

Oppdragsgiver	Navn Leif Inge Grønning	Kontaktperson Leif Inge Grønning
Oppdrag	Nummer og navn 23329 Fjord, Valldal - Skred- og flomfarevurdering for delar av 20/4, bruksendring	Oppdragsleder Hedda Breie
Dokument	Nummer 23329-01-2 Utført av Mikkel Arne Kristiansen	Dato 2023-10-16 Kontrollert av Ingrid Alne

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	16.10.2023	MAK	IA	Flomfarevurdering

Flomfarevurdering for deler av gbnr. 20/4 i Fjord kommune

Sammendrag

Det planlegges bruksendringer for tidligere gårdsbruk på deler av 20/4 på Raten i Fjord kommune. Området ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for flom ved elva Valldøla. Skred AS har derfor utført en flomfarevurdering iht. NVEs veileder *for utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak* for deler av 20/4 ved Valldøla i Fjord kommune.

Det er flere bygninger innen det vurderte området, men det er i hovedsak en tidligere låve det er søkt bruksendring for og er vurdert. Låven skal benyttes til matservering i øvrige etasjer. Vurderingen er derfor gjort iht. TEK 17 § 7-2 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023) for sikkerhetsklasse F2. Det medfører et krav om en årlig sannsynlighet for flom $< 1/200$ der foreliggende klimaframskrivninger er hensyntatt.

Dimensjonerende 200-årsflom i Valldøla inkludert et klimapåslag på 20 %, er beregnet til $373 \text{ m}^3/\text{s}$. Det er etablert en hydraulisk modell av Valldøla med omliggende terreng. Det er tegnet faresoner som viser utstrekning av dimensjonerende flom. Beregningene viser at flere av bygningene ligger nært og delvis inn i flomsonen fra elva og fra flomløpet, men at vannhastighetene vil være svært lave og ha moderate vanddyp ved byggene på tunet. Det er derfor vurdert at det ikke er fare for noen strukturelle skader på bygg som følge av dimensjonerende vannføring, men at det kan forekomme vannskader i etasjer på bakkeplan

eller i kjeller. Nordre yttervegg på den aktuelle låven ligger delvis innenfor flomsonen og det kan forekomme vann inn i kjelleretasjen her.

Sikkerhetspåslag er ikke beregnet da området ikke vurderes for nye bygg. Vurderingen tilsier at deler av det vurderte området har en årlig sannsynlighet $< 1/200$ for å bli berørt av flom. Vi vurderer det som at det ikke er nødvendig med risikoreduserende tiltak for å oppnå tilstrekkelig flomsikkerhet for søkt bruk.

I henhold til krav i TEK17 §7-2 (4) skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. For dagens situasjon vurderer vi sikkerheten mot erosjon som tilfredsstillende.

Innhold

1	Innledning	5
1.1	Forord	5
1.2	Bakgrunn	5
1.3	Mål.....	5
1.4	Kartleggingsområdet	5
1.5	Forbehold.....	6
2	Regelverk og krav	7
2.1	Lovverket	7
2.2	Krav til sikkerhet mot flom i TEK17	7
2.3	Aktuelle krav	8
3	Metode og data.....	9
3.1	Valg av metode	9
3.2	Tidligere utredninger i nærheten.....	9
3.3	Oppsummering og resultater fra befarings.....	10
3.4	Topografiske data opp eventuelle oppmålinger.....	10
3.5	Data for observerte flommer og kalibreringsdata	10
3.6	Beskrivelse av elveløp.....	10
3.7	Beskrivelse av konstruksjoner.....	14
3.8	Grunnforhold	14
4	Flomberegning	16
4.1	Metode	16
4.2	Beskrivelse av nedbørfelt	16
4.3	Flomfrekvensanalyse.....	17
4.3.1	Målestasjoner	17
4.3.2	Valg av metode for flomfrekvensanalyse.....	19
4.3.3	Lokal flomfrekvensanalyse	19
4.3.4	Regional flomfrekvensanalyse	19
4.4	Klimaframskrivninger	20
4.5	Vurdering av resultater.....	20
4.5.1	Middelflom.....	20
4.5.2	Vekstfaktor.....	20
4.5.3	Sammenligning av resultater fra ulike metoder	20
4.6	Dimensjonerende vannføring	20
4.7	Klassifisering av det hydrologiske datagrunnlaget for flomberegningen	21
5	Hydrauliske beregninger	22
5.1	Modellvalg	22
5.2	Oppsett av modell	22
5.2.1	Terrengmodell og modelloppsett	22
5.2.2	Konstruksjoner	24

5.3	Kalibrering og tilpasning av modell	24
5.4	Modellering av dimensjonerende flommer	25
5.5	Følsomhetsanalyser	26
5.6	Klassifisering av hydraulisk modell	26
5.7	Sikkerhetspåslag	26
6	Andre farer i vassdraget	27
6.1	Tilstopping og vann på avveie	27
6.2	Erosjon og massetransport	27
6.2.1	Erosjonsfare	27
6.2.2	Massetransport	27
7	Resultater og konklusjon	28
7.1	Dimensjonerende vannføring	28
7.2	Faresoner for flom	28
7.3	Sikkerhet mot erosjon	30
7.4	Risikoreduserende tiltak	30
8	Referanser	31
	Vedlegg A	Feil! Bokmerke er ikke definert.

1 Innledning

1.1 Forord

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17 §7-2) stiller krav til sikkerhet mot naturfare. For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspliktig eller ikke, må det derfor dokumenteres at tilstrekkelig sikkerhet mot flomfare vil bli oppnådd i henhold til disse sikkerhetskravene.

Denne utredningen er utført av fagkyndig personell og følger NVEs veileder *Sikkerhet mot flom – Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak* (NVE, 2022a) og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

1.2 Bakgrunn

Eier av gbnr. 20/4 i Fjord kommune ønsker å søke bruksendringer på eksisterende gårdsbygg, hvor det er ønskelig å gjøre om låven til et serveringssted. Kartleggingsområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for flom der Valldøla utgjør en potensiell flomfare. Det ønskes derfor en detaljert flomfarevurdering.



Figur 1: Låven det ønskes bruksendring for. Bilde tatt fra bru nord i det vurderte området.

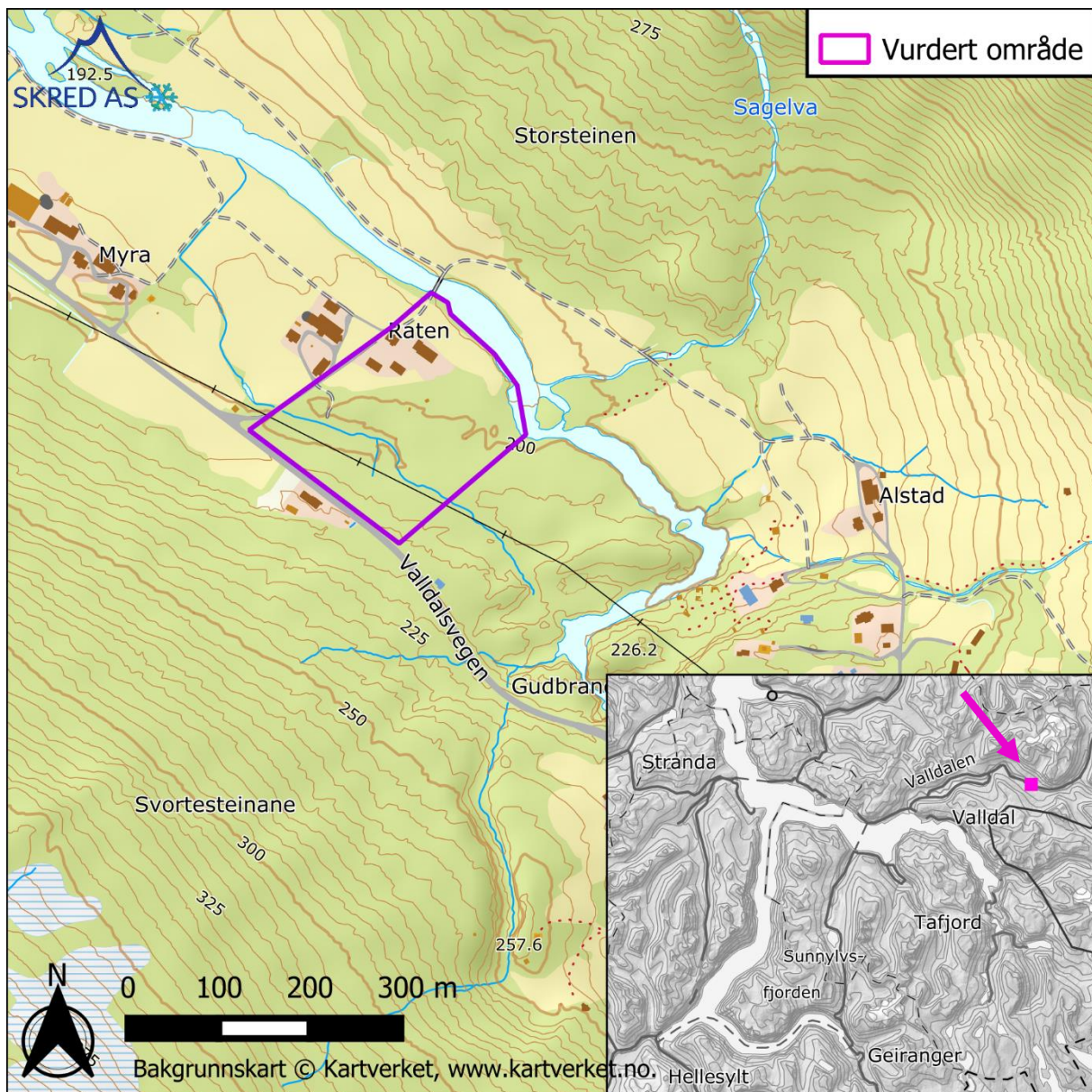
1.3 Mål

Oppdraget omfatter vurdering av flomfare i henhold til TEK 17 § 7-2 for følgende sikkerhetsklasser med tilhørende årlige sannsynligheter: F2 (1/200).

1.4 Kartleggingsområdet

Kartleggingsområdet ligger på Raten og utgjør deler av gbnr. 20/4 ved Valldøla. Området ligger ca. 13 km fra Sylte i Valldal.

Beliggenheten til kartleggingsområdet er vist på Figur 2.



Figur 2: Beliggenheten til kartleggingsområdet, ved Valldøla i Fjord kommune.

1.5 Forbehold

Flomvurderinger er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik det fremsto på vurderingstidspunktet. Hvis terreng eller vegetasjon endres betydelig, kan det ha betydning for 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.

2 Regelverk og krav

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 Krav til sikkerhet mot flom i TEK17

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 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023).

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023).

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.

2.3 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. Det er opp til kommunen å fastsette sikkerhetsklasse mot flom. Vi foreslår sikkerhetsklasse F2 for planlagt tiltak.

3 Metode og data

3.1 Valg av metode

Da Valldøla forventes å kunne utgjøre en reell flomfare for kartleggingsområdet blir det utført en detaljert flomfarekartlegging etter veiledningen i NVE (2022a). Det inkluderer beregning av dimensjonerende vannføring etter aktuell NVE-veileder (NVE, 2022b), en detaljert hydraulisk modellering av vassdrag med konstruksjoner, samt vurdering hvordan andre vassdragsrelaterte farer kan påvirke faren for flom.

3.2 Tidligere utredninger i nærheten

NVE har tidligere kartlagte Valldøla ved Sylte til utløp i fjorden (NVE, 2006). Deler av flomberegningen kan brukes veiledende og som referanse i denne utredningen, men selve beregningen må utføres på nytt på forlengede datasett.

3.3 Oppsummering og resultater fra befaring

Befaring i området ble utført 25.08.2023 av Hedda Breien, Skred AS. Værforholdene under befaring var gode. Registeringer ble gjort til fots og med drone. Bru nedstrøms prosjektområdet og stikkrenne under adkomstvei ble blant annet målt inn.

3.4 Topografiske data opp eventuelle oppmålinger

Basert på bakkepunkter fra LiDAR-data av området fra 2012, 2017 og 2018 (Stranda, NDH Norddal-Rauma 5pkt og NDH Norddal-Rauma 2pkt) lastet ned fra www.hoydedata.no (Kartverket, 2023) er det etablert en terrengmodell med horisontal oppløsning på 1 x 1 meter.

Bru nedstrøms det vurderte området ble målt inn i felt.

Alle høyder i rapporten er oppgitt i høydesystem NN2000.

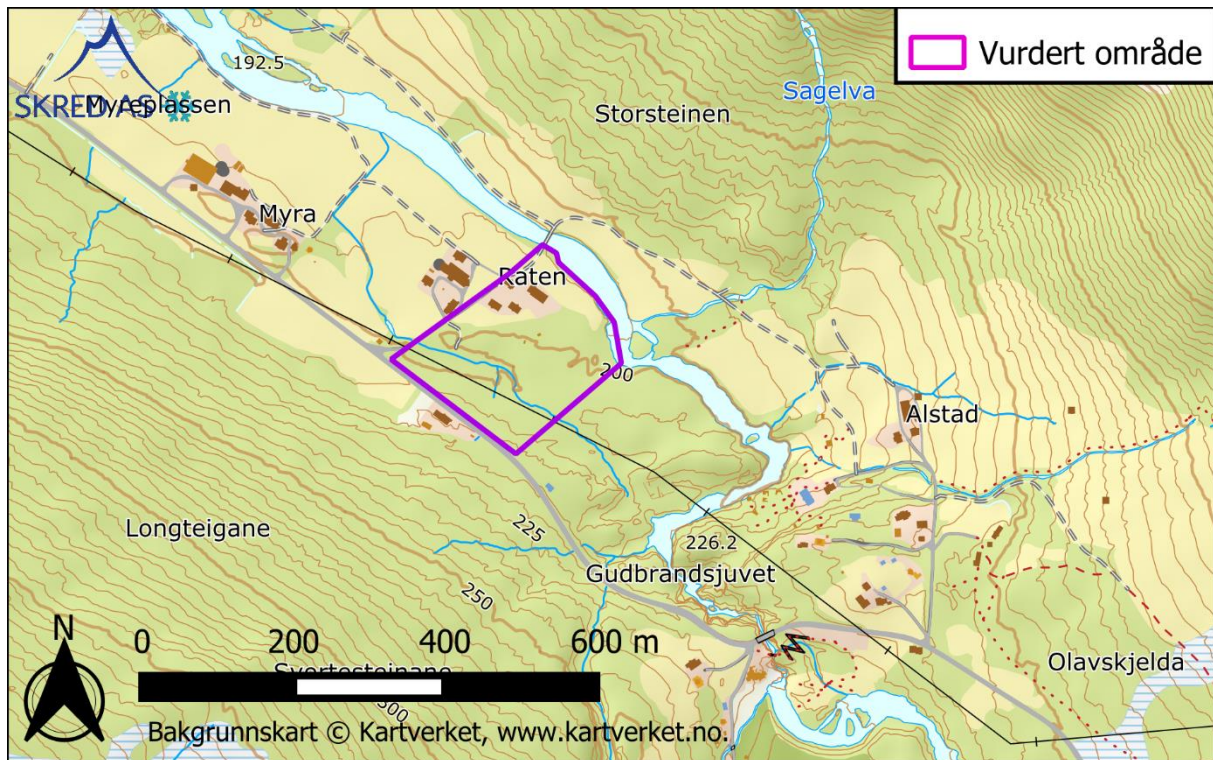
3.5 Data for observerte flommer og kalibreringsdata

Vi har ikke fått informasjon om tidligere flommer i Valldøla på den aktuelle strekningen som kan benyttes til å kalibrere eller verifisere den hydrauliske modellen og resultatene.

3.6 Beskrivelse av elveløp

Valldøla kommer bratt inn ved prosjektområdet fra øst, hvor den i overgangen til prosjektområdet får en flatere gradient. Oppstrøms prosjektområdet ligger det karakteristiske *Gudbrandsjuvet*, som er et bratt juv med relativt høye bergknauser, flere stryk og brå retningsendringer. Fra og med prosjektområdet er elva relativt slak i et lengre strekke på ca. 3 km. Det kommer en mindre elv, *Sagelva*, inn fra nord og inn i Valldøla ved prosjektområdet. I nordre hjørne av prosjektområdet går elva under en bro med landkar i tørrmur (se 3.7).

I østre hjørne av det vurderte området er det en eldre voll, sannsynlig bygd for å hindre vann i å nå tilgrensende område med dyrket mark.



Figur 3: Oversiktskart over kartleggingsområde og Valldøla.



Figur 4: bilde av voll i østre hjørne av det vurderte området.

I juvet oppstrøms er det langs nordre bredde, i et knekkpunkt hvor elva dreier mot nordøst, et lavpunkt mellom to bergknauser (Figur 5 og Figur 6). Fra dette lavpunktet går det en flomvei parallelt med elva, vest for gårdstunet. Lavpunktet har en tversgående tørrmur med en sti over. Tørrmuren er sannsynlig konstruert for å hindre vann i å nå flomveien.



Figur 5: Bilde av knekk i juvet oppstrøms det vurderte området. Lavpunktet er indikert med rød pil. Vurderte bygg kan ses i bakgrunnen, øverst i bildet.



Figur 6: Nærbilde av lavpunktet med sti over tørrmur.

Elveløpet består av en blanding grus, stein og mindre blokker, og stedvis berg i dagen. Spesielt oppstrøms det vurderte området er det flere stryk og eksponert berg. Elveavsetningene vurderes å gi middels friksjon mot vannmassene, mens det forventes noe mindre effektiv strømming oppstrøms hvor berg er mer dominerende og elva er mindre

strømlinjet. Basert på tilgang på løsmasser og gradienter vurderes grad av massetransport under flom som moderat. Kantvegetasjonen består av en tynn rekke med trær med dyrket mark i bakkant, stedvis er det noen mindre skogholt. Figur 3 viser et oversiktskart over området, flomveien er markert som en bekk i bakgrunnskartet.

3.7 Beskrivelse av konstruksjoner

I nordre ende av det vurderte området krysser en relativt høytliggende bro elva. Landkar er av tørrmur og brospenn er av H-bjelker og betong. Landkarene snevrer inn elveløpet noe, men selve brudekket ligger forholdsvis høyt i terrenget. Lysåpningen er på ca. 16 x 6,5 m. Brudekke er ca. 70 cm tykt.

Ca. 1,7 km nedstrøms krysser en bru til *Rem*, denne er vurdert til å ikke ha effekt på forholdene ved det vurderte området.

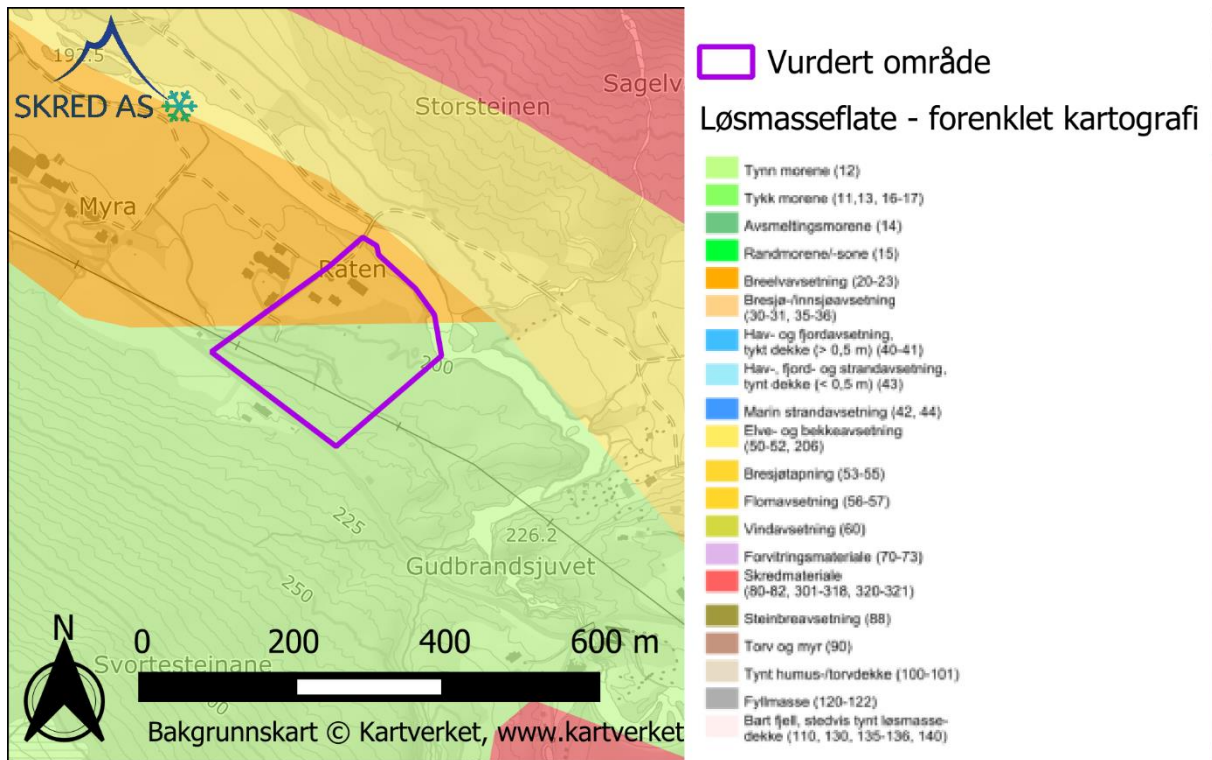


Figur 7: Bru i nordre ende av prosjektområdet, den aktuelle låven er vist i bakgrunnen.

3.8 Grunnforhold

Området består ifølge NGU sitt løsmassekart av morene i sør og breelvavsetninger i nord (kartlagt i 1:50 000), se Figur 8.

Området ligger 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 (2022b) er lagt til grunn for beregning av dimensjonerende flommer.

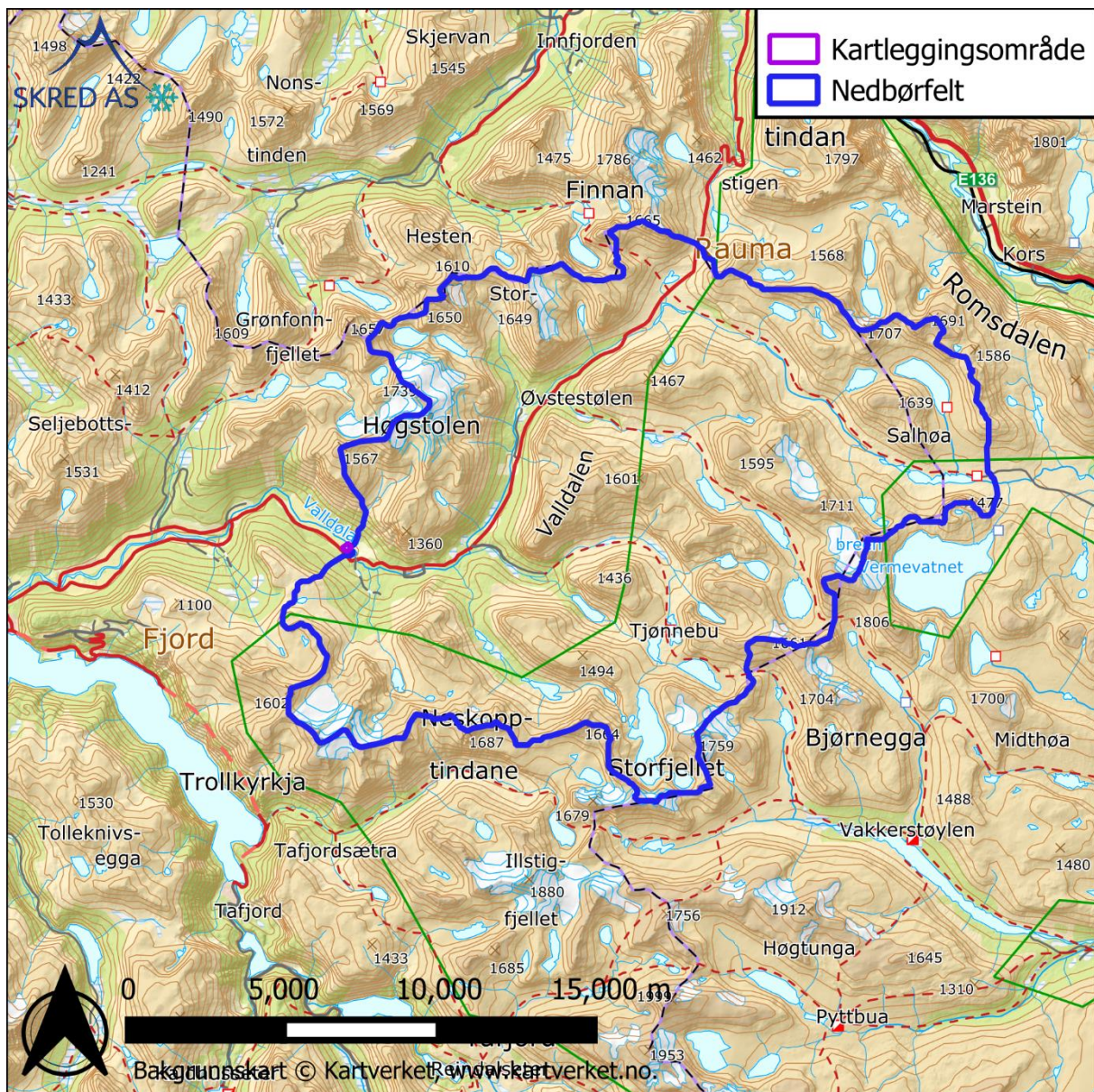
4.2 Beskrivelse av nedbørfelt

Nedbørfeltet til Valldøla drenerer et fjellrikt parti med høy relativ relieff. Feltet har store høydeforskjeller og bratte gradienter som drenerer mot det relativt slake dalføret Valldal. Nedbørfeltet er dominert av snaufjell og har lite dempning i form av flate området og innsjøer. Feltet har noe mindre areal med isbre. Generelt er feltet karakterisert som stort med bratte gradienter, og forventes å ha en relativt rask avrenningskarakteristikk. Feltet har en liten overføring på maks $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ ut mot Romsdalen (NVE, 2005), men er ellers å beregne som uregulert. Feltkarakteristika til Valldøla er vist i Tabell 2 og feltgrensene er vist i Figur 9.

Tabell 2: Feltkarakteristika til Valldøla.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	q_N^* [l/s*km ²]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Bre [%]	Snaufjell [%]	Høydeint. [moh.]
Valldøla	257	49	0,14	11	4	78	200-1755

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90.



Figur 9: Feltgrensene til Valdøla ved kartleggingsområdet.

4.3 Flomfrekvensanalyse

4.3.1 Målestasjoner

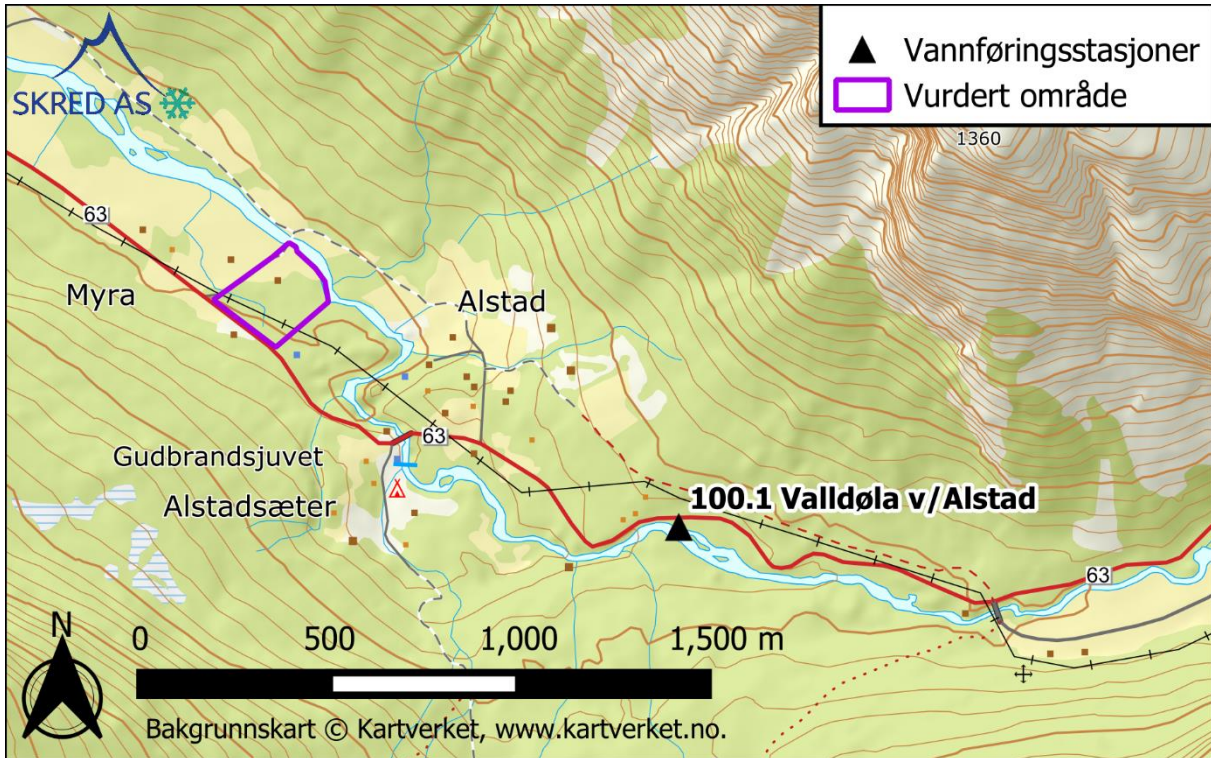
Målestasjonen 100.1 Alstad ligger i Valdøla like oppstrøms det vurderte området og er derfor svært representativ. Stasjonen har god vannføringskurve og har vannføringsmålinger opp mot $90 \text{ m}^3/\text{s}$, som tilsvarer middelflom. Det er derfor valgt og benyttet dataserien for flomfrekvensanalyse. Dette er også i tråd med flomberegningen fra NVE for Valdøla (NVE, 2005).

I Tabell 3 er det aktuelle nedbørfeltet sammenlignet med målestasjonen 100.1 Valdøla v/Alstad. Middelaurenning (q_n) er beregnet basert på måleserien ved stasjonen. Hypsografisk kurve til stasjonen er vist i Figur 11 og beliggenhet er vist i Figur 10.

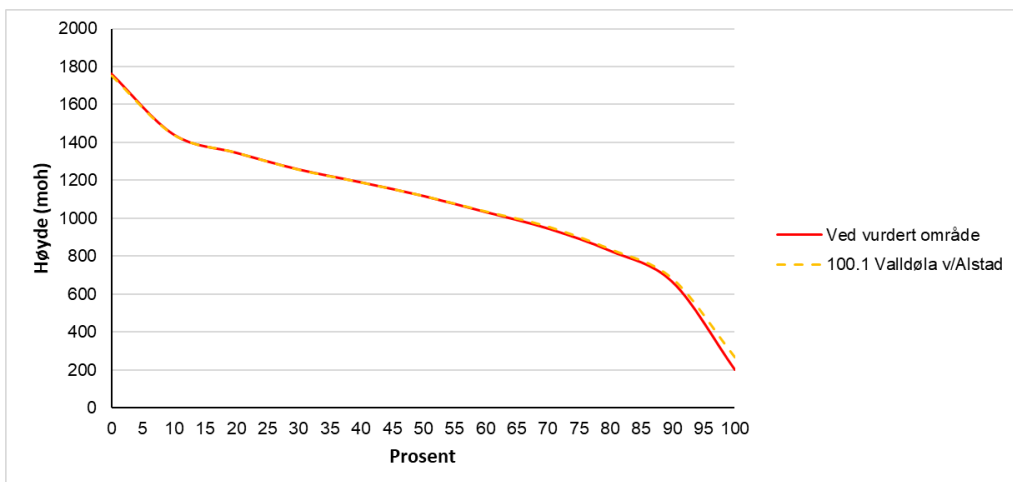
Tabell 3: Feltkarakteristika og kurvekvaliteten til utvalgt referansestasjon.

Målestasjon	Feltareal [km ²]	Måleperiode døgn [år]	Q _N [l/s*km ²]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Snau-fjell [%]	Høydeint. [moh]	Kurve-kvalitet (flom)
Valldøla ved vurdert område	257	-	49*	0,14	11	78	200-1755	-
100.1 Valldøla v/ Alstad	226	1984-2022	59	0,18	10	78	269-1755	Bra

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961 – 90.



Figur 10: Lokasjon til 100.1 Valldøla v/Alstad.



Figur 11: Hypsografisk kurve til Valldøla og vurdert målestasjon.

4.3.2 Valg av metode for flomfrekvensanalyse

Den mest representative målestasjonen, 100.1 Valldøla v/Alstad, har ikke en tilstrekkelig lang serie med findata. Det er derfor valgt å gjøre analysen på døgndata og bruke kulminasjonsfaktor fra større flomhendelser der det finnes både døgn- og findata.

4.3.3 Lokal flomfrekvensanalyse

Tilsigsdata fra den aktuelle målestasjonen er hentet ut og analysert gjennom NVE-databasen Hydra2. Det er gjort flomfrekvensanalyse av måleseriene på årsflommer. For hver måleserie er det gjort et valg av type frekvensfordeling basert på serielengde og frekvenskurven sin tilpasning til dataene. Tabell 4 presenterer analysene utført med Flom_analyse-programmet i Hydra II på døgndata. Programmet tar utgangspunkt i årsflommer. År med mer enn 10 % manglende dager fjernes i analysen.

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

Målestasjon	År	Middelflom		Q ₂₀₀ / Q _M			Metode
		Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]	Nedre estimat	Middel- estimat	Øvre estimat	
100.1 Valldøla v/Alstad	39	93	413	1,79	2,17	2,56	GEV

4.3.3.1 Forholdstall mellom kulminasjons- og døgnmiddelflom

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

Tabell 5 viser beregnede forholdstall.

Tabell 5: Beregnet forholdstall ved noen av de største flommene ved utvalgt målestasjon.

Målestasjon	Dato	Døgn [l/s*km ²]	Kulm. [l/s*km ²]	Forholds- tall
100.1 Valldøla v/Alstad	14.08.03	800	1050	1.31
	07.09.07	510	700	1.37

4.3.4 Regional flomfrekvensanalyse

4.3.4.1 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 km²) anbefales fortsatt RFFA-NIFS for returperioder til og med 200 år. Analysen gir døgnmiddelvannføring.

Resultatene gitt fra RFFA-2018 for Valldøla er presentert i Tabell 6 under.

Tabell 6: Resultater fra RFFA-2018 (døgnmiddel).

Estimat	Middelflom		Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₂₀₀ [m ³ /s]	Q _{mom} / Q _{døgn}
	Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]			
Lav (2,5 %)	59	228		123	1,26
Median	101	391	2,21	223	
Høy (97,5 %)	174	674		406	

4.4 Klimaframskrivninger

I henhold til anbefalinger i NVEs rapport fra 2016 (NVE, 2016) blir et klimapåslag på 20 % benyttet for å ta hensyn til forventet økning i flomstørrelser frem mot år 2100.

4.5 Vurdering av resultater

4.5.1 Middelflom

Valldøla ved det vurderte området har marginalt større nedbørfelt enn ved målestasjonen 101.1 Valldøla v/Aurstad, og har ingen markante endringer i feltkarakteristika. Det er derfor valgt å benytte spesifikke flomverdier fra målestasjonen og skalere de etter nedbørfeltet til det vurderte området.

Fra målestasjonene vurderes en kulminert middelflom i Valldøla på 420 l/s*km² som realistisk som ligger noe over middelestimatet fra RFFA-2018.

4.5.2 Vekstfaktor

Formelverket RFFA-2018 gir et forholdstall for Valldøla på 2,21 som er sammenlignbart med forholdstallet fra flomfrekvensanalysen fra 100.1 Valldøla v/Alstad på 2,17.

I henhold til anbefalte metoder i veilederen (NVE, 2022b) benyttes vekstfaktor for RFFA-2018 for 200-årsflom.

4.5.3 Sammenligning av resultater fra ulike metoder

Vurdert middelflom fra stasjonen er noe høyere enn middelestimatet fått fra flomformelverket. Vekstkurven fra flomformelverket ligger likt med resultatet fra målestasjonen. Resultatene fra de ulike flomberegningsmetodene er oppsummert i Tabell 7. Resultat fra frekvensanalysen er vektet pga. godt datagrunnlag.

Tabell 7: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.).

Metode	q _m [l/s*km ²]	q ₂₀₀ [l/s*km ²]
Vurdert fra 100.1 Valldøla v/Alstad	553	-
Regional frekvensanalyse	493	
VALGT	550	1225

4.6 Dimensjonerende vannføring

Dimensjonerende vannføring beregnet for Valldøla er gitt i Tabell 8. Spesifikk 200-årsflom med klimatillegg er beregnet til 1470 l/s*km².

Tabell 8: Dimensjonerende vannføring i Valldøla med og uten klimapåslag (kulminasjon).

Vassdrag	Feltareal [km ²]	Klimapåslag [%]	Middelflom		Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₂₀₀ [m ³ /s]
			Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]		
Valldøla	257	Ingen	141	550	2.2	310
Valldøla	257	20 %	170	660	2.2	373

4.7 Klassifisering av det hydrologiske datagrunnlaget for flomberegningen

Da det ikke foreligger observasjoner i eller nært vassdraget, noen av observasjonene har god kvalitet, samt at det er store gradienter i spesifikke flomstørrelser, vurderes det hydrologiske grunnlaget for flomberegninger til klasse 1 (på en skala fra 1 – 5 der 1 er best). Det tilsvarer klassifiseringskriteriet «Godt hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i vassdraget».

5 Hydrauliske beregninger

5.1 Modellvalg

I beregning av vannlinje og hydrauliske parametere er programvaren Hec-Ras versjon 6.4.1 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 Terrengmodell og modelloppsett

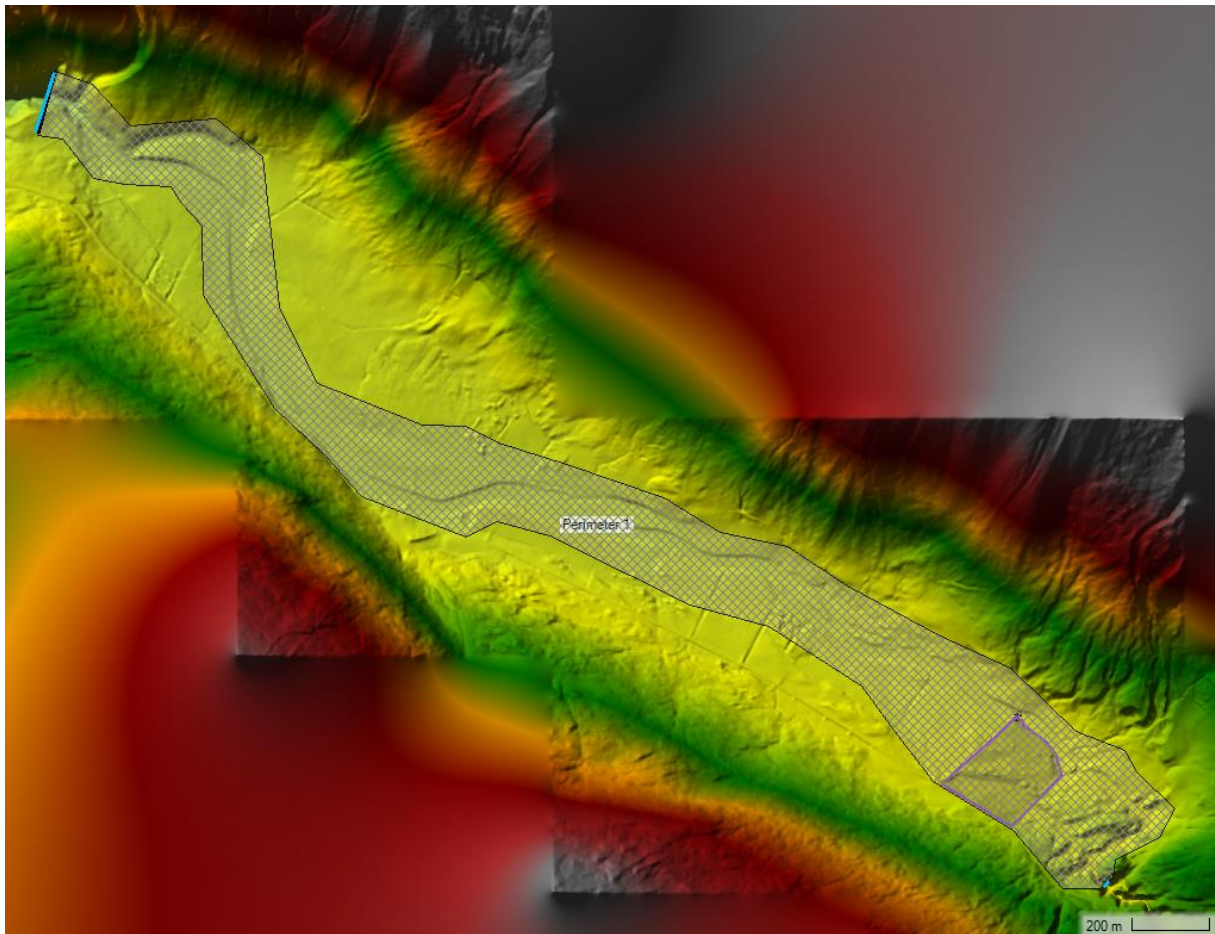
Terrengmodellen som er benyttet i den hydrauliske modellen er beskrevet i avsnitt 3.4. Lysåpningen ved brua i enden av det vurderte området er implementert i terrenggeometrien.

Nedre grensebetingelse er satt langt nedstrøms, i stryk, på grunn av lavt fall i dalføret.

Benyttede parametere i modellen er oppsummert i Tabell 9. Terrengmodell, benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser er illustrert i Figur 12.

Tabell 9: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for Valldøla.

Parameter	Verdi
Oppløsning på terrengmodell	1 x 1 meter
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Nedstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Cellestørrelse beregningsgrid	4 x 4 / 2 x 2 meter
Likningssett	Full momentum
Tidsskritt	Gitt av courant-number mellom 0,1 og 1,0
Manningstall	Skog 15, elvestryk 18, elv 25, landbruk 29, bygg 0,1



Figur 12: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser.

5.2.2 Konstruksjoner

Geometrien til bru i nordre hjørne av det vurderte området er lagt inn i terrengdatagrunnlaget. Brua er modellert uten brudekke, som en åpen kanal.

Det går et rør under adkomstvegen til gårdstunet. Innvendig diameter er målt til 1 m. Røret er lagt inn i den hydrauliske modellen.



Figur 13: Stikkrenne under adkomstveg, innvendig diameter er 1 m.

5.3 Kalibrering og tilpasning av modell

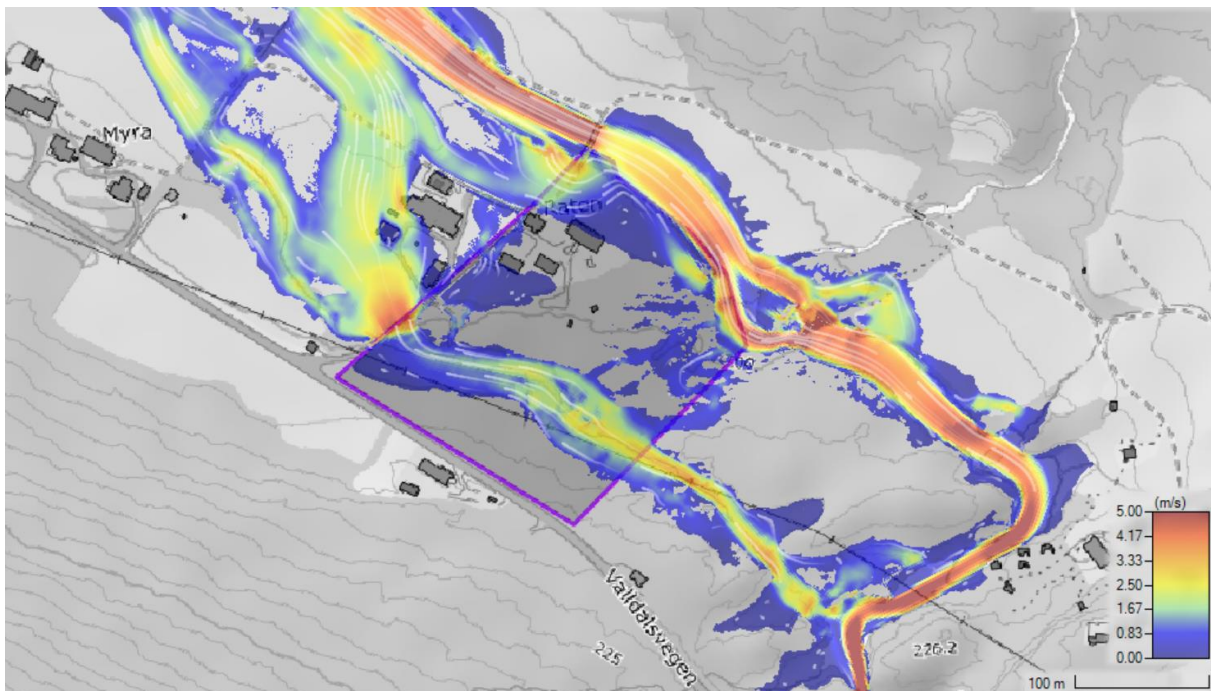
Modellen er ikke kalibrert mot kjente vannstander, men har ruhetsparametere basert på erfaringstall.

5.4 Modellering av dimensjonerende flommer

Det vurderte området og Valldøla har en forholdsvis kompleks situasjon ved dimensjonerende flom. Forholdsvis mye vann vil gå over lavpunktet i juvet oppstrøms det vurderte området, og nå flomveien som går parallelt med elva forbi det vurderte gårdstunet. En mindre del av vannet i flomveien vil gå nordøstover og tilbake til Valldøla ved østre avgrensning til det vurderte området, men mesteparten vil fortsette mot nordvest, og over adkomstveien. Røret igjennom veien har for lav kapasitet, og vannet vil her hovedsakelig gå over veien mot vest og ut av det vurderte området og videre samløpe med elveløpet nedstrøms. Noe av vannet vil også følge veien mot nordøst, og danner en mindre lokal flomslette på sørvestsiden av gårdstunet, som renner ut over veien vest for bygningene.

Lysåpningen ved brua i nordre ende av det vurderte området, og elveløpet generelt, har lav kapasitet og forårsaker at vannet vil gå ut av sine bredder. Brua og tilknyttet vei i sør vil virke noe oppstuvende på vannstanden lokalt ved det vurderte området. Vannet vil bre seg ut over sørlig bredde og over området med dyrket mark som grenser mot elva. Vannet vil renne over traktorveien sør for brustedet. Vannet vil nå bort til den nordre delen av låvebygningen med moderat vanddyp og bortimot stillestående vann. Tilsvarende forhold er det også for byggene i sørlig og nordvestre ende av gårdstunet, fra flomsletten tilknyttet flomveien.

Det kan oppstå moderat høye vannhastigheter i elva under flom, spesielt i hovedløpet, der vannhastigheter større enn 4 m/s vurderes realistisk basert på modelleringen. Hastighetene i flomvegen vil ligge mellom 2-3 m/s og noe raskere i overløpet over adkomstvegen. Flomslettene ved gårdstunet vil ha langt roligere hastigheter, tilnærmet stillestående vann. Figur 14 viser en illustrasjon av modellert strømnings situasjon. Elva går igjennom kritisk strømming like nedstrøms bruområdet.



Figur 14: Illustrasjon av modellert strømnings situasjon og hastigheter ved en 200-årsflom inkludert klimapåslag.

5.5 Følsomhetsanalyser

Det er utført følsomhetsanalyser av den hydrauliske modellen, for å få et inntrykk av hvor følsom den er for variasjon av ulike parametere. Følgende er vurdert:

- Økning i vannføring med 20 %
- Økning i ruhet med 20 %

Analysen viser at modellen er mest sensitiv på økt vannføring, og at vannstanden innenfor det vurderte området øker med: like under 30 cm i flomløpet, 15 cm i elveløpet, og 8 cm på den mindre flomsletten sør for gårdstunet.

5.6 Klassifisering av hydraulisk modell

Da den hydrauliske modellen er ikke kalibrert mot målt vannlinje, men vannstandsendingen fra følsomhetsanalysen er under 30 cm vurderes den til klasse D.

5.7 Sikkerhetspåslag

Da det ikke skal beregnes byggesikker grunn for nybygg, vurderer vi at det ikke er nødvendig å beregne sikkerhetspåslag.

6 Andre farer i vassdraget

6.1 Tilstopping og vann på avveie

Det er en forbygning ved inngang til flomløpet som hindrer at vann ved lavere vannføringer når løpet. Ved eventuelle skader på denne må man regne med mer vann i flomløpet ved dimensjonerende vannføring og hyppigere vann i flomløpet ved lavere vannføringer.

6.2 Erosjon og massetransport

6.2.1 Erosjonsfare

I henhold til krav i TEK17 §7-2 (4) skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Avstanden til erosjonsutsatt elvekant må være minst like stor som høyden på kanten (målt fra toppen av skrent til normalvannstand i elv eller bekk), og ikke under 20 meter selv om høyden er mindre enn dette. Avstanden kan være mindre dersom elva eller bekken sikres mot erosjon, og bør være større der elvekanten består av lett eroderbare masser.

Det ble ikke sett spor til erosjon ved befaring og heller ikke kartlagt skråninger utsatt for erosjon ved eller oppstrøms det vurderte området. Det kan forekomme noe skader på adkomstvei og traktorvei tilknyttet bru i det vurderte området.

Etter kategoriene gitt i NVE sin sikringshåndbok (2021) vurderes omfanget av erosjon på utsatt strekning til kategori 1 som tilsvarer noe erosjon.

6.2.2 Massetransport

Det vurderes som sannsynlig med moderat massetransport under dimensjonerende flom i Valldøla, basert på tilgjengelig løsmasser og modellerte vannhastigheter. Sagelva som kommer inn fra nordøst, på motsatt bredde for det vurderte området, virke fra flyfoto å føre med seg masser som kan avsettes oppstrøms brua ved prosjektområdet. Potensiell bunnheving kan forverre flomfaren inn mot gårdstunet. Valldøla virker å ha lite tilgjengelig løsmasser oppstrøms for transport inn mot det vurderte området.

7 Resultater og konklusjon

7.1 Dimensjonerende vannføring

Dimensjonerende vannføring for 200-års flom med klimapåslag er beregnet basert på frekvensanalyse fra stasjonen 100.1 Valldøla v/Alstad til 373 m³/s.

7.2 Faresoner for flom

Basert på resultater fra modelleringen og analysene er det tegnet opp faresone for flom for kartleggingsområdet. Faresonen viser hvilke områder som vurderes utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 i et endret klima.

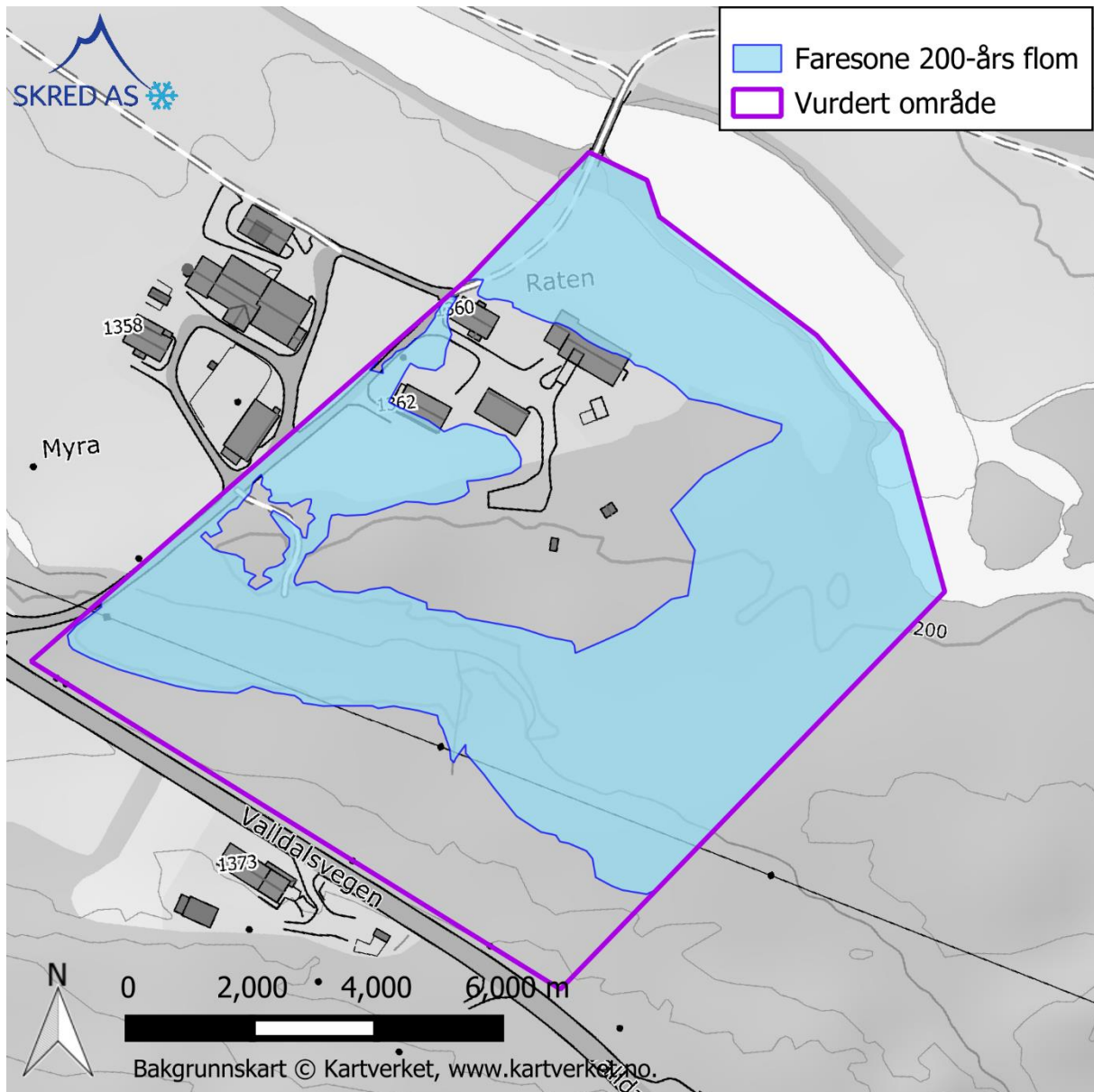
Faresonen er preget av et flomløp som blir aktivt ved høy flomvannføring i juvet oppstrøms det vurderte området og generelt lav kapasitet i elveløpet. Elveløpet er fra enden av juvet og forbi det vurderte området relativt flatt og har lav overhøyde mot det vurderte området. Bruløpet og tilknyttet vei på sørsiden av brua vil virke oppstuvende på vannstanden oppstrøms, og påvirker i stor grad flomsone inn mot gårdstunet fra elva.

Flomløpet fra juvet oppstrøms er aktivt ved dimensjonerende vannføring, og ca. 15 % av beregnet vannføring vil gå i flomløpet. Kulvert under adkomstveg har for lav kapasitet for beregnet vannføring i flomløpet, og vannet vil gå over veibanen. Det vil også oppstå en mindre flomslette sør for gårdstunet på grunn av lav kapasitet i flomveien, som renner ut like vest for bygningene.

Noe av vannet vil drenere nordover fra flomløpet og tilbake til det opprinnelige elveløpet nedstrøms juvet, øst i det vurderte området. Dette området består av myrer og fjellknauser, hvor fjellknausene vil stå over vannlinja. Høydedragene/fjellknausene er ikke tegnet inn i detalj i flomsone, men vil stå tørre under flom.

Ved dimensjonerende vannføring er det risiko for at forbygningen i juvet, ved inngangen til flomløpet, vil ta skade, og kan forårsake at det vil gå enda mer vann i flomløpet enn modellert. I sensitivitetsanalysen med økt vannføring er det modellert mer vann i flomløpet uten at dette har økt flomsone i noen stor grad. Faren ved økt vannføring i flomløpet er derfor vurdert som ikke veldig utslagsgivende på flomsone.

Faresonen for flom er vist i Figur 15.



Figur 15: Faresone som viser områder utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 i år 2100 (sikkerhetsklasse F2).

7.3 Sikkerhet mot erosjon

I henhold til krav i TEK17 §7-2 (4) skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon.

For dagens situasjon vurderer vi erosjonssikkerheten som tilstrekkelig, men det kan forekomme noe skader på veibanen i det vurderte området. Det kan også forekomme skader på bru nord for det vurderte området, da det er sannsynlig at elva vil nå brudekket ved dimensjonerende flomvannføring.

7.4 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 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.

Sikkerheten til bygningene virker tilfredsstillende ved dagens situasjon i forhold til strukturelle skader. Vannskader kan forekomme i kjelleretasjen på låven og på bygg lengst sørvest og vest innenfor det vurderte området. Eventuelle sikkerhetsreduserende tiltak kan vurderes for å sikre flomvei bedre eller for å bedre kapasitet ved bruområdet.

Erosjonssikkerhet virker tilfredsstillende ved dagens situasjon. Ved betydelig endringer i elvebunnen på oppstrøms side av brua, som f.eks. følge av en større flom eller et flomskred i Sagelva, bør det utføres tiltak for å bedre elveløpets kapasitet i Valldøla oppstrøms brua. Det vil i tilfellet være aktuelt å ta ut masser for å restaurere elveløpet.

8 Referanser

Direktoratet for byggkvalitet, 2023. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning § 7-2 [WWW Document]. URL <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-2>

Kartverket, 2023. Høydedata [WWW Document]. URL <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>

MET, 2015. Rapport 24/2015 - Dimensjonerende korttidsnedbør.

Norsk Klimaservicesenter, 2023. Klimaprofiler [WWW Document]. URL <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/om>

NVE, 2022a. Veileder 03/2022 - Sikkerhet mot flom.

NVE, 2022b. Veileder 01/2022 - Veileder for flomberegninger.

NVE, 2021. Sikringshåndboka [WWW Document]. URL <https://sikringshandboka.nve.no/>