

Grunneiere av 253/22, 253/25 og 253/93

► Flomvurdering Mysusæter

Oppdragsnr.: 5187427 Dokumentnr.: HYD-01 Versjon: B01 Dato: 2021-07-15



Oppdragsgiver: Grunneiere av 253/22, 253/25 og 253/93
Oppdragsgivers kontaktperson: Torkil Michelsen
Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder: Line Brånå Bergum
Fagansvarlig: Fleur Kettner
Andre nøkkelpersoner: Kuganesan Sivasubramaniam

B01	2021-07-15	Flomvurdering Mysusæter	Kuganesan Sivasubramaniam	Fleur Kettner	Line Brånå Bergum
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammen drag

Norconsult AS er engasjert av Grunneiere av 253/22, 253/25 og 253/93 for flomvurdering i Mysusæter i forbindelse med utbygging av fritidsbebyggelse på Mysusæter i Sel kommune, Innlandet.

200-årsflom med 40% klimapåslag for Felt-1 og Felt-2 på Mysusæter er beregnet vha. den rasjonale formel til hhv. 3,2 m³/s og 1,3 m³/s.

Flomvannstand og flomutbredelse i vassdraget er beregnet ved bruk av en todimensjonal hydraulisk modell i dataprogrammet HEC-RAS 6.0. Resultatet fra vannlinjeberegningen er presentert på flomsonekart som ligger vedlagt denne rapporten.

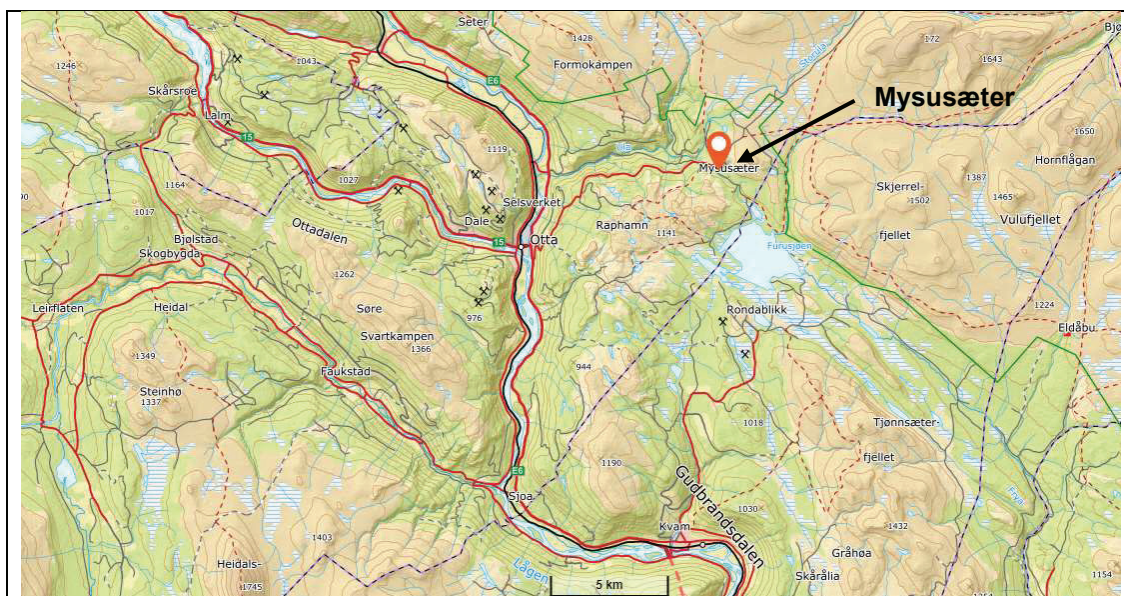
Utførte beregninger tilsier at områdene nær bekkeløpet vil være utsatt i en flomsituasjon. Beregnede vanndybder (m) og «dybde*hastighet» (m²/s) for Q₂₀₀ inkl. klimapåslag er imidlertid lavt (mindre enn 0,3) langs det oversvømte området. Det kan likevel oppstå materielle skader ved flom med mindre avbøtende tiltak er iverksatt. Bygninger på tomte bør ligge over beregnet flomvannstand pluss et fribord (normalt 0,3 – 0,5 m, avgjøres av NVE).

► Innhold

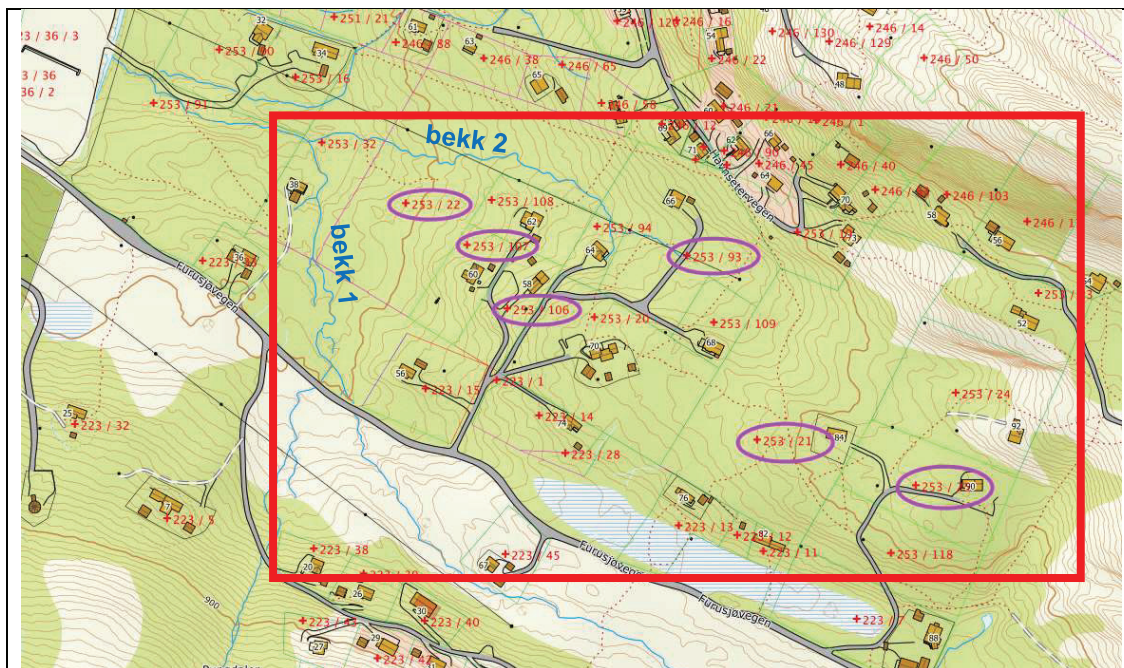
1	Innledning og forutsetninger	5
1.1	Beskrivelse av nedbørfelt	6
2	Beregning av flomstørrelser	7
2.1	Målestasjoner og flomfrekvensanalyse	7
2.1.1	Vurdering av årsmiddeltilsig	7
2.1.2	Sesongvariasjon	7
2.1.3	Flomfrekvensanalyse	8
2.1.4	Beregning av momentanflom	9
2.2	Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt	9
2.3	Nedbør-avløpsmetoden (PQRUT)	10
2.3.1	Nedbørdata	10
2.3.2	Flommodellen (PQRUT) og modellparametere	10
2.4	Rasjonale formel	12
2.5	Endelig valg av flomstørrelse og klimapåslag	13
3	Hydraulisk modell	15
3.1	Beregningsmodell	15
3.2	Grensebetingelser	16
3.3	Infrastruktur i modellen	16
4	Resultater	17
5	Diskusjon og vurdering av resultat	19
6	Referanser	20
7	Vedlegg	21
7.1	Flomsonekart 200-årsflom inkl. 40% klimapåslag	22
7.2	Nedbørfeltparametere, hentet fra Scalgo (https://scalgo.com/)	23
7.3	Nedbørfeltparametere, hentet fra NEVINA	25
7.4	IVF kurven, Lillehammer	26
7.5	Flomfrekvenskurver	27
7.6	Info høydesystem	29
7.7	Oppmålinger av kulvert i vassdraget	30

1 Innledning og forutsetninger

I forbindelse med utbygging av fritidsbebyggelse på Mysusæter er Norconsult AS engasjert av Torkil Michelsen for flomvurdering ved Mysusæter i Sel kommune i Innlandet, se Figur 1. Vurderingene er knyttet til to små bekker, som begge renner på hver sin side av tomtene (se Figur 2). Det er gjort beregninger for flom med gjentakintervall på 200 år, samt 200 år i et fremtidig klima. Oversiktskart med markering av Mysusæter og de aktuelle tomtene (gnr/bnr. 253/22, 253/25, 253/93 samt deler av 253/21, 253/106 og 253/107), hvor de er planlagt bygd, er vist i Figur 1 og Figur 2.



Figur 1: Oversiktskart med markering av Mysusæter i Sel kommune.



Figur 2: Oversiktskart med markering av de aktuelle tomtene ved Mysusæter

1.1 Beskrivelse av nedbørfelt

Flomvurdering i denne rapporten er knyttet til to små bekker i det aktuelle området. Bekken i Felt-1 på sør- og østsiden av tomtene, og bekken i Felt-2 renner på nordsiden (se Figur 2). Nedstrøms renner de to bekkene sammen og danner en bekk som renner videre ned elva, Ulla. Feltareal til Felt-1 og Felt-2 er hhv. på 0,18 km², og 0,81 km² oppstrøms samløpet (se Figur 3).

Vassdragene består hovedsakelig av åpen fastmark (~50%), skog (~40%) og noe myr (~3 %). Felt-1 har to tjerner og effektiv sjøprosent er 0,23, men Felt-2 har ingen tjerner, dvs. effektiv sjøprosent er 0,0. Det er ingen kjente overføringer til eller fra feltene. Nøkkeldata for nedbørfeltene er presentert i Tabell 1, mens et oversiktskart med markering av nedbørfeltene er vist i Figur 3.

Nedbørområdet er beregnet med to verktøy (NEVINA og Scalgo) som gir ulik avgrensning. NVEs webapplikasjon NEVINA skiller ikke grensen mellom Felt-1 og Felt-2. Vi har benyttet feltareal beregnet ved bruk av Scalgo [6]. Feltdata fra Scalgo og NEVINA (felt til samløp) er vist i vedlegg 7.2 og 7.3.

Tabell 1: Nøkkeldata for nedbørfeltet.

Nedbørfelt	Areal (km ²)	Eff. sjø %	Felthøyde, min-med-maks (m o.h.)	Q _N (l/s/km ²)
Felt-1	0,81	0,23	876-927-1043	12,5 (11,4)*
Felt-2	0,18	0,0	871-939-1080	12,5 (11,4)*

* Justert, NEVINA verdi i parentes, se avsnitt 2.1.1



Figur 3: Nedbørfelt.

2 Beregning av flomstørrelser

2.1 Målestasjoner og flomfrekvensanalyse

Utvalgte målestasjoner er benyttet i en regional flomanalyse (vedlegg 7.5). En oversikt over målestasjoner er gitt i Tabell 2 og plassering er vist i Figur 4. Målestasjonene er valgt ut fra geografisk nærhet med nedbørfelt til Mysusæter og som har relativt sett små feltareal. Generelt sett er det lite utvalg av gode målestasjoner i området. Videre er det ingen målestasjoner med en feltstørrelse som ligner på Mysusæter.

Tabell 2: Målestasjoner benyttet i flomberegning.

Målestasjon	Feltareal (km ²)	Periode	Høyde (m o.h.) (min-med-max)	Eff. Sjø (%)	Midlere spes. avrenning Q _N (l/s/km ²)		
					Fra NEVINA, QN1 (1961-1990)	Fra Vannmerke QN	Forhold QN1/QN
2.276 Furusjøen	66,9	1965-1987	852-1037-1661	8,01	14,9	18,4	0,81
2.1151 Frya bru	181,6	2015 - 2020	647-1062-1661	1,13	15,6	18,7	0,83
2.479 Li bru	156,9	1998-2020	753-1290-2169	0,01	21,1	22,9	0,92
2.1191 Sula v/Bruli	33,2	2016 - 2020	701-960-1143	0,17	13,5	13,4	1,01
2.398 Marsjø ndf.	23,5	1981-1992	1064-1194-1639	10,95	19,2	20,8	0,92
12.171 Hølervatn	79,4	1969-2020	780-902-1203	2,40	16,5	17,3	0,96
2.1 Hådammen	37,9	1990-2016	449-566-744	0,81	19,9	22,3	0,89
Gjennomsnitt							0,91

2.1.1 Vurdering av årsmiddeltilsig

Ifølge NVEs avrenningskart for 1961-1990 er middeltilsiget til nedbørfeltene til Mysusæter 11,4 l/s/km². I analysen er det for vannmerkene i området lagt til grunn faktisk observert middeltilsig (se Tabell 2). For vannmerkene i området gir NEVINA gjennomsnittlig 10-20 % lavere middeltilsig enn målte verdier, unntatt for 2.1191 Sula v/Bruli. Men 2.1191 Sula v/Bruli har bare 5 år med observasjoner. Vi har derfor valgt å øke NEVINA verdien for middeltilsiget til Mysusæter med 10 %. Middeltilsiget til Mysusæter som benyttes videre er $1,1 \times 11,4 = 12,5$ l/s/km².

2.1.2 Sesongvariasjon

I flomberegninger er det vanlig å skille på ulike flomsesonger. I dette området i Innlandet opptrer de største flommene normalt på vår (i mai og juni) på grunn av snøsmelting, men vassdragene er små, og i prinsippet kan flommer opptre hele året.



Figur 4: Målestasjoner benyttet til frekvensanalyse.

2.1.3 Flomfrekvensanalyse

Det er utført flomfrekvensanalyse på vannmerkene listet opp i Tabell 2, og estimert vannføringer ved middelflom, og 200-årsflom er vist i Tabell 3. Beregningene er gjort med NVEs programvare for ekstremveridianalyse, DAGUT, ved bruk av Gumbelfordeling og GEV-fordeling. Estimert døgnverdi for Q_{200} ved disse vannmerkene varierer fra 337 til 513 l/(s*km²).

Tabell 3: Frekvensanalyse for årsflommer utført på utvalgte vannmerker (døgnmiddel i l/s/km²).

Målestasjon	Ant, år	Q _M	Q ₂₀₀	Q ₂₀₀ / Q _M	Tilpasning
2.276 Furusjøen	24	165	421	2,5	Gumbel
2.1151 Frya bru	6	146	-	-	-
2.479 Li bru	23	186	456	2,5	Gumbel
2.1191 Sula v/Bruli	5	191	-	-	-
2.398 Marsjø ndf.	11	75	-	-	-
12.171 Hølervatn	52	192	337	1,8	GEV
2.1 Hådammen	27	246	513	2,1	Gumbel
Gjennomsnitt		172	432	2,2	

2.1.4 Beregning av momentanflom

Flomstørrelsene beregnet for vannmerkene vist i Tabell 3 gjelder for gjennomsnittlig verdi over ett døgn. Maksimal flomstørrelse vil alltid være større enn døgnmiddelverdien. Siden feltstørrelsen er liten og høstflommene gjerne er de største i dette området er kulminasjonsvannføringen i feltet beregnet ved bruk av forholdstallet mellom momentanflom og døgnmiddelflom, basert på formelen for høstflommer. Formelen (1) for forholdstallet er hentet fra NVEs retningslinjer for flomberegninger og gjengitt under.

Beregnet forholdstall mellom momentanflom og døgnmiddelflom (Q_{mom}/Q_{døgn}) for Felt-1 og Felt-2 Mysusæter er hhv. 2,19 og 2,31. 200-årsflom (døgnmiddelverdi) for Mysusæter, basert på regional flomfrekvensanalyse, er 337 – 513 l/s/km². Dermed er kulminasjonsvannføring ved Q₂₀₀ ved Mysusæter vist i Tabell 4.

$$Q_{mom}/Q_{Døgn} = 2,29 - 0,29 \cdot \log(A) - 0,270 \cdot A_{SE}^{0,5} \quad (1)$$

Tabell 4: Kulminasjonsverdier for 200-årsflom basert på flomfrekvensanalyse.

Felt	Areal (km ²)	Kulmin. faktor	200-årsflom (m ³ /s)
Felt-1	0,81	2,2	0,6 – 0,9
Felt-2	0,18	2,3	0,1 – 0,2

2.2 Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt

I prosjektet «Naturfare - Infrastruktur, flom og skred» (NIFS) utarbeidet NVE en ligning for beregning av flomvannføringer i små og uregulerte felt. Formelen er gyldig for felt i hele landet med feltareal mellom 0,2 og 53 km², men er anbefalt verifisert mot lokale målinger [2]. I formelen er flomstørrelsen i et gitt felt avhengig av feltareal, normalt årsmiddeltlig og effektiv sjøprosent. Det henvises til NVE-rapport 7-2015 for flere detaljer knyttet til beregningsmetodikk.

Middelflommen utregnes direkte som en momentanverdi og skaleres ved hjelp av en vekstkurve opp til 200-årsflom. Tabell 5 viser kulminasjonsverdier for middelflom og 200-årsflom beregnet med «formelverk for små nedbørfelt».

Tabell 5: Kulminasjonsverdier for middelflom og 200-årsflom beregnet med «formelverk for små nedbørfelt»

Felt	Areal (km ²)	Middelflom		200-årsflom	
		m ³ /s	(l/s/km ²)	m ³ /s	(l/s/km ²)
Felt-1	0,81	0,32	390	0,94	1160
Felt-2	0,18*	0,1	540	0,29	1590

* Feltareal er litt under den nedre gyldighetsgrensen.

2.3 Nedbør-avløpsmetoden (PQRUT)

Tilsigsflom Mysusæter er beregnet med nedbør-avløpsmodell ved bruk av NVEs web-applikasjon PQRUT. Beregningene baserer seg på nedbørdata, og bruker nedbørforløp til beregning av flomvannføring.

2.3.1 Nedbørdata

Nedbørdata med 200-års gjentaksintervall er presentert i Tabell 6. Disse nedbørdataene er fra IVF-kurven for Lillehammer, hentet fra Lillehammer kommunens nettside (<https://www.lillehammer.kommune.no/nye-ivf-kurver-for-lillehammer.6263058-493210.html>). Se avsnitt 2.4 for mer detaljer om valg av IVF-kurve. I beregningene er nedbørfordelingen antatt symmetrisk med høyeste nedbørintensitet i time 8 av 24.

Tabell 6: M200-verdier (mm) for Mysusæter.

Sesong/varighet (timer)	1	2	3	6	12	24
Årsverdier	30,5	36,0	40,5	49,5	64,0	89,0

2.3.2 Flommodellen (PQRUT) og modellparametere

Modellparameterne til NVEs flommodell PQRUT kan bestemmes ved å kalibrere mot observerte data med fin tidsoppløsning. Da slike data ikke finnes, er det tatt utgangspunkt i feltparametere for de aktuelle feltene. Parameterne som inngår i PQRUT er deretter beregnet med formelverket i NVEs retningslinjer [1].

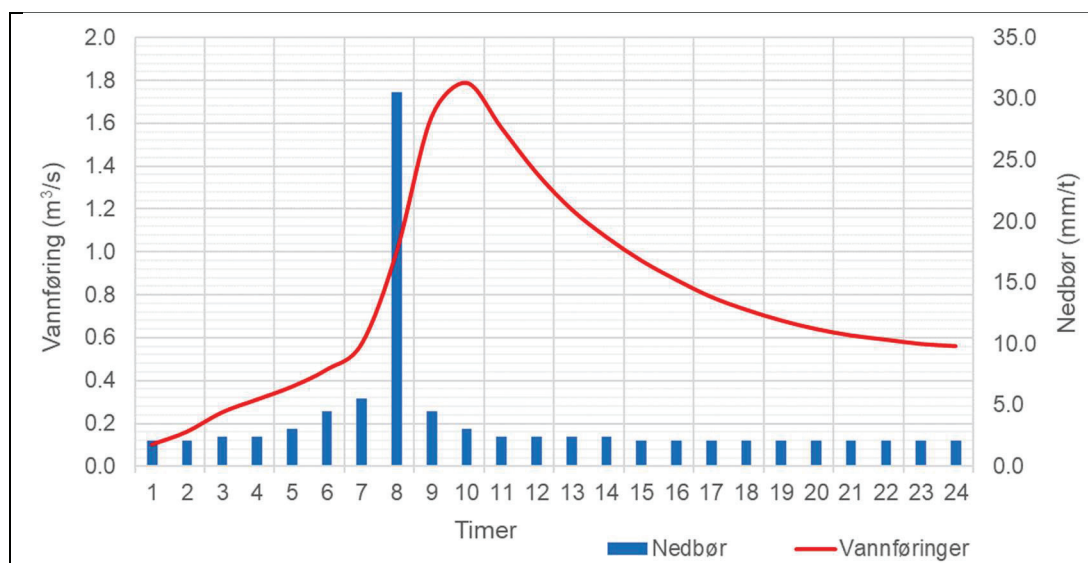
Konsentrasjonstid er beregnet ved bruk av formler gitt i Statens vegvesen Håndbok N200 [4] for naturlige felt, og er 2 og 1 timer for hhv. Felt-1 og Felt-2 Mysusæter. Initialvannføring er satt til årsmiddelvannføring for feltet.

Tabell 7: Parameterverdier ved beregning av Q_{200} .

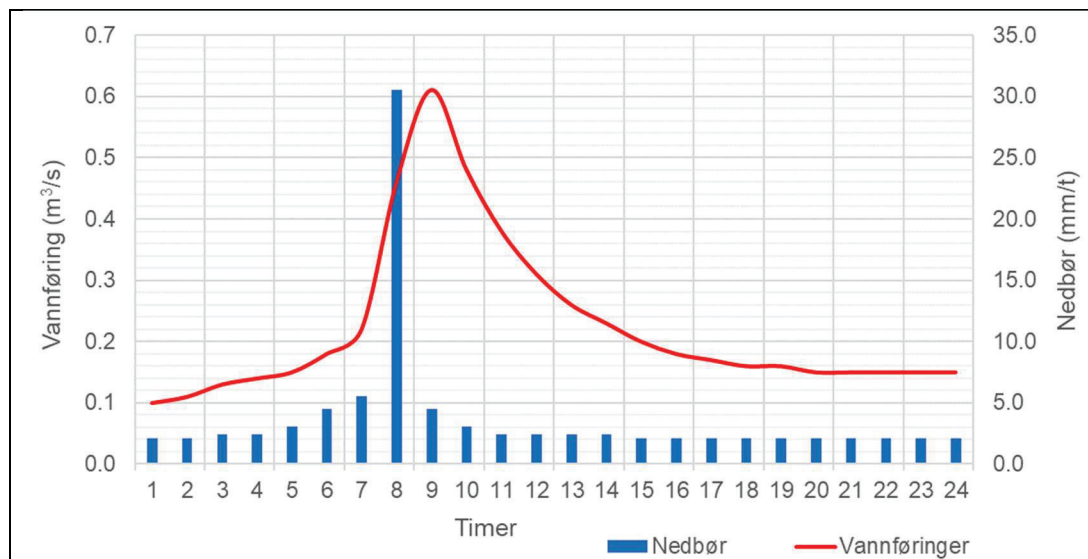
	Felt-1	Felt-2
Øvre tømmekonstant, K1	0,2337	0,40429
Nedre Tømmekonstant, K2	0,04274	0,07229
Terskelverdi, T	5,02584	2,07599
Feltaksens lengde, LF (km)	1,068	1,069
H50 (H75-H25) (m)	78,0	110,0
HL (m/km)	73,03	102,9
Effektiv sjøprosent, ASE (%)	0,23	0,00
QN (l/s/km ²)	12,5	12,5
Modellert Nedbørareal, A (km ²)	0,81	0,18
Konsentrasjonstid, Tc (timer)	2	1
Initialvannføring (m ³ /s)	0,1	0,1

Tabell 8: Q_{200} beregnet med nedbør-avløpsmodell (PQRUT).

Felt	Maks nedbør (mm)	Maks vannføring (kulminasjonsverdi)		Døgnvannføring	
		(m ³ /s)	(l/s/km ²)	(m ³ /s)	(l/s/km ²)
Fel-1	30,5	1,79	2210	0,98	1210
Felt-2		0,61	3390	0,26	1422



Figur 5: Nedbør og vannføring i Felt-1 på Mysusæter ved 200-årsflom.



Figur 6: Nedbør og vannføring i Felt-2 på Mysusæter ved 200-årsflom.

2.4 Rasjonale formel

Avrenningen (Q) i den rasjonelle formelen er basert på målt nedbør, gitt ved:

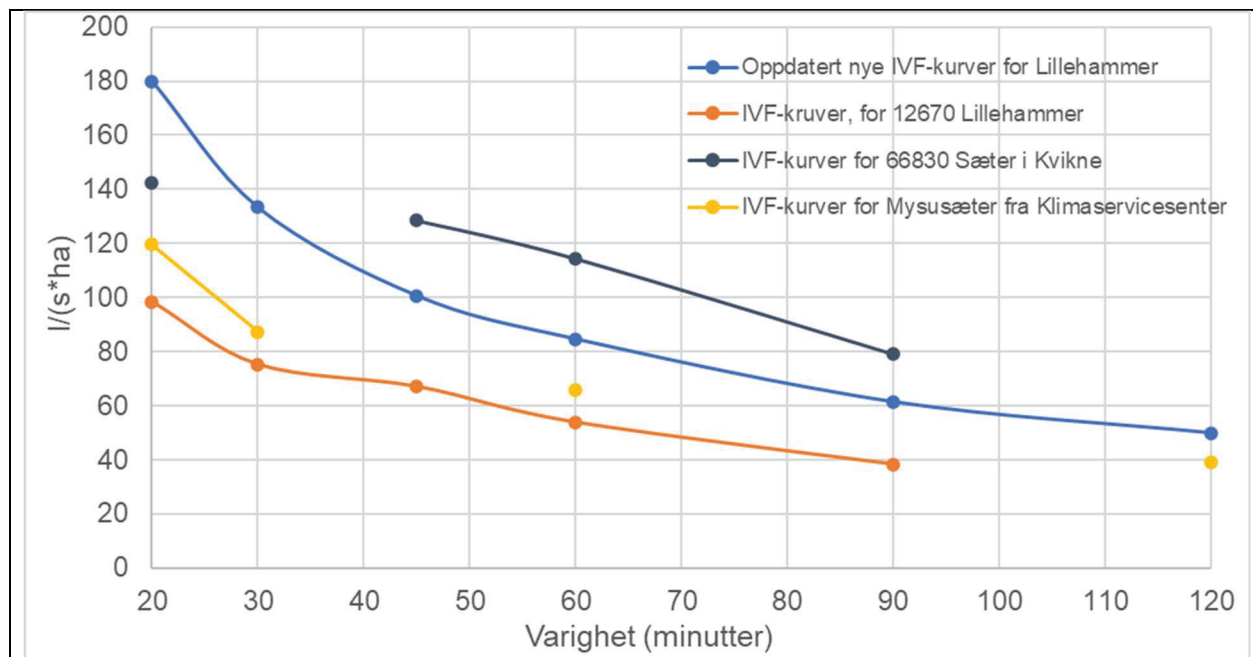
$$Q = C * I * A$$

her C = avrenningsfaktor
 I = dimensjonerende nedbørintensitet, (l/s* ha)
 A = feltareal (ha)

Den rasjonelle formelen passer best til små nedbørfelt (felt mindre enn 2 km²) med rask respons [4]. Dimensjonerende nedbørintensitet (I) er fra IVF-kurve (Intensitet-varighet-frekvenskurver) for en nærliggende representativ nedbørsmålestasjon.

Data fra klimaservicesenter (<https://klimaservicesenter.no/>) viser at det ligger målestasjoner 12670 Lillehammer og 66830 Sæter i Kvikne. I tillegg kan IVF-kurve på stedet (Mysusæter) hentes i klimaservicesenter, men klimaservicesenteret advarer mot å bruke den til dimensjonering. På oppdrag fra Lillehammer kommune har Norconsult AS utarbeidet nye IVF-kurver (Intensitet-Varighet-Frekvens) for Lillehammer (<https://www.lillehammer.kommune.no/nye-ivf-kurver-for-lillehammer.6263058-493210.html>).

Figur 7 viser sammenligning av IVF-kurver for målestasjoner og fra ulike kilder. I denne analysen er nye IVF-kurve for Lillehammer, hentet fra Lillehammer kommunens nettside (vedlegg 7.4) brukt for å beregne nedbørintensiteten med 200 års returperiode.



Figur 7: Sammenligning av IVF-kurver.

Konsentrasjonstid er beregnet ved bruk av formel gitt i Statens vegvesens håndbok N200 for naturlige felt, da nedbørfeltet i hovedsak består av åpen fastmark og skog (se vedlegg 7.2).

Avrenningsfaktor (C) for 10 års returperiode er satt lik 0,4 for fjellområde med lyng og skog, basert på feltegenskaper. Beregningene er imidlertid utført også for avrenningsfaktor C=0,3 og C=0,5, og vist i parentes for å sammenligne. C-faktor for 200 års returperiode fås ved å multiplisere med 1,3, som angitt i håndbok N200.

Tabell 9: 200-årsflom (kulminasjonsverdi) beregnet med rasjonale formel.

	Feltareal (km ²)	Feltlengde (m)	Høyde maks. - min. (m o. h.)	Konsentra- sjonstid (min)	Q ₂₀₀ (l/s/km ²)	Q ₂₀₀ (m ³ /s)
Felt-1	0,81	1230	925 - 869	106	2880 (2160 – 3600)	2,3 (1,8 – 2,9)
Fel-2	0,18	1120	1080 - 871	47	5130 (3845 – 6400)	0,9 (0,7 – 1,2)

2.5 Endelig valg av flomstørrelse og klimapåslag

Flomstørrelse for bekkene i Mysusæter er vurdert ved bruk av flomfrekvensanalyse, «formelverk for små nedbørfelt», nedbør-avløpsmetoden, og rasjonale formel. Resultater fra beregningene og valgt flomverdi i vassdraget er sammenlignet i Tabell 10.

Flomfrekvensanalyse på nærliggende vannmerker gir relativ lavere verdi for 200-årsflom, men som det er skrevet ovenfor er feltarealene til vannmerkene større og ikke sammenlignbart med feltene til Mysusæter.

Nasjonalt formelverk (NIFS), som baserer seg småfelt i hele Norge, gir også en relativ lav flomverdi. PQRUT og rasjonale formel, som bruker nedbørintensitet og -varighet (IVF) gir høyere flomverdier enn NIFS. På grunn av relativt store variasjoner i beregnede vannføringer er det valgt å bruke en konservativ tilnærming ved fastsettelse av flomverdier. Verdiene beregnet med rasjonale formel er dermed benyttet.

Tabell 10: Beregnede kulminasjonsverdier for Q200 (m³/s)

Felt	Frekvensanalyse	NIFS	PQRUT	Rasjonale formel	Valgt verdi
Felt-1	0,6 – 0,9	0,9	1,8	2,3	2,3
Felt-2	0,1 – 0,2	0,3	0,6	0,9	0,9

Klimaframskrivninger for Norge tilsier endringer i fremtidig temperatur- og nedbørforhold. I rapporten «Klimaendring og fremtidige flommer i Norge», har NVE sett på hvordan klimaendringer vil føre til endringer i flomstørrelser frem mot år 2100. Mysusæter ligger i Sel kommune i Innlandet. Ifølge klimaprofil Oppland, basert på rapport om klimapåslag for korttidsnedbør [3] anbefales det et klimapåslag på 40% i dette området for mindre nedbørfelt som reagerer raskt på styrtregn. Det er i videre beregninger valgt å bruke 40% klimapåslag. Kulminasjonsvannføring inkludert klimapåslag er presentert i Tabell 11.

Tabell 11: Flomverdier (kulminasjonsverdi) for Mysusæter.

Felt	Q ₂₀₀ (m ³ /s)	Q ₂₀₀ inkl. klima (40%) (m ³ /s)
Felt-1	2,3	3,2
Felt-2	0,9	1,3

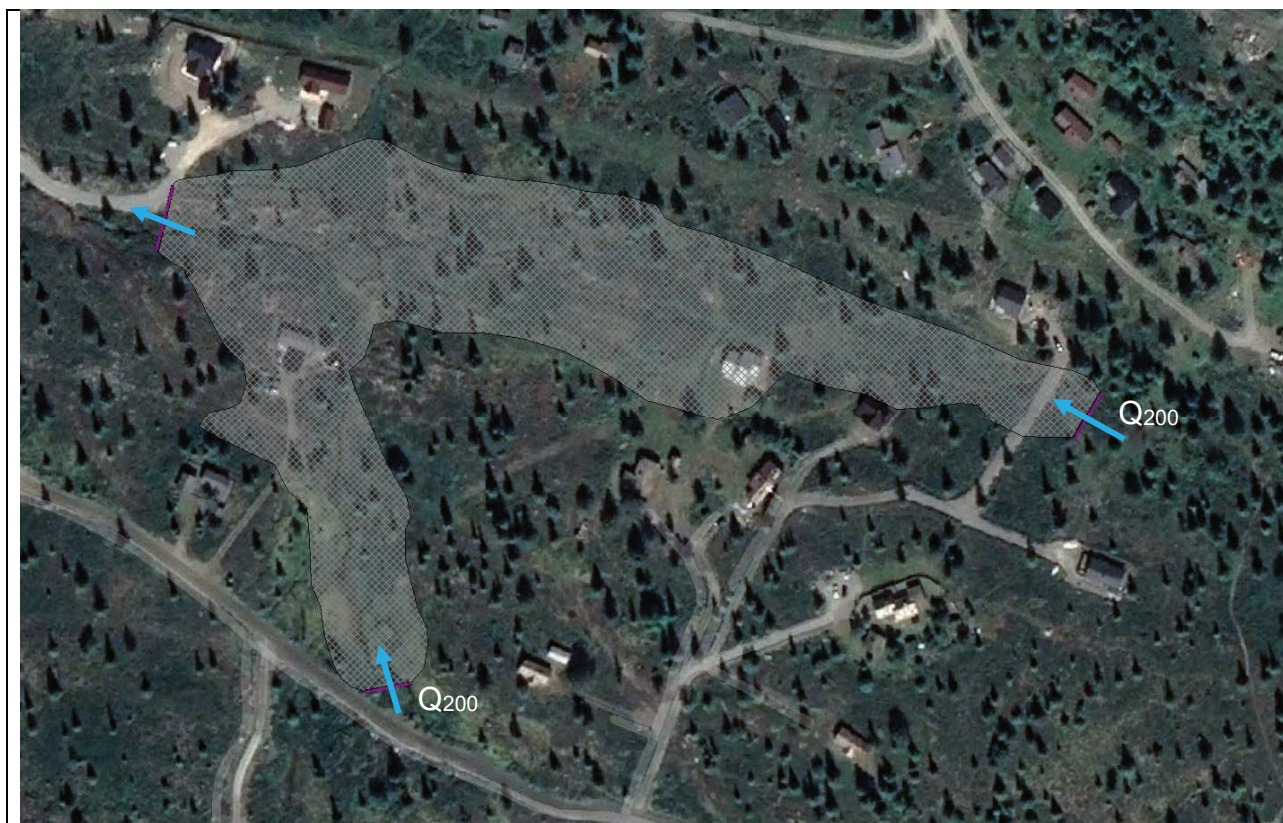
3 Hydraulisk modell

3.1 Beregningsmodell

Vannstandsstigning og flomutbredelse langs bekkene på Mysusæter er beregnet ved bruk av en todimensjonal hydraulisk modell laget i dataprogrammet HEC-RAS 6.0. Grunnlaget for modellen er laserdata «Nord-Gudbrandsdalen 2013» over området fra 2013 hvor nøyaktigheten/tettheten er 5 pkt. per kvadratmeter, og oppløsning er 0,25 x 0,25 m [7]. Høydene i modellen refererer til høydedatum NN1954.

Vannstand, vannføring og vannhastighet i modellen beregnes for celler i et «beregningsmesh». Cellestørrelsen i modellen er satt til 1 x 1 meter. Oversiktskart som viser modellert område, er vist i Figur 8. Modellen er kjørt med et tidssteg på 0,1 sekunder. Disse beregningsforutsetningene gir et Courant tall under 1,0, noe som er anbefalt for å få stabile resultater.

Modellen for Mysusæter dekker både bekk 1 (Felt-1) og bekk2 (Felt-2). Modellen starter for bekk 1 rett nedstrøms den krysser Furusjøvegen og for bekk 2 oppstrøms den krysser adkomstvegen til Furusjøvegen 66. Modellen avslutter rett etter samløpet (se Figur 8).



Figur 8: Kartutsnitt over modellert område.

3.2 Grensebetingelser

Den todimensjonale modellen er satt opp med en øvre og nedre grensebetingelse hvor oppstrøms grensebetingelse er flomvannføring hentet fra Tabell 11. Nedstrøms grensebetingelse er satt lik normalstrømning med bunnhelning på 0,03.

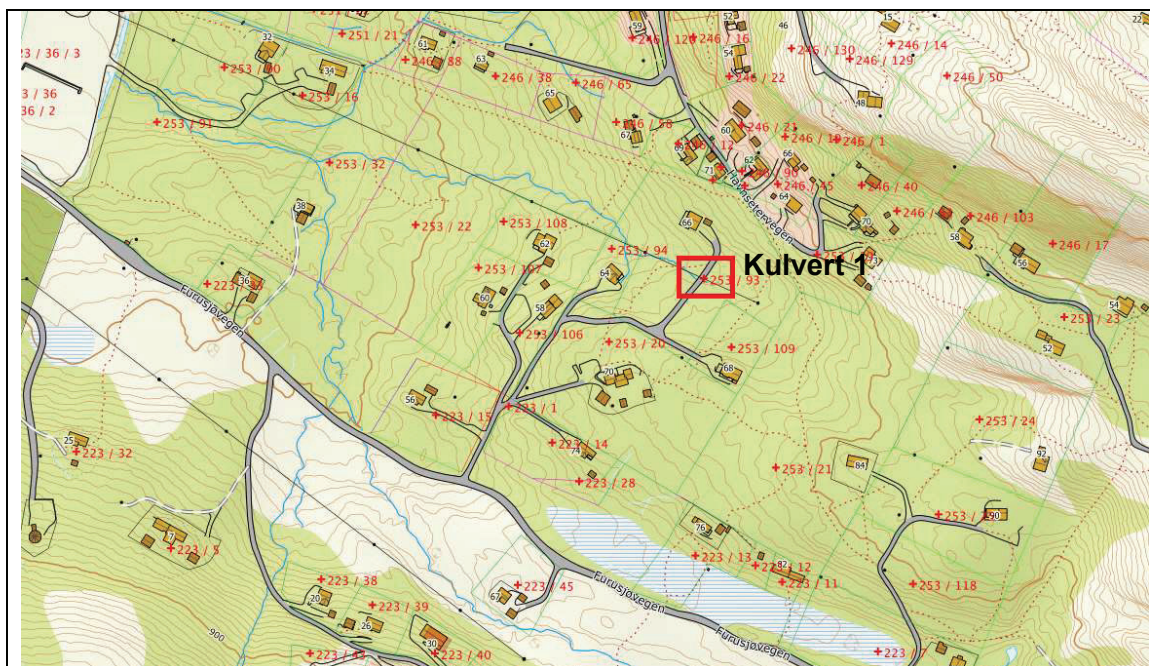
Friksjonsforholdene er vurdert ut fra kart og bilder, samt erfaringstall fra litteratur knyttet til forskjellig arealbruk og utforming av bekken. Friksjonsfaktoren for beregningsstrekningen er basert på Manningstall (n), og varierer fra 0,017 der det er veger til 0,08 i skogområdene. Åpen fastmark og innmarksbeite er satt til 0,045, ferskvann til 0,035 og myr til 0,06. Inndeling av arealsoner er basert på arealressurskart fra Statens kartverk.

3.3 Infrastruktur i modellen

Det er en kulvert på beregningstrekningen. Kulverten ligger på adkomstvegen til Furusjøvegen 66, og plassering er vist i Figur 9. Norconsult har oppmålt den eksisterende kulverten (se vedlegg 7.7). Kulverten er lagt inn i den hydrauliske modellen med innmålte høyder, som vist i Tabell 12. Manningstall for kulvertene er satt til 0,015 som benyttes for betongkulverter.

Tabell 12: Dimensjoner til kulverter i modellen (Høydene i høydesystem NN2000).

	Kulvert 1
Diameter (m)	0,4
Lengde (m)	6,3
Bunnivå innløp (m o. h.)	888,66
Bunnivå utløp (m o. h.)	888,48
Vegtopp (m o. h.)	888,4 – 889,5



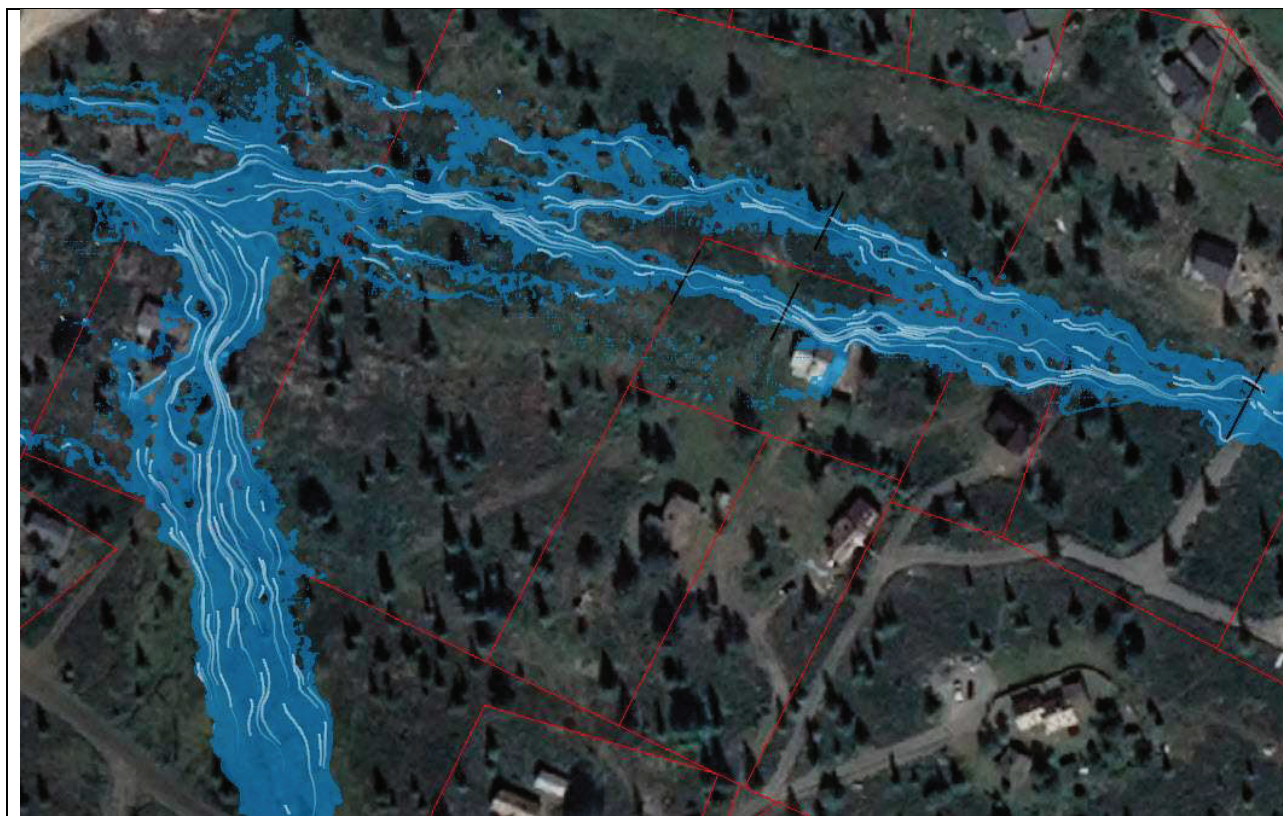
Figur 9: Oversiktskart over kulvert (markert med rød boks).

4 Resultater

Flomsonekart som viser flomutbredelse langs bekkene i utbyggingsområdet, ligger vedlagt (vedlegg 7.1). Flomutbredelsen er vurdert for flom med gjentakintervall på 200 år i et fremtidig klima (200-årsflom inkludert 40 % klimapåslag).

I Figur 10 er det vist oversvømt område ved 200-årsflom med 40 % klimapåslag. I beregningsstrekningen vil flomvannet i hovedsak følge selve bekkeløpet. På enkelte delstrekninger renner imidlertid bekken ut av sitt naturlige løp og oversvømmer nærliggende områder.

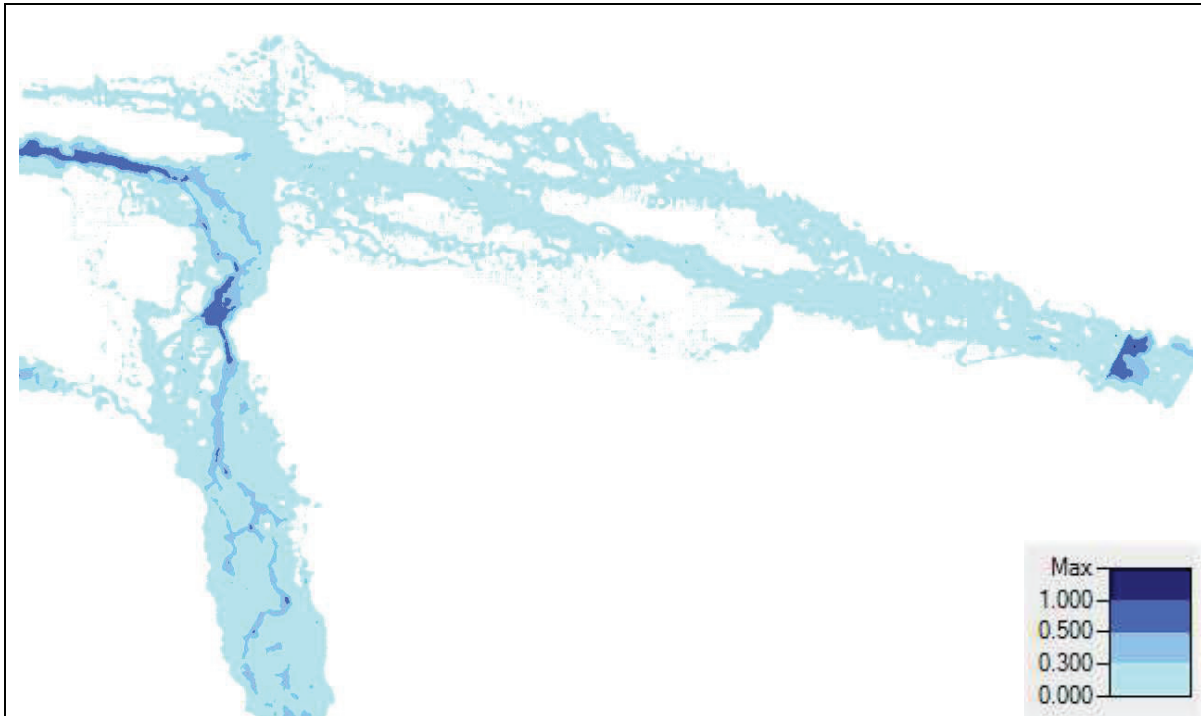
Det ligger en kulvert (adkomstvegen til Furusjøvegen 66) på beregningsstrekningen. Kulverten har ikke tilstrekkelig kapasitet og deler av flomvannet går over vegen.



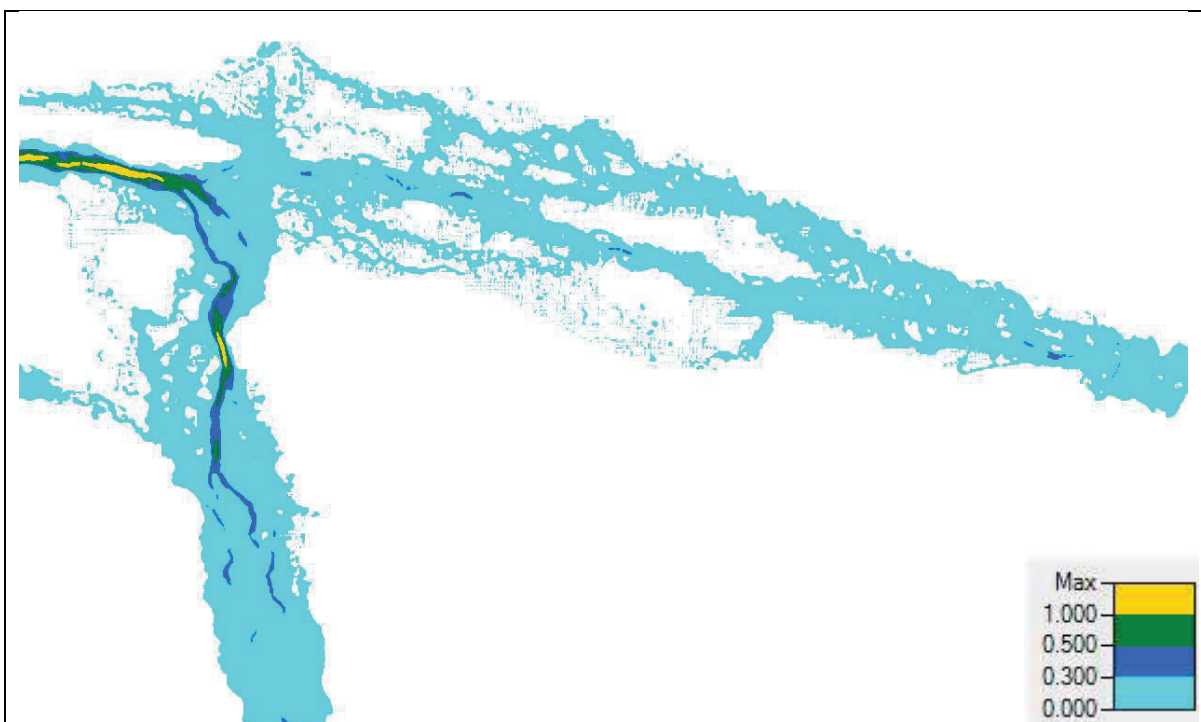
Figur 10: Flomutbredelse Mysusæter med strømlinje (hvite linjer) (200-årsflom med 40% klimapåslag). Eiendomsgrenser er markert med røde linjer.

Beregnete vanddybde og dybde*hastighet (se Figur 11 og Figur 12) for flommen er relativ lav (mindre enn 0,3) for flomutbredelse, bortsett fra bekkeløpet i Felt-1. Gitt de lave verdiene er det liten fare for liv og helse, men flomvannet kan føre til materielle skader til bygningene og infrastruktur.

Bygninger på tomtene bør ligge over beregnet flomvannstand pluss et fribord (normalt 0,3 – 0,5 m, avgjøres av NVE) [5].



Figur 11: Vanndybde [m] i bekkene på Mysusæter, 200-årsflom inkl. 40% klimapåslag.



Figur 12: Dybde*Hastighet [m*m/s] i bekkene på Mysusæter, 200-årsflom inkl. 40% klimapåslag.

5 Diskusjon og vurdering av resultat

Det vil alltid være usikkerheter knyttet til beregninger av flom og flomvannstand. Flomberegningen som er utført for Mysusæter, er gjort med flere ulike beregningsmetodikker og beregnede vannføringer er deretter sammenlignet. Resultatet fra beregningene viser relativt stor forskjell i forventet vannføring, og ved valg av flomstørrelse er en konservativ tilnærming valgt.

Terrengmodellen som vannlinjemodellen er basert på, er laget med punktoppmåling fra 2013 registrert fra fly, og Norconsults egne oppmålinger av kulverten i bekkeløpet. Laserdata inneholder ingen informasjon av elvebunnen under vannflaten. Videre er endring i terrenget etter skanningstidspunktet ikke tatt høyde for. Mer detaljert terrenggrunnlag vil kunne øke nøyaktigheten i beregningene, men eksisterende detaljeringsgrad vurderes som tilstrekkelig og det er ikke forventet at et annet grunnlag vil ha stor innvirkning på flomutbredelse

Høydene i denne rapporten er oppgitt i høydesystem NN1954. Det høydesystemet (NN1954) er 0,105 m lavere enn NN2000 (se vedlegg 7.6).

I beregningene er det forutsatt at kulverten er åpen (ikke tilstoppet). Eventuell tilstopping av kulverten vil føre til høyere vannstand og større flomutbredelse sammenlignet med det flomsonekartene viser.

6 Referanser

- [1] NVE (2011). Retningslinjer for flomberegninger. NVE-rapport 4-2011.
- [2] NVE (2015). Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt. NVE-rapport 7-2015
- [3] Klimaservicesenter (2021). Klimaprofil Oppland <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/oppland>
- [4] Statens vegvesen (2018), Vegbygging Håndbok N200
- [5] NVE (2014), Flaum- og skredfare i arealplanar. NVE-rapport 2-2011. https://publikasjoner.nve.no/retningslinjer/2011/retningslinjer2011_02.pdf
- [6] <https://scalgo.com/en-US/scalgo-live-documentation/country-specific/norway>
- [7] <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>

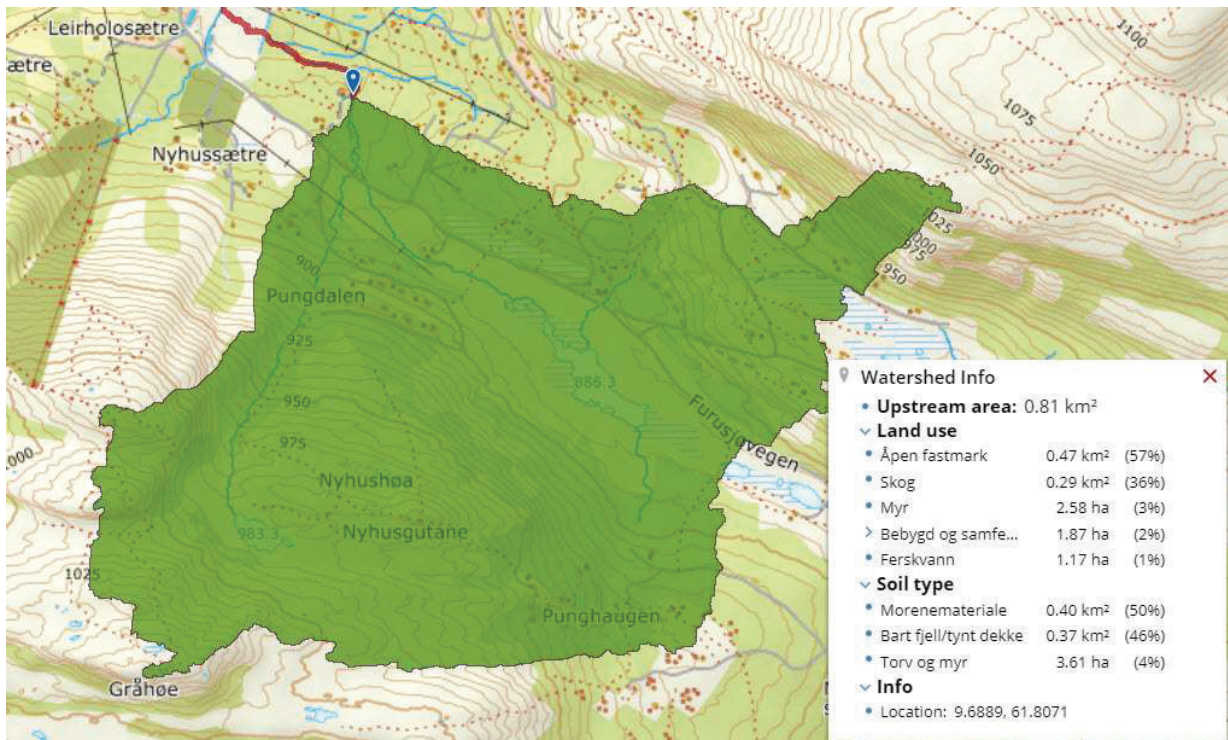
7 Vedlegg

1. Flomsonekart 200-årsflom inkl. 40% klimapåslag
2. Nedbørfeltparametere, hentet fra Scalgo (<https://scalgo.com/>)
3. Nedbørfeltparametere, hentet fra NEVINA
4. IVF kurven, Lillehammer
5. Flomfrekvenskurver
6. Info høydesystem
7. Oppmålinger av kulverter i vassdraget

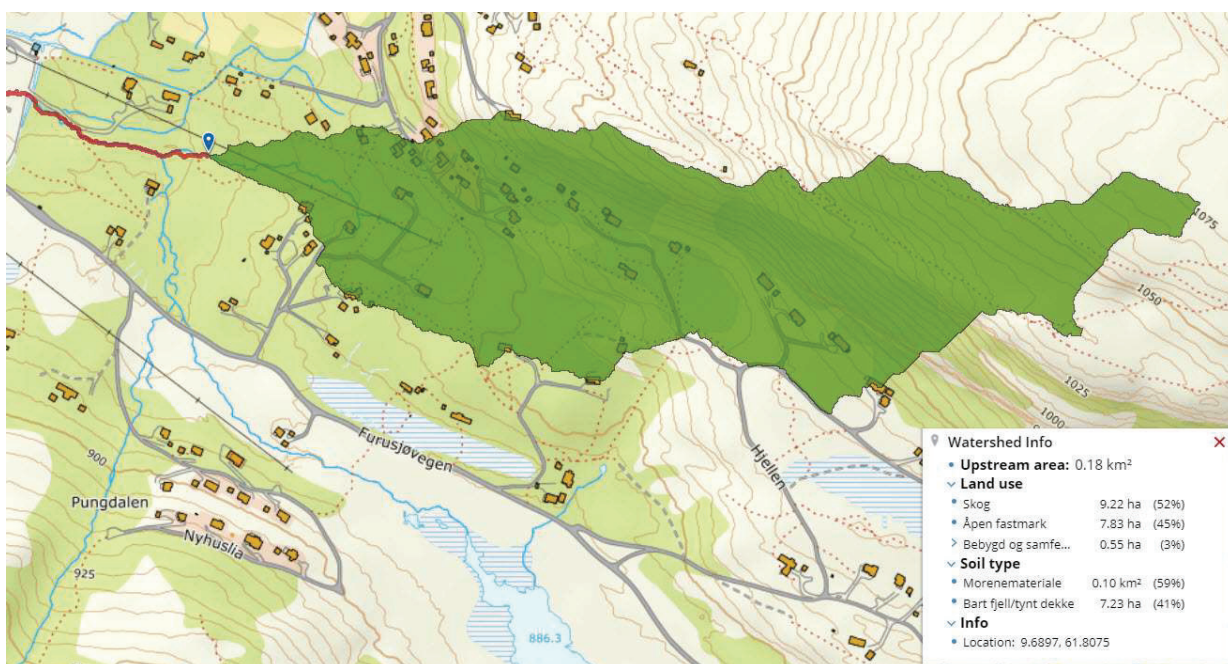
7.1 Flomsonekart 200-årsflom inkl. 40% klimapåslag

7.2 Nedbørfeltparametere, hentet fra Scalgo (<https://scalgo.com/>)

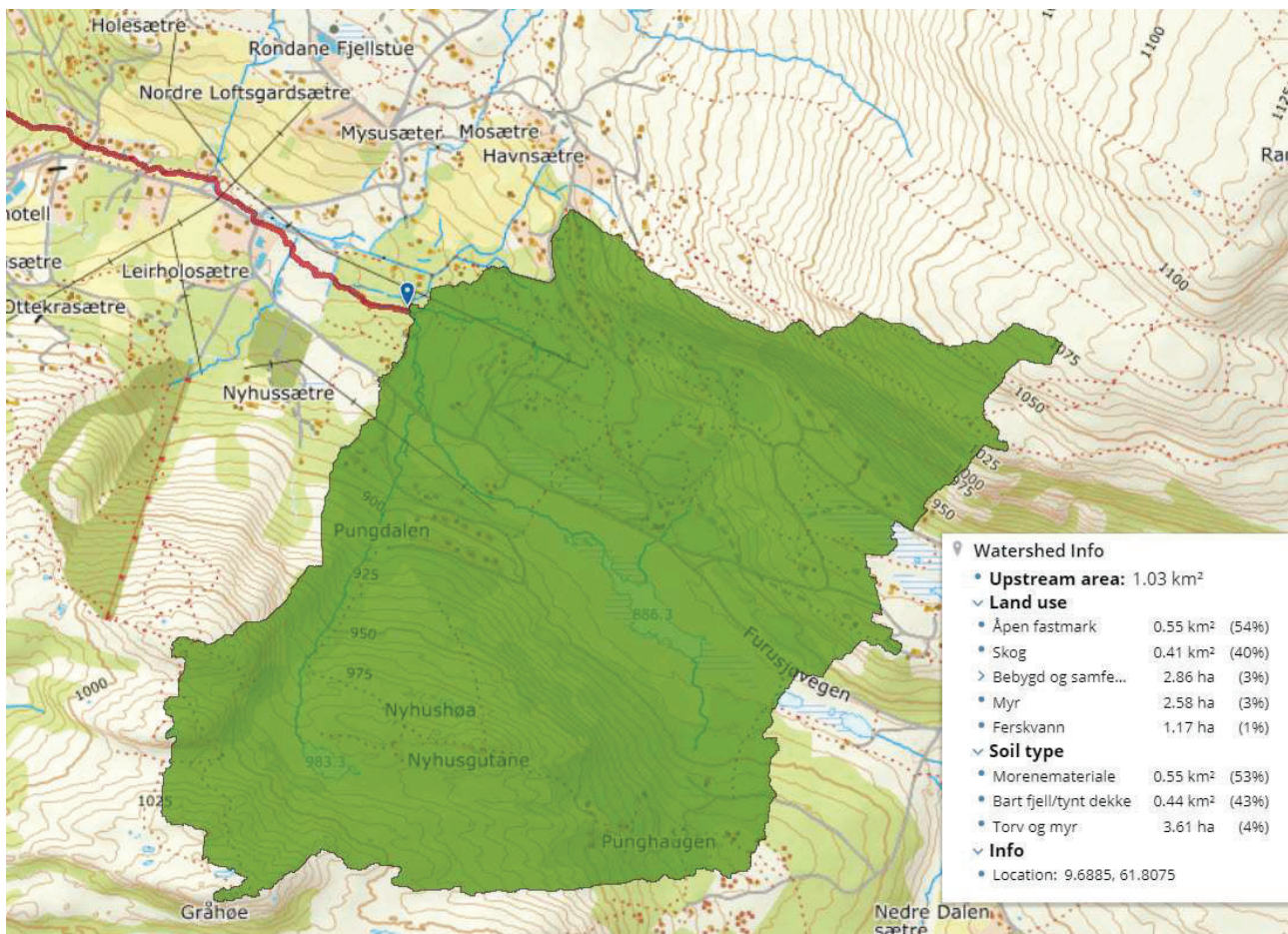
Felt-1



Felt-2



Totalfelt til samløp (Felt-1 & Felt-2)



7.3 Nedbørfeltparametere, hentet fra NEVINA

Totalfelt til samtløp (Felt-1 & Felt-2)

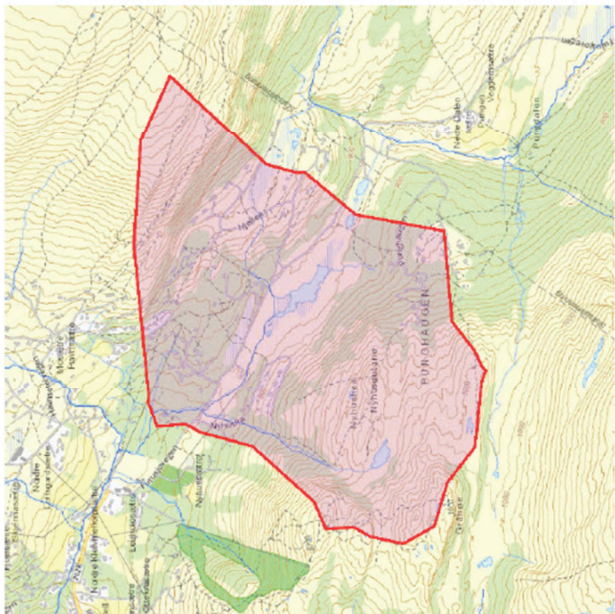
Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 002.DJ1B
Kommune.: Sel
Fylke.: Innlandet
Vassdrag.: Ula

Feltparametere		1.1	km²
Areal (A)		0	%
Effektiv sjø (A _{SE})		1.0	km
Elveleengde (E _L)		47.0	m/km
Elvegradient (E _G)		34.8	m/km
Elvegradient _{100s} (E _{G,100s})		10.8	*
Helning		1.3	km ⁻¹
Dreneringstetthet (D _T)		1.2	km
Feltlengde (F _L)			
Arealklasse		0	%
Bre (A _{BRE})		0	%
Dyrket mark (A _{JORD})		5.7	%
Myr (A _{MYR})		0	%
Leire (A _{LEIRE})		60.3	%
Skog (A _{SKOG})		0.3	%
Sjø (A _{SJØ})		10.6	%
Snøfjell (A _{SF})		0	%
Urban (A _U)		23.4	%
Uklassifisert areal (A _{REST})			

Hypsografisk kurve		876	m
Høyde _{MIN}		891	m
Høyde ₁₀		896	m
Høyde ₂₀		902	m
Høyde ₃₀		917	m
Høyde ₄₀		931	m
Høyde ₅₀		951	m
Høyde ₆₀		974	m
Høyde ₇₀		991	m
Høyde ₈₀		1013	m
Høyde ₉₀		1076	m
Høyde _{MAX}			

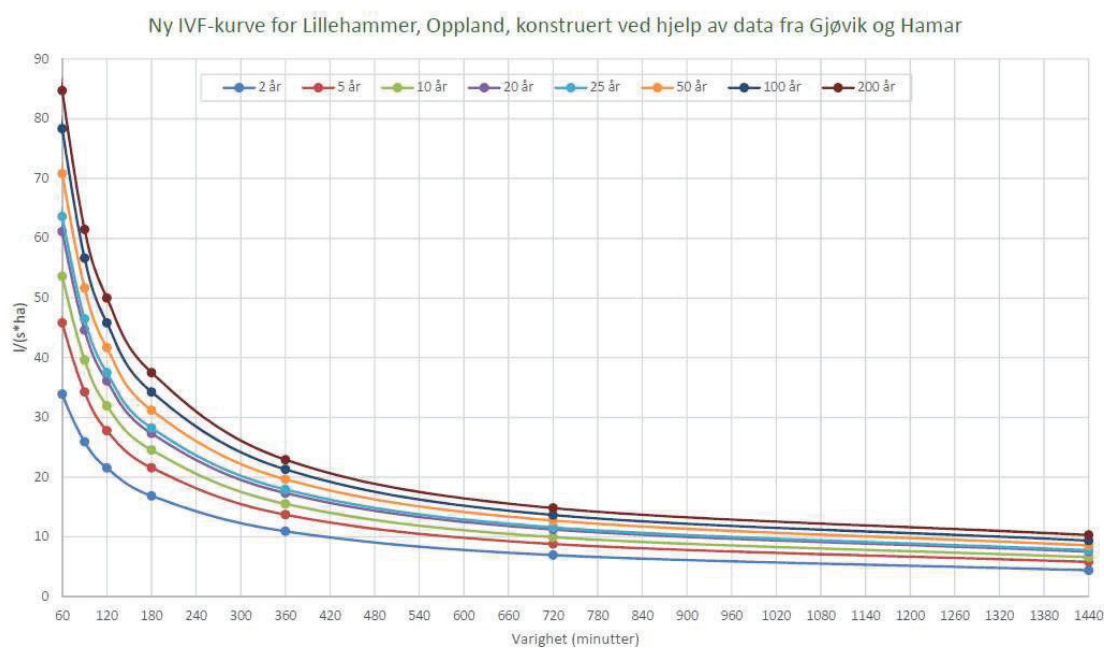
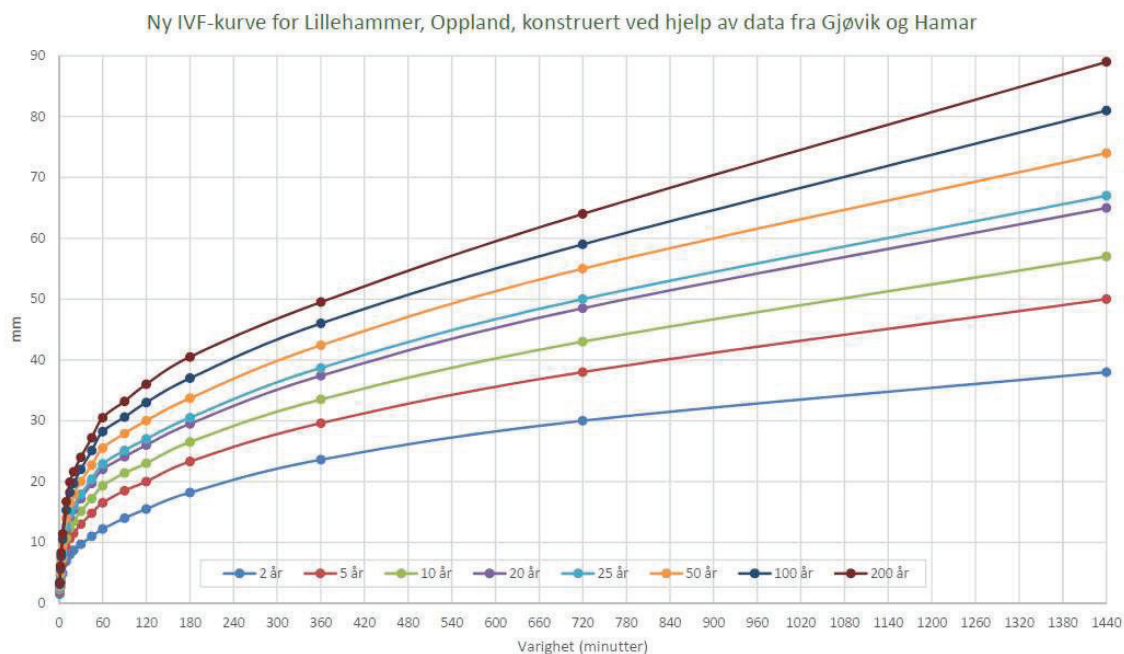
Klima- /hydrologiske parametere		11.4	l/s*km²
Avrenning 1961-90 (Q _N)		365	mm
Sommernedbør		313	mm
Vinternedbør		-1.1	°C
Årstemperatur		6.3	°C
Sommertemperatur		-6.4	°C
Vintertemperatur			



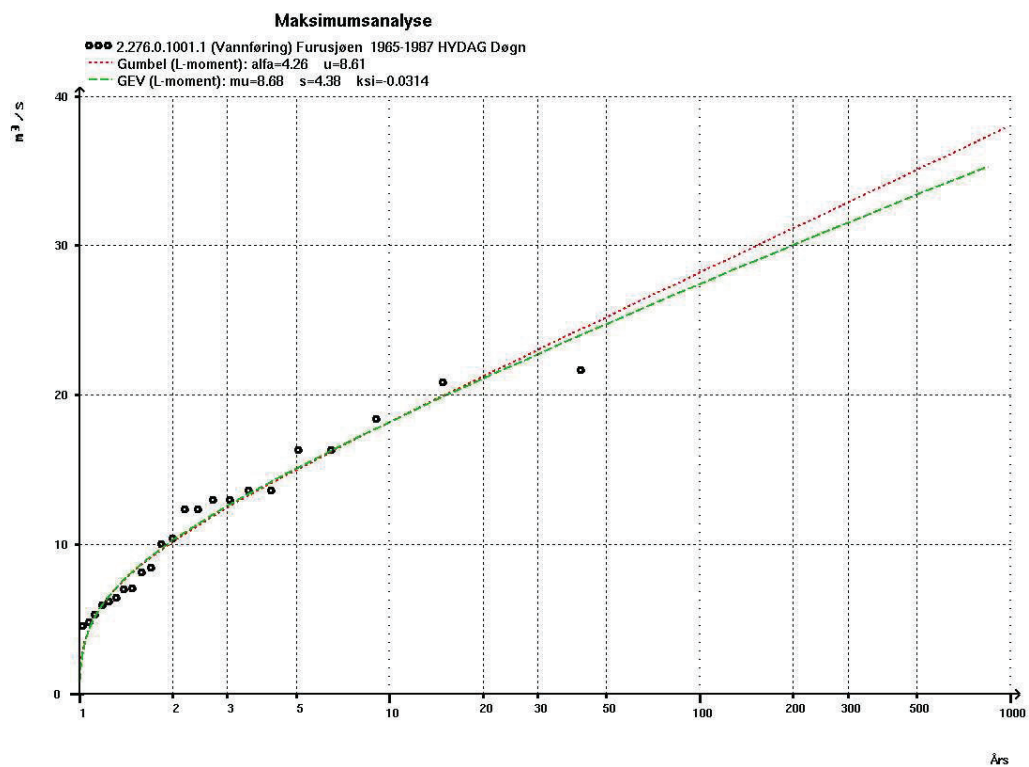
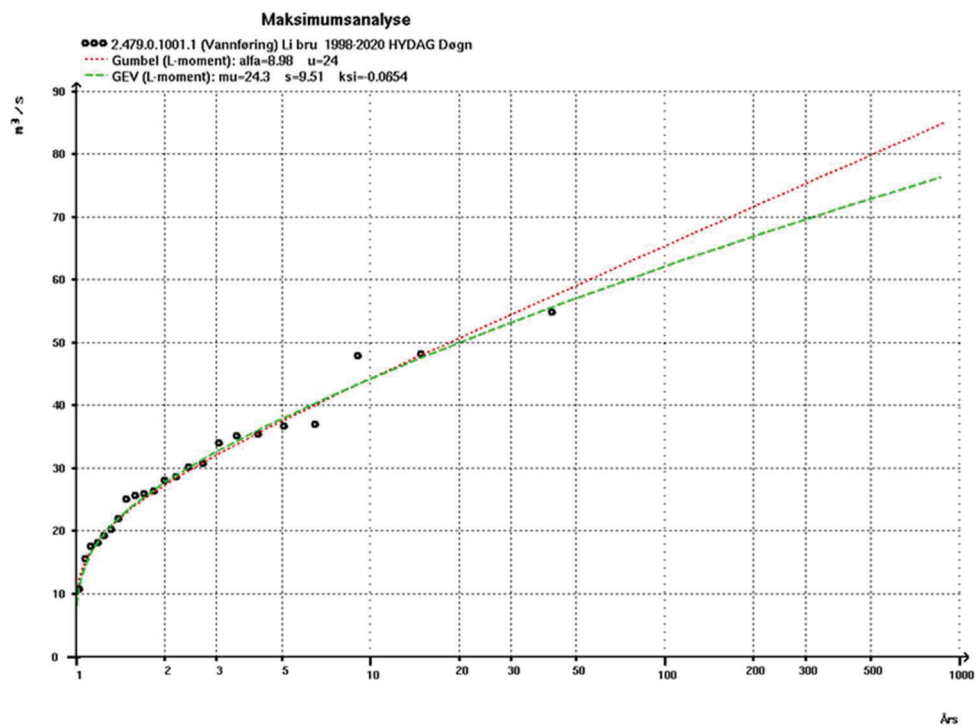
Kartbakkgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 220269 E
6864173 N

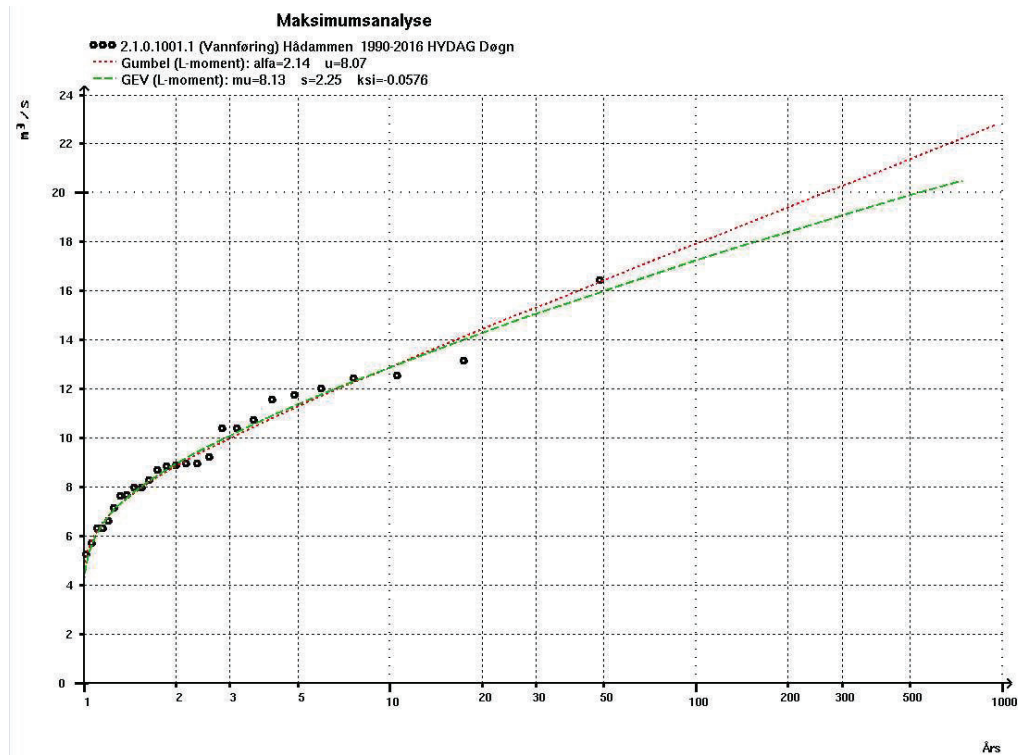
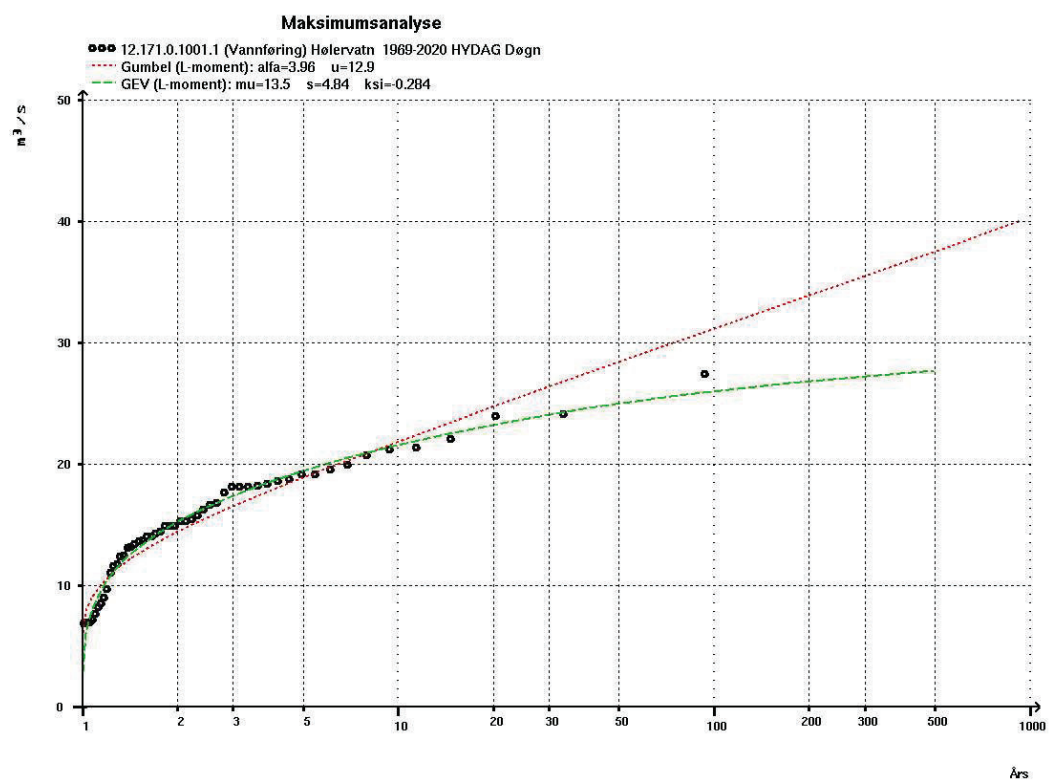
Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil.
Resultatene må kvalitetssikres.

7.4 IVF kurven, Lillehammer

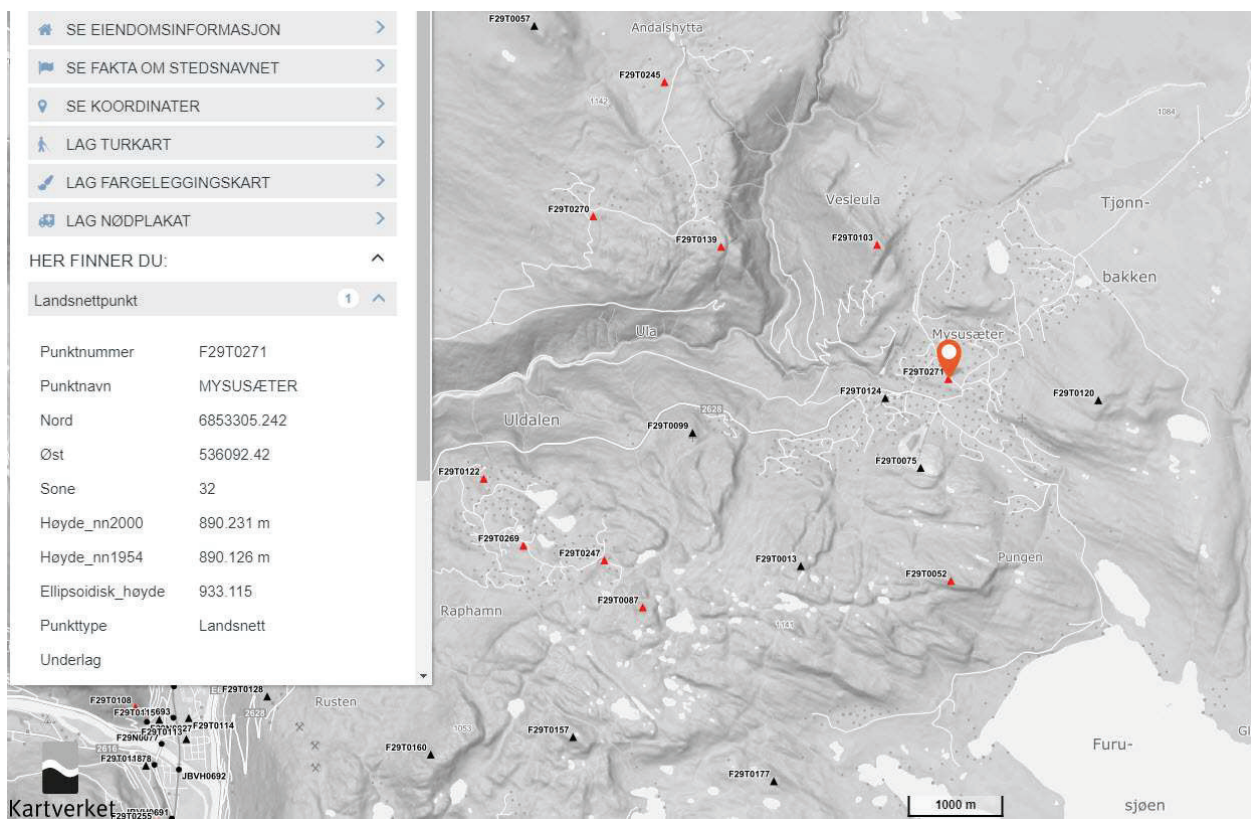


7.5 Flomfrekvenskurver





7.6 Info høydesystem



7.7 Oppmålinger av kulvert i vassdraget

Punktmålinger

Beskrivelse	Y	X	Z
STIK011	6852876.16	536574.30	888.45
STIK012	6852879.30	536568.94	888.32
VEI036	6852877.49	536570.24	889.26
VEI037	6852876.77	536571.51	889.35
VEI038	6852876.18	536572.43	889.28
VEI039	6852878.24	536573.42	889.42
VEI040	6852878.85	536572.41	889.47
VEI041	6852879.72	536571.04	889.36
VEI042	6852879.70	536571.03	889.35