

Oppdragsgiver	Navn Høgevarde AS	Kontaktperson Erik Gulsvik
Oppdrag	Nummer og navn 20382 Flå, Høgevarde – Flomfarevurdering	Oppdragsleder Lars Staver Eid
Dokument	Nummer 20382-01-1 Utført av Ingvild Brekke	Dato 2021-05-03 Kontrollert av Petter Reinemo

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
2	20.5.2021	IB	LSE	Kapittel 4.8 og 10 er lagt til. Kapittel 5, 6 og 9 er oppdatert.
1	30.11.2020	IB	PR	Opprinnelig versjon

Flomfarevurdering

Sammendrag

I forbindelse med detaljregulering for Høgevarde Fjellpark i Flå kommune er Skred AS bedt om å utføre en flomfarevurdering for planområdet. Gulsvikelva utgjør en potensiell flomfare. Krav til sikkerhet mot flom gitt av TEK17 §7-2 er lagt til grunn for vurderingene.

Dimensjonerende 200-årsflom i Gulsvikelva, inkludert klimapåslag på 20 %, er beregnet til 59 m³/s. For de to bekkene som løper ut nord i Nordre Fisketjern er dimensjonerende 200-årsflom beregnet til 0,9 og 1,1 m³/s. Det er etablert to hydrauliske modeller, en for Gulsvikelva med omliggende områder og en annen for bekkene som løper ut i nordenden av Nordre Fisketjern. Modelleringen viser at store myrområder i tilknytning til elva vil oversvømmes, og at flomvannet vil øke vannstanden i Nordre Fisketjern.

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. Dimensjonerende flomvannstand i Nordre Fisketjern er beregnet til 788,9 moh. For å ta hensyn til usikkerhet, anbefales det å legge til en sikkerhetsmargin på ytterligere 0,5 m.

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.

For dagens situasjon vurderes erosjonssikkerheten tilstrekkelig etter kravene i TEK17. For å opprettholde tilstrekkelig erosjonssikkerhet over tid, er det nødvendig med jevnlig tilsyn av elveløpet og eventuell utbedring ved skader. Det naturlige vegetasjonsbeltet langs elvekant bør beholdes.

Det planlegges en heving av vannspeilet i nordre Fisketjern ved å anlegge en liten dam. Det er verifisert at dette tiltaket ikke vil gi omliggende nedstrøms områder økt flomulemppe.

Innhold

1	Innledning	7
1.1	Bakgrunn	7
1.2	Befaring	7
1.3	Forbehold	9
2	Krav til sikkerhet	10
2.1	Lovverket	10
2.2	Flom	10
2.2.1	Aktuelle krav	11
3	Beskrivelse av området og elveløpet	12
4	Flomberegning	14
4.1	Metode	14
4.2	Beskrivelse av nedbørfelt	14
4.3	Beregning med utvalgte metoder	15
4.3.1	Målestasjoner og flomfrekvensanalyse	15
4.3.2	Flomformler for små nedbørfelt	18
4.3.3	PQRUT	19
4.4	Klimaframskrivninger	20
4.5	Vurdering av resultater	20
4.6	Dimensjonerende vannføring Gulsvikelva	21
4.7	Flomhendelse før befaring	21
4.8	Flomberegning bekker	22
4.8.1	Flomformler for små nedbørfelt	22
4.8.2	Rasjonale metoden	23
4.8.3	Klimaframskrivninger	24
4.8.4	Vurdering av resultater	24
4.8.5	Dimensjonerende vannføring bekker	25
5	Hydraulisk modellering	26
5.1	Metode	26
5.2	Modelloppsett	26
5.3	Verifikasjon av modellen / kalibrering mot flomhendelse okt. 2020	28
5.4	Modellert fremtidig 200-årsflom	28
5.5	Sensitivitetsanalyse	29
5.6	Vurdering opp mot tidligere observasjoner	29
6	Faresoner for flom	30
7	Vurdering av erosjonssikkerhet	31
8	Risikoreduserende tiltak	32
9	Endring i flomforhold som følge av dam	33

10	Konklusjon	34
11	Referanseliste	35

Figurer

Figur 1: Lokaliseringen av det omsøkte området, ved Høgevarde i Flå kommune.	7
Figur 2: Avsetninger etter flom på trær ved befaring	8
Figur 3: Målt høyde på avsetninger etter årets høstflom fra bakkenivå.	8
Figur 4: Oversiktskart over vurdert område.....	12
Figur 5: Rolig parti av Gulsvikelva i oppstrøms ende av planområdet.....	13
Figur 6: Stryk i Gulsvikelva i nedstrøms ende av planområdet	13
Figur 7: Nedbørfelt Gulsvikelva	15
Figur 8: Lokasjon til utvalgte målestasjoner.	16
Figur 9: Hypsografisk kurve til Gulsvikelva og vurderte målestasjoner.	17
Figur 10: Resultater fra PQRUT for vurdert nedbørfelt, 200-årsflom.	20
Figur 11: Feltgrensene til bekkene.	22
Figur 12: Sammenligning mellom vurderte IVF-kurver for 200-års nedbør.	24
Figur 13: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser for Gulsvikelva.	27
Figur 14: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser for bekkene.	28
Figur 15: Faresone som viser områder utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 i år 2100 (sikkerhetsklasse F2).	30

Tabeller

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggt teknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2018).	10
Tabell 2: Feltkarakteristika til Gulsvikelva.	14
Tabell 3: Utvalgte målestasjoner som er vurdert representative for Gulsvikelva.	16
Tabell 4: Resultater fra flomfrekvensanalyse på årsflommer (døgnmiddel).	17
Tabell 5: Forholdstall mellom kulminasjon- og døgnmiddel vannføring fra NVE (2015a).	18
Tabell 6: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for Gulsvikelva (kulminasjon).	19
Tabell 7: Resultater fra frekvensanalyse på nedbør.	19
Tabell 8: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metode (kulm.).	20
Tabell 9: Dimensjonerende flommer (kulminasjon) for Gulsvikelva ved vurdert kryssing.	21
Tabell 10: Kulminasjonsvannføring for de nærmeste målestasjonene 05.10.20	21
Tabell 11: Utdrag fra Tabell 3 utvalgte målestasjoner	21
Tabell 12: Feltkarakteristika til bekkene.	22
Tabell 13: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for bekk vest (kulminasjon).	23
Tabell 14: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for bekk øst (kulminasjon). ..	23
Tabell 15: Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonelle metoden for bekkene (kulminasjon).	24
Tabell 16: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder for bekk vest (kulm.).	25

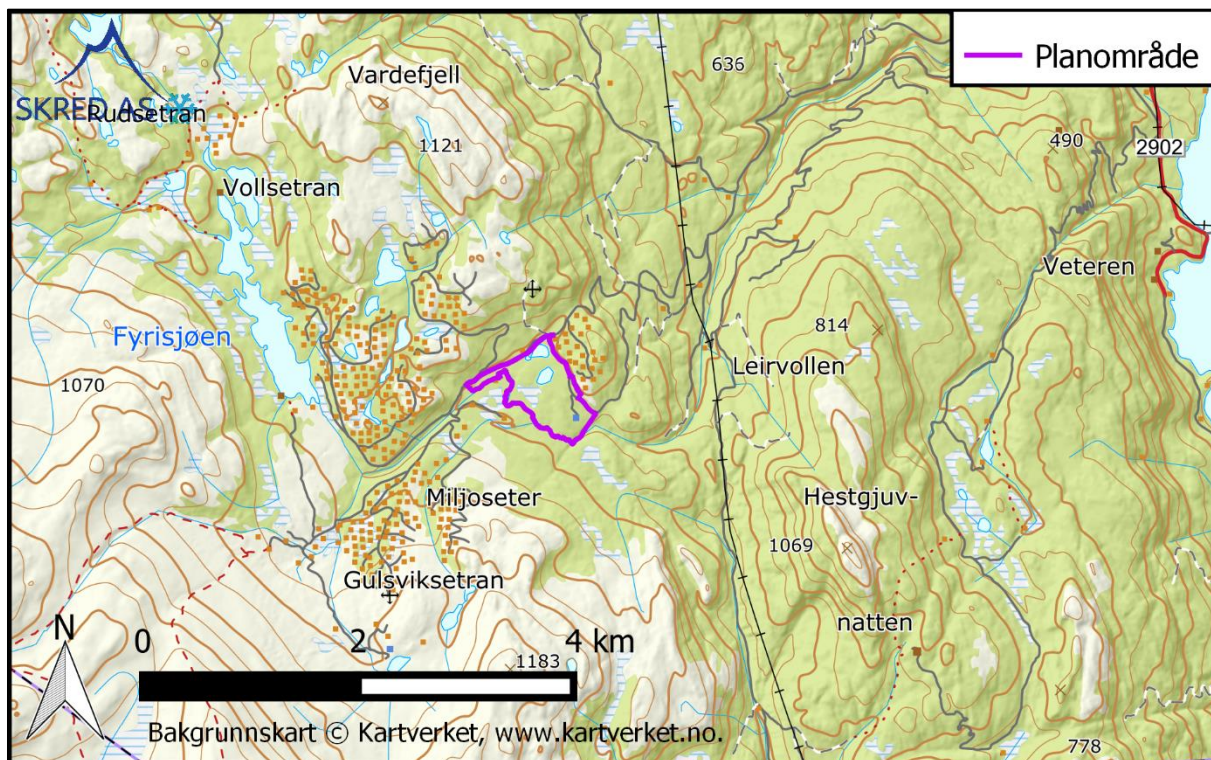
Tabell 17: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder for bekk øst (kulm.).....	25
Tabell 18: Dimensjonerende flommer (kulminasjon) for bekkene ved vurdert kryssing.	25
Tabell 19: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for Gulsvikelva.	26
Tabell 20: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for bekkene.....	27

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med detaljregulering av Høgevarde Fjellpark i Flå kommune er Skred AS bedt om å utføre en flomfarevurdering av Gulsvikelva opp mot planområdet. Gulsvikelva renner langs sørenden av planområdet, og utgjør ifølge NVE sine aktsomhetskart for flom en potensiell flomfare. To bekker med utløp i nordre ende av nordre fisketjern er også vurdert. Krav til sikkerhet mot flom gitt av TEK17 §7-2 skal legges til grunn for vurderingene.

Lokasjon planområdet er vist på figur 1.



Figur 1: Lokaliseringen av det omsøkte området, ved Høgevarde i Flå kommune.

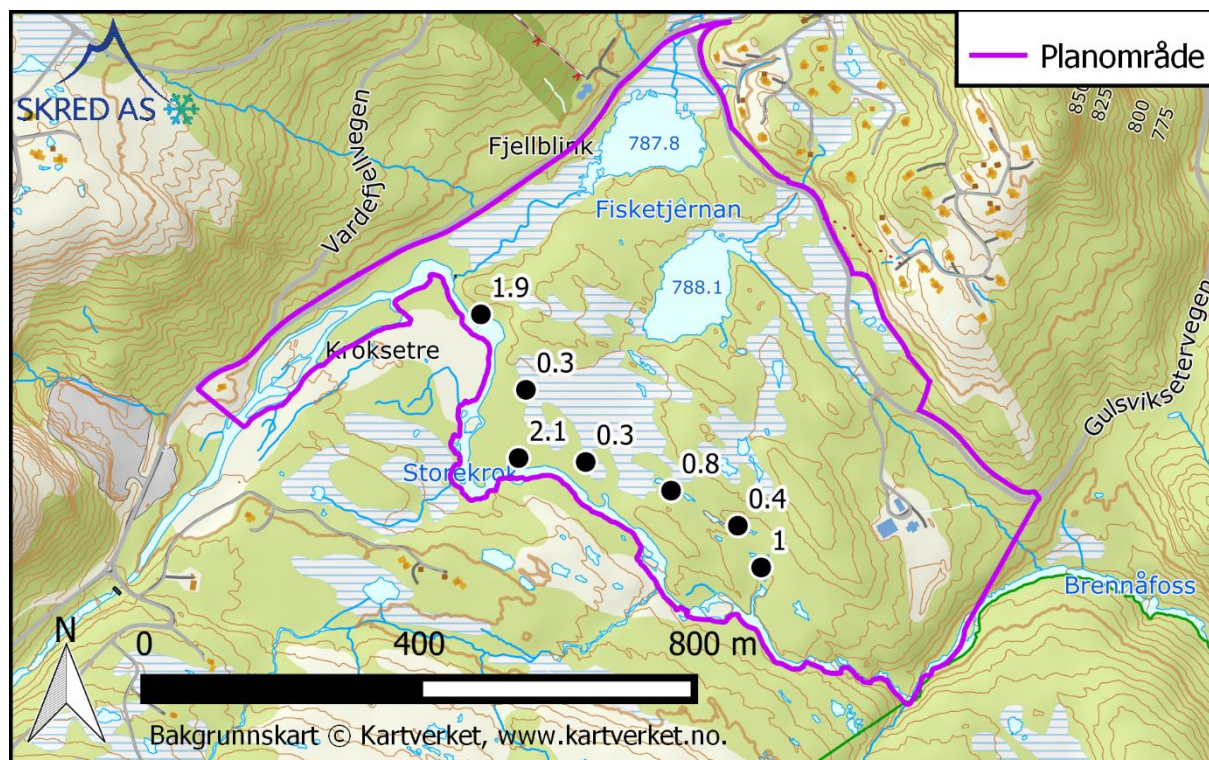
1.2 Befaring

Befaring av området og elvestrekningen ble utført 14.11.2020 av Ingvild Brekke og Lars Staver Eid (begge Skred AS). Det var klarvær, bar bakke og generelt gode befaringsforhold. Registreringer ble gjort til fots.

Mindre enn to uker før befaringa var det en nedbørshendelse som forårsaket mindre flommer på deler av Østlandet. Store deler av myrområdene nærmest elva bar preg av å ha vært under vann, og det var drivgods å finne i trærne langt opp på land, se Figur 2. Noen av disse avsetningene ble registrert med høyde og plassering, for å kunne benyttes for å verifisere den hydrauliske modellen, se Figur 4.



Figur 2: Avsetninger etter flom på trær ved befaring



Figur 3: Målt høyde på avsetninger etter årets høstflom fra bakkenivå.

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 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 Krav til sikkerhet

2.1 Lovverket

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

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

2.2 Flom

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-2 definerer krav til sikkerhet mot flom og stormflo for nybygg. Paragrafen gjelder for saktevoksende flommer som normalt ikke medfører fare for menneskeliv. Sannsynligheten i tabell 1 angir største årlige sannsynligheten for flom. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres i henhold til aktuell sikkerhetsklasse. I veilederen til TEK17 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for flom (DiBK, 2018).

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2018).

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

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

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

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

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

2.2.1 Aktuelle krav

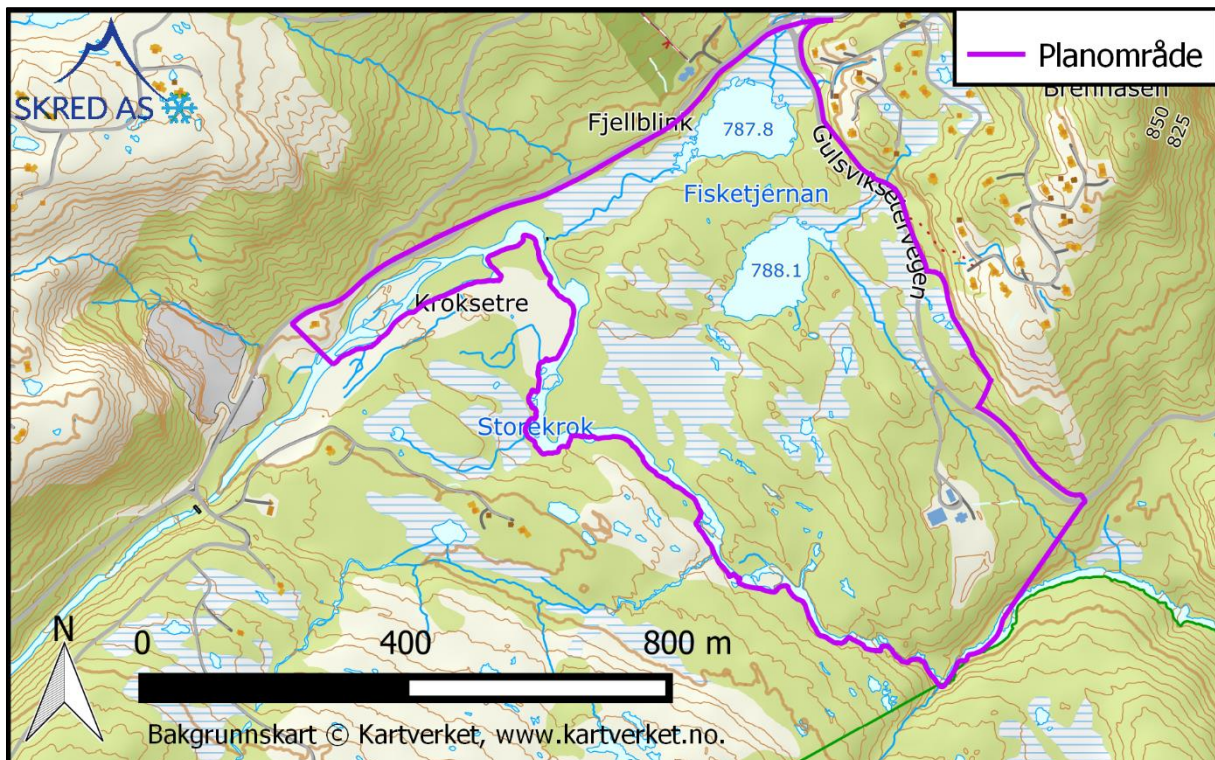
I retningslinjene til TEK17 er det gitt ulike eksempler, beskrevet på forrige side, på hva slags bebyggelse som ligger innenfor de ulike sikkerhetsklassene mot flom. I utgangspunktet virker sikkerhetsklasse F2 aktuelt for eventuell bebyggelse innenfor planområdet.

3 Beskrivelse av området og elveløpet

Gulsvikelva kommer fra sørvest, og renner langs sørsiden av planområdet. I den øvre, flatere delen deler elva seg flere steder i to rundt øyer i elveløpet. Her består elvebunnen av fine løsmasser. I den brattere, nedre delen går elva over til å være strykende og renne på fjell. I overgangen fra rolig til raskere elv består elvebunnen av større steiner.

300 m oppstrøms området krysses elva av to bruer. Basert på utforminga av disse og det markerte søkket elva der går i, vurderes det at vann ikke vil ledes på avveie her.

Figur 4 viser et oversiktskart over planområdet.



Figur 4: Oversiktskart over vurdert område.



Figur 5: Rolig parti av Gulsvikelva i oppstrøms ende av planområdet



Figur 6: Stryk i Gulsvikelva i nedstrøms ende av planområdet

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.

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

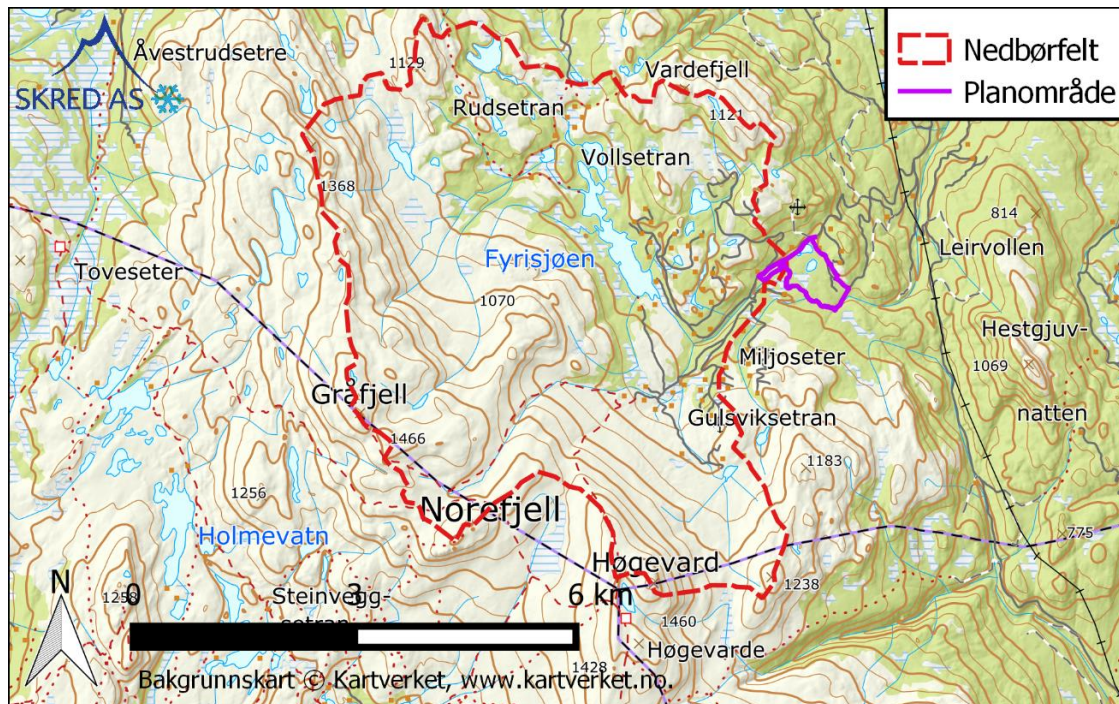
4.2 Beskrivelse av nedbørfelt

Nedbørfeltet til Gulsvikelva drenerer østsiden av Norefjell. Fjellsiden består av snaufjell og er relativt bratt. Nedre del av nedbørfeltet er flatere med mer skog, myrer og tjern. Fyrisjøen ligger cirka 2 km oppstrøms planområdet og vil trolig ha en flomdempende effekt på nordre halvdel av nedbørfeltet. Det er spredt hyttebebyggelse i nedre del av nedbørfeltet. Feltet er ikke påvirket av regulering. Feltkarakteristika til Gulsvikelva er vist i Tabell 2 og feltgrensene er vist i Figur 7.

Tabell 2: Feltkarakteristika til Gulsvikelva.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	q_N^* [l/s*km ²]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Myr [%]	Snaufjell [%]	Høydeint. [moh]
Gulsvikelva	34,6	36	0,84	21	6	62	790-1463

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90.



Figur 7: Nedbørfelt Gulsvikelva

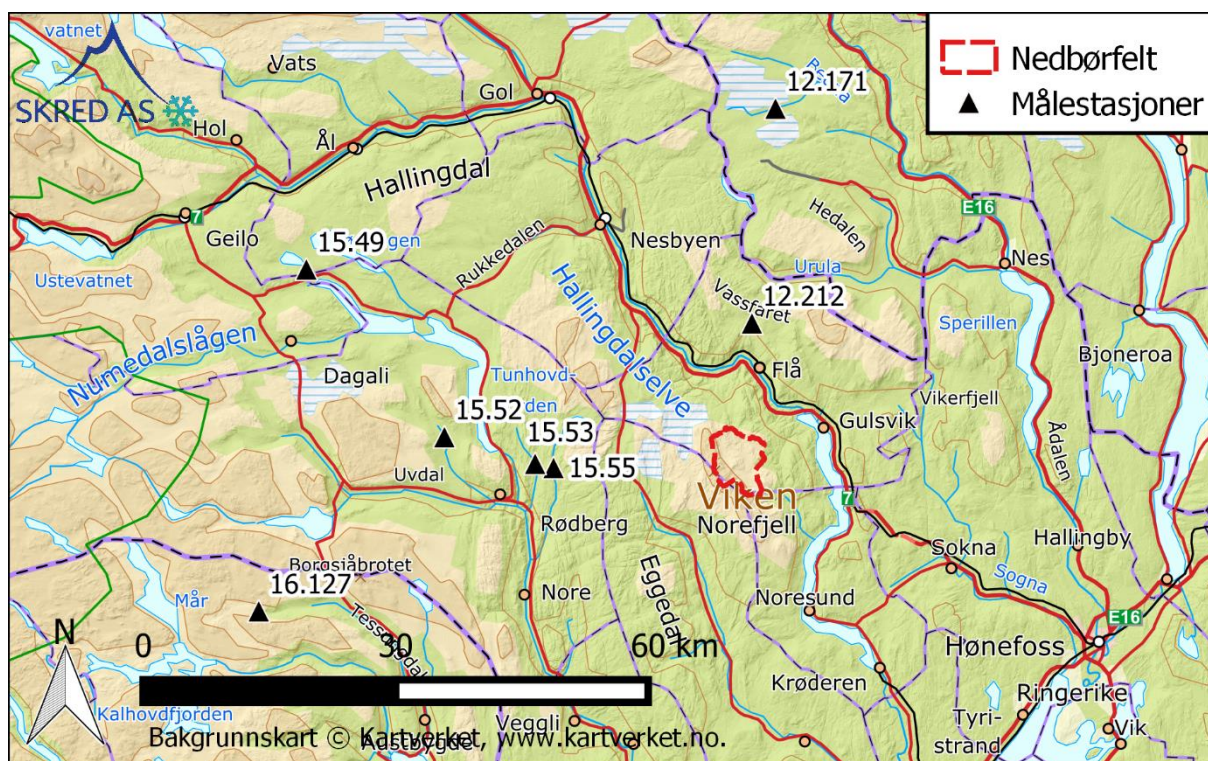
4.3 Beregning med utvalgte metoder

4.3.1 Målestasjoner og flomfrekvensanalyse

Det foreligger ingen kjente målinger av flomvannføring i Gulsvikelva. Det er derfor funnet et utvalg målestasjoner som sammen kan gi en indikasjon på flomforholdene i elva.

Indikasjonen fås gjennom beregning og vurdering av spesifikk middelflom og flomfrekvensanalyse, samt analyse av feltkarakteristika opp mot aktuelt nedbørfelt.

I *Tabell 3* er det gitt et utvalg målestasjoner, inkludert feltkarakteristika, som sammen kan gi en indikasjon på flomforholdene i det vurderte nedbørfeltet. Det er valgt ut stasjoner som ikke er påvirket av regulering og hvor det foreligger et datagrunnlag med tilstrekkelig kvalitet. Middelavrenning (q_n) er beregnet basert på måleserien ved hver stasjon. Hypsografisk kurve til stasjonene er vist i Figur 9 og beliggenhet er vist i Figur 8.

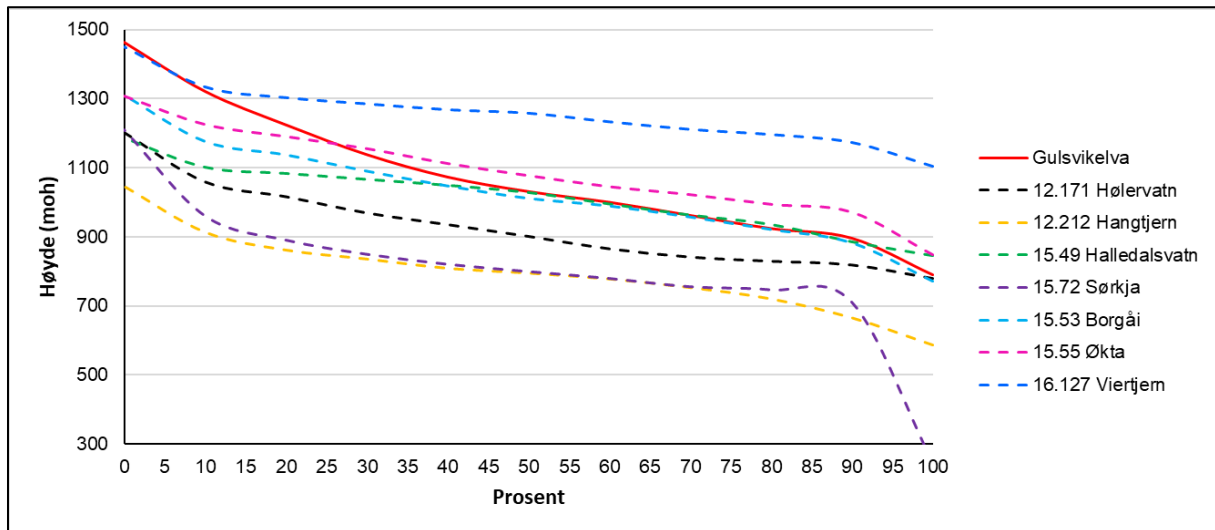


Figur 8: Lokasjon til utvalgte målestasjoner.

Tabell 3: Utvalgte målestasjoner som er vurdert representative for Gulsvikelva.

Målestasjon	Feltareal [km ²]	Målinger [år]	q _N [l/s*km ²]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Snau-fjell [%]	Høyde [moh]
Gulsvikelva	34.6	-	36*	0.8	21	62	790-1463
12.171 Hølvatn	79.4	1969-dd	17	2.4	60	8	780-1203
12.212 Hangtjern	11.0	1986-dd	18	2.5	80	4	586-1047
15.49 Halledalsvatn	59.2	1962-dd	16	3.9	59	19	846-1185
15.52 Smådøla	98.0	1966-81	16	0.2	44	40	740-1365
15.53 Borgåi	93.8	1966-dd	17	4.3	46	29	771-1310
15.55 Økta	48.8	1966-81	16	4.2	25	49	849-1308
16.127 Viertjern	46.8	1980-dd	25	1.7	0	88	1104-1450

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90



Figur 9: Hypsografisk kurve til Gulsvikelva og vurderte målestasjoner.

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

For hver måleserie er det gjort et valg av type frekvensfordeling basert på serielengde og frekvenskurven sin tilpasning til dataene. Resultatene fra analysen er presentert i Tabell 4.

Tabell 4: Resultater fra flomfrekvensanalyse på årsflommer (døgnmiddel).

Målestasjon	År	Middelflom		Q_{20} / Q_M	Q_{200} / Q_M	Metode	Kurvekvalitet (flom)
		Q_M [m ³ /s]	q_M [l/s*km ²]				
12.171 Hølervatn	51	15.2	192	1.53	1.79	GEV (max)	Middels
12.212 Hangtjern	34	2.4	221	1.58	1.89	GEV (l-mom)	Usikker
15.49 Halledalsvatn	58	10.7	181	1.67	2.04	GEV (l-mom)	Usikker
15.52 Smådøla	15	20.3	207	1.78	2.55	Gumbel (max)	Dårlig
15.53 Borgåi	52	22.7	242	1.74	2.32	GEV (l-mom)	Usikker
15.55 Økta	15	9.3	190	2.09	3.15	Gumbel (l-mom)	Middels
16.127 Viertjern	34	14.0	298	1.65	2.15	GEV (l-mom)	Bra

*benyttet data for perioden 1991 – 2018.

Målestasjon 15.55 Økta ligger relativt nær geografisk, og ligner med tanke på størrelse, snaufjellandel og høydefordeling. Feltet har større effektiv sjøprosent, så det forventes lavere spesifikk middelflom i Gulsvikelva. Økta har en relativt kort serie med middels kvalitet, så mindre nyttig for vekskurven.

Både 12.177 Hølervatn og 15.49 Halledalsvatn har omtrent dobbelt så store nedbørfelt med lite snaufjell og større effektiv sjøprosent, noe som tilsier at spesifikke flommer i Gulsvikelva bør være større. 16.127 Viertjern er av representativ størrelse. Feltet ligger høyere i

terrenget, og er det eneste med større snaufjellandel enn Gulsvikelva, noe som typisk gir større flommer.

15.52 Smådøla har dårlig vannføringskurve for flomvannføring, og 12.212 Hangtjern, 15.49 Halledalsvatn og 15.53 Borgåi har usikre, så de bør i mindre grad vektlegges.

Basert på stasjonene vurderes en spesifikk døgnmiddelflom mellom 200 og 300 l/s*km² realistisk.

Vekstkurvene varierer fra 1,79 for Hølvatn til 3,15 i Økta. Hølvatn, Hangtjern og Halledalsvatn har alle lav andel snaufjell og lav vekstkurve. Økta har den aller høyeste vekstkurven på 3,15, basert på en relativt kort måleserie (15 år). Vekstkurven til Gulsvikelva burde derfor være mellom 2 og 3 for 200-årsflom.

4.3.1.1 Forholdstall mellom kulminasjon- og døgnmiddelvannføring

Kulminasjonsvannføringen kan være vesentlig større enn døgnmiddelvannføringen beregnet i Tabell 4. Generelt er forholdstallet ofte størst i små og bratte nedbørfelt med liten innsjødempning. I NVE (2015a) er forholdet mellom kulminasjon- og døgnmiddelflom ved et utvalg målestasjoner i Norge der feltareal er mindre enn 50 km² estimert. Tabell 5 viser forholdstall ved vurderte målestasjoner.

Tabell 5: Forholdstall mellom kulminasjon- og døgnmiddelvannføring fra NVE (2015a).

Målestasjon	Areal [km ²]	Eff. Sjø [%]	Kulm/døgn
12.212 Hangtjern	11,1	0,68	1,39
15.55 Økta	49,4	4,05	1,16
16.127 Viertjern	46,8	1,74	1,23

I NVE (2011) er det presentert et formelverk som gir forhold mellom kulminasjon- og døgnmiddelvannføring for vår- og høstflom. For det vurderte nedbørfeltet gir formelverket et forholdstall for vår- og høstflom på henholdsvis 1,34 og 1,60.

Basert på feltkarakteristikk, forholdstallene ved de vurderte stasjonene og resultatene fra formelverket synes et forholdstall på ca. 1,4 realistisk. Det gir en kulminert spesifikk middelflom på mellom 280 og 420 l/s*km².

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 høyere enn ved målestasjonene. Samtidig, stemmer anslaget NVEs avrenningskart godt med resultatet for målestasjonene. Den høye avrenninga for Gulsvikelva kan skyldes større andel

snaufjell sammenlignet med målestasjonene. Det er valgt å benytte en middellavrenning på 36 l/s/km^2 , som hentet fra NVEs avrenningskart i flomformelverket.

Resultatene gitt fra flomformelverket for små nedbørfelt er presentert i Tabell 6. Det er gitt resultater for middelestimat, samt øvre- og nedre konfidensintervall (95%).

Tabell 6: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for Gulsvikelva (kulminasjon).

Estimat	Middelflom		Q_{200}/Q_M	Q_{200} [m ³ /s]
	Q_M [m ³ /s]	q_M [l/s*km ²]		
Lav (95 %)	9.1	263		24.6
Middel	18.2	527	2.71	49.3
Høy (95 %)	36.4	1053		98.6

4.3.3 PQRUT

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

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

Det ligger en stor grad av usikkerhet i valget av dimensjonerende nedbørverdier og nedbørforløp. Den nærmeste målestasjonen med IVF-kurve av god kvalitet er 24880 Nesbyen – Skoglund, 30 km nord for Gulsvikelva. Denne kurven er skalert mot en estimert 200-års 24-timersnedbør fra nærliggende nedbørstasjoner med lengre måleperioder.

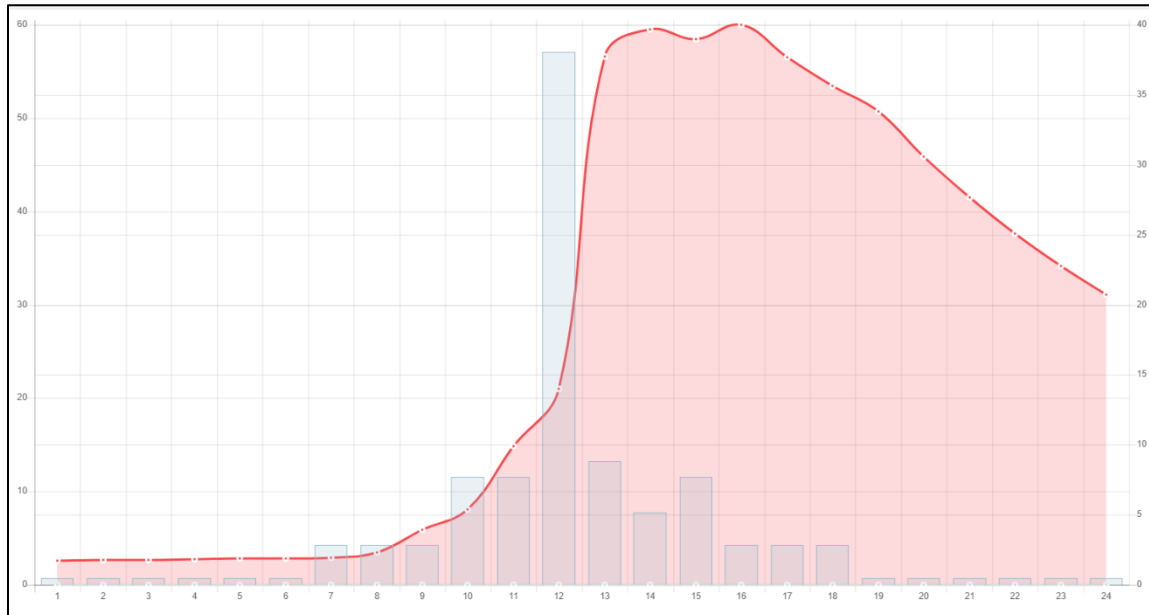
Ca. 7 kilometer øst for Gulsvikelva og ca. 10 km vest for Gulsvikelva finnes det to nedbørstasjoner med døgndata som virker representative hvor det foreligger måleserier på henholdsvis 63 og 122år. Det er utført frekvensanalyse på nedbørdataene der resultatene er presentert i Tabell 7. For å justere fra døgnnedbør til vilkårlig 24-timers nedbør er det multiplisert med en faktor på 1,13.

Tabell 7: Resultater fra frekvensanalyse på nedbør.

Nedbørstasjon	Måleperiode [år]	Høyde [moh.]	200-årsnedbør [mm]		Metode
			Døgn [mm]	24-timer [mm]	
24770 Gulsvik IV + 24710 Gulsvik II	1957-2020	149	87	98	GEV (max)
26400 Eggedal + 26370 Eggedal II + 26380 Eggedal III	1895-2017	179	81	92	GEV (max)

Fra frekvensanalysen er det høyeste resultatet, 98 mm, satt som dimensjonerende 24-timers nedbør. Det er videre konstruert et 200-års nedbørforløp som er tilnærmet symmetrisk om den mest intensive nedbørperioden. Initialvannføringen i PQRUT er satt til 2,6 m³/s som tilsvarer ca. 3 ganger middelvannføringen.

PQRUT-modellen gir en estimert 200-årsflom på ca. 60 m³/s, vist i Figur 10.



Figur 10: Resultater fra PQRUT for vurdert nedbørfelt, 200-årsflom.

4.4 Klimaframskrivninger

I henhold til anbefalinger i NVE (2016) og klimaprofil for Buskerud (Klimaservicesenteret, 2017) blir et klimapåslag på 20 % benyttet for å ta hensyn til forventet økning i flomstørrelser frem mot år 2100.

4.5 Vurdering av resultater

Basert på stasjonene vurderes en spesifikk døgnmiddelflom på mellom 180 og 250 l/s*km² realistisk. Med et forholdstall mellom kulminasjon og døgnmiddelflom på 1,4 gir det en kulminert spesifikk middelflom på mellom 280 og 420 l/s*km². Dette er mellom nedre og middelestimatet fra flomformelverket. Vekstkurven fra flomformelverket for 200-årsflom på 2,71 er større enn vekstkurven fra de fleste målestasjonene, men kan likevel være realistisk. Resultatet fra PQRUT ligger mellom middel- og øvre estimat fra flomformelverket. Resultatene fra de ulike flomberegningemetodene er oppsummert i Tabell 8.

Tabell 8: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metode (kulm.).

Metode	q _m [l/s*km ²]	q ₂₀₀ [l/s*km ²]
Vurdert fra referensefelt	280-420	-
Formelverk for små nedbørfelt	260-1050	710-2850
PQRUT	-	1730

4.6 Dimensjonerende vannføring Gulsvikelva

Det er valgt å sette kulminert spesifikk middelflom til $530 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$, middelestimatet fra flomformelverket. Siden vekstkurven fra flomformelverket anses som robust blir denne fordelingen benyttet.

Dimensjonerende 200-årsflom beregnet for Gulsvikelva er gitt i Tabell 9. Spesifikk 200-årsflom inkludert klimatillegg er beregnet til ca. $1710 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$.

Tabell 9: Dimensjonerende flommer (kulminasjon) for Gulsvikelva ved vurdert kryssing.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	Klimatillegg [%]	Middelflom		Q ₂₀₀ [m ³ /s]
			Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]	
Gulsvikelva	34,6	20	22	630	59

4.7 Flomhendelse før befarung

Terrenget i nærheten av elva bar preg av en nylig flom under befarung 14.10.2020. Den 05.10.20 registrerte de nærmeste målestasjonene for vannføring, 12.212 Hangtjern og 15.53 Borgåi store vannføringer, se Tabell 10. Ifølge flomfrekvensanalysen har de to målestasjonene spesifikk døgnmiddelflom på 221 og 242 l/s/km², se Tabell 4. Vannføringa var da henholdsvis 144 og 114 l/s/km² over middelflommen for de to målestasjonene.

Tabell 10: Kulminasjonsvannføring for de nærmeste målestasjonene 05.10.20

Målestasjon	Q [m ³ /s]	q [l/s*km ²]
12.212 Hangtjern	4,02	365
15.53 Borgåi	33,36	356

Sammenlignet med Gulsvikelva har målestasjonene større spesifikk sjøprosent, se Tabell 11, noe som gir mer demping, og lavere snaufjellandel som også gir mindre flommer. Begge disse faktorene peker på at en flom i Gulsvikelva vil være større.

Tabell 11: Utdrag fra Tabell 3 utvalgte målestasjoner

Målestasjon	Feltareal [km ²]	Målinger [år]	q _N [l/s*km ²]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Snau- fjell [%]	Høyde [moh]
Gulsvikelva	34.6	-	36*	0.8	21	62	790-1463
12.212 Hangtjern	11.0	1986-dd	18	2.5	80	4	586-1047
15.53 Borgåi	93.8	1966-dd	17	4.3	46	29	771-1310

Basert på målingene og karakteristika for målestasjonene sammenlignet med feltet til Gulsvikelva anses en spesifikk vannføring i Gulsvikelva på mellom 400 og 600 l/s/km² for hendelsen 5.10.20 som sannsynlig. Det tilsvarer en vannføring på 13,8 til 20,8 m³/s. Estimatet benyttes senere for verifikasjon av den hydrauliske modellen.

4.8 Flomberegning bekker

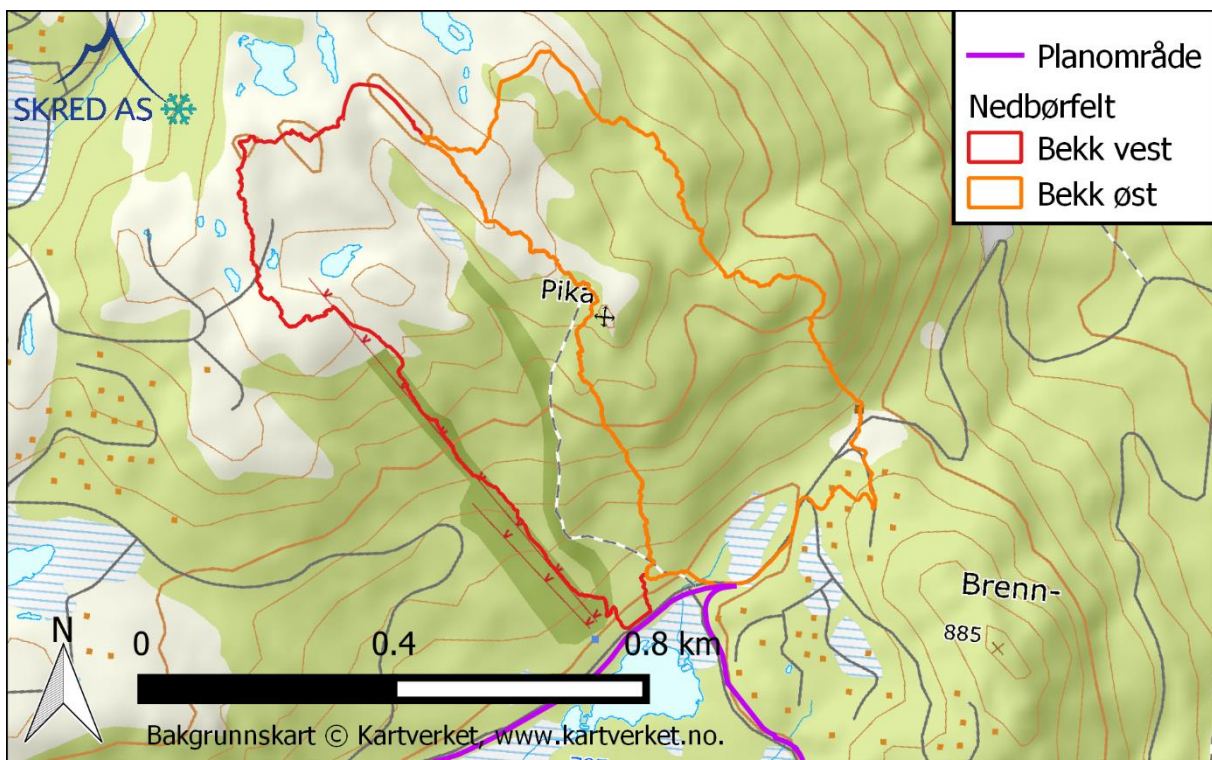
Det er to bekker som har utløp i nordenden av Nordre Fisketjern. Lokale har beskrevet at det under flommer står vann over veien i krysset nord for Nordre Fisketjern, noe som trolig skyldes en eller begge av disse bekkene.

Bekkene har nedbørfelt på 0,24 km² og 0,25 km². Siden de er mindre enn 1 km², regnes de som mikrofelt. Nedbørfeltene består hovedsakelig av skog med snaufjell i den øvre delen. Feltene er små og relativt bratte. Tabell 12 viser feltkarakteristika til bekkene, mens Figur 11 viser nedbørfeltene.

Tabell 12: Feltkarakteristika til bekkene.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	q_N^* [l/s*km ²]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Snaufjell [%]	Høydeint. [moh]
Bekk vest	0.24	30	0.15	79	16	793-1005
Bekk øst	0.25	30	0	59	41	793-998

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90.



Figur 11: Feltgrensene til bekkene.

4.8.1 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 noe høyere enn ved målestasjonene. Det er likevel valgt å benytte en middelavrenning på 30 l/s/km², som hentet fra NVEs avrenningskart.

Resultatene gitt fra flomformelverket for små nedbørfelt er presentert i Tabell 13 og Tabell 14. Det er gitt resultater for middelestimat, samt øvre- og nedre konfidensintervall (95%).

Tabell 13: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt 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 (95 %)	0.1	505		0.3
Middel	0.2	1010	2.72	0.7
Høy (95 %)	0.5	2020		1.3

Tabell 14: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for bekk øst (kulminasjon).

Estimat	Middelflom		Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₂₀₀ [m ³ /s]
	Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]		
Lav (95 %)	0.1	554		0.4
Middel	0.3	1107	2.72	0.8
Høy (95 %)	0.6	2214		1.5

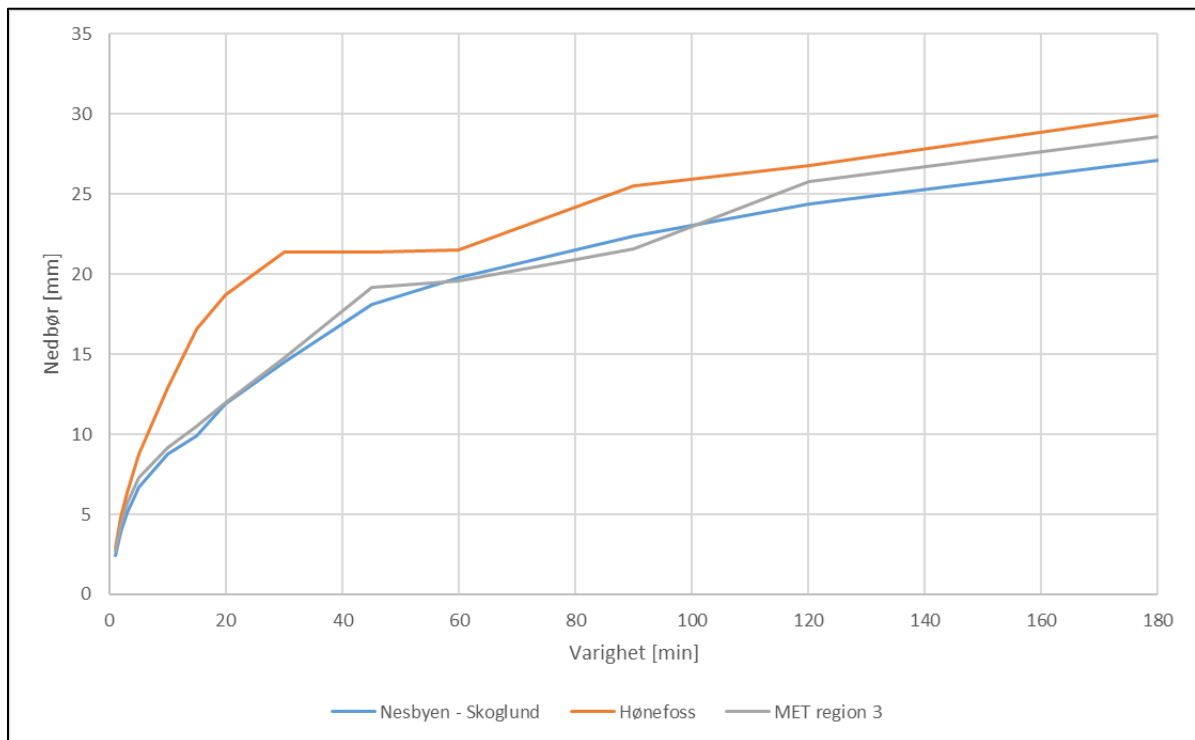
4.8.2 Rasjonale metoden

Den rasjonale formelen beregner flomvannmengde basert på nedbørstatistikk, feltareal og antatt avrenningskoeffisient. Dimensjonerende nedbør hentes fra relevant IVF-kurve eller nedbørstatistikk, basert på estimert konsentrasjonstid. Det foreligger ulike anbefalinger til hvor store felt formelen bør benyttes til. Anbefalingene varierer mellom 0,2 og 5 km².

Generelt bør formelen benyttes forsiktig i naturlige felt og helst benyttes i kombinasjon med andre metoder.

Det ligger stor grad av usikkerhet i valget av dimensjonerende nedbørverdier. De nærmeste IVF-kurvene er Hønefoss (45 km sørover) og Nesbyen – Skoglund (35 km nordover). Kurvene er vist i Figur 12 sammen med den regionale kurven for Innlandet (MET, 2015).

Sammenligningen viser at den regionale kurven og Nesbyen – Skoglund stemmer godt overens, mens Hønefoss ligger litt høyere. Det er valgt å bruke IVF-kurven for Region 3.



Figur 12: Sammenligning mellom vurderte IVF-kurver for 200-års nedbør.

Konsentrasjonstiden til feltene er beregnet ved bruk av formel for naturlig felt gitt i SINTEF (1992). Avrenningskoeffisient (C-verdi) er satt basert på anbefalinger i aktuelle veiledere og erfaringsdata. Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonelle metoden er vist i Tabell 15.

Tabell 15: Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonelle metoden for bekkene (kulminasjon).

Vassdrag	IVF-kurve	Areal [ha]	Kons. tid [min]	I200 [l/s*ha]	C-verdi	Q200 [m³/s]
Bekk vest	MET region 3	24	43	72.6	0.4	0.7
Bekk øst	MET region 3	25	36	77.8	0.4	0.8

4.8.3 Klimaframskrivninger

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

4.8.4 Vurdering av resultater

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

Resultatet fra den rasjonelle formelen legger seg rett over middelestimat fra flomformelverket for bekk vest, og på middelestimatet for bekk øst. Begge deler er innenfor

intervallet fra NVE (2015a). Resultatene fra de ulike flomberegningsmetodene er oppsummert i Tabell 16 og Tabell 17.

Tabell 16: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder for bekk vest (kulm.).

Metode	q_m [l/s*km ²]	q_{200} [l/s*km ²]
Formelverk for små nedbørfelt	505-2020	1375-5500
Rasjonelle formel	-	2900

Tabell 17: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder for bekk øst (kulm.).

Metode	q_m [l/s*km ²]	q_{200} [l/s*km ²]
Formelverk for små nedbørfelt	555-2215	1510-6020
Rasjonelle formel	-	3110

4.8.5 Dimensjonerende vannføring bekker

Siden de to metodene stemmer så godt overens, er det valgt å sette kulminert spesifikk middelflom til middelestimatet fra flomformelverket og å benytte vekstkurven fra flomformelverket. Dimensjonerende 200-årsflom beregnet for bekkene er gitt i Tabell 9. Spesifikk 200-årsflom inkludert klimatillegg er beregnet til henholdsvis 3840 l/s*km² og 4220 l/s*km² for bekk vest og bekk øst.

Tabell 18: Dimensjonerende flommer (kulminasjon) for bekkene ved vurdert kryssing.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	Klimatillegg [%]	Middelflom		Q ₂₀₀ [m ³ /s]
			Q _M [m ³ /s]	q_M [l/s*km ²]	
Bekk vest	0.24	40	0.34	1410	0.9
Bekk øst	0.25	40	0.39	1550	1.1

5 Hydraulisk modellering

5.1 Metode

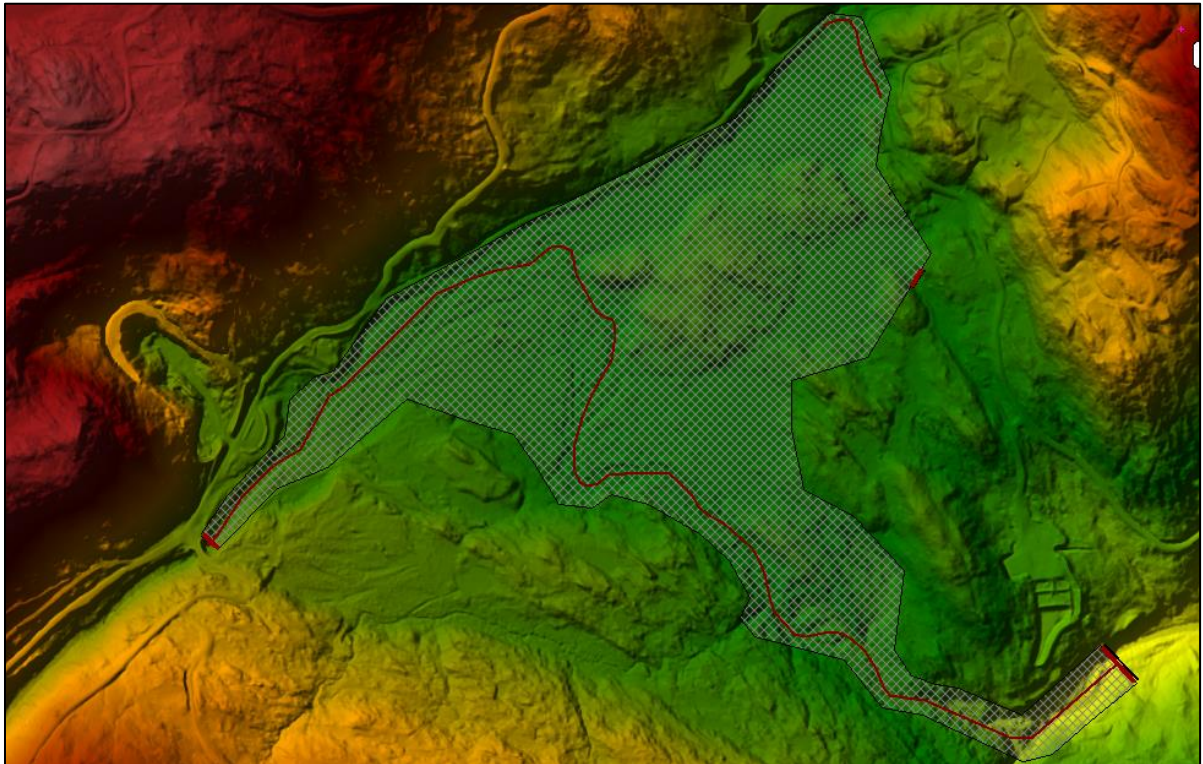
I beregning av vannlinje og hydrauliske parametere er programvaren Hec-Ras versjon 5.0.7 benyttet. De viktigste inngangsparameterne til Hec-Ras modellen er geometri (terrengmodell, grid, elvebanker og konstruksjoner), ruhet, grensebetingelser og vannføring. For å best mulig vurdere strømningsforholdene er en 2-dimensjonal-modell vurdert hensiktsmessig.

5.2 Modelloppsett

Basert på bakkepunkter fra LiDAR-data av området fra 2018 er det etablert en terrengmodell med horisontal oppløsning på 1 x 1 meter. Terrengmodellen representerer mesteparten av elveløpet godt, med unntak av noen kulper der laserscanninga ikke har nådd helt ned. Dette fører til at noen av kulpene i terrengmodellen er grunnere enn de er i terrenget, men dette er av svært liten betydning for det oversvømte arealet. Benyttede parametere i modellen for Gulsvikelva fremkommer av Tabell 19. Terrengmodell, utstrekning til benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser er illustrert i Figur 13.

Tabell 19: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for Gulsvikelva.

Parameter	Verdi
Oppløsning på terrengmodell	1 x 1 meter
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Nedstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Cellestørrelse beregningsgrid	5 x 5 meter
Likningssett	Full momentum
Tidsskritt	Gitt av courant-number mellom 0,1 og 1,0
Manningstall	20 i elva, 10 i skog og 15 i åpne myrer

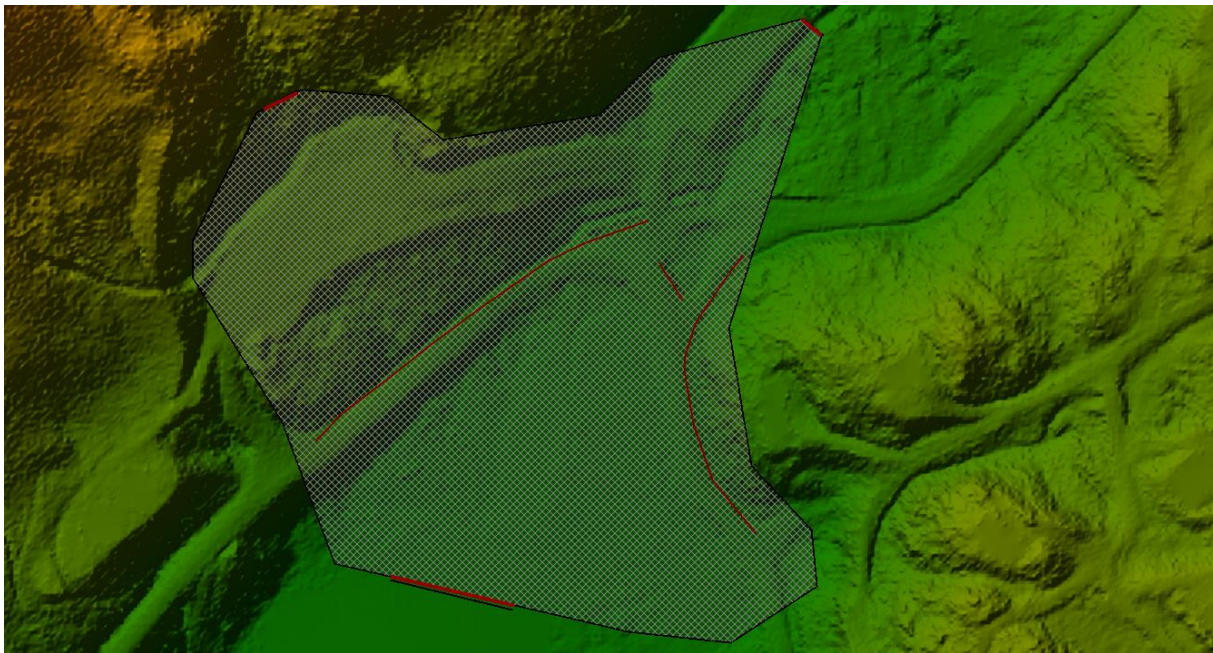


Figur 13: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser for Gulsvikelva.

Basert på den samme terrengmodellen er det satt opp en egen modell for de to bekkene som løper ut i nordre ende av Nordre Fisketjern. Tabell 20 viser parameterne benyttet i modellen, mens Figur 14 viser terrengmodell, utstrekninga til beregningsgriddet og plasseringa til grensebetingelsene.

Tabell 20: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for bekkene.

Parameter	Verdi
Oppløsning på terrengmodell	1 x 1 meter
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Nedstrøms grensebetingelse	Fast vannstand i Nordre Fisketjern på 787.8 moh.
Cellestørrelse beregningsgrid	1 x 1 meter
Likningssett	Full momentum
Tidsskritt	Gitt av courant-number mellom 0,1 og 1,0
Manningstall	25



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

5.3 Verifikasjon av modellen / kalibrering mot flomhendelse okt. 2020.

Punktene med løv og gress avsatt i trær under flommen 05.10.2020, se Figur 3, ble sammen med estimert vannføring under flommen benyttet til å kalibrere ruhetsparameteren til modellen. På grunn av usikkerhet i interpoleringa av elva i terrengmodellen og siden kalibreringspunktene ble innmålt med relative høyder, ble punktene på myrene lagt mest vekt på under kalibreringa.

Modellområdet ble delt inn i tre arealtyper: Elv, myr og skog. Hver arealtype ble gitt et Manningstall. I den kalibrerte modellen ble ruheten i elva satt til 20, ruheten i myrene satt til 15 og ruheten i skogen satt til 10.

En estimert vannføring på $19,9 \text{ m}^3/\text{s}$ for hendelsen 05.10 gir en dybde på 0,22 m for det nordligste myrpunktet (målt 0,3 m), 0,32 m for det sørligste myrpunktet (målt 0,3 m) og 0,38 m for punktet midt i flomløpet (målt 0,4 m). Merk at det her også er usikkerhet i hva den reelle vannføringen for den aktuelle hendelsen var. Samsvaret i modellen vurderes å være rimelig.

5.4 Modellert fremtidig 200-årsflom

For en fremtidig 200-årsflom viser modelleringen at vannet vil følge myra opp til Nordre Fisketjern. Det gir en økt vannstand i vannet, og et vannspeil som går helt opp til Gulsvikseterveien uten å krysse den. Den flate myra mellom Gulsvikelva og Søndre Fisketjern vil også oversvømmes.

Strømningshastighetene forbi planområdet er beskjedne, men i den nedre, brattere delen av Gulsvikelva vil det oppstå store vannhastigheter i elva under flom med vannhastigheter større enn 5 m/s. Elva går her med sidekanter primært av fjell i dagen.

For en fremtidig 200-årsflom viser modellen for bekkene og Nordre Fisketjern at de vil fylle opp bak veien, før den overtoppes på begge sider av krysset.

5.5 Sensitivitetsanalyse

Siden det er flere usikkerhetsmomenter i både flomberegninga og oppsettet av modellen, er det utført en sensitivitetsanalyse av modellen for Gulsvikelva. I sensitivitetsanalysen er vannføringen og ruheten økt med 20 %, mens gridstørrelsen minket 1 m, til 4 x 4 meter. Det er også lagt inn en justering i terrengmodellen som tvinger mer av vannet gjennom hovedløpet av Gulsvikelva forbi planområdet.

Øking i vannføring med 20 % fører til at vannstanden i Nordre Fisketjern øker ca. 0,1 meter, noe som gir litt større områder med oversvømt myr. Det gir også en økning i vannstand på myra mellom elva og Søndre Fisketjern på ca. 0,15 meter, noe som gir fra 0 til 4 meter økt utstrekning på oversvømt areal. 20 % høyere ruhet gir omtrent 0,05 m høyere vannstand i Nordre Fisketjern med tilstøtende myr, samt på myra mellom elva og Søndre Fisketjern. Endret gridstørrelse til 4 x 4 m ga en vannstandsending på $\pm 0,01$ m, noe som har minimal innvirkning på oversvømt areal.

I simuleringene står en betydelig del av terrenget i «innersvingen» i Gulsvikelva øst for *Kroksetre* under vann. For deler av elva finnes det punkter over hele elvebunnen, men i dypere områder i dette området har vi ingen laserpunkter eller tverrprofiler. Benyttet interpolert terrengmodell gir her trolig ei grunnere elv med mindre kapasitet enn den har i virkeligheten. Det virker dermed trolig at det i virkeligheten vil være noe mindre vann som tar innersvingen gjennom skogen/myra bak *Kroksetre*, og noe mer vann som holdes i hovedløpet forbi Nordre Fisketjern. Det er gjort en konservativ betraktning hvor terrenget i innersvingen er hevet for å tvinge mer vann rundt i hovedløpet av elva. Justeringen i terrengmodellen slik at vannet i mindre grad tar innersvingen, gir en vannstandsøkning på 0,23 meter i Nordre Fisketjern. Denne tilpasningen gir også best samsvar med nivå på registrert drivgods i vegetasjonen langs elva etter hendelsen oktober 2020.

Sensitivitetsanalysen viser at terrengjusteringen for fordeling av vann i hovedløpet har størst effekt på flomnivåene ved Nordre Fisketjern, og denne legges til grunn.

5.6 Vurdering opp mot tidligere observasjoner

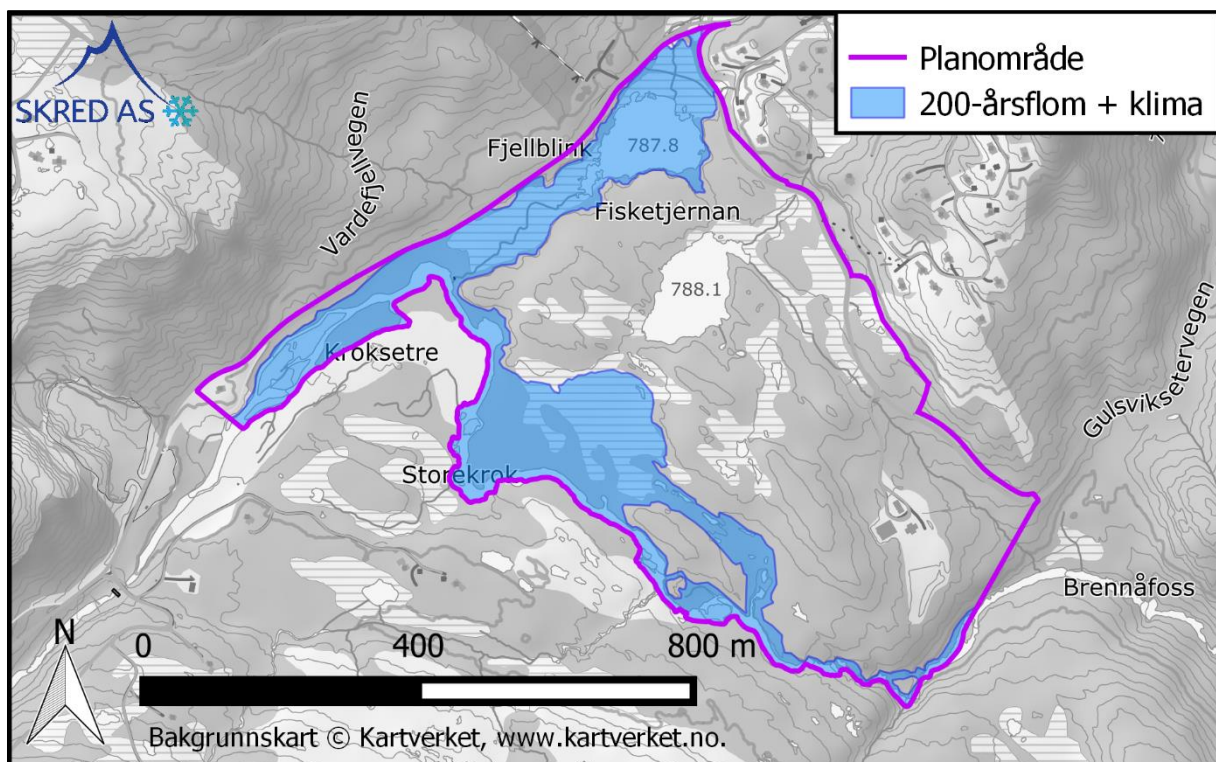
Vi har snakket med hytteeiere som holder til i hyttene rett øst for Nordre Fisketjern. De beskriver en flomhendelse for 5-6 år siden da vannstanden i Nordre Fisketjern kun var 10 cm under nivået på veibanen på Gulsvikseterveien. Vi er ikke kjent med at nivået på Gulsvikseterveien er endret av betydning de siste årene, observasjonen indikerer da en flomvannstand på rundt 788,7 moh. Den største hendelsen i perioden på den nærliggende målestasjonen 12.212 Hangtjern tilsvarer en hendelse med mellom 10 og 20 års gjentakintervall. Nivået på en 200-årsflom bør ligge en del høyere enn dette nivået.

6 Faresoner for flom

Basert på resultater fra modelleringen, observasjoner fra tidligere hendelser og vurdering av sensitivitetsanalysen 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 fremkommer av Figur 15.

Dimensjonerende 200-års flomvannstand inkl. klimapåslag i Nordre Fisketjern er vurdert til å være 788,9 moh. Nivået gjenspeiler modelleringresultatet med en terrengjustering for å tvinge vann i hovedløpet av elva. For å ta hensyn til usikkerhet, anbefales det å legge til en sikkerhetsmargin på ytterligere 0,5 m.



Figur 15: 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 skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Siden elva er bred og flat gjennom store deler av planområdet, er også hastigheten og erosjonspotensialet lavt. I den nedre, brattere delen av planområdet er vannhastigheten stedvis større enn 5 m/s, noe som gir potensiale for erosjon. Samtidig, så er det i mindre grad eroderbare masser i dette området siden elveløpet delvis er av berg/fast fjell.

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 anbefales sterkt å opprettholde et naturlig vegetasjonsbelte langs elvekanten som blant annet vil gi en naturlig sikring mot erosjon.

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.

9 Endring i flomforhold som følge av dam

Dagens normalvannstand i Nordre Fisketjern er 787,8 moh., mens dimensjonerende flomnivå er 788,86 moh. Nordre Fisketjern kan dermed ha en flomdempende effekt på omliggende områder, som vil reduseres av den påtenkte dammen.

For å undersøke effekten av dette er et dybderaster for dimensjonerende flom eksportert fra den hydrauliske modellen. Volumet er funnet ved å beregne summen av høydene for alle 1 x 1 m-cellene innenfor dammen. Dette volumet er så korrigert for varierende bunnivå i terrengmodellen. Det er gjort ved å finne forskjellen mellom summen av høyden til cellene i Nordre Fisketjern og summen av forskjell mellom flomvannstand og normalvannstand for de samme cellene. Dette gir et redusert volum på grunn av dammen på 25 356 m³. Dette tilsvarer litt over syv minutter med dimensjonerende flom, og effekten av mindre flomdemping på omliggende områder kan anses som neglisjerbar.

10 Konklusjon

Dimensjonerende 200-årsflom i Gulsvikelva, inkludert klimapåslag på 20 %, er beregnet til 59 m³/s. For de to bekkene som løper ut nord i Nordre Fisketjern er dimensjonerende 200-årsflom beregnet til 0,9 og 1,1 m³/s. Det er etablert to hydrauliske modeller, en for Gulsvikelva med omliggende områder og en annen for bekkene som løper ut i nordenden av Nordre Fisketjern. Modelleringen viser at store myrområder i tilknytning til elva vil oversvømmes, og at flomvannet vil øke vannstanden i Nordre Fisketjern.

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. Dimensjonerende flomvannstand i Nordre Fisketjern er vurdert til 788,9 moh. For å ta hensyn til usikkerhet, anbefales det å legge til en sikkerhetsmargin på ytterligere 0,5 m.

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.

For dagens situasjon vurderes erosjonssikkerheten tilstrekkelig etter kravene i TEK17. For å opprettholde tilstrekkelig erosjonssikkerhet over tid, er det nødvendig med jevnlig tilsyn av elveløpet og eventuell utbedring ved skader. Det naturlige vegetasjonsbeltet langs elvekant bør beholdes.

Det planlegges en heving av vannspeilet i nordre Fisketjern ved å anlegge en liten dam. Det er verifisert at dette tiltaket ikke vil gi omliggende nedstrøms områder økt flomulempe.

11 Referanseliste

DiBK, 2018. Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK17) [WWW Document]. Hjemmeside.

URL <http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/>

MET, 2015 Dimensjonerende korttidsnedbør. URL

http://publikasjoner.nve.no/rapport/2015/rapport2015_134.pdf

Norsk Klimaservicesenter, 2017. Klimaprofil Buskerud. April 2017. URL

<https://cms.met.no/site/2/klimaservicesenteret/klimaprofiler/klimaprofil-buskerud/attachment/12029?ts=15dcb13f302>

NVE, 2011. Retningslinjer for flomberegninger. NVE retningslinjer 4-2011.

NVE, 2015a Veileder for flomberegninger i små nedbørfelt. NVE veileder 7-2015.

NVE, 2015b Anbefalte metoder for flomberegninger i små uregulerte nedbørfelt. NVE rapport 97-2015.

NVE, 2016. Klimaendring og framtidige flommer i Norge. NVE rapport 81-2016.

NVE, 2017 Veileder til vannressursloven og NVEs behandling av vassdrags- og grunnvannstiltak. Veileder nr 1-2017. URL

https://publikasjoner.nve.no/veileder/2017/veileder2017_01.pdf

Spreafico, M., Hodel, H.P., Kaspar, H., 2001. Rauheiten in ausgesuchten schweizerische Fliessgewässern.