

Oppdragsgiver	Navn Vestre Slidre kommune	Kontaktperson Knut Frode Framstad
Oppdrag	Nummer og navn 22362 Vestre Slidre. Vaset, Slidre og Lomen – flomfarekartlegging for tre områder	Oppdragsleder Ingvild Brekke
Dokument	Nummer 22632-01-1 Utført av Ingvild Brekke	Dato 2022-09-08 Kontrollert av Ragnhild Hammeren

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	08.09.22	IB	RH	Første versjon

Flomfarevurdering Vaset

Sammendrag

Vestre Slidre kommune har behov for å få kartlagt flomfaren i tre områder, og Skred AS har blitt tildelt oppdraget. Denne rapporten tar for seg et område i Vaset der det er flere utbyggingsområder. Saubekken og flere mindre bekker renner gjennom dette området, og utgjør sammen med Vasetvatnet ifølge NVE sine aktsomhetskart for flom en potensiell flomfare. Krav til sikkerhet mot flom gitt av TEK17 §7-2 er lagt til grunn for vurderingene.

Tre bekker gjennom kartleggingsområdet er vurdert. Dimensjonerende 200-årsflom i Saubekken og bekk vest, inkludert et klimapåslag på 40 %, er beregnet til henholdsvis 2,9 og 1,4 m³/s. Den midtre bekken har et svært lite nedbørfelt som inngår i feltet til Saubekken. Vannføringen er derfor fastsatt til kapasiteten til oppstrøms stikkrenne, 0,38 m³/s. Det er etablert en hydraulisk modell av kartleggingsområdet. Modelleringen viser at kapasiteten til øvre del av Saubekken er god, mens kryssinga av Murkelivegen fører til vann på avveien østover. Både bekkeløpet og stikkrennene til den midtre bekken har kapasitet til vannføringa. Den vestre bekken har et mindre definert løp midt gjennom området, og sprer seg derfor utover. Kryssinga av Murkelivegen for den vestre bekken har for liten kapasitet slik at et lavbrekk langs veien fylles av vann.

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 1/200 i år 2100, som tilsvarer sikkerhetsklasse F2 i TEK17.

Ny bebyggelse bør i utgangspunktet plasseres utenfor faresonen for flom. Aktuelle tiltak for å redusere flomfaren i området kan være å oppgradere stikkrenner/veikryssinger eller terrengtilpasninger som voller eller økt planeringshøyde.

For dagens situasjon vurderes erosjonssikkerheten tilstrekkelig. For å opprettholde tilstrekkelig erosjonssikkerhet over tid anbefales det å sette av 5 m til vegetasjonsbelte på hver side av bekkene.

Innhold

1	Innledning	6
1.1	Bakgrunn	6
1.2	Flomfarevurdering Vasetvatnet	6
1.3	Befaring	6
1.4	Forbehold	6
2	Krav til sikkerhet	8
2.1	Lovverket	8
2.2	Flom	8
2.2.1	Aktuelle krav	9
3	Beskrivelse av området, elveløp, konstruksjoner og grunnforhold	10
3.1	Område og elveløp	10
3.2	Konstruksjoner	13
3.3	Grunnforhold	15
4	Flomberegning	16
4.1	Metode	16
4.2	Beskrivelse av nedbørfelt	16
4.3	Flomfrekvensanalyse	17
4.3.1	Målestasjoner	17
4.3.2	Regional flomfrekvensanalyse	17
4.4	Nedbør-avløpsmetoder	18
4.4.1	PQRUT	18
4.4.2	Den rasjonale metode	18
4.5	Klimaframskrivninger	21
4.6	Vurdering av resultater	21
4.7	Dimensjonerende vannmengder	21
4.8	Klassifisering av det hydrologiske datagrunnlaget for flomberegningen	21
5	Hydraulisk modellering	22
5.1	Metode	22
5.2	Oppsett av modell	22
5.2.1	Terrengmodell	22
5.2.2	Modelloppsett	22
5.2.3	Konstruksjoner	23
5.3	Modellert fremtidig 200-årsflom	23
5.4	Sensitivitetsanalyse	24
6	Faresoner for flom	25
7	Vurdering av erosjonssikkerhet	26
8	Risikoreduserende tiltak	27
9	Konklusjon	28

10 Referanser	29
11 Vedlegg	30

Figurer

Figur 1: Beliggenheten til kartleggingsområdet på Vaset i Vestre Slidre kommune.	6
Figur 2: Oversiktskart over vurdert område, bekkeløp og stikkrenner registrert på befaring.	11
Figur 3: Bekkeløpet til Saubekken og trebrua midt i kartleggingsområdet.	12
Figur 4: Grøfta bekkeløp for bekk midt, midt i kartleggingsområdet.	12
Figur 5: Stikkrenna til Saubekken under Panoramavegen.	13
Figur 6: Stikkrenna til Saubekken under Murkelivegen.	13
Figur 7: Stikkrenna til bekk midt under Panoramavegen. Grøfta mot høyre går mot Saubekken.	14
Figur 8: Stikkrenna til bekk midt rett etter Panoramavegen er delvis tilstoppet.	14
Figur 9: Stikkrenna til bekk vest under Panoramavegen.	14
Figur 10: Stikkrenna til bekk vest under Murkelivegen.	14
Figur 11: Løsmassekart, NGU	15
Figur 12: Feltgrensene til de vurderte bekkene.	17
Figur 13: Vurderte nedbørstasjoner. Kartleggingsområdet er markert med rosa pil.	19
Figur 14: Sammenligning av benyttet IVF-kurve mot andre aktuelle kurver.	20
Figur 15: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser. Stikkrenner er markert i svart.	23
Figur 16: Faresonen som viser områder utsatt for flom fra bekkene med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 i år 2100 (sikkerhetsklasse F2). Den stipla linja viser vannstand i Vasetvatnet ved 200-årsflom + 20 % klimapåslag (Norconsult AS, 2020).	25

Tabeller

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2018).	8
Tabell 2: Feltkarakteristika til de vurderte bekkene.	16
Tabell 3: Resultater fra RFFA-NIFS for bekk vest (kulminasjon).	18
Tabell 4: Resultater fra RFFA-NIFS for Saubekken (kulminasjon).	18
Tabell 5: Resultater fra frekvensanalyse på nedbør.	19
Tabell 6: Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonale metoden (kulminasjon).	20
Tabell 7: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.).	21
Tabell 8: Dimensjonerende vannmengder i bekk vest og Saubekken med klimapåslag (kulminasjon).	21
Tabell 9: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for Vaset.	22

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Vestre Slidre kommune har behov for å få kartlagt flomfaren i tre områder, og Skred AS har blitt tildelt oppdraget. Denne rapporten tar for seg et område i Vaset der det er flere utbyggingsområder. Saubekken og flere mindre bekker renner gjennom dette området, og utgjør sammen med Vasetvatnet ifølge NVE sine aktsomhetskart for flom en potensiell flomfare. Krav til sikkerhet mot flom gitt av TEK17 §7-2 skal legges til grunn for vurderingene.

Beliggenheten til kartleggingsområdet i Slidre er vist på Figur 1.



Figur 1: Beliggenheten til kartleggingsområdet på Vaset i Vestre Slidre kommune.

1.2 Flomfarevurdering Vasetvatnet

På oppdrag for Vestre Slidre kommune utførte Norconsult AS i 2020 en flomfarevurdering for Vaset sentrum (Norconsult AS, 2020). I denne vurderingen ble 200-årsvannstanden i Vasetvatnet med 20 % klimapåslag satt til 798,5 moh. ved utløpet av Vasetvatnet.

1.3 Befaring

Befaring av området og elvestrekningen ble utført 09.08.2022 av Ingvild Brekke (Skred AS). Det var klarvær, lite vann i bekkene og generelt gode befaringsforhold. Registreringer ble gjort til fots.

1.4 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. Som avklart i tilbudet legges sikkerhetsklasse F2 til grunn for vurderingene.

3 Beskrivelse av området, elveløp, konstruksjoner og grunnforhold

3.1 Område og elveløp

Kartleggingsområdet består av relativt åpent naturlig terreng med delvis utbygde områder og flere kryssende veier og skiløyper. Området ligger helt ned mot Vasetvatnet.

Panoramavegen går langs den sørvestre grensa for kartleggingsområdet, og kan være avskjærende for flere av bekkene.

Saubekken er den største bekken inn i området, og etter kryssinga av Panoramavegen renner den i et forholdsvis definert søkk. Den krysses av flere kløpper for skiløyper/stier, og renner under Murkelivegen gjennom en stikkrenne.

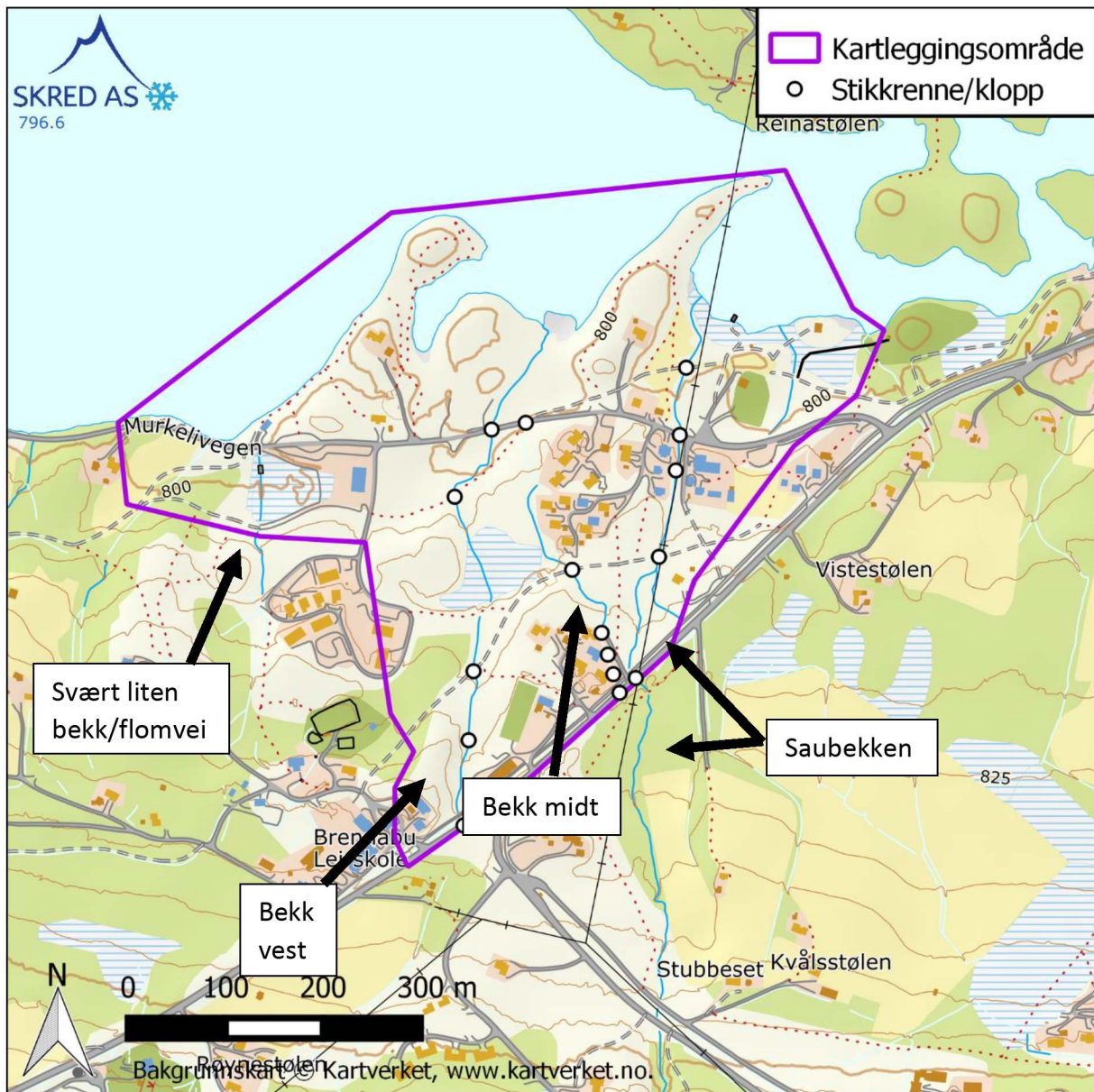
Ved Panoramavegen, rett vest for Saubekken, går et mindre bekkeløp heretter kalt Bekk midt. Det går en stikkrenne under Panoramavegen til dette bekkeløpet, men den virker å ha et svært lite nedbørfelt. Gjennom hyttefeltet rett nedstrøms vegen går denne bekken gjennom flere stikkrenner som er delvis tilstoppet. Videre nedover renner bekken fritt, i et bekkeløp som er delvis grøftet. Den passerer Murkelivegen gjennom en stikkrenne, og nedstrøms vegen samløper den med en bekk lenger vest.

Bekken som renner inn lengst sør i kartleggingsområdet, heretter kalt Bekk vest, har, med unntak av gjennom ei myr, et relativt definert løp hele veien. Den renner gjennom flere stikkrenner og kløpper for utløpet i Vasetvatnet.

På kartet er det også markert et bekkeløp enda lenger vest i kartleggingsområdet, men denne har et svært begrenset nedbørfelt, og bør håndteres som en flomvei i videre planarbeid.

De oppsamlede massene med mye små steiner foran flere av stikkrennene i Saubekken tilsier at det pågår en del massetransport i bekken. De andre bekkene har mindre vannføring og går i større grad gjennom myrer, så i disse er det mindre tilgang på masser og mindre massetransport.

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



Figur 2: Oversiktskart over vurdert område, bekkeløp og stikkrenner registrert på befarings.



Figur 3: Bekkeløpet til Saubekken og trebrua midt i kartleggingsområdet.



Figur 4: Grøfta bekkeløp for bekk midt, midt i kartleggingsområdet.

3.2 Konstruksjoner

Stikkrenna til Saubekken under Panoramavegen er 1000 mm stor, se Figur 5. Det ligger mye masser i innløpet til stikkrenna, og de nederste 40 cm er fylt igjen. Stikkrenna har trolig en kapasitet på 1-1,5 m³/s. Den neste kryssingen til bekken er en 1000 mm-stikkrenne under en skiløype. På befaring ble flomveien vurdert til å gå over skiløypa og tilbake til bekken. Videre krysser en trebru høyt over bekken, før en 1000 mm-stikkrenne under Murkelivegen, se Figur 6. Også denne er delvis tilstoppet av masser, så det forventes at den har kapasitet til knapt 1 m³/s. Den siste kryssingen er en klopp under en skiløype. Også denne er delvis tilstoppet, og vil trolig ha relativt liten kapasitet, men også små konsekvenser hvis den går full.



Figur 5: Stikkrenna til Saubekken under Panoramavegen.



Figur 6: Stikkrenna til Saubekken under Murkelivegen.

Stikkrenna til Bekk midt under Panoramavegen er 600 mm stor, se Figur 7. Selv om den ligger lavt i forhold til veien, har den i praksis ingen overhøyde fordi grøfta fortsetter nedover mot Saubekken. Ifølge avlesning fra nomogram (SINTEF, 1992) har stikkrenna en kapasitet på 0,38 m³/s. Den neste stikkrenna er 400 mm og delvis tilstoppet, se Figur 8, så den har liten kapasitet. Flomveien ble vurdert som diffus på befaring. De tre neste, to vest for hyttefeltet og en under skiløypa, har dimensjon 500 mm og er i grei tilstand. Den siste stikkrenna, under Murkelivegen, er 400 mm og har flomvei mot Bekk vest.



Figur 7: Stikkrenna til bekk midt under Panoramavegen. Grøfta mot høyre går mot Saubekken.



Figur 8: Stikkrenna til bekk midt rett etter Panoramavegen er delvis tilstoppet.

Stikkrenna til bekk vest under Panoramavegen er 800 mm, har en overhøyde på 1,5 meter og er i grei tilstand, se Figur 9. Den har en kapasitet på omtrent 1,5 m³/s (SINTEF, 1992). Den neste stikkrenna er 1000 mm og ligger i et jorde/beitemark. Den neste stikkrenna, under skiløypa, er 600 mm og vil trolig kunne bli tilstoppet under flom. Dette vil likevel ha små konsekvenser fordi flomveien uansett går tilbake til myra. Dette gjelder også de neste stiene som krysser bekken. Under Murkelivegen ligger det en stikkrenne på 600 mm, se Figur 10. Denne ligger i et lavbrekk som vil fungere som et fordrøyningsmagasin. Stikkrenna har en kapasitet på 0,7 m³/s.



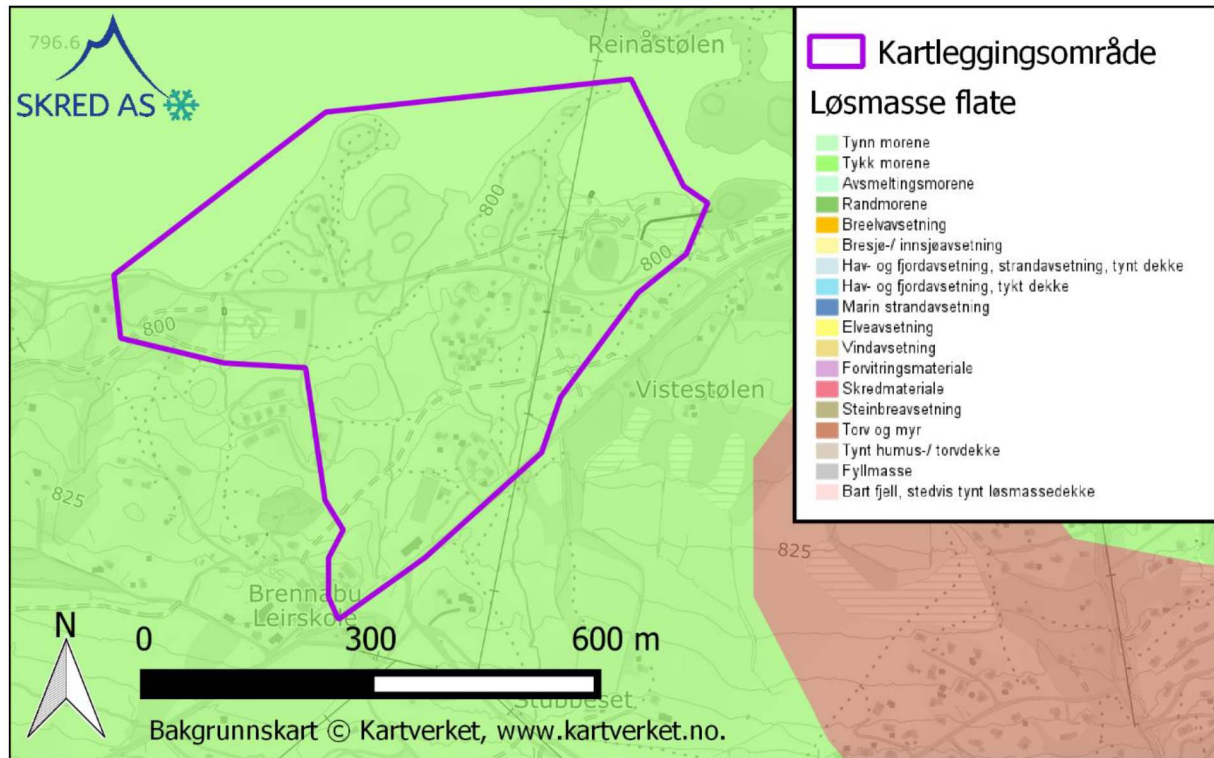
Figur 9: Stikkrenna til bekk vest under Panoramavegen.



Figur 10: Stikkrenna til bekk vest under Murkelivegen.

3.3 Grunnforhold

Området består ifølge NGU sitt løsmassekart av tykk morene (kartlagt i 1:250 000), se Figur 11. Området ligger over marin grense.



Figur 11: Løsmassekart, NGU

4 Flomberegning

4.1 Metode

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

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

4.2 Beskrivelse av nedbørfelt

Nedbørfeltene til bekkene er manuelt fastsatt basert på terrengeanalyse og inntrykk fra befarings. Terrengeanalysen er utført på en terrengemodell som er etablert basert på laserdata fra 2017 og 2013. Ifølge terrengeanalysen vil Panoramavegen være avskjærende for all avrenning sør for veien. Under befarings ble det registrert flere stikkrenner under veien, som det antas at tar unna mye av avrenninga. De naturlige feltene til bekkene er derfor lagt til grunn i flomberegninga.

Saubekken renner ut fra to tjern omgitt av slake myrer og snaufjell. Nedre halvdel av feltet er brattere og består av skog og hyttefelt. Tjernene med myrer gjør at det forventes en flomdempende effekt i øvre halvdel av feltet, samtidig som det forventes rask avrenning fra nedre halvdel av feltet. Denne kombinasjonen gjør at det forventes lavere flomtopper.

Den mindre bekken rett vest for Saubekken ved Panoramavegen har et svært lite nedbørfelt som inngår i feltet til Saubekken. Det er derfor valgt å sette kapasiteten til stikkrenna som dimensjonerende vannføring for bekkeløpet.

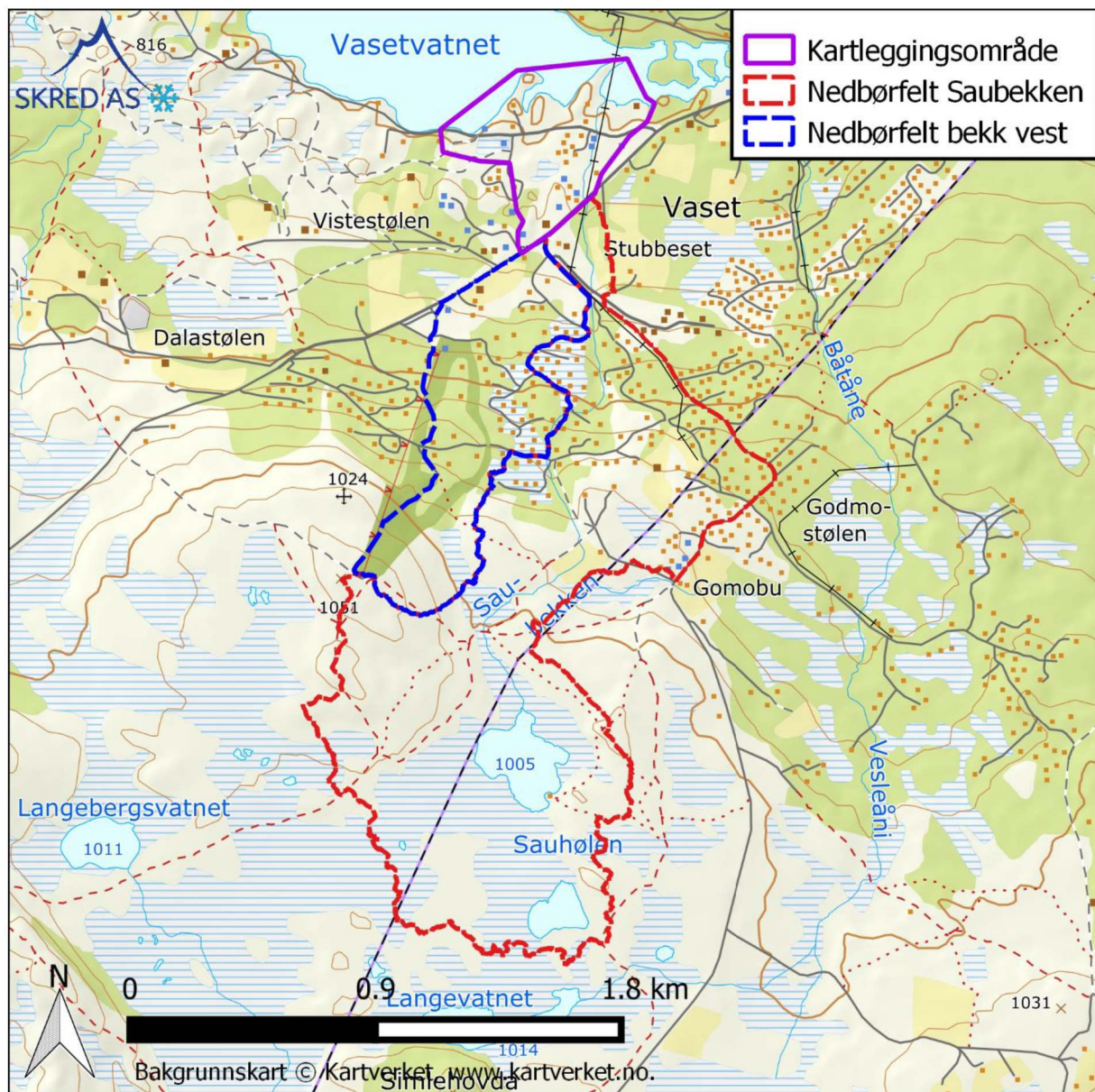
Nedbørfeltet til bekk vest drenerer nordover fra Saukollen. Det har sin vestre grense omtrent under heisen i alpinsenteret. Feltet er relativt bratt, der den øvre delen består av snaufjell, mens det nedover består av skog og hyttefelt. Feltet forventes å ha rask avrenningskarakteristikk.

Feltkarakteristika til bekkene er vist i Tabell 2 og feltgrensene i Figur 12.

Tabell 2: Feltkarakteristika til de vurderte bekkene.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	q _N * [l/s*km ²]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Myr [%]	Åpen fastmark/snaufjell [%]	Bebygd [%]	Høydeint. [moh.]
Bekk vest	0,5	17	0	35	3	47	11	826-1047
Saubekken	1,8	18,7	2,0	5	24	57	6	818-1051

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90.



Figur 12: Feltgrensene til de vurderte bekkene.

4.3 Flomfrekvensanalyse

4.3.1 Målestasjoner

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

4.3.2 Regional flomfrekvensanalyse

4.3.2.1 RFFA-NIFS

I NVE (2015a) presenteres et nasjonalt formelverk for flomberegninger i nedbørfelt der feltareal er mindre enn 60 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 for returperioder opp mot 200

år. Det betyr at et godt estimat av middelflom vil redusere usikkerheten i beregningene betraktelig.

Middelavrenning fått fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-1990 benyttes i formelverket. Resultatene gitt fra flomformelverket for små nedbørfelt er presentert i Tabell 3 og Tabell 4.

Tabell 3: Resultater fra RFFA-NIFS for bekk vest (kulminasjon).

Estimat	Middelflom		Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₂₀₀ [m ³ /s]
	Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]		
Lav (2,5 %)	0.2	308		0.4
Middel	0.3	617	2.86	0.9
Høy (97,5 %)	0.6	1234		1.8

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

Estimat	Middelflom		Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₂₀₀ [m ³ /s]
	Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]		
Lav (2,5 %)	0.4	197		1.0
Middel	0.7	394	2.91	2.1
Høy (97,5 %)	1.4	787		4.2

4.4 Nedbør-avløpsmetoder

4.4.1 PQRUT

Bekkene har små felt ($A < 10 \text{ km}^2$) med en rask avrenningskarakteristikk i tillegg til at det ikke foreligger god nedbørstatistikk for kortere varigheter i området, vurderes det at PQRUT for de to bekkene vil være beheftet en stor grad av usikkerhet. Det er derfor valgt å ikke utføre flomberegninger med denne metoden.

4.4.2 Den rasjonale metode

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. Metoden anbefales benyttet for felt opp til 2 km^2 (NVE, 2022). Generelt bør formelen benyttes forsiktig i naturlige felt og helst benyttes i kombinasjon med andre metoder.

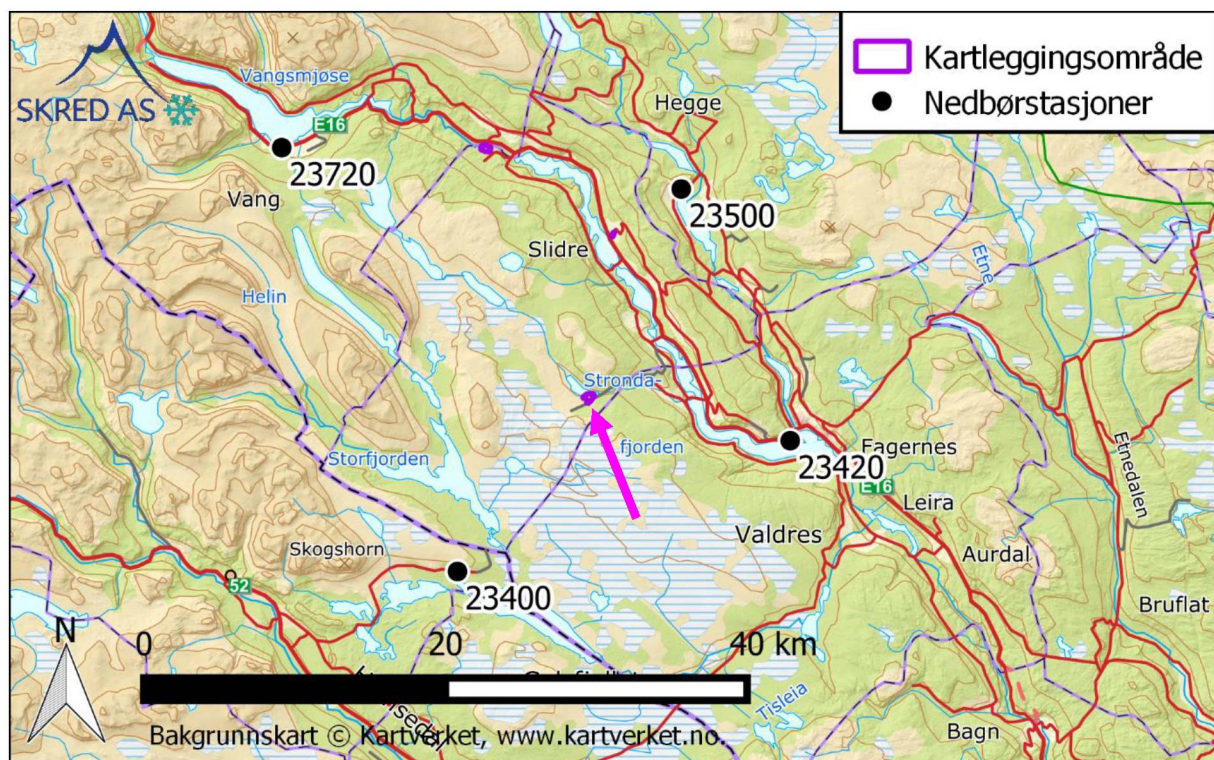
Det ligger en stor grad av usikkerhet i valget av dimensjonerende nedbørverdier og nedbørforløp. Den nærmeste IVF-kurven er i Nesbyen, 45 km sør for kartleggingsområdet, og er klassifisert som svært usikker. I MET (2015) ble det konstruert regionale IVF-kurver som dekker store området. Den aktuelle kurven for kartleggingsområdet er region 3, Innlandet – Sør-Norge. Siden det er så stor usikkerhet knyttet til kurvene er det valgt å skalere mot døgnmålinger ved nærliggende målestasjoner.

Figur 13 viser utvalgte nedbørmålestasjoner med tilstrekkelig lengde på måleserien for frekvensanalyse i nærheten av kartleggingsområdet. Resultatene fra frekvensanalysen

presentert i Tabell 5. For å justere fra døgnednbør til vilkårlig 24-timers nedbør er det multiplisert med en faktor på 1,13.

Tabell 5: Resultater fra frekvensanalyse på nedbør.

Nedbørstasjon	Måleperiode [år]	År	Høyde [moh.]	200-årsnedbør [mm]		Metode
				Døgn	24-timer	
23720 Vang i Valdres	1903-2021	119	489	85	96	GEV (I-mom)
23500 Løken i Volbu	1962-1986, 1999, 2000, 2005-2021	44	521	58	65	Gumbel (max)
23420 Fagernes	1983-2014, 2019-2021	35	358	78	88	Gumbel (I-mom)
23400 + 23390 Lykkja i Hemsedal	1957-1991, 1993-2008	51	861	69	78	GEV (I-mom)

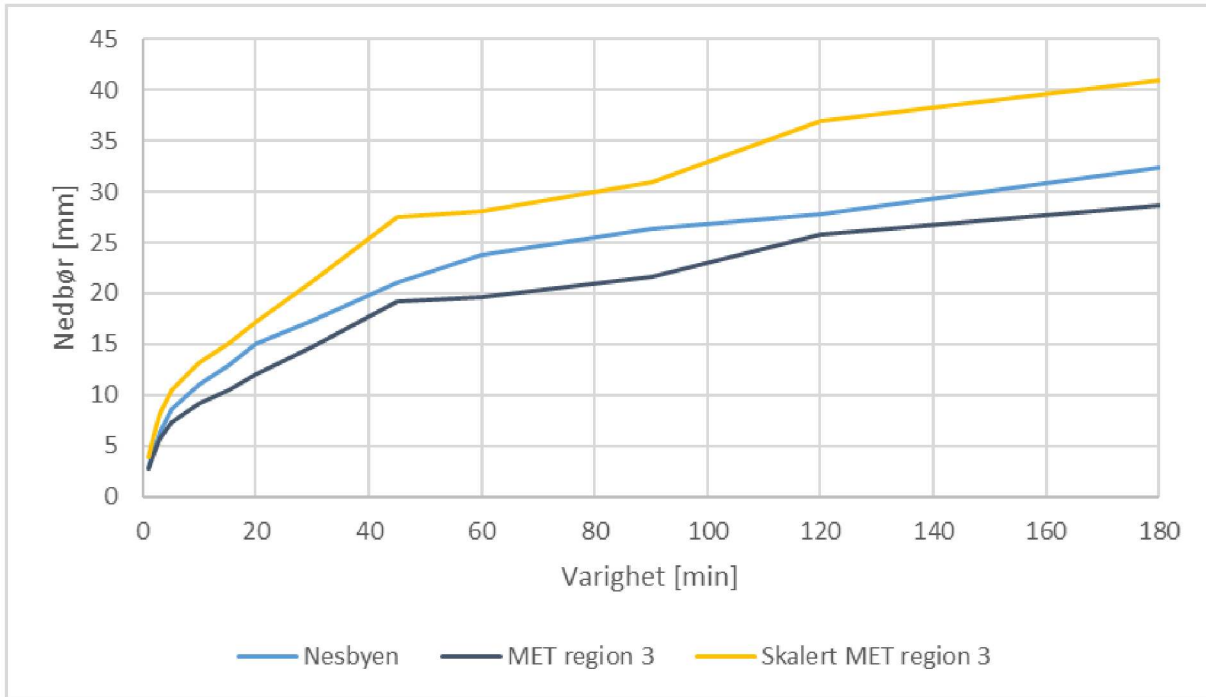


Figur 13: Vurderte nedbørstasjoner. Kartleggingsområdet er markert med rosa pil.

Målestasjonen i Hemsedal er den eneste som ligger på omtrent samme høyde som nedbørfeltene. Den har nest lengst serie, og et 200-årsnedbør som ligger mellom de andre stasjonene. Fra frekvensanalysen settes derfor 78 mm som dimensjonerende 24-timers nedbør. For kortere varigheter er det skalert mot kurven for region 3 Innlandet (MET, 2015).

Figur 14 viser sammenligning av de tre kurvene. 24-timersnedbøren for den regionale kurven er 54,4 mm og 59,6 mm for Nesbyen, så den skalerte kurven ligger høyere enn dem. Den nærmeste målestasjonen med oppløsning på 1 time ligger i Fagernes (23420, 358 moh.), 14 km øst for kartleggingsområdet, og har målinger fra 2018. Den høyeste timesmålingen

ved denne stasjonen er på 22 mm (06.08.2019). Siden måleserien er så kort, forventes det at 200-årsnedbør er høyere enn dette. Som vist i Figur 14 ligger den regionale kurven lavere enn dette for timesnedbør, mens Nesbyen-kurven ligger noe over. Den skalerte kurven er på 31 mm, noe som virker rimelig sammenlignet med Fagernes-målingen.



Figur 14: Sammenligning av benyttet IVF-kurve mot andre aktuelle kurver.

Konsentrasjonstiden til feltet er beregnet ved bruk av formel for naturlig felt gitt i SINTEF (1992). Basert på feltareal og konsentrasjonstid er det benyttet en arealreduksjonsfaktor (ARF) for nedbørintensiteten i henhold til NVE (2022). Avrenningskoeffisient (C-verdi) er satt basert på anbefalinger i aktuelle veiledere og erfaringsdata, og det er benyttet en faktor på 1,3 for å ta hensyn til høyt gjentaksintervall. Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonale metoden er vist i Tabell 6.

Tabell 6: Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonale metoden (kulminasjon).

Vassdrag	IVF-kurve	Areal [ha]	Kons. tid [min]	I_{200} [l/s*ha]	C-verdi	ARF	Q_{200} [m ³ /s]
Bekk vest	Skalert region 3	50	56	91.9	0.46	0.98	2,0
Saubekken	Skalert region 3	183	166	41.0	0.46	0.97	3,3

4.5 Klimaframskrivninger

I henhold til anbefalinger i NVE (2022) blir et klimapåslag på 40 % benyttet for å ta hensyn til forventet økning i flomstørrelser frem mot år 2100. Påslaget på 40 % gjelder generelt for alle nedbørfelt mindre enn 10 km².

4.6 Vurdering av resultater

For bekk vest ligger resultatet fra den rasjonale metoden over det øvre estimat fra flomformelverket, og det ser ut til at den rasjonale metoden overestimerer. Samtidig, så tilsier erfaring at flomformelverket kan underestimere for områder med lav spesifikk avrenning, så det velges å sette middelflom noe over middelestimatet. Vekstkurven fra formelverket benyttes.

For Saubekken ligger resultatet fra den rasjonale metoden mellom middel- og øvre estimat fra flomformelverket. Siden flomformelverket tar hensyn til flomdempinga fra tjernene velges det å benytte middelestimatet fra formelverket.

Tabell 7 viser en sammenligning av resultatene for flomberegninga.

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

Vassdrag	Metode	q _m [l/s*km ²]	q ₂₀₀ [l/s*km ²]
Bekk vest	Formelverk for små nedbørfelt	310 – 1230 (620)	880 – 3520 (1760)
	Rasjonale formel	-	4100
Saubekken	Formelverk for små nedbørfelt	200 – 790 (390)	570 – 2290 (1150)
	Rasjonale formel	-	1370

4.7 Dimensjonerende vannmengder

Dimensjonerende vannmengder beregnet for bekkene er gitt i Tabell 8 under.

Tabell 8: Dimensjonerende vannmengder i bekk vest og Saubekken med klimapåslag (kulminasjon).

Vassdrag	Middelflom		Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₂₀₀ [m ³ /s]
	Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]		
Bekk vest	0,5	1000	2,86	1,4
Saubekken	1,0	550	2,91	2,9

4.8 Klassifisering av det hydrologiske datagrunnlaget for flomberegningen

Da det ikke foreligger observasjoner i eller nært vassdraget, vurderes det hydrologiske grunnlaget for flomberegninger til klasse 4 (på en skala fra 1 – 5 der 1 er best). Det tilsvarer klassifiseringskriteriet «Begrenset hydrologisk datagrunnlag».

5 Hydraulisk modellering

5.1 Metode

I beregning av vannlinje og hydrauliske parametere er programvaren Hec-Ras versjon 6.2 benyttet. De viktigste inngangsparameterne til Hec-Ras modellen er geometri (terrengmodell, grid, elvebanker og konstruksjoner), ruhet, grensebetingelser og vannføring. For å best mulig vurdere strømningsforholdene er en 2-dimensjonal-modell vurdert hensiktsmessig.

5.2 Oppsett av modell

5.2.1 Terrengmodell

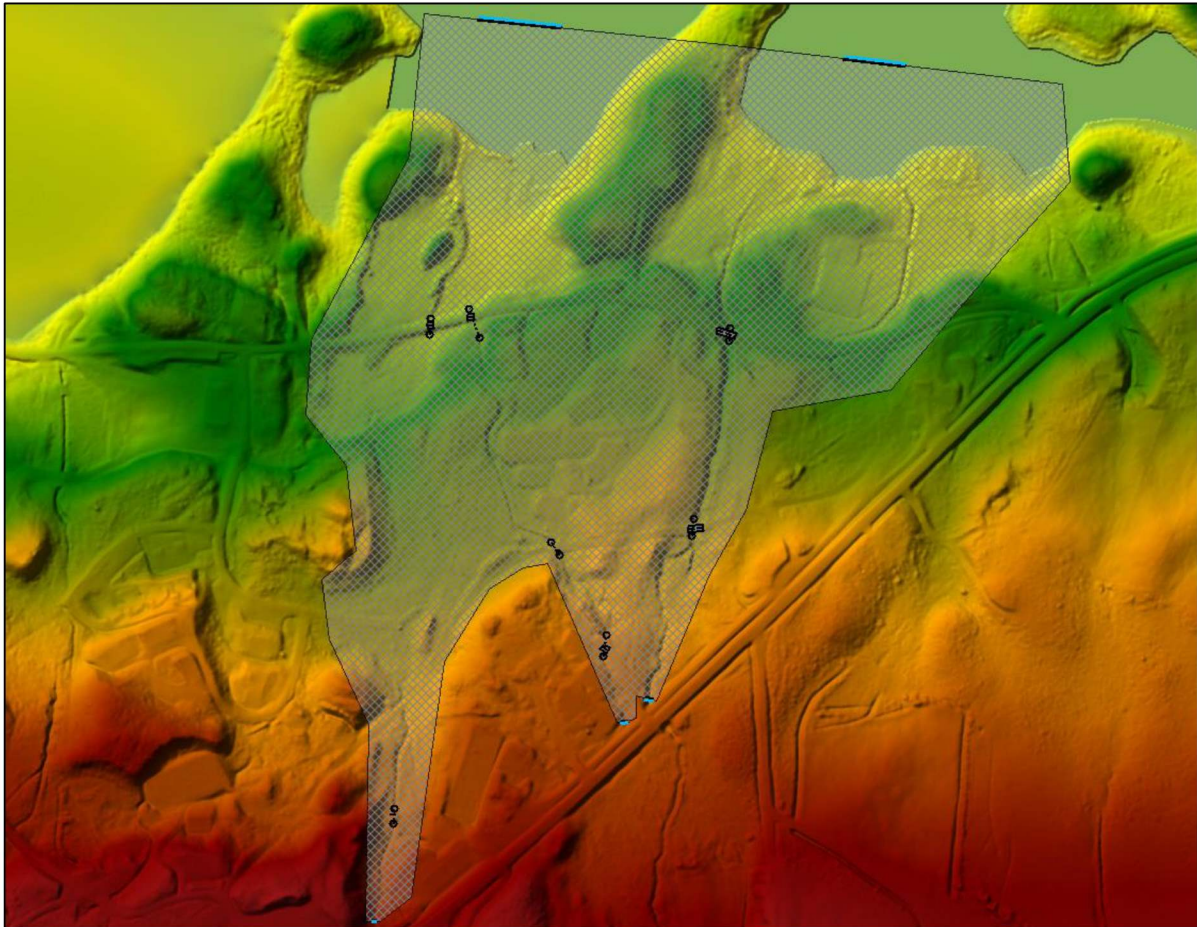
Basert på bakkepunkter fra LiDAR-data av området fra 2019 er det etablert en terrengmodell med horisontal oppløsning på 0,25 x 0,25 meter. Siden det er lite trær i terrenget, er det ganske mange bakkepunkter, også i bekkeløpene. Sammenligning mellom terrengmodellen og innmålinger ifm. stikkrennene tilsier likevel at bekkeløpene er noe grunnere i modellen enn i terrenget. Det vil dermed være noe konservativt å benytte terrengmodellen direkte.

5.2.2 Modelloppsett

For dagens situasjon med for liten kapasitet i stikkrennene vil Panoramavegen være avskjærende for bekkene. For å ta hensyn til at disse senere kan oppdimensjoneres, er det valgt å sette oppstrøms grensebetingelse for modellen nedstrøms Panoramavegen. Som nedstrøms grensebetingelse er det valgt å benytte en fast vannstand i Vasetvatnet. Siden feltene til Vasetvatnet og de vurderte bekkene har svært ulik karakteristikk, forventes det ikke full samhörighet mellom dimensjonerende flommer. Det er derfor valgt å sette vannstanden til 797,1 moh., 0,5 m over normalvannstanden i kartverket. Benyttede parametere i modellen fremkommer av Tabell 9. Terrengmodell, benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser er illustrert i Figur 15.

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

Parameter	Verdi
Oppløsning på terrengmodell	0,25 x 0,25 meter
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Nedstrøms grensebetingelse	Fast vannstand, 797,1 moh.
Cellestørrelse beregningsgrid	2 x 2 meter
Likningssett	Full momentum
Tidsskritt	Gitt av courant-number mellom 0,1 og 1,0
Manningstall	Bekk 20, åpen mark, dyrka mark og myr 25, skog 15, bebyggelse 40, vei 70.



Figur 15: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser. Stikkrenner er markert i svart.

5.2.3 Konstruksjoner

Et utvalg av stikkrennene som ble registrert under befaringa er lagt inn i modellen som kulverter. Stikkrenner som på befaringa ble vurdert å kunne bli tilstoppet under flom er ikke lagt inn.

5.3 Modellert fremtidig 200-årsflom

For en fremtidig 200-årsflom viser modelleringen at Saubekken stort sett vil holde seg til bekkeløpet ned til Murkelivegen. Her drar mesteparten gjennom stikkrenna eller rett over veien, men noe blir også dratt østover langs veigrøfta. Dette drar videre ned på en grusplass og over myra helt nordøst i kartleggingsområdet ut i tjernet.

For det midtre bekkeløpet viser modelleringa at stikkrennene i stor grad har kapasitet til vannføringa, slik at vannet stort sett følger bekkeløpet nedover. Ved den første skiløypa kan noe dra ut, både nordover mot hyttene og vestover ut i myra.

For bekk vest viser modelleringa at vannet følger bekkeløpet ned til skiløypa. Derfra blir bekkeløpet mindre definert, og vannet sprer seg over myra, hovedsakelig vest for bekkeløpet. Ned mot Murkelivegen fylles et lavbrekk langs veien fordi stikkrenna har

begrenset kapasitet. Etter kryssinga av vegen samles bekk vest og midt, og bunnen av søkket fylles. Dette søkket ligger så lavt at det uansett er utsatt for flom fra Vasetvatnet.

I Saubekken, som har det mest definerte løpet, blir vannhastigheten opp mot 4-5 m/s ned mot Murkelivegen. Siden de andre løpene er slakere, mindre definert, og vannet tidvis er spredd over større områder, er hastigheten generelt lav.

5.4 Sensitivitetsanalyse

Da vi ikke har tilgang på kalibreringsdata er det gjennomført en sensitivitetsanalyse av modellen. I sensitivitetsanalysen er vannføringen økt med 20 %, ruheten økt med 20 %, og modellen er kjørt uten stikkrenner.

Både øking i vannføring med 20 % og øking i ruhet med 20 % har minimal innvirkning på oversvømt areal.

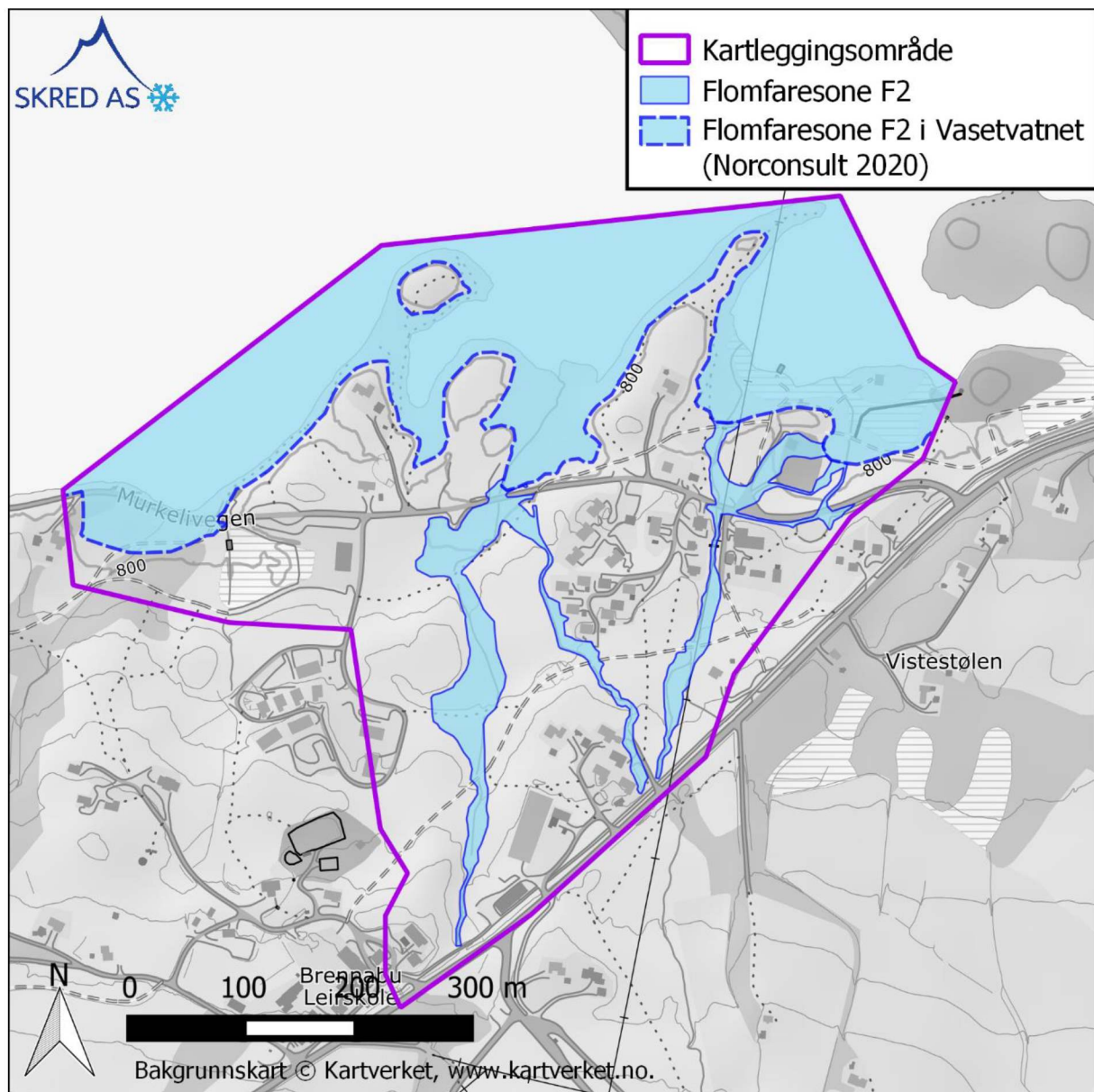
For en situasjon uten stikkrenner/med tilstoppa stikkrenner viser modelleringa at mye vann der skiløypa krysser den midtre bekken vil dra vestover ut i myra og mot bekk vest. Der Saubekken krysser Murkelivegen drar også mer vann østover.

6 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 1/200 i år 2100, som tilsvarer sikkerhetsklasse F2 i TEK17.

Faresonen langs bekkene i øvre del av kartleggingsområdet er en konsekvens av naturlig kapasitet i bekkeløpet. I nedre del fører kryssingene av Murkelivegen til oppstuvning av vann fra bekk vest, mens vann dras på avveie østover fra Saubekken. Faresonen for 200-årsflom + 20 % klimapåslag for Vasetvatnet på 798,5 moh. er hentet fra Norconsult (2020).

Faresonen fremkommer av Figur 16.



Figur 16: Faresonen som viser områder utsatt for flom fra bekkene med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 i år 2100 (sikkerhetsklasse F2). Flomfaresonen for Vasetvatnet er basert på Norconsult AS (2020).

7 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. Under befarings ble det ikke observert pågående erosjon, men massene i innløpet til flere av stikkrennene i Saubekken tilsier at det kan foregå en del massetransport i bekken. Massene må hentes fra et sted, så dette tyder på at det likevel foregår noe erosjon i bekken. For de andre bekkene vurderes erosjonssikkerheten tilstrekkelig for dagens situasjon.

For å opprettholde tilstrekkelig erosjonssikkerhet over tid anbefales det å sette av 5 meter til vegetasjonsbelte på hver side av bekkene. For å opprettholde tilstrekkelig erosjonssikkerhet i Saubekken over tid, er det nødvendig med jevnlig tilsyn og eventuell utbedring ved skader.

8 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.

Flere av stikkrennene i Saubekken har redusert kapasitet fordi masser har lagt seg i innløpet. Det anbefales at innløpene jevnlig renses for å opprettholde kapasiteten. Dersom kryssinga til Saubekken under Murkelivegen oppgraderes, vil flomfaren østover og ut mot Vasetvatnet reduseres.

Siden vannstanden og -hastigheten generelt er lav i flomfaresonene utenom bekkeløpene kan mindre terrengjusteringer som voller eller økt planeringshøyde være nok for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot flom. Dersom det skal bygges i eller rett ved flomfaresonen anbefales det generelt å heve planeringshøyden til nytt bygg noe over omliggende terreng, minimum 0,2 meter.

9 Konklusjon

Tre bekker gjennom kartleggingsområdet er vurdert. Dimensjonerende 200-årsflom i Saubekken og bekk vest, inkludert et klimapåslag på 40 %, er beregnet til henholdsvis 2,9 og 1,4 m³/s. Den midtre bekken har et svært lite nedbørfelt som inngår i feltet til Saubekken. Vannføringen er derfor fastsatt til kapasiteten til oppstrøms stikkrenne, 0,38 m³/s. Det er etablert en hydraulisk modell av kartleggingsområdet. Modelleringen viser at kapasiteten til øvre del av Saubekken er god, mens kryssinga av Murkelivegen fører til vann på avveien østover. Både bekkeløpet og stikkrennene til den midtre bekken har kapasitet til vannføringa. Den vestre bekken har et mindre definert løp midt gjennom området, og sprer seg derfor utover. Kryssinga av Murkelivegen for den vestre bekken har for liten kapasitet slik at et lavbrekk langs veien fylles av vann.

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 1/200 i år 2100, som tilsvarer sikkerhetsklasse F2 i TEK17.

Ny bebyggelse bør i utgangspunktet plasseres utenfor faresonen for flom. Aktuelle tiltak for å redusere flomfaren i området kan være å oppgradere stikkrenner/veikryssinger eller terrengtilpasninger som voller eller økt planeringshøyde.

For dagens situasjon vurderes erosjonssikkerheten tilstrekkelig. For å opprettholde tilstrekkelig erosjonssikkerhet over tid anbefales det å sette av 5 m til vegetasjonsbelte på hver side av bekkene.

10 Referanser

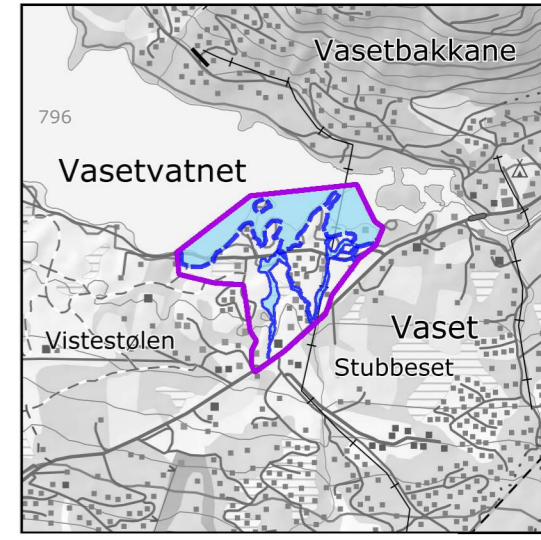
- DiBK. (2018). *Byggeteknisk forskrift med veiledning (TEK 17)*.
- MET. (2015). *24/2015: Dimensjonerende korttidsnedbør*.
- Norconsult AS. (2020). *Flomvurdering og sikringstiltak Vaset sentrum*.
- NVE. (2015a). *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*.
- NVE. (2022). *Veileder for flomberegninger*.
- SINTEF. (1992). *STF60 A92101 - Flomberegning og Kulvertdimensjonering*.

11 Vedlegg



Kartbilag 1 Vaset Flomfaresone F2

Kartbilag 2 Vaset flomdybde

Kartbilag 2 Vaset vannhastighet



Kartforklaring

-  Flomfaresone F2 Vasetvatnet
-  Flomfaresone F2

Prosjekt
22362 Vestre Slidre. Vaset, Slidre og Lomen - flomfarekartlegging for tre områder

Oppdragsgiver
Vestre Slidre kommune

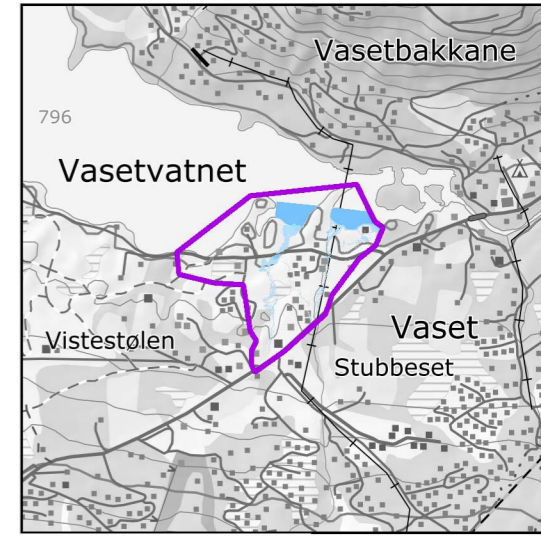
Rapport
22362-01-1 Flomfarevurdering Vaset

Kartbilag 1
Flomfaresone F2

Dato 2022-09-08

Utført Ingvild Brekke

Kontroll Ingrid Alne

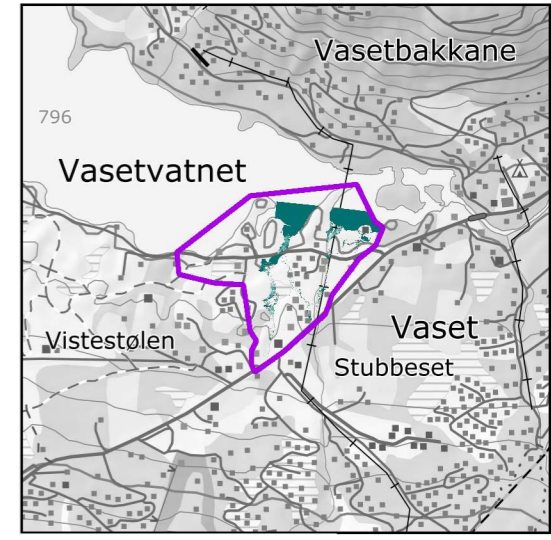


Kartforklaring

- Flomdybde [m]
- 0 - 0.5
 - 0.5 - 1.0
 - 1.0 - 1.5
 - 1.5 - 2
 - > 2.0

Prosjekt	22362 Vestre Slidre. Vaset, Slidre og Lomen - flomfarekartlegging for tre områder
Oppdragsgiver	Vestre Slidre kommune
Rapport	22362-01-1 Flomfarevurdering Vaset
Kartbilag 2	Flomdybde
Dato	2022-09-08
Utført	Ingvild Brekke
Kontroll	Ingrid Alne





Kartforklaring

Vannhastighet [m/s]

- 0 - 0.5
- 0.5 - 1.0
- 1.0 - 1.5
- 1.5 - 2.0
- 2.0 - 2.5
- > 2.5

Prosjekt
22362 Vestre Slidre. Vaset, Slidre og Lomen - flomfarekartlegging for tre områder

Oppdragsgiver
Vestre Slidre kommune

Rapport
22362-01-1 Flomfarevurdering Vaset

Kartbilag 3
Vannhastighet

Dato 2022-09-08
Utført Ingvild Brekke
Kontroll Ingrid Alne

