Rapport

Oppdragsgiver	Navn Asplan Viak AS	Kontaktperson Ingvild Johnsen Jokstad
Oppdrag	Nummer og navn 20182 Hjartdal, Sauland - Flomfarevurdering for Sauland sentrum	Oppdragsleder Petter Reinemo
Dokument	Nummer 20182-01-3 Utført av Petter Reinemo	Dato 2021-02-03 Kontrollert av Lars Staver Eid

Versjon 1:	28.08.2020	Første versjon av rapport
Versjon 2:	13.11.2020	Rapport oppdatert med kapittel 7,6 og 8,2.
Versjon 3:	03.02.2021	Rapport oppdatert med kapittel 10 og med spesifiseringer i kapittel 1,3 og 9.

Flomfarevurdering Sauland

Sammendrag

I forbindelse med arbeidet med Reguleringsplan for Sauland har Skred AS utført en flomsonekartlegging. Planområdet grenser til elvene Hjartdøla og Skogsåa som begge utgjør en potensiell flomfare for store deler av området. De to elvene har samløp rett nedstrøms planområdet. Krav til sikkerhet mot flom gitt av TEK17 §7-2 er lagt til grunn for flomfarevurderingen.

NVE sin flomberegning av Hjartdøla og Skogsåa fra 2006 er oppdatert basert på forlengende måleserier ved benyttede målestasjoner. Oppdateringen av flomtall ga kun mindre endringer sammenlignet med tidligere beregning.

Beregningene viser at en 20-årsflom inkludert klimapåslag vil berøre sentrumsområder sør for E134, mens en 200- og 1000-årsflom inkludert klimapåslag gir betydelig større utbredelse der flomvann også vil renne over E134. Beregningene viser at nedstrøms bruer over E134 ikke har kapasitet for en 200-årsflom, der gangbrua har minst kapasitet.

Basert på resultatene fra modelleringen er det tegnet faresoner som viser utbredelsen og flomnivåer av 20-, 200- og 1000-årsflom inkludert klimapåslag. Ved praktisk bruk av faresonene og flomnivåene anbefales det å benytte en ekstra sikkerhetsmargin på minimum 0,3 meter.

Innhold

1 Innledning 5
1.1 Bakgrunn 5
1.2 Befaring 5
1.3 Forbehold 5

2 Krav til sikkerhet 7
2.1 Lovverket 7
2.2 Flom 7
2.2.1 Aktuelle krav 8

3 Beskrivelse av elveløp og konstruksjoner 9

4 Tidligere vurderinger 12

5 Flomberegning 13
5.1 Metode 13
5.2 Nedbørfelt 13
5.3 Vannføringsstasjoner 15
5.3.1 Stasjoner 15
5.3.2 Flomdata 15
5.3.3 Flomfrekvensanalyse 16
5.4 Beregning av flomverdier 17
5.4.1 Døgnmiddelflom 17
5.4.2 Fordeling av vannføring mellom Hjartdøla og Skogsåa 18
5.4.3 Kulminasjonsvannføring 18
5.5 Klimaframskrivninger 18
5.6 Dimensjonerende vannmengder 18

6 Kalibreringsdata 19

7 Hydraulisk modellering 20
7.1 Metode 20
7.2 Oppsett av modell 20
7.2.1 Modelloppsett 20
7.2.2 Modellering av brukonstruksjon 21
7.3 Kalibrering av modell 22
7.4 Resultater fra modelleringen 22
7.5 Sensitivitetsanalyse 23
7.6 Verifikasjon mot 2020-flommen 24

8 Faresoner for flom 27
8.1 Faresoner 27
8.2 Avvik fra NVE sine faresoner fra 2007 27

9 Vurdering av erosjonssikkerhet 29

10 Vurdering av terrengheving ved Hagenjordet 30

11 Konklusjon 32

12 Referanseliste 33

Figurer

Figur 1: Lokaliseringen av planområdet med tilgrensende vassdrag. 5
Figur 2: Oversiktsbilde over planområdet elveløp og konstruksjoner. 9
Figur 3: Karakteristisk bilde av elveløpet til Hjartdøla i tilknytning til Sauland sentrum. 10
Figur 4: Bilde av brukryssing over Hjartdøla sett fra oppstrøms side. 10
Figur 5: Gangbru og kjørebru sett mot Sauland sentrum. 11
Figur 6: Feltgrensene til Hjartdøla og Skogsåa, samt reguleringsmagasiner og overføringer. 14
Figur 7: Lokasjon av aktuelle målestasjoner for flomfrekvensanalyse 15
Figur 8: Årlig maksimal flomvannføring ved 16.10 Omnesfoss, samt glidende 10-årsmiddel. 16
Figur 9: Registrerte flomnivåer fra 2015-flommen i tilknytning til planområdet. 19
Figur 10: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser. 21
Figur 11: Illustrasjon av modellert strømningsmønsteri tilknytning til planområdet for en 200-årsflom inkludert klimapåslag (simulering av type 4 angitt i 7.2.2). 23
Figur 12: Lokasjon til målte vannstander under 2020-flommen. 25
Figur 13: Bilde tatt under 2020-flommen (foto: Roar Borgerås, Hjartdal kommune). 26
Figur 14: Modellert omfang av 2020-flommen hvor det også er tatt bilde (se Figur 13). 26
Figur 15: Illustrasjon av modellert strømningsmønster rundt tiltak ved en 200-årsflom inkl. klimapåslag. 30
Figur 16: Teoretisk effekt av endring i 200-års vannlinje (inkludert klimapåslag) etter tiltak. 31
Figur 17: Illustrerer av modellert effekt på flomutbredelse før og etter terrengheving. 31

Tabeller

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2018). 7
Tabell 2: Feltkarakteristika til vurderte vassdrag. 13
Tabell 3: De 10 største flommene ved 16.10 Omnesfoss etter reguleringen i 1958 (døgndata). 16
Tabell 4: Resultater fra ny flomfrekvensanalyse (uthevet) sammenlignet med tidligere resultater fra NVE (2006) (døgnmiddel for årsflommer). 17
Tabell 5: Resulterende døgnmiddelflommer for Heddøla ved Omnesfossen for dagens forhold. 17
Tabell 6: Dimensjonerende flommer (kulminasjon) inkludert klimapåslag. 18
Tabell 7: Estimerte vannmengder under 2015-flommen (kulminasjon). 19
Tabell 8: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for Hjartdøla og Skogsåna. 20
Tabell 9: Registrerte flomnivåer fra 2015-flommen og modellert vannstand fra kalibrert modell. 22
Tabell 10: Resulterende Manningsnummer fra kalibreringen for ulike terrengtyper. 22
Tabell 11: Estimerte spesifikke vannmengder under 2020-flommen for tidspunkt med kulminasjon ved Sauland. 24
Tabell 12: Estimerte vannmengder i Hjartdøla og Skogsåa ved antatt kulminasjon i Hjartdøla 4. – 5. oktober 2020. 24
Tabell 13: Målte flomnivåer under 2020-flommen sammenlignet mot modellerte nivåer. 25

Kartbilag:

Kartbilag 1: Faresone for 20-årsflom inkludert klimapåslag (sikkerhetsklasse F1).

Kartbilag 2: Faresone for 200-årsflom inkludert klimapåslag (sikkerhetsklasse F2).

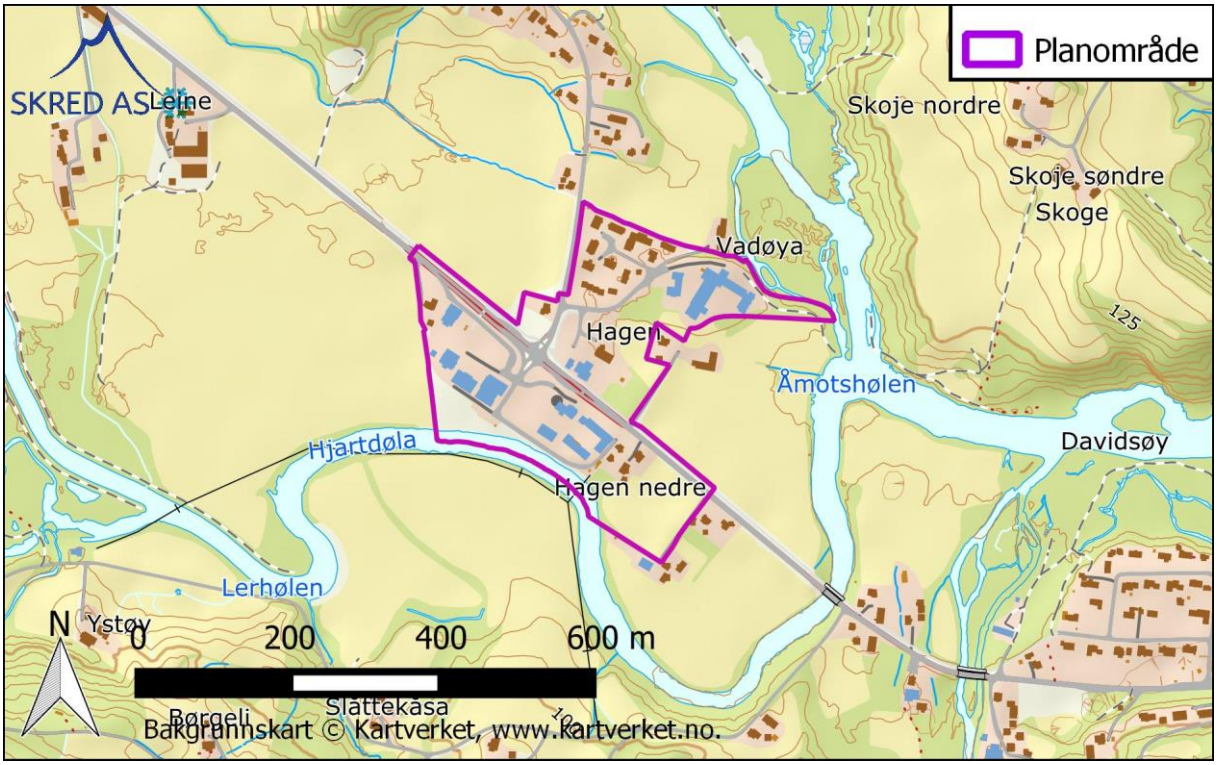
Kartbilag 3: Faresone for 1000-årsflom inkludert klimapåslag (sikkerhetsklasse F3).

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med Asplan Viak sitt arbeid med Reguleringsplan for Sauland sentrum er Skred AS forespurt om å utføre flomsonekartlegging for planområdet. Planområdet grenser til elvene Hjartdøla og Skogsåa som begge utgjør en potensiell flomfare for store deler av området. De to elvene har samløp rett nedstrøms planområdet.

Plangrensene er vist på Figur 1.



Figur 1: Lokaliseringen av planområdet med tilgrensende vassdrag.

1.2 Befaring

Befaring av området og elvestrekningen ble utført 20.08.2020 av Petter Reinemo og Ingvild Brekke (Skred AS). Leif Thorsen fra Hjartdal kommune var med på deler av befaringen. Det var klarvær, lite vann i vurderte vassdrag og generelt gode befaringsforhold. Registreringer ble gjort til fots og med drone.

1.3 Forbehold

Flomvurderinger er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik det fremsto på vurderingstidspunktet. Hvis terreng eller vegetasjon endres betydelig, kan det ha betydning flomforholdene. Det kan innbefatte fysiske endringer i vassdraget eller endring i klimaframskrivninger. Da anbefales det å utføre en ny vurdering.

Informasjon om tidligere flomhendelser er viktige for vurderingene. Dersom det kommer mer informasjon om tidligere hendelser, bør det tas med i betraktningene.

Området ligger under marin grense der marin avsetning og kvikkleire potensielt kan forekomme. Vurderingene av erosjonssikkerhet tar utgangspunkt i registeringer under befaringen og foreliggende løsmassekart, og tar ikke høyde for potensiell kvikkleire eller andre materialer med sprøbruddegenskaper der erosjon kan gi brå, større utglidninger. Dersom kvikkleire eller andre materialer med sprøbruddegenskaper påvises i forbindelse med grunnundersøkelser, eller vurderinger etter TEK17 §7-3, må det gjøres supplerende vurderinger av erosjonssikkerhet basert på aktuelle veiledere og sikkerhetsklasse.

2 Krav til sikkerhet

2.1 Lovverket

Plan- og bygningsloven § 28-1 stiller krav om tilstrekkelig sikkerhet mot fare for nybygg og tilbygg:

> *«Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.»*

2.2 Flom

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-2 definerer krav til sikkerhet mot flom og stormflo for nybygg. Paragrafen gjelder for saktevoksende flommer som normalt ikke medfører fare for menneskeliv. Sannsynligheten i tabell 1 angir største årlige sannsynligheten for flom. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres i henhold til aktuell sikkerhetsklasse. I veilederen til TEK17 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for flom (DiBK, 2018).

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2018).

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	Liten	1/20
F2	Middels	1/200
F3	Stor	1/1000

Sikkerhetsklasse F1 omfatter byggverk der oversvømmelse har liten konsekvens, både økonomisk og samfunnsmessig. Det innebefatter byggverk med lite personopphold som garasjer og lagerbygninger.

Sikkerhetsklasse F2 omfatter tiltak der flom vil føre til middels konsekvenser. Dette innebefatter de fleste byggverk beregnet for personopphold som bolighus, hytter, kontorer, skoler og barnehager. Det kan tillates større økonomiske konsekvenser, men kritiske samfunnsfunksjoner skal ikke påvirkes.

Sikkerhetsklasse F3 omfatter tiltak der flom vil føre til store konsekvenser. Sårbare samfunnsfunksjoner og byggverk der oversvømmelse kan påføre omgivelsene stor forurensning ligger innenfor sikkerhetsklassen. Sykehjem, beredskapsfunksjoner, kritisk infrastruktur og avfallsdeponier er nevnt som eksempler.

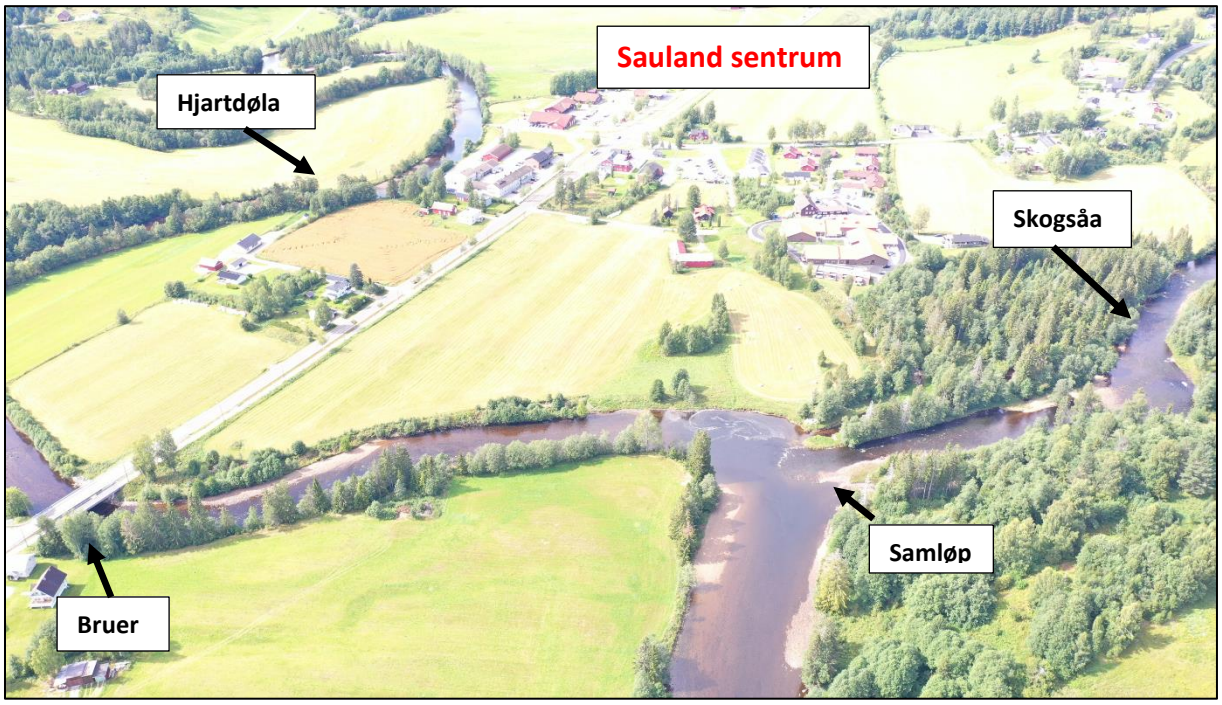
I paragrafens fjerde ledd er det gitt at byggverk skal plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Avstanden til erosjonsutsatt elvekant bør være minst like stor som høyden på elvekanten og ikke under 20 meter. Dersom vassdraget sikres mot erosjon kan avstanden være mindre.

2.2.1 Aktuelle krav

Det skal utarbeidet flomsonekart for alle sikkerhetsklassene. Det inkluderer flomsonekart for 20-, 200- og 1000-årsflom som også inkluderer klimapåslag.

3 Beskrivelse av elveløp og konstruksjoner

Hjartdøla renner rett sør, mens Skogsåa renner rett nord for planområdet. De to elvene har samløp ca. 1 kilometer nedstrøms Sauland sentrum. Ca. 300 meter oppstrøms samløpet krysser Hjartdøla under E134, hvor det både er en kjørebru og en gangbru over elva. Planområdet ligger på en slette som ifølge NGU sitt løsmassekart består av elveavsetninger. Figur 2 viser et oversiktsbilde over området.



Figur 2: Oversiktsbilde over planområdet elveløp og konstruksjoner.

Elveløpet til Hjartdøla har en jevn slak gradient på ca. 0,3 – 0,5 prosent i tilknytning til planområdet. Elvebunn består av sand, grus og avrundede steiner som forventes å gi en relativt lav friksjon mot vannmassene under flom. Elvekant består i stor grad av kantvegetasjon. Figur 3 viser et karakteristisk bilde av Hjartdøla ved planområdet.

E134 krysser over Hjartdøla der kjørebrua har et spenn på 21 meter. Underkant av brubane ligger på kote + 83,3 moh., mens overkant av brubanen ligger på ca. kote + 84,5 moh. Brubanen ligger som en forhøyning i terrenget, der underkant av brubane er høyere enn mulig overløp over E134 på nordsiden av brua.

Gangbrua rett nedstrøms kjørebrua har et større spenn (ca. 29,5 meter), men underkant av brubanen ligger lavere enn kjørebrua (kote + 84,45 moh.). Nivået er ca. 0,05 – 0,1 meter høyere en laveste punkt på naturlig overløp over E134 lengre nord. Overkant av brubanen ligger på mellom kote + 83,8 og + 84,0 moh.

På bakgrunn av høydene er gangbrua begrensende for kapasiteten til kryssingen. Ettersom overkant av kjørebrua ligger høyere enn overkant av gangbrua, vurderes det at kjørebrua er dimensjonerende med tanke på overløp over bru-/vegbane.

Figur 4 viser et bilde av kryssingen sett fra oppstrøms side, mens Figur 5 viser de to bruene sett mot Sauland sentrum.



Figur 3: Karakteristisk bilde av elveløpet til Hjartdøla i tilknytning til Sauland sentrum.



Figur 4: Bilde av brukryssing over Hjartdøla sett fra oppstrøms side.



Figur 5: Gangbru og kjørebru sett mot Sauland sentrum.

4 Tidligere vurderinger

Det foreligger en eksisterende flomfarekartlegging av planområdet som ble utført av NVE i 2007 (NVE, 2017). Kartleggingen til NVE viste at store deler av Sauland sentrum vil være berørt ved flom i Hjartdøla. De hydrauliske beregningene til NVE ble utført med en 1D-modell, og det ble ikke benyttet klimapåslag til beregnede vannmengder.

Sammenlignet med i 2007 foreligger det i dag et noe bedre grunnlag for flomberegninger, bedre terrengdata i form av laserskanning, kalibreringsdata fra 2015-flommen, samt klimaframskrivninger som sier noe om forventede endringer i flomstørrelser frem i tid. Basert på dette anses det hensiktsmessig å oppdatere NVE sine flomsonekart. Grunnet forventet strømningsmønster under flom anses også en 2-dimensjonal modell mer egnet enn en 1-dimesjonal hydraulisk modell.

5 Flomberegning

5.1 Metode

Ved beregninger av dimensjonerende flommer i Hjartdøla og Skogsåa er det tatt utgangspunkt i NVE sine flomberegninger fra 2006 (NVE, 2006). Analysene som ble utført i forbindelse med tidligere flomberegning er oppdatert basert på forlengede måleserier og eventuelle justeringer i vannføringskurver/dataserier. Basert på oppdaterte analysene er dimensjonerende flomverdier juster.

I NVE sitt innspill til planarbeidet anbefales det at flomberegningene oppdateres etter at HVs FoU-prosjekt om flom i regulerte vassdrag er gjennomført. Fra HV (Hydrologisk avdeling, seksjon for vannbalanse) har vi fått informasjon om at prosjektet forventes ferdigstilt først mot slutten av året (2020). Vi har derfor ikke mulighet til å legge dette arbeidet til grunn da flomsonekartleggingen skal ferdigstilles før den tid.

5.2 Nedbørfelt

Hjartdøla og Skogsåa har samløp og blir til Heddøla rett nedstrøms Sauland sentrum. Feltene har forholdsvis lik karakteristikk der de er dominert av skog- og fjellområder. Hjartdøla har et noe mindre feltareal og er i litt større grad dominert av skog sammenlignet med Skogsåa. Det er flere magasiner og overføringer i feltet som påvirker vannføringen. Reguleringen har ført til mindre flommer, og både før (innenfor måleperioden) og etter reguleringen er det regnflommer som har vært de største. Følgende informasjon om magasiner, kraftverk og overføringer er gitt i tidligere flomberegning:

> *«Vassdraget ble utbygget i slutten av 1950-årene da Hjartdøla kraftverk og de to mindre kraftverkene Mydalen og Bjordalen ble satt i drift (i perioden 1958-1960). I forbindelse med dette ble det anlagt flere reguleringsmagasin og flere overføringer av vann. I Skogsåi ligger magasinene Vindsjåen, Bonsvatnet og Kovvatnet. Vann fra nedbørfelt på sammenlagt drøyt 200 km^2 overføres gjennom Mydalen kraftverk til magasinet Breidvatnet i Hjartdøla. Fra Heiåi i Bøelvas felt overføres vann fra ca. 40 km^2 til Skjesvatnet i Hjartdølas felt. Skjesvatnet er et reguleringsmagasin der samtidig inntaket til Bjordalen kraftverk ligger. Vannet fra kraftverket føres til Breidvatnmagasinet, som igjen er inntaksmagasin for Hjartdøla kraftverk. Totalt areal til Hjartdøla kraftverk er drøyt 340 km^2. Kraftverket har utløp i Hjartsjåvatnet (Hjartsjø), en liten innsjø som ligger i dalen en mil vest for Saulandsbygda.»*

Feltkarakteristika til elvene er vist i Tabell 2 mens feltgrensene med magasiner og overføringer er vist i Figur 6.

Tabell 2: Feltkarakteristika til vurderte vassdrag.

Vassdrag	Feltareal [km^2]	q_N* [l/s*km^2]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Myr [%]	Snaufjell [%]	Høydeint. [moh]
Hjartdøla	305	26	0,5	68	7	12	80 - 1535
Skogsåa	448	30	0,6	56	8	21	80 - 1870

**fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90.*



Figur 6: Feltgrensene til Hjartdøla og Skogsåa, samt reguleringsmagasiner og overføringer.

Benyttede feltstørrelser samsvarer med verdier benyttet av NVE i sin flomberegning fra 2006. (NVE, 2006). Det er identifisert et lite bekkeinntak ved Svartedalsheiene med overføring mot Skjesvatn, som vil kunne overføre et ytterligere lite tilleggsareal. Bidraget herfra er vurdert å være beskjedent under flom, og det er valgt å benytte samme forutsetninger som NVE. Vannføringen fra overføringen er inkludert i måledatene ved 16.10 Omnesfoss.

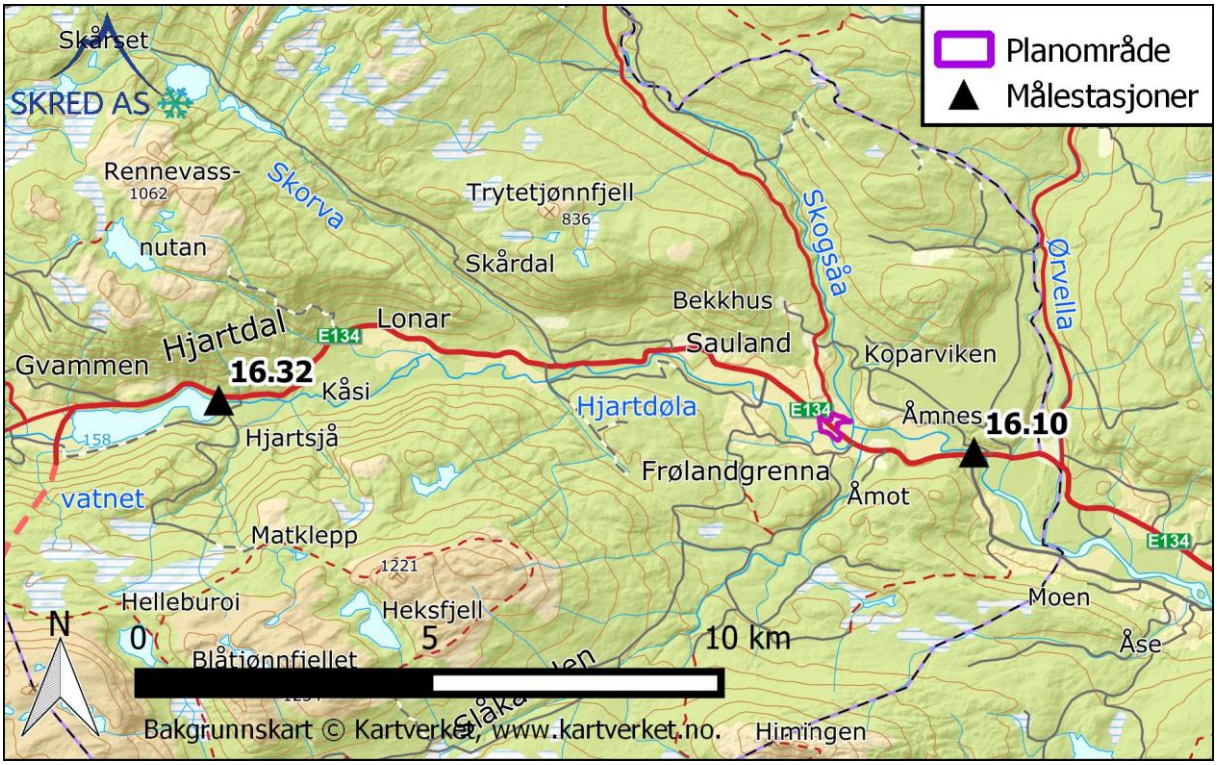
5.3 Vannføringsstasjoner

5.3.1 Stasjoner

Flomberegningene fra 2006 er per primært basert på data fra to de målestasjonene 16.10 Omnesfoss og 16,32 Hjartsjø. Lokasjon til de to stasjonene er vist på Figur 7.

16.10 Omnesfoss ligger ca. 2 kilometer nedstrøms samløpet mellom Hjartdøla og Skogsåa og det foreligger her vannføringsmålinger fra 1921. Det totale feltarealet ved stasjonen er på 808 km^2, der lokalfeltet nedenfor samløpet er på 55 km^2. Lokalfeltet inkluderer i hovedsak nedbørfeltet til elva Mjella som renner i Slåkådalen fra Lifjell.

16,32 Hjartsjø lå ved utløpet av Hjartsjåvatnet i Hjartdøla ca. 10 kilometer oppstrøms Sauland sentrum. Stasjonen har måledata fra 1919 – 1959 der kun det siste året er påvirket av regulering. Nedbørfeltet til stasjonen er på 214 km^2, og kvaliteten på vannføringskurvene for flomvannføring er gitt som middels/bra.



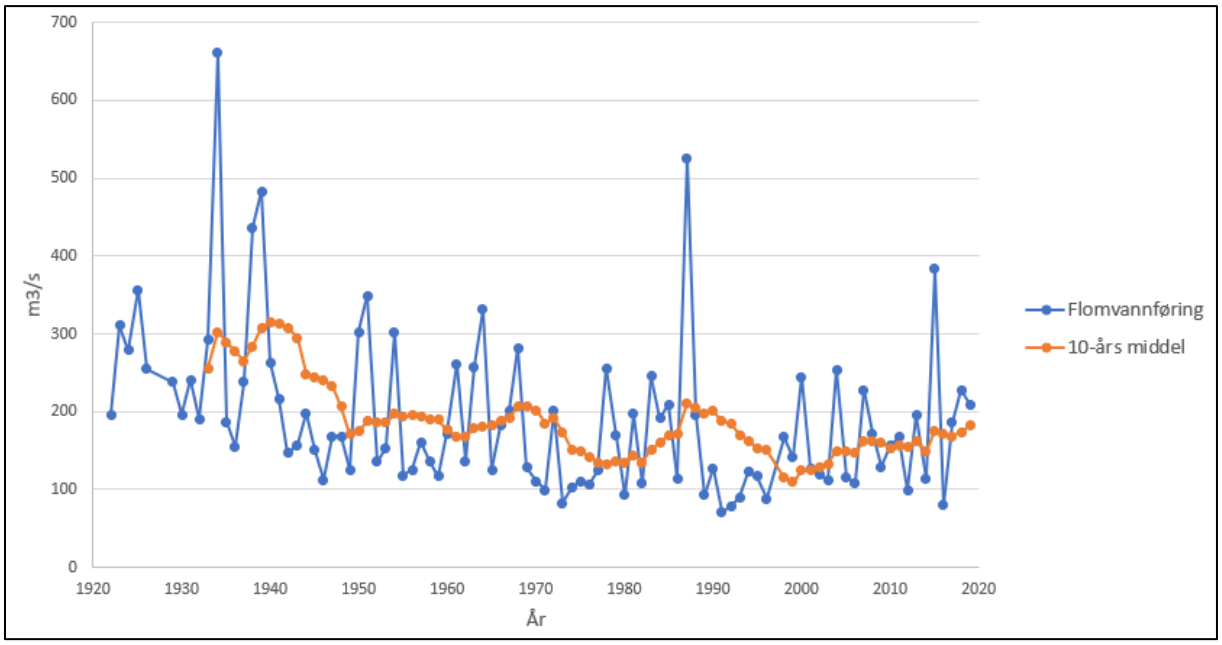
Figur 7: Lokasjon av aktuelle målestasjoner for flomfrekvensanalyse

5.3.2 Flomdata

viser en oversikt over de største observerte flommene ved 16.10 Omnesfoss etter reguleringen i 1958. 2015-flommen er den nest største i perioden og var ikke med i grunnlaget for flomfrekvensanalyse i tidligere flomberegning. I Figur 8 er de største registrerte flommene hvert år ved målestasjonen vist, samt glidende 10-årsmiddel. Man ser ingen markant endring i trend fra 2006 (tidligere flomberegning) og frem til i dag.

Tabell 3: De 10 største flommene ved 16.10 Omnesfoss etter reguleringen i 1958 (døgndata).

1958 - 2019	
Dato	**m³/s**
16.10.1987	525
15.09.2015	383
13.10.1964	331
04.09.1968	281
25.10.1961	261
09.08.1963	258
04.07.1978	256
06.05.2004	254
12.05.1983	246
11.19.2000	245



Figur 8: Årlig maksimal flomvannføring ved 16.10 Omnesfoss, samt glidende 10-årsmiddel.

5.3.3 Flomfrekvensanalyse

Det er gjennomført flomfrekvensanalyse av måledata ved 16.10 Omnesfoss for perioden etter regulering, som er sammenlignet med tilsvarende analyse gjort i tidligere flomberegning. Det foreligger i dag 14 år mer med data enn hva som forelå i 2006. Den nye analysen inkluderer også 2015-flommen som er den nest største i perioden etter regulering. Det er valgt en GEV (l-mom)- fordeling som gir god tilpasning til måledataene.

Resultatene fra analysen er presentert og sammenlignet med resultater fra tidligere flomberegning i Tabell 4.

Tabell 4: Resultater fra ny flomfrekvensanalyse (uthevet) sammenlignet med tidligere resultater fra NVE (2006) (døgnmiddel for årsflommer).

Måleserie	Periode [år]	QM [m^3/s]	q_M [$l/s*km^2$]	Q20/ QM	Q50/ QM	Q100/ QM	Q200/ QM	Q500/ QM	Q1000/ QM
16.10 Omnesfossen	**1958 - 2019**	**164.5**	**204**	**1.93**	**2.47**	**2.94**	**3.48**	**4.32**	**5.06**
16.10 Omnesfossen (NVE,2006)	1958 - 2005	163	202	1.96	2.42	2.79	3.18	3.74	4.2*
16.10 Omnesfossen (NVE,2006)	1922 - 1957	250	310	2.02	2.49	2.87	3.26	3.82	4.2*
16.32 Hjartsjø (NVE,2006)	1920 - 1957	60	280	1.93	2.37	2.72	3.09	3.62	4*

*hentet fra figur i NVE (2006).

Analysen på den forlengende måleserien gir marginal endring i spesifikk middelflom og en noe brattere frekvenskurven. Frekvensfordelingen er i motsetning til tidligere fordeling noe brattere enn fordelingen gitt for uregulerte forhold (1922 – 1957). Dette er forventet da den flomdempende effekten magasinene har på vannføringen forventes å avta med økte returperioder, der feltet vil kunne nærme seg en uregulert situasjon.

5.4 Beregning av flomverdier

5.4.1 Døgnmiddelflom

Magasinenes flomdempende effekt vil avta for økte flomstørrelser og det forventes derfor at flommene vil nærme seg uregulerte forhold for økte returperioder. I NVE (2006) vurderes det at flomverdier i regulert tilstand er representativ opp til en returperiode på ca. 50 år, med en jevn overgang mot uregulerte forhold ved returperiode på ca. 500 år. Basert på foreliggende grunnlag virker antagelsen fortsatt rimelig. Den nye frekvensanalysen gir en økning i regulert 50-årsflom på 13 m^3/s sammenlignet med tidligere flomfrekvensanalyse på regulert serie. Med antagelse om samme fordeling mellom 50- og 500-årsflom gir det en økning i 200-årsflom på ca. 5 m^3/s. Det foreligger ikke grunnlag i beregningene for å endre 1000-årsflom.

Resulterende døgnmiddelflommer for Heddøla ved Omnesfossen for dagens forhold er presentert i Tabell 5.

Tabell 5: Resulterende døgnmiddelflommer for Heddøla ved Omnesfossen for dagens forhold.

Måleserie	Areal [km^2]	Q20 [m^3/s]	Q200 [m^3/s]	Q1000 [m^3/s]
Heddøla ved Omnesfossen	808	320	755	1050

5.4.2 Fordeling av vannføring mellom Hjartdøla og Skogsåa

I NVE (2006) er fordelingen av vann i Hjartdøla og Skogsåa estimert ved å sammenligne data for samtidige flommer ved stasjonene 16,10 Omnesfoss, 16,32 Hjartsjø og 16,155 Sønnlandsvann. Da det ikke foreligger måledata fra 2015-flommen ved hverken ved 16,32 Hjartsjø eller 16,155 Sønnlandsvann (hull i datasettes), foreligger det ikke grunnlag for å oppdatere analysene.

I tidligere flomberegning vurderes en arealskalering av flomvannføring hensiktsmessig, som for Hjartdøla gir et forholdstall mot Omnesfossen på 0,378. Ved samme antagelse for Skogsåa gir det et forholdstall på 0,554.

5.4.3 Kulminasjonsvannføring

Forholdet mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring ble i NVE (2006) estimert basert på formel for høstflom som blant er presentert i NVE (2011). Forholdstallet ble verifisert mot målinger ved 16.10 Omnesfoss. Aktuell formel for Hjartdøla gir en faktor på 1,37 for Hjartdøla og tilsvarende 1,32 for Skågsåa.

Under 2015-flommen (15. september) ble døgnmiddelflommen ved Omnesfoss målt til 383 m^3/s, mens høyeste timesvannføring ble målt til 499 m^3/s som gir et forholdstall på 1,30. Selve flomtoppen er derimot ikke inkludert i måleserien og er av NVE manuelt blitt korrigert til 589 m^3/s, som ville gitt et forholdstall på 1,54. På bakgrunn av beskrivelse av målinger under 2015-flommen fra stasjonsopplysninger i Hydra2, anses den korrigerte vannføringen og dermed forholdstallet som svært usikkert.

På bakgrunn av data fra 2015-flommen med tilhørende kvalitet vurderes det ikke hensiktsmessig å justere forholdstallet fra tidligere flomberegning. En faktor på 1,37 (fra ny beregning med aktuelt formelverk) benyttes derfor for både Hjartdøla og Skogsåna.

5.5 Klimaframskrivninger

I henhold til klimaprofil for Telemark (klimaservicesenteret, 2017) blir et klimapåslag på 20 % benyttet for å ta hensyn til forventet økning i flomstørrelser frem mot år 2100.

5.6 Dimensjonerende vannmengder

Dimensjonerende kulminasjonsvannføringer i Hjartdøla og Skogsåna inkludert klimapåslag er presentert i Tabell 6.

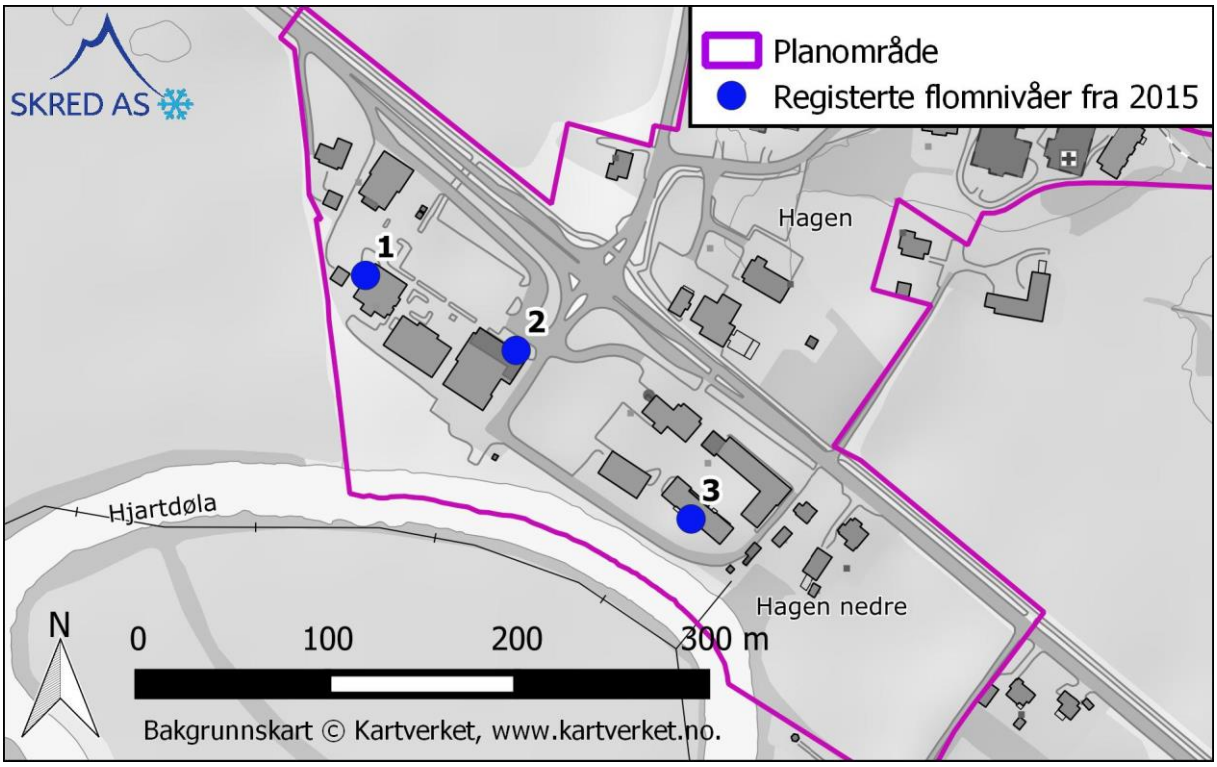
Tabell 6: Dimensjonerende flommer (kulminasjon) inkludert klimapåslag.

Vassdrag	Areal [km^2]	Klimapåslag [%]	Q20 [m^3/s]	Q200 [m^3/s]	Q1000 [m^3/s]
Hjartdøla	305	20	199	469	652
Skogsåna	448	20	292	688	957

6 Kalibreringsdata

For å kalibrere en hydraulisk modell er man avhengig av samtidige målinger av vannstand og vannføring. De to største flommene i Hjartdøla i «nyere tid» forekom i 1987 og 2015. I forbindelse med NVE sin flomsonekartlegging ble hydraulisk modell kalibrert opp mot 2007-flommen ettersom dataene som forelå for 1987-flommen viste seg å ha svært usikker kvalitet. 2007-flommen var betydelig mindre enn både 1987- og 2015-flommen.

Under befaringen ble kjente flommerker fra 2015-flommen i tilknytning til Sauland sentrum målt inn med CPOS-GPS. Registrerte flommerker er vist på Figur 9 under. I tillegg fikk vi en beskrivelse av utbredelsen til flommen, som også vil være nyttig for verifikasjon av den hydrauliske modellen.



Figur 9: Registrerte flomnivåer fra 2015-flommen i tilknytning til planområdet.

16.10 Omnesfoss målte flomvannføringen under 2015-flommen, der det må antas noe usikkerhet blant annet grunnet manuelle korrigeringer (ref. vurdering i flomberegning). Fordelingen av vannføring mellom Hjartdøla og Skogsåna er også usikker pga. mangelfullt grunnlag. For estimat av fordeling blir det benyttet arealskalering, tilsvarende som i flomberegninga. Vannmengder benyttet i kalibreringen er vist i Tabell 7.

Tabell 7: Estimerte vannmengder under 2015-flommen (kulminasjon).

Dato	Kulminasjon [m3/s] 16.10 Omnesfoss	Hjartdøla [m^3/s] 0,378×Omnesfloss	Skogsåna [m^3/s] 0,554×Omnesfloss
15. sep. 2015	589	225	325

7 Hydraulisk modellering

7.1 Metode

I beregning av vannlinje og hydrauliske parametere er programvaren Hec-Ras versjon 5.0.7 benyttet. De viktigste inngangsparameterne til Hec-Ras modellen er geometri (terrengmodell, grid, elvebanker og konstruksjoner), ruhet, grensebetingelser og vannføring. For å best mulig vurdere strømningsforholdene er en 2-dimensjonal-modell vurdert hensiktsmessig.

7.2 Oppsett av modell

7.2.1 Modelloppsett

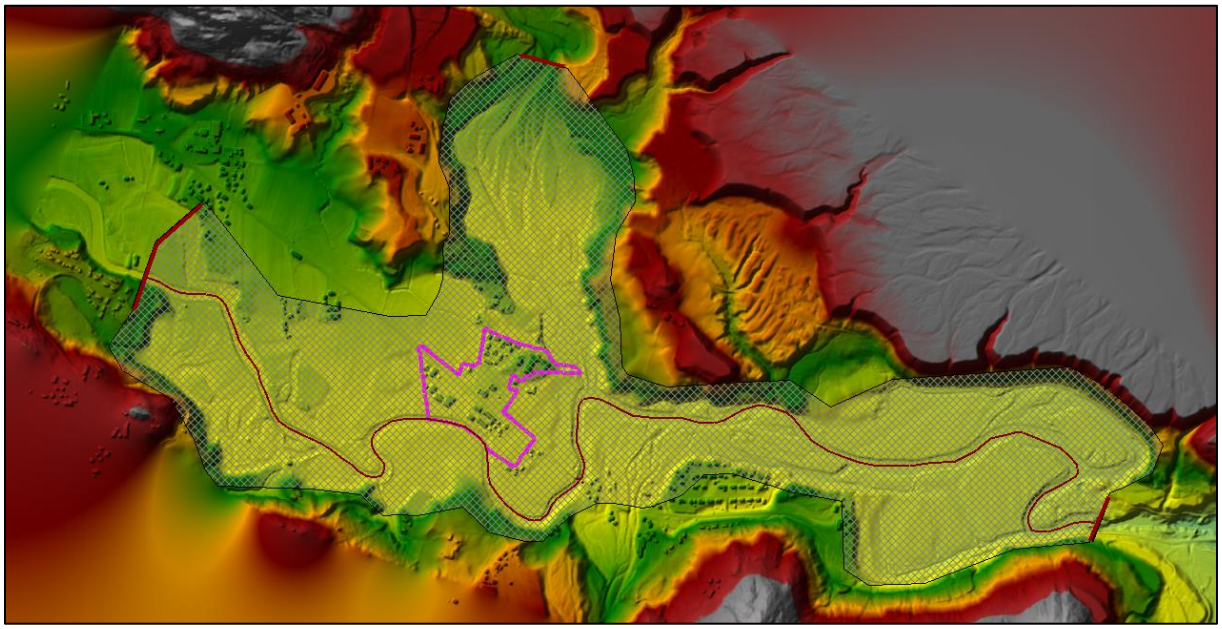
Basert på bakkepunkter fra LiDAR-data av området fra 2017 er det etablert en terrengmodell med horisontal oppløsning på 1 x 1 meter. Laserskanningen ble utført ved lav vannføring i Hjartdøla, og gir således en god beskrivelse av geometrien til elveløpet og områdene rundt. Under befaringen ble utvalgte profiler i elva målt inn med CPOS-GPS. I områder med mangelfulle laserdata er terrengmodellen justert etter oppmålingen. Byggverk er lagt inn i terrengmodellen basert på FKB-data for byggverk.

Øvre grensebetingelse i den hydrauliske modellen er satt omtrent ved idrettsplassen, mens nedstrøms betingelse er satt i første fallet til Åmnesfossen, ca. 3 kilometer nedstrøms planområdet. Begge betingelsene er plassert basert på hydrauliske betraktninger slik at de i ikke påvirker resultatene av modelleringen i tilknytning til planområdet.

Benyttede parametere i modellen er oppsummert av Tabell 8. Terrengmodell, benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser er illustrert i Figur 10

Tabell 8: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for Hjartdøla og Skogsåna.

Parameter	Verdi
Oppløsning på terrengmodell	1 x 1 meter
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Nedstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Cellestørrelse beregningsgrid	4x4 meter
Likningssett	Full momentum
Tidsskritt	Gitt av courant-number mellom 0,1 og 1,0
Manningstall	Kalibrert, se avsnitt 7,3



Figur 10: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser.

7.2.2 Modellering av brukonstruksjon

Der Hjartdøla krysser E134 er bruene lagt inn modellen ved at terrengmodellen er tilpasset etter landkar av kjørebrua og gangbrua. Denne tilnærmingen vil være gyldig opp til der flomnivået når underkant av brubane og det oppstår trykkstrømning. Da underkant gangbrua ligger lavest av de to bruene vil denne være dimensjonerende (kote + 84,45 moh).

For større flommer vil vannivået ved gangbrua nå høyere enn underkant bru og tilnærmingen over vil nødvendigvis ikke være gyldig. Da Hec-Ras ikke håndterer brukonstruksjoner blir bruer ofte lagt inn i modeller som «kulverter» eller «luker». Gjennom kalibreringen og ulike modellkjøringer har vi erfart at denne tilnærmingen ikke gir plausible resultater for Hjartdøla da resulterende vannlinje vil være svært konservativ. En alternativ tilnærming er derfor benyttet, etter følgende prosedyre:

1) En vannmengde i Hjartdøla som tilsvarer en situasjon der flomnivå ved gangbru er lik nivået til underkant av brubane er estimert i Hec-Ras gjennom en iterativ prosess.
2) Den hydrauliske modellen er justert der bruer er lagt inn som terskelkonstruksjoner. Vann kan dermed kun strømme over brubanen (ikke gjennom) eller over sideterreng.
3) Dimensjonerende vannmengder i Hjartdøla er redusert tilsvarende vannmengden identifisert i 1).
4) Den justerte hydrauliske modellen fra 2) er kjørt med vannmengde fra 3) for en vurdering av et realistisk overløp over veibanen.
5) Største vannstand gitt av modellresultatene fra 4) og en modell kjørt med full vannmengde og uten brudekke er satt som dimensjonerende for planområdet.

7.3 Kalibrering av modell

Ruheten i Hec-Ras modellen er kalibrert etter kjente flommerker fra 2015 og estimerte vannmengder gitt i Tabell 7. Resultatene fra kalibreringen er gitt i Tabell 9 der det refereres til punktene i Figur 9.

Tabell 9: Registrerte flomnivåer fra 2015-flommen og modellert vannstand fra kalibrert modell.

Punkt	Registrert [moh.]	Modellert [moh.]	Differanse [m]
1	83,41	83,46	+ 0,05
2	83,27	83,33	+ 0,06
3	83,04	83,21	+ 0,17

De modellerte flomnivåene er generelt noe høyere enn de målte. Kalibreringsvannføringen anses usikker, da både flomtoppen er manuelt korrigert av NVE, samt at fordelingen av vann mellom Hjartdøla og Skogsåa under 2015-flommen ikke er kjent.

Da det er realistisk at benyttet kalibreringsvannføring i Hjartdøla kan være noe høy, samt at de kalibrerte ruhetsparametere anses noe lave basert på anbefalinger i ulik litteratur, vurderes kalibreringsresultatene plausible. Resulterende Manningsnummer fra kalibreringen for ulike terrengtyper er vist i Tabell 10.

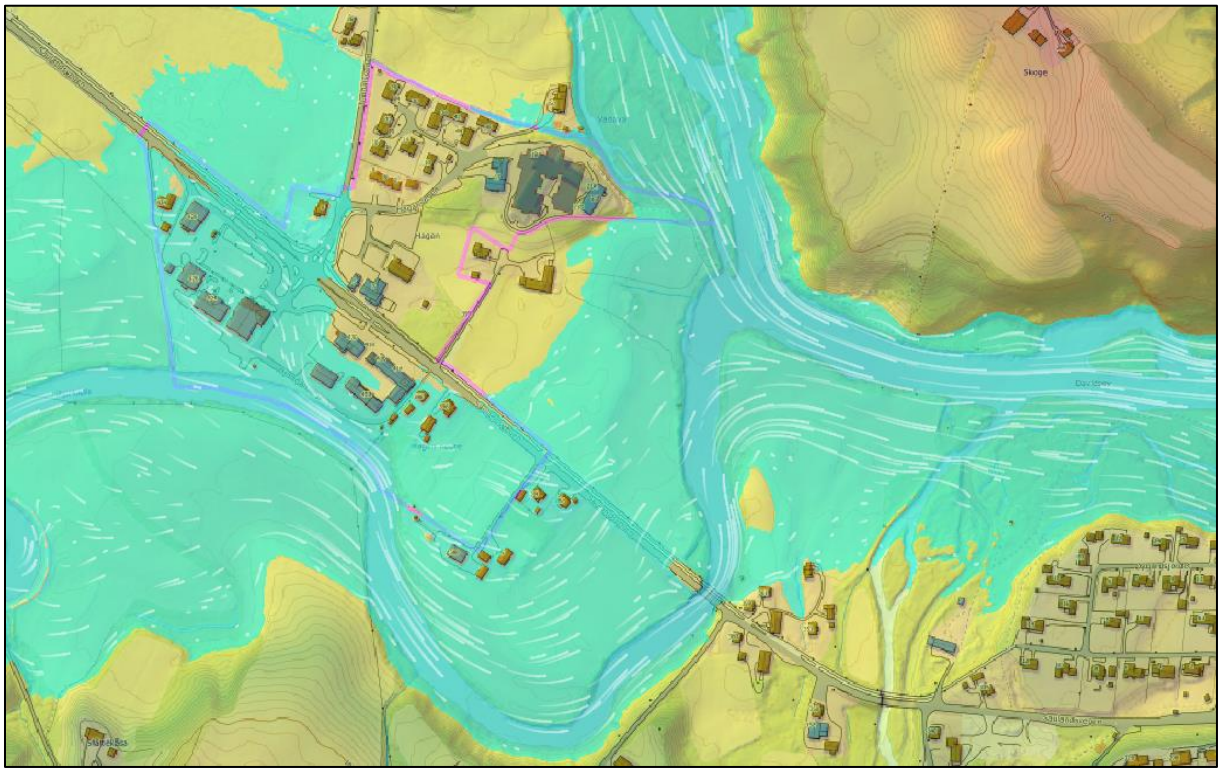
Tabell 10: Resulterende Manningsnummer fra kalibreringen for ulike terrengtyper.

Terrengtype	Manningsnummer, n
Elveløp	0,025
Dyra beite og myr	0,04
Skog	0,06
Samferdsel og urbant	0,017
Åpen mark	0,033

7.4 Resultater fra modelleringen

Modellering av en 20-årsflom inkludert klimapåslag viser at et deler av sentrumsområder sør for E134 vil bli berørt. Nedstrøms gangbru over Hjartdøla vil ha et fribord på ca. 0,9 meter, mens kjørebrua har et fribord på ca. 1,7 meter. Det vil ikke forekomme overløp over E134.

Modellering av en 200-årsflom inkludert klimapåslag viser betydelig større flomutbredelse i sentrumsområdet enn en 20-årsflom. I vestre del av planområdet vil vann gå over vegbanen og fordele seg utover jordene, der også noe bebyggelse bli berørt. Øst i planområdet vil flomvann gå i overløp over vegbanen og tilbake til elveløpet på nedstrøms side. Ved bruene vil det oppstå trykkstrømning. Det estimeres at ca. 275 m^3/s vil gå gjennom bruåpningen, mens ca. 195 m^3/s vil kunne renne over E134 og områdene mellom planområdet og bruene. Illustrasjon av modellert strømningsmønster er vist i Figur 11.



Figur 11: Illustrasjon av modellert strømningsmønsteri tilknytning til planområdet for en 200-årsflom inkludert klimapåslag (simulering av type 4 angitt i 7.2.2).

Modellering av en 1000-årsflom inkludert klimapåslag viser omtrent samme situasjon som en 200-årsflom, men med noe større omfang. Det estimeres at ca. 375 m^3/s kan renne over E134 og områdene mellom planområdet og bruene.

Basert på resultatene fra modelleringen er det tegnet flomsonekart for 20-, 200- og 1000-årsflom inkludert klimapåslag. Kartene er gitt i Kartbilag 1 til 3.

7.5 Sensitivitetsanalyse

Sensitivitet til den hydrauliske modellen i tilknytning til planområder er vurdert, ved å se på følsomheten ved økt vannføring og ruhet med utgangspunkt i en 200-årsflom inkl. klimapåslag.

En økning i vannføring på 40 % ga en økning i vannlinje i tilknytning til planområdet på ca. 0,3 - 0,4 meter. En økning i ruhet på 20 % ga en økning på 0,1 – 0,15 meter.

7.6 Verifikasjon mot 2020-flommen

Mellom 4. og 5. oktober 2020, etter at første versjon av rapporten ble levert, var det en flom i Hjartdøla og Skogsåa.

Ved målestasjon 16.10 Omnesfoss kulminerte flommen 4. oktober klokken 24:00 med en vannføring på 331 m^3/s, mens ved målestasjon 16,155 Sønnlangsvatn kulminerte flommen noe senere, 5. oktober klokken 05:00. Fra Skagerak Energi har vi mottatt estimert vannføring ut fra Hjartsjåvatnet, der flommen kulminerte 5. oktober mellom klokken 01:00 og 02:00.

Både Sønnlandsvatn og Hjartsjåvatnet ligger ca. 11 kilometer oppstrøms Sauland sentrum. Ved antagelse om en gjennomsnittlig vannhastighet i Skogsåa på 2-3 m/s tilsvarer det en forsinkelse på ca. 1 time fra flomtoppen inntreffer ved Sønnlandsvatn til den når Sauland/Omnesfoss. Skagerak Energi har informert om at de har registret en forsinkelse på ca. 3 - 4 timer mellom Hjartsjåvatnet og Omnesfoss ved flom. At kulminasjonsvannføringen inntreffer tidligere ved Omnesfoss enn ved de oppstrøms målepunktene Sønnlandsvatn og Hjartsjåvatnet indikerer at lokaltilsiget nedstrøms disse målepunktene under flommen har vært betydelig.

Basert på foreliggende vannføringsdata er fordelingen i vannføring mellom Hjartdøla og Skogsåa estimert. Det antas at Hjartdøla ved Sauland kulminerte omtrent samtidig med Omnesfoss. Ved å anta en forsinkelse på henholdsvis 1 og 3 timer fra Sønnlandsvatn og Hjartsjåvatnet kan man estimere bidraget til Hjartdøla og Skogsåa fra områdene oppstrøms målepunktene. Resterende vannmengde forventes tilført nedstrøms målepunktene der det gjøres en antagelse om samme spesifikk vannføring i de nedre delfeltene til Hjartdøla og Skogsåa. Den spesifikke vannføringen her estimeres fra måledata ved Omnesfoss der bidraget fra målestasjonene Sønnlandsvatn og Hjartsjåvatnet trekkes fra.

Estimerte spesifikke vannmengder under 2020-flommen for tidspunkt med kulminasjon ved Sauland er vist i Tabell 11. Resulterende vannføring ved antatt kulminasjon i Hjartdøla ved Sauland er gitt i Tabell 12. Det påpekes at vannføringene er beheftet usikkerhet.

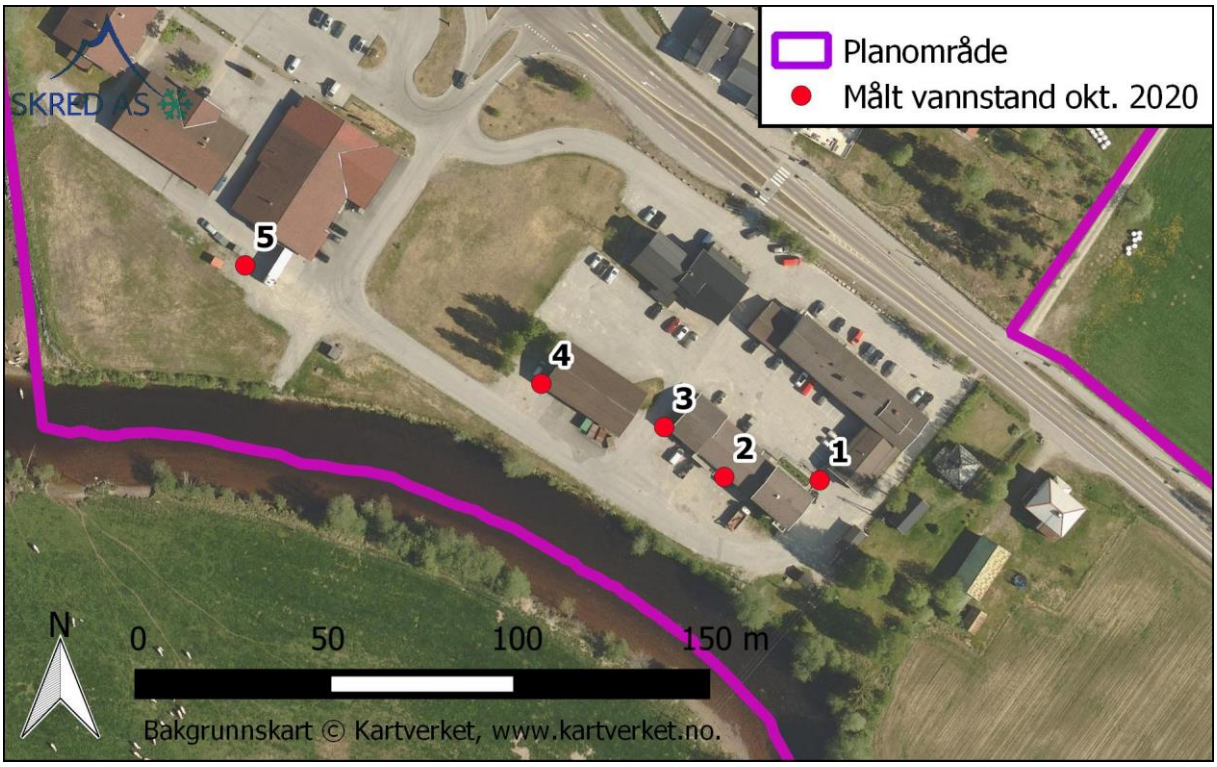
Tabell 11: Estimerte spesifikke vannmengder under 2020-flommen for tidspunkt med kulminasjon ved Sauland.

Målestasjon	Tidspunkt	Q [m^3/s]	Feltareal	q [$l/s*km^2$]
Omnesfossen	24:00 (4. okt.)	331	808	410
Sønnlandsvatn	23:00 (4. okt.)	56	375	149
Hjartsjåvatnet	21:00 (4. okt.)	85	215	395
Q mellom målepunkt og Omnesfossen	-	**190**	**218**	**872**

Tabell 12: Estimerte vannmengder i Hjartdøla og Skogsåa ved antatt kulminasjon i Hjartdøla 4. – 5. oktober 2020.

	Nedstrøms Sønnlandsvatn og Hjartsjåvatnet		Oppstrøms Sønnlandsvatn og Hjartsjåvatnet	Q total [m^3/s]
	Areal [km^2]	Q [m^3/s]	Q [m^3/s]	
Hjartdøla	90	78	85	163
Skogsåa	73	64	56	120

Høyeste vannstand under 2020-flommen ble målt inn av Hjartdal kommune på flere punkter i planområdet. Lokasjon til punktene er vist i Figur 12.



Figur 12: Lokasjon til målte vannstander under 2020-flommen.

Den kalibrerte modellen er kjørt med de estimerte vannmengdene i Hjartdøla og Skogsåa for 2020-flommen. Modellerte flomnivåer er i Tabell 13 sammenlignet mot målte flomnivåer.

Tabell 13: Målte flomnivåer under 2020-flommen sammenlignet mot modellerte nivåer.

Punkt	Innmålt vannstand fra 2020-flommen [moh]	Modellert flomnivå [moh]	Avvik [meter]
1	82,72	82,86	+ 0,14
2	82,85	82,86	+ 0,01
3	82,73	82,86	+ 0,13
4	82,69	83,95	+ 0,26
5	82.90	83,07	+ 0,17

Beregningene viser at modellen generelt overestimerer vannstand, som generelt vil tilsi at modellen er noe konservativ for mindre flommer. Avviket kan også skyldes usikkerheten i kalibreringsdataene, noe som virker realistisk. I hovedsak vurderes følgende som mulige feilkilder:

- Oppmålte flomnivåer virker noe grove. Til eksempel forventes det at punkt 4 skal ha en høyere vannstand enn både punkt 1, 2 og 3 da disse ligger nedstrøms, noe som ikke er tilfelle her.

- Fordeling av vannføring mellom Hjartdøla og Skogsåa er usikker. Mottatt vannmengde fra Skagerak Energi for vannføring ut av Hjartsjåvatnet er beheftet usikkerhet, da estimatet er basert på enkel hydraulisk formel for lukeåpninger. I tillegg er det usikkerhet rundt lokaltilsiget i nedre del av Hjartdøla og Skogsåa.

Figur 13 og Figur *14* viser henholdsvis et bilde tatt under 2020-flommen og omfang av flommen gitt av den hydrauliske modellen i samme område.



Figur 13: Bilde tatt under 2020-flommen (foto: Roar Borgerås, Hjartdal kommune).



Figur 14: Modellert omfang av 2020-flommen hvor det også er tatt bilde (se Figur 13).

8 Faresoner for flom

8.1 Faresoner

Resulterende faresoner for flom etter sikkerhetsklassene i TEK17 §7-2 fremkommer av Kartbilag 1 til 3. På kartene er også dimensjonerende flomnivåer vist.

Ved praktisk bruk av faresonene og flomnivåene anbefales det å benytte en ekstra sikkerhetsmargin på minimum 0,3 meter.

8.2 Avvik fra NVE sine faresoner fra 2007

Resulterende faresoner avviker stedvis fra faresonene utarbeidet av NVE i 2007. Avvikene vurderes å være et resultat av bruk av annet terrenggrunnlag, annet modelloppsett og tilgang på kalibreringsdata. Under gis det en beskrivelse av forhold som vurderes å ha innvirkning på avviket mot de eldre flomsonene.

Terrengdata:

Det foreligger i dag betydelig bedre terrengdata enn hva som forelå i 2007. Terrengmodellen benyttet ved etablering av hydraulisk modell i 2006 var basert på en kombinasjon av oppmåling av tverrprofiler i elva og FKB-data. FKB-dataene hadde variabel oppløsning som kan gi en unøyaktig terrengmodell. I NVE sin flomsonerapport er blant annet følgende beskrevet i avsnitt 2,4,2:

> *«NB! Store deler av området er kartlagt med 2-meters koter. Forventet nøyaktighet vil dermed være noe dårligere for områder som ligger mellom de konstruerte kotene, antakelse om +/- 40 cm gjeldende for kartlagt område. I tillegg er området mellom tverrprofil 13 og 16 kun kartlagt med 5 meters koter.»*

I de nye beregningene er 5pkt laserdata fra 2017 benyttet. Laserskanningen ble gjort ved lav vannføring i Hjartdøla og gir derfor også en god beskrivelse av elveløpet. Som supplement til laserdataene har vi utført oppmåling med CPOS-GPS i områder av elva med dårligere dekning (typ. kulper eller overhengende vegetasjon).

Oppsummert foreligger det i dag et betydelig bedre grunnlag for etablering av en nøyaktig terrengmodell enn hva som forelå i 2007.

Programvare og modelloppsett:

Modelleringen i 2007 ble utført med en 1D-modell. En 1D-modell beregner en vannstand i hvert enkelt profil og tar utgangspunkt i at vannet renner 90 grader på profilet. Tverrprofiler ble hentet ut fra en terrengmodell, der kvaliteten er mye bedre i dag enn i 2007 (se punkt over). For å representere en situasjon der man har et mer komplisert strømningsbilde og vannet strømmer i flere retninger må man «knekke» tverrprofilene slik at vannstrømmen hele tiden renner 90 grader på profilet. I tillegg må man blant annet definere ineffektive strømningsområder. Dette er vanskelig å gjøre helt korrekt, spesielt på flomsletter og sentrumsområder slik som ved Sauland.

Ved etablering av tverrprofiler i 1D er det også viktig at profilene trekkes ut gjennom flomsonen, slik at terrenget i sidekanter er høyere enn dimensjonerende vannstand i ytterkantene av profilet. Om dette ikke gjøres risikerer man å overestimere vannlinje da vannet i modellen får «mindre plass» enn i virkeligheten. Fra modell oversendt fra NVE ser det ut som at dette er tilfelle i 2007-beregningen. Tverrprofilene ved sentrum ser kun ut til å dekke elveløpet med sideterreng på 20-30 meter, noe som kan gi betydelig overestimering av vannlinja.

I de nye beregningene er 2D-modellering benyttet, da det vurderes hensiktsmessig sammenlignet med en 1D-modellering av området. Man eliminerer da blant annet usikkerheten ved å «knekke profiler» i 1D samt i mye større grad får tatt hensyn til romligere variasjoner i terreng (inkl. bygg) og ruhetsforhold.

Oppsummert forventes det at en 2D-modell vil kunne gi et mer nøyaktig bilde av strømningssitasjonen under flom ved Sauland enn tidligere benyttet 1D-modell.

Kalibreringsdata:

I de nye beregningene ble den hydrauliske modellen kalibrert opp mot 2015-flommen, som kan ha hatt en returperiode på mer enn 20 år. NVE sin modell ble kalibrert opp mot 2007-flommen som var betydelig mindre enn 2015-flommen. Det foreligger i dag altså et bedre grunnlag for kalibrering enn hva som forelå i 2007.

9 Vurdering av erosjonssikkerhet

I henhold til krav i TEK17 §7-2 skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Elvekant består delvis av erosjonssikring av stein og kantvegetasjon. Det ble under befaringen ikke påvist betydelig pågående erosjon i elvekant, men vannhastigheter under flom og løsmassene i området tilser at det er potensiale. Det har tidlige forkommet erosjonsskader under flom langs elva.

For å sikre tilstrekkelig erosjonssikkerhet over tid, er det nødvendig med jevnlig tilsyn og eventuell utbedring av erosjonssikring/elvekant ved skader.

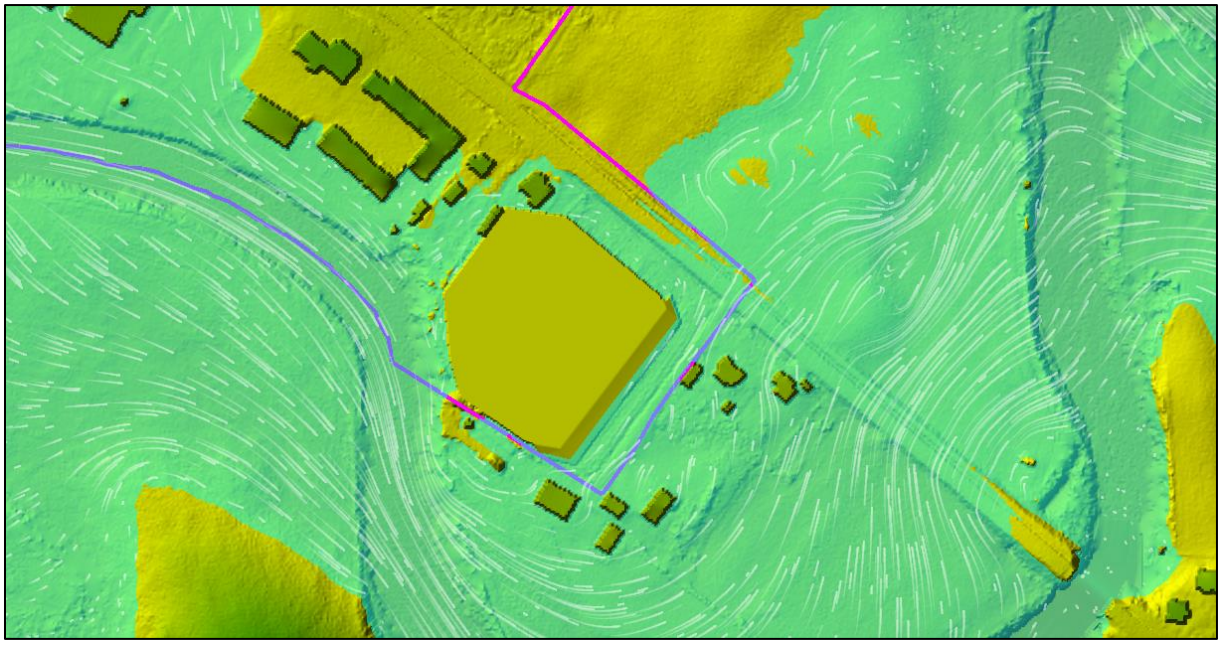
Vurdering av erosjonssikkerhet tar ikke høyde for potensiell kvikkleire eller andre materialer med sprøbruddegenskaper der erosjon kan gi brå, større utglidninger. Dersom kvikkleire eller andre materialer med sprøbruddegenskaper påvises i forbindelse med grunnundersøkelser, eller vurderinger etter TEK17 §7-3, må det gjøres supplerende vurderinger av erosjonssikkerhet basert på aktuelle veiledere og sikkerhetsklasse.

10 Vurdering av terrengheving ved Hagenjordet

Som et avbøtende tiltak mot flom ved Hagenjordet (gbnr. 72/109) vurderes det å heve terreng til kote + 84,0. Det planlegges her boliger der sikkerhetsklasse F2 i TEK17 §7-2 er aktuelt.

For å vurdere effekt av tiltaket er terrenget benyttet i den kalibrerte hydrauliske modellen hevet lokalt. Det er tatt utgangspunkt i skisse med høydekoter oversendt fra Asplan Viak i e-post datert 13.11.2020. Det er kjørt en modellering av 200-årsflom med klimapåslag med justert terrengmodell (modell der det antas at nedstrøms bru har kapasitet til ca. ca. 275 m^3/s). For å kunne vurdere effekten av tiltaket er modellresultatene sammenlignet med resultatene gitt med dagens terreng.

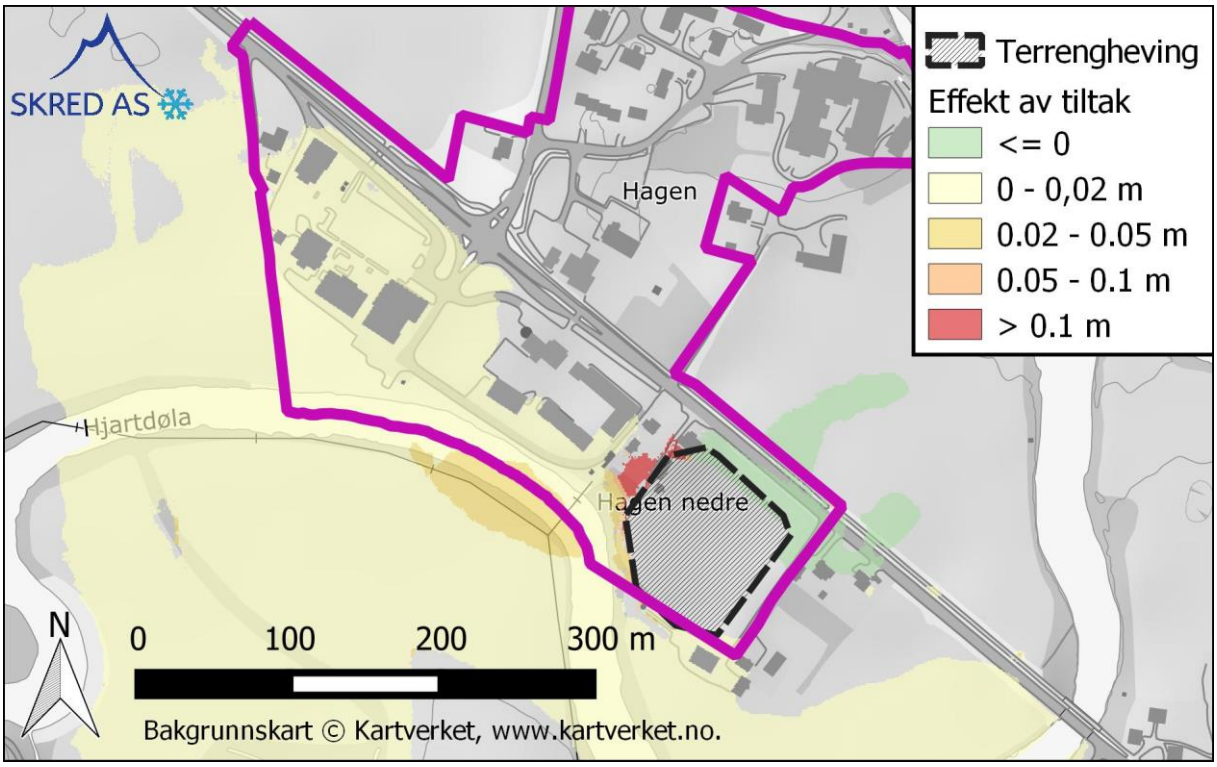
Illustrasjon av modellert strømningsmønster rundt tiltak ved en 200-årsflom inkl. klimapåslag er vist i Figur 15. 200-års flomnivå rundt tiltak er modellert til mellom kote + 83,3 og + 83,6 moh.



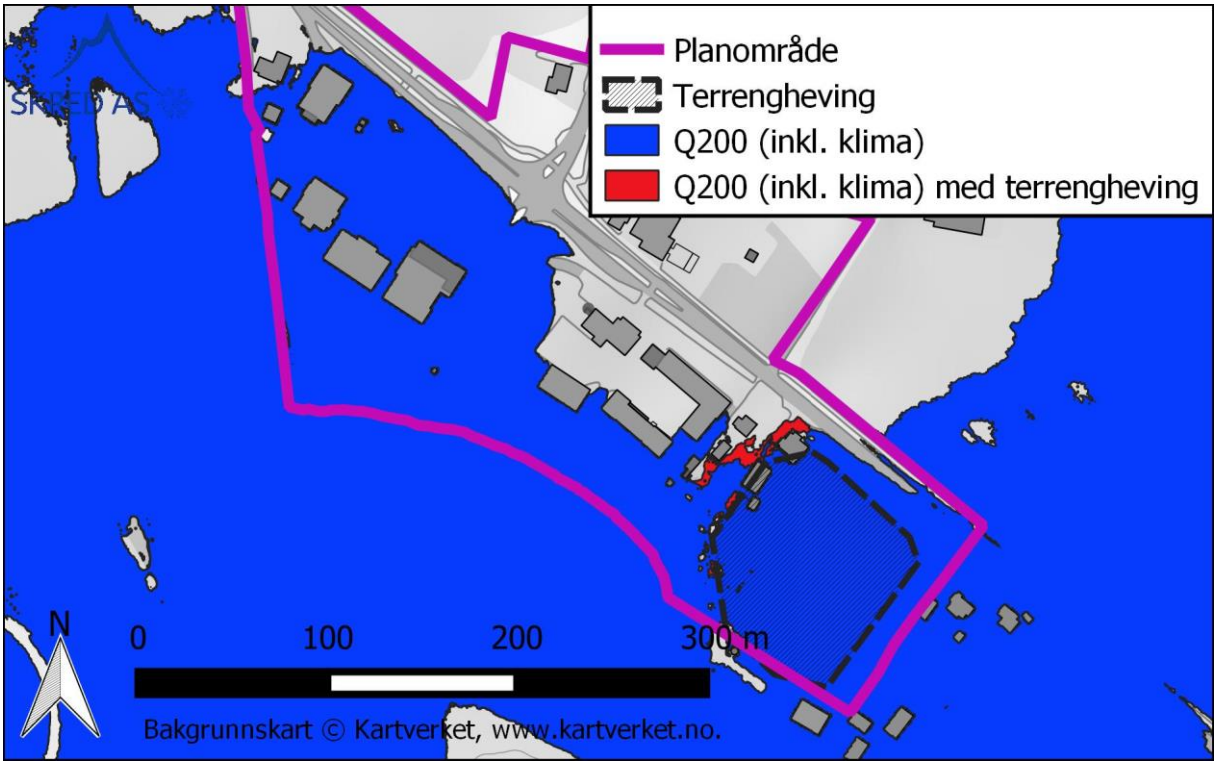
Figur 15: Illustrasjon av modellert strømningsmønster rundt tiltak ved en 200-årsflom inkl. klimapåslag.

Tiltaket gir en teoretisk økning i vannlinje i sentrumsområdet på mindre enn 0,02 meter, og ingen betydelig økning av faresone. Rett oppstrøms tiltaket er det lokalt en større økning i vannlinje på rundt 0,20 m, samt en liten økning i oversvømt areal. Økningen skyldes et noe redusert strømningstverrsnitt mot overløpet over Saulandsvegen. I modelleringen er det ikke tatt høyde for at eksisterende bygg i tilknytning til terrenghevingen rives, noe som forventes å redusere den vurderte effekten noe ettersom disse hindrer strømning i modellen. Endring i strømningshastighet for området ligger på rundt 0,02-0,03 m/s, og vurderes å ikke ha noen betydning.

Figur 16 viser modellert endring av vannlinje som en konsekvens av terrengheving (uten rivning av bygg), mens Figur 17 illustrerer modellert effekt på flomutbredelse.



Figur 16: Teoretisk effekt av endring i 200-års vannlinje (inkludert klimapåslag) etter tiltak.



Figur 17: Illustrerer av modellert effekt på flomutbredelse før og etter terrengheving.

11 Konklusjon

NVE sin flomberegning av Hjartdøla og Skogsåa fra 2006 er oppdatert basert på forlengende måleserier ved benyttede målestasjoner. Oppdateringen av flomtall ga kun mindre endringer sammenlignet med tidligere beregning.

Beregningene viser at en 20-årsflom inkludert klimapåslag vil berøre sentrumsområder sør for E134, mens en 200- og 1000-årsflom inkludert klimapåslag gir betydelig større utbredelse der flomvann også vil renne over E134. Beregningene viser at nedstrøms bruer over E134 ikke har kapasitet for en 200-årsflom, der gangbrua har minst kapasitet.

Basert på resultatene fra modelleringen er det tegnet faresoner som viser utbredelsen og flomnivåer av 20-, 200- og 1000-årsflom inkludert klimapåslag. Ved praktisk bruk av faresonene og flomnivåene anbefales det å benytte en ekstra sikkerhetsmargin på minimum 0,3 meter.

12 Referanseliste

DiBK, 2018. Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK17) [WWW Document]. Hjemmeside. URL http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/

Norsk Klimaservicesenter, 2017. Klimaprofil Telemark. Juli 2017. URL https://cms.met.no/site/2/klimaservicesenteret/klimaprofiler/klimaprofil-telemark/_attachment/14290?_ts=167ad43e39e

NVE, 2006. Flomberegning for Sauland. NVE Dokument 14-2006.

NVE, 2007. Flomsonekart Delprosjekt Sauland. NVE Rapport 15-2007.

NVE, 2011. Retningslinjer for flomberegninger. NVE retningslinjer 4-2011.

NVE, 2016. Klimaendring og framtidige flommer i Norge. NVE rapport 81-2016.

Spreafico, M., Hodel, H.P., Kaspar, H., 2001. Rauheiten in ausgesuchten schweizerische Fliessgewässern.