

Oppdragsgiver	Navn Vestre Slidre kommune	Kontaktperson Knut Frode Framstad
Oppdrag	Nummer og navn 24372 Vestre Slidre, Slidre - Flomfarevurdering for reguleringsplan for boligfelt, Spondbakkadn	Oppdragsleder Ingvild Brekke
Dokument	Nummer 24372-01-2 Utført av Ingvild Brekke	Dato 2024-06-28 Kontrollert av Petter Reinemo

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
2	2024-06-28	IB	LSE	Kap. 7 Risikoreduserende tiltak er lagt til
1	2024-06-12	IB	PR	Original

## Flomfarevurdering for Spondbakkadn

### Sammendrag

Noen av tomtene i den eksisterende reguleringsplanen Spondbakkadn i Slidre i Vestre Slidre kommune ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for flom. Skred AS har derfor utført en flomfarevurdering iht. NVEs veileder *Sikkerhet mot flom – Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak*.

Reguleringsplanen er for boliger, så vurderingen er derfor gjort iht. TEK 17 § 7-2 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023) for sikkerhetsklasse F2. Det medfører et krav om en årlig sannsynlighet for flom  $< 1/200$  der foreliggende klimaframskrivninger er hensyntatt.

Dimensjonerende 200-årsflom i Prestegårdsbekken inkludert et klimapåslag på 40 %, er beregnet til 2,2 m<sup>3</sup>/s. Det er etablert en hydraulisk modell av bekken med omliggende områder. Beregningene viser at det går flere flomløp fra bekken og inn mot kartleggingsområdet, og at vannet fra flomløpet sprer seg utover i terrenget.

Det er tegnet faresoner som viser utstrekning av dimensjonerende flom. Vurderingen tilsier at tomtene har en årlig sannsynlighet  $< 1/200$  for å bli berørt av flom. Det vil derfor være nødvendig med risikoreduserende tiltak for å oppnå tilstrekkelig flomsikkerhet. Foreslått tiltak er å bevare «bekkeløpet» og anlegge avskjærende grøfter/voller oppstrøms tomtene.

I henhold til krav i TEK17 §7-2 (4) skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Erosjonssikkerheten vurderes som tilstrekkelig for dagens situasjon.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>4</b>
1.1	Forord	4
1.2	Bakgrunn	4
1.3	Mål	4
1.4	Kartleggingsområdet	4
1.5	Forbehold	5
<b>2</b>	<b>Regelverk og krav</b>	<b>6</b>
2.1	Loverket	6
2.2	Krav til sikkerhet mot flom i TEK17	6
2.3	Aktuelle krav	6
<b>3</b>	<b>Metode og data</b>	<b>7</b>
3.1	Valg av metode	7
3.2	Tidligere utredninger i nærheten	7
3.3	Oppsummering og resultater fra befarings	7
3.4	Topografiske data og eventuelle oppmålinger	8
3.5	Data for observerte flommer og kalibreringsdata	8
3.6	Beskrivelse av bekkeløp	8
3.7	Beskrivelse av konstruksjoner	11
3.8	Grunnforhold	11
<b>4</b>	<b>Flomberegning</b>	<b>12</b>
4.1	Metode	12
4.2	Beskrivelse av nedbørfelt	12
4.3	Flomfrekvensanalyse	13
4.3.1	Målestasjoner	13
4.3.2	Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-NIFS)	13
4.4	Nedbør-avløpsmetoder	14
4.4.1	PQRUT	14
4.4.2	Den rasjonale metode	14
4.5	Klimaframskrivninger	16
4.6	Vurdering av resultater	16
4.7	Dimensjonerende vannføring	16
4.8	Klassifisering av det hydrologiske datagrunnlaget for flomberegningen	16
<b>5</b>	<b>Hydrauliske beregninger</b>	<b>17</b>
5.1	Modellvalg	17
5.2	Oppsett av modell	17
5.2.1	Terrengmodell og modelloppsett	17
5.2.2	Konstruksjoner	18
5.3	Kalibrering og tilpasning av modell	19
5.4	Modellering av dimensjonerende flommer	19

5.5	Følsomhetsanalyser.....	19
5.6	Klassifisering av hydraulisk modell.....	20
5.7	Sikkerhetspåslag.....	20
<b>6</b>	<b>Andre farer i vassdraget .....</b>	<b>21</b>
6.1	Tilstopping og vann på avveie .....	21
6.2	Erosjon og massetransport .....	21
6.2.1	Erosjonsfare.....	21
6.2.2	Massetransport .....	21
6.3	Isproblematikk.....	21
<b>7</b>	<b>Risikoreduserende tiltak.....</b>	<b>22</b>
7.1	Foreslåtte tiltak .....	22
7.2	Utforming .....	22
7.3	Mulig flomulempe i bekken på grunn av tiltaket .....	23
7.4	Regelverk og søknadsplikt.....	23
7.5	Prisoverslag .....	24
7.6	Faresone etter tiltak.....	24
<b>8</b>	<b>Resultater og konklusjon .....</b>	<b>26</b>
8.1	Dimensjonerende vannføring .....	26
8.2	Faresoner for flom.....	26
8.3	Sikkerhet mot erosjon .....	27
8.4	Risikoreduserende tiltak.....	27
<b>9</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>28</b>

# 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

Vestre Slidre kommune ønsker en detaljert flomfarevurdering for nordre del av reguleringsplanen Spondbakkadn på Slidre. Kartleggingsområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for flom der et flomløp fra Prestegårdsbekken utgjør en potensiell flomfare. Det ønskes derfor en detaljert flomfarevurdering.

## 1.3 Mål

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

## 1.4 Kartleggingsområdet

Kartleggingsområdet ligger rett oppstrøms Slidre i Vestre Slidre kommune. Beliggenheten til kartleggingsområdet er vist på Figur 1.



Figur 1: Beliggenheten til kartleggingsområdet, ved Slidre i Vestre Slidre kommune.

## 1.5 Forbehold

Flomvurderinger er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik det fremsto på vurderingstidspunktet. Hvis terreng eller vegetasjon endres betydelig, kan det ha betydning for flomforholdene. Det kan innbefatte fysiske endringer i vassdraget eller endring i klimaframskrivninger. Da anbefales det å utføre en ny vurdering.

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

## 2 Regelverk og krav

### 2.1 Lowerket

Plan- og bygningsloven § 28-1 stiller krav om tilstrekkelig sikkerhet mot fare for nybygg og tilbygg:

*«Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.»*

### 2.2 Krav til sikkerhet mot flom i TEK17

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-2 definerer krav til sikkerhet mot flom og stormflo for nybygg. Paragrafen gjelder for saktevoksende flommer som normalt ikke medfører fare for menneskeliv. Sannsynligheten i Tabell 1 angir største årlige sannsynligheten for flom. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres i henhold til aktuell sikkerhetsklasse. I veilederen til TEK17 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for flom (Direktoratet for byggkvalitet, 2023).

*Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023).*

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

I paragrafens fjerde ledd er det gitt at byggverk skal plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Avstanden til erosjonsutsatt elvekant bør være minst like stor som høyden på elvekanten og ikke under 20 meter. Dersom vassdraget sikres mot erosjon kan avstanden være mindre.

### 2.3 Aktuelle krav

I retningslinjene til TEK17 er det gitt ulike eksempler, beskrevet på forrige side, 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

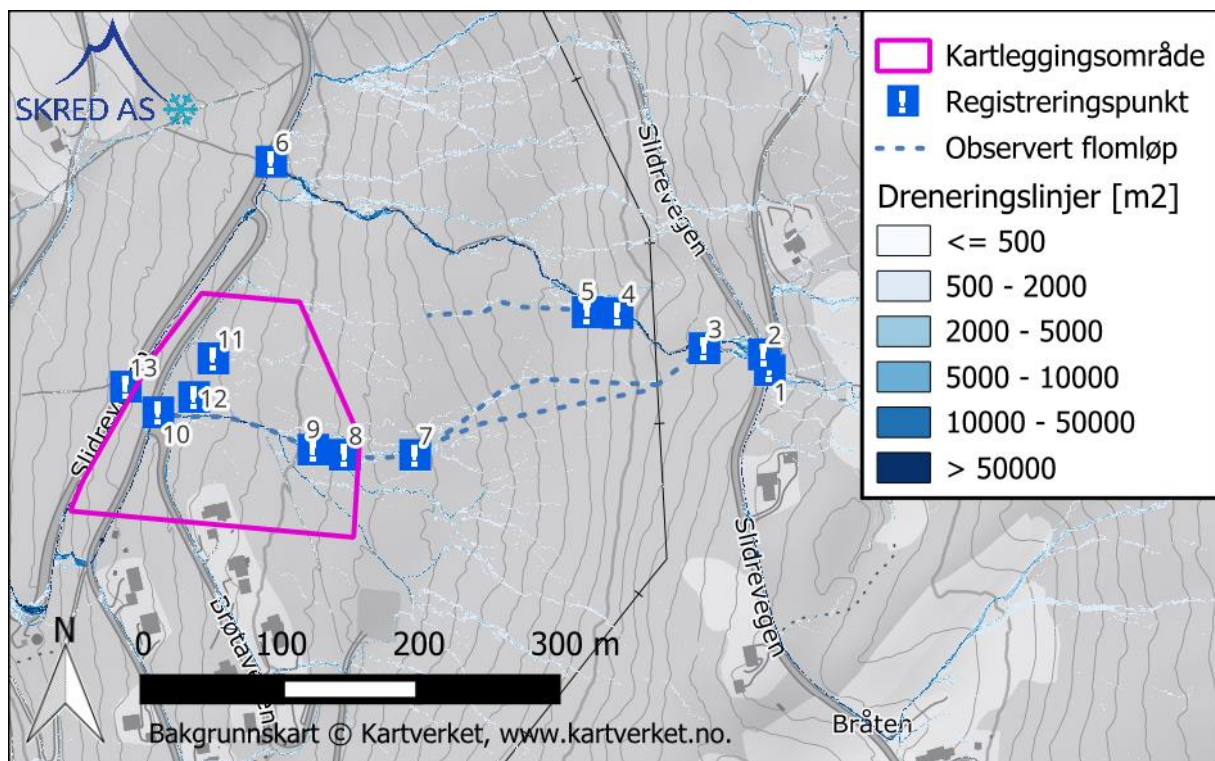
Da flomløpet fra Prestegårdsbekken forventes å kunne utgjøre en reell flomfare for kartleggingsområdet blir det utført en detaljert flomfarekartlegging etter veiledningen i NVE (2022a). Det inkluderer beregning av dimensjonerende vannføring etter aktuell NVE-veileder (NVE, 2022b), en detaljert hydraulisk modellering av vassdrag med konstruksjoner, samt vurdering hvordan andre vassdragsrelaterte farer kan påvirke faren for flom.

### 3.2 Tidligere utredninger i nærheten

Skred AS har på oppdrag for Vestre Slidre kommune tidligere kartlagt flomfaren langs Prestegårdsbekken 500 meter nedstrøms aktuelt kartleggingsområde, i rapport 22362-02-1.

### 3.3 Oppsummering og resultater fra befaring

Befaring i området ble utført 27. mai 2024 av Petter Reinemo, Skred AS. Det var tidvis kraftig nedbør på befaring og stedvis aktive flomveier i terrenget. Registreringer ble gjort til fots. Registreringer fra befaring er vist i registreringskartet i Figur 2 og Tabell 2.



Figur 2: Registreringskart fra befaringen. Forklaring til punktene er gitt i Tabell 2.

Tabell 2: Beskrivelse av registreringer gjort i felt.

Reg.-punkt	Beskrivelse
1	1000 mm stikkrenne under Slidrevegen. Kraftig erosjon i overbygningen til inntaket. Vil trolig føre til skader på veggen på sikt, og mulig avgravning dersom tiltak ikke iverksettes.
2	Flomvei fra stikkrenna, for eventuelt vann på avveie fra inntaket antas 50-50-fordeling tilbake i bekkeløpet og videre nedover langs vegggrøfta.
3	Aktivt flomløp ut i terrenget på sørsiden av bekkeløpet. Det sprer seg utover i terrenget nedover lia.
4	Vannet fordeler seg mellom bekkeløp og flomløp sørover.
5	Vannet fordeler seg mellom bekkeløp og flomløp sørover.
6	800 mm stikkrenne under Slidrevegen.
7	Et traktorslep krysser flomløpet, som kan lede noe vann nordover.
8	Det kommer på en avskjærende bekk/grøft fra sør.
9	Bekkeløpet har et varierende tverrsnitt, omtrent på 1 m <sup>2</sup> .
10	Bekken renner inn i en 600 mm stikkrenne. Flomveien går over veggen eller følger vegggrøfta sørover.
11	Aktivt flomløp med rennende vann.
12	Aktivt flomløp med rennende vann.
13	400 mm stikkrenne under Slidrevegen

### 3.4 Topografiske data og eventuelle oppmålinger

Basert på bakkepunkter fra LiDAR-data av området fra 2017 (NDH Valdres 5pkt 2017) lastet ned fra [www.hoydedata.no](http://www.hoydedata.no) er det etablert en terrengmodell med horisontal oppløsning på 0,5 x 0,5 meter. Alle høyder i rapporten er oppgitt i høydesystem NN2000.

### 3.5 Data for observerte flommer og kalibreringsdata

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

### 3.6 Beskrivelse av bekkeløp

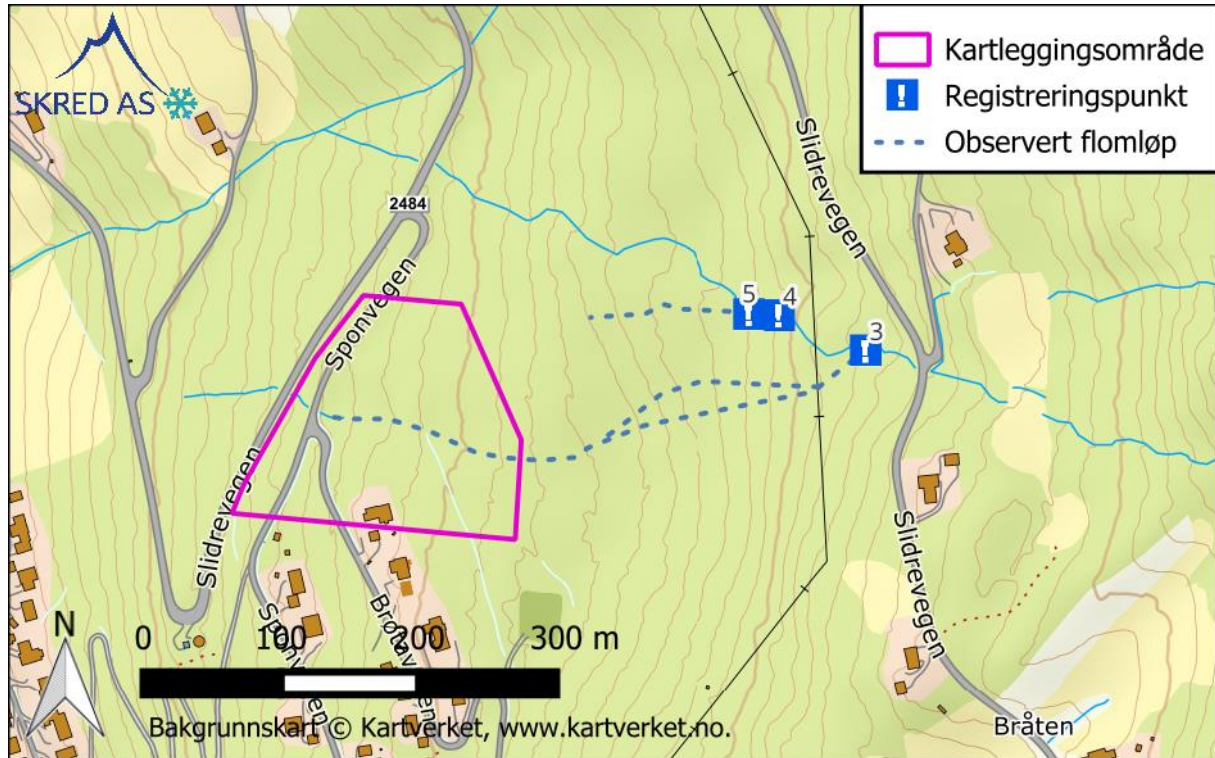
Prestegårdsbekken passerer Slidrevegen oppstrøms kartleggingsområdet i en 1000 mm-stikkrenne. Omtrent 40 meter nedstrøms veggen går det ut et flomløp mot sør (og etter hvert mot kartleggingsområdet) hvor det rant mye vann på befaringdagen. 110 og 130 meter nedstrøms veggen er det to punkter til hvor det går ut flomløp på sørsiden av bekken som etter hvert vil finne kartleggingsområdet. Også denne var aktiv under befaringen. Etter dette forventes vannet å holde seg til bekkeløpet og ha utløp mot Sponvegen og Slidrevegen nord for regulerte tomter.

Det første flomløpet (fra registreringspunkt 3 og nedover) sprer seg utover et forholdsvis bredt område i lia før vannet samles i et bekkeløp/lavdrag inne i kartleggingsområdet. Figur 6 viser et bilde av flomløpet i terrenget, mens Figur 7 viser et bilde av «bekken» nede i kartleggingsområdet. Det kommer på flere løp/grøfter fra sør mot dette bekkeløpet, som trolig er anlagt som avskjærende tiltak for eksisterende bebyggelse i planområdet. Bekken/flomløpet passerer Sponvegen i nedstrøms ende av kartleggingsområdet gjennom en 600 mm-stikkrenne. Flomvei vurderes her å gå over eller sørover langs veggen.



På befaring ble det også observert rennende vann i søkkene i registreringspunkt 11 og 12, som trolig samler opp vann fra flomløpene som drar ut fra bekken i registreringspunkt 4 og 5. Figur 4 og Figur 5 viser bilder av flomløpene der de drar ut fra bekken.

Figur 3 viser et oversiktskart over området.



Figur 3: Oversiktskart over kartleggingsområdet, Prestegårdsbekken og de viktigste flomløpene.



Figur 4: Flomløp fra bekken (reg.-punkt 4).



Figur 5: Flomløp fra bekken (reg.-punkt 5).





*Figur 6: "Hoved"-flomløpet fra bekken, mellom registreringspunkt 3 og 7.*



*Figur 7: Vannet har blitt samlet til et bekkeløp i nedre del av kartleggingsområdet.*



### 3.7 Beskrivelse av konstruksjoner

Prestegårdsbekken krysser Slidrevegen oppstrøms gjennom en 1000 mm-stikkrenne, se Figur 8. Vannet har høy hastighet inn i stikkrenna med stort erosjonspotensiale, der deler overfyllinga har betydelige erosjonsskader. Flomløpet/bekken gjennom kartleggingsområdet passerer Sponvegen gjennom en 600 mm-stikkrenne med små vingemurer, se Figur 9.



Figur 8: Stikkrenna under Slidrevegen oppstrøms.



Figur 9: Stikkrenna under Sponvegen i kartleggingsområdet.

### 3.8 Grunnforhold

Området består ifølge NGU sitt løsmassekart av tynn morene (kartlagt i 1:2 50 000). Området ligger over marin grense.

## 4 Flomberegning

### 4.1 Metode

Hvilke metoder som bør benyttes ved en flomberegning avhenger av flere forhold. Valg av metode må blant annet gjøres ut fra geografiske- og meteorologiske parametere, om det finnes målestasjoner i vassdraget eller i nærliggende vassdrag, kvalitet og lengde på eventuelle måleserier, samt det aktuelle nedbørfeltets størrelse og feltkarakteristika.

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

### 4.2 Beskrivelse av nedbørfelt

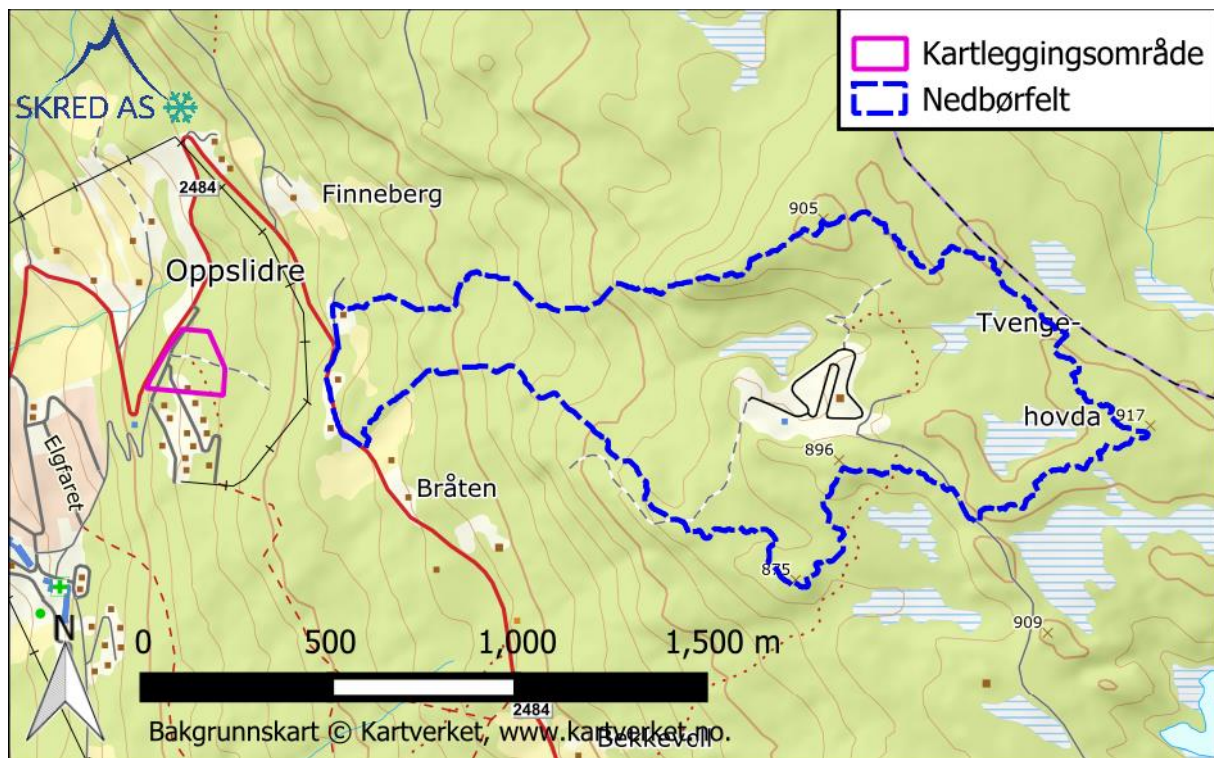
Det er valgt å utføre flomberegninga for det kritiske punktet ved kryssinga av Slidrevegen der et flomløp fra Prestegårdsvegen kan dra inn mot kartleggingsområdet.

Nedbørfeltet til Prestegårdsbekken drenerer vestover og går fra å være slakt i øvre del til å være brattere ned lia. Det er noen myrer og en motorcrossbane høyt opp i nedbørfeltet som kan ha rask avrenning, men ellers er feltet skogkledd. Det er ingen flater områder som vil bidra spesielt med naturlig flomdempning. Feltet er ikke påvirket av regulering og forventes å ha en rask avrenningskarakteristikk. Feltkarakteristika til Prestegårdsbekken er vist i Tabell 3 og feltgrensene er vist i Figur 10.

Tabell 3: Feltkarakteristika til Prestegårdsbekken.

Vassdrag	Feltareal [km <sup>2</sup> ]	q <sub>N</sub> <sup>*</sup> [l/s*km <sup>2</sup> ]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Tynn vegetasjon [%]	Feltlengde [km]	Høydeint. [moh.]
Prestegårdsbekken	1,01	13,7	0	71	29	2,2	620-917

\*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90.



Figur 10: Feltgrensene til Prestegårdsbekken ved kritisk punkt oppstrøms kartleggingsområdet.

### 4.3 Flomfrekvensanalyse

#### 4.3.1 Målestasjoner

Det foreligger ingen kjente målinger av flomvannføring i Prestegårdsbekken. Det finnes heller ikke målestasjoner i relativ nærhet som både er av representativ størrelse, uregulerte og med god kvalitet på måleserien. Flomberegninga baseres derfor på andre metoder.

#### 4.3.2 Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-NIFS)

Formelverket RFFA-NIFS er et nasjonalt formelverk for flomberegninger i nedbørfelt med feltareal mellom 0,2 og 53 km<sup>2</sup>. Inngangsparameterne til formelen er feltareal, midlere avrenning og effektiv sjøprosent. Den største usikkerheten i formelverket er estimat av middelflom, og resulterende vekstkurve vurderes som robust for returperioder opp mot 200 år. Det betyr at et godt estimat av middelflom vil redusere usikkerheten i beregningene betraktelig.

Erfaring tilsier at formelverket underestimerer for felt med lav spesifikk avrenning. Det er derfor valgt å benytte en avrenning på 15 l/s\*km<sup>2</sup> i formelverket. Resultatene gitt fra flomformelverket for små nedbørfelt er presentert i Tabell 6.



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

	Middelflom	Middelflom	Q <sub>200</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>200</sub>
	Q <sub>M</sub> [m <sup>3</sup> /]	q <sub>M</sub> [l/s*km <sup>2</sup> ]		[m <sup>3</sup> /s]
Lav (2,5 %)	0.3	252		0.7
<b>Middel</b>	<b>0.5</b>	<b>503</b>	<b>2.89</b>	<b>1.5</b>
Høy (97,5 %)	1.0	1006		2.9

## 4.4 Nedbør-avløpsmetoder

### 4.4.1 PQRUT

Bekken har et lite felt ( $A < 10 \text{ km}^2$ ) med en rask avrenningskarakteristikk, og det heller ikke foreligger god nedbørstatistikk for kortere varigheter i området, så det vurderes at PQRUT vil være beheftet en stor grad av usikkerhet. Det er derfor valgt å ikke utføre flomberegning med denne metoden.

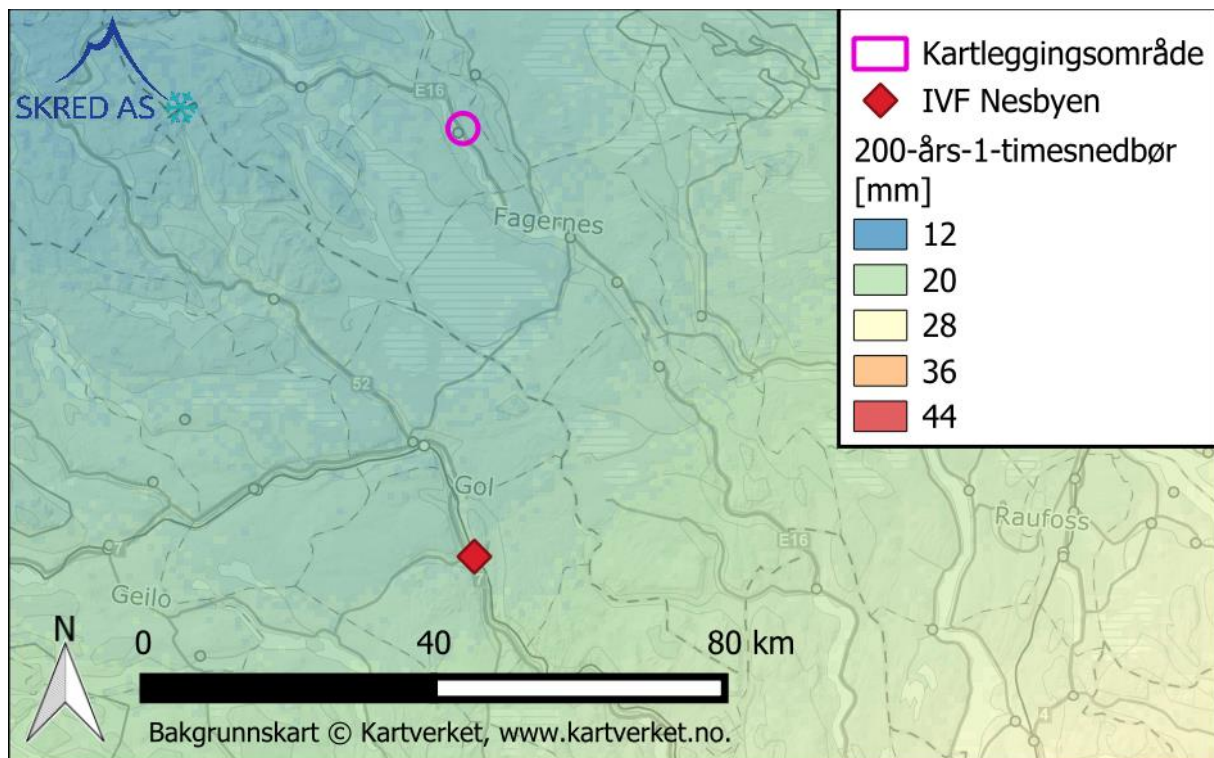
### 4.4.2 Den rasjonale metode

Den rasjonale formelen beregner flomvannføring basert på nedbørstatistikk, feltareal og antatt avrenningskoeffisient. Dimensjonerende nedbør hentes fra relevant IVF-kurve eller nedbørstatistikk, basert på estimert konsentrasjonstid. I NVE (2022b) anbefales metoden for felt opp til  $2 \text{ km}^2$ . Generelt bør formelen benyttes forsiktig i naturlige felt og helst benyttes i kombinasjon med andre metoder.

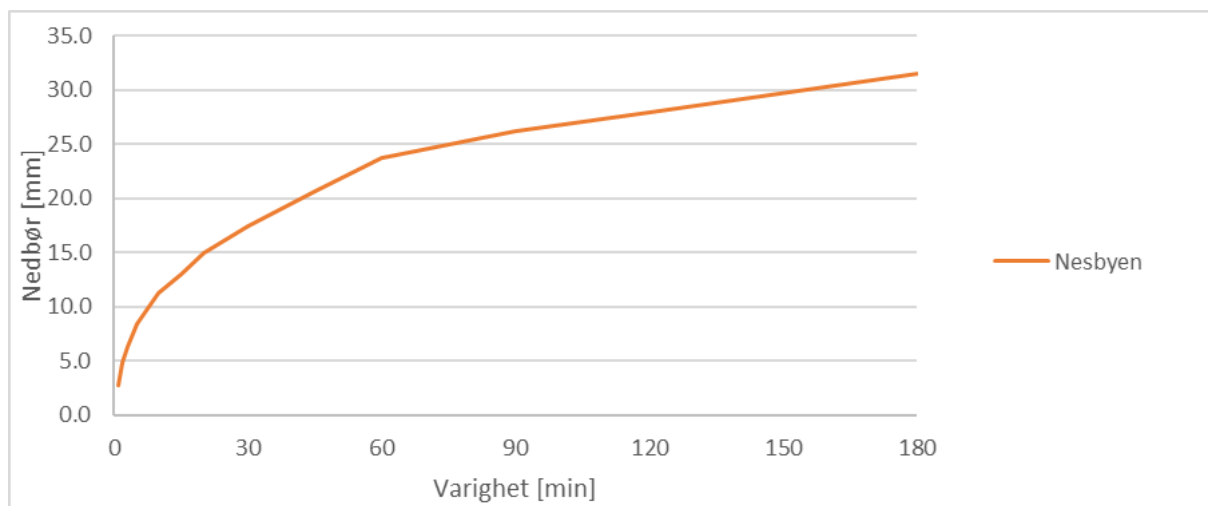
Det ligger stor grad av usikkerhet i valget av dimensjonerende nedbørverdier. Den nærmeste IVF-kurven er i Nesbyen, 60 km sør for kartleggingsområdet, og er klassifisert som svært usikker. I forbindelse med et annet prosjekt har vi fått tilgang på inntil 30 år med timesdata fra Hafslund Eco sine målestasjoner i Hallingdal. Perioden inkluderte målinger fra ekstremværet «Hans» i august 2023 for alle målestasjonene. Frekvensanalyse på disse underbygger at 1-timesverdien fra Nesbyen-kurven er rimelig. Ifølge de interpolerte nedbørskartene fra MET (2015), forventes det omtrent samme nedbørintensitet i Valdres og Hallingdal, og vi velger derfor å benytte Nesbyen-kurven direkte.

Figur 11 viser MET-kartet, mens Figur 12 viser valgt IVF-kurve.





Figur 11: 1-timesnedbør med 200-års gjentaksintervall fra MET (2015) sammen med kartleggingsområdet og Nesbyen-IVF-kurven.



Figur 12: Valgt IVF-kurve, datert 31.12.2022.

Konsentrasjonstiden til feltene er beregnet ved bruk av formel for naturlig felt gitt i SINTEF (1992). Avrenningskoeffisient (C-verdi), korreksjonsfaktor for høy returperiode og arealreduksjonsfaktor (ARF) for å regne om fra punkt- til arealnedbør er satt etter anbefalinger i veilederen (NVE, 2022b). Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonale metoden er vist i Tabell 5.

Tabell 5: Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonale metoden for Prestegårdsbekken (kulminasjon).

Vassdrag	IVF-kurve	Areal [ha]	ARF	Kons. tid [min]	I <sub>200</sub> [l/s*ha]	C-verdi	Q <sub>200</sub> [m <sup>3</sup> /s]
Prestegårdsbekken	Nesbyen	101	0.97	76	56.5	0.32	1.8

#### 4.5 Klimaframskrivninger

I henhold til anbefalinger i NVE (2022b) blir et klimapåslag på 40 % benyttet for å ta hensyn til forventet økning i flomstørrelser frem mot år 2100. Påslaget på 40 % gjelder generelt for alle nedbørfelt mindre enn 10 km<sup>2</sup>.

#### 4.6 Vurdering av resultater

Resultatet fra den rasjonale metoden ligger noe over øvre estimat fra flomformelverket. Det er betydelig usikkerhet knyttet til inngangsparameterne til den rasjonale metoden, men dette kan likevel tilsi at det er rimelig å gå noe opp i forhold til middelestimatet fra flomformelverket. Resultatene fra de ulike flomberegningsmetodene er oppsummert i Tabell 6.

Tabell 6: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.).

Metode	q <sub>m</sub> [l/s*km <sup>2</sup> ]	q <sub>200</sub> [l/s*km <sup>2</sup> ]
Formelverk for små nedbørfelt	250-1000 (500)	730-2900 (1450)
Rasjonale formel	-	1740
<b>VALGT</b>	550	1600

#### 4.7 Dimensjonerende vannføring

Dimensjonerende vannføring beregnet for Prestegårdsbekken er gitt i Tabell 7. Spesifikk 200-årsflom med klimatillegg er beregnet til 2180 l/s\*km<sup>2</sup>.

Tabell 7: Dimensjonerende vannføring i Prestegårdsbekken med og uten klimapåslag (kulminasjon).

Vassdrag	Feltareal [km <sup>2</sup> ]	Klima-påslag	Middelflom	Middelflom	Q <sub>200</sub> /Q <sub>M</sub>	Q <sub>200</sub> [m <sup>3</sup> /s]
			Q <sub>M</sub> [m <sup>3</sup> /s]	q <sub>M</sub> [l/s*km <sup>2</sup> ]		
Prestegårdsbekken	1.01	Ingen	0.6	550	2.89	1.6
Prestegårdsbekken	1.01	1.4	0.8	770	2.89	2.2

#### 4.8 Klassifisering av det hydrologiske datagrunnlaget for flomberegningen

Da det ikke foreligger observasjoner i eller nært vassdraget, noen av observasjonene har god kvalitet, samt at det er store gradienter i spesifikke flomstørrelser, vurderes det hydrologiske grunnlaget for flomberegninger til klasse 4 (på en skala fra 1 – 5 der 1 er best). Det tilsvarer klassifiseringskriteriet «Begrenset hydrologisk datagrunnlag».

## 5 Hydrauliske beregninger

### 5.1 Modellvalg

I beregning av vannlinje og hydrauliske parametere er programvaren Hec-Ras versjon 6.5 benyttet. De viktigste inngangsparameterne til Hec-Ras modellen er geometri (terrengmodell, grid, elvebanker og konstruksjoner), ruhet, grensebetingelser og vannføring. For å best mulig vurdere strømningsforholdene er en 2-dimensjonal-modell vurdert hensiktsmessig.

### 5.2 Oppsett av modell

#### 5.2.1 Terrengmodell og modelloppsett

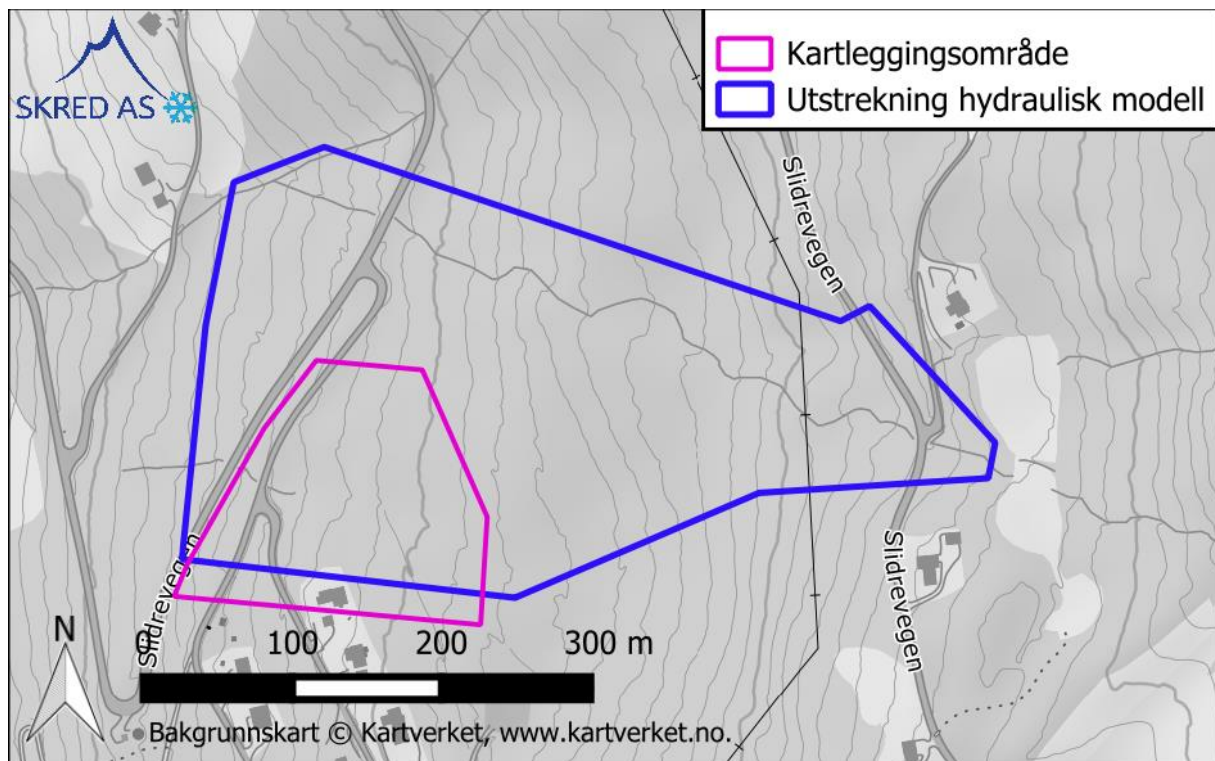
Terrengmodellen som er benyttet i den hydrauliske modellen er beskrevet i avsnitt 3.4. Oppstrøms grensebetingelse er plassert i bekkeløpet rett oppstrøms kryssingen av Slidrevegen oppstrøms kartleggingsområdet. Det er satt to nedstrøms grensebetingelser. En på tvers av Slidrevegen nord for Prestegårdsbekken nedstrøms den øvre kryssingen, og en nedstrøms Slidrevegen nedstrøms kartleggingsområdet.

Benyttede parametere i modellen er oppsummert i Tabell 8. Utstrekningen til den hydrauliske modellen er vist på Figur 13. Terrengmodell, benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser er illustrert i Figur 14.

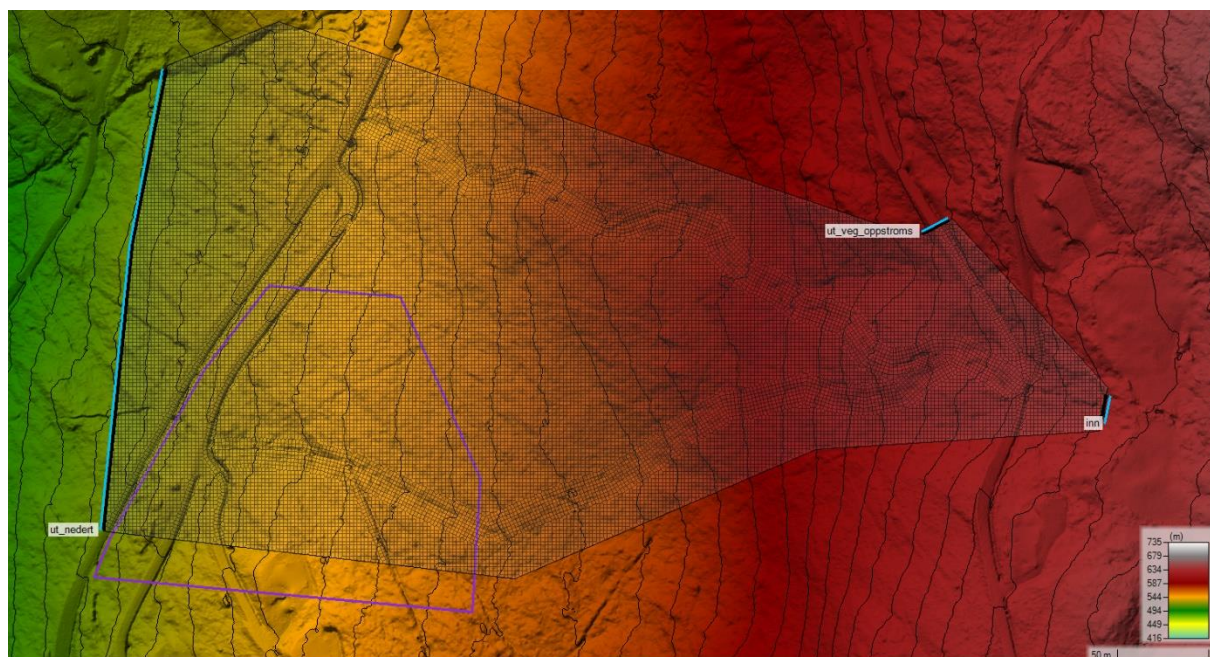
Tabell 8: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for Prestegårdsbekken.

Parameter	Verdi
Oppløsning på terrengmodell	0,5 x 0,5 meter
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Nedstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Cellestørrelse beregningsgrid	2 x 2 meter
Likningssett	Full momentum
Tidsskritt	Gitt av courant-number mellom 0,1 og 1,0
Manningstall	15





Figur 13: Utstrekning til hydraulisk modell.



Figur 14: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser.

### 5.2.2 Konstruksjoner

Oppstrøms (1000 mm) og nedstrøms (800 mm) stikkrenne i Prestegårdsbekken er lagt inn som kulverter i den hydrauliske modellen.

### 5.3 Kalibrering og tilpasning av modell

Modellen er verken kalibrert eller tilpasset, men den stemmer godt med observasjoner gjort på befaring under kraftig nedbør.

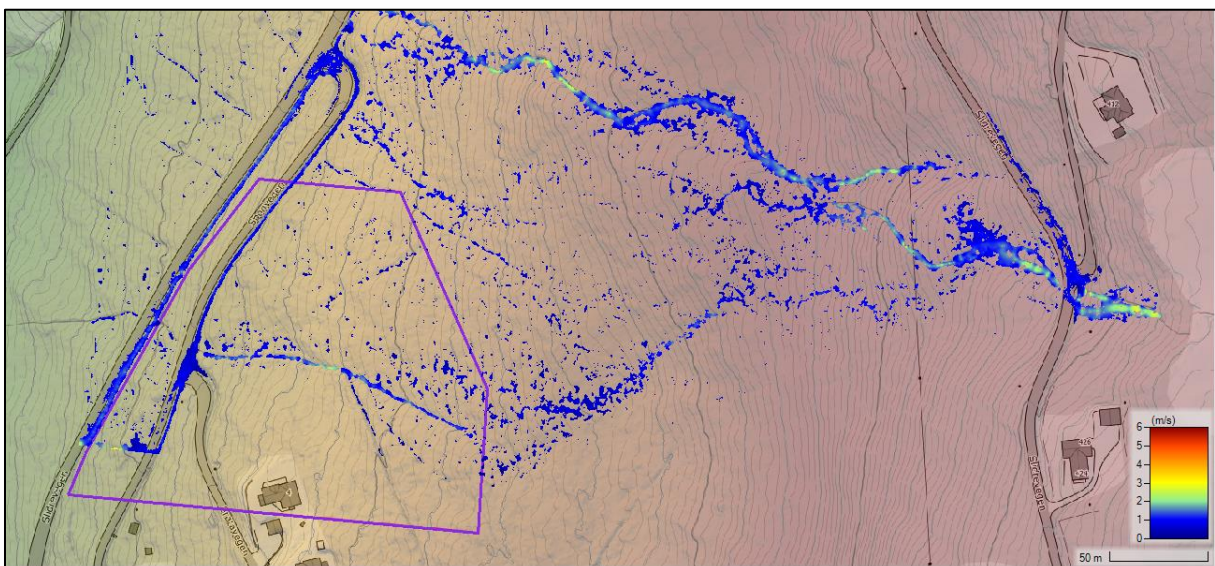
### 5.4 Modellering av dimensjonerende flommer

Modellering av fremtidig 200-årsflom bekrefter at det går ut flere flomløp på sørsiden av Prestegårdsbekken og inn mot kartleggingsområdet. En del av vannmengden vil samle seg i «hoved»-flomløpet som drar ut 40 meter nedstrøms Slidrevegen. Dette havner i «bekkeløpet» gjennom kartleggingsområdet, og de avskjærende grøftene som kommer på bekkeløpet sørfra hindrer vann fra å spre seg sør for bekkeløpet.

I tillegg til dette bekkeløpet, så viser modelleringen at vannet kan spre seg utover tilnærmet hele lia. Ut fra befaringa virker dette rimelig, siden det var svært vått i store deler av lia og kartleggingsområdet, og det heller ikke er noe tydelige søkk som gir større ansamlinger av vann. Dette gjør samtidig at vanddybdene hele tiden er små. Vannet vil samles i avskjærende grøfter sør i kartleggingsområdet og langs Sponvegen inn mot stikkrenna til «bekkeløpet». Dette stemmer godt med observasjoner fra befaringen.

Modelleringen viser at det kan oppstå moderate vannhastigheter i Prestegårdsbekken (inntil 3-4 m/s) under flom, men at vannhastigheter i kartleggingsområdet er lave, rundt 1 m/s.

Figur 15 viser en illustrasjon av modellert strømnings situasjon. Det påpekes at modellresultatene i slike vassdrag kun gir en indikasjon på forholdene under dimensjonerende flom, og kan ikke brukes direkte til tegning av faresoner.



Figur 15: Illustrasjon av modellert strømnings situasjon ved en 200-årsflom inkludert klimapåslag. Vandybder større enn 5 cm vises.

### 5.5 Følsomhetsanalyser

Det er 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 %

Siden dimensjonerende vannføring er relativt liten, og vannet er spredd over et større område i lia, gir følsomhetsanalysen økning i vannstand på mindre enn 3 cm. Økning i vannføring gir 20 % mer vann i «bekkeløpet» gjennom kartleggingsområdet, mens økning i ruhet ikke påvirker det.

## 5.6 Klassifisering av hydraulisk modell

Da den hydrauliske modellen ikke er kalibrert, men lite sensitiv vurderes den til klasse D.

## 5.7 Sikkerhetspåslag

Valg av sikkerhetspåslag skal basere seg på en skjønnsmessig vurdering. I NVE (2022a) anbefales det som grunnlag for valg av sikkerhetspåslag å ta utgangspunkt i en metodikk der man estimerer en økt vannstandssigning basert på en økt vannmengde gitt av klassifiseringen til flomberegningen og den hydrauliske modellen. Metoden forutsetter at det ikke er gjort konservative valg under utredningen.

Endelig sikkerhetspåslag settes basert på en skjønnsmessig vurdering av resultatene fra analysen med økt vannføring, samt vurdering av andre usikkerhetsfaktorer i vassdraget som for eksempel massetransport, fare for bunnheving og tilstopping av konstruksjoner.

For Prestegårdsbekken er et prosentvis påslag på vannføringen som grunnlag for vurdering av sikkerhetspåslag funnet til 50 % som vist i Tabell 9.

Tabell 9: 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

Selv ved 50 % økning i vannføring blir økningen i vannstand mindre enn 5 cm fordi det er små vandybder spredd over et stort område, og det vurderes derfor som lite hensiktsmessig å benytte sikkerhetspåslag på beregningene av vannstand. Eventuelle sikringstiltak må tillegges en sikkerhetsmargin som vi anbefaler at er på minst 0,2 meter.



## 6 Andre farer i vassdraget

### 6.1 Tilstopping og vann på avveie

Vurderingen hensyntar kritiske punkter i Prestegårdsbekken oppstrøms kartleggingsområdet.

### 6.2 Erosjon og massetransport

#### 6.2.1 Erosjonsfare

I henhold til krav i TEK17 §7-2 (4) skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Avstanden til erosjonsutsatt elvekant må være minst like stor som høyden på kanten (målt fra toppen av skrent til normalvannstand i elv eller bekk), og ikke under 20 meter selv om høyden er mindre enn dette. Avstanden kan være mindre dersom elva eller bekken sikres mot erosjon, og bør være større der elvekanten består av lett eroderbare masser.

Ut fra befaringa er det et flomløp, og ingen bekk som renner gjennom kartleggingsområdet. Vi forventer at flomløpet vanligvis er tørt, og kun fører vann under episoder med kraftig nedbør. Med unntak av oppstrøms stikkrenne under Slidrevegen, ble det heller ikke observert pågående erosjon under befaringa, verken i Prestegårdsbekken eller i flomløpene inn mot kartleggingsområdet. De modellerte vannhastighetene er også lave til moderate. Basert på dette vurderes erosjonssikkerheten til kartleggingsområdet som tilstrekkelig for dagens situasjon. Det forutsetter at det opprettholdes et vegetasjonsbelte langs bekkeløpet.

#### 6.2.2 Massetransport

Siden det går flomløp mot kartleggingsområdet, og ikke et ordinært bekkeløp, og det trolig er lite massetransport i selve Prestegårdsbekken, vurderes massetransport å ikke utgjøre en fare for kartleggingsområdet.

### 6.3 Isproblematikk

Vi er ikke kjent med utfordringer knyttet til is i vassdraget. Vassdraget er så lite at eventuelle isproblemer uansett forventes å være små.

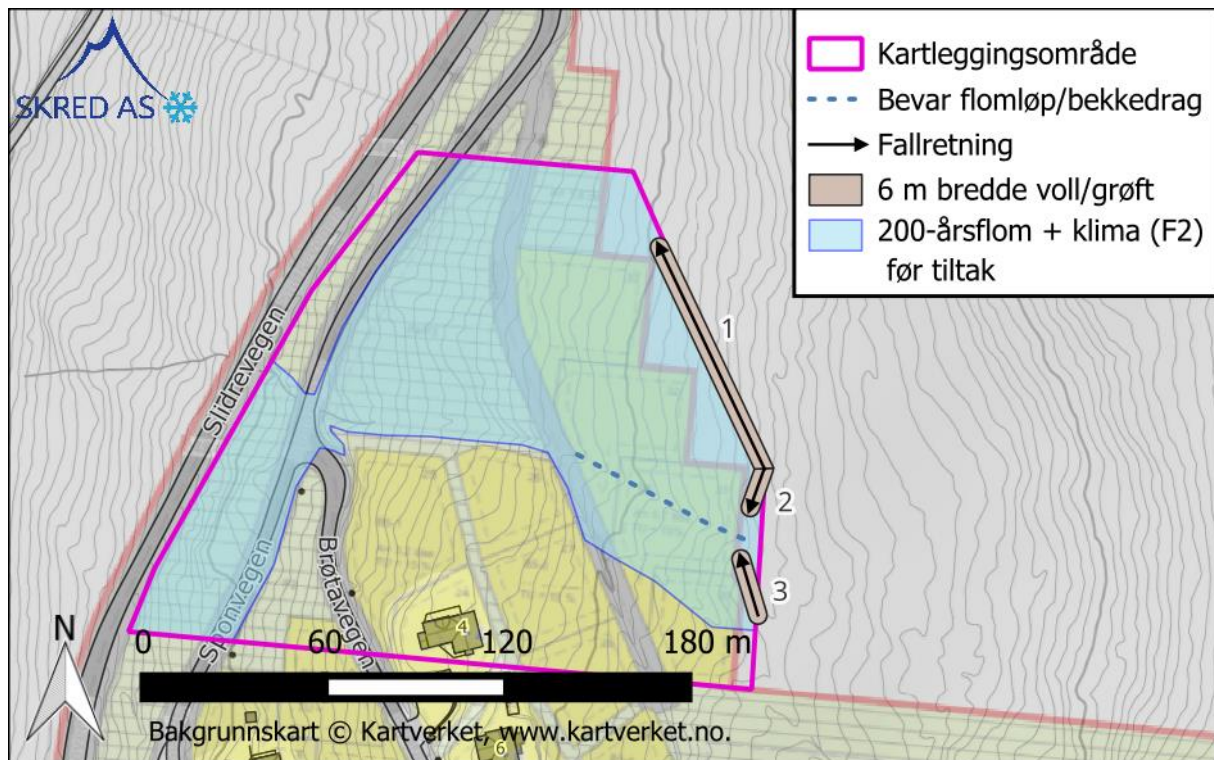
## 7 Risikoreduserende tiltak

Ny bebyggelse bør i utgangspunktet plasseres utenfor faresonen for flom. Dersom det skal etableres ny bebyggelse innenfor faresonen som faller inn under sikkerhetsklasse F2 må det utføres risikoreduserende tiltak. Tiltak kan enten ha som mål å redusere faresonen, eller at byggverk dimensjoneres på en måte slik at det ikke tar skade ved dimensjonerende flom.

### 7.1 Foreslåtte tiltak

Vi anbefaler at «bekkeløpet» gjennom kartleggingsområdet bevares, og at det anlegges avskjærende voller inn mot «bekkeløpet» eller nordover mot veggrøfta langs Sponvegen. Effekten av de foreslåtte vollene er vurdert i den hydrauliske modellen, og det er verifisert at «bekkeløpet» gjennom kartleggingsområdet har tilstrekkelig kapasitet til den økte vannmengden, så det er ikke behov for å gjøre tiltak der.

Figur 16 viser foreslått plassering av tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet for tre av de fire flomutsatte tomtene i planområdet.



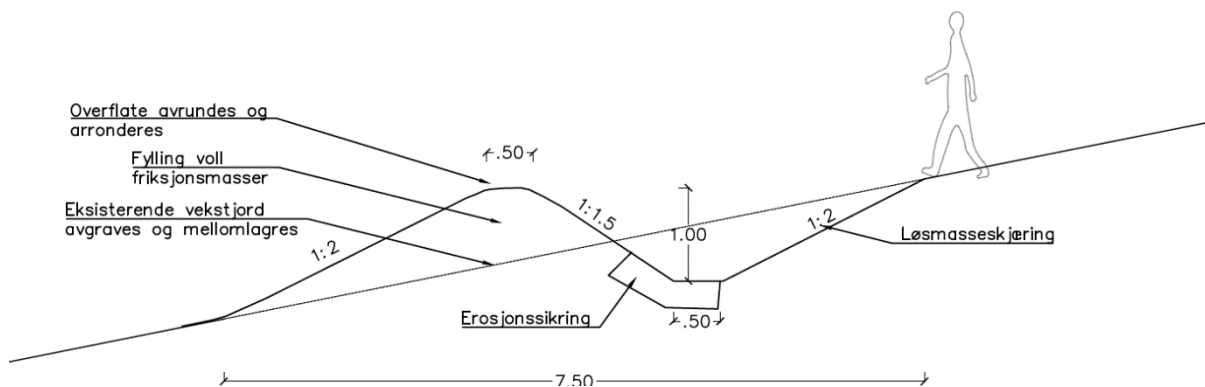
Figur 16: Foreslått plassering til voller for å skjære av vann oppstrøms de tre av de fire flomutsatte tomtene i reguleringsplanen. Reguleringsplanen er vist i bakgrunnen.

### 7.2 Utforming

Det er små vannmengder som skal avskjæres, så vi foreslår en kombinasjon av grøft og voll, der massene som graves ut i forbindelse med grøfta legges opp som voll på nedstrøms side. Slik at tiltaket utføres i lokal massebalanse. Grøftene/vollene må ha en praktisk høyde på 0,5-1 meter som er tilpasset terrenget rundt slik at de har gjennomgående fall i en retning.

Videre foreslås det at kantene avrundes og topplaget fra eksisterende terreng tilbakeføres for at vegetasjon kan reetableres. I utførelsen anbefales det at topplaget skaves av og legges til side (maks 1,5 meter rankehøyde for å unngå komprimering av massene). Fundamentet kan med fordel avtrappes noe for å unngå glidesjikt parallelt med bakken. Deretter bygges vollen med fyllingsmasser med lagvis komprimering før topplaget blir tilbakeført løst utlagt uten tilklapping. Ved å tilbakeføre topplaget legges det til rette for å reetablere lav vegetasjon, noe som raskt bidrar til å binde jorda og redusere erosjonsfaren.

Det bør legges erosjonssikring av stein i bunn grøft og foten av vollen. Erosjonssikringa i vollfoten kan tildekkes av vekstmasser. Figur 17 viser en prinsippskisse for volltverrsnitt.



Figur 17: Prinsippskisse voll der topplaget legges til side og tilbakeføres.

### 7.3 Mulig flomulempe i bekken på grunn av tiltaket

Tiltak må følge bestemmelser i Granelova og Vannressursloven om påvirkning på omliggende områder. Ifølge granelova §2 kan man ikke gjøre tiltak som er til urimelig ulempe for naboen, og vannressursloven §5 sier at «Vassdragstiltak skal planlegges og gjennomføres slik at de er til minst mulig skade og ulempe for allmenne og private interesser». Å avskjære flomløpet kan gi noe økt flomvannføring i «bekkeløpet», en modellert økning fra 300 l/s til 450 l/s.

Vannet som avskjæres av de foreslåtte tiltakene vil også for dagens situasjon samles inn mot stikkrenna i krysset Brøtavegen x Sponvegen, så områdene nedstrøms får ingen økt ulempe. Basert på befarings- og hastighetene i den hydrauliske modellen ble bekken vurdert som lite utsatt for erosjon, og det vurderes at bekkeløpet vil tåle noe økt vannføring uten at det fører til mer erosjon i bekken.

### 7.4 Regelverk og søknadsplikt

Siden vollen/grøfta kun skal avskjære vann på avveie, er vår vurdering at det ikke er et vassdragstiltak etter definisjonen i vannressursloven.

I NVEs Veileder til vannressursloven og NVEs behandling av vassdrags- og grunnvannstiltak (NVE, 2021) angis det at NVE ikke har praksis for å behandle flomsikringstiltak etter vannressursloven. Det angis at mindre tiltak normalt vil kunne utformes slik at de ikke berører allmenne interesser negativt i nevneverdig grad, og dermed ikke være

konsesjonspliktige etter §8. Kommunen må selv vurdere hvorvidt tiltaket vil kreve byggetillatelse etter SAK 10 eller reguleringsplan.

Det gjøres oppmerksom på den generelle aktsomhetsplikten i vannressurslovens §5, som bl.a. sier at enhver skal opptre aktsomt for å unngå skade eller ulempe i vassdraget for allmenne eller private interesser. Vassdragstiltak skal planlegges og gjennomføres slik at de er til minst mulig skade og ulempe for allmenne og private interesser.

Det antas videre at tiltaket vil falle utenfor definisjonen av tiltak som krever søknad og tillatelse etter SAK10 §4-1 (DiBK, 2021). Ifølge §4-1 punkt 7 er det ikke nødvendig med søknad for mindre fyllingsarbeider som fører til mindre enn 3 meter avvik fra opprinnelig terrengnivå i spredtbygd strøk. Fyllingshøyden på vollen er 1 meter, så omfanget av tiltaket ligger innenfor punkt 7. Det er likevel opp til kommunen å avklare om tiltaket er søknadspliktig. Hvis tiltaket vurderes som søknadspliktig etter SAK10 kan Skred AS detaljere ut ytterligere for å erklære prosjekteringsansvar.

## 7.5 Prisoverslag

De foreslåtte vollene 1, 2 og 3 er henholdsvis 80, 15 og 20 meter lange, som til sammen gir 115 meter voll. Et grovt prisoverslag er vist i Tabell 10. Det er lagt til grunn at små mengder gir større enhetskostnader, og større andel rigg, drift og byggherrekostnader.

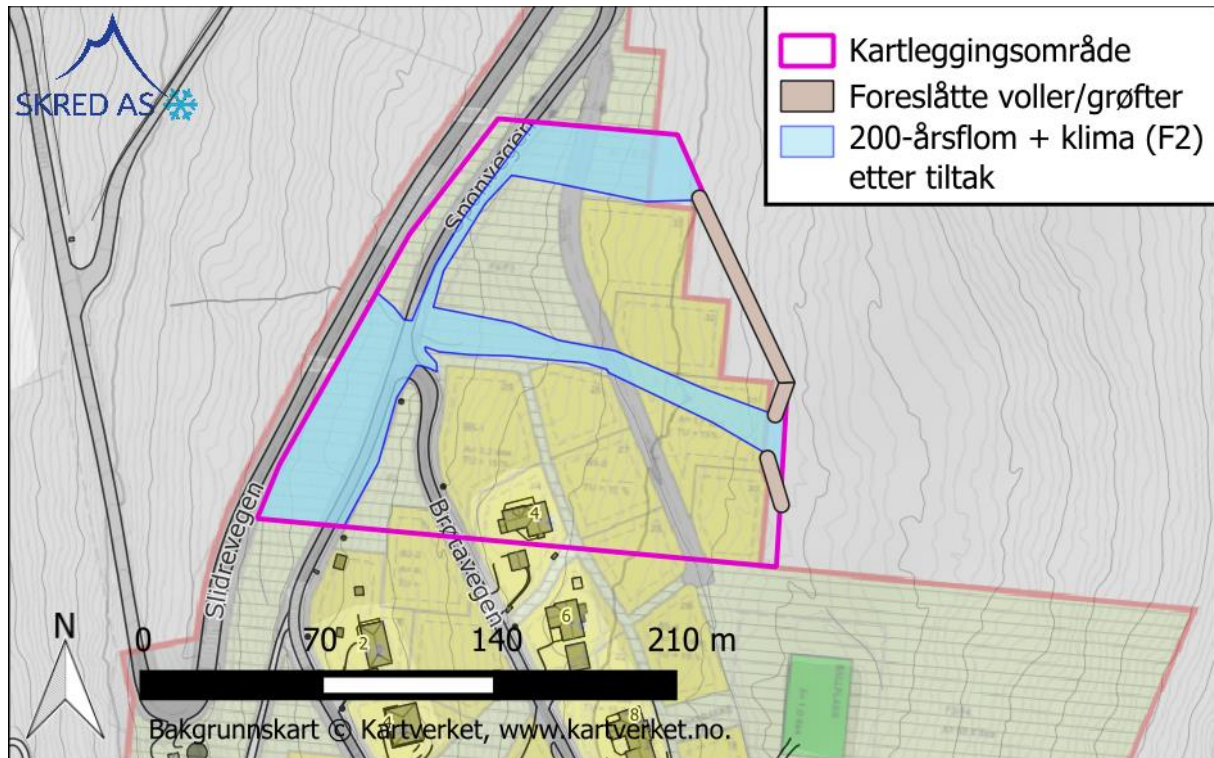
Tabell 10: Prisoverslag for foreslått tiltak.

Bygningsdel	Mengde	Enhetskost	Kostnad
Vegetasjonsrydding og bortkjøring	920 m2	40 kr	kr 36 800
Avtaking og mellomlagring toppjord	920 m2	40 kr	kr 36 800
Graving grøft, opplegging voll, inkl. komprimering	230 m3	100 kr	kr 23 000
Erosjonssikring langs vollfot	57.5 m2	250 kr	kr 14 375
Arrondering	920 m2	30 kr	kr 27 600
Delsum			kr 138 575
Diverse / uforutsett	20 %		kr 27 715
Rigg og drift	25 %		kr 41 573
<b>Entreprisekostnad eks. mva</b>			<b>kr 207 863</b>
Byggherrekostnader	20 %		kr 41 573
<b>Prosjektkostnad eks. mva (2024-pris)</b>			<b>kr 249 435</b>

I forbindelse med bygging av vegen som er vist på plankartet bør det anlegges stikkrenner med tilstrekkelig dimensjon til dimensjonerende flom i både «bekkeløpet» og nord for den nordligste tomta. Aktuelle dimensjoner er 800 mm i «bekkeløpet» og 600 mm oppstrøms den nordligste tomta. Men, flomsikringstiltakene avhenger ikke av dette, og disse kostnadene er derfor ikke inkludert i overslaget.

## 7.6 Faresone etter tiltak

Figur 18 viser forventet faresone etter foreslåtte tiltak der «bekkeløpet» bevares og det anlegges avskjærende voller/grøfter oppstrøms tre av tomtene.



Figur 18: Faresone for flom fra med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 i år 2100 (sikkerhetsklasse F2) etter tiltak.



## 8 Resultater og konklusjon

### 8.1 Dimensjonerende vannføring

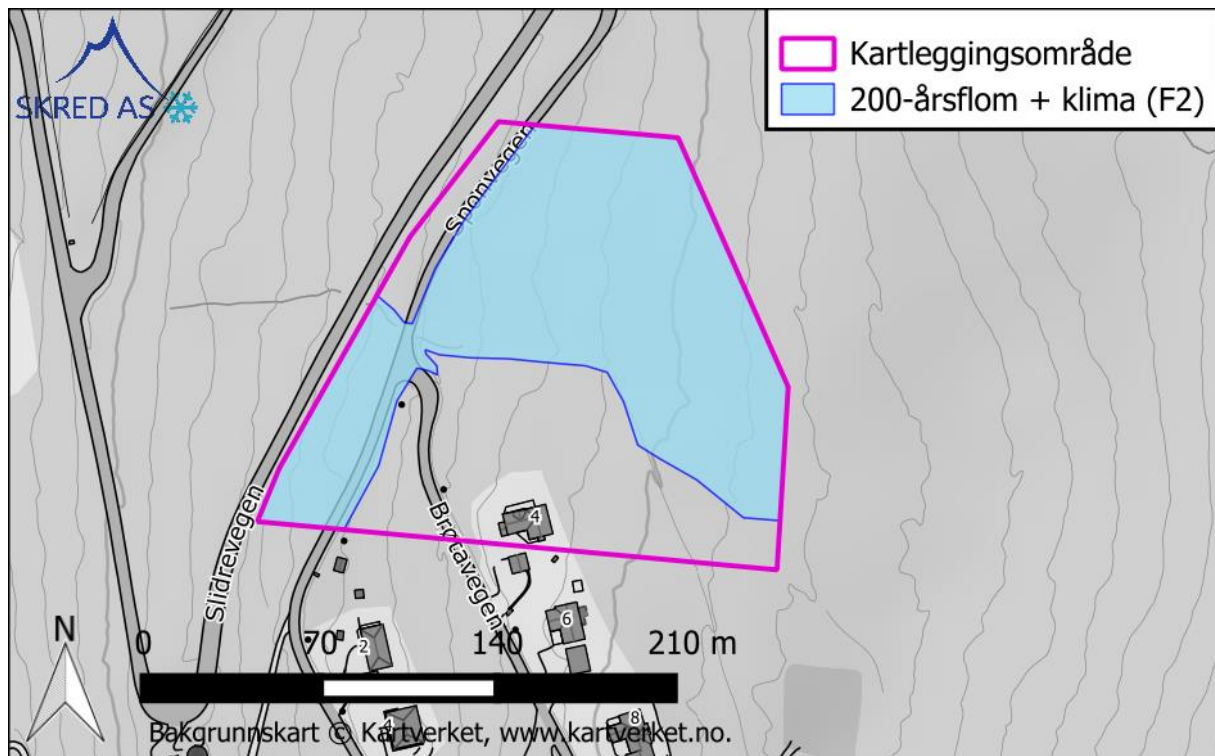
Dimensjonerende 200-årsflom inkludert 40 % klimapåslag er beregnet til 2,2 m<sup>3</sup>/s for Prestegårdsbekken.

### 8.2 Faresoner for flom

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

Faresonen for kartleggingsområdet er en konsekvens av at det går ut flere flomløp fra Prestegårdsbekken oppstrøms, og at vann fra disse vil spre seg utover lia. De avskjærende grøftene anlagt oppstrøms bygg i søndre del av planområdet har tilstrekkelig effekt til å avskjære vannet mot «bekkeløpet» midt gjennom kartleggingsområdet. Veggrøfta langs Sponvegen vil også føre vann sørover om «bekkeløpet».

Faresonen for flom er vist i Figur 19. Vanndybdene er små gjennom hele kartleggingsområdet, og det vurderes derfor som lite hensiktsmessig å benytte sikkerhetspåslag for å oppnå tilstrekkelig flomsikkerhet. Vi anbefaler andre tiltak for å oppnå tilstrekkelig flomsikkerhet, se neste kapittel.



Figur 19: Faresone som viser områder utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 i år 2100 (sikkerhetsklasse F2).



### 8.3 Sikkerhet mot erosjon

I henhold til krav i TEK17 §7-2 (4) skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. For dagens situasjon vurderes erosjonssikkerheten tilstrekkelig gitt at det opprettholdes et vegetasjonsbelte langs bekkeløpene.

### 8.4 Risikoreduserende tiltak

Ny bebyggelse bør i utgangspunktet plasseres utenfor faresonen for flom. Dersom det skal etableres ny bebyggelse innenfor faresonen som faller inn under sikkerhetsklasse F2 må det utføres risikoreduserende tiltak. Tiltak kan enten ha som mål å redusere faresonen, eller at byggverk dimensjoneres på en måte slik at det ikke tar skade ved dimensjonerende flom.

Vi foreslår at «bekkeløpet» gjennom én av de utsatte tomtene bevarer, og at det anlegges avskjærende voller/grøfter oppstrøms de tre andre som leder vannet mot «bekkeløpet» eller mot vegggrøfta langs Sponvegen. De foreslåtte vollene/grøftene er til sammen 115 meter lange. Tiltaket vil gi tilstrekkelig sikkerhet mot flom etter TEK17 § 7-2 for tre flomutsatte tomter. Tiltaket anslås til 250 000 kr ekskl. mva.

Den nye adkomstvegen bør ha tilstrekkelig dimensjonerte stikkrenner, men det er ikke avgjørende for flomsikkerheten til noen tomter i planområdet.

## 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>

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

Norsk Klimaservicesenter, 2024. Klimaprofiler [WWW Document]. URL <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/om>

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.

Statens vegvesen, 2022a. N200 Vegbygging.

Statens vegvesen, 2022b. V240 Vannhåndtering.