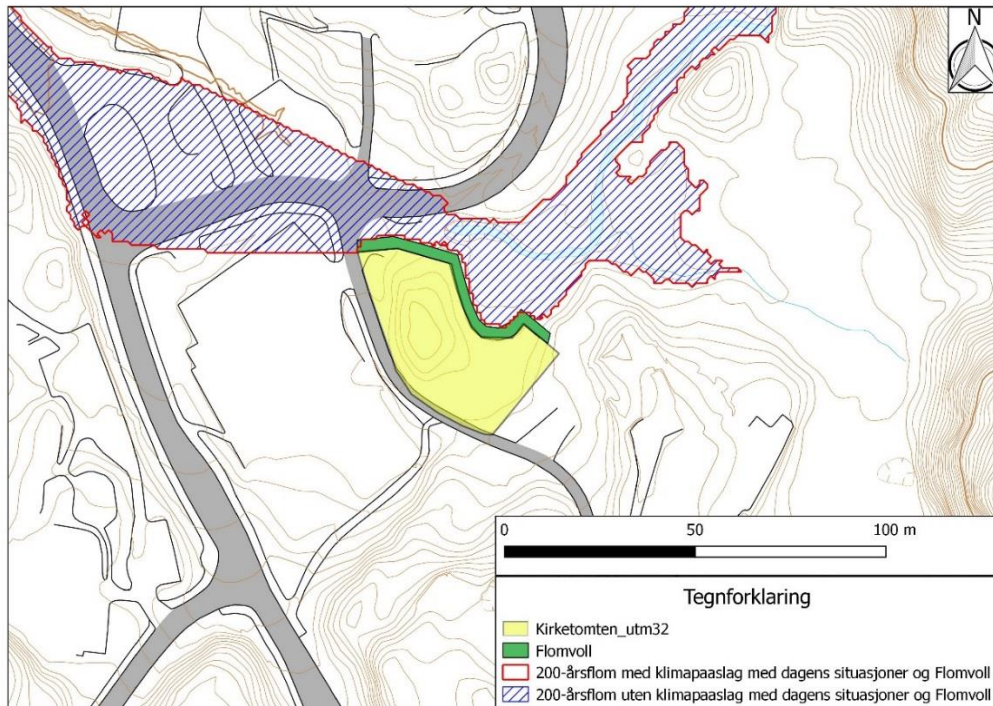
Figur 3-2. Anbefalt flomvoll høyde for 200-årsflom **med** klimapåslag på 20 % ved tomta for ny kirke (scenario-1).



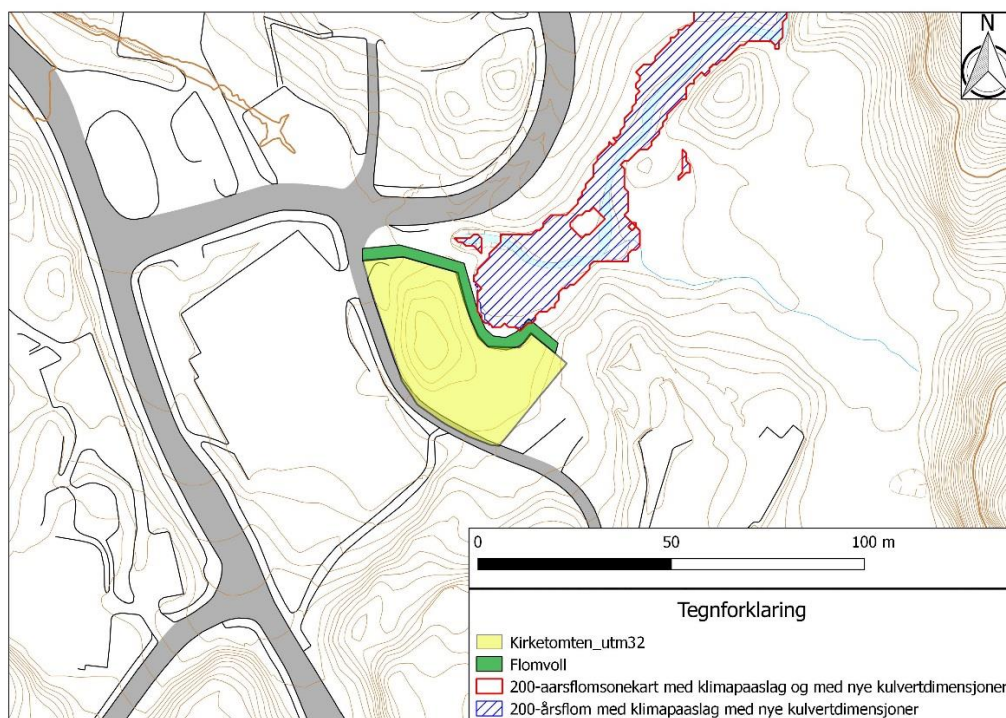
Figur 3-3. Anbefalt flomvoll høyde for 200-årsflom ved bruk av nye kulvertdimensjoner og **med** klimapåslag på 20 % ved tomta for ny kirke (scenario-2).

Oversvømmelseskartet for det optimale flomsikringstiltaket for scenario-1 er vist i Figur 3-4 og for scenario-2 i Figur 3-5.

Flomsikringstiltak



Figur 3-4. Flomsikringstiltak med dagens rørstørrelse ved inntaket for Austlibekken og med 200-årsflom uten og med klimapåslag på 20 %.



Figur 3-5. Flomsikringstiltak med nye rørstørrelser ved inntaket for Austlibekken og med 200-årsflom uten og med klimapåslag på 20 %.

Beregningene viser at vannstanden ved tomte for ny kirke økes med ca. 6 cm ift beregnede vannstanden for dagens situasjonen. Påvirkning av flomsikringstiltaket på vannstanden ved området er oppsummert i tabellen under.

Tabell 3-1. Vannstandendringer pga flomsikringstiltak ved tomte for ny kirke.

Lokasjon	Beregnet vannstand for dagens situasjon med klimapåslag på 20%	Vannstandsending ved scenario-1 med klimapåslag på 20%	Vannstandsending ved scenario-2 med klimapåslag på 20%
	(moh)	(m)	(m)
Profil nr 246	152,56	+0,06	-1,27
Profil nr 244 (Tomte for ny kirke)	152,56	+0,06	-1,26
Profil nr 226	152,35	+0,01	-2,01

4 Konklusjoner

Dersom gulvnivået i planområdet skal være sikret mot 200-årsflom med klimapåslag bør gulvnivået ligge over kote 152,56. Et annet alternativ er å beskytte planområdet mot flom ved å bygge flomvoll langs den nordlige siden av tomte fra oppstrøms profil nr. 244 og avslutte flomvollen ved fv-188 Sanddalsringen.

Det ble funnet at flomvollen skal ligge på kote 153,50 og gulvet / kjelleren ved tomte for ny kirke på kote 153,10 for å få en god sikkerhetsmargin mot 200-års flomvannstand med klimapåslag på 20 %. Gulv/kjeller nivået kan settes på kote 153,0 ved bruk av 200-årsflom vannstand uten klimatillegg. Ved bruk av de foreslåtte nye kulvertdimensjonene for inntaket for Austlibekken utarbeidet ifm oppdatert flomsonekart for områderegeringsplan – Sædalen [1], kan flomvollen ligge med topp på kote 152,30 og gulvet / kjelleren på kote 151,80 for å få en god sikkerhetsmargin mot 200-årsflom vannstand med klimapåslag på 20 %.

Hydrauliske simuleringer viser at vannstanden ved tomte for ny kirke økes med ca. 6 cm ift beregnet vannstanden for dagens situasjonen.

Geoteknisk stabilitet for flomvollen og hvilke materialer som bør brukes ved oppbygging av denne er ikke undersøkt i dette notatet. Denne må utredes ved eventuell detaljprosjektering av det aktuelle flomsikringstiltaket for strekningen.

Referanser

- [1] «Områderegeringsplan Sædalen –flomsonekartlegging og kulvertdimensjonering,» Multiconsult, 2017.