

Oppdragsgiver	Navn Structor Lillehammer AS	Kontaktperson Harald Snippen
Oppdrag	Nummer og navn 20540 Gausdal, Svarttjernlia – Flomvurdering for reguleringsplan, hyttetomter	Oppdragsleder Ingvild Brekke
Dokument	Nummer 20540-01-3 Utført av Ingvild Brekke	Dato 2021-12-15 Kontrollert av Petter Reinemo

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
3	15.12.2021	IB	PR	Lagt til vurdering av en bekk lenger sør i planområdet
2	16.11.2021	IB	IA	Oppdatert terrengmodell og faresone etter innmåling av ny grøft på befaring 15.10.21. Lagt til vurdering av stikkrenne 21.
1	24.06.2021	IB	PR	Rapport

Flomfarevurdering

Sammendrag

I forbindelse med reguleringsplan for Svarttjernlia nord i Gausdal kommune ønskes det flomfarevurdering av to bekker som krysser gjennom området. Ifølge NVE sine aktsomhetskart for flom utgjør begge bekkene potensiell flomfare for deler av området. Krav til sikkerhet mot flom gitt av TEK17 §7-2 er lagt til grunn for vurderingene.

Spesifikk 200-årsflom inkludert 40 % klimatillegg er beregnet til ca. 4590 l/s*km² øverst i planområdet, 3690 l/s*km² midt i planområdet og 3090 l/s*km² nederst i planområdet. Dette gir en dimensjonerende 200-årsflom ved Brannåsvegen for bekk 1 på 2,1 m³/s og 2,8 m³/s for bekk 2. For bekk 3 er dimensjonerende 200-årsflom beregnet til 1,1 m³/s ved Veslesetervegen. Basert på tilrenningsareal og spesifikk 200-årsflom er det beregnet dimensjonerende 200-årsflom for stikkrennene til de to nordligste bekkene. Kapasiteten er bestemt fra nomogrammer for innløpskontrollerte stikkrenner. Kun to av de 19 stikkrennene som er vurdert har god nok kapasitet for dimensjonerende flom.

Det er laget en terrengmodell basert på laserdata over området, og utført flomveisanalyse. Ved å vurdere kapasiteten til stikkrennene opp mot dimensjonerende flom, samt flomveien for overskytende vann er det vurdert hvor kritisk ulike stikkrenner er. For kritiske stikkrenner

er aktuelle tiltak kort beskrevet. Det er også etablert en hydraulisk modell av bekkene med omliggende områder. Den bekrefter flomveiene, og viser utbredelsen i terrenget.

Basert på resultater fra modelleringen og GIS-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 1/200 i år 2100, som tilsvarer sikkerhetsklasse F2 i TEK17.

Ny bebyggelse bør i utgangspunktet plasseres utenfor faresone for flom. Det er foreslått risikoreducerende tiltak som å øke dimensjonen på stikkrennene eller anlegge lavbrekk over vei ved kritiske stikkrenner. I tillegg vil jevnlig rensing av grøfter og stikkrenner redusere risikoen. Dersom det utføres terrengendringer innenfor faresonene for flom bør det undersøkes hvorvidt terrengendringene kan påføre omliggende områder økt flomulempe.

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

Innhold

1	Innledning	6
1.1	Bakgrunn	6
1.2	Befaring	6
1.3	Forbehold	7
2	Krav til sikkerhet	8
2.1	Lovverket	8
2.2	Flom	8
2.2.1	Aktuelle krav	9
3	Beskrivelse av området, bekkeløp og grunnforhold	10
3.1	Område og bekkeløp	10
3.2	Grunnforhold	11
4	Flomberegning	12
4.1	Metode	12
4.2	Beskrivelse av nedbørfelt	12
4.3	Beregning med utvalgte metoder	13
4.3.1	Målestasjoner og flomfrekvensanalyse	13
4.3.2	Flomformler for små nedbørfelt	13
4.3.3	Rasjonale metoden	14
4.4	Klimaframskrivninger	15
4.5	Vurdering av resultater	15
4.6	Dimensjonerende vannføring	16
5	Kapasitetsvurdering av eksisterende stikkrenner	18
5.1	Flomveisanalyse	18
5.2	Kapasitet i stikkrenner	19
5.3	Ytterligere vurdering for utvalgte kritiske punkter	21
5.3.1	Stikkrenne 3	21
5.3.2	Stikkrenne 4 og 10	21
5.3.3	Stikkrenne 6	22
5.3.4	Stikkrenne 21	23
5.3.5	Stikkrenne 17	23
5.3.6	Stikkrenne 13, 14, 18 og 19	24
5.3.7	Voll, nummer 20	25
6	Hydraulisk modellering	26
6.1	Metode	26
6.2	Oppsett av modell	26
6.2.1	Modelloppsett	26
6.2.2	Konstruksjoner	28
6.3	Modellert fremtidig 200-årsflom	28
6.3.1	Bekk 1 og 2	28

6.3.2	Bekk 3	28
6.4	Sensitivitetsanalyse	28
7	Faresoner for flom.....	30
8	Vurdering av erosjonssikkerhet	32
9	Risikoreduserende tiltak.....	33
10	Konklusjon	34
11	Referanser	35

Figurer

Figur 1:	Lokaliseringen av det vurderte området, ved Skei i Gausdal kommune.	6
Figur 2:	Oversiktskart over vurdert område og bekkeløp.	10
Figur 3:	Bilde av det bekk 1, rett nedstrøms Klevabergvegen.	11
Figur 4:	Bilde oppover bekk 2, tatt fra veien Vestlia.	11
Figur 5:	NGU sitt løsmassekart over området.	11
Figur 6:	Feltgrensene til de nordlige bekkene der de krysser Brannåsvegen og den sørlige bekken ved Veslesetervegen.	13
Figur 7:	Sammenligning mellom vurderte IVF-kurver for 200-års nedbør.	15
Figur 8:	Fordeling av stikkrenner i flomberegningssonene.	17
Figur 9:	Alle stikkrennene i tilknytning til bekkene som ble registrert under befaringene.	18
Figur 10:	Utsnitt av flomveisanalyse og stikkrenner i deler av planområdet.	19
Figur 11:	Innløpet til stikkrenne 3. Flomveien går over den nærmeste vegen mot stikkrenne 4, som ligger i innersvingen til vegen på bildet.	21
Figur 12:	Foto av innløpet til stikkrenne 10, som stort sett ligger høyere enn grøfta.	22
Figur 13:	Foto av bekkeløpet inn mot stikkrenne 6.	23
Figur 14:	Foto av innløpet til stikkrenne 6.	23
Figur 15:	Innløpet til stikkrenne 21 oppstrøms Vestlia.	23
Figur 16:	Flomveien fra stikkrenne 17 renner nordover, pilene markerer hvordan vannet vil fordele seg.	24
Figur 17:	Sett nedover bekken.	25
Figur 18:	Sett oppover bekken.	25
Figur 19:	Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser for de nordre bekkene.	27
Figur 20:	Illustrasjon av hydraulisk modell for den sørlige bekken.	27
Figur 21:	Utsnitt av resultater fra hydraulisk modell. Rosa pil markerer stikkrenne 12, mens oransje pil markerer stikkrenne 17.	28
Figur 22:	Faresone som viser områder utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 i år 2100 (sikkerhetsklasse F2) langs de nordlige bekkene.	30
Figur 23:	Faresone som viser områder utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 i år 2100 (sikkerhetsklasse F2) langs den sørlige bekken.	31

Tabeller

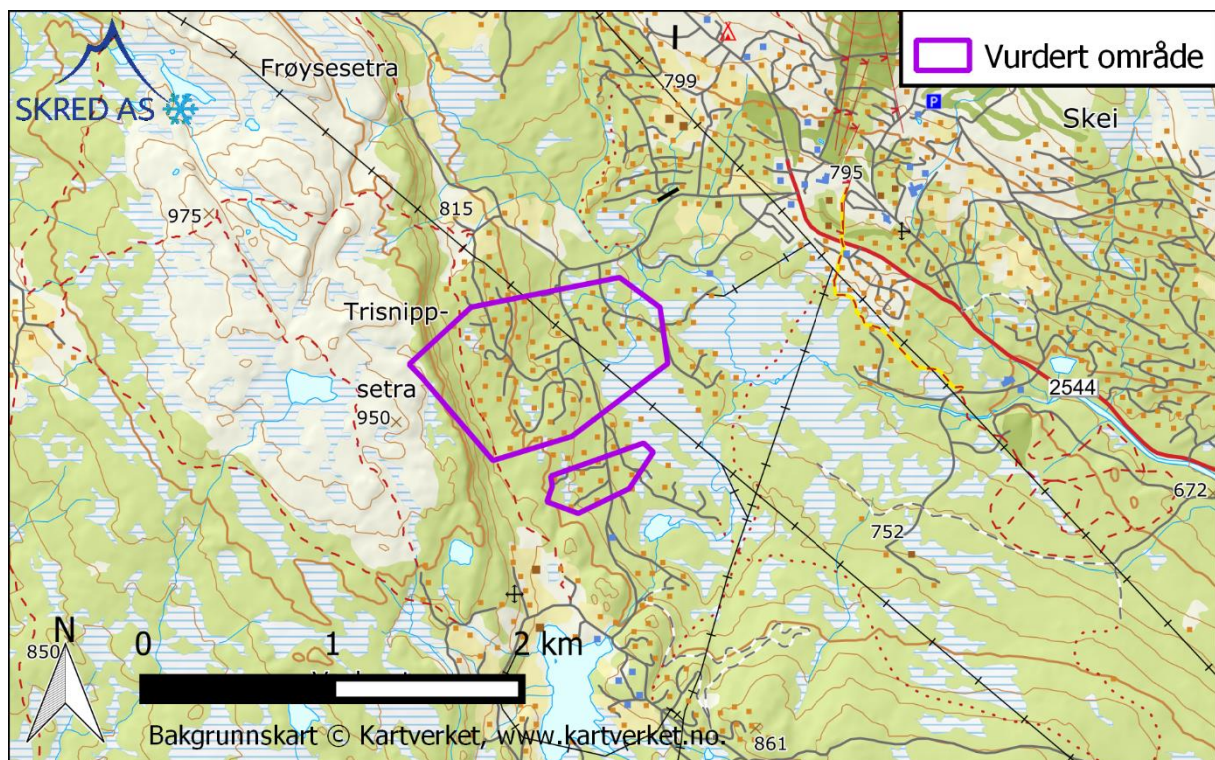
Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2018).	8
Tabell 2: Feltkarakteristika til de nordlige bekkene oppstrøms Brannåsvegen og den sørlige bekken ved Veslesetervegen.	12
Tabell 3: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for bekk 1 (kulminasjon).	14
Tabell 4: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for bekk 2 (kulminasjon).	14
Tabell 5: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for bekk 3 (kulminasjon).	14
Tabell 6: Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonelle metoden for bekkene (kulminasjon).	15
Tabell 7: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.) for bekk 1.	16
Tabell 8: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.) for bekk 2.	16
Tabell 9: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.) for bekk 2.	16
Tabell 10: Dimensjonerende flommer (kulminasjon) for de nordlige bekkene ved Brannåsvegen og den sørlige bekken ved Veslesetervegen inkl. klimapåslag.	16
Tabell 11: Spesifikk 200-årsflom (kulminasjon) med klimatillegg for forskjellige plasseringer i nordre del av planområdet beregnet med den rasjonelle metoden.	17
Tabell 12: Kapasitet og dimensjonerende flom for stikkrennene.	20
Tabell 13: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for planområdet.	26

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med reguleringsplan for Svarttjernlia nord i Gausdal kommune ønskes det flomfarevurdering av tre bekker som krysser gjennom området. Ifølge NVE sine aktsomhetskart for flom utgjør begge bekkene potensiell flomfare for deler av området. Krav til sikkerhet mot flom gitt av TEK17 §7-2 skal legges til grunn for vurderingene.

I de første versjonene av rapporten (versjon 1 og 2) ble to bekker nord i planområdet vurdert, mens det senere også ble forespurt en vurdering av bekken innenfor det søndre området som er markert på figur 1.



Figur 1: Lokaliseringen av det vurderte området, ved Skei i Gausdal kommune.

1.2 Befaring

Befaring av de nordlige bekkene med omgivelser ble utført 26.05.2021 av Ingvild Brekke. Det var hovedsakelig bart, med flekkvis snø. Ellers gode befaringsforhold. Registreringer ble gjort til fots. Ny befaring av deler av de nordlige bekkene ble utført 15.10.2021 av Ingvild Brekke sammen med Einar Einstad. Det var gode befaringsforhold.

Den søndre bekken (bekk 3) er ikke befart i detalj, og flomvurderingene er derfor utført noe konservativt for å ta høyde for usikkerhet.

1.3 Forbehold

Flomvurderinger er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik det fremsto på vurderingstidspunktet. Hvis terreng eller vegetasjon endres betydelig, kan det ha betydning 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 Krav til sikkerhet

2.1 Lovverket

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

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

2.2 Flom

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 (DiBK, 2018).

Tabell 1: 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 innebærer byggverk med lite personopphold som garasjer og lagerbygninger.

Sikkerhetsklasse F2 omfatter tiltak der flom vil føre til middels konsekvenser. Dette innebærer 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.

2.2.1 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 F2 aktuelt for planlagte tiltak.

3 Beskrivelse av området, bekkeløp og grunnforhold

3.1 Område og bekkeløp

Planområdet består av en blanding av hyttefelt og naturlige områder med skog og myr. Veslesetervegen går gjennom området, og det er flere tilkomsveger til de ulike hytteområdene.

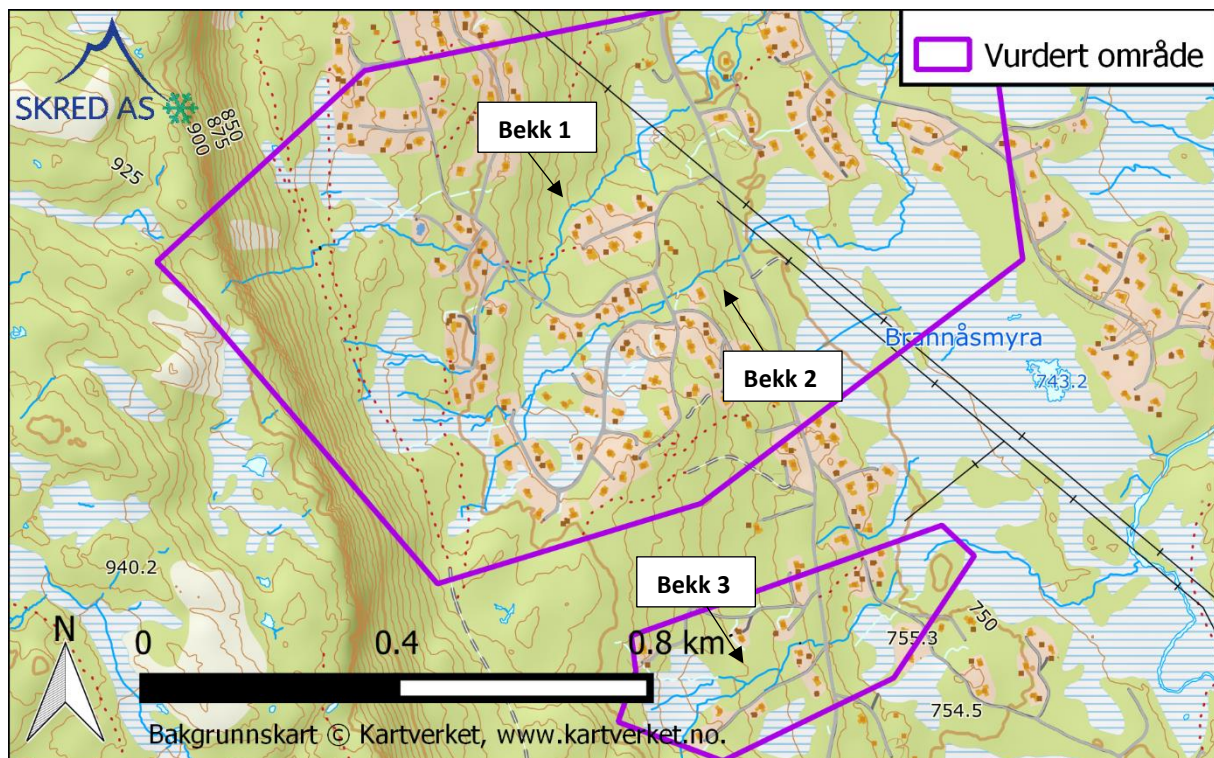
Øverst i den nordre delen av planområdet er det fire små bekker med avrenning fra fjellet vest for området. Disse små bekkene samløper to og to rett etter at de kommer inn i hyttefeltene. Nederst i planområdet samløper de to bekkene, slik at det kun er en bekk som renner ut fra området. På grunn av vegene og utbyggingen i området krysser bekkene flere veier gjennom stikkrenner.

I den søndre delen av planområdet er det også to mindre bekker som samløper inne i planområdet. Denne bekker krysser to veier i planområdet.

Bekkene omtales heretter som bekk 1 (lengst nord) og bekk 2 i den nordre delen av planområdet og bekk 3 i den sørlige delen av planområdet.

Karakteristikken til bekkeløpene varierer. I de brattere delene er det noe berg og en del større steiner, mens det i de flatere delene er torva i kantene. Under befaringa ble det ikke observert tegn til pågående erosjon.

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



Figur 2: Oversiktskart over vurdert område og bekkeløp.



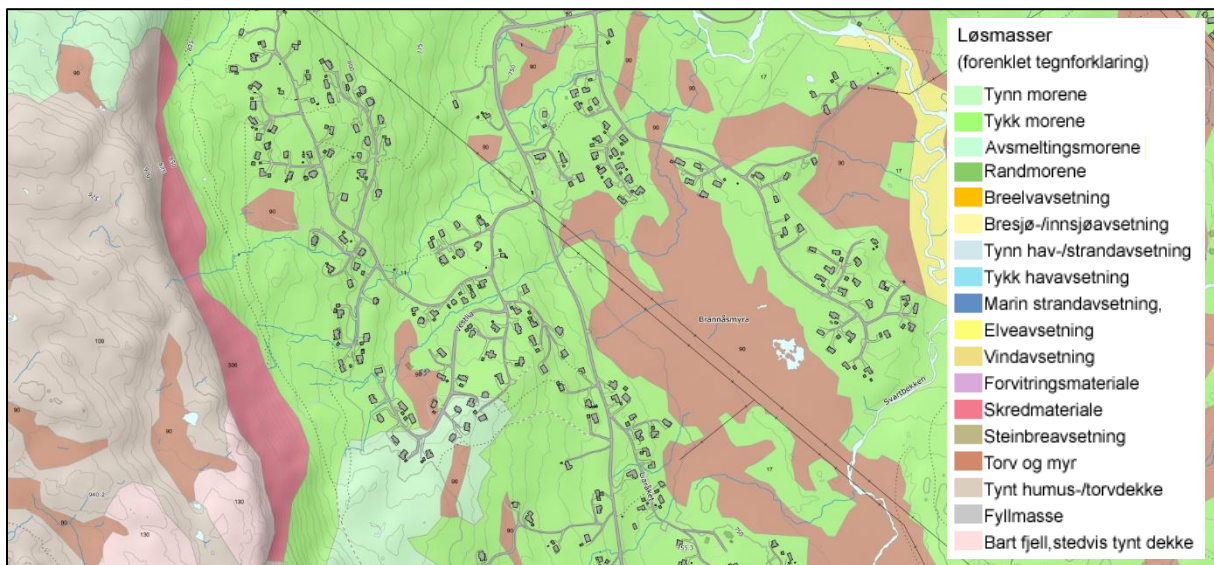
Figur 3: Bilde av det bekk 1, rett nedstrøms Klevabergvegen.



Figur 4: Bilde oppover bekk 2, tatt fra veien Vestlia.

3.2 Grunnforhold

Området består ifølge NGU sitt løsmassekart av tykk morene og torv/myr (kartlagt i 1:50 000). Området ligger over marin grense.



Figur 5: NGU sitt løsmassekart over området.

4 Flomberegning

4.1 Metode

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

4.2 Beskrivelse av nedbørfelt

For å finne nøyaktige feltgrenser for bekkene har det blitt utført terrengeanalyse av området i GIS-verktøy. Analysene er gjort basert på en terrengmodell laget fra laserdata (2 og 5 pkt, 2019).

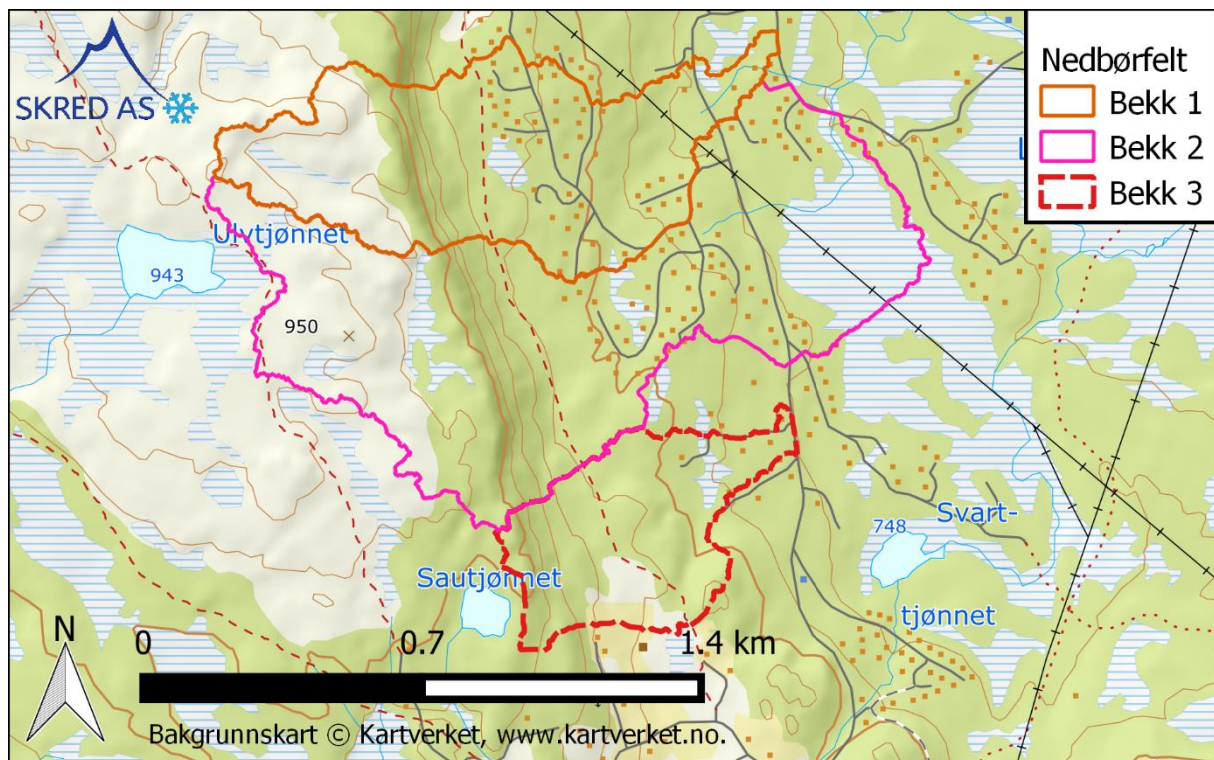
Nedbørfeltet til bekkene drenerer parallelt vestover. Den nedre delen av begge nedbørfeltene er slak, og preget av hyttefelt og myrer. Ovenfor skiløypa går en bratt skråning tvers gjennom nedbørfeltene. Den øverste delen av planområdene er slakere. Mesteparten er skogkledd. Brannåsmyra nederst i det sørlige nedbørfeltet kan til en viss grad ha en dempende effekt på avrenninga. Ellers har myrene i nedbørfeltene en slak helning, og det er ingen vann i nedbørfeltet som forsinker avrenninga. Feltene er ikke påvirket av regulering.

Feltkarakteristika til bekkene er vist i Tabell 2 og feltgrensene er vist i Figur 6.

Tabell 2: Feltkarakteristika til de nordlige bekkene oppstrøms Brannåsvegen og den sørlige bekken ved Veslesetervegen.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	q _N [*] [l/s*km ²]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Myr [%]	Snaufjell [%]	Høydeint. [moh]
Bekk 1	0,57	15	0	65	6	0	743-958
Bekk 2	0,90	14	0	73	10	0	737-957
Bekk 3	0,25	15	0	83	10	0	761-907

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90.



Figur 6: Feltgrensene til de nordlige bekkene der de krysser Brannåsvegen og den sørlige bekkene ved Veslesetervegen.

4.3 Beregning med utvalgte metoder

Begge nedbørfeltene er mindre enn 1 km², og defineres derfor som mikrofelt (NVE, 2015a). Det finnes begrenset datagrunnlag i Norge for felter av denne størrelsen. Erfaring fra fagpersoner tilsier at den spesifikke 200-årsflommen bør være mellom 2000 og 5000 l/s/km² (NVE, 2015a).

4.3.1 Målestasjoner og flomfrekvensanalyse

Det foreligger ingen kjente målinger av flomvannføring i bekkene, og det finnes heller ikke representative felt av noenlunde samme størrelse i nærheten. Flomberegninga baseres derfor på andre metoder.

4.3.2 Flomformler for små nedbørfelt

I NVE (2015a) presenteres et nasjonalt formelverk for flomberegninger i nedbørfelt der feltareal er mindre enn 50 km². 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 er 14 og 15 l/s*km² for de to største feltene. Erfaring tilsier at for små felt på Østlandet med lav avrenning kan formelen underestimere. Det er derfor valgt å benytte en middelavrenning på 20 l/s*km² i flomformelverket.

Resultatene gitt fra flomformelverket for små nedbørfelt er presentert i Tabell 3, Tabell 4 og Tabell 5. Det er gitt resultater for middelestimat, samt øvre- og nedre konfidensintervall (95%).

Tabell 3: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for bekk 1 (kulminasjon).

Estimat	Middelflom		Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₂₀₀ [m ³ /s]
	Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]		
Lav (95 %)	0.2	349		0.6
Middel	0.4	697	2.81	1.1
Høy (95 %)	0.8	1394		2.2

Tabell 4: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for bekk 2 (kulminasjon).

Estimat	Middelflom		Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₂₀₀ [m ³ /s]
	Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]		
Lav (95 %)	0.3	328		0.8
Middel	0.6	655	2.81	1.7
Høy (95 %)	1.2	1310		3.3

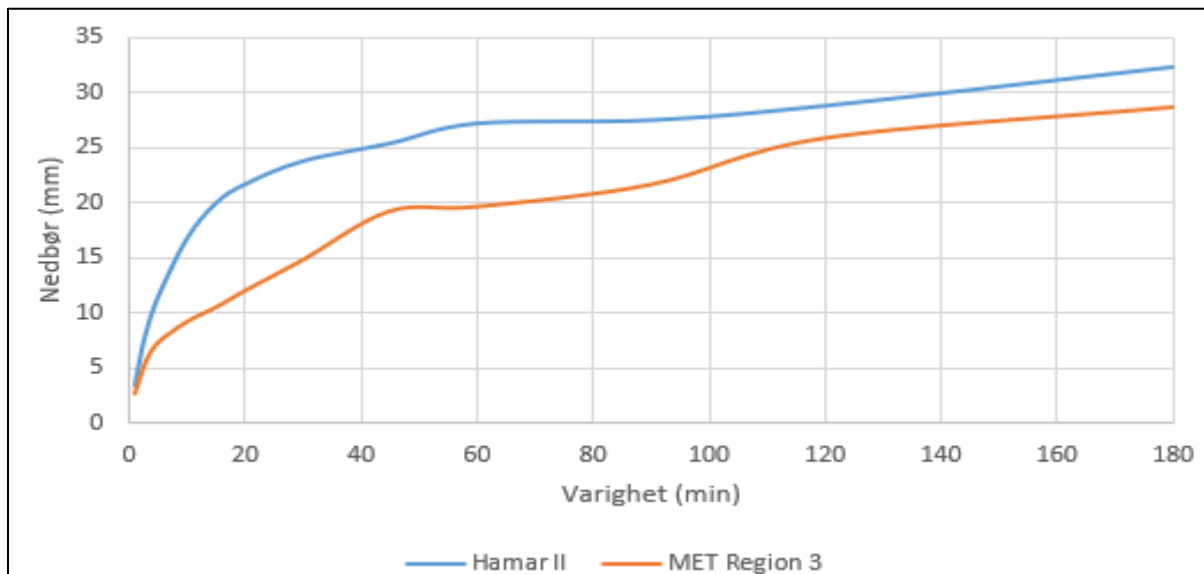
Tabell 5: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for bekk 3 (kulminasjon).

Estimat	Middelflom		Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₂₀₀ [m ³ /s]
	Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]		
Lav (95 %)	0.1	390		0.3
Middel	0.2	780	2.81	0.5
Høy (95 %)	0.4	1560		1.1

4.3.3 Rasjonale metoden

Den rasjonale 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 km². 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 bruke IVF-kurven for nedbørstasjonen Hamar II, som virker geografisk representativ og har en kurve av god kvalitet. Kurven gir noe høyere nedbørverdier enn den regionale kurven for Region 3 fått fra MET (2015), der differansen avtar noe før økt varighet. De to vurderte kurvene er vist i Figur 7. Erfaring tilsier at Lillehammer-kurven underestimerer.



Figur 7: Sammenligning mellom vurderte IVF-kurver for 200-års nedbør.

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 6 og Tabell 11.

Tabell 6: 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	57	60	75.3	0.35	1.5
Bekk 2	Hamar II	90	75	63.1	0.35	2.0
Bekk 3	Hamar II	25	45	93.6	0.35	0,8

4.4 Klimaframskrivninger

I henhold til anbefalinger i NVE (2016) og Norsk klimaservicesenter (2019) blir et klimapåslag på 40 % benyttet for å ta hensyn til forventet økning i flomstørrelser frem mot år 2100.

4.5 Vurdering av resultater

Resultatene fra den rasjonale metoden legger seg mellom middel- og øvre estimat fra flomformelverket, og noe over anbefalingen om at spesifikk 200-årsflom i mikrofelt bør være større enn 2000 l/s*km². Middelestimatene fra flomformelverket for bekkene ligger noe under dette. Siden feltene er så små, så er det statistiske grunnlaget i flomformelverket mindre. Resultatene fra de ulike flomberegningsmetodene er oppsummert i Tabell 7, Tabell 8 og Tabell 9.

Tabell 7: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.) for bekk 1.

Metode	q_m [l/s*km ²]	q_{200} [l/s*km ²]
Formelverk for små nedbørfelt	350-1390	980-3900
Rasjonelle formel	-	2640

Tabell 8: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.) for bekk 2.

Metode	q_m [l/s*km ²]	q_{200} [l/s*km ²]
Formelverk for små nedbørfelt	330-1310	930-3680
Rasjonelle formel	-	2200

Tabell 9: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.) for bekk 2.

Metode	q_m [l/s*km ²]	q_{200} [l/s*km ²]
Formelverk for små nedbørfelt	390-1560	1100-4390
Rasjonelle formel	-	3280

4.6 Dimensjonerende vannføring

Dimensjonerende vannføring skal videre i flomfarevurderingen benyttes til kapasitetsberegning for stikkrenner og i den hydrauliske modellen av bekkeløp og omliggende områder.

De fleste stikkrennene har så små nedbørfelt at det kun er den rasjonale metoden som er aktuell. Det er derfor valgt å sette resultatene fra den rasjonale metoden som dimensjonerende vannføring, da også spesifikke vannmengder virker rimelige sammenlignet med erfaringsdata.

Dimensjonerende 200-årsflom beregnet for bekkene er gitt i Tabell 10. Spesifikk 200-årsflom inkludert klimatillegg er beregnet til 3690 l/s*km² for bekk 1, 3090 l/s*km² for bekk 2 og 4590 l/s*km² for bekk 3 (inkludert klimapåslag).

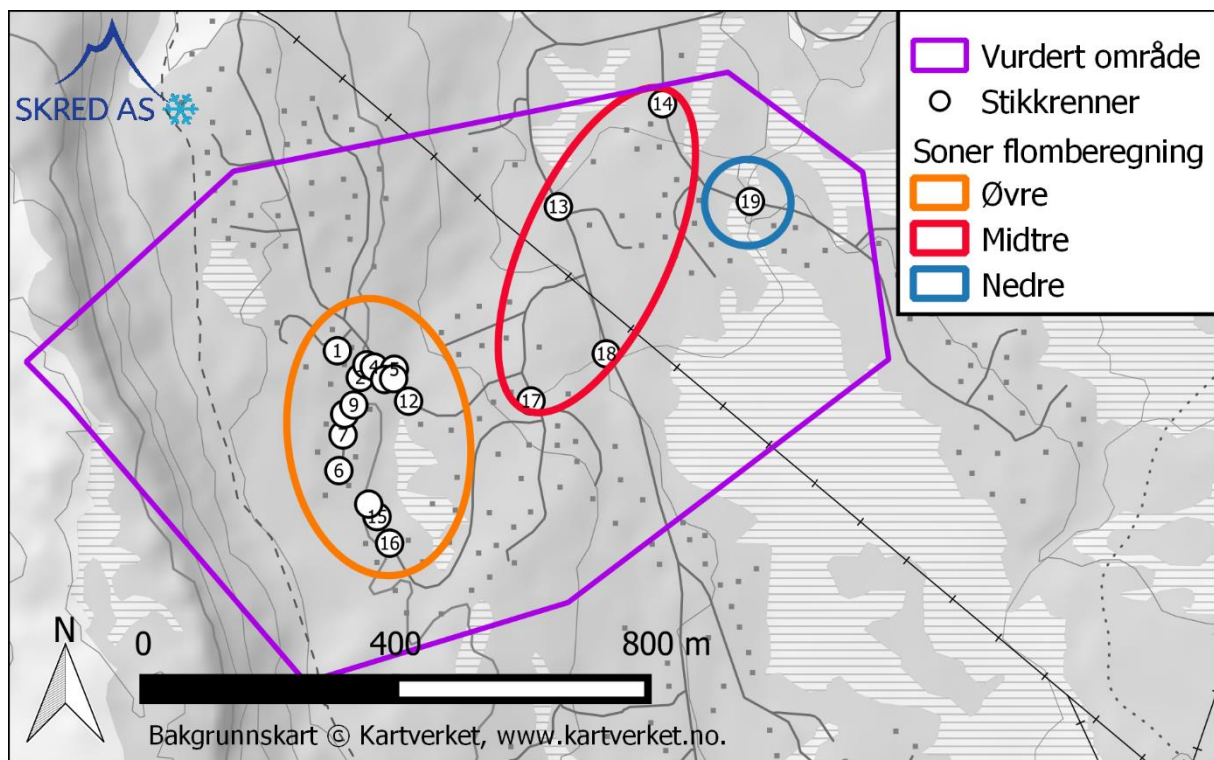
Tabell 10: Dimensjonerende flommer (kulminasjon) for de nordlige bekkene ved Brannåsvegen og den sørlige bekkene ved Veslesetervegen inkl. klimapåslag.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	Klimatillegg [%]	Q_{200} [m ³ /s]
Bekk 1	0,57	40	2.1
Bekk 2	0,90	40	2.8
Bekk 3	0,25	40	1.1

For å gjøre en kapasitetsberegning for hver enkelt stikkrenne i de to nordlige bekkene, beregnes den dimensjonerende vannføringen ut fra spesifikk 200-årsflom med klimatillegg og stikkrennas nedbørfelt. Tabell 11 viser spesifikke 200-årsflommer for stikkrenner med ulike plasseringer, mens Figur 8 viser fordelingen av stikkrenner i de ulike områdene.

Tabell 11: Spesifikk 200-årsflom (kulminasjon) med klimatillegg for forskjellige plasseringer i nordre del av planområdet beregnet med den rasjonelle metoden.

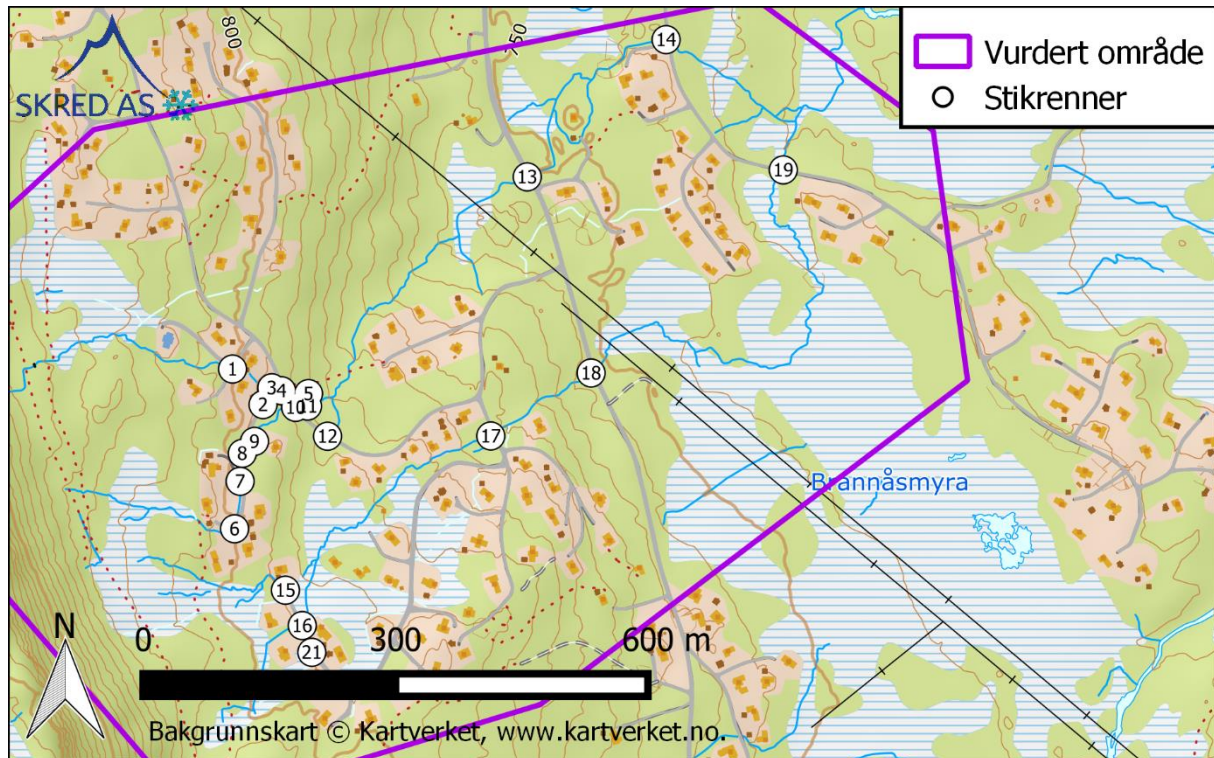
Stikkrenner	IVF-kurve	Kons. tid [min]	I_{200} [l/s*ha]	Klima	C-verdi	Q_{200} [l/s*km ²]
Øvre	Hamar II	45	93.6	1.4	0.35	4590
Midtre	Hamar II	60	75.3	1.4	0.35	3690
Nedre	Hamar II	75	63.1	1.4	0.35	3090



Figur 8: Fordeling av stikkrenner i flomberegningssonene.

5 Kapasitetsvurdering av eksisterende stikkrenner

20 stikkrenner i den nordre delen av planområdet ble målt inn og fotografert under befaringa. Stikkrennenes diameter, overhøyde, tilstand og flomvei ble registrert. Figur 9 viser en oversikt over stikkrennene.

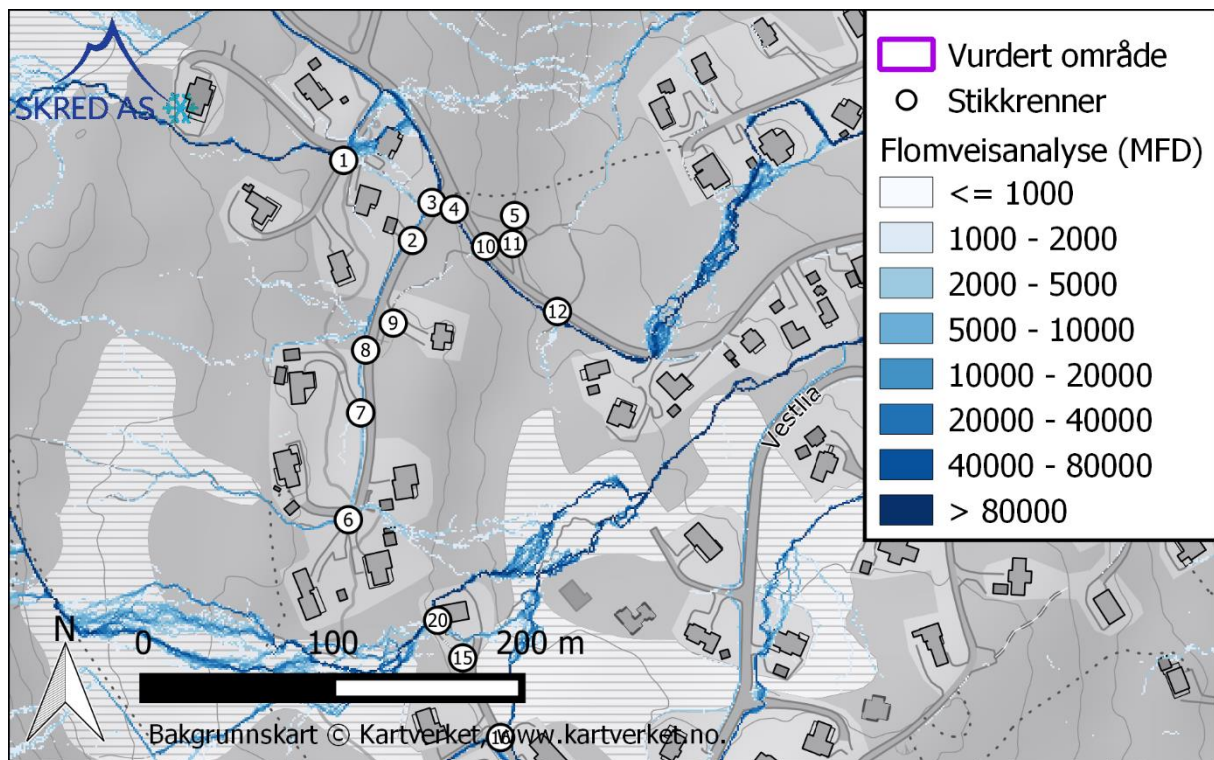


Figur 9: Alle stikkrennene i tilknytning til bekkene som ble registrert under befaringene.

5.1 Flomveisanalyse

Det er utført en terrengeanalyse basert på en terrengmodell (horisontal oppløsning på 1 x 1 meter) etablert fra laserdata hentet fra Høydedata.no (Lillehammerregionen 5pkt og 2pkt fra 2019). Terrengeanalysen er utført etter metodikken beskrevet i Bratlie (2015), og viser hvor vannet renner på terrenget, men tar ikke høyde for menneskelige inngrep som stikkrenner og bekkelukkinger. Den gjenspeiler dermed en situasjon med tette stikkrenner eller en situasjon der kapasiteten til stikkrenner er overskredet. Den tar heller ikke hensyn til kapasitet til vannveier.

Figur 10 viser flomveisanalysen for området rundt stikkrennene øverst i den nordre bekken.



Figur 10: Utsnitt av flomveisanalyse og stikkrenner i deler av planområdet.

Figur 10 viser at fra stikkrenne 1 går flomveien nordover langs vegen eller gjennom et hyttetun, og så mot stikkrenne 3. Flomveien til stikkrenne 6 kan gå to veier: Mot stikkrenne 7 eller østover mellom hyttene og ned mot den sørlige bekken. Videre går flomveien fra stikkrenne 7 mot stikkrenne 8, der flomveien går mot stikkrenne 2, som går mot stikkrenne 3.

Flomveien fra stikkrenne 3 går mot stikkrenne 4. Fra stikkrenne 4 følger flomveien grøfta mot stikkrenne 10 og videre mot 12. Til slutt vil flomveien krysse vegen i svingen ca. 60 meter nedstrøms stikkrenne 12.

Generelt viser flomveisanalysen at dersom kapasiteten til en stikkrenne overskrides, vil vannet ofte følge grøfta til neste stikkrenne. Dersom en nedstrøms stikkrenne har god nok kapasitet, vil det dermed kunne ha små konsekvenser at en stikkrenne går full. Samtidig, så viser flomveisanalysen at det er enkelte punkter der en full stikkrenne vil føre til at vannet finner nye veier, og utgjør en flomfare for områder som ikke ligger i umiddelbar nærhet til bekkeløpene. Flomveisanalysen stemmer godt med det som ble observert på befaring.

5.2 Kapasitet i stikkrenner

Kapasiteten til stikkrennene ble funnet ut fra nomogrammene i *Flomberegning og kulvertdimensjonering* (SINTEF, 1992) for rør av betong eller korrugert stål. De ble lest av for diameter, relativ innløpsvannstand og om innløpet har frontmur eller en utstikkende rørende. De fleste av stikkrennene hadde utstikkende rørende, og var av plast.

Tilrenningen til stikkrennene er funnet ved å finne nedbørfeltet til hver enkelt stikkrenne, og gange med spesifikk 200-årsflom inkludert klimatillegg, fra Tabell 11. Scalgo Live er brukt til å hente ut de ulike nedbørfeltene. Nedbørfeltet til en stikkrenne inkluderer hele nedbørfeltet til stikkrenna oppstrøms, uten å ha vurdert om den har kapasitet til hele vannføringen. I beregningen av tilrenning er stikkrenne 1 til 12, 15 og 16 satt som øvre, midtre er 13, 14, 17 og 18, mens stikkrenne 19 er i den nedre gruppa.

Tabell 12 viser kapasiteten, estimert 200-årsflom med klimapåslag og kommentarer til stikkrennene.

Tabell 12: Kapasitet og dimensjonerende flom for stikkrennene.

Nr.	Diameter [m]	Kapasitet [m ³ /s]	Q ₂₀₀ med klimapåslag [m ³ /s]	Kapasitet minus Q ₂₀₀ [m ³ /s]	Kommentar
1	0.55	0.48	0.61	-0.13	Litt dårlig kapasitet, men god tilstand. Flomveien går mot hytte, og følger veien ned mot stikkrenne 3.
2	0.2	0.05	0.06	-0.01	Grei kapasitet. Kan tilstoppes av vegetasjon, men siden flomveien følger grøfta videre, er det lite problematisk
3	0.55	0.25	1.34	-1.09	For dårlig kapasitet, se avsnitt 5.3.1.
4	0.5	0.22	1.34	-1.12	For dårlig kapasitet, se avsnitt 5.3.2.
5	0.5	0.25	1.34	-1.09	Har god nok kapasitet for dagens situasjon siden stikkrenne 4 begrenser tilførselen. Vannet vil finne tilbake til bekken ved overtopping, så denne er lite problematisk.
6	0.3	0.15	0.43	-0.28	Dårlig kapasitet og tilstand, se 5.3.3.
7	0.5	0.20	0.61	-0.41	For liten kapasitet, men siden flomveien krysser hytteveien og går tilbake i bekken/grøfta, er det lite problematisk.
8	0.6	0.32	0.50	-0.18	For liten kapasitet, flomveien går mot stikkrenne 3 istedenfor bekken.
9	0.6	0.32	0.50	-0.18	For liten kapasitet, men flomveien krysser hytteveien og går tilbake i bekken, så denne er lite problematisk.
10	0.45	0.15	1.44	-1.29	For dårlig kapasitet og dårlig utformet innløp, se avsnitt 5.3.2.
11	0.5	0.32	1.44	-1.12	Har god nok kapasitet for dagens situasjon siden stikkrenne 10 begrenser tilrenningen. Flomveien går mot stikkrenne 5, og så tilbake i bekken.
12	0.5	0.35	1.42	-1.07	Har i utgangspunktet god tilstand og kapasitet for eget lokalfelt, men vil få tilført vann som stikkrenne 4 og 10 ikke har kapasitet til. Flomveien følger grøfta før den krysser veien og går inn mot et hyttefelt.
13	0.6	0.50	2.01	-1.51	Dårlig kapasitet, se avsnitt 5.3.6.
14	0.8	1.00	2.12	-1.12	Dårlig kapasitet, se avsnitt 5.3.6.
15	0.6	0.32	1.42	-1.10	For liten kapasitet, men siden flomveien krysser hytteveien/gårdsplassen og går tilbake i bekken, er det lite problematisk.

16	0.6	0.38	0.37	0.01	Grei kapasitet, usikker tilstand pga. snø over innløp på befaring.
17	0.6	0.48	2.07	-1.59	Dårlig kapasitet, se avsnitt 5.3.5.
18	0.6	0.50	2.32	-1.82	Dårlig kapasitet, se avsnitt 5.3.6.
19	1	1.80	2.78	-0.98	Dårlig kapasitet, se avsnitt 5.3.6.
21	-	-	-	-	Dårlig kapasitet, se avsnitt 5.3.4.

5.3 Ytterligere vurdering for utvalgte kritiske punkter

I dette avsnittet blir det redegjort for konsekvenser og aktuelle tiltak for noen utvalgte stikkrenner. Ved etablering av tiltak bør det vurderes å lage en helhetlig tiltaksplan for området.

5.3.1 Stikkrenne 3

Cirka 140 meter oppover Klevabergvegen ligger det trolig en stikkrenne i tilknytning til en grøft fra myra oppstrøms. Denne stikkrenna ble ikke undersøkt på befaring. Den har et nedbørfelt på 14 ha, noe som utgjør omtrent halvparten av nedbørfeltet til stikkrenne 3. Selv om den ukjente stikkrenna skulle ha kapasitet til hele sitt nedbørfelt, vil stikkrenne 3 fremdeles få tilført med enn dobbelt så mye som den har kapasitet til.

Terrenganalysen og observasjoner fra befaring viser at vannet vil krysse rett over veggen mot sørvest og dra tilbake i bekken før stikkrenne 4. Dersom stikkrennas kapasitet overskrides, vil vannet ikke havne på avveie, men det vil avskjære eneste ankomstveg for seks hytter. Aktuelt tiltak vil være å legge en eller flere stikkrenner med kapasitet til dimensjonerende flom.

Figur 11 viser et bilde av innløpet til stikkrenne 3.



Figur 11: Innløpet til stikkrenne 3. Flomveien går over den nærmeste veggen mot stikkrenne 4, som ligger i innersvingen til veggen på bildet.

5.3.2 Stikkrenne 4 og 10

Stikkrenne 4 har for dårlig kapasitet i forhold til det den får tilført, uavhengig av den ukjente stikkrenna oppstrøms stikkrenne 3. Overskytende vann vil følge veggrøfta mot stikkrenne 10.

Innløpet til stikkrenne 10 ligger ikke i bunnen av grøfta, og til tross for steinblokkene som demmer opp noe, så har stikkrenna kun 25 % av potensiell kapasitet. Dette gjør at mesteparten av vannet i bekken vil ledes i grøfta mot stikkrenne 12, og videre over vegen og inn mot et hyttefelt lenger nede.



Figur 12: Foto av innløpet til stikkrenne 10, som stort sett ligger høyere enn grøfta.

For å utbedre stikkrenne 10, bør stikkrenna legges lavere i terrenget. Det kan også være mulig å bygge opp noe høyere ved steinblokkene, men siden grøfta er en flomvei for flere stikkrenner med dårlig kapasitet, så er det viktig at eventuelle steinblokker viderefører grøftas funksjon som flomvei.

Aktuelle tiltak for både stikkrenne 4 og 10 vil være å legge en eller flere stikkrenner med kapasitet til dimensjonerende flom.

5.3.3 Stikkrenne 6

Innløpet til stikkrenna er i dårlig forfatning, og på befaringen ble det vurdert som trolig at det kan tettes av drivgods og stein. Stikkrenna har heller ikke kapasitet til en dimensjonerende flom. Dersom stikkrenna går tett, ble det på befaringen vurdert som mest sannsynlig at vannet vil dra inn på tunet til hytta rett øst for innløpet, og derfra ned mot den sørlige bekken. Det anbefales å bytte ut til en stikkrenne med innvendig dimensjon på minst 0,45 meter.

Figur 13 og Figur 14 viser bilder av bekkeløpet og innløpet til stikkrenna.



Figur 13: Foto av bekkeløpet inn mot stikkrenne 6.



Figur 14: Foto av innløpet til stikkrenne 6.

5.3.4 Stikkrenne 21

Ved en flom vil noe vann fra den sørligste av de vurderte bekkene dra ned en grøft sør for bekket omtrent 100 meter oppstrøms Vestlia, og treffe veien ved stikkrenne 21. I utgangspunktet skal stikkrenna føre vann til stikkrenne 16, tilbake til bekket, men stikkrenna ligger høyt i forhold til veien, slik at den har liten kapasitet. Flomveianalysen viser at vannet fra denne grøfta vil dra sørover langs Vestlia og inn mot flere hytter. Figur 15 viser innløpet til stikkrenna. Det anbefales å bytte ut til en stikkrenne med innvendig dimensjon på minst 0,4 meter.



Figur 15: Innløpet til stikkrenne 21 oppstrøms Vestlia.

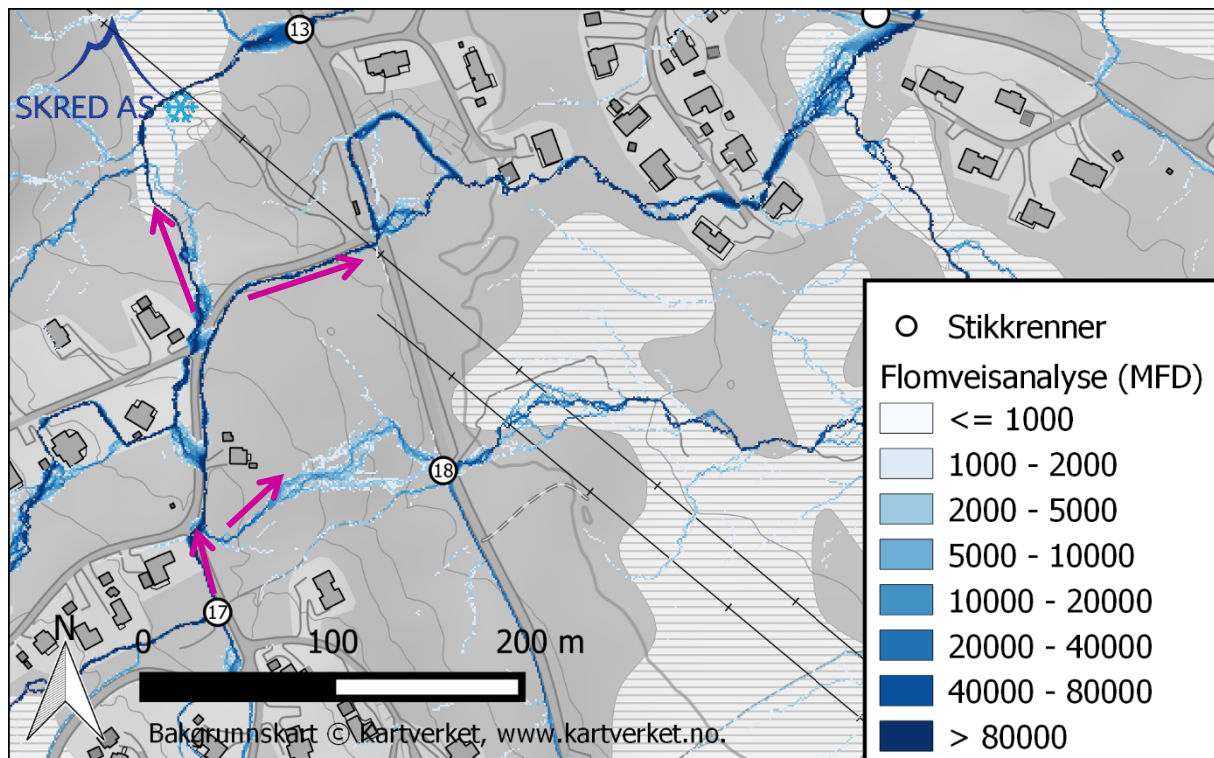
5.3.5 Stikkrenne 17

Dimensjonerende flom for denne stikkrenna er $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$, mens kapasiteten er $0,48 \text{ m}^3/\text{s}$. Det betyr at mer enn $1 \text{ m}^3/\text{s}$ vil følge flomveien ved en dimensjonerende flom. Flomveien går nordover langs vegen Vestlia til den møter Klevabergvegen. Derfra fordelen vannet seg; noe vil gå tilbake til opprinnelig bekkeløp, noe vil følge samme flomvei som fra stikkrenne 12 mot

den nordre bekken og stikkrenne 13. Likevel vil mesteparten følge veggrøfta langs Vestlia nordover til krysset med Veslesetervegen, før det krysser vegen og renner inn i hyttefeltet i området.

Aktuelle tiltak her vil være å anlegge en stikkrenne/kulvert med kapasitet til dimensjonerende flom eller å anlegge et definert lavbrekk over vegen som fører overskytende vann videre i samme bekkeløp.

Figur 16 viser et utsnitt av terrengeanalysen for de berørte områdene.



Figur 16: Flomveien fra stikkrenne 17 renner nordover, pilene markerer hvordan vannet vil fordele seg.

5.3.6 Stikkrenne 13, 14, 18 og 19

Felles for stikkrenner 13, 14, 18 og 19 er at det går mye vann i bekkene, og at stikkrennene har for liten kapasitet. Flomveien er i alle tilfeller vurdert til å gå rett over veien og tilbake til bekken, så de vil ikke føre til noen større utbredelse av oversvømt areal.

Stikkrenne 13 og 18 ligger under Veslesetervegen, som fortsetter sørover ned til Gausdal. Det vil dermed være omkjøringsmuligheter dersom vannet drar over veien.

Brannåsvegen, som stikkrenne 14 og 19 ligger under, er eneste ankomstveg for hyttene i området.

5.3.7 Voll, nummer 20

Vollen, markert som nummer 20 på Figur 10, ligger rett oppstrøms stikkrenne 15. Ifølge terrengeanalysen vil vannet bryte ut av bekkeløpet, og renne på nordsiden av hytta. Terrenge modellen har en oppløsning på 1 x 1 meter, og svært få punkter i området hvor flomveien ifølge terrengeanalysen går vekk fra bekkeløpet.

Figur 17 og Figur 18 viser bilder av det aktuelle strekket. Bekkeløpet har en jevn kapasitet, og er bygd opp med steiner som erosjonssikring. Dette vil trolig fungere godt for mindre flommer, men trolig ikke ha kapasitet til en dimensjonerende flom.



Figur 17: Sett nedover bekken.



Figur 18: Sett oppover bekken.

6 Hydraulisk modellering

6.1 Metode

For å få en indikasjon på kapasitet til bekkeløp og flomveier er det etablert en hydraulisk modell av området.

I beregning av vannlinje og hydrauliske parametere er programvaren Hec-Ras versjon 5.0.7 og 6.1.0 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.

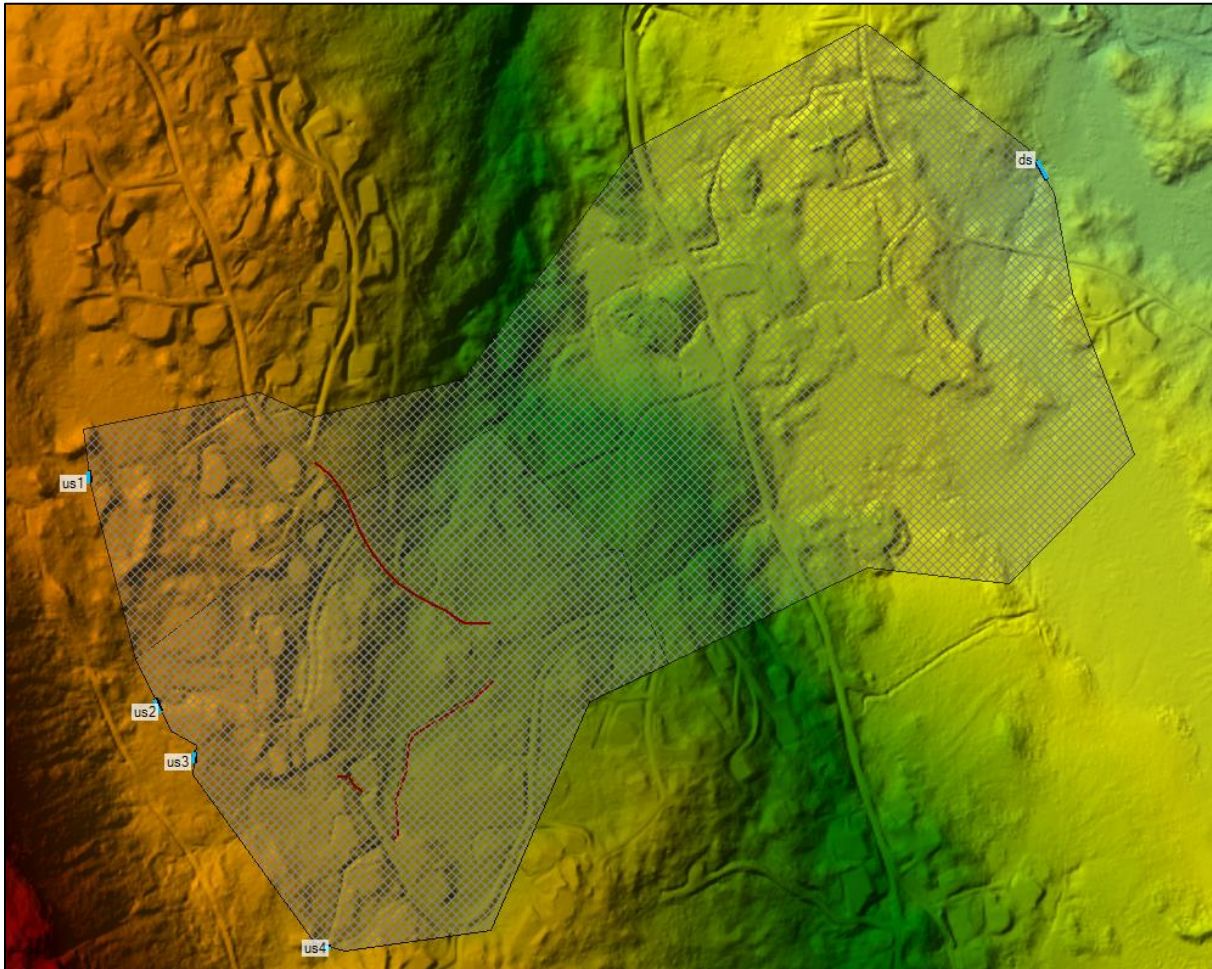
6.2 Oppsett av modell

6.2.1 Modelloppsett

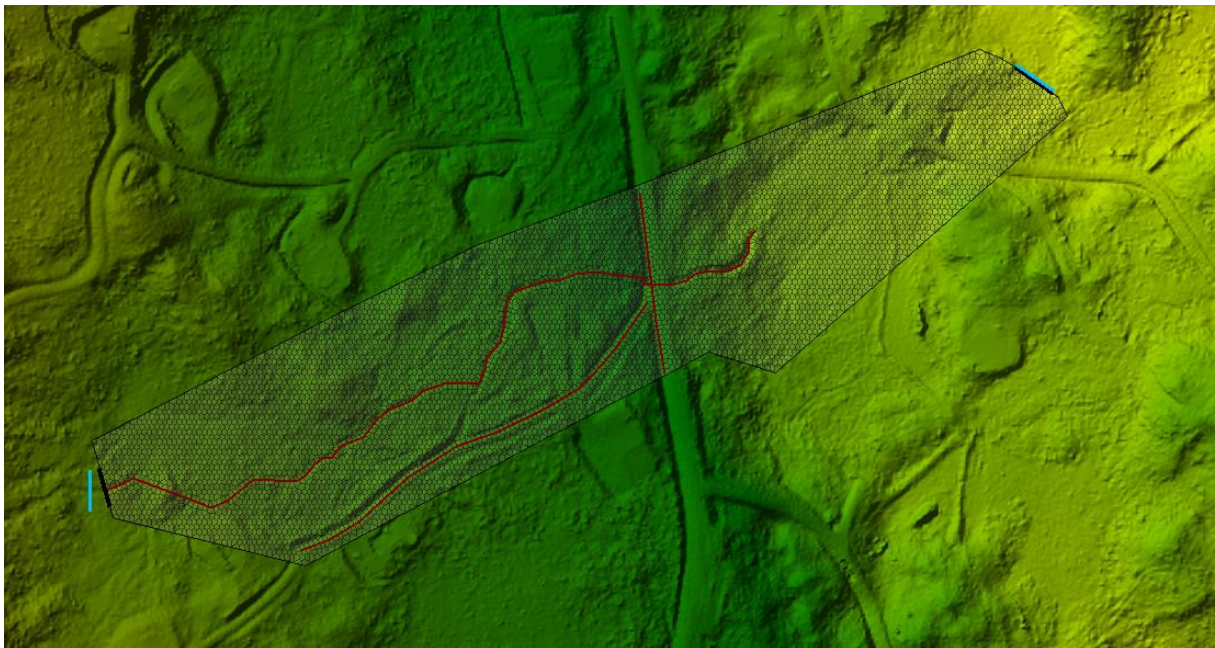
Det er benyttet samme terrengmodell som beskrevet i avsnitt 5.1 (2019). En grøft gjennom en av de øvre myrene som skal ha blitt anlagt høsten 2020 er lagt inn i terrengmodellen. Grøfta ble målt inn med en CPOS-GPS på befaring 15.10.21. Basert på disse punktene ble grøfta lagt inn som en kanal i Hec-Ras. Det er laget to hydrauliske modeller: En for de nordlige bekkene og en for den sørlige. Benyttede parametere i modellene fremkommer av Tabell 13. Terrengmodell, benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser er illustrert i Figur 19 og Figur 20.

Tabell 13: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for planområdet.

Parameter	Verdi
Oppløsning på terrengmodell	1 x 1 meter
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Nedstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Cellestørrelse beregningsgrid	2 x 2 meter (heksagon)
Likningssett	Full momentum
Tidsskritt	Gitt av courant-number mellom 0,1 og 1,0
Manningstall	20



Figur 19: Illustrasjon av terrenngmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser for de nordre bekkene.



Figur 20: Illustrasjon av hydraulisk modell for den sørlige bekken.

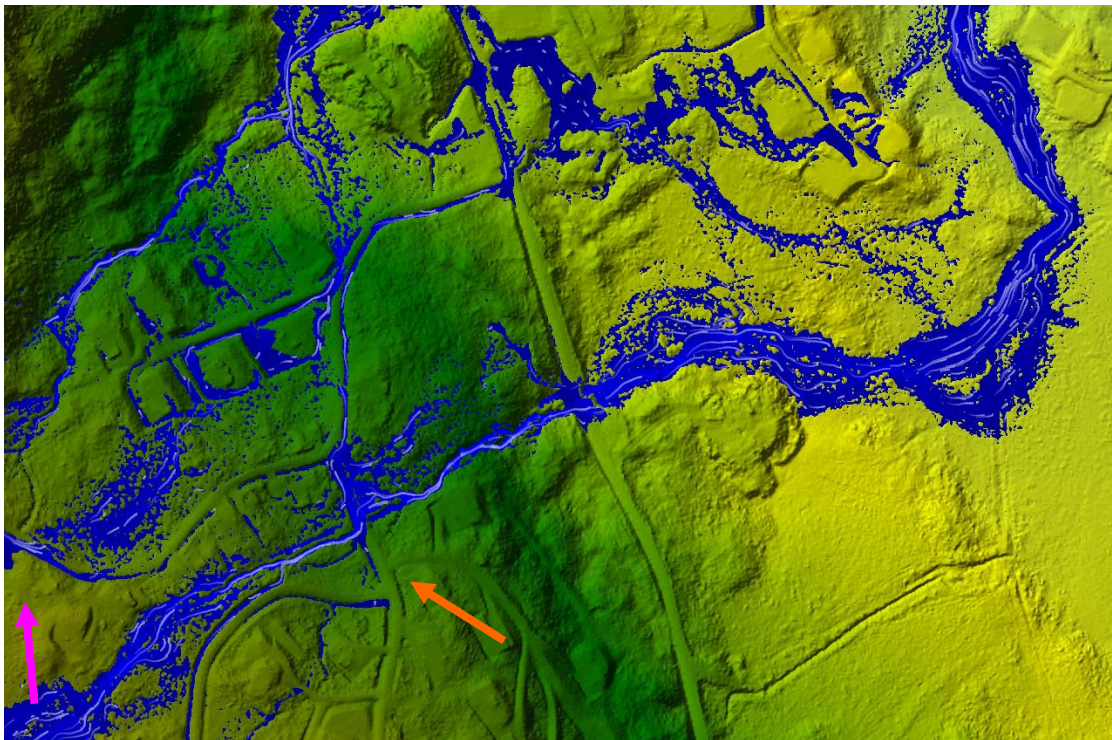
6.2.2 Konstruksjoner

Beregningen av kapasitet i Tabell 12 viser at nesten ingen av stikkrennene har tilstrekkelig kapasitet. Den hydrauliske modellen er derfor kjørt uten stikkrenner.

6.3 Modellert fremtidig 200-årsflom

6.3.1 Bekk 1 og 2

For en fremtidig 200-årsflom bekrefter modelleringen mye av det flomveisanalysen viser. Spesielt stikkrenne 17 og flomveien nedstrøms stikkrenne 12 gir store oversvømte arealer, også inn mot eksisterende hyttefelt. Figur 21 viser en illustrasjon fra modellresultatene for området nedstrøms disse stikkrennene.



Figur 21: Utsnitt av resultater fra hydraulisk modell. Rosa pil markerer stikkrenne 12, mens oransje pil markerer stikkrenne 17.

6.3.2 Bekk 3

For den søndre bekken (Bekk 3) viser den hydrauliske modellen at bekken vil dra rett over Veslesetervegen dersom kapasiteten til stikkrenna overskrides. Dersom stikkrenna under Liaråket overskrides, vil vannet dra over veien 30 m øst for stikkrenna, og treffe bekken på samme myr. Bekkeløpene fremstår lite definerte i terrenngmodellen og på ortofoto, og dette bekreftes av den hydrauliske modellen, som viser at det vil dra en del vann nedover lia langs bekken.

6.4 Sensitivitetsanalyse

Da vi ikke har tilgang på kalibreringsdata er det gjennomført en sensitivitetsanalyse av modellen. I sensitivitetsanalysen er vannføringen i løpene økt med 20 %. Ruheten er økt med 20 %. I tillegg er cellestørrelsen på beregningsgriddet endret til 1 x 1 meter.

Både økning i vannføring med 20 %, økning i ruhet med 20 % og forminsket beregningsgrid har minimal innvirkning på oversvømt areal.

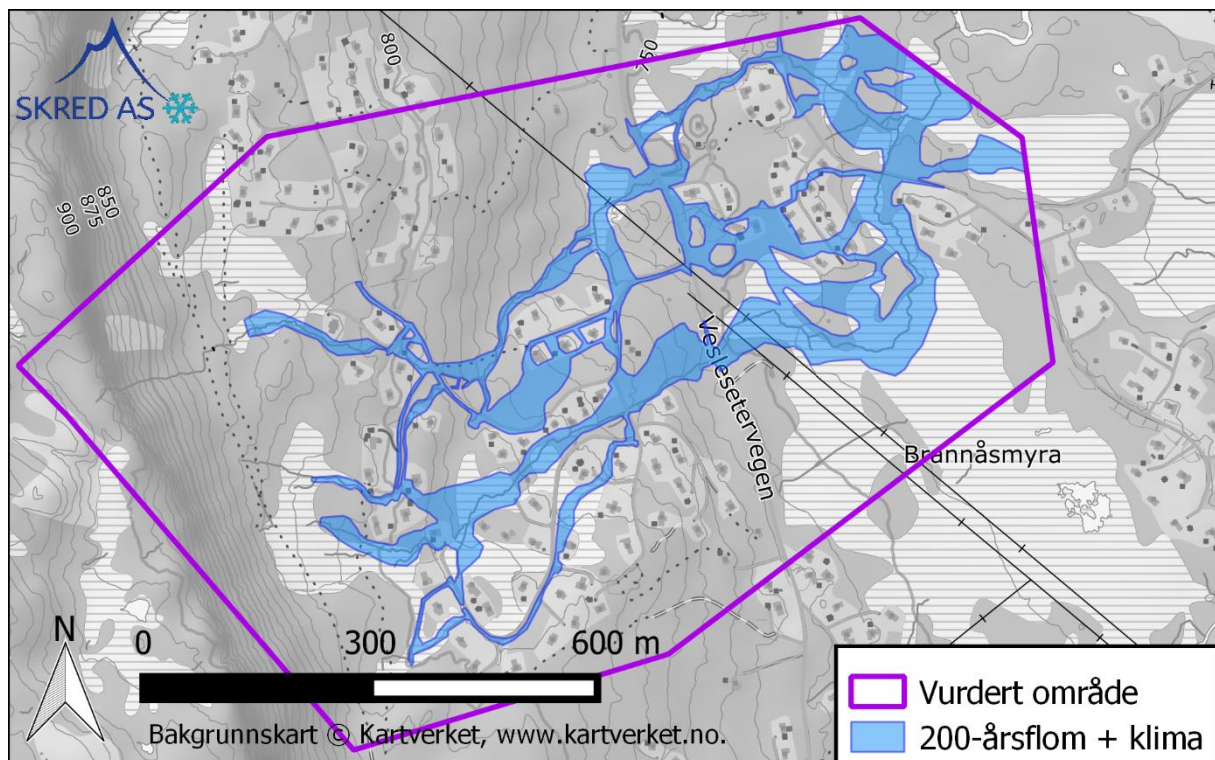
7 Faresoner for flom

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

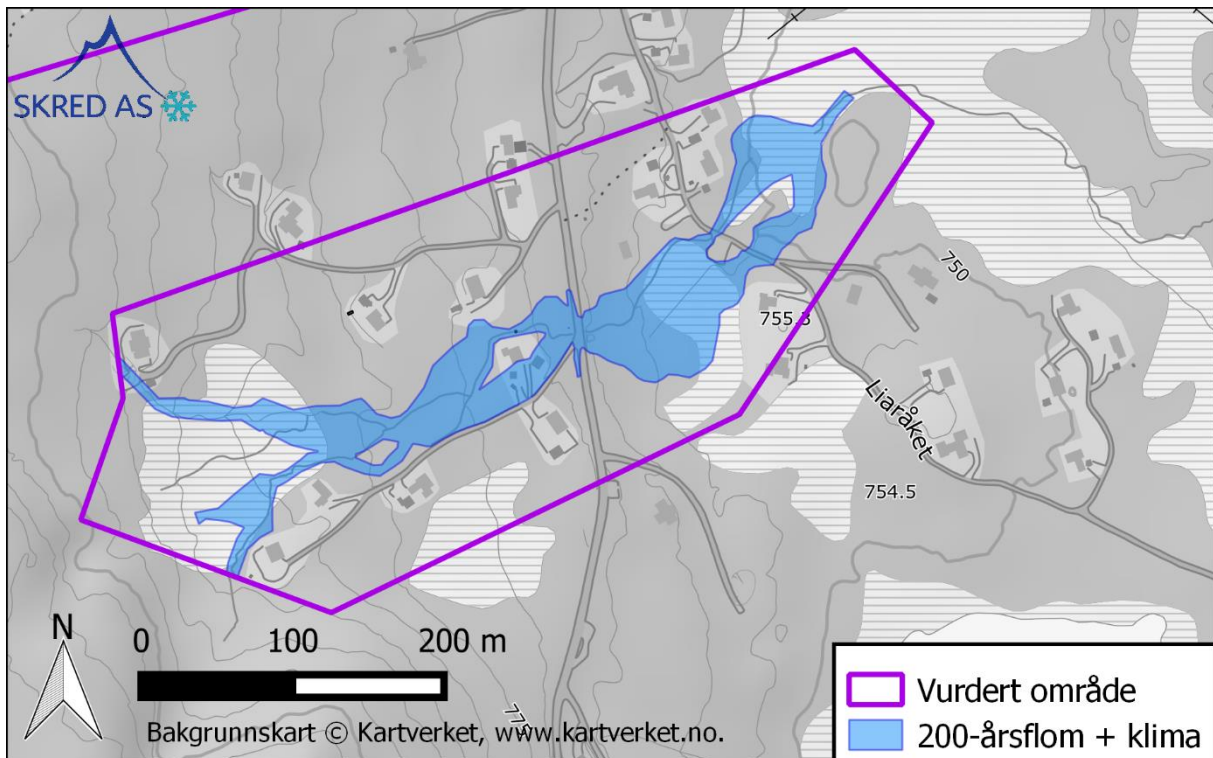
Der faresonene ikke følger bekkeløpene er de en konsekvens av flomveier fra stikkrenner med begrenset kapasitet. Faresonene forutsetter dagens terrengutforming, og det bemerkes at eventuelle terrengendringer innenfor faresonene kan påvirke omfanget av dem.

Faresonen er redusert ved det grøftede bekkeløpet i myra nedstrøms første kryssing av Vestlia ift. opprinnelig vurdering, dette forutsetter at kapasiteten i grøfta opprettholdes.

Faresonene for bekk 1 og 2 fremkommer av Figur 22, mens sonene for bekk 3 er vist Figur 23.



Figur 22: Faresone som viser områder utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 i år 2100 (sikkerhetsklasse F2) langs de nordlige bekkene.



Figur 23: Faresone som viser områder utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 i år 2100 (sikkerhetsklasse F2) langs den sørlige bekken.

8 Vurdering av erosjonssikkerhet

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, forutsatt at det opprettholdes et vegetasjonsbelte langs bekkeløpene. Dersom det gjøres tiltak/infrastruktur i nærheten av bekkeløpene må tiltakene sikres slik at det ikke tar skade ved erosjon.

9 Risikoreduserende tiltak

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

Det er beskrevet ulike tiltak for de kritiske stikkrennene. Disse består hovedsakelig av å skifte til en stikkrenne med større dimensjon, forbedre innløpet til stikkrennene eller å anlegge lavbrekk over vegen.

En annet viktig risikoreduserende tiltak vil være å sørge for at stikkrenner og grøfter renskes jevnlig, slik at de har full kapasitet ved større vannføringer. Det anbefales å utarbeide en plan for vedlikehold.

Dersom det utføres terrengendringer innenfor faresonene for flom bør det undersøkes hvorvidt terrengendringene kan påføre omliggende områder økt flomulempe.

10 Konklusjon

Spesifikk 200-årsflom inkludert 40 % klimatillegg er beregnet til ca. 4590 l/s*km² øverst i planområdet, 3690 l/s*km² midt i planområdet og 3090 l/s*km² nederst i planområdet. Dette gir en dimensjonerende 200-årsflom ved Brannåsvegen for bekk 1 på 2,1 m³/s og 2,8 m³/s for bekk 2. For bekk 3 er dimensjonerende 200-årsflom beregnet til 1,1 m³/s ved Veslesetervegen. Basert på tilrenningsareal og spesifikk 200-årsflom er det beregnet dimensjonerende 200-årsflom for stikkrennene til de to nordligste bekkene. Kapasiteten er bestemt fra nomogrammer for innløpskontrollerte stikkrenner. Kun to av de 19 stikkrennene som er vurdert har god nok kapasitet for dimensjonerende flom.

Det er laget en terrengmodell basert på laserdata over området samt innmåling av nyere anlagt grøft, og utført flomveisanalyse. Ved å vurdere kapasiteten til stikkrennene opp mot dimensjonerende flom, samt flomveien for overskytende vann er det vurdert hvor kritisk ulike stikkrenner er. For kritiske stikkrenner er aktuelle tiltak kort beskrevet. Det er også etablert en hydraulisk modell av bekkene med omliggende områder. Den bekrefter flomveiene, og viser utbredelsen i terrenget.

Basert på resultater fra modelleringen og GIS-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 1/200 i år 2100, som tilsvarer sikkerhetsklasse F2 i TEK17.

Ny bebyggelse bør i utgangspunktet plasseres utenfor faresone for flom. Det er foreslått risikoreducerende tiltak som å øke dimensjonen på stikkrennene eller anlegge lavbrekk over vei ved kritiske stikkrenner. I tillegg vil jevnlig rensing av grøfter og stikkrenner redusere risikoen. Dersom det utføres terrengendringer innenfor faresonene for flom bør det undersøkes hvorvidt terrengendringene kan påføre omliggende områder økt flomulemppe.

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

11 Referanser

Bratlie, R. (2015). Beregning av flomveier med eksempler på bruk i kommunal forvaltning.
KART OG PLAN.

DiBK. (2018). *Byggeteknisk forskrift med veiledning (TEK 17).*

MET. (2015). *24/2015: Dimensjonerende korttidsnedbør.*

Norsk Klimaservicesenter. (2019). *Klimapåslag for korttidsnedbør - Anbefalte verdier for Norge.*

NVE. (2015a). *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt.*

NVE. (2015b). *Anbefalte metoder for flomberegninger i små felt.* NVE.

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

SINTEF. (1992). *STF60 A92101 - Flomberegning og Kulvertdimensjonering.*