Rapport

Oppdragsgiver	Navn Areal + AS	Kontaktperson Andreas Reinem Lindheim
Oppdrag	Nummer og navn 20468 Ringebu, Kvitfjell – Vurdering av skred- og flomfare samt overvannshåndtering	Oppdragsleder Nils Arne K. Walberg
Dokument	Nummer 20468-01-2 Utført av Kristin Lome, Sondre Lunde, Nils Arne K. Walberg (skred) og Ingvild Brekke	Dato 2021-05-21 Kontrollert av Sondre Lunde (skred), Petter Reinemo (flom) og Ingrid Alne (overvann)

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
2	21.05.21	IB		En manglende kryssreferanse i avsnitt 6.4 er rettet
1	11.02.21	KL, SL, NAKW, IB	SL, PR, IA	Første versjon

Skred- og flomfarevurdering og overvannshåndtering

Sammendrag

I forbindelse med Areal+ sitt arbeid med en reguleringsplan i Kvitfjell har Skred AS blitt spurt om å gjøre en skred-, flomfare- og overvannsvurdering for område 2, som vist i Figur 1.

Område 2 ligger delvis innenfor aktsomhetsområde for jord- og flomskred ifølge NVEs aktsomhetskart. På grunn av udefinert arealbruk vil sikkerhetsklassene S1, S2 og S3 definert i TEK17 være aktuelle, noe som vil ligge til grunn for skredfarevurderingen. Hele det kartlagte området ligger utenfor faresonen med en årlig sannsynlighet ≥1/5000. Det er derfor ikke tegnet faresoner i området.

Planområdet ligger innenfor aktsomhetssone for flom fra Svinåa, Svartbekken og Bjørnlibekken. Krav til sikkerhet mot flom gitt av TEK17 §7-2 er lagt til grunn for vurderingene.

Dimensjonerende 200-årsflom i Svinåa, inkludert et klimapåslag på 40 %, er beregnet til 63 m^3/s. Dimensjonerende 200-årsflommer med klimapåslag er beregnet til 2,9 m^3/s for bekk 1, 3,2 m^3/s for bekk 2, 5,7 m^3/s for Svartbekken og 2,5 m^3/s for Bjørnlibekken. Dimensjonerende 20-årsflommer er beregnet til 38 m^3/s for Svinåa, 1,7 m^3/s for bekk 1, 2,0 m^3/s for bekk 2, 3,5 m^3/s for Svartbekken og 1,5 m^3/s for Bjørnlibekken. Det er etablert en hydraulisk modell av Svinåa og bekkene med omliggende områder. For både fremtidig 20- og 200-årsflom viser modelleringa at flom i Svinåa ikke berører planområdet, og at stikkrennene under Svinslåvegen og Tiurmyra for Bjørnlibekken har for liten kapasitet. Både Svartbekken og Bjørnlibekken sprer seg utover lia på grunn av lite definerte bekkeløp.

Basert på resultater fra modelleringen og analysene er det tegnet opp faresone for flom for det vurderte området. Faresonen viser hvilke områder som vurderes utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/20 og 1/200 i år 2100, som tilsvarer sikkerhetsklasse F1 og F2 i TEK17. Ved praktisk bruk av sonene opp mot sikringstiltak anbefales det å benytte en ekstra sikkerhetsmargin på minimum 0,2 meter.

Ny bebyggelse bør i utgangspunktet plasseres utenfor faresonen for flom. Dersom det skal etableres ny bebyggelse innenfor faresonen som faller inn under aktuell sikkerhetsklasse 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.

For dagens situasjon vurderes erosjonssikkerheten tilstrekkelig etter kravene i TEK17, forutsatt at det opprettholdes et vegetasjonsbelte langs bekkeløpene og at eventuelle tiltak erosjonssikres tilstrekkelig.

Det skal settes av tilstrekkelige og hensiktsmessige arealer til overvannshåndtering gjennom åpne løsninger. Takvann skal ledes direkte ut i terreng og føres åpent videre mot flomveier. Basert på foreslått utbyggingsområde anses det ikke som behov for større tiltak for fordrøyning, siden økningen i vannføring som følge av utbygginga ikke fører til noen ulemper nedstrøms og avrenninga fra nedbørfeltet vil renne ut før flomtoppen fra Svinåa. Det bør settes av plass til flomveier med en minimumsbredde på 3 m. Det er foreslått plassering av flomveier gjennom området basert på naturlige drenslinjer. Det bør tilstrebes å opprettholde de naturlige drensveiene gjennom feltet.

Innhold

1 Innledning 7
1.1 Bakgrunn 7
1.2 Mål 7
1.3 Befaring 8
1.4 Forbehold 8

2 Lover og retningslinjer 9
2.1 Krav til sikkerhet mot skred 9
2.1.1 Lovverket 9
2.1.2 Aktuelle krav 10
2.1.3 Vurderte skredtyper 10
2.2 Krav til sikkerhet mot flom 11
2.2.1 Lovverket 11
2.2.2 Aktuelle krav 12
2.3 Krav til overvannshåndtering 12
2.3.1 Lovverket 12
2.3.2 Kommuneplan 13
2.3.3 Aktuelle krav 13

3 Beskrivelse av området 14
3.1 Topografi 14
3.2 Geologi 15
3.3 Vegetasjon 16
3.4 Registrerte skredhendelser 16
3.5 Tidligere rapporter 16
3.6 Aktsomhetsområder 16
3.7 Eksisterende skredsikringstiltak 16
3.8 Klimatiske trekk av betydning for skredfare 16

4 Vurdering av skredfare 17
4.1 Snøskred 17
4.2 Løsmasseskred 17
4.3 Sørpeskred 19
4.4 Skred i fast fjell 19
4.5 Faresoner for skred 19

5 Vurdering av flomfare 20
5.1 Beskrivelse av området, elveløp og konstruksjoner 20
5.2 Flomberegning 22
5.2.1 Metode 22
5.2.2 Beskrivelse av nedbørfelt 22
5.2.3 Flomberegning Svinåa med utvalgte metoder 24
5.2.4 Flomberegning for bekkene med utvalgte metoder 29

5.2.5 Klimaframskrivninger 30
5.2.6 Vurdering av resultater 30
5.2.7 Dimensjonerende vannføring 31
5.3 Hydraulisk modellering 32
5.3.1 Metode 32
5.3.2 Oppsett av modell 32
5.3.3 Modellert fremtidig 20- og 200-årsflom 35
5.3.4 Sensitivitetsanalyse 37
5.4 Faresoner for flom 38
5.5 Vurdering av erosjonssikkerhet 38
5.6 Risikoreduserende tiltak 38
6 Overvannshåndtering 40
6.1 Dagens situasjon 40
6.2 Mål og strategi 40
6.2.1 Trinn 1 – Kildekontroll og mindre nedbørhendelser 41
6.2.2 Trinn 2 – Forsinkelse og fordrøyning 41
6.2.3 Trinn 3 – Flomveier 42
6.3 Fremtidig situasjon 42
6.4 Beregning av overvann fra planområdet 42
6.5 Dimensjoner for grøft til flomvei 44
6.6 Plan for overvannshåndtering 44
7 Konklusjon 46
8 Referanser 47

Figurer

Figur 1: Det kartlagte planområdet ligger i forbindelse med Kvitfjell skisenter, ca. 5 km vest for Fåvang sentrum. 7
Figur 2: Kart med terrenghelning i og rundt det vurderte området. 15
Figur 3. Bilde av det bratteste punktet i Svartbekken. Bekkeløpet består i stor grad av blokker. 17
Figur 4. Modelleringsresulater fra RAMMS::Debrisflow 18
Figur 12: Oversiktskart over planområdet med bekkeløp og plassering av rør. 20
Figur 13: Bruer over Svinåa rett nedstrøms planområde 3. 21
Figur 14: Representativt foto av elveløpet til Svinåa. 21
Figur 15: Representativt foto av bekkeløpene 21
Figur 16: Feltgrensene til Svinåa. 23
Figur 17: Feltgrensene til bekkene. 23
Figur 18: Lokasjon til utvalgte målestasjoner. 24
Figur 19: Hypsografisk kurve til Svinåa og vurderte målestasjoner. 25
Figur 20: Resultater fra PQRUT for vurdert nedbørfelt, 200-årsflom. 29
Figur 14: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser. 33
Figur 15: Dronebilde av Svartbekken med kulverter rett oppstrøms planområdet. 34
Figur 16: Innløp til kulvert under Svinslåvegen for Svartbekken. 34
Figur 17: Innløp til kulvert under Svartskardvegen for Svartbekken. 34
Figur 18: Stikkrenne under Svinslåvegen for Bjørnlibekken. 35
Figur 19: Stikkrenne under Tiurmyra for Bjørnlibekken. 35
Figur 20: Eksempel fra Svartbekken som sprer seg utover fra bekkeløpet under befaringa. . 36
Figur 21: Eksempel fra Bjørnlibekken der bekkeløpet er lite definert og vannet sprer seg utover i terrenget. 37
Figur 22: Faresone som viser områder utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/20 (sikkerhetsklasse F1) og 1/200 i år 2100 (sikkerhetsklasse F2). 38
Figur 23: Identifiserte drensveier og stikkrenner i tilknytning til planområdet. 40
Figur 24: Illustrasjon av treleddsstrategien (miljokommune.no). 41
Figur 25: Foreløpig tomteskisse for planområdet (Areal+, 29.01.21). 42
Figur 26: Naturlige drenslinjer i planområde 2, forslag til plassering av flomveier og foreløpig tomteskisse (Areal+, 29.01.21). 45

Tabeller

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2017). 9
Tabell 2: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2018). 12
Tabell 4: Feltkarakteristika til Svinåa og bekkene. 22
Tabell 5: Utvalgte målestasjoner som er vurdert representative for Svinåa. 25
Tabell 6: Resultater fra flomfrekvensanalyse på årsflommer (døgnmiddel). 26

Tabell 7: Forholdstall mellom kulminasjon- og døgnmiddelvannføring fra NVE (2015a)..... 26
Tabell 8: Forholdstall mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring beregnet fra døgn- og findata..... 26
Tabell 9: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for Svinåa (kulminasjon). 27
Tabell 10: Flomverdier (døgnmiddel) fra regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018). 27
Tabell 11: Resultater fra frekvensanalyse på nedbør. 28
Tabell 12: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for bekkene (kulminasjon)... 29
Tabell 13: Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonelle metoden for bekkene (kulminasjon)..... 30
Tabell 14: Sammenligning av resultater fra flomberegninger for Svinåa med ulike metoder (kulm.)..... 31
Tabell 15: Dimensjonerende flommer (kulminasjon) for Svinåa og bekkene...... 32
Tabell 15: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for Svinåa med bekker. 32
Tabell 16: Estimat av endret spissavrenning fra planområdet etter utbygging. 43

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Areal+ jobber med en reguleringsplan i Kvitfjell, Ringebu kommune. Denne rapporten omhandler område 2 (Figur 1). Område 2 ligger delvis innenfor aktsomhetsområde for jord- og flomskred ifølge NVEs aktsomhetskart (NVE, 2021). Deler av planområdene er også dekket av aktsomhetssone for flom der Svinåa, Svartbekken og Bjørnlibekken utgjør potensielle flomfarer. Det ønskes derfor en detaljert skred- og flomfarevurdering.

Figur 1: Det kartlagte planområdet ligger i forbindelse med Kvitfjell skisenter, ca. 5 km vest for Fåvang sentrum.

1.2 Mål

Skred AS er bedt om å utføre en flom- og skredfarevurdering samt overvannshåndtering for område 2 som vist i figur 1.

Dagens krav til sikkerhet mot skred, definert i TEK17 med veileder, skal legges til grunn for skredvurderingene. Vurderinger og leveranse skal utføres i tråd med nasjonale retningslinjer, beskrevet i NVEs veileder «Sikkerhet mot skred i bratt terreng» (NVE, 2020).

Dagens krav til sikkerhet mot flom, definert i TEK17 med veileder, skal legges til grunn for flomvurderingene.

1.3 Befaring

Befaring i området ble utført 2020-11-18 av Ingvild Brekke og Kristin Lome, Skred AS. Det var tåkete og generelt lite sikt på befaringen som i størst grad ble foretatt til fots. Det ble også tatt bilder med drone, men på grunn av det lave skydekket var utbyttet begrenset.

1.4 Forbehold

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

Vurderingene er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik det ble observert på befaring, på tilgjengelige flyfoto, og på kotegrunnlag. Hvis terreng eller vegetasjon endres betydelig, eller at det kommer nye klimaframskrivninger, kan det ha betydning for skred- og flomforholdene. Da anbefales det å utføre en ny vurdering.

2 Lover og retningslinjer

2.1 Krav til sikkerhet mot skred

2.1.1 Lovverket

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

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

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-3 definerer krav til sikkerhet mot skred for nybygg og tilhørende uteareal (Tabell 1). Sannsynligheten i Tabell 1 angir den årlige sannsynligheten for skredskader av betydning, dvs. skred med intensitet som kan medføre fare for liv og helse og/eller større materielle skader. I veilederen til TEK17 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for skred (DiBK, 2017).

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2017).

Sikkerhetsklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S1	Liten	1/100
S2	Middels	1/1000
S3	Stor	1/5000

I sikkerhetsklasse S1 inngår byggverk der det normalt ikke oppholder seg personer og der det er små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Mindre brygger og lagerbygninger med lite personopphold er nevnt som eksempler.

Sikkerhetsklasse S2 omfatter tiltak der et skred vil føre til middels konsekvenser. Dette kan eksempelvis være byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Enebolig, tomannsbolig og eneboliger i kjede/rekkehus/boligblokk/fritidsbolig med maksimum 10 boenheter er nevnt som eksempler som faller inn under sikkerhetsklasse S2.

Sikkerhetsklasse S3 omfatter tiltak der et skred vil føre til store konsekvenser. Dette kan eksempelvis være byggverk der det normalt oppholder seg mer enn 25 personer og/eller der det er store økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eksempler på byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen er:

- eneboliger i kjede/rekkehus/boligblokk/fritidsbolig med mer enn 10 boenheter
- arbeids- og publikumsbygg/brakkerigg/overnattingssted hvor det normalt oppholder seg mer enn 25 personer

- skole, barnehage, sykehjem og lokal beredskapsinstitusjon

Kravet til sikkerhet for uteareal tilhørende bygninger, skal i utgangspunktet være lik kravet til bygningen. Allikevel åpner lovverket for å redusere sikkerhetsnivået til uteareal med en klasse, dersom dette vil gi tilfredsstillende sikkerhet for tilhørende uteareal. Momenter som må vurderes i denne sammenheng er blant annet eksponeringstiden for personer og antall personer som oppholder seg på utearealet.

2.1.2 Aktuelle krav

Det er opp til kommunen å vurdere aktuelle krav til sikkerhet. I retningslinjene til TEK17 er det gitt ulike eksempler, nevnt ovenfor. På grunn av udefinert arealbruk vil skredfaren vurderes i forhold til alle sikkerhetsklassene (S1, S2 og S3).

2.1.3 Vurderte skredtyper

I TEK17 er det spesifisert at samlet sannsynlighet for alle skredtyper skal legges til grunn for vurderingen av årlig sannsynlighet. Vi har derfor vurdert følgende skredtyper:

- Skred i fast fjell
- Skred i løsmasser
- Snøskred, inkludert sørpeskred

Den endelige vurderingen av skredfare er samlet nominell årlig sannsynlighet for skred, som kan sammenliknes direkte med kravene i tabell 1.

2.1.3.1 Snøskred og sørpeskred

Snøskred kan inndeles i løssnøskred og flakskred. Løssnøskred utløses i snø med lav fasthet, som gjerne starter med en liten lokal utglidning. Etter hvert som nye snøkorn blir revet med utvider skredet seg og kan få en pæreform. Flakskred oppstår når en større del av snødekket løsner som et flak langs et glideplan. Det er flakskred som har størst skadepotensiale. Store snøskred løsner vanligvis der terrenget er mellom 30-50° grader bratt. Der det er brattere enn dette glir snøen stadig ut slik at det ikke dannes større skred. Snøskred kan skape skredvind med kraft til å utrette stor skade.

Sørpeskred er en strøm med vannmettede snømasser. Sørpeskred følger som oftest forsenkninger i terrenget, og oppstår når dreneringen i grunnen er dårlig, som for eksempel på grunn av tele og is. Sørpeskred kan utløses i slakt terreng, for eksempel når kraftig snøfall blir etterfulgt av regn og mildvær. Sørpeskred kan også utløses når varme gir intens snøsmelting. Skredmassene har høy tetthet og skred med lite volum kan gi stor skade. Det er ikke utarbeidet aktsomhetskart for sørpeskred.

2.1.3.2 Skred i fast fjell

Når en eller flere steinblokker løsner og faller, spretter, ruller, eller sklir nedover en skråning benyttes begrepene steinsprang (volum <100 m^3) og steinskred (volum 100-10.000 m^3). Steinsprang og steinskred løsner oftest i bratte fjellparti der terrenghelningen er større enn 40-45°.

2.1.3.3 Jordskred og flomskred

Jordskred starter med en plutselig utglidning i vannmettede løsmasser og blir som regel utløst i skråninger som er brattere enn 25-30°. Man kan skille mellom kanaliserte og ikke-kanaliserte jordskred.

Et kanalisert jordskred skaper en kanal i løsmassene som kan fungere som skredbane for nye skred. Skredmasser kan bli avsatt og danne langsgående rygger parallelt med kanalen. Når terrenget flater ut, blir skredmassene avsatt i en tungeform. Over tid kan flere slike skred bygge en vifte av skredavsetninger. I et ikke-kanalisert jordskred flytter massene seg nedover langs en sone som gradvis kan bli bredere. Mindre jordskred kan oppstå i slakere terreng med finkorna, vannmettet jord og leire, gjerne på dyrka mark eller i naturlig terrasseformede skråninger i terrenget.

Flomskred er raske, vannrike, flomlignende skred som følger elve- og bekkeløp, eller raviner, gjel eller skar, ofte uten permanent vannføring. Helningen i utløsningsområdet kan være ned mot 10°. Skredmassene kan bli avsatt som langsgående rygger på siden av skredløpet, og oftest i en stor vifte nederst, der de groveste massene ligger ved roten av vifta og finere masser blir avsatt utover vifta. Massene i et flomskred kan komme fra store og små flomskred langsetter flomløpet, undergraving av sideskråninger og erosjon i løpet, eller i kombinasjon med sørpeskred.

2.1.3.4 Skredfare og klimaendringer

Spesielle værforhold er en dokumentert utløsende faktor for de fleste typer skred, og forekomsten av disse skredtypene vil naturlig bli påvirket dersom klimaet utvikler seg slik at ekstremt vær inntreffer oftere. Generelt vil et varmere og våtere klima kunne påvirke frekvensen av jordskred, flomskred, snøskred og sørpeskred, men i hvilken grad skredaktiviteten vil endres i hver landsdel er uvisst.

Det er altså ikke mulig å beregne et «klimapåslag» for skredstørrelse eller skredutløp og så bruke dette i skredfarekartlegging. Klimautviklingen inngår dermed i en rekke usikkerhetsmomenter som det ikke finnes verktøy for å kvantifisere, men som vurderes skjønnsmessig når en utreder eller kartlegger skredfare.

2.2 Krav til sikkerhet mot flom

2.2.1 Lovverket

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

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

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 2 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 (DiBK, 2018).

Tabell 2: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2018).

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	Liten	1/20
F2	Middels	1/200
F3	Stor	1/1000

Sikkerhetsklasse F1 omfatter byggverk der oversvømmelse har liten konsekvens, både økonomisk og samfunnsmessig. Det innebefatter byggverk med lite personopphold som garasjer og lagerbygninger.

Sikkerhetsklasse F2 omfatter tiltak der flom vil føre til middels konsekvenser. Dette innebefatter de fleste byggverk beregnet for personopphold som bolighus, hytter, kontorer, skoler og barnehager. Det kan tillates større økonomiske konsekvenser, men kritiske samfunnsfunksjoner skal ikke påvirkes.

Sikkerhetsklasse F3 omfatter tiltak der flom vil føre til store konsekvenser. Sårbare samfunnsfunksjoner og byggverk der oversvømmelse kan påføre omgivelsene stor forurensning ligger innenfor sikkerhetsklassen. Sykehjem, beredskapsfunksjoner, kritisk infrastruktur og avfallsdeponier er nevnt som eksempler.

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.

2.2.2 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. I utgangspunktet virker sikkerhetsklasse F1 og F2 aktuelle for planlagt tiltak.

2.3 Krav til overvannshåndtering

2.3.1 Lovverket

En oversikt over gjeldende regelverk for overvann finnes i *NOU 2015:16 Overvann i byer og tettsteder* (Klima- og miljødepartementet, 2015). Det forelegger i dag ikke et samlet regelverk som omhandler overvannshåndtering. De lover og forskrifter som anses som mest sentrale for vurdering av overvann i det aktuelle planområdet 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.»
- TEK17 § 13-11

  «Terreng rundt byggverk skal ha tilstrekkelig fall fra byggverket dersom ikke andre tiltak er utført for å lede bort overvann, inkludert takvann.»
- TEK17 § 15-8

  1) *«Overvann og drensvann skal i størst mulig grad infiltreres eller på annen måte håndteres lokalt for å sikre vannbalansen i området og unngå overbelastning på avløpsanleggene»*

  2) *«Bortledning av overvann og drensvann skal skje slik at det ikke oppstår oversvømmelse eller andre ulemper ved dimensjonerende regnintensitet…»*

- 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.»

2.3.2 Kommuneplan

I Kommuneplanens arealdel for 2018 – 2030 fra Ringebu kommune (2018) er det gitt bestemmelser og retningslinjer knyttet til overvann. I § 1.*13 Forhold som skal avklares og belyses i videre reguleringsarbeid* er det gitt følgende om overvann:

Overvann:

Før sluttbehandling av reguleringsplaner, skal det foreligge en vurdering/overordnet plan mht. håndtering av overvann.

- Overvann skal håndteres lokalt, dvs. på egen grunn ved infiltrasjon og fordrøyning eller på annen måte.
- Ved fortetting, planlegging av nye bebyggelsesområder, gater/veger, eller endringer av eksisterende forhold skal overvannshåndtering vies ekstra oppmerksomhet. Bruk av gater/veger/parkeringsplasser/grøntanlegg/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.

2.3.3 Aktuelle krav

Overvann skal håndteres lokalt og det skal legges til rette for flomveier. I tillegg må overvann håndteres på en slik måte at de ikke medfører økt ulempe for nærliggende områder.

3 Beskrivelse av området

Det vurderte området er lokalisert på sørvestsiden av Kvitfjellet (1044 moh.), rett ved Kvitfjell skisenter, ca. 5 km vest for Fåvang sentrum.

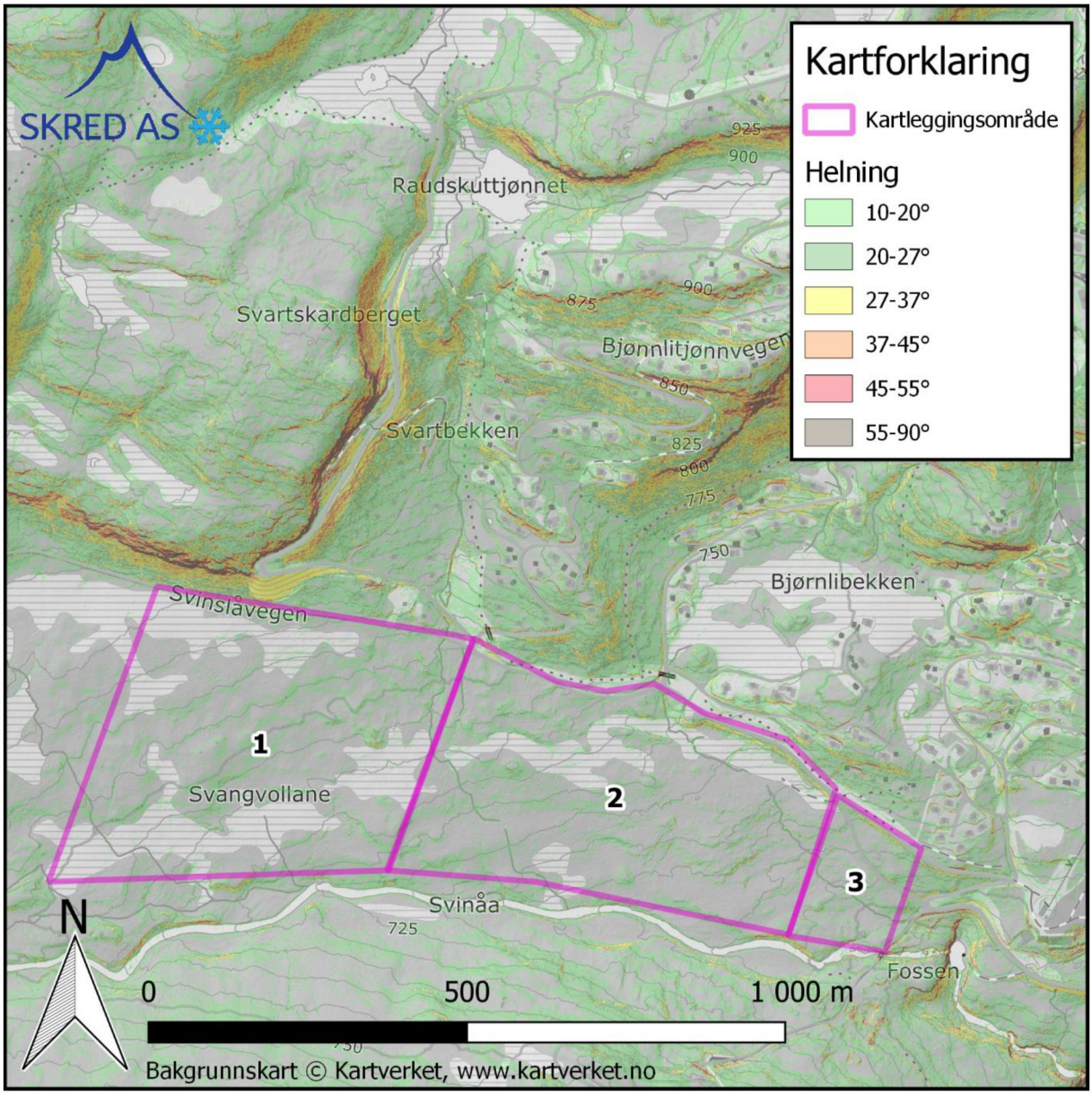
3.1 Topografi

Terrenganalysen er basert på en nasjonal terrengmodell med horisontal oppløsning på 1 m x 1 m (Terratec AS, 2017). Kart med terrenghelning er vist i Figur 2.

Planområdet ligger på sørvestsiden av Kvitfjellet (1044 moh.), og strekker seg fra ca. 700 – 770 moh. I nordre del er området begrenset av Svinslåvegen. Elva Svinåa renner rett sør for det vurderte området. Selve området har en slak helning ned mot Svinåa.

Ved vestlig avgrensning av området kommer Svartbekken ned nordfra, fra Raudskuttjønnet. I nedre deler er bekken bygd ned i terrenget. I to partier renner bekken i terreng brattere enn 27 grader.

Rett nord for området i vestre del er det en liten skrent med terreng stedvis brattere enn 27 grader. Denne skrenten har en høydeforskjell på ca. 30 meter. Rett nord for området i østre del er terrenget slakere med blant annet et større myrparti. Videre nordover går det veg nesten til toppen av Kvitfjellet med hytter langsmed.



Figur 2: Kart med terrenghelning i og rundt det vurderte området.

3.2 Geologi

Berggrunnen i området er kartlagt i målestokk 1:50 000 (NGU, 2020a), og består av sandstein, delvis kvartsittisk, tilhørende Vangsåsformasjonen. Skråningen ovenfor det kartlagte området består av fyllitt.

Løsmassegeologien i området er kartlagt av NGU i målestokk 1:50 000 (NGU, 2020b). Kartet viser at det vurderte området er dekket av morene med liten mektighet (<0,5 m), med partier av torv og myr. Dette stemmer bra med observasjoner gjort i felt. Helt inntil Svinåa er det kartlagt breelvsavsetninger. I fjellsiden ovenfor det vurderte området er det kartlagt bart fjell, myr og morenemateriale, samt skredmateriale like nedenfor den østvendte fjellskrenten ned mot Svartbekken. Bart fjell og morenemateriale ble observert på befaring, men skremateriale fra den østvendte skrenten var ikke mulig å se. Årsaken til at det ikke var

mulig å se kan være på grunn av arbeidet gjort i forbindelse med bygging av Svartskardvegen, som er relativt ny (bygget mellom 2004-2008 ifølge flybilder fra norgeibilder.no). Det ble imidlertid observert skredmateriale på sørsiden av Svartskardberget, ned mot, men ikke inn i, det vurderte området.

3.3 Vegetasjon

Selve planområdet er i stor grad myr med noe åpen granskog og innslag av løvtrær. Fjellsiden over består av åpne partier eller partier med granskog mellom veier og hyttetomter.

3.4 Registrerte skredhendelser

I den NVE Atlas er det ikke registrert skredhendelser i direkte tilknytning til planområdet, men en steinspranghendelse ble registrert 26.11.2020 i fjellsiden ned mot Svartbekklia, like ovenfor det vurderte området (NVE, 2021). Hendelsen var ifølge NVE Atlas (NVE, 2021) ikke en vanlig steinspranghendelse, men heller en blokk som skled ut i skråningen under Svartbekkvegen og ned mot et hyttefelt.

3.5 Tidligere rapporter

Skred AS har utført en skredfarevurdering ved Gudbrandsgard, ca. 2 km NØ for planområdet (Skred AS, 2017) og ved Kvitfjellet ca. 1,2 km NV for planområdet (Skred AS, 2019). I sistnevnte vurdering ble det konkludert med at det var faresone på bakgrunn av snøskred og steinsprang.

3.6 Aktsomhetsområder

Planområdet ligger delvis innenfor NVEs aktsomhetssoner for jord- og flomskred (NVE, 2021).

3.7 Eksisterende skredsikringstiltak

I NVE Atlas (NVE, 2021) er det ikke registrert sikringstiltak for skred i bratt terreng. Det ble heller ikke observert tiltak under befaringen.

3.8 Klimatiske trekk av betydning for skredfare

Det er ikke utført detaljerte analyser av områdets klimatiske forhold. Grunnen til dette er at dimensjonerende skredtyper i det aktuelle området vurderes å være jordskred på (bakgrunn av aktsomhetskartet) og sørpeskred (på bakgrunn av terreng). For jordskred har klimadata en ikke-avgjørende betydning i forhold til topografi og geomorfologiske elementer.

4 Vurdering av skredfare

4.1 Snøskred

Terrenget i fjellsiden ovenfor det vurderte området har mindre partier som er brattere enn 27°, dvs. bratt nok til at snøskred i teorien kan løsne. Når man ser bort fra skrenter som er for bratte til å kunne akkumulere store mengder snø, terreng som er for slakt til å kunne gi snøskred og områder uten jevn terrenghelning, er det ingen områder som utpeker seg som mulige løsneområder for snøskred med potensiale til å nå det vurderte området.

På bakgrunn av terreng- og feltobservasjoner vurderes den årlige sannsynligheten for snøskred til mindre enn 1/5000 i det vurderte området.

4.2 Løsmasseskred

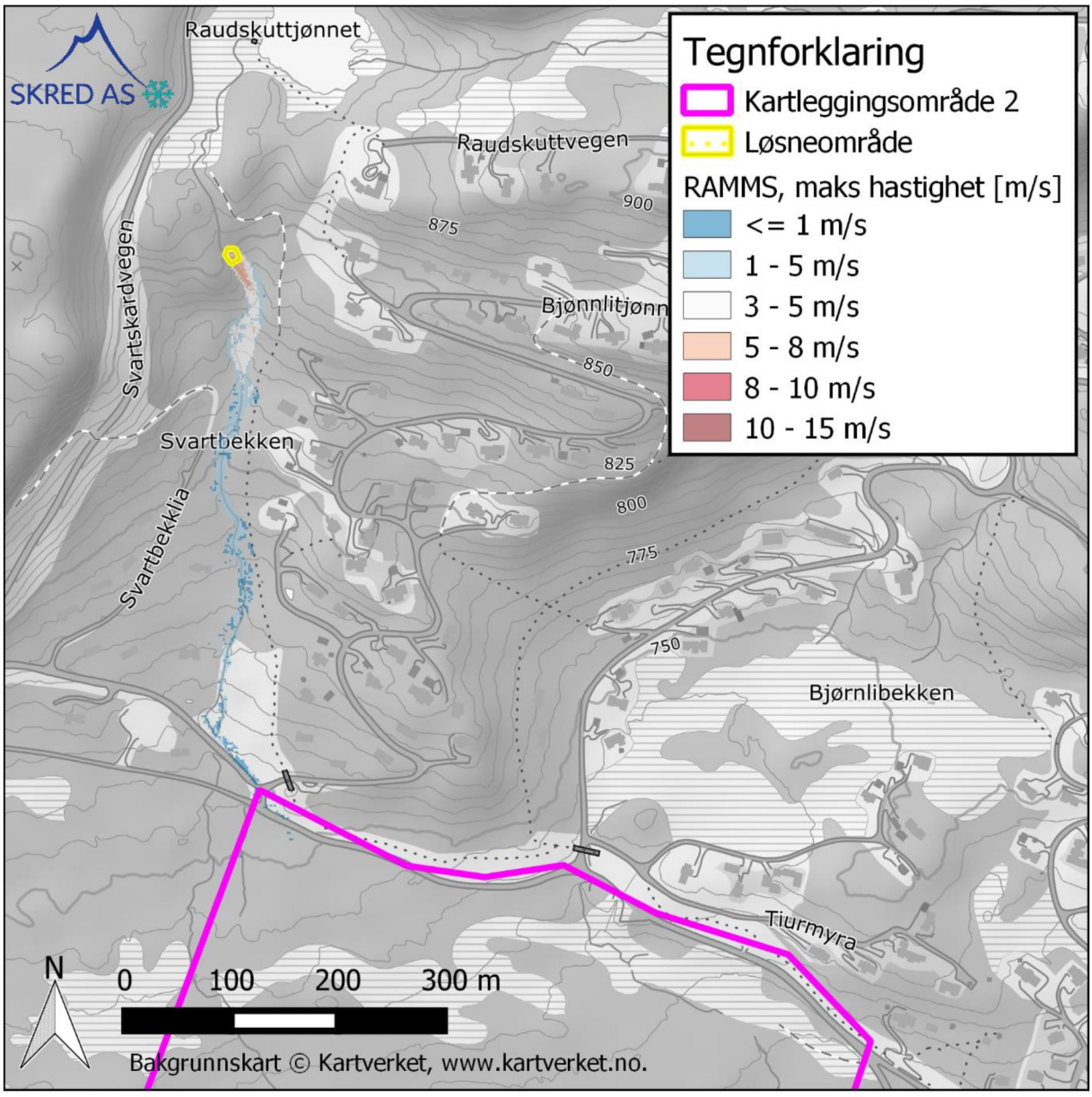
På befaringen ble det ikke observert spor etter erosjon/drenering i løsmassedekket. Terrenganalyse viser heller ingen tegn til avsetningsformer etter tidligere løsmasseskred.

Svartbekken renner ned fra Raudskuttjønnet og drenerer ut gjennom det vurderte området (Figur 3). Bekken har en aktsomhetssone for flom- og jordskred tilknyttet seg (NVE, 2021), som berører det vurderte området. Bekkeløpet består i størst grad av blokker, da det meste av finmateriale er vasket ut vekk.

Figur 3. Bilde av det bratteste punktet i Svartbekken. Bekkeløpet består i stor grad av blokker.

Det er ikke helt usannsynlig med en utglidning i, eller langs, Svartbekken, da det er morenedekke på begge sider av bekken. Potensielle løsneområder vil være begrenset av tilgjengelige masser for transport og slak terrenghelning. Helningen i selve bekkeløpet er generelt slakere enn 20°. Sannsynligheten for at et løsmasseskred fra Svartbekken vil ha konsekvenser for det vurderte området vurderes som liten.

For å underbygge feltobservasjoner og terrenganalysene er det utført modellering av løsmasseskred i Svartbekken. Modelleringene er gjort med RAMMS::Debris Flow (Christen, et al., 2012) (Figur 4) i henhold til anbefalinger i FoU rapporten «RAMMS:: Debris Flow for beregning av jordskred – Casestudier og anbefalinger for bruk» (NVE, 2020b). For modelleringene er det brukt medrivning, standard friksjonsparametere (My=0,2 og Xi=200 m/s^2), «block release» og 1 m bruddkant. Volum av løsneområdet er 166 m^3. Det er et relativt lite løsneområde, men begrunnes her som det mest sannsynlige scenarioet basert på analyse av terrenghelningen og tilgjengelige løsmasser. Resultatet av modelleringen viser at et løsmasseskred i Svartbekken ikke vil nå det vurderte området med en ødeleggende kraft (Figur 4).



Figur 4. Modelleringsresulater fra RAMMS::Debrisflow

På bakgrunn av en helthetlig vurdering av drenering, terreng og modellering vurderes den årlige sannsynligheten for løsmasseskred inn i det vurderte området til mindre enn 1/5000.

4.3 Sørpeskred

Sørpeskred kan oppstå under ulike terrengsettinger og hydrologiske forhold og utløses etter forskjellige mekanismer. I likhet med andre skred styrt av høyt vanninnhold (eks. flomskred) har sørpeskred en tendens til å følge forsenkede terrengpartier som bekkeløp og raviner.

Svartbekken kan anses som en forsenkning i terrenget. Modellen RAMMS::Debrisflow kan brukes til å modellere sørpeskred og et eventuelt sørpeskred i Svartbekken antas å ha samme strømningsmønster som flomskredet som er modellert og vist i forrige delkapittel. Et sørpeskred forventes å ha lengre utløp enn et løsmasseskred, blant annet på grunn av den interne friksjonen.

Imidlertid er det er ikke registrert avsetninger fra sørpeskred verken på befaring eller ved å studere skyggekart. Det er ingen opplysninger om tidligere sørpeskred i dette området eller nærliggende områder. Vi er heller ikke kjent med sørpeskred som løsner nedenfor skoggrensen. Dette tilsier at de lokale forholdene gjør sørpeskred lite sannsynlig.

Basert på ovenstående vurderinger, mener vi at den årlige sannsynligheten for at sørpeskred når inn i planområdet er lavere enn 1/5000.

4.4 Skred i fast fjell

Utfall av steinblokker krever skrenter med blottet fjell og helning over 40 - 45°. Det finnes ingen slike skråninger med potensielt utløp til det vurderte området i overkant av det vurderte området. Skred i fast fjell er derfor ikke en aktuell prosess i det vurderte området og den årlige sannsynligheten for steinsprang inn i det vurderte området vurderes som lavere enn 1/5000.

4.5 Faresoner for skred

Hele det kartlagte området ligger utenfor faresonen med en årlig sannsynlighet ≥1/5000. Det er derfor ikke tegnet faresoner i området.

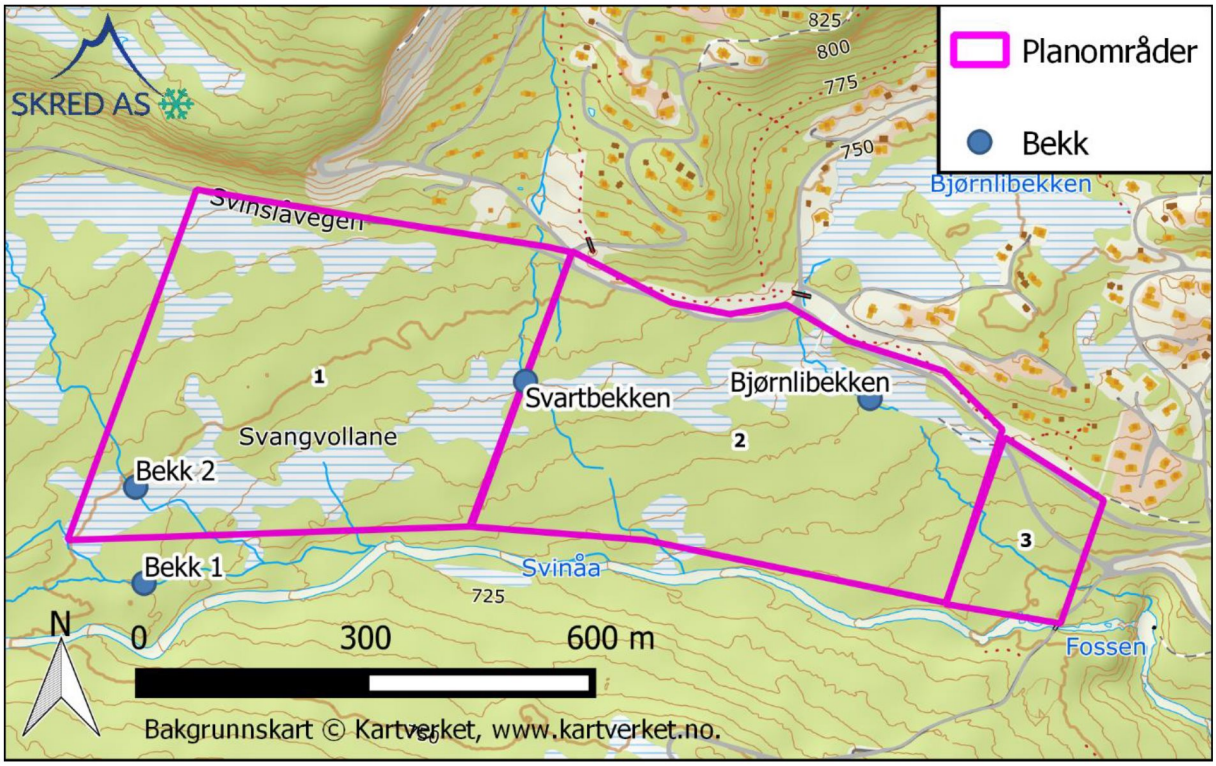
5 Vurdering av flomfare

5.1 Beskrivelse av området, elveløp og konstruksjoner

Elva Svinåa renner i bunnen av dalen, rett sør for planområdene. Elveløpet er relativt rett. Bunnen består av steiner og større blokker. Rett ved sørøstre hjørne av planområde 3 krysses elva av to bruer, se Figur 6. Den øverste brua er for bilvei og en litt lavere, rett nedstrøms for vannledninger eller lignende. Ut fra tilstand forventes det ikke at bruene vil kunne ryke ved flom.

Det er to bekker som krysser planområde 2 (Svartbekken og Bjørnlibekken). Der hvor skiløypa krysser bekkene, er bekkene lagt i rør. Rørene har en varierende dimensjon, mellom 0,35 og 0,7 m. Under befaringa var det flere kortere strekninger hvor bekkene hadde delt seg i to løp, men det ble ikke observert flomløp som tydelig skilte seg fra dagens bekkeløp.

Figur 5 viser et oversiktskart, Figur 6 viser bilde av nedstrøms bru over Svinåa, mens Figur 7 og Figur 8 viser representative foto av elve- og bekkeløpene.



Figur 5: Oversiktskart over planområdet med bekkeløp og plassering av rør.

Figur 6: Bruer over Svinåa rett nedstrøms planområde 3.

Figur 7: Representativt foto av elveløpet til Svinåa.

Figur 8: Representativt foto av bekkeløpene.

5.2 Flomberegning

5.2.1 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. Metodene benyttet i flomberegningene er beskrevet under.

Retningslinjer for flomberegninger (NVE, 2011), *Veileder for flomberegninger i små nedbørfelt* (NVE, 2015) og *Anbefalte metoder for flomberegninger i små uregulerte felt* (NVE, 2015) er lagt til grunn for flomberegningen.

5.2.2 Beskrivelse av nedbørfelt

Nedbørfeltet til Svinåa drenerer østover. Feltet består av hovedsakelig av skog, med snaufjell i øvre deler og en del skrånende myr i vestre del. Det er spredte hytter langs veiene i nedbørfeltet. I den nordre delen ligger innsjøene Vendalsvatnet og Jamfrusto. Feltet er ikke påvirket av regulering.

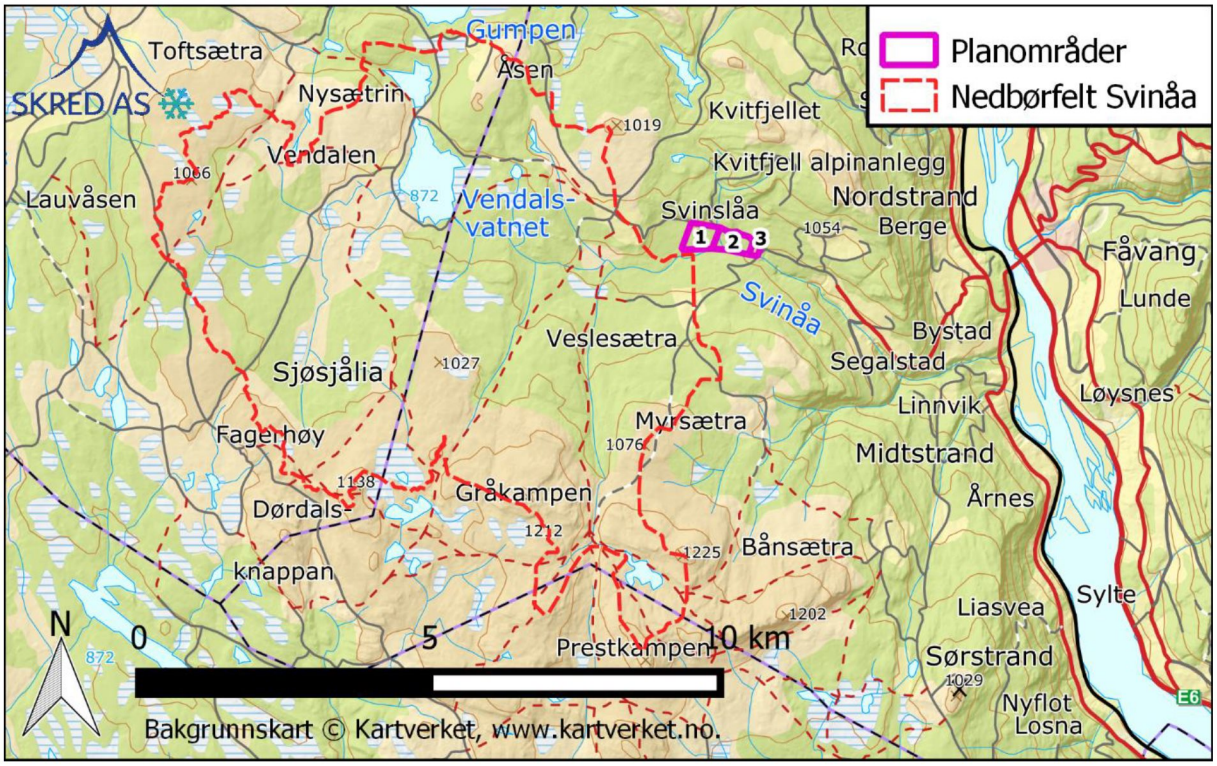
Nedbørfeltet til bekk 1 består hovedsakelig av snaufjell, med noe beitemark og bebyggelse i midten, og skog i nedre del. Nedbørfeltet til bekk 2 består hovedsakelig av skog. I den øvre delen av nedbørfeltet til Svartbekken er det flere mindre vann med bekker og myrer i tilknytning til vannene. I de høyestliggende delene av feltet er det snaufjell, men mesteparten av totalfeltet er skogdekt. Langs østkanten av nedbørfeltet er det veier som slynger seg oppover og spredt hyttebebyggelse. Veiene kan potensielt virke avskjærende under en flomsituasjon og øke det effektive feltarealet ved for eksempel tette stikkrenner. Nedbørfeltet til Bjørnlibekken består av skog, hyttefelt og deler av en alpintrase. I forbindelse med hyttefeltene er det to veier som slynger seg oppover fjellsiden. Feltet har ingen vann, men bekken passerer et større, flatere myrområde i nedre del av feltet som kan ha en dempende effekt på avrenninga.

Feltkarakteristika til Svinåa og bekkene er vist i Tabell 3, mens feltgrensene er vist i Figur 9 og Figur 10.

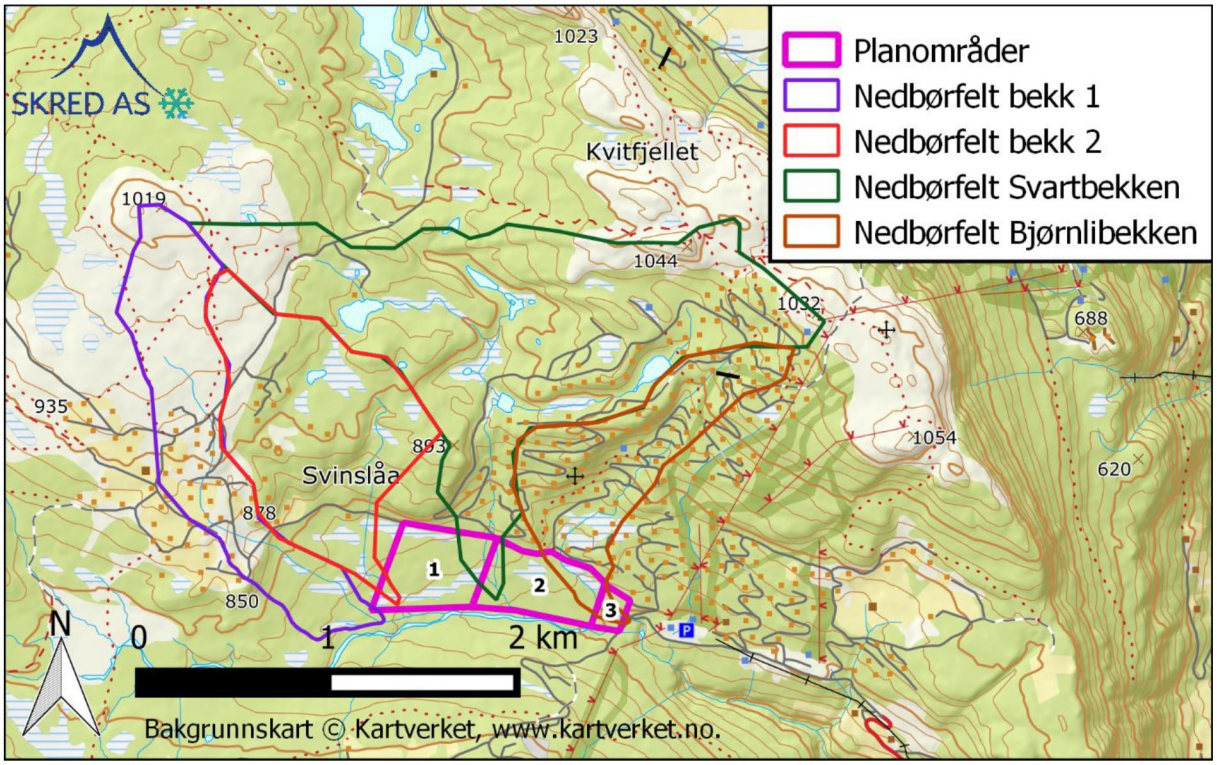
Tabell 3: Feltkarakteristika til Svinåa og bekkene.

Vassdrag	Feltareal [km^2]	q_N* [l/s/km^2]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Myr [%]	Snaufjell [%]	Høydeint. [moh]
Svinåa oppstrøms bekk 1	56.4	16	0.99	45	10	21	735-1229
Bekk 1	0.9	14	0	20	3	4	746-1023
Bekk 2	1.1	12	0.04	72	8	0	742-983
Svartbekken	2.5	14	0.45	78	4	5	725-1041
Bjørnlibekken	0.8	11.2	0	90	7	0	687-991

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



Figur 9: Feltgrensene til Svinåa.



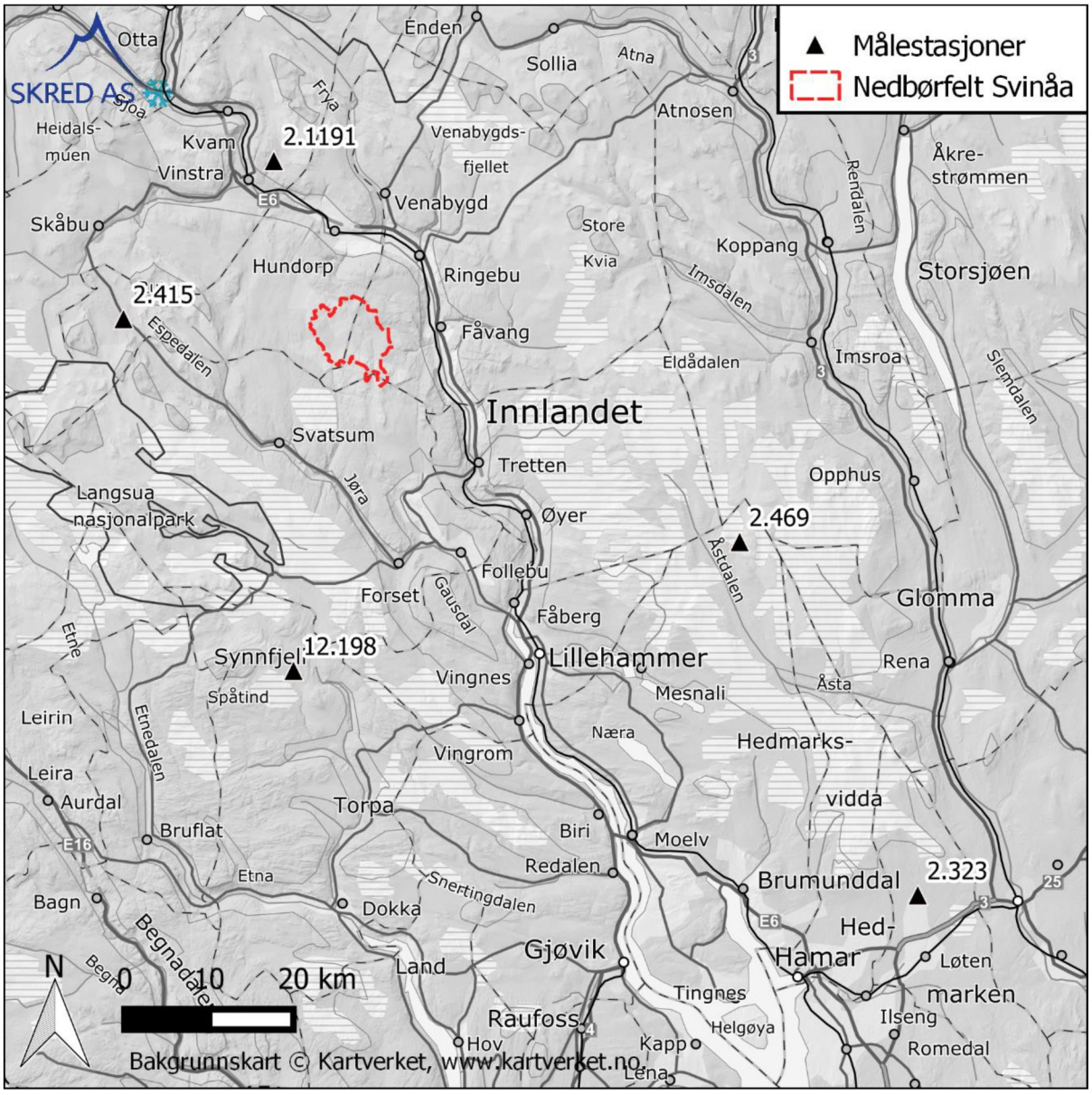
Figur 10: Feltgrensene til bekkene.

5.2.3 Flomberegning Svinåa med utvalgte metoder

5.2.3.1 Målestasjoner og flomfrekvensanalyse

Det foreligger ingen kjente målinger av flomvannføring i Svinåa. Det er derfor funnet et utvalg målestasjoner som sammen kan gi en indikasjon på flomforholdene i elva. Indikasjonen fås gjennom beregning og vurdering av spesifikk middelflom og flomfrekvensanalyse, samt analyse av feltkarakteristika opp mot aktuelt nedbørfelt.

I *Tabell 4* er det gitt et utvalg målestasjoner, inkludert feltkarakteristika, som sammen kan gi en indikasjon på flomforholdene i det vurderte nedbørfeltet. Det er valgt ut stasjoner som ikke er påvirket av regulering og hvor det foreligger et datagrunnlag med tilstrekkelig kvalitet. Middelavrenning (q_n) er beregnet basert på måleserien ved hver stasjon. Hypsografisk kurve til stasjonene er vist i Figur 12 og beliggenhet er vist i Figur 11.

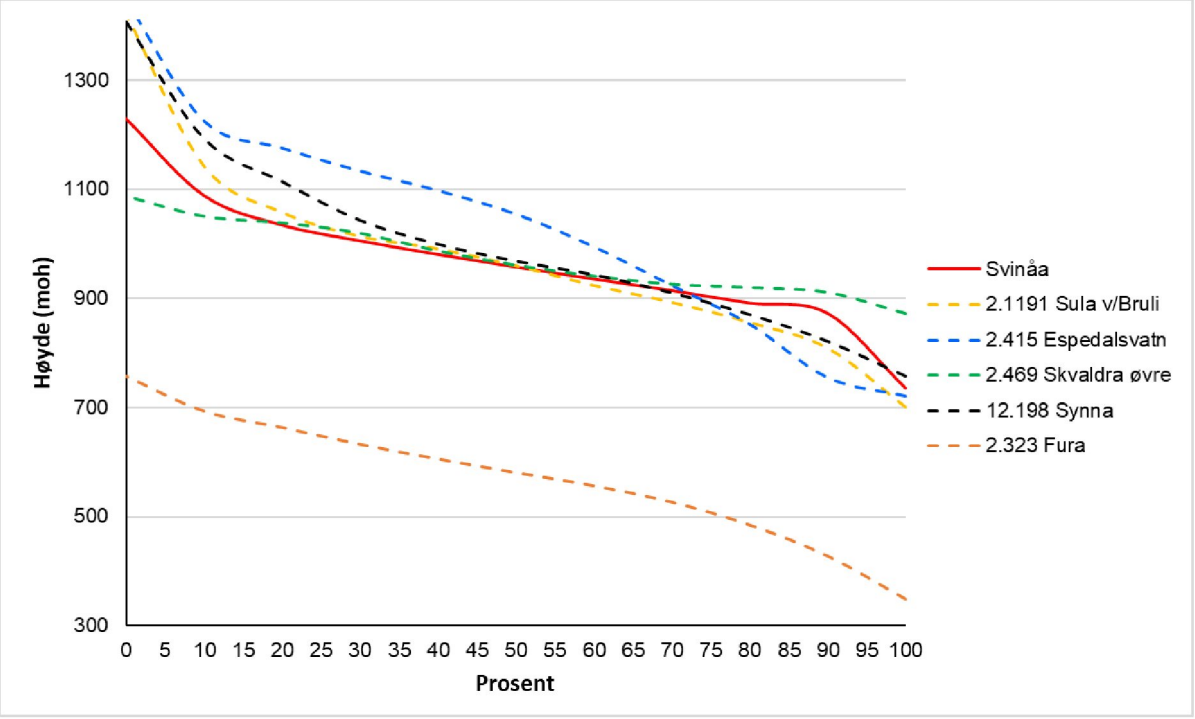


Figur 11: Lokasjon til utvalgte målestasjoner.

Tabell 4: Utvalgte målestasjoner som er vurdert representative for Svinåa.

Målestasjon	Feltareal [km²]	Målinger [år]	q_N [l/s/km²]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Snau-fjell [%]	Høyde [moh]
Svinåa	***56.4***	-	***16****	***0.99***	***45***	***21***	***735-1229***
2.1191 Sula v/Bruli	33.2	2016-dd	13	0.17	27	53	701-1423
2.415 Espedalsvatn	94.4	1976-2000, 2008-dd	18	4.83	41	41	721-1449
2.469 Skvaldra øvre	16.2	1988-1995	42	0.01	6	56	872-1088
12.198 Synna	104.3	1978-1986	22	1.57	44	26	757-1408
2.323 Fura	36.4	1971-dd	26	0	80	0	349-758

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90



Figur 12: Hypsografisk kurve til Svinåa og vurderte målestasjoner.

Vannføringsmålinger fra de aktuelle målestasjonene er hentet ut og analysert gjennom NVE-databasen Hydra2. Det er gjort flomfrekvensanalyse av måleseriene på årsflommer. Kvaliteten til vannføringskurvene er gitt av NVE sin vurdering av aktuell kurve, noe som er avgjørende for kvaliteten til måledataene.

For hver måleserie er det gjort et valg av type frekvensfordeling basert på serielengde og frekvenskurven sin tilpasning til dataene. Resultatene fra analysen er presentert i Tabell 5.

Tabell 5: Resultater fra flomfrekvensanalyse på årsflommer (døgnmiddel).

Målestasjon	År	Middelflom		Q_{20} / Q_M	Q_{200} / Q_M	Metode	Kurvekvalitet (flom)
		Q_M [m^3/s]	q_M [$l/s/km^2$]				
2.1191 Sula v/Bruli	5	7.16	215				Usikker
2.415 Espedalsvatn	38	17.23	183	2.01	3.97	GEV (max)	Middels
2.469 Skvaldra øvre	7	10.24	634				Usikker
12.198 Synna	9	26.03	250				Usikker
2.323 Fura	50	13.62	374	1.57	2.11	GEV (max)	Bra

5.2.3.1.1 Forholdstall mellom kulminasjon- og døgnmiddelvannføring

Kulminasjonsvannføringen kan være vesentlig større enn døgnmiddelvannføringen beregnet i Tabell 5. Generelt er forholdstallet ofte størst i små og bratte nedbørfelt med liten innsjødempning. I NVE (2015a) er forholdet mellom kulminasjon- og døgnmiddelflom ved et utvalg målestasjoner i Norge der feltareal er mindre enn 50 km^2 estimert. Tabell 6 viser forholdstall ved vurderte målestasjoner.

Tabell 6: Forholdstall mellom kulminasjon- og døgnmiddelvannføring fra NVE (2015a).

Målestasjon	Areal [km^2]	Eff. Sjø [%]	Kulm/døgn
2.469 Skvaldra Øvre	16.2	0.01	1.08
2.323 Fura	39.7	0	1.45

For målestasjonene 2.1191 Sula v/Bruli og 2.415 Espedalsvatn er forholdstallet mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføringen beregnet, se Tabell 7. Den er funnet ved å finne forholdstallet mellom døgnmiddelvannføring og høyeste timevannføring for de fire største flommene ved hver målestasjon. For 2.1191 Sula v/Bruli er dette 30.10.2020, 28.04.2019, 18.05.2017 og 10.05.2018, mens for 2.415 Espedalsvatn er dette 02.06.1995, 12.05.2018, 25.05.2014 og 23.05.2020. Deretter er det høyeste forholdstallet valgt ut.

Tabell 7: Forholdstall mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring beregnet fra døgn- og findata.

Målestasjon	Kulm/døgn
2.1191 Sula v/Bruli	1.44
2.415 Espedalsvatn	1.05

I NVE (2011) er det presentert et formelverk som gir forhold mellom kulminasjon- og døgnmiddelvannføring for vår- og høstflom. For Svinåa gir formelverket et forholdstall for

vår- og høstflom på henholdsvis 1,30 og 1,51. På de nærmeste målestasjonene oppstår de største flommene om våren.

Basert på feltkarakteristikk, forholdstallene ved de vurderte stasjonene og resultatene fra formelverket synes et forholdstall på 1,4 realistisk.

5.2.3.2 Flomformler for små nedbørfelt

I NVE (2015) presenteres et nasjonalt formelverk for flomberegninger i nedbørfelt der feltareal er mindre enn 50 km^2. Svinåa er rett utenfor gyldighetsintervallet, noe som gir en større usikkerhet. 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. Det betyr at et godt estimat av middelflom vil redusere usikkerheten i beregningene betraktelig.

Middelavrenning fått fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-1990 virker rimelig sammenlignet med verdiene ved de nærmeste målestasjonene. Det er derfor valgt å benytte en middelavrenning på 16 l/s/km^2 i flomformelverket.

Resultatene gitt fra flomformelverket for små nedbørfelt er presentert i Tabell 8. Det er gitt resultater for middelestimat, samt øvre- og nedre konfidensintervall (95%).

Tabell 8: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for Svinåa (kulminasjon).

Estimat	Middelflom		Q_{20}/ Q_M	Q_{20} [m^3/s]	Q_{200}/ Q_M	Q_{200} [m^3/s]
	Q_M [m^3/s]	q_M [l/s/km^2]				
Lav (95 %)	6.8	120		12.0		19.7
Middel	**13.5**	**240**	**1.77**	**23.9**	**2.91**	**39.4**
Høy (95 %)	27.0	480		47.9		78.8

5.2.3.3 Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)

Flomestimater fra RFFA-2018 (døgnmiddel) for Svinåa er hentet fra NVEs kartverktøy Nevina, se Tabell 9. Har man ikke lokale kulminasjonsdata, anbefales det for felt mindre enn 60 km^2 at det eksisterende formelverket fra RFFA_NIFS benyttes (NVE, 2020).

Tabell 9: Flomverdier (døgnmiddel) fra regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018).

	Q_M	Q_{20}	Q_{200}
Flomfrekvensfaktor (QM/QT)	1	1.84	2.63
Flom usikkerhet (2,5%) [m^3/s]	6.2	10.7	14.5
Flomverdier [m^3/s]	**11.1**	**20.3**	**29**
Flom usikkerhet (97,5%) [m^3/s]	19.6	38.4	58.1

5.2.3.4 PQRUT

PQRUT er en nedbør-avløpsmodell som er utformet som en lineær karmodell. Modellen er en forenklet versjon av HBV-modellen. I NVE (2015) er det gitt en beskrivelse av modellen og hvordan den kan benyttes i små nedbørfelt. Det er flere usikkerhetsmomenter som ligger i bruken av modellen for mindre felt, slik at usikkerheten i resultatene forventes å være stor.

I henhold til anbefalinger i NVE (2015b) benyttes det et dimensjonerende nedbørforløp på 24 timer og et tidsskritt på 1 time. Konsentrasjonstiden til feltet er estimert til ca. 2 timer, basert på den pragmatiske metoden.

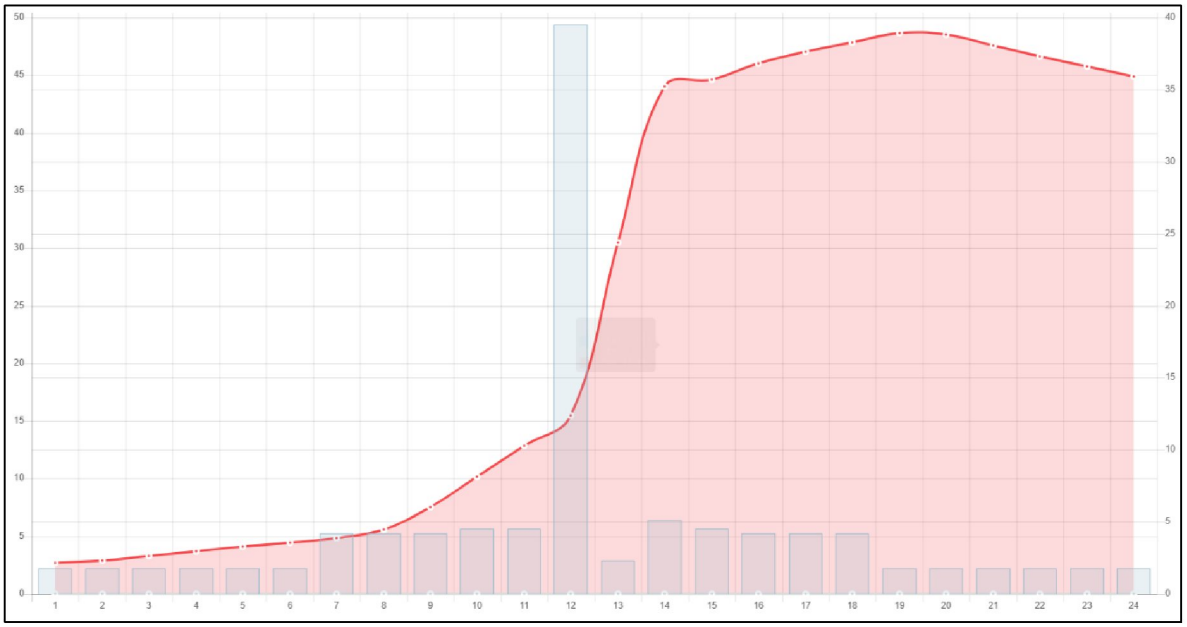
Det ligger en stor grad av usikkerhet i valget av dimensjonerende nedbørverdier og nedbørforløp. Nedbørstasjonen 13150 Fåvang ligger 5 km øst for planområdet og måler hver time. Måleserien for timesdata består av kun 7 tilnærmet fulle år, så det utgjør et tynt grunnlag for statistisk analyse, mens døgnmålingene er fra 2009. 20 km vest for planområdet ligger nedbørstasjonen 13100 Vestre Gausdal som har en måleserie for døgnnedbør på 110 år. 11 km øst for planområdet ligger målestasjonene 13300 Spangrudlien i Ringebu og 13310 Søre Brekkom 600 m fra hverandre med en til sammen 61 år lang måleserie. Det er utført frekvensanalyse på nedbørdataene der resultatene er presentert i Tabell 10. For å justere fra døgnnedbør til vilkårlig 24-timers nedbør er det multiplisert med en faktor på 1,13.

Tabell 10: Resultater fra frekvensanalyse på nedbør.

Nedbørstasjon	Måleperiode [år]	Høyde [moh.]	200-årsnedbør [mm]		Metode
			Døgn [mm]	24-timer [mm]	
13100 Vestre Gausdal	1897 - 2007	580	95	107	GEV (l-mom)
13300 Spangrudlien i Ringebu + 13310 Søre Brekkom	1956-1975 + 1976-2017	755/770	78	88	GEV (max)

Fra frekvensanalysen er 107 mm satt som dimensjonerende 24-timers nedbør, siden 13100 Vestre Gausdal har lengst måleserie og dermed best statistisk grunnlag. For varigheter ned mot 1 time er det skalert mot IVF-kurven fra nedbørstasjonen Hamar II. Det er valgt å bruke IVF-kurven for nedbørstasjonen Hamar II, fordi den virker geografisk representativ og har en kurve av god kvalitet. Erfaring tilsier at kurven fra nedbørstasjonen Lillehammer underestimerer. Det er videre konstruert et 200-års nedbørforløp som er tilnærmet symmetrisk om den mest intensive nedbørperioden. Initialvannføringen i PQRUT er satt til 2,7 m^3/s, som tilsvarer ca. 3 ganger middelvannføringen.

PQRUT-modellen gir en estimert 200-årsflom på 48,7 m^3/s, vist i Figur 13.



Figur 13: Resultater fra PQRUT for vurdert nedbørfelt, 200-årsflom.

5.2.4 Flomberegning for bekkene med utvalgte metoder

5.2.4.1 Flomformler små felt

I NVE (2015a) presenteres et nasjonalt formelverk for flomberegninger i nedbørfelt der feltareal er mindre enn 50 km^2. 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. Det betyr at et godt estimat av middelflom vil redusere usikkerheten i beregningene betraktelig. Middelavrenning fått fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-1990 for bekkene kan virke rimelige sammenlignet med de nærmeste målestasjonene. Erfaring tilsier at formelverket ofte underestimerer ved lav middelvannføring, så det er valgt å benytte en middelavrenning på 20 l/s*km^2 inn i formelverket.

Resultatene gitt fra flomformelverket for små nedbørfelt er presentert i Tabell 11. Det er gitt resultater for middelestimat for middelflom, 20-årsflom og 200-årsflom. Øvre konfidensintervall (95 %) er omtrent dobbelt så stort som middelestimatet, mens nedre konfidensintervall (95 %) er omtrent halvparten så stort.

Tabell 11: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for bekkene (kulminasjon).

Vassdrag	Q_M [l/s/km^2]	Q_M [m^3/s]	Q_{20}/ Q_M	Q_{20} [m^3/s]	Q_{200}/ Q_M	Q_{200} [m^3/s]
Bekk 1	**655**	**0.6**	1.74	**1.0**	2.81	**1.7**
Bekk 2	**606**	**0.7**	1.74	**1.2**	2.82	**1.9**
Svartbekken	**482**	**1.2**	1.75	**2.1**	2.83	**3.4**
Bjørnlibekken	**666**	**0.5**	1.74	**0.9**	2.81	**1.5**

5.2.4.2 *Rasjonelle formel*

Den rasjonelle formelen beregner flomvannmengde basert på nedbørstatistikk, feltareal og antatt avrenningskoeffisient. Dimensjonerende nedbør hentes fra relevant IVF-kurve eller nedbørstatistikk, basert på estimert konsentrasjonstid. Det foreligger ulike anbefalinger til hvor store felt formelen bør benyttes til. Anbefalingene varierer mellom 0,2 og 5 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. Det er valgt å skalere IVF-kurven for nedbørstasjonen Hamar II, som virker geografisk representativ og har en kurve av god kvalitet.

Konsentrasjonstiden til feltene er beregnet ved bruk av formel for naturlig felt gitt i SINTEF (1992). Avrenningskoeffisient (C-verdi) er satt basert på anbefalinger i aktuelle veiledere og erfaringsdata. Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonelle metoden er vist i Tabell 12.

Tabell 12: Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonelle metoden for bekkene (kulminasjon).

Vassdrag	IVF-kurve	Areal [ha]	Kons. Tid [min]	I200 [l/s*ha]	C-verdi	Q200 [m^3/s]
Bekk 1	Hamar II	90	72	65.5	0.4	2.4
Bekk 2	Hamar II	110	78	60.6	0.3	2.0
Svartbekken	Hamar II	250	105	55.2	0.3	4.1
Bjørnlibekken	Hamar II	80	59	76.5	0.3	1.8

5.2.5 Klimaframskrivninger

I henhold til anbefalinger i NVE (2016) og klimaprofil for Oppland (Norsk Klimaservicesenter, 2017) blir et klimapåslag på 20 % benyttet for Svinåa for å ta hensyn til forventet økning i flomstørrelser frem mot år 2100. For bekkene blir et klimapåslag på 40 % benyttet, siden de er bratte med små nedbørfelt og vil reagere raskt på kraftig regn.

5.2.6 Vurdering av resultater

5.2.6.1 *Svinåa*

Målestasjon 2.1191 Sula v/Bruli ligger nært Svinåa, men har en kort måleserie. Den har et mindre nedbørfelt, lavere effektiv sjøprosent og større andel snaufjell, som tilsier mindre demping, og dermed mindre flommer i Svinåa. 2.415 Espedalsvatn ligger også nært, har større nedbørfelt og høy effektiv sjøprosent, som tilsier større flommer i Svinåa. 2.469 Skvaldra Øvre har et mindre areal, lavere effektiv sjøprosent og større snaufjellandel, noe som tilsier at flommer i Svinåa vil være mindre. 12.198 Synna har et større nedbørfelt og høyere effektiv sjøprosent noe som tilsier at flommer i Svinåa vil være større. 2.323 Fura er et skogsfelt uten innsjøer, som ligger lengre unna geografisk.

Blant de nærmeste målestasjonene er det kun 2.415 Espedalsvatn som har en måleserie med en lengde som gir et godt grunnlag for statistisk analyse. Vekstkurven til Espedalsvatn er brattere enn vekstkurven til 2.323 Fura, som ligger langt unna og lavere i terrenget.

Basert på målestasjonene anses en spesifikk døgnmiddelflom på 225-300 l/s/km^2 som realistisk. Med et forholdstall mellom kulminasjon og døgnmiddelflom på 1,4 gir det en kulminert spesifikk middelflom på mellom 315 og 420 l/s/km^2.

Vurdert middelflom fra stasjonene ligger mellom middel- og øvre estimat fra flomformelverket. Middelflommen fra den regional flomfrekvensanalyse ligger rett over middelestimatet fra flomformelverket, og konfidensintervallene stemmer godt. Vekstkurven fra flomformelverket er mellom vekstkurvene fra 2.451 Espedalsvatn og 2.323 Fura. PQRUT ligger mellom middel- og øvre estimat fra flomformelverket. Resultatene fra de ulike flomberegningsmetodene er oppsummert i Tabell 13.

Tabell 13: Sammenligning av resultater fra flomberegninger for Svinåa med ulike metoder (kulm.).

Metode	q_m [l/s/km^2]	q20 [l/s/km^2]	q200 [l/s/km^2]
Vurdert fra referensefelt	315 - 420	-	-
Formelverk for små nedbørfelt	120 - 480	210-850	350 - 1400
Regional flomfrekvensanalyse	150 - 490	190-680	360 - 1440
PQRUT	-	-	860

5.2.6.2 Bekkene

Resultatene fra den rasjonelle formelen ligger mellom middel- og øvre estimat fra flomformelverket. Den rasjonelle formelen brukes med forsiktighet i større naturlige felt, mens erfaring tilsier at flomformelverket underestimerer ved bratte felt. Vekstkurven til flomformelverket anses som robust.

5.2.7 Dimensjonerende vannføring

For Svinåa er det valgt å sette kulminert spesifikk middelflom på 320 l/s/km^2, som ligger noe over middelestimatet fra flomformelverket. Siden vekstkurven fra flomformelverket anses robust blir den fordelingen benyttet.

For bekkene settes middelflommen noe over middelestimatet fra flomformelverket. Vekstkurven fra flomformelverket benyttes.

Dimensjonerende 200-årsflom beregnet for Svinåa er gitt i *Tabell 14*. Spesifikk 200-årsflom inkludert klimatillegg er beregnet til ca. 1120 l/s/km^2.

Tabell 14: Dimensjonerende flommer (kulminasjon) for Svinåa og bekkene.

Vassdrag	Feltareal [km²]	Klimatillegg [%]	Middelflom		Q_{20} [m³/s]	Q_{200} [m³/s]
			Q_M [m³/s]	q_M [l/s/km²]		
Svinåa	56.4	20	21.7	385	38	63
Bekk 1	0.9	40	0.98	1104	1.7	2.9
Bekk 2	1.1	40	1.13	1020	2.0	3.2
Svartbekken	2.5	40	2.03	810	3.6	5.7
Bjørnlibekken	0.8	40	0.89	1116	1.6	2.5

5.3 Hydraulisk modellering

5.3.1 Metode

I beregning av vannlinje og hydrauliske parametere i Svinåa og bekkene er programvaren Hec-Ras versjon 5.0.7 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.

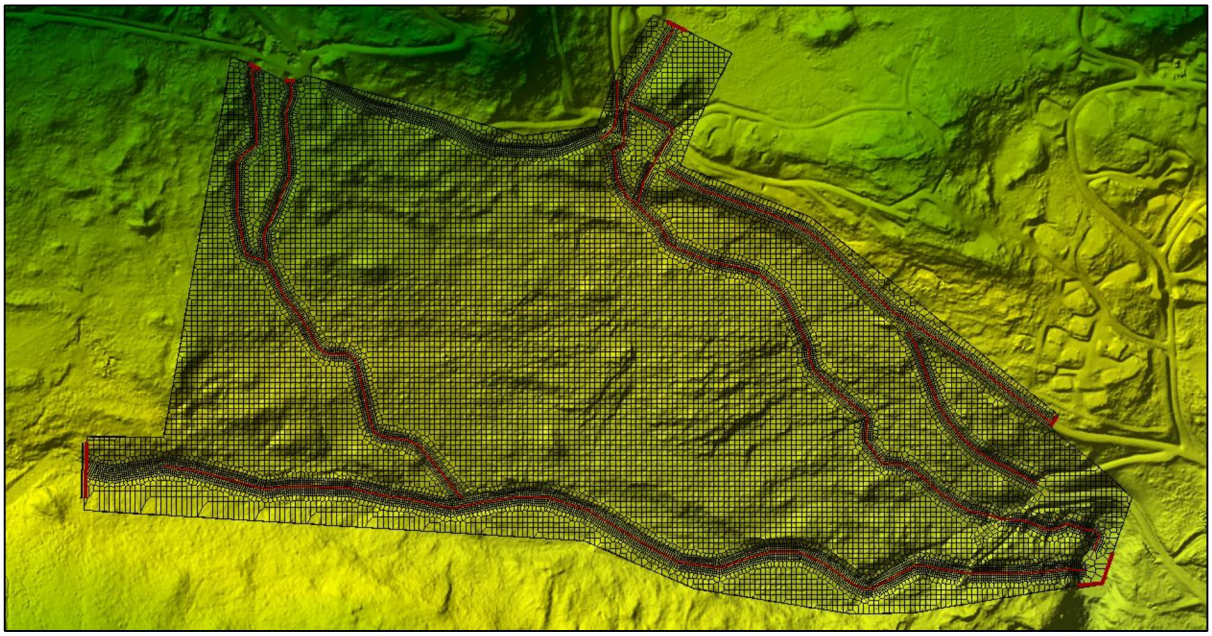
5.3.2 Oppsett av modell

5.3.2.1 Modelloppsett

Basert på bakkepunkter fra LiDAR-data av området, hovedsakelig fra 2017, men også 2012 og 2009, er det etablert en terrengmodell med horisontal oppløsning på 1 x 1 meter. Benyttede parametere i modellen fremkommer av Tabell 15. Terrengmodell, benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser er illustrert i Figur 14.

Tabell 15: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for Svinåa med bekker.

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	15 i skogen, 25 i myrer og Svinåa



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

5.3.2.2 Konstruksjoner

Svartbekken krysser Svartskardvegen rett oppstrøms planområdet og Svinslåvegen øverst i planområdet, se Figur 15. Kapasiteten til kulvertene ble beregnet av Asplan Viak (2019) for en 200-årsflom med klimapåslag på 5,97 m^3/s. Dimensjonen på kulvertene er de samme som anbefalt i Asplan Viak-rapporten, og som Figur 16 og Figur 17 viser så har de godt utforma innløp med vingemur. Det blir derfor forutsatt at disse kulvertene har kapasitet til en 200-årsflom. Det er derfor valgt å plassere oppstrøms grensebetingelse ved utløpet av den nederste kulverten.

Bjørnlibekken krysser også to veier rett oppstrøms planområdet, Svinslåvegen (Figur 18) og Tiurmyra (Figur 19). Kapasiteten til kulvertene kan være bestemmende for hvor vannet tar veien, så de er lagt inn i den hydrauliske modellen ved å bruke kulvertfunksjonen i Hec-Ras.

Figur 15: Dronebilde av Svartbekken med kulverter rett oppstrøms planområdet.

Figur 16: Innløp til kulvert under Svinslåvegen for Svartbekken.

Figur 17: Innløp til kulvert under Svartskardvegen for Svartbekken.

Figur 18: Stikkrenne under Svinslåvegen for Bjørnlibekken.

Figur 19: Stikkrenne under Tiurmyra for Bjørnlibekken.

5.3.3 Modellert fremtidig 20- og 200-årsflom

For både fremtidig 20- og 200-årsflom viser modelleringa at flom i Svinåa ikke berører planområdet. Svartbekken holder seg nær bekkeløpet i den øvre halvdelen av planområdet, men sprer seg utover et større område etter å ha passert myra/skiløypa. Under befaringa ble bekkeløpet oppfattet som tidvis diffust, og bekken delte seg i to flere steder. Figur 20 viser et eksempel på at bekken ikke holder seg til bekkeløpet.

Resultatet fra den hydrauliske modellen viser at stikkrennene til Bjørnlibekken under Tiurmyra og Svinslåvegen ikke har kapasitet til en 20-årsflom inkludert klimapåslag. Kapasiteten til kulvertene i Hec-Ras er kontrollert mot nomogrammer (SINTEF, 1992). Noe av vannet fra Bjørnlibekken følger grøfta østover langs Svinslåvegen.

Bjørnlibekken sprer seg også utover både myra og i skogen. Dette skyldes at bekkeløpet er lite markert i terrenget. Figur 21 viser et eksempel på hvordan bekken drar ut av bekkeløpet. Under befaringa ble det også observert at det sto vann på myra langs bekken.

Figur 20: Eksempel fra Svartbekken som sprer seg utover fra bekkeløpet under befaringa.

Figur 21: Eksempel fra Bjørnlibekken der bekkeløpet er lite definert og vannet sprer seg utover i terrenget.

5.3.4 Sensitivitetsanalyse

Da vi ikke har tilgang på kalibreringsdata er det gjennomført en sensitivitetsanalyse av modellen. I sensitivitetsanalysen er 200-årsvannføringen i både bekkene og Svinåa økt med 20 %, mens ruheten i Svinåa er økt med 25 % for både 20- og 200-årsvannføring.

Verken økning i vannføring eller økning av ruhet i Svinåa påvirker oversvømt areal.

Den øverste kulverten til Svartbekken har ikke kapasitet til en 200-årsflom økt med 20%. Da følger noe vann veggrøfta østover, mens mesteparten krysser vegen og renner ned i det parallelle løpet 40 meter øst for Svartbekken. Noe av dette drar østover ut fra sideløpet 70 meter nedstrøms veien, og følger myra nedover. Dette er forventes basert på informasjon om dimensjoneringen av kulvertene.

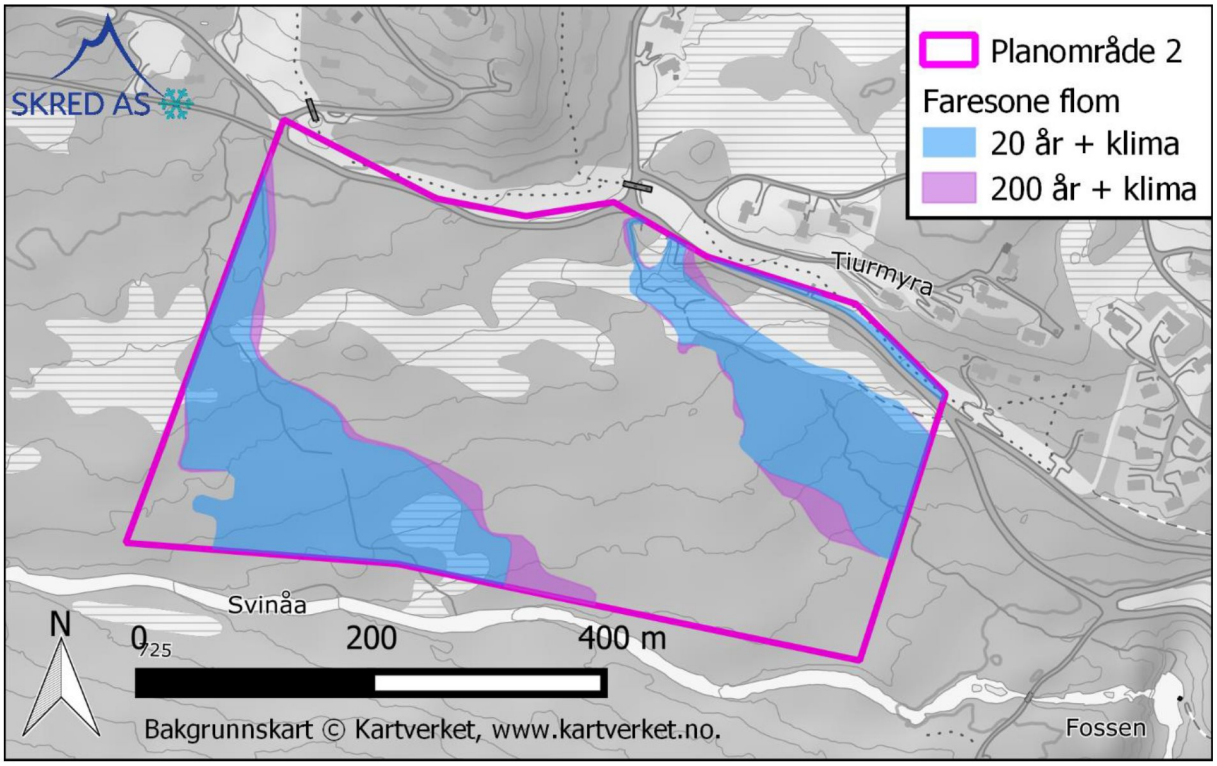
Øking i vannføring i Bjørnlibekken har liten innvirkning på oversvømt areal.

5.4 Faresoner for flom

Basert på resultater fra modelleringen og analysene er det tegnet opp faresone for flom for det vurderte området. Faresonen viser hvilke områder som vurderes utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/20 og 1/200 i år 2100, som tilsvarer sikkerhetsklasse F1 og F2 i TEK17.

Faresonen er i stor grad konsekvens av lite definerte bekkeløp, slik at vannet sprer seg over et stort område.

Faresonen fremkommer av Figur 22. Ved praktisk bruk av sonene opp mot sikringstiltak anbefales det å benytte en ekstra sikkerhetsmargin på minimum 0,2 meter.



Figur 22: Faresone som viser områder utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/20 (sikkerhetsklasse F1) og 1/200 i år 2100 (sikkerhetsklasse F2).

5.5 Vurdering av erosjonssikkerhet

I henhold til krav i TEK17 skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. For dagens situasjon vurderes erosjonssikkerheten tilstrekkelig, forutsatt at det opprettholdes et vegetasjonsbelte langs bekkestrengen. Dersom det gjøres tiltak/infrastruktur i nærheten av bekkeløpene må tiltakene sikres slik at det ikke tar skade ved erosjon.

5.6 Risikoreduserende tiltak

Ny bebyggelse bør i utgangspunktet plasseres utenfor faresonen for flom. Dersom det skal etableres ny bebyggelse innenfor faresonen som faller inn under aktuell sikkerhetsklasse 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.

Eventuelle tiltak bør fremkomme av reguleringsplanen (for å sikre tilstrekkelig plass) og senere detaljprosjektertes for å sikre tilstrekkelig funksjon. Skred AS kan ved behov bistå med dette.

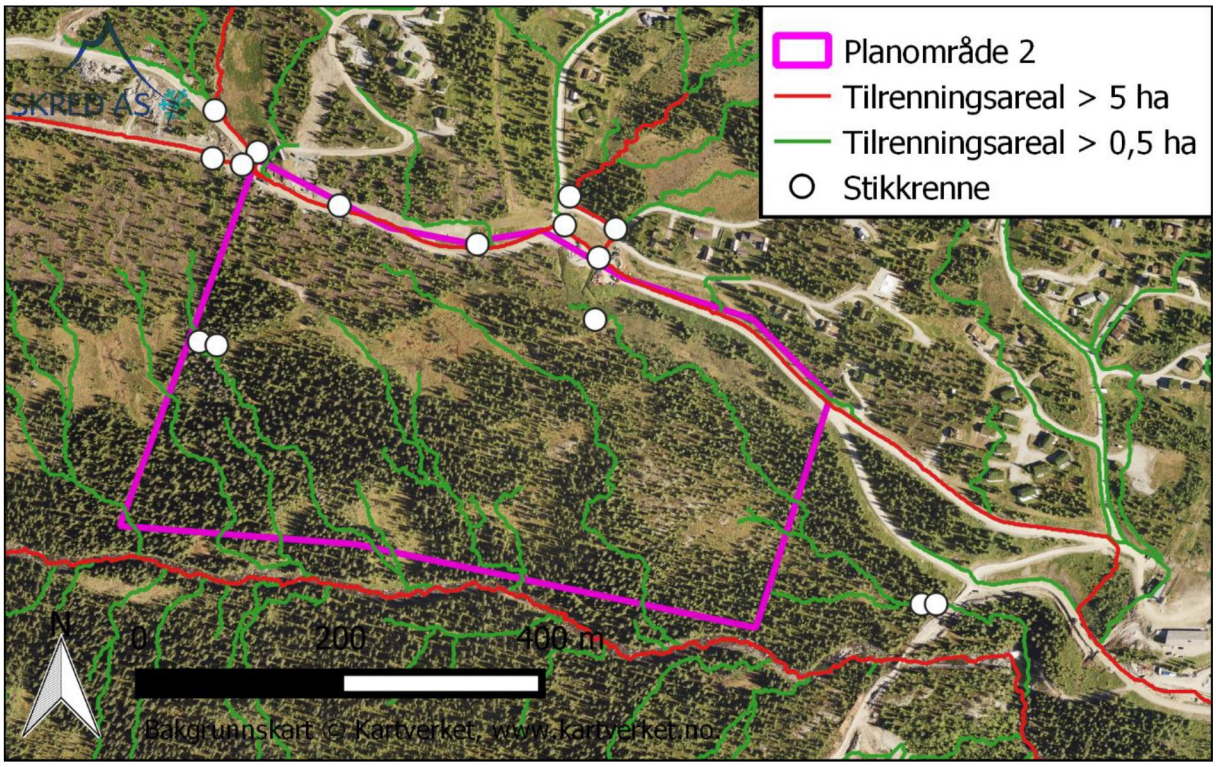
6 Overvannshåndtering

6.1 Dagens situasjon

Planområdet heller mot sørøst, nedover mot Svinåa. Det er et naturlig felt som hovedsakelig består av skog, med en større myr som går gjennom hele området. Overvann fra terrenget oppstrøms planområdet ledes inn i området gjennom stikkrenner under Svinslåvegen, se Figur 23. Dimensjonen på stikkrennene er fra 0,25 m til 0,45 m. Vannet fra stikkrenna 100 m vest for Bjørnlibekken følger myrsiget rett østover mot bekken. I tillegg leder kulvertene til Svartbekken og Bjørnlibekken vann inn på området.

Under befaringa ble det målt noen myrdybder, som går fra 0,35 m til 0,9 m. Myra har samme helning ned mot Svinåa som resten av terrenget. Tørre myrer kan ha en betydelig fordrøyende effekt på avrenning, men avrenningen er rask på vannmettede myrer.

Det er utført en flomveisanalyse av terrengmodellen beskrevet i avsnitt 5.3.2.1. Metodikken er blant annet beskrevet i Bratlie (2015). De identifiserte flomveiene representer en situasjon med tette stikkrenner. Svinslåvegen fungerer avskjærende for tilførsel av overvann fra områder oppstrøms i flomveisanalysen. Figur 23 viser identifiserte drensveier/flomveier i tilknytning til planområdet og plassering til stikkrenner som leder vann inn på området.

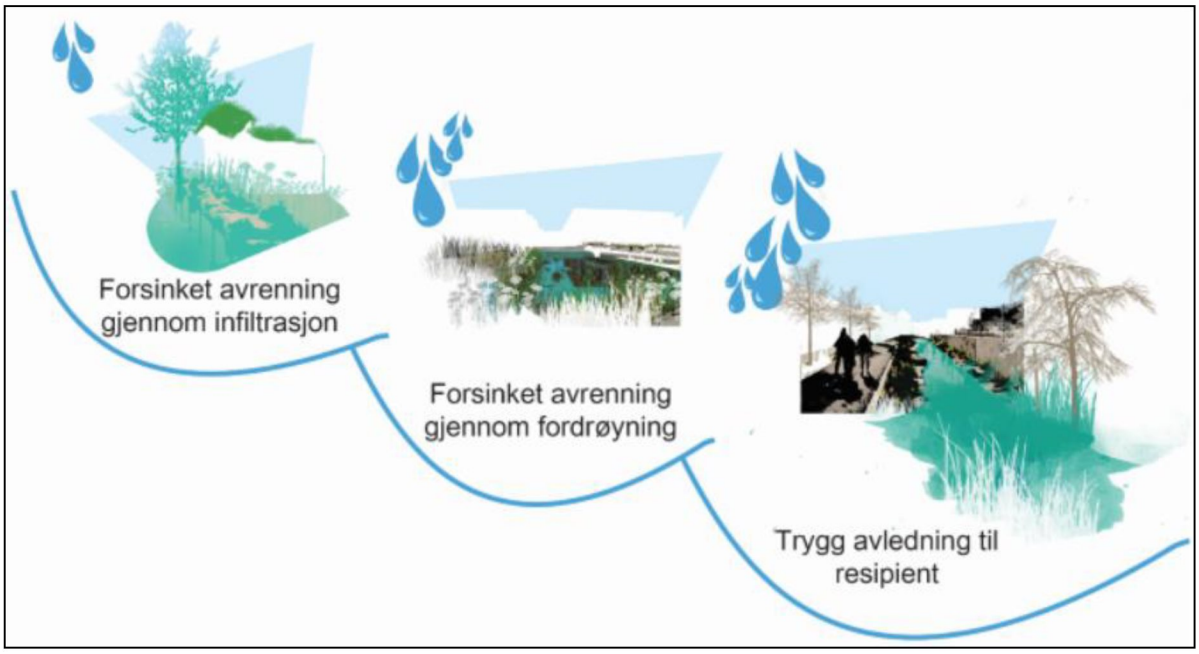


Figur 23: Identifiserte drensveier og stikkrenner i tilknytning til planområdet.

6.2 Mål og strategi

Det er et mål at nedstrøms områder ikke skal få økt ulempe som en konsekvens av utbyggingen, samt at overvann håndteres tilstrekkelig internt i planområdet. For å oppnå

dette kan det utarbeides robuste løsninger for håndtering av overvann gjennom lokal overvannsdisponering (LOD-tiltak). Løsningene skal fungere under alle årstider. Det foreslås å tilstrebe bruk av åpne overvannsløsninger fremfor lukkede systemer der treleddstrategien (illustrert i figur 24) legges til grunn. Funksjonskravene til overvannsystemet er dermed knyttet opp til de tre trinnene i strategien. For en utdypende forklaring henvises det til Norsk Vann (2008).



Figur 24: Illustrasjon av treleddsstrategien (miljokommune.no).

6.2.1 Trinn 1 – Kildekontroll og mindre nedbørhendelser

Mindre nedbørhendelser skal håndteres åpent og gis mulighet for infiltrasjon i grunnen nær kilden. Takvann bør ledes direkte ut på terreng til åpne grøfter og infiltrasjonsområder. Tette flater reduseres i størst mulig grad slik at mindre nedbør gis mulighet til infiltrasjon lokalt i planområdet. Dagens avrenningsmønster opprettholdes i størst mulig grad.

Ifølge løsmassekartet til NGU (2020b) er myra uegnet og resten av planområdet lite egnet for infiltrasjon. Samtidig har tørre myrer god evne til å ta opp vann, så å lede vannet ned til myra kan fungere godt for mindre nedbørhendelser. Bevaring av eksisterende jordsmonn og myrer, samt flere mindre utslipp av overvann diffust i terrenget, vil bidra til å opprettholde den naturlige vannbalansen i området. Det anbefales å tilstrebe å opprettholde myrene i feltet.

6.2.2 Trinn 2 – Forsinkelse og fordrøyning

Trinn 2 skal håndtere de vannmengdene trinn 1 ikke klarer å ta unna for opp til en terskelverdi (en dimensjonerende nedbørhendelse). Behovet for fordrøyning bør vurderes opp mot kapasiteten til resipienten og mulige konsekvenser nedstrøms. Dersom resipienten er et vassdrag med god kapasitet og påslipp ikke fører til ulemper/økt vannføring nedstrøms, vil det være hensiktsmessig å prioritere trinn 1 og 3.

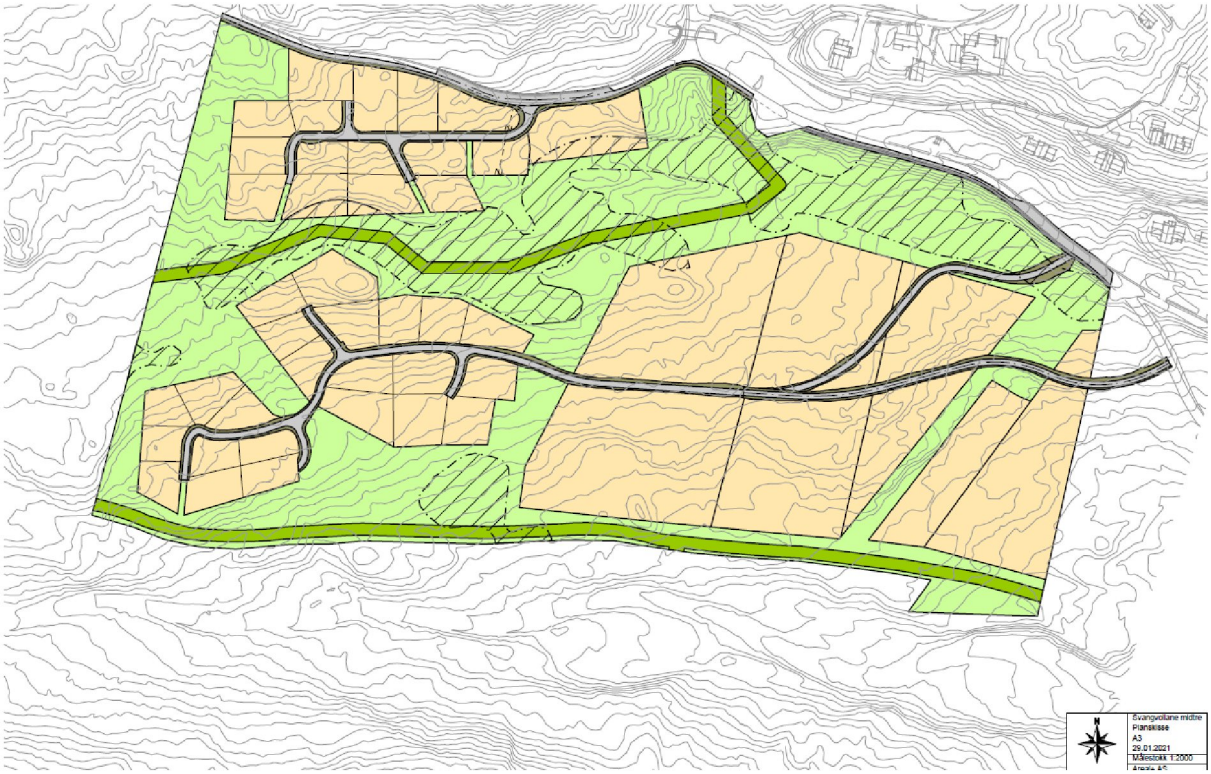
6.2.3 Trinn 3 – Flomveier

Flomveier skal ledes åpent på terreng og sikres i forhold til bebyggelsen. Der flomvei eventuelt må være lukket under lokale veger må det sikres et lavbrekk på vegbanen. Det anbefales at en 200-års hendelse legges til grunn ved dimensjonering av flomveier i henhold til krav til sikkerhet mot flom gitt av TEK17 §7-2. Det bør settes av tilstrekkelig areal til flomveier i reguleringsplanen og vises i utomhusplanen.

6.3 Fremtidig situasjon

Planlagt utbygging forventes å kunne påvirke avrenning fra feltet i hovedsak som en konsekvens av større andel tette flater, og ved å påføre feltet en raskere avrenningskarakteristikk (redusert konsentrasjonstid). Tette flater som takflater og veiareal vil nødvendigvis ikke gi en vesentlig høyere avrenningskoeffisient enn en vannmettet myr i en li. Forskjellen er at avrenningskoeffisienten for en tett flate også er høy etter tørrværsperioder, som medfører økt avrenning for lavere returperioder i situasjoner der myra ville hatt en fordrøyende effekt.

Figur 25 viser foreløpig tomteskisse for planlagt utbygging.



Figur 25: Foreløpig tomteskisse for planområdet (Areal+, 29.01.21).

6.4 Beregning av overvann fra planområdet

Det antas at det legges opp til ca. 80 hyttetomter med tilkomstvei. For å vurdere mulig ulempe av å føre mer vann til Svinåa er det beregnet mengde overvann som kan komme fra planområdet ved en 200-årsflom opp mot vannmengden i Svinåa. For å få et estimat på denne effekten er det utført en beregning for en 200-års hendelse før og etter utbygging.

Det er beregnet avrenning for 200-års gjentaksintervall iht. TEK17 ved bruk av den rasjonale formel, som er vanlig å bruke for små felt av denne typen. Det antas at hver hytte representerer ca. 500 m^2 tette flater (bygg, parkering, vei, infrastruktur ol.). Det gir et totalt areal med tette flater på 4 ha. Avrenningskoeffisienten er satt til 0,3 for naturlig felt og 0,9 for tette flater. Etter langvarig regnvær vil myra i prinsippet oppføre seg som en tett flate og ha en høy avrenningskoeffisient, mens etter en tørkeperiode kan den holde tilbake store mengder vann. Utbyggingsområdet er i stor grad lagt utenom myra ifølge planskissen, og vil derfor ha den samme avrenningskoeffisienten både før og etter utbygging.

IVF-kurve for Hamar 2 er benyttet, da vi er kjent med Lillehammer-kurven gir for lave verdier. Konsentrasjonstiden til feltet er beregnet ved bruk av formel for naturlig felt gitt i SINTEF (1992). Etter utbygging antas det at mer konsentrert avrenning gjør at konsentrasjonstiden til området minker. Det er lagt til 40 % for fremtidig situasjon, for å ta høyde for økt intensitet i nedbørhendelser som følge av klimaendringer. Beregninger og resultater er presentert i Tabell 16.

Tabell 16: Estimat av endret spissavrenning fra planområdet etter utbygging.

Område	Areal naturlig [ha]	Areal tette flater [ha]	Kons. tid [min]	I200 [l/s*ha]	C-verdi	Q200 [l/s]	Q200 med klimafaktor [l/s]
Planområde før utbygging	20	0	33	123,5	0,3	741	1037
Planområde etter utbygging	16	4	20	179,7	0,42	1509	2113
Endring	**-4**	**4**	**-13**	**56,2**	**0,12**	**768**	**1076**

Beregningene viser at utbyggingen kan føre til en økt vannføring ut av feltet på ca. 1,1 m^3/s ved en fremtidig 200-års nedbørhendelse. Økningen vil være mindre for lavere returperioder. Dimensjonerende flom i Svinåa ble i avsnitt 5.2.7 beregnet til 63 m^3/s, så teoretisk økning dersom flomtoppene samtreffer tilsvarer ca. 1,7 % av vannføringen ved innløpet til planområdet.

Ifølge den pragmatiske metoden har Svinåa en konsentrasjonstid på 150 minutter, mens planområdet ifølge formel for naturlige felt (SVV) har en konsentrasjonstid på 33 minutter. Etter utbygging anslås konsentrasjonstiden å gå ned til 20 min. Nedbørfeltet til Svinåa ligger opp mot 1229 moh., mens det øverste punktet i planområdet ligger 759 moh. Figur 9 illustrerer størrelsesforskjellen mellom nedbørfeltet til Svinåa og planområdet. Fordi nedbørfeltene er av så ulik størrelse og karakteristikk, vil flomtoppen fra planområdet ha passert lenge før flomtoppen fra Svinåa når området. Økt avrenning fra planområdet vil dermed ikke bidra til å øke flomtoppen i Svinåa.

Fordrøyning vil forsinke avrenninga fra planområdet, og kunne gjøre at det i større grad skjer samtidig som flomtoppen fra Svinåa. Derfor kan fordrøyning i dette tilfellet forverre

situasjonen. Behov for fordrøyning kan ses bort fra så lenge det tilstrebes å opprettholde naturlige vannveier og åpen håndtering av overvann.

6.5 Dimensjoner for grøft til flomvei

Nødvendig dimensjon for grøfter i planområdet kan beregnes med Mannings formel. Et overslag på vannføringa for den største av flomveiene beregnet med den rasjonale formelen gir en vannføring på 150 l/s. Nødvendig tverrsnitt av grøfta for å håndtere denne vannmengden er beregnet ved å ta utgangspunkt i følgende:

- Bunnbredde 0,5 m
- Sidekanter 1:2
- Manningstall 15 (forutsatt at bekkeløp består av stein av variabel størrelse)
- Lengdefall på 1-10 %

For estimat av nødvendig tverrsnitt er det tatt utgangspunkt i høyeste nivå gitt av energilinje og vannlinje, og så lagt til 0,2 m sikkerhetsmargin. Beregningene gir en nødvendig dybde på 0,6 m. Med forutsetningene lagt til grunn, krever dette en bredde på minimum 2,8 m. Grøftene må utformes med tilstrekkelig erosjonssikkerhet.

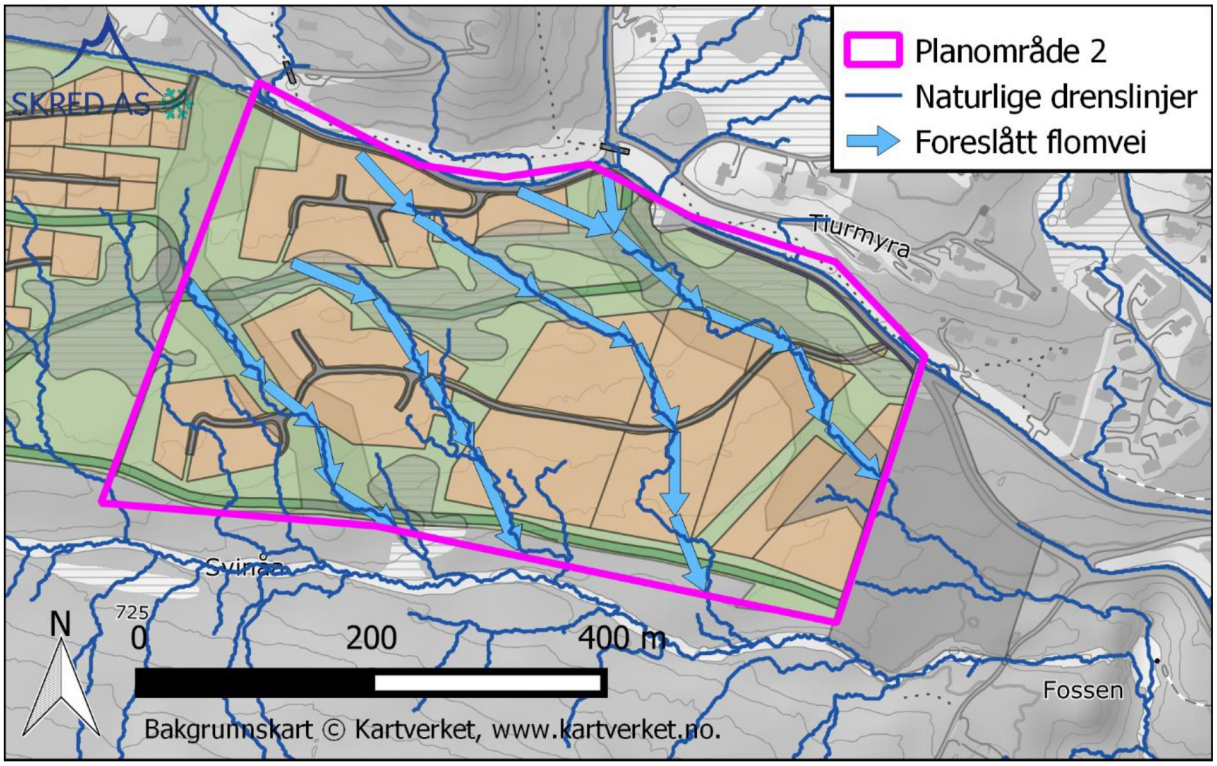
6.6 Plan for overvannshåndtering

Det skal settes av tilstrekkelige og hensiktsmessige arealer til overvannshåndtering gjennom åpne løsninger. Takvann skal ledes direkte ut i terreng og føres åpent videre mot flomveier.

Mindre nedbørhendelser skal håndteres lokalt i planområdet ved at tette flater reduseres i størst mulig grad slik at mindre nedbør gis mulighet til infiltrasjon. Dagens avrenningsmønster opprettholdes i størst mulig grad. Bevaring av eksisterende jordsmonn og myrer, samt flere mindre utslipp av overvann diffust i terrenget, kan bidra til å opprettholde den naturlige vannbalansen i området.

Ved større nedbørhendelser er det viktig å ha definerte flomveier som leder vannet trygt bort fra og forbi bebyggelsen. Punktutslipp fra stikkrenner under Svinslåvegen må tilknyttes flomveiene gjennom hytteområdet. Som et utgangspunkt anbefales det å sikre en bredde på minst 2,8 meter til flomveiene. Det bør settes av tilstrekkelig areal til flomveier i reguleringsplanen og de bør komme frem av utomhusplanen.

Figur 26 viser naturlige drenslinjer, foreløpig tomteskisse for planområdet og forslag til plassering av flomveier.



Figur 26: Naturlige drenslinjer i planområde 2, forslag til plassering av flomveier og foreløpig tomteskisse (Areal+, 29.01.21).

7 Konklusjon

Skred AS har utført en skred- og flomfarekartlegging for et område mellom Svinåa og Svinslåvegen i Kvitfjell, Ringebu kommune. Avgrensningen av det vurderte området er gitt av område 2 i figur 1. Alle skredtyper i bratt terreng er vurdert, noe som inkluderer snøskred, sørpeskred, løsmasseskred og skred i fast fjell.

Hele det kartlagte området ligger utenfor faresonen med en årlig sannsynlighet ≥ 1/5000. Det er derfor ikke tegnet faresoner i området.

Dimensjonerende 200-årsflom i Svinåa, inkludert et klimapåslag på 40 %, er beregnet til 63 m^3/s. Dimensjonerende 200-årsflommer med klimapåslag er beregnet til 2,9 m^3/s for bekk 1, 3,2 m^3/s for bekk 2, 5,7 m^3/s for Svartbekken og 2,5 m^3/s for Bjørnlibekken. Dimensjonerende 20-årsflommer er beregnet til 38 m^3/s for Svinåa, 1,7 m^3/s for bekk 1, 2,0 m^3/s for bekk 2, 3,5 m^3/s for Svartbekken og 1,5 m^3/s for Bjørnlibekken. Det er etablert en hydraulisk modell av Svinåa og bekkene med omliggende områder. For både fremtidig 20- og 200-årsflom viser modelleringa at flom i Svinåa ikke berører planområdet, og at stikkrennene under Svinslåvegen og Tiurmyra for Bjørnlibekken har for liten kapasitet. Både Svartbekken og Bjørnlibekken sprer seg utover lia på grunn av lite definerte bekkeløp.

Basert på resultater fra modelleringen og analysene er det tegnet opp faresone for flom for det vurderte området. Faresonen viser hvilke områder som vurderes utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/20 og 1/200 i år 2100, som tilsvarer sikkerhetsklasse F1 og F2 i TEK17. Ved praktisk bruk av sonene opp mot sikringstiltak anbefales det å benytte en ekstra sikkerhetsmargin på minimum 0,2 meter.

Ny bebyggelse bør i utgangspunktet plasseres utenfor faresonen for flom. Dersom det skal etableres ny bebyggelse innenfor faresonen som faller inn under aktuell sikkerhetsklasse 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.

For dagens situasjon vurderes erosjonssikkerheten tilstrekkelig etter kravene i TEK17, forutsatt at det opprettholdes et vegetasjonsbelte langs bekkeløpene og at eventuelle tiltak erosjonssikres tilstrekkelig.

Det skal settes av tilstrekkelige og hensiktsmessige arealer til overvannshåndtering gjennom åpne løsninger. Takvann skal ledes direkte ut i terreng og føres åpent videre mot flomveier. Basert på foreslått utbyggingsområde anses det ikke som behov for større tiltak for fordrøyning, siden økningen i vannføring som følge av utbygginga ikke fører til noen ulemper nedstrøms og avrenninga fra nedbørfeltet vil renne ut før flomtoppen fra Svinåa. Det bør settes av plass til flomveier med en minimumsbredde på 3 m. Det er foreslått plassering av flomveier gjennom området basert på naturlige drenslinjer. Det bør tilstrebes å opprettholde de naturlige drensveiene gjennom feltet.

8 Referanser

Asplan Viak. (2019). *Flomsikringstiltak - Kvitfjell vest.*

Bratlie, R. (2015, 1). Beregning av flomveier med eksempler på bruk i kommunal forvaltning. *Kart og plan*.

Christen, M., Perry, B., Bühler, Y., Leine, R., Glover, J., Schweizer, A., . . . Volkwein, A. (2012). *Integral hazard management using a unified software environment: numerical simulation tool 'RAMMS' for gravitational natural hazards.* 12th Congress INTERPRAEVENT 2012 – Grenoble / France, Conference Proceedings.

DiBK. (2017). *Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK17)*. Hentet fra https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/

Klima- og miljødepartementet. (2015). *Overvann i byer og tettsteder. Som problem og ressurs.* NOU 2015:16.

NGU. (2020a). *Nasjonal beggrunnsdatabase*. Hentet fra http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/

NGU. (2020b). *Nasjonal løsmassedatabase*. Hentet fra http://geo.ngu.no/kart/losmasse/

Norsk Klimaservicesenter. (2017). *Klimaprofil Oppland.* Hentet fra https://cms.met.no/site/2/klimaservicesenteret/klimaprofiler/klimaprofil-oppland/_attachment/12035?_ts=15d9d3c1d03

Norsk Vann. (2008). *Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering.* Rapport 162-2008.

NVE. (2011). *Retningslinjer for flomberegninger. NVE retningslinjer 4-2011.*

NVE. (2015). *Anbefalte metoder for flomberegninger i små uregulerte nedbørfelt. NVE rapport 97-2015.*

NVE. (2015). *Veileder for flomberegninger i små nedbørfelt. NVE veileder 7-2015.*

NVE. (2016). *Klimaendring og framtidige flommer i Norge. NVE rapport 81-2016.*

NVE. (2020). *Lokal og regional flomfrekvensanalyse. NVE rapport 10-2020.*

NVE. (2020, 11). *NVE.no*. Hentet fra Sikkerhet mot skred i bratt terreng: https://www.nve.no/skredfarekartlegging/

NVE. (2020b). *FOU 80607 - RAMMS:: Debris Flow for beregning av jordskred - Casestudier og anbefalinger for bruk.* Oslo: NVE.

NVE. (2021). *NVE Atlas*. Hentet fra https://atlas.nve.no/

Ringebu kommune. (2018). *Kommuneplanens arealdel 2018-2030. Planbestemmelser og retningslinjer.* Hentet fra https://www.ringebu.kommune.no/_f/p9/i5b583af6-7d46-4bed-80ae-c4334a5a5009/planbestemmelser-vedtatt-19062018_inkl_vedtak_18062019_kmd.pdf

SINTEF. (1992). *Flomberegning og kulvertdimensjonering.*

Skred AS. (2017). *Skredfarevurdering.* Skred AS rapport 17220-01-1.

Skred AS. (2019). *Skredfare- og overvannsvurdering.* Skred AS rapport 19407-01-1, datert 2019-12-13.

Terratec AS. (2017). *Laserskanning for nasjonal detaljert høydemodell. NDH Ringebu-Fron-Gausdal 5pkt 2017.*