

Oppdragsgiver	Navn Areal+ AS	Kontaktperson Hege Ingul
Oppdrag	Nummer og navn 21556 Nord-Aurdal, Aurdal – Flom- og overvannshåndtering for gbnr. 96/96 og deler av 95/33.	Oppdragsleder Ingrid Alne
Dokument	Nummer 21556-01-1 Utført av Ingvild Brekke	Dato 2022-05-13 Kontrollert av Ingrid Alne

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	13.05.2022	IB	IA	Flomfarevurdering

Flomfarevurdering

Sammendrag

I forbindelse med arbeid med en reguleringsplan for boliger på deler av gbnr. 96/96 og 95/33 i Nord-Aurdal kommune er Skred AS bedt om å utføre en flomfare- og overvannsvurdering av planområdet. Det går en bekk og en flomvei gjennom området ifølge NVE sine aktsomhetskart for flom utgjør en potensiell flomfare. Krav til sikkerhet mot flom gitt av TEK17 §7-2 er lagt til grunn for vurderingene.

Dimensjonerende 200-årsflom i Rudsbekken, inkludert et klimapåslag på 40 %, er beregnet til 1,5 m³/s, mens dimensjonerende 200-årsflom i nabobekken/flomveien er beregnet til 2,7 m³/s. Ettersom stikkrennene i øvre del ikke har kapasitet i dagens situasjon, er det svært usikkert hvor mye vann som vil fordele seg i de ulike løpene. Det er lagt til grunn at hele nedbørfeltet bidrar både i bekken og i flomveien, som anses noe konservativt, men tar høyde for at stikkrennene kan bli oppgradert i framtidig situasjon.

Basert på terrenganalyse, innmålinger og inntrykk fra befaring 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. Det anbefales at det settes av en 20-meters sone langs bekken for å ivareta flom- og erosjonsfare. Dersom

det skal bygges i eller ved faresonen i øvre del av planområdet anbefales det å anlegge små voller parallelt med bekken, en bekk-i-bekk-løsning, som begrenser utbredelsen til flommen. Det anbefales å bevare eksisterende kantvegetasjon iht. vannressursloven og for å opprettholde erosjonssikkerheten. Dersom det skal bygges i faresonen nedstrøms Fautrudvegen kan aktuelle tiltak være å tilpasse terrenget eller utbedre flomveien fra stikkrenna. Eventuelle tiltak bør hensynta at det er kritiske punkter nedstrøms i bekken.

For dagens situasjon vurderes erosjonssikkerheten tilstrekkelig etter kravene i TEK17. For å opprettholde tilstrekkelig erosjonssikkerhet over tid, er det nødvendig med jevnlig tilsyn og evt. utbedring ved skager. Nye bygg bør plasseres 20 meter fra bekkekanten, dersom det ikke gjøres andre tiltak eller nøyere vurderinger siden bekken kan bre seg ut til sidene og terrenget er bratt.

Innhold

1	Innledning.....	5
1.1	Bakgrunn.....	5
1.2	Befaring.....	5
1.3	Forbehold.....	5
2	Krav til sikkerhet	6
2.1	Lovverket	6
2.2	Flom	6
2.2.1	Aktuelle krav.....	7
3	Beskrivelse av området, bekkeløp og grunnforhold.....	8
3.1	Område og bekkeløp	8
3.2	Stikkrenner.....	8
3.3	Grunnforhold	10
4	Flomberegning	11
4.1	Metode	11
4.2	Beskrivelse av nedbørfelt	11
4.3	Beregning med utvalgte metoder	12
4.3.1	Målestasjoner og flomfrekvensanalyse	12
4.3.2	Flomformler for små nedbørfelt	12
4.3.3	Rasjonale metoden.....	13
4.4	Klimaframskrivninger.....	14
4.5	Vurdering av resultater.....	14
4.6	Dimensjonerende vannføring.....	14
4.7	Klassifisering av det hydrologiske datagrunnlaget for flomberegningen	14
5	Flomfarevurdering.....	16
5.1	Terreng og terrengmodell	16
5.2	Terrenganalyse	18
5.3	Befaring.....	18
5.4	Kritiske punkter	20
6	Faresoner for flom.....	22
7	Vurdering av erosjonssikkerhet	23
8	Risikoreduserende tiltak og anbefalinger	24
9	Konklusjon	25
10	Referanser	26

Figurer

Figur 1: Lokaliseringen av planområdet, ved Aurdal i Nord-Aurdal kommune.	5
--	---

Figur 2: Oversiktskart over planområdet, stikkrenner og omtrentlig plassering til Rudsbekken.	8
Figur 3: Stikkrenne A under Danebuvegen.	9
Figur 4: Stikkrenne C, rett nedstrøms Danebuvegen. Innløpet er markert med pil.	9
Figur 5: Stikkrenne D under Jotungløttvegen.	9
Figur 6: Løsmassekart, NGU	10
Figur 7: Feltgrensene til Rudsbekken og flomveien.	12
Figur 8: Sammenligning mellom vurderte IVF-kurver for 200-års nedbør.	13
Figur 9: Høydebassenget til venstre i bildet, og Rudsbekken til høyre. Vann fra bekken har tidligere dratt ned mot høydebassenget.	16
Figur 10: Høydebasseng til høyre og planert område for maskiner på nedsiden av Fautrudvegen.	17
Figur 11: Rudsbekkens nye bekkeløp nedstrøms Fautrudvegen.	17
Figur 12: Terrenganalyse for planområdet med MFD-metoden (Multi Flow Direction).	18
Figur 13: Bekkeløpet til Rudsbekken rett oppstrøms planområdet.	19
Figur 14: Rudsbekken rett oppstrøms veien oppstrøms høydebassenget.	19
Figur 15: Rudsbekken nedstrøms Fautrudvegen.	19
Figur 16: Kritiske punkter.	20
Figur 17: Faresone som viser områder utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 i år 2100 (sikkerhetsklasse F2).	22
Figur 18: Illustrasjon av sikkerhetssone mot erosjon (gjengitt fra TEK17 §7-2 fjerde ledd).	23

Tabeller

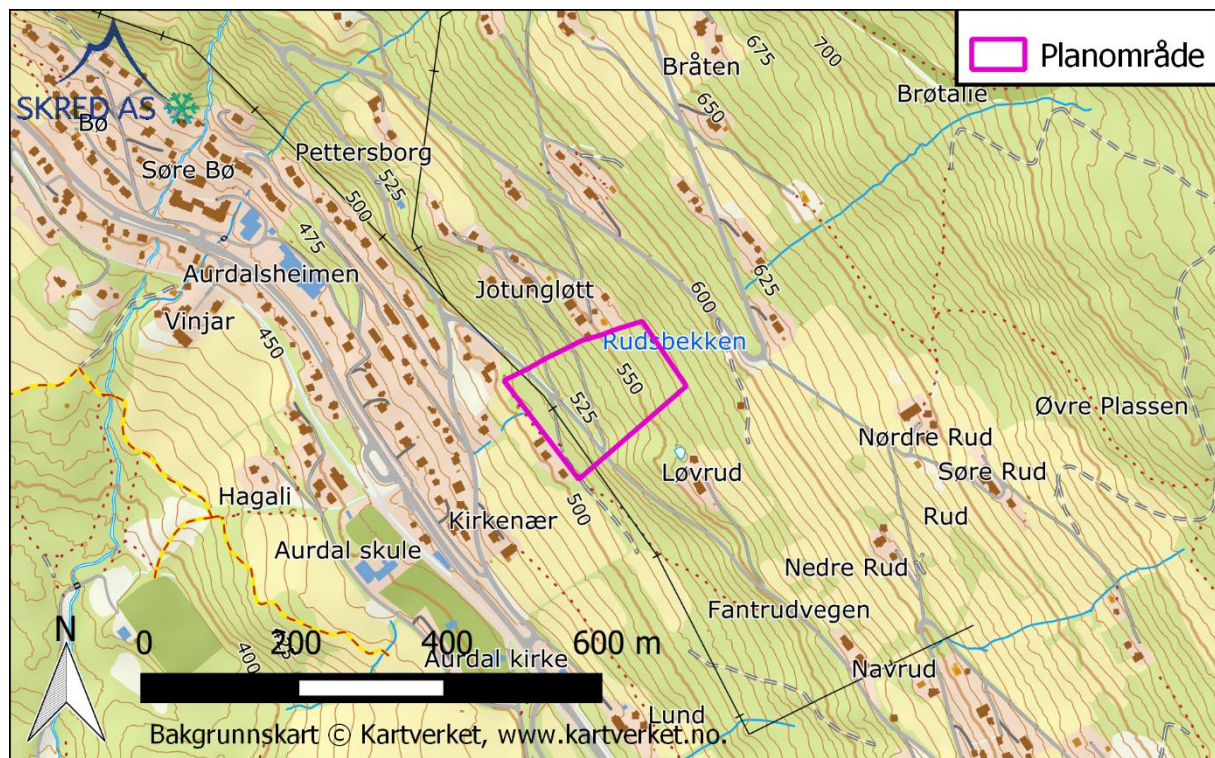
Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2018).	6
Tabell 2: Feltkarakteristika til Rudsbekken og vurdert flomvei.	11
Tabell 3: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt (kulminasjon).	12
Tabell 4: Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonelle metoden (kulminasjon).	14
Tabell 5: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.).	14
Tabell 6: Dimensjonerende flommer (kulminasjon) for Rudsbekken og vurdert flomvei.	14

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med arbeid med en reguleringsplan for boliger på deler av gbnr. 96/96 og 95/33 i Nord-Aurdal kommune er Skred AS bedt om å utføre en flomfare- og overvannsvurdering av planområdet. Rudsbekken går gjennom planområdet, og en flomvei fra Rudsbekken utgjør 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.

Lokasjon av planområdet er vist på Figur 1.



Figur 1: Lokaliseringen av planområdet, ved Aurdal i Nord-Aurdal kommune.

1.2 Befaring

Befaring av området og elvestrekningen ble utført 28.04.2022 av Ingvild Brekke (Skred AS), delvis sammen med Sigurd Onstad. Det var klarvær, bar bakke og generelt gode befaringsforhold. Registreringer ble gjort til fots.

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 Lowerket

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

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

2.2 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 planlagt tiltak.

3 Beskrivelse av området, bekkeløp og grunnforhold

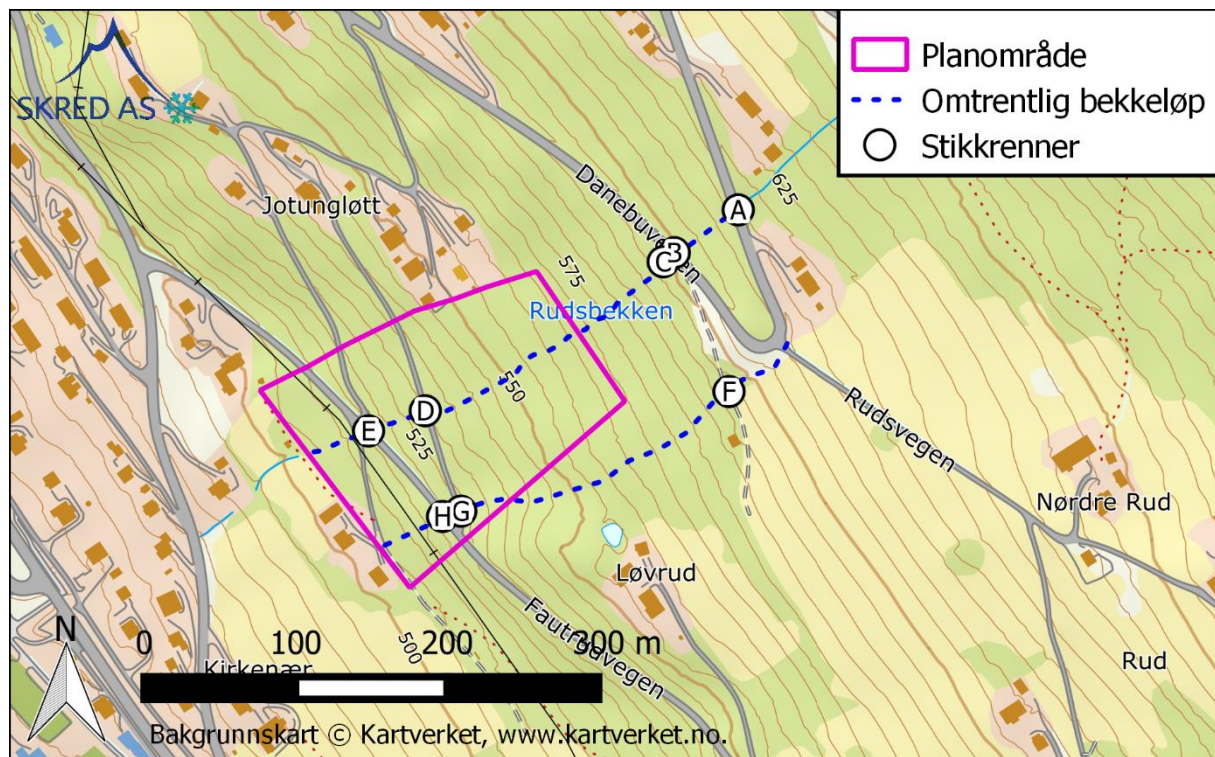
3.1 Område og bekkeløp

Planområdet er ei relativt bratt skogkledd li ved Aurdal. Det er flere veier som går på skrå gjennom planområdet, men ellers virker det som naturlig terreng. Rudsbekken er synlig på kartet både opp- og nedstrøms planområdet, men ser ut til å ha et mer diffust løp gjennom planområdet.

Rudsbekken renner inn i en stikkrenne under Danebuvegen omtrent 130 meter oppstrøms planområdet, og krysser igjen under veien 90 meter oppstrøms planområdet. Slik situasjonen er i dag, vil kapasiteten og tilstanden til disse stikkrennene være avgjørende for vannføringen i Rudsbekken gjennom planområdet.

Dersom den øverste av stikkrennene er tett, vil flomveien til bekken følge veien til yttersvingen, og derfra ned gjennom terrenget. I tillegg avskjærer Danebuvegen et område 400 meter vestover fra Rudsbekken hvor avrenningen også føres mot flomveien. Flomveien drar inn i planområdet omtrent 40 meter oppstrøms Fautrudvegen, drar ned mot Fautrudvegen og følger veien nordover.

Figur 2 viser et oversiktskart over området og omtrentlig løp til Rudsbekken og flomveien gjennom planområdet.



Figur 2: Oversiktskart over planområdet, stikkrenner og omtrentlig plassering til Rudsbekken.

3.2 Stikkrenner

Den øvre stikkrenna under Danebuvegen (A) er en slags kuppelrist koblet til et 700 mm rør, se Figur 3. Stikkrenna ligger i grøfta, og det vil i liten grad stå vann over innløpet. Stikkrenna

under den neste kryssinga av Danebuvegen (B) og stikkrenna under en traktorveg rett nedstrøms (C) er begge 600 mm. Stikkrenna under traktorvegen er delvis tilstoppa av sedimenter, se Figur 4, så den har trolig litt lavere kapasitet.



Figur 3: Stikkrenne A under Danebuvegen.



Figur 4: Stikkrenne C, rett nedstrøms Danebuvegen. Innløpet er markert med pil.

Det er to parallelle stikkrenner som krysser Jotungløttvegen (D), men dimensjon 400 mm (?), se Figur 5. Stikkrenna under Fautrudvegen (E) er på 800 mm og med 0,8 meter overhøyde.

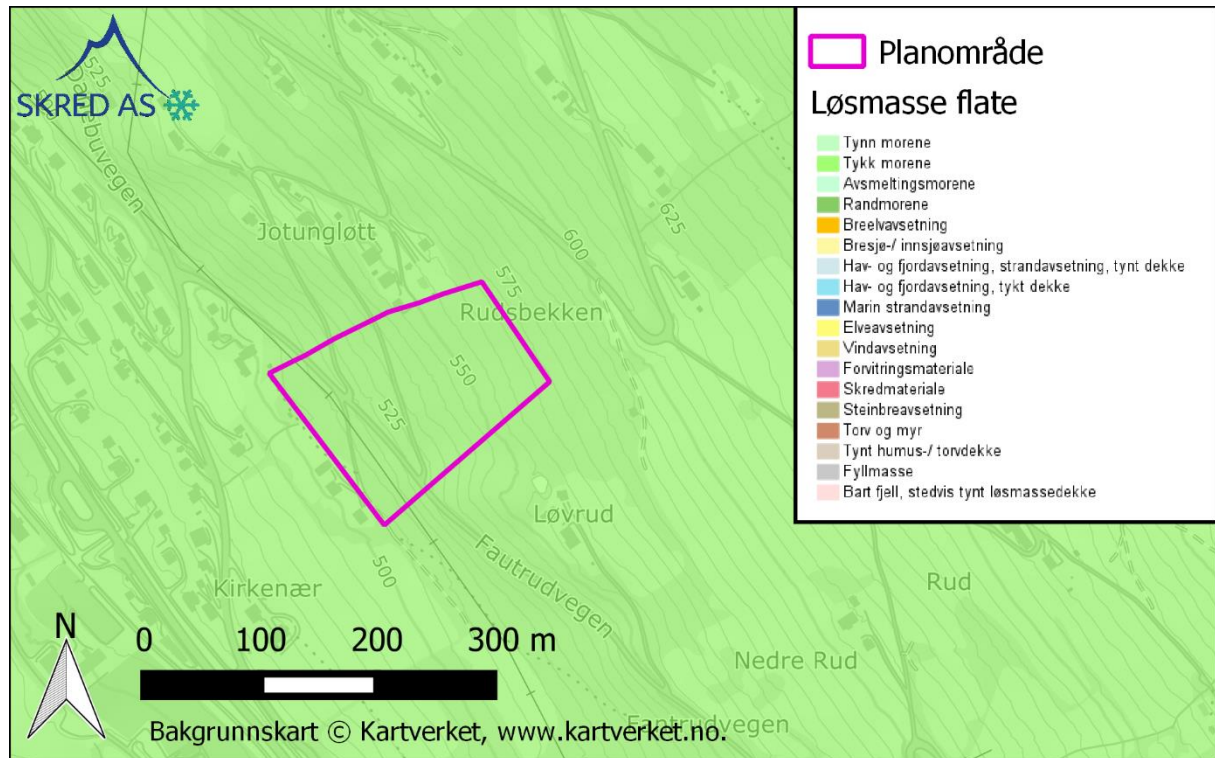


Figur 5: Stikkrenne D under Jotungløttvegen.

Flomveien/bekken passerer i planområdet stikkrenne G under Jotungløttvegen og H under Fautrudvegen har begge dimensjon 400 mm med noe overhøyde.

3.3 Grunnforhold

Området består ifølge NGU sitt løsmassekart av tykk morene (kartlagt i 1:250 000), se Figur 6. Området ligger over marin grense.



Figur 6: Løsmassekart, NGU

4 Flomberegning

4.1 Metode

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

Veileder for flomberegninger (NVE, 2022) er lagt til grunn for flomberegningen.

4.2 Beskrivelse av nedbørfelt

Nedbørfeltet til Rudsbekken og den vurderte flomveien drenerer vestover. Øverst i feltet til Rudsbekken er det et hyttefelt. Videre nedover er det flere alpinbakker og skog.

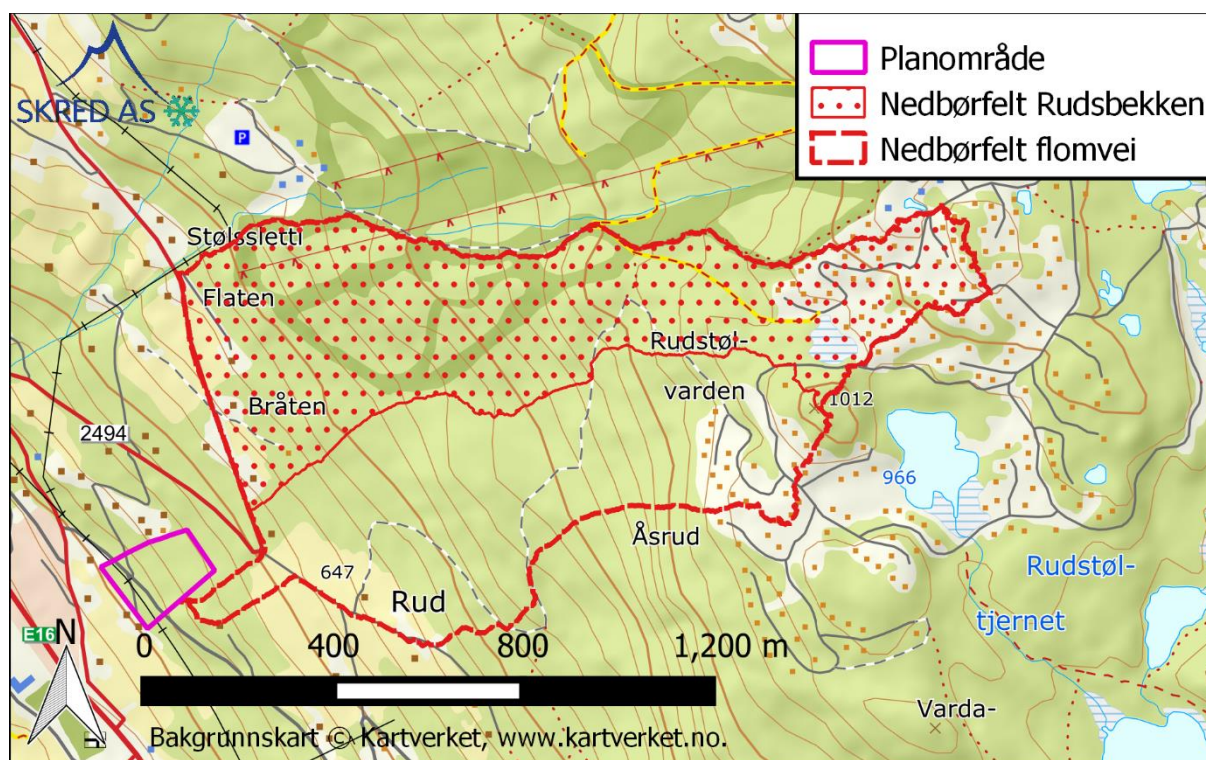
Danebuvegen avskjærer vann mot bekken fra Flaten, 500 meter nordvest for Rudsbekken. Langs vegen er det noe dyrket mark. Fordi stikkrenna til Rudsbekken under Danebuvegen har begrensa kapasitet er feltet til Rudsbekken også inkludert i beregninga for flomveien. Tilleggsfeltet til flomveien har også et hyttefelt øverst, men består ellers hovedsakelig av skog. Det er enkelte hus og noe dyrka mark langs Rudsvegen. Generelt er feltene små og bratte, og det forventes en rask avrenningskarakteristikk selv om skogen vil gi noe demping. Feltene er ikke påvirket av regulering.

Feltkarakteristika er vist i Tabell 2 og feltgrensene er vist i Figur 7.

Tabell 2: Feltkarakteristika til Rudsbekken og vurdert flomvei.

Vassdrag	Feltareal [ha]	q_N^* [l/s*km ²]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Alpinbakke [%]	Bebyggelse [%]	Høydeint. [moh.]
Rudsbekken	52	15	0	60	23	15	615-1025
Vurdert flomvei inkl. Rudsbekken	95	15	0	70	12	12	540-1025

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



Figur 7: Feltgrensene til Rudsbekken og flomveien.

4.3 Beregning med utvalgte metoder

4.3.1 Målestasjoner og flomfrekvensanalyse

Det foreligger ingen kjente målinger av flomvannføring i bekkene, og det er heller ingen representative målestasjoner i relativ nærhet. Flomberegningen er derfor basert på andre metoder enn flomfrekvensanalyse.

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 på 15 l/s*km². Erfaring tilsier at formelverket underestimerer for små, bratte felt. 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. Det er gitt resultater for middelestimat, samt øvre- og nedre konfidensintervall (95%).

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

	Middelflom [l/s*km ²]			Q ₂₀₀ /Q _M	Middelestimat	
	Lav (95 %)	Middel	Høy (95 %)		q ₂₀₀ [l/s*km ²]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]

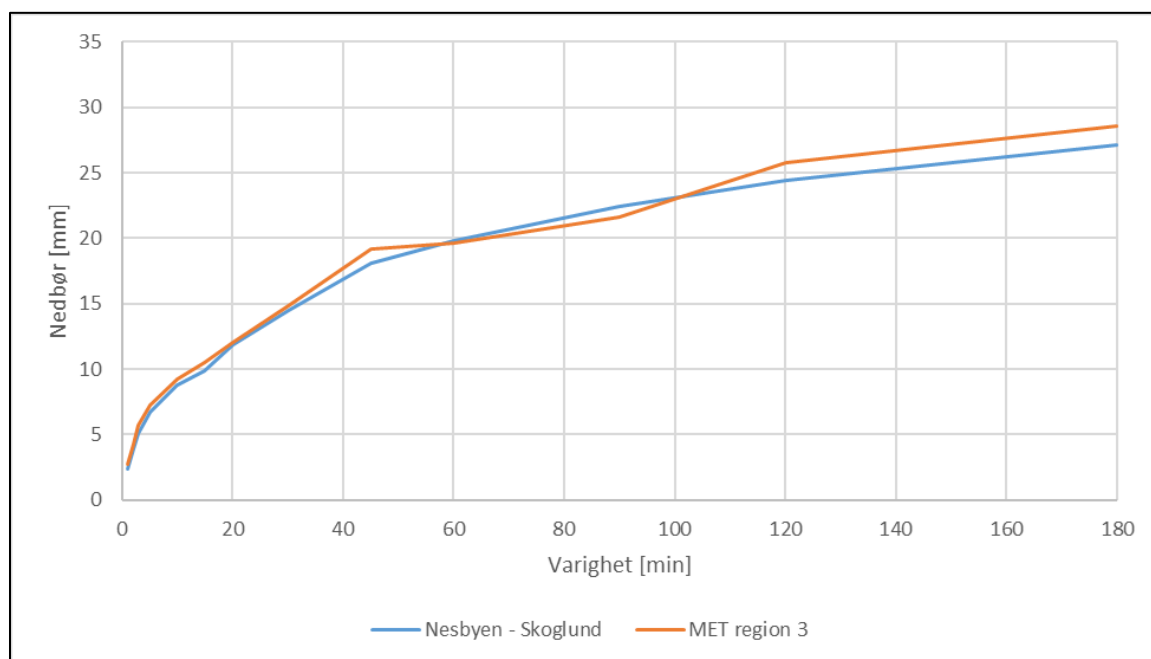
Rudsbekken	353	706	1412	2.81	1984	1.0
Vurdert flomvei	325	650	1301	2.81	1827	1.7

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. Metoden anbefales benyttet for felt mindre enn 2 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 Nesbyen - Skoglund, som ligger 43 km sørvest for planområdet. Kurven ligger litt under den regionale kurven for Region 3 fått fra MET (2015) for den aktuelle varigheten. De to vurderte kurvene er vist i Figur 8.

I MET (2015) er det laget en geografisk fordeling av timesnedbør med 200-års returperiode (figur 4.7 i rapporten). Denne fordelingen gir 18-19 mm som timesverdi i Aurdal og 19 mm i Nesbyen. Det er omtrent likt, og IVF-kurven fra Nesbyen virker derfor representativ.



Figur 8: Sammenligning mellom vurderte IVF-kurver for 200-års nedbør.

For å konvertere fra punktnedbør til feltnedbør benyttes det en arealreduksjonsfaktor ARF etter anbefaling i NVE (2022). 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 4.

Tabell 4: Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonelle metoden (kulminasjon).

Vassdrag	IVF-kurve	Areal [ha]	Kons. tid [min]	I_{200} [l/s*ha]	ARF	C-verdi	Q_{200} [m ³ /s]
Rudsbekken	Nesbyen - Skoglund	52	50	63.1	0,98	0,4	1,3
Vurdert flomvei	Nesbyen - Skoglund	95	50	63.1	0,97	0,4	2,3

4.4 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.

4.5 Vurdering av resultater

Resultatet fra den rasjonelle metoden ligger mellom middel- og øvre estimat fra flomformelverket. Resultatene fra de ulike flomberegningsmetodene er oppsummert i Tabell 5.

Tabell 5: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.).

Vassdrag	Metode	q_{200} [l/s*km ²]
Rudsbekken	Formelverk for små nedbørfelt	990 – 3970 (1980)
	Rasjonelle formel	2070
Vurdert flomvei	Formelverk for små nedbørfelt	910 – 3660 (1830)
	Rasjonelle formel	2450

4.6 Dimensjonerende vannføring

Det er valgt å sette kulminert spesifikk 200-årsflom på 2000 l/s*km², som ligger noe over middelestimatet fra flomformelverket.

Dimensjonerende 200-årsflom beregnet er gitt i Tabell 6. Spesifikk 200-årsflom inkludert klimatillegg er beregnet til 2800 l/s*km².

Tabell 6: Dimensjonerende flommer (kulminasjon) for Rudsbekken og vurdert flomvei.

Vassdrag	Feltareal [ha]	Klimatillegg [%]	Q_{200} [m ³ /s]
Rudsbekken	52	40	1,5
Vurdert flomvei	95	40	2,7

4.7 Klassifisering av det hydrologiske datagrunnlaget for flomberegningen

Da det ikke foreligger observasjoner i eller nært vassdraget, med det er greit samsvar mellom de to benyttede metodene, vurderes det 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 Flomfarevurdering

5.1 Terreng og terrengmodell

Basert på bakkepunkter fra LiDAR-data av området fra 2013, og 2019 (fra Valdres alpinsenter og oppover) er det etablert en terrengmodell med horisontal oppløsning på 0,5 x 0,5 meter. Siden det er relativt tett skog i planområdet, er det langt mellom laserpunktene av bakken, og terrengmodellen gir en noe unøyaktig gjengivelse av terrenget. Det er gjort et forsøk på å sette opp en hydraulisk modell med Hec-Ras, men resultatene er dårlige fordi terrengmodellen er dårlig og terrenget er brattere enn det programvaren er utviklet for.

Høydebassenget i nedre del av planområdet, nord for Rudsbekken mellom stikkrenne D og E, er under oppføring, og i denne delen av terrenget har det blitt gjort store terrenginngrep. Oppdragsgiver har opplyst om at det har dratt vann fra bekken ned mot høydebassenget, og at kommunen kommer til å ruste opp bekkeløpet langs høydebassenget for å hindre at det gjentar seg. Figur 9 viser et bilde av bekken og høydebassenget.



Figur 9: Høydebassenget til venstre i bildet, og Rudsbekken til høyre. Vann fra bekken har tidligere dratt ned mot høydebassenget.

I forbindelse med arbeid med høydebassenget har et område på nedsiden av Fautrudvegen, rett ved Rudsbekken blitt planert, og det har blitt anlagt et nytt bekkeløp, se Figur 10 og Figur 11.



Figur 10: Høydebasseng til høyre og planert område for maskiner på nedsiden av Fautrudvegen

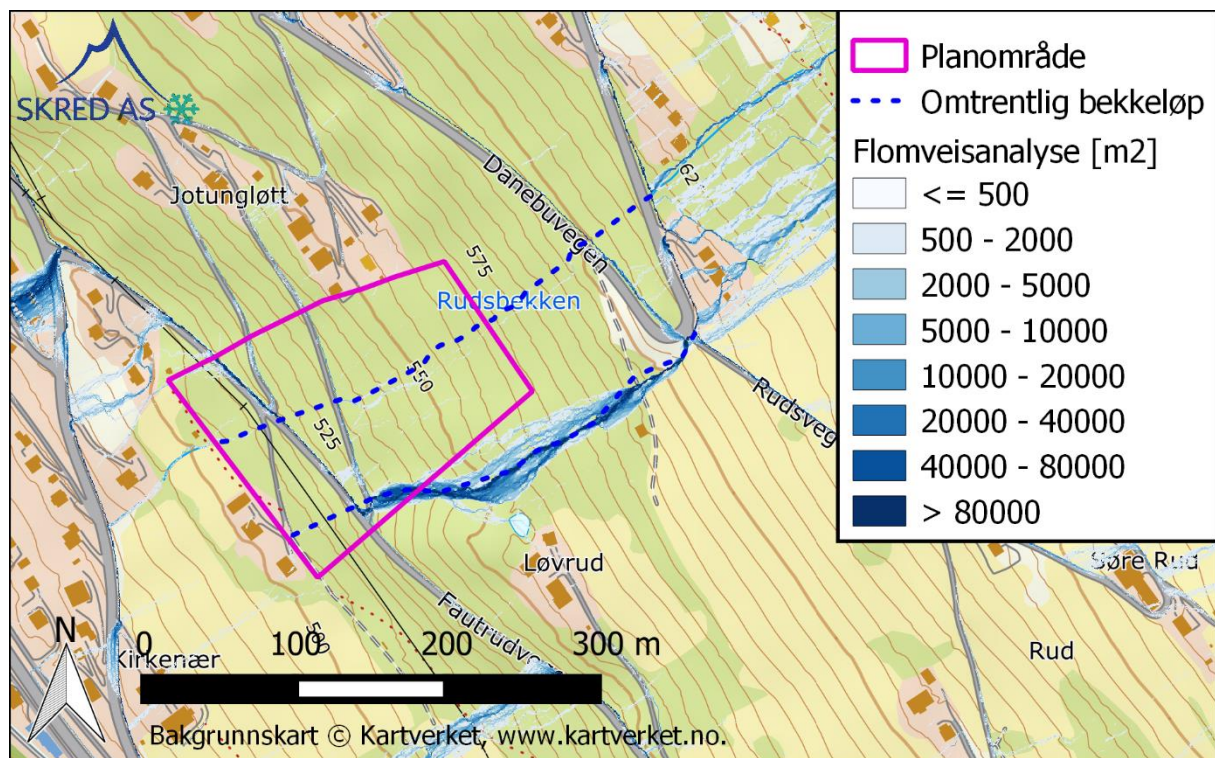


Figur 11: Rudsbekkens nye bekkeløp nedstrøms Fautrudvegen.

5.2 Terrenganalyse

Det er utført en flomveisanalyse av terrengmodellen. Metodikken er blant annet beskrevet i Bratlie (2015). De identifiserte flomveiene representerer en situasjon med tette stikkrenner. I en situasjon med tette stikkrenner vil Rudsbekken avskjæres av kryssende veier, så i analysen har den et lite tilrenningsareal, og er derfor ikke/lite synlig i analysen. Terrenganalysen viser at for en situasjon med tette stikkrenner vil flomveien/bekken sørøst i planområdet få tilført mye vann, og kunne bre seg over et større område.

Figur 12 viser terrenganalysen for planområdet.



Figur 12: Terrenganalyse for planområdet med MFD-metoden (Multi Flow Direction).

5.3 Befaring

Under befaringa ble Rudsbekken fulgt gjennom planområdet og opp til Danebuvegen. Størrelsen på bekken varierte noe, men holdt seg i ett løp gjennom planområdet. Det var preget av en del velta trær over bekken. Rett oppstrøms plangrensa kan vann dra ut mot høyre, se Figur 13. Dersom det drar vann ut av bekken, vil det trolig følge lia rett nedover, siden terrenget ikke heller inn mot bekken.

Omtrent midt i den øvre delen av planområdet ble bekkeløpet målt til å være 150 cm bredt og 40 cm dypt, og inntrykket fra befaring er at det er representativt for størrelsen på bekkeløpet. Bekken gikk ikke i et søkk, så utover selve bekkeløpet er det lite som begrenser vannets utbredelse ved flom.

Figur 14 og Figur 15 viser bilder av Rudsbekken i nedre del av planområdet.



Figur 13: Bekkeløpet til Rudsbekken rett oppstrøms planområdet.



Figur 14: Rudsbekken rett oppstrøms veien oppstrøms høydebassenget.



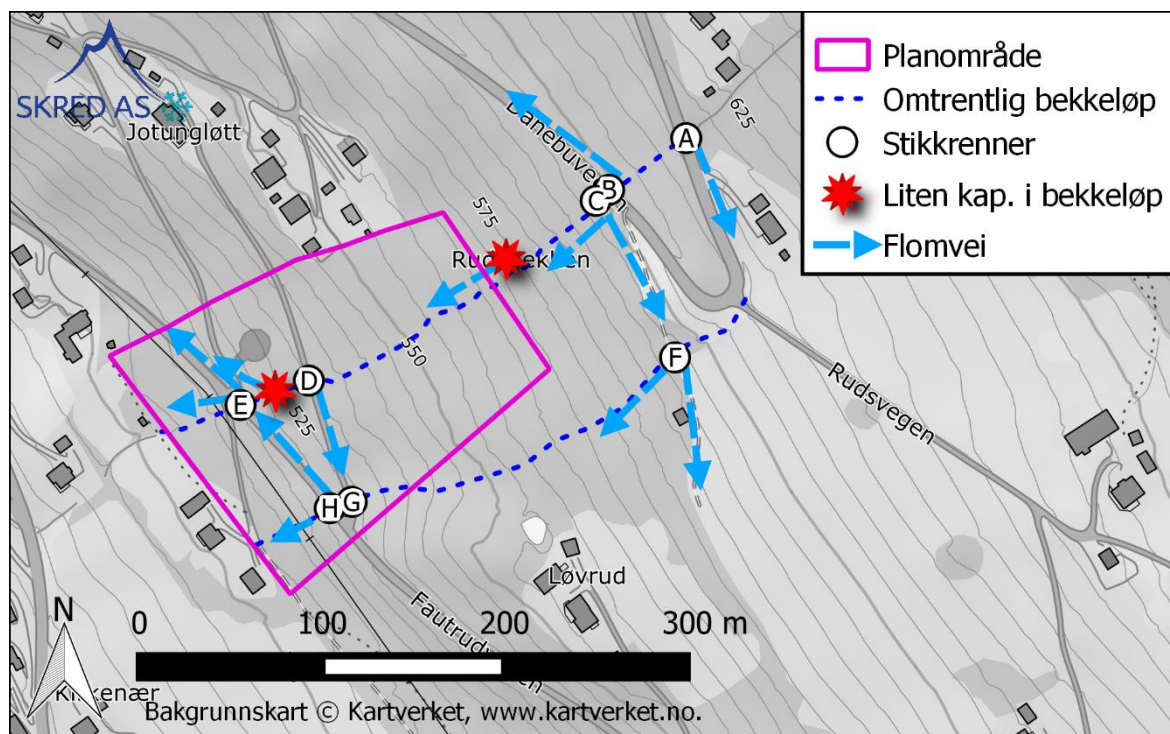
Figur 15: Rudsbekken nedstrøms Fautrudvegen.

Flomveien/nabobekk øst for Rudsbecken har et mindre bekkeløp, og trolig lavere normalvannføring. Bekkeløpet var tidvis diffust gjennom terrenget, men samles i søkket nord for Løvrud.

5.4 Kritiske punkter

Basert på terrengeanalysen og befaringa er flere punkter vurdert som mulig kritiske i tilknytning til bekkene. Spesielt i tilknytning til veikryssinger der stikkrenne kan ha begrenset kapasitet og føre til at vann dras på avveie.

Figur 16 viser omtrentlige bekkeløp, kritiske punkter og punktenes flomvei.



Figur 16: Kritiske punkter.

Den øvre stikkrenna under Danebuvegen (A) er 700 mm, og stikkrenna har en teoretisk kapasitet på 0,5 m³/s ifølge avlesning fra nomogram (SINTEF, 1992). Stikkrenna har på langt nær kapasitet til dimensjonerende flom, og vann herfra vil følge ytterkanten av Danebuvegen til flomveien/den andre bekken.

Stikkrenna under den neste kryssinga av Danebuvegen (B) og stikkrenna under en traktorveg rett nedstrøms (C) er begge 600 mm. De har en teoretisk kapasitet på rundt 0,4 m³/s. Stikkrenna under traktorvegen er delvis tilstoppa av sedimenter, så den har trolig litt lavere kapasitet. Siden stikkrenna under traktorvegen har noe mindre kapasitet enn den oppstrøms, vil trolig noe vann dra sørover langs traktorvegen.

For å ta hensyn til at stikkrennene under Danebuvegen kan bli oppgradert i fremtidig situasjon, vurderes også de nedre stikkrennene for full vannføring.

De to stikkrennene som krysser Jotungløttvegen (D), har dimensjon 400 mm (?), og en teoretisk kapasitet på 0,5 m³/s. Stikkrenna under Fautrudvegen (E) er på 800 mm og med 0,8 meter overhøyde, så den har en teoretisk kapasitet på 1 m³/s. Disse vegene kan dermed også være avskjærende dersom dimensjonerende flom når dem, men ettersom det gjelder store vannmengder med høy hastighet siden terrenget er bratt, vurderes det at mesteparten trolig vil dra over vegen ved bekken eller noe nedstrøms.

Flomveien/bekken renner gjennom en stikkrenne under traktorveien oppstrøms planområdet (F) på 400 mm med teoretisk kapasitet til 0,2 m³/s. Det er mulig at flomveien for denne stikkrenna går sørover og vekk fra planområdet, men vannet samles likevel senere i et søkk inn mot planområdet. Stikkrennene under Jotungløttvegen (G) og Fautrudvegen (H) er også 400 mm med kapasitet til maksimalt 0,4 m³/s, så her kan en del vann avskjæres av vegen. Samtidig vurderes det også her som mest sannsynlig at mye vil dra rett over vegen.

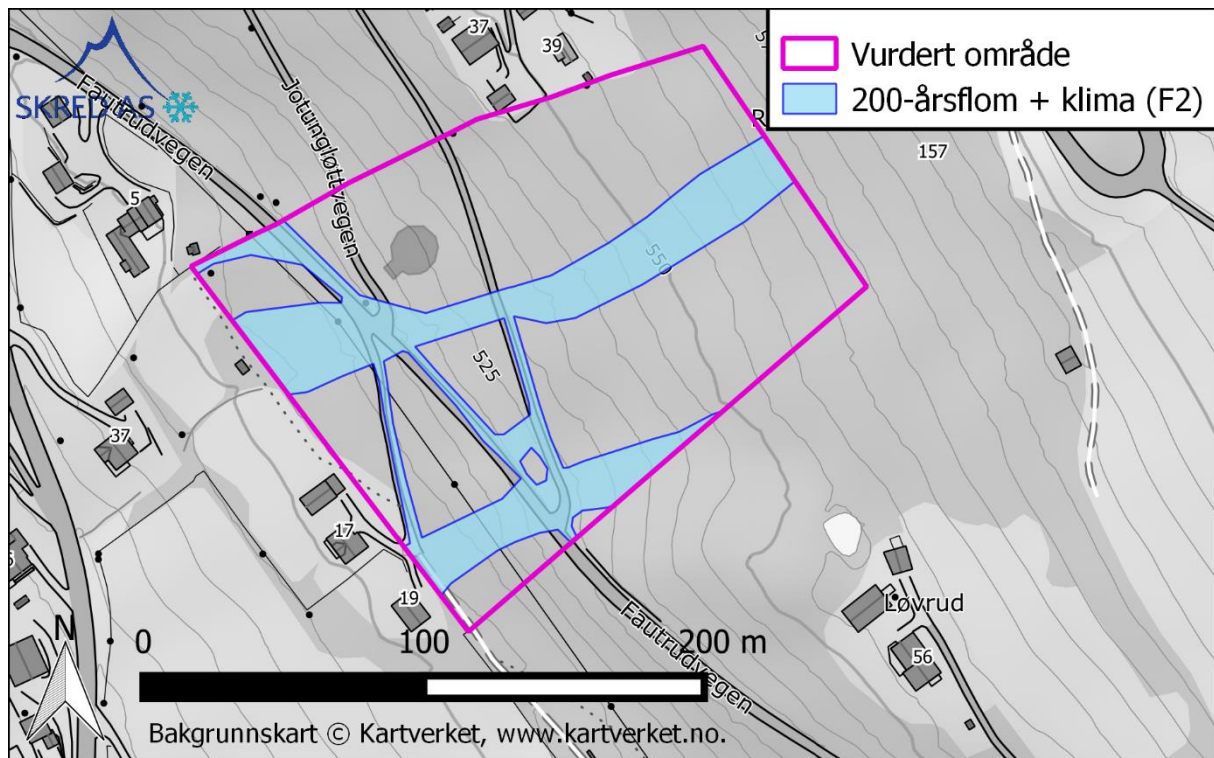
Beregning med Mannings formel for størrelsen på bekkeløpet til Rudsbekken (1,5 meter bredt og 40 cm dypt), antagelse om terrenghelning på 0,33 m/m og et Manningstall på 15 gir en kapasitet på 2,1 m³/s for vannlinja mens energilinja ligger mye høyere. Siden det er så bratt og høy vannhastighet vil vannet trolig spre seg utover i terrenget til tross for at den teoretiske kapasiteten er god. I tillegg varierer bredden og dybden til bekketverrsnittet noe og har en del velta trær som kan påvirke kapasiteten, så i punkter med mindre kapasitet kan vannet dra ut av bekkeløpet.

6 Faresoner for flom

Basert på resultater fra terrengeanalysen, innmålinger og inntrykk fra befaring 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 i øvre del av planområdet er en konsekvens av kritiske punkter og at bekkeløpene har for liten kapasitet, og det er usikkert hvor langt vann vil spre seg utover i terrenget under flom. Faresonen i nedre del av planområdet er en konsekvens av at stikkrennene ikke vil ha kapasitet til dimensjonerende flom dersom alt vannet havner hit. Vannet vil trolig ha så høy hastighet at mye drar rett over vegen, men noe vann vil trolig også avskjæres langs vegene.

Faresonen fremkommer av Figur 17.

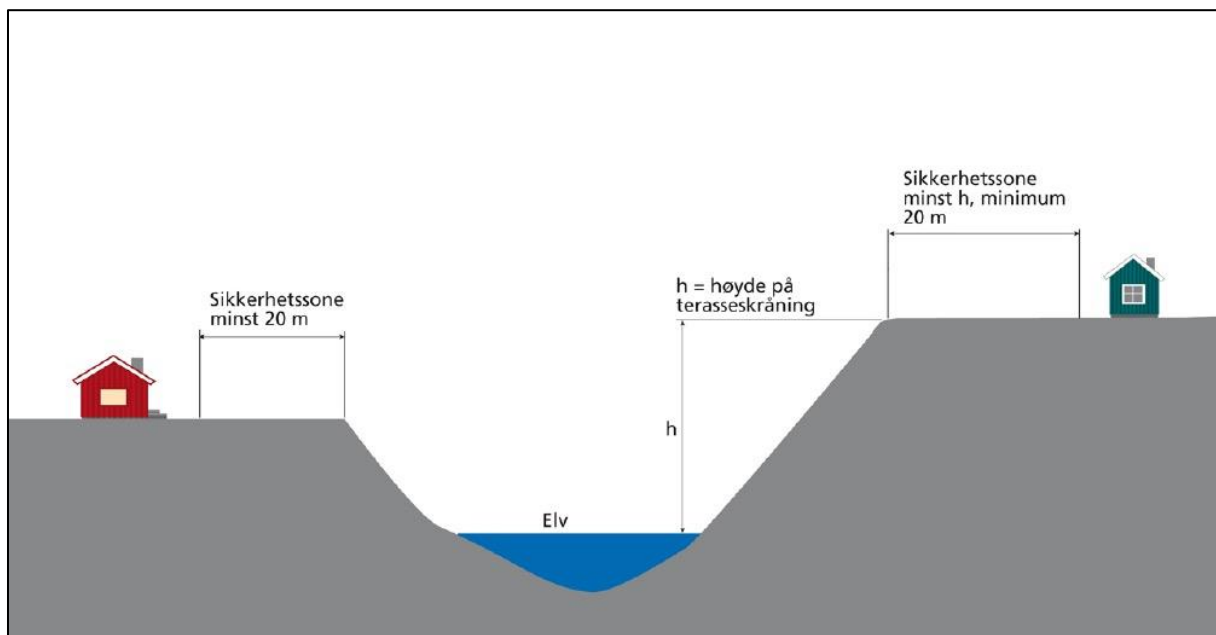


Figur 17: Faresone som viser områder utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 i år 2100 (sikkerhetsklasse F2).

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 befaringen ble det ikke påvist skader eller pågående utgraving langs bekkene. For dagens situasjon vurderes erosjonssikkerheten tilstrekkelig. For å opprettholde tilstrekkelig erosjonssikkerhet over tid, er det nødvendig med jevnlig tilsyn og eventuell utbedring ved skader. Det bør opprettholdes et vegetasjonsbelte langs bekkene som vil bidra til bedre stabilitet langs bekkene.

Nye bygg bør plasseres 20 meter fra bekkekanten, dersom det ikke gjøres andre tiltak eller nøyere vurderinger siden bekken kan bre seg ut til sidene og terrenget er bratt.



Figur 18: Illustrasjon av sikkerhetssone mot erosjon (gjengitt fra TEK17 §7-2 fjerde ledd)

8 Risikoreduserende tiltak og anbefalinger

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 anbefales at det settes av en sone på 20 meter på hver side av bekken for å ta hensyn til flom- og erosjonsfare. Alternativt kan det i øvre del av planområdet anlegges små voller parallelt med bekken hver side slik at det anlegges en bekk-i-bekk-løsning. Denne løsningen vil bevare det eksisterende bekkeløpet for normalvannføring, gi plass til vegetasjonsbelte langs bekken (vannressursloven § 11) og samtidig vil vollene begrense utbredelsen til bekken i en flomsituasjon.

For bygg nedstrøms Fautrudvegen kan aktuelle tiltak være å plassere bygg høyere i terrenget, tilpasse terrenget slik at vannet ledes rundt ved bruk av voll eller grøft. Et annet alternativ kan være å utbedre flomveien fra stikkrenna. Bekkeløpene og stikkrenner nedstrøms har dårlig kapasitet/kritiske punkter, som bør tas hensyn til ved eventuell utbredelse av flomveien.

Ved nye kryssinger av bekkene bør det i tillegg til stikkrenne anlegges lavbrekk på vegen slik at vann ikke ledes på avveie.

9 Konklusjon

Dimensjonerende 200-årsflom i Rudsbekken, inkludert et klimapåslag på 40 %, er beregnet til 1,5 m³/s, mens dimensjonerende 200-årsflom i nabobekken/flomveien er beregnet til 2,7 m³/s. Ettersom stikkrennene i øvre del ikke har kapasitet i dagens situasjon, er det svært usikkert hvor mye vann som vil fordele seg i de ulike løpene. Det er lagt til grunn at hele nedbørfeltet bidrar både i bekken og i flomveien, som anses noe konservativt, men tar høyde for at stikkrennene kan bli oppgradert i framtidig situasjon.

Basert på terrenganalyse, innmålinger og inntrykk fra befarings 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. Det anbefales at det settes av en 20-meters sone langs bekken for å ivareta flom- og erosjonsfare. Dersom det skal bygges i eller ved faresonen i øvre del av planområdet anbefales det å anlegge små voller parallelt med bekken, en bekk-i-bekk-løsning, som begrenser utbredelsen til flommen. Det anbefales å bevare eksisterende kantvegetasjon iht. vannressursloven og for å opprettholde erosjonssikkerheten. Dersom det skal bygges i faresonen nedstrøms Fautrudvegen kan aktuelle tiltak være å tilpasse terrenget eller utbedre flomveien fra stikkrenna. Eventuelle tiltak bør hensynta at det er kritiske punkter nedstrøms i bekken.

For dagens situasjon vurderes erosjonssikkerheten tilstrekkelig etter kravene i TEK17. For å opprettholde tilstrekkelig erosjonssikkerhet over tid, er det nødvendig med jevnlig tilsyn og evt. utbedring ved skager. Nye bygg bør plasseres 20 meter fra bekkekanten, dersom det ikke gjøres andre tiltak eller nøyere vurderinger siden bekken kan bre seg ut til sidene og terrenget er bratt.

10 Referanser

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

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

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

NVE. (2022). *Veileder for flomberegninger*.

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