

Oppdragsgiver	Navn Geoterra AS	Kontaktperson Sigbjørn Fagertun
Oppdrag	Nummer og navn 25611 Senja, Botnhamn – Flomfarevurdering for gbnr. 106/49, 106/13 m.fl. reguleringsplan	Oppdragsleder Ragnhild Hammeren
Dokument	Nummer 25611-01-1 Utført av Ragnhild Hammeren	Dato 2025-11-12 Kontrollert av Petter Reinemo

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	2025-11-12	RH	PR	Original

Flomfarevurdering for reguleringsplan

Sammendrag

Det arbeides med en reguleringsplan for bolig- og næringsformål, for Botnhamn sentrum på gbnr. 106/49 og 106/13 m.fl. i Senja kommune. Området ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for flom og høy vannstand i sjø. 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 de tre bekkene, fra sør til nord, inkludert et klimapåslag på 40 %, er beregnet til hhv. 2,5 m³/s, 0,5 m³/s og 2,8 m³/s. Vi har etablert en hydraulisk modell av bekkene med omliggende områder.

Fremtidig stormflo nivå er beskrevet. Påkjenning fra bølger må vurderes nærmere ved fastsettelse av nivå for utfylling i sjø.

Vi har tegnet faresoner for sikkerhetsklasse F2 i kartleggingsområdet som viser utstrekning av dimensjonerende flom. For bekken i sør er faresonen tegnet nær bekkeløpet, men begrenset kapasitet i bekken og stikkrenne i nedre del medfører større faresone her. Det er tegnet en større faresone ved bekk midt og bekk nord hvor vann på avveie oppstrøms kartleggingsområdet aktiverer flomveier i terrenget ned mot og gjennom kartleggingsområdet. Nedstrøms Botnhamnveien er det tegnet faresone for høy vannstand i sjø. For planlagt bebyggelse innenfor faresonene er det nødvendig med risikoreduserende

tiltak for å oppnå tilstrekkelig flomsikkerhet. Ved utbygging innenfor faresonene anbefaler vi å benytte et sikkerhetspåslag på 0,5 meter. Ved ny bebyggelse nærmere sjø må bølgehøyder også vurderes.

I henhold til krav i TEK17 §7-2 (4) skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Vi anbefaler at det settes av en hensynssone for erosjon på 6 meter på hver side av vassdraget der kantvegetasjonen skal bevares for å opprettholde dagens gode og stabile tilstand.

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	11
4	Flomberegning	12
4.1	Metode	12
4.2	Beskrivelse av nedbørfelt	12
4.3	Flomfrekvensanalyse	13
4.4	Nedbør-avløpsmetoder	14
4.5	Klimapåslag	16
4.6	Vurdering av resultater	16
4.7	Dimensjonerende vannføring	16
4.8	Klassifisering av flomberegning	16
5	Hydrauliske beregninger	17
5.1	Modellvalg	17
5.2	Oppsett av modell	17
5.3	Kalibrering og tilpasning av modell	19
5.4	Modellering av dimensjonerende flommer	19
5.5	Følsomhetsanalyser	21
5.6	Klassifisering av hydraulisk modell	21
5.7	Sikkerhetspåslag	21
6	Andre farer i vassdraget	22
6.1	Tilstopping og vann på avveie	22
6.2	Erosjon og massetransport	22
6.3	Isproblematikk	22

7	Stormflo og bølger.....	23
8	Resultater og konklusjon	24
8.1	Dimensjonerende vannføring	24
8.2	Faresoner for flom.....	24
8.3	Sikkerhet mot erosjon	25
8.4	Tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet.....	25
9	Referanser	27
	Vedlegg A: Befaringsnotat.....	28

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

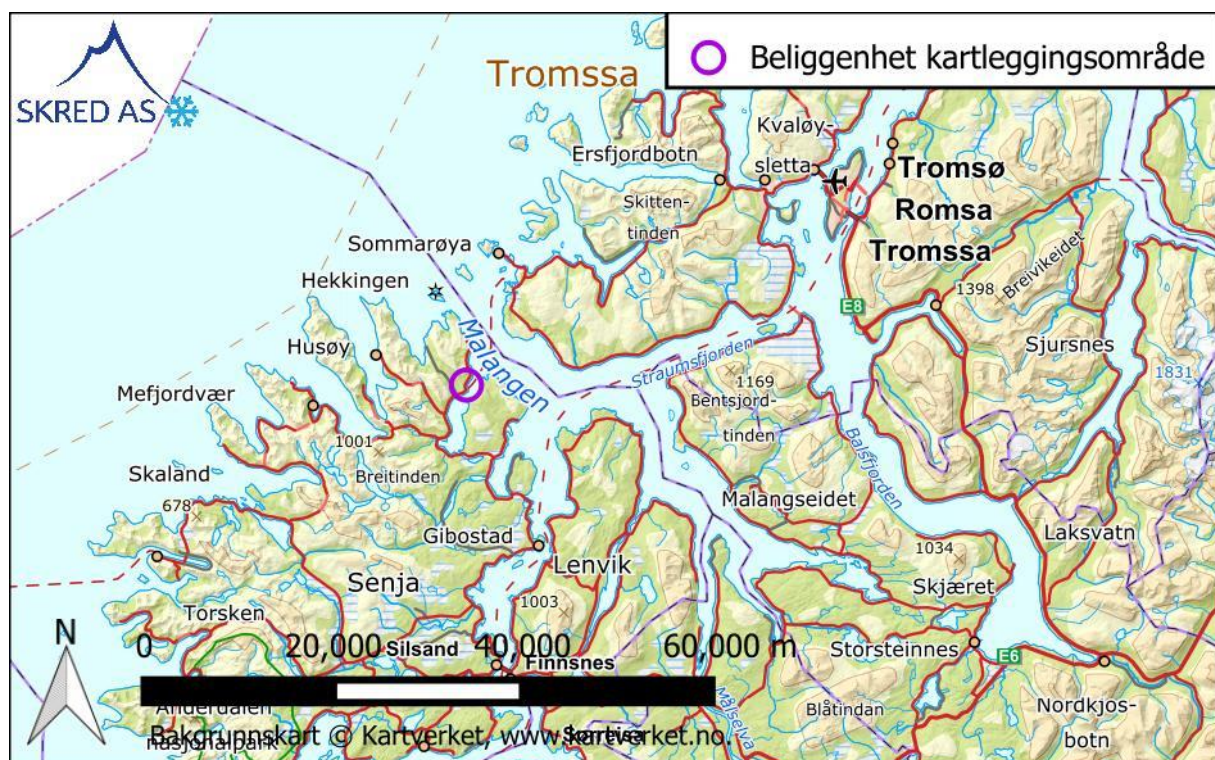
Det arbeides med en reguleringsplan for Botnhamn sentrum på gbnr. 106/49 og 106/13 m.fl. i Senja kommune. Formålet med planen er boliger og næring. Det går tre mindre bekker gjennom kartleggingsområdet som er omfattet av NVEs aktsomhetssoner for flom og som utgjør en potensiell flomfare. Det ønskes derfor en detaljert flomfarevurdering av bekkene.

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

Kartleggingsområdet ligger i Botnhamn, nord på Senja. Beliggenheten er vist på Figur 1.



Figur 1: Beliggenheten til kartleggingsområdet, i Botnhamn i Senja 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 registreringer 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. Vi foreslår sikkerhetsklasse F2 for planlagt tiltak.

3 Metode og data

3.1 Valg av metode

Vi forventer at bekkene 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 flomutredninger i nærheten.

3.3 Observerte flommer og kalibreringsdata

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

3.4 Befaring

Befaring i området ble utført 22. oktober 2025 av Ragnhild Hammeren, Skred AS. Det var oppholdsvær og noe snø i terrenget under befaringa. Registeringer ble gjort til fots og innmålinger ble gjort med CPOS-GPS. Befaringsnotat og kart med registreringer er gitt i Vedlegg A. Under befaringa var det vann i alle de tre bekkeløpene, mens en grøft som går omtrent vest-øst i overkant av eksisterende bebyggelse og samløper med bekk midt var tørr i store deler.

3.5 Terrengdata

Vi har benyttet Nasjonal digital høydemodell (NDH Berg 2pkt 2020) fra Kartverket (2025a) med horisontal oppløsning på 1 x 1 meter.

Under befaringene ble det målt inn punkter i alle de tre bekkeløpene som benyttes til å korrigere terrengmodellen for de hydrauliske beregningene.

Alle høyder i rapporten er oppgitt i høydesystem NN2000.

3.6 Beskrivelse av vassdraget

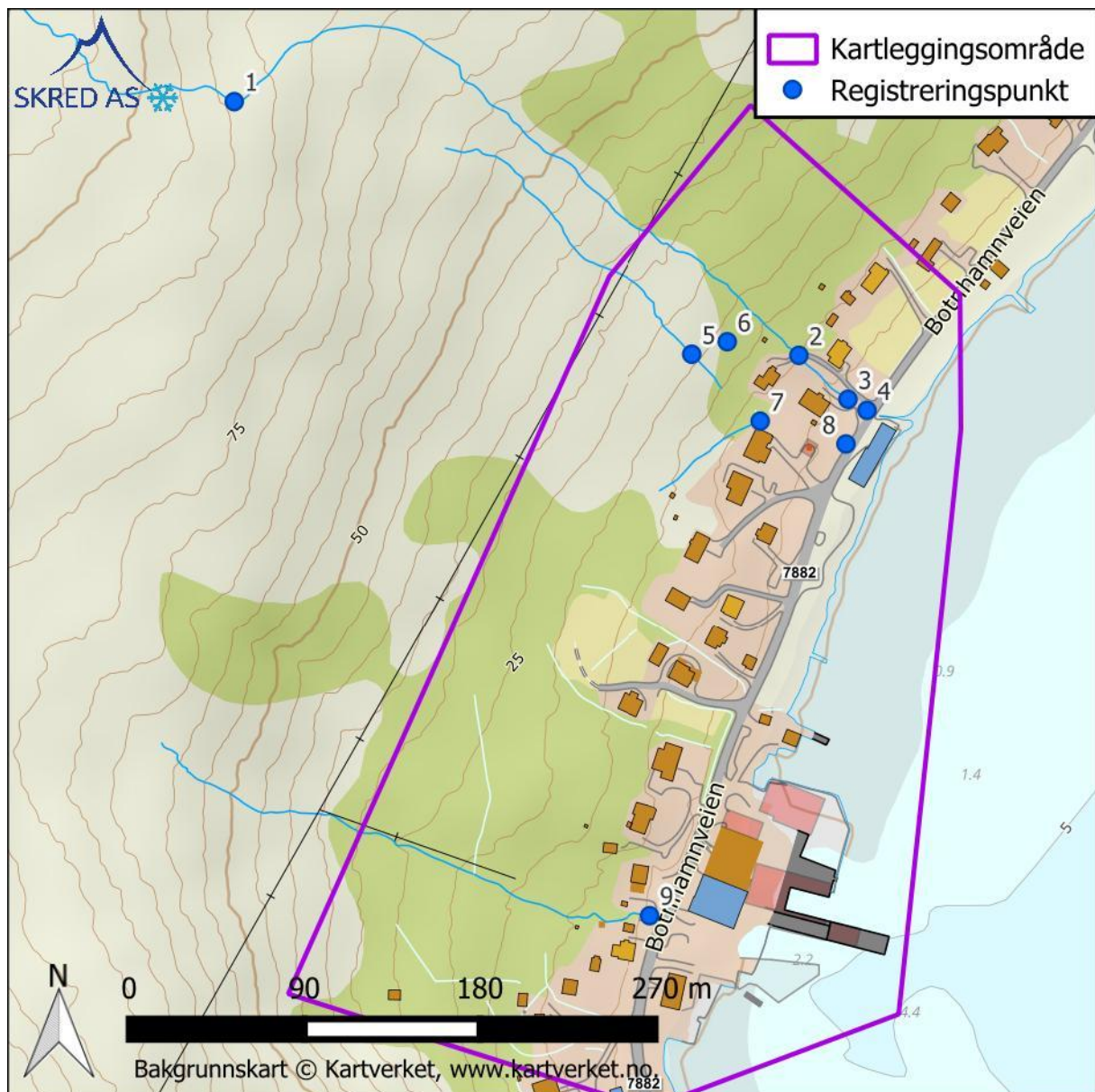
3.6.1 Bekkeløp

Alle de tre bekkeløpene starter i fjellsiden nedenfor Kvannaksla og renner østover ned til og gjennom kartleggingsområdet. De renner gjennom området for eksisterende bebyggelse før de munner ut i fjorden Stønesbotn. Bekkene renner stedvis på bart fjell og stedvis i definerte søkk med stein i ulike størrelser i bunnen og relativt store stein langs sidekantene, samt vegeterte sidekanter. Bekkeløpene er generelt smale med bunnbredde 0,5 - 1 meter og dybde 0,5 - 1 meter.

Omtrent 300 meter oppstrøms eksisterende bebyggelse har bekk nord et kritisk punkt (punkt 1 i Figur 2) hvor det er en 90 graders sving mot nord og liten overhøyde, slik at vann kan dra ut av bekkeløpet her under en stor flom. Flomvei mot øst kan da aktiveres og lede vann mot bekk midt. Bekk midt og bekk nord renner parallelt og nær hverandre ned mot

utløpet. Like oppstrøms eksisterende bebyggelse har bekk midt et kritisk punkt (punkt 5 i Figur 2) hvor vann kan dra ut og følge en flomvei like nord for, men parallelt med bekkeløpet. Det er også mulig at noe vann drar videre mot nord i et søkk mot bekk nord (punkt 6 i Figur 2).

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



Figur 2: Oversiktskart over kartleggingsområdet og bekkene.



Figur 3: Representative bilder av bekk sør gjennom kartleggingsområdet.



Figur 4: Representative bilder av bekk midt gjennom kartleggingsområdet.



Figur 5: Representative bilder av bekk nord gjennom kartleggingsområdet.

3.6.2 Konstruksjoner

Konstruksjonene som kan påvirke vannlinja ved kartleggingsområdet er listet opp i Tabell 2. Plasseringen til konstruksjonene er vist på Figur 2. Bilder av stikkrennene er vist i befaringsnotatet (Vedlegg A).

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

Nr.	Beskrivelse	Dimensjon lysåpning	Bunnivå innløp [moh.]	Nivå overløp/veg [moh.]	Teoretisk innløps- kapasitet [m ³ /s]
2	Betongrør under vei. Stein over rør/under vei har sunket ned i toppen av innløpet. Flomvei mot venstre, mot bolighus.	600 mm	9,4	10,2	0,56
3	Betongrør under vei. Flomvei rett over veien og ned til fylkesvei og over denne, noe mot garasje nedstrøms fylkesvei.	600 mm	2,0	3,3	0,70
4	Betongrør under fylkesvei. Flomvei rett over veien og noe mot høyre, mot garasje nedstrøms fylkesvei.	600 mm	1,5	2,5	0,60
7	Plastrør under terreng/hage. Flomvei i samme retning som røret går mot ny bygning.	350 mm	7,5	8,1	0,20
8	Betongrør under fylkesvei. Flomvei rett over veien.	600 mm	1,3	2,4	0,66
9	To betongrør under fylkesvei. Noe tilstoppet av stein som har sklidd ut fra sidene og lagt seg ved innløpet. Flomvei rett over vegen eller noe mot høyre.	2 x 600 mm	3,1	4,0	1,20

3.7 Grunnforhold

Kartleggingsområdet består ifølge NGU sitt løsmassekart av hav-, fjord- og strandavsetninger i nedre del og bart fjell i øvre del (kartlagt i 1:250 000).

Området 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 (NVE, 2025) er lagt til grunn for beregning av dimensjonerende flommer.

4.2 Beskrivelse av nedbørfelt

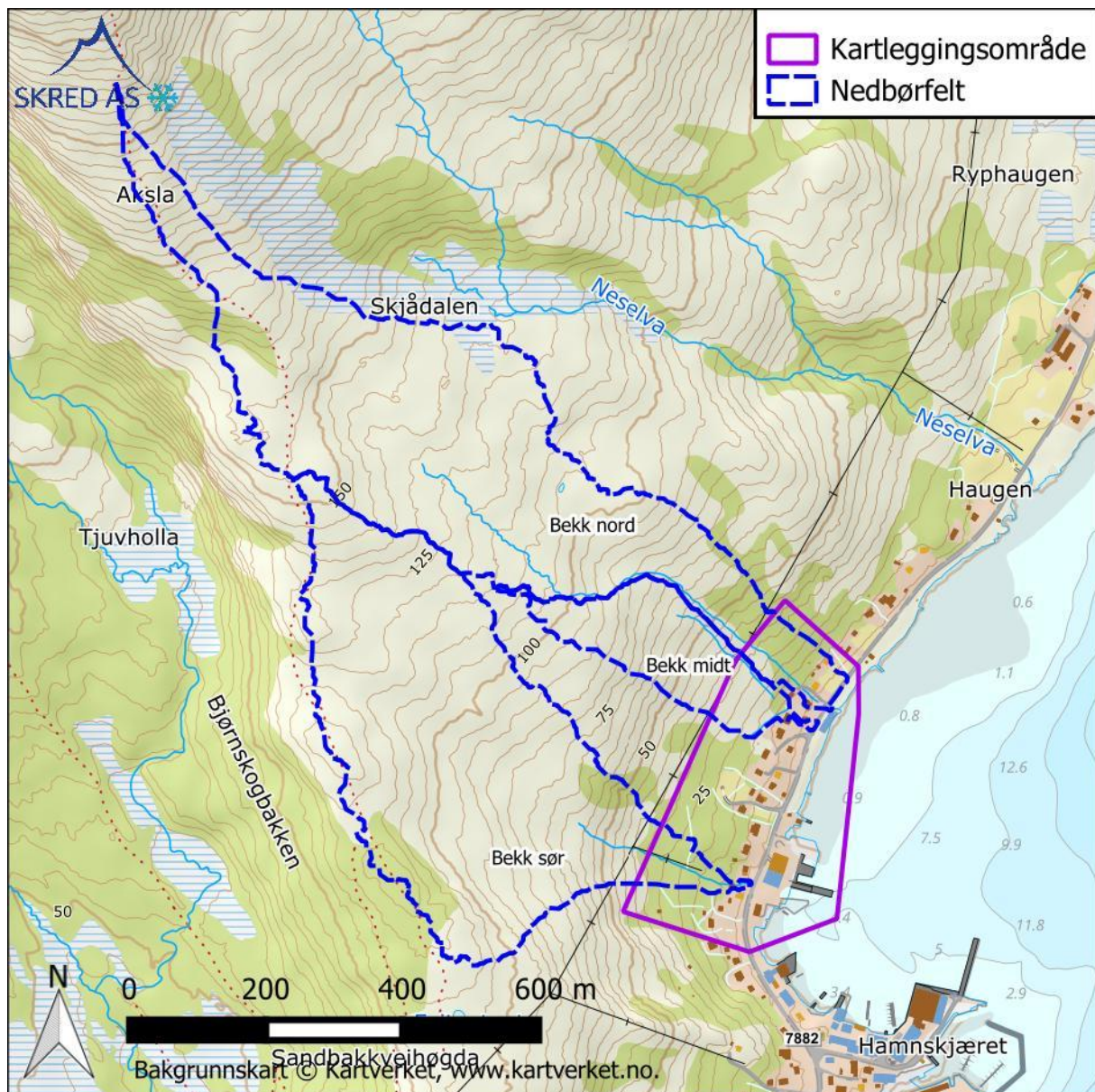
Nedbørfeltene til bekkene er små og har jevn bratt gradient. Feltene er i hovedsak dominert av snaufjell med stedvis tynt vegetasjonsdekke i de øvre områdene og noe skog i de nedre områdene. Det er ingen flatere områder eller innsjøer som vil bidra med naturlig flomdempning. Feltene er ikke påvirket av regulering. Feltene forventes å ha en rask avrenningskarakteristikk.

Feltkarakteristika til bekkene er vist i Tabell 3 og feltgrensene er vist i Figur 6. Det er noe usikkerhet knyttet til feltgrensene til bekk nord og midt, da det under stor flom kan aktiveres en flomvei fra bekk nord til midt. Dette tas hensyn til i de hydrauliske beregningene ved at vannføringen i de to bekkene justeres skjønnsmessig.

Tabell 3: Feltkarakteristika til bekkene.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	q _N [*] [l/s/km ²]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Snaufjell [%]	Feltlengde [km]	Høydeint. [moh.]
Bekk nord	0,22	50	0	5	93	1,4	2 - 277
Bekk midt	0,04	50	0	2	97	0,5	2 - 115
Bekk sør	0,2	50	0	2	98	0,9	4 - 155

**fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1991-2020.*



Figur 6: Feltgrensene til bekkene ved kartleggingsområdet.

4.3 Flomfrekvensanalyse

4.3.1 Lokal flomfrekvensanalyse

Det foreligger ingen kjente målinger av flomvannføring i den vurderte bekken. Det er heller ingen gode målestasjoner i nærheten med representativ feltstørrelse. Vi har derfor valgt å basere flomberegninga på andre metoder enn lokal flomfrekvensanalyse.

4.3.2 Regional flomfrekvensanalyse - RFFA-NIFS

Formelverket RFFA-NIFS er et nasjonalt formelverk for flomberegninger i nedbørfelt med feltareal mellom 0,2 og 53 km². Inngangsparameterne til formelen er feltareal, midlere avrenning og effektiv sjøprosent. Den største usikkerheten i formelverket er estimat av middelflom. Vekstkurven vurderes av NVE (2025) som robust for returperioder opp mot 200 år.

Vi har derfor valgt å benytte middelavrenning fra avrenningskartet for bekkene, på 50 l/s/km^2 , i flomformelverket.

Resultatene gitt fra flomformelverket for små nedbørfelt er presentert i Tabell 6 og gjelder for bekk nord og sør.

Tabell 4: Resultater fra RFFA-NIFS (kulminasjon) for bekk nord og sør.

	Middelflom	Middelflom	Q_{200}/Q_M	Q_{200} [m ³ /s]	q_{200} [l/s/km ²]
	Q_M [m ³ /]	q_M [l/s/km ²]			
Lav (2,5 %)	0.2	876		0.5	2277
Middel	0.4	1751	2.60	1.0	4555
Høy (97,5 %)	0.8	3503		2.0	9109

4.4 Nedbør-avløpsmetoder

4.4.1 PQRUT

Siden det minste mulige tidsskrittet i PQRUT er én time og bekkene har svært små felt ($A < 10 \text{ km}^2$) med en rask avrenningskarakteristikk, vurderer vi at PQRUT vil være beheftet en stor grad av usikkerhet for bekkene. 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 (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.

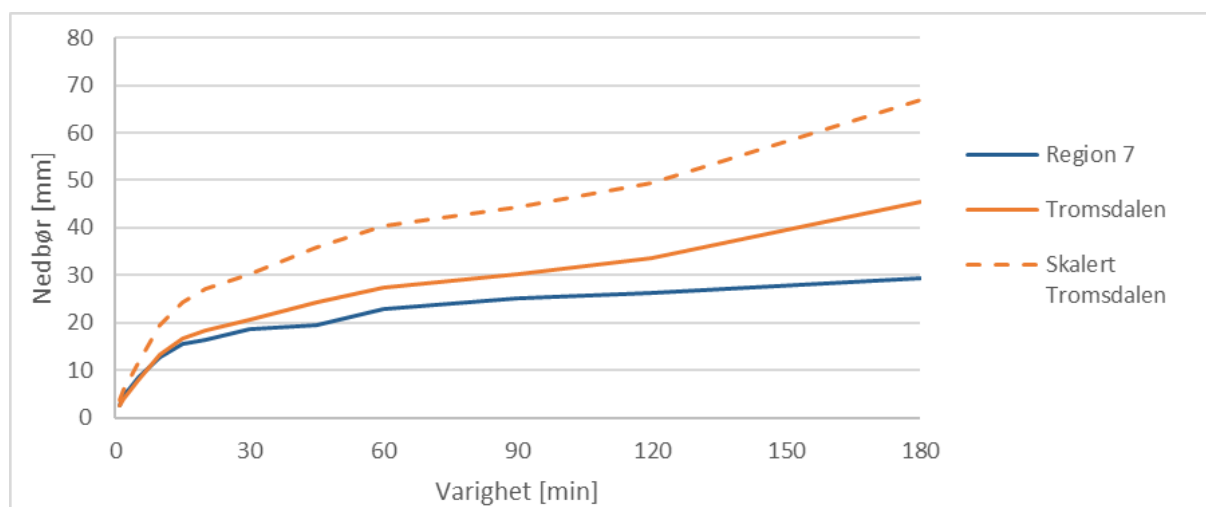
Det ligger en stor grad av usikkerhet i valget av dimensjonerende nedbørverdier og nedbørforløp. Det foreligger ingen nærliggende målestasjoner med oppløsning på 1 time eller finere, der stasjonene ved Tromsø er de nærmeste. Omtrent 1,7 kilometer sørvest for planområdet finnes det en nedbørstasjon med døgndata som virker representative hvor det foreligger en måleserie på 33 år. Vi har utført frekvensanalyse på nedbørdataene der resultatene er presentert i Tabell 5. For å justere fra døgnnedbør til vilkårlig 24-timers nedbør har vi multiplisert med en faktor på 1,13.

Tabell 5: Resultater fra frekvensanalyse på nedbør.

Nedbørstasjon	Måleperiode [år]	Høyde [moh.]	200-årsnedbør [mm]		Metode
			Døgn [mm]	24-timer [mm]	
88660 Botnhamn	1990 - 2023	6	100	113	Gumbel

Fra frekvensanalysen har vi satt 113 mm som dimensjonerende 24-timers nedbør. For varigheter ned mot 1 time har vi skalert mot Tromsdalen-kurven n(SN90510), som har kvalitetsklasse «noe usikker».

Vi har valgt å bruke den skalerte IVF-kurven. Kurven gir høyere nedbørverdier enn den regionale kurven for Region 7 fått fra MET (2015). De 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 (2025). En vektet middelvei for avrenningsfaktoren (C) er beregnet ut fra arealbruk, som vist i Tabell 6.

Tabell 6: Beregning av avrenningskoeffisient for nedbørfeltet.

	Bekk nord		Bekk midt		Bekk sør	
Arealtype	Andel av areal	C	Andel av areal	C	Andel av areal	Andel av areal
Skog	5	0.15	2	0.15	2	0.15
Snaufjell	93	0.6	97	0.6	98	0.6
Vektet C	98	0.58	100	0.59	100	0.59
Korreksjonsfaktor for høy returperiode		1.3		1.3		1.3
Total C		0.75		0.77		0.77

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 7.

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

Vassdrag	IVF-kurve	Areal [ha]	ARF	Kons. tid [min]	I ₂₀₀ [l/s*ha]	C	Q ₂₀₀ [m³/s]	q ₂₀₀ [l/s/km²]
Bekk nord	Skalert Tromsdalen	22	0.99	51	125.1	0.75	2.0	9288
Bekk sør	Skalert Tromsdalen	20	1.0	44	135.5	0.77	2.1	13717
Bekk sør	Skalert Tromsdalen	20	0.99	44	135.5	0.77	2.1	10303

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

Resultatet fra rasjonal metode ligger over høyeste estimat for RFFA-NIFS, og vi har vurdert at denne overestimerer. Høyeste estimat fra RFFA-NIFS er valgt. Resultatene fra de ulike flomberegningsmetodene er oppsummert i Tabell 8.

Tabell 8: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.).

Metode	q _m [l/s/km²]	Q ₂₀₀ /Q _M	q ₂₀₀ [l/s/km²]
Formelverk for små nedbørfelt	876 - 1751 - 3503	2.60	2277 - 4555 - 9109
Rasjonelle formel	-	-	9300 - 10300
VALGT	-	-	9100

4.7 Dimensjonerende vannføring

Dimensjonerende vannføring beregnet for bekkene er gitt i Tabell 9.

Tabell 9: Dimensjonerende vannføring i bekkene med og uten klimapåslag (kulminasjon).

Vassdrag	Feltareal [km²]	Klima-påslag	Q ₂₀₀ [m³/s]	Q ₂₀₀ [l/s/km²]
Bekk nord	0,22	1,0	9100	2,0
		1,4	12740	2,8
Bekk midt	0,04	1,0	9100	0,4
		1,4	12740	0,5
Bekk sør	0,20	1,0	9100	1,8
		1,4	12740	2,5

4.8 Klassifisering av flomberegning

Vi vurderer det hydrologiske datagrunnlaget til klasse 5 (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. Bunnen er justert enkelte steder for å stemme med observert og innmålt bunn fra befaringen.

5.2.2 Grensebetingelser

Oppstrøms grensebetingelse er plassert omtrent ved plangrense ved oppstrøms side. For bekk sør er det omtrent her flere mindre drag samles til en bekk. For bekk nord og midt er det også kjørt en beregning med oppstrøms grensebetingelse omtrent 200 meter oppstrøms kartleggingsområdet for å vurdere hvordan flomvannet kan fordeles på de to løpene.

Nedstrøms grensebetingelse er plassert etter utløpet i havet. Etter anbefaling i NVE (2022) har vi benyttet vannstand ved fremtidig 1-års stormflo. 1-årsstormflo (NN2000) er 1,37 moh. for Botnhamn (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 69 cm i år 2100 for Botnhamn (Kartverket, 2025b). Det gir nedstrøms grensebetingelse på 2,06 moh. for sikkerhetsklasse F2.

5.2.3 Flomforløp

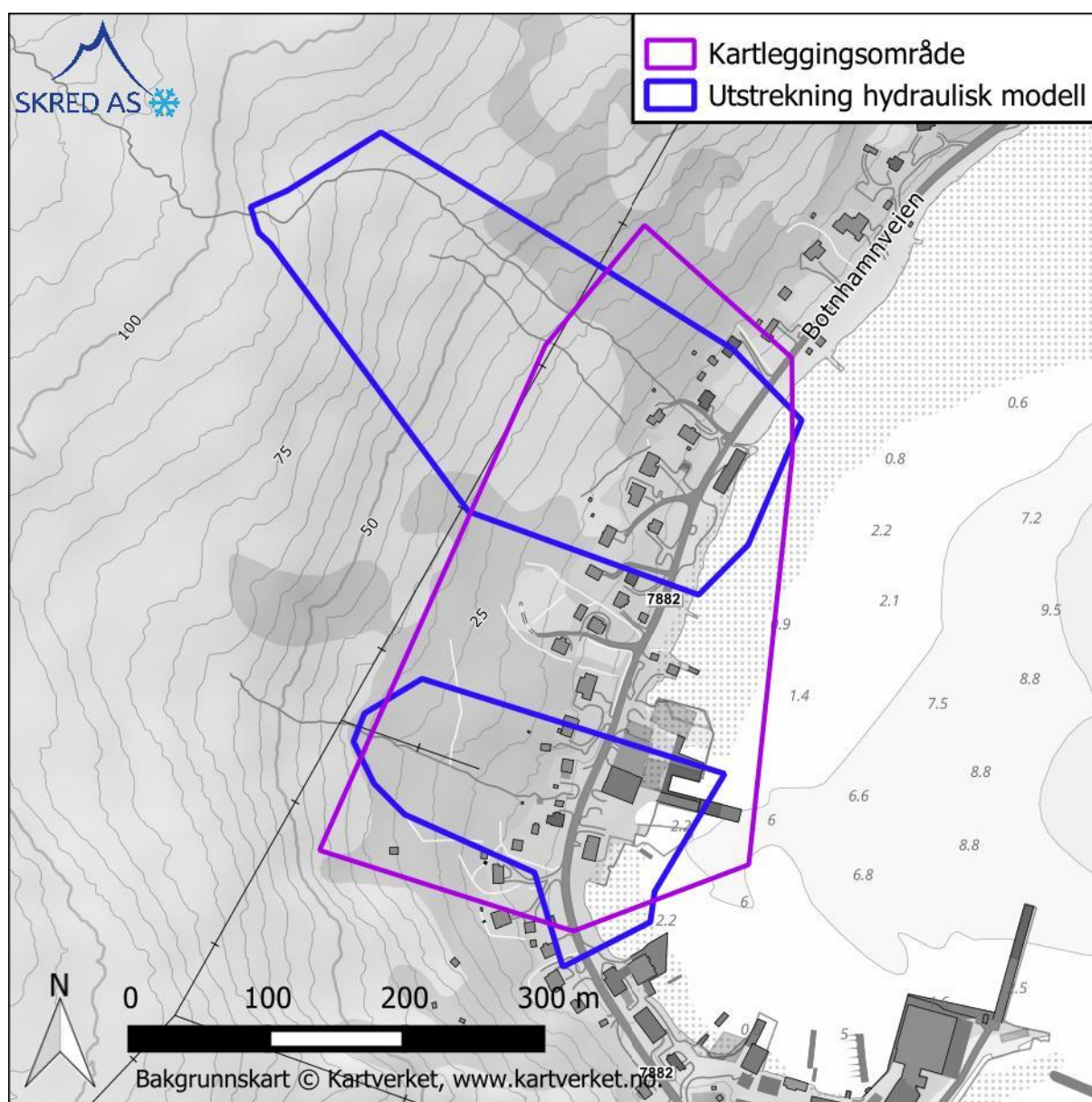
Siden den hydrauliske modellen stabiliserer seg raskt (på mindre enn én time), har vi benyttet konstant kulminasjonsvannføring i den hydrauliske modellen.

5.2.4 Modelloppsett

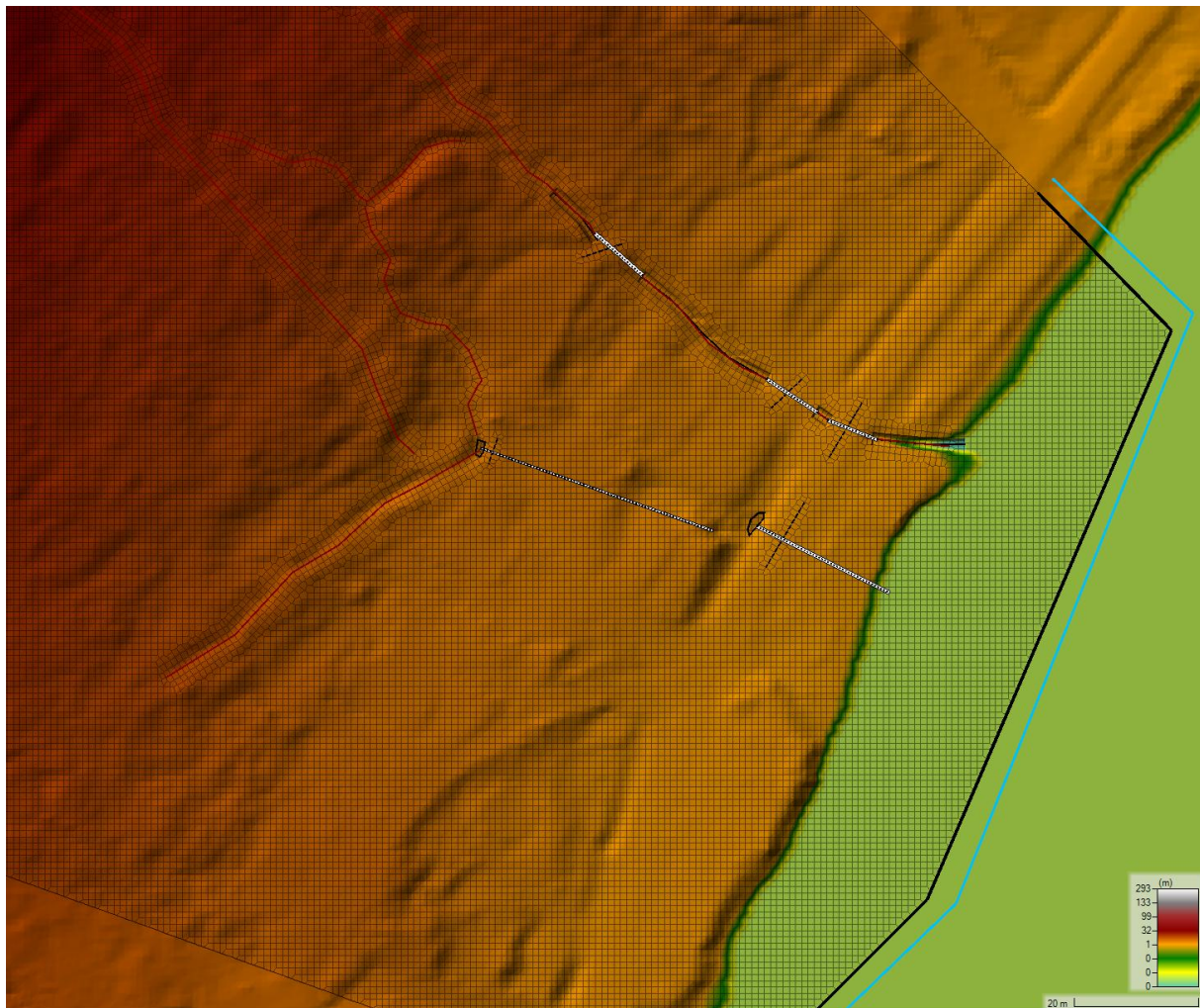
Benyttede parametere i modellen er oppsummert i Tabell 10. Utstrekningen til den hydrauliske modellen er vist på Figur 8. Terrengmodell, benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser er illustrert i Figur 9.

Tabell 10: Parametere benyttet i Hec-Ras-modell for de vurderte bekkene.

Parameter	Verdi
Oppløsning på terrengmodell	1 x 1 meter
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Nedstrøms grensebetingelse	Fremtidig 1-års stormflo
Cellestørrelse beregningsgrid	1 x 1 meter
Likningssett	Full momentum
Tidsskritt	Gitt av Courant-nummer mellom 0,1 og 1,0
Manningstall	Elv 20-25 Skog 12,5 Terreng 20 Veger ol. 50-70



Figur 8: Utstrekning til hydraulisk modell.



Figur 9: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser for nedre del av bekk midt og nord.

5.2.5 Konstruksjoner

Stikkrennene 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

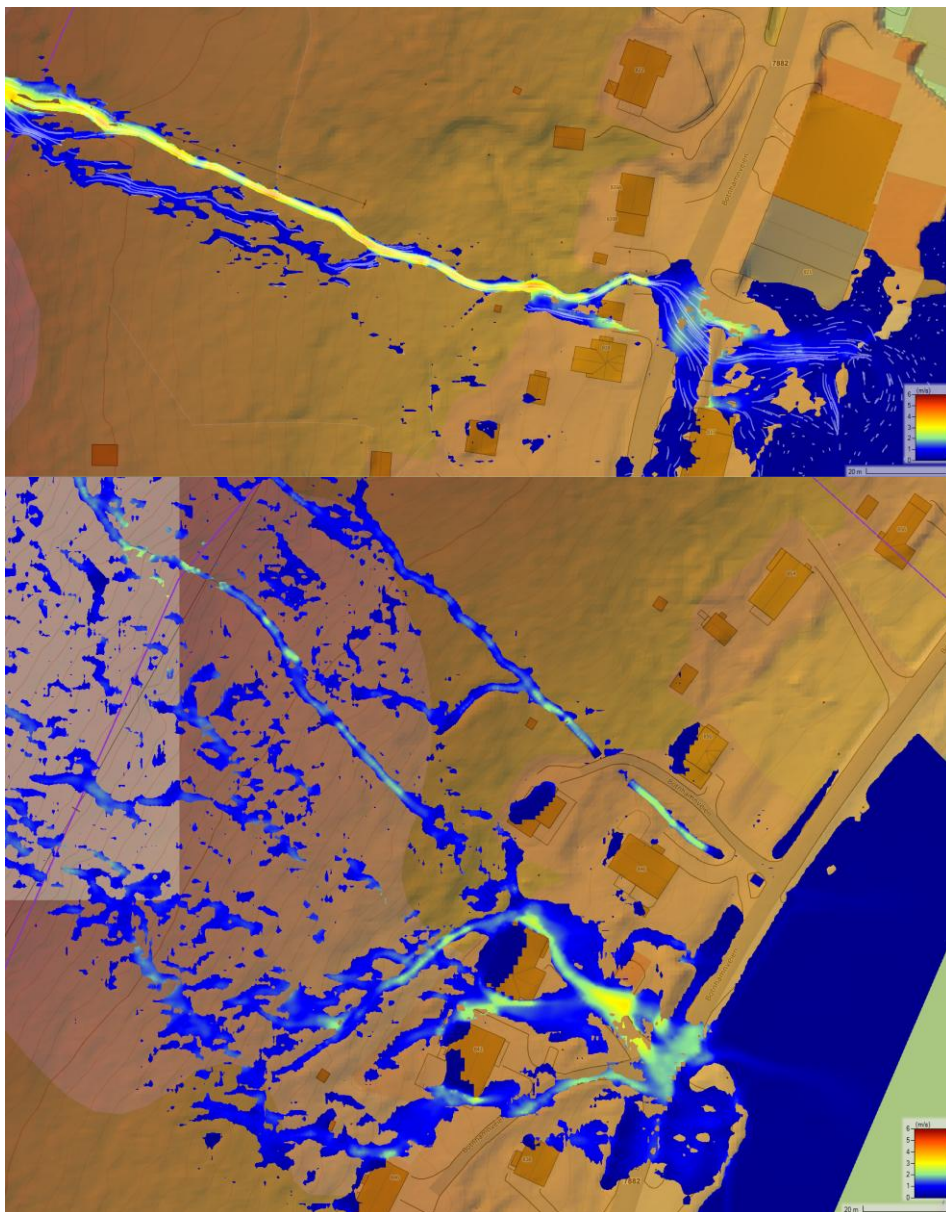
Modellen er verken tilpasset eller kalibrert fordi vi ikke har tilgang til samtidige vannstand og vannføringsmålinger.

5.4 Modellering av dimensjonerende flommer

For bekk sør viser modelleringen at en fremtidig 200-årsflom stort sett holder seg i eller langs bekkeløpet i øvre del, men det er liten overhøyde og fare for at vann kan dra ut av løpet enkelte steder. I nedre deler, ved eksisterende bebyggelse aktiveres en flomvei gjennom tunet ved Botnhamnveien 818. Stikkrenne under veien har også for liten kapasitet slik at flomvei over veien og sørover langs veien et stykke, aktiveres.

For bekk midt og bekk nord viser modelleringen et mer diffust strømningsbilde enn for bekk sør ved en fremtidig 200-årsflom. Omtrent 150 meter oppstrøms kartleggingsområdet aktiveres en flomvei fra bekk nord sørøstover ned mot bekk midt, men noe vann drar også videre mot sørøst fremfor å følge bekk midt nedover. Mye av dette flomvannet samles i grøfta like oppstrøms eksisterende bebyggelse, men noe kan havne vest for denne og følge terrenget inn mot bebyggelsen. Videre har alle stikkrennene langs bekk midt og bekk nord for liten kapasitet, slik at flomveier i tilknytning til disse vil aktiveres.

Det kan oppstå store vannhastigheter i elva under flom, der vannhastigheter større enn 3 – 4 m/s vurderes realistisk basert på modelleringen. Figur 10 viser en illustrasjon av modellert strømningsituasjon.



Figur 10: Illustrasjon av modellert strømningsituasjon ved kartleggingsområdet for en fremtidig 200-årsflom. Bekk sør øverst, bekk midt og bekk nord nederst.

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 %
- Delvis tilstopping av stikkrenner med diameter 600 mm og full tilstopping av stikkrenne med diameter 350 mm.

Følsomhetsanalysene gir en økning i vannstand gjennom kartleggingsområdet på 0,05 meter eller mindre for alle bekkene.

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.

Siden vassdraget er bratt, med store vannhastigheter vurderer vi at det ikke er hensiktsmessig å benytte metoden som NVE anbefaler for å vurdere sikkerhetspåslag. Vi har her valgt å sette sikkerhetspåslag basert en samlet vurdering av energihøyde, forventet grad av massetransport og fare for bunnheving og/eller påvirkning fra nedstrøms områder. Basert på de nevnte forholdene anbefaler vi at det benyttes et sikkerhetspåslag på 0,5 meter ved tiltak innenfor faresonene.

6 Andre farer i vassdraget

6.1 Tilstopping og vann på avveie

Det er fare for at stikkrennene blir helt eller delvis tilstoppet under flom. Dette er tatt hensyn til i følsomhetsanalysene og ved tegning av faresoner.

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, samt at det stort sett er tynt løsmassedekke eller det er stein av stor størrelse i skråningene. Enkelte strekninger forbi eksisterende bebyggelse er erosjonssikret. 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. Vi anbefaler at det settes av en hensynssone for erosjon på 6 meter på hver side av vassdraget der kantvegetasjonen skal bevares for å opprettholde dagens gode og stabile tilstand.

6.2.2 Massetransport

Potensiale for massetransport i bekkene er begrenset. Massetransport kan likevel føre til tilstopping av stikkrenner i nedre del av kartleggingsområdet.

6.3 Isproblematikk

Vi er ikke kjent med at isganger, ispropper eller svellis fører til problemer i de aktuelle bekkene.

7 Stormflo og bølger

TEK17 § 7-2 stiller også krav til sikkerhet mot stormflo og bølgepåvirkning. De tre bekkene munner ut i Stønesbotn og deler av planområdet er derfor utsatt ved høy vannstand i sjø. Høyeste vannstands nivå gitt av flom i bekkene og stormflo for en gitt returperiode vil være dimensjonerende for planområdet. I tillegg skal påvirkning fra bølger tas høyde for ved dimensjonerende stormflo.

Statens kartverk har estimert stormflonivåer med ulike gjentakintervaller for alle kystkommuner i Norge. På nettiden www.kartverket.no/sehavniva/ finnes de offisielle framskrivningene for havnivå og ekstreme høy- og lavvannsverdier.

200-års stormflo inkludert klimafremskrivning fram til år 2100 er angitt til 2,60 moh. Bølgeoppskylling er ikke vurdert i denne rapporten, men må vurderes nærmere ved fastsettelse av nivå for utfylling i og utbygging nær sjø.

8 Resultater og konklusjon

8.1 Dimensjonerende vannføring

Dimensjonerende 200-årsflom inkludert 40 % klimapåslag er beregnet til henholdsvis 2,5 m³/s, 0,5 m³/s og 2,8 m³/s for bekk sør, midt og nord.

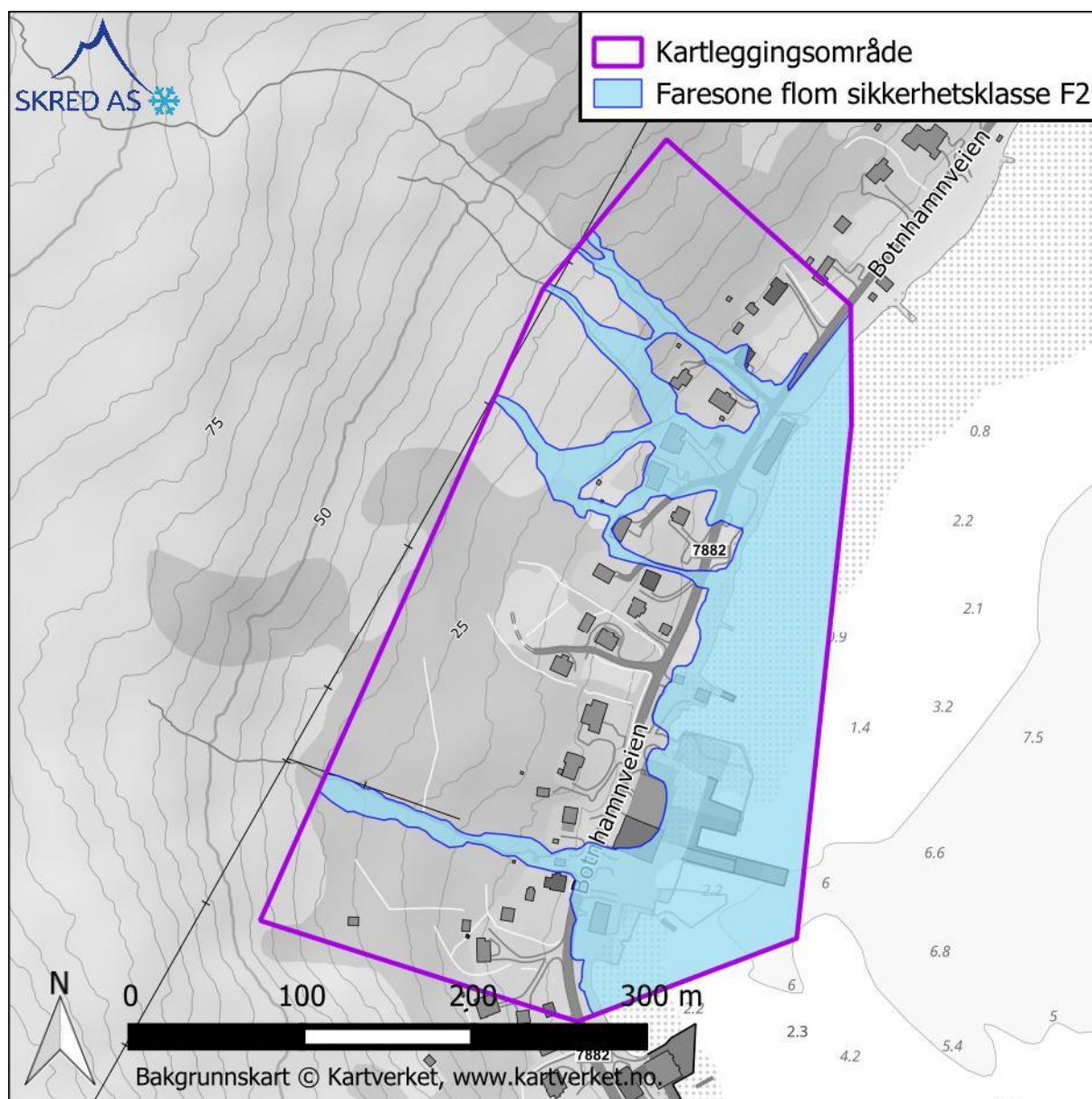
8.2 Faresoner for flom

Basert på resultater fra modelleringen og skjønnsmessige vurderinger 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.

Den store utstrekningen til faresonen nord i kartleggingsområdet skyldes vann på avveie fra bekkeløpet 100-150 Meter oppstrøms kartleggingsområdet, som brer seg utover i terrenget. Det er generelt små vanndybder utenfor bekkeløpene, og det vil være noe tilfeldig hvor vann vil samle seg.

Faresonen nedstrøms Botnhamnveien skyldes høy vannstand i sjø.

Faresonen for flom er vist i Figur 11. Dersom det etableres bebyggelse innenfor flomfaresonen, utenfor bekkeløpene, anbefaler vi at det benyttes et sikkerhetspåslag på 0,5 meter over beregnet flomnivå. Siden det er små vanndybder utenfor bekkeløpene vil dette i praksis bety 0,5 meter over omliggende terreng.



Figur 11: Faresone som viser flomutsatte områder for sikkerhetsklasse F2 (200-årsflom med klimapåslag).

8.3 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 vurderer vi at erosjonssikkerheten er tilstrekkelig. Vi anbefaler at det settes av en hensynssone for erosjon på 6 meter på hver side av vassdraget der kantvegetasjonen skal bevares for å opprettholde dagens gode og stabile tilstand.

8.4 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.

Aktuelle sikringstiltak for kartleggingsområdet kan være:

- Etablere en avskjærende grøft/voll i overkant av planlagt bebygd område, gjelder spesielt i området ved bekk midt og bekk nord. Tiltaket må ha tilstrekkelig kapasitet og erosjonssikkerhet og lede vann tilbake til bekkeløp.
- Etablere voller langs bekk sør for å hindre vann på avveie fra denne gjennom planområdet.
- Øke dimensjon på stikkrenner og sikre trygge flomveier ved disse, slik at stikkrenne og flomvei samlet har tilstrekkelig kapasitet.
- Generelt sørge for fall fra bygninger, god overvannshåndtering og gjennomgående flomveier.

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.

9 Referanser

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

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/>

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

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

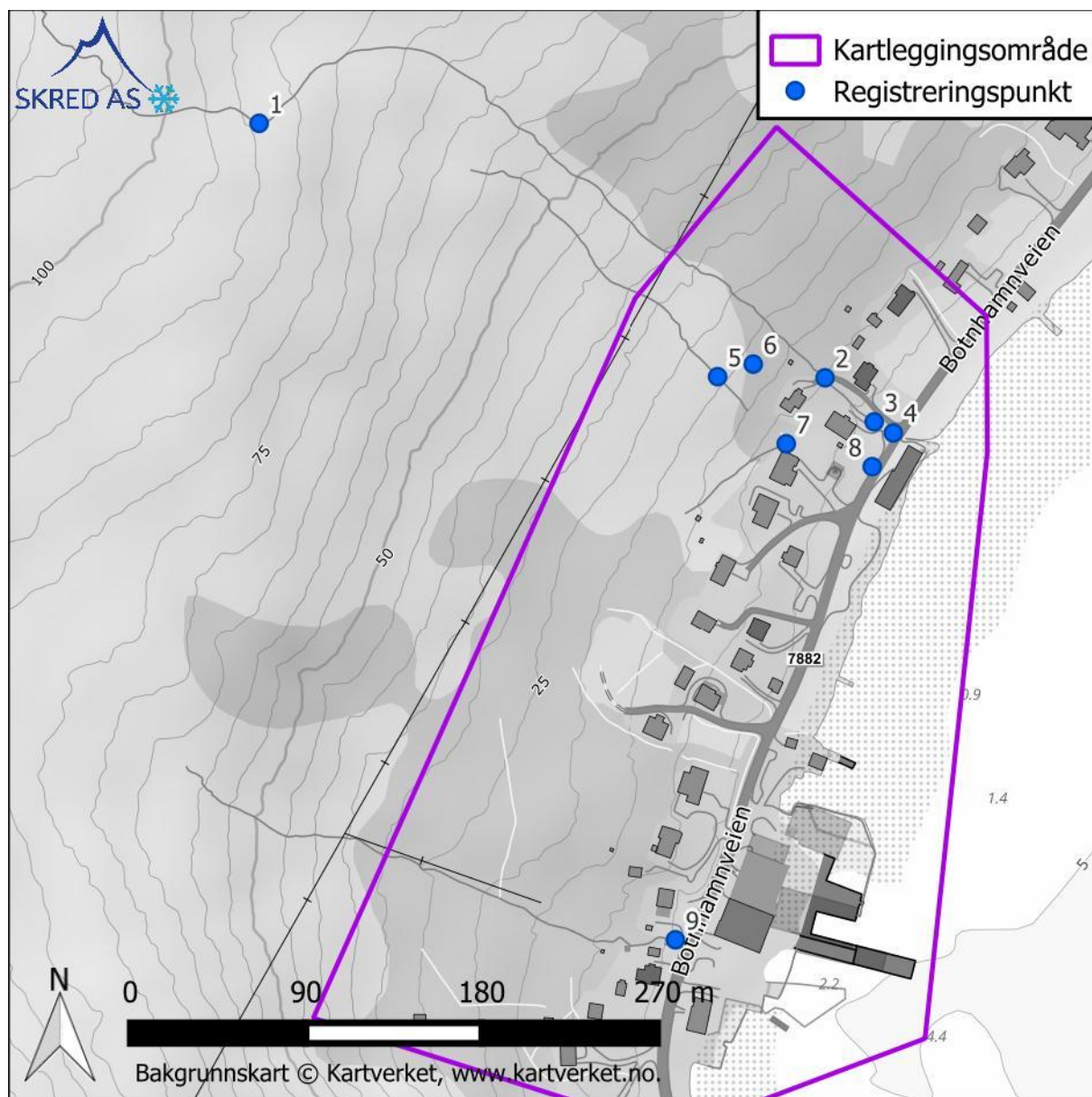
NVE, 2023. Sikringshåndboka - Modul F1.005: Klassifisering av erosjon i felt.

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

SINTEF, 1992. Flomberegning og kulvertdimensjonering.

Vedlegg A: Befaringsnotat

Registreringer fra befaring er vist i registreringskartet under og tabellen under.



Punkt	Beskrivelse
1	Kritisk punkt hvor vann kan dra ut fra bekk nord og aktivere flomvei ned mot bekk midt.
2	Betongrør under vei, diameter 600 mm. Stein over rør/under vei har sunket ned i toppen av innløpet. Flomvei mot venstre, mot bolighus.
3	Betongrør under vei, diameter 600 mm. Flomvei rett over veien og ned til fylkesvei og over denne, noe mot garasje nedstrøms fylkesvei.
4	Betongrør under fylkesvei, diameter 600 mm. Flomvei rett over veien og noe mot høyre, mot garasje nedstrøms fylkesvei.
5	Kritisk punkt hvor vann kan dra ut av bekk midt og ta en flomvei parallelt med bekken eller mot registreringspunkt 6.
6	Flomvei fra bekk midt til bekk nord.
7	Plastrør under terreng/hage, diameter 350 mm. Flomvei i samme retning som røret går mot ny bygning.
8	Betongrør under fylkesvei, diameter 600 mm. Flomvei rett over veien.
9	To betongrør under fylkesvei, diameter 600 mm. Noe tilstoppet av stein som har sklidd ut fra sidene og lagt seg ved innløpet. Flomvei rett over vegen eller noe mot høyre.





Figur 12: Registreringspunkt 1 (øverst til høyre) og bilder av bekk nord.



Figur 13: Registreringspunkt 2.



Figur 14: Registreringspunkt 3.



Figur 15: Registreringspunkt 4.



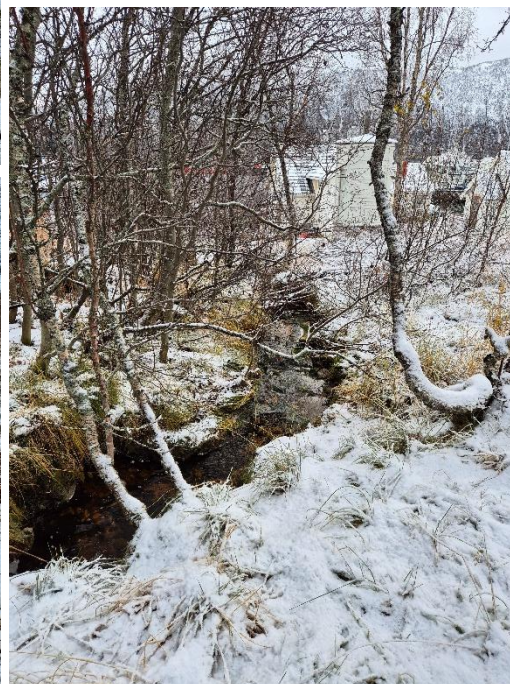
Figur 16: Bilder av bekk midt.



Figur 17: Registreringspunkt 7.



Figur 18: Registreringspunkt 8.



Figur 19: Bilder av bekk sør



Figur 20: Registreringspunkt 9.