



# Hydrologi

Flom- og hydrauliske beregninger for E39 Skredestranda

EV 39 strekning 45, delstrekning 1, meter 2508, Stad kommune

Fagressurser Drift og vedlikehold

C15746-HYDR-01





**Statens vegvesen**



# Oppdragsrapport

Nr. C15746-HYDR-01

Labsysnr.

## Hydrologi

Flom- og hydrauliske beregninger for E39 Skredestranda

### Drift og vedlikehold

Fagressurser Drift og vedlikehold

Geofag Drift og vedlikehold

Postadresse Pb. 1010 Nordre Ål

2605 Lillehammer

Telefon (+47) 22 07 30 00

[www.vegvesen.no](http://www.vegvesen.no)

UTM-sone	Euref89 Ø-N	Oppdragsgiver:	Antall sider:
33	43084 - 6894875	Drift og vedlikehold vest, Plan- og utbygging 1	47
Kommune nr.	Kommune	Dato:	Antall vedlegg:
4649	Stad	2022-12-12	4
		Utarbeidet av	Antall tegninger:
		Linda Therese Nilsen	
Prosjektnummer		Seksjonsleder	Kontrollert
1320302		Viggo Aronsen	Elena Fitje
Sammendrag			

På oppdrag fra Drift og vedlikehold vest, Plan- og utbygging 1 har fagressurs drift og vedlikehold utført hydrologiske undersøkelser for E39 Skredsikring Skredestranda i Stad kommune, Vestland fylke. Det er i den forbindelse utført flom- og hydrauliske beregninger av sideelver som krysser vegtrasé. Mindre vannveger skal ivaretas av generell VA drenering.

Flomberegningene er utført ved bruk av Flomfrekvensanalyse på observerte data, Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt og den Rasjonale formel. Metodene er hentet fra Statens Vegvesens lærebok Drenering og håndtering av overvann (Norem et al., 2018) og håndbok V240 Vannhåndtering - Flomberegninger og hydraulisk dimensjonering (MoR., 2020). De hydrauliske beregningene er utført ved bruk av programvaren HY-8, versjon 7.60.

For ytterligere informasjon om programvaren henvises deFlere til HY-8 brukermanual (Federal Highway Administration, 2016).

Flere av elvene har utfordringer med jord- og flomskred og det er tatt hensyn til anbefalinger om økt dimensjonering i rapport om skredfare (30137-GEOL-1, Statens Vegvesen, 2016). Det vil være behov for erosjonssikring/plastring. Beregninger for erosjonssikring er ikke utført i denne fasen, men må tas hensyn til i detaljprosjektering.

Vegen ligger nært Hornindalsvatnet og berører aktsomhetsone for flom (se vedlegg 3). Tiltaket vil ikke forverre dagens situasjon.

Emneord

## Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	2
2	Overordnede krav.....	3
2.1	Klima- og sikkerhetsfaktor.....	4
3	Analyseområde.....	5
3.1	Beskrivelse av analysefelt.....	5
3.2	Analysefeltene feltkarakteristika.....	7
4	Observasjoner i felt .....	13
5	Flomberegninger .....	14
5.1	Målestasjoner .....	15
5.1.1	Justering av spesifikkmidlere avrenning $Q_N$ .....	17
5.2	Flomfrekvensanalyse basert på observerte data i området. ....	18
5.3	Flomfrekvensanalyse med Nasjonalt formelverk .....	21
5.4	Rasjonale formel.....	22
5.5	Sammenligning av metoder og valg av endelige flomverdier .....	23
6	Hydrauliske analyser og beregninger .....	24
6.1	Forutsetninger for analyser og beregninger i HY-8 .....	25
6.2	Resultater fra HY-8 og valgt diameter/mål: .....	26
6.2.1	Nedbørfelt 1 – Skjerdalselv .....	26
6.2.2	Nedbørfelt 2 – Slokerabben .....	28
6.2.3	Nedbørfelt 3 – Skafjellgjølet.....	30
6.2.4	Nedbørfelt 4 – Gildremyra .....	32
6.2.5	Nedbørfelt 5 – Kolefonna .....	34
6.2.6	Nedbørfelt 6 – Hesteflata.....	36
6.2.7	Nedbørfelt 7 – Langkvifonna 1 .....	38
6.2.8	Nedbørfelt 8 – Langkvifonna 2 .....	40
6.2.9	Nedbørfelt 9 – Langkvifonna 3 .....	42
6.2.10	Nedbørfelt 10 – Synnøvekvia .....	44
7	Anbefalte tiltak/løsninger .....	46
7.1	Generelt for alle nedbørfeltene: .....	46
8	Referanser .....	47
	Vedlegg 1: Nedbørfelt fra NEVINA/Scalgo .....	48
	Vedlegg 2: Resultater fra HY-8 .....	53
	Vedlegg 3: Aktsomhetskart, NVE Atlas.....	57
	Vedlegg 4: Resultater fra NIFS formelverk .....	58

## 1 Innledning

På oppdrag fra Drift og vedlikehold vest, Plan- og utbygging 1 har fagressurs drift og vedlikehold utført hydrologiske undersøkelser for E39 Skredsikring Skredestranda i Stad kommune, Vestland fylke. Strekingen er skredutsatt, og det skal se på løsninger for sikring av Skredestranda ved utarbeidelse av forslag til reguleringsplan. ÅDT for strekingen er 1398 (2021).

Det er i den forbindelse utført flom- og hydrauliske beregninger av sideelver som krysser vegtrasé. Mindre vannveger skal ivaretas av generell VA drenering. Flomberegningene er utført ved bruk av Flomfrekvensanalyse (FFA) basert på observerte data i området, Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt og den Rasjonale formel. Metodene er hentet fra Statens Vegvesens lærebok *Drenering og håndtering av overvann* (Norem et al., 2018) og håndbok V240 *Vannhåndtering - Flomberegninger og hydraulisk dimensjonering* (MoR., 2020). De hydrauliske beregningene er utført ved bruk av programvaren HY-8, versjon 7.60. For ytterligere informasjon om programvaren henvises det til HY-8 brukermanual (Federal Highway Administration, 2016).

Det er benyttet forskjellige karttjenester for å vurdere feltkarakteristika innhentet fra NVEs lavvannsapplikasjon NEVINA og programvaren Scalgo, samt til å vurdere generelle hydrologiske problemstillinger i området. Det er utført befarings av området 10 og 11.08.2022. Bildemateriell er tilgjengelig ved forespørsel.

Flere av elvene har utfordringer med jord- og flomskred og det er tatt hensyn til anbefalinger om økt dimensjonering i rapport om skredfare (30137-GEOL-1, Statens Vegvesen, 2016). Det vil være behov for erosjonssikring/plastring. Beregninger for erosjonssikring er ikke utført i denne fasen, men må tas hensyn til i detaljprosjektering.

Vegen ligger nært Hornindalsvatnet og berører aktsomhetsone for flom (se vedlegg 3). Tiltaket vil ikke forverre dagens situasjon.

## 2 Overordnede krav

Kapasitet og utforming på drenering/overvann skal være iht. SVV håndbøker. Det er benyttet følgende krav i prosjektet:

### SVV Håndbok N200: Vegbygging

- *Sikkerhetsklasse for veg påvirket av flom (Statens vegvesen, 2018, s. 83).*
- *Påslag for avregningsberegninger. Herunder klimafaktor ( $F_k$ ) og sikkerhetsfaktor ( $F_u$ ). (Statens vegvesen, 2018, s. 88-s. 89).*
- *Spesielle energidreperer som erosjonssikring. «Det skal benyttes spesielle energidreperer ved vannhastigheter over 4 m/s» (Statens vegvesen, 2018, s. 95).*
- *«For fyllinger uten sikring skal vanddybden ved innløpet  $y_{dim}$  for vannføring  $Q_{dim}, T$  ikke settes høyere enn toppen av innløpet,  $y_{dim} \leq D_{innløp}$ » (Statens vegvesen, 2018, s. 91).*
- *For kulverter skal det «antas gjentetting i 1/3 av innløpets høyde» (Statens vegvesen, 2018, s. 92).*

### SVV håndbok N400: Bruprosjektering

- *Fri høyde over vassdrag: «Fri høyde over vassdrag bestemmes slik at det er minst 0,5 m klaring mot overbygningen ved beregnet vannstand for 200-års flom» (Statens vegvesen, 2015, s. 47).*

## 2.1 Klima- og sikkerhetsfaktor

Vestland fylke kjennetegnes av relativt små og bratte nedbørfelt. Klima ved kysten er mildt og nedbørsrikt, mens det i indre fjord- og dalstrøk er innlandsklima og liten årsnedbør. Det forventes at episoder med kraftig nedbør øker vesentlig både i intensitet og hyppighet. Klimaendringene i Vestland fylke vil derfor ha behov for tilpassing av kraftig nedbør og økt problem med overvann (*klimaservicesenter.no*).

For å ta hensyn til framtidige klimaendringer er det svært viktig å unngå å bygge inn unødvendig sårbarhet i infrastrukturen. Klimafaktor for fremtidige klimaendringer ( $F_k$ ) tar hensyn til mulig økning i nedbørsmengder. Kravet for klimafaktor i tidligere Sogn og Fjordane fylke er 1.4 (. Sikkerhetsfaktor for usikkerhet i beregninger ( $F_u$ ) er 1.1 for anlegg innenfor sikkerhetsklasse  $V_2(N200)$ .

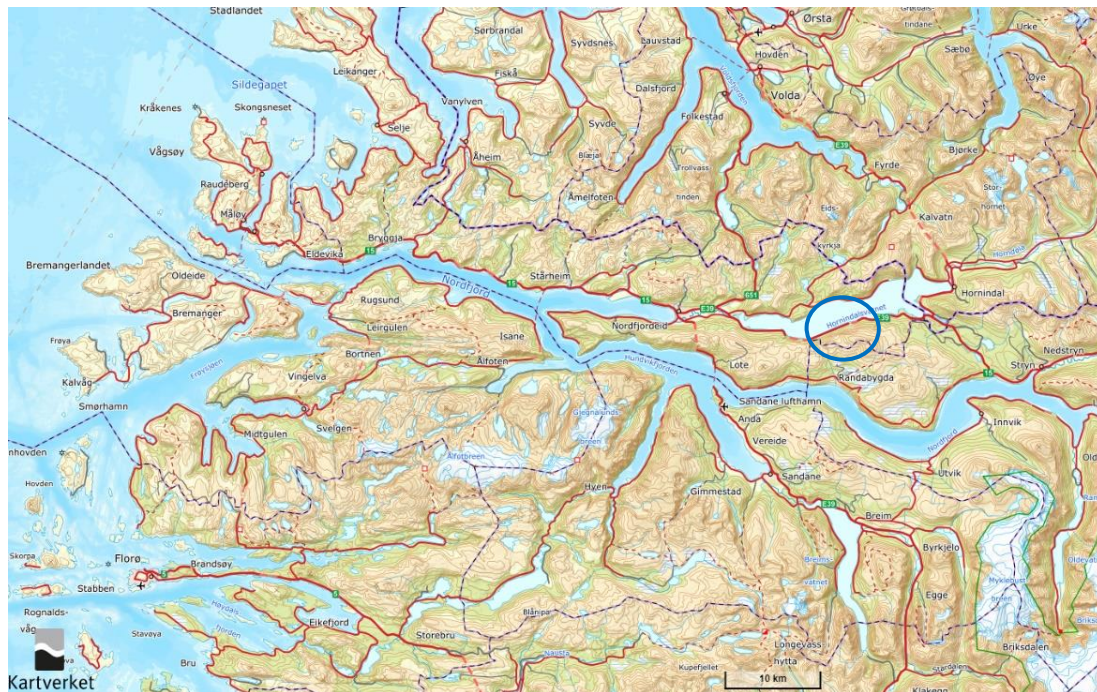
Forventet ÅDT er 1398 på strekningen, uten omkjøringsmulighet, som gir en sikkerhetsklasse  $V_2$ , og returperiode for flom på 200 år. Klassifiseringene er sammenfattet i *Tabell 2.1*.

*Tabell 2.1. Klassifisering benyttet i prosjektet.*

Klassifisering	
Sikkerhetsklasse (-)	V2
Klimafaktor $F_k$ (-)	1.4
Sikkerhetsfaktor $F_u$ (-)	1.1

### 3 Analyseområde

I dette kapittelet gis det en beskrivelse av nedbørfeltene (heretter kalt analysefelt), deretter gjennomgås analysefeltets feltkarakteristika. Se oversiktskart *Figur 3.1*.

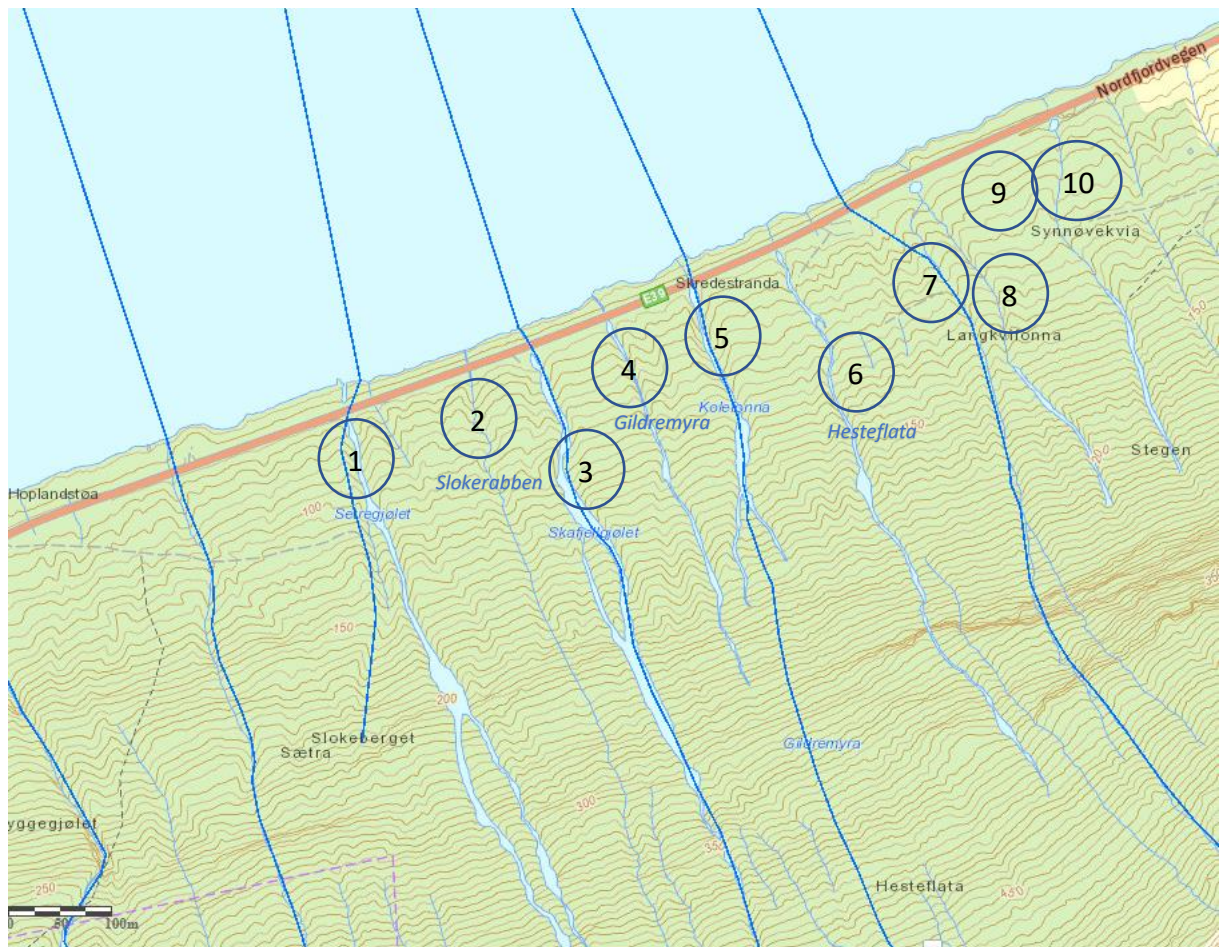


*Figur 3.1. Oversiktskart over analyseområdet. Analyseområdet inntegnet i blå sirkel.*

#### 3.1 Beskrivelse av analysefelt

Vestlandet kjennetegnes av relativt små og bratte nedbørfelt. Analyseområdet består av 10 nedbørfelt (elver/bekker) som krysser vegtrasé. Nedbørfeltene er uregulerte, tilhører Hornindalsvassdraget med vassdrag nr. 089.B3 og ligger i Stad kommune, Vestland fylke. På grunn av snøsmelting er vårflokker ofte årets største flom i de store vassdragene, men store høstflokker er også vanlige og kommer som oftest i september og oktober. Årsnedbøren i Vestland fylke er beregnet å øke, og det forventes økt vannføring fordi mer nedbør er forventet å komme som regn og ikke snø (klimaprofil.no/Sogn og Fjordane).

Analysefeltene ligger innenfor aktsomhetsone for jord- og flomskred (a. NVE, 2014), se aktsomhetskart (vedlegg 3). For mer informasjon om skred se rapport 30137-GEOL-1. Et oversiktskart over analyseområdet og analysefelt ses i *Figur 3.2*.



Figur 3.2: Oversiktskart over analyseområdet nummerert med tilhørende analysefelt.



### 3.2 Analysefeltene feltkarakteristika

For analysefelt 1, 3, 5 og 7 er feltkarakteristika innhentet ved bruk av NVEs lavvannsapplikasjon NEVINA (Nedbørfelt-Vannføring-Indeks-Analyse), som benytter seg av GIS-analyse for å estimere de ulike feltparametere. Programvaren Scalgo er benyttet for sammenligningsgrunnlag til Nevina og for de nedbørfelt Nevina ikke er tilgjengelig. Da Scalgo ikke gir parametere på  $A_{SE}$ , helning og  $q_N$  er representative nabofelt, samt flyfoto benyttet i vurdering. Areal til alle analysefelt er mindre enn 1 km<sup>2</sup> og kan defineres som microfelt. Mindre vannveger skal ivaretas av generell VA drenering langs vegtrasé.

Relevante feltparametre er presentert i *Tabell 3.1*. For en oversikt over NEVINA og Scalgo-rapporter/nedbørfelt til de respektive analysefeltene henvises det til *vedlegg 1*. Ingen av analysefeltene har feltparametre bestående av leire og urban, disse er derfor ikke presentert.

*Tabell 3.1: Feltparametre for analysefeltene (NEVINA\* og Scalgo\*\*).*

Analysefelt	Areal	$A_{SE}$	Dyrket mark	Myr	Skog	Sjø	Snaufjell	Høydegrad	Feltlengde	Helning	$q_{N(61-90)}$	$Q_N$
	(km <sup>2</sup> )	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(moh.)	(km)	°	(l/s/km <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)
1 - Setregjølet*	0.18	0.00	0.00	0.00	100	1.00	0.00	53-714	0.30	28.90	39.30	0.007
2 - Slokerabben**	0.08	0.00	0.00	0.00	94.00	0.00	6.00	62-850	1.27	-	33.00	0.003
3 - Skafjellgjølet*	0.29	0.00	0.00	0.00	75.00 <sup>1</sup>	1.10	23.90 <sup>1</sup>	53-895	1.30	31.40	51.5	0.02
4 - Gildremyra**	0.04	0.00	0.00	0.00	97.00	3.00	0.00	60-470	0.74	-	40.00	0.002
5 - Kolefonna*	0.45	0.00	0.00	0.00	38.50	0.00	35.70	54-979	1.40	33.20	70.40	0.03
6 - Hesteflata **	0.15	0.00	0.00	0.00	55.00	1.00	44.00	62-997	1.37	-	40.00	0.01
7 - Langkvifonna1*	0.69	0.00	0.00	0.00	65.80	4.60	12.10	53-984	1.40	32.30	42.80	0.03
8 - Langkvifonna2**	0.09	0.00	0.00	0.00	73.00	1.00	26.00	61-961	1.26	-	40.00	0.004
9 - Langkvifonna3 **	0.02	0.00	0.00	0.00	100	0.00	0.00	63-431	0.56	-	40.00	0.0008
10 - Synnøvekvia**	0.07	0.00	0.00	0.00	78.00	1.00	21.00	60-956	1.24	-	40.00	0.003

<sup>1</sup> = data er justert etter flyfoto.

### **Analysefelt 1 – Setregjølet (skredpunkt 12,554)**

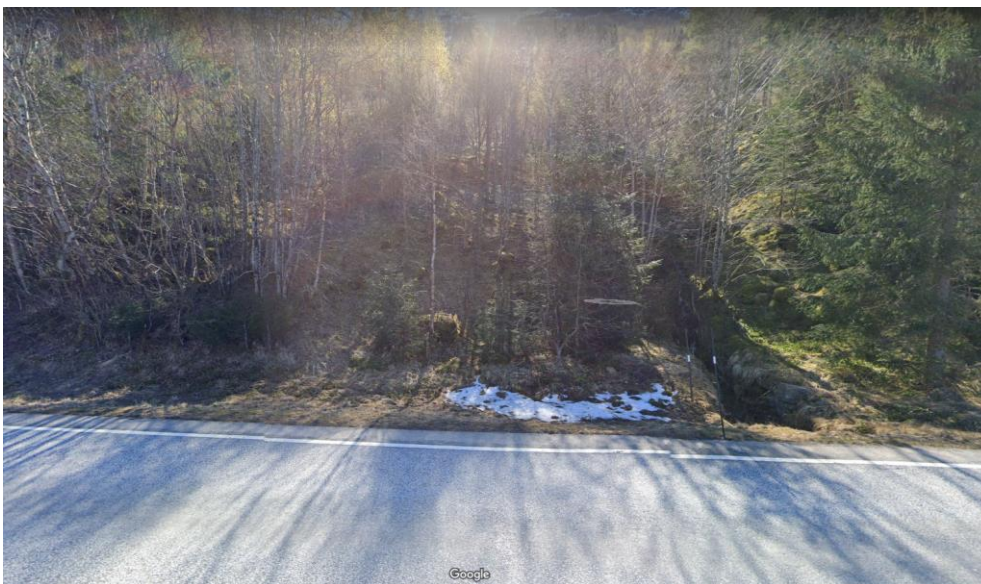
Analysefeltet drenerer mot vest og renner ut i Hornindalsvatnet. Feltet har et areal på 0,18 km<sup>2</sup>. Ut ifra feltparametre i Tabell 3.1 består feltet av skog (100 %). Samtidig har feltet ingen andel snaufjell. Dette vil sannsynligvis bidra til noe selvregulering/demping i feltet (Stenius et al., 2015).



*Figur 3.3. Analysefelt 1 – Setregjølet.*

### **Analysefelt 2 - Slokerabben**

Analysefeltet drenerer mot vest og renner ut i Hornindalsvatnet. Feltet har et areal på 0,08 km<sup>2</sup>. Ut ifra feltparametre i Tabell 3.1 består feltet for det meste av skog (94%) og en liten andel snaufjell (6%). Sannsynligvis har feltet noe selvregulering/demping (Stenius et al., 2015).



*Figur 3.4. Analysefelt 2 – Slokerabben.*

### **Analysefelt 3 – Skafjellgjølet (skredpunkt 12,745)**

Analysefeltet drenerer mot vest og renner ut i Hornindalsvatnet. Feltet har et areal på 0,29 km<sup>2</sup>. Ut ifra feltparametre i Tabell 3.1 består feltet for det meste av skog (75%) og en liten andel snaufjell (23.9%). Sannsynligvis har feltet noe selvregulering/demping (Stenius et al., 2015).



*Figur 3.5. Analysefelt 3 – Skafjellgjølet.*

### **Analysefelt 4 – Gildremyra (skredpunkt 12,821)**

Analysefeltet drenerer mot vest og renner ut i Hornindalsvatnet. Feltet har et areal på 0,04 km<sup>2</sup>. Ut ifra feltparametre i Tabell 3.1 består feltet for det meste av skog (97%) og ingen andel snaufjell. Sannsynligvis har feltet noe selvregulering/demping (Stenius et al., 2015).



*Figur 3.6. Analysefelt 4 – Gildremyra.*

### **Analysefelt 5 – Kolefonna (skredpunkt 12,915)**

Analysefeltet drenerer mot vest og renner ut i Hornindalsvatnet. Feltet har et areal på 0,45 km<sup>2</sup>. Ut ifra feltparametre i Tabell 3.1 består feltet av ca. like stor andel skog (38,5%) som snaufjell (35,7%). Høy andel snaufjell gir raskere avrenning mens skog gir noe selvregulering/demping (Stenius et al., 2015).



*Figur 3.7. Analysefelt 5 – Kolefonna.*

### **Analysefelt 6 – Hesteflata (skredpunkt 13,004)**

Analysefeltet drenerer mot vest og renner ut i Hornindalsvatnet. Feltet har et areal på 0,15 km<sup>2</sup>. Ut ifra feltparametre i Tabell 3.1 består feltet av ca. like stor andel skog (38,5%) som snaufjell (35,7%). Høy andel snaufjell gir raskere avrenning mens skog gir noe selvregulering/demping (Stenius et al., 2015).



*Figur 3.8. Analysefelt 6 - Hesteflata.*

### **Analysefelt 7 – Langkvifonna 1**

Analysefeltet drenerer mot vest og renner ut i Hornindalsvatnet. Feltet har et areal på 0,69 km<sup>2</sup>. Ut ifra feltparametre i Tabell 3.1 består feltet for det meste av skog (65,8%) og en liten andel snaufjell (12,9%). Sannsynligvis har feltet noe selvregulering/demping (Stenius et al., 2015).



*Figur 3.9. Analysefelt 7 – Langkvifonna 1.*

### **Analysefelt 8 – Langkvifonna 2 (skredpunkt 13.158)**

Analysefeltet drenerer mot vest og renner ut i Hornindalsvatnet. Feltet har et areal på 0,09 km<sup>2</sup>. Ut ifra feltparametre i Tabell 3.1 består feltet for det meste av skog (73%) og en mindre andel snaufjell (26%). Sannsynligvis har feltet noe selvregulering/demping (Stenius et al., 2015).



*Figur 3.10. Analysefelt 8 – Langkvifonna 2.*

### **Analysefelt 9 – Langkvifonna 3 (skredpunkt 13,226)**

Analysefeltet drenerer mot vest og renner ut i Hornindalsvatnet. Feltet har et areal på 0,02 km<sup>2</sup>. Ut ifra feltparametre i Tabell 3.1 består feltet av skog (100%) og ingen andel snaufjell. Sannsynligvis har feltet noe selvregulering/demping (Stenius et al., 2015).



*Figur 3.11. Analysefelt 9 – Langkvifonna 3.*

### **Analysefelt 10 - Synnøvekvia (skredpunkt 13,301)**

Analysefeltet drenerer mot vest og renner ut i Hornindalsvatnet. Feltet har et areal på 0,07 km<sup>2</sup>. Ut ifra feltparametre i Tabell 3.1 består feltet for det meste av skog (78%) og en mindre andel snaufjell (21%). Sannsynligvis har feltet noe selvregulering/demping (Stenius et al., 2015).



*Figur 3.12. Analysefelt 10 – Synnøvekvia.*

## 4 Observasjoner i felt

Befaring ble utført til fots 10 og 11.08.2022. Ved befaring ble kulverter på eksisterende vei undersøkt. Det ble ikke observert kapasitetsproblem ved den daværende vannmengden, men det ble observert mye vegetasjon i analyseområdet og flere av kulvertene var gjentettet (*Figur 4.2*). Det anbefales å ta høyde for krav om 1/3 gjentetting i forbindelse med dimensjonering av kulvert.



*Figur 4.1. Bildet viser sårbarhet for gjentetting av vegetasjon i kulverter ved analysefelt 2 - Slokerabben.*



*Figur 4.2. Bildet viser eksempler på sårbarhet for gjentetting av vegetasjon i kulverter ved analysefelt 3 – Skafjellgjølet (venstre bilde) og analysefelt 10 – Synnøvekleiva (høyre bilde).*

## 5 Flomberegninger

Dimensjonerende avrenning for analysefeltene skal tilsvare kulminasjonsverdi for 200-års flom inkludert klima- og usikkerhets påslag. Bestemmelse av dimensjonerende avrenning er forbundet med store usikkerheter og det er derfor benyttet flere metoder for å sammenligne beregningsresultatene. Endelig verdi er valgt etter faglig vurdering. Flomberegningsmetodene som er benyttet er: flomfrekvensanalyse basert på observerte data (FFA), flomfrekvensanalyse basert på Nasjonalt formelverk for små felt (NIFS), Regional flomfrekvensanalyse (RFFA) og den Rasjonale metoden.

Retningslinjene i håndbok *N200* vedrørende klimafaktor ( $F_k$ ) og en sikkerhetsfaktor ( $F_u$ ) er ivarettatt. I beregningene er det benyttet klimafaktor på 1.4 for små nedbørfelt (Hordaland) og en sikkerhetsfaktor på 1.1. Dimensjonerende avrenning med klimafaktor og sikkerhetsfaktor kan uttrykkes matematisk som:

$$Q_{dim,T} = Q_T \times F_k \times F_u$$

Der:

$Q_{dim,T}$  = dimensjonerende avrenning for returperiode  $T$  (m<sup>3</sup>/s)

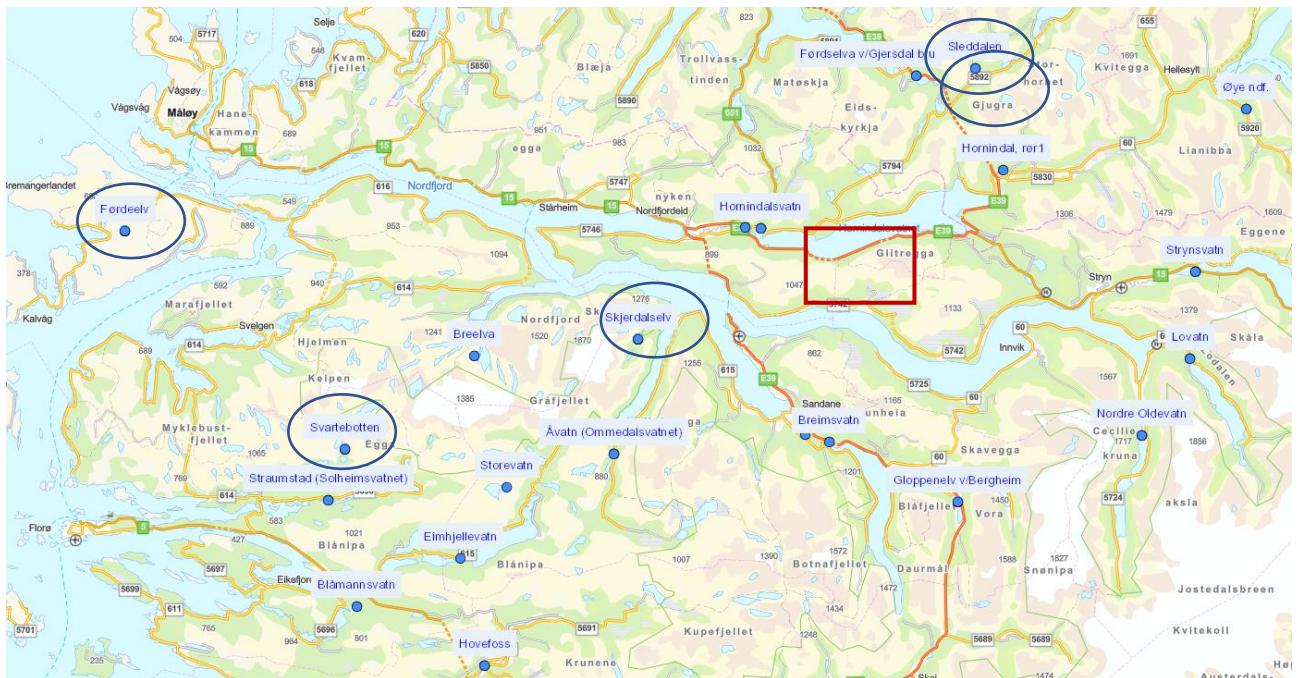
$F_k$  = klimafaktor for store og små (<10 km<sup>2</sup>) nedbørfelt

$F_u$  = sikkerhetsfaktor, bestemmes ut fra hvilken sikkerhetsklasse som er bestemt for vegstrekningen.



## 5.1 Målestasjoner

Nasjonalt formelverk benytter normalavrenningen  $Q_{N(61-90)}$  som grunnlag for å beregne flomvannføring. En av usikkerhetene ved bruk av formelverket ligger i normalavrenning  $Q_{N(61-90)}$ , som er beregnet for tidsperioden 1961-1990. For å redusere usikkerheten til parameteren er normalavrenning for elva kalibrert mot observert normalavrenning ( $Q_{Nobs}$ ) fra nærliggende eller mest representative målestasjoner hentet fra NVEs database og ekstremverdianalyseprogram Hydra II. Feltegenskaper, måleserienes lengde og kvalitet blir vurdert for sammenligning. Målestasjonene benyttet til beregning er presentert i *Figur 5.1* og *Tabell 5.1*. Målestasjonene har noe ulike feltparametere, men er likevel vurdert til å være de mest representative målestasjonene for analysefeltene.



*Figur 5.1. Kart over målestasjoner benyttet i beregning, Nasjonalt formelverk. Benyttede målestasjoner er inntegnet blå sirkel. Analyseområdet inntegnet i rød firkant.*

Tabell 5.1: Målestasjoner benyttet i flomfrekvensanalyse, med tilhørende feltegenskaper.

Stasjons nr.	86.12.0	97.5.0	97.4.0	85.3.0	90.1.0
Stasjonsnavn	Skjerdalselv	Sleddalen	Skjåstad	Svartebotn	Førdeelv
År**	39	24	31	39	15
Periode** (år)	1982-2021	1997-2021	1966-1997	1981-2020	2007-2021
Areal** (km <sup>2</sup> )	23.66	9.26	9.98	4.63	2.99
A <sub>SE</sub> * (%)	1.00	0.00	0.00	2.52	0.00
Sjøprosent* (%)	6.24	0.00	0.00	5.18	0.00
Bre* (%)	17.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dyrket mark* (%)	4.90	2.60	2.40	0.00	0.00
Myr* (%)	0.30	3.50	3.40	0.00	1.60
Leire* (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Skog* (%)	14.80	28.10	31.70	0.00	24.30
Sjø* (%)	3.80	0.00	0.00	5.50	0.20
Snaufjell* (%)	59.30***	64.00	60.6	94.40	48.00
Annet* (%)	0.00	1.80	1.80	0.10	26.00
Høydegrad* (moh.)	291-1465	326-1379	89-1379	523-1201	45-501
Feltlengde* (km)	6.81	3.80	4.50	3.90	2.5
q <sub>N</sub> (61-90)* (l/s/km <sup>2</sup> )	118.90	73.90	72.30	167.70	73.50
Q <sub>N</sub> (61-90)* (m <sup>3</sup> /s)	2.81	0.68	0.72	0.78	0.21
qNobs (61-90)** (l/s/km <sup>2</sup> )	135.04	92.01	67.74	147.73	96.53
QNobs (61-90)** (m <sup>3</sup> /s)	3.20	0.85	0.68	0.68	0.28

Vurdering av normalavrenning  $Q_{N(61-90)}$  utføres vanligvis ved å sammenligne spesifikk normalavrenning  $q_N$  (l/s/km<sup>2</sup>) fra NEVINA og observert spesifikk normalavrenning fra målestasjoner. Spesifikk normalavrenning kan uttrykkes matematisk som:

$$q_N = \frac{Q_N \times 10^3}{A}$$

Hvor A er nedbørfeltets areal (km<sup>2</sup>), beregnet ved bruk av NEVINA og/eller Scalgo. Vurderingen utføres ved å se etter systematiske avvik mellom estimert spesifikk normalavrenning fra NEVINA og observerte verdier fra måleserier fra Hydra II.

$$q_{N(obs)**} - q_{N(61-90)*} = \text{avvik}$$

### 5.1.1 Justering av spesifikkmidlere avrenning $Q_N$

Avviket i spesifikkmidlere avrenning for målestasjonene ses i *Tabell 5.2*.

*Tabell 5.2 Avvik mellom observerte (Hydra II) og estimerte (NEVINA) spesifikkmidlere avrenning for valgte målestasjoner.*

Stasjon nr.	Stasjonsnavn	qN (61-90)* NEVINA	qN obs** Hydra II	Avvik pr. stasjon	Avvik pr. stasjon
		(l/s*km <sup>2</sup> )	(l/s*km <sup>2</sup> )	(l/s*km <sup>2</sup> )	(%)
86.12.0	Skjerdalselv	118.90	135.04	16.14	13.57
97.5.0	Sleddalen	73.90	92.01	18.11	24.50
97.4.0	Skjåstad	72.30	67.74	-4.56	-6.31
85.3.0	Svartebotn	167.70	147.73	-19.97	-11.90
90.1.0	Førdeelv	73.50	96.53	23.03	31.33
			Gjennomsnitt avvik	6.55	10.24

Som følger av *Tabell 5.2*, stemmer data fra NEVINA relativt godt med observasjonene i Hydra II. Av de benyttede målestasjonene er avviket størst for Førdeelv 23.03 l/s\*km<sup>2</sup> (31,33 %). Det store avviket kan begrunnes med feltets plassering og avstand fra analyseområdet. De resterende stasjonene har følgende avvik: Skjerdalselv 13.57 %, Sleddalen 24.50 %, Skjåstad - 6.31 % og Svartebotn -11.90 %. Det gjennomsnittlige avviket for alle målestasjonene er 10,24 %, som gir en justert spesifikk midlere avrenning på 6.55 l/s/km<sup>2</sup>.

Gjennomsnittsverdien for  $q_N$  på observerte data er noe høyere i forhold til gjennomsnittresultat fra NEVINA. Ut i generell vurdering er det valgt konservativt å øke spesifikkmidlere avrenning med 6.55 l/s/km.

## 5.2 Flomfrekvensanalyse basert på observerte data i området.

Metoden er beskrevet i *håndbok V240* og *NVE Veileder nr. 7-2015* og er gyldig for nedbørsfeltareal fra 0 til 150 km<sup>2</sup>.

Flomfrekvensanalyse er utført på observerte data fra de 3 målestasjonene (Skjerdalselv, Sleddalen og Førdeelv), som beskrevet i kapittel 5.1. Statistiske analyse utført ved hjelp av NVEs analyseverktøy Hydra II. Midttømme et al. (2011) anbefaler bruk av to- eller treparameterfordeling for lange tidsserier (>50 år), og toparameterfordeling for kortere tidsserier (30-50 år).

Tabell 5.3 viser de 3 valgte stasjonene med fordelingsfunksjon, beregnet gjennomsnitt for  $Q_{200}/Q_M$ , 200-års avrenning  $q_{200}$  (l/s\*km<sup>2</sup>) og  $Q_{200}$  (m<sup>3</sup>/s) for feltene. Gjennomsnittsverdiene er benyttet for å estimere flomkarakteristikkene for analysefeltet.

Tabell 5.3. Valgt fordelingsfunksjon, tilsvarende maksimale- og 200-års avrenning og forholdet  $Q_{200}/Q_M$ .

Stasjons nr.	Stasjonsnavn	$Q_M$	$q_M$	Valgt fordeling	$Q_{200}$	$q_{200}$	$Q_{200}/Q_M$
		(m <sup>3</sup> /s)	(l/s/km <sup>2</sup> )		(m <sup>3</sup> /s)	(l/s/km <sup>2</sup> )	(-)
86.12.0	Skjerdalselv	24.42	1031.97	Gumbel	61.58	2602.70	2.52
97.5.0	Sleddalen	7.04	760.26	Gumbel	14.54	1570.19	2.07
90.1.0	Førdeelv	3.14	1090.28	Gumbel	5.70	1979.17	1.82
<b>Gjennomsnitt</b>			960.84			<b>2050.69</b>	2.13

Analyse er utført på døgnverdier (DAGUT-program fra Hydra II). Resultatene må regnes om til kulminasjonsverdier for å kunne benyttes i dimensjonering og sammenlignes med resultatene fra andre metoder. Forholdstallet mellom kulminasjons- og døgnverdier skiller mellom vår- og høstflommer og er gitt som følgende formler (Stenius et al., 2015):

$$\text{Vårflom} \quad \frac{Q_{mom}}{Q_{døgn}} = 1,71 - 0,17 \times \log A - 0,125 \times A_{SE}^{0,5}$$

$$\text{Høstflom} \quad \frac{Q_{mom}}{Q_{døgn}} = 2,29 - 0,29 \times \log A - 0,270 \times A_{SE}^{0,5}$$

Hvor:

$Q_{mom}$  = Kulminasjonsvannføringer/momentanvannføringer (m<sup>3</sup>/s)

$Q_{døgn}$  = Døgnmiddelvannføringer (m<sup>3</sup>/s)

$A$  = Nedbørsfeltets areal (km<sup>2</sup>)

$A_{SE}$  = Effektiv sjø (-)

Analysefelt domineres av både vår- og høstflommer og flomfrekvensanalyse er utført for begge tilfeller. For Vestland fylke er det både vanlig med vår- og høstflommer (klimaprofil.no). Det er også utført flomplot på benyttede målestasjoner i Hydra II som viser høstflom som den regjerende flom. Høstflom gir de største verdier for momentane flomavrenning. Omregning til momentan verdi basert derfor på høstflom. Resultatene vises i *Tabell 5.4*.

*Tabell 5.4. Omregnet momentane verdier for  $Q_{200}$  for de valgte målestasjonene:*

Stasjons nr.	Stasjonsnavn	Tidsperiode	$Q_M^{**}$	$q_M^{**}$	Fordeling**	$Q_T^{**}$	$q_T^{**}$	$Q_{200}/Q_M$
(-)	(-)	(-)	( $m^3/s$ )	( $l/s*km^2$ )	(-)	( $m^3/s$ )	( $l/s*km^2$ )	(-)
86.12.0	Skjerdalselv	Døgn	24.42	1031.97	Gumbel	61.58	2602.70	2.52
		Kulminasjon - vår	45.09	1905.64	Gumbel	113.71	4806.16	4.66
		Kulminasjon - høst	61.20	2586.09	Gumbel	154.32	6522.30	6.32
97.5.0	Sleddalen	Døgn	7.04	760.26	Gumbel	14.54	1570.19	2.07
		Kulminasjon - vår	13.00	1403.90	Gumbel	26.85	2899.53	3.81
		Kulminasjon - høst	17.64	19.05.64	Gumbel	36.44	3934.86	5.18
90.1.0	Førdeelv	Døgn	3.14	1090.28	Gumbel	5.70	1979.17	1.82
		Kulminasjon - vår	5.80	2013.32	Gumbel	10.53	3654.74	3.35
		Kulminasjon - høst	7.87	2732.21	Gumbel	14.28	4959.73	4.55
Gjennomsnitt:							5138.96	

Med utgangspunktet i gjennomsnitt 200-års flom og beregnet forhold av  $Q_{mom}/Q_{døgn}$  var dimensjonerende (momentan)  $Q_{200kulm}$  ( $m^3/s$ ) og  $q_{200kulm}$  beregnet for analysefeltene. Resultater er presentert *Tabell 5.5*.

Tabell 5.5. Resultater fra FFA på observerte data:

Analysefelt	$Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$ (høst)	$q_{200}$ kulm	$Q_{200}$ kulm
	(-)	(l/s*km <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup> /s
1 - Setregjølet	2.51	5138.97	1.70
2 - Slokerabben	2.61	5348.41	1.77
3 - Skafjellgjølet	2.45	5015.79	1.66
4 - Gildremyra	2.70	5527.43	1.82
5 - Kolefonna	2.39	4902.31	1.62
6 - Hesteflata	2.53	5186.06	1.71
7 - Langkvifonna1	2.34	4791.91	1.58
8 - Langkvifonna2	2.59	5317.99	1.75
9 - Langkvifonna3	2.78	5706.45	1.88
10 - Synnøvekvia	2.62	5382.90	1.78

### 5.3 Flomfrekvensanalyse med Nasjonalt formelverk

For beregning av avrenning for returperiode 200 år ( $Q_{200}$ ), er det benyttet Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt. Formelverket beregner kulminasjonsflommer for ulike returperioder for små (< 50 km<sup>2</sup>) uregulerte nedbørfelt i Norge (Stenius et al., 2015). For å benytte formelverket bør følgende parametere ligge innenfor et gyldighetsintervall (Tabell 5.6):

Tabell 5.6. Gyldighetsintervall for feltparametere i Nasjonalt formelverk.

Parameter	Gyldighetsintervall
Areal	0,2 - 53 km <sup>2</sup>
$Q_{N(61-90)}$	9 - 163 l/s*km <sup>2</sup>
$A_{SE}$	0 - 21 %

Nedbørfeltene ligger innenfor gyldighetsintervallene for Nasjonalt formelverk, bortsett fra nedbørfelt 2 ( $A=0,08$  km<sup>2</sup>), nedbørfelt 4 ( $A=0,04$  km<sup>2</sup>), nedbørfelt 6 ( $A=0,15$  km<sup>2</sup>), nedbørfelt 8 ( $A=0,09$  km<sup>2</sup>), nedbørfelt 9 ( $A=0,02$  km<sup>2</sup>) og nedbørfelt 10 ( $A=0,07$  km<sup>2</sup>). Disse er mikrofelt og 200-år flom er derfor i tillegg beregnet med den Rasjonelle formel som passer til beregning for små nedbørfelt.

Formelverket består av et sett med likninger som beregner middelflom ( $Q_M$ ) og vekstkurven ( $Q_T/Q_M$ ). Den største usikkerheten ved bruk av formelverket ligger i midlere avrenning  $Q_{N(61-90)}$  (Stenius et al., 2015) samt effektiv sjøprosent. Resultatene er presentert i Tabell 5.7. *Inngangsparametere og resultater fra Nasjonalt formelverk.*

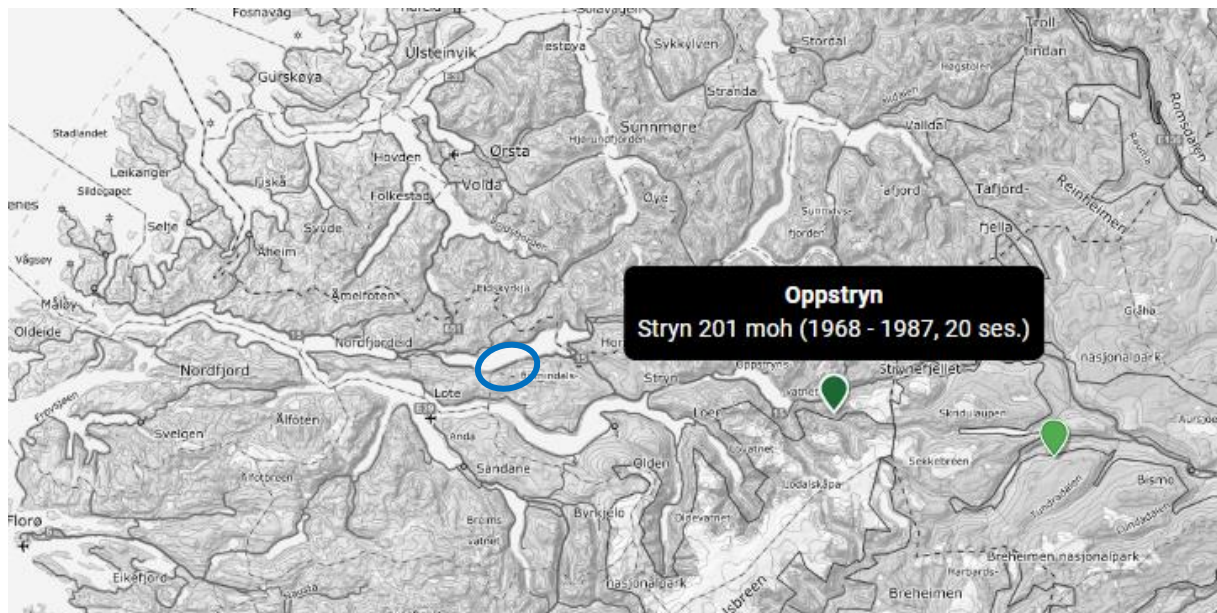
Tabell 5.7. Inngangsparametere og resultater fra Nasjonalt formelverk. (- ugyldig metode)

Nedbørfelt	Feltareal (km <sup>2</sup> )	$Q_{N(61-90)}$ l/s*km <sup>2</sup>	$A_{SE}$ (%)	Nasjonalt formelverk $Q_{200}$ (l/s/km <sup>2</sup> )	Nasjonalt formelverk $Q_{200}$ (m <sup>3</sup> /s)
1 - Setregjølet	0.18	39.30	0.00	4374.71	0.79
2 - Slokerabben	0.08	33.00	0.00	4353.51	0.35 (-)
3 - Skafjellgjølet	0.29	51.5	0.00	4928.17	1.43
4 - Gildremyra	0.04	40.00	0.00	5431.44	0.22 (-)
5 - Kolefonna	0.45	70.40	0.00	5785.41	2.60
6 - Hesteflata	0.15	40.00	0.00	4537.81	0.68
7 - Langkvifonna1	0.69	42.80	0.00	3859.10	2.66
8 - Langkvifonna2	0.09	40.00	0.00	4864.27	0.44 (-)
9 - Langkvifonna3	0.02	40.00	0.00	5968.36	0.12 (-)
10 - Synnøvekvia	0.07	40.00	0.00	5033.40	0.35 (-)

## 5.4 Rasjonale formel

Den Rasjonale formelen er best tilpasset små nedbørfelt med rask respons og skal benyttes for nedbørfelt med feltareal mindre enn 2 km<sup>2</sup>. Alle nedbørfeltene er innenfor gyldighetsintervall.

Målestasjon benyttet til dimensjonerende nedbør (IVF-verdier) er Oppstryn (SN58700) hentet fra Norsk klimaservicesenter. Stasjonen ligger 201 moh. med måleperiode i tidsrommet 1968-1987 (20 sesonger), og er den nærmeste målestasjonen til analyseområdet.



Figur 5.2. Kartet viser lokasjon til analyseområde (blå ellipse) og valgt målestasjon Oppstryn (SN58700) for IVF-verdier fra Norsk klimaservicesenter.

Tabell 5.8. Inngangsparametere og resultater fra Rasjonale formel.

Nedbørfelt	Feltareal (km <sup>2</sup> )	A <sub>SE</sub> (%)	Avr.f C (-)	Feltlengde (km)	Høydegrad (moh.)	Q <sub>dim,T</sub> (l/s/km <sup>2</sup> )	Q <sub>dim,T</sub> (m <sup>3</sup> /s)
1 - Setregjølet	0.18	0.00	0.26	0.30	53-714	1892.94	0.34
2 - Slokerabben	0.08	0.00	0.29	1.27	62-850	2017.07	0.16
3 - Skafjellgjølet	0.29	0.00	0.31	1.30	53-895	2708.70	0.79
4 - Gildremyra	0.04	0.00	0.27	0.74	60-470	2118.74	0.08
5 - Kolefonna	0.45	0.00	0.51	1.40	54-979	3514.47	1.58
6 - Hesteflata	0.15	0.00	0.49	1.37	62-997	3434.44	0.52
7 - Langkvifonna 1	0.69	0.00	0.38	1.40	53-984	2610.36	1.80
8 - Langkvifonna 2	0.09	0.00	0.40	1.26	61-961	2894.11	0.26
9 - Langkvifonna 3	0.02	0.00	0.26	0.56	63-431	2530.02	0.05
10 - Synnøvekvia	0.07	0.00	0.37	1.24	60-956	2727.05	0.19



## 5.5 Sammenligning av metoder og valg av endelige flomverdier

Sammenligning av beregningsmetoder og valg av endelige flomverdier ut ifra faglig vurdering, se *Tabell 5.9*. Valgt flomverdi ( $Q_{200}$  ( $m^3/s$ )) er et gjennomsnitt av gyldige metoder.

Tabell 5.9. Sammenligning av beregningsmetoder og valgt  $Q_{dim,T}$ . (- ugyldig metode)

Nedbørfelt	Feltareal ( $km^2$ )	FFA på obs. data $Q_T$ ( $m^3/s$ )	Nasjonalt formelverk $Q_T$ ( $m^3/s$ )	Rasjonale formel (justert) $Q_T$ ( $m^3/s$ )	Valgt flomverdi (gj. gyldige metoder) $Q_T$ ( $m^3/s$ )	Valgt flomverdi $Q_{dim,T}$ ( $m^3/s$ )
1 - Setregjølet	0.18	1.70	0.79	0.34	0.90	1.39
2 - Slokerabben	0.08	1.77	0.35 (-)	0.16	0.35	0.54
3 - Skafjellgjølet	0.29	1.66	1.43	0.79	1.29	1.99
4 - Gildremyra	0.04	1.82	0.22 (-)	0.08	0.20	0.31
5 - Kolefonna	0.45	1.62	2.60	1.58	1.93	2.98
6 - Hesteflata	0.15	1.71	0.68	0.52	0.75	1.16
7 - Langkvifonna 1	0.69	1.58	2.66	1.80	2.02	3.10
8 - Langkvifonna 2	0.09	1.75	0.44 (-)	0.26	0.42	0.69
9 - Langkvifonna 3	0.02	1.88	0.12 (-)	0.05	0.10	0.15
10 - Synnøvekvia	0.07	1.78	0.35 (-)	0.19	0.35	0.54

Det er valgt å ta gjennomsnitt av alle gyldige metoder for vært analysefelt. Det er tatt hensyn til NVE sine anbefalinger for mikrofelt (*Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt, kap. 6.5*) De høye verdier fra FFA kan forklares ved at referensefeltene har større areal enn analysefeltene.

For analysefelt 1 er gjennomsnitt av alle tre gyldige metoder  $0,94 m^3/s$ . Det valgt å ta utgangspunkt i anbefalt maksimal verdi for mikrofelt for  $5000 l/s/km^2$  og justere til  $0,90 m^3/s$ .

For analysefelt 2, 4, 8, 9 og 10 gir FFA kunstig høye verdier da resultatene gir verdier høyere enn maksimal verdi for mikrofelt ( $5000 l/s/km^2$ ). Det er valgt å øke beregninger fra Rasjonale formel.

Analysefelt 3, 5 og 7 er valgt flomverdi et gjennomsnitt av alle tre gyldige metoder.

For analysefelt 6 er gjennomsnitt av alle tre gyldige metoder  $0,97 m^3/s$ . Det valgt å ta utgangspunkt i anbefalt maksimal verdi for mikrofelt for  $5000 l/s/km^2$  og justere til  $0,75 m^3/s$ .

## 6 Hydrauliske analyser og beregninger

I forbindelse med de hydrauliske analysene og beregningene gir følgende parametere risiko for skader og er derfor undersøkt:

1. Strømningsform
2. Oppstrøms vanndybde
3. Nedstrøms vanndybde
4. Vannhastighet
5. Tillatt gjentetting
6. Kritisk dybde nedstrøms ( $y_c$ )

Punkt 1 til 4 og punkt 6 hentes ut fra HY-8, mens punkt 5 er i henhold til krav  $y_{dim} \leq D_{innløp}$ , jf. Kapittel 2 Overordnede krav.

Hvilken strømningsform som opptrer i gjennomløpet, påvirker de resterende punktene. Vanndybden ved innløp undersøkes da denne er knyttet til krav  $y_{dim} \leq D_{innløp}$ . Dersom vanndybde ved innløp er lavere enn overbygningen er det heller ingen risiko for overtopping ved innløp. Dersom nedstrøms vanndybde er høyere enn kritisk dybde nedstrøms ( $y_c$ ) er det risiko for oppstuvning ved utløp.

Faren for erosjon i området det gjøres tiltak for skal vurderes i detaljprosjektering. Tiltak skal utføres i henhold til SVV håndbøker.

Gjentettingskravet på 1/3 er tatt med i beregningene. Tillatt gjentetting ved innløp må derfor bestemmes for å møte krav  $y_{dim} \leq D_{innløp}$ . I en flomsituasjon kan trær eller andre gjenstander fraktes med elva og blokkerer vannstrømmen og må tas hensyn til i beregningene. Gitt at nevnte krav innfris vil kapasiteten til kulverten være ivaretatt under en 200-års flom. Henviser til fullstendige resultater i kapittel 6.3 Resultater – beregnet diameter i HY-8.

## 6.1 Forutsetninger for analyser og beregninger i HY-8

Forutsetninger som ligger til grunn for analyser og beregninger i HY-8:

- Beregningene er basert på dimensjonerende flom ( $Q_{dim,200}$ ).
- Det er valgt «Thin Edge Projecting» som innløpsutforming.
- Kulvertenes utforming er satt til sirkulær med rett gjennomløp.
- Helning på kulvert er satt til ca. 3-4 %.
- Materialvalg er betong og Manningstallet er satt til 83,3 (0.012) for kulvertens innvendige overflate på sider og topp for å gjenspeile betongens ruhet. Manningstallet for kulvertens bunn er satt til 28,6 (0.035) i bunn for å gjenspeile naturlig elvebunn og gjentetting.
- Innløp-, utløp- og nedstrøms elvebunnshøyde (moh.) er valgt ut fra gjeldene forutsetninger (dagens høydemodell).
- Tillatt gjentetting er 1/3 av innvendig diameter/høyde på kulvert.
- Kulvertlengde er hentet ut ifra veimodell.

Dersom disse forutsetningene endres i detaljprosjekteringen, må det utføres nye hydrauliske analyser og beregninger. For fullstendige resultater fra HY-8 henvises det til Vedlegg 2.

## 6.2 Resultater fra HY-8 og valgt diameter/mål:

### 6.2.1 Nedbørfelt 1 – Skjerdalselv

Dimensjonerende flom med returperiode 200 år er 1.39 m<sup>3</sup>/s. Kulvertenes utforming er satt til sirkulær med rett gjennomløp. Inputparametere i HY-8 vises i *Tabell 6.1* og *Figur 6.1*. Hydraulisk analyse i *Tabell 6.2* og *Figur 6.2*.

*Tabell 6.1. Utformingsparametere for valgt kulvertløsning.*

Indre diameter (mm)	1800
Gjentettingshøyde (mm)	600
Kulvertlengde (m)	21

The image shows two side-by-side windows from the HY-8 software. The left window is titled 'Crossing Properties' and shows a table of parameters for a crossing named 'Elv 1. Setregjølet'. The right window is titled 'Culvert Properties' and shows a table of parameters for 'Culvert 1'.

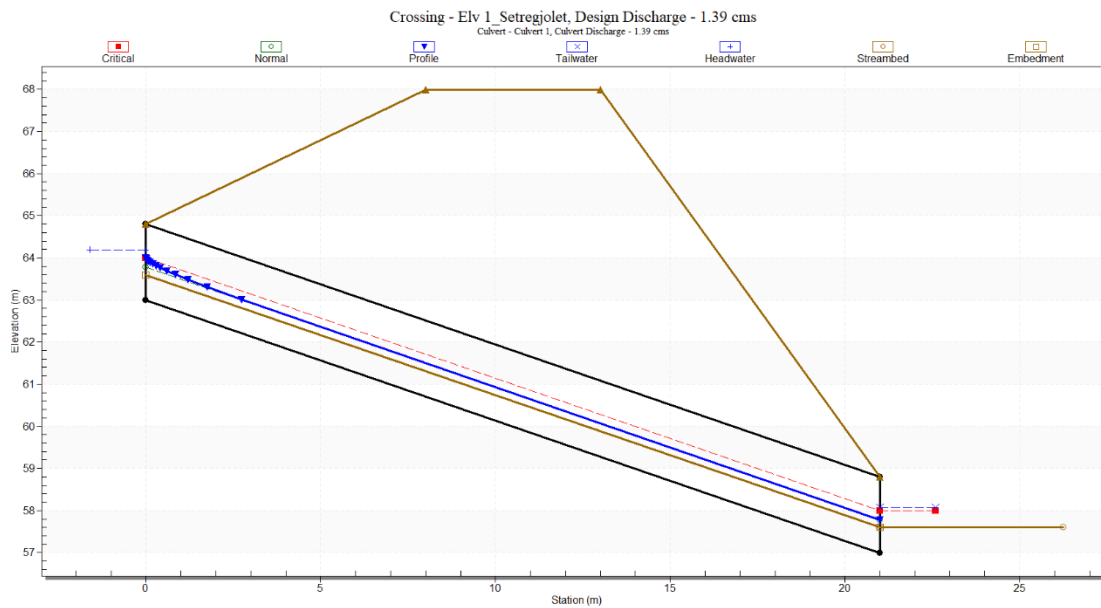
**Crossing Properties**

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	1.390	cms
Design Flow	1.390	cms
Maximum Flow	1.390	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Rectangular Channel	
Bottom Width	1.800	m
Channel Slope	0.0200	m/m
Manning's n (channel)	0.040	
Channel Invert Elevation	57.600	m
Rating Curve	<a href="#">View...</a>	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	10.000	m
Crest Elevation	68.000	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	5.000	m

**Culvert Properties**

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	Culvert 1	
Shape	Circular	
Material	Concrete	
Diameter	1800.000	mm
Embedment Depth	600.000	mm
Manning's n (Top/Sides)	0.012	
Manning's n (Bottom)	0.035	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	63.000	m
Outlet Station	21.000	m
Outlet Elevation	57.000	m
Number of Barrels	1	
Computed Culvert Slope	0.285714	m/m

*Figur 6.1. Inputparametere i HY-8.*



Figur 6.2. Hydraulisk analyse av kulvert ved  $Q_{dim,200}$ .

Tabell 6.2. Resultater fra hydraulisk analyse for valgt kulvertløsning ved  $Q_{dim,200}$ .

Strømningsform	Vanndybde ved innløp (m)	Vanndybde ved utløp (m)	Nedstrøms vanndybde (m)	Kritisk dybde $y_c$ (m)	Vannhastighet ved utløp (m/s)
Innløpskontroll	0.59	0.18	0.48	0.40	1.62

Resultatene fra HY-8 gir innløpskontroll med fritt utløp, uten overtopping. Nedstrøms dybde er høyere enn kritisk dybde og kan gi oppstiving. For diameter på 1800 mm med 600 mm gjentetting er kapasiteten til kulverten ivaretatt ved en 200-års flom og innfrir krav  $y_{dim} \leq D_{innløp}$ .

## 6.2.2 Nedbørfelt 2 – Slokerabben

Dimensjonerende flom med returperiode 200 år er 0.54 m<sup>3</sup>/s. Kulvertenes utforming er satt til sirkulær med rett gjennomløp. Inputparametere i HY-8 vises i *Tabell 6.3* og *Figur 6.3*. Hydraulisk analyse i *Tabell 6.4* og *Figur 6.4*.

*Tabell 6.3. Utformingsparametere for valgt kulvertløsning.*

Indre diameter (mm)	1000
Gjentettingshøyde (mm)	333
Kulvertlengde (m)	16

The screenshot displays two panels in the HY-8 software interface. The left panel, titled 'Crossing Properties', shows a table of parameters for a crossing named 'Elv 2, Slokerabben'. The right panel, titled 'Culvert Properties', shows a table of parameters for 'Culvert 1'.

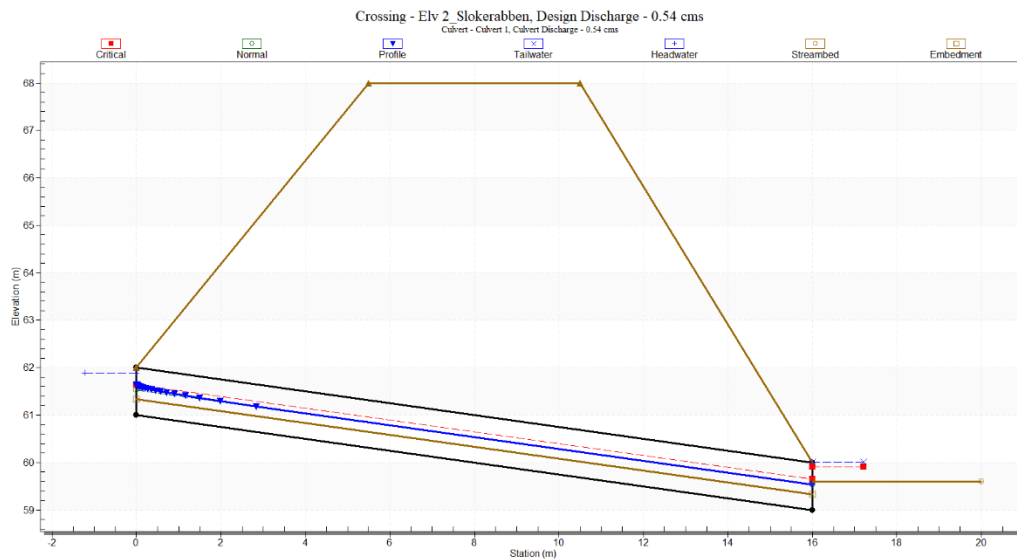
**Crossing Properties**

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	0.540	cms
Design Flow	0.540	cms
Maximum Flow	0.540	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Rectangular Channel	
Bottom Width	1.000	m
Channel Slope	0.0200	m/m
Manning's n (channel)	0.040	
Channel Invert Elevation	59.600	m
Rating Curve	View...	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	10.000	m
Crest Elevation	68.000	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	5.000	m

**Culvert Properties**

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Name	Culvert 1	
Shape	Circular	
Material	Concrete	
Diameter	1000.000	mm
Embedment Depth	333.330	mm
Manning's n (Top/Sides)	0.012	
Manning's n (Bottom)	0.035	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	61.000	m
Outlet Station	16.000	m
Outlet Elevation	59.000	m
Number of Barrels	1	
Computed Culvert Slope	0.125000	m/m

*Figur 6.3. Inputparametere i HY-8.*



Figur 6.4. Hydraulisk analyse av kulvert ved  $Q_{dim,200}$ .

Tabell 6.4. Resultater fra hydraulisk analyse for valgt kulvertløsning ved  $Q_{dim,200}$ .

Strømningsform	Vanndybde ved innløp (m)	Vanndybde ved utløp (m)	Nedstrøms vanndybde (m)	Kritisk dybde $y_c$ (m)	Vannhastighet ved utløp (m/s)
Innløpskontroll	0.49	0.19	0.41	0.31	2.83

Resultatene fra HY-8 gir innløpskontroll med fritt utløp, uten overtopping. Nedstrøms dybde er høyere enn kritisk dybde og kan gi oppstuvning. For diameter på 1000 mm med 333 mm gjentetting er kapasiteten til kulverten ivaretatt ved en 200-års flom og innfrir krav  $y_{dim} \leq D_{innløp}$ .

### 6.2.3 Nedbørfelt 3 – Skafjellgjølet

Dimensjonerende flom med returperiode 200 år er 1.99 m<sup>3</sup>/s. Kulvertenes utforming er satt til sirkulær med rett gjennomløp. Inputparametere i HY-8 vises i *Tabell 6.5* og *Figur 6.5*. Hydraulisk analyse i *Figur 6.6* og *Tabell 6.6*.

*Tabell 6.5. Utformingsparametere for valgt kulvertløsning.*

Indre diameter (mm)	1600
Gjentettingshøyde (mm)	533
Kulvertlengde (m)	21

The image shows two panels from the HY-8 software interface. The left panel, titled 'Crossing Properties', shows a table of parameters for a crossing named 'Elv 3 Skafjellgjølet'. The right panel, titled 'Culvert Properties', shows a table of parameters for 'Culvert 1'.

**Crossing Properties**

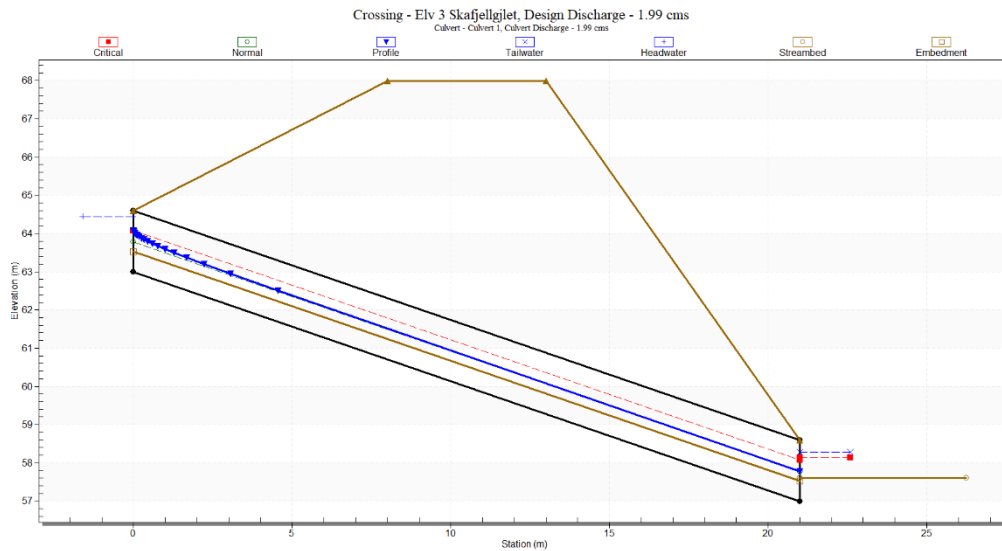
Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	1.990	cms
Design Flow	1.990	cms
Maximum Flow	1.990	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Rectangular Channel	
Bottom Width	1.600	m
Channel Slope	0.0200	m/m
Manning's n (channel)	0.040	
Channel Invert Elevation	57.600	m
Rating Curve	View...	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	10.000	m
Crest Elevation	68.000	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	5.000	m

**Culvert Properties**

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	Culvert 1	
Shape	Circular	
Material	Concrete	
Diameter	1600.000	mm
Embedment Depth	533.300	mm
Manning's n (Top/Sides)	0.012	
Manning's n (Bottom)	0.035	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	63.000	m
Outlet Station	21.000	m
Outlet Elevation	57.000	m
Number of Barrels	1	
Computed Culvert Slope	0.285714	m/m

*Figur 6.5. Inputparametere i HY-8.*





Figur 6.6. Hydraulisk analyse av kulvert ved  $Q_{dim,200}$ .

Tabell 6.6. Resultater fra hydraulisk analyse for valgt kulvertløsning ved  $Q_{dim,200}$ .

Strømningsform	Vanndybde ved innløp (m)	Vanndybde ved utløp (m)	Nedstrøms vanndybde (m)	Kritisk dybde $y_c$ (m)	Vannhastighet ved utløp (m/s)
Innløpskontroll	0.91	0.25	0.68	0.54	5.12

Resultatene fra HY-8 gir innløpskontroll med fritt utløp, uten overtopping.

Nedstrøms dybde er høyere enn kritisk dybde og kan gi oppstuvning. For diameter på 1600 mm med 533 mm gjentetting er kapasiteten til kulverten ivaretatt ved en 200-års flom og innfrir krav  $y_{dim} \leq D_{innløp}$ .

#### 6.2.4 Nedbørfelt 4 – Gildremyra

Dimensjonerende flom med returperiode 200 år er  $0.31 \text{ m}^3/\text{s}$ . Kulvertenes utforming er satt til sirkulær med rett gjennomløp. Inputparametere i HY-8 vises i *Tabell 6.7* og *Figur 6.7*. Hydraulisk analyse i *Tabell 6.8* og *Figur 6.8*.

*Tabell 6.7. Utformingsparametere for valgt kulvertløsning.*

Indre diameter (mm)	1000
Gjentettingshøyde (mm)	333
Kulvertlengde (m)	21

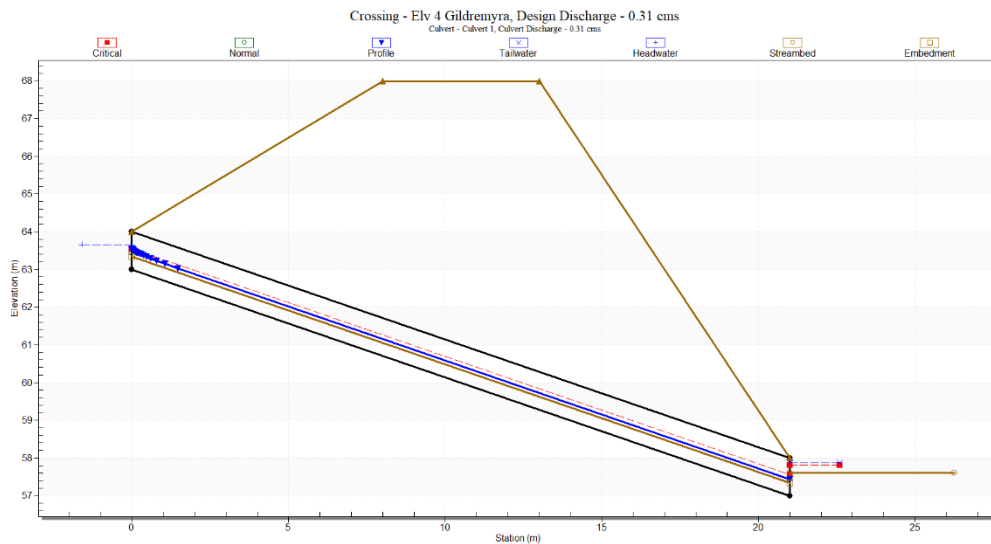
The screenshot displays two panels in the HY-8 software interface. The left panel, 'Crossing Properties', shows a table of parameters for a crossing named 'Elv 4 Gildremyra'. The right panel, 'Culvert Properties', shows a table of parameters for 'Culvert 1'.

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	0.310	cms
Design Flow	0.310	cms
Maximum Flow	0.310	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Rectangular Channel	
Bottom Width	1.000	m
Channel Slope	0.0200	m/m
Manning's n (channel)	0.040	
Channel Invert Elevation	57.600	m
Rating Curve	View...	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	10.000	m
Crest Elevation	68.000	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	5.000	m

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	Culvert 1	
Shape	Circular	
Material	Concrete	
Diameter	1000.000	mm
Embedment Depth	333.330	mm
Manning's n (Top/Sides)	0.012	
Manning's n (Bottom)	0.035	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	63.000	m
Outlet Station	21.000	m
Outlet Elevation	57.000	m
Number of Barrels	1	
Computed Culvert Slope	0.285714	m/m

*Figur 6.7. Inputparametere i HY-8.*



Figur 6.8. Hydraulisk analyse av kulvert ved  $Q_{dim,200}$ .

Tabell 6.8. Resultater fra hydraulisk analyse for valgt kulvertløsning ved  $Q_{dim,200}$ .

Strømningsform	Vanndybde ved innløp (m)	Vanndybde ved utløp (m)	Nedstrøms vanndybde (m)	Kritisk dybde $y_c$ (m)	Vannhastighet ved utløp (m/s)
Innløpskontroll	0.32	0.11	0.28	0.22	3.04

Resultatene fra HY-8 gir innløpskontroll med fritt utløp, uten overtopping. Nedstrøms dybde er høyere enn kritisk dybde og kan gi oppstuvning. For diameter på 1000 mm med 333 mm gjentetting er kapasiteten til kulverten ivaretatt ved en 200-års flom og innfrir krav  $y_{dim} \leq D_{innløp}$ .

### 6.2.5 Nedbørfelt 5 – Kolefonna

Dimensjonerende flom med returperiode 200 år er 2.98 m<sup>3</sup>/s. Kulvertenes utforming er satt til sirkulær med rett gjennomløp. Inputparametere i HY-8 vises i *Tabell 6.9* og *Figur 6.9*. Hydraulisk analyse i *Tabell 6.10* og *Figur 6.10*.

*Tabell 6.9. Utformingsparametere for valgt kulvertløsning.*

Lengde x spenn (mm)	2000
Gjentetningshøyde (mm)	666
Kulvertlengde (m)	21

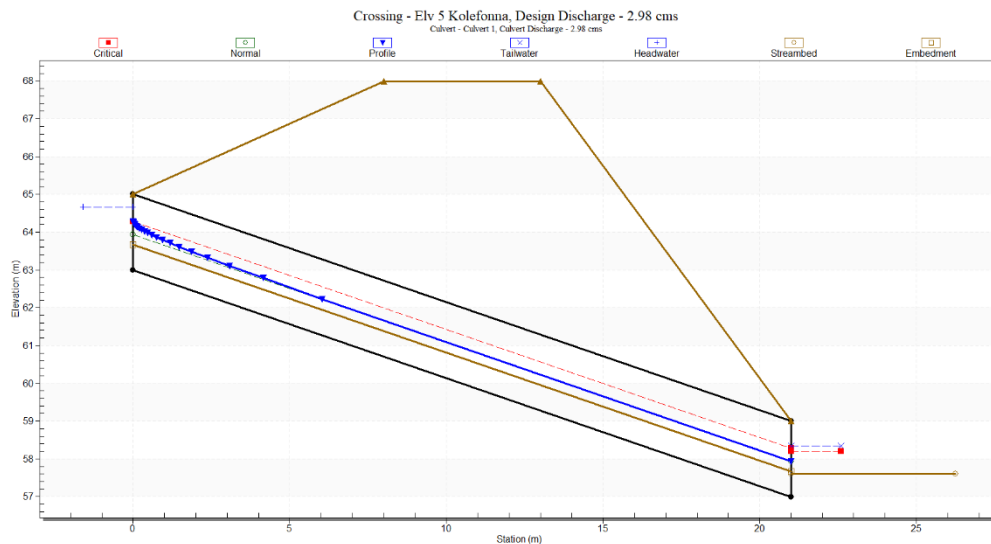
The screenshot displays two panels from the HY-8 software. The left panel, 'Crossing Properties', shows a table of parameters for 'Elv 5 Kolefonna'. The right panel, 'Culvert Properties', shows a table of parameters for 'Culvert 1'.

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	2.980	cms
Design Flow	2.980	cms
Maximum Flow	2.980	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Rectangular Channel	
Bottom Width	2.000	m
Channel Slope	0.0200	m/m
Manning's n (channel)	0.040	
Channel Invert Elevation	57.600	m
Rating Curve	View...	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	10.000	m
Crest Elevation	68.000	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	5.000	m

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	Culvert 1	
Shape	Circular	
Material	Concrete	
Diameter	2000.000	mm
Embedment Depth	666.670	mm
Manning's n (Top/Sides)	0.012	
Manning's n (Bottom)	0.035	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	63.000	m
Outlet Station	21.000	m
Outlet Elevation	57.000	m
Number of Barrels	1	
Computed Culvert Slope	0.285714	m/m

*Figur 6.9. Inputparametere i HY-8.*



Figur 6.10. Hydraulisk analyse av kulvert ved  $Q_{dim,200}$ .

Tabell 6.10. Resultater fra hydraulisk analyse for valgt kulvertløsning ved  $Q_{dim,200}$ .

Strømningsform	Vanndybde ved innløp (m)	Vanndybde ved utløp (m)	Nedstrøms vanndybde (m)	Kritisk dybde $y_c$ (m)	Vannhastighet ved utløp (m/s)
Innløpskontroll	0.99	0.27	0.74	0.61	5.57

Resultatene fra HY-8 gir innløpskontroll med fritt utløp, uten overtopping. Nedstrøms dybde er høyere enn kritisk dybde og kan gi oppstuvning. For diameter på 2000 mm med 666 mm gjentetting er kapasiteten til kulverten ivaretatt ved en 200-års flom og innfrir krav  $y_{dim} \leq D_{innløp}$ .

### 6.2.6 Nedbørfelt 6 – Hesteflata

Dimensjonerende flom med returperiode 200 år er 1.16 m<sup>3</sup>/s. Kulvertenes utforming er satt til sirkulær med rett gjennomløp. Inputparametere i HY-8 vises i *Figur 6.11* og *Tabell 6.11*. Hydraulisk analyse i *Tabell 6.12* og *Figur 6.12*.

*Tabell 6.11. Utformingsparametere for valgt kulvertløsning.*

Indre diameter (mm)	1400
Gjentettingshøyde (mm)	466
Kulvertlengde (m)	39.99

The image shows two panels from the HY-8 software interface. The left panel is titled 'Crossing Properties' and shows a table of parameters for a crossing named 'Elv 6 Hesteflata'. The right panel is titled 'Culvert Properties' and shows a table of parameters for 'Culvert 1'.

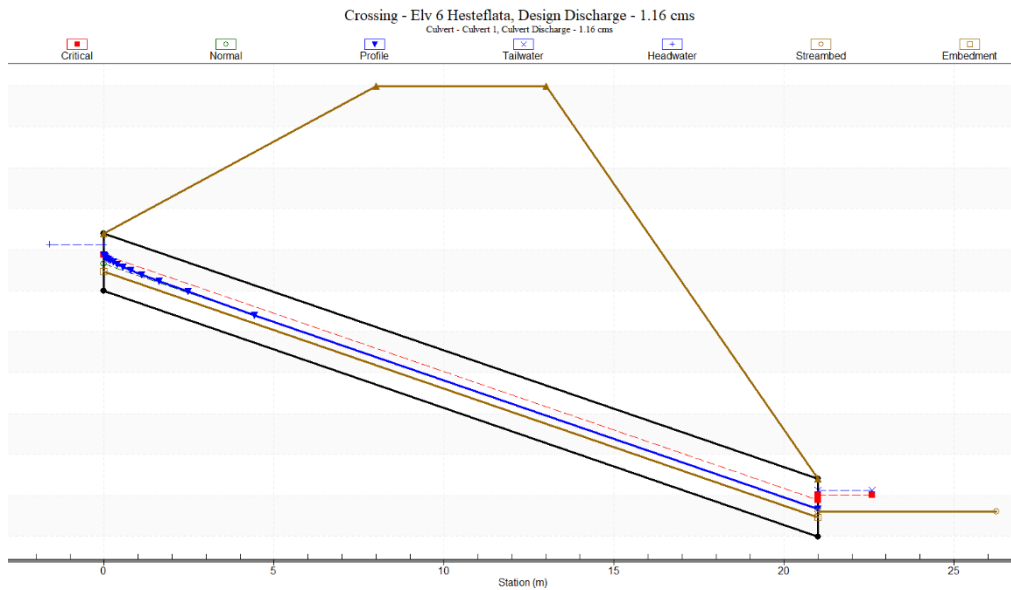
**Crossing Properties**

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	1.160	cms
Design Flow	1.160	cms
Maximum Flow	1.160	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Rectangular Channel	
Bottom Width	1.400	m
Channel Slope	0.0200	m/m
Manning's n (channel)	0.040	
Channel Invert Elevation	57.600	m
Rating Curve	View...	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	10.000	m
Crest Elevation	68.000	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	5.000	m

**Culvert Properties**

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	Culvert 1	
Shape	Circular	
Material	Concrete	
Diameter	1400.000	mm
Embedment Depth	466.670	mm
Manning's n (Top/Sides)	0.012	
Manning's n (Bottom)	0.035	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	63.000	m
Outlet Station	21.000	m
Outlet Elevation	57.000	m
Number of Barrels	1	
Computed Culvert Slope	0.285714	m/m

*Figur 6.11. Inputparametere i HY-8, kulvert 1.*



Figur 6.12. Hydraulisk analyse av kulvert 1 ved  $Q_{dim,200}$ .

Tabell 6.12. Resultater fra hydraulisk analyse for valgt kulvertløsning ved  $Q_{dim,200}$ .

Strømningsform	Vanndybde ved innløp (m)	Vanndybde ved utløp (m)	Nedstrøms vanndybde (m)	Kritisk dybde $y_c$ (m)	Vannhastighet ved utløp (m/s)
Innløpskontroll	0.66	0.19	0.52	0.41	4.40

Resultatene fra HY-8 gir innløpskontroll med fritt utløp, uten overtopping. Nedstrøms dybde er høyere enn kritisk dybde og kan gi oppstuvning. For diameter på 1400 mm med 466 mm gjentetting er kapasiteten til kulverten ivaretatt ved en 200-års flom og innfrir krav  $y_{dim} \leq D_{innløp}$ .

### 6.2.7 Nedbørfelt 7 – Langkvifonna 1

Dimensjonerende flom med returperiode 200 år er 3.1 m<sup>3</sup>/s. Kulvertenes utforming er satt til sirkulær med rett gjennomløp. Inputparametere i HY-8 vises i *Tabell 6.13* og *Figur 6.13*. Hydraulisk analyse i *Tabell 6.14* og *Figur 6.14*.

*Tabell 6.13. Utformingsparametere for valgt kulvertløsning.*

Indre diameter (mm)	2000
Gjentettingshøyde (mm)	667
Kulvertlengde (m)	21

The image shows two side-by-side software panels. The left panel is titled 'Crossing Properties' and contains a table with parameters for discharge, tailwater, and roadway data. The right panel is titled 'Culvert Properties' and contains a table with parameters for culvert data and site data. Both panels have a 'Name' field at the top.

**Crossing Properties**

Name: Eiv 7 Langkvifonna1

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	3.100	cms
Design Flow	3.100	cms
Maximum Flow	3.100	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Rectangular Channel	
Bottom Width	2.000	m
Channel Slope	0.0200	m/m
Manning's n (channel)	0.040	
Channel Invert Elevation	57.600	m
Rating Curve	View...	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	10.000	m
Crest Elevation	68.000	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	5.000	m

**Culvert Properties**

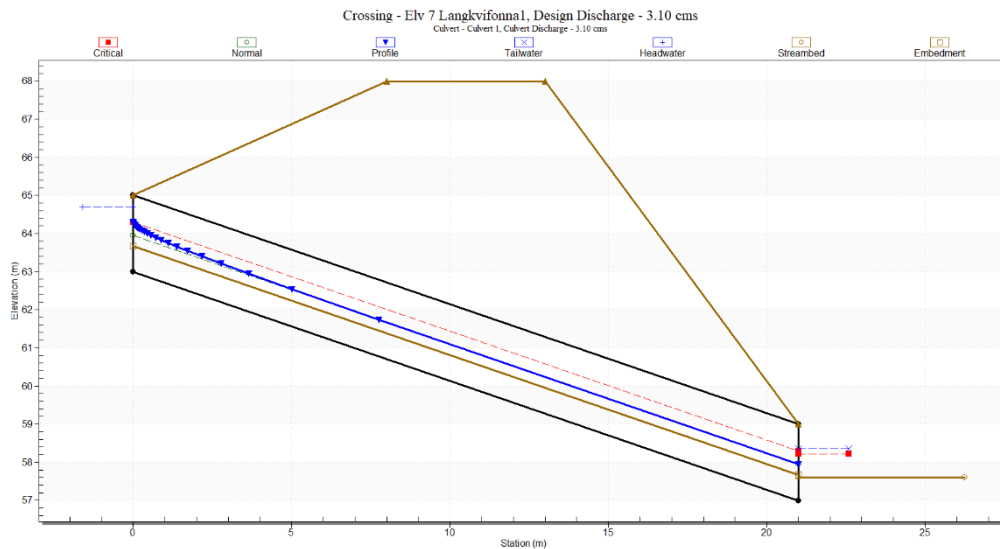
Culvert 1

Add Culvert  
Duplicate Culvert  
Delete Culvert

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	Culvert 1	
Shape	Circular	
Material	Concrete	
Diameter	2000.000	mm
Embedment Depth	666.670	mm
Manning's n (Top/Sides)	0.012	
Manning's n (Bottom)	0.035	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	63.000	m
Outlet Station	21.000	m
Outlet Elevation	57.000	m
Number of Barrels	1	
Computed Culvert Slope	0.285714	m/m

*Figur 6.13. Inputparametere i HY-8, kulvert 1.*





Figur 6.14. Hydraulisk analyse av kulvert ved  $Q_{dim,200}$ , kulvert 1.

Tabell 6.14. Resultater fra hydraulisk analyse for valgt kulvertløsning ved  $Q_{dim,200}$ .

Strømningsform	Vanndybde ved innløp (m)	Vanndybde ved utløp (m)	Nedstrøms vanndybde (m)	Kritisk dybde $y_c$ (m)	Vannhastighet ved utløp (m/s)
Innløpskontroll	1.02	0.28	0.77	0.63	5.60

Resultatene fra HY-8 gir innløpskontroll med fritt utløp, uten overtopping. Nedstrøms dybde er høyere enn kritisk dybde og kan gi oppstuvning. For diameter på 2000 mm med 667 mm gjentetting er kapasiteten til kulverten ivaretatt ved en 200-års flom og innfrir krav  $y_{dim} \leq D_{innløp}$ .

### 6.2.8 Nedbørfelt 8 – Langkvifonna 2

Dimensjonerende flom med returperiode 200 år er 0.69 m<sup>3</sup>/s. Kulvertenes utforming er satt til sirkulær med rett gjennomløp. Inputparametere i HY-8 vises i *Tabell 6.15* og *Figur 6.15*. Hydraulisk analyse i *Tabell 6.16* og *Figur 6.16*.

*Tabell 6.15. Utformingsparametere for valgt kulvertløsning.*

Indre diameter (mm)	1200
Gjentettingshøyde (mm)	400
Kulvertlengde (m)	21

The screenshot shows the HY-8 software interface with two main panels: 'Crossing Properties' and 'Culvert Properties'.

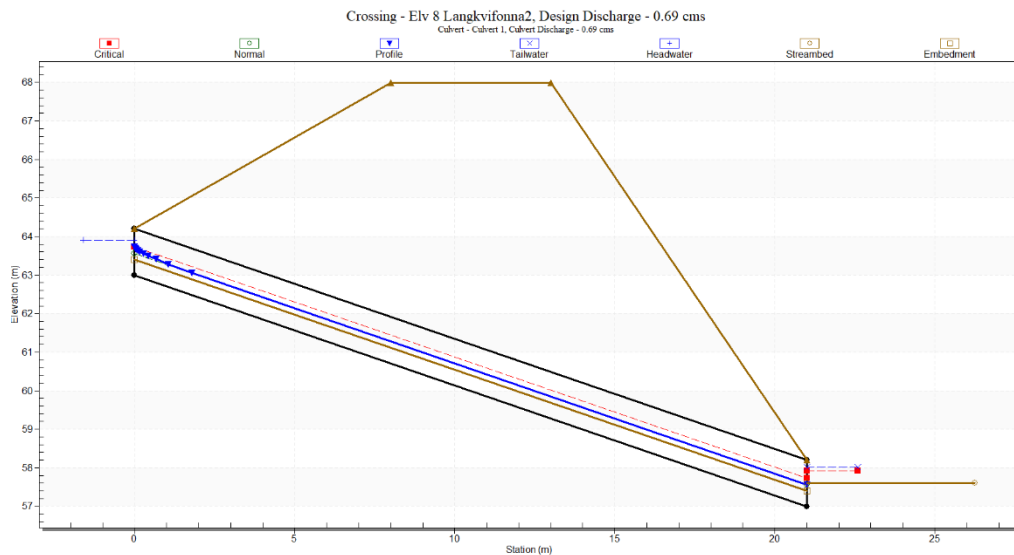
**Crossing Properties:**

- Name: Elv 8 Langkvifonna2
- DISCHARGE DATA:** Discharge Method: Minimum, Design, and Maximum; Minimum Flow: 0.690 cms; Design Flow: 0.690 cms; Maximum Flow: 0.690 cms.
- TAILWATER DATA:** Channel Type: Rectangular Channel; Bottom Width: 1.200 m; Channel Slope: 0.0200 m/m; Manning's n (channel): 0.040; Channel Invert Elevation: 57.600 m.
- ROADWAY DATA:** Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation; First Roadway Station: 0.000 m; Crest Length: 10.000 m; Crest Elevation: 68.000 m; Roadway Surface: Paved; Top Width: 5.000 m.

**Culvert Properties:**

- Culvert 1 (selected)
- CULVERT DATA:** Name: Culvert 1; Shape: Circular; Material: Concrete; Diameter: 1200.000 mm; Embedment Depth: 400.000 mm; Manning's n (Top/Sides): 0.012; Manning's n (Bottom): 0.035; Culvert Type: Straight; Inlet Configuration: Thin Edge Projecting (Ke=0.9); Inlet Depression?: No.
- SITE DATA:** Site Data Input Option: Culvert Invert Data; Inlet Station: 0.000 m; Inlet Elevation: 63.000 m; Outlet Station: 21.000 m; Outlet Elevation: 57.000 m; Number of Barrels: 1; Computed Culvert Slope: 0.285714 m/m.

*Figur 6.15. Inputparametere i HY-8.*



Figur 6.16. Hydraulisk analyse av kulvert ved  $Q_{dim,200}$ .

Tabell 6.16. Resultater fra hydraulisk analyse for valgt kulvertløsning ved  $Q_{dim,200}$ .

Strømningsform	Vanndybde ved innløp (m)	Vanndybde ved utløp (m)	Nedstrøms vanndybde (m)	Kritisk dybde $y_c$ (m)	Vannhastighet ved utløp (m/s)
Innløpskontroll	0.51	0.15	0.41	0.33	3.83

Resultatene fra HY-8 gir innløpskontroll med fritt utløp, uten overtopping. Nedstrøms dybde er høyere enn kritisk dybde og kan gi oppstuvning. For diameter på 1200 mm med 400 mm gjentetting er kapasiteten til kulverten ivaretatt ved en 200-års flom og innfrir krav  $y_{dim} \leq D_{innløp}$ .

### 6.2.9 Nedbørfelt 9 – Langkvifonna 3

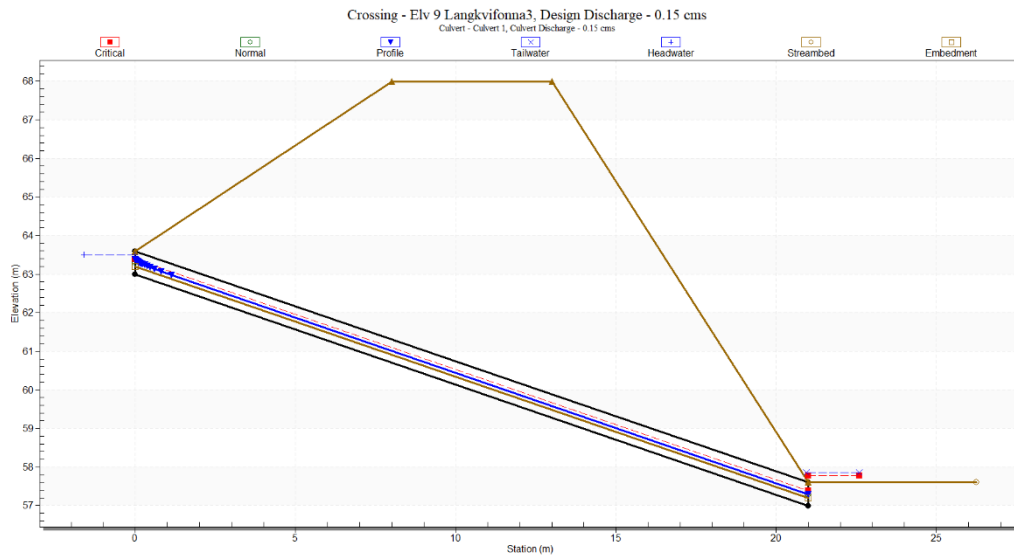
Dimensjonerende flom med returperiode 200 år er 1.15 m<sup>3</sup>/s. Kulvertenes utforming er satt til sirkulær med rett gjennomløp. Inputparametere i HY-8 vises i *Tabell 6.15* og *Figur 6.15*. Hydraulisk analyse i *Tabell 6.16* og *Figur 6.16*.

*Tabell 6.17. Utformingsparametere for valgt kulvertløsning.*

Indre diameter (mm)	600
Gjentettingshøyde (mm)	200
Kulvertlengde (m)	21

The image shows two software panels for configuring a culvert. The left panel, 'Crossing Properties', is for 'Elv 9 Langkvifonna3'. It includes sections for Discharge Data (Minimum, Design, and Maximum flow at 0.150 cms), Tailwater Data (Rectangular Channel, 0.600m width, 0.0200 slope), and Roadway Data (Constant Roadway Elevation, 10.000m crest length, 5.000m top width). The right panel, 'Culvert Properties', is for 'Culvert 1'. It includes sections for Culvert Data (Circular shape, Concrete material, 600.000mm diameter, 200.000mm embedment depth) and Site Data (Culvert Invert Data, Inlet Station 0.000m, Inlet Elevation 63.000m, Outlet Station 21.000m, Outlet Elevation 57.000m, 1 barrel, Computed Culvert Slope 0.285714 m/m).

*Figur 6.17. Inputparametere i HY-8.*



Figur 6.18. Hydraulisk analyse av kulvert ved  $Q_{dim,200}$ .

Tabell 6.18. Resultater fra hydraulisk analyse for valgt kulvertløsning ved  $Q_{dim,200}$ .

Strømningsform	Vanndybde ved innløp (m)	Vanndybde ved utløp (m)	Nedstrøms vanndybde (m)	Kritisk dybde $y_c$ (m)	Vannhastighet ved utløp (m/s)
Innløpskontroll	0.30	0.10	0.26	0.19	2.69

Resultatene fra HY-8 gir innløpskontroll med fritt utløp, uten overtopping. Nedstrøms dybde er høyere enn kritisk dybde og kan gi oppstuvning. For diameter på 1400 mm med 466 mm gjentetting er kapasiteten til kulverten ivaretatt ved en 200-års flom og innfrir krav  $y_{dim} \leq D_{innløp}$ .

## 6.2.10 Nedbørfelt 10 – Synnøvekvia

Dimensjonerende flom med returperiode 200 år er 0.54 m<sup>3</sup>/s. Kulvertenes utforming er satt til sirkulær med rett gjennomløp. Inputparametere i HY-8 vises i *Tabell 6.15* og *Figur 6.15*.  
Hydraulisk analyse i *Tabell 6.16* og *Figur 6.16*.

*Tabell 6.19. Utformingsparametere for valgt kulvertløsning.*

Indre diameter (mm)	1000
Gjentettingshøyde (mm)	333
Kulvertlengde (m)	21

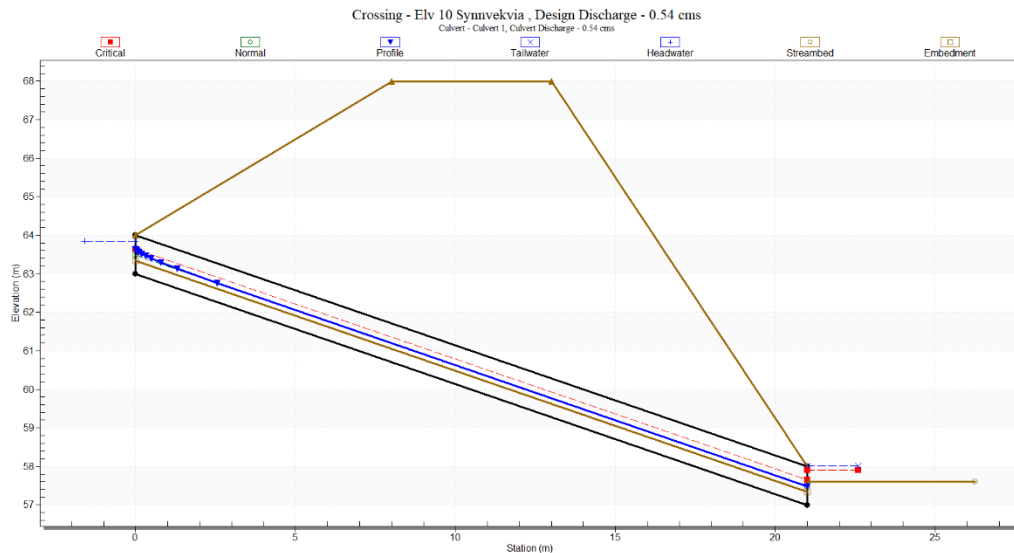
The screenshot displays two panels from the HY-8 software interface. The left panel, titled 'Crossing Properties', shows a table of parameters for a crossing named 'Ely 10 Synnøvekvia'. The right panel, titled 'Culvert Properties', shows a table of parameters for 'Culvert 1'.

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	0.540	cms
Design Flow	0.540	cms
Maximum Flow	0.540	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Rectangular Channel	
Bottom Width	1.000	m
Channel Slope	0.0200	m/m
Manning's n (channel)	0.040	
Channel Invert Elevation	57.600	m
Rating Curve	<a href="#">View...</a>	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	10.000	m
Crest Elevation	68.000	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	5.000	m

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	Culvert 1	
Shape	Circular	
Material	Concrete	
Diameter	1000.000	mm
Embedment Depth	333.330	mm
Manning's n (Top/Sides)	0.012	
Manning's n (Bottom)	0.035	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	63.000	m
Outlet Station	21.000	m
Outlet Elevation	57.000	m
Number of Barrels	1	
Computed Culvert Slope	0.285714	m/m

*Figur 6.19. Inputparametere i HY-8.*



Figur 6.20. Hydraulisk analyse av kulvert ved  $Q_{dim,200}$ .

Tabell 6.20. Resultater fra hydraulisk analyse for valgt kulvertløsning ved  $Q_{dim,200}$ .

Strømningsform	Vanddybde ved innløp (m)	Vanddybde ved utløp (m)	Nedstrøms vanddybde (m)	Kritisk dybde $y_c$ (m)	Vannhastighet ved utløp (m/s)
Innløpskontroll	0.50	0.15	0.41	0.31	3.68

Resultatene fra HY-8 gir innløpskontroll med fritt utløp, uten overtopping. Nedstrøms dybde er høyere enn kritisk dybde og kan gi oppstuvning. For diameter på 1000 mm med 333 mm gjentetting er kapasiteten til kulverten ivaretatt ved en 200-års flom og innfrir krav  $y_{dim} \leq D_{innløp}$ .

## 7 anbefalte tiltak/løsninger

### 7.1 Generelt for alle nedbørfeltene:

En stor del av analyseområdet består av skog og det er viktig at kulverter inspiseres og vedlikeholdes (rensk av grøfter, innløp og utløp av kulvert) hvert år, eller etter skred- og flomhendelser for å unngå massetransport og gjentetting. Det anbefales å sette opp en plan for kulvertvedlikehold og at kulverdtdokumentasjon er oppdatert og tilgjengelig.

Oversikt over beregnet innvendig diameter for alle nedbørfelt og anbefalt dimensjon se *Tabell 7.2*. Alle tiltak skal utføres slik at erosjon unngås. Beregninger for erosjonssikring er ikke utført i denne fasen, men må tas hensyn til i detaljprosjektering.

Anbefalte tiltak for dimensjonerende vannhastighet beskrevet i håndbok V240, se *Tabell 7.1*.

For informasjon om anbefalte sikringstiltak for skred se rapport om skredfare (30137-GEOL-1, Statens vegvesen).

*Tabell 7.1. Anbefalte tiltak for vannhastigheter ved utløp:*

Dimensjonerende vannhastighet	Anbefalt tiltak
2 – 3 m/s	Kanaltilpasning for vannstandssprang Energidreper med terskel Energidreper med fall og terskel
3 – 4 m/s	Kanaltilpasning for vannstandssprang Energidreper med terskel Energidreper med fall og terskel Energidreperbasseng
> 4 m/s	Energidreperbasseng Energidreper med terskel Energidreper med fall og terskel Spesiell energidreper

*Tabell 7.2. Beregnet diameter på kulvert/bru med dimensjonerende flom (Q200):*

Nedbørfelt	Valgt flomverdi $Q_{dimT}$ (m <sup>3</sup> /s)	Dimensjon på veien i dag (innvendig diameter mm)	Dimensjon etter dagens krav (innvendig diameter mm)
1 - Setregjølet	1.39	1800	1800
2 - Slokerabben	0.54	800	1000
3 - Skafjellgjølet	1.99	1200+600	1600
4 - Gildremyra	0.31	900+700	1000
5 - Kolefonna	2.98	900+800	2000
6 - Hesteflata	1.16	700	1400
7 - Langkvifonna 1	3.10	500	2000
8 - Langkvifonna 2	0.69	600	1200
9 - Langkvifonna 3	0.15	600	600
10 - Synnøvekvia	0.54	1000	1000



## 8 Referanser

Balkham, M., Forsbeary, C., Kitchen, A., Rickard, C. (2010). *Culvert design and operation guide*. London: CIRIA.

Chow, V. T. (1959). *Open Channel Hydraulics*, New York: McGraw-Hill.

Federal Highway Administration. (2016). *HY-8 User Manual (v7.5)*. USA. Hentet fra: [http://wmsdocs.aquaveo.com/HY-8\\_UserManual\\_v7.5.pdf](http://wmsdocs.aquaveo.com/HY-8_UserManual_v7.5.pdf)

Hydra II, *NVEs database for hydrologiske data*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

Midttømme, G., Pettersson, L. E., Holmqvist, E., Nøtsund, Ø., Hisdal, H., Sivertsgård, R. (2011). *Retningslinjer for flomberegninger: til § 5-7 i forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

NEVINA, *NVEs karttjeneste for nedbørfelt- og vannføringsindeksanalyse; NEVINA.nve.no*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

Norsk klimaservicesenter. Hentet fra: <https://klimaservicesenter.no/faces/desktop/idf.xhtml>

Norem, H., Flesjø, K., Sellevold, J., Lund, M. R., Viréhn, P. L. E. (2018). *Lærebok Drenering og håndtering av overvann*. (Rapport nr. 681). Trondheim: Statens Vegvesen.

Stenius, S., Glad, P. A., Wang, T. K., Væringstad, T. (2015). *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*. (Veileder nr. 7). Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

Vegdirektoratet. (2015). *Håndbok N400 Bruprosjektering*. Oslo: Statens Vegvesen.

Vegdirektoratet. (2018). *Håndbok N200 Vegbygging*. Oslo: Statens Vegvesen.  
[N200:2022 | Viewer \(vegvesen.no\)](#)

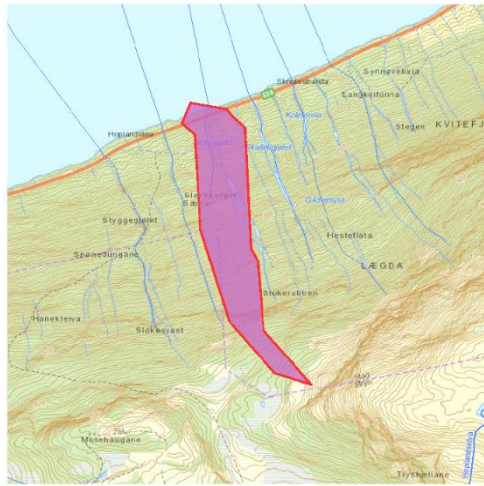
Myndighet og regelverk. (2020). *Håndbok V240. Vannhåndteringer og hydraulisk dimensjonering*.

Klimaprofil for Sogn- og Fjordane (2021), [www.klimaservice.no](http://www.klimaservice.no).

NVE veileder 10/2020 Lokal og Regional flomfrekvensanalyse, Engeland et al. 2020.

# Vedlegg 1: Nedbørfelt fra NEVINA/Scalgo

Figur 0.1. Analysefelt 1 – Setregjølet (Nevina).



Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
 Kartdatum: EUREF89 WGS84  
 Prosjeksjon: UTM 33N  
 Beregn.punkt: 42662 E  
 6894712 N

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

Feltparametere	
Areal (A)	0.18 km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (A <sub>SE</sub> )	-999 %
Elvleengde (E <sub>L</sub> )	0.3 km
Elvgradient (E <sub>G</sub> )	427.7 m/km
Elvgradient <sub>1085</sub> (E <sub>G,1085</sub> )	420.5 m/km
Helning	28.9 °
Dreneringstetthet (D <sub>Z</sub> )	4.2 km <sup>-1</sup>
Feltleengde (F <sub>L</sub> )	1.1 km

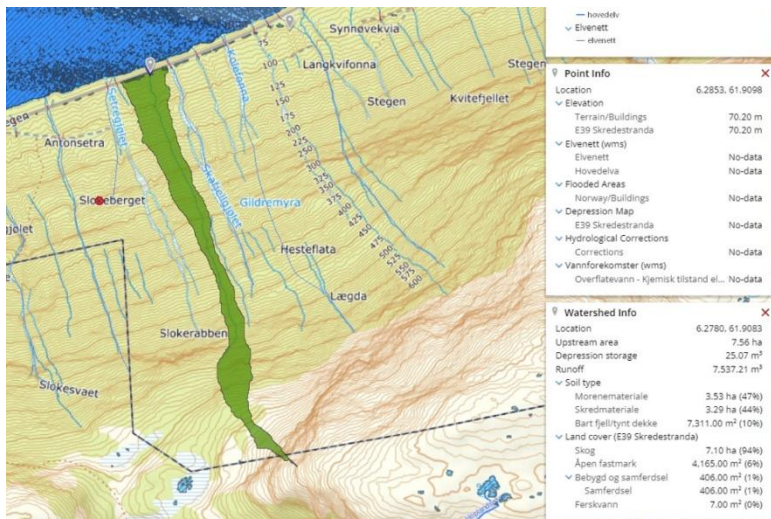
Hypsografisk kurve	
Høyde <sub>MIN</sub>	53 m
Høyde <sub>10</sub>	89 m
Høyde <sub>25</sub>	144.5 m
Høyde <sub>50</sub>	274 m
Høyde <sub>75</sub>	432 m
Høyde <sub>MAX</sub>	714 m

Arealklasse	
Bre (A <sub>BRE</sub> )	0 %
Dyrket mark (A <sub>JORD</sub> )	0 %
Myr (A <sub>MYR</sub> )	0 %
Leire (A <sub>LEIRE</sub> )	0 %
Skog (A <sub>SKOG</sub> )	100 %
Sjø (A <sub>SJØ</sub> )	1.0 %
Snau fjell (A <sub>SF</sub> )	0 %
Urban (A <sub>U</sub> )	0 %
Uklassifisert areal (A <sub>REST</sub> )	0.7 %

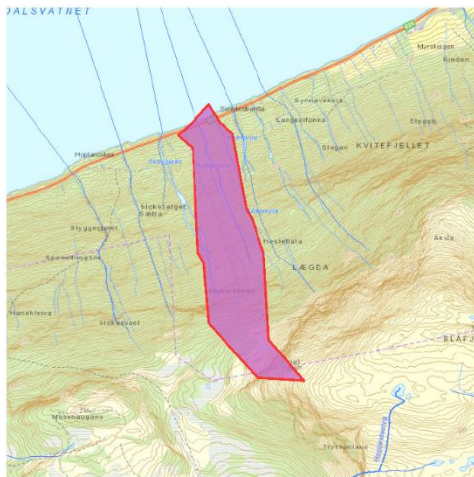
Klima- /hydrologiske parametere	
Avrenning 1961-90 (Q <sub>N</sub> )	39.3 l/s*km <sup>2</sup>
Nedbør juni	69 mm
Nedbør juli	83 mm
Regn og snøsmelting mai	154 mm
Regn og snøsmelting juni	127 mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	128 mm
Regn og snøsmelting november	174 mm
Temperatur februar	-2.3 °C
Temperatur mars	-0.2 °C

Beregnedato: 02.2022

Figur 0.2. Analysefelt 2 – Slokerabben (Scalgo).



Figur 0.3. Analysefelt 3 – Skaffellgjølet (Nevina).



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
 Kartdatum: EUREF89 WGS84  
 Prosjeksjon: UTM 33N  
 Beregn.punkt: 42840 E  
 6894775 N

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

**Feltparametere**

Areal (A)	0.29 km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (A <sub>SE</sub> )	-99 %
Elvleengde (E <sub>L</sub> )	0.7 km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	554.3 m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (E <sub>G,1085</sub> )	563.7 m/km
Helning	31.4 °
Dreneringstetthet (D <sub>T</sub> )	4.9 km <sup>-1</sup>
Feltlengde (F <sub>L</sub> )	1.3 km

**Arealklasse**

Bre (A <sub>BRE</sub> )	0 %
Dyrket mark (A <sub>JORD</sub> )	0 %
Myr (A <sub>MYR</sub> )	0 %
Leire (A <sub>LEIRE</sub> )	0 %
Skog (A <sub>SKOG</sub> )	87.7 %
Sjø (A <sub>SJØ</sub> )	1.1 %
Snaufjell (A <sub>SF</sub> )	3.9 %
Urban (A <sub>U</sub> )	0 %
Uklassifisert areal (A <sub>REST</sub> )	7.5 %

**Hypsografisk kurve**

Høyde <sub>MIN</sub>	53 m
Høyde <sub>10</sub>	107 m
Høyde <sub>25</sub>	212.5 m
Høyde <sub>50</sub>	394 m
Høyde <sub>75</sub>	566.5 m
Høyde <sub>MAX</sub>	895 m

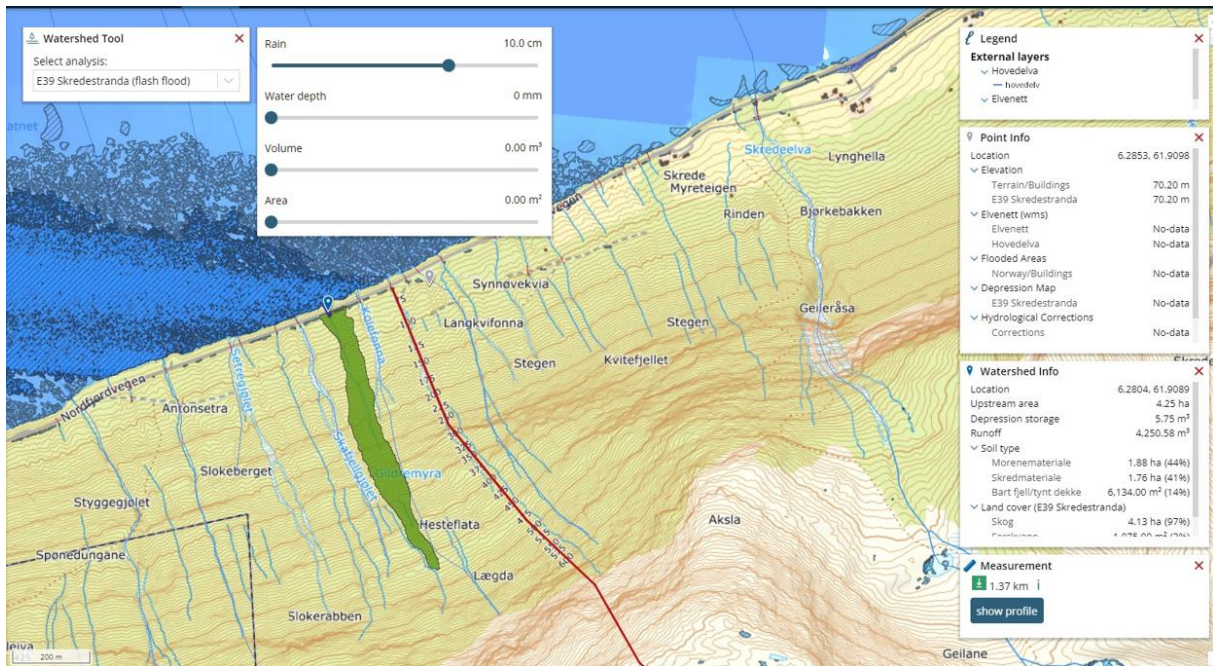
**Klima- /hydrologiske parametere**

Avrenning 1961-90 (Q <sub>N</sub> )	51.5 l/s*km <sup>2</sup>
Nedbør juni	72 mm
Nedbør juli	87 mm
Regn og snøsmelting mai	221 mm
Regn og snøsmelting juni	195 mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	127 mm
Regn og snøsmelting november	153 mm
Temperatur februar	-3.4 °C
Temperatur mars	-1.4 °C

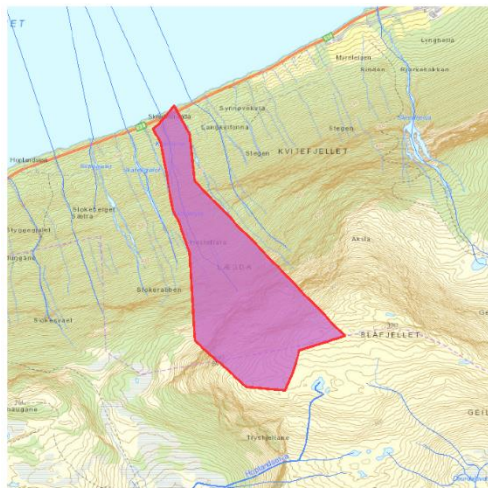
Rapportdato: 9.3.2022

© nevina.nve.no

Figur 0.4. Analysefelt 4 – Gildremyra (Scalgo).



Figur 0.5. Analysefelt 5 – Kolefonna (Nevina).



Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat  
NVE

Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
Kartdatum: EUREF89 WGS84  
Projeksjon: UTM 33N  
Beregn.punkt: 43001 E  
6894838 N

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

#### Feltparametere

Areal (A)	0.45	km <sup>2</sup>
Effektivt sjø (A <sub>SE</sub> )	-999	%
Eivlengde (E <sub>L</sub> )	0.9	km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	559.4	m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (E <sub>G,1085</sub> )	547.3	m/km
Helning	33.2	*
Dreneringstetthet (D <sub>T</sub> )	4.2	km <sup>-1</sup>
Feltlengde (F <sub>L</sub> )	1.4	km

#### Arealklasse

Bre (A <sub>BRE</sub> )	0	%
Dyrket mark (A <sub>JORD</sub> )	0	%
Myr (A <sub>MVR</sub> )	0	%
Leire (A <sub>LEIRE</sub> )	0	%
Skog (A <sub>SKOG</sub> )	38.5	%
Sjø (A <sub>SJO</sub> )	0	%
Snaufjell (A <sub>SF</sub> )	35.7	%
Urban (A <sub>U</sub> )	0	%
Uklassifisert areal (A <sub>REST</sub> )	26.7	%

#### Hypsografisk kurve

Høyde <sub>MIN</sub>	54	m
Høyde <sub>10</sub>	204	m
Høyde <sub>25</sub>	428.5	m
Høyde <sub>50</sub>	641	m
Høyde <sub>75</sub>	867.5	m
Høyde <sub>MAX</sub>	979	m

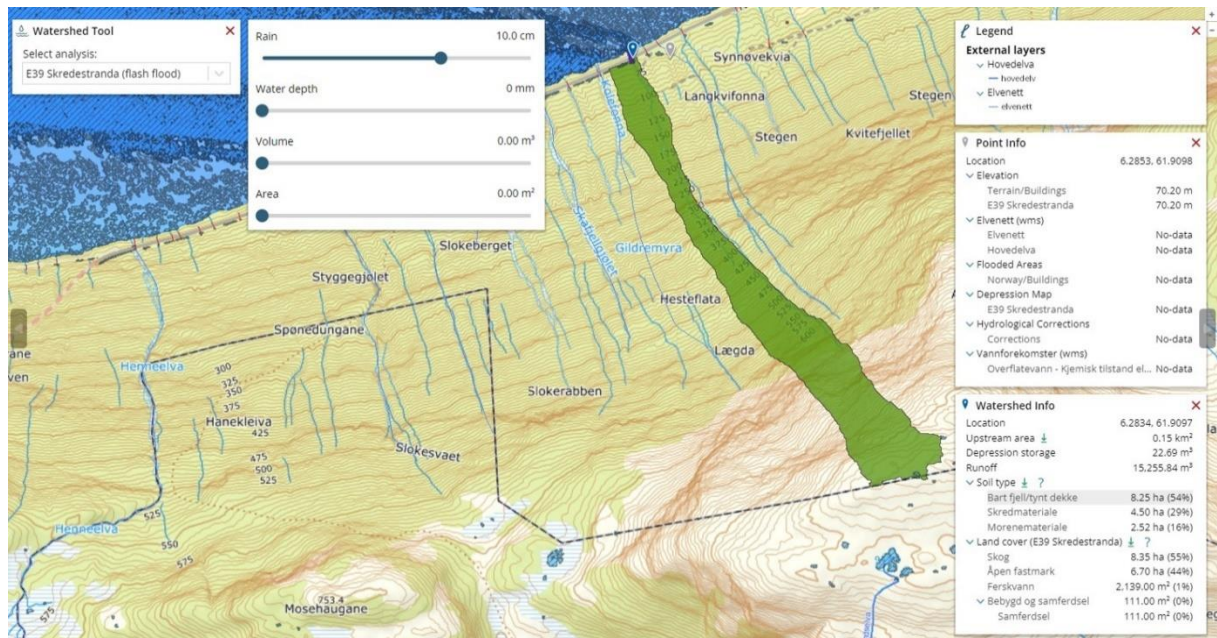
#### Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q <sub>N</sub> )	70.4	l/s*km <sup>2</sup>
Nedbør juni	76	mm
Nedbør juli	92	mm
Regn og snøsmelting mai	335	mm
Regn og snøsmelting juni	300	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	126	mm
Regn og snøsmelting november	121	mm
Temperatur februar	-5.2	°C
Temperatur mars	-3.3	°C

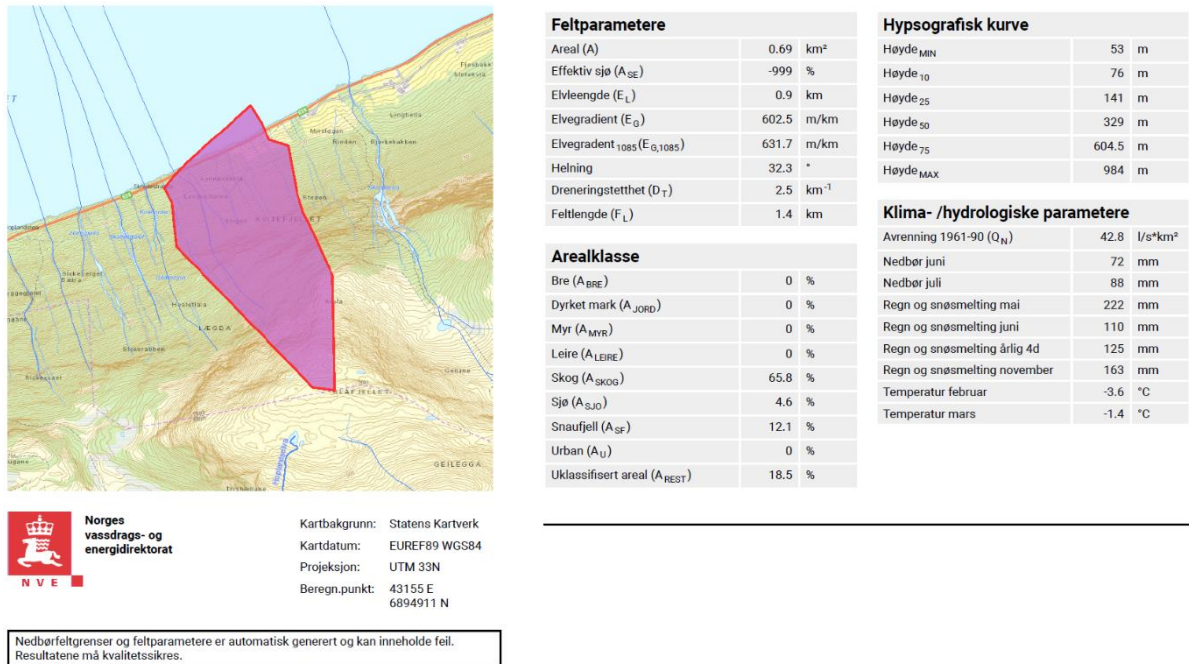
Rapportdato: 14.3.2022

© nevina.nve.no

Figur 0.6. Analysefelt 6 – Hesteflata (Scalgo).

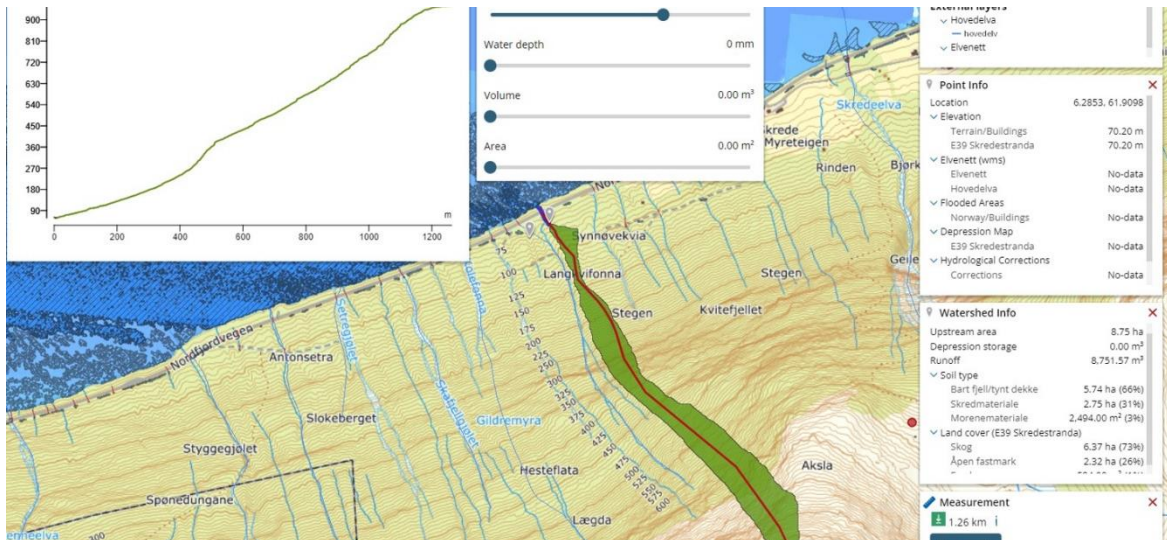


Figur 0.7. Analysefelt 7 – Langkvifonna 1 (Nevina).

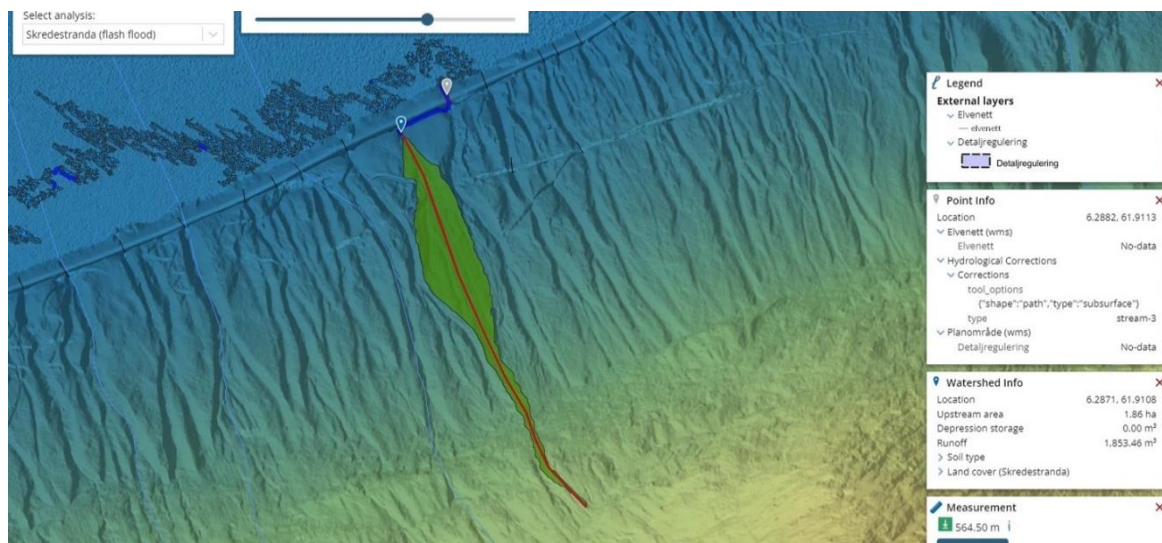


Rapportdato: 14.3.2022 © nevina.nve.no

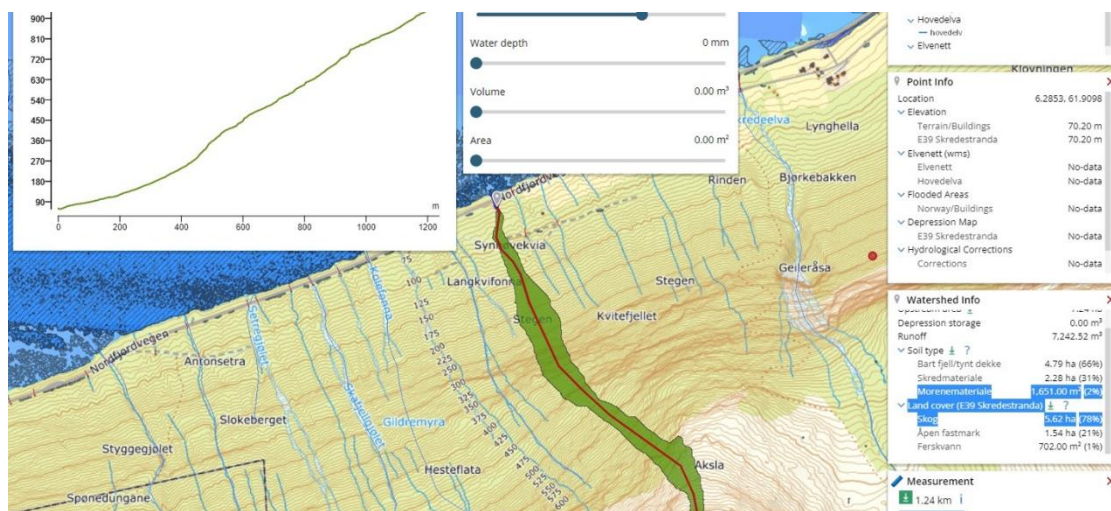
Figur 0.8. Analysefelt 8 – Langkvifonna 2 (Scalgo).



Figur 0.9. Analysefelt 9 – Langkvifonna 3 (Scalgo).



Figur 0.10. Analysefelt 10 – Synnøvekvia (Scalgo).









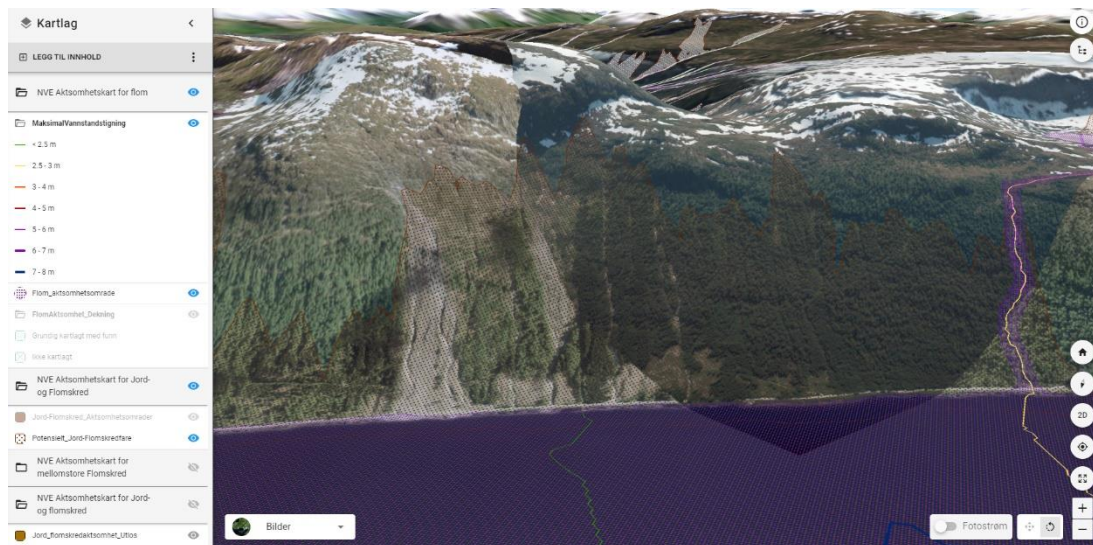




## Vedlegg 3: Aktsomhetskart, NVE Atlas

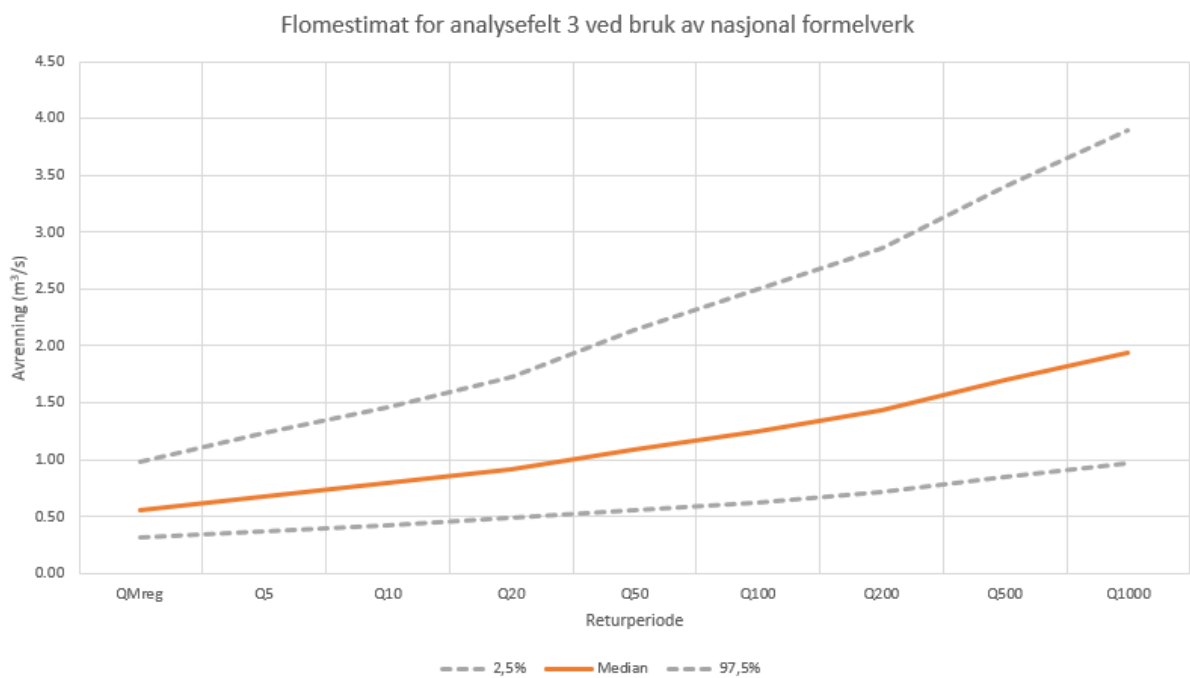
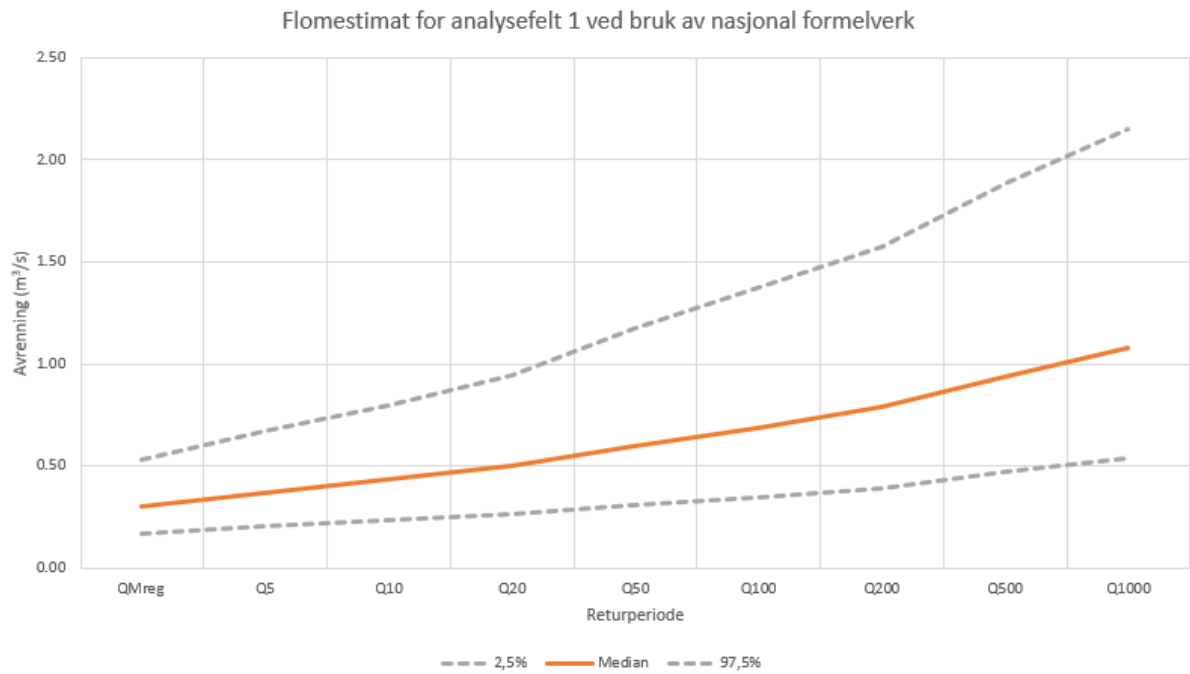


Figur 0.1. Oversiktskart, NVE Aktsomhetskart for flom og jordskred (NVE Atlas).

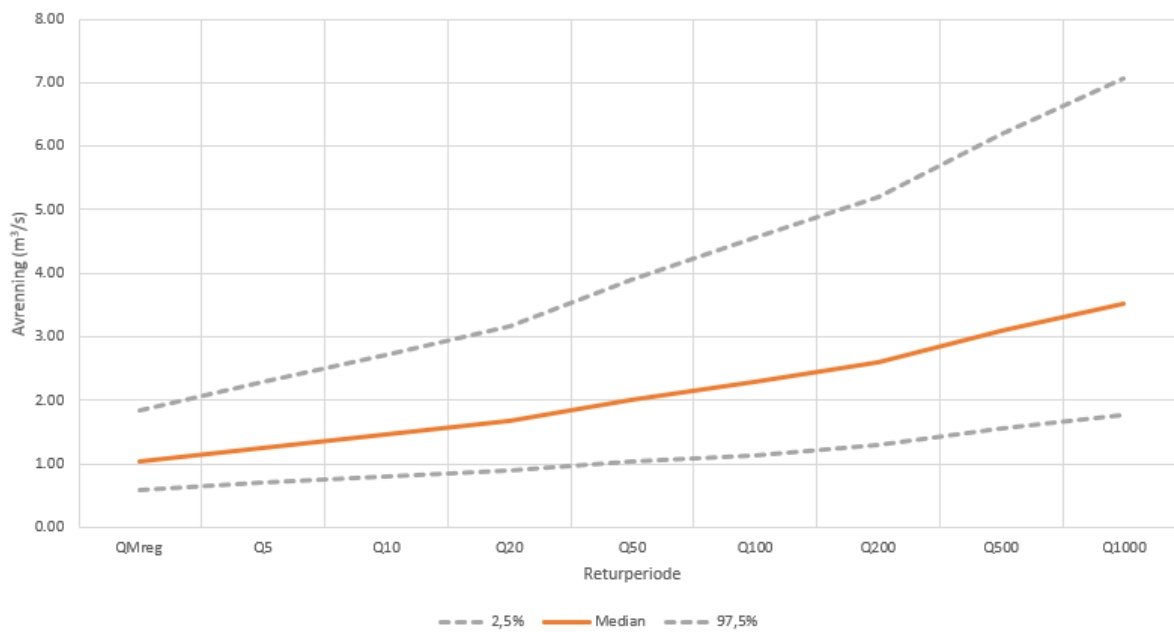


Figur 0.2. Oversiktskart, NVE Aktsomhetskart for flom og jordskred (NVE Atlas).

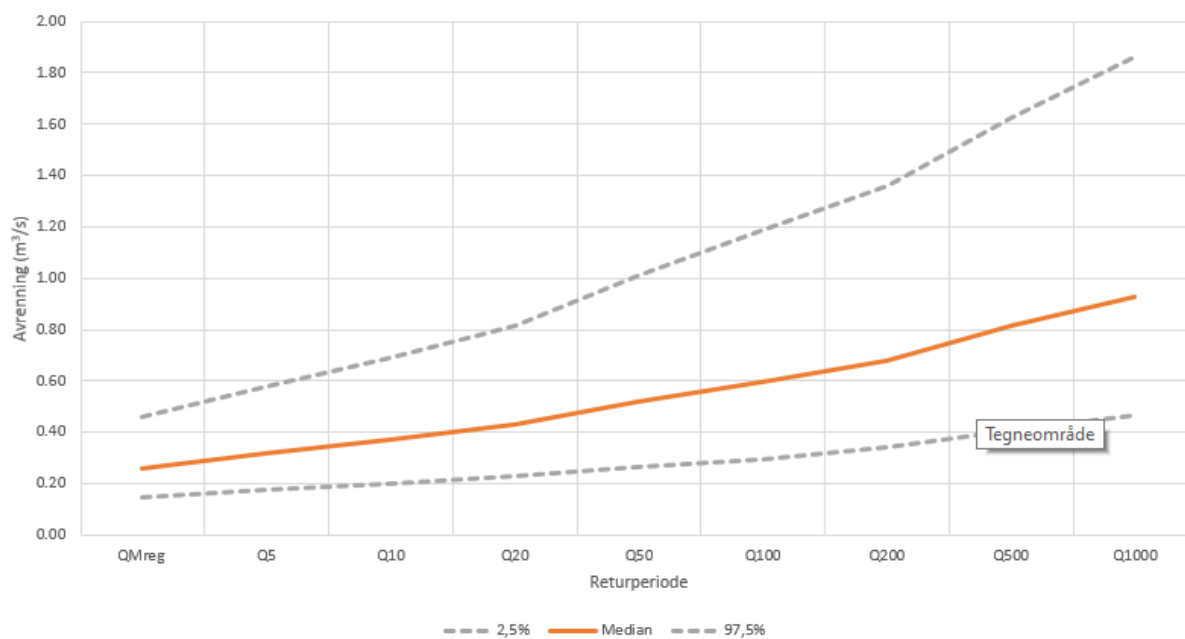
## Vedlegg 4: Resultater fra NIFS formelverk



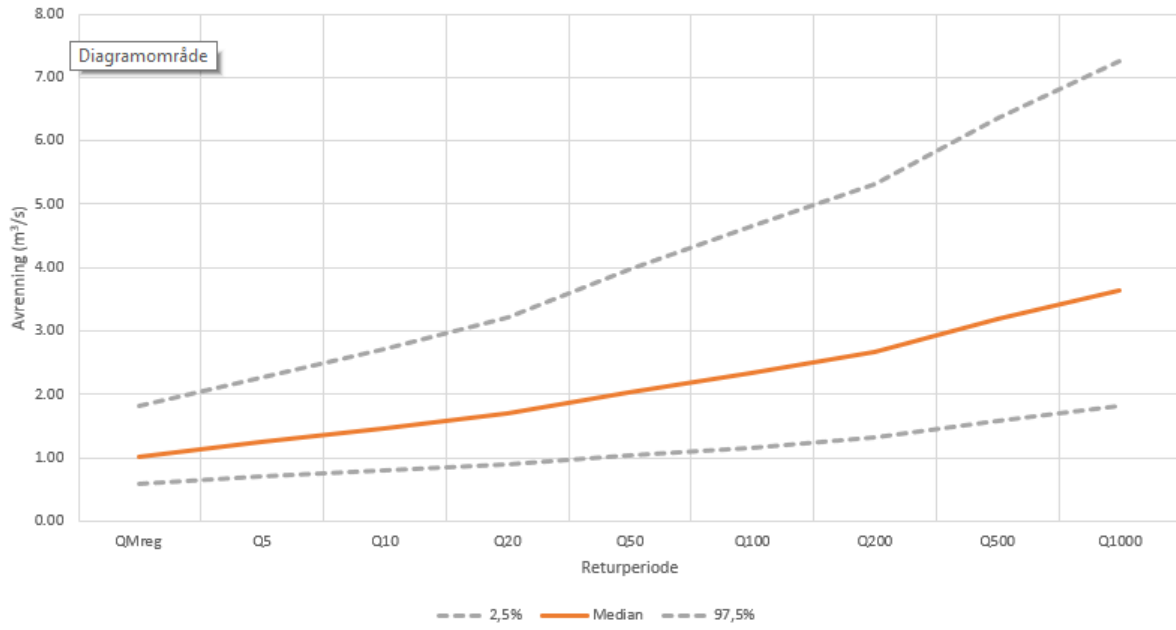
Flomestimat for analysefelt 5 ved bruk av nasjonal formelverk



Flomestimat for analysefelt 6 ved bruk av nasjonal formelverk



Flomestimat for analysefelt 7 ved bruk av nasjonal formelverk





Statens vegvesen  
Pb. 1010 Nordre Ål  
2605 Lillehammer

Tlf: (+47) 22 07 30 00

[firmapost@vegvesen.no](mailto:firmapost@vegvesen.no)

[vegvesen.no](http://vegvesen.no)

**Tryggere, enklere og grønnere reisehverdag**