

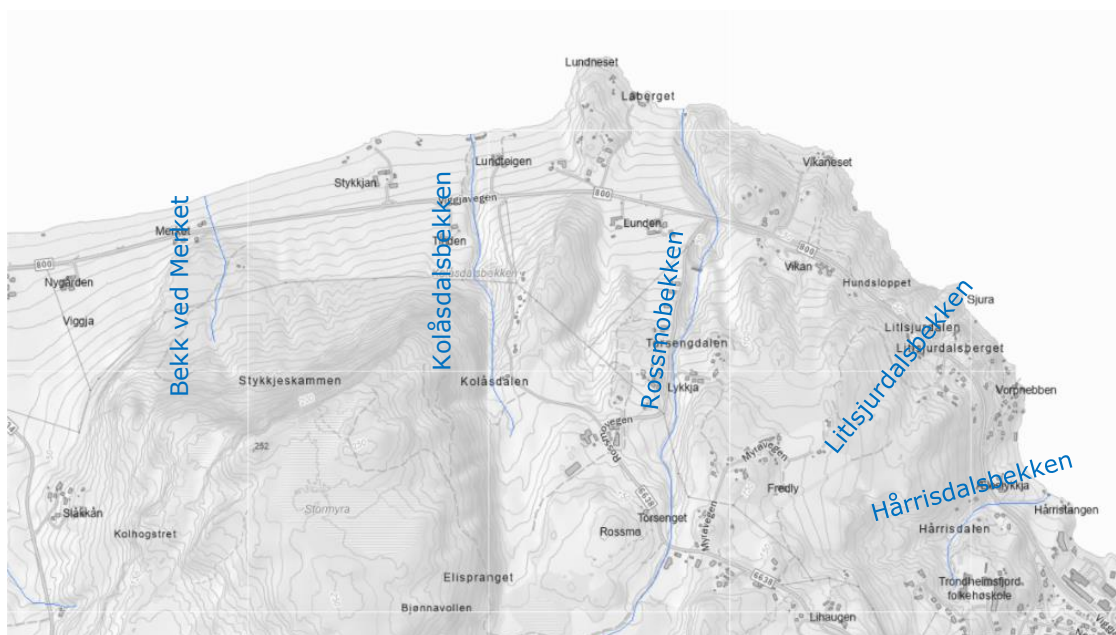
Fv. 800 Hårrisdalen – Nygård: Notat hydrologi

1 INNLEDNING

I sammenheng med utarbeidelsen av reguleringsplan for gang- og sykkelveg langs fv. 800 mellom Hårrisdalen og Nygård er det behov for forlengelse eller utskifting av noen kulverter tilknyttet bekker.

Det er 4 aktuelle bekker i planområde:

- Hårrisdalsbekken (Bekker på Byneset (Aunbekken, Lausetbekken, mfl), 122-495-R)
- Littlsjurdalsbekken
- Rossmobekken (122-161-R)
- Kolåsalsbekken (Små bratte bekker til Orkdalsfjorden, øst, 121-108-R)
- Bekk ved Merket (Små bratte bekker til Orkdalsfjorden, øst, 121-108-R)



Det skal gjennomføres hydrologiske beregninger og hydrauliske vurderinger.

2 BEREGNINGER

Fv. 800 på strekningen har en ÅDT på mellom 900 og 1100 (vegkart.no).

Basert på Statens vegvesens håndbok N200¹ er veg i sikkerhetsklasse V2 siden det er omkjøringsmuligheter på E39.

Vegkategori	Sikkerhetsklasse for veg	
	Med omkjøringsmulighet	Uten omkjøringsmulighet
ÅDT: 0-500	V1	V2
ÅDT: 501-4000	V2	V3
ÅDT: >4000	V3	V3
Atkomstveger til kritisk infrastruktur i sikkerhetsklasse F3 i TEK 17 (uavhengig av ÅDT)	V3	V3
Gang-/sykkelveger ^a	Settes til samme klasse som for veg i samme trasé	Settes til samme klasse som for veg i samme trasé

For veg i sikkerhetsklasse V2 dimensjoneres kulverter og stikkrenner for en returperiode på 100 år.

Sikkerhetsklasse	Konsekvens	Dimensjonerende returperiode for flom (år)
V1	Liten	50
V2	Middels	100
V3	Stor	200

Nedslagsfeltene er forholdsvis små (< 2 km²).

¹ [N200:2024 | Viewer](#)

Basert på Statens vegvesens veileder N-V240 Vannhåndtering² kan den rasjonelle metoden benyttes til beregning av 100- og 200-årsflom.

Tabell 7.2.1—1 — Anbefalt bruk av hydrologiske metoder [1]

	Formelverk (Regional FFA)		Frekvensanalyse	Nedbør-avløpsmetoder	
	RFFA-NIFS	RFFA-2018		PQRUT	Den Rasjonelle metoden
Arealbegrensninger	< 60 km ^{2a}	Alle ^b	Alle	2-800 km ^{2c}	< 2 km ^{2d}
Tidsoppløsning	Kulminasjon	Døgn eller kulminasjon	Alle	Time/døgn	Kulminasjon
Q_m	x	x	x	-	(x)
Q_5-Q_{100}	x	x	x	(x)	x
Q_{200}	x	x	x	x	x
Q_{500}	-	x	x	x	(x)
PMF	-	-	-	-	x

a Kan brukes med forsiktighet for felt opp til 100 km²

b Kan benyttes for alle feltstørrelser, men ved beregning av kulminasjonsverdier for små felt (< 60 km²) anbefales det å bruke RFFA-NIFS opptil Q_{200} .

c Arealbegrensinger er omtrentlige, mer om bruksområder til PQRUT i kapittel [7.4.3](#)

d Anbefalt bruksområde er ifølge Fergus et al. (2010) opp til 0,5 km², men tradisjonelt har metoden blitt benyttet for felt opp til 2 km².

Som kontroll brukes den autogenererte beregningen fra Nevina³ som baserer seg på NIFS-formelverk. Det er lagt til 40 % klimapåslag. Nedslagsfeltene er kvalitetssikret og tilpasset manuelt.

2.1 Rasjonell metode

Den rasjonelle metoden beregner vannføring (Q_T) for en gitt returperiode T som følger:

$$Q_T = C_T * i_T * A_F$$

Q_T = vannføring for returperiode T [l/s]

C_T = avrenningsfaktor ved flom med returperiode T [-]

i_T = nedbørintensitet med returperiode T [l/s ha]

² [N-V240:2023 | Viewer](#)

³ [NEVINA](#)

A_F = feltareal [ha]

Avrenningsfaktoren C_T er avhengig av returperioden siden man antar at sjeldnere flomhendelser oppstår når det er ugunstige forhold i feltet.

$$C_T = C_M * F_C$$

C_M = gjennomsnittlig avrenningsfaktor for nedbørfeltet [-]

F_C = Korreksjonsfaktor for returperiode T [-]

F_C velges ut ifra tabell i Statens vegvesens veileder N-V240:

Tabell 7.4.2—1 — Tabell 8.3.2-1: Korreksjonsfaktor for returperiode $T > 10$ år[\[15\]](#)

Returperiode T	Korreksjonsfaktor F_C
< 10 år	1,00
10-25 år	1,10
25-50 år	1,20
50-100 år	1,25
100-200 år	1,30

For beregning av 100-årsflom brukes $F_C = 1,25$.

For beregning av 200-årsflom brukes $F_C = 1,3$.

Avrenningsfaktor C_M beregnes som gjennomsnitt av avrenningsfaktorene for de enkelte delareal:

$$C_M = \frac{\sum(C_i * A_i)}{A_F}$$

C_i = Avrenningsfaktor for delareal i [-]

A_i = areal for delareal i [ha]

A_F = totalt feltareal [ha]

Feltarealet A_F blir utarbeidet med hjelp av Scalgo Live⁴ og kvalitetssikret manuelt. Det samme gjelder delareal A_i .

⁴ [Scalgo](#)

Følgende avrenningsfaktorer benyttes:

Arealtype	C
Faste overflater (hustak, veg)	0,9
Myr	0,6
Skog	0,2
Dyrka mark	0,35

Avrenningsfaktorer er valgt basert på verdier oppgitt i veileder N-V240 og i Vassdragshåndboka⁵

Nedbørintensiteten i_T tas ut fra IVT-kurver fra en relevant målestasjon i nærheten.

Relevante målestasjoner i nærhet til nedslagsfeltet er:

- Trondheim Risvollan (måleserie siden 1986)
- Trondheim Voll (siden 2000)
- Saupstad (siden 2005)

Det velges verdien fra stasjonen med høyest nedbørintensitet for et visst tidsintervall.

For tidsintervallet fra 10 min til 3 t er det nedbørintensiteten fra målestasjonen Saupstad som brukes. Målestasjonen Saupstad har en forholdsvis kort måleserie. Det er derfor noe usikkerhet rundt kvaliteten av verdiene.

Målestasjonen Risvollan har lenger måleserie merverdier av høyere kvalitet, men de ligger under verdiene for Saupstad for relevante nedbørsintervaller.

Nedbørsintensiteten korrigeres med et klimapåslag anbefalt av Norsk Klimaservicesenter:

	Dimensjonerende gjentakintervall < 50 år	Dimensjonerende gjentakintervall ≥ 50 år
≤ 1 time	40 %	50 %
>1 – 3 timer	40 %	40 %
>3 – 24 timer	30 %	30 %

Klimapåslag for kraftig nedbør, avhengig av varighet og dimensjonerende gjentakintervall.

⁵ Vassdragshåndboka, Håndbok i forbygningsteknikk og vassdragsmiljø, Tapir forlag, 1998

Relevant varighet for nedbøren beregnes ut ifra konsentrasjonstiden for nedbørfeltet, det vil si tiden det tar for vannet å bevege seg fra det fjerneste punktet i feltet til utløpet:

$$t_k = 0,6 * L_F * \Delta h^{-0,5}$$

t_k = konsentrasjonstid [min]

L_F = feltlengde [m]

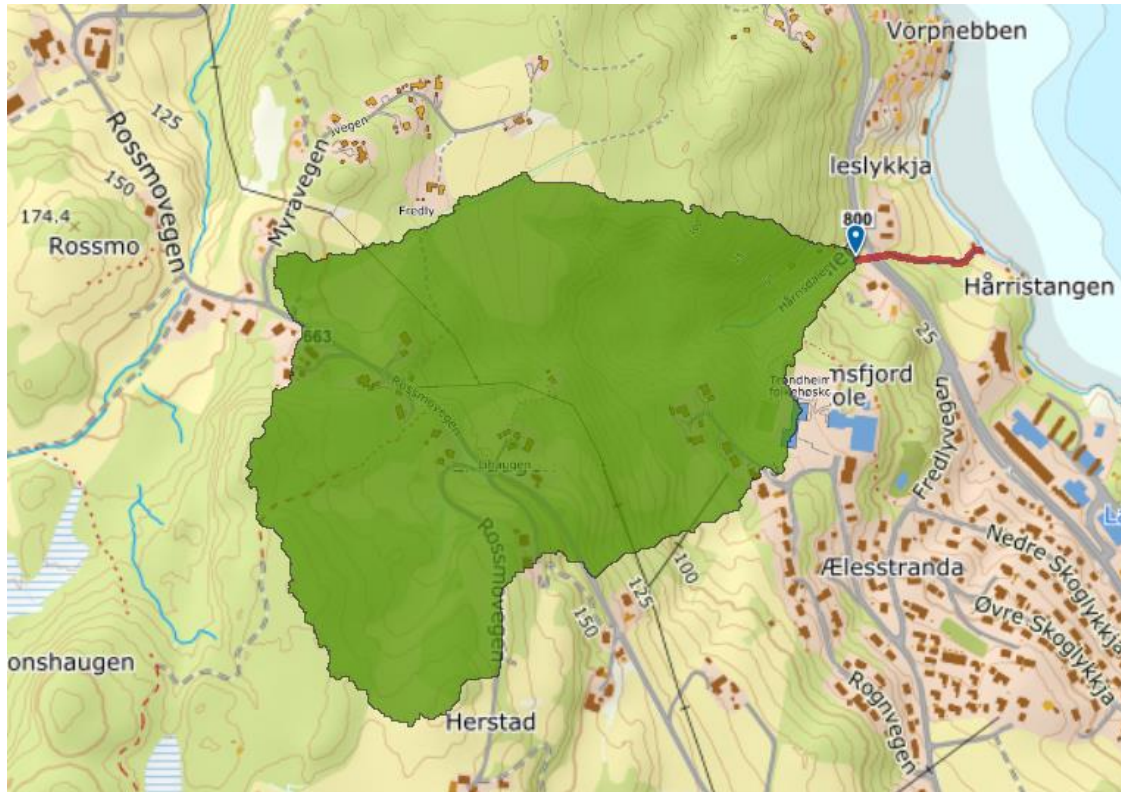
Δh = høydeforskjell i feltet [m]

Feltlengde L_F blir hentet fra Scalgo Live. Høydeforskjell er basert på høyeste og laveste punkt i terrenget og hentet fra norgeskart.no.

2.2 Hårrisdalsbekken

Kulverten til Hårrisdalsbekken ligger under eksisterende gang- og sykkelveg. Kulverten trenger derfor i utgangspunktet ikke noe forlengelse.

Nedslagsfeltet til Hårrisdalsbekken er på rundt 0,4 km². Det består av en blanding av skog og dyrka mark med noe bebyggelse.



$$\Delta h = h_{max} - h_{min}$$

$$\Delta h = 196 \text{ m} - 25 \text{ m} = 171 \text{ m}$$

$$L_F = 1202 \text{ m}$$

$$t_k = 0,6 * L_F * \Delta h^{-0,5}$$

$$t_k = 0,6 * 1202 \text{ m} * 171 \text{ m}^{-0,5} = 55 \text{ min}$$

$$C_M = \frac{\sum(C_i * A_i)}{A_F}$$

$$C_M = \frac{0,9 * 1,2 \text{ ha} + 0,6 * 0 \text{ ha} + 0,2 * 27,4 \text{ ha} + 0,35 * 8,4 \text{ ha} + 1,0 * 0 \text{ ha}}{37,0 \text{ ha}} = 0,26$$

100-årsflom:

$$i_T = 89,5 \frac{l}{s * ha}$$

$$i_{Tklima} = i_T * \frac{(100 + klimapåslag)}{100}$$

$$i_{Tklima} = 89,5 \frac{l}{s * ha} * \frac{(100 + 50)}{100} = 134,3 \frac{l}{s * ha}$$

$$C_T = C_M * F_C$$

$$C_T = 0,26 * 1,25 = 0,32$$

$$Q_T = C_T * i_{Tklima} * A_F$$

$$Q_T = 0,32 * 134,3 \frac{l}{s * ha} * 37,00 ha = 1593 l/s = 1,59 m^3/s$$

Beregningen med den rasjonelle metode gir en avrenning ved 100-årsflom (med klimapåslag) på 1,6 m³/s.

200-årsflom:

$$i_T = 103,6 \frac{l}{s * ha}$$

$$i_{Tklima} = i_T * \frac{(100 + klimapåslag)}{100}$$

$$i_{Tklima} = 103,6 \frac{l}{s * ha} * \frac{(100 + 50)}{100} = 155,4 \frac{l}{s * ha}$$

$$C_T = C_M * F_C$$

$$C_T = 0,26 * 1,3 = 0,33$$

$$Q_T = C_T * i_{Tklima} * A_F$$

$$Q_T = 0,33 * 155,4 \frac{l}{s * ha} * 37,00 ha = 1918 l/s = 1,92 m^3/s$$

Beregningen med den rasjonelle metode gir en avrenning ved 200-årsflom (med klimapåslag) på 1,9 m³/s.

Den autogenererte beregningen fra Nevina som baserer seg på NIFS-formelverk kommer frem til en 200-årsflom på 1,0 m³/s.

Det er en stor forskjell mellom resultatet fra den rasjonelle metoden NIFS. Det baserer seg på at den rasjonelle metoden benytter seg av et høyere klimapåslag samt på korrekturfaktoren for avrenningsfaktoren.

For å være på den sikre siden benyttes resultatet fra den rasjonelle metoden i den videre planleggingen.

2.3 Litlsjurdalsbekken

Bekken er ikke registrert som vannforekomst, men basert på informasjon fra grunneiere kan det være mye vann i bekken.

Innløpet til dagens kulvert er oppslammet og har for lite kapasitet.



$$\Delta h = h_{max} - h_{min}$$

$$\Delta h = 160 \text{ m} - 43 \text{ m} = 117 \text{ m}$$

$$L_F = 1018 \text{ m}$$

$$t_k = 0,6 * L_F * \Delta h^{-0,5}$$

$$t_k = 0,6 * 1018 \text{ m} * 117 \text{ m}^{-0,5} = 56 \text{ min}$$

$$C_M = \frac{\sum(C_i * A_i)}{A_F}$$

$$C_M = \frac{0,9 * 0,2 \text{ ha} + 0,6 * 0 \text{ ha} + 0,2 * 7,91 \text{ ha} + 0,35 * 2,08 \text{ ha} + 1,0 * 0,1 \text{ ha}}{10,3 \text{ ha}} = 0,25$$

100-årsflom:

$$i_T = 87,9 \frac{l}{s * ha}$$

$$i_{Tklima} = i_T * \frac{(100 + klimapåslag)}{100}$$

$$i_{Tklima} = 87,9 \frac{l}{s * ha} * \frac{(100 + 50)}{100} = 131,9 \frac{l}{s * ha}$$

$$C_T = C_M * F_C$$

$$C_T = 0,25 * 1,25 = 0,31$$

$$Q_T = C_T * i_{Tklima} * A_F$$

$$Q_T = 0,31 * 131,89 \frac{l}{s * ha} * 10,3 ha = 421 l/s = 0,42 m^3/s$$

Beregningen med den rasjonelle metode gir en avrenning ved 100-årsflom (med klimapåslag) på 0,4 m³/s.

200-årsflom:

$$i_T = 101,7 \frac{l}{s * ha}$$

$$i_{Tklima} = i_T * \frac{(100 + klimapåslag)}{100}$$

$$i_{Tklima} = 101,7 \frac{l}{s * ha} * \frac{(100 + 50)}{100} = 152,6 \frac{l}{s * ha}$$

$$C_T = C_M * F_C$$

$$C_T = 0,25 * 1,3 = 0,32$$

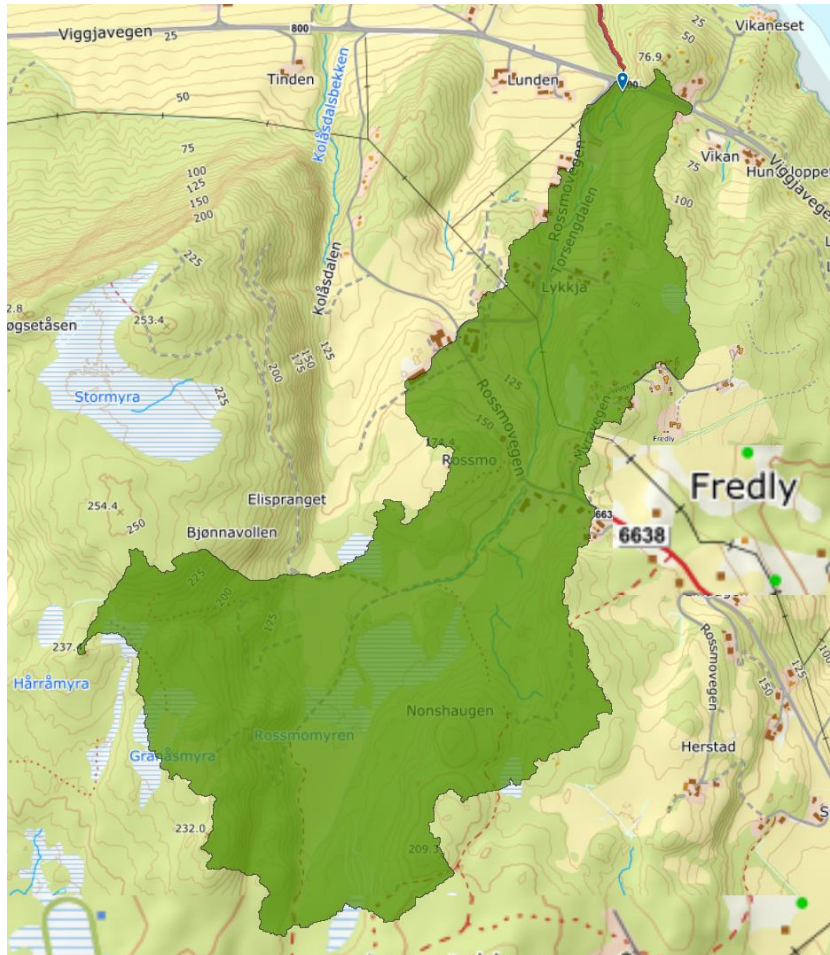
$$Q_T = C_T * i_{Tklima} * A_F$$

$$Q_T = 0,32 * 152,6 \frac{l}{s * ha} * 10,3 ha = 507 l/s = 0,5 m^3/s$$

Beregningen med den rasjonelle metode gir en avrenning ved 200-årsflom (med klimapåslag) på 0,5 m³/s.

Siden bekken ikke er registrert som vannforekomst er det ikke mulig å gjennomføre en autogenerert beregning i Nevina.

2.4 Rossmobekken



$$\Delta h = h_{\max} - h_{\min}$$

$$\Delta h = 249 \text{ m} - 39 \text{ m} = 210 \text{ m}$$

$$L_F = 2652 \text{ m}$$

$$t_k = 0,6 * L_F * \Delta h^{-0,5}$$

$$t_k = 0,6 * 2652 \text{ m} * 210 \text{ m}^{-0,5} = 110 \text{ min}$$

$$C_M = \frac{\sum(C_i * A_i)}{A_F}$$

$$C_M = \frac{0,9 * 1,7 \text{ ha} + 0,6 * 6,1 \text{ ha} + 0,2 * 74,4 \text{ ha} + 0,35 * 21,9 \text{ ha} + 1,0 * 0 \text{ ha}}{104 \text{ ha}} = 0,27$$

100-årsflom:

$$i_T = 47,5 \frac{l}{s * ha}$$

$$i_{Tklima} = i_T * \frac{(100 + klimapåslag)}{100}$$

$$i_{Tklima} = 47,5 \frac{l}{s * ha} * \frac{(100 + 40)}{100} = 66,5 \frac{l}{s * ha}$$

$$C_T = C_M * F_C$$

$$C_T = 0,27 * 1,25 = 0,33$$

$$Q_T = C_T * i_{Tklima} * A_F$$

$$Q_T = 0,33 * 66,5 \frac{l}{s * ha} * 104,0 ha = 2302 l/s = 2,30 m^3/s$$

Beregningen med den rasjonelle metode gir en avrenning ved 100-årsflom (med klimapåslag) på 2,3 m³/s.

200-årsflom:

$$i_T = 57,9 \frac{l}{s * ha}$$

$$i_{Tklima} = i_T * \frac{(100 + klimapåslag)}{100}$$

$$i_{Tklima} = 57,9 \frac{l}{s * ha} * \frac{(100 + 40)}{100} = 81,1 \frac{l}{s * ha}$$

$$C_T = C_M * F_C$$

$$C_T = 0,27 * 1,3 = 0,35$$

$$Q_T = C_T * i_{Tklima} * A_F$$

$$Q_T = 0,35 * 81,1 \frac{l}{s * ha} * 104,0 ha = 2918 l/s = 2,92 m^3/s$$

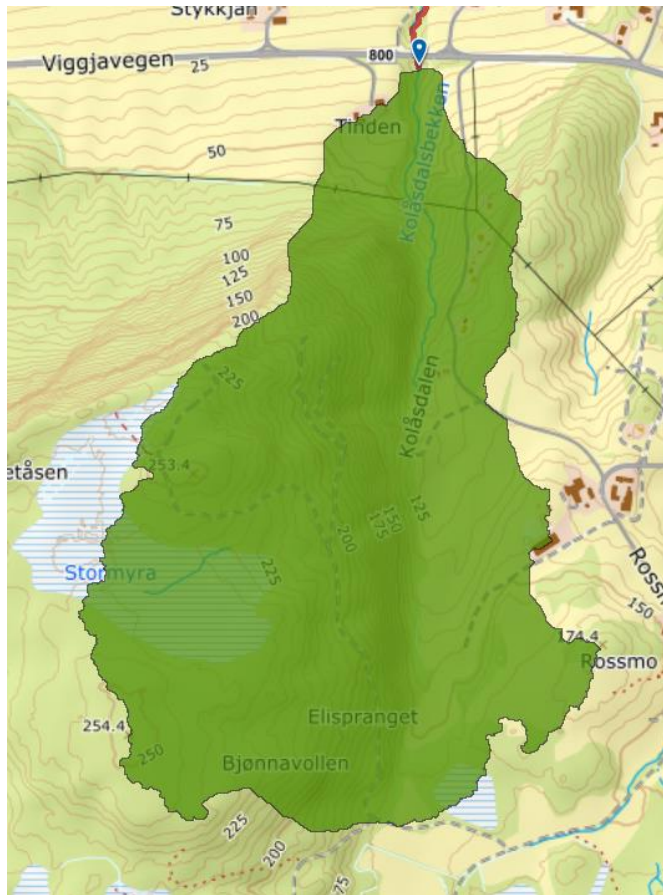
Beregningen med den rasjonelle metode gir en avrenning ved 200-årsflom (med klimapåslag) på 2,9 m³/s.

Den autogenererte beregningen fra Nevina som baserer seg på NIFS-formelverk kommer frem til en 200 årsflom på 2,4 m³/s.

Resultatet fra den rasjonelle metoden er noe høyere en fra NIFS. Det baserer seg på at den rasjonelle metoden benytter seg av et høyere klimapåslag samt på korrekturfaktoren for avrenningsfaktoren.

For å være på den sikre siden benyttes resultatet fra den rasjonelle metoden i den videre planleggingen.

2.5 Kolåsdbekken



$$\Delta h = h_{max} - h_{min}$$

$$\Delta h = 254 \text{ m} - 20 \text{ m} = 234 \text{ m}$$

$$L_F = 1926 \text{ m}$$

$$t_k = 0,6 * L_F * \Delta h^{-0,5}$$

$$t_k = 0,6 * 1926 \text{ m} * 234 \text{ m}^{-0,5} = 76 \text{ min}$$

$$C_M = \frac{\sum(C_i * A_i)}{A_F}$$

$$C_M = \frac{0,9 * 0,2 \text{ ha} + 0,6 * 6,2 \text{ ha} + 0,2 * 43,3 \text{ ha} + 0,35 * 11,2 \text{ ha} + 1,0 * 0 \text{ ha}}{61,0 \text{ ha}} = 0,27$$

100-årsflom:

$$i_T = 68,0 \frac{l}{s * ha}$$

$$i_{Tklima} = i_T * \frac{(100 + klimapåslag)}{100}$$

$$i_{Tklima} = 68,0 \frac{l}{s * ha} * \frac{(100 + 40)}{100} = 95,2 \frac{l}{s * ha}$$

$$C_T = C_M * F_C$$

$$C_T = 0,27 * 1,25 = 0,34$$

$$Q_T = C_T * i_{Tklima} * A_F$$

$$Q_T = 0,34 * 95,2 \frac{l}{s * ha} * 61,0 ha = 1968 l/s = 1,97 m^3/s$$

Beregningen med den rasjonelle metode gir en avrenning ved 100-årsflom (med klimapåslag) på 2,0 m³/s.

200-årsflom:

$$i_T = 77,3 \frac{l}{s * ha}$$

$$i_{Tklima} = i_T * \frac{(100 + klimapåslag)}{100}$$

$$i_{Tklima} = 77,3 \frac{l}{s * ha} * \frac{(100 + 40)}{100} = 108,2 \frac{l}{s * ha}$$

$$C_T = C_M * F_C$$

$$C_T = 0,27 * 1,3 = 0,35$$

$$Q_T = C_T * i_{Tklima} * A_F$$

$$Q_T = 0,35 * 108,2 \frac{l}{s * ha} * 61,0 ha = 2327 l/s = 2,33 m^3/s$$

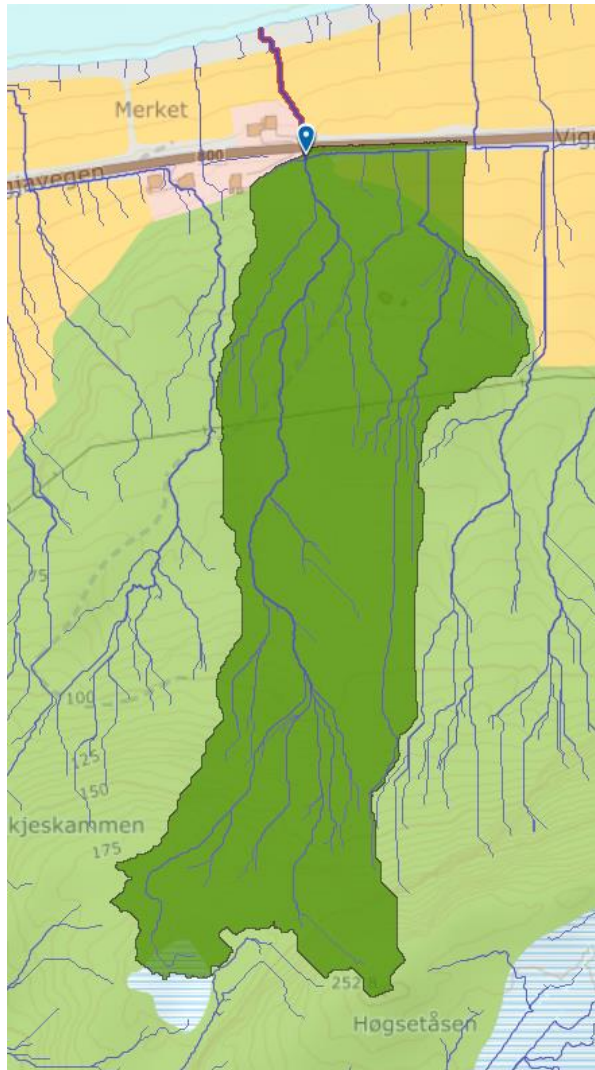
Beregningen med den rasjonelle metode gir en avrenning ved 200-årsflom (med klimapåslag) på 2,3 m³/s.

Den autogenererte beregningen fra Nevina som baserer seg på NIFS-formelverk kommer frem til en 200 årsflom på 1,7 m³/s.

Resultatet fra den rasjonelle metoden er noe høyere en fra NIFS. Det baserer seg på at den rasjonelle metoden benytter seg av et høyere klimapåslag samt på korrekturfaktoren for avrenningsfaktoren.

For å være på den sikre siden benyttes resultatet fra den rasjonelle metoden i den videre planleggingen.

2.6 Bekk ved Merket



$$\Delta h = h_{max} - h_{min}$$

$$\Delta h = 252 \text{ m} - 18 \text{ m} = 234 \text{ m}$$

$$L_F = 828 \text{ m}$$

$$t_k = 0,6 * L_F * \Delta h^{-0,5}$$

$$t_k = 0,6 * 828 \text{ m} * 234 \text{ m}^{-0,5} = 32 \text{ min}$$

$$C_M = \frac{\sum(C_i * A_i)}{A_F}$$

$$C_M = \frac{0,9 * 0 \text{ ha} + 0,6 * 0,2 \text{ ha} + 0,2 * 8,5 \text{ ha} + 0,35 * 10 \text{ ha} + 1,0 * 0 \text{ ha}}{9,8 \text{ ha}} = 0,21$$

100-årsflom:

$$i_T = 130,4 \frac{l}{s * ha}$$

$$i_{Tklima} = i_T * \frac{(100 + klimapåslag)}{100}$$
$$i_{Tklima} = 130,4 \frac{l}{s * ha} * \frac{(100 + 50)}{100} = 195,6 \frac{l}{s * ha}$$

$$C_T = C_M * F_C$$
$$C_T = 0,21 * 1,25 = 0,26$$

$$Q_T = C_T * i_{Tklima} * A_F$$
$$Q_T = 0,26 * 195,6 \frac{l}{s * ha} * 9,8 ha = 498 l/s = 0,50 m^3/s$$

Beregningen med den rasjonelle metode gir en avrenning ved 100-årsflom (med klimapåslag) på 0,5 m³/s.

200-årsflom:

$$i_T = 151,3 \frac{l}{s * ha}$$

$$i_{Tklima} = i_T * \frac{(100 + klimapåslag)}{100}$$
$$i_{Tklima} = 151,3 \frac{l}{s * ha} * \frac{(100 + 50)}{100} = 227,0 \frac{l}{s * ha}$$

$$C_T = C_M * F_C$$
$$C_T = 0,21 * 1,3 = 0,27$$

$$Q_T = C_T * i_{Tklima} * A_F$$
$$Q_T = 0,27 * 227,0 \frac{l}{s * ha} * 9,8 ha = 880 l/s = 0,88 m^3/s$$

Beregningen med den rasjonelle metode gir en avrenning ved 200-årsflom (med klimapåslag) på 0,9 m³/s.

Det er en stor forskjell mellom resultatet fra den rasjonelle metoden NIFS. Det baserer seg på at den rasjonelle metoden benytter seg av et høyere klimapåslag samt på korrekturfaktoren for avrenningsfaktoren.

For å være på den sikre siden benyttes resultatet fra den rasjonelle metoden i den videre planleggingen.

3 DIMENSJONERING KULVERTER

Det er gjennomført en overordnet beregning av nødvendigtverrsnitt av kulvertene ved hjelp av online-verktøyet på basal.no. 100-årsflom inkludert klimapåslag er lagt til grunn.

Det er beregnet behov for følgende tverrsnitt:

	Vannføring [m ³ /s]	Diameter kulvert [mm]
Hårrisdalsbekken	1,59	1200
Litlsjurdalsbekken	0,42	800
Rossmobekken	2,30	1400
Kolåsdbekken	1,97	1400
Bekk ved Merket	0,50	800

Dette gir et første pekepinn på nødvendig dimensjon.

En sammenligning med tabellen over kapasitet for rørkulverter hentet fra kulvert.no viser, at det for flere bekken kan være mulig å gå ned noe i dimensjon.

Kapasitet for rørkulvert av betong med vertikal frontmur og skarpkantet innløp

Fra chart 1 A, scale (1) i *Hydraulic Design of Highway Culverts, Third Edition, 2012, FHWA-HIF-12-026*

Relativ vannstand,

HW/D = 1			1.5		2	
Diameter						
D	HW	Q	HW	Q	HW	Q
(mm)	(m)	(l/s)	(m)	(l/s)	(m)	(l/s)
300	0.30	63	0.45	100	0.60	125
400	0.40	128	0.60	205	0.80	257
500	0.50	224	0.75	359	1.00	448
600	0.60	354	0.90	566	1.20	707
800	0.80	726	1.20	1161	1.60	1452
1000	1.00	1268	1.50	2029	2.00	2536
1200	1.20	2000	1.80	3200	2.40	4000
1400	1.40	2940	2.10	4705	2.80	5881
1600	1.60	4106	2.40	6569	3.20	8211
2000	2.00	7172	3.00	11476	4.00	14344

Det blir nødvendig med en mer nøyaktig kapasitetsberegning under detaljprosjektering.