

|               |  |  |
|---------------|--|--|
| Oppdragsgiver | Navn<br>Structor Lillehammer AS  | Kontaktperson<br>Tor Christensen                       |
| Oppdrag       | Nummer og navn<br>24159 Øyer, Hafjell - Flom- og<br>overvannsvurdering for<br>Hafjell panorama | Oppdragsleder<br>Ingvild Brekke                        |
| Dokument      | Nummer<br>24159-01-1<br>Utført av<br>Ingvild Brekke  | Dato<br>2024-08-29<br>Kontrollert av<br>Petter Reinemo |

| Versjon | Dato       | Utført | Kontroll | Beskrivelse    |
|---------|------------|--------|----------|----------------|
| 1       | 2024-08-29 | IB     | PR       | Første versjon |

## Flom- og overvannsvurdering for Hafjell panorama

### Sammendrag

Det planlegges fortetting av hyttefeltet i reguleringsplanen Hafjell panorama. Planområdet ligger delvis innenfor NVEs aktsomhetssoner for flom. Skred AS har derfor utført en flomfarevurdering iht. NVEs veileder *Sikkerhet mot flom – Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak*. Vurderingen er gjort iht. TEK 17 § 7-2 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023) for sikkerhetsklasse F1 og F2. Det medfører et krav om en årlig sannsynlighet for flom  $<1/20$  og  $<1/200$  der foreliggende klimaframskrivninger er hensyntatt.

Dimensjonerende 20- og 200-årsflom i Stubberudbekken inkludert et klimapåslag på 40 %, er beregnet til henholdsvis 1,8 og 2,9 m<sup>3</sup>/s. Dimensjonerende 20- og 200-årsflom i Bjørgebekken inkludert et klimapåslag på 40 %, er beregnet til henholdsvis 2,9 og 4,6 m<sup>3</sup>/s. Det er etablert en felles hydraulisk modell for bekkene med omliggende områder. Beregningene viser at stikkrennene for bekkene er underdimensjonerte og at det går flere flomløp fra bekkene gjennom kartleggingsområdet.

Det er tegnet faresoner som viser utstrekning av dimensjonerende flom. Siden de samme flomløpene aktiveres ved 20- og 200-årsflom, er F1 og F2-faresonene tilnærmet like.

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 som tilstrekkelig. Det bør føres jevnlig tilsyn og eventuelle begynnende erosjonsskader bør utbedres.

Det er planlagt 16 nye hyttetomter i planendringen. Disse kan føre til økt avrenning på grunn av økt andel tette flater og raskere avrenning.

Det er gitt overordnede føringer for overvannshåndtering for nye utbyggingsområder. Overvann fra planområdet skal håndteres tilstrekkelig internt, samt på en slik måte at nedstrøms områder ikke får økt ulempe. Takvann skal ledes direkte ut i terreng. Tette flater skal reduseres i størst mulig grad for å sikre lokal infiltrasjon av mindre nedbør

Krav til fordrøyning vil avhenge av det enkelte utbyggingsfeltets plassering i nedbørfeltet. Der man kan slippe overvann åpent ut til Stubberudbekken anses det ikke som nødvendig med fordrøyende tiltak da utbyggingen fører til neglisjerbar økning i vannføring sammenlignet med dimensjonerende flom. Ved utbygging som ikke ligger i direkte tilknytning til vassdragene, må økt avrenning fra utbyggingen fordrøyes.

## Innhold

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Innledning .....</b>  | <b>6</b>  |
| 1.1      | Forord .....   | 6         |
| 1.2      | Bakgrunn .....   | 6         |
| 1.3      | Mål .....  | 6         |
| 1.4      | Kartleggingsområdet .....  | 6         |
| 1.5      | Forbehold .....  | 7         |
| <b>2</b> | <b>Regelverk og krav .....</b>   | <b>8</b>  |
| 2.1      | Flom .....   | 8         |
| 2.1.1    | Lovverket .....  | 8         |
| 2.1.2    | Krav til sikkerhet mot flom i TEK17 .....  | 8         |
| 2.1.3    | Aktuelle krav .....  | 8         |
| 2.2      | Overvann .....   | 9         |
| 2.2.1    | Lovverket .....  | 9         |
| 2.2.2    | Statlig planretningslinje (SPR) for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning ..... | 10        |
| 2.2.3    | Kommuneplanens arealdel .....  | 10        |
| 2.2.4    | VA-norm Øyer kommune .....   | 11        |
| 2.2.5    | Overordnet strategi for overvannshåndtering .....  | 11        |
| <b>3</b> | <b>Metode for flomfarevurdering og data .....</b>  | <b>12</b> |
| 3.1      | Valg av metode .....   | 12        |
| 3.2      | Tidligere utredninger i nærheten .....   | 12        |
| 3.3      | Data for observerte flommer og kalibreringsdata .....                                    | 12        |
| 3.4      | Oppsummering og resultater fra befaring .....  | 12        |
| 3.5      | Beskrivelse av bekkeløp .....  | 15        |
| 3.6      | Terrengmodell .....  | 16        |
| 3.6.1    | Topografiske data og eventuelle oppmålinger .....  | 16        |
| 3.6.2    | Dreneringslinjer og lavpunkter i planområdet .....                                       | 16        |
| 3.7      | Grunnforhold og infiltrasjon .....   | 17        |
| <b>4</b> | <b>Flomberegning .....</b>   | <b>19</b> |
| 4.1      | Metode .....   | 19        |
| 4.2      | Beskrivelse av nedbørfelt .....  | 19        |
| 4.3      | Flomfrekvensanalyse .....  | 20        |
| 4.3.1    | Målestasjoner .....  | 20        |
| 4.3.2    | Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-NIFS) .....   | 20        |
| 4.4      | Nedbør-avløpsmetoder .....   | 21        |
| 4.4.1    | PQRUT .....  | 21        |
| 4.4.2    | Den rasjonale metode .....   | 21        |
| 4.5      | Klimaframskrivninger .....   | 22        |
| 4.6      | Vurdering av resultater .....  | 22        |
| 4.7      | Fordeling av vannføring i kritisk punkt .....  | 22        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 4.8       | Dimensjonerende vannføring .....  | 23        |
| 4.9       | Klassifisering av det hydrologiske datagrunnlaget for flomberegningen ..... | 23        |
| <b>5</b>  | <b>Hydrauliske beregninger .....</b>  | <b>24</b> |
| 5.1       | Modellvalg .....  | 24        |
| 5.2       | Oppsett av modell.....  | 24        |
| 5.2.1     | Terrengmodell og modelloppsett .....  | 24        |
| 5.2.2     | Konstruksjoner .....  | 26        |
| 5.3       | Kalibrering og tilpasning av modell.....                                    | 26        |
| 5.4       | Modellering av dimensjonerende flommer .....                                | 26        |
| 5.5       | Følsomhetsanalyser .....  | 28        |
| 5.6       | Klassifisering av hydraulisk modell .....                                   | 28        |
| 5.7       | Sikkerhetspåslag .....  | 28        |
| <b>6</b>  | <b>Andre farer i vassdraget.....</b>  | <b>30</b> |
| 6.1       | Tilstopping og vann på avveie .....   | 30        |
| 6.2       | Erosjon og massetransport.....  | 30        |
| 6.2.1     | Erosjonsfare .....  | 30        |
| 6.2.2     | Massetransport.....   | 31        |
| 6.3       | Isproblematikk .....  | 31        |
| <b>7</b>  | <b>Flomfare.....</b>  | <b>32</b> |
| 7.1       | Faresoner for flom .....  | 32        |
| 7.2       | Risikoreduserende tiltak.....   | 33        |
| <b>8</b>  | <b>Metode for overvannsberegninger .....</b>                                | <b>34</b> |
| 8.1       | Strategi og prinsipper for lokal overvannshåndtering .....                  | 34        |
| 8.1.1     | Trinn 1: Infiltrasjon .....   | 34        |
| 8.1.2     | Trinn 2: Fordrøyning.....   | 34        |
| 8.1.3     | Trinn 3: Flomveier .....  | 34        |
| 8.2       | Den rasjonale formel.....   | 35        |
| 8.2.1     | Nedbørstatistikk.....   | 35        |
| 8.2.2     | Avrenningskoeffisienter .....   | 35        |
| 8.3       | Beregning av fordrøyningsvolum.....   | 35        |
| <b>9</b>  | <b>Overordnet plan for overvannshåndtering .....</b>                        | <b>36</b> |
| 9.1       | Beskrivelse av planlagte tiltak .....                                       | 36        |
| 9.2       | Vurdering av konsekvenser ved utbygging .....                               | 37        |
| 9.3       | Nødvendig fordrøyningsvolum og mulig plassering .....                       | 37        |
| 9.4       | Flomveier .....   | 38        |
| <b>10</b> | <b>Resultater og konklusjon.....</b>  | <b>39</b> |
| 10.1      | Dimensjonerende vannføring .....  | 39        |
| 10.2      | Faresoner for flom .....  | 39        |
| 10.3      | Sikkerhet mot erosjon .....   | 39        |
| 10.4      | Risikoreduserende tiltak.....   | 39        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 10.5      | Anbefalinger for håndtering av overvann .....          | 40        |
| 10.6      | Forslag til bestemmelser i reguleringsplanen .....     | 41        |
| <b>11</b> | <b>Referanser .....</b>                                | <b>42</b> |
|           | <b>Vedlegg A: Beregning av fordrøyningsvolum .....</b> | <b>43</b> |
|           | <b>Vedlegg B: Flomsonekart .....</b>                   | <b>45</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

Det arbeides med en endring av reguleringsplan for Hafjell panorama og Tobiasgruva i Øyer kommune. Første reguleringsplan for området ble vedtatt i 1990, og området består i dag i stor grad av fritidsboliger. Formålet med reguleringsendringen er å fortette med noen nye hyttetomter samt å omregulere områder til å samsvare med dagens bruk. Overvann fra nye utbygginger innenfor planområdet skal håndteres lokalt, samt på en slik måte at nedstrøms områder ikke får økt ulempe.

Kartleggingsområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for flom der Stubberudbekken og Bjørgebekken utgjør potensielle flomfarer. Kommunen har stilt krav om en helhetlig flom- og overvannsvurdering for området.

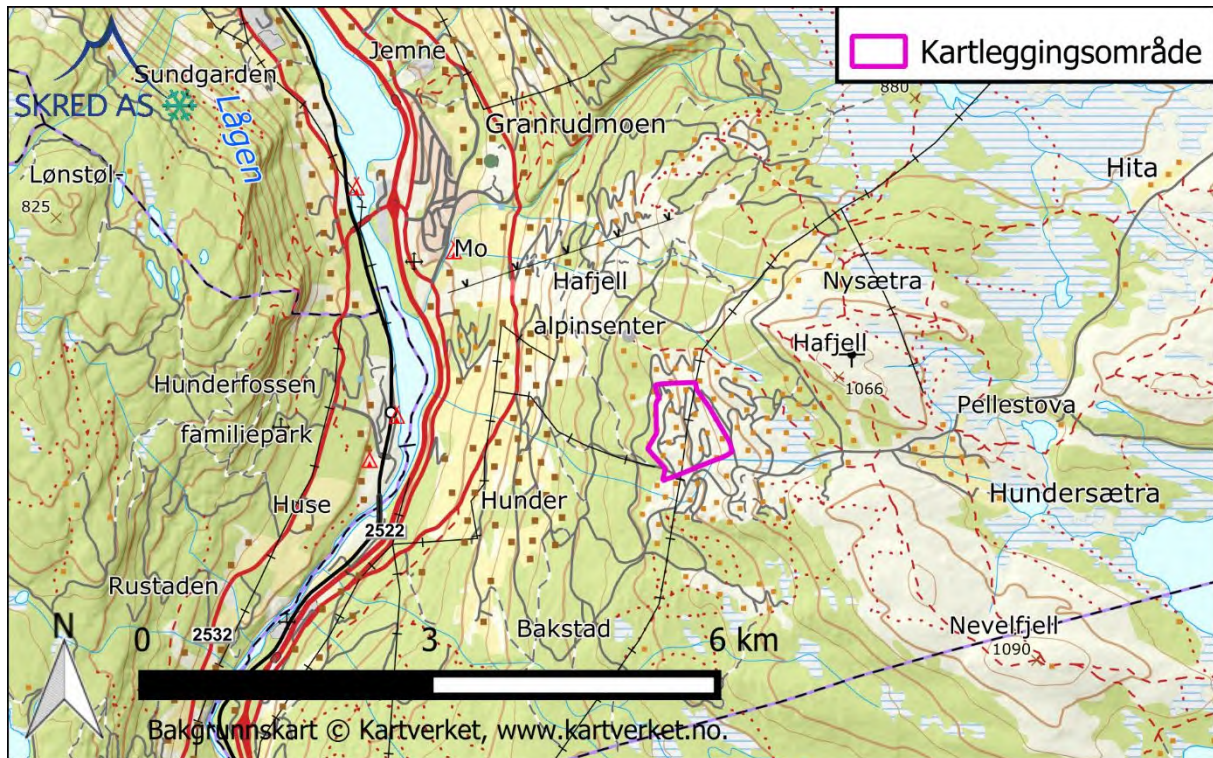
## 1.3 Mål

Oppdraget omfatter vurdering av flomfare i henhold til TEK 17 § 7-2 for følgende sikkerhetsklasser med tilhørende årlige sannsynligheter: F1 (1/20) og F2 (1/200).

## 1.4 Kartleggingsområdet

Kartleggingsområdet ligger 1,5 km vest for Hafjelltoppen i Øyer kommune. Beliggenheten til kartleggingsområdet er vist på Figur 1.

•



Figur 1: Beliggenheten til kartleggingsområdet, ved Hafjell i Øyer 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 Flom

#### 2.1.1 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.»*

#### 2.1.2 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.

#### 2.1.3 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 F1 og F2 for planlagt tiltak.



## 2.2 Overvann

### 2.2.1 Lowerket

Plan- og bygningsloven § 28-10 stiller krav om håndtering av overvann:

*«Tiltakshaver skal gjennomføre tiltak slik at overvann i størst mulig grad infiltreres eller fordrøyes på eiendommen. Forsvarlig avledning skal sikres og opparbeides så langt det er nødvendig. Første og andre punktum gjelder så langt ikke annet er bestemt i arealplan.*

*Kommunen kan avslå tiltak som ikke oppfyller kravene i første ledd.»*

I TEK17 § 15-8 (sist endret 1. januar 2024) stilles det krav til at overvann skal håndteres lokalt:

- 1. «Løsninger for infiltrasjon, fordrøyning og avledning av overvann skal til sammen dimensjoneres for nedbør med klimajustert 100-års gjentaksintervall, så langt ikke annet er bestemt i arealplan.»*
- 2. «Drensvann skal i størst mulig grad infiltreres eller på annen måte håndteres lokalt. Avledning av drensvann skal skje slik at det ikke oppstår oversvømmelse eller andre ulemper ved dimensjonerende regnintensitet.»*
- 3. Byggverk skal sikres mot oversvømmelse som følge av høy vannstand eller overtrykk i avløpsledning. Sjenerende lukt skal ikke forekomme.*

Andre relevante lover er blant annet vannressursloven, naturmangfoldloven og Grannelova, gjengitt under:

- Vannressursloven § 7

*«Utbygging og annen grunnutnytting bør fortrinnsvis skje slik at nedbøren fortsatt kan få avløp gjennom infiltrasjon i grunnen. Vassdragsmyndigheten kan gi pålegg om tiltak som vil gi bedre infiltrasjon i grunnen, dersom dette kan gjennomføres uten urimelige kostnader.»*

- Naturmangfoldloven §10

*«En påvirkning av et økosystem skal vurderes ut fra den samlede belastning som økosystemet er eller vil bli utsatt for.»*

- Grannelova § 2

*«Ingen må ha, gjera eller setja i verk noko som urimeleg eller uturvande er til skade eller ulempe på granneeigedom. Inn under ulempe går òg at noko må reknast for farleg.»*

## 2.2.2 Statlig planretningslinje (SPR) for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning

*4.1 «Ved planlegging av nye områder for utbygging, fortetting og transformasjon, skal det vurderes hvordan hensynet til et endret klima kan ivaretas. Det bør legges vekt på gode helhetlige løsninger, som også kan bidra til økt kvalitet i uteområder.*

*Planer skal ta hensyn til behovet for åpne vannveier, overordnede blågrønne strukturer, og forsvarlig overvannshåndtering. Naturbaserte løsninger, eksisterende (våtmarker, naturlige bekker mv.) eller nye (grønne tak og vegger, kunstige bekker og basseng mv.) bør vurderes. Dersom andre løsninger velges, skal det begrunnes hvorfor naturbaserte løsninger er valgt bort.»*

### 2.2.3 Kommuneplanens arealdel

Kommunedelplan for Øyer Sør ble sist vedtatt i 2007. Planen er under revisjon, og ble lagt ut på høring i oktober 2022 med høringsfrist i januar 2023. Det er ikke gitt bestemmelser relatert til overvann i gjeldende kommunedelplan (Øyer Sør), men i kommuneplanens arealdel (2018-2028) er det gitt følgende bestemmelser og retningslinjer om overvann:

*«1.16 Overvann (PBL § 11-9, nr. 3)*

*A. Ved bygging av skogsbilveger og ved håndtering av overflatevannutbyggingsområder, skal det tas hensyn til flom- og skredfare.*

*B. Kjøreskader i terreng etter skogsdrift skal utbedres, for å unngå at de lager nye vannveger.*

*C. Ved planlegging og oppføring av ny bebyggelse og/eller større ombygginger/rehabiliteringer, er hovedprinsippet at overvann skal håndteres lokalt, dvs. på egen grunn ved infiltrasjon, ved fordrøyning eller på annen måte.*

*D. Reguleringsplaner skal redegjøre for håndteringen av overvann.*

Retningslinjer:

*a) Ved fortetting og planlegging av nye bebyggelsesområder, planlegging av gater/veger, eller endringer av eksisterende forhold, skal overvannshåndtering vies ekstra oppmerksomhet. Bruk av gater, vegger, parkeringsplasser, grøntanlegg eller overflatebassenger til fordrøyning på overflate skal utredes. Det må i denne sammenheng vurderes evakueringsløp (vannveger) på overflaten slik at vannet i ekstreme situasjoner kan ledes videre til resipient eller annet uten at skade oppstår.»*

#### 2.2.4 VA-norm Øyer kommune

VA-normen til Øyer kommune (2022) har følgende bestemmelse knyttet til Transportsystem – Overvann:

##### «7.2 Beregning av overvannsmengder

*Ved beregning av overvannsmengder skal det benyttes gjentaksintervall utfra Tek17s sikkerhetsklasser i de fleste tilfeller gjelder et gjentaksintervall på 200 år. IVF-kurve for Lillehammer skal brukes og det skal legges til 40 % klimapåslag. IVF-kurven kan lastes ned fra Lillehammer kommune sin hjemmeside.»*

#### 2.2.5 Overordnet strategi for overvannshåndtering

Etter bestemmelsen i TEK17 skal overvann håndteres gjennom bruk av infiltrasjon, fordrøyning og avledning, jf. pbl. § 28-10 første ledd. Dette omtales gjerne som tretrinnsstrategien for overvann, illustrert i Figur 2. Normale nedbørmengder skal forsinkes eller forhindres ved infiltrasjon, større nedbørhendelser skal fordrøyes med begrenset påslipp til ledningsnett eller vassdrag. Når nedbørmengden overstiger kapasiteten for infiltrasjon og fordrøyning, må overvannet avledes i flomveier til trygg resipient, som oftest til sjø eller vassdrag.



Figur 2: Illustrasjon av treleddsstrategien fra veilederen til TEK17 (DiBK, 2023).

## 3 Metode for flomfarevurdering og data

### 3.1 Valg av metode

Bekkene forventes å kunne utgjøre en reell flomfare for kartleggingsområdet, så det blir 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

Norconsult har tidligere kartlagt bekkene i forbindelsen med Sårbarhetsvurdering av bekker i Øyer Sør (Norconsult AS, 2022) på oppdrag for Øyer kommune.

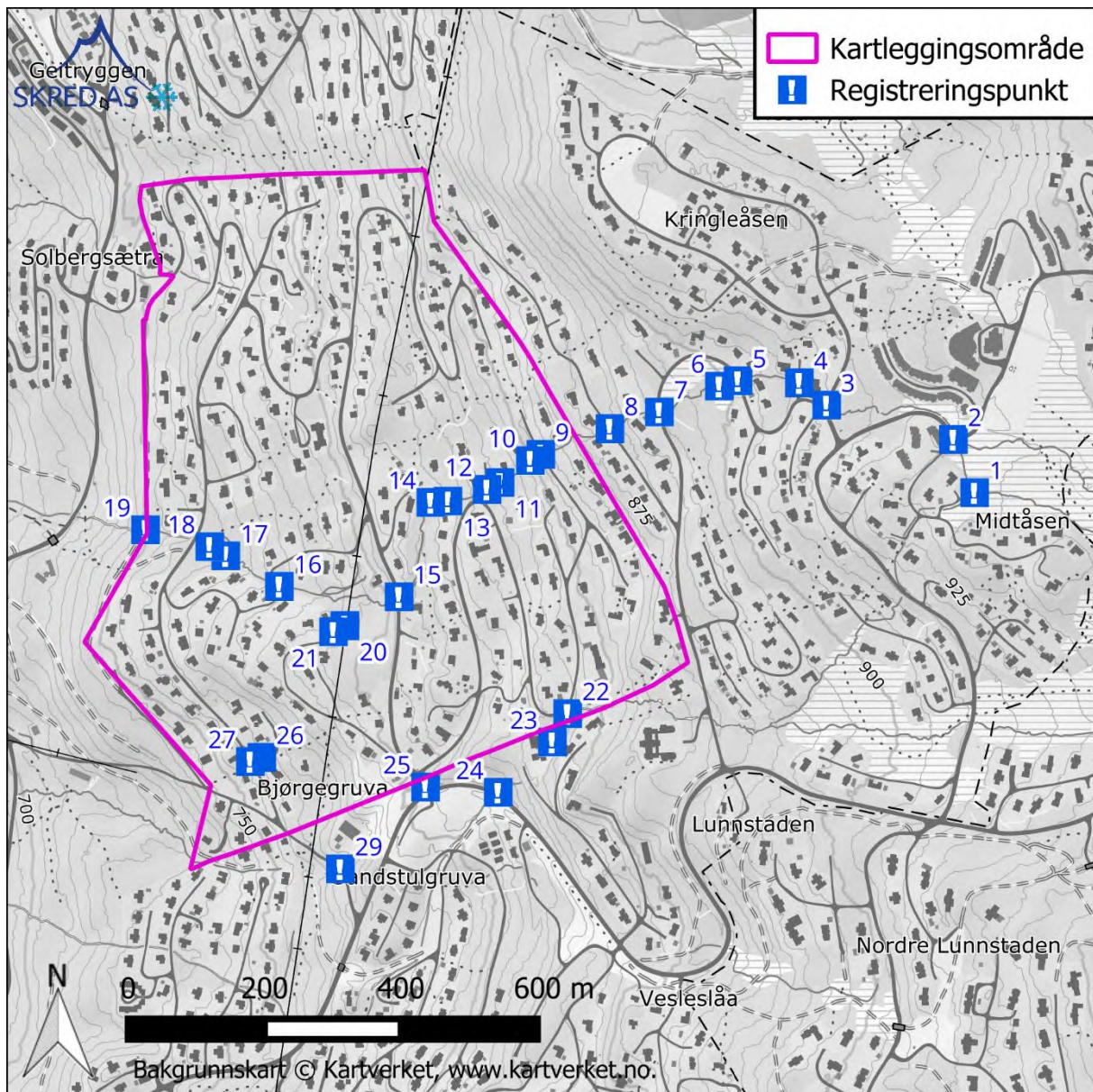
### 3.3 Data for observerte flommer og kalibreringsdata

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 Oppsummering og resultater fra befaring

Befaring i området ble utført 16. august 2024 av Ingvild Brekke, Skred AS. Det var oppholdsvær under befaringsa, men vått i terrenget og relativt god vannføring. Det hadde regnet relativt kraftig dagen før. Ved målestasjonen *12710 Lillehammer – Nordsetervegen høydebasseng* (562 moh. og 9 km sør for kartleggingsområdet) ble det registrert 34 mm 15. august. Registeringer ble gjort til fots. Registeringer fra befaring er vist i registreringskartet i Figur 3 og Tabell 2.





Figur 3: Registreringskart fra befaringen. Forklaring til punktene er gitt i Tabell 2.

Tabell 2: Beskrivelse av registreringer gjort i felt.

| Reg.-punkt | Beskrivelse   |
|------------|---|
| 1          | Bekkeløpet til Bjørgebekken er omtrent 80 cm bred, men med liten overhøyde mot nord. Vann kan fordele seg mot både Bjørgebekken (sørover) og Stubberudbekken (nordover).    |
| 2          | 800 mm stikkrenne med 0,4 meter overhøyde. Mye kratt rett oppstrøms, så sannsynlig med tilstopping av røret. Flomveien vil følge Lunnstadmyrvegen nedover                   |
| 3          | To 500 mm-stikkrenner med 0,2 meter overhøyde. Middels sannsynlig med tilstopping pga. kratt. Flomveien vurderes å gå rett over veien.                                      |
| 4          | 800 mm-stikkrenne med 0,2 meter overhøyde. Lite vegetasjon etter utløpet fra forrige stikkrenne, så lite sannsynlig med tilstopping pga. drivgods. Flomvei rett over veien. |
| 5          | 800 mm-stikkrenne med 0,2 meter overhøyde. Flomveien går trolig rett over veien, men noe kan dra nordover langs veien.  |

| Reg.-punkt | Beskrivelse   |
|------------|---|
| 6          | Selve bekkeløpet er omtrent 0,8 x 0,2 meter, og ellers er det ikke definert i terrenget. Mye vierkratt langs bekken.  |
| 7          | 1000 mm-stikkrenne uten overhøyde. Middels sannsynlig med tilstopping. Flomveien forventes å dra sørover langs Vardvegen.   |
| 8          | 1000 mm-stikkrenne med 0,4 meter overhøyde. Det har lagt seg små steinblokker nederst i stikkrenna, og det er forholdsvis sannsynlig at drivgods også kan bidra til tilstopping. Flomveien går rett over veien. |
| 9          | 800 mm-stikkrenne med 0,5 meter overhøyde med frontmur. Vannet har veldig høy hastighet inn i stikkrenna, og sannsynlig med tilstopping. Flomvei rett over.   |
| 10         | Bekkeløpet er omtrent 2 meter dypt og 2 meter bredt med skrenter og store steinblokker på begge sider. Mindre steinblokker i bunnen. Lite til inngot potensiale for erosjon.                                    |
| 11         | Bekkeløpet er omtrent 1 x 1 meter stort, og det er fremdeles store steinblokker langs løpet.  |
| 12         | 1000 mm-stikkrenne med 0,5 meter overhøyde mot grusvei. Flomveien følger trolig veien sørover og videre vestover langs Bjørgefallet.  |
| 13         | Bekkeløpet er omtrent 1,5 x 1,5 meter stort, og med steinblokker i bunnen og langs sidene.  |
| 14         | Bekken er trolig lagt om, og renner i et åpent 1000 mm rør. Vollen vest for punktet forventes å fange opp alt vann som var i bekken ved den forrige vegkryssinga.   |
| 15         | 1000 mm-stikkrenne med 0,3 meter overhøyde. Flomveien er diffus, og forventes å gå over veien ved eller innen 50 meter sør for stikkrenna.  |
| 16         | 1000 mm-stikkrenne uten overhøyde. Flomveien forventes å følge veien 20 meter nordover før det drar ned i terrenget og tilbake mot bekken.  |
| 17         | Kun 20 cm overhøyde på begge sider av bekkeløpet i forhold til vannstand på befarings, så mulig at vannet vil spre seg utover her.  |
| 18         | 900 mm-stikkrenne uten overhøyde. Litt diffus flomvei, men vil trolig samles og dra over veien omtrent ved stikkrenna.  |
| 19         | Basseng for masseavlagring (?) som på befarings hadde et dykket innløp. Flomveien følger skiløypa sørover i omtrent 50 meter før det drar over og ned i terrenget.  |
| 20         | Flomveien herfra nordover påvirker ikke hytta 20 meter lenger vest, og renner ut i bekken 50 meter nedstrøms.   |
| 21         | Mulig at denne flomveien kan gå mot hytta i nordvest. Aktuelt å avskjære mot flomveien lenger nord?   |
| 22         | Bekkeløpet er omtrent 2 x 2 meter med steinblokker. Veien i nord ligger minst 2 meter høyere enn bunn bekk.   |
| 23         | Bekkelukking under hytte. Flomveien forventes å gå øst for hytta, men mulig at noe også vil dra på nordsiden.   |
| 24         | Minst 800 mm-stikkrenne med 0,8 meter overhøyde. Godt utformet front- og vingemur. Flomveien forventes å følge veggrøfta nedover.   |
| 25         | Basert på forventet hastighet på vannet i nordre veggrøft langs Hudnersætervegen, forventes vannet å dra rett over og ut i terrenget vest for Gruvegen, ikke nordover som avrenningsanalysen viser.             |
| 26         | Vannspor på veien   |
| 27         | Diffus flomvei, men vannet forventes å dra ned fra veien her eller inntil 50 meter lenger sør.  |
| 29         | Vannspor på veien, og ned i terrenget.  |



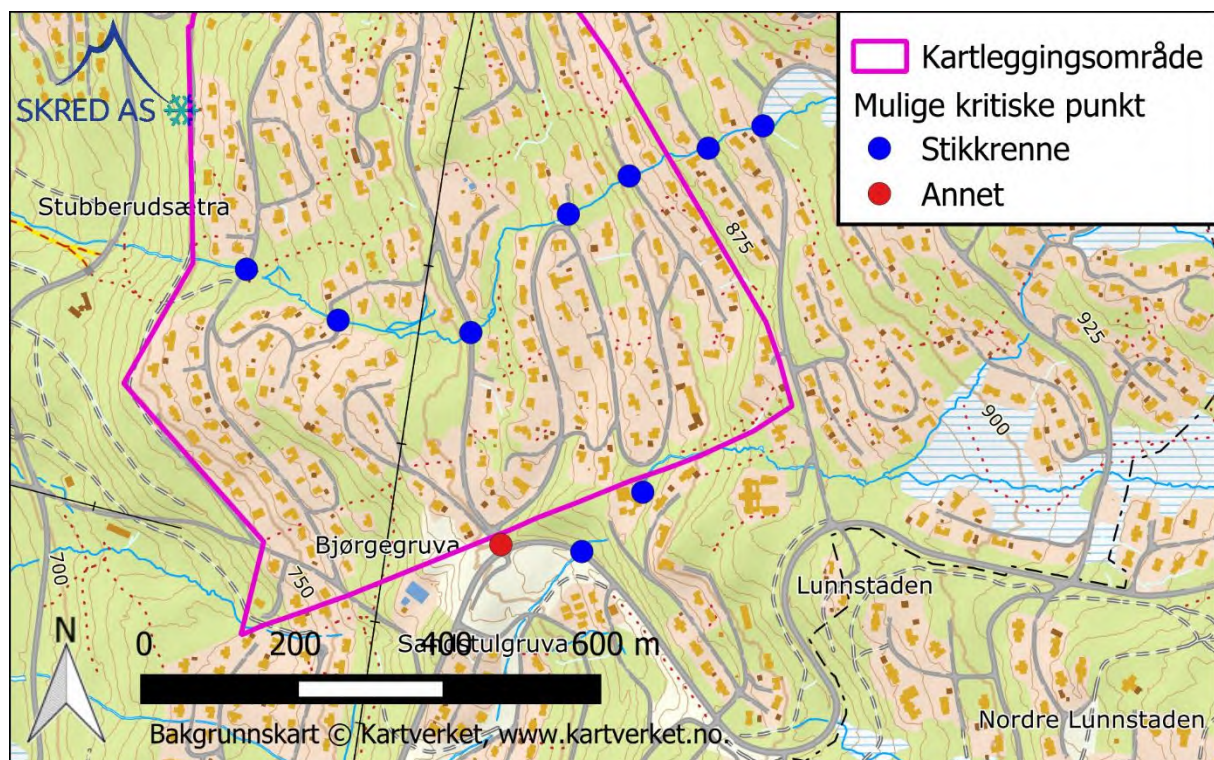
### 3.5 Beskrivelse av bekkeløp

Oppstrøms kartleggingsområdet har Stubberudbekken et tidvis lite definert bekkeløp med mye vierkratt. Gjennom kartleggingsområdet er terrenget brattere, og bekkeløpet mer definert. Størrelsen på bekkeløpet varierer fra omtrent 1 x 1 meter opp til omtrent 2 x 2 meter i et definert søkk. Gjennom kartleggingsområdet består også bunnen og sidene langs bekken i stor grad av små og store steinblokker. Bekken vurderes å være lite utsatt for erosjon på grunn av størrelsen på steinblokkene. Det ble ikke observert erosjon på befaring, og svært begrenset grad av massetransport.

I kartleggingsområdet passerer bekken fem veger gjennom korrugerte stålrør på 800-1000 mm. Noen hadde god frontmur, men de fleste hadde skråskjært utstikkende innløp. Terrenget er bratt, så alle vurderes å være innløpskontrollerte. For flere av stikkrennene ble flomveien vurdert å dra rett over vegen, men for andre så vil vannet følge vegen nedover.

Bjørgebekken svinger så vidt innom lengst sørøst i kartleggingsområdet. Her er bekkeløpet stort (omtrent 2 x 2 meter) og godt definert. I likhet med Stubberudbekken er det mye store steinblokker i og ved bekkeløpet som gjør at erosjonsfaren vurderes som svært liten. Rett utenfor (nedstrøms) kartleggingsområdet er det flere kritiske punkter som kan gjøre at vann drar på avveie langs Hundersætervegen og til krysset Hundersætervegen x Gruvevegen (x Bjørgefallet). Herfra kan vann på avveie dra inn igjen i kartleggingsområdet.

Figur 4 viser et oversiktskart over området.



Figur 4: Oversiktskart over kartleggingsområdet, Stubberudbekken i nord og Bjørgebekken i sør.



## 3.6 Terrengmodell

### 3.6.1 Topografiske data og eventuelle oppmålinger

Nasjonal digital høydemodell (Innlandet laser 2023) med horisontal oppløsning på 1 x 1 meter er benyttet. Høyden på bekkeløpet og terrenget rundt ble målt inn med CPOS-GPS ved det kritiske punktet (registeringspunkt 1).

Alle høyder i rapporten er oppgitt i høydesystem NN2000.

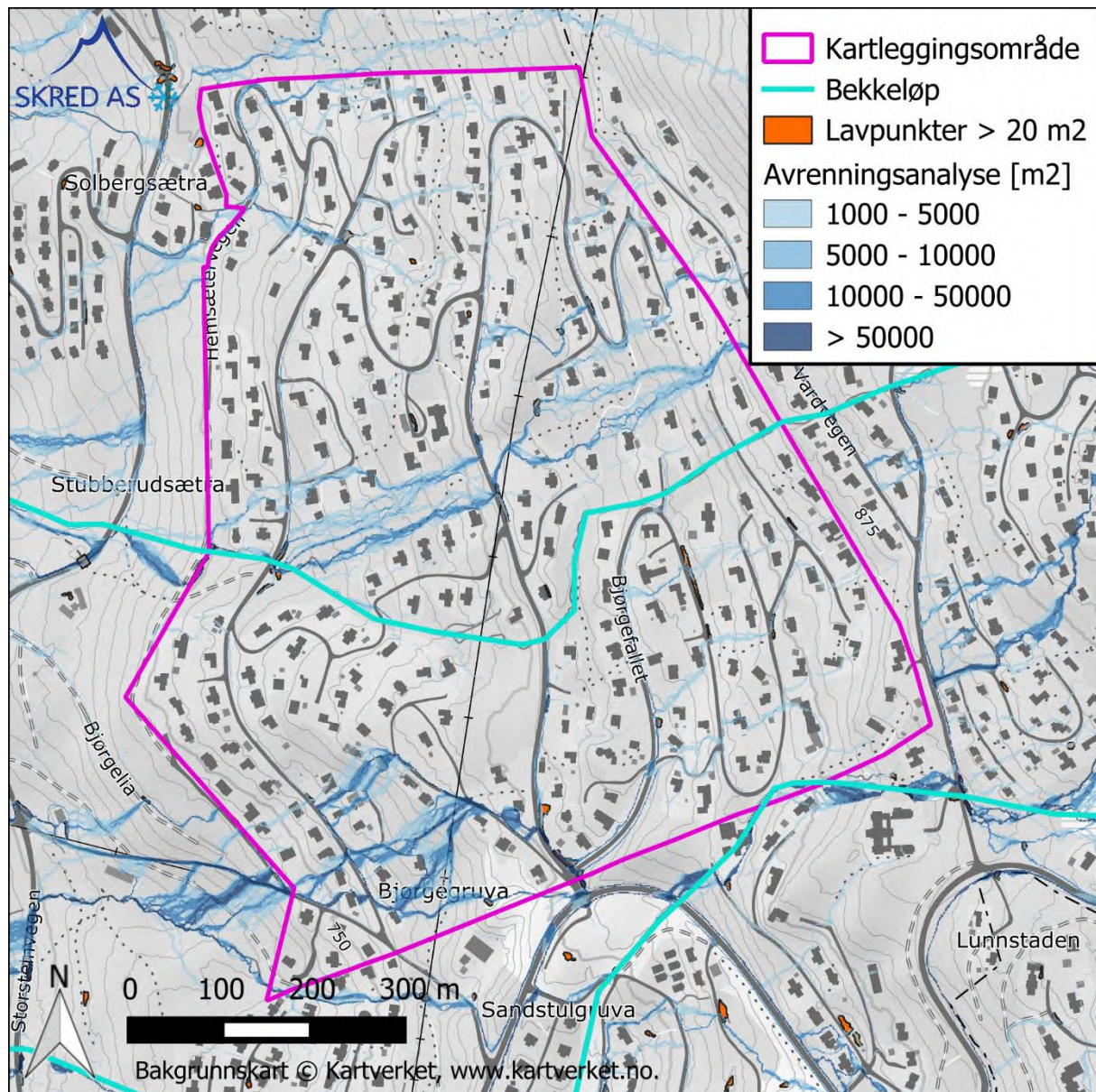
### 3.6.2 Dreneringslinjer og lavpunkter i planområdet

Det er utført en GIS-analyse av terrengmodellen for å generere dreneringslinjer og lavpunkter, både med enkelt- og flerstrømningsanalyse (D8 og MFD). Metodikken er blant annet beskrevet i Bratlie (2015).

De identifiserte dreneringslinjene representerer en situasjon med tette stikkrenner. Avrenningsanalysen viser at det går noen store dreneringslinjer gjennom kartleggingsområdet, og flere mindre linjer.

Det er også utført terrengeanalyse for å identifisere lavpunkter med en dybde større enn 10 cm og utstrekning større enn 20 m<sup>2</sup>. Analysen viser at det er få lavpunkter i kartleggingsområdet, og at de som finnes i stor grad er i tilknytning til vegger. Det er ingen lavpunkter i de planlagte nye hyttetomtene.

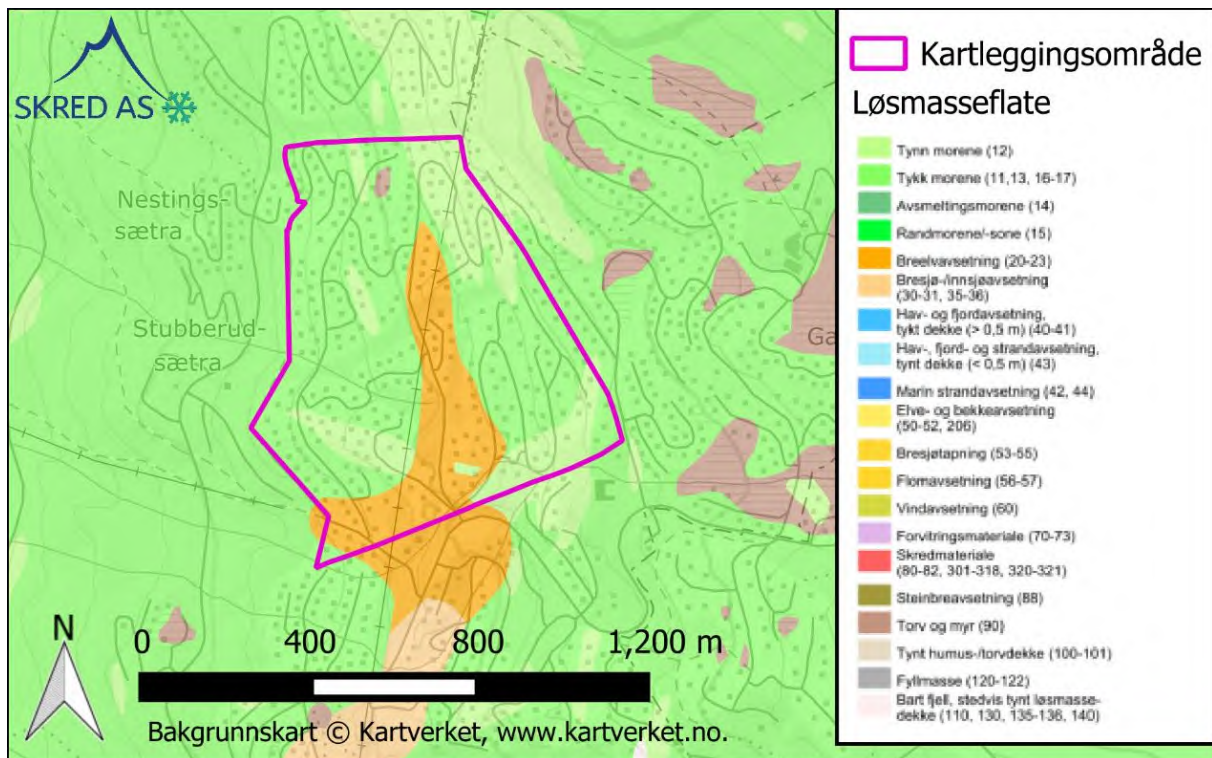
Figur 5 viser identifiserte dreneringslinjer med tilrenningsfelt større enn 0,1 ha og lavpunkter.



Figur 5: Identifiserte dreneringslinjer (flerstrømningsalgoritme (MFD)) og lavpunkter i tilknytning til kartleggingsområdet.

### 3.7 Grunnforhold og infiltrasjon

Området består ifølge NGU sitt løsmassekart av tynn og tykk morene med innslag av glasifluvial avsetning (kartlagt i 1:50 000), se Figur 6. Området ligger over marin grense. Området med breelvavsetning har antatt godt infiltrasjonspotensial, mens områdene med tykk morene har antatt middels godt og områdene med tynn morene har antatt lite godt infiltrasjonspotensial ifølge Infiltrasjonspotensial-kartet til NGU. Terrenget i kartleggingsområdet er forholdsvis bratt, og vi forventer derfor at vannet i større grad går til avrenning fremfor infiltrasjon for dagens forhold.



Figur 6: Løsmassekart, NGU.



## 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

De vurderte bekkene har små nedbørfelt. Øvre del av begge feltene er bratte og består av snaufjell eller tynn skog. Midtpartiet er slakere og består av myrer og hyttefelt. Nedre del av begge feltene består i hovedsak an hyttefelt ispedd noe skog. Stubberudbekken har en noe høyere andel utbygde områder enn Bjørgebekken.

Feltgrensa mellom de to bekkene på Lunnstadmyra er diffus, og ifølge Norconsult AS (2022) og vår befaring er det et kritisk punkt i nedstrøms ende midt på Lunnstadmyra. Vi har derfor valgt å utføre flomberegninga i tre deler: Det som utelukkende drenerer til Stubberudbekken, utelukkende til Bjørgebekken, og det som drenerer til kritisk punkt. Vi har gjort en nærmere vurdering av fordelinga i avsnitt 4.7.

Det er et lite tjern som deler av nedbørfeltet til kritisk punkt drenerer via. Ellers er det ingen flate områder som vil bidra spesielt med naturlig flomdemping. Myrene i feltene er slakt hellende, og forutsettes å være vannmettede under en dimensjonerende hendelse. Feltene er ikke påvirket av regulering.

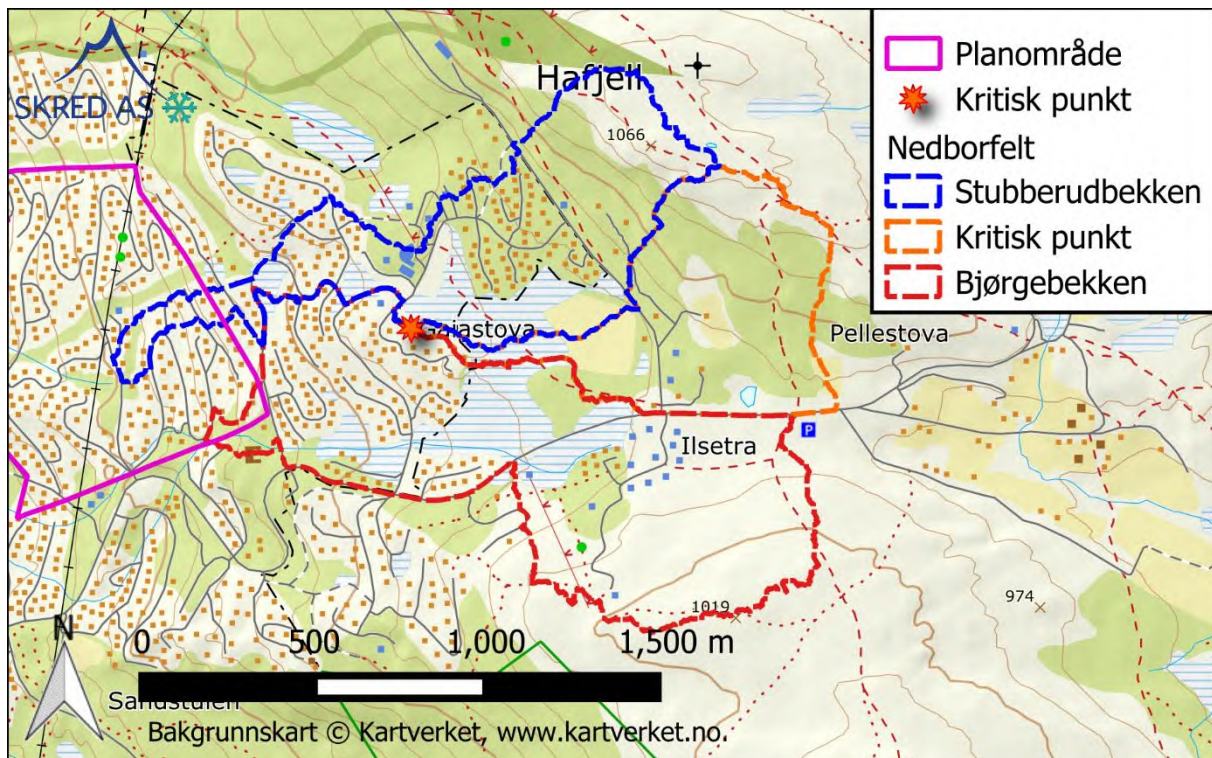
Feltgrensene er generert ved hjelp av terrengeanalyse, og verifisert ved å sammenligne med Scalgo.

Feltkarakteristika til bekkene er vist i Tabell 3 og feltgrensene er vist i Figur 7.

Tabell 3: Feltkarakteristika til de vurderte bekkene.

| Vassdrag            | Feltareal [km <sup>2</sup> ] | q <sub>N</sub> * [l/s*km <sup>2</sup> ] | Eff. sjø [%] | Hyttefelt [%] | Naturlig felt [%] | Feltlengde [km] | Høydeint. [moh.] |
|---------------------|------------------------------|---|--------------|---------------|-------------------|-----------------|------------------|
| Kun Stubberudbekken | 0,54                         | 34                                      | 0            | 40            | 60                | 1830            | 806-1066         |
| Kritisk punkt       | 0,42                         | 36                                      | 0,3          | 10            | 90                | 1260            | 931-1060         |
| Kun Bjørgebekken    | 0,86                         | 35                                      | 0            | 30            | 70                | 1800            | 840-1016         |

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



Figur 7: Feltgrensene til de vurderte bekkene ved kartleggingsområdet.

### 4.3 Flomfrekvensanalyse

#### 4.3.1 Målestasjoner

Det foreligger ingen kjente målinger av flomvannføring i de aktuelle bekkene. Det er heller ingen gode målestasjoner i nærheten med representativ feltstørrelse. Vi har derfor valgt å basere flomberegninga 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. Middelaavrenning fått fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-1990 er benyttet i i flomformelverket.

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

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

| Vassdrag               |               | Middelflom                        | Middelflom                            | Q <sub>20</sub> / | Q <sub>200</sub> / | Q <sub>20</sub>     | Q <sub>200</sub>    |
|------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
|                        |               | Q <sub>M</sub> [m <sup>3</sup> /] | q <sub>M</sub> [l/s*km <sup>2</sup> ] | Q <sub>M</sub>    | Q <sub>M</sub>     | [m <sup>3</sup> /s] | [m <sup>3</sup> /s] |
|                        | Lav (2,5 %)   | 0.3                               | 555                                   |                   |                    | 0.5                 | 0.8                 |
| <b>Stubberudbekken</b> | <b>Middel</b> | <b>0.6</b>                        | <b>1111</b>                           | <b>1.69</b>       | <b>2.69</b>        | <b>1.0</b>          | <b>1.6</b>          |
|                        | Høy (97,5 %)  | 1.2                               | 2222                                  |                   |                    | 2.0                 | 3.2                 |
|                        | Lav (2,5 %)   | 0.2                               | 526                                   |                   |                    | 0.4                 | 0.6                 |
| <b>Kritisk punkt</b>   | <b>Middel</b> | <b>0.4</b>                        | <b>1053</b>                           | <b>1.69</b>       | <b>2.69</b>        | <b>0.7</b>          | <b>1.2</b>          |
|                        | Høy (97,5 %)  | 0.9                               | 2105                                  |                   |                    | 1.5                 | 2.4                 |
|                        | Lav (2,5 %)   | 0.5                               | 535                                   |                   |                    | 0.8                 | 1.2                 |
| <b>Bjørgebekken</b>    | <b>Middel</b> | <b>0.9</b>                        | <b>1069</b>                           | <b>1.69</b>       | <b>2.68</b>        | <b>1.6</b>          | <b>2.5</b>          |
|                        | Høy (97,5 %)  | 1.8                               | 2138                                  |                   |                    | 3.1                 | 4.9                 |

## 4.4 Nedbør-avløpsmetoder

### 4.4.1 PQRUT

Bekkene har svært små nedbørfelt og rask avrenningskarakteristikk, så vi vurderer 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 km<sup>2</sup>. 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. IVF-kurven Lillehammer (Lillehammer kommune, 2019) er benyttet, som anbefalt i VA-normen (Øyer kommune, 2023).

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 bekkene (kulminasjon).

| Vassdrag        | IVF-kurve          | Areal [ha] | ARF  | Kons. tid [min] | $I_{200}$ [l/s*ha] | C-verdi | $Q_{200}$ [m <sup>3</sup> /s] |
|-----------------|--------------------|------------|------|-----------------|--------------------|---------|-------------------------------|
| Stubberudbekken | Lillehammer (2019) | 54         | 0.98 | 68              | 78.5               | 0.47    | 1.9                           |
| Kritisk punkt   | Lillehammer (2019) | 42         | 0.98 | 76              | 72.7               | 0.41    | 1.2                           |
| Bjørgebekken    | Lillehammer (2019) | 86         | 0.98 | 81              | 68.1               | 0.45    | 2.6                           |

#### 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>. Påslaget er også i tråd med Øyer kommune sin VA-norm.

#### 4.6 Vurdering av resultater

For Stubberudbekken ligger resultatet fra den rasjonale metoden noe over middelestimatet fra NIFS. For det kritiske punktet og Bjørgebekken samsvarer resultatet fra den rasjonale metoden omtrentlig med middelestimatet fra NIFS. Det virker rimelig at Stubberudbekken har litt høyere enn de to andre siden det er en høyere andel hyttefelt/utbygging i Stubberudbekken. Vi velger å vektlegge middelestimatet fra flomformelverket for det kritiske punktet og Bjørgebekken, mens middelflommen for Stubberudbekken justeres noe opp til 1200 l/s\*km<sup>2</sup>.

Resultatene fra de ulike flomberegningsmetodene er oppsummert i Tabell 6.

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

| Vassdrag        | Metode                        | $q_m$ [l/s*km <sup>2</sup> ] | $q_{200}$ [l/s*km <sup>2</sup> ] | $q_{200}$ [l/s*km <sup>2</sup> ] |
|-----------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Stubberudbekken | Formelverk for små nedbørfelt | 555 – 2220 (1110)            | 940 – 3755 (1880)                | 2050 – 8190 (2985)               |
|                 | Rasjonale formel              | -                            | -                                | 3600                             |
| Kritisk punkt   | Formelverk for små nedbørfelt | 560 – 2105 (1050)            | 890 – 3550 (1780)                | 1410 – 5650 (2830)               |
|                 | Rasjonale formel              | -                            | -                                | 2920                             |
| Bjørgebekken    | Formelverk for små nedbørfelt | 535 – 2140 (1070)            | 900 – 3610 (1800)                | 1430 – 5730 (2870)               |
|                 | Rasjonale formel              | -                            | -                                | 3010                             |

#### 4.7 Fordeling av vannføring i kritisk punkt

I Norconsult AS (2022) ble det anslått at ved høy vannføring vil 400 l/s fra kritisk punkt renne mot Bjørgebekken, mens resten vil renne mot Stubberudbekken. Vi har også vært på befaring av det kritiske punktet, og er enig i at noe av vannet kan dra mot Stubberudbekken under flom. Vi har målt høyden på terrenget i området, og fra det kritiske punktet faller terrenget rundt bekket omtrent likt mot nord og vest. Samtidig, så går selve bekkeløpet



tydelig mot vest. Vi anslår derfor at 2/3 vil dra mot Bjørgebekken og 1/3 mot Stubberudbekken.

Å fordele vannføringen fra kritisk punkt på de to bekkene kan være noe konservativt fordi konsentrasjonstiden (rasjonale metoden) trolig er lenger hvis feltene vurderes under ett og spesifikk vannføring i NIFS synker med feltareal. Samtidig, så vil nedre del av bekkene ha et restfelt i kartleggingsområdet som ikke er inkludert, og for de nedre strekningene kan effektene utligne hverandre.

#### 4.8 Dimensjonerende vannføring

Beregnet vannføring ved dimensjonerende flommer for de ulike punktene er vist i Tabell 7. Vannføringen fra kritisk punkt er fordelt med 2/3 til Bjørgebekken og 1/3 mot Stubberudbekken, som gir dimensjonerende vannføring i bekkene som beregnet i Tabell 8.

Tabell 7: Beregnet vannføring i bekkene og kritisk punkt ved dimensjonerende flom (kulminasjon).

| Vassdrag        | Feltareal [km <sup>2</sup> ] | Middelflom                         | Middelflom                            | Q <sub>20</sub> /Q <sub>M</sub> | Q <sub>20</sub> [m <sup>3</sup> /s] | 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> ] |                                 |                                     |                                  |                                      |
| Stubberudbekken | 0,54                         | 0.6                                | 1200                                  | 1.69                            | 1.1                                 | 2.69                             | 1.7                                  |
| Kritisk punkt   | 0,42                         | 0.4                                | 1050                                  | 1.69                            | 0.7                                 | 2.69                             | 1.2                                  |
| Bjørgebekken    | 0,86                         | 0.9                                | 1070                                  | 1.69                            | 1.6                                 | 2.69                             | 2.5                                  |

Tabell 8: Dimensjonerende vannføring i bekkene med og uten klimapåslag (kulminasjon) etter at vannføringen fra kritisk punkt er fordelt.

| Vassdrag        | Feltareal [km <sup>2</sup> ] | Klima-påslag | Q <sub>20</sub> [m <sup>3</sup> /s] | Q <sub>200</sub> [m <sup>3</sup> /s] |
|-----------------|------------------------------|--------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Stubberudbekken | 0,54                         | Ingen        | 1,3                                 | 2,1                                  |
| Stubberudbekken | 0,54                         | 1.4          | 1,8                                 | 2,9                                  |
| Bjørgebekken    | 0,86                         | Ingen        | 2,1                                 | 3,3                                  |
| Bjørgebekken    | 0,86                         | 1.4          | 2,9                                 | 4,6                                  |

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

Da det ikke foreligger observasjoner i eller nært vassdraget, men de valgte metodene samsvarer godt, 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 3.6. Terrengmodellen er kun justert i forbindelse med stikkrennene. Bekkeløpene forventes i deler av kartleggingsområdet å være grunnere i terrengmodellen enn i terrenget, så for enkelte strekninger kan terrengmodellen være konservativ.

Oppstrøms grensebetingelse for Stubberudbekken er plassert 300 meter oppstrøms kartleggingsområdet, oppstrøms et kritisk punkt som kan lede vann på avveie inn i kartleggingsområdet. Oppstrøms grensebetingelse for Bjørgebekken er plassert 90 meter oppstrøms kartleggingsområdet.

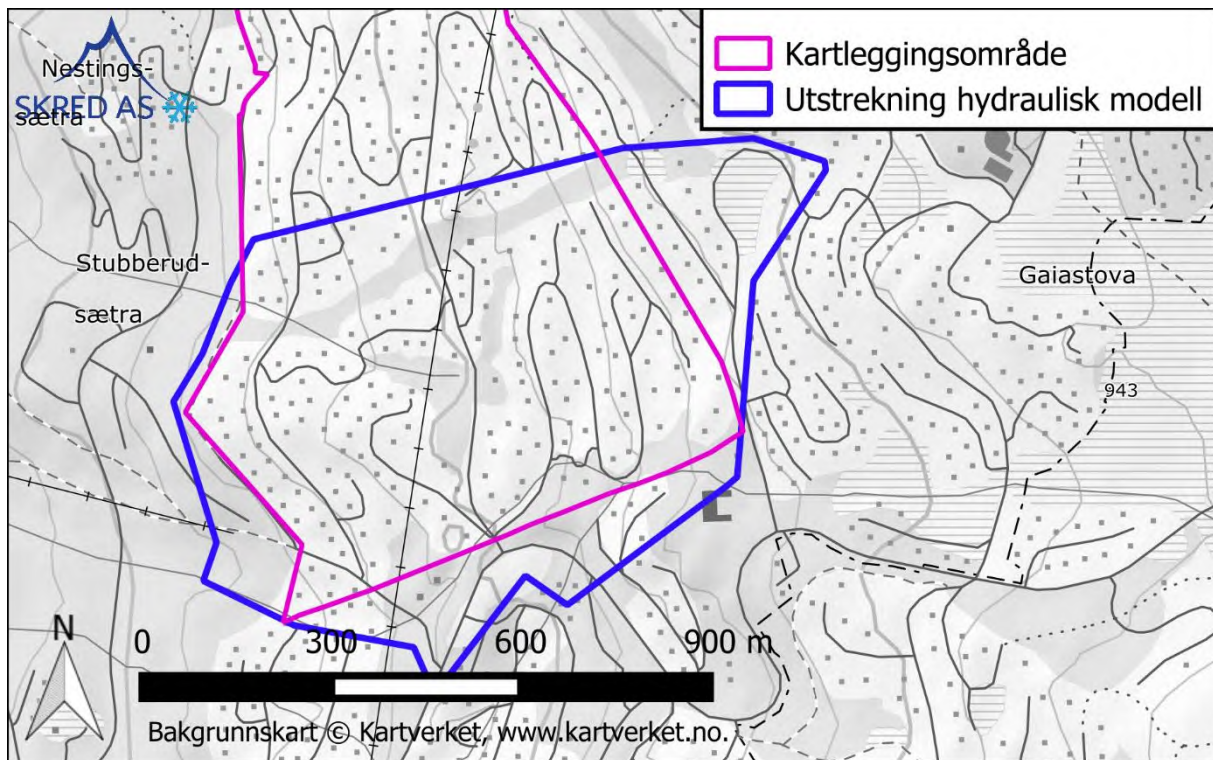
80 meter nedstrøms det kritiske punktet i myra (600 meter oppstrøms kartleggingsområdet) passerer Stubberudbekken Lunnstadmyrvegen gjennom en 800 mm-stikkrenne. På befaring ble det vurdert at vann på avveie herfra vil kunne følge Lunnstadmyrvegen nedover uten å finne tilbake til bekkeløpet. Avrenningsanalyse viser at dette vannet vil havne i Bjørgebekken rett oppstrøms kartleggingsområdet, så dette kritiske punktet er ivaretatt gjennom modelleringen av Bjørgebekken.

Nedstrøms grensebetingelser er plassert i bekkene og andre steder vann samles i flomveier nedstrøms kartleggingsområdet.

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

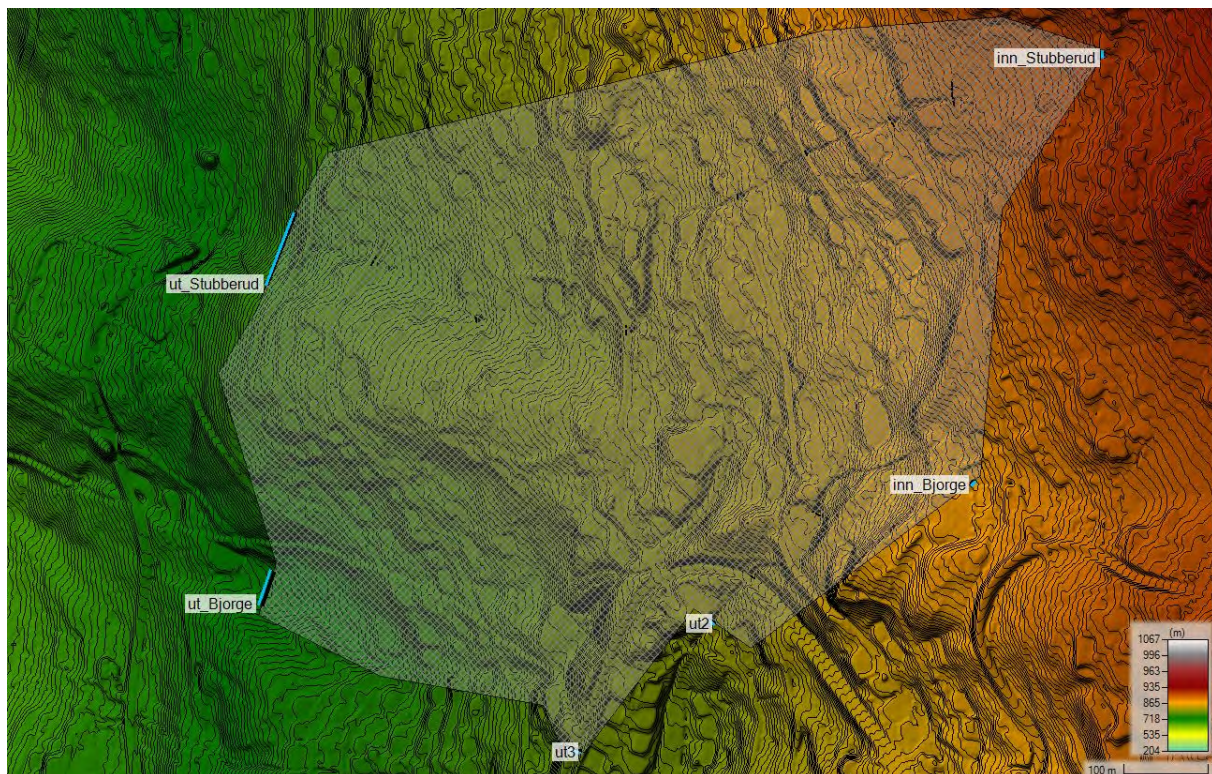
Tabell 9: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for bekkene.

| Parameter                     | Verdi  |
|-------------------------------|--|
| Oppløsning på terrengmodell   | 1 x 1 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                  | Bekk 15<br>Plen/tynn åpen vegetasjon 25<br>Skog 10<br>Grusveger ol. 50<br>Bygg 0,1 |



Figur 8: Utstrekning til hydraulisk modell.





Figur 9: Illustrasjon av terrengmodell (1 m koter), beregningsgrid og plassering av grensebetingelser.

### 5.2.2 Konstruksjoner

Stikkrennene i bekkene er lagt inn i modellen som kulverter i Hec-Ras.

Betongstikkrenner på 800 og 1000 mm med en overhøyde på  $1,2 \cdot D$  har under ideelle forhold kapasitet til henholdsvis 0,9 og 1,6 m<sup>3</sup>/s (SINTEF, 1992). Kryssingene for begge bekkene er dermed for små for både dimensjonerende 20- og 200-årsflom, og det forventes vann på avveie fra stikkrennene.

### 5.3 Kalibrering og tilpasning av modell

Modellen er verken tilpasset eller kalibrert.

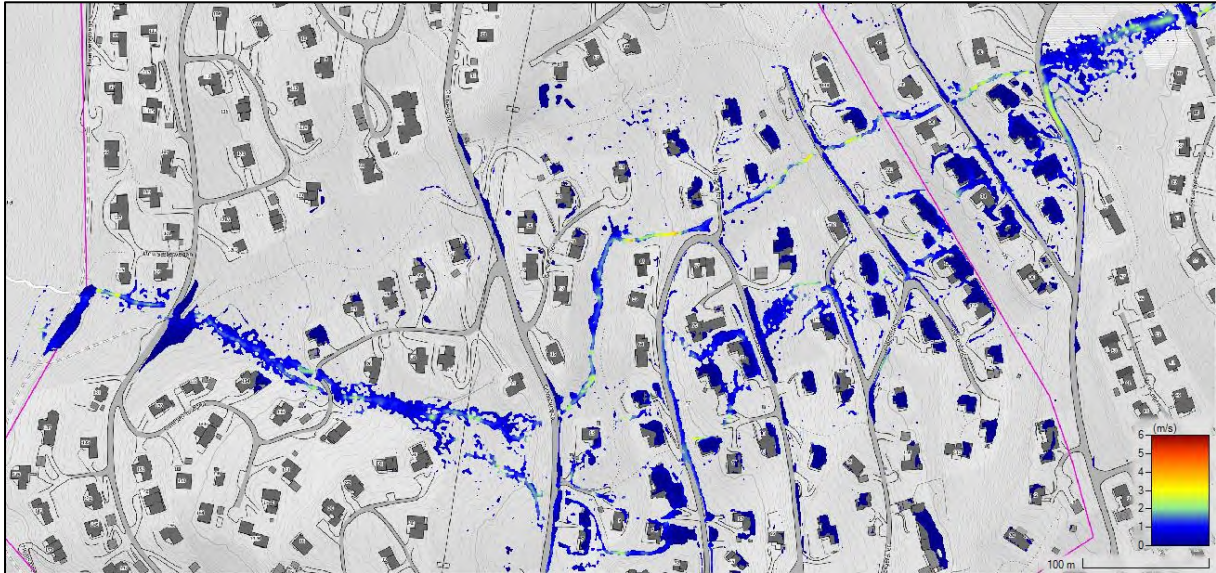
### 5.4 Modellering av dimensjonerende flommer

Modelleringen viser at mye vann drar ut av bekkeløpet ved kryssingen av Vardvegen 130 meter oppstrøms kartleggingsområdet, og at dette vannet tar flere flomveier ned gjennom kartleggingsområdet sør for Stubberudbekken. Vann drar også på avveie sørover fra Stubberudbekken fra kryssinga 170 meter inn i kartleggingsområdet (Bjørgefallet 70). Flomveiene følger adkomstveger og andre lavbrekk i terrenget. Ved Gruvevegen finner en del av vannet tilbake til Stubberudbekken. Fra kryssinga av Gruvevegen og ned resten av kartleggingsområdet holder vannet seg hovedsakelig til bekkeløpet.

Terrenget i kartleggingsområdet er brattere enn Hec-ras er programmert for (10 % helning), så det er mye cellelekkasje i modellresultatene. I fastsettelsen av faresonene er derfor modelleringen kun i begrenset grad vektlagt, mens registreringer fra befarings- og lavbrekk i

terrenget og avrenningsanalyse også er benyttet for å fastsette faresonene. Valgt metode for å legge inn bygninger (veldig høy ruhet) gjør også at bygg tilsynelatende fylles av vann selv om dette i mange tilfeller vurderes å ikke stemme.

Figur 11 viser en illustrasjon av modellert strømnings situasjon langs Stubberudbekken.



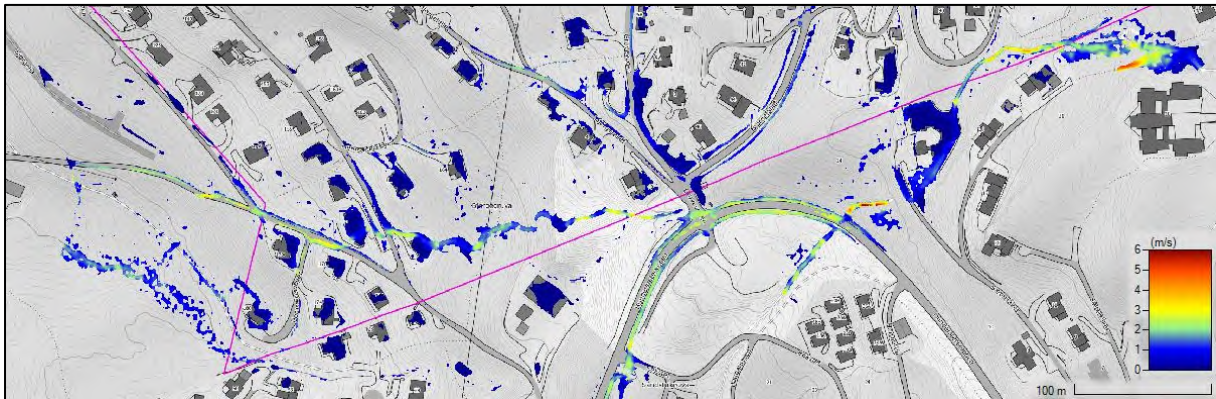
*Figur 10: Illustrasjon av modellert strømnings situasjon ved en 200-årsflom inkludert klimapåslag. Vanddybder større enn 5 cm vises.*

Bjørgebekken renner inne i kartleggingsområdet i omtrent 100 meter. For denne strekningen viser modelleringa at vannet holder seg til bekkeløpet. Videre nedover viser modelleringa at vann drar på avveie nedover Hundersætervegen og at deler av denne vannføringen drar inn i kartleggingsområdet ved krysset Gruvevegen x Bjørgefallet x Hundersætervegen. Herfra vil mesteparten av vannet dra vestover i et søkk og ned mot Hemsætervegen. Noe av vannet møter flomveiene fra Stubberudbekken og drar nordvestover langs Bjørgefallet før det drar ned i terrenget. Vannet samles til slutt i Bjørgebekken nedstrøms kartleggingsområdet.

Modellert vannhastighet er inntil 4 m/s i de bratteste partiene av bekkene, mens det i de største flomveier oppstår hastigheter på 2 m/s. I mindre flomveier er den modellerte hastigheten generelt lav, mindre enn 1 m/s.

Figur 11 viser en illustrasjon av modellert strømnings situasjon langs Bjørgebekken.





Figur 11: Illustrasjon av modellert strømnings situasjon ved en 200-årsflom inkludert klimapåslag. De grønne strekningene har raskest vannhastighet og størst vannmengde. Vandybder større enn 5 cm vises.

Modelleringsresultatene gir tilnærmet samme oversvømte område ved fremtidig 20- og 200-årsflom. Dette er ikke overraskende siden stikkrennene verken har kapasitet til 20- eller 200-årsflom. Modelleringen viser dermed at de samme flomveiene aktiveres ved 20- og 200-årsflom, dog med lavere vannføring ved 20-årsflommen.

### 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 %
- 50 % tilstopping av stikkrennene

Siden terrenget er så bratt, gir ingen av følsomhetsanalysene en økning i vannstand av betydning (1-2 cm endring). Unntaket er rett oppstrøms stikkrennene, der delvis tilstopping gir høyere vannstand. Følsomhetsanalysen viser heller ikke at nye flomløp aktiveres, slik at omfang av oversvømt areal øker nevneverdig. Modellen vurderes som lite følsom.

### 5.6 Klassifisering av hydraulisk modell

Den hydrauliske modellen er ikke kalibrert eller tilpasset, men lite følsom, så den vurderes 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 bekkene er et prosentvis påslag på vannføringen som grunnlag for vurdering av sikkerhetspåslag funnet til 50 % som vist i Tabell 10.

Tabell 10: Grunnlag for å vurdere sikkerhetspåslag som prosentvis påslag på vannføring.

|  |          |          |          |          |            |
|--|----------|----------|----------|----------|------------|
| Klassifisering av<br>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 modellering med 50 % økning i vannføring anbefales et sikkerhetspåslag på 0,1 meter.



## 6 Andre farer i vassdraget

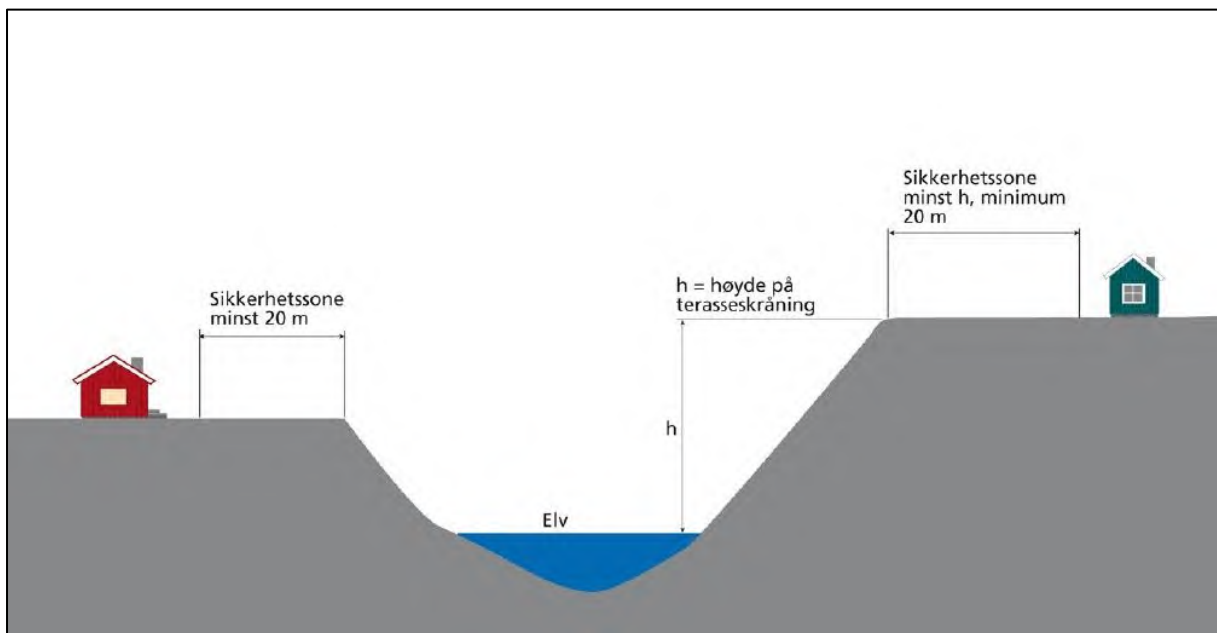
### 6.1 Tilstopping og vann på avveie

Vurderingen hensyntar mulig tilstopping og vann på avveie fra stikkrenner i og rett oppstrøms kartleggingsområdet, samt fordeling av vannføring mellom de to bekkene fra et kritisk punkt 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 (illustrert i Figur 12). Avstanden kan være mindre dersom elva eller bekkene sikres mot erosjon, og bør være større der elvekanten består av lett eroderbare masser.



Figur 12: Illustrasjon av sikkerhetssone mot erosjon (gjengitt fra TEK17 §7-2 fjerde ledd).

Det ble ikke observert pågående erosjon i bekkene under befaringa. Løsmassene langs bekkene besto i de bratteste områdene i stor grad av store steinblokker som vi forventer vil være stabile under flom.

Erosjonssikkerheten langs bekkene vurderes som tilstrekkelig for dagens situasjon. Vi anbefaler at kantvegetasjonen langs bekkene bevares, at det føres jevnlig tilsyn og at eventuelle begynnende erosjonsskader utbedres.

Grusvegene som Stubberudbekken og de største flomløpene fra bekkene vil trolig kunne få betydelige vann-/erosjonsskader under flom. Samtidig, så vurderes det ikke å utgjøre en erosjonsfare for bygg.

### 6.2.2 Massetransport

På befaring ble det i svært liten grad observert tilgjengelige løsmasser for transport langs bekkene, så massetransport forventes i liten grad å utgjøre en utfordring i de vurderte strekningene av bekkene.

### 6.3 Isproblematikk

Vi er ikke kjent med isrelaterte utfordringer i vassdragene.

## 7 Flomfare

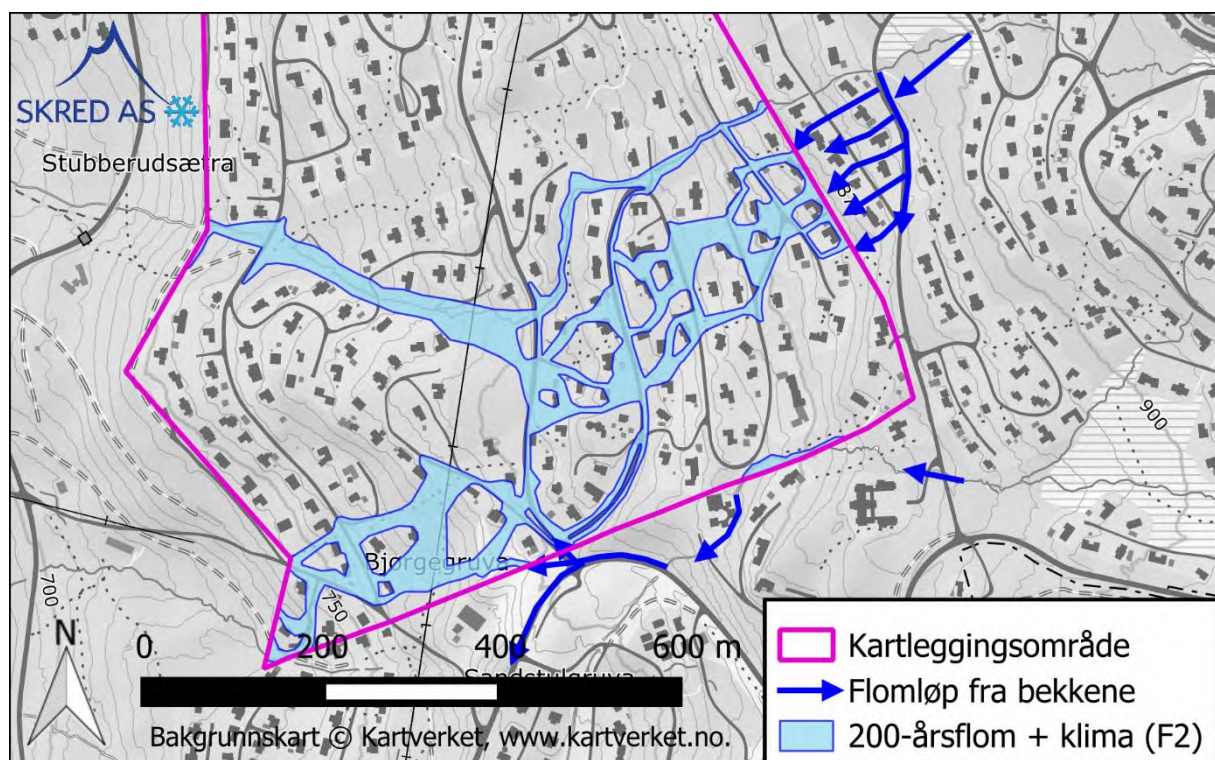
### 7.1 Faresoner for flom

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 1/20 og 1/200 i et endret klima.

Faresonen er basert på resultatene fra den hydrauliske modelleringen og GIS-analyser, som er videre er tolket ut fra observasjoner på befaring. Stikkrennene i bekkene har ikke kapasitet til verken dimensjonerende 20- eller 200-årsflom, og modelleringa viser at de samme flomløpene aktiveres ved begge vannføringer. Det er derfor lite å skille faresonen for 20- og 200-årsflom, og vi har valgt å tegne samme faresone for begge sikkerhetsklasser.

Siden terrenget er så bratt og faresonene i stor grad er tegnet basert på skjønn i kombinasjon med den hydrauliske modelleringa og GIS-analyser, ser vi det som lite hensiktsmessig å oppi koter for flomvannstand for kartleggingsområdet.

Resulterende faresone med flomløp inn mot kartleggingsområdet er vist i Figur 13, og gitt i Vedlegg B.



Figur 13: Faresone som viser områder utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 i år 2100 (sikkerhetsklasse F2) og flomløp inn mot kartleggingsområdet.

## 7.2 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 F1 eller 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.

Med ett unntak (BFR89) er de nye hyttetomtene planlagt utenfor faresoner for flom. For denne tomte kan et aktuelt, lokalt, tiltak være å avskjære vannet nordover med en grøft langs østenden av tomte. Et større tiltak for å kunne utnytte hele tomte kan være å avskjære ved å utbedre oppstrøms vegggrøft langs Gruvevegen med fall mot Stubberudbekken, og anlegge et lavbrekk på veien ved kryssinga til Stubberudbekken. Mye av vannet på avveie fra Stubberudbekken samles her, så et ev. avskjærende tiltak må dimensjoneres for 1 m<sup>3</sup>/s.

Ved bygging av tilbygg/påbygg på de fleste av de eksisterende hyttene innenfor flomfasesonen (unntak listet opp under) bør det vurderes nærmere i hvert enkelt tilfelle om flomsikkerheten er tilstrekkelig. Ut fra modellresultatene, dimensjonerende vannføring og at vannet forventes å spre seg i flere parallelle flomløp, forventer vi begrensede vannstander ved de berørte hyttene. Dersom det oppnås fall fra bygg og bygget er vanntett opp til 20 cm over bakkenivå mot tilgrensende terreng, anses flomsikkerheten som tilstrekkelig.

Enkelte hytter ligger midt i flomveiene og det vil kunne oppstå større vannstander på oppstrøms hyttevegg. Det må derfor anlegges større tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot flom. Det mest aktuelle er avskjærende grøfter/voller som leder vannet tilbake mot flomløpet. Dette må gjøres på en måte som ikke forverrer flomfaren for nedstrøms naboer, ref. granneloven. Dette gjelder Bjørgefallet 110, 121 og 124, og Hemsætervegen 161 og 168.

For å redusere risikoen ved vann på avveie kan et aktuelt tiltak være å oppdimensjonere stikkrennene og ruste opp inntakene slik at vannet i større grad holder seg i bekkeløpene.

## 8 Metode for overvannsberegninger

### 8.1 Strategi og prinsipper for lokal overvannshåndtering

I henhold til bestemmelsene i kommuneplanen og gjeldende regelverk skal overvann håndteres åpent og lokalt gjennom infiltrasjon og fordrøyning med trygge flomveier i henhold til tretrinnsstrategien. Det er også et mål at nedstrøms områder ikke skal få økt ulempe som en konsekvens av utbygginger oppstrøms. I NVE sin nye veileder for overvannshåndtering i arealplaner (NVE, 2022) anbefales det å benytte 100-års nedbør ved beregning og dimensjonering av overvannsløsninger. Dette samsvarer også med kravet gitt i TEK17 § 15-8 (1).

#### 8.1.1 Trinn 1: Infiltrasjon

Mindre nedbørhendelser skal håndteres åpent og gis mulighet for infiltrasjon og fordampning lokalt. Det er ingen eksisterende lavpunkter og myrer i de nye hyttetomtene, men vi anbefaler å bevare mest mulig naturlig terreng.

Avrenning fra tette flater ledes til permeable flater. Takvann bør ledes åpent ut til vegetasjon, eller håndteres med grønne tak. Bruk av tette flater bør reduseres.

Andre løsninger for å håndtere dagligdags nedbør er bruk av vegetasjon, trær, permeable flater, grønne tak og regnbed.

#### 8.1.2 Trinn 2: Fordrøyning

I trinn 2 skal avrenning fra større nedbørmengder fordrøyes og forsinkes før et eventuelt påslipp til ledningsnett eller resipient. Mulige løsninger her er regnbed, blågrønne tak, fordrøyningsmagasin/basseng eller oversvømmelsesareal, som for eksempel nedsenkede parkeringsplasser eller grøntområder. Flerfunksjonelle løsninger vil være hensiktsmessig, da arealene ikke skal oversvømmes i en normal nedbørsituasjon.

Fordrøyningsløsningen bør utformes slik at den kan tømmes i løpet av 24 timer etter en dimensjonerende nedbørhendelse for å sikre at kapasiteten er gjenopprettet for en ny nedbørhendelse. Vanligvis settes det et gjentakintervall for fordrøyning på 5 – 25 år ut ifra kapasiteten til resipienten (bekk, elv, ledningsnett) og eventuelle føringer fra kommunen.

For svært flomutsatte vassdrag som resipient kan gjentakintervallet settes til 200 år iht. sikkerhetsklasse F2 i TEK 17. Der resipienten har god kapasitet og ikke påvirkes av økt avrenning, kan man gå bort ifra krav til fordrøyning av større hendelser og heller fokusere på gode, naturbaserte løsninger for å håndtere trinn 1 (rensing og infiltrasjon) og trinn 3 (trygge flomveier).

#### 8.1.3 Trinn 3: Flomveier

Flomveier skal holdes åpne og lede overskytende mengder som ikke håndteres i trinn 2, eller ved svikt i trinn 2, trygt til resipient. Der flomvei må være lukket under lokale veger må det sikres et lavbrekk på veibanen, eller annen åpen flomvei. Flomveier dimensjoneres for et klimajustert 100-årsregn (NVE, 2022) som avledes i trygge flomveier bort fra tiltaksområdet.

## 8.2 Den rasjonale formel

### 8.2.1 Nedbørstatistikk

Det ligger stor grad av usikkerhet i valget av dimensjonerende nedbørverdier, spesielt for høye gjentakintervall. IVF-kurven nye Lillehammer (Lillehammer kommune, 2019) benyttes, som anbefalt i kommunens VA-norm.

### 8.2.2 Avrenningskoeffisienter

Avrenningskoeffisienter er hentet fra NVE sin veileder (NVE, 2022) hvor verdiene justeres etter fallforhold og gjentakintervall. For gjentakintervall på over 100 år skal det legges til 30 % økning i avrenningskoeffisient, for å ta høyde for metning i feltet. Avrenningskoeffisient for grønne tak er hentet fra overvannsveilederen til Oslo kommune (Oslo kommune, 2023).

Tabell 11 viser benyttede avrenningskoeffisienter for de ulike arealtypene, justert for gjentakintervall. Vi har antatt 50-50 skog og åpent naturområde for før-situasjonen.

*Tabell 11: Antatt fordeling av areal og beregning av avrenningskoeffisienter, inkludert påslag for 200-års gjentakintervall iht. NVEs veileder.*

| Type flate        | C    | Før utbygging [m <sup>2</sup> ] | Vanlige tak [m <sup>2</sup> ] | Grønne tak [m <sup>2</sup> ] |
|-------------------|------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Tette tak         | 1    | 0                               | 200                           | 0                            |
| Grønne tak        | 0.6  | 0                               | 0                             | 200                          |
| Parkering         | 1    | 0                               | 100                           | 100                          |
| Plen              | 0.45 | 0                               | 350                           | 350                          |
| Skog              | 0.25 | 500                             | 0                             | 0                            |
| Åpent naturområde | 0.4  | 500                             | 350                           | 350                          |
| Gjennomsnittlig C |      | 0.42                            | 0.78                          | 0.67                         |

## 8.3 Beregning av fordrøyningsvolum

Beregning av fordrøyningsvolum er gjort med regnvelopmetoden, som er basert på den rasjonale formelen hvor man undersøker hvordan nødvendig volum på magasin varierer for alle regnvarigheter mellom 10 min og 24 timer. Den regnvarighet som gir det største nødvendige volum blir således dimensjonerende og gir nødvendig volum på magasinet.

Det er i formelen antatt at utløpet fra magasinet er konstant og uttrykt som et midlere utløp. Ettersom midlere utløp vil variere mht. type utløpsløsning, trykkehøyde, magasinutforming og innløpshydrogrammet (som videre er bestemt av størrelse på feltet og avrenningskoeffisient, konsentrasjonstiden og nedbørhendelsen), er det stor usikkerhet knyttet til denne verdien. Det er antatt at midlere utløp utgjør ca. 70 % av maksimalt utløp, basert på anbefalinger i Norsk Vann Rapport 193 (Lindholm m.fl. 2012).

Maksimalt utløp settes til beregnet avrenning fra en tomt ved en 200-års nedbørhendelse før utbygging uten klimapåslag.

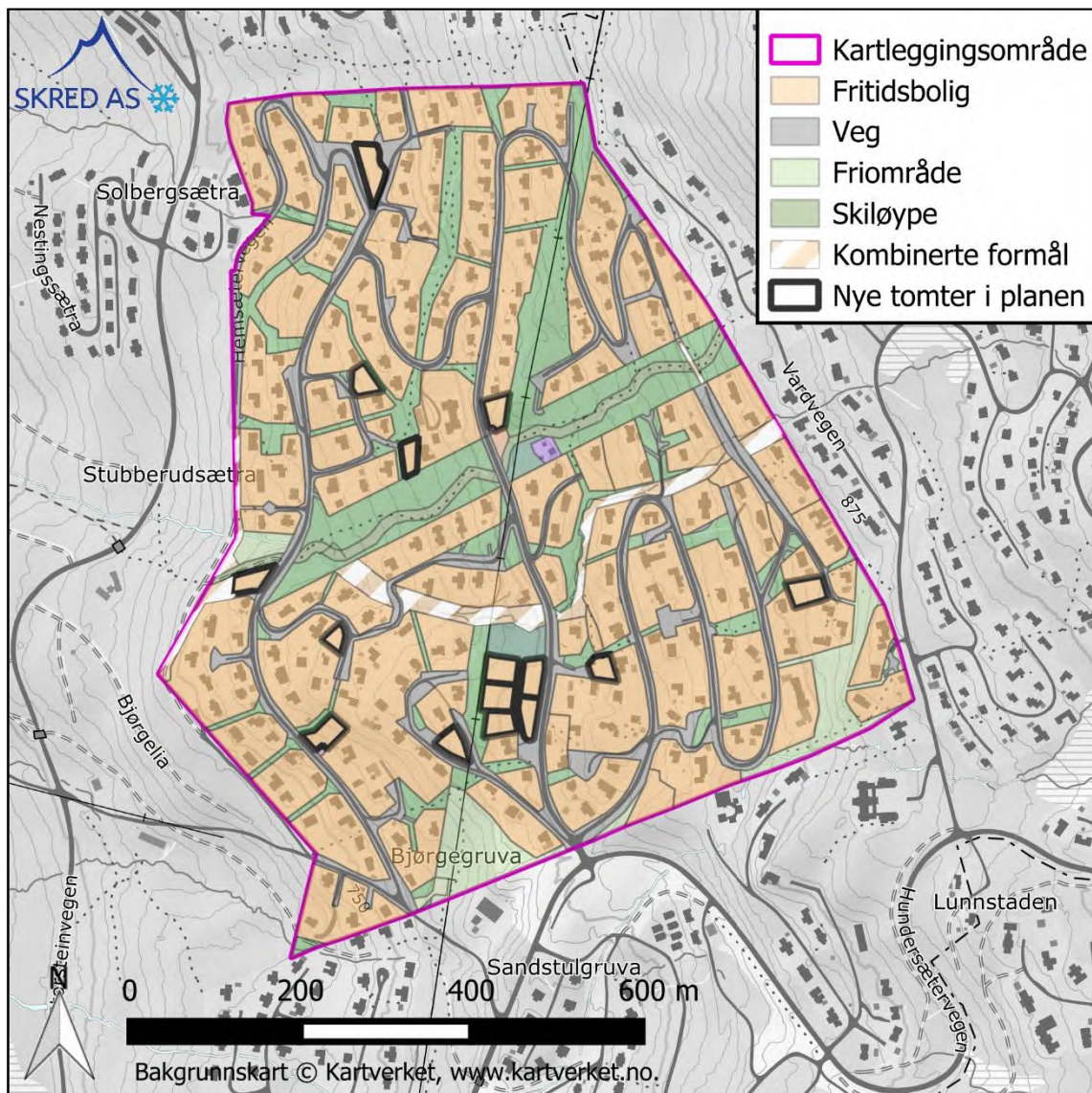


## 9 Overordnet plan for overvannshåndtering

### 9.1 Beskrivelse av planlagte tiltak

Det planlegges etablering av 16 nye tomter for fritidsboliger i tillegg til de eksisterende tomtene for fritidsboliger i planområdet. De nye tomtene er markert på plankartet av Skred AS basert på planbeskrivelsen (datert 29.11.2023) og beskrivelse fra arealplanlegger i Structor. Tidligere regulerte tomter er i all hovedsak ferdig utbygd. Det er også flere mindre reguleringsendringer slik at planen samsvarer med etablert arealbruk. Disse er ikke markert av Skred AS i plankartet, siden det ikke endrer overvannsforholdene. Figur 14 viser et utkast til reguleringsplan med markeringer fra Skred AS i svart.

Den opprinnelige planen er fra 1990, og overvann ble da i liten grad vurdert og hensyntatt. Det er derfor ikke gjennomgående flomveier eller andre større overvannstiltak.



Figur 14: Utkast til reguleringsplan for Hafjell Panorama, datert 29.11.2023, med markeringer i svart fra Skred AS.



## 9.2 Vurdering av konsekvenser ved utbygging

Kartleggingsområdet er i all hovedsak allerede utbygd. Den planlagte videre utbyggingen (16 tomter) av (delvis) naturlig terreng kan gi økt avrenning nedstrøms som en konsekvens av økt andel tette flater og raskere avrenning.

Én av de nye tomtene drenerer mot Solbergbekken, tolv mot Stubberudbekken og tre mot Bjørgebekken. Alle de tre bekkene har kritiske punkter nedstrøms og bebyggelse som er sårbar ved flom (Norconsult AS, 2022). Ny utbygging må derfor i utgangspunktet tilstrebe å ikke gi føre til økt avrenning nedstrøms.

De vurderte tomtene er forholdsvis homogene. De er på omtrent samme størrelse (ca. 0,1 ha), omtrent like bratte og med omtrent samme andel/type vegetasjon. Vi har derfor valgt å gjøre en generell beregning av nødvendig fordrøyning. Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonale metoden er vist i Tabell 5. Konsentrasjonstiden er skjønnsmessig anslått, og antas å ikke øke etter utbygging

Tabell 12: Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonale metoden for en enkelt tomt før utbygging).

| Område                                 | IVF-kurve          | Areal [ha] | Kons. tid [min] | I <sub>200</sub> [l/s*ha] | C-verdi | Klima-påslag | Q <sub>200</sub> [l/s] |
|--|--------------------|------------|-----------------|---------------------------|---------|--------------|------------------------|
| Én tomt før utbygging                  | Lillehammer (2019) | 0,1        | 15              | 221,1                     | 0,33    | 1            | 9,3                    |
| Én tomt etter utbygging med vanlig tak | Lillehammer (2019) | 0,1        | 15              | 221,1                     | 0,64    | 1,4          | 24,0                   |
| Én tomt etter utbygging med grønne tak | Lillehammer (2019) | 0,1        | 15              | 221,1                     | 0,59    | 1,4          | 20,8                   |

Beregningen i Tabell 5 viser at utbygging av én tomt med vanlig tak gir en økning i avrenning på 14,7 l/s ved en fremtidig 200-årshendelse. Økningen vurderes som neglisjerbart sammenlignet med 200-årsflommen i Stubberudbekken for tomtene med direkte avrenning mot bekken (tomt 5, noen av 1-tomtene og tomt 14). Stubberudbekken har også en mye lenger konsentrasjonstid, og bidraget fra disse tomtene vil være mindre enn beregningen når Stubberudbekken kulminerer. For andre hytter med en udefinert flomvei eller med flomutsatte bygg nedstrøms, må økningen fordrøyes.

## 9.3 Nødvendig fordrøyningsvolum og mulig plassering

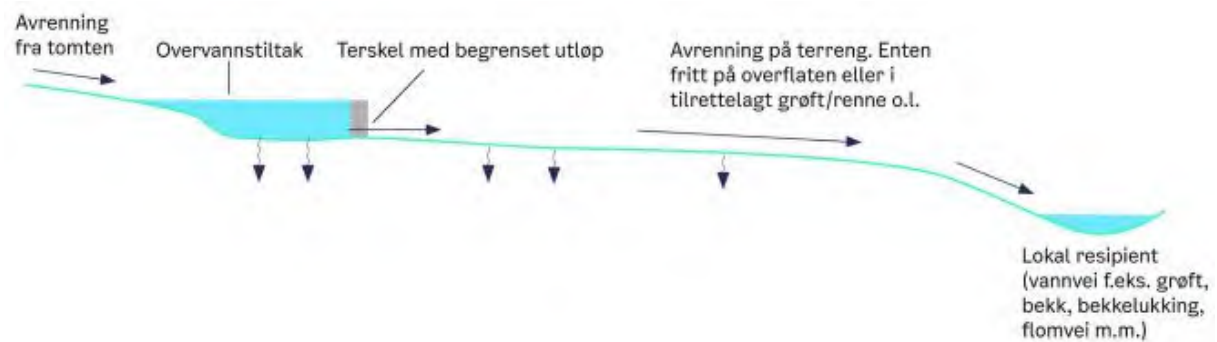
Med unntak av de fem tomtene i område 1, er de andre tomtene spredd utover kartleggingsområdet. Vi vurderer det derfor som mest aktuelt å anlegge små, lokale fordrøyningsløsninger på hver enkelt tomt.

En fremtidig 200-årshendelse skal dermed ikke føre videre mer enn 9,3 l/s per tomt. Nødvendig fordrøyningsvolum for hver enkelt tomt er beregnet til 16 m<sup>3</sup> for å ikke øke avrenning fra et framtidig 200-årsregn, som vist i vedlegg A. Dersom det anlegges grønne tak, reduseres nødvendig fordrøyningsvolum til 13 m<sup>3</sup>.

Fordrøyningsløsninger bør plasseres i nedstrøms ende av tomta og med utløp i en retning som ikke gir vannulempe rett nedstrøms. Løsningene må tilpasses hver enkelt tomt. Prinsipp for regnbed og åpen fordrøying er vist i Figur 15 og Figur 16.



Figur 15: Prinsippoppbygning for regnbed med drenering i bunn og tilførte masser. Dersom infiltrasjonen er god, kan man benytte stedegne masser. Figur: Kim Paus



Figur 16: Prinsipp for åpen fordrøying med utløp på terreng fra Oslo kommune sin overvannsveileder (2023).

#### 9.4 Flomveier

Siden kartleggingsområdet i stor grad allerede er utbygd, er det ikke aktuelt å anlegge nye, gjennomgående flomveier eller sette av hensynssoner for naturlige flomveier. Vi anbefaler likevel at det gjøres enkelte tiltak for å styre avrenningen fra noen av de planlagte tomtene.

Avskjærende tiltak nordover for tomt 7 ut i skiløypa vil forbedre situasjonen for tomtene rett nedstrøms. Det samme gjelder for de to vestlige 1-tomtene, der en mindre flomvei nedstrøms går inn mot en hytte rett nordvest mot tomtene. Skissert plassering er vist i Figur 17 med blå piler.

## 10 Resultater og konklusjon

### 10.1 Dimensjonerende vannføring

Dimensjonerende 200-årsflom inkludert 40 % klimapåslag er gitt i Tabell 13.

Tabell 13: Dimensjonerende vannføring i bekkene med klimapåslag (kulminasjon).

| Vassdrag        | Feltareal<br>[km <sup>2</sup> ] | Klima-<br>påslag | Q <sub>20</sub><br>[m <sup>3</sup> /s] | Q <sub>200</sub><br>[m <sup>3</sup> /s] |
|-----------------|---------------------------------|------------------|--|---|
| Stubberudbekken | 0,54                            | 1.4              | 1,8                                    | 2,9                                     |
| Bjørgebekken    | 0,86                            | 1.4              | 2,9                                    | 4,6                                     |

### 10.2 Faresoner for flom

Basert på resultater fra modelleringen, befaringa og terrenyanalyse er det tegnet opp faresone for flom for kartleggingsområdet. Faresonen viser hvilke områder som vurderes utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/20 og 1/200 i et endret klima. Faresonen er lik for sikkerhetsklasse F1 og F2 siden de samme flomløpene aktiveres ved begge vannføringer.

Én ny hyttetomt (BFR89) ligger innenfor faresonen, mens 28 eksisterende hytter ligger innenfor faresonen. Faresonen for flom er gitt i Vedlegg B.

### 10.3 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. For å opprettholde tilstrekkelig erosjonssikkerhet over tid, er det nødvendig med jevnlig tilsyn og eventuell utbedring av erosjonssikring ved skader.

### 10.4 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 F1 eller 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.

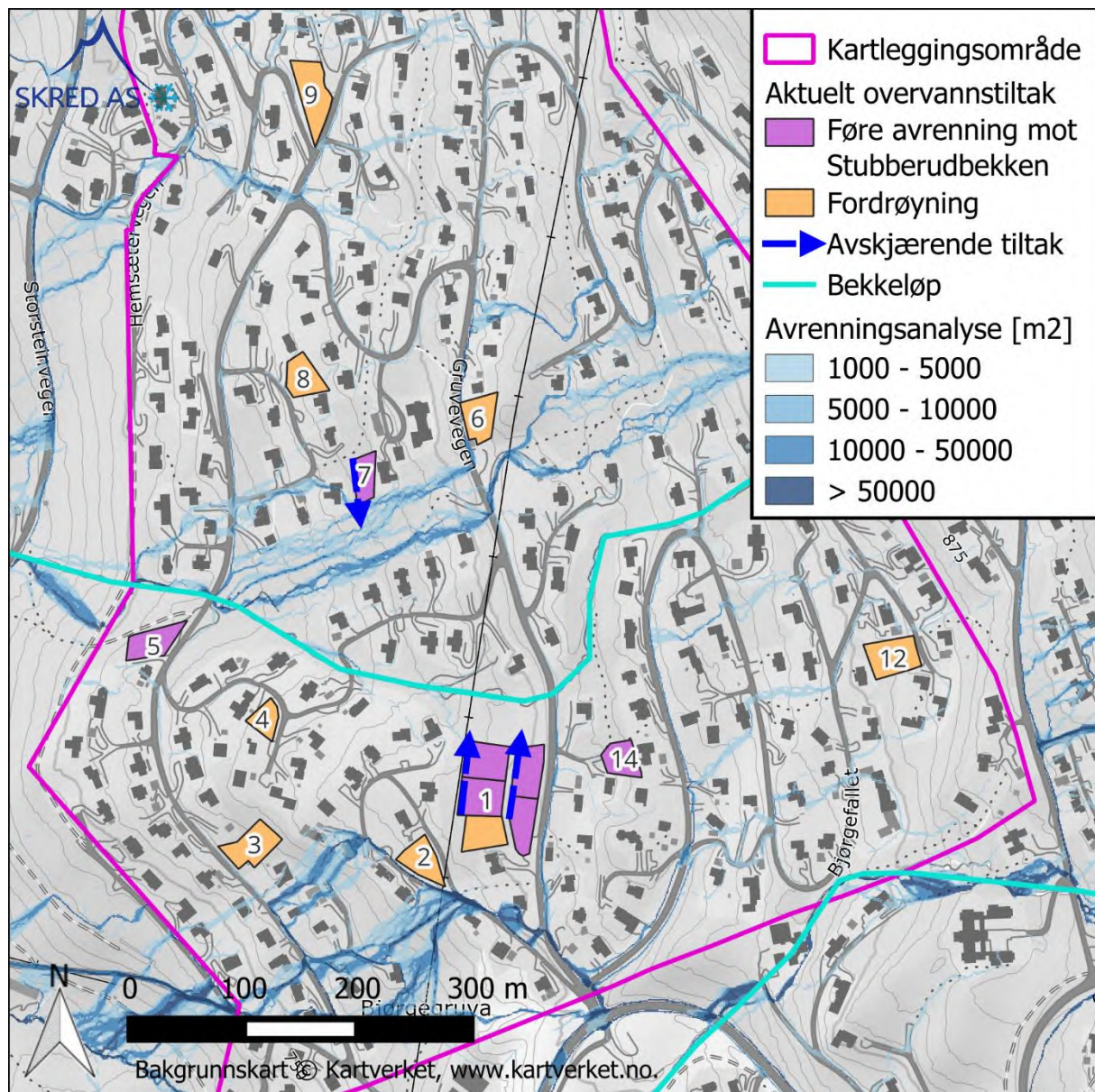
Hvis det blir aktuelt med tilbygg eller påbygg på hytter som ligger delvis innenfor flomfaresonen, kan det for mange av dem være tilstrekkelig å dokumentere at det er fall fra bygg og vanttett grunnmur for å dokumentere tilstrekkelig sikkerhet mot flom. For andre hytter som i større grad er berørt vil det være behov for å anlegge avskjærende tiltak oppstrøms hytta.

For å redusere risikoen ved vann på avveie kan et aktuelt tiltak være å oppdimensjonere stikkrennene og ruste opp inntakene slik at vannet i større grad holder seg i bekkeløpene.



## 10.5 Anbefalinger for håndtering av overvann

Det skal settes av tilstrekkelige og hensiktsmessige arealer til overvannshåndtering gjennom åpne løsninger. Takvann skal føres åpent ut på terreng og gis mulighet for infiltrasjon før det ledes videre mot flomveier. Vi anbefaler bruk av grønne tak. Mindre nedbørhendelser skal håndteres lokalt i planområdet ved at tette flater reduseres i størst mulig grad slik at mindre nedbør gis mulighet til infiltrasjon. For nye tomter i umiddelbar tilknytning til Stubberud bør avrenningen føres ut mot naturlige flomveier som trygt fører vannet ut mot bekken. For tomter som ikke ligger i direkte tilknytning til bekken, må økningen i avrenning fordrøyes.



Figur 17: Oppsummering av anbefalte overvannstiltak sammen med naturlige drenslinjer og bekkeløpene.



## 10.6 Forslag til bestemmelser i reguleringsplanen

For å sikre at overvannshåndteringen blir fulgt opp i videre arbeid må det legges inn bestemmelser om overvann. Vi foreslår at det legges inn en bestemmelser om:

- Fordrøyning av økt avrenning for den sørligste 1-tomta, tomt 2, 3, 4, 6, 8, 9 og 12. Dersom det dokumenteres at det benyttes løsninger som reduserer avrenningen (eller mindre av tomta bygges ut), kan nødvendig fordrøyningsvolum reduseres.
- Krav om avskjærende tiltak ut til trygg flomvei mot Stubberudbekken for de 4 nordligste 1-tomtene og tomt 7.

## 11 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>

Lillehammer kommune, 2019. Nye IVF-kurver for Lillehammer [WWW Document]. URL <https://www.lillehammer.kommune.no/nye-ivf-kurver-for-lillehammer.6263058-445130.html>

Norconsult AS, 2022. Sårbarhetsvurdering av bekker i Øyer Sør.

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

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

Oslo kommune, 2023. Overvannsveileder.

Øyer kommune, 2023. VA-norm Øyer [WWW Document]. <https://va-norm.no/oyer/>. URL <https://va-norm.no/oyer/>

SINTEF, 1992. Flomberegning og kulvertdimensjonering.

## Vedlegg A: Beregning av fordrøyningsvolum

### Beregning av fordrøyningsvolum

Prosjektnr: 24159  
 Dato: 28.08.2024  
 Beregning for Hytte med tradisjonelt tak

#### Forutsetninger:

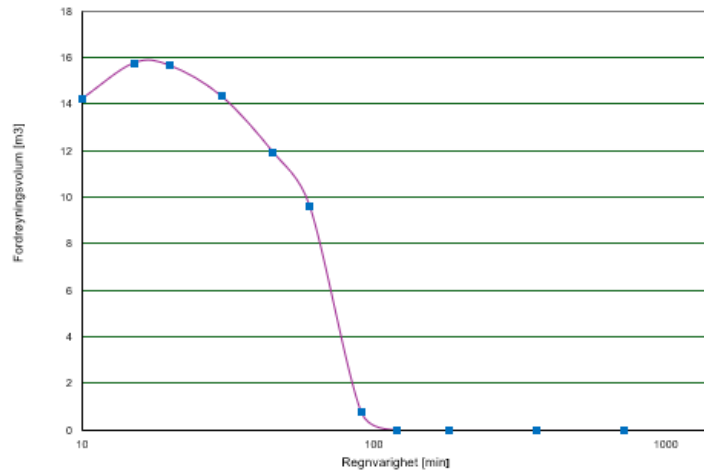
|                            |                    |        |
|----------------------------|--------------------|--------|
| Gjennomsnittlig regntid:   | 200                | [år]   |
| IVF-kurve:                 | Lillehammer (2019) | -      |
| Klimapåslag:               | 1.4                | -      |
| Maks påslipp:              | 9.3                | [lt/s] |
| Gjennomsnittlig utløpsret: | 70                 | [°]    |

#### Input:

|                           |      |      |
|---------------------------|------|------|
| Areal:                    | 0.10 | [ha] |
| Avrenningskoeffisient, C: | 0.78 | -    |
| Areal redusert:           | 0.08 | [ha] |

#### Resultat:

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| Fordrøyningsvolum [m <sup>3</sup> ]: | 16 |
|--------------------------------------|----|



Beregning fordrøyning:  $V = [A * C * I + Kf - Q_{ur}] * t_r$

| Varighet - nedbør<br>[min] | I<br>[lt/s ha] | V <sub>inn</sub><br>[m <sup>3</sup> ] | V <sub>ut</sub><br>[m <sup>3</sup> ] | V <sub>fordrøyning</sub><br>[m <sup>3</sup> ] |
|----------------------------|----------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 10                         | 278.3          | 18                                    | 4                                    | 14  |
| 15                         | 221.1          | 22                                    | 6                                    | 16  |
| 20                         | 180.0          | 23                                    | 8                                    | 16  |
| 30                         | 133.3          | 26                                    | 12                                   | 14  |
| 45                         | 100.7          | 30                                    | 18                                   | 12  |
| 60                         | 84.7           | 33                                    | 24                                   | 10  |
| 70                         | 61.5           | 36                                    | 35                                   | 1   |
| 120                        | 50.0           | 39                                    | 47                                   | 0   |
| 180                        | 37.5           | 44                                    | 71                                   | 0   |
| 360                        | 22.9           | 54                                    | 141                                  | 0   |
| 720                        | 14.8           | 70                                    | 283                                  | 0   |
| 1440                       | 10.3           | 37                                    | 565                                  | 0   |

### Beregning av fordreningsvolum

Prosjektnr: 24159  
 Dato: 28.08.2024  
 Beregning for Hytte med grønt tak

#### Forutsetninger:

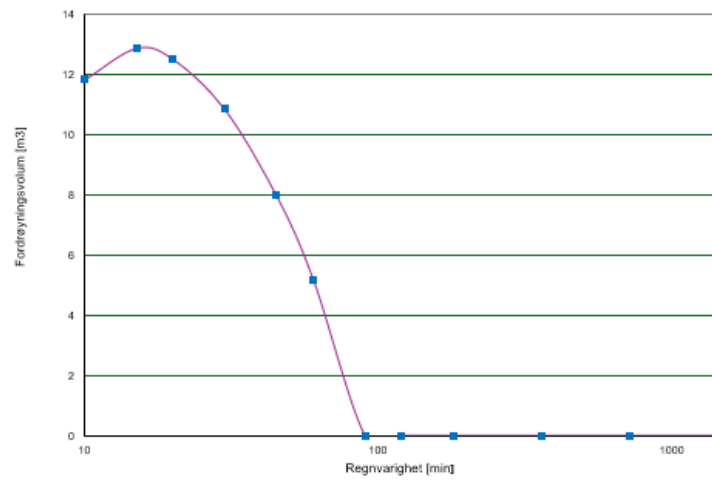
|                            |                    |       |
|----------------------------|--------------------|-------|
| Gjentaksterrvall:          | 200                | [år]  |
| IVF-krve:                  | Lillehammer (2019) | -     |
| Klimapåslag:               | 1.4                | -     |
| Maks påslipp:              | 9.3                | [l/s] |
| Gjennomsnittlig utløpsmet: | 70                 | [%]   |

#### Input:

|                           |      |      |
|---------------------------|------|------|
| Areal:                    | 0.10 | [ha] |
| Avrenningskoeffisient, C: | 0.67 | -    |
| Areal redusert :          | 0.07 | [ha] |

#### Resultat:

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| Fordreningsvolum [m <sup>3</sup> ]: | 13 |
|-------------------------------------|----|



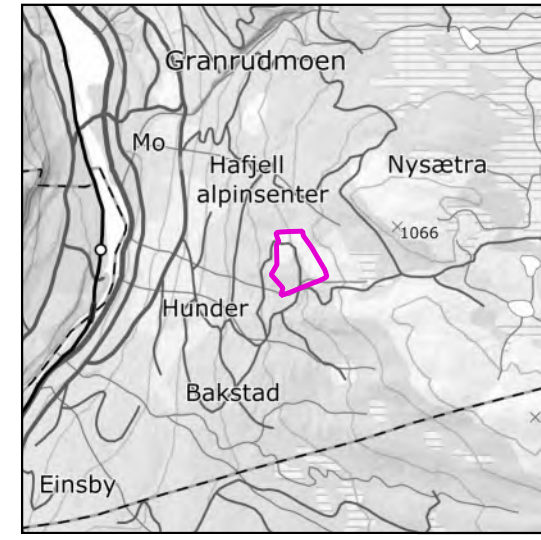
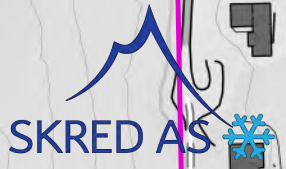
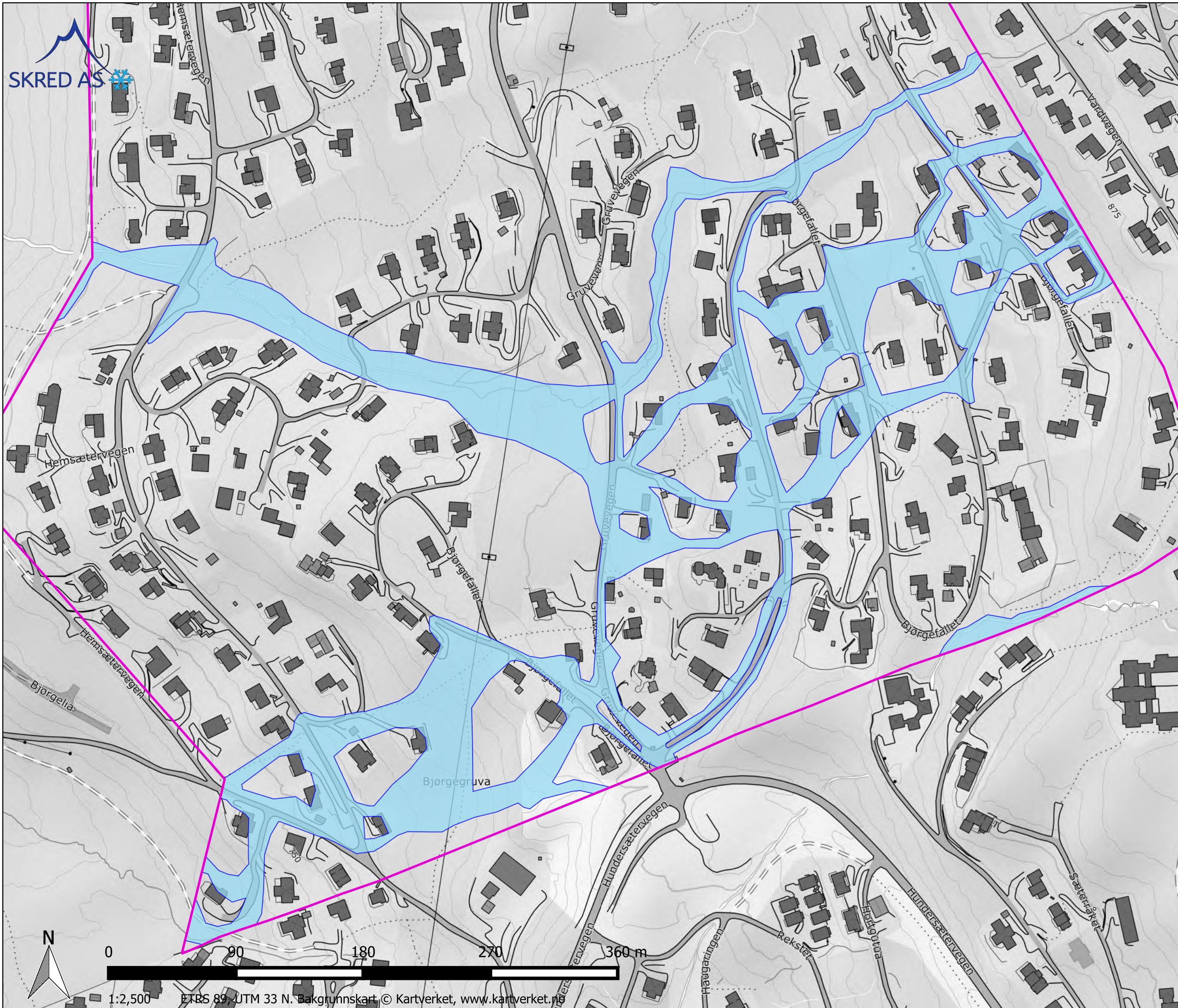
Beregning fordroyning:  $V = [A * C * I * Kf - Q_{ut}] * t_v$

| Varighet - nedbør [min] | I [l/s ha] | Vinn [m3] | Vut [m3] | Vfordroyning [m3] |
|-------------------------|------------|-----------|----------|-------------------|
| 10                      | 278.3      | 16        | 4        | 12                |
| 15                      | 221.1      | 19        | 6        | 13                |
| 20                      | 180.0      | 20        | 8        | 12                |
| 30                      | 133.3      | 23        | 12       | 11                |
| 45                      | 100.7      | 26        | 18       | 8                 |
| 60                      | 84.7       | 29        | 24       | 5                 |
| 90                      | 61.5       | 31        | 35       | 0                 |
| 120                     | 50.0       | 34        | 47       | 0                 |
| 180                     | 37.5       | 38        | 71       | 0                 |
| 360                     | 22.9       | 47        | 141      | 0                 |
| 720                     | 14.8       | 60        | 283      | 0                 |
| 1440                    | 10.3       | 84        | 565      | 0                 |



## Vedlegg B: Flomsonekart





- Kartforklaring**
- Kartleggingsområde
  - 200-årsflom + klima (F2)

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Prosjekt</b>      | 24159 Øyer, Hafjell - Flom- og overvannsvurdering for Hafjell panorama |
| <b>Oppdragsgiver</b> | Structor Lillehammer AS  |
| <b>Rapport</b>       | 24159-01-1 Flom- og overvannsvurdering for Hafjell panorama            |
| <b>Kartbilag B</b>   | Faresone flom. Faresone for sikkerhetsklasse F1 og F2 er like.         |
| <b>Dato</b>          | 2024-08-29   |
| <b>Utført</b>        | Ingvild Brekke   |
| <b>Kontroll</b>      | Petter Reinemo   |

