

Oppdragsgiver	Navn Hafjell Hytter AS og Bjørgesætra Holding AS	Kontaktperson Tor Christensen (Structor Lillehammer)
Oppdrag	Nummer og navn 25276 Øyer, Hafjell - Flomfarevurdering og overvannshåndtering for reguleringsplan Bjørgesætra	Oppdragsleder Ingvild Brekke
Dokument	Nummer 25276-01-2 Utført av Ingvild Brekke og Ingrid Alne	Dato 2025-06-22 Kontrollert av Ragnhild Hammeren

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
2	2025-09-22	IA	RH	Vurdering av tiltak
1	2025-06-30	IB	RH	Første versjon

Flomfarevurdering for Bjørgesætra

Sammendrag

Det planlegges en endring av reguleringsplanen for Bjørgesætra samt mulig ny reguleringsplan rett nedstrøms. Områdene ligger delvis innenfor NVEs aktsomhetssoner for flom. Skred AS har derfor utført en flomfarevurdering iht. NVEs veileder *Sikkerhet mot flom – Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak*. Vurderingen er gjort iht. TEK 17 § 7-2 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023) for sikkerhetsklasse F1 og F2. Det medfører et krav om en årlig sannsynlighet for flom $< 1/20$ og $< 1/200$ der foreliggende klimaframskrivninger er hensyntatt.

Dimensjonerende 20- og 200-årsflom i Stubberudbekken inkludert et klimapåslag på 40 %, er beregnet til henholdsvis 3,0 og 4,7 m³/s. Dimensjonerende 20- og 200-årsflom i Bjørgebekken nord inkludert et klimapåslag på 40 %, er beregnet til henholdsvis 0,7 og 1,0 m³/s, mens tilsvarende tall for hovedløpet til Bjørgebekken er 3,9 og 6,2 m³/s. Det er etablert en felles hydraulisk modell for bekkene med omliggende områder. Beregningene viser at stikkrennene for bekkene er underdimensjonerte og at det går flere flomløp fra bekkene gjennom kartleggingsområdet.

Det er tegnet faresoner som viser utstrekning av dimensjonerende flom. Siden de samme flomløpene aktiveres ved 20- og 200-årsflom, er F1 og F2-faresonene tilnærmet like.

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 vurderes erosjonssikkerheten som tilstrekkelig. Det bør føres jevnlig tilsyn og eventuelle begynnende erosjonsskader bør utbedres.

Noen av hyttetomtene ligger innenfor faresone fra Bjørgebekken, og det må utføres risikoreduserende tiltak før utbygging av disse tomtene. Vi har vurdert ulike tiltak og verifisert de i den hydrauliske modellen for å sikre planlagt bebyggelse, samt tegnet flomfaresone etter tiltak. Vi har vurdert at tiltakene ikke vil gi økt ulempe for omgivelsene, ref. TEK17 §7-1.

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
3	Metode og data	8
3.1	Valg av metode	8
3.2	Tidligere utredninger i nærheten	8
3.3	Data for observerte flommer og kalibreringsdata	8
3.4	Oppsummering og resultater fra befaring	8
3.5	Beskrivelse av bekkeløp	8
3.6	Kulverter	9
3.7	Terrengmodell	10
3.8	Grunnforhold og infiltrasjon	11
4	Flomberegning	12
4.1	Metode	12
4.2	Beskrivelse av nedbørfelt	12
4.3	Flomfrekvensanalyse	13
4.4	Nedbør-avløpsmetoder	14
4.5	Klimaframskrivninger	15
4.6	Vurdering av resultater	15
4.7	Dimensjonerende vannføring	15
4.8	Klassifisering av det hydrologiske datagrunnlaget for flomberegningen	16
5	Hydrauliske beregninger	17
5.1	Modellvalg	17
5.2	Oppsett av modell	17
5.3	Kalibrering og tilpasning av modell	19
5.4	Modellering av dimensjonerende flommer	20
5.5	Følsomhetsanalyser	22
5.6	Klassifisering av hydraulisk modell	23
5.7	Sikkerhetspåslag	23
6	Andre farer i vassdraget	24
6.1	Tilstopping og vann på avveie	24
6.2	Erosjon og massetransport	24
6.3	Isproblematikk	25

7	Flomfare.....	26
7.1	Faresoner for flom	26
7.2	Risikoreduserende tiltak.....	28
7.3	Faresoner for flom etter tiltak.....	31
8	Resultater og konklusjon.....	33
8.1	Dimensjonerende vannføring.....	33
8.2	Faresoner for flom	33
8.3	Sikkerhet mot erosjon	33
8.4	Risikoreduserende tiltak.....	33
9	Referanser.....	35
	Vedlegg A: Befaringsnotat	36
	Vedlegg B: Flomsonekart	39

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

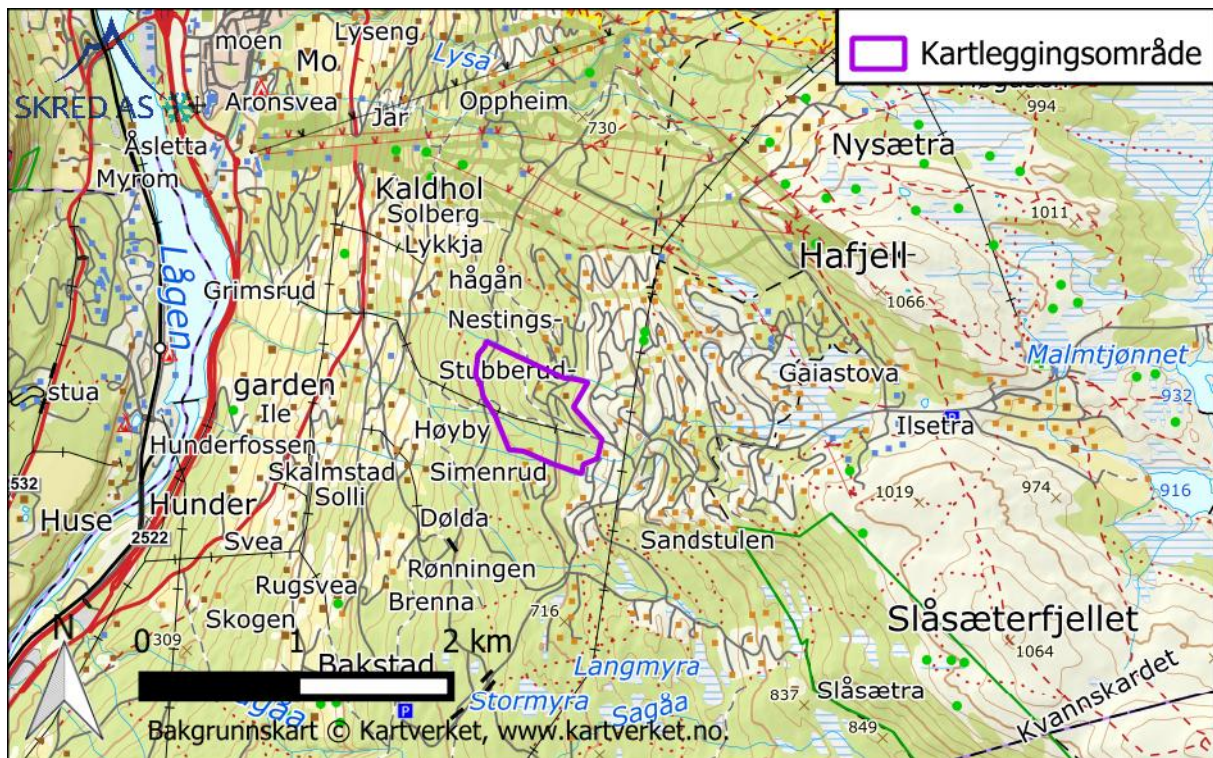
Det arbeides med en endring av detaljreguleringsplanen Bjørgesætra i Øyer kommune. Gjeldende reguleringsplan for området er fra 2022. Formålet med reguleringsendringen er å fortette hytteutbyggingen. I tillegg vurderer oppdragsgiver å regulere området rett nedstrøms (deler av gbnr. 11/1). Kartleggingsområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for flom der Stubberudbekken og Bjørgebekken utgjør potensielle flomfarer. Det ønskes derfor en detaljert flomfarevurdering.

1.3 Mål

Oppdraget omfatter vurdering av flomfare i henhold til TEK 17 § 7-2 for følgende sikkerhetsklasser med tilhørende årlige sannsynligheter: F1 (1/20) og F2 (1/200).

1.4 Kartleggingsområdet

Kartleggingsområdet ligger omtrent 2,5 km vest for Hafjelltoppen i Øyer kommune. Beliggenheten til kartleggingsområdet er vist på Figur 1.



Figur 1: Beliggenheten til kartleggingsområdet, ved Hafjell i Øyer 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.

Resultatene som fremkommer av rapporten gjelder kun for det definerte kartleggingsområdet og kan ikke benyttes direkte til vurdering av flomfare for andre nærliggende områder.

2 Regelverk og krav

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 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	Preaksepterte ytelser
F1	Liten	1/20	Garasje, lager og andre bygg med lite personopphold.
F2	Middels	1/200	Boliger, fritidsboliger, arbeidsplasser og andre bygg beregnet for personopphold.
F3	Stor	1/1000	Sårbare samfunnsfunksjoner som sykehjem, beredskap eller kritisk infrastruktur, eller stor forurensningsfare som avfallsdeponi.

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 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 F1 og F2 for planlagt tiltak.

3 Metode og data

3.1 Valg av metode

Bekkene forventes å kunne utgjøre en reell flomfare for kartleggingsområdet, så det blir 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 av hvordan andre vassdragsrelaterte farer kan påvirke faren for flom.

3.2 Tidligere utredninger i nærheten

Norconsult har tidligere kartlagt bekkene i forbindelsen med Sårbarhetsvurdering av bekker i Øyer Sør (Norconsult AS, 2022) på oppdrag for Øyer kommune. Skred AS har tidligere kartlagt flomfaren for Hafjell panorama rett oppstrøms Bjørgesætra i Skred AS rapport 24159-01-1, datert 29. august 2024.

3.3 Data for observerte flommer og kalibreringsdata

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

3.4 Oppsummering og resultater fra befaring

Befaring i området ble utført 30. mai 2025 av Ragnhild Hammeren og Ingvild Brekke, begge Skred AS. Henning Bjørge deltok også på deler av befaringa. Det var oppholdsvær under befaringa, men det hadde regnet i dagene før. Registeringer ble gjort til fots og med drone. Befaringsnotat og kart med registreringer er i Vedlegg A. Ingvild Brekke har tidligere befart deler av området og bekkene oppstrøms i august 2024 i forbindelse med andre oppdrag.

3.5 Beskrivelse av bekkeløp

Kartleggingsområdet er forholdsvis bratt med grove løsmasser og kort ned til berg. De naturlige bekkestrekningene er derfor grunne med stein og blokker i bunnen som gir høy ruhet ved lav vannføring. Det varierer om bekkene renner i granskog eller i hugde områder med tilrettelegging for utbygging eller skiløyper.

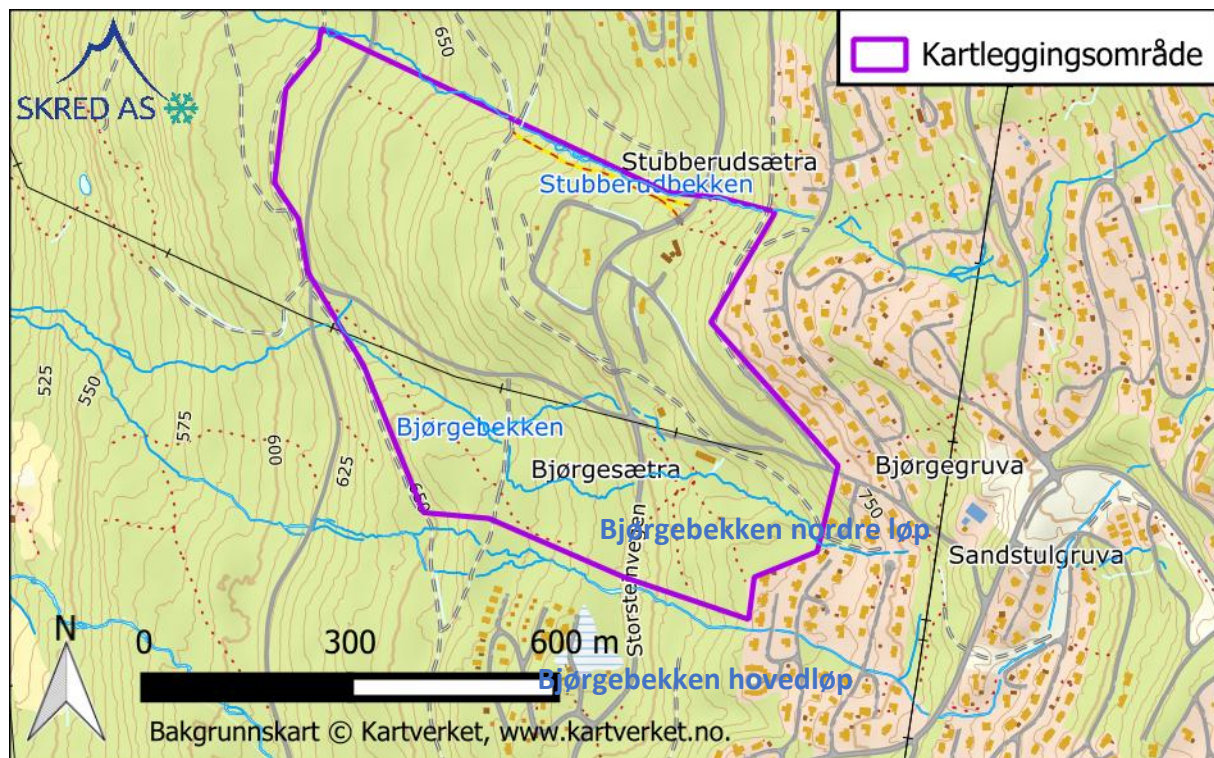
Stubberudbekken renner i et bredt søkk og krysser et par veier og fire skiløyper i/rett ved kartleggingsområdet. Kryssingen av Storsteinvegen og den nederste skiløypa har god kapasitet, mens vann forventes å dra på avveie fra de andre kryssingene.

Hovedløpet til Bjørgebekken renner minst 10 meter sør for kartleggingsområdet, parallelt med plangrensa. Bekkeløpet er tidvis lite definert i terrenget, og renner heller ikke i noe markert søkk. Bekkeløpet er grøftet/muret opp gjennom hyttefeltet oppstrøms kartleggingsområdet. Selv om bekkeløpet her har god kapasitet, så er kulvertene underdimensjonerte, og vi forventer at vann vil spre seg utover i hyttefeltet og dermed kunne finne nye veier inn i kartleggingsområdet. Kryssingen av Storsteinsvegen er stor med god kapasitet. Videre nedover er løpet lite definert, og terrenget nord for bekken er preget av forberedelse til utbygging. Vann kan dra på avveie inn i dette terrenget, og vi forventer at det videre vil følge skiløypa nordover mot det nordre løpet til Bjørgebekken.

Det nordre løpet til Bjørgebekken kommer inn gjennom et søkk lengst øst i kartleggingsområdet. Bunnen av søkket er fuktig og myrete. Bekkeløpet er lite, men forholdsvis definert frem til Storsteinvegen. Stikkrenna under vegen er underdimensjonert, så vann vil følge vegen sørover. Det er usikkert hvor vannet vil dra over vegen, og selve overløpet vil trolig avhenge av hvor vannet begynner å grave i grusvegen under en flom. Fra Storsteinvegen frem til skiløypa midt gjennom kartleggingsområdet er bekkeløpet svært lite definert. Fra lavbrekket på skiløypa og ned til nedstrøms grense av kartleggingsområdet renner bekken i et søkk og kan ta flere løp i bunnen av søkket.

Det går et tredje sideløp av Bjørgebekken omtrent 100 meter nord for det nordre løpet. Dette løpet har et minimalt nedbørfelt, og «fores» av drensledning(-er) ifm. bygg. Vi vurderer at dette løpet ikke er et vassdrag eller utgjør en flomfare, og anbefaler at det håndteres som en flomvei i overvannsvurderingene for området.

Figur 2 viser et oversiktskart over området.



Figur 2: Oversiktskart over kartleggingsområdet, Stubberudbekken i nord og Bjørgebekken i sør.

3.6 Kulverter

Kryssingene av Storsteinvegen er godt utført for Stubberudbekken og hovedløpet til Bjørgebekken. Førstnevnte består av en 1200 og en 1400 mm-kulvert med innløpsbasseng og grøfter som fører vann fra siden av bekken mot innløpsbassenget. Figur 3 viser et bilde av dette. Hovedløpet til Bjørgebekken krysser Storsteinvegen gjennom to 2000 mm-kulverter, som vist i Figur 4. For beskrivelse av andre, mindre stikkrenner, se befaringsnotatet i vedlegg.



Figur 3: Dronebilde av der Stubberudbekken krysser Storsteinvegen.

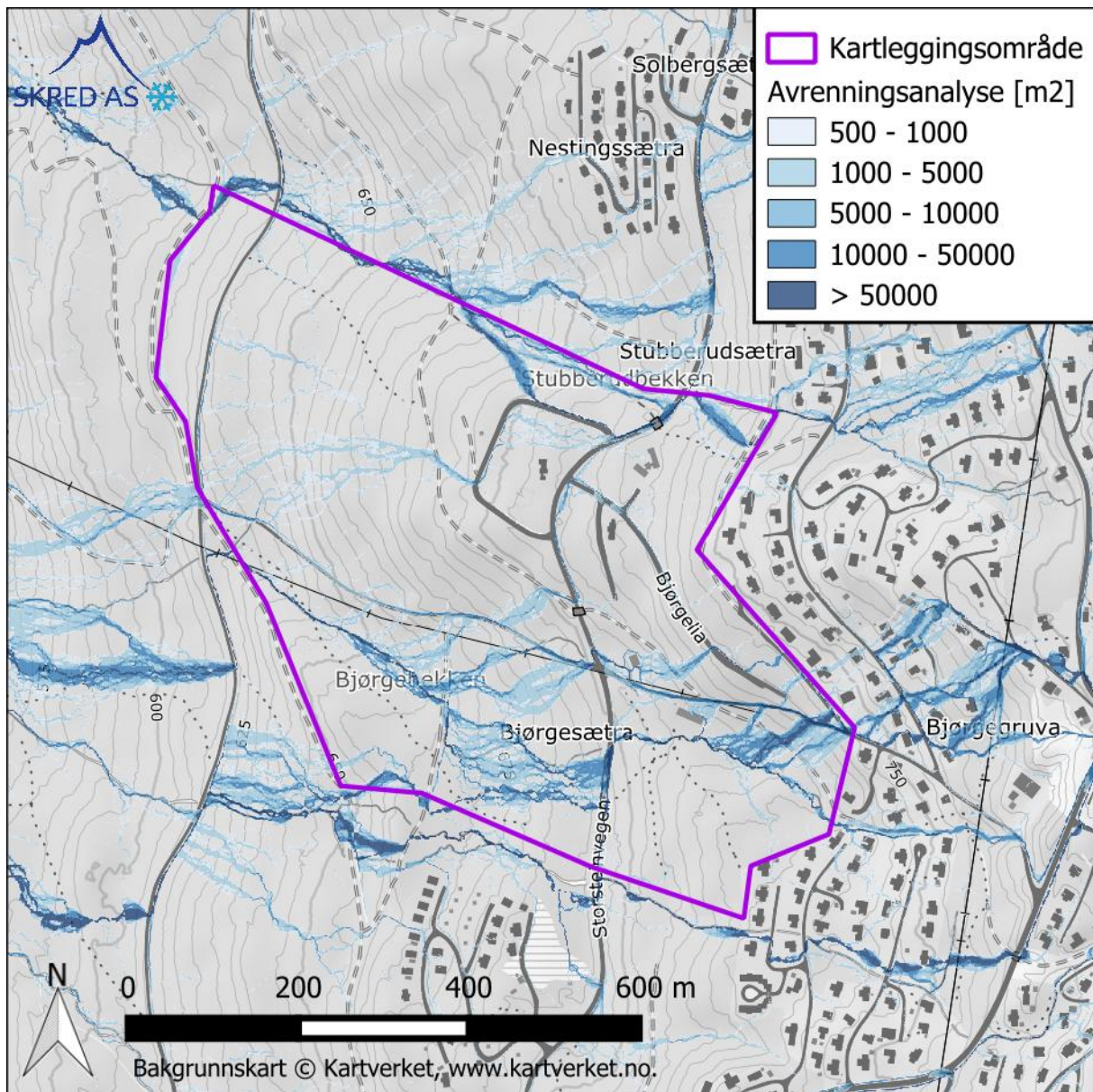


Figur 4: Dronebilde av der hovedløpet til Bjørgebekken krysser Storsteinvegen.

3.7 Terrengmodell

Nasjonal digital høydemodell (Innlandet laser 2023) med horisontal oppløsning på 1 x 1 meter er benyttet. Alle høyder i rapporten er oppgitt i høydesystem NN2000.

Avrenningsanalyse for kartleggingsområdet er vist i Figur 5.



Figur 5: Avrenningsanalyse (fler-strømningsalgoritme) for kartleggingsområdet.

3.8 Grunnforhold og infiltrasjon

Området består ifølge NGU sitt løsmassekart av hovedsakelig tykk morene med innslag av tynn morene nederst (kartlagt i 1:50 000). Området ligger over marin grense.

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

Vi har valgt å vurdere feltgrensene der bekkene krysser Storsteinvegen omtrent midt i planområdet Bjørgesætra. Bekkene har begrenset økning i nedbørfelt videre nedover i nedbørfeltet, så vannføringen der vurderes å være representativ for hele planområdet.

Store deler av nedbørfeltene til bekkene består av hyttefelt og hyppige kryssinger av bekkene som generelt ikke har tilstrekkelig kapasitet (Norconsult 2022, Skred AS rapport 24159). Vi har forsøkt å bestemme feltgrenser ut fra naturlig nedbørfelt og avrenningsanalyse.

De vurderte bekkene har små nedbørfelt som i stor grad består av hyttefelt med naturlig felt som består av snaufjell, myr eller skog i øvre del. Myrene i feltene er slakt hellende, og vi forventer at de vil være vannmettede under en dimensjonerende hendelse. Feltene er ikke påvirket av regulering.

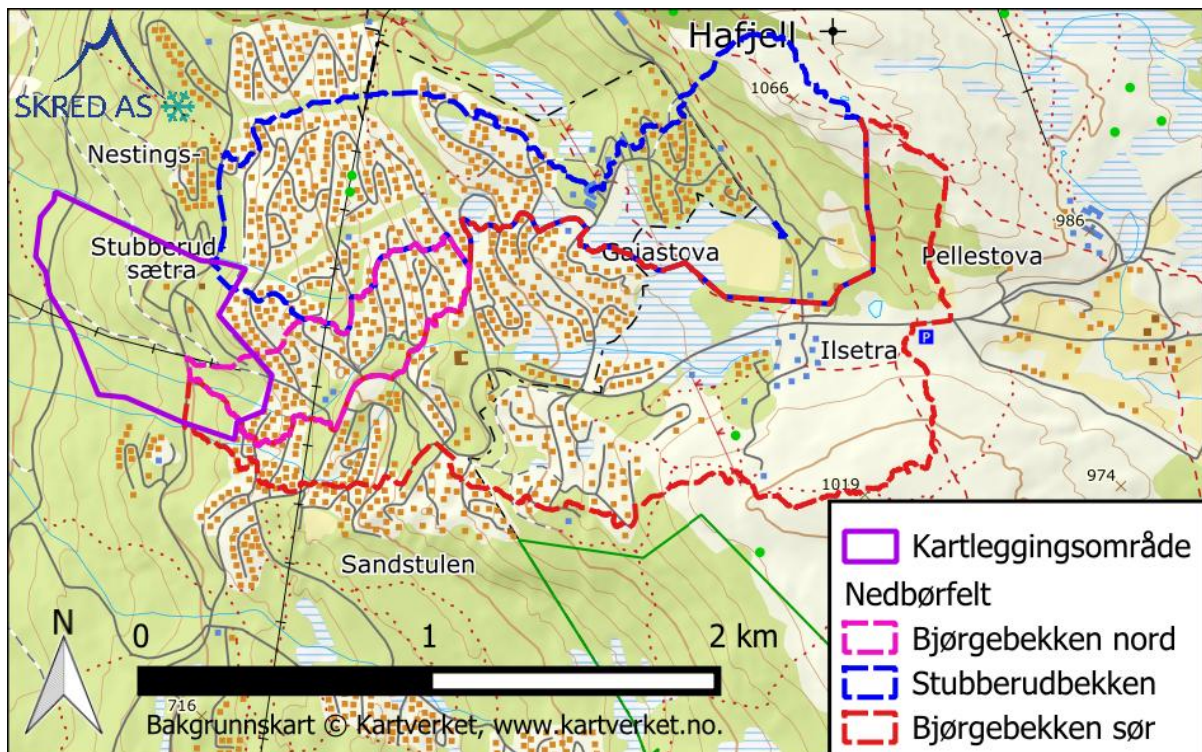
Feltgrensene mellom de to bekkene er tidvis uklare. Avrenninga kan fordele seg mellom de to bekkene på Lunnstadmyra 1,5 km oppstrøms kartleggingsområdet. Vi har tidligere vurdert fordelingen her til at 75 % går mot Stubberudbekken og 25 % mot Bjørgebekken sør (i Skred AS rapport 24766-01-1, datert 5. juni 2025). Vi har skjønnsmessig fordelt dette området mot nedbørfeltene til de to bekkene for å gjenspeile denne fordelinga.

Feltkarakteristika til bekkene er vist i Tabell 2 og feltgrensene er vist i Figur 6.

Tabell 2: Feltkarakteristika til de vurderte bekkene.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	q_N^* [l/s*km ²]	Eff. sjø [%]	Hyttefelt [%]	Naturlig felt [%]	Feltlengde [km]	Høydeint. [moh.]
Stubberudbekken	1,25	31	0	50	50	2,2	720-1016
Bjørgebekken nord	0,27	26	0	85	15	1,0	700-880
Bjørgebekken sør	1,65	32	0	60	40	2,8	690-1019

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90.



Figur 6: Feltgrensene til de vurderte bekkene ved kartleggingsområdet.

4.3 Flomfrekvensanalyse

4.3.1 Målestasjoner

Det foreligger ingen kjente målinger av flomvannføring i de aktuelle bekkene. Det er heller ingen gode målestasjoner i nærheten med representativ feltstørrelse. Vi har derfor valgt å basere flomberegninga på andre metoder.

4.3.2 Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-NIFS)

Formelverket RFFA-NIFS er et nasjonalt formelverk for flomberegninger i nedbørfelt med feltareal mellom 0,2 og 53 km². 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. Middelaavrenning fått fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-1990 er benyttet i flomformelverket.

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

Tabell 3: Resultater fra RFFA-NIFS (kulminasjon).

Vassdrag		Middelflom	Middelflom	Q_{20}/Q_M	Q_{200}/Q_M	Q_{20} [m ³ /s]	Q_{200} [m ³ /s]
		Q_M [m ³ /]	q_M [l/s*km ²]				
	Lav (2,5 %)	0.6	458			1.0	1.5
Stubberudbekken	Middel	1.1	915	1.70	2.71	1.9	3.1
	Høy (97,5 %)	2.3	1830			3.9	6.2
	Lav (2,5 %)	0.1	484			0.2	0.4
Bjørgebekken nord	Middel	0.3	968	1.72	2.75	0.4	0.7
	Høy (97,5 %)	0.5	1936			0.9	1.4
	Lav (2,5 %)	0.7	453			1.3	2.0
Bjørgebekken sør	Middel	1.5	906	1.70	2.70	2.5	4.0
	Høy (97,5 %)	3.0	1811			5.1	8.1

4.4 Nedbør-avløpsmetoder

4.4.1 PQRUT

Bekkene har svært små nedbørfelt og rask avrenningskarakteristikk, så vi vurderer at PQRUT vil være beheftet en stor grad av usikkerhet. Vi har derfor valgt å ikke utføre flomberegning med denne metoden.

4.4.2 Den rasjonale metode

Den rasjonale formelen beregner flomvannføring basert på nedbørstatistikk, feltareal og antatt avrenningskoeffisient. Dimensjonerende nedbør hentes fra relevant IVF-kurve eller nedbørstatistikk, basert på estimert konsentrasjonstid. I NVE (2022b) anbefales metoden for felt opp til 2 km². 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. IVF-kurven Lillehammer (Lillehammer kommune, 2019) er benyttet, som anbefalt i VA-normen (Øyer kommune, 2023).

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, 2022b). Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonale metoden er vist i Tabell 4.

Tabell 4: Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonale metoden for bekkene (kulminasjon).

Vassdrag	IVF-kurve	Areal [ha]	ARF	Kons. tid [min]	I_{200} [l/s*ha]	C-verdi	Q_{200} [m³/s]
Stubberudbekken	Lillehammer (2019)	125	0.97	77	71.8	0.52	4.5
Bjørgebekken nord	Lillehammer (2019)	27	0.97	45	101.3	0.61	1.6
Bjørgebekken sør	Lillehammer (2019)	165	0.97	93	60.5	0.55	5.3

4.5 Klimaframskrivninger

I henhold til anbefalinger i NVE (2022b) 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 km². Påslaget er også i tråd med Øyer kommune sin VA-norm.

4.6 Vurdering av resultater

For Stubberudbekken og Bjørgebekken sør ligger resultatet fra den rasjonale metoden mellom middelestimatet og øvre estimat fra NIFS, mens for Bjørgebekken nord ligger resultatet fra den rasjonale metoden høyere enn øvre estimat fra NIFS. Nedbørfeltene har tilnærmet like feltegenskaper, og vi forventer derfor samme spesifikk flom i feltene. Middelestimatet fra NIFS samsvarer omtrent for alle bekkene. Vi velger å vektlegge middelestimatet fra flomformelverket, og setter spesifikk middelflom til 1000 l/s/km² for alle bekkene. Vi velger også å benytte vekstkurven fra formelverket.

Resultatene fra de ulike flomberegningsmetodene er oppsummert i Tabell 5.

Tabell 5: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.).

Vassdrag	Metode	q_m [l/s*km²]	q_{20} [l/s*km²]	q_{200} [l/s*km²]
Stubberudbekken	Formelverk for små nedbørfelt	460 – 1830 (915)	780 – 3110 (1555)	1240 – 4960 (2480)
	Rasjonale formel	-	-	3600
Bjørgebekken nord	Formelverk for små nedbørfelt	480 – 1940 (970)	830 – 3320 (1660)	1330 – 5330 (2660)
	Rasjonale formel	-	-	5930
Bjørgebekken sør	Formelverk for små nedbørfelt	450 – 1810 (910)	770 – 3070 (1540)	1220 – 4890 (2450)
	Rasjonale formel	-	-	3200

4.7 Dimensjonerende vannføring

Beregnet vannføring ved dimensjonerende flommer for bekkene er vist i Tabell 6.

Tabell 6: Beregnet vannføring i bekkene ved dimensjonerende flom (kulminasjon) med og uten klimapåslag.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	Klima- påslag	Middelflom	Middelflom	Q ₂₀ / Q _M	Q ₂₀ [m ³ /s]	Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₂₀₀ [m ³ /s]
			Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]				
Stubberudbekken	1,25	Ingen	1.3	1000	1,70	2.1	2,71	3.4
		1,4	1.8	1400		3.0		4.7
Bjørgebekken nord	0,27	Ingen	0.3	1000	1,72	0.5	2.75	0.7
		1,4	0.4	1400		0.7		1.0
Bjørgebekken hovedløp	1,65	Ingen	1.7	1000	1,70	2.8	2,70	4.5
		1,4	2.3	1400		3.9		6.2

4.8 Klassifisering av det hydrologiske datagrunnlaget for flomberegningen

Siden flomberegninga ikke er basert på lokale målestasjoner, vurderes det hydrologiske grunnlaget for flomberegninger til klasse 5 (på en skala fra 1 – 5 der 1 er best).

5 Hydrauliske beregninger

5.1 Modellvalg

For beregning av vannlinje og hydrauliske parametere har vi benyttet programvaren Hec-Ras versjon 6.6. Vi vurderer at det er hensiktsmessig å etablere en 2D-modell for å best mulig vurdere strømningsforholdene.

5.2 Oppsett av modell

5.2.1 Terrengmodell

Terrengmodellen som er benyttet i den hydrauliske modellen er beskrevet i avsnitt 3.7. Terrengmodellen er kun justert i forbindelse med stikkrennene/kulvertene. Bekkeløpene forventes i deler av kartleggingsområdet å være grunnere i terrengmodellen enn i terrenget, så for enkelte strekninger kan terrengmodellen være konservativ.

5.2.2 Grensebetingelser

Oppstrøms grensebetingelse for Stubberudbekken er plassert 150 meter oppstrøms kartleggingsområdet, hvor vi fra en tidligere kartlegging (Skred AS rapport 24159-01) vet at vannføringen i Stubberudbekken i hovedsak vil være samlet.

Oppstrøms grensebetingelse for nordre løp av Bjørgebekken er plassert i bekken 20 meter oppstrøms kartleggingsområdet. Basert på tidligere kartlegging av vassdraget kan vann på avveie fra Stubberudbekken også havne inn i dette løpet i kartleggingsområdet lenger nord. Flomfaren for dette området håndteres ut fra terrengeanalyse og observasjoner på befaring. Den potensielt økte vannføringen i Bjørgebekken nord håndteres som en del av følsomhetsanalysen.

Oppstrøms grensebetingelse for hovedløpet til Bjørgebekken er plassert 200 meter oppstrøms kartleggingsområdet.

Nedstrøms grensebetingelser er plassert i bekkene og andre steder vann samles i flomveier nedstrøms kartleggingsområdet.

5.2.3 Flomforløp

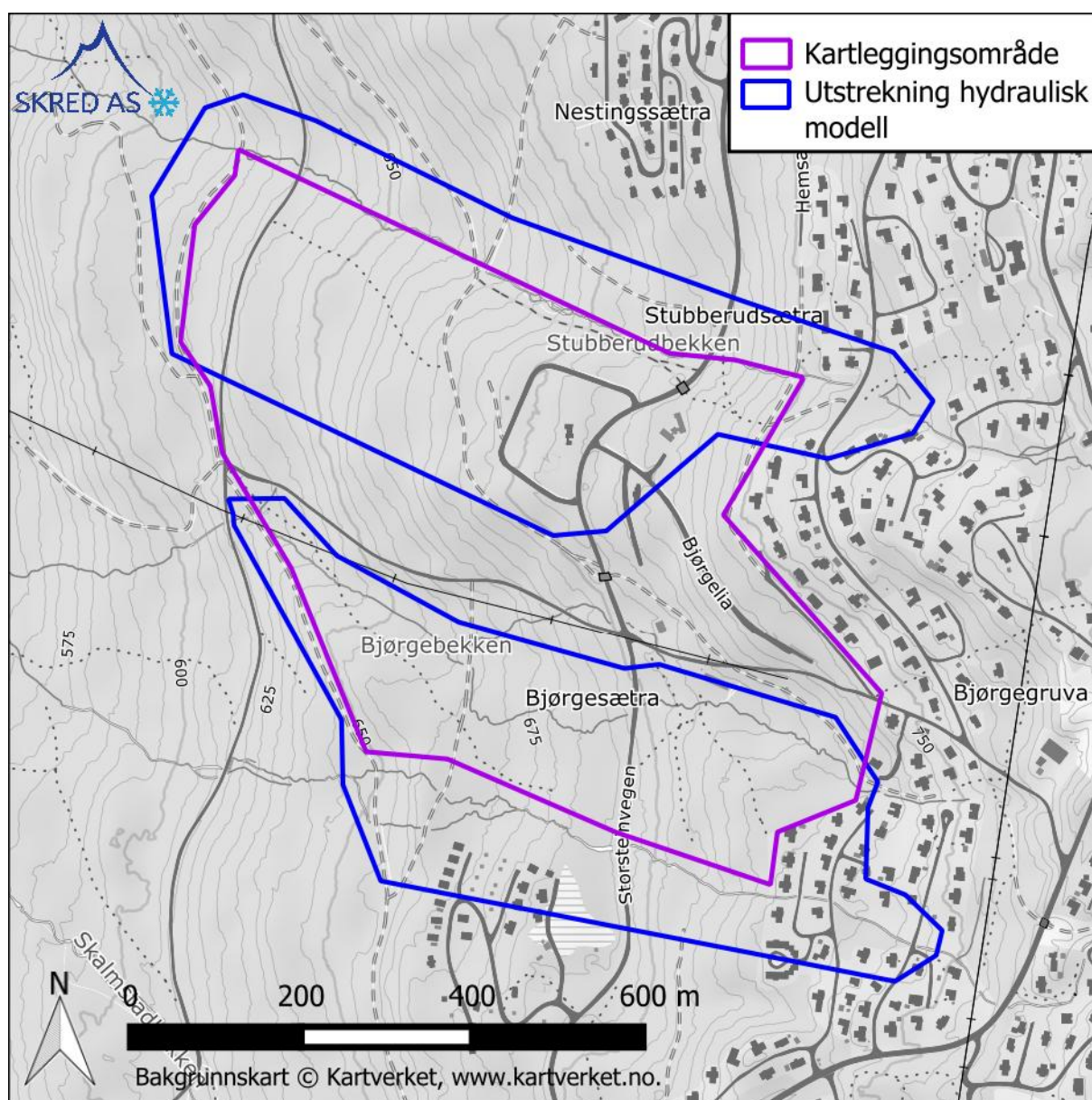
Siden den hydrauliske modellen stabiliserer seg raskt (på mindre enn én time), har vi benyttet konstant kulminasjonsvannføring i den hydrauliske modellen.

5.2.4 Modelloppsett

Benyttede parametere i modellen er oppsummert i Tabell 7. Utstrekningen til den hydrauliske modellen er vist på Figur 7. Terrengmodell, benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser er illustrert i Figur 8 og Figur 9.

Tabell 7: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for bekkene.

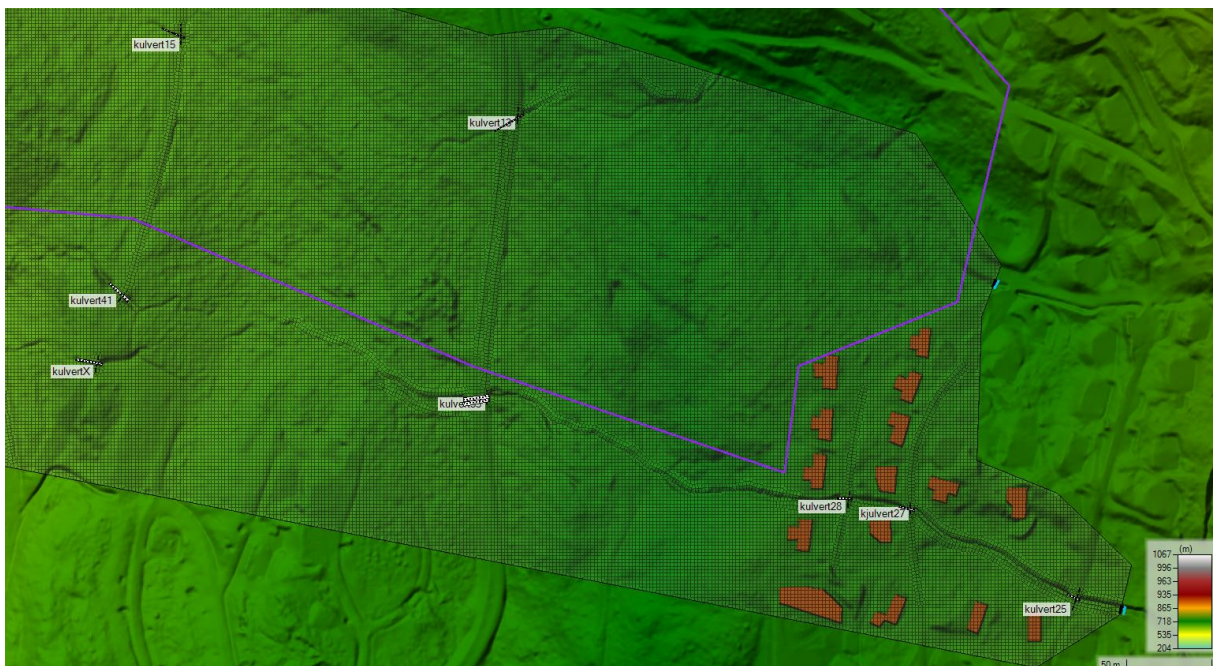
Parameter	Stubberudbekken	Bjørgebekken
Oppløsning på terrengmodell	1 x 1 meter	1 x 1 meter
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning	Normalstrømning
Nedstrøms grensebetingelse	Normalstrømning	Normalstrømning
Cellestørrelse beregningsgrid	2 x 2 meter	2 x 2 meter
Likningssett	Full momentum	Full momentum
Tidsskritt	Gitt av courant-number mellom 0,1 og 1,0	Gitt av courant-number mellom 0,1 og 1,0
Manningstall	Bekk 15 Skog, ulendt terreng 10 Grusveger ol. 50	Bekk 15 Skog, ulendt terreng 10 Grusveger ol. 50



Figur 7: Utstrekning til hydraulisk modell.



Figur 8: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av nedstrøms grensebetingelse for mesteparten av modellen over Stubberudbekken.



Figur 9: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av oppstrøms grensebetingelser for mesteparten av modellen over Bjørgebekken.

5.2.5 Konstruksjoner

Stikkrennene i bekkene er lagt inn i modellen som kulverter i Hec-Ras.

5.3 Kalibrering og tilpasning av modell

Modellen er verken tilpasset eller kalibrert.

5.4 Modellering av dimensjonerende flommer

For Stubberudbekken stemmer modelleringsresultatet generelt godt med forventet utbredelse av vannet langs bekken. I modellen drar det noe vann på avveie sørover langs Storsteinvegen, som er det mest kritiske punktet for Stubberudbekken i kartleggingsområdet. Ifølge nomogram (SINTEF, 1992) skal kulvertene her (1400 + 1200 mm) ha teoretisk kapasitet til $3,5 + 2,6 = 6,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Dette er 30 % mer enn dimensjonerende 200-årsflom. Under ideelle forhold skal kulvertene dermed ha kapasitet til hele vannføringen, forutsatt at vannet kommer til kulvertene. På befaring observerte vi at det var anlagt grøfter omtrent 20 meter ut til hver side som leder vannet mot innløpet til stikkrennene. Disse er ikke nøyaktig gjengitt i terrengmodellen, men vi forventer at de vil ha tilstrekkelig kapasitet til å avskjære vann som har dratt ut på siden av det grunne bekkeløpet til Stubberudbekken rett oppstrøms.

Kulvertene under Doldaveien nederst, samt kulvertene i befaringspunkt 6 har tilstrekkelig teoretisk kapasitet, mens de øvrige kulvertene/stikkrennene er underdimensjonerte. Samtidig, så viser modellen at konsekvensen av vann på avveie i hovedsak er liten gjennom kartleggingsområdet.

Figur 10 viser en illustrasjon av modellert strømningssituasjon langs Stubberudbekken.



Figur 10: Illustrasjon av modellert strømningssituasjon ved en 200-årsflom inkludert klimapåslag for Stubberudbekken. Vandybder større enn 5 cm vises.

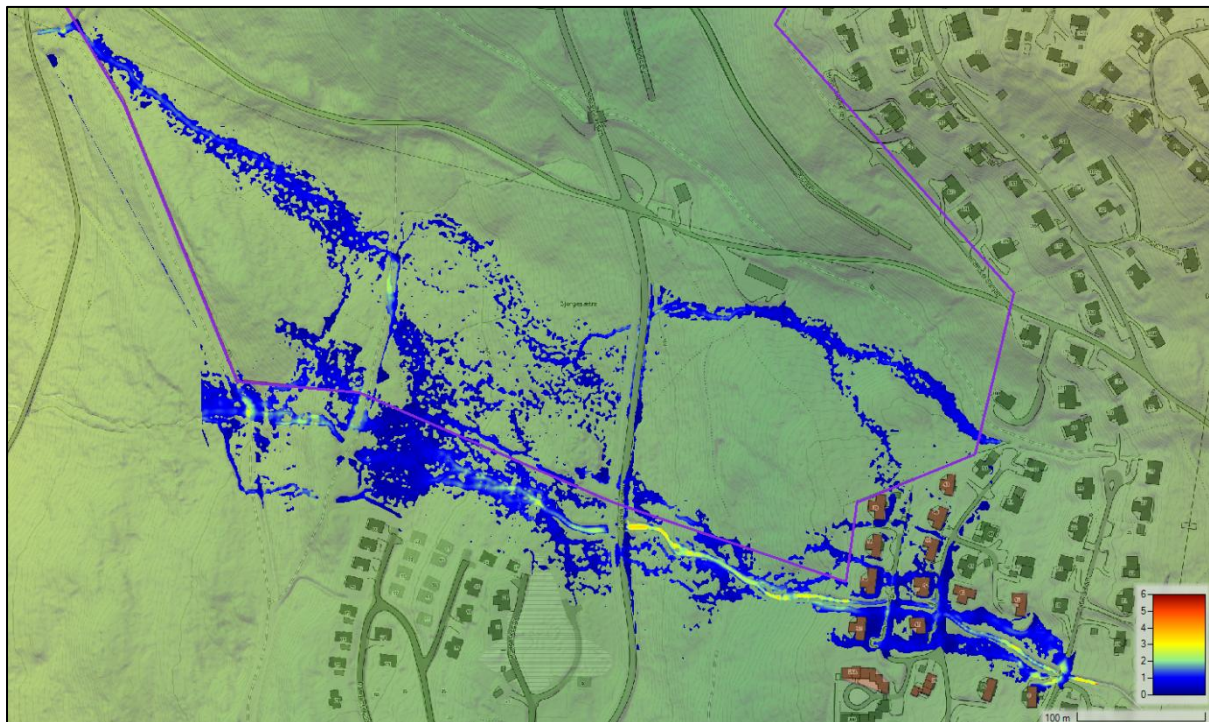
For det nordre løpet av Bjørgebekken viser modelleringa at vannet følger og fyller søkket ned til Storsteinvegen. Ved Storsteinvegen følger vannet som stikkrenna ikke har kapasitet til vegen sørover før det drar over vegen. Videre nedover viser modellen at vannet ikke følger bekkeløpet, som er svært lite, men drar lenger nord gjennom et lite skogholt. Bekken krysser

skiløypa midt i kartleggingsområdet omtrent ved lavbrekket på skiløypa, så vannet samles i bekkeløpet herfra og videre nedover.

For hovedløpet til Bjørgebekken viser modelleringa at vann drar på avveie på grunn av de underdimensjonerte kulvertene i hyttefeltet oppstrøms kartleggingsområdet. Herfra drar vann både sør for bekken, og nordover mot det nordre løpet til Bjørgebekken. Videre nedover langs hovedbekkeløpet bekrefter modellen våre vurderinger på befaring om at det er mulig at vann drar på avveie nord for bekken og inn i kartleggingsområdet. Dette vannet samles opp av Storsteinvegen. Modellen viser at vann drar over vegene hele veien mellom det nordre løpet og hovedløpet til Bjørgebekken, og at det videre nedover er stor spredning av vannet frem til skiløypa. Den hydrauliske modellen viser også at det drar ut vann fra hovedløpet og inn i kartleggingsområdet flere steder mellom Storsteinvegen og skiløypa. I tillegg viser modellen at noe vann drar over skiløypa og inn i kartleggingsområdet vest for skiløypa.

Det har vært omfattende byggearbeid i området for å forberede tomtene i dagens reguleringsplan for utbygging. Noe av dette arbeidet kan muligens ha vært utført etter at terrenget ble scannet (mai-oktober 2023). Ut fra befaringa vurderer vi derfor at ikke alle disse flomveiene er reelle, og vi mener også at skiløypa midt i kartleggingsområdet vil avskjære vann nordover. En annen usikkerhetsfaktor er at terrenget i kartleggingsområdet er brattere enn Hec-ras er utviklet for (10 % helning), som gir mye cellelekkasje i modellresultatene. I fastsettelsen av faresonene er derfor modelleringen kun i begrenset grad vektlagt, mens registreringer fra befaring, lavbrekk i terrenget og avrenningsanalyse også er benyttet for å fastsette faresonene.

Figur 11 viser en illustrasjon av modellert strømnings situasjon langs Bjørgebekken.



Figur 11: Illustrasjon av modellert strømningssituasjon ved en 200-årsflom inkludert klimapåslag for Bjørgebekken.

Modellert vannhastighet er inntil 4 m/s i de bratteste partiene av bekkene, mens den modellerte hastigheten generelt er lav i flomveier, mindre enn 1 m/s.

Modelleringsresultatene gir tilnærmet samme oversvømte område ved 20- og 200-årsflom. Modelleringen viser dermed at de samme flomveiene aktiveres ved 20- og 200-årsflom, dog med lavere vannføring ved 20-årsflommen.

5.5 Følsomhetsanalyser

Vi har 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 %
- 50 % tilstopping av stikkrennene

For Stubberudbekken viser begge følsomhetsanalysene at vann vil følge Storsteinvegen sørover og inn i kartleggingsområdet ved Bjørgeringen. Dette underbygger hvor viktig det er for flomsikkerheten at innløpet ved Storsteinvegen holdes åpent og jevnlig renses.

For Bjørgebekken viser følsomhetsanalysen ingen nye flomløp som aktiveres, så omfang av oversvømt areal øker ikke nevneverdig.

Siden terrenget er så bratt, gir ingen av følsomhetsanalysene en økning i vannstand av betydning (mindre enn 5 cm økning) i bekkene. Unntaket er rett oppstrøms stikkrennene, der delvis tilstopping gir høyere vannstand.

5.6 Klassifisering av hydraulisk modell

Den hydrauliske modellen er ikke kalibrert eller tilpasset, men lite følsom, så den vurderes til klasse D.

5.7 Sikkerhetspåslag

For å ta hensyn til usikkerhet i de hydrologiske og hydrauliske beregningene anbefaler NVE at det legges på et sikkerhetspåslag. NVE (2022a) anbefaler å ta utgangspunkt i en metodikk der man estimerer en økt vannstandssigning basert på en økt vannføring som grunnlag for valg av sikkerhetspåslag. Økningen i vannføring gis av klassifiseringen til flomberegningen og den hydrauliske modellen. Metoden forutsetter at det ikke er gjort konservative valg under utredningen. I tillegg skal faglig skjønn legges til grunn.

For bekkene er et prosentvis påslag på vannføringen som grunnlag for vurdering av sikkerhetspåslag funnet til 50 % som vist i Tabell 8.

Tabell 8: Grunnlag for å vurdere sikkerhetspåslag som prosentvis påslag på vannføring.

Klassifisering av hydraulisk modell	Klasse E	40 %	45 %	50 %	60 %
	Klasse D	20 %	30 %	40 %	50 %
	Klasse C	15 %	20 %	30 %	40 %
	Klasse B	10 %	15 %	20 %	30 %
	Klasse A	5 %	10 %	15 %	25 %
		Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4/5

Klassifisering av flomberegning

Basert på modellering med 50 % økning i vannføring anbefales et sikkerhetspåslag på 0,1 meter.

6 Andre farer i vassdraget

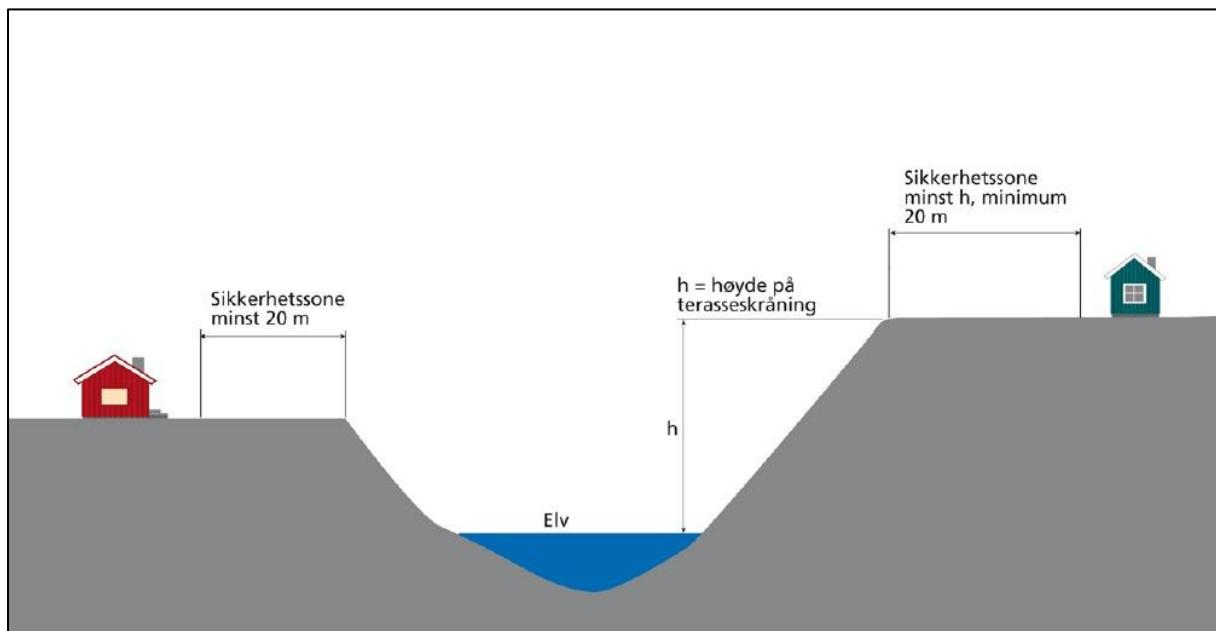
6.1 Tilstopping og vann på avveie

Vurderingen hensyntar mulig tilstopping og vann på avveie fra stikkrenner i og oppstrøms kartleggingsområdet.

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 (illustrert i Figur 12). Avstanden kan være mindre dersom elva eller bekken sikres mot erosjon, og bør være større der elvekanten består av lett eroderbare masser.



Figur 12: Illustrasjon av sikkerhetssone mot erosjon (gjengitt fra TEK17 §7-2 fjerde ledd).

Det ble ikke observert pågående erosjon i bekkene under befaringa. Løsmassene langs bekkene besto i de bratteste områdene i stor grad av store steinblokker som vi forventer vil være stabile under flom.

Erosjonssikkerheten langs bekkene vurderes som tilstrekkelig for dagens situasjon. Vi anbefaler at kantvegetasjonen langs bekkene bevares, at det føres jevnlig tilsyn og at eventuelle begynnende erosjonsskader utbedres.

Grusvegene som Stubberudbekken og de største flomløpene fra bekkene vil trolig kunne få betydelige vann-/erosjonsskader under flom. Samtidig, så vurderes det ikke å utgjøre en erosjonsfare for bygg.

6.2.2 Massetransport

På befaring ble det i svært liten grad observert tilgjengelige løsmasser for transport langs bekkene, så massetransport forventes i liten grad å utgjøre en utfordring i de vurderte strekningene av bekkene.

6.3 Isproblematikk

Vi er ikke kjent med isrelaterte utfordringer i vassdragene, men det er sannsynlig at stikkrennene kan fryse igjen om vinteren.

7 Flomfare

7.1 Faresoner for flom

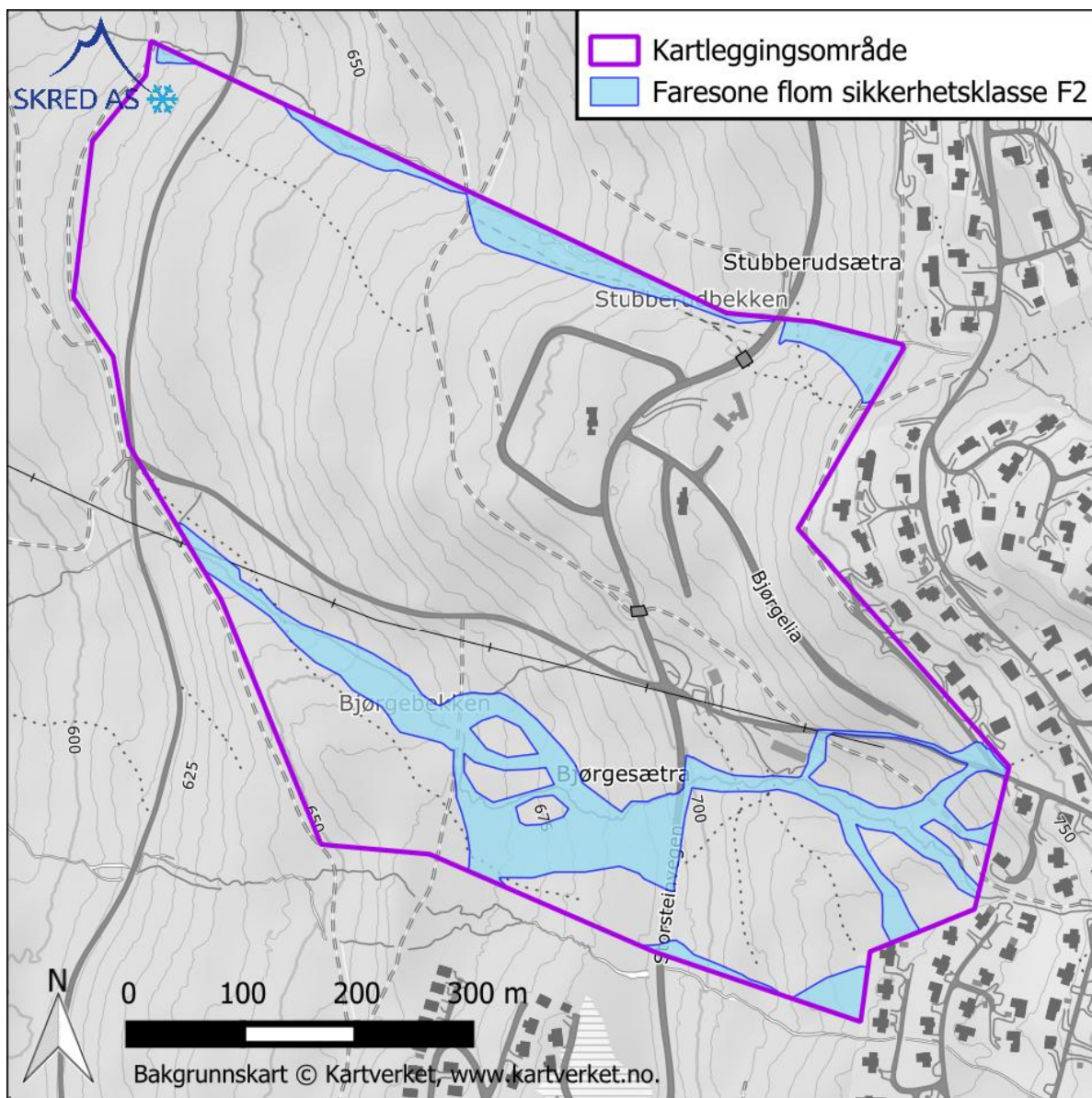
Basert på resultater fra modelleringen og analysene er det tegnet opp faresone for flom for kartleggingsområdet for dagens situasjon. Faresonen viser hvilke områder som vurderes utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/20 og 1/200 i et endret klima.

Faresonen er basert på resultatene fra den hydrauliske modelleringen og GIS-analyser, som videre er tolket ut fra observasjoner på befaring. Modelleringa viser at de samme flomløpene aktiveres ved begge vannføringer. Det er derfor lite å skille mellom faresonen for 20- og 200-årsflom, og vi har valgt å tegne samme faresone for begge sikkerhetsklasser.

Siden terrenget er så bratt og faresonene i stor grad er tegnet basert på skjønn i kombinasjon med den hydrauliske modelleringa og GIS-analyser, ser vi det som lite hensiktsmessig å oppgi koter for flomvannstand for kartleggingsområdet.

Flere av de eksisterende hyttetomtene og tunene ligger innenfor faresone fra Bjørgebekken.

Resulterende faresone med flomløp inn mot kartleggingsområdet er vist i Figur 13, og gitt i Vedlegg B.



Figur 13: Faresone som viser områder utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/20 år og 1/200 i år 2100 (sikkerhetsklasse F1 og F2).

Ny bebyggelse bør i utgangspunktet plasseres utenfor faresonen for flom. Dersom det skal etableres ny bebyggelse innenfor faresonen som faller inn under sikkerhetsklasse F1 eller 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.

For flere av de mindre flomveiene som blir til Bjørgebekken nord kan det være aktuelt å legge de om ved hjelp av erosjonssikrede grøfter. Det kan være aktuelt at disse grøftene også benyttes som et ledd i overvannshåndteringen for området.

SKRED AS

Kartleggingsområde

Faresone flom sikkerhetsklasse F2

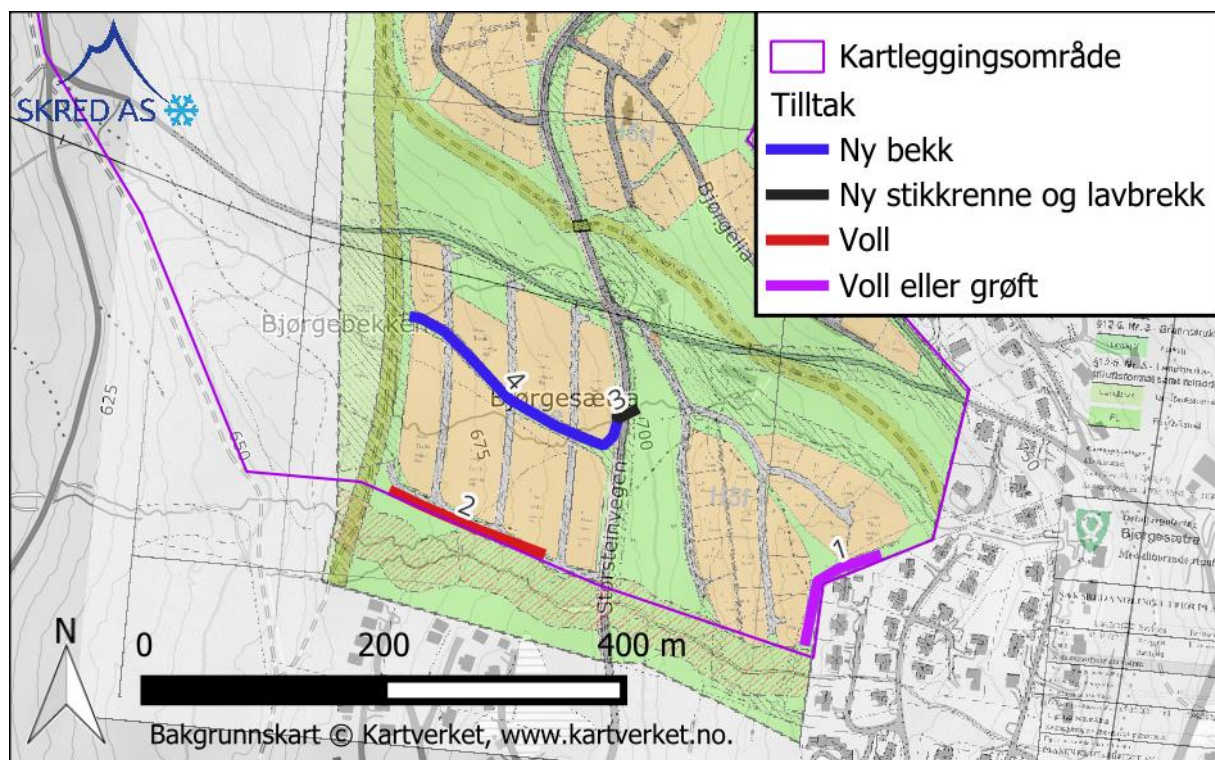
0 200 400 m

Bakgrunnskart © Kartverket, www.kartverket.no.

7.2.1 Tiltak for å sikre H5e og H5f

For å hindre at vann på avveie fra Bjørgebekken og det nordre løpet av Bjørgebekken påvirker de planlagte hyttefeltene har vi sett på flere tiltak som kan utføres innenfor plangrensen. En beskrivelse av funksjon og utforming for de ulike tiltakene følger i det videre, plassering er gitt i Figur 15.

1. Avskjærende grøft/voll øst for H5f må dimensjoneres for totalt $1 \text{ m}^3/\text{s}$ for å hindre flomvei fra Bjørgebekken sør (høyde/dybde minst 1 m i nedre del).
2. Det anlegges voll/grøft langs plangrensen sør for H5e for å hindre at flomvei fra Bjørgebekken sør drar inn i hytteområde med høyde 0,5 m. Planlagt vei kan anlegges som voll hvis den legges 0,5 m over eksisterende terreng sør for plangrensa.
3. Ny stikkrenne under Storsteinvegen kombinert med lavbrekk på veien. Total kapasitet på $1 \text{ m}^3/\text{s}$ (framtidig 200-årsflom). Anbefalt dimensjon $\varnothing 1000\text{mm}$.
4. Bekkeløp for Bjørgebekken nord legges om i sone H410_6 som er satt av til flomvei/overvann. Bekkeløpet må dimensjoneres for framtidig 200-årsflom: $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Det nye bekkeløpet kan anlegges med erosjonssikring i bunnen og stedegne vekstmasser oppå som legges til side i flak ved graving. Løpet kan gjerne ha en naturlig utforming fremfor å bygges som en rett kanal, se eksempel på utforming og utførelse i Figur 17 og Figur 18.



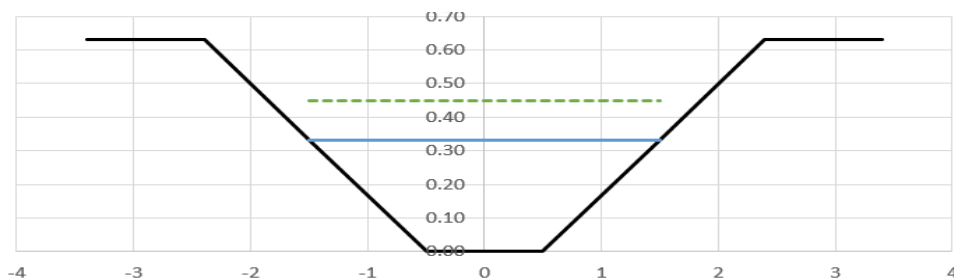
Figur 15: Plassering og utstrekning av tiltak som er beskrevet over.

7.2.1.1 Dimensjonering og utforming av tiltak 4

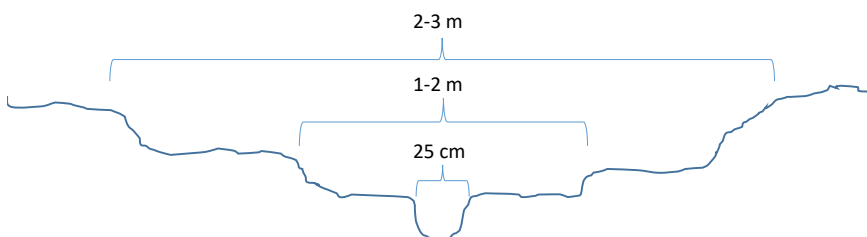
Eksisterende bekkeløp/flomvei gjennom H5e må legges om slik at den følger overvannssonen (H410_6) som allerede er satt av i reguleringsplanen. Foreslått dimensjon er vist i Tabell 9 og Figur 16 som gir en total bredde på 4,8 m. Det er satt av 10 m til sonen H410_6 som dermed er tilstrekkelig plass for nytt bekkeløp. Nye kryssinger gjennom H5e bør anlegges med lavbrekk og dimensjon $\varnothing 1000 \text{ mm}$ for å ha kapasitet til 200-årsflom. Man kan også ha en mindre dimensjon (f.eks 600mm eller 800mm), så lenge man sikrer et lavbrekk på veien som leder til bekkeløpet på nedsiden av kryssingen.

Tabell 9: Beregning av nødvendig dybde og plass til ny bekk med Mannings formel.

Strekning	Q ₂₀₀ [m ³ /s]	Terreng- helning	Bunn- bredde [m]	Side-helning [m/m]	Ruhet [m ^{1/3} /s]	Fribord [m]	Dybde [m]	Bredde [m]	Hastighet [m/s]
H5e	1.0	0.05	1	1:3	20	0.3	0.6	4.8	1.5



Figur 16: Forslått dimensjon på nytt bekkeløp/flomvei beregnet med Mannings formel for frisleilstrømning. Det kan også legges inn en smalere dypål i bunn, som vist i Figur 17.

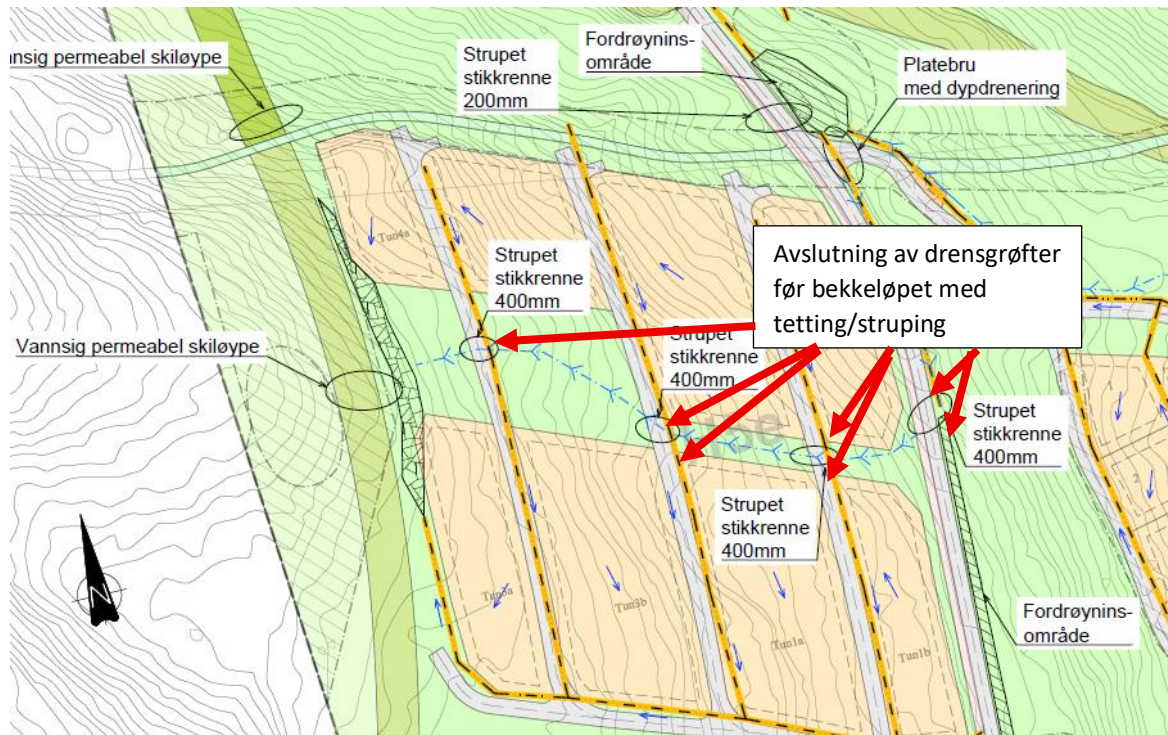


Figur 17: Prinsippsnitt for bekk i bekk. Mål i figuren er kun eksempler. Anbefalte mål for Bjørgebekken er gitt i tabell og figur over. Kilde: Naturrestaurering AS



Figur 18: Eksempel på nyetablert bekkeløp på Hafjell fra 2022 hvor prinsippet over er lagt til grunn og vegetasjonsflak er lagt tilbake oppå erosjonssikringen. Foto: Skred AS

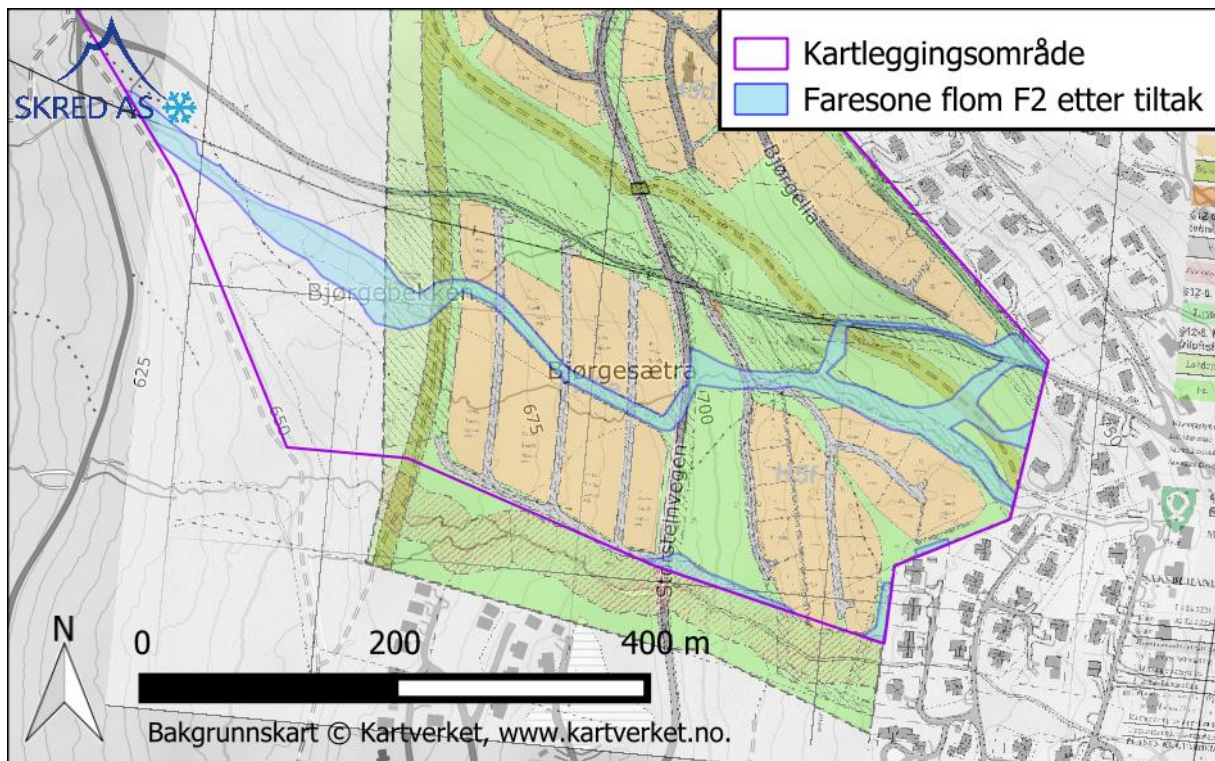
Gjeldende overvannsplan (Norconsult, 2021) legger opp til fordrøyning i dreneringsgrøfter langs med veiene i H5e med struping av stikkrenner under veien. For at ikke disse skal drenere direkte ut i bekken eller drenere vann fra bekken inn i grøftene, så bør de avsluttes før bekkeløpet og eventuelt tettes i enden dersom det er drenerende masser inn mot bekkeløpet. De vil fortsatt kunne opprettholde samme funksjon som er tenkt med fordrøyning og infiltrasjon, og at overløpet fra grøftene kan ledes ut i bekken. Markering av stedene det må hensyntas er vist i Figur 19.



Figur 19: Utsnitt av overvannsplan fra Norconsult (2021).

7.3 Faresoner for flom etter tiltak

Dersom tiltakene beskrevet ovenfor utføres, vil faresonen for flom for søndre del av planområdet se ut som i Figur 20. Det må sikres rekkefølgekrav for utførelse av tiltakene for at faresonen skal være gjeldende. Tiltakene vil i hovedsak føre til at vann ikke drar ut av sine opprinnelige bekkeløp og det er ingen eksisterende bebyggelse langs de aktuelle bekkeløpene. Vi vurderer derfor at tiltakene kan utføres uten at det gir økt ulempe for omliggende områder, ref. TEK17 §7-1.



Figur 20: Faresone for flom fra Bjørgebekken etter utførelse av tiltak sammen med gjeldende plankart (datert 2. februar 2022).

8 Resultater og konklusjon

8.1 Dimensjonerende vannføring

Dimensjonerende 20- og 200-årsflom inkludert 40 % klimapåslag er gitt i Tabell 10.

Tabell 10: Dimensjonerende vannføring i bekkene med klimapåslag (kulminasjon).

Vassdrag	Feltareal [km ²]	Klima- påslag	Q ₂₀ [m ³ /s]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]
Stubberudbekken	1,25	1.4	3,0	4,7
Bjørgebekken nord	0,27	1.4	0,7	1,0
Bjørgebekken hovedløp	1,65	1.4	3,9	6,2

8.2 Faresoner for flom

Basert på resultater fra modelleringen, befaringa og terrenganalyse er det tegnet opp faresone for flom for kartleggingsområdet. Faresonen viser hvilke områder som vurderes utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/20 og 1/200 i et endret klima. Faresonen er lik for sikkerhetsklasse F1 og F2 siden de samme flomløpene aktiveres ved begge vannføringer.

Flere hyttetomter ligger innenfor faresoner fra Bjørgebekken. Det er foreslått flere tiltak som må utføres for å redusere faresonen gjennom planlagte hyttefelt.

8.3 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 vurderes erosjonssikkerheten tilstrekkelig. For å opprettholde tilstrekkelig erosjonssikkerhet over tid, er det nødvendig med jevnlig tilsyn og eventuell utbedring av erosjonssikring ved skader.

8.4 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 F1 eller 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.

Flere hyttetomter ligger innenfor faresoner fra Bjørgebekken (hovedløp og nord). Vi har foreslått flere tiltak for å redusere faresonen gjennom planlagte hyttefelt slik at planlagte tomter vil ligge utenfor faresonen for flom. For at faresonen skal være gyldig må tiltakene sikres i reguleringsbestemmelsene.

Vi anbefaler også jevnlig rensk av inntaket til Stubberudbekken ved Storsteinvegen for å opprettholde kapasiteten.

8.4.1 Faresone etter tiltak

Faresonen etter tiltak er vist i Figur 20. For at faresonen skal være gyldig må tiltakene listet opp under sikres i reguleringsbestemmelsene. Vi har foreslått plassering, dimensjon og utstrekning for tiltakene som er vist i Figur 15.

1. Avskjærende grøft/voll øst for H5f må dimensjoneres for totalt $1 \text{ m}^3/\text{s}$ for å hindre flomvei fra Bjørgebekken sør (høyde/dybde minst 1 m i nedre del).
2. Det anlegges voll/grøft langs plangrensen sør for H5e for å hindre at flomvei fra Bjørgebekken sør drar inn i hytteområde (minimum høyde på voll er 0,5 m). Planlagt vei kan fungere som voll hvis den legges 0,5 m over eksisterende terreng sør for plangrensa.
3. Ny stikkrenne under Storsteinvegen kombinert med lavbrekk på veien. Total kapasitet på $1 \text{ m}^3/\text{s}$ (framtidig 200-årsflom).
4. Det anlegges nytt bekkeløp for Bjørgebekken nord i sone H410_6 gjennom H5e. Bekkeløpet må dimensjoneres for framtidig 200-årsflom: $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Det nye bekkeløpet kan anlegges med erosjonssikring i bunnen og stedegne vekstmasser oppå for å framstå som et naturlig grøntdrag.

Tiltakene må detaljeres og prosjekteres til et nivå som sikrer at tiltaket ivaretar krav til sikkerhet mot flom og erosjon. Arbeidet bør utføres av et foretak med vassdragsteknisk kompetanse og vi anbefaler at NVE sin sikringshåndbok legges til grunn. Vi har vurdert at tiltakene kan utføres uten at de gir økt ulempe for omliggende områder, ref. TEK17 §7-1.

9 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>

Lillehammer kommune, 2019. Nye IVF-kurver for Lillehammer [WWW Document]. URL <https://www.lillehammer.kommune.no/nye-ivf-kurver-for-lillehammer.6263058-445130.html>

Norconsult AS, 2021. Overvannsplan for Bjørgesætra, Øyer

Norconsult AS, 2022. Sårbarhetsvurdering av bekker i Øyer Sør.

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

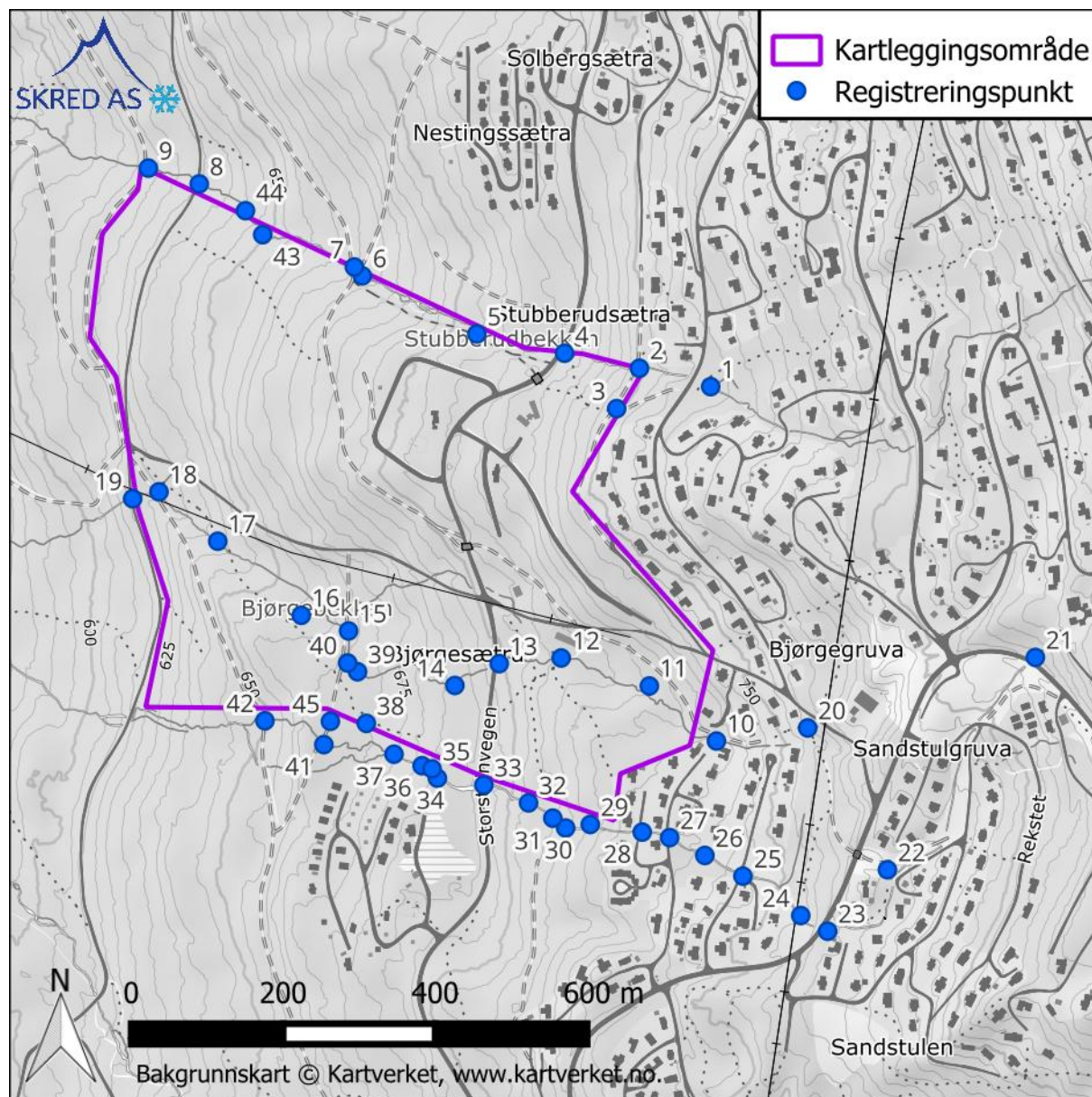
NVE, 2022b. Veileder 01/2022 - Veileder for flomberegninger.

Øyer kommune, 2023. VA-norm Øyer [WWW Document]. <https://va-norm.no/oyer/>. URL <https://va-norm.no/oyer/>

SINTEF, 1992. Flomberegning og kulvertdimensjonering.

Vedlegg A: Befaringsnotat

Kartet under viser registreringer fra befaringen. Forklaring til punktene er gitt i tabellen under.

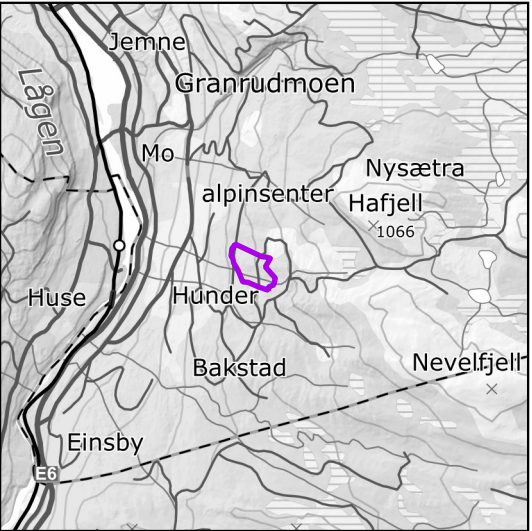
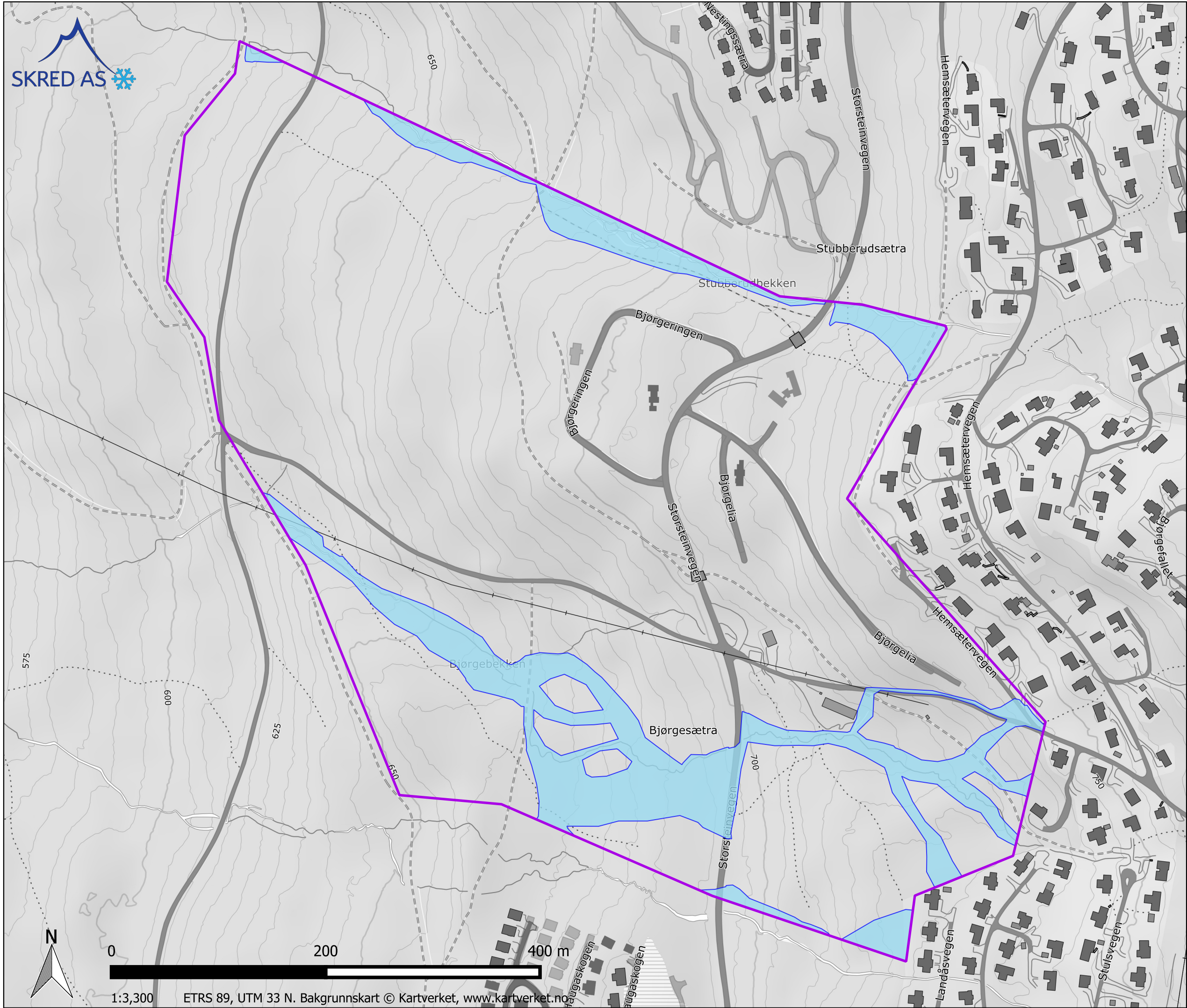


Punkt	Beskrivelse
1	900 mm-stikkrenne uten overhøyde. Litt diffus flomvei, men vil trolig samles og dra over vegen omtrent ved stikkrenna.
2	Basseng for masseavlagring (?) som på befaring hadde et dykket innløp. Flomveien følger skiløypa sørover i omtrent 50 meter før det drar over og ned i terrenget.
3	Flomveien fra punkt 2 vil dra over veien nord for denne stien
4	To betongrør, 1200 mm med 0,5 meter overhøyde og 1400 mm med 0,25 meter overhøyde. Mur ved innløpet. Flomveien vurderes å dra sørover langs Storsteinvegen, og deretter vestover ned skiløypa eller videre sørover gjennom undergangen
5	Lav overhøyde mot skiløypa, sannsynlig at vann drar på avveie dit under flom.
6	To betongrør på 1400 mm med 1,0 meter overhøyde. Flomveien følger skiløype mot nordvest.

Punkt	Beskrivelse
7	Betongrør på 800 mm med 0,6 meter overhøyde. Flomveien følger skiløype mot nordvest.
8	600 mm-rør med 0,5 meter overhøyde. Omtrent halvveis tilstoppa. Flomvei 15 meter nordover og deretter over veien og tilbake til bekken
9	To betongrør på 1400 mm med 0,8 meter overhøyde. Diffus flomvei, mulig mot nord og deretter over vegen.
10	600 mm-rør med 0,5 meter overhøyde. Flomvei nord for bekkeløpet og ned skiløypa, på sikt tilbake mot bekken.
11	Myrete fra bekkeløpet og ut hit.
12	God overhøyde opp mot fyllinga, så vannet vil ikke bre seg ut dit.
13	600 mm-rør med 0,5 meter overhøyde. Kvist i innløpet og fare for ytterligere tilstopping. Flomveien vil følge vegen sørover, men selve overløpet over vegen er diffust.
14	Lite bekkeløp med lav overhøyde (20 cm dybde).
15	400 mm-rør med 0,4 meter overhøyde. Lavbrekk på skiløypa her, som har fall hele veien fra punkt 41 og hit.
16	Mulig flomløp sørvest for bekken. Bekken renner stedvis under bakken/store steiner.
17	Bekken renner i et definert søkk, så vannet vil holde seg til løpet.
18	2 stykk 400 mm-rør med 0,5 meter overhøyde. Flomveien går rett over skiløypa og tilbake til bekken.
19	600 mm-rør med 0,6 meter overhøyde. Flomveien går trolig sørover langs veien en stund før den krysser veien.
20	Vannspor ned vegen øst for stien og ned stien som tyder på at dette fungerer som en flomvei.
21	Minst 800 mm-stikkrenne med 0,8 meter overhøyde. Godt utformet front- og vingemur. Flomveien forventes å følge veggrøfta nedover.
22	Voll mellom undergangen og bekken med minst 2 meter overhøyde mot bekken, så det vil ikke dra vann gjennom undergangen.
23	1100 mm-rør med 0,8 meter overhøyde, og et ekstrarør på 400 mm med 0,5 meter overhøyde. Flomvei sørover langs veigrøfta. Innløpet er tørrmur, og det er vingemurer i betong.
24	1100 mm med 0,6 meter overhøyde. Har en slga vinge- og frontmur. Flomveien er diffus, men trolig nordover.
25	900 mm-rør med 0,6 meter overhøyde. Korrugert stål, litt sammenklemt. Flomvei langs sørside av bekken.
26	Bekkeløpet er oppbygd og erosjonssikra. Omtrentlig dimensjon 3 x 1 meter, med 0,3 meter høy voll mot sør.
27	1000 mm-rør med 0,3 meter overhøyde. Diffus flomvei, vil trolig spre seg ut på begge sider av bekken.
28	1000 mm-rør med 0,5 meter overhøyde. Diffus flomvei, vil trolig spre seg på begge sider av bekken. Mellom punkt 27 og 28 er dimensjonen på bekkeløpet 2,5 x 1,3 meter.
29	Mulig flomløp mot nord.
30	Dimensjonen på bekkeløpet er omtrent 2,5 x 1,5 meter. Berg i bunnen, grove blokker langs sidene.
31	Slakere terreng og mindre kapasitet i bekkeløpet, omtrent 3 x 0,5 meter. Mulig flomløp mot nord.
32	Mulig flomløp mot nord.
33	2 stykk 2000 mm-rør med 1,5 meter overhøyde til topp frontmur, som er 0,5 meter høyere enn vegbanen. Har også vingemurer.
34	Naturlig bekkeløp, dimensjon 1,5 x 0,9 meter
35	Mulig flomløp mot nord.
36	Dimensjon bekkeløp 1 x 0,5 meter.
37	Mulig flomløp mot nord, mot punkt 38. Deretter diffust, men trolig mot punkt 39.
39	Generelt lite bekkeløp, 0,4 x 0,4 meter.
40	Bekkeløpet renner ut i grøfta langs skiløypa. Grøfta har dimensjon på 1 x 0,4 meter.
41	1400 mm-rør med 0,4 meter overhøyde. Diffus flomvei, men trolig sørover og tilbake til bekk.
42	Lavbrekk på skiløypa, så vannet drar trolig rett over løypa her.

Punkt	Beskrivelse
43	Lav overhøyde mot sør, men vann vil trolig ikke dra langt vekk fra bekkeløpet.
44	Lite flomløp sør for bekken, følger avrenningsanalysen.
45	På grunn av terrengendringer er lavpunktet/drenslinjen forbi her ikke reell.

Vedlegg B: Flomsonekart

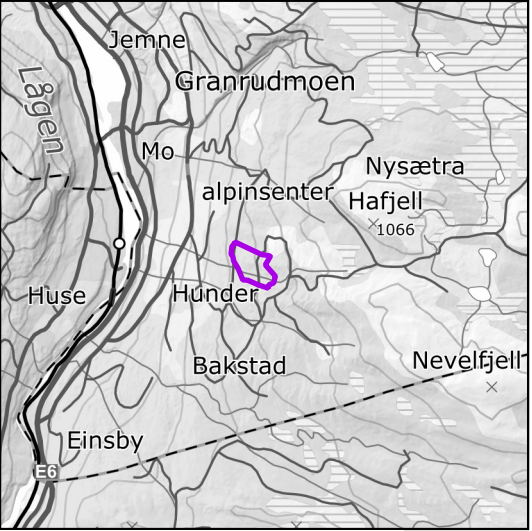


Kartforklaring

- Kartleggingsområde
- Faresone flom sikkerhetsklasse F2

Faresone flom sikkerhetsklasse F1 og F2 er like fordi de samme flomløpene aktiveres ved begge vannføringer.

Prosjekt 25276 Øyer, Hafjell - Flomfarevurdering og overvannshåndtering for reguleringsplan Bjørgesætra	
Oppdragsgiver Hafjell Hytter AS og Bjørgesætra Holding AS	
Rapport 25276-01-1 Flomvurdering for Bjørgesætra	
Vedlegg B Faresone flom sikkerhetsklasse F2 (200-årsflom + klima)	
Dato	2025-06-30
Utført	Ingvild Brekke
Kontroll	Ragnhild Hammeren



Kartforklaring

- Kartleggingsområde
- Faresone flom etter tiltak sikkerhetsklasse F2

Faresone flom sikkerhetsklasse F1 og F2 er like fordi de samme flomløpene aktiveres ved begge vannføringer. Faresonene vist her forutsetter utførte tiltak beskrevet i rapport 25276-01-2

Prosjekt 25276 Øyer, Hafjell - Flomfarevurdering og overvannshåndtering for reguleringsplan Bjørgesætra	
Oppdragsgiver Hafjell Hytter AS og Bjørgesætra Holding AS	
Rapport 25276-01-2 Flomvurdering for Bjørgesætra	
Vedlegg B Faresone flom etter tiltak sikkerhetsklasse F2 (200-årsflom + klima)	
Dato	2025-09-25
Utført	Ingrid Alne
Kontroll	Ragnhild Hammeren