

Oppdragsgiver	Navn Norefjell Utvikling AS	Kontaktperson Andreas Reinem Lindheim
Oppdrag	Nummer og navn 25702 Sigdal, Eggedal - Skred- og flomfarevurdering for deler av reguleringsplan, fritidsboliger. Gbnr. 141/173 m.fl. ved Djupsjøhaugen	Oppdragsleder Petter Reinemo
Dokument	Nummer 25702-01-1 Utført av Amalie Magdalena Trommestad	Dato 2026-02-03 Kontrollert av Petter Reinemo

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	2026-02-03	AMT	PR	Original

Flomfarevurdering for gbnr. 141/173 m.fl. ved Djupsjøhaugen

Sammendrag

Det arbeides med reguleringsplan for etablering av fritidsboliger ved Djupsjø gbnr. 141/173 i Sigdal kommune. Flere av tomtene ligger 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 for sikkerhetsklasse 2 (fremtidig 200-årsflom).

Dimensjonerende 200-årsflom inkludert et klimapåslag på 40 %, er beregnet til 14.3 m³/s i Djupsjøen, og 0.6 m³/s i vurdert bekk. Vi har etablert en hydraulisk modell av Djupsjøen og den vurderte bekken med omliggende områder.

Vi har tegnet faresoner for sikkerhetsklasse F2 i kartleggingsområdet som viser utstrekning av dimensjonerende flom. Begge kartlagte områder er innenfor faresonen. Dimensjonerende flomnivå for kartleggingsområdet ved Djupsjøen er 750.4 moh. Hvis det planlegges bebyggelse innenfor faresonen er det nødvendig med risikoreduserende tiltak for å oppnå tilstrekkelig flomsikkerhet. Ved utbygging innenfor faresonene anbefaler vi å benytte et ytterligere sikkerhetspåslag på 0.3 meter.

Dersom planlagt bebyggelse ved den vurderte bekken er innenfor faresonen er det nødvendig med risikoreduserende tiltak for å oppnå tilstrekkelig flomsikkerhet. Ved utbygging innenfor faresonene anbefaler vi å benytte et sikkerhetspåslag på 0.3 meter.

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.

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.....	7
3	Metode og data.....	8
3.1	Valg av metode.....	8
3.2	Tidligere utredninger i nærheten	8
3.3	Observerte flommer og kalibreringsdata	8
3.4	Befaring	8
3.5	Terrengdata	8
3.6	Beskrivelse av vassdraget.....	8
3.7	Grunnforhold.....	10
4	Flomberegning	11
4.1	Metode.....	11
4.2	Beskrivelse av nedbørfelt	11
4.3	Flomfrekvensanalyse.....	12
4.4	Nedbør-avløpsmetoder	14
4.5	Klimapåslag.....	15
4.6	Vurdering av resultater	16
4.7	Dimensjonerende vannføring	17
4.8	Klassifisering av flomberegning.....	17
5	Hydrauliske beregninger.....	18
5.1	Modellvalg	18
5.2	Oppsett av modell	18
5.3	Kalibrering og tilpasning av modell	21
5.4	Modellering av dimensjonerende flommer	22
5.5	Følsomhetsanalyser.....	23
5.6	Klassifisering av hydraulisk modell.....	23
5.7	Sikkerhetspåslag.....	23
6	Andre farer i vassdraget	25
6.1	Tilstopping og vann på avveie	25
6.2	Erosjon og massetransport	25
6.3	Isproblematikk.....	25

7	Resultater og konklusjon	26
7.1	Dimensjonerende vannføring	26
7.2	Faresoner for flom.....	26
7.3	Sikkerhet mot erosjon	28
7.4	Tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet.....	28
7.5	Andre anbefalinger.....	28
8	Referanser	29
	Vedlegg A: Befaringsnotat.....	30

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, 2022) og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

1.2 Bakgrunn

Eier av gbnr. 141/173 i Sigdal kommune arbeider med reguleringsplan for etablering av fritidsboliger. Kartleggingsområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for flom der Djupsjøen og Kjøla utgjør en potensiell flomfare. Det ønskes derfor en detaljert flomfarevurdering.

1.3 Mål

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

1.4 Kartleggingsområdet

Kartleggingsområdene ligger omtrent 4.5 km øst for Eggedal. Området ligger sør for Norefjell. Beliggenheten til kartleggingsområdene er vist på Figur 1.



Figur 1: Beliggenheten til kartleggingsområdene, ved Djupsjøen og den vurderte bekken i Sigdal 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 Lowverket

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.

2.3 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 F2 for planlagt tiltak.

3 Metode og data

3.1 Valg av metode

Vi forventer at Djupsjøen og Kjøla kan utgjøre en reell flomfare for kartleggingsområdet. Vi utfører derfor en detaljert flomfarekartlegging etter veilederen til NVE (2022). Det inkluderer beregning av dimensjonerende vannføring etter aktuell veileder (NVE, 2025), 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

Vi er ikke kjent med tidligere flomfarevurderinger av bekken.

3.3 Observerte flommer og kalibreringsdata

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

3.4 Befaring

Befaring i området ble utført 13.11.2025 av Leon Wagner, Skred AS. Det var oppholdsvær og snøfritt under befaringa. Registeringer ble gjort til fots og med drone. Befaringsnotat med bakkelogg og dronelogg er i Vedlegg A.

3.5 Terrengdata

Vi har benyttet Nasjonal digital høydemodell (Nedre Buskerud 5pkt 2024) fra Kartverket (2026) med horisontal oppløsning på 1 x 1 meter.

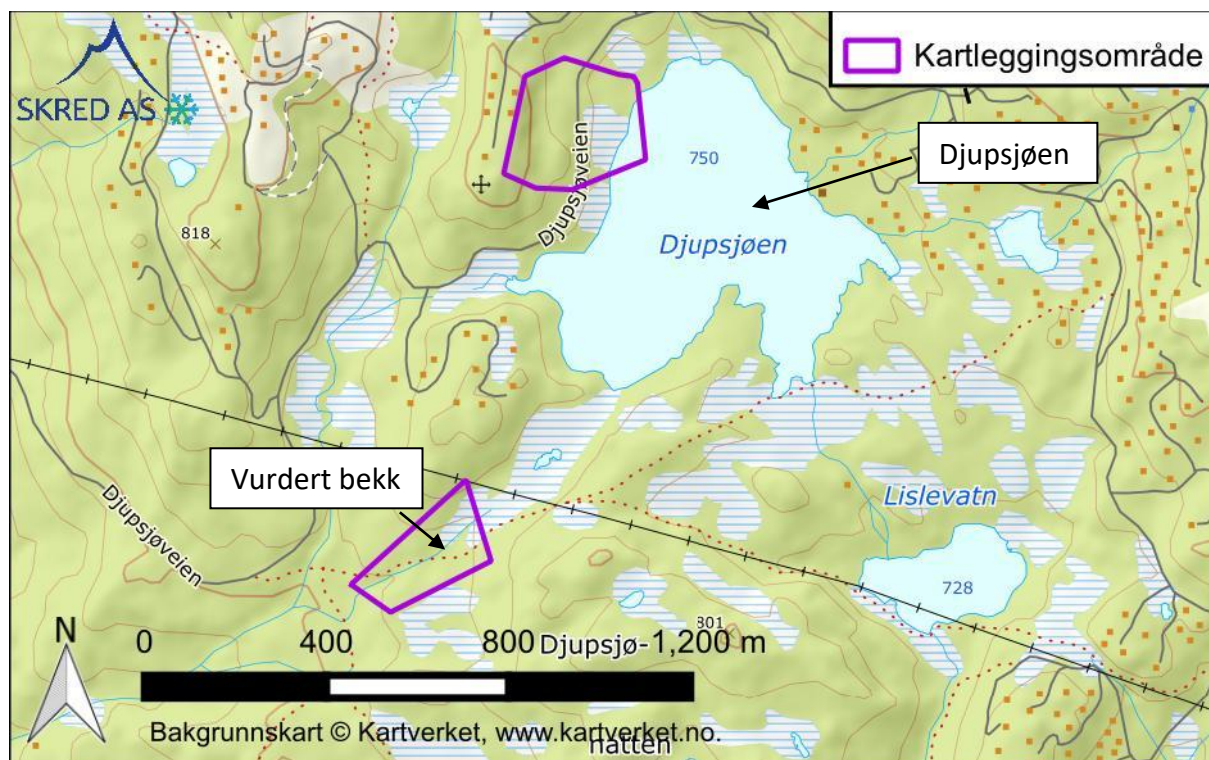
Alle høyder i rapporten er oppgitt i høydesystem NN2000.

3.6 Beskrivelse av vassdraget

3.6.1 Sjøen og bekkeløpet

Djupsjøen ligger øst for det aktuelle kartleggingsområdet. Den vurderte bekken renner gjennom det andre aktuelle kartleggingsområdet i et smalt bekkeløp. Bekken renner med godt fall gjennom et område med torv, myr og morenemateriale. Det er lite potensiale for massetransport i bekken.

Figur 2 viser et oversiktskart over området, mens Figur 3, Figur 4 og Figur 5 viser representative bilder av sjøen og bekken.



Figur 2: Oversiktskart over kartleggingsområdet, vurdert bekk og vurdert bekk.



Figur 3: Representativt bilde av Djupsjøen.



Figur 4: Representativt bilde av den vurderte bekken hvor pil viser bekkens beliggenhet.



Figur 5: Representativt nærbilde av vurdert bekk.

3.7 Grunnforhold

Området består ifølge NGU sitt løsmassekart av morenemateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen (kartlagt i 1:250 000).

Området ligger over marin grense.

4 Flomberegning

4.1 Metode

NVE sin veileder for flomberegninger (NVE, 2025) er lagt til grunn for beregning av dimensjonerende flommer.

4.2 Beskrivelse av nedbørfelt

Nedbørfeltet til Djupsjøen har en jevn bratt gradient. Feltet er i hovedsak dominert av skog og snaufjell. Feltet er ikke påvirket av regulering. Feltet forventes å ha en rask avrenningskarakteristikk.

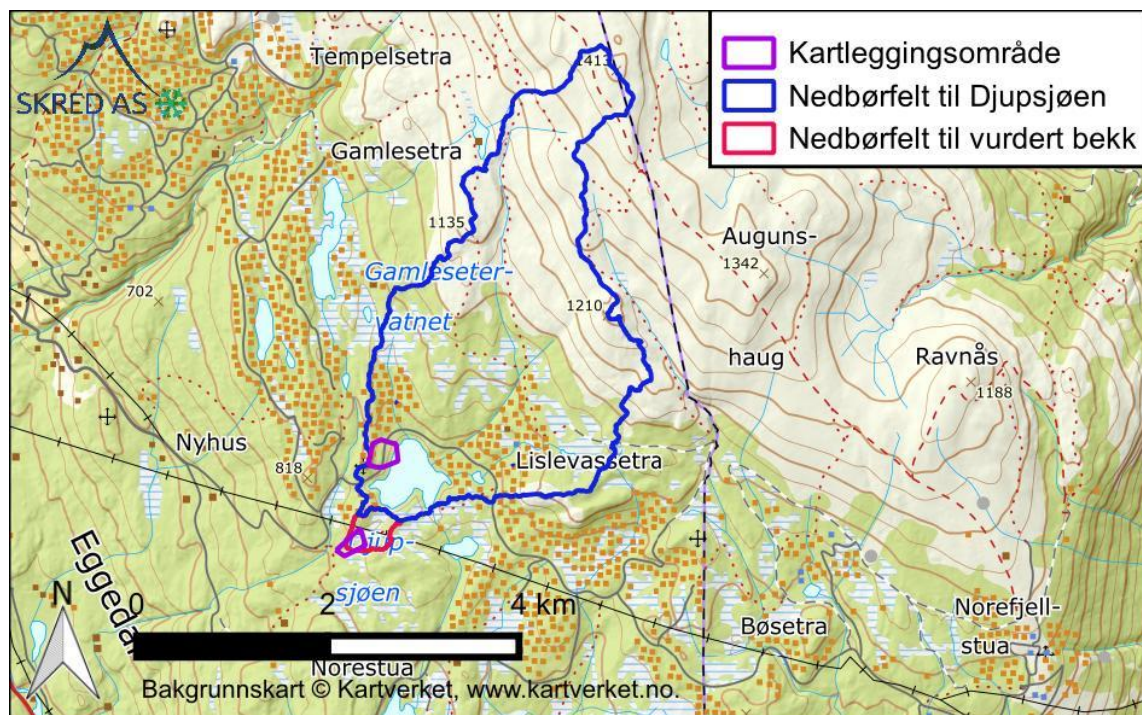
Nedbørfeltet til den vurderte bekken er lite har en jevn gradient. Feltet er i hovedsak dominert av skog og myr. Myra vil bidra med naturlig flomdempning, spesielt for lavere returperioder. Feltet er ikke påvirket av regulering. Feltet forventes å ha en rask avrenningskarakteristikk.

Feltkarakteristika til Djupsjøen og den vurderte bekken er vist i Tabell 2 og feltgrensene er vist i Figur 6.

Tabell 2: Feltkarakteristika til Djupsjøen og den vurderte bekken.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	q _N * [l/s/km ²]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Snaufjell [%]	Myr [%]	Feltlengde [km]	Høydeint. [moh.]
Djupsjøen	8.6	29.5	3.8	41	44	10	5.1	749 - 1413
Vurdert bekk	0.17	24.4	0	72	0	26	0.6	720 - 795

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1991-2020.



Figur 6: Feltgrensene til Djupsjøen og den vurderte bekken ved kartleggingsområdet.

4.3 Flomfrekvensanalyse

4.3.1 Målestasjoner

Vi kjenner ikke til noen målinger av flomvannføring i Djupsjøen. Vi har derfor funnet representative målestasjoner fra nærliggende vassdrag som kan gi en indikasjon på flomforholdene i det vurderte nedbørfeltet og gi grunnlag for lokal flomfrekvensanalyse.

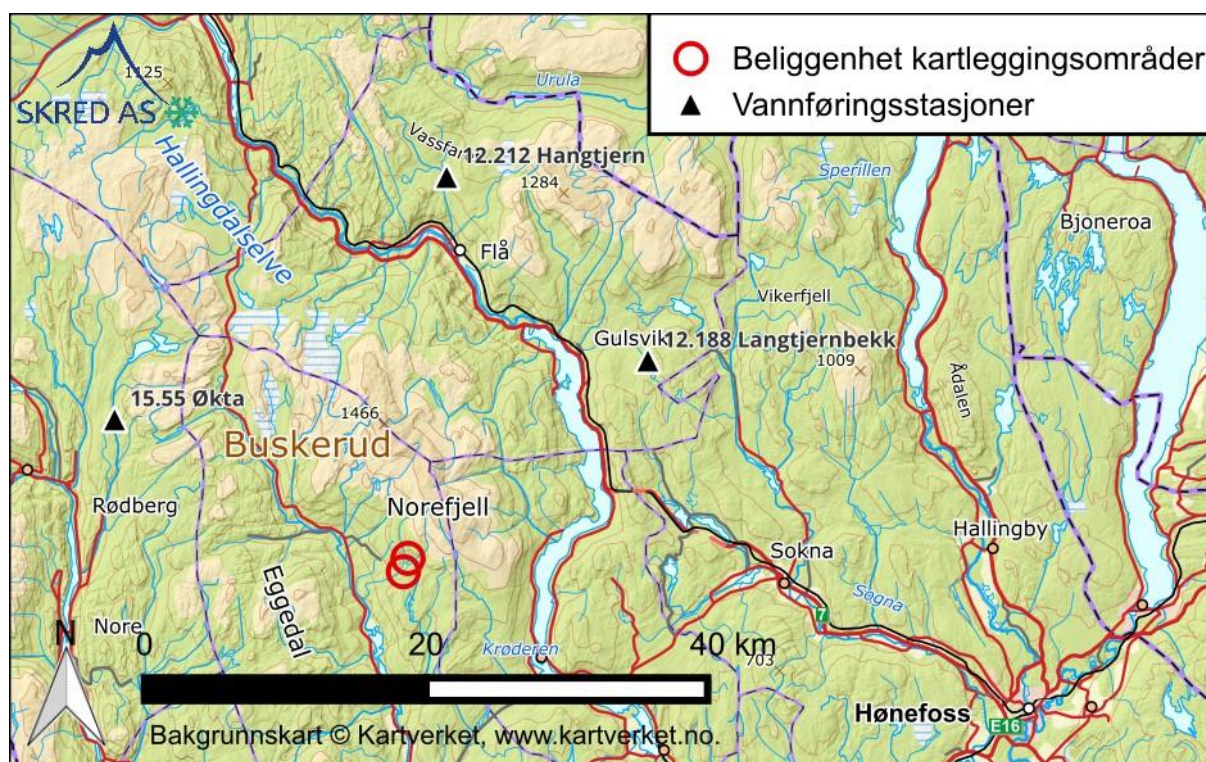
Målestasjonene er ikke påvirket av regulering. Vurderingen av kurvekvaliteten er gjort av NVE. Dersom NVE ikke har oppgitt noen kurvekvalitet, har vi selv vurdert kurven som nyttig.

Tabell 3 viser et utvalg målestasjoner med feltkarakteristika. Middelaavrenning (q_n) er beregnet basert på døgnmåleserien ved hver stasjon. Beliggenheten til målestasjonene er vist i Figur 7, mens høydefordelinga (hypsografisk kurve) til målestasjonene er vist i Figur 8.

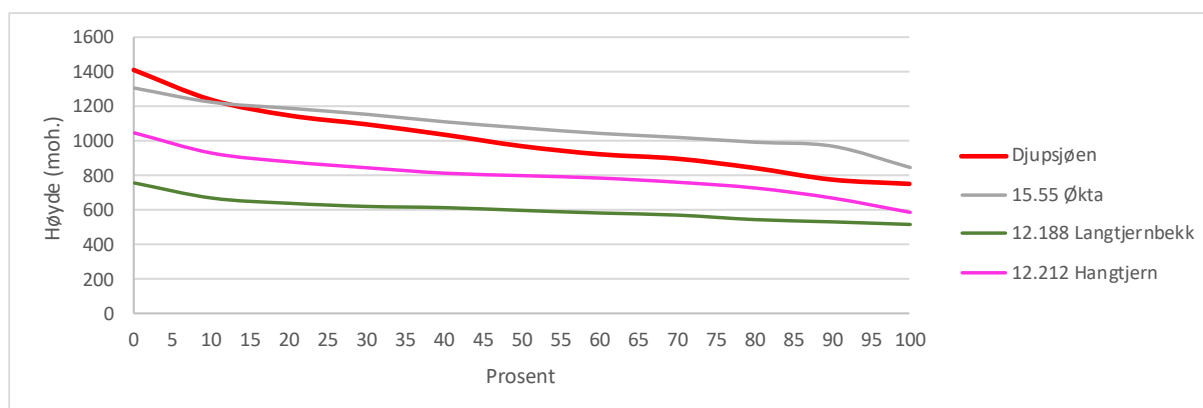
Tabell 3: Feltkarakteristika og kurvekvaliteten til utvalgte målestasjoner.

Målestasjon	Felt-areal [km ²]	Måle-periode [år]	q_n [l/s/km ²]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Snau-fjell [%]	Myr [%]	Median-høyde [moh.]	Kurve-kvalitet (flom)
Djupsjøen	8.6	-	29.5*	3.8	41	44	10	969	-
15.55 Økta	48.8	1966-81	16.8	4.2	25	50	10	1078	Middels
12.188 Langtjernbekk	4.7	1073-dd	21.4	5.1	85	0	5	597	Usikker
12.212 Hangtjern	11.0	1986-dd	18.2	0.7	75	5	15	801	Usikker

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1991–2020.



Figur 7: Beliggenheten til utvalgte målestasjoner.



Figur 8: Høydefordelinga til Djupsjøen og vurderte målestasjoner.

4.3.2 Valg av metode for flomfrekvensanalyse

Ved de utvalgte målestasjonene er det noen lange serier med findata (> 25 år), og vi har derfor valgt å gjøre flomfrekvensanalyse direkte på findata. I tillegg er tidsserier med kortere lengde inkludert som sammenligningsgrunnlag.

4.3.3 Lokal flomfrekvensanalyse

Vi har hentet ut og analysert vannføringsmålinger fra de utvalgte målestasjonene gjennom NVE-databasen Hydra II. Vi har valgt type frekvensfordeling basert på serielengde og vekstkurven sin tilpasning til hver av måleseriene. Tabell 4 presenterer analysene utført med Flom_analyse-programmet i Hydra II på henholdsvis findata. 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 ₂₀₀ / Q _M			Metode
		Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s/km ²]	Nedre estimat	Middel- estimat	Øvre estimat	
15.55 Økta	9	10.9	224	2.22	3.99	5.66	Gumbel
12.188 Langtjernbekk	29	1.3	278	1.81	2.22	2.61	Gumbel
12.212 Hangtjern	28	3.72	338	2.04	2.59	3.17	Gumbel

4.3.4 Regional flomfrekvensanalyse

4.3.4.1 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. Vekstkurven vurderes av NVE (2025) som robust for returperioder opp mot 200 år.

Vi har derfor valgt å benytte middelavrenning fra avrenningskartet for Djupsjøen på 29.5 l/s/km², og den vurderte bekken på 24.4 5 l/s/km² i flomformelverket.

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

Tabell 5: Resultater fra RFFA-NIFS (kulminasjon) for Djupsjøen.

	Middelflom	Middelflom	Q_{200}/Q_M	Q_{200} [m ³ /s]
	Q_M [m ³ /]	q_M [l/s/km ²]		
Lav (2,5 %)	1.8	207		5.1
Middel	3.6	413	2.87	10.2
Høy (97,5 %)	7.1	827		20.4

Tabell 6: Resultater fra RFFA-NIFS (kulminasjon) for den vurderte bekken.

	Middelflom	Middelflom	Q_{200}/Q_M	Q_{200} [m ³ /s]
	Q_M [m ³ /]	q_M [l/s/km ²]		
Lav (2,5 %)	0.1	488		0.2
Middel	0.2	976	2.77	0.5
Høy (97,5 %)	0.3	1952		0.9

4.4 Nedbør-avløpsmetoder

4.4.1 PQRUT

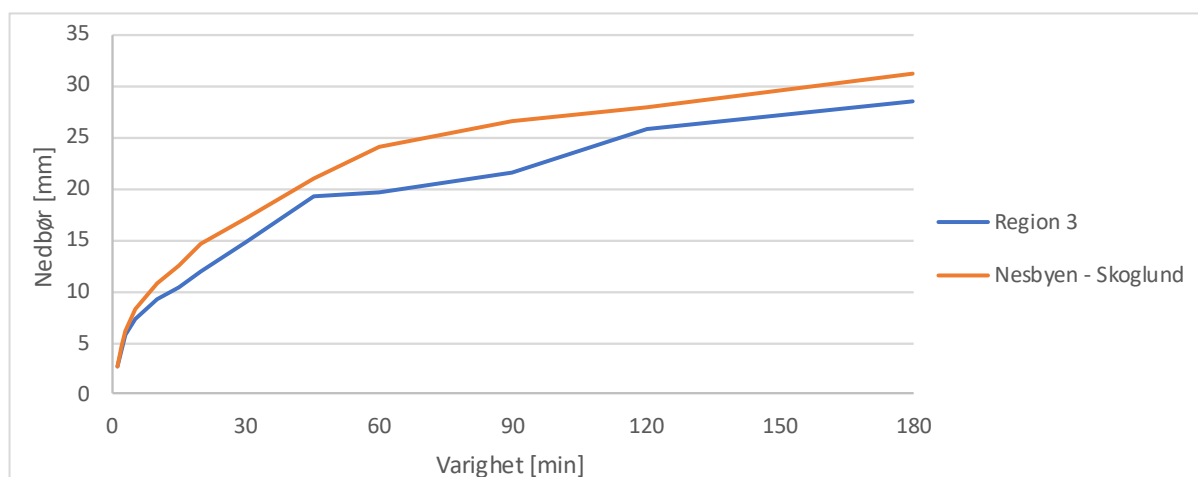
Siden det minste mulige tidsskrittet i PQRUT er én time og Djupsjøen og den vurderte bekken er et lite felt ($A < 10 \text{ km}^2$) med en rask avrenningskarakteristikk, vurderer vi at PQRUT vil være beheftet en stor grad av usikkerhet for Djupsjøen og den vurderte bekken. Vi har derfor valgt å basere flomberegninga på andre metoder.

4.4.2 Den rasjonelle metoden

For den vurderte bekken vurderes det at den rasjonale formel er mest relevant for beregning av vannmengder, ettersom den er under 2 km^2 .

Den rasjonelle metoden beregner flomvannføring basert på nedbørstatistikk, feltareal og antatt avrenningskoeffisient. NVE (2025) anbefaler metoden for nedbørfelt mindre enn 2 km^2 . Generelt bør metoden benyttes forsiktig i naturlige felt og helst i kombinasjon med andre metoder.

Det ligger stor grad av usikkerhet i valget av dimensjonerende nedbørverdier. Vi har valgt å bruke IVF-kurven Nesbyen - Skoglund, som virker geografisk representativ. Ettersom den er klassifisert som svært usikker er den sammenlignet mot den regionale kurven for Region 3 fått fra MET (2015). Kurven til Nesbyen-Skoglund ligger noe over den regionale for de aktuelle varighetene med størst differanse for 60-90 minutters varighet, som vist i Figur 9.



Figur 9: Sammenligning mellom vurderte IVF-kurver for 200-års nedbør.

Anbefalt avrenningsfaktor (C) og korreksjonsfaktor for høy returperiode er satt etter anbefaling i NVE (2025). En vektet middelverdi for avrenningsfaktoren (C) er beregnet ut fra arealbruk, som vist i Tabell 7.

Tabell 7: Beregning av avrenningskoeffisient for nedbørfeltet.

Arealtype	Andel av areal	C
Skog	71.8	0.2
Myr	26.6	0.25
Vektet C	98.4	0.21
Korreksjonsfaktor for høy returperiode		1.3
Total C		0.28

Vi har beregnet konsentrasjonstiden til nedbørfeltet ved bruk av formel for naturlig felt gitt i SINTEF (1992). Arealreduksjonsfaktor (ARF) er benyttet for å regne om fra punkt- til arealnedbør som anbefalt i veilederen (NVE, 2025). Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonelle metoden er vist i Tabell 8.

Tabell 8: Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonelle formelen for den vurderte bekken (kulminasjon).

Vassdrag	IVF-kurve	Areal [ha]	ARF	Kons. tid [min]	I_{200} [l/s*ha]	C	Q_{200} [m ³ /s]
Vurdert bekk	Nesbyen - Skoglund	17	1.00	44	78.5	0.28	0.4

4.5 Klimapåslag

I henhold til anbefalinger i NVE (2025) benytter vi et klimapåslag på 40 % for å ta hensyn til forventet økning i flomstørrelser frem mot år 2100. Påslaget på 40 % gjelder for nedbørfelt som reagerer svært raskt på nedbør.

4.6 Vurdering av resultater

4.6.1 Middelflom

15.55 er vesentlig større, og har høyere effektiv sjøprosent, dermed forventes det høyere spesifikke flommer i Djupsjøen. Kurvekvaliteten er middels.

12.188 har mindre feltareal, men til gjengjeld høyere effektiv sjøprosent og mer skog som gir flomdemping. Medianhøyden er også mindre med ingen snaufjell. Forventer omtrent like store eller noe høyere spesifikke flommer i Djupsjøen. Kurvekvaliteten er usikker.

12.212 Hangtjern har litt større feltareal, men mindre effektiv sjøprosent og betydelig mindre snaufjell. I tillegg har Hangtjern en større andel skog. Vi forventer omtrent like store spesifikke flommer i Djupsjøen. Kurvekvaliteten er usikker.

Fra målestasjonene må det forventes en dimensjonerende døgnmiddelflom på 300-400 l/s/km². Middelestimatet fra RFFA-NIFS på 414 virker dermed passende.

4.6.2 Vekstkurve

15.55 Økta er eneste målestasjon med middels bra kvalitet på vannføringskurven, men ettersom måleserien bare er på 20 år gir den begrenset statistisk grunnlag. 12.188 Langtjernbekk og 12.212 har alle usikker eller dårlig kurvekvalitet. Det er heller ikke nok år med data for å gi et statistisk grunnlag for å vurdere en vekstkurve på 200 år. Målestasjonene gir et middelestimat på vekstkurve på 2.2-3.99.

RFFA-NIFS gir en vekstkurve på 2.87. Vekstkurven fra NIFS anses som robust for gjentakintervall opptil 200 år, og siden målestasjonene har begrenset statistisk grunnlag for vurdering av høye returperioder, velger vi å vektlegge vekstkurven fra NIFS.

4.6.3 Sammenligning og vurdering av resultater fra ulike metoder

For Djupsjøen:

Vurdert ut ifra målestasjoner og NIFS, vurderes middelestimatet fra NIFS som passende. Vekstkurven fra NIFS er også valgt. Man får da en vannmengde nær middelestimatet fra RFFA-NIFS som vi vurderer realistisk. Resultatene fra de ulike flomberegningemetodene er oppsummert i Tabell 9. Det er vurdert at

Tabell 9: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.) for Djupsjøen.

Metode	q_m [l/s/km ²]	Q_{200}/Q_M	q_{200} [l/s/km ²]
Vurdert fra målestasjoner	224 - 404	2.22 - 3.99	-
Formelverk for små nedbørfelt	207 - (413) - 830	2.87	594 - (1188) - 2376
VALGT	413	2.87	1185

For vurdert bekk:

Resultater fra rasjonal metode ligger under middelestimatet fra RFFA-NIFS, noe som kan type på at den rasjonale metoden underestimerer. Velger derfor middelestimatet fra NIFS. Resultatene fra de ulike flomberegningsmetodene er oppsummert i Tabell 10.

Tabell 10: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.) for den vurderte bekken.

Metode	q_m [l/s/km ²]	Q_{200}/Q_M	q_{200} [l/s/km ²]
Formelverk for små nedbørfelt	488 - (976) - 1952	2.77	1350 - (2699) - 5398
Rasjonelle formel	-		2180
VALGT	976	2.77	2700

4.7 Dimensjonerende vannføring

Dimensjonerende vannføring beregnet for Djupsjøen er gitt i Tabell 11. Spesifikk 200-årsflom med klimatillegg er beregnet til 1659 l/s/km².

Tabell 11: Dimensjonerende vannføring i Djupsjøen med og uten klimapåslag (kulminasjon).

Vassdrag	Feltareal [km ²]	Klima-påslag	Middelflom	Middelflom	Q_{200}/Q_M	Q_{200} [m ³ /s]
			Q_M [m ³ /s]	q_m [l/s/km ²]		
Djupsjøen	8.6	Ingen	3.6	413	2.87	10.2
Djupsjøen	8.6	1.4	5.0	578	2.87	14.3

Dimensjonerende vannføring beregnet for den vurderte bekken er gitt i Tabell 11. Spesifikk 200-årsflom med klimatillegg er beregnet til 3780 l/s/km².

Tabell 12: Dimensjonerende vannføring i den vurderte bekken med og uten klimapåslag (kulminasjon).

Vassdrag	Feltareal [km ²]	Klima-påslag	Middelflom	Middelflom	Q_{200}/Q_M	Q_{200} [m ³ /s]
			Q_M [m ³ /s]	q_m [l/s/km ²]		
Vurdert bekk	0.2	Ingen	0.2	976	2.77	0.5
Vurdert bekk	0.2	1.4	0.2	1366	2.77	0.6

4.8 Klassifisering av flomberegning

Vi vurderer det hydrologiske datagrunnlaget til klasse 4 (på en skala fra 1 – 5 der 1 er best) fordi det ikke foreligger observasjoner i eller nært vassdraget, samt at det er store gradienter i spesifikke flomstørrelser.

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 3.5. Terrengmodellen er skjønnsmessig senket med 2 meter i utløpet av Djupsjøen.

5.2.2 Grensebetingelser

For Djupsjøen:

Oppstrøms grensebetingelse for Djupsjøen er plassert 680 meter nedstrøms kartleggingsområdet. Dette er i starten av utløpet av Djupsjøen.

Nedstrøms grensebetingelse er plassert etter et stryk ca.900 meter nedstrøms kartleggingsområdet. Det er overkritisk hastighet i stryket, så nedstrøms grensebetingelse påvirker ikke vannstanden oppstrøms stryket.

For vurdert bekk:

Oppstrøms grensebetingelse for den vurderte bekken er plassert 100 meter oppstrøms kartleggingsområdet.

Nedstrøms grensebetingelse er plassert 30 meter nedstrøms kartleggingsområdet. Vannet passerer området med overkritisk hastighet, så nedstrøms grensebetingelse påvirker ikke vannstanden oppstrøms stryket.

5.2.3 Flomforløp

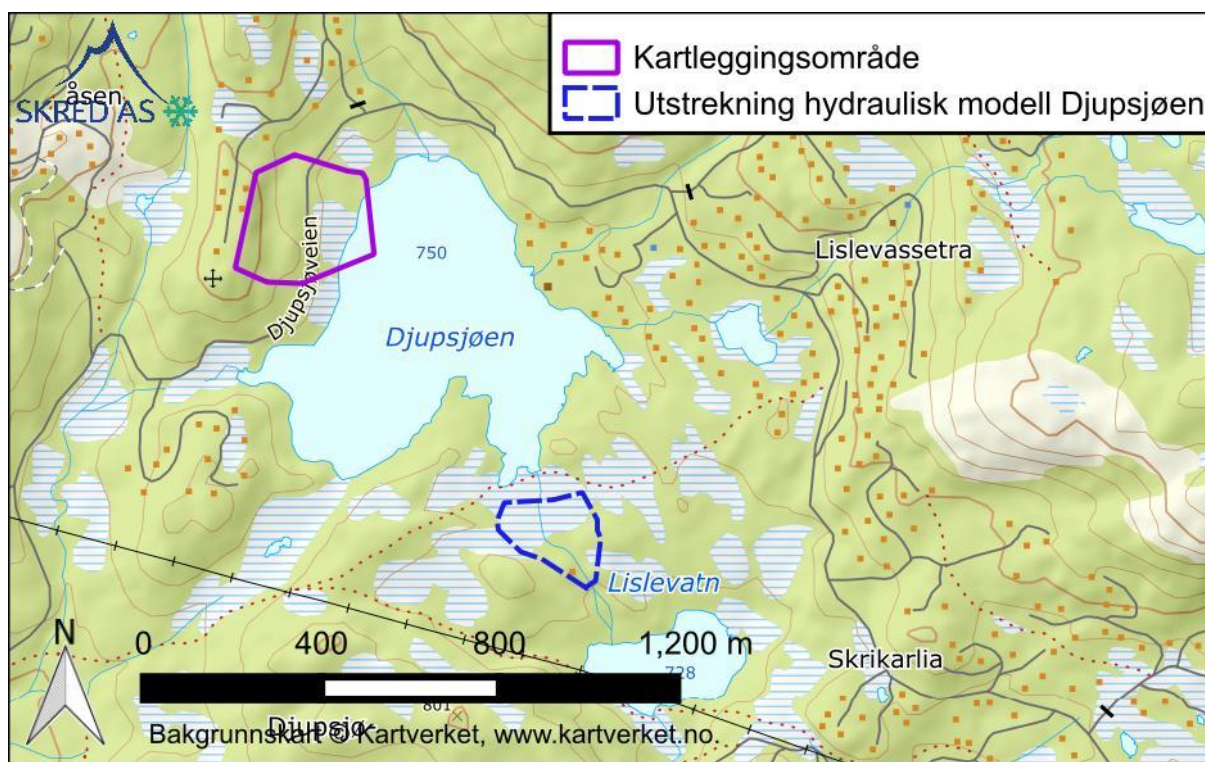
Siden den hydrauliske modellen stabiliserer seg raskt (på mindre enn én time), har vi benyttet konstant kulminasjonsvannføring i den hydrauliske modellen.

5.2.4 Modelloppsett

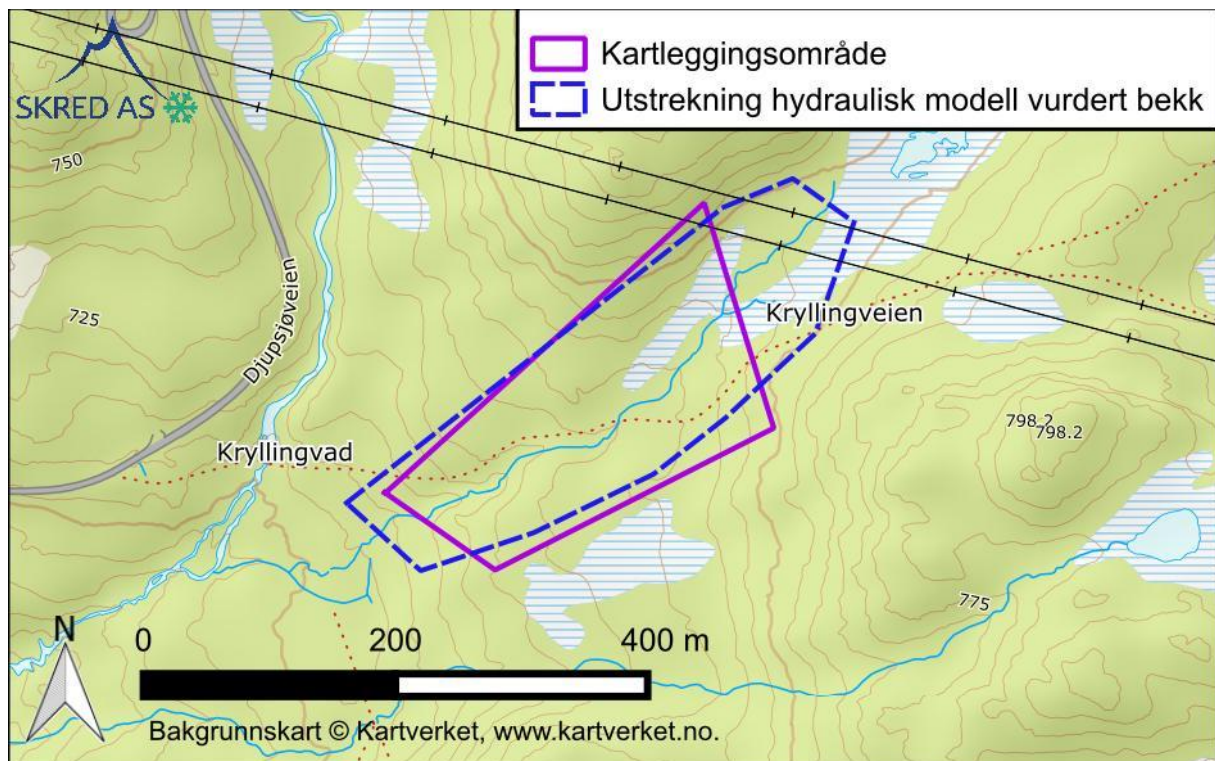
Benyttede parametere i modellen er oppsummert i Tabell 13. Utstrekningen til den hydrauliske modellen til Djupsjøen er vist på Figur 10, mens den hydrauliske modellen til den vurderte bekken er vist på Figur 11. Utløpet av Djupsjøen er modellert for dimensjonerende flom, slik at dimensjonerende vannstand kan estimeres. Terrengmodell, benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser er illustrert i Figur 12 for Djupsjøen og Figur 13 for den vurderte bekken.

Tabell 13: Parametere benyttet i Hec-Ras-modell for Djupsjøen.

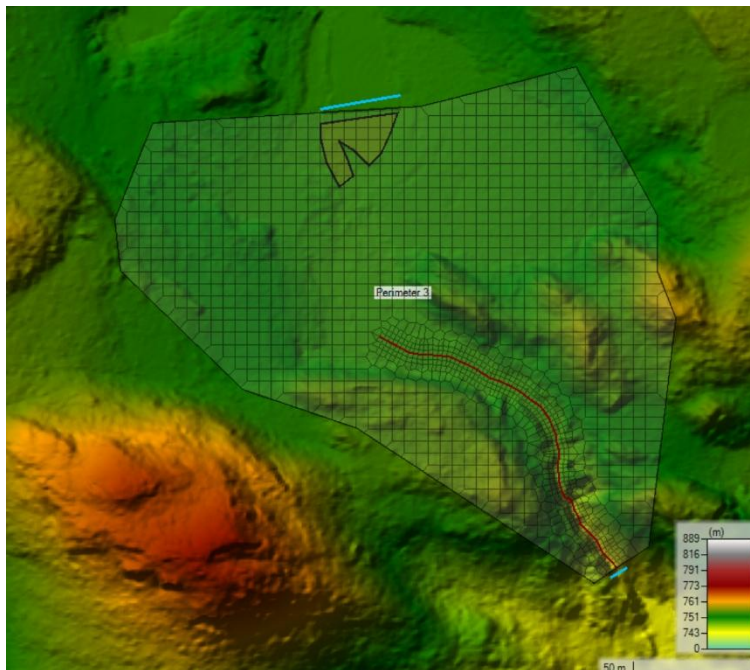
Parameter	Verdi
Oppløsning på terrengmodell	1 x 1 meter
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Nedstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Cellestørrelse beregningsgrid	5 x 5 meter / 2 x 2 meter
Likningssett	Full momentum
Tidsskritt	Gitt av Courant-nummer mellom 0,1 og 1,0
Manningstall	Djupsjøen: 15 Vurdert bekk: 10



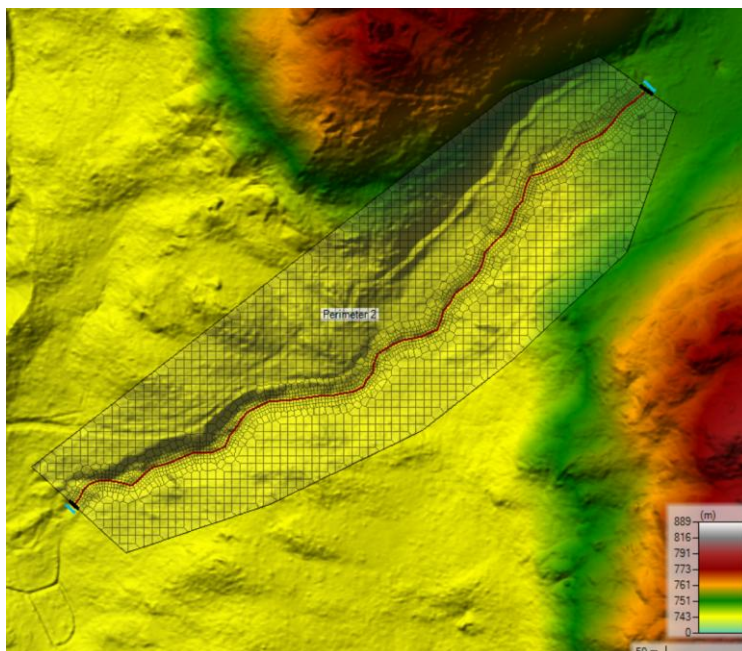
Figur 10: Utstrekning til hydraulisk modell for Djupsjøen.



Figur 11: Utstrekning til hydraulisk modell for vurdert bekk.



Figur 12: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser for utløpet til Djupsjøen.



Figur 13: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser for utløpet til den vurderte bekken.

5.2.5 Konstruksjoner

Det er ingen konstruksjoner som påvirker vannlinja ved kartleggingsområdet.

5.3 Kalibrering og tilpasning av modell

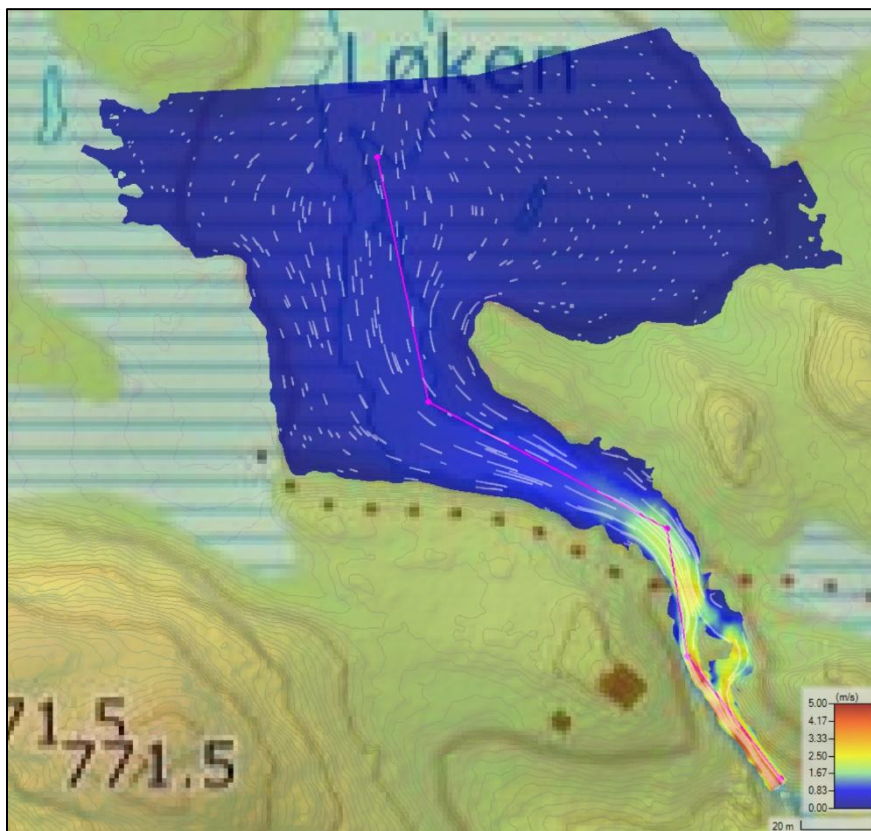
Modellen er verken tilpasset eller kalibrert fordi vi ikke har tilgang til samtidige vannstand og vannføringsmålinger.

5.4 Modellering av dimensjonerende flommer

For Djupsjøen:

For en fremtidig 200-årsflom viser modelleringen at vannet har en lav og jevn strømning i Djupsjøen. Hastigheter på under 1 m/s vurderes realistisk basert på modelleringen. Nedstrøms fra Djupsjøen snevres vannet inn, det blir brattere og hastigheten øker ned et stryk. Vannhastigheten øker fra 1 m/s i starten av innsnevringen til omtrent 4 m/s ned stryket.

Modellerte utløpet av Djupsjøen for å finne dimensjonerende vannstand. Vannstanden ved kartleggingsområdet ved en fremtidig 200-års flom er beregnet til 750.4 moh. Figur 14 viser en illustrasjon av modellert strømningssituasjon.

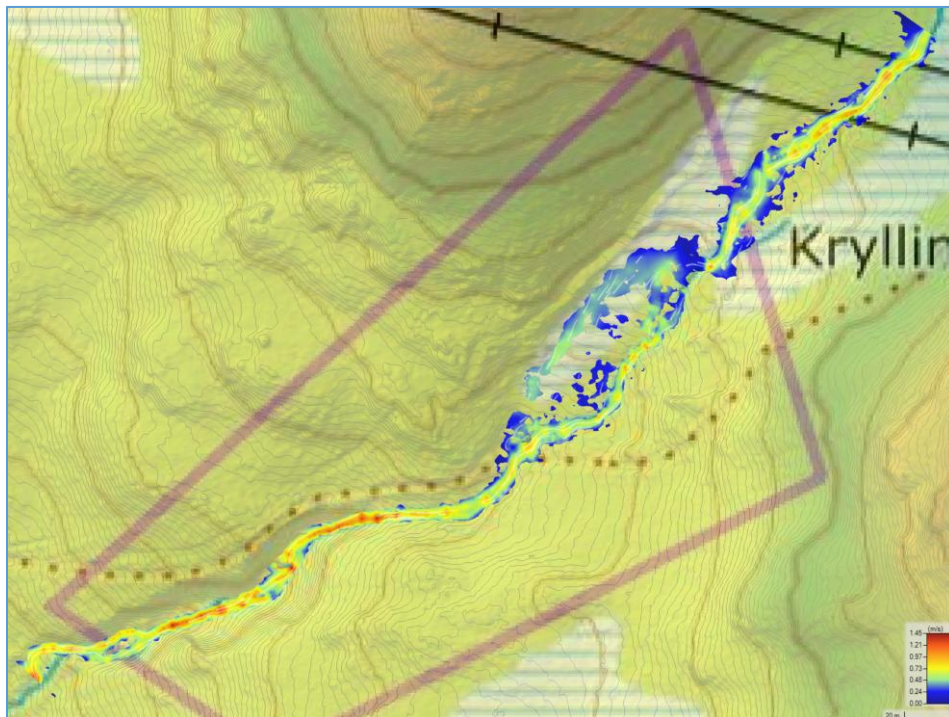


Figur 14: Illustrasjon av modellert strømningssituasjon ved utløpet av Djupsjøen for en fremtidig 200-årsflom.

For vurdert bekk:

For en fremtidig 200-årsflom viser modelleringen at det vurderte bekkeløpet har god kapasitet for beregnede vannmengder. Vannhastigheter større enn 2 m/s kan forekomme i bekkeløpet.

Figur 15 viser en illustrasjon av modellert strømningssituasjon.



Figur 15: Illustrasjon av modellert strømningssituasjon i en vurderte bekken for en fremtidig 200-årsflom.

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 %
- Økning i ruhet med 20 %

Djupsjøen:

Økning i ruhet gir økning i vannstanden på mindre enn 0.1 meter. Økning i vannføring gi en vannstandsøkning på 0.15 meter.

Vurdert bekk:

Økning i ruhet gir økning i vannstanden på mindre enn 0.03 meter. Økning i vannføring på 0.02 meter.

5.6 Klassifisering av hydraulisk modell

Vi vurderer den hydrauliske modellen til klasse D fordi den er lite følsom (mindre 0.3 meter endring), men ikke er kalibrert eller tilpasset.

5.7 Sikkerhetspåslag

For å ta hensyn til usikkerhet i de hydrologiske og hydrauliske beregningene anbefaler NVE at det legges på et sikkerhetspåslag. NVE (2022) anbefaler å ta utgangspunkt i en metodikk der man estimerer en økt vannstandsstigning 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 Djupsjøen og den vurderte bekken er et prosentvis påslag på vannføringen som grunnlag for vurdering av sikkerhetspåslag funnet til 50 % som vist i Tabell 14.

Tabell 14: 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 resultatene fra modellering med 50 % økt vannføring anbefaler vi at det benyttes et sikkerhetspåslag på 0.3 meter ved tiltak innenfor faresonene ved Djupsjøen og ved den vurderte bekken.

6 Andre farer i vassdraget

6.1 Tilstopping og vann på avveie

Vurdert at det ikke er aktuelt.

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.

På befaring observerte vi ingen pågående erosjon i den aktuelle strekningen av vassdraget. Elvebreddene har naturlig erosjonsbeskyttelse av kantvegetasjon som stabiliserer elveskråningen. Etter kategoriene gitt i NVE sin sikringshåndbok (NVE, 2023) vurderes omfanget av erosjon på vurdering strekning til kategori 0 – ingen erosjon.

For dagens situasjon vurderer vi at erosjonssikkerheten er tilstrekkelig. Kantvegetasjon må bevares.

6.2.2 Massetransport

Vi forventer ikke problemer knyttet til massetransport på de vurderte strekningene.

6.3 Isproblematikk

Vi er ikke kjent med at isganger, ispropper eller svellis fører til problemer på den aktuelle strekningen av Djupsjøen og den vurderte bekken.

7 Resultater og konklusjon

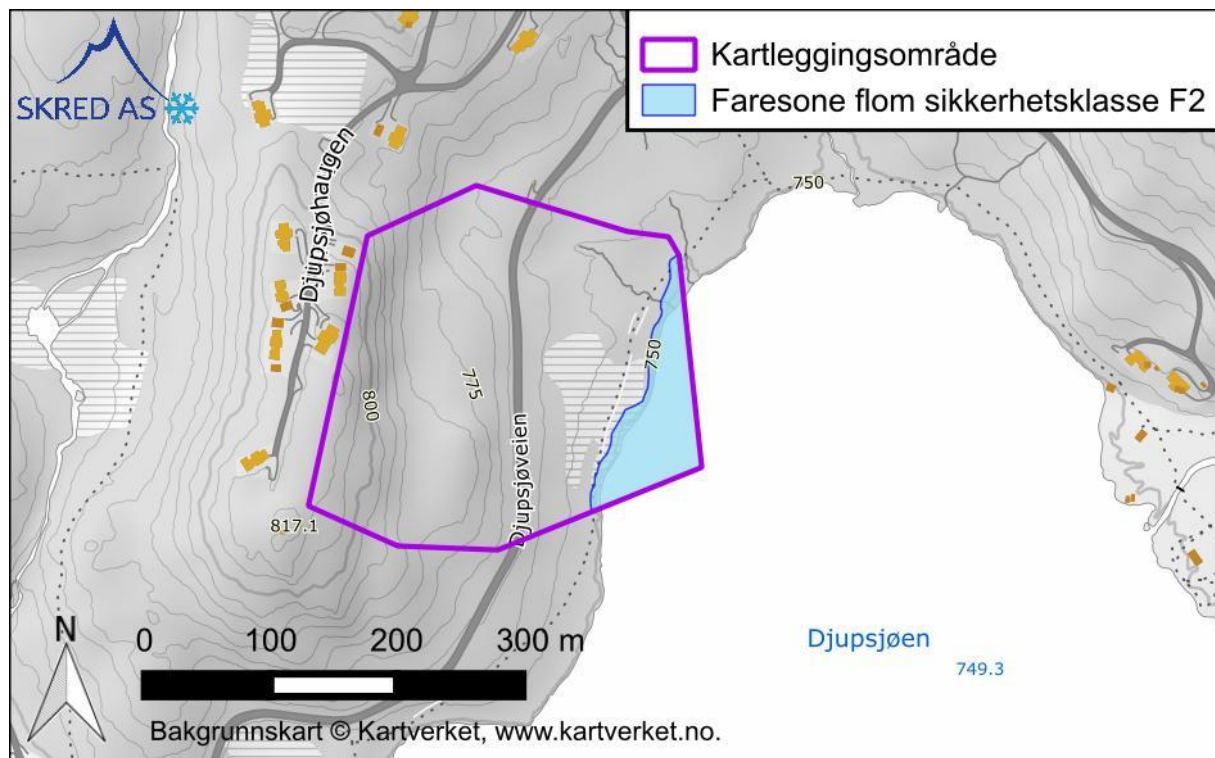
7.1 Dimensjonerende vannføring

Dimensjonerende 200-årsflom inkludert 40 % klimapåslag er beregnet til 14.6 m³/s for Djupsjøen og 0.6 m³/s for den vurderte bekken.

7.2 Faresoner for flom

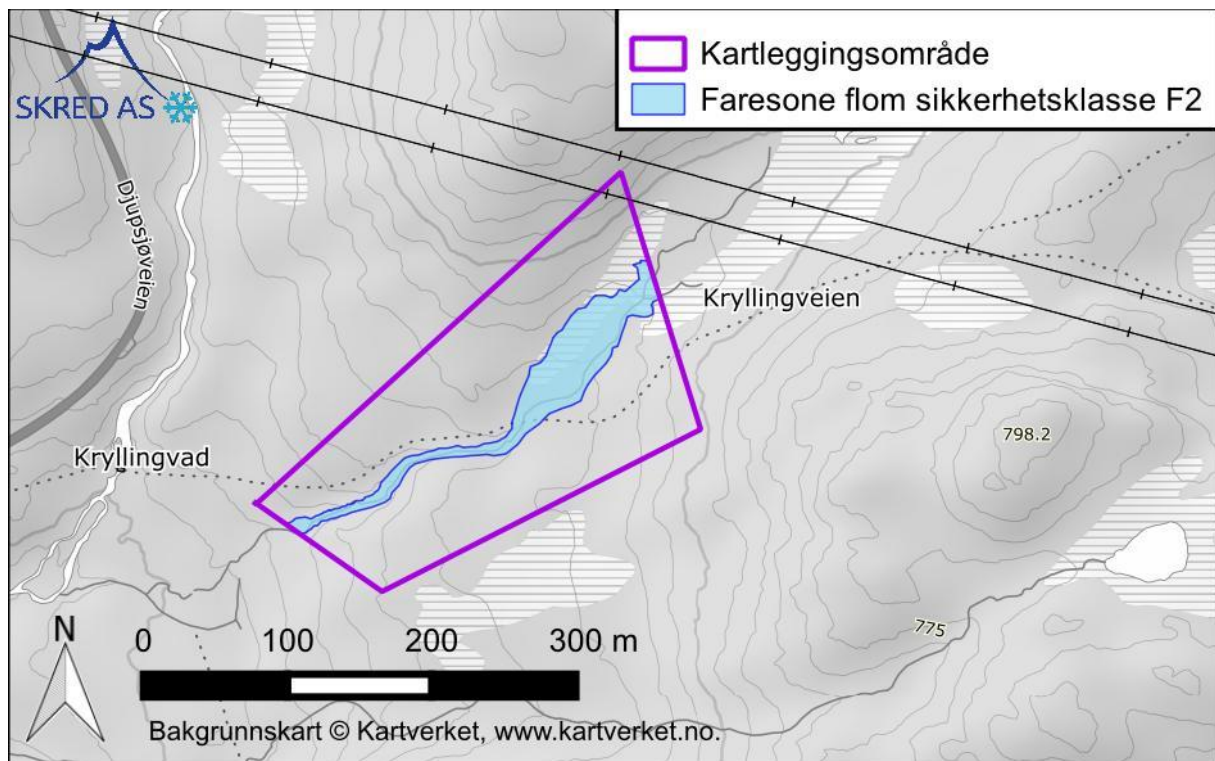
Basert på resultater fra modelleringen og analysene har vi tegnet opp faresone for flom for sikkerhetsklasse F2 for kartleggingsområdene. Faresonen viser hvilke områder som vurderes utsatt for 200-årsflom (årlig sannsynlighet større enn 1/200) i et fremtidig klima.

Dimensjonerende 200-årsvannstand for kartleggingsområdet er 750.4 moh. For Djupsjøen. Dersom det etableres bebyggelse innenfor flomfaresonen på land anbefaler vi at det benyttes et sikkerhetspåslag på 0.3 meter. Dette gir flomsikkert nivå for kartleggingsområdet på 750.7 moh. Faresonen for flom er vist i Figur 16.

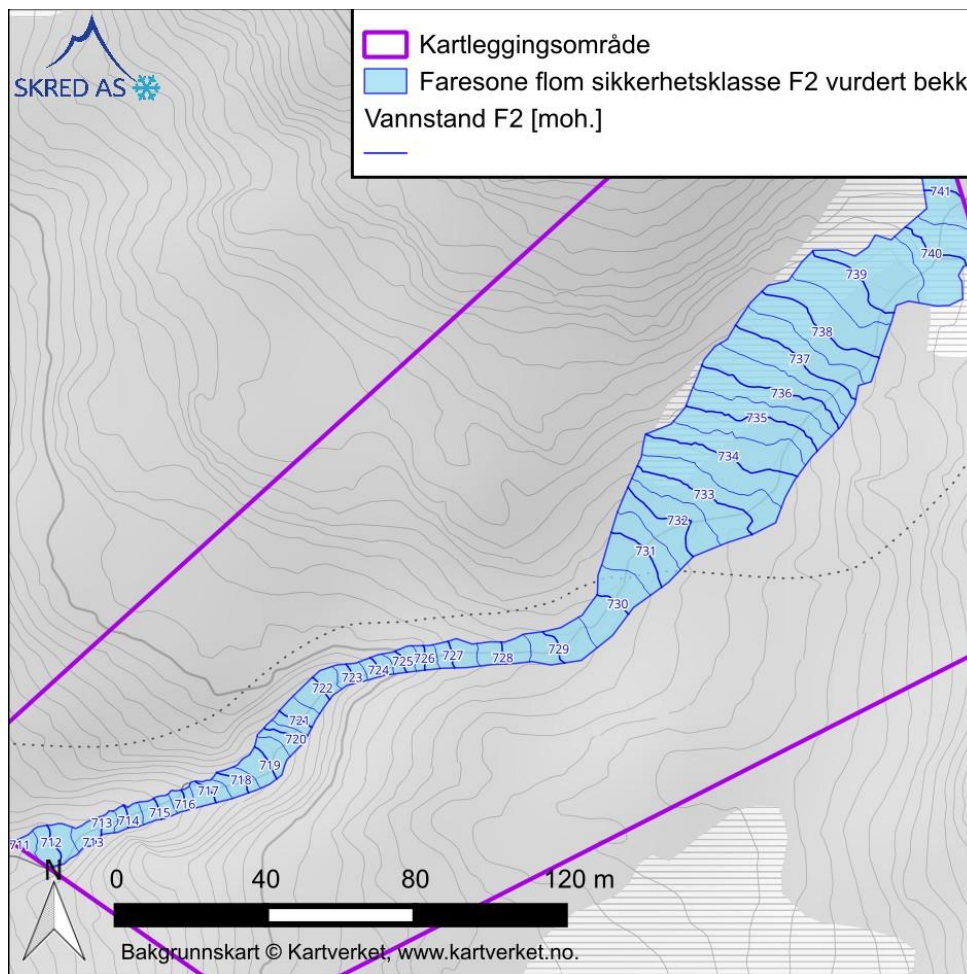


Figur 16: Faresone som viser flomutsatte områder for sikkerhetsklasse F2 (200-årsflom med klimapåslag) for Djupsjøen.

Dersom det etableres bebyggelse innenfor flomfaresonen anbefaler vi at det benyttes et sikkerhetspåslag på 0.3 meter. Faresonen for flom er vist i Figur 17 mens et detaljert kart som viser beregnet vannstand er vist i Figur 18.



Figur 17: Faresone som viser flomutsatte områder for sikkerhetsklasse F2 (200-årsflom med klimapåslag) for den vurderte bekken.



Figur 18: Detaljert visning av faresone som viser flomutsatte områder for sikkerhetsklasse F2 (200-årsflom med klimapåslag) for vurdert bekk. Beregnet vannstand er markert inn.

7.3 Sikkerhet mot erosjon

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

7.4 Tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet

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 sikre bygget mot oversvømmelse, eller at byggverket dimensjoneres slik at det tåler belastningene og skader unngås.

7.5 Andre anbefalinger

I tillegg til å legge ny bebyggelse utenfor faresoner for flom anbefales det også sterkt å ikke påvirke våtmark, inkludert myrområder. Dette både med tanke på naturmangfold, vannhåndtering og lagring av karbon.

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, 2026. Høydedata [WWW Document]. URL <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>

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

NVE, 2025. Veileder for flomberegninger. Veileder 01/2025.

NVE, 2023. Sikringshåndboka - Modul F1.005: Klassifisering av erosjon i felt.

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

SINTEF, 1992. Flomberegning og kulvertdimensjonering.

Vedlegg A: Befaringsnotat

Bakkelogg og dronelogg fra befaring er vist i registreringskartet under.

