

Oppdragsgiver	Navn Litle Leirvika hyttelag	Kontaktperson Gaute Baarøy
Oppdrag	Nummer og navn 25302 Gulen, Mjømna – Flomfarevurdering for Kristin Lyche endring i reguleringsplan.	Oppdragsleder
Dokument	Nummer 25302-01-1 Utført av Kristin Lyche	Dato 2025-05-28 Kontrollert av Ingvild Brekke

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	2025-05-28	KLy	IB	Original

Flomfarevurdering for endring i reguleringsplan, Mjømna, Gulen

Sammendrag

Det arbeides med en reguleringsplan for eksisterende hyttefelt ved Litle Leirvika gbnr. 91/17 i Gulen kommune. NVE har fremmet innsigelse for manglende avklaring av flomfare.

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 F2 (fremtidig 200-årsflom).

Dimensjonerende 200-årsflom i den vurderte bekken inkludert et klimapåslag på 40 %, er beregnet til 5,3 m³/s. Vi har etablert en hydraulisk modell av den vurderte bekken med omliggende områder.

Vi har tegnet faresoner for sikkerhetsklasse F2 i kartleggingsområdet som viser utstrekning av dimensjonerende flom, samt dimensjonerende stormflo. All bebyggelse, og med små unntak også hyttetomtene, er planlagt utenfor flomfare fra bekken.

Utleiehyttene og uthusene nede ved sjøen ligger lavere enn dimensjonerende stormflonivå på 2,3 moh. for sikkerhetsklasse F2. De ligger høyt nok i forhold til sikkerhetsklasse F1, 1,3 moh.

I henhold til krav i TEK17 §7-2 (4) skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Vi vurderer det som tilstrekkelig anbefaler at det settes av en hensynssone for erosjon på 10 meter fra hver side av topp skråningen ved bekken.

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	Observerte flommer og kalibreringsdata	8
3.3	Befaring	8
3.4	Terrengdata	8
3.5	Beskrivelse av vassdraget	8
3.6	Grunnforhold	11
4	Flomberegning	12
4.1	Metode	12
4.2	Beskrivelse av nedbørfelt	12
4.3	Flomfrekvensanalyse	13
4.4	Nedbør-avløpsmetoder	16
4.5	Klimapåslag	18
4.6	Vurdering av resultater	18
4.7	Dimensjonerende vannføring	19
4.8	Klassifisering av flomberegning	19
5	Hydrauliske beregninger	20
5.1	Modellvalg	20
5.2	Oppsett av modell	20
5.3	Kalibrering og tilpasning av modell	22
5.4	Modellering av dimensjonerende flommer	22
5.5	Følsomhetsanalyser	23
5.6	Klassifisering av hydraulisk modell	24
5.7	Sikkerhetspåslag	24
6	Andre farer i vassdraget	25
6.1	Erosjon og massetransport	25
6.2	Isproblematikk	26
7	Resultater og konklusjon	27
7.1	Dimensjonerende vannføring	27

7.2	Faresoner for flom.....	27
7.3	Sikkerhet mot erosjon	28
7.4	Tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet.....	Error! Bookmark not defined.
8	Referanser	30
	Vedlegg A: Befaringsnotat.....	31

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 reguleringsplan for eksisterende hyttefelt ved Litle Leirvika gbnr. 91/17 i Gulen kommune. NVE har fremmet innsigelse for manglende avklaring av flomfare. Kartleggingsområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for flom der en bekk 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: F1 (1/20)

1.4 Kartleggingsområdet

Kartleggingsområdet ligger på vestsiden av øya Mjømna i Gulen kommune. Beliggenheten er vist i Figur 1.



Figur 1: Beliggenheten til kartleggingsområdet, på Mjømna i Gulen 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.

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

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

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 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	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 den vurderte bekken kan utgjøre en reell flomfare for kartleggingsområdet. Vi utfører derfor en detaljert flomfarekartlegging etter veilederen til NVE (2022a). Det inkluderer beregning av dimensjonerende vannføring etter aktuell veileder (NVE, 2022b), en detaljert hydraulisk modellering av vassdrag med konstruksjoner, samt vurdering hvordan andre vassdragsrelaterte farer kan påvirke faren for flom.

3.2 Observerte flommer og kalibreringsdata

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

3.3 Befaring

Skred AS har ikke vært på befaring. Vi har mottatt bilder og innmålinger av dimensjon på stikkrenner og overhøyde av Gaute Baarøy, datert 21.03.2025. Dokumentasjonen er gjengitt i sin helhet i Vedlegg A: Befaringsnotat.

3.4 Terrengdata

Vi har etablert en terrengmodell med horisontal oppløsning på 1 x 1 meter basert på bakkepunkter fra LiDAR-data av området fra 2018 (NDH Gulen 5pkt 2018) (Kartverket, 2025a).

Alle høyder i rapporten er oppgitt i høydesystem NN2000.

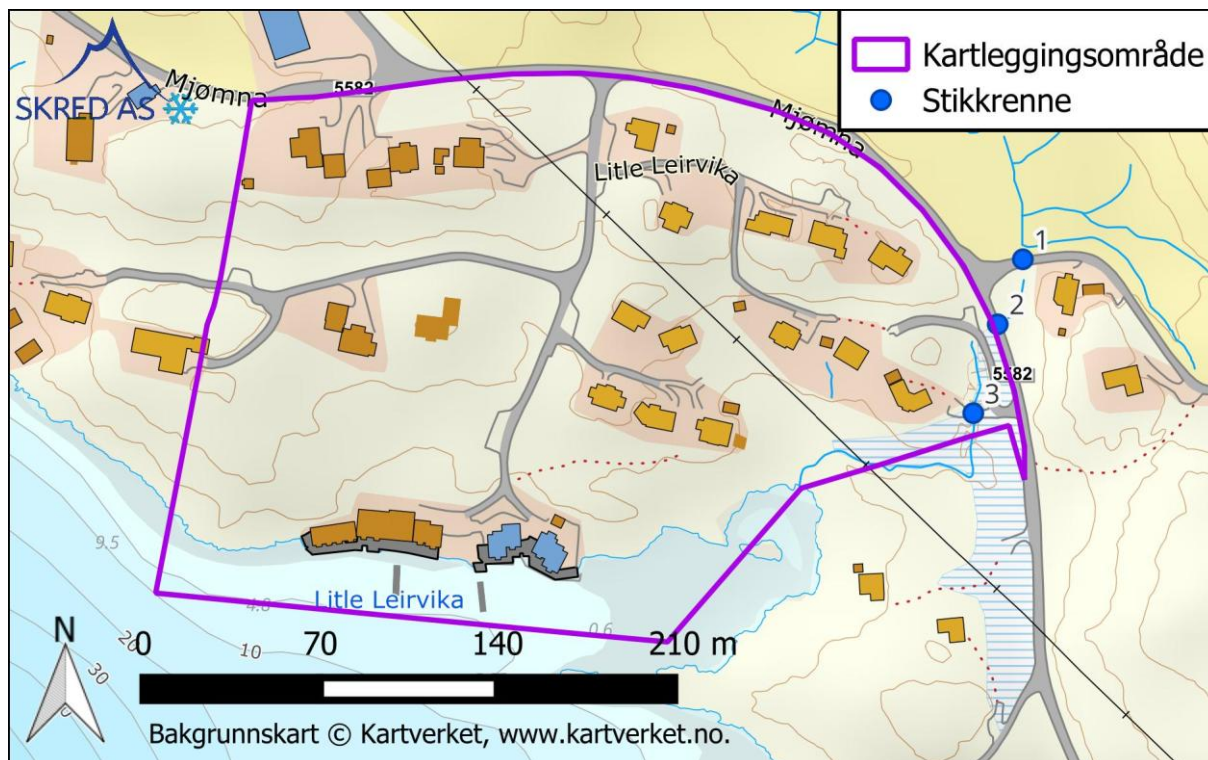
3.5 Beskrivelse av vassdraget

3.5.1 Bekkeløpet

I kartleggingsområdet renner den vurderte bekken i et definert bekkeløp på cirka 2 meter. Bekken krysser to hytteveier gjennom stikkrenner. I øvre del av kartleggingsområdet er bekkeløpet slakt, og bekkebunnen består av en blanding av torv, stein og noen middels store steiner. Dette gjør at vi forventer vekselvis middels til høy friksjon mot massene. Nærmere utløpet til havet blir terrenget betraktelig brattere med stryk og innslag av større steiner. Oppstrøms planområdet er terrenget slakt, og bekken renner gjennom områder med våtmark og myr.

Vi forventer potensialet for massetransport som lite, der medrivning i området i planområdet nok er mest aktuelt. Grunnet kort bekkestrekk vil dette gi begrenset massetransport. Det er ingen erosjonssikring av bekkeløpet i dag.

Figur 2 viser et oversiktskart over området, mens Figur 3 viser et representativt bilde av bekkeløpet til den vurderte bekken.



Figur 2: Oversiktskart over kartleggingsområdet og den vurderte bekken.



Figur 3: Representativt bilde av bekkeløpet i kartleggingsområdet.

3.5.2 Konstruksjoner

Konstruksjonene som kan påvirke vannlinja ved kartleggingsområdet er listet opp i Tabell 2. Plasseringen til konstruksjonene er vist på Figur 2. Bilder av de andre konstruksjonene er vist i befaringsdokumentasjonen fra Gaute Baarøy (Vedlegg A).

Tabell 2: Beskrivelse av konstruksjoner. Teoretisk kapasitet for stikkrenner er basert på nomogrammer i SINTEF (1992), og forutsetter innløpskontroll.

Nr.	Beskrivelse	Dimensjon Lysåpning [mm]	Bunnivå innløp [moh.]	Nivå overløp/veg [moh.]	Teoretisk innløps- kapasitet [m³/s]
1	- Sirkulær betongstikkrenne - Kulverten har ingen hydraulisk utforming i fremkant eller innsnevring - Kulverten har ingen tilstopning - Ingen erosjonssikring	1000	5,8	7,7	2,2
2	- Sirkulær betongstikkrenne - Skrent med trolig sprengstein rundt kulvert - Utfra vårt grunnlag er det vanskelig å vurdere tilstopning	1000	5,4	8,2	4,0
3	- Sirkulær betongstikkrenne - Vinkelrett rundt kulvert, uten hydraulisk utforming - Utfra vårt grunnlag er det vanskelig å vurdere tilstopning	1000	4,4	6,0	2,8

3.6 Grunnforhold

Området består ifølge NGU sitt løsmassekart av tynt humus/ torvdekke (kartlagt i 1:50 000).

Kartleggingsområdet ligger ifølge NVE Atlas under marin grense hvor marin avsetning og potensielt kvikkleire eller andre materialer med sprøbruddegenskaper kan forekomme.

4 Flomberegning

4.1 Metode

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

4.2 Beskrivelse av nedbørfelt

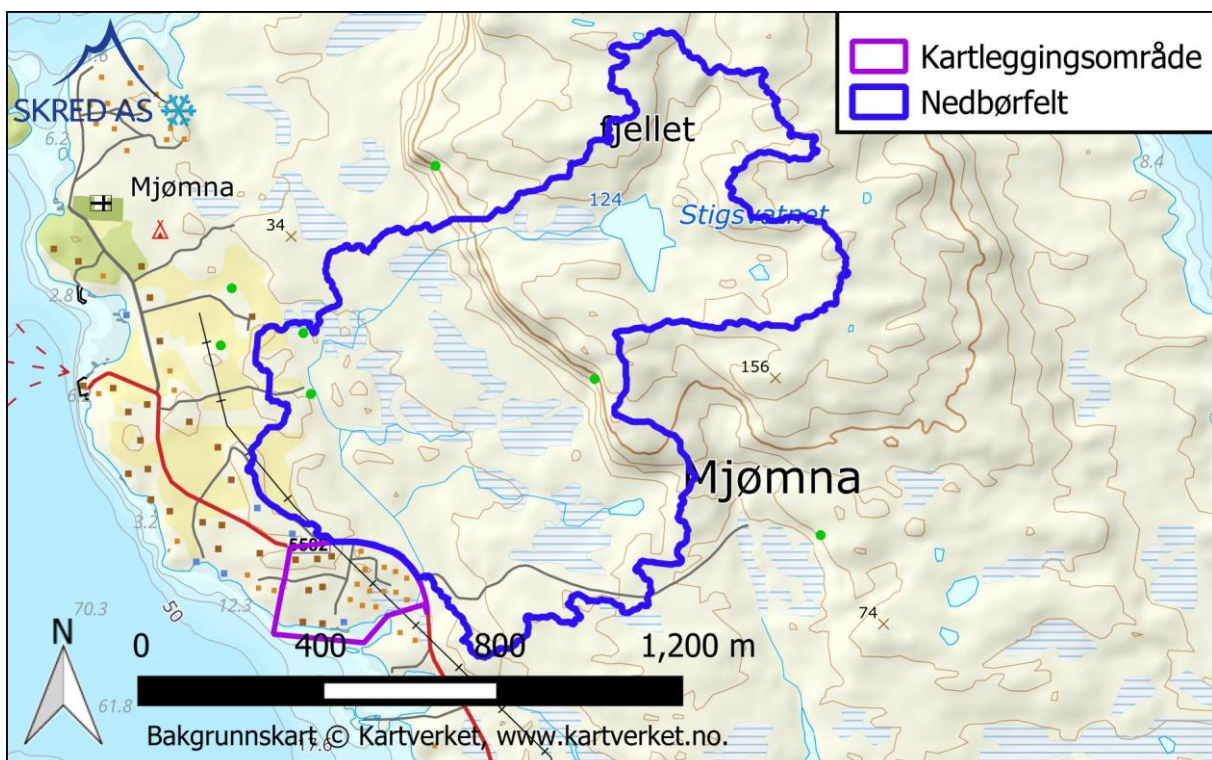
Den vurderte bekken har et lite, kystnært nedbørfelt. Midtre og nordlige deler av feltet består av bratte fjellskrenter, kupert terreng og høydedrag. Vestre og sørlige deler av feltet er flatere og består hovedsakelig av myr, våtmarksområder og lav vegetasjon/beitemark. I lavere områder av feltet er det innslag av kulturlandskap, samt enkelte veier. Myrområdene vil bidra til noe naturlig flomdempning, men feltet er ikke påvirket av regulering. Det ligger en innsjø høyt i feltet, som resulterer i at nedbørfeltet har en lav effektiv sjøprosent. Feltet forventes generelt å ha en rask avrenningskarakteristikk.

Feltkarakteristika til den vurderte bekken er vist i Tabell 3 og feltgrensene er vist i Figur 4.

Tabell 3: Feltkarakteristika til den vurderte bekken.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	q_N^* [l/s/km ²]	Eff. sjø [%]	Myr [%]	Snaufjell [%]	Feltlengde [km]	Høydeint. [moh.]
Vurdert bekk	0,9	37	0,5	30	18	1,2	8 - 179

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90.



Figur 4: Feltgrensene til den vurderte bekken ved kartleggingsområdet.

4.3 Flomfrekvensanalyse

4.3.1 Målestasjoner

Vi kjenner ikke til noen målinger av flomvannføring i den vurderte bekken. 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.

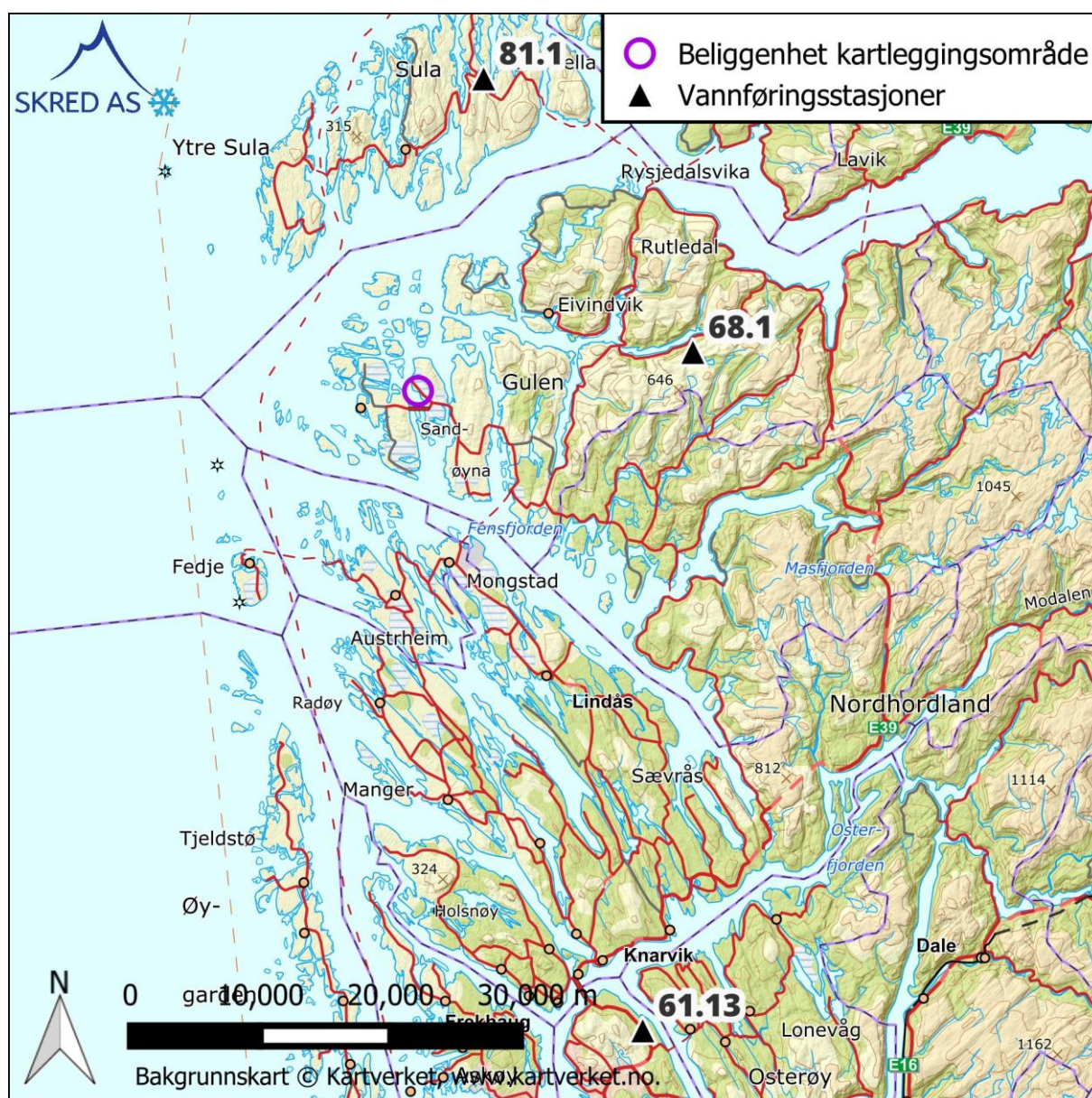
Målestasjon 68.1 Kløvtveitvatn ble avviklet i 2006, etter regulering av vannet Kløvtveitvatn til vannkraft. Måledataene er dermed ikke påvirket av regulering, til tross for at vannet i dag er regulert. De andre målestasjonene er ikke påvirket av regulering. Vurderingen av kurvekvaliteten for alle målestasjonene er gjort av NVE.

Tabell 4 viser et utvalg målestasjoner med feltkarakteristika. Middelvrenning (q_n) er beregnet basert på døgnmåleserien ved hver stasjon. Beliggenheten til målestasjonene er vist i Figur 5, mens høydefordelinga (hypsografisk kurve) til målestasjonene er vist i Figur 6.

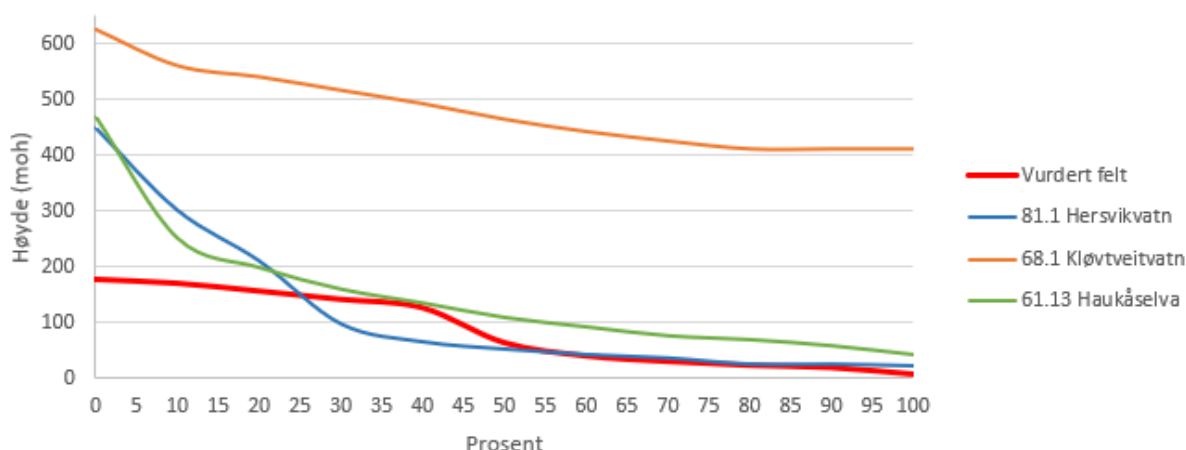
Tabell 4: Feltkarakteristika og kurvekvaliteten til utvalgte målestasjoner.

Målestasjon	Felt-areal [km ²]	Måle-periode [år]	q_n [l/s/km ²]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Snau-fjell [%]	Median-høyde [moh.]	Kurve-kvalitet (flom)
Vurdert bekk	0.9	-	37*	0.5	13	18	65	
81.1 Hersvikvatn	7.1	1934 - d.d	72	19.4	11	13	51	Middels
68.1 Kløvtveitvatn	4.5	1922 - 2006	151	21.3	24	54	463	Meget bra
61.13 Haukåselva	7.4	2007 – d.d	73	0.4	40	11	108	Middels

**fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961–1990.*



Figur 5: Beliggenheten til utvalgte målestasjoner.



Figur 6: Høydefordelingen til den vurderte bekken og vurderte målestasjoner.

4.3.2 Valg av metode for flomfrekvensanalyse

Ved de utvalgte målestasjonene er det lange serier med findata (> 25 år), og vi har derfor valgt å gjøre flomfrekvensanalyse direkte på findata. Vi har også valgt å gjøre frekvensanalyse på døgndata for de lengste måleseriene fordi de har et mye bedre statistisk grunnlag for å vurdere flom ved høye gjentakintervall.

4.3.3 Lokal flomfrekvensanalyse

Vi har hentet ut og analysert vannføringsmålinger fra de utvalgte målestasjonene gjennom NVE-databasen Hydra2. Vi har valgt type frekvensfordeling basert på serielengde og vekstkurven sin tilpasning til hver av måleseriene. Tabell 5 og Tabell 6 presenterer analysene utført med Flom_analyse-programmet i Hydra II på henholdsvis findata og døgndata. Programmet tar utgangspunkt i årsflommer. År med mer enn 10 % manglende dager fjernes i analysen.

Tabell 5: 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	
81.1 Hersvikvatn	44	2.1	292	1.7	2.02	2.3	Gumbel
68.1 Kløvtveitvatn	28	2.4	540	1.7	2.08	2.4	Gumbel
61.13 Haukåselva	17	9.4	1270	1.6	2.06	2.6	Gumbel

Tabell 6: 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	
81.1 Hersvikvatn	90	1.9	262	1.6	1.91	2.2	GEV
68.1 Kløvtveitvatn	83	2.1	462	1.7	2.03	2.4	GEV

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 (2022b) som robust for returperioder opp mot 200 år.

Per mai 2024 anbefaler NVE at avrenningskartet 1961-1990 benyttes i flomformelverket. Middellavrenningen for normalperioden 1961-1990 virker lav sammenlignet med verdiene ved målestasjonene. Ifølge NVE (2022b) er klimatiske forhold oftest viktigere enn feltets fysiske egenskaper for vurdering av spesifikk avrenning, og observerte data fra nærliggende vannføringsstasjoner bør vurderes opp mot gjeldende avrenningskart. Målestasjon 81.1 Hersvikvatn og 61.13 Haukåselva er begge kystnære felt. 81.1 Hersvikvatn har lignende medianhøyde som vurdert bekk, mens 61.13 Haukåselva ligger noe høyere i terrenget. Disse to målestasjonene har lignende spesifikk avrenning, på henholdsvis 72 l/s/km² og 73 l/s/km². Målestasjon 68.1 Kløvtveitvatn ligger betraktelig høyere, og har også en betraktelig høyere avrenning.

Avrenningskartet for normalperioden 1991-2020 gir 74,7 l/s/km² for den vurderte bekken. Vi vurderer avrenningskartet for normalperioden 1961-1990 for som lavt, og velger å benytte samme verdi som 81.1 Hersvikvatn, 72 l/s/km², i flomformelverket.

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

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

	Middelflom	Middelflom	$\frac{Q_{200}}{Q_M}$	$\frac{Q_{200}}{[m^3/s]}$
	$Q_M [m^3/s]$	$q_M [l/s/km^2]$		
Lav (95%)	0.7	830		1.9
Middel	1.5	1659	2.54	3.8
Høy (95)	3.0	3319		7.6

4.4 Nedbør-avløpsmetoder

4.4.1 PQRUT

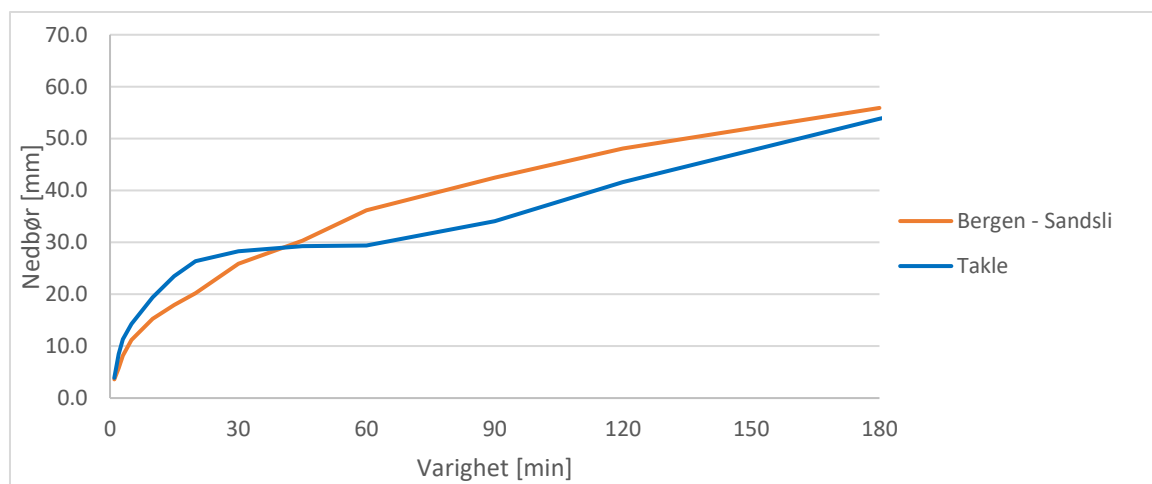
Siden det miste mulige tidsskrittet i PQRUT er én time og den vurderte bekken har et lite felt ($A < 10 \text{ km}^2$) med en rask avrenningskarakteristikk, vurderer vi at PQRUT vil være beheftet en stor grad av usikkerhet for vurdert bekk. Vi har derfor valgt å basere flomberegninga på andre metoder.

4.4.2 Den rasjonelle metoden

Den rasjonelle metoden beregner flomvannføring basert på nedbørstatistikk, feltareal og antatt avrenningskoeffisient. NVE (2022b) anbefaler metoden for nedbørfelt mindre enn

2 km². 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 vurdere IVF-kurven fra Takle i Gulen kommune, som ligger geografisk nært, men har noe usikker kvalitet. Vi har derfor også valgt å vurdere IVF-kurven fra Bergen – Sandsli, som har kvalitetsklasse god. Vi ser IVF-kurvene i hovedtrekk følger hverandre, til tross for tidvis store forskjeller. For den aktuelle konsentrasjonstiden på 70 minutter ligger IVF-kurven for Takle under kurven for Bergen- Sandsli. Kurven for Takle er ujevn, som kan tyde på manglende datapunkt og svakt datagrunnlag. De to vurderte kurvene er vist i Figur 7.



Figur 7: Sammenligning mellom vurderte IVF-kurver for 200-års nedbør.

Anbefalt avrenningsfaktor (C) og korreksjonsfaktor for høy returperiode er satt etter anbefaling i NVE (2022b). En vektet middelerverdi for avrenningsfaktoren (C) er beregnet ut fra arealbruk, som vist i Tabell 8.

Tabell 8: Beregning av avrenningskoeffisient for nedbørfeltet.

Arealtype	Andel av areal	C
Snaufjell	20	0.5
Myr	30	0.2
Lav vegetasjon	50	0.3
Vektet C	100	0.31
Korreksjonsfaktor for høy returperiode		1.3
Total C		0.40

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, 2022b). Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonale metoden er vist i Tabell 9.

Tabell 9: Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonelle formelen for den vurderte bekken for de to IVF-kurvene (kulminasjon).

Vassdrag	IVF-kurve	Areal [ha]	ARF	Kons. tid [min]	I ₂₀₀ [l/s*ha]	C	Q ₂₀₀ [m ³ /s]
Vurdert bekk	Takle	91	0.98	70	75.5	0.4	2.7
Vurdert bekk	Bergen - Sandsli	91	0.98	70	93.2	0.4	3.4

4.5 Klimapåslag

I henhold til anbefalinger i NVE (2022b) benytter vi et klimapåslag på 40 % 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.

4.6 Vurdering av resultater

4.6.1 Middelflom

Nedbørfeltet til den vurderte bekken er betydelig mindre enn alle tre sammenligningsstasjonene. Til tross for flere flatere områder og myrer i det vurderte feltet, gjør dette at vi generelt forventer raskere avrenning her enn i referensefeltene. Dette forsterkes av at nedbørfeltet til den vurderte bekken særlig har betydelig mindre effektiv sjøprosent enn 81.1 Hersvikvatn og 68.1 Kløvtveitvatn, en faktor som har en sterk flomdempende effekt. Nedbørfeltet 61.13 Haukåselva har en likere arealsammensetning med nedbørfeltet til den vurderte bekken enn de to andre målestasjonene, men er til gjengjeld lengst unna i størrelse. Vi forventer dermed i hovedsak mindre dempende effekter i nedbørfeltet til en vurdert bekken sammenlignet med referensefeltene.

Vi vurderer at middelflom fra feltet til 61.13 Haukåselva er mest representativ for nedbørfeltet vurderte bekken, til tross for at den har et større areal og ligger noe høyere i terrenget. Fra frekvensanalysen vurderer vi det som realistisk at middelflom i vurdert bekk vil kulminere ved ca. 1300 – 1500 l/s*km², på grunn av mer intense flommer i mindre nedbørfelt. Dette ligger noe under middelestimatet til det regionale formelverket for små felt. Grunnet middels kurvekvalitet og kort dataserie ved 61.13 Haukåselva velger vi å vektlegge middelestimatet fra NIFS.

4.6.2 Vekstfaktor

81.1 Hersvikvatn, 68.1 Kløvtveitvatn og 61.13 Haukåselva har henholdsvis middels, meget bra og middels kvalitet på vannføringskurven. For vurdering av vekstkurve anbefaler veilederen at klimatiske forhold og kvalitet på måleserien vektlegges fremfor feltegenskaper. 81.1 Hersvikvatn har omtrent samme spesifikke avrenning og lang serie, men kun middels kvalitet. 68.1 Kløvtveitvatn har en lang serie av god kvalitet, men betydelig med nedbør. 61.13 Haukåselva har også omtrent samme spesifikk avrenning, men forholdsvis kort serie av middels kvalitet. Målestasjonene er relativt samkjørte og gir et middelestimat på vekstfaktor på 1,91 til 2,06. Det er likevel ingen av målestasjonene som er helt representative for vurdert

bekk. Vi velger derfor å vektlegge vekstkurven fra NIFS, siden den anses som robust for små felt.

4.6.3 Sammenligning og vurdering av resultater fra ulike metoder

Resultatene fra den rasjonale metode ligger mellom nedre estimat og middelestimat fra NIFS. Den rasjonale metoden er sterkt avhengig av valg av IVF-kurve, der IVF-kurven for Bergen-Sandsli vurderes som mest robust grunnet best kurvekvalitet, til tross for stor geografisk avstand mellom vurdert nedbørfelt og målestasjonen. Det er stor usikkerhet tilknyttet den rasjonale metoden, og vi velger derfor å vektlegge flomfrekvensanalysen. Resultatene fra de ulike flomberegningsmetodene er oppsummert i Tabell 10.

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

Metode	q_m [l/s/km ²]	Q_{200}/Q_M	q_{200} [l/s/km ²]
Vurdert fra målestasjoner	500 - 1300	2.02 – 2.24	-
Formelverk for små nedbørfelt	830 - 3300	2.54	2100 - 8430
Rasjonale formel	-	-	4179 - 3688
VALGT	1660	2.54	4217

4.7 Dimensjonerende vannføring

Dimensjonerende vannføring beregnet for den vurderte bekken er gitt i Tabell 11. Spesifikk 200-årsflom med klimatillegg er beregnet til 4217 l/s/km².

Tabell 11: Dimensjonerende vannføring i den vurderte bekken med og uten klimapåslag (kulminasjon).

Vassdrag	Feltareal [km ²]	Klima-påslag	Middelflom Q_M [m ³ /s]	Middelflom q_m [l/s/km ²]	Q_{200}/Q_M	Q_{200} [m ³ /s]
Vurdert bekk	0.9	Ingen	1.5	1660	2.54	3.8
Vurdert bekk	0.9	1.4	2.1	2324	2.54	5.3

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 spesielt nært vassdraget, men noen av observasjonene lenger unna har god kvalitet, 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 3.4. Ved utløpet til havet er terrenget justert ved at for høyt interpolerte områder i terrengmodellen senket til 0 moh. Ved kulvert nr. 3 er også terrenget senket for å stemme overens med målinger fra felt.

5.2.2 Grensebetingelser

Oppstrøms grensebetingelse er plassert cirka 100 meter oppstrøms kartleggingsområdet, oppstrøms alle de kryssende veiene.

Nedstrøms grensebetingelse er plassert etter utløpet i havet. Etter anbefaling i NVE (2022a) har vi benyttet vannstand ved fremtidig 1-års stormflo. 1-årsstormflo (NN2000) er 1,06 moh. for Mjømna i Gulen kommune (Kartverket, 2025b). Veilederen *Havnivåstigning og høye vannstander i samfunnsplanlegging* (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, 2024) anbefaler at klimaframskrivningen SSP3-7.0 + 83-prosentil for år 2100 skal legges til grunn for sikkerhetsklasse F2. Klimaframskrivningen er 81 cm i år 2100 i Mjømna i Gulen (Kartverket, 2025b). Det gir nedstrøms grensebetingelse på 1,87 moh. for sikkerhetsklasse F2.

5.2.3 Dimensjonerende stormflo

Da planområdet ligger ned mot havet er anbefalt høyde for planlegging i forhold til 200-års stormflo, tilsvarende sikkerhetsklasse F2, på 230 cm over NN2000 (Kartverket, 2025b). Tilsvarende nivå for sikkerhetsklasse F1 (uthus, båthus ol.) er 1,3 moh.

5.2.4 Flomforløp

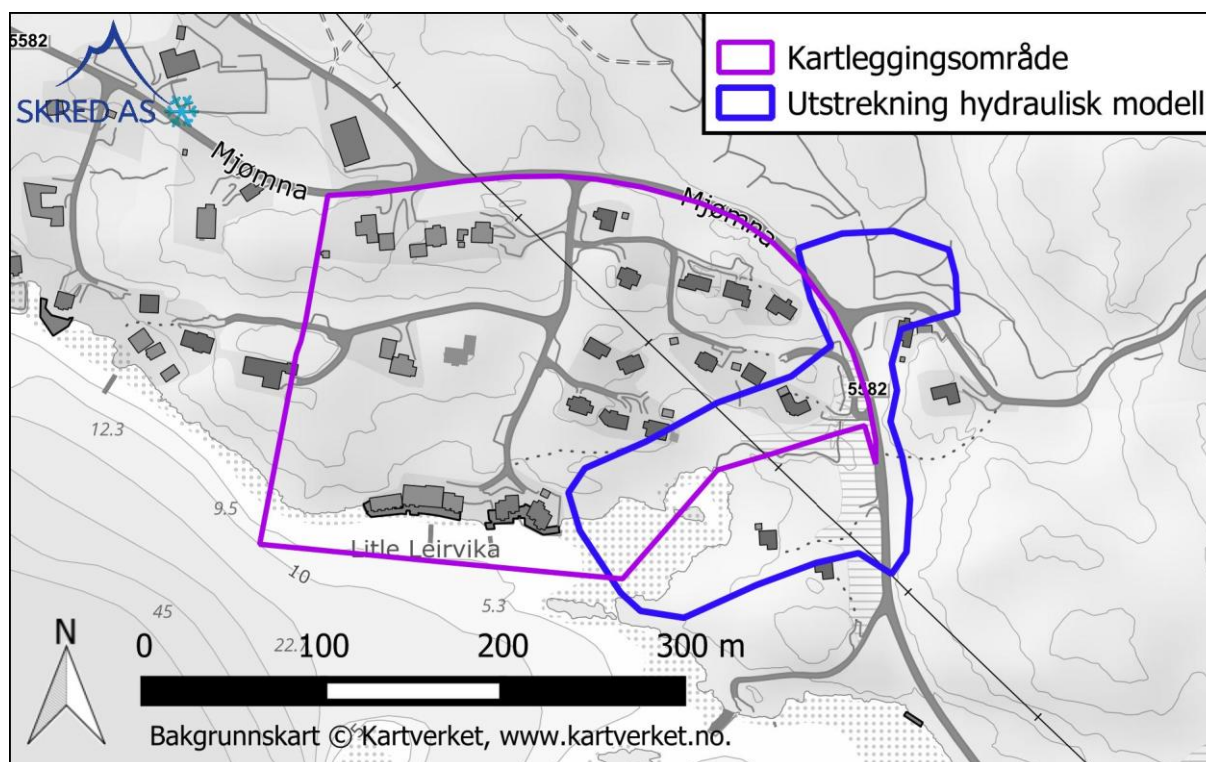
Siden den hydrauliske modellen stabiliserer seg raskt, har vi benyttet konstant kulminasjonsvannføring i den hydrauliske modellen.

5.2.5 Modelloppsett

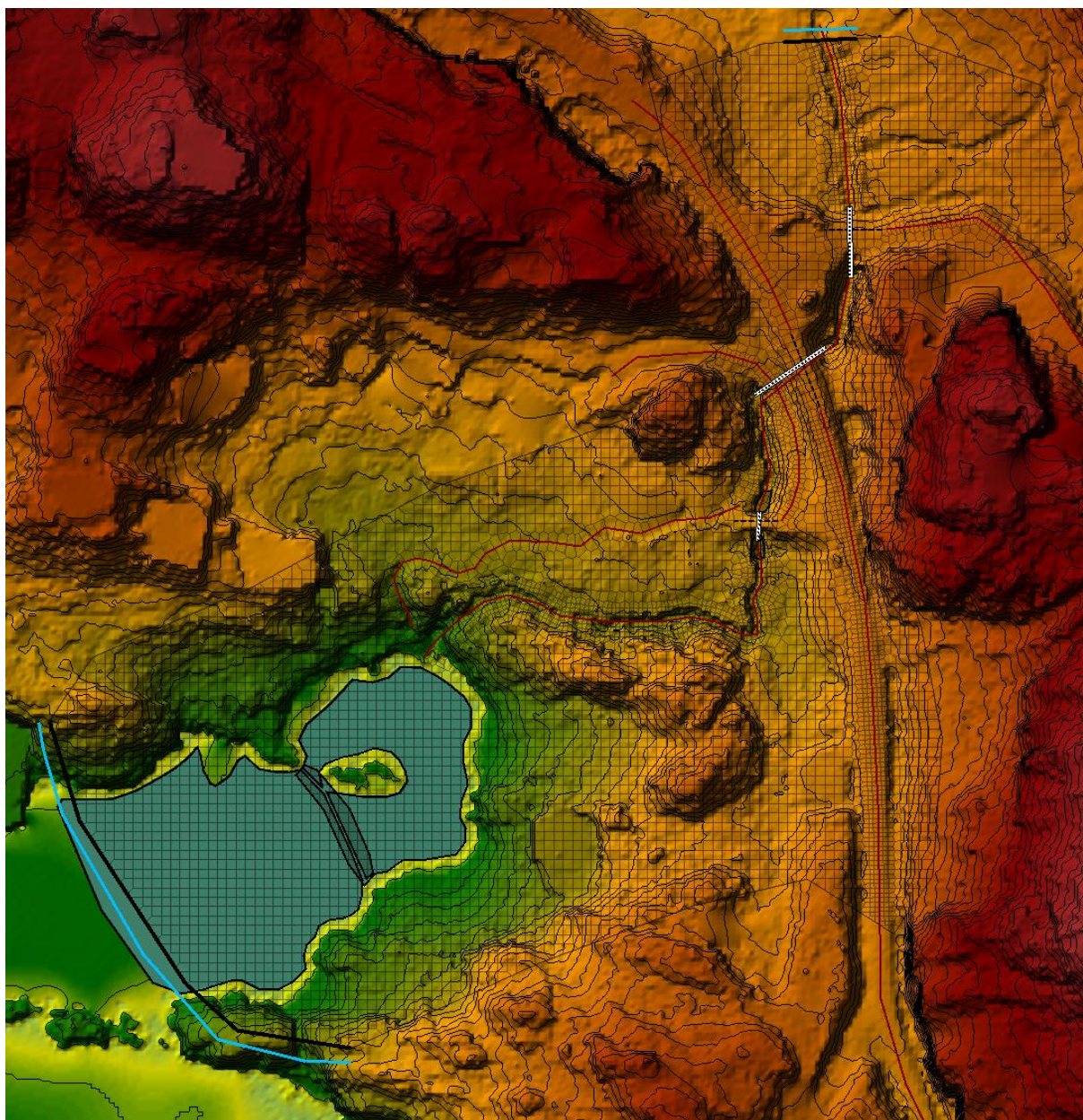
Benyttede parametere i modellen er oppsummert i Tabell 12. Utstrekningen til den hydrauliske modellen er vist på Figur 8. Terrengmodell, benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser er illustrert i Figur 9.

Tabell 12: Parametere benyttet i Hec-Ras-modell for den vurderte bekken.

Parameter	Verdi
Oppløsning på terrengmodell	1 x 1 meter
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Nedstrøms grensebetingelse	1.87 moh.
Cellestørrelse beregningsgrid	1 x 1 meter i bekkeleiet 2 x 2 meter i terrenget ellers
Likningssett	Full momentum
Tidsskritt	Gitt av Courant-nummer mellom 0,4 og 0,9
Manningstall	Grus – 50 Vann – 20 Asfalt – 70 Gress – 30 Skog – 10 Bygg – 100



Figur 8: Utstrekning til hydraulisk modell.



Figur 9: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser.

5.2.6 Konstruksjoner

Kulvertene som er listet opp i Tabell 2 er lagt inn i den hydrauliske modellen ved å benytte kulvert-modulen i Hec-Ras.

5.3 Kalibrering og tilpasning av modell

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

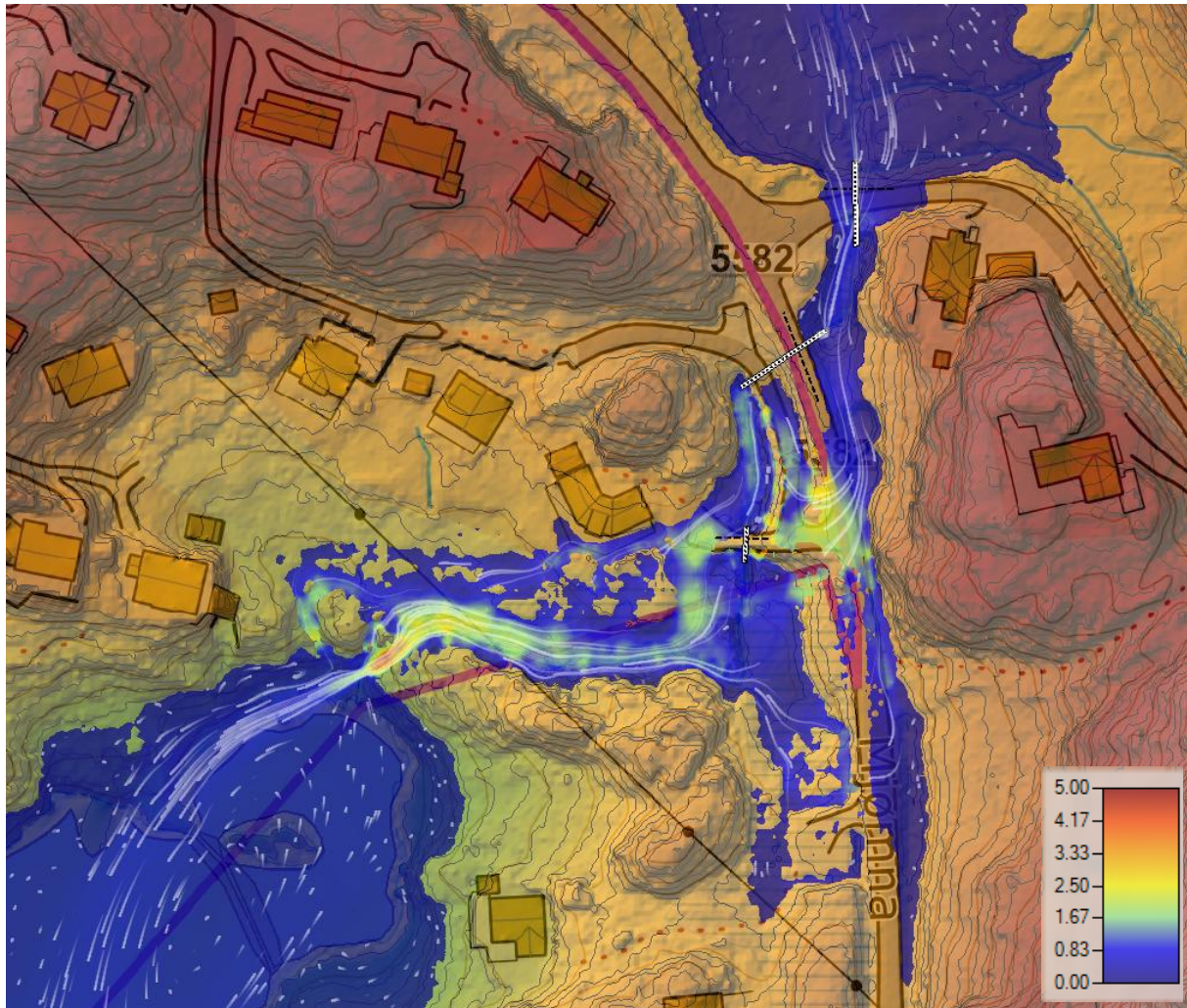
5.4 Modellering av dimensjonerende flommer

For en fremtidig 200-årsflom viser modelleringen som forventet at de tre stikkrennene har for liten kapasitet, og flere flomveier aktiveres ved inntakene. Ved inntaket til stikkrenne 3 aktiveres en flomvei over eiendommen til gbnr. 91/66. Selve hytta berøres ikke av flommen.

Nivået for stormflo i år 2100 er dimensjonerende for faresonen i området ved utløp i havet, men da utløpet i havet er bratt gir dette ingen oppstuvende effekt i bekkeleie. Bekkeleiet i seg selv har tidvis for liten kapasitet.

Det kan oppstå store vannhastigheter i bekken under flom, der hastigheter opp mot 4-5 m/s vurderes som realistisk i stryket ved utløpet i havet. Oppstrøms dette stryket er hastigheter opp mot 2 m/s i bekkeleiet mer realistisk.

Figur 10 viser en illustrasjon av modellert strømningssituasjon.



Figur 10: Illustrasjon av modellert strømningssituasjon ved kartleggingsområdet 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 %
- Tilstopning av stikkrennene

Sensitivitetsanalysen viser at modellen er lite sensitiv ovenfor de testede parameterne. En tetning av kulvertene eller økt vannføring gir opp til 10 cm økning i vann, og lite endring i oversvømt areal.

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 (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 den vurderte bekken er et prosentvis påslag på vannføringen som grunnlag for vurdering av sikkerhetspåslag funnet til 50 % som vist i Tabell 13.

Tabell 13: 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 0,1 meter ved tiltak innenfor faresonene.

6 Andre farer i vassdraget

6.1 Erosjon og massetransport

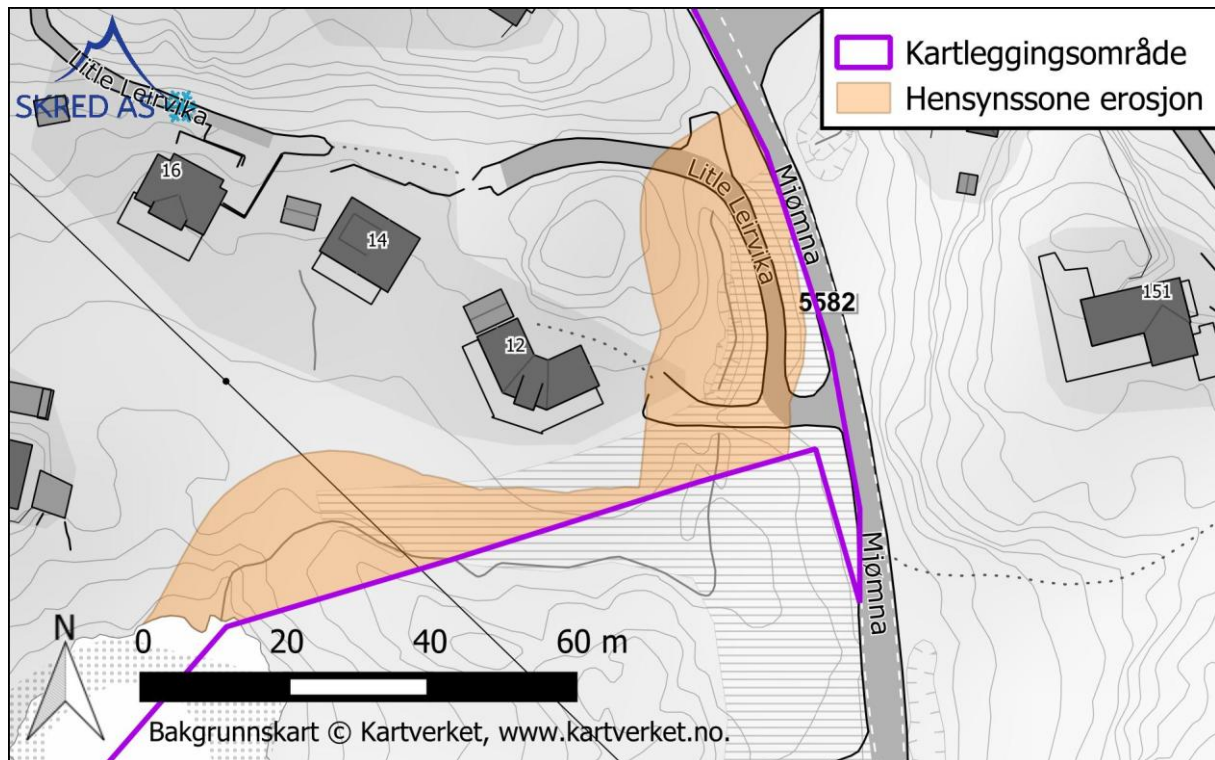
6.1.1 Erosjonsfare

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

På bilder oversendt av Gaute Baarøy kan vi se enkelte punkter med litt pågående erosjon, men tilstanden fra bildene vurderes som generelt god/stabil. Figur 3 viser erosjonsstilstanden mellom kulvert 3 og utløpet til havet. Erosjonen er begrenset, både i dybde og utstrekning, og består av tagging (antydning til erosjon mellom mer faste punkter/grovere masser). Erosjonen har ikke utløst overflateglidninger eller større massetransport. Etter kategoriene gitt i Sikringshåndboka (NVE, 2023a) vurderes omfanget av erosjon på vurdering strekning til kategori 1 – litt erosjon.

Siden sideskråningen langs vassdraget er lave og erosjonsomfanget er begrenset, vurderer vi det som tilstrekkelig at det settes av en hensynssone for erosjon på 10 meter fra hver side av topp skråning ved bekken. Innenfor denne sonen må kantvegetasjonen bevares for at situasjonen ikke skal forverres. Vi anbefaler at det føres jevnlig tilsyn med vassdraget etter større flommer, og at behovet for erosjonssikring vurderes nærmere dersom omfanget av erosjonen øker. Ved utbygging nærmere vassdraget enn dette må bekkekanten erosjonssikres.

Hensynssone for erosjon er vist i Figur 11. Ved utbygging innenfor hensynssonen må det erosjonssikres mot vassdraget der en tilbaketrukket sikring er å foretrekke. Ut fra modellerte vannhastigheter (3-4 m/s) kan aktuelle sikringsmetoder enkelte steder være ensgradert stein i rauset steinlag med tilstrekkelig steinstørrelse eller flatplastring ifølge Sikringshåndboka (NVE, 2023b).



Figur 11: Hensynssone erosjon i kartleggingsområdet.

6.1.2 Massetransport

Vi forventer potensialet for massetransport som lite, der erosjon i området i planområdet nok er mest aktuelt. Fordi strekningen er kort vil dette gi begrenset massetransport.

6.2 Isproblematikk

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

7 Resultater og konklusjon

7.1 Dimensjonerende vannføring

Dimensjonerende 200-årsflom inkludert 40 % klimapåslag er beregnet til 5,3 m³/s for den vurderte bekken.

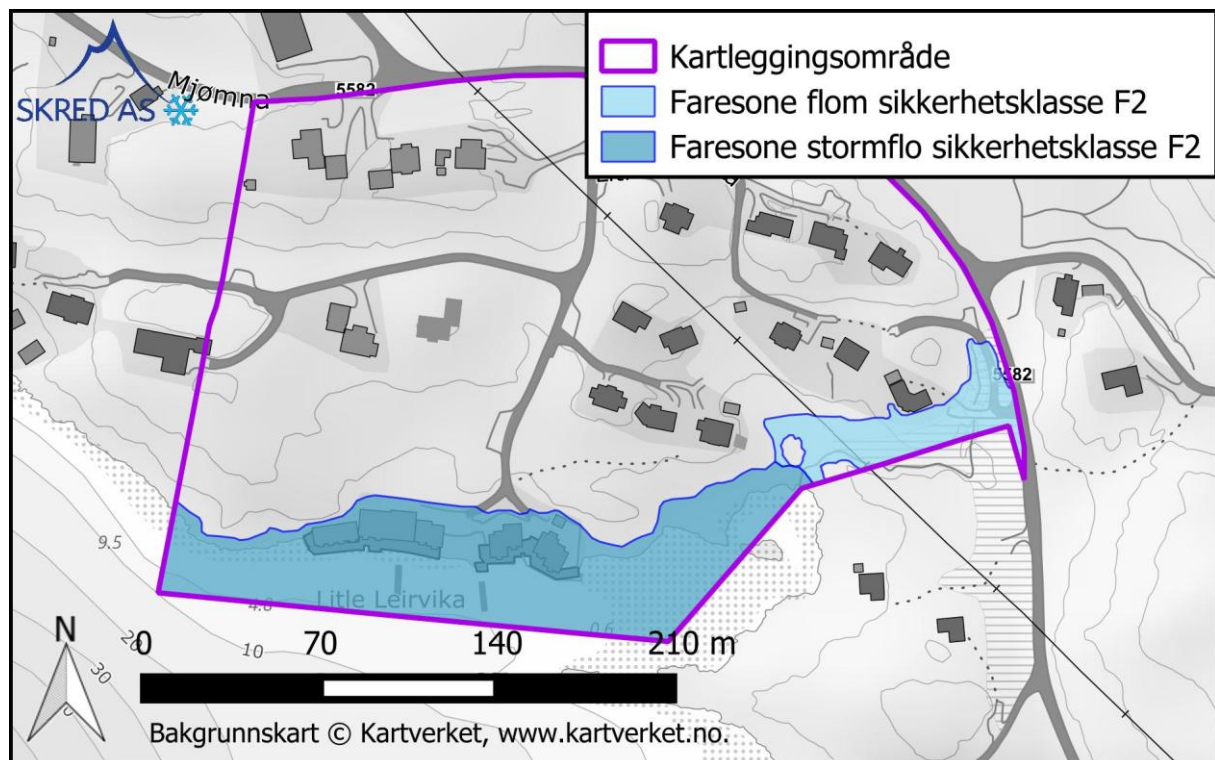
7.2 Faresoner for flom

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

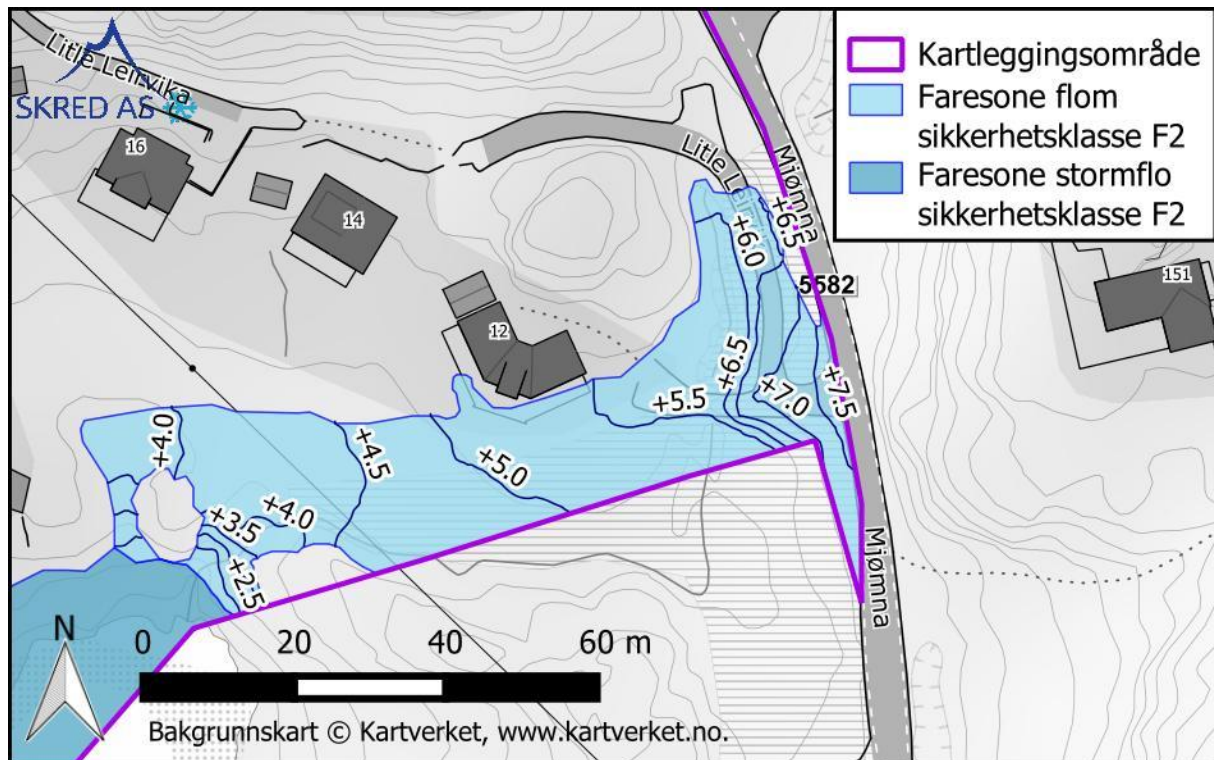
Faresonen består av en faresone for 200-års stormflo i 2100, samt en faresone for flom i vassdraget. Dette er gitt i Figur 12. Faresonen for 200-års stormflo ligger på 2,3 moh. All bebyggelse i planområdet er utenfor flomfare fra bekken.

Dimensjonerende 200-årsvannstand for kartleggingsområdet gitt av vannstandskotene i Figur 13.

Dersom det etableres bebyggelse innenfor flomfaresonen anbefaler vi at det benyttes et sikkerhetspåslag på 0,1 meter.



Figur 12: Faresone som viser både faresone for stormflo og flomutsatte områder for sikkerhetsklasse F2.

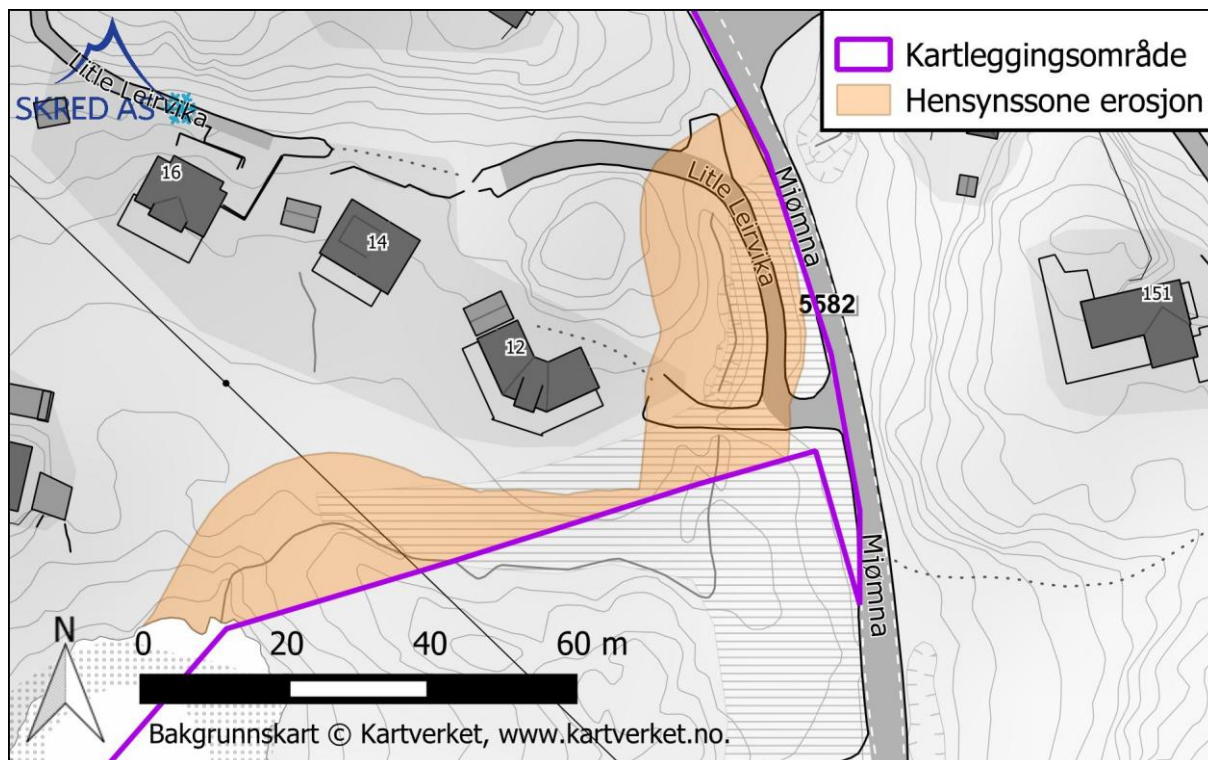


Figur 13: Faresone som viser flomutsatte områder for sikkerhetsklasse F2 (200-årsflom med klimapåslag).

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.

For dagens situasjon med begrenset erosjonsomfanget, anbefaler vi at det settes av en hensynssone for erosjon på 10 meter fra hver side av toppen av skråningen ved bekken. Hensynssonen for erosjon er vist i Figur 14.



Figur 14: Hensynssone erosjon.

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>

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, 2024. Havnivåstigning og høye vannstander i samfunnsplanlegging.

Kartverket, 2025a. Høydedata [WWW Document]. URL <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>

Kartverket, 2025b. Se havnivå [WWW Document]. URL <https://kartverket.no/til-sjos/se-havniva/>

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

NVE, 2023b. Sikringshåndboka - Modul F1.200: Mulige tiltak mot erosjon.

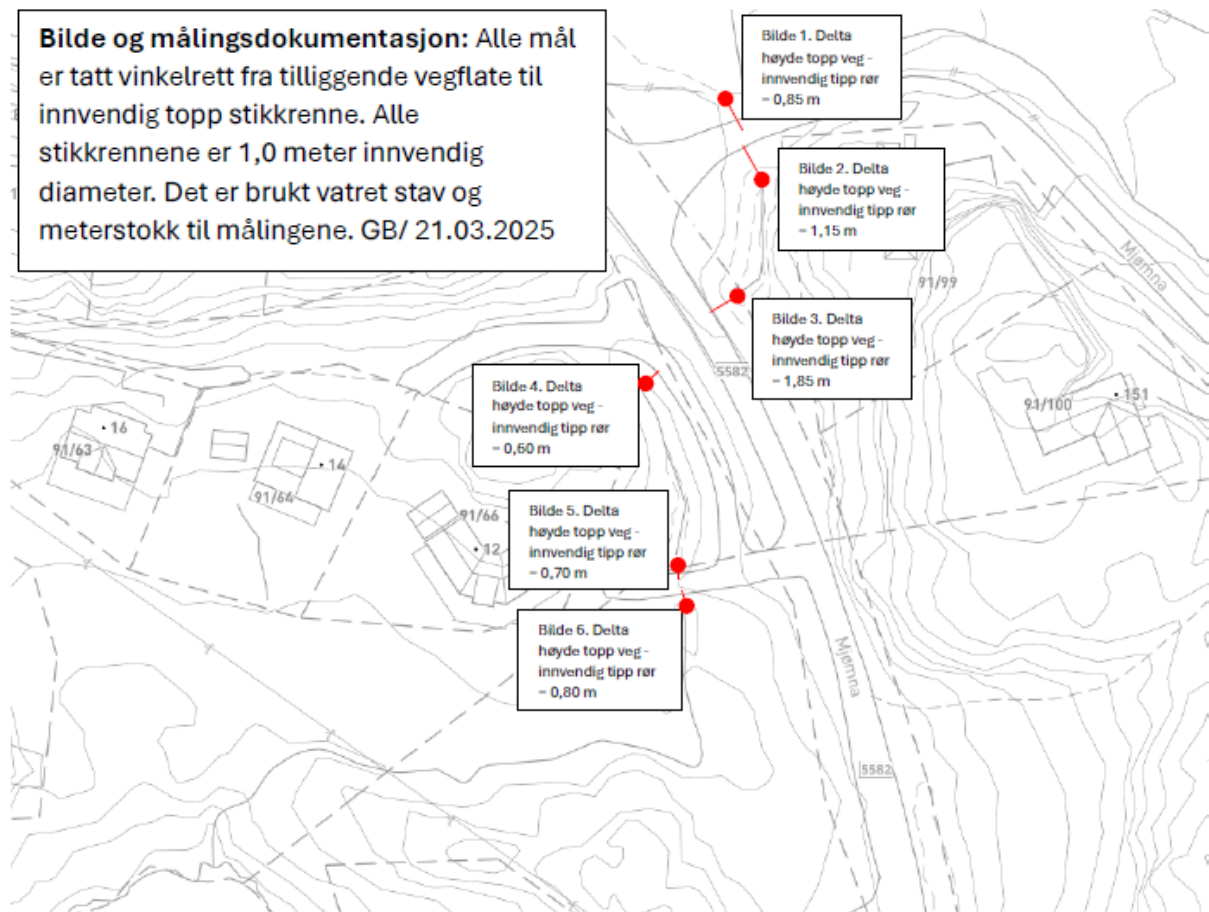
NVE, 2022a. Veileder 03/2022 - Sikkerhet mot flom.

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

SINTEF, 1992. Flomberegning og kulvertdimensjonering.

Vedlegg A: Befaringsnotat

Dokumentasjon ved bilder og innmåling gjennomført av Gaute Baarøy, 21.03.2025. Tilsendt til Skred AS den 22.03.2025, og gjengitt her i sin helhet.









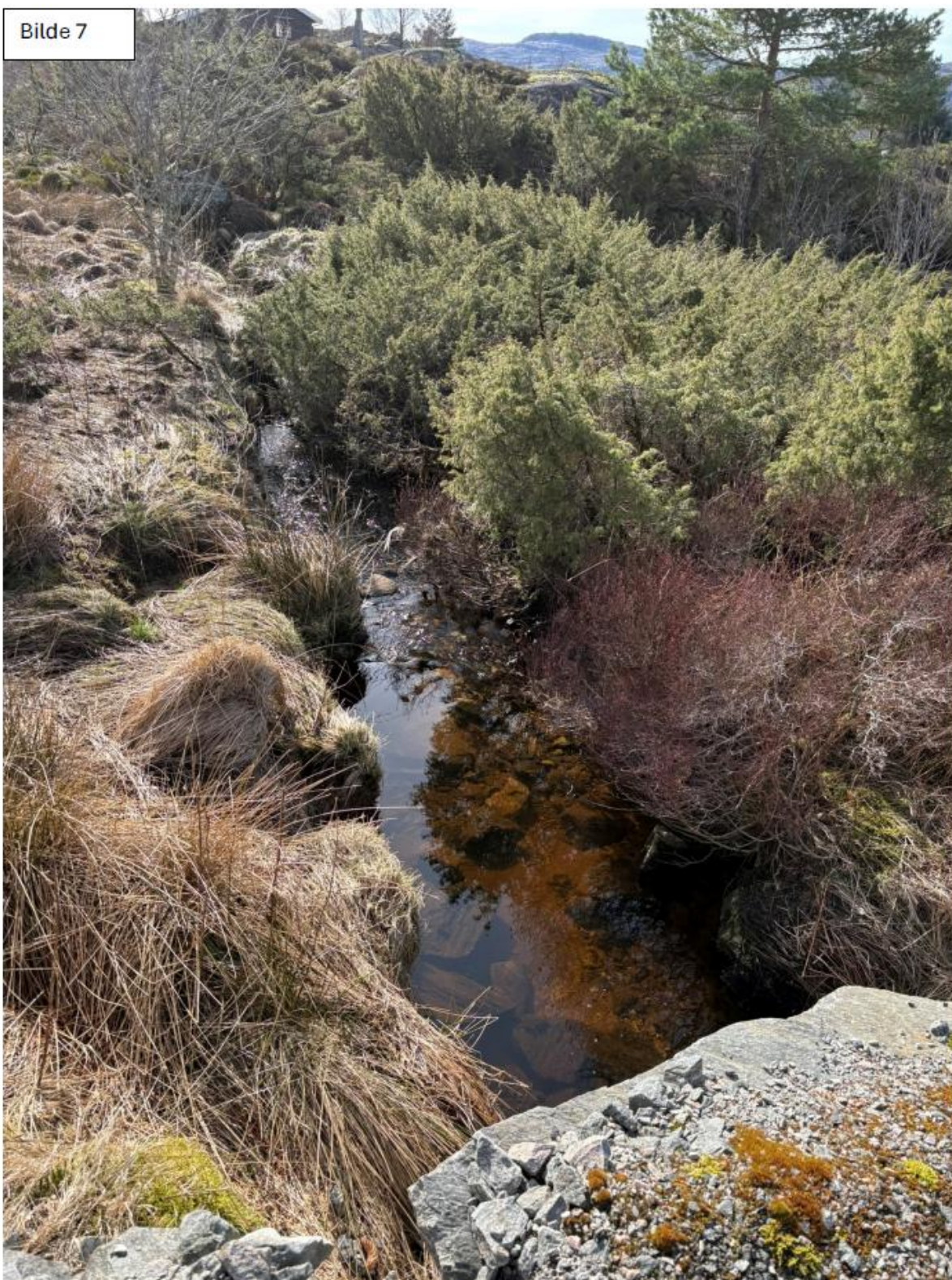








Bilde 7



Bilde 8



Bilde 9



Bilde 10



Bilde 11



Bilde 12



Bilde 13

