

Oppdragsgiver	Navn Hå kommune	Kontaktperson Sandra Bernhoft
Oppdrag	Nummer og navn 22574 Hå i Rogaland, Nærbø – Flomfarevurdering for brannstasjon, detaljregulering for Halvmånen	Oppdragsleder Ragnhild Hammeren
Dokument	Nummer 22574-01-1 Utført av Ragnhild Hammeren	Dato 2023-02-13 Kontrollert av Ingvild Brekke

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	13.02.2023	RH	IB	Versjon 1

## Flomfarevurdering

### Sammendrag

I forbindelse med detaljregulering av Halvmånen, Nærbø brannstasjon i Hå kommune er Skred AS bedt om å utføre en flomfarevurdering av planområdet. Dalabekken utgjør en potensiell flomfare. Krav til sikkerhet mot flom gitt av TEK17 §7-2, sikkerhetsklasse F2 og F3, er lagt til grunn for vurderingene.

Dimensjonerende 200-årsflom og 1000-årsflom i Dalabekken, inkludert klimapåslag på 40 %, er beregnet til hhv. 8,9 m<sup>3</sup>/s og 11,2 m<sup>3</sup>/s. Det er etablert en hydraulisk modell av Dalabekken med omliggende områder. Modelleringen viser at kapasiteten til stikkrennene under Opstadvegen er for liten både for fremtidig 200-årsflom og 1000-årsflom, slik at vann stuves opp oppstrøms vegen helt til vannstanden blir høy nok til at vegen overtoppes. Dette gjør at et stort område oppstrøms vegen oversvømmes.

Det er tegnet opp faresone for flom for planområdet, som viser hvilke områder som vurderes utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 og 1/1000 i år 2100, som tilsvarer sikkerhetsklasse F2 og F3 i TEK17. Faresonene er i stor grad påvirket av kapasiteten til stikkrennene under Opstadvegen.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
1.1	Bakgrunn	5
1.2	Befaring	5
1.3	Forbehold	5
<b>2</b>	<b>Krav til sikkerhet</b>	<b>7</b>
2.1	Lovverket	7
2.2	Flom	7
2.2.1	Aktuelle krav	8
<b>3</b>	<b>Beskrivelse av området, elveløp, konstruksjoner og grunnforhold</b>	<b>9</b>
3.1	Område og elveløp	9
3.2	Konstruksjoner	11
3.3	Grunnforhold	14
<b>4</b>	<b>Flomberegning</b>	<b>15</b>
4.1	Metode	15
4.2	Beskrivelse av nedbørfelt	15
4.3	Flomfrekvensanalyse	16
4.3.1	Målestasjoner	16
4.3.2	Valg av metode for flomfrekvensanalyse	17
4.3.3	Lokal flomfrekvensanalyse	17
4.3.4	Regional flomfrekvensanalyse	19
4.4	Nedbør-avløpsmetoder	19
4.4.1	PQRUT	19
4.4.2	Den rasjonale metode	20
4.5	Klimaframskrivninger	21
4.6	Vurdering av resultater	21
4.6.1	Middelflom	21
4.6.2	Vekstfaktor	21
4.6.3	Sammenligning av resultater fra ulike metoder	21
4.7	Dimensjonerende vannmengder	22
4.8	Klassifisering av det hydrologiske datagrunnlaget for flomberegningen	22
<b>5</b>	<b>Hydraulisk modellering</b>	<b>23</b>
5.1	Metode	23
5.2	Oppsett av modell	23
5.2.1	Modelloppsett	23
5.2.2	Konstruksjoner	24
5.3	Modellert fremtidig 200-årsflom	24
5.4	Modellert fremtidig 1000-årsflom	24
5.5	Sensitivitetsanalyse	25
5.6	Klassifisering av hydraulisk modell	25

5.7	Sikkerhetspåslag .....	25
<b>6</b>	<b>Faresoner for flom.....</b>	<b>26</b>
<b>7</b>	<b>Vurdering av erosjonssikkerhet .....</b>	<b>27</b>
7.1	Erosjonssikkerhet.....	27
<b>8</b>	<b>Risikoreduserende tiltak.....</b>	<b>28</b>
<b>9</b>	<b>Konklusjon .....</b>	<b>29</b>
<b>10</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>30</b>
<b>11</b>	<b>Vedlegg.....</b>	<b>31</b>

## Figurer

Figur 1:	Beliggenheten til planområdet i Hå kommune.....	5
Figur 2:	Oversiktskart over vurdert område, bekkeløp og eksisterende tiltak.....	9
Figur 3:	Bilde av bekkeløp i oppstrøms ende av planområdet sett oppover, oppstrøms kryssing av privat veg. ....	10
Figur 4:	Bilde av bekkeløp oppstrøms Opstadvegen, sett nedover.....	10
Figur 5:	Bilde av kanalisert bekkeløp nedstrøms planområdet.....	11
Figur 6:	Bilde av bru langs privat veg, oppstrøms side.....	12
Figur 7:	Bilde av innløp til stikkrenner under Opstadvegen.....	13
Figur 8:	Løsmassekart, NGU .....	14
Figur 9:	Feltgrensene til Dalabekken.....	15
Figur 10:	Lokasjon til utvalgte målestasjoner.....	16
Figur 11:	Hypsografisk kurve til Dalabekken og vurderte målestasjoner.....	17
Figur 12:	Sammenligning mellom vurderte IVF-kurver for 200-års nedbør.....	20
Figur 13:	Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser.....	24
Figur 14:	Faresone som viser områder utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 og 1/1000 i år 2100 (sikkerhetsklasse F2 og F3).....	26
Figur 15:	Illustrasjon av sikkerhetssone mot erosjon (gjengitt fra TEK17 §7-2 fjerde ledd)....	27

## Tabeller

Tabell 1:	Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggt teknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2018).....	7
Tabell 2:	Feltkarakteristika til Dalabekken.....	15
Tabell 3:	Feltkarakteristika og kurvekvaliteten til utvalgte referansevassdrag.....	16
Tabell 4:	Resultater fra flomfrekvensanalyse på utvalgte måleserier, findata.....	18
Tabell 5:	Resultater fra flomfrekvensanalyse på utvalgte måleserier, døgnmiddel.....	18
Tabell 6:	Beregnet forholdstall ved noen av de største flommene ved utvalgte målestasjoner.....	18
Tabell 7:	Resultater fra RFFA-NIFS for Dalabekken (kulminasjon).....	19

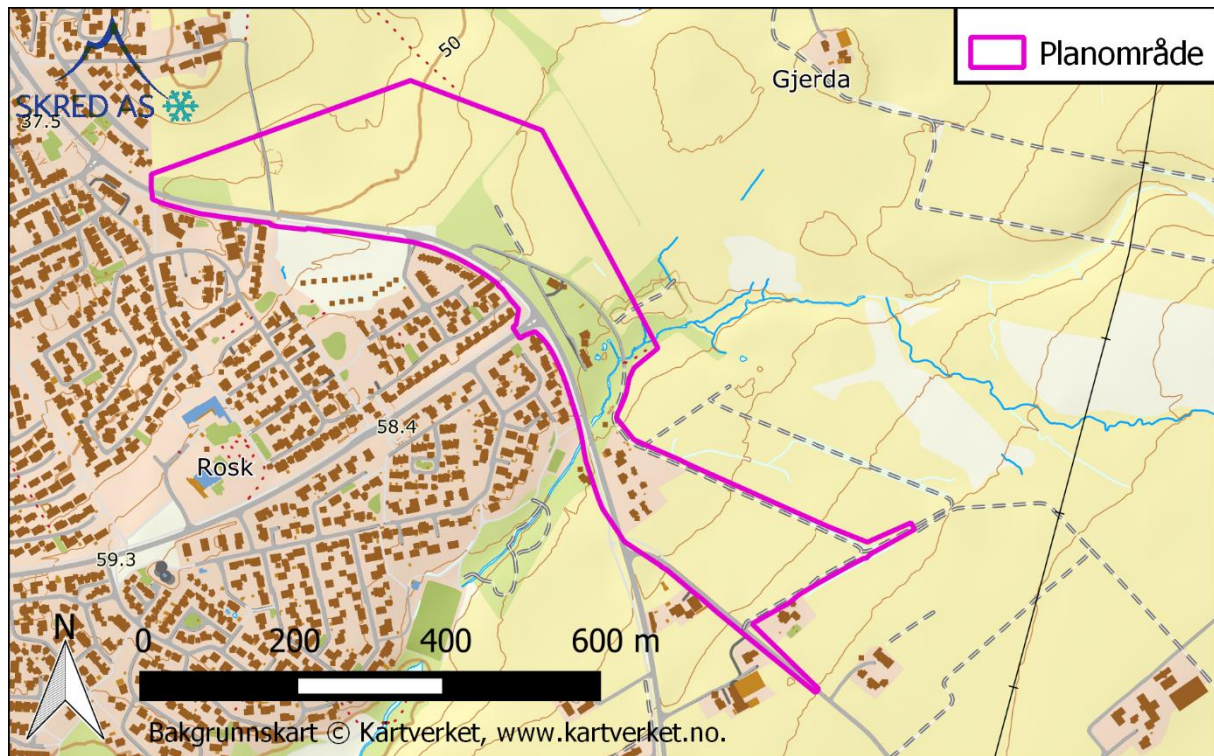
Tabell 8: Resultater fra RFFA-2018 for Dalabekken (døgnmiddel). .....	19
Tabell 9: Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonale metoden for Dalabekken (kulminasjon). .....	20
Tabell 10: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.) ....	22
Tabell 11: Dimensjonerende vannmengder i Dalabekken med og uten klimapåslag (kulminasjon). .....	22
Tabell 12: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for Dalabekken.....	23

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

I forbindelse med detaljregulering av Halvmånen, Nærbø brannstasjon i Hå kommune er Skred AS bedt om å utføre en flomfarevurdering av det omsøkte området. Dalabekken renner gjennom planområdet og utgjør ifølge NVE sine aktsomhetskart for flom en potensiell flomfare. Krav til sikkerhet mot flom gitt av TEK17 §7-2 skal legges til grunn for vurderingene.

Beliggenhet til planområdet er vist på Figur 1.



Figur 1: Beliggenheten til planområdet i Hå kommune.

## 1.2 Befaring

Befaring av området og elvestrekningen ble utført 18.01.2023 av Ragnhild Hammeren (Skred AS). Det var oppholdsvær, nysnø på bakken og generelt ok befaringsforhold. Registreringer ble gjort til fots. Innmålinger ble utført med CPOS-GPS.

## 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.

Området ligger under marin grense der marin avsetning og kvikkleire potensielt kan forekomme. Vurderingene av erosjonssikkerhet tar utgangspunkt i registreringer 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 påvises i forbindelse med grunnundersøkelser eller vurderinger etter TEK17 §7-3 må det gjøres supplerende vurderinger av erosjonssikkerhet basert på aktuelle veiledere og sikkerhetsklasse.

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

## 2 Krav til sikkerhet

### 2.1 Lowerket

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 innebærer byggverk med lite personopphold som garasjer og lagerbygninger.

Sikkerhetsklasse F2 omfatter tiltak der flom vil føre til middels konsekvenser. Dette innebærer 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

I retningslinjene til TEK17 er det gitt ulike eksempler, beskrevet på forrige side, på hva slags bebyggelse som ligger innenfor de ulike sikkerhetsklassene mot flom. For aktuelt tiltak er sikkerhetsklasse F2 og F3 relevant.



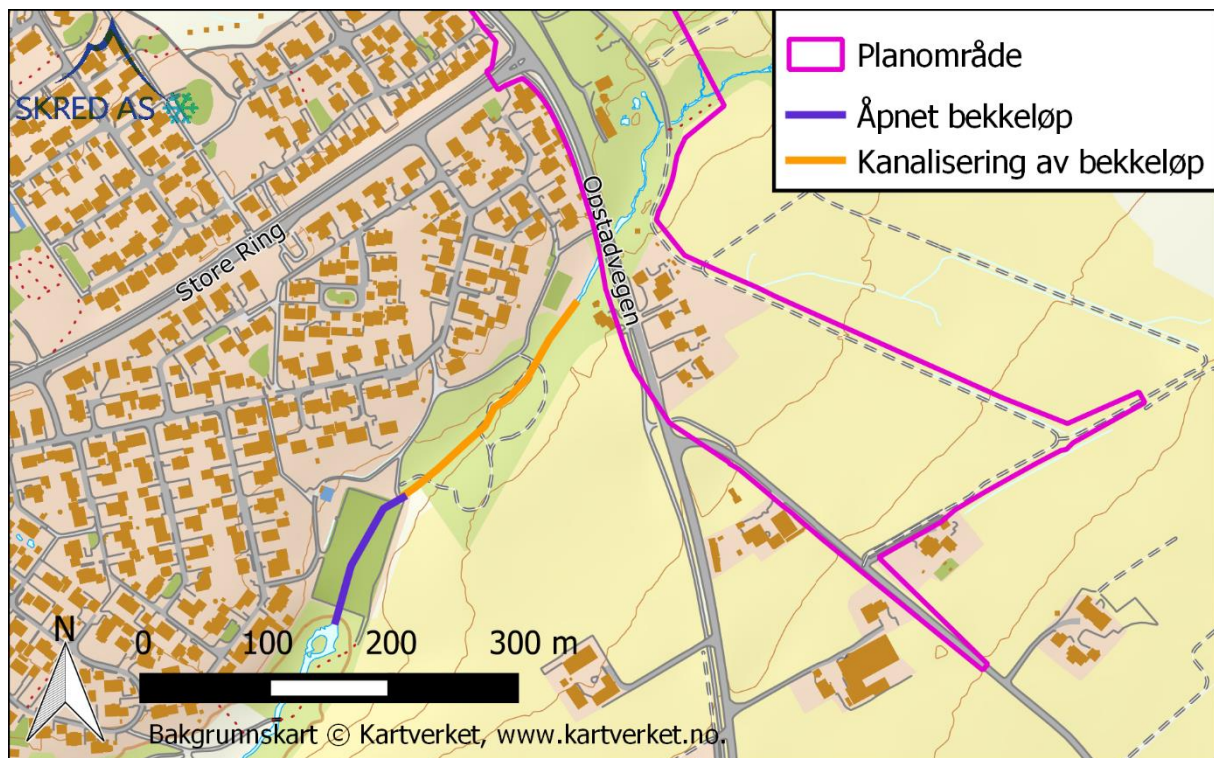
### 3 Beskrivelse av området, elveløp, konstruksjoner og grunnforhold

#### 3.1 Område og elveløp

Dalabekken renner omtrent midt gjennom planområdet, fra nordøst til sørvest. I planområdet krysses bekken av en privat veg og av fylkesvegen Opstadvegen. Oppstrøms og gjennom planområdet er bekkeløpet naturlig. Nedstrøms planområdet er bekkeløpet kanalisert i en strekning på ca. 250 meter.

Gjennom planområdet består bekkeløpet av sand og noe steiner i ulik størrelse. Langs sidekantene er det gressvegetasjon og stedvis store steiner. Det er noe undergraving i sanda langs sidekantene. Det kanaliserte bekkeløpet nedstrøms planområdet er 2-3 meter bredt og 1 meter dypt, består av en blanding av sand/fine masser og stein i ulike størrelser i bunnen og murte sidekanter. Nedstrøms kanaliseringen av bekkeløpet, er bekken åpnet slik at det ikke stemmer med det som vises i kart. Figur 2 viser et oversiktskart over området.

Figur 3 og Figur 4 viser bilder av bekkeløpet gjennom planområdet. Figur 5 viser et bilde av det kanaliserte bekkeløpet nedstrøms planområdet.



Figur 2: Oversiktskart over vurdert område, bekkeløp og eksisterende tiltak.



*Figur 3: Bilde av bekkeløp i oppstrøms ende av planområdet sett oppover, oppstrøms kryssing av privat veg.*



*Figur 4: Bilde av bekkeløp oppstrøms Opstadvegen, sett nedover.*



Figur 5: Bilde av kanalisert bekkeløp nedstrøms planområdet.

### 3.2 Konstruksjoner

Innenfor planområdet krysses Dalabekken av en privat veg og av fylkesvegen Opstadvegen. Den private vegen krysser bekken med en bru med to løp. Brua ble målt opp under befaringen og har en lysåpning på bredde x høyde = 1 x 1 meter på hver side av midtpilaren. Midtpilarens tykkelse ble målt til ca. 0,6 meter og brudekkets tykkelse til 0,4 - 0,5 meter. Et bilde av brua er vist i Figur 6.

Opstadvegen krysser bekken med tre stikkrenner i betong med innvendig diameter målt til 850 mm. Overhøyde til veg er ca. 4 meter. Et bilde av stikkrennenes innløp er vist i Figur 7.



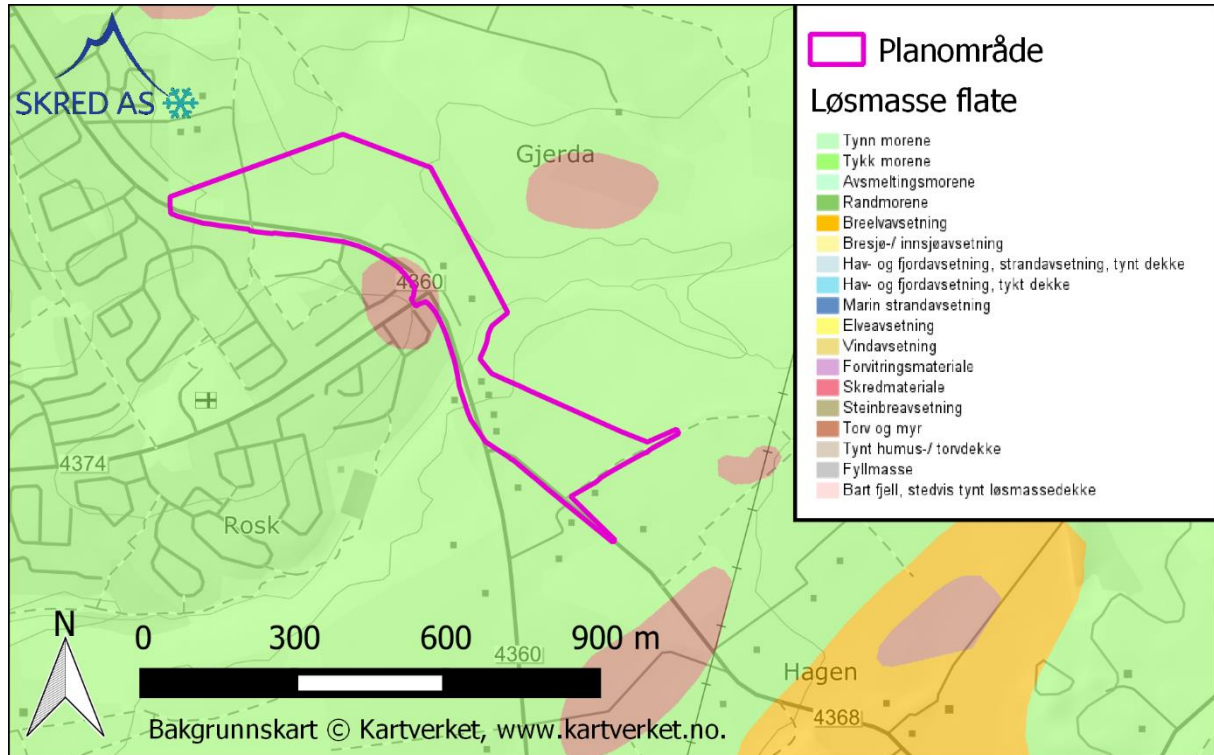
*Figur 6: Bilde av bru langs privat veg, oppstrøms side.*



*Figur 7: Bilde av innløp til stikkrenner under Opstadvegen.*

### 3.3 Grunnforhold

Området består ifølge NGU sitt løsmassekart av morene og noe torv/myr (kartlagt i 1:50 000), se Figur 8. Området ligger ifølge NVE Atlas over marin grense.



Figur 8: Løsmassekart, NGU

## 4 Flomberegning

### 4.1 Metode

Hvilke metoder som bør benyttes ved en flomberegning avhenger av flere forhold. Valg av metode må blant annet gjøres ut fra geografiske- og meteorologiske parametere, om det finnes målestasjoner i vassdraget eller i nærliggende vassdrag, kvalitet og lengde på eventuelle måleserier, samt det aktuelle nedbørfeltets størrelse og feltkarakteristika.

NVE sin veileder for flomberegninger (NVE, 2022) er lagt til grunn for beregning av dimensjonerende flommer.

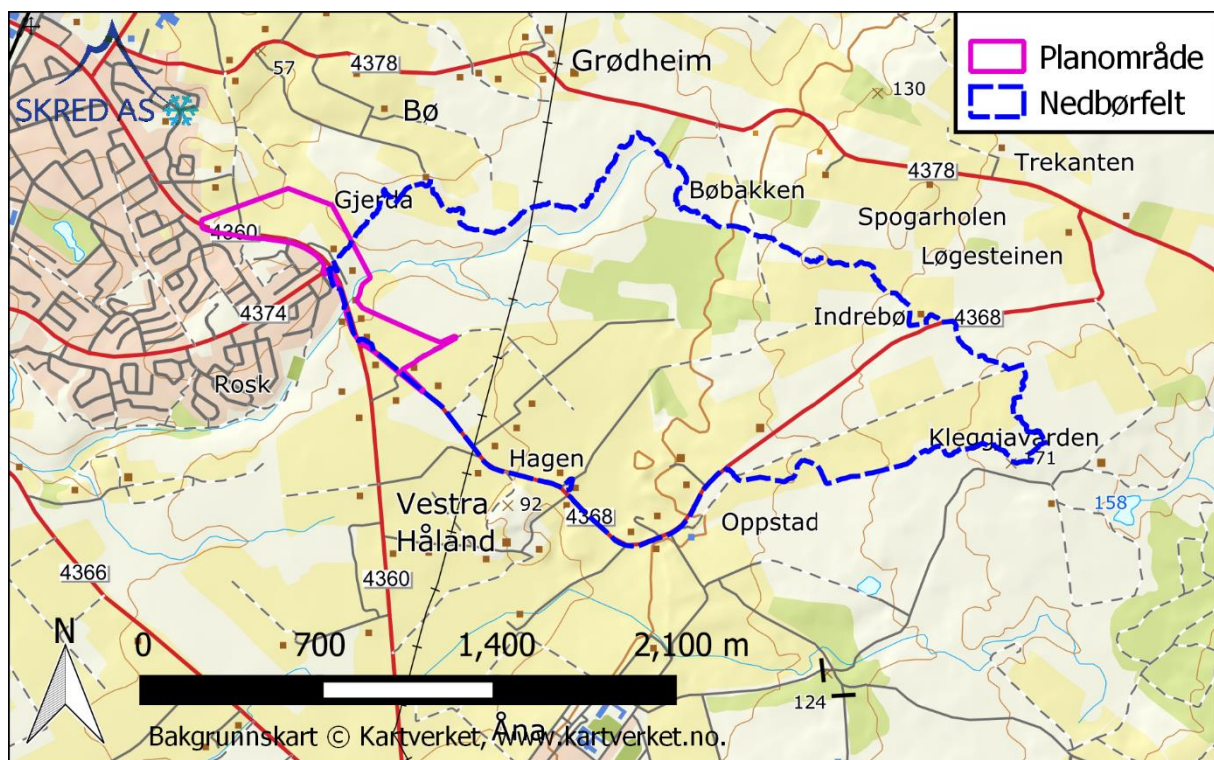
### 4.2 Beskrivelse av nedbørfelt

Nedbørfeltet til Dalabekken drenerer vestover og har en jevn slak gradient. Feltet er i hovedsak dominert av dyrket mark, med noe skog og snaufjell. Feltet er generelt slakt og med enkelte flatere områder som vil bidra noe med naturlig flomdemping, men det er ingen innsjøer i feltet. Feltet er ikke påvirket av regulering. Feltkarakteristika til Dalabekken er vist i Tabell 2 og feltgrensene er vist i Figur 9.

Tabell 2: Feltkarakteristika til Dalabekken.

Vassdrag	Feltareal [km <sup>2</sup> ]	$q_N^*$ [l/s*km <sup>2</sup> ]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Dyrket [%]	Snaufjell [%]	Høydeint. [moh.]
Dalabekken	2,4	37,9	0	11	76	8	58 - 174

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



Figur 9: Feltgrensene til Dalabekken.

## 4.3 Flomfrekvensanalyse

### 4.3.1 Målestasjoner

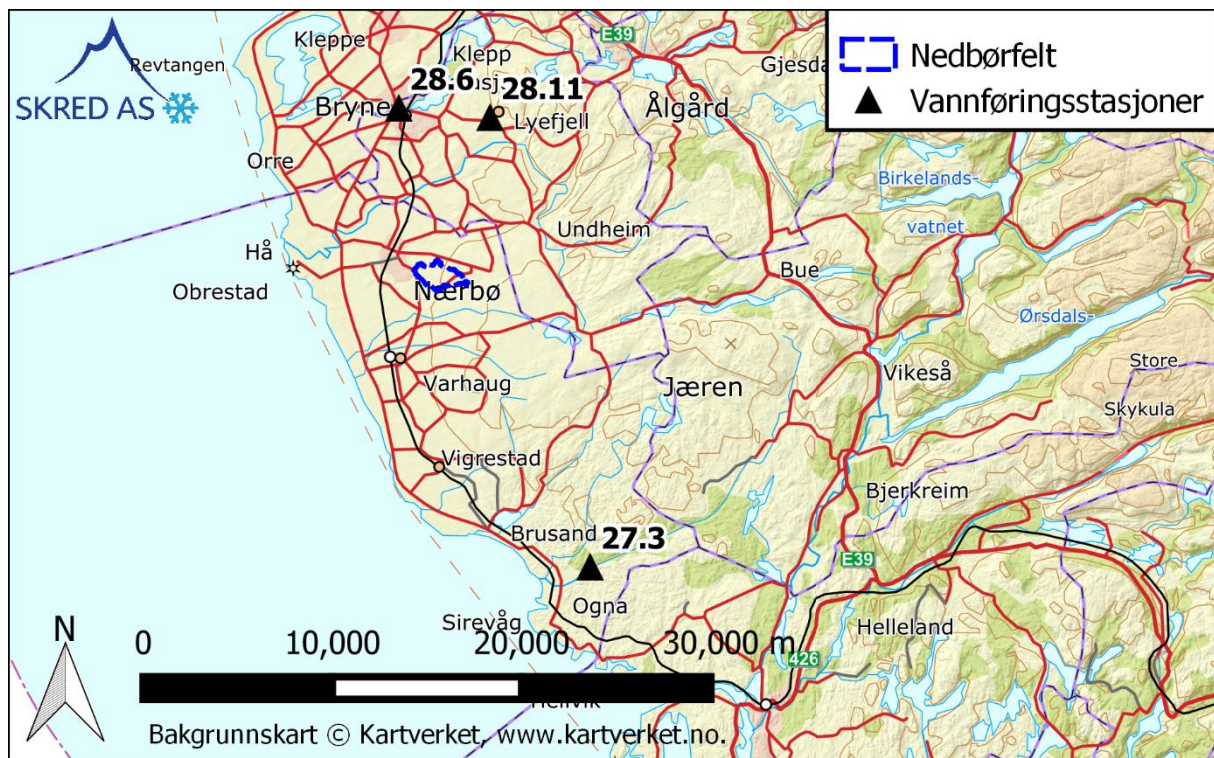
Det foreligger ingen kjente målinger av flomvannføring i Dalabekken. Det er derfor funnet et utvalg målestasjoner som sammen kan gi en indikasjon på flomforholdene.

I Tabell 3 er det gitt et utvalg målestasjoner, inkludert feltkarakteristika, som sammen kan gi en indikasjon på flomforholdene i det vurderte nedbørfeltet og gi grunnlag for lokal flomfrekvensanalyse. Det er valgt ut stasjoner som ikke er påvirket av regulering og hvor det foreligger et datagrunnlag med tilstrekkelig kvalitet. Middellavrenning ( $q_n$ ) er beregnet basert på måleserien ved hver stasjon. Hypsografisk kurve til stasjonene er vist i Figur 11 og beliggenhet er vist i Figur 10.

Tabell 3: Feltkarakteristika og kurvekvaliteten til utvalgte referansevasdrag.

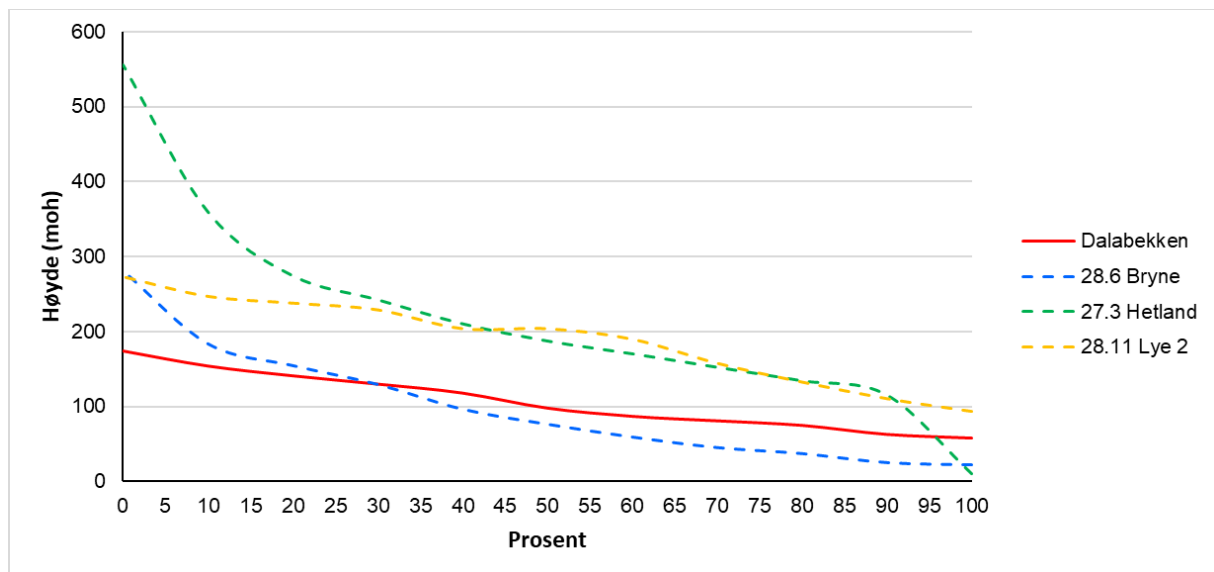
Målestasjon	Feltareal [km <sup>2</sup> ]	Måleperiode døgn [år]	$q_n$ [l/s*km <sup>2</sup> ]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Snau-fjell [%]	Jord- bruk [%]	Høyde- int. [moh]	Kurve- kvalitet (flom)
<b>Dalabekken</b>	<b>2.4</b>	-	<b>37.9*</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>76</b>	<b>58-174</b>	-
28.11 Lye 2	1.7	1990-2022	43	0	1	70	1	94-273	Ukontrollert
28.6 Bryne	56.5	1980-2015	37	8.4	11	28	27	23-281	Usikker
27.3 Hetland	70.7	1915-2001	57	0.82	13	60	5	10-555	Middels

\*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961 – 90.



Figur 10: Lokasjon til utvalgte målestasjoner.





Figur 11: Hypsografisk kurve til Dalabekken og vurderte målestasjoner.

#### 4.3.2 Valg av metode for flomfrekvensanalyse

En av målestasjonene har måleserie med kun døgndata, en har kun findata og den siste har begge deler. Det er derfor valgt å utføre flomfrekvensanalyse både med døgndata og findata. For analysen på døgndata er det funnet kulminasjonsfaktor fra større flomhendelser der det finnes både døgns- og findata, i tillegg til fra regional flomfrekvensanalyse RFFA-2018. Siden Dalabekken har lite felt, er RFFA-NIFS den aktuelle regionale flomfrekvensanalysen å sammenligne med, men siden også skal beregnes 1000-årsflom er RFFA-2018 også utført da det etter veilederen (NVE, 2022) anbefales å benytte vekstkurve fra denne for gjentaksintervall > 200 år.

#### 4.3.3 Lokal flomfrekvensanalyse

Vannføringsmålinger fra de aktuelle målestasjonene er hentet ut og analysert gjennom NVE-databasen Hydra2. Det er gjort flomfrekvensanalyse av måleseriene på årsflommer. Kvaliteten til vannføringskurvene er gitt av NVE sin vurdering av aktuell kurve, noe som er avgjørende for kvaliteten til måledataene.

For hver måleserie er det gjort et valg av type frekvensfordeling basert på serielengde og frekvenskurven sin tilpasning til dataene. Tabell 4 og Tabell 5 presenterer analysene utført med Flom\_analyse-programmet i Hydra II på henholdsvis findata og døgndata. Programmet tar utgangspunkt i årsflommer. År med mer enn 10 % manglende dager fjernes i analysen.

Tabell 4: Resultater fra flomfrekvensanalyse på utvalgte måleserier, findata.

Målestasjon	År	Middelflom		Q <sub>200</sub> / Q <sub>M</sub>			Q <sub>1000</sub> / Q <sub>M</sub>			Metode
		Q <sub>M</sub> [m <sup>3</sup> /s]	q <sub>M</sub> [l/s*km <sup>2</sup> ]	Nedre estimat	Middel- estimat	Øvre estimat	Nedre estimat	Middel- estimat	Øvre estimat	
28.11 Lye 2	1990- 2022	1.8	1078	1.89	2.36	2.79	2.22	2.85	3.37	Gumbel
28.6 Bryne	1986- 2002, 2008- 2015	8.1	143	1.81	2.31	2.87	2.10	2.78	3.47	Gumbel

Tabell 5: Resultater fra flomfrekvensanalyse på utvalgte måleserier, døgnmiddel.

Målestasjon	År	Middelflom		Q <sub>200</sub> / Q <sub>M</sub>			Q <sub>1000</sub> / Q <sub>M</sub>			Metode
		Q <sub>M</sub> [m <sup>3</sup> /s]	q <sub>M</sub> [l/s*km <sup>2</sup> ]	Nedre estimat	Middel- estimat	Øvre estimat	Nedre estimat	Middel- estimat	Øvre estimat	
28.6 Bryne	1986- 2002, 2008- 2015	8.0	142	1.83	2.29	2.74	2.14	2.75	3.28	Gumbel
27.3 Hetland	1916- 1985	39.5	559	1.96	2.29	2.65	2.28	2.78	3.32	GEV

#### 4.3.3.1 Forholdstall mellom kulminasjons- og døgnmiddelflom

Når flomfrekvensanalysen er utført på døgndata må også kulminasjonsvannføring estimeres. NVE (2022) anbefales at forholdstallet mellom kulminasjonsflom og døgnmiddelflom anslås ved å vurdere en eller flere av de største flommene ved vassdraget eller nærliggende vassdrag.

Av de utvalgte målestasjonene er det kun 28.6 Bryne som har både døgn- og timesdata. Tabell 6 viser beregnede forholdstall.

Tabell 6: Beregnet forholdstall ved noen av de største flommene ved utvalgte målestasjoner.

Målestasjon	Dato	Døgn [m <sup>3</sup> /s]	Kulm. [m <sup>3</sup> /s]	Forholds- tall
28.6 Bryne	03.12.1992	10.8	11.0	1.02
	24.11.2012	10.8	11.1	1.03
	02.01.2014	10.6	10.7	1.01

Formelverket RFFA-2018 gir et forholdstall for Dalabekken på 2,16. Forholdstallet er betydelig større enn ved 28.6 Bryne, som også er å forvente på grunn av den store forskjellen i effektiv sjøprosent. Kulminasjonsfaktoren er oftest adskillig mindre i vassdrag med høy effektiv sjøprosent sammenlignet med vassdrag med liten effektiv sjøprosent. Forholdstallet for Dalabekken settes til 2,16.

#### 4.3.4 Regional flomfrekvensanalyse

##### 4.3.4.1 RFFA-NIFS

Formelverket RFFA-NIFS er et nasjonalt formelverk for flomberegninger i nedbørfelt der feltareal er mindre enn 60 km<sup>2</sup>. Inngangsparameterne til formelen er feltareal, midlere avrenning og effektiv sjøprosent. Den største usikkerheten i formelverket er estimat av middelflom, og resulterende vekstkurve vurderes som robust for returperioder opp mot 200 år. Det betyr at et godt estimat av middelflom vil redusere usikkerheten i beregningene betraktelig.

Middelavrenning fått fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-1990 virker rimelig sammenlignet med verdiene ved målestasjonene. Det er derfor valgt å benytte en middelavrenning på 37,9 l/s\*km<sup>2</sup> i flomformelverket.

Resultatene gitt fra flomformelverket for små nedbørfelt er presentert i Tabell 6.

Tabell 7: Resultater fra RFFA-NIFS for Dalabekken (kulminasjon).

Estimat	Middelflom		Q <sub>200</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>1000</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>200</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>1000</sub> [m <sup>3</sup> /s]
	Q <sub>M</sub> [m <sup>3</sup> /s]	q <sub>M</sub> [l/s*km <sup>2</sup> ]				
Lav (2,5 %)	1.2	498			3.2	4.4
<b>Middel</b>	<b>2.4</b>	<b>996</b>	<b>2.66</b>	<b>3.65</b>	<b>6.4</b>	<b>8.7</b>
Høy (97,5 %)	4.8	1992			12.7	17.4

##### 4.3.4.2 RFFA-2018

Formelverket RFFA-2018 beregner medianflom, vekstkurver og forholdstall mellom kulminasjonsflom og døgnmiddelflom i umålte felt. Formelverket er utviklet for alle feltstørrelser, men for små felt (< 60 km<sup>2</sup>) anbefales fortsatt RFFA-NIFS for returperioder til og med 200 år. Analysen gir døgnmiddelvannføring.

Resultatene gitt fra RFFA-2018 for Dalabekken er presentert i Tabell 8 under.

Tabell 8: Resultater fra RFFA-2018 for Dalabekken (døgnmiddel).

Estimat	Middelflom		Q <sub>200</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>1000</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>200</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>1000</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>mom</sub> / Q <sub>døgn</sub>
	Q <sub>M</sub> [m <sup>3</sup> /s]	q <sub>M</sub> [l/s*km <sup>2</sup> ]					
Lav (2,5 %)	0.6	250			1.3	1.5	2.16
<b>Median</b>	<b>1.0</b>	<b>417</b>	<b>2.32</b>	<b>2.79</b>	<b>2.4</b>	<b>2.9</b>	
Høy (97,5 %)	1.8	750			4.3	5.3	

#### 4.4 Nedbør-avløpsmetoder

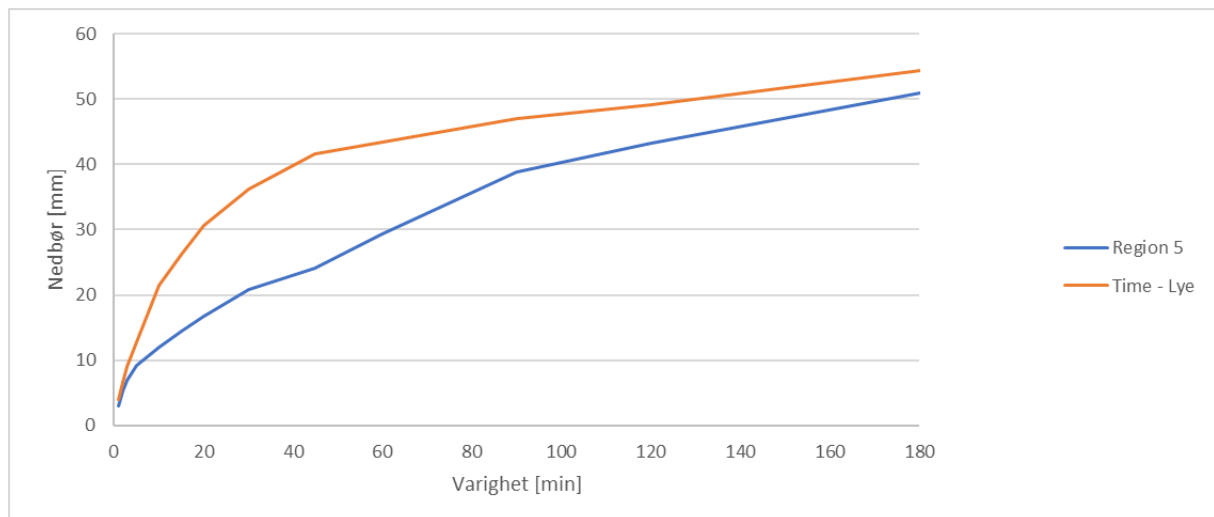
##### 4.4.1 PQRUT

Da Dalabekken er karakterisert som et lite felt (A < 10 km<sup>2</sup>), vurderes det at PQRUT for vil være beheftet en stor grad av usikkerhet. Det er derfor valgt å ikke utføre flomberegninger med denne metoden.

#### 4.4.2 Den rasjonale metode

Den rasjonale formelen beregner flomvannmengde basert på nedbørstatistikk, feltareal og antatt avrenningskoeffisient. Dimensjonerende nedbør hentes fra relevant IVF-kurve eller nedbørstatistikk, basert på estimert konsentrasjonstid. I NVE (2022) anbefales metoden for felt opp til 2 km<sup>2</sup>. Nedbørfeltet til Dalabekken er noe større enn dette. Generelt bør formelen benyttes forsiktig i naturlige felt og helst benyttes i kombinasjon med andre metoder.

Det ligger stor grad av usikkerhet i valget av dimensjonerende nedbørverdier. Det er valgt å bruke IVF-kurven for nedbørstasjonen Time – Lye, som er geografisk representativ, har en måleserie på 29 sesonger og kvalitetsklasse god. Kurven gir noe høyere nedbørverdier enn den regionale kurven for Region 5 fått fra MET (2015), der differansen avtar for økt varighet. De to vurderte kurvene er vist i Figur 12.



Figur 12: Sammenligning mellom vurderte IVF-kurver for 200-års nedbør.

Konsentrasjonstiden til feltene er beregnet ved bruk av formel for naturlig felt gitt i SINTEF (1992). Avrenningskoeffisient (C-verdi), korreksjonsfaktor for høy returperiode og arealreduksjonsfaktor (ARF) for å regne om fra punkt- til arealnedbør er satt etter anbefalinger i veilederen (NVE, 2022). Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonale metoden er vist i Tabell 9.

Tabell 9: Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonale metoden for Dalabekken (kulminasjon).

Vassdrag	IVF-kurve	Areal [ha]	Kons. tid [min]	$I_{200}$ [l/s*ha]	ARF	C-verdi	$Q_{200}$ [m <sup>3</sup> /s]
Dalabekken	Time - Lye	240	156	57.5	0.96	0.39	5.2

## 4.5 Klimaframskrivninger

I henhold til anbefalinger i NVE (2022) blir et klimapåslag på 40 % benyttet for å ta hensyn til forventet økning i flomstørrelser frem mot år 2100. Påslaget på 40 % gjelder generelt for alle nedbørfelt mindre enn 10 km<sup>2</sup>.

## 4.6 Vurdering av resultater

### 4.6.1 Middelflom

28.6 Bryne har større feltareal og mye høyere effektiv sjøprosent enn Dalabekken. Det forventes derfor høyere spesifikke flommer for Dalabekken enn 28.6 Bryne. Kurvekvaliteten til måleserien er usikker.

27.3 Hetland har også mye større feltareal enn Dalabekken. Effektiv sjøprosent er noe høyere og andelen snaufjell er mye høyere enn for Dalabekken. På grunn av forskjellen i feltareal forventes det noe høyere spesifikke flommer for Dalabekken enn 27.3. Kurvekvaliteten til måleserien er angitt som middels.

28.11 Lye 2 har et mindre feltareal enn Dalabekken og lik effektiv sjøprosent. Andelen snaufjell er høyere for 28.11 Lye 2 til tross for at de ligger omtrent likt i høyde. Det forventes noe lavere spesifikke flommer for Dalabekken enn 28.11 Lye 2. Det bemerkes at måleserien til 28.11 Lye 2 ikke er kontrollert, slik at kvaliteten er usikker.

Fra målestasjonene vurderes en kulminert middelflom i Dalabekken på 900-1000 l/s\*km<sup>2</sup> realistisk som ligger rundt middelestimatet fra RFFA-NIFS.

### 4.6.2 Vekstfaktor

27.3 Hetland vurderes å ha det beste grunnlaget for frekvensanalyse på målestasjonene, da den lengste måleserien foreligger her. Vekstkurven ved stasjonen ligger, for både 200- og 1000-årsflom omtrent likt med RFFA-2018 og noe under RFFA-NIFS.

I henhold til anbefalte metoder i (NVE, 2022) bør det benyttes vekstfaktor for RFFA-NIFS for vekstfaktor for 200-årsflom og RFFA-2018 for vekstfaktor for 1000-årsflom. I dette tilfellet blir det i så fall liten forskjell på vekstfaktor for 200-årsflom og for 1000-årsflom. Det velges derfor å legge mer vekt på vekstkurvene ved stasjonene. Øvre estimat for vekstkurve for 27.3 Hetland ligger relativt likt med vekstkurve for RFFA-NIFS for Dalabekken for 200-årsflom og mellom RFFA-NIFS og RFFA-2018 for 1000-årsflom. Det velges å benytte vekstkurve for 27.3 Hetland.

### 4.6.3 Sammenligning av resultater fra ulike metoder

Vurdert middelflom fra stasjonene ligger noe over middelestimatet fått fra RFFA-NIFS og RFFA-2018. Vekstkurven fra RFFA-NIFS ligger mellom middel- og øvre estimat fra målestasjonene og vekstkurve fra RFFA-2018 ligger omtrent likt med middelestimatet fra målestasjonene. Resultatet fra den rasjonale metode ligger omtrent likt med middelestimatet RFFA-2018 for 200-årsflom og under middelestimatet fra RFFA-NIFS. Resultatene fra de ulike flomberegningsmetodene er oppsummert i Tabell 10.

Tabell 10: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.).

Metode	$q_m$ [l/s*km <sup>2</sup> ]	$q_{200}$ [l/s*km <sup>2</sup> ]	$q_{1000}$ [l/s*km <sup>2</sup> ]
Vurdert fra referansefelt	900-1000		
Formelverk for små nedbørfelt	500-2000 (1000)	1300-5300 (2650)	1800-7300 (3600)
Regional frekvensanalyse	540-1620 (900)	1170-3870 (2160)	1350-4770 (2600)
Rasjonale formel	-	2170	-
<b>VALGT</b>	1000	3200	3350

#### 4.7 Dimensjonerende vannmengder

Dimensjonerende vannmengder beregnet for Dalabekken er gitt i Tabell 11 under. Spesifikk 200-årsflom med klimatillegg er beregnet til ca. 4470 l/s\*km<sup>2</sup> og spesifikk 1000-årsflom med klimatillegg er beregnet til ca. 4690 l/s\*km<sup>2</sup>.

Tabell 11: Dimensjonerende vannmengder i Dalabekken med og uten klimapåslag (kulminasjon).

Klimapåslag [%]	Middelflom		$Q_{200}/$	$Q_{1000}/$	$Q_{200}$	$Q_{1000}$
	$Q_M$ [m <sup>3</sup> /s]	$q_M$ [l/s*km <sup>2</sup> ]	$Q_M$	$Q_M$	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]
Ingen	2.4	1000	2.65	3.32	6.4	8.0
40 %	3.4	1400	2.65	3.32	8.9	11.2

#### 4.8 Klassifisering av det hydrologiske datagrunnlaget for flomberegningen

Da observasjonene nært vassdraget har usikker kvalitet, vurderes det hydrologiske grunnlaget for flomberegninger til klasse 4 (på en skala fra 1 – 5 der 1 er best). Det tilsvarer klassifiseringskriteriet «*Begrenset hydrologisk datagrunnlag*».

## 5 Hydraulisk modellering

### 5.1 Metode

I beregning av vannlinje og hydrauliske parametere er programvaren Hec-Ras versjon 6.3.1 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.

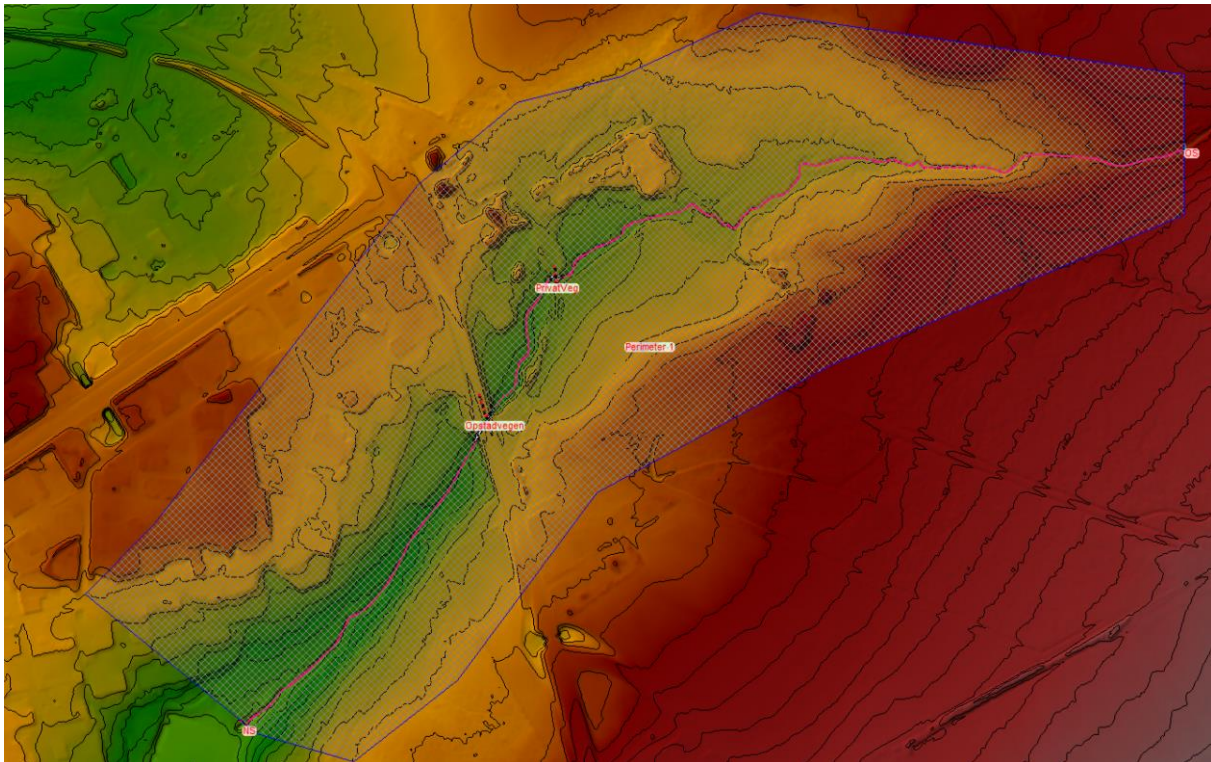
### 5.2 Oppsett av modell

#### 5.2.1 Modelloppsett

Basert på bakkepunkter fra LiDAR-data av området fra 2017 er det etablert en terrengmodell med horisontal oppløsning på 0,5 x 0,5 meter. Benyttede parametere i modellen fremkommer av Tabell 12. Terrengmodell, benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser er illustrert i Figur 13.

Tabell 12: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for Dalabekken.

Parameter	Verdi
Oppløsning på terrengmodell	0,5 x 0,5 meter
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Nedstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Cellestørrelse beregningsgrid	2 x 2 meter
Likningssett	Full momentum
Tidsskritt	Gitt av courant-number mellom 0,1 og 1,0
Manningstall	20



Figur 13: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser.

### 5.2.2 Konstruksjoner

Brua over bekken ved den private vegen og stikkrennene under Opstadvegen er lagt inn i den hydrauliske modellen, da det er forventet at de vil påvirke vannlinja gjennom planområdet ved flom. Begge er lagt inn med lysåpningene som ble målt under befaringa.

Det er i tillegg utført en beregning hvor dimensjonen på stikkrennene under Opstadvegen er økt slik at de har tilstrekkelig kapasitet for en fremtidig 200-årsflom.

### 5.3 Modellert fremtidig 200-årsflom

For en fremtidig 200-årsflom viser modelleringen som forventet at stikkrennene under Opstadvegen ikke har god nok kapasitet slik at vann vil stuves opp oppstrøms vegen. Dette gjør at et stort område oppstrøms vegen oversvømmes. Vannstanden økes til Opstadvegen overtoppes.

På grunn av oppstuvningen oppstrøms Opstadvegen blir vannhastighetene svært lave gjennom planområdet, nærmest stillestående.

Ved beregning med tilstrekkelig kapasitet under Opstadvegen for fremtidig 200-årsflom vil bekkeløpets kapasitet gjennom planområdet fortsatt overskrides, men flomvannet vil holde seg nært bekkeløpet. Vannhastighetene vil være noe høyere enn ved beregning med eksisterende stikkrenner, men fortsatt lav (opp til ca. 1,5-2 m/s).

### 5.4 Modellert fremtidig 1000-årsflom

For en fremtidig 1000-årsflom viser modelleringen som at det samme som for 200-årsflom skjer, men med noe høyere vannstand. Kapasiteten til stikkrennene under Opstadvegen



overskrides slik at vannet stuves opp oppstrøms veg til vannstanden er så høy at veggen overtoppes. Vannhastighetene blir lave.

### 5.5 Sensitivitetsanalyse

Da vi ikke har tilgang på kalibreringsdata er det gjennomført en sensitivitetsanalyse av modellen. Det er utført sensitivitetsanalyse hvor vannføringen er økt med 20 % og ruheten er økt med ca. 20 %.

Økning i vannføring med 20 % gir en økning i vannstand gjennom planområdet på 0,1 meter. Økningen har liten innvirkning på oversvømt areal.

Økning i ruhet med ca. 20 % gir minimal økning i vannstand gjennom planområdet.

### 5.6 Klassifisering av hydraulisk modell

Den hydrauliske modellen er ikke kalibrert mot en målt vannføring og vannlinje, men sensitivitetsanalyser gir vannstandsendringer på < 30 cm. Modellen vurderes til klasse E (på en skala fra A-E, hvor A er best).

### 5.7 Sikkerhetspåslag

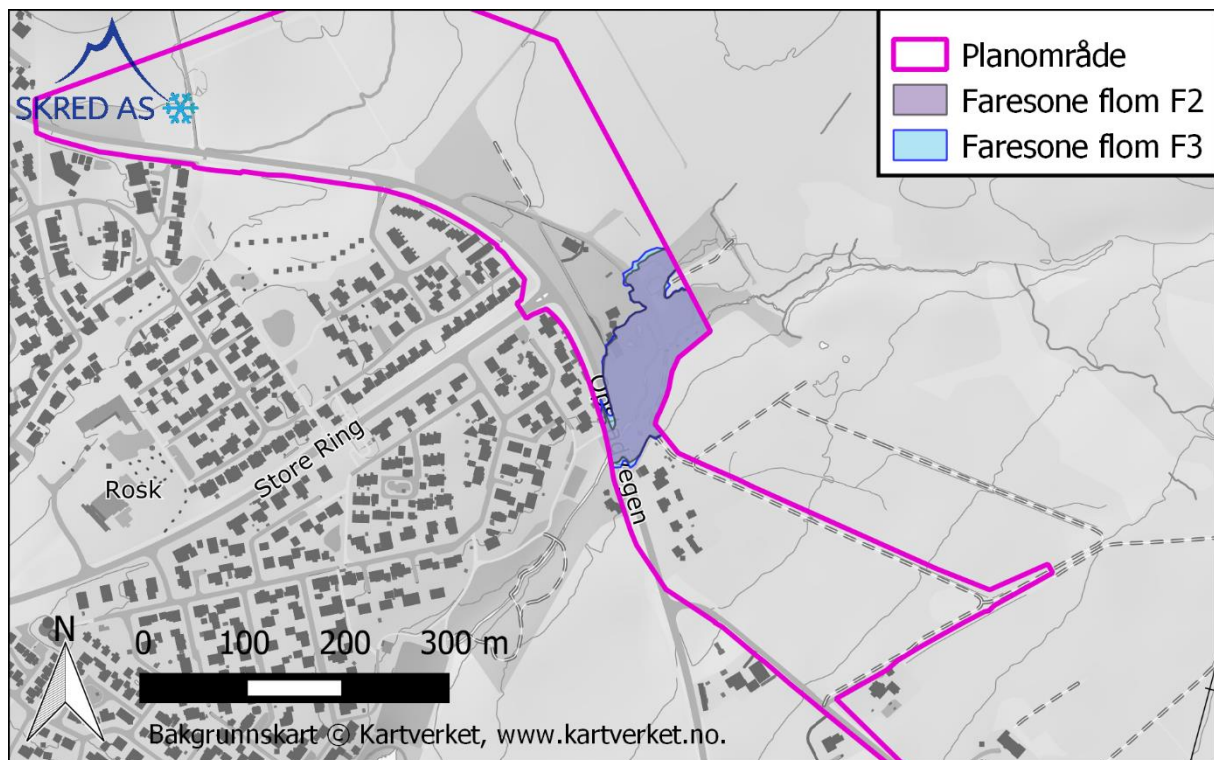
Sikkerhetspåslaget som skal legges på beregnet flomvannstand er vurdert på bakgrunn av klassifiseringen av flomberegninga og den hydrauliske modellen. For Dalabekken regnes sikkerhetspåslaget ut ved å legge til 60 % på dimensjonerende vannføring.

Sikkerhetspåslaget er beregnet å være 0,2 meter.

## 6 Faresoner for flom

Basert på resultater fra modelleringen og analysene er det tegnet opp faresone for flom for det vurderte området. Faresonen viser hvilke områder som vurderes utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 og 1/1000 i år 2100, som tilsvarer sikkerhetsklasse F2 og F3 i TEK17. Det er ved opptegning tatt utgangspunkt i eksisterende stikkrennene under Opstadvegen, slik at faresonen er en konsekvens av den begrensede kapasiteten her.

Faresonen fremkommer av Figur 14. Maksimal vannstand innenfor faresonen er modellert til ca. 60,2 moh. for fremtidig 200-årsflom og ca. 60,3 moh. for fremtidig 1000-årsflom. På grunn av oppstuvning ved Opstadvegen er vannstanden lik i tilnærmet hele planområdet. Dersom det etableres bebyggelse innenfor sonen anbefales det å benytte et sikkerhetspåslag på 0,2 meter, satt etter anbefaling i (NVE, 2022).

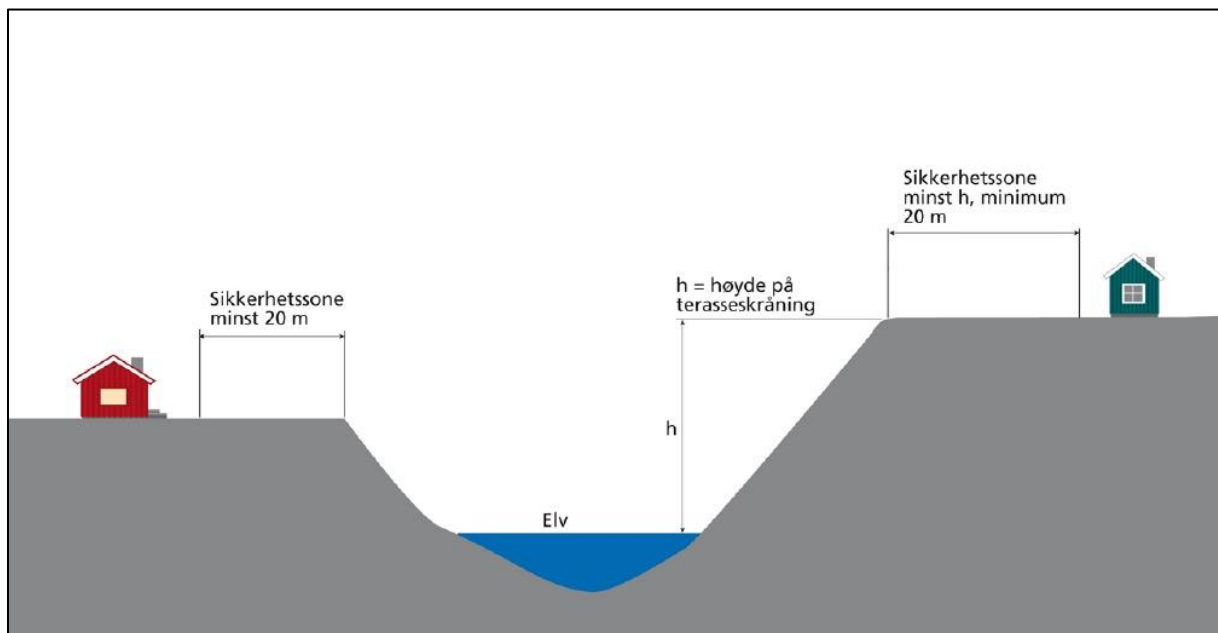


Figur 14: Faresone som viser områder utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 og 1/1000 i år 2100 (sikkerhetsklasse F2 og F3).

## 7 Vurdering av erosjonssikkerhet

### 7.1 Erosjonssikkerhet

I henhold til krav i TEK17 §7-2 (4) skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Det angis en sikkerhetssone på minimum 20 meter fra erosjonsutsatt elvekant, se Figur 15. Det er fine masser i bekkeløpet til Dalabekken. I tillegg ble det observert noe undergraving enkelte steder under befaringen, samtidig er det lave vannhastigheter. Det anbefales å beholde en sikkerhetssone fra bekken på 6 meter, evt. erosjonssikre dersom det skal etableres bygninger innenfor denne sonen.



Figur 15: Illustrasjon av sikkerhetssone mot erosjon (gjengitt fra TEK17 §7-2 fjerde ledd)

## 8 Risikoreduserende tiltak

Ny bebyggelse bør i utgangspunktet plasseres utenfor faresonen for flom. Dersom det skal etableres ny bebyggelse innenfor faresonen som faller inn under sikkerhetsklasse F2 eller F3 må det utføres risikoreduserende tiltak. Tiltak kan enten ha som mål å redusere faresonen, eller at byggverk dimensjoneres på en måte slik at det ikke tar skade ved dimensjonerende flom. Et tiltak for å redusere faresonen vil være å oppgradere stikkrenner under Opstadvegen. Det må sørges for at tiltaket ikke gir økt ulempe med tanke på flom for nedstrøms bebyggelse. Ved etablering av bygg innenfor faresonen anbefales det å benytte en sikkerhetsmargin på 0,2 meter i tillegg til beregnet vannstand.

For å bevare tilstrekkelig sikkerhet mot erosjon anbefales det en sikkerhetszone på 6 meter fra bekkeløpet.

## 9 Konklusjon

Dimensjonerende 200-årsflom i Dalabekken, inkludert et klimapåslag på 40 %, er beregnet til 8,9 m<sup>3</sup>/s. Tilsvarende verdi for 1000-årsflom er beregnet til 11,2 m<sup>3</sup>/s. Det er etablert en hydraulisk modell av Dalabekken med omliggende områder. Modelleringen viser at kapasiteten til stikkrennene under Opstadvegen er for liten både for fremtidig 200-årsflom og 1000-årsflom, slik at vann stuves opp oppstrøms vegen helt til vannstanden blir høy nok til at vegen overtoppes. Dette gjør at et stort område oppstrøms vegen oversvømmes.

Basert på resultater fra modelleringen og analysene er det tegnet opp faresone for flom for det vurderte området. Faresonen viser hvilke områder som vurderes utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 og 1/1000 i år 2100, som tilsvarer sikkerhetsklasse F2 og F3 i TEK17. Faresonene er i stor grad påvirket av kapasiteten til stikkrennene under Opstadvegen.

Ny bebyggelse bør i utgangspunktet plasseres utenfor faresonen for flom. Dersom det etableres bebyggelse innenfor faresonene anbefales det å benytte en sikkerhetsmargin på minimum 0,2 meter i tillegg til beregnet flomvannstand.

For å bevare tilstrekkelig sikkerhet mot erosjon anbefales det en sikkerhetssone på 6 meter fra bekkeløpet.

## 10 Referanser

DiBK. (2018). *Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK 17)*.

MET. (2015). *24/2015: Dimensjonerende korttidsnedbør*.

NVE. (2022). *Sikkerhet mot flom - Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak*.

NVE. (2022). *Veileder for flomberegninger. Veileder 1/2022*.

SINTEF. (1992). *STF60 A92101 - Flomberegning og Kulvertdimensjonering*.

## 11 Vedlegg

### Vedlegg 1: Flomsonekart

### Kartforklaring

- Planområde
- Faresone flom F2
- Faresone flom F3

Beregnet flomvannstand F2: 60,2 moh.  
Beregnet flomvannstand F3: 60,3 moh.

Anbefalt sikkerhetspåslag ved bygging innenfor faresonen er 0,2 meter.

### Prosjekt

22574 Hå i Rogaland, Nærbø –  
Flomfarevurdering for brannstasjon,  
detaljregulering for Halvmånen

### Oppdragsgiver

Hå kommune

### Rapport

22574-01 Flomfarevurdering

### Kartvedlegg 1

Flomsonekart

**Dato** 2023-02-13

**Utført** Ragnhild Hammeren

**Kontroll** Ingvild Brekke



0 0.2 0.4 0.6 0.8 km