Rapport

Oppdragsgiver	Navn Asplan Viak AS	Kontaktperson Rannveig Brattegard Rygg
Oppdrag	Nummer og navn 23242 Gol, Glomsrud - Flomfarevurdering for reguleringsplan, fritidsbebyggelse	Oppdragsleder Mikkel Arne Kristiansen
Dokument	Nummer 23242-01-1 Utført av Mikkel Arne Kristiansen	Dato 2023-07-04 Kontrollert av Ingvild Brekke

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	04.07.2023	MAK	IB	Flomfarevurdering

Flomfarevurdering for gbnr. 37/48 i Gol kommune

Sammendrag

Det planlegges fritidsboliger på Glomsrud i Gol kommune. Deler av planområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for flom. Skred AS har derfor utført en flomfarevurdering iht. NVEs veileder *for utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak* for gbnr. 37/48 i Gol kommune.

Bebyggelsen som skal vurderes er tiltenkt fritidsboliger. Vurderingen er derfor gjort iht. TEK 17 § 7-2 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023a) for sikkerhetsklasse F2. Det medfører et krav om en årlig sannsynlighet for flom < 1/200 der foreliggende klimaframskrivninger er hensyntatt.

Dimensjonerende 200-årsflom i den vurderte bekken vest for planområdet, inkludert et klimapåslag på 50 %, er beregnet til 1,7 m^3/s. Det er etablert en hydraulisk modell av bekken med omliggende områder. Beregningene viser at området ligger utenfor faresone for 200-års flom med klimapåslag.

Ingen risikoreduserende tiltak er vurdert som nødvendig for å tilfredsstille aktuell sikkerhetsklasse.

I henhold til krav i TEK17 §7-2 (4) skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Sikkerheten mot erosjon er vurdert som tilfredsstillende etter dagens forhold.

Innhold

1 Innledning 5
1.1 Forord 5
1.2 Bakgrunn 5
1.3 Mål 5
1.4 Kartleggingsområdet 5
1.5 Forbehold 6

2 Regelverk og krav 7
2.1 Lovverket 7
2.2 Krav til sikkerhet mot flom i TEK17 7
2.3 Aktuelle krav 8

3 Metode og data 9
3.1 Valg av metode 9
3.2 Oppsummering og resultater fra befaring 9
3.3 Topografiske data opp eventuelle oppmålinger 9
3.4 Data for observerte flommer og kalibreringsdata 10
3.5 Beskrivelse av elveløp 10
3.6 Beskrivelse av konstruksjoner 11
3.7 Grunnforhold 12

4 Flomberegning 14
4.1 Metode 14
4.2 Beskrivelse av nedbørfelt 14
4.2.1 Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-NIFS) 15
4.3 Nedbør-avløpsmetoder 16
4.3.1 PQRUT 16
4.3.2 Den rasjonale metode 16
4.4 Klimaframskrivninger 18
4.5 Vurdering av resultater 18
4.6 Dimensjonerende vannføring 19
4.7 Klassifisering av det hydrologiske datagrunnlaget for flomberegningen 19

5 Hydrauliske beregninger 20
5.1 Modellvalg 20
5.2 Oppsett av modell 20
5.2.1 Terrengmodell og modelloppsett 20
5.2.2 Konstruksjoner 21
5.3 Kalibrering og tilpasning av modell 21
5.4 Modellering av dimensjonerende flom 21
5.5 Følsomhetsanalyser 22
5.6 Sikkerhetspåslag 22

6 Andre farer i vassdraget 23

6.1 Tilstopping og vann på avveie 23
6.2 Erosjon og massetransport 23
6.2.1 Erosjonsfare 23
6.2.2 Massetransport 23
6.3 Isproblematikk 23

7 Resultater og konklusjon 24
7.1 Dimensjonerende vannføring 24
7.2 Faresoner for flom 24
7.3 Sikkerhet mot erosjon 24
7.4 Risikoreduserende tiltak 24

8 Referanser 25

1 Innledning

1.1 Forord

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17 §7-2) stiller krav til sikkerhet mot naturfare. For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspliktig eller ikke, må det derfor dokumenteres at tilstrekkelig sikkerhet mot flomfare vil bli oppnådd i henhold til disse sikkerhetskravene.

Denne utredningen er utført av fagkyndig personell og følger NVEs veileder *Sikkerhet mot flom – Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak* (NVE, 2022a) og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

1.2 Bakgrunn

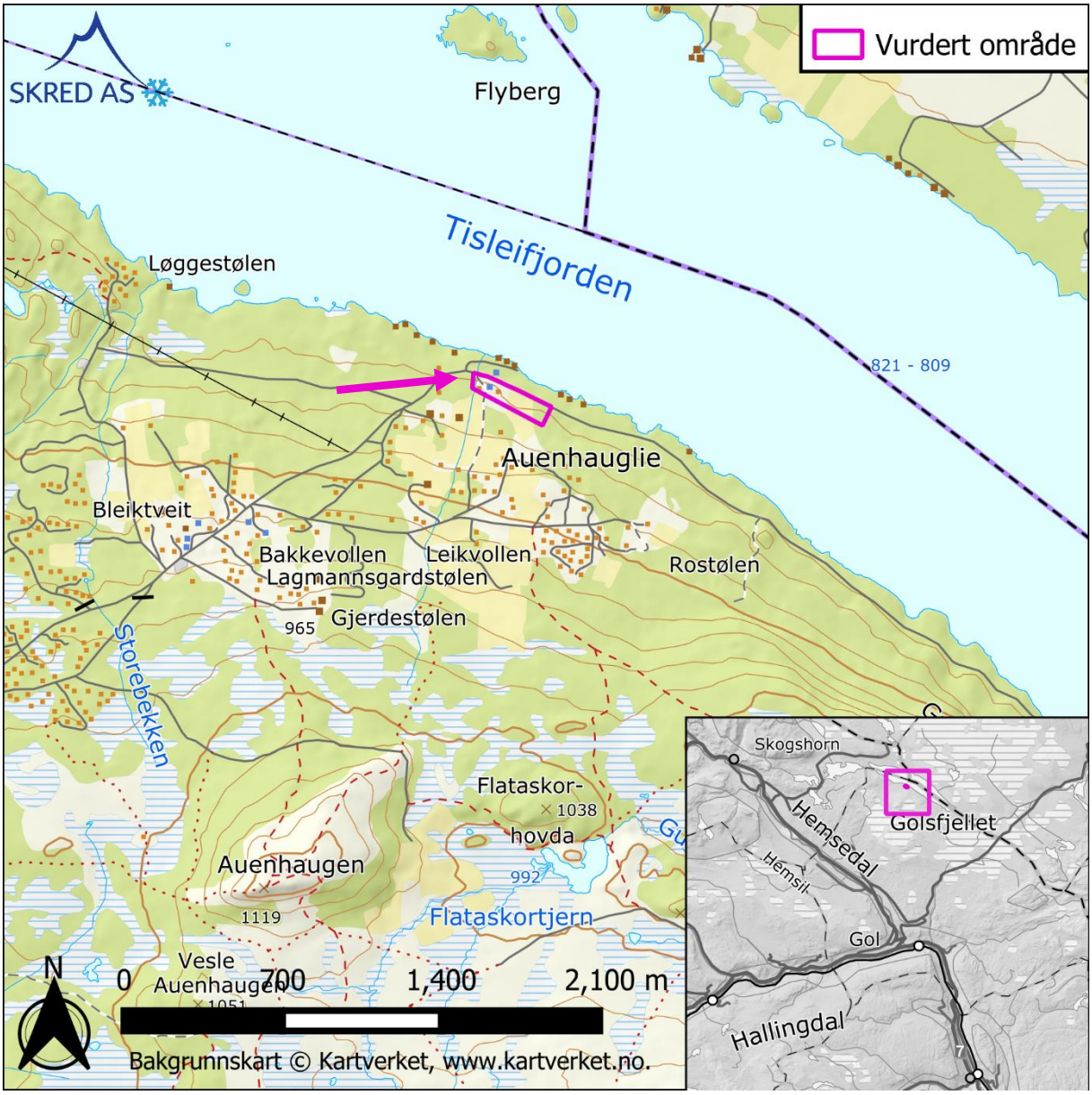
Eier av gbnr. 37/48 i Gol kommune ønsker å utvikle et område på Glomsrud for fritidsboliger. Kartleggingsområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for flom der en mindre bekk utgjør en potensiell flomfare. Det ønskes derfor en detaljert flomfarevurdering.

1.3 Mål

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

1.4 Kartleggingsområdet

Planområdet på Glomsrud ligger langs sørsiden av Tisleifjorden i Gol kommune, nord for kommunesenteret. Innenfor planområdet er det kun gbnr. 37/48 som ligger innenfor aktsomhetssone for flom, hvor en mindre bekk avgrenser området mot vest. Bekken renner fra sør mot Tisleifjorden i nord. Beliggenheten til kartleggingsområdet er vist på Figur 1.



Figur 1: Beliggenheten til kartleggingsområdet, ved Tisleifjord i Gol kommune.

1.5 Forbehold

Flomvurderinger er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik det fremsto på vurderingstidspunktet. Hvis terreng eller vegetasjon endres betydelig, kan det ha betydning for flomforholdene. Det kan innbefatte fysiske endringer i vassdraget eller endring i klimaframskrivninger. Da anbefales det å utføre en ny vurdering.

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

2 Regelverk og krav

2.1 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 Krav til sikkerhet mot flom i TEK17

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-2 definerer krav til sikkerhet mot flom og stormflo for nybygg. Paragrafen gjelder for saktevoksende flommer som normalt ikke medfører fare for menneskeliv. Sannsynligheten i Tabell 1 angir største årlige sannsynligheten for flom. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres i henhold til aktuell sikkerhetsklasse. I veilederen til TEK17 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for flom (Direktoratet for byggkvalitet, 2023a).

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023a).

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

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

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

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

I paragrafens fjerde ledd er det gitt at byggverk skal plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Avstanden til erosjonsutsatt elvekant bør være minst like stor som høyden på elvekanten og ikke under 20 meter. Dersom vassdraget sikres mot erosjon kan avstanden være mindre.

2.3 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. Det er opp til kommunen å fastsette sikkerhetsklasse mot flom. Vi vurderer planlagt tiltak til sikkerhetsklasse F2.

3 Metode og data

3.1 Valg av metode

Da den vurderte bekken forventes å kunne utgjøre en reell flomfare for kartleggingsområdet blir det utført en detaljert flomfarekartlegging etter veiledningen i NVE (2022a). Det inkluderer beregning av dimensjonerende vannføring etter aktuell NVE-veileder (NVE, 2022b), en detaljert hydraulisk modellering av vassdrag med konstruksjoner, samt vurdering hvordan andre vassdragsrelaterte farer kan påvirke faren for flom.

3.2 Oppsummering og resultater fra befaring

Befaring i området ble utført 15.06.2023 av Kari Torgersen, Skred AS. Værforholdene under befaring var gode, og det var barmark. Registeringer ble gjort til fots.

3.3 Topografiske data opp eventuelle oppmålinger

Basert på bakkepunkter fra LiDAR-data av området fra 2018 (Gol-Hemsedal 5pkt 2018) lastet ned fra www.hoydedata.no (Kartverket, 2023) er det etablert en terrengmodell med horisontal oppløsning på 0,25 x 0,25 meter.

Dimensjonene til nylig anlagt veg på vestsiden av det vurderte området ble estimert ved befaring.

Figur 2: Ny anlagt vei lagt langs bekken på vestsiden av det vurderte området.

Alle høyder i rapporten er oppgitt i høydesystem NN2000, med mindre annet er oppgitt.

3.4 Data for observerte flommer og kalibreringsdata

Vi har ikke fått informasjon om tidligere flommer i den vurderte bekken som kan benyttes til å kalibrere eller verifisere den hydrauliske modellen og resultatene.

3.5 Beskrivelse av elveløp

Den vurderte bekken avgrenser det vurderte området i vest, og renner fra sør mot Tisleifjorden i nord. Bekken er middels godt definert i terrenget og går i en forholdsvis rett linje forbi det vurderte området. På nedstrøms side av det vurderte området går bekken i rør under Auenhauglivegen. Det er nylig etablert en adkomstvei parallelt med bekken som vil fungere som en flomvoll mot den vurderte tomta. Fyllingen vil mest sannsynlig ikke være tett, men forventet flomforløp er såpass kort at det ikke vil ha noen stor betydning. Mindre mengder vann kan nå lavpunkt bak veien. Veien, som er betydelig hevet over terrenget, går fra Auenhauglivegen og langsmed ytterkant av prosjektområdet i vest og i sør. Veien vil fange opp eventuelt vann på avveie på østsiden av bekken oppstrøms det vurderte området og ledet vannet tilbake til bekkeløpet.

Bekkeløpet består i stor grad av stein og grus. Observasjoner fra stedet og løsmassekart tilsier at det vil være lav grad av massetransport.

Figur 3 viser bekkeløpet og nyanlagt vei i ytterkant av det vurderte området, Figur 4 viser et oversiktskart over området.

Figur 3: Bekkeløpet og det vurderte området langs høyre bredde. Nye vei langs bekken vil fungere som en flomvoll for det vurderte området.

Figur 4: Oversiktskart over kartleggingsområde og vurdert bekk (vest for planområdet). Nyanlagt vei er ikke oppdatert i kartet.

3.6 Beskrivelse av konstruksjoner

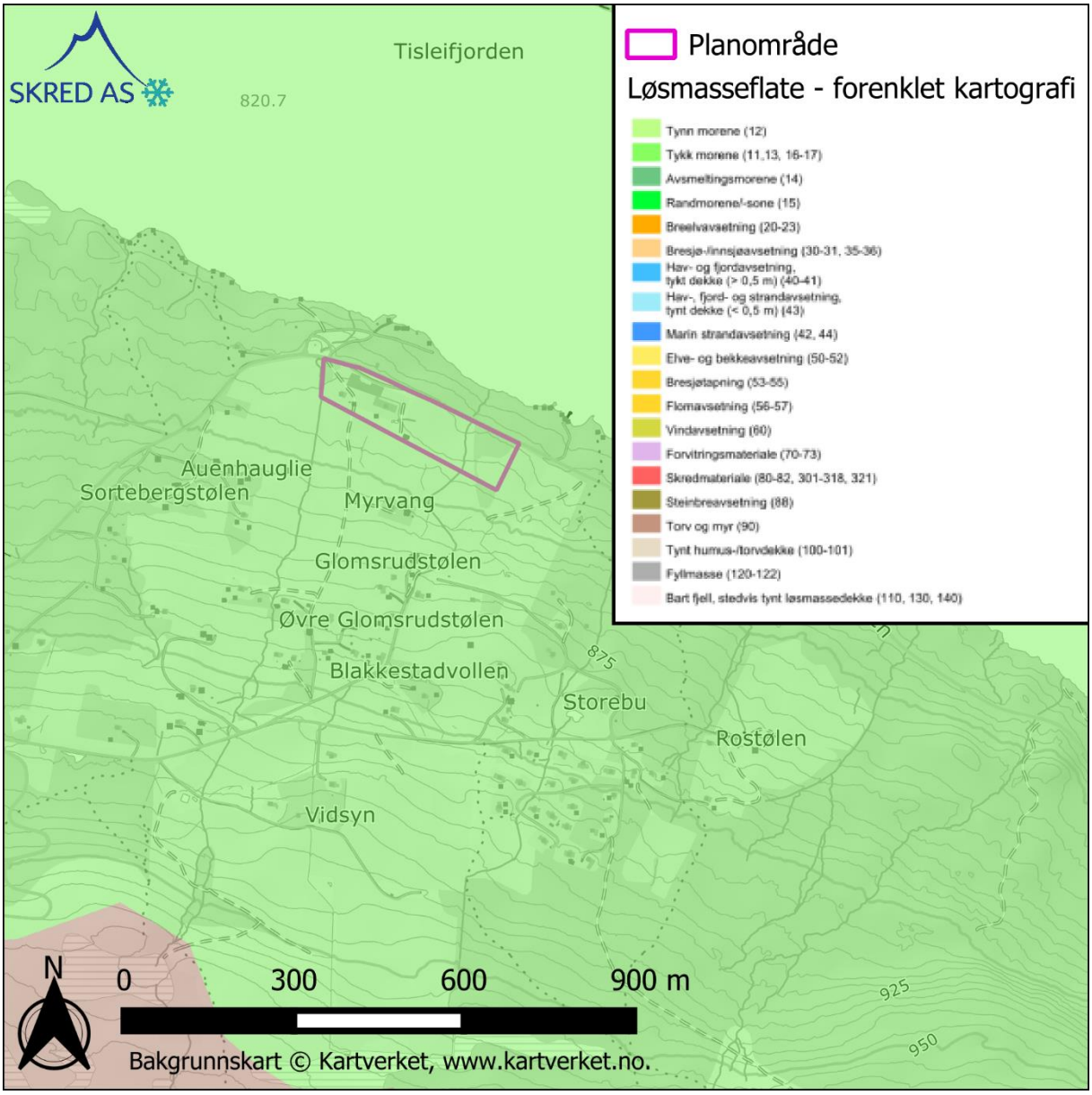
Ved Auenhauglivegen går bekken i et rør under vegen, innvendig diameter på røret er 0,5 m. Flomvei ved eventuell overtopping er vurdert mot vest og over veibanen.

Figur 5: Auenhauglivegen med stikkrenne knyttet til vurdert bekk. Flomvei vurdert mot vest (venstre i bilde) og over vei.

3.7 Grunnforhold

Området består ifølge NGU sitt løsmassekart av morene (kartlagt i 1:50 000), 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.

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

4.2 Beskrivelse av nedbørfelt

Nedbørfeltet til vurdert bekk renner nordover mot Tisleifjorden. Feltets høyeste punkt ligger på nordsiden av Auenhauglien på ca. 1075 moh. Feltet er relativt slakt, langt og smalt. Feltets arealdekker består hovedsakelig av landbruk, åpen fastmark og skog. Feltet har noen slakere myrområder som kan bidra til moderat til lav naturlig flomdempning. Felter er karakterisert som lite i areal, men er relativt langt. Det forventes moderat til treig avrenningskarakteristikk. Feltet er ikke regulert. Avgrensningen til feltet er noe usikkert basert på dataanalyser av terrengdata, da grunnlaget ikke tar høyde for to stikkrenner. De aktuelle stikkrenne er tilknyttet to mindre areal, hvor det ene leder vann ut av nedbørfeltet og det andre leder vann inn til nedbørfeltet. Det er vurdert at disse potensielt utligner hverandre noe, og at utslaget i beregningene er lave. Jorder vest for bekken i nedre del av nedbørfeltet er vurdert til å drenere mot vei i sør/sørvest, og følge grøft mot stikkrenna under Auenhauglivegen.

Feltkarakteristika til vurdert bekk er vist i Tabell 2 og feltgrensene er vist i Figur 7.

Tabell 2: Feltkarakteristika til vurdert bekk.

Vassdrag	Feltareal [km^2]	q_N* [l/s*km^2]	Feltlengde (m)	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Åpen mark / jordbruk [%]	Høydeint. [moh.]
Vurdert bekk	0,5	18	1900	0	30	57	820 – 1075

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

Figur 7: Feltgrensene til vurdert bekk ved kartleggingsområdet.

4.2.1 Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-NIFS)

Formelverket RFFA-NIFS er et nasjonalt formelverk for flomberegninger i nedbørfelt med feltareal mellom 0,2 og 53 km^2. Inngangsparameterne til formelen er feltareal, midlere avrenning og effektiv sjøprosent. Den største usikkerheten i formelverket er estimat av middelflom, og resulterende vekstkurve vurderes som robust 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 virker rimelig sammenlignet med verdiene ved målestasjoner i regionen. Det er derfor valgt å benytte en middelavrenning på 18 l/s*km^2 i flomformelverket.

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

Tabell 3: Resultater fra RFFA-NIFS (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	324		0.5
Middel	**0.3**	**648**	**2.84**	**0.9**
Høy (97,5 %)	0.6	1296		1.8

4.3 Nedbør-avløpsmetoder

4.3.1 PQRUT

Da nedbørfeltet til den vurderte bekken er karakterisert som et lite felt (A < 10 km^2), vurderes det at PQRUT for den vurderte bekken vil være beheftet en stor grad av usikkerhet. Det er derfor valgt å ikke utføre flomberegning med denne metoden.

4.3.2 Den rasjonale metode

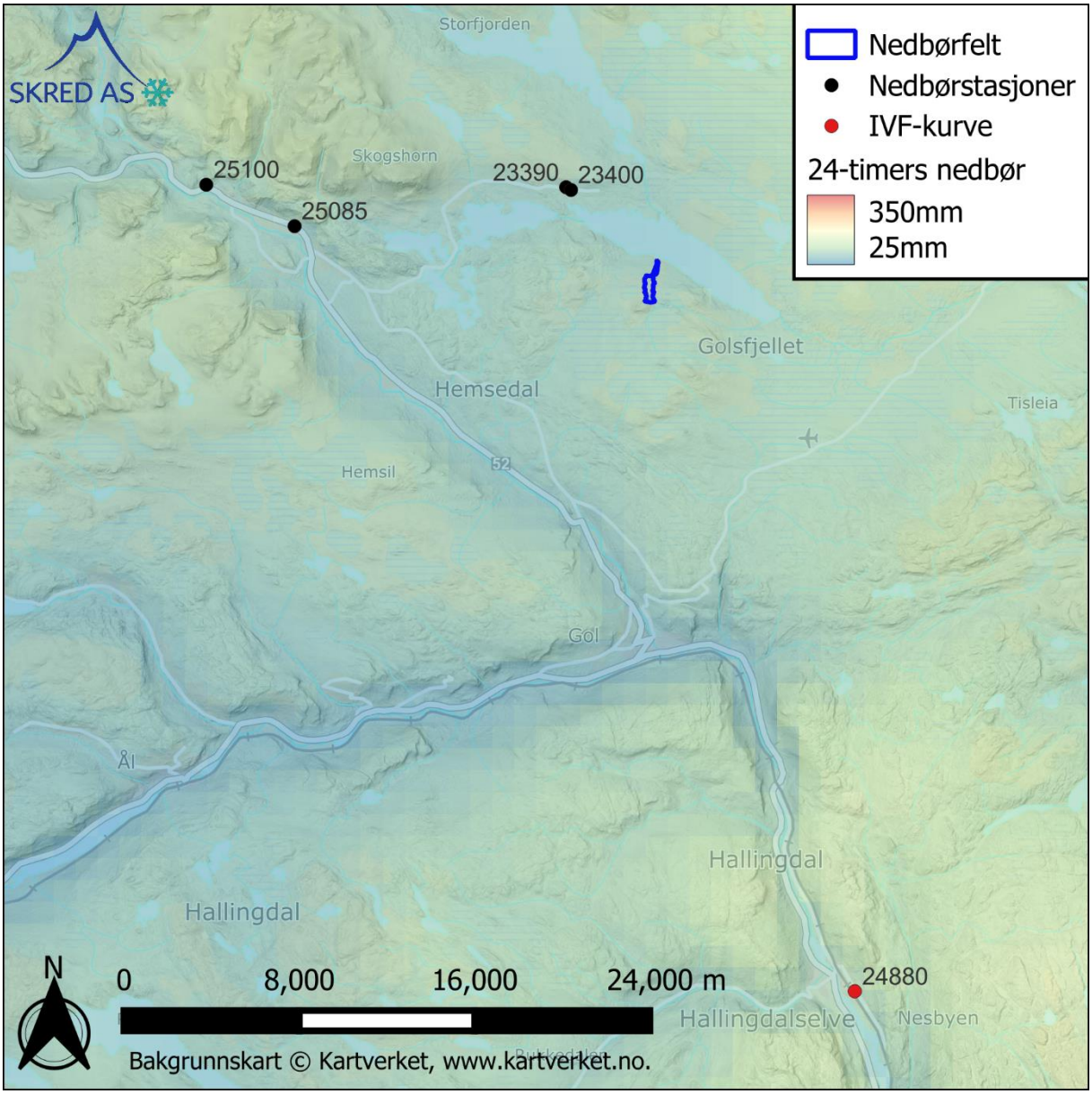
Den rasjonale formelen beregner flomvannmengde basert på nedbørstatistikk, feltareal og antatt avrenningskoeffisient. Dimensjonerende nedbør hentes fra relevant IVF-kurve eller nedbørstatistikk, basert på estimert konsentrasjonstid. I NVE (2022b) anbefales metoden for felt opp til 2 km^2. Generelt bør formelen benyttes forsiktig i naturlige felt og helst benyttes i kombinasjon med andre metoder.

Det ligger stor grad av usikkerhet i valget av dimensjonerende nedbørverdier. Den nærmeste IVF-kurven er Nesbyen, ca. 32 km mot sørøst. Målestasjonen er klassifisert som svært usikker, og har 19 sesonger med data. Kurva fra Nesbyen er også vurdert opp mot med den regionale kurva (region 3). Nesbyen ligger en del lavere og del lengre sør enn det vurderte feltet og det er derfor valgt å analysere nærliggende måleserier for å skalere 24-timersverdier til valgt IVF-kurve. Endelige dataserier for analyse er konstruerte fra overlappende tidsserier fra samme sted. Det er også gjort vurdering av MET sine kart for times- og døgnnedbør for 200-års gjentaksintervall.

Figur 4 viser utvalgte nedbørmålestasjoner med tilstrekkelig lengde på måleserien for frekvensanalyse i nærheten av det vurderte området sammen med MET sitt kart over døgnnedbør og Nesbyen IVF-kurve. Resultatene fra frekvensanalysen er presentert i Tabell 4. For å justere fra døgnnedbør til vilkårlig 24-timers nedbør er det multiplisert med en faktor på 1,13.

Tabell 4: Frekvensanalyse av døgnverdier ved utvalgte nedbørstasjoner. Analyserte serier er kombinasjon av overlappende tidsserier.

Nedbørstasjon	Måleperiode [år]	År	Høyde [moh.]	200-årsnedbør [mm]		Metode
				Døgn	24-timer	
LYKKJA samlet	1956-2008	52	875	66	75	GEV
HEMSEDAL samlet	1895-2023	126	628	78	88	GEV

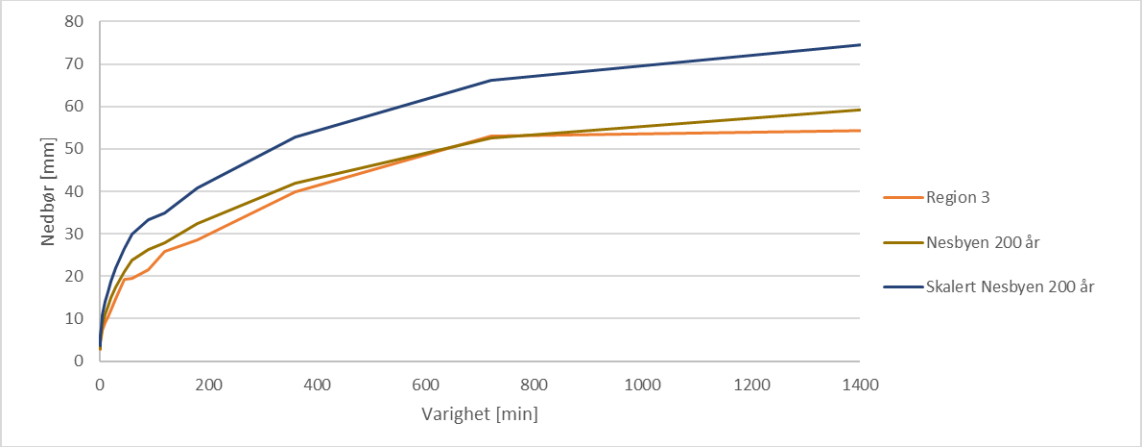


Figur 8: Vurderte nedbørstasjoner og nærmeste IVF kurve (Nesbyen). 24-timersnedbør med 200-års gjentaksintervall fra MET (2015).

Det vurderte nedbørfeltet ligger mellom 820 – 1075 moh. Nedbørstasjonen likest i høyde er Lykkja på 875 moh., som også ligger ved Tisleifjorden. MET sitt kart over 24-timersnedbør med 200-års gjentaksintervall viser 60-70 mm (øker med høyden) i det vurderte feltet. De vurderte nedbørstasjonene viser 75 og 85 mm for Lykkja og Hemsedal respektivt, som er like over de interpolerte verdier ved nedbørfeltet i MET sine kart.

MET sitt kart over timesnedbør med 200-års gjentaksintervall gir 17 mm for det vurderte feltet og utgjøre omtrent 21 % av 24-timernedbør. Tilsvarende forhold fra IVF statistikken fra Nesbyen gir 39 %, og 35 % for den regionale IVF-kurven. Da det er lite som skiller den regionale IVF-kurven og kurven fra Nesbyen, er det valgt å skalere serien til Nesbyen som gir

litt høyere verdier for aktuell varighet. Måleserien fra Lykkja virker mest representativ for det vurderte feltet, da den er mest nærliggende og har sammenlignbar høyde over havnivå. Det er valgt å skalere 24-timers nedbørverdi fra Lykkja til Nesbyen-kurven.



Figur 9: De to vurderte IVF-kurvene og skalert IVF-kurve fra Nesbyen til 24-timersverdier fra Lykkja.

Konsentrasjonstiden til feltene er beregnet ved bruk av formel for naturlig felt gitt i SINTEF (1992). Avrenningskoeffisient (C-verdi), korreksjonsfaktor for høy returperiode og arealreduksjonsfaktor (ARF) for å regne om fra punkt- til arealnedbør er satt etter anbefalinger i veilederen (NVE, 2022b). Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonale metoden er vist i Tabell 5.

Tabell 5: Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonale metoden for vurdert bekk (kulminasjon).

Vassdrag	IVF-kurve	Areal [ha]	Kons. tid [min]	I_{200} [l/s*ha]	ARF	C-verdi	Q_{200} [m^3/s]
Vurdert bekk	Skalert Nesbyen	50	71	75	0.98	0,3	1,2

4.4 Klimaframskrivninger

I henhold til anbefalinger i NVE (2022b) blir et klimapåslag på 40 % benyttet for å ta hensyn til forventet økning i flomstørrelser frem mot år 2100. Påslaget på 40 % gjelder generelt for alle nedbørfelt mindre enn 10 km^2.

4.5 Vurdering av resultater

Resultatet fra den rasjonale metoden ligger mellom middelestimatet og øvre konfidensintervall fra det regionale formelverket. Det er valgt å vektlegge resultat fra den rasjonale metoden da tilgjengelig nedbørsdata virker representativ for nedbørfeltet og rimelig sammenligne med flomformelverket.

Resultatene fra de ulike flomberegningsmetodene er oppsummert i Tabell 6.

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

Metode	**q_m [l/s*km^2]**	**q_{200} [l/s*km^2]**
Formelverk for små nedbørfelt	324-1296 (648)	920-3684 (1841)
Rasjonale formel	-	2383
VALGT	-	2400

4.6 Dimensjonerende vannføring

Dimensjonerende vannføring beregnet for vurdert bekk er gitt i Tabell 7. Spesifikk 200-årsflom med klimatillegg er beregnet til 3336 l/s*km^2.

Tabell 7: Dimensjonerende vannføring i vurdert bekk med og uten klimapåslag (kulminasjon).

Vassdrag	**Feltareal [km^2]**	**Klimapåslag [%]**	**Q_{200} [m^3/s]**
Vurdert bekk	0.5	Ingen	1.2
Vurdert bekk	0.5	50 %	1.7

4.7 Klassifisering av det hydrologiske datagrunnlaget for flomberegningen

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

5 Hydrauliske beregninger

5.1 Modellvalg

I beregning av vannlinje og hydrauliske parametere er programvaren Hec-Ras versjon 6.3.1 benyttet. De viktigste inngangsparameterne til Hec-Ras modellen er geometri (terrengmodell, grid, elvebanker og konstruksjoner), ruhet, grensebetingelser og vannføring. For å best mulig vurdere strømningsforholdene er en 2-dimensjonal-modell vurdert hensiktsmessig.

5.2 Oppsett av modell

5.2.1 Terrengmodell og modelloppsett

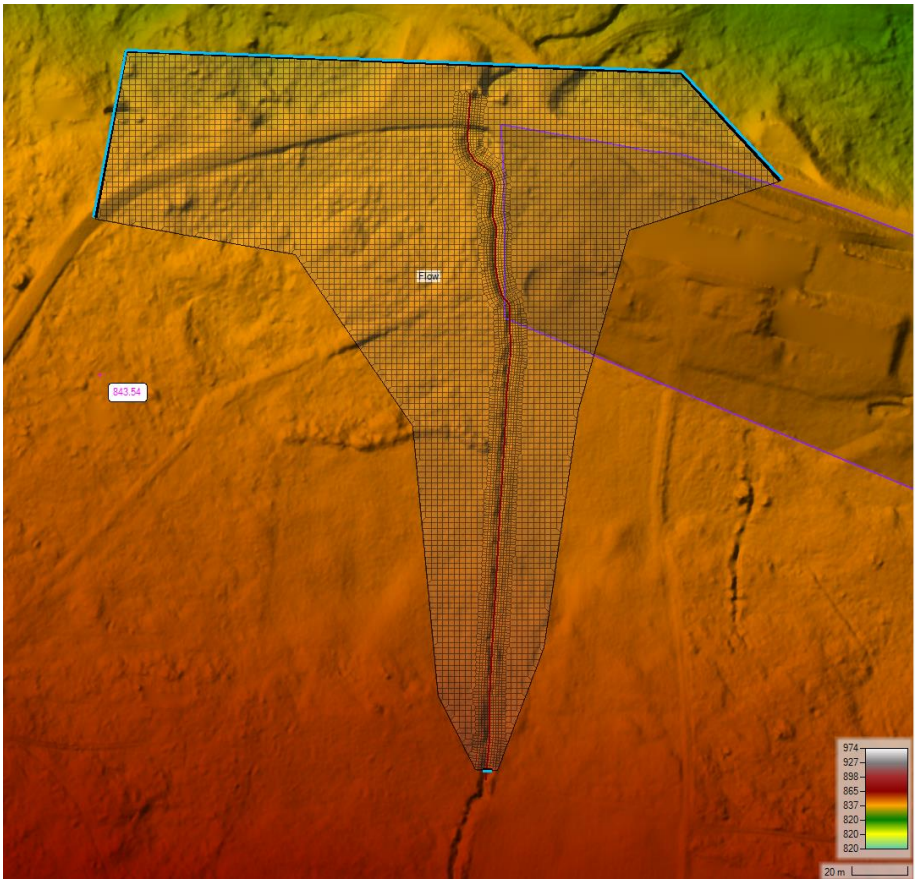
Terrengmodellen som er benyttet i den hydrauliske modellen er beskrevet i avsnitt 3.3.

Øvre grensebetingelse er satt godt ovenfor det vurderte området. Nedre grensebetingelse er satt nedstrøms Auenhauglivegen.

Benyttede parametere i modellen er oppsummert i Tabell 8. Utstrekningen til den hydrauliske modellen, terrengmodell, benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser er illustrert i Figur 10.

Tabell 8: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for vurdert bekk.

Parameter	Verdi
Oppløsning på terrengmodell	0.25 x 0.25 meter
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Nedstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Cellestørrelse beregningsgrid	1 x 1 m i bekkeløp / 2 x 2 utenfor
Likningssett	Full momentum
Tidsskritt	Gitt av courant-number mellom 0,1 og 1,0
Manningstall	28



Figur 10*: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser.*

5.2.2 Konstruksjoner

Kulvert under Auenhauglivegen har for lav kapasitet til dimensjonerende flom, og er derfor ikke lagt inn i modellen.

5.3 Kalibrering og tilpasning av modell

Modell er ikke kalibrert mot kjent vannføring med kjente vannhøyder.

5.4 Modellering av dimensjonerende flom

Modellert 200-års flom viser at bekken har noe lav kapasitet oppstrøms det vurderte området, og at vannet vil gå ut over høyre bredde mot øst. Ved det vurderte området vil veigrøfta langs tomtegrensen fange opp vannet og føre det mot bekkeløpet vest for tomta. Langs vestsiden av tomta vil den oppbygde veien fungere som en barriere mot lavpunkt på østsiden av veien. Bekken vil her følge bekkeløpet og trolig gå noe ut over venstre bredde mot vest.

Rør ved Auenhauglivegen har for lav kapasitet for dimensjonerende flom, og vannet vil her delvis strømme mot vest og over veibanen.

Det vil forekomme relativt høye hastigheter i bekken, hastigheter opp mot 3 m/s er sannsynlig.

5.5 Følsomhetsanalyser

Det er utført følsomhetsanalyser av den hydrauliske modellen, for å få et inntrykk av hvor følsom den er for variasjon av ulike parametere. Følgende er vurdert:

- Økning i vannføring med 20 %
- Økning i ruhet med 20 %
- Lagt til avrenning fra felt vest for bekkeløp i nedre del av nedbørfeltet.

Økning i ruhet gir ingen økt vannstand eller utbredelse. Øking i vannføring gir marginalt økt vannstand og ingen merkbar økning i utbredelse. Avrenning fra tilgrensende nedbørfelt, som har samme bestemmende profil i nedre del av prosjektområdet (stikkrenne under Auenhauglivegen), har ingen konsekvens for det vurderte området, da overløpet over veibanen er relativt brett.

5.6 Sikkerhetspåslag

Sikkerhetspåslag er ikke aktuelt da det vurderte området havner utenfor flomsone for 200-års flom.

6 Andre farer i vassdraget

6.1 Tilstopping og vann på avveie

Vann vil stues opp ved Auenhauglivegen, men vil ikke bre seg inn over det vurderte området.

6.2 Erosjon og massetransport

6.2.1 Erosjonsfare

I henhold til krav i TEK17 §7-2 (4) skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Avstanden til erosjonsutsatt elvekant må være minst like stor som høyden på kanten (målt fra toppen av skrent til normalvannstand i elv eller bekk), og ikke under 20 meter selv om høyden er mindre enn dette. Avstanden kan være mindre dersom elva eller bekken sikres mot erosjon, og bør være større der elvekanten består av lett eroderbare masser.

Det ble ikke observert tegn til erosjon ved befaring, og løsmassene i området virker ikke utsatt for erosjon fra bekken. Mindre erosjonsskader kan forekomme i veifyllingen parallelt med bekken.

Etter kategoriene gitt i NVE sin sikringshåndbok (2021) vurderes omfanget av erosjon på utsatt strekning til kategori 0 som tilsvarer ingen erosjon.

6.2.2 Massetransport

Det er vurdert at massetransport ikke vil være et problem i bekkeløpet.

6.3 Isproblematikk

Isproblematikk vurderes som ikke aktuelt.

7 Resultater og konklusjon

7.1 Dimensjonerende vannføring

Dimensjonerende vannføring for 200-års flom inkludert klimapåslag er beregnet til 1,7 m^3/s basert på den rasjonale metoden.

7.2 Faresoner for flom

Basert på resultater fra modelleringen og analysene er det ikke tegnet opp faresone for dimensjonerende flom i det vurderte området. Den nyetablerte veien parallelt med bekken hindrer vann i å bre seg ut mot planområdet.

7.3 Sikkerhet mot erosjon

I henhold til krav i TEK17 §7-2 (4) skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. For dagens situasjon vurderes erosjonssikkerheten tilstrekkelig

7.4 Risikoreduserende tiltak

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

Ingen tiltak vil være nødvendig for at det vurderte området havner utenfor flomsone for 200-års flom, forbeholdt at veien i ytterkant av det vurderte området (i vest og i sør) forblir forholdsvis uendret.

8 Referanser

Direktoratet for byggkvalitet, 2023a. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning § 7-2 [WWW Document]. URL https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-2

Direktoratet for byggkvalitet, 2023b. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning [WWW Document]. URL https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-2 (accessed 4.14.23).

Kartverket, 2023. Høydedata [WWW Document]. URL https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/

MET, 2015. Rapport 24/2015 - Dimensjonerende korttidsnedbør.

Norsk Klimaservicesenter, 2023. Klimaprofiler [WWW Document]. URL https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/om

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

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