

Oppdragsgiver	Navn Averøy Kommune	Kontaktperson Maxim Galashevskiy
Oppdrag	Nummer og navn 25370 Averøy, Kårvåg - Flomfarevurdering for reguleringsplan, Kårvåg næringsområde	Oppdragsleder Mikkel Arne Kristiansen
Dokument	Nummer 25370-01-1 Utført av Mikkel Arne Kristiansen	Dato 2025-07-08 Kontrollert av Ingvild Brekke

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	2025-07-08	MAK	IB	Original

Flomfarevurdering for Kårvåg næringsområde

Sammendrag

Det arbeides med en reguleringsplan i Kårvåg i Averøy kommune. Området ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for flom fra Steindalsbekken og en mindre bekk som renner inn i Steindalsbekken nedstrøms planområdet (bekken blir i rapporten omtalt som Steindalsbekken Nord). 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 F1 og F2 (fremtidig 20- og 200-årsflom).

Dimensjonerende 20- og 200-årsflom inkludert et klimapåslag på 40 % er i Steindalsbekken beregnet til 3,3 og 5,1 respektivt, og for Steindalsbekken Nord beregnet til 2,1 og 3,3 m³/s. Vi har etablert en hydraulisk modell av Steindalsbekkene med omliggende områder.

Vi har tegnet faresoner for sikkerhetsklasse F1 og F2 i kartleggingsområdet som viser utstrekning av dimensjonerende flom. Dagens næringsområde ligger utenfor flomfare. Vi fraråder i utgangspunktet å etablere bygg innenfor faresonen, aktuelle risikoreduserende tiltak må eventuelt vurderes for hvert tilfelle.

I henhold til krav i TEK17 §7-2 (4) skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Vi anbefaler å sette av en 10 meter buffer rundt bekken for å unngå

erosjonsskade på eventuelle framtidige bygg. Utenfor dette vurderer vi sikkerheten mot erosjon som 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	Observerte flommer og kalibreringsdata	8
3.3	Befaring	8
3.4	Terrengdata	8
3.5	Beskrivelse av vassdraget	8
3.6	Grunnforhold	13
4	Flomberegning	14
4.1	Metode	14
4.2	Beskrivelse av nedbørfelt	14
4.3	Nedbør-avløpsmetoder	16
4.4	Klimapåslag	17
4.5	Vurdering av resultater	17
4.6	Dimensjonerende vannføring	17
4.7	Dimensjonerende flomforløp og samløp	Feil! Bokmerke er ikke definert.
4.8	Klassifisering av flomberegning	18
5	Hydrauliske beregninger	19
5.1	Modellvalg	19
5.2	Oppsett av modell	19
5.3	Kalibrering og tilpasning av modell	20
5.4	Modellering av dimensjonerende flommer	20
5.5	Følsomhetsanalyser	22
5.6	Klassifisering av hydraulisk modell	22
5.7	Sikkerhetspåslag	22
6	Andre farer i vassdraget	23
6.1	Tilstopping og vann på avveie	23
6.2	Erosjon og massetransport	23
6.3	Isproblematikk	23
7	Resultater og konklusjon	24

7.1	Dimensjonerende vannføring	24
7.2	Faresoner for flom.....	24
7.3	Sikkerhet mot erosjon	25
7.4	Tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet.....	25
8	Referanser	27
Vedlegg A: Befaringsnotat.....		Feil! Bokmerke er ikke definert.
Vedlegg B: Faresoner		Feil! Bokmerke er ikke definert.

1 Innledning

1.1 Forord

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

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

1.2 Bakgrunn

I forbindelse med en reguleringsplan for Kårvåg industriområde er det behov for kartlegging av flomfare. Kartleggingsområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for flom der Steindalsbekken og Steindalsbekken Nord 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 sikkerhetsklasser med tilhørende årlige sannsynligheter: F1 (1/20), F2 (1/200).

1.4 Kartleggingsområdet

Kartleggingsområdet ligger i Kårvåg i Averøy kommune. Beliggenheten til kartleggingsområdet er vist på Figur 1.



Figur 1: Beliggenheten til kartleggingsområdet, ved Kårvåg i Averøy 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 under marin grense der marin avsetning og kvikkleire potensielt kan forekomme. Våre vurderinger av erosjonssikkerhet tar utgangspunkt i registeringer under befaringen og foreliggende løsmassekart. Det 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. Denne utredningen har vurdert sikkerhetsklasse F1 og F2.

3 Metode og data

3.1 Valg av metode

Vi forventer at Steindalsbekkene 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 Steindalsbekken på den aktuelle strekningen som kan benyttes til å kalibrere eller verifisere den hydrauliske modellen og resultatene.

3.3 Befaring

Befaring i området ble utført 21.05.2025 av Mikkel Kristiansen, Skred AS. Det var oppholdsvær og snøfritt under befaringsa. Registeringer ble gjort til fots.

3.4 Terrengdata

Vi har etablert en terrengmodell med horisontal oppløsning på 0.25 x 0.25 meter basert på bakkepunkter fra LiDAR-data av området fra 2016 (NDH Averøy-Eide-Kristiansund 2pkt 2016) (Kartverket, 2025).

Alle høyder i rapporten er oppgitt i høydesystem NN2000.

3.5 Beskrivelse av vassdraget

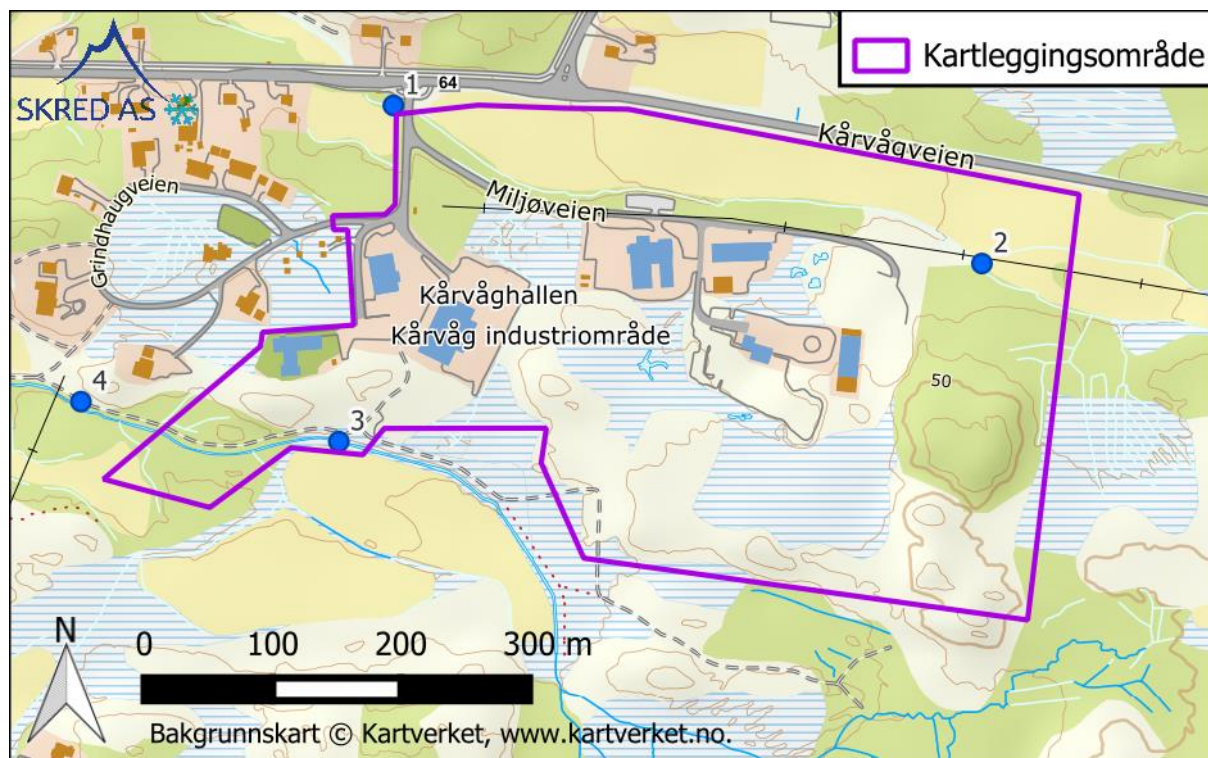
3.5.1 Bekkeløpet

Steindalsbekken Nord renner i den nordlige delen av kartleggingsområdet fra øst mot vest. I nedre del av kartleggingsområdet går bekken i et rør igjennom Miljøveien, og like nedstrøms, utenfor kartleggingsområdet, går den i rør igjennom Kårvågveien. Godt nedenfor planområdet samløper bekken med Steindalsbekken. I planområdet har bekken en slak gradient, og grener til dyrket mark i nord og industriområdet i sør. Det er godt etablert kantvegetasjon langs breddene til bekken. Oppstrøms og i østre ende av planområdet består bekken av flere mindre bekker som møtes før det utgjør et bekkeløp i store deler av planområdet.

Steinbekken grenser til kartleggingsområdet i sør, og renner igjennom deler av kartleggingsområdet i sør-vestre del. Bekkeløpet har slak gradient, og grenser til skogteiger, dyrket mark og myr. Nedstrøms planområdet går elva igjennom et tydelig stryk/fall. Oppstrøms kartleggingsområdet består bekken av flere mindre bekkeløp som samløper.

Begge bekkeløpene består av varierte løsmasser fra sand til blokk, med innslag av berg. Det er noe finere avsatte masser i begge bekkeløpene, som ved innløp til stikkrenner.

viser et oversiktskart over området, mens Figur 3 og Figur 4 viser representative bilder av Steindalsbekkene.



Figur 2: Oversiktskart over kartleggingsområdet og Steindalsbekken.



Figur 3: Representativt bilde av bekkeløpet til Steindalsbekken like oppstrøms stikkrenner ved adkomstveg til jordet (registeringspunkt 3).



Figur 4: Representativt bilde av bekkeløpet til Steindalsbekken Nord, bilde tatt mot vest.

3.5.2 Konstruksjoner

Konstruksjonene som kan påvirke vannlinja ved kartleggingsområdet er listet opp i Tabell 2. Plasseringen til konstruksjonene er vist på

. Figur 5 viser et bilde av den viktigste kulverten for Steindalsbekken Nord.

Tabell 2: Beskrivelse av konstruksjoner. Teoretisk kapasitet for stikkrenner/kulverter er basert på nomogrammer i SINTEF (1992).

Nr.	Beskrivelse	Dimensjon Lysåpning [mm]	Bunnivå innløp [moh.]	Nivå overløp/veg [moh.]	Teoretisk innløps- kapasitet [m ³ /s]
1	- Stikkrenne, 1,1 m diameter, - Rør utstikkende fra fylling - Noe avsatte løsmasser ved innløp	1100	Ca. 27,2	Ca. 28,6	1,5
1	- Stikkrenne, 1,2 m diameter - Rør utstikkende fra fylling - Noe avsatte fine løsmasser ved innløp	1200	Ca. 26,1	Ca. 28,5	1,8
3	Stikkrenne, 1,1 m diameter	1100	Ca. 29	Ca. 30	1,5



Figur 5: Foto av rør under Miljøveien (punktnummer 1), som forventes å være avgjørende for vannlinja ved deler av kartleggingsområdet.



Figur 6: Foto av rør under adkomstvei til jordet øst for planområde ved Steindalsbekken (punktnummer 3), som forventes å være avgjørende for vannlinja ved deler av kartleggingsområdet.



Figur 7: Markant terskel nedstrøms planområdet i Steinbekken. Vi forventer at strømmingen vil gå igjennom kritisk over terskelen (registreringspunkt 4 i Figur 2).

3.6 Grunnforhold

Området består ifølge NGU sitt løsmassekart av tynt vegetasjonsdekke over berg (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 (2025) er lagt til grunn for beregning av dimensjonerende flommer.

4.2 Beskrivelse av nedbørfelt

Nedbørfeltet til Steindalsbekken er lite og har en moderat slak gradient, med noen brattere knauser øverst i nedbørfeltet. Feltet består hovedsakelig av skog, med noe landbruksareal og myr. Feltet har lite naturlig dempning, og forventes å ha en moderat avrenningskarakteristikk.

Steindalsbekken Nord er relativt likt nedbørfeltet til Steindalsbekken, men har noe mer landbruk og inkluderer industriområdet innenfor planområdet. Feltet forventes også ha lav naturlig dempning og en moderat avrenningskarakteristikk. Feltet har noe diffus avgrensning i nordøst, dette er tatt høyde for med å velge et noe konservativt feltareal.

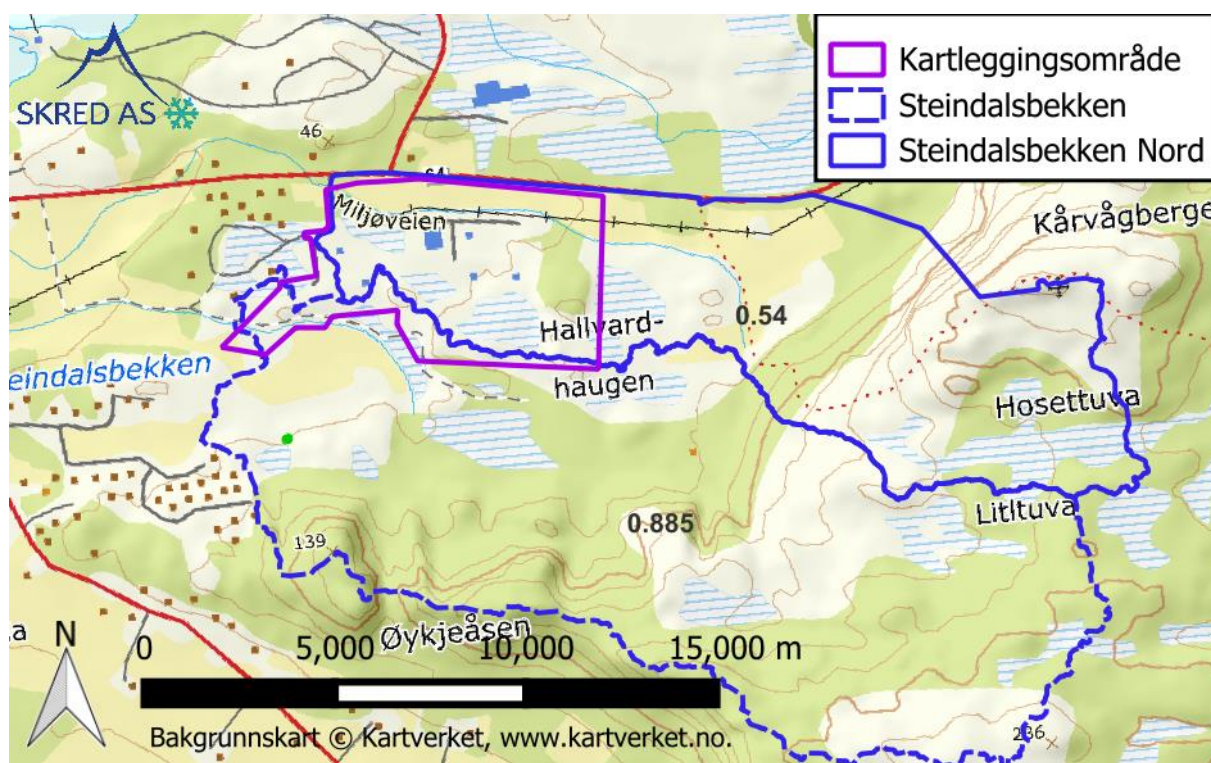
Ingen av feltene er regulert.

Feltkarakteristika til Steindalsbekken er vist i Tabell 3 og feltgrensene er vist i Figur 8.

Tabell 3: Feltkarakteristika til Steindalsbekken nord og Steindalsbekken.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	q_N^* [l/s/km ²]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Snaufjell [%]	Feltlengde [km]	Høydeint. [moh.]
Steindalsbekken nord	0.54	55	0	25	0	1,6	29-242
Steindalsbekken	0.9	55	0	50	0	1,7	26-234

**fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1990-2020.*



Figur 8: Feltgrensene til Steindalsbekkene ved kartleggingsområdet.

4.2.1 Regional flomfrekvensanalyse

4.2.1.1 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.

Middelavrenning fått fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1990-2020 på 55 l/s/km² benyttes i flomformelverket.

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

Tabell 4: Resultater fra RFFA-NIFS for Steindalsbekken nord (kulminasjon).

	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]				
Lav (95%)	0.5	842		0.7		1.2
Middel	0.9	1683	1.65	1.5	2.58	2.3
Høy (95)	1.8	3366		3.0		4.7

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

	Middelflom	Middelflom	$Q_{20}/$	Q_{20}	$Q_{200}/$	Q_{200}
	$Q_M [m^3/s]$	$q_M [l/s/km^2]$	Q_M	$[m^3/s]$	Q_M	$[m^3/s]$
Lav (95%)	0.7	785		1.2		1.8
Middel	1.4	1570	1.65	2.3	2.58	3.6
Høy (95)	2.8	3140		4.7		7.3

4.3 Nedbør-avløpsmetoder

4.3.1 PQRUT

Siden det minste mulige tidsskrittet i PQRUT er én time og Steindalsbekken 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 Steindalsbekken. Vi har derfor valgt å basere flomberegninga på andre metoder.

4.3.2 Den rasjonelle metoden

Den rasjonelle metoden beregner flomvannføring basert på nedbørstatistikk, feltareal og antatt avrenningskoeffisient. NVE (2022b) anbefaler metoden for nedbørfelt mindre enn 2 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 Kristiansund Karihol, som virker geografisk representativ og har kvalitetsklasse god.

Anbefalt avrenningsfaktor (C) og korreksjonsfaktor for høy returperiode er satt etter anbefaling i NVE (2022b). En vektet middsverdi for avrenningsfaktoren (C) er beregnet ut fra arealbruk, som vist i Tabell 6.

Tabell 6: Beregning av avrenningskoeffisient for nedbørfeltet.

Arealtype	Andel av areal Steindalsbekken	Andel av areal Steindalsbekken nord	C – Steindalsbekken	C – Steindalsbekken nord
Skog	80	50	0.3	0.3
Bebyggd	5	20	0.7	0.7
Vektet C	85	70	0.32	0.41
Korreksjonsfaktor for høy returperiode			1.3	1.3
Total C			0.42	0.54

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 rasjonelle metoden er vist i Tabell 7.

Tabell 7: Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonelle formelen for Steindalsbekken (kulminasjon).

Vassdrag	IVF-kurve	Areal [ha]	ARF	Kons. tid [min]	I_{200} [l/s*ha]	C	Q_{200} [m³/s]
Steindalsbekken	Kristiansund	90	0.98	77	64	0.42	2.4

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

Vassdrag	IVF-kurve	Areal [ha]	ARF	Kons. tid [min]	I_{200} [l/s*ha]	C	Q_{200} [m³/s]
Steindalsbekken Nord	Kristiansund	54	0.98	75	65	0.54	1.8

4.4 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.

4.5 Vurdering av resultater

Det er forholdsvis stor forskjell mellom det regionale flomformelverket (NIFS) og den rasjonale metoden for q_{200} . Vi velger å sette middelflom til resultat fra NIFS, da metoden er vurdert som mer robust for naturlige felt. Vekstkurven fra NIFS er valgt. Resultatene fra de ulike flomberegningemetodene er oppsummert i Tabell 9.

Tabell 9: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.). Gapet i verdiene fra NIFS er fra minsteestimatet fra Steindalsbekken og øverste estimat i Steindalsbekken Nord. Minste verdi fra rasjonelle formel er fra Steindalsbekken og høyeste verdi er fra Steindalsbekken Nord.

Metode	q_m [l/s/km²]	Q_{20}/Q_M	q_{20} [l/s/km²]	Q_{200}/Q_M	q_{200} [l/s/km²]
Formelverk for små nedbørfelt	785 – 3366	1.65	1293 – 5170	2.58	2025 – 8684
Rasjonelle formel	-	-	-	-	2439 - 3257
VALGT	1570 - 1683	1.65	2585 - 2771	2.58	4051 - 4342

4.6 Dimensjonerende vannføring

Dimensjonerende vannføring beregnet for Steindalsbekken er gitt i

Tabell 10. Spesifikk 200-årsflom med klimatillegg er beregnet til 5670 og 6078 l/s/km². for Steindalsbekken og Steindalsbekken Nord respektivt.

Tabell 10: Dimensjonerende vannføring i Steindalsbekken og Steindalsbekken nord med og uten klimapåslag (kulminasjon).

Vassdrag	Areal [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]				
Steindalsbekken	0.9	Ingen	1.4	1570	1.65	2.3	2.58	3.6
Steindalsbekken	0.9	1.4	2	1570	1.65	3.2	2.58	5.1
Steindalsbekken N	0.54	Ingen	0.9	1683	1.65	1.5	2.58	2.3
Steindalsbekken N	0.54	1.4	1.3	1683	1.65	2.1	2.58	3.3

4.7 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, men bra samsvar mellom metodene.

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. Elvebunnen er justert noe ved utløp av kulvert under Kårvågveien, for å rette fiktivt høyt terreng i bunnen av bekkeløpet.

5.2.2 Grensebetingelser

For Steindalsbekken Nord er oppstrøms grensebetingelse plassert like oppstrøms samløp av små bekker, utenfor kartleggingsområdet, i det søndre løpet. Nedre grensebetingelse er plassert godt nedenfor planområdet, strømmingen går igjennom kritisk snitt nedstrøms planområdet.

For Steindalsbekken er oppstrøms grensebetingelse plassert godt ovenfor kartleggingsområdet. Nedre grensebetingelse er plassert nedstrøms et stryk, utenfor kartleggingsområdet.

5.2.3 Flomforløp

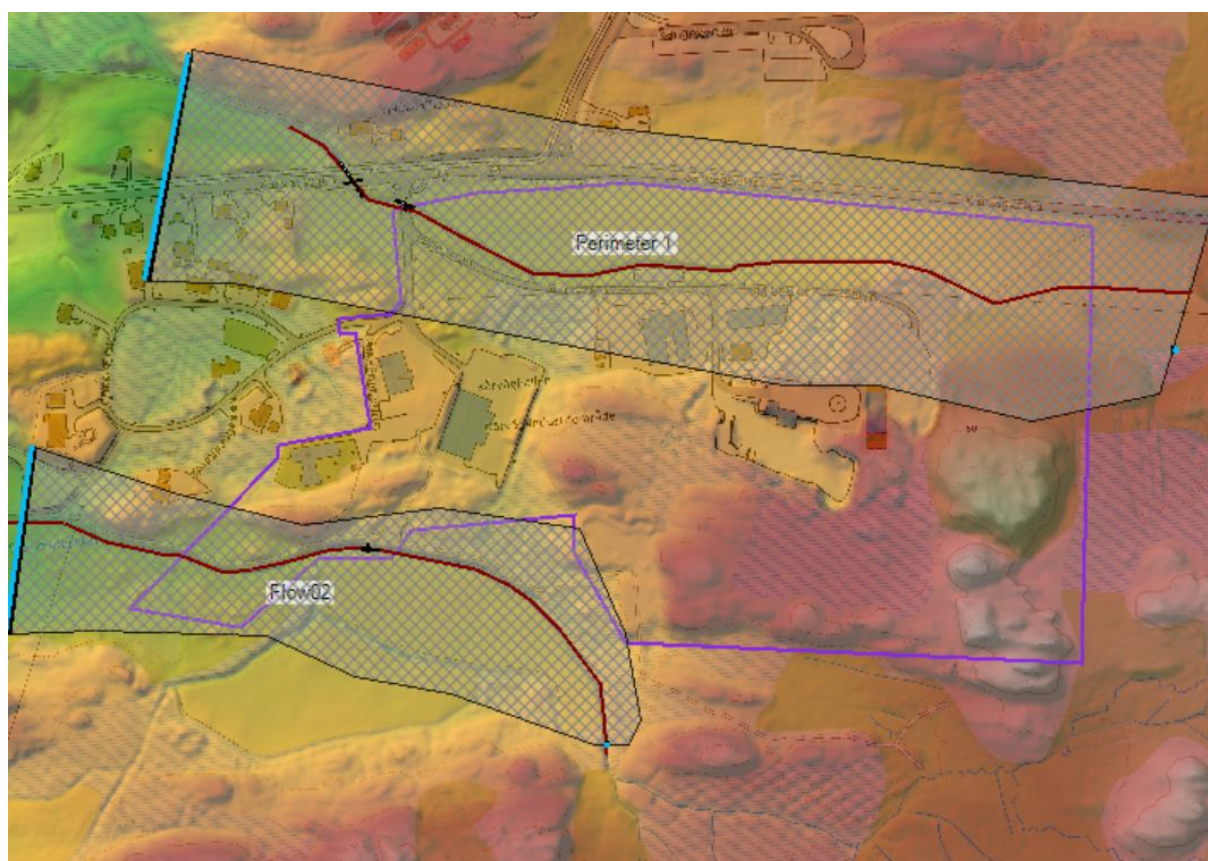
Siden den hydrauliske modellen stabiliserer seg raskt (på mindre enn én time), har vi benyttet konstant kulminasjonsvannføring i den hydrauliske modellen.

5.2.4 Modelloppsett

Benyttede parametere i modellen er oppsummert i Tabell 11. Utstrekning, terrengmodell, benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser er illustrert i Figur 9.

Tabell 11: Parametere benyttet i Hec-Ras-modell for Steindalsbekken Nord og Steindalsbekken.

Parameter	Verdi
Oppløsning på terrengmodell	0.25 x 0.25 meter
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Nedstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Cellestørrelse beregningsgrid	1 x 1 / 4 x 4 meter
Likningssett	Full momentum
Tidsskritt	Gitt av Courant-nummer mellom 0,1 og 1,0
Manningstall	22



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

5.2.5 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.

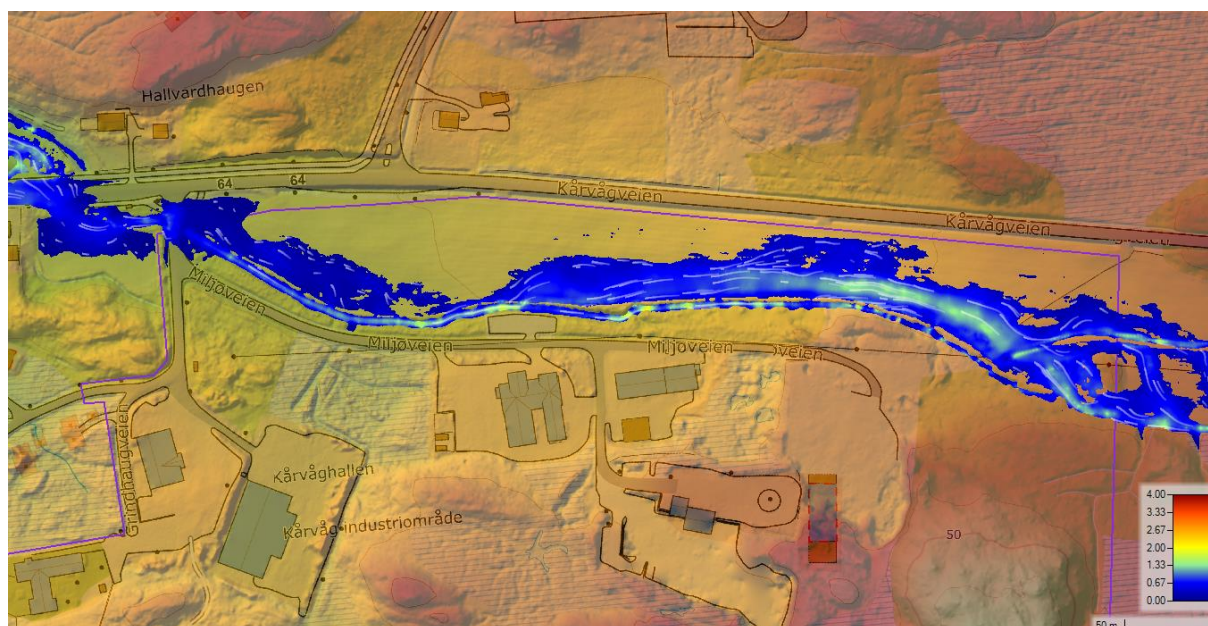
5.4 Modellering av dimensjonerende flommer

For en fremtidig 200-årsflom viser modelleringen at bekkeløpet i Steindalsbekken Nord har lav kapasitet for beregnede vannmengder. Vannet vil bre seg ut over jordet nord for bekkeløpet langs store deler planområdet. Stikkrennene i nedre del av prosjektområdet har for lav kapasitet, så vannet vil her renne over Miljøveien mot sør og videre langsmed og over Kårvågveien, og delvis tilbake til bekkeløpet på nordsiden av Kårvågveien. Samme situasjon er gjeldende for en fremtidig 20-årsflom, men vannet vil ha noe lavere utbredelse over jordet nord for bekkeløpet. Vannhastighetene vil være moderate, og vil kun stedvis gå over 1 m/s.

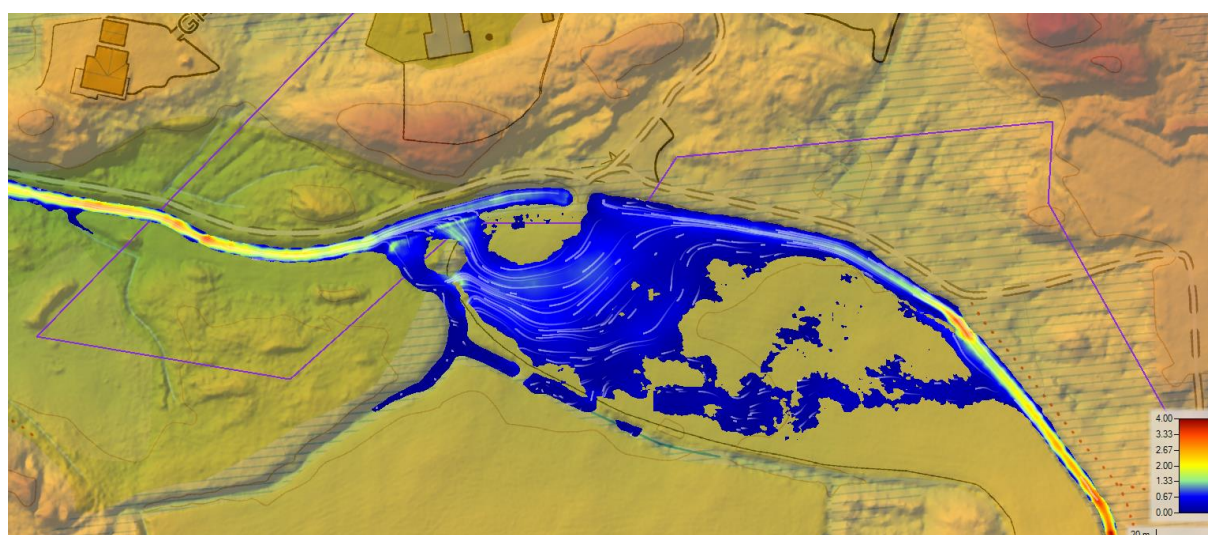
For en fremtidig 200-årsflom viser modelleringen at bekkeløpet i Steindalsbekken at bekkeløpet har grei kapasitet oppstrøms prosjektområdet, men vil bre seg noe ut over vestre halvdel av jordet som ligger utenfor kartleggingsområdet. Fra flomsletten over jordet vil

vannet renne i et relativt bredt løp inn i kartleggingsområdet, men vil samle seg i bekkeløpet i østre del av planområdet før det renner samlet ut av området i løpet. For en fremtidig 20-årsflom vil vannet generelt holde seg i bekkeløpet, og vil ha marginal flomslette oppstrøms kartleggingsområdet. Vannhastighetene vil være moderate til høye, og vil lokalt ligge over 4 m/s.

Figur 10 og Figur 11 viser en illustrasjon av modellerte strømmingssituasjoner.



Figur 10: Illustrasjon av modellert strømmingssituasjon ved kartleggingsområdet for en fremtidig 200-årsflom i Steindalsbekken Nord.



Figur 11: Illustrasjon av modellert strømmingssituasjon ved kartleggingsområdet for en fremtidig 200-årsflom i Steindalsbekken.

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 50 %
- Økt ruhet med 20 %

Økt vannføring øker vannstand lokalt med opptil 15-20 cm, som vi vurderer som lite følsom på vannføring. Økt ruhet øker vannstand med 5-10 cm, som også vurderes til moderat følsomhet. Følsomhetsanalysene viser lav endring i berørt areal ved flom.

5.6 Klassifisering av hydraulisk modell

Vi vurderer den hydrauliske modellen til klasse D fordi den er lite følsom (mindre enn 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 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 Steindalsbekken er et prosentvis påslag på vannføringen som grunnlag for vurdering av sikkerhetspåslag funnet til 50 % som vist i Tabell 12.

Tabell 12: 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 0,2 meter ved tiltak innenfor faresonene.

6 Andre farer i vassdraget

6.1 Tilstopping og vann på avveie

De kartlagte stikkrennene har i utgangspunktet for lav kapasitet for dimensjonerende vannføringer, og det forventes ikke vesentlig økt flomsone som følge av grad av tilstopping.

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.

For Steinbekken Nord ble det ikke observert vesentlig erosjon langs sidene, og med forventet lave hastigheter, vurderer vi at faren for erosjon i bekkeløpet er lav.

For Steinbekken ble det observert tegn til erosjon i bekkeløpet (kategori 1 – litt erosjon, Sikringshåndboka (NVE, 2023)). Med modellerte høye vannhastigheter forventer vi at det lokalt vil oppstå en del erosjon. Det ble også observert berg i dagen flere steder, så det antas av utbredelsen vil være lokal.

Da det generelt er lav til moderat overhøyde i bekkeløpene anbefaler vi å sette av en hensynssone på 10 meter rundt begge bekkeløpene. Vi anbefaler også at kantvegetasjon bevares innenfor denne sonen.

6.2.2 Massetransport

Det forventes noe massetransport/utvasking under flom, men vurderes til å ha lav påvirkningsgrad på vanndekt areal/strømningsbildet.

6.3 Isproblematikk

Vi er ikke kjent med at isganger, ispropper eller svellis fører til problemer på de aktuelle strekningene av Steindalsbekkene.

7 Resultater og konklusjon

7.1 Dimensjonerende vannføring

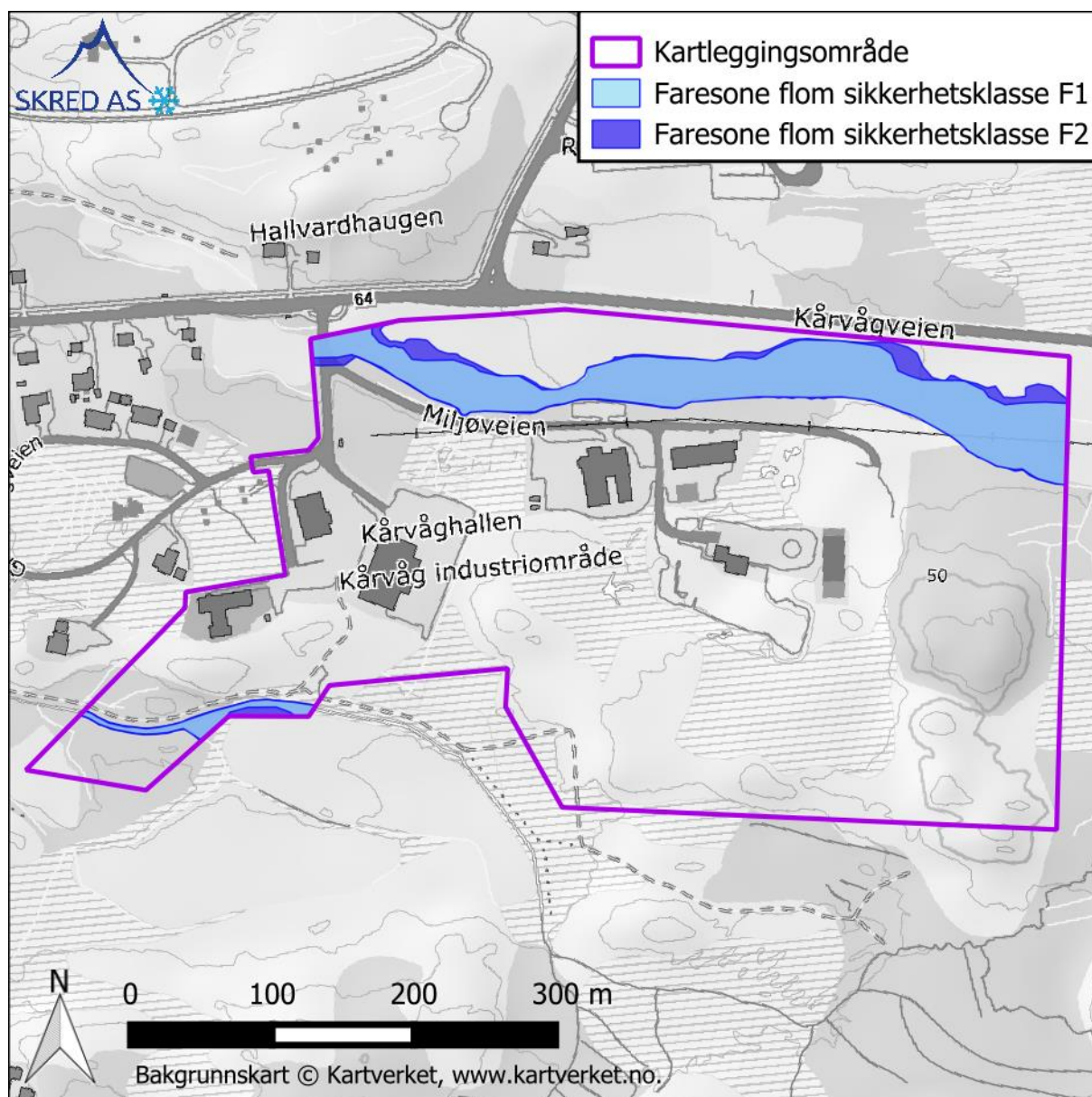
Dimensjonerende 200-årsflom inkludert 40 % klimapåslag er beregnet til 3,3 og 5,1 m³/s for Steindalsbekken Nord og Steindalsbekken respektivt.

Dimensjonerende 20-årsflom inkludert 40 % klimapåslag er beregnet til 2,1 og 3,3 m³/s for Steindalsbekken Nord og Steindalsbekken respektivt.

7.2 Faresoner for flom

Basert på resultater fra modelleringen og analysene har vi tegnet opp faresone for flom for sikkerhetsklasse F1 og F2 for kartleggingsområdet. Faresonen viser hvilke områder som vurderes utsatt for 20- og 200-årsflom (årlig sannsynlighet større enn 1/20 og 1/200) i et fremtidig klima.

Flomsonene er en konsekvens av at bekkeløpene har stedvis lav kapasitet, og at stikkrennene er underdimensjonert for en framtidig 200-årsflom. Faresone for 20-årsflom har noe lavere utbredelse. Det eksisterende næringsområdet ligger utenfor flomfare.



Figur 12: Faresone som viser flomutsatte områder for sikkerhetsklasse F1 og F2 (20- og 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 så anbefales det en 10 meters sikkerhetssone rundt bekken, og at kantvegetasjon bevares. Utenfor hensynssonen vurderer vi at sikkerheten mot erosjon er tilstrekkelig.

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.

Eventuelle risikoreduserende tiltak 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. Det må også dokumenteres at tiltakene ikke gir økt ulempe for omgivelsene, ref. TEK17 §7-1.

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

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

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

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

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

SINTEF, 1992. Flomberegning og kulvertdimensjonering.