

Flom- og vannlinjeberegning
E6 Sørfoldtunnelene
Oktober 2020



RAPPORT – INFORMASJON SKJEMA

Rapport tittel Flom-og vannlinjeberegning		Rapport Type Beregningsrapport	
Prosjekt Sørfoldtunnelene E6		Klient Statens vegvesen Region nord	
Prosjektleder - EFLA Kristian Kruse (KK)		Prosjektleder / Klient Representative Knut Eirik Sjørheim	
Utført av Vivian Palani (VIP) Casper Lande (CAS)	Rapport Nr. 1	Prosjekt Nr. 4210-027	Total sider 82 + vedlegg
Sammendrag I denne rapporten er 200-årsflom med tilhørende vannlinjer beregnet i forbindelse med ny E6 mellom Megården og Mørsvikbotn i Sørfold kommune.			
Nøkkelord 200-årsflom, vannlinjeberegninger, Sørfoldtunnelene, E6.			
Rapport status <input type="checkbox"/> I prosess <input type="checkbox"/> Utkast <input checked="" type="checkbox"/> Ferdig		Rapport distribusjon <input type="checkbox"/> Åpen <input checked="" type="checkbox"/> Med klientens tillatelse <input type="checkbox"/> Konfidensiell	



Versjon rekord

Nr.	Utført		Kontroll		Godkjent	
	Navn	Dato	Navn	Dato	Navn	Dato
1.	Anna Heiður Eydísardóttir	12.02.2016	Reynir Sævarsson	17.02.2016	Jón Haukur Steingrímsson	18.02.2016
	Jón Haukur Steingrímsson					
2.	Anna Heiður Eydísardóttir	03.03.2016	Reynir Sævarsson	03.03.2016	Jón Haukur Steingrímsson	03.03.2016
	Jón Haukur Steingrímsson					
3.	Vivian Palani	13.10.2020	Jón Gunnar Thorkelsson	15.10.2020	Kristian Kruse	15.10.2020
	Casper Lande					
4.	Vivian Palani	19.11.2020	Jón Gunnar Thorkelsson	19.11.2020	Kristian Kruse	20.11.2020
	Casper Lande					

5.	Vivian Palani Casper Lande	27.11.2020	Jón Gunnar Thorkelsson	27.11.2020	Kristian Kruse	27.11.2020

INNHOOLD

INNHOOLD	II
1 INNLEDNING	1
2 FLOMBEREGNINGER	2
2.1 Nedbørsfelt og feltdata.....	4
2.2 Metode for beregning av 200-årsflom.....	4
2.3 Flomfrekvensanalyse	4
2.3.1 Regionale flomformler.....	4
2.3.2 Flomfrekvensanalyse gjennom Hydra II.....	5
2.4 Nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt.....	6
2.5 Den rasjonelle formelen	6
2.6 PQRUT	8
2.7 Erfaringsverdier.....	9
2.8 Dimensjoneringsfaktorer	9
2.8.1 Sikkerhetsfaktor	9
2.8.2 Klimafaktor	9
3 VANNLINJEBEREGNINGER OG DIMENSJONERING AV KULVERT	10
4 EROSJONSSIKRING	12
5 BEREGNINGER FOR TØRRFJORDELVA (PUNKT 1-1)	13
5.1 Flomberegninger.....	13
5.1.1 Flomfrekvensanalyse gjennom Hydra II.....	14
5.1.2 Driftvann fra kraftverk.....	15
5.2 Vannlinjeberegninger (uten bidrag fra Sisovatn).....	16
5.3 Vannlinjeberegninger med bidrag fra overløp ved Sisovatn	16
6 BEREGNINGER FOR KVARELVA (PUNKT 1-2)	18
6.1 Flomberegninger.....	18
6.1.1 Nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt	19
6.1.2 PQRUT.....	20
6.1.3 Resultat fra flomberegninger.....	20
6.1.4 Dambruddsvannføring.....	21
6.2 Vannlinjeberegninger.....	21
7 BEREGNINGER FOR MERRELVA (PUNKT 1-5)	22
7.1 Flomberegninger.....	22
7.1.1 Nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt	23
7.2 Vannlinjeberegninger.....	23
8 BEREGNINGER FOR TVERRELVA (PUNKT 1-16)	25
8.1 Flomberegninger.....	25
8.1.1 Nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt	26
8.2 Vannlinjeberegninger.....	26
9 BEREGNINGER FOR MØLNELVA (PUNKT 1-17)	28
9.1 Flomberegninger.....	28
9.1.1 Nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt	29

9.2	Vannlinjeberegninger.....	29
10	BEREGNINGER FOR HORNDALSELVA (PUNKT 1-18)	31
10.1	Flomberegninger.....	31
10.1.1	<i>Nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt</i>	<i>32</i>
10.2	Vannlinjeberegninger.....	33
11	BEREGNINGER FOR TVERRELVA (PUNKT 1-19).....	34
11.1	Flomberegninger.....	34
11.1.1	<i>Nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt</i>	<i>35</i>
11.2	Vannlinjeberegninger.....	35
11.3	Tiltak i terreng.....	36
12	BEREGNINGER FOR SVALHELLA-KRISTIFLOGELV (PUNKT 2-2)	39
12.1	Flomberegninger.....	39
12.2	Vannlinjeberegninger.....	40
13	BEREGNINGER FOR EINMOELVA (PUNKT 2-3).....	41
13.1	Flomberegninger.....	41
13.2	Vannlinjeberegninger.....	43
14	BEREGNINGER FOR KVANNTOELVA (PUNKT 2-4)	44
14.1	Flomberegninger.....	44
14.2	Vannlinjeberegninger.....	46
15	BEREGNINGER FOR STORELVA-KALVIKODDEN (PUNKT 2-5).....	47
15.1	Flomberegninger.....	47
15.2	Vannlinjeberegninger.....	49
16	BEREGNINGER FOR FLOGELVA (PUNKT 2-6).....	50
16.1	Flomberegninger.....	50
16.2	Vannlinjeberegninger.....	52
17	BEREGNINGER FOR SOMMERSETELVA (PUNKT 2-7).....	53
17.1	Flomberegninger.....	53
17.2	Vannlinjeberegninger.....	55
18	BEREGNINGER FOR SVARTHAUGDYNELVA (PUNKT 2-8)	56
18.1	Flomberegninger.....	56
18.2	Vannlinjeberegninger.....	58
19	BEREGNINGER FOR FINNHAUGBEKKEN (PUNKT 2-9)	59
19.1	Flomberegninger.....	59
19.2	Vannlinjeberegninger.....	61
20	BEREGNINGER FOR HORNDALBEKKEN SØR (PUNKT 2-10)	62
20.1	Flomberegninger.....	62
20.2	Vannlinjeberegninger.....	63
21	BEREGNINGER FOR HORNDALBEKKEN NORD (PUNKT 2-11)	64
21.1	Flomberegninger.....	64
21.2	Vannlinjeberegninger.....	66
22	BEREGNINGER FOR EIDEVASSKRÅGA SØR (PUNKT 2-12)	67

22.1	Flomberegninger.....	67
22.2	Vannlinjeberegninger.....	69
23	BEREGNINGER FOR EIDEVASSKRÅGA NORD (PUNKT 2-13)	70
23.1	Flomberegninger.....	70
23.2	Vannlinjeberegninger.....	72
24	BEREGNINGER FOR BÅTHELLARLIBEKKEN (PUNKT 2-14).....	73
24.1	Flomberegninger.....	73
24.2	Vannlinjeberegninger.....	75
25	BEREGNINGER FOR MIDDAGSLIBEKKEN (PUNKT 2-15)	76
25.1	Flomberegninger.....	76
25.2	Vannlinjeberegninger.....	78
26	BEREGNINGER FOR GYLTVIKA (PUNKT 3-1).....	79
26.1	Flomberegninger.....	79
26.2	Vannlinjeberegninger.....	81
	REFERANSE	82
	VEDLEGG 1 – IVF-KURVE BODØ - SKIVIKA	1
	VEDLEGG 2 – VANNSTANDSNIVÅER	2
	VEDLEGG 3 – PQROUT KURVE PUNKT 1-2	3
	VEDLEGG 4 – HY-8 (PUNKT 1-2).....	4
	VEDLEGG 5 – HY-8 (PUNKT 1-5).....	5
	VEDLEGG 6 -HY-8 (PUNKT 1-16)	6
	VEDLEGG 7 – HY-8 (PUNKT 1-17).....	7
	VEDLEGG 8 – HY-8 (PUNKT 1-19).....	8
	VEDLEGG 9 – HY-8 (PUNKT 2-2).....	9
	VEDLEGG 10 – HY-8 (PUNKT 2-3).....	10
	VEDLEGG 11 – HY-8 (PUNKT 2-4).....	11
	VEDLEGG 12 – HY-8 (PUNKT 2-5).....	12
	VEDLEGG 13 – HY-8 (PUNKT 2-6).....	13
	VEDLEGG 14 – HY-8 (PUNKT 2-7).....	14
	VEDLEGG 15 – HY-8 (PUNKT 2-8).....	15
	VEDLEGG 16 – HY-8 (PUNKT 2-9).....	16
	VEDLEGG 17 – HY-8 (PUNKT 2-10).....	17
	VEDLEGG 18 – HY-8 (PUNKT 2-11).....	18
	VEDLEGG 19 – HY-8 (PUNKT 2-12).....	19
	VEDLEGG 20 – HY-8 (PUNKT 2-13).....	20
	VEDLEGG 21 – HY-8 (PUNKT 2-14).....	21
	VEDLEGG 22 – HY-8 (PUNKT 2-15).....	22
	VEDLEGG 23 – HY-8 (PUNKT 3-1).....	23
	VEDLEGG 24 – RESULTATER FLOMBEREGNINGER.....	24

1 INNLEDNING

EFLA rådgivende ingeniører er av Statens vegvesen Region Nord tildelt oppdraget med å beregne 200-års flom med tilhørende vannlinje i forbindelse med ny E6 mellom Megården og Mørsvikbotn i Sørfold kommune. Rapporten omfatter også vurdering av behov for erosjonssikring og forslag til steinstørrelser. **Figur 1.1** viser et oversiktskart av tiltaksområdet.

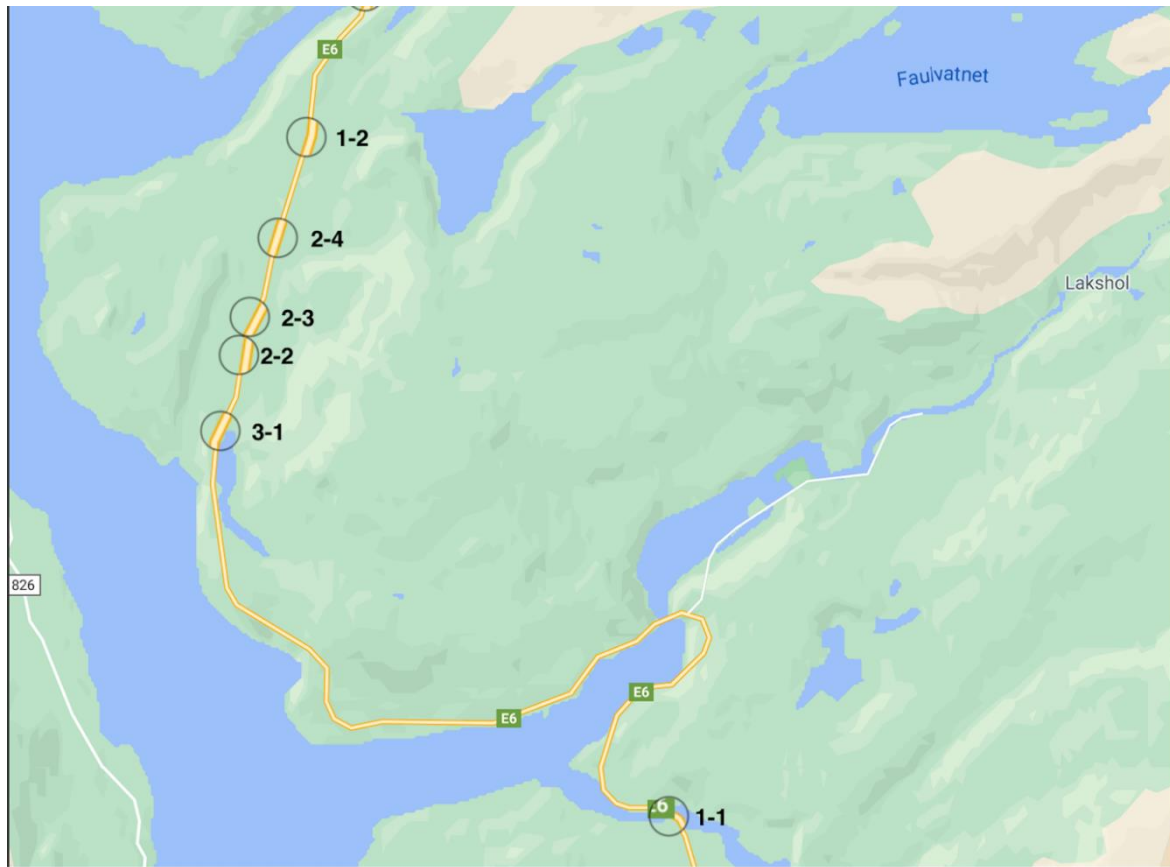
I denne revisjon av rapporten er alle beregninger oppdatert med hensyn på oppdaterte krav som har blitt justert siden forrige revisjon av rapporten i 2016. Vurderinger av behov for erosjonssikring og forslag til steinstørrelser har ikke blitt vurdert på nytt. Noen punkter (3, 6, 7, 8, 9, 10, 11A og 11B) fra forrige revisjon er tatt ut da de ikke er aktuelle lenger. Nye punkter er også inkludert (punkt 2-2 til 2-15) i denne revisjonen. Dette er punkter for mindre nedbørfelt og mindre elver langs E6 og Fv 613, samt kulvert ved mulig ny avkjørsel til Gyltvika (punkt 3-1).



Figur 1.1: Oversiktskart av tiltaksområdet (Kartverket, 2015)

2 FLOMBEREGNINGER

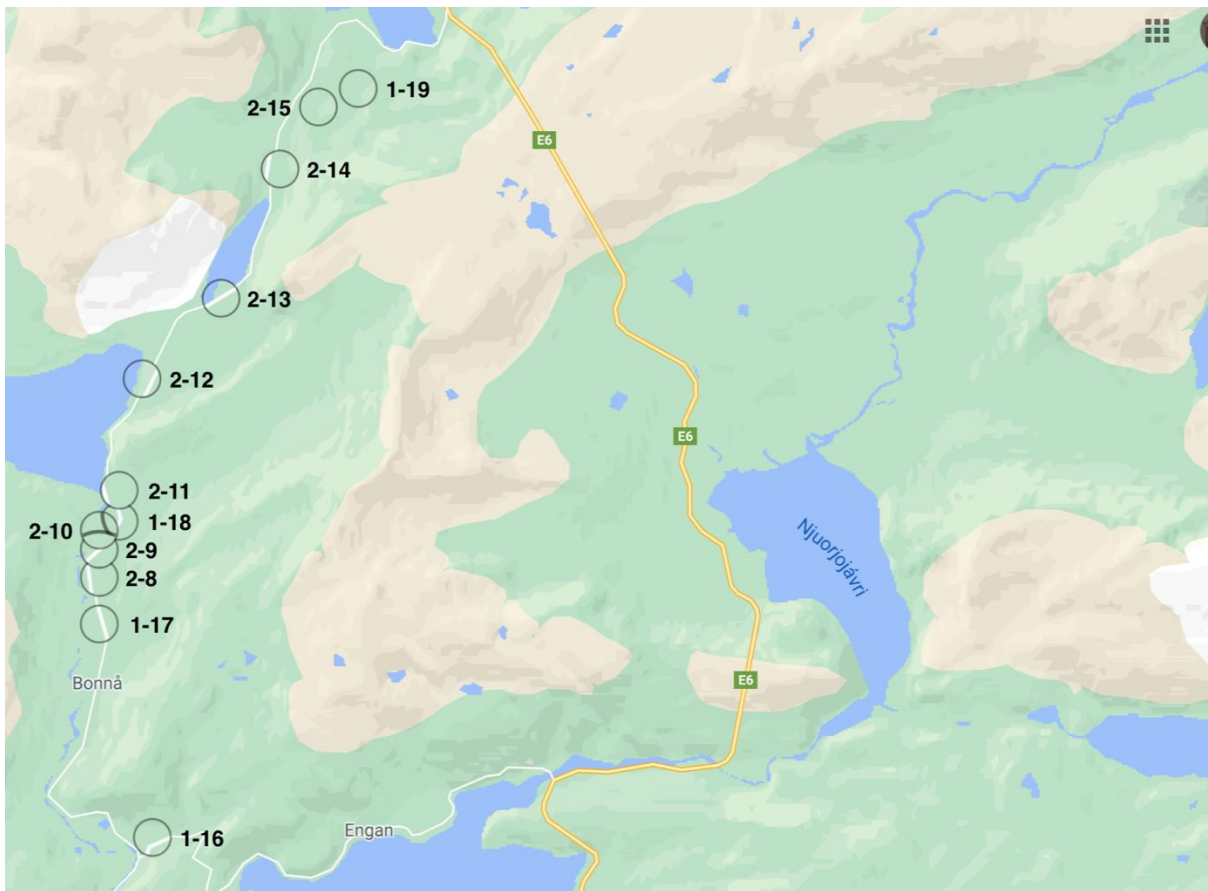
Dimensjonerende 200-årsflom er beregnet i totalt 22 punkter der elva krysser prosjekterende ny E6 mellom Megården og Mørsvikbotn. **Figur 2.1**, **Figur 2.2** og **Figur 2.3** viser plassering av alle punkter.



Figur 2.1: Oversiktskart av punkter.



Figur 2.2: Oversiktskart av punkter.



Figur 2.3: Oversiktskart av punkter.

2.1 Nedbørsfelt og feltdata

Feltparameterne for nedbørsfeltene er hentet fra NVEs Lavvann/Nevina. Areal på nedbørsfeltene, tilsig og hypsografisk kurve er også beregnet med denne applikasjonen.

2.2 Metode for beregning av 200-årsflom

200-årsflommen er beregnet med 4 beregningsmetoder for hvert punkt. Teori bak de ulike flomberegningmodellene vil bli presentert nedenfor. Valg av dimensjonerende flom til videre utregninger vil avhenge av nedbørsfeltets feltparametere, og hvorvidt disse oppfyller gyldighetsintervallet til metoden. Resultater for alle utregningsmetoder kan sees i VEDLEGG 24 – resultater Flomberegninger.

2.3 Flomfrekvensanalyse

Det er gjort to flomfrekvensanalyser for punkter 1-1 til 1-19. Det er beregnet 200-årsflom ved formler for *regionale flomfrekvensanalyse* som oppgitt i Retningslinjer for flomberegninger (NVE, 2011), i tillegg til flomfrekvensanalyse ved bruk av verdier fra *målestasjon* gjennom Hydra II. For punkter 2-2 til 2-15 og 3-1 er det kun gjort flomfrekvensanalyse med regionale flomformler.

2.3.1 Regionale flomformler

Flomfrekvensanalyse ved bruk av regionale flomformler tar utgangspunkt i en inndeling av flomregioner. Regionale flomformler er gyldige for feltstørrelser ned til 50 km², men gir best presisjon for felt over 100 km² (SVV, 2020). Spesifikk middelflom beregnes fra formel for aktuell flomregion ved bruk av feltparametre generert i Nevina. Denne brukes videre for å finne middelflommen for nedslagsfeltet til det aktuelle punktet. Det er antatt at aktuelle nedbørsfelt ligger i flomregionen K2 og formel for dette er vist i formel 2.1.

$$\ln(q_M) = 1,1524 * \ln(q_N) - 0,0463 * A_{SE} + 1,57 \quad \text{Formel 2.1}$$

Der:

q_m = spesifikk middelflom, l/s km²

q_n = midlere spesifikt årsavløp, l/s km²

A_{SE} = Effektiv sjøprosent, %

Vekstfaktorer er valgt fra tabell basert på regionale flomfrekvensanalyser i NVE (2011). **Tabell 2.1** viser disse vekstfaktorene. Disse brukes for å finne 200-årsflommen.

Tabell 2.1 Vekstfaktorer fra NVE (2011)

	Q_5/Q_M	Q_{10}/Q_M	Q_{20}/Q_M	Q_{50}/Q_M	Q_{100}/Q_M	Q_{200}/Q_M	Q_{500}/Q_M	Q_{1000}/Q_M
H1	1,3	1,6	1,8	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5
H2	1,3	1,6	2,0	2,4	2,7	3,0	3,6	3,9
H3	1,3	1,7	2,0	2,6	3,0	3,4	4,2	4,7
K2/ bre	1,2	1,4	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7
K1	1,2	1,4	1,7	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0
V1	1,2	1,4	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7
V2	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,3
V3	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5
V4	1,3	1,5	1,8	2,1	2,3	2,6	2,9	3,1

For å finne forholdstallet mellom momentanflom og døgnmiddelflom, $Q_{mom}/Q_{døgn}$, brukes regresjonsligninger for høstflom fra NVE (2011) vist i formel 2.2. Dette brukes til å beregne 200-års momentanflom.

$$\frac{Q_{mom}}{Q_{døgn}} = 2,29 - 0,29 * \log A - 0,27 * A_{SE}^{0,5} \quad \text{Formel 2.2}$$

2.3.2 Flomfrekvensanalyse gjennom Hydra II

For punkter 1-1 til 1-19 er det i tillegg utført flomfrekvensanalyse gjennom Hydra II. Flomfrekvensanalyser fra innmålte data kan i prinsippet brukes for alle felt, så lenge det foreligger tilstrekkelig mengder måledata og målepunkt er representativt for punkt det beregnes for. Det er hentet ut verdier for middelflom med passende dataserie for målestasjoner i nærheten av aktuelt punkt. Den er videre brukt for å finne spesifikk middelflom, formel 2.3, som brukes til å beregne middelflom for nedslagsfeltet til det aktuelle punktet, formel 2.4.

$$q_m = \frac{Q_m^{Hydra II}}{A_{målestasjon}} * 1000 \quad \text{Formel 2.3}$$

$$Q_m = \frac{q_m * A_{punkt}}{1000} \quad \text{Formel 2.4}$$

Der

q_m = spesifikk middelflom, l/s km²

$Q_m^{Hydra II}$ = middelflom for målestasjon hentet fra Hydra II, m³/s

$A_{målestasjon}$ = Areal av nedslagsfelt for målestasjon, km²

Q_m = middelflom for aktuelt punkt, m³/s

A_{punkt} = Areal av nedslagsfelt for aktuelt punkt, km²

Vekstfaktorer hentes også ut fra Hydra II. Her er det valgt den tilnærmingen som passer best med måledataene og disse brukes for å beregne 200-årsflommen. For å finne forholdstallet mellom momentanflom og døgnmiddelflom, $Q_{mom}/Q_{døgn}$, er det brukt observerte forholdstall for målestasjoner fra NVE (2011). For målestasjoner der det ikke foreligger observerte forholdstall er formel 2.2 brukt. $Q_{mom}/Q_{døgn}$ gir beregnet 200- års momentanflom.

2.4 Nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt

Flommodellen baserer seg på flomfrekvensanalyser og brukes for små (< ca. 50km²), uregulerte felt. Formelverket er basert på et sett med ligninger for å beregne middelflom (Q_M) og vekstkurven (Q_T/Q_M), formel 2.5 og 2.6, som gjelder for hele Norge.

$$Q_M = 18,97Q_N^{0,864} e^{-0,251\sqrt{A_{SE}}} \quad \text{Formel 2.5}$$

Der:

Q_N = Middelvannføring (m³/s)

A_{SE} = Effektiv sjøprosent (%)

$$\frac{Q_T}{Q_M} = 1 + 0,308q_N^{-0,137} [\Gamma(1+k)\Gamma(1-k) - (T-1)^{-k}] / k \quad \text{Formel 2.6}$$

Der:

q_N = spesifikk middelvannføring, i periode 1961-90 (l/s*km²)

Γ = gammafunksjonen

T = Gjentakintervall

Konstanten k er gitt fra formel 2.7:

$$k = -1 + 2/[1 + e^{0,391 + \frac{1,54A_{SE}}{100}}] \quad \text{Formel 2.7}$$

Formelsettet er gyldige for nedbørsfelt med:

- Areal: 0,2-53 km²
- Normalavrenning: 9-163 l/s*km²
- Effektiv sjøprosent: 0-21 %

Den største usikkerheten ved bruk av dette formelverket kommer fra middelflom-regresjonen. I tillegg er det stor usikkerhet knyttet til spesifikk middelvannføring da denne har vist seg å være mer eksakt for noen områder enn andre.

2.5 Den rasjonelle formelen

Den rasjonelle formelen baserer seg på målt nedbør og avrenningen (Q) og er gitt ved Formel 2.8.

$$Q = C * i * A * K_f * F_c \quad \text{Formel 2.8}$$

Der:

C = avrenningsfaktor

i = dimensjonerende nedbørintensitet, l/(s*ha)

A = feltareal, ha

K_f = klimafaktor
 F_c = korreksjonsfaktor

Avrenningsfaktoren (C) bestemmes ut fra overflatetype i nedbørsfeltet og sannsynlig arealbruk i framtiden skal tas hensyn til. Hvis feltet er sammensatt av ulike overflatetyper må en midlere avrenningsfaktor beregnes for hele feltet. En midlere avrenningsfaktor beregnes etter formel 2.9.

$$C = (C_1 * A_1 + \dots + C_n * A_n) / \Sigma A \quad \text{Formel 2.9}$$

F_c er korreksjonsfaktoren og er basert på at større og sjeldnere flommer oppstår når det er ugunstige forhold i feltet (SVV, 2020). Fra **Tabell 2.2** er det valgt å bruke korreksjonsfaktor på 1,3 da det beregnes 200-årsflom.

Tabell 2.2 Korreksjonsfaktorer ihht. Statens Vegvesen (2020)

Returperiode T [år]	Korreksjonsfaktor F_c
<10	1,00
10–25	1,10
25–50	1,20
50–100	1,25
100–200	1,30

For å finne den dimensjonerende nedbørintensiteten (i) må feltets konsentrasjonstid først beregnes. Det finnes ulike formler, med ulike gyldighetsintervall, for å beregne estimert konsentrasjonstid. For felt 1-1 til 1-19 er det brukt den pragmatiske metoden og for felt 2-2 til 2-15, samt 3-1, er det brukt Berg et al. (1992) for naturlige felt. Håndbok V240 Vannhåndtering (2020) oppgir den pragmatiske formelen som angitt i formel 2.10, og formel for naturlige felt som gitt i formel 2.11.

$$t_c = \frac{L_F}{v} \quad \text{Formel 2.10}$$

Der

t_c = konsentrasjonstid, time
 L_F = Feltlengde, km
 v = Gjennomsnittlig vannhastighet (3,6-7,2), km/t

$$t_c = 0,6 * L * H^{-0,5} + 3000 * A_{se} \quad \text{Formel 2.11}$$

Der

H = høydeforskjellen innen feltet, m
 A_{se} = andel innsjø innen feltet, forholdstall
 L = lengde av feltet, m

Konsentrasjonstiden brukes sammen med en IVF-kurven for området og returperioden for å finne nedbørintensiteten (i). Det er for disse beregningene for alle punkter tatt utgangspunkt

i IVF-kurven fra stasjon 82310 Bodø - Skivika. IVF-kurven vises i Vedlegg 1 – IVF-kurve Bodø - Skivika. Det er ikke mange målestasjoner i området, og det er generelt ikke anbefalt å bruke estimerte eller genererte IVF verdier. For dette området i Sørfold er normal årsnedbør noe høyere enn i Bodø og Fauske, men sommernedbøren er omtrent som i Fauske. Etter kontakt og innspill fra Jostein Mamen (forsker, Meteorologisk institutt) ble det besluttet å øke IVF verdiene fra stasjonen Bodø - Skivika med 20% for å få et bedre estimat for stedene i Sørfold. Dette er brukt videre i beregningene.

Den rasjonelle metoden er gyldig for små nedbørsfelt $\leq 2 \text{ km}^2$ (SVV, 2018)

2.6 PQRUT

Flommodellen i PQRUT er en nedbør-avløpsmodell utviklet til bruk i flomberegninger (NVE, 2020). Metoden kan underestimerer vannføringen for mindre felt og overestimerer for store felt. Modellen har gyldighet innenfor parameterintervallene:

- Relieff-forhold: 1,7 – 72,0 m/km
- Effektiv sjøprosent: 0 – 7,7 %
- Normalavrenning, 13 – 105 l/s·km²

Metoden tar utgangspunkt i en karmodell med to utløp i forskjellige høyder, der det øverste utløpet har som funksjon å forsterke beregnede avrenning når terskelnivået overstiges.

Modellen krever utregning av tømmekonstant for øvre nivå K_1 (Formel 2.12) og nedre nivå K_2 (Formel 2.13), samt skillet mellom øvre og nedre nivå T (Formel 2.14).

$$K_1 = 0.0135 + 0.00268 * H_L - 0.01665 * \ln A_{SE} \quad \text{Formel 2.12}$$

$$K_2 = 0.009 + 0.21 * K_1 - 0.00021 * H_L \quad \text{Formel 2.13}$$

$$T = -9.0 + 4.4 * K_1 - 0.6 + 0.28 * q_N \quad \text{Formel 2.14}$$

Der

H_L = Relieff-forhold, m/km

A_{se} = Effektiv innsjøprosent, %

q_N = Midlere spesifikt årsavløp, l/s·km²

Simuleringen av modellen er utført i NVEs PQ Rout. Her kalibreres K_1 , K_2 og T ut fra variabler hentet fra Nevina og Hydra-II.

Verdier for nedbør er hentet fra Klimaservice sine IVF-kurver fra målestasjon «Bodø – Skivika», der 200-årsnedbør for 24t er brukt. Nedbørsvarigheten er på anbefaling fra NVE satt til 48 timer, og nedbørsintensitet fra klimaservice er derfor skalert opp. På anbefaling fra meteorologisk institutt har verdiene fra IVF-kurven også blitt justert opp med faktor 1,2. Startvannføring for simuleringen er satt til middelflom.

Simuleringene har svakheter ved at input for konsentrasjonstid, beregnet med den pragmatiske metoden, kun tar imot hele timer. For små nedbørsfelt kan dette utgjøre en markant usikkerhet.

2.7 Erfaringsverdier

For vassdragsområder i Nordland er det stor variasjon mellom flomverdier på ulike steder, men i indre strøk av Nordland og Troms er flomverdiene for q1000 under 1000 l/s/km² og ned mot 700 l/s/km².

2.8 Dimensjoneringsfaktorer

Det vil brukes to faktorer: F_u og F_k (Statens vegvesen, 2018). F_k for å ta hensyn til fremtidige klimaendringer, og F_u for å ta hensyn til usikkerheten ved beregning av dimensjonerende avrenning Q_{dim} ved formel:

$$Q_{dim,T} = Q_T * F_k * F_u \quad \text{Formel 2.15}$$

2.8.1 Sikkerhetsfaktor

Sikkerhetsklasse for veg avhenger av trafikkmengde og omkjøringsmulighet (Tabell 2.3). Returperiode (T) bestemmes fra samme krav. Dimensjonerende ÅDT for strekningen (år 2045) er ca. 1500, tilsvarende sikkerhetsklasse V2 (Tabell 2.4). En sikkerhetsfaktor på $F_u=1,1$ er benyttet ved beregninger av dimensjonerende vannføring.

Tabell 2.3: Oversikt over sikkerhetsklasser og sikkerhetsfaktorer

Sikkerhetsklasse	ÅDT	Returperiode for flomhendelse				Sikkerhetsfaktor (F_u)
		Med omkjøringsmulighet		Uten omkjøringsmulighet		
		Tverrdrenering	Langsgående drenering	Tverrdrenering	Langsgående drenering	
V1	0-500	50 år	50 år	100 år	50 år	1,0
V2	500-4000	100 år	50 år	200 år	100 år	1,1
V3	>4000	200 år	100 år	200 år	100 år	1,2

Tabell 2.4: Oversikt over sikkerhetsfaktorer

Sikkerhetsklasse	F_u
V1 eller F1*	1,0
V2 eller F2*	1,1
V3 eller F3*	1,2

2.8.2 Klimafaktor

I henhold til Statens Vegvesens håndbok V240, 2020 vil klimafaktor for område Nordland (Tabell 2.5) satt til 1.4 for både store og små nedbørsfelt. Dette er benyttet i alle flomberegningene.

Tabell 2.5: Oversikt over klimafaktor basert på fylke og størrelse på nedbørsfelt.

Fylke	Små nedbørfelt ($A_p < 10\text{km}^2$) F_k	Store nedbørfelt ($A_p > 10\text{km}^2$) F_k
Oslo og Akershus	1,3	1,3
Buskerud	1,4	1,3
Vest-Agder	1,3	1,2
Aust-Agder	1,3	1,2
Finnmark	1,3	1,2
Hordaland	1,4	1,4
Møre og Romsdal	1,4	1,4
Nord-Trøndelag	1,3	1,3
Nordland	1,4	1,4
Oppland	1,2	1,2
Hedmark	1,4	1,2
Rogaland	1,3	1,3
Sogn og Fjordane	1,4	1,4
Sør-Trøndelag	1,2	1,2
Telemark	1,2	1,2
Troms	1,3	1,3
Østfold	1,4	1,2
Vestfold	1,2	1,2

3 VANNLINJEBEREGNINGER OG DIMENSJONERING AV KULVERT

Vannlinjen ved 200-årsflom for bru beregnes med Mannings formel (Formel 2.16).

$$Q = \frac{1,0}{n} * A * R_h^{\frac{2}{3}} * S_0^{\frac{1}{2}}$$

Formel 2.16

Der

n = Mannings tall

A = strømmingsareal, m²

R_h = hydraulisk radius, m

S₀ = hellingen av elva, m/m

For punktene 1-1 til 1-19 vil vannlinje ved 200-årsflom for det kritiske tverrsnittet i elven også beregnes ved hjelp av Mannings formel. Dette har ikke blitt gjort ikke for punkter 2-2 til 2-15 og 3-1.

Vannlinjen med 200-årsflom beregnes for kulverter med HY-8. For alle punkter er det dimensjonert for innløpskontroll. Innløpskontrollen beregnet er gjort med antagelse om statisk vann før innløpet. Dette vil gi et mer konservativt estimat for kulverten.

For alle punktene vil innmålt data fra GPS bli brukt for å anslå helning i elvens utløp. Alle elveløpene har fått tildelt ruhet basert på verdier i Tabell 2.6 med grunnlag fra observasjon ved befarings.

Tabell 3.6: Oversikt over verdier for Mannings tall ved forskjellige terreng i elveløp

Overflate	Typisk steinstørrelse [mm]	Manningstall M [$m^{2/3}/s$]	Kilde
Skogbunn	-	5 - 10	Chow (1959)
Tett gress	-	10 - 20	Chow (1959)
Gress	-	25 - 30	Chow (1959)
Leirig jord	0,1	30 - 50	Chow (1959)
Finsand, silt	0,1 - 1,0	40 - 50	Chow (1959)
Sand-grus	1,0 - 10,0	30 - 40	Chow (1959)
Grus, småstein	10 - 30	20 - 30	Chow (1959)
Lite utviklet erosjonshud	10 - 30	20 - 30	Chow (1959)
Steinete	> 30	10 - 20	Chow (1959)
Steinsatt, grov struktur	> 200	5 - 15	Chow (1959)
Glatt asfalt	-	60 - 80	Chow (1959)
Ru asfalt	-	50 - 60	Chow (1959)
Betong	-	80 - 100	Chow (1959)
Glatt plast	-	70 - 110	Chow (1959)
Glatt metall	-	80 - 100	Chow (1959)
Støpejern	-	70 - 100	Chow (1959)
Glatt steinoverflate	-	50 - 70	Chow (1959)

For alle kulverter er det satt en ruhet på $n = 0,013$ som er Mannings koeffisient for «betonggjennomløp, glatt, normal slitasje» (Statens vegvesen, 2020).

For alle kulverter er lengden estimert etter kartdata med krysning av elveløp. Lengden vil også påvirkes av oppbygning av vei ved krysningen.

For punkter 2-2 til 2-7, med unntak av 2-5, ligger ny vegtrase over det eksisterende, og helning og lengde på kulvert vil bli satt til eksisterende kulverts verdier. Dette vil gi kulvertene svært høy utløpshastighet for noen av punktene. Helning for punkt 3-1 og 2-15 er satt til 6 ‰, og for punkt 2-8 til 2-14 er helning satt til 10 ‰ med unntak av 2-13 som er satt til 7 ‰. Helningene er valgt som en optimal verdi for å oppnå full gjennomstrømning med selvrensing uten utløpshastighet > 4 m/s. Elvehelning til samtlige av disse punktene er alle over 20 ‰.

For punktene 1-2, 1-5, 1-16, 1-17 og 1-19 er helning på kulvert/stikkrenne satt til slik at utløpshastighet blir maks. 5m/s, da det er større vannføringer. Helningene spenner for disse punktene fra 5,7 – 15 ‰. Da elvehelning er brattere enn dette vil det i flere punkter anbefales å forme terrenget/endre elvehelningen lokalt slik at den blir slakere og man forhindrer fritt fall ved utløp. Fritt fall ved store vannføringer er ugunstig da det vil resultere i lokal forsenkning ved utløpet.

For kulverter $D < 2,5$ m vil det tas hensyn til en gjentettingsgrad på 1/3 av høyden (Statens vegvesen, 2018). Dette gjøres i Mannings formel ved å multiplisere Q_{200Dim} med en faktor på 1,33, hvor produktet vil brukes i utregningen. For HY-8 gjøres dette ved å fylle inn 1/3 av kulvertens høyde i input for «embedment depth».

For kulverter $D > 2,5$ m vil reglementet for bru komme inn. Her tas det hensyn til en klaring på 0,5 m mellom vannlinjen og overbygningen. Dette gjøres både for Mannings formel og HY-8 ved å sammenligne kulvertens høyde med beregnet vannlinje, hvor det kontrolleres at differansen er 0,5 m eller mer. For HY-8 er det klarering ved innløpet som gjelder, mens Mannings formel alene kun tar høyde for klarering i kulverten.

4 EROSJONSSIKRING

Det er ikke vurdert tiltak eller utført erosjonsberegninger i denne fasen/rapporten, men det er utført en vurdering av hvilke vassdrag som har behov for erosjonssikring. Det er i denne rapporten tatt utgangspunkt i at alle punkter med utløpsfart på over 4 m/s trenger erosjonssikring.

Punkter med utløpshastighet over 4 m/s:

- 1-2
- 1-5
- 1-16
- 1-17
- 1-18
- 1-19
- 2-2
- 2-3
- 2-4
- 2-5
- 2-6
- 2-7

Ved flere punkter vil det antagelig bli fritt fall ved kulvertutløp etter prosjektering. Ved disse punktene vil det også anbefales vurdering av erosjonssikring uavhengig av utløpshastighet.

5 BEREGNINGER FOR TØRRFJORDELVA (PUNKT 1-1)

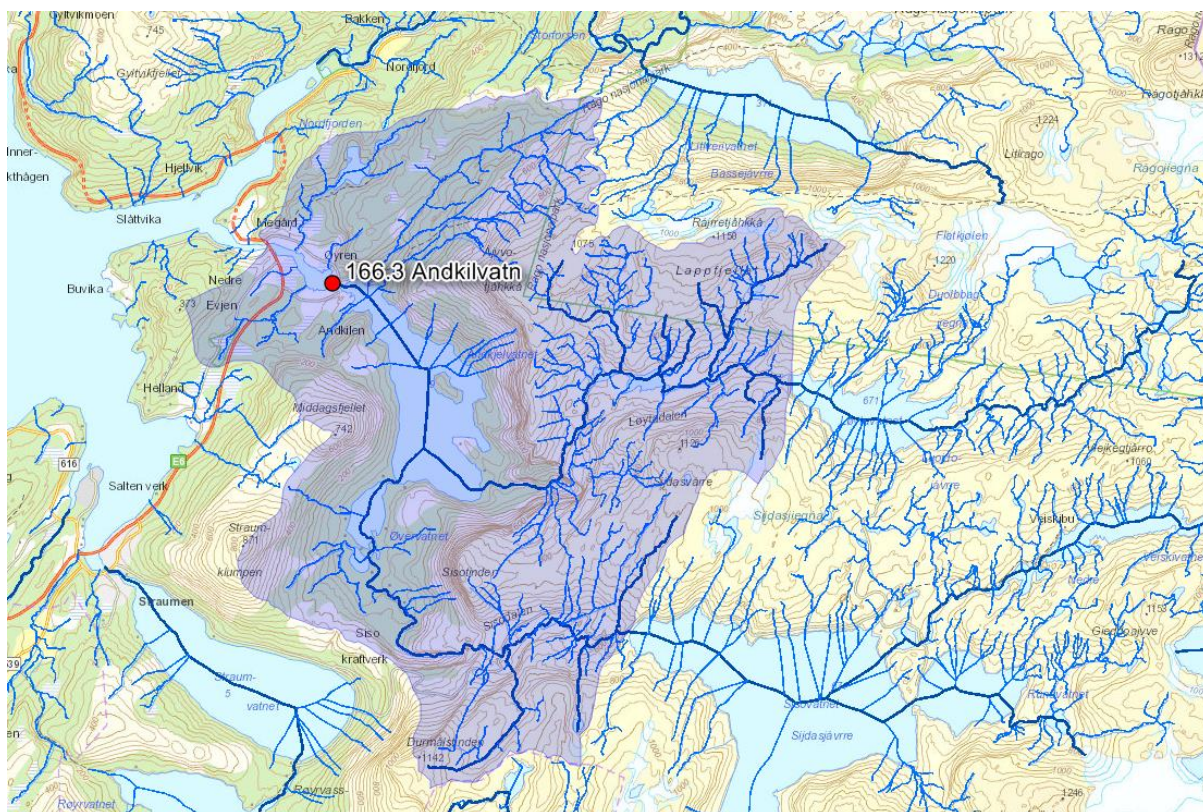
Beregningspunkt 1-1 ligger ved Tørrfjordelva. I dag krysser en eksisterende bru Tørrfjordelva som vist på **Figur 5.1**, men i forbindelse med prosjektering av ny E6 skal det bygges en ny bru oppstrøms av eksisterende bru. Siso kraftverk ligger oppstrøms av punkt 1-1.



Figur 5.1: Plassering av punkt 1-1 ved Tørrfjordelva.

5.1 Flomberegninger

Nedbørsfeltet til punkt 1-1 vises på **Figur 5.2**. Målestasjon 166.3 Andkilvatn ligger i nedbørsfeltet til punkt 1-1, også vist på **Figur 5.2**. Da målestasjon ligger så nærme punkt 1-1 er det rimelig å bruke flomfrekvensanalyse gjennom målestasjon i Hydra II for å få dimensjonerende 200-årsflom. I tillegg er ikke feltet innenfor gyldighetsintervallet til nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt og rasjonell metode, og PQRUT-metoden har gitt fluktuerende verdier for alle punkter.



Figur 5.2: Nedbørsfelt til punkt 1-1 og plassering av målestasjon 166.3 Andkilvatn.

5.1.1 Flomfrekvensanalyse gjennom Hydra II

Tabell 5.1 viser data for målestasjon 166.3 Andkilvatn og data for nedbørsfeltet til punkt 1-1. Da felt 1-1 er regulert er måleverdier tilgjengelige før første reguleringsår (1972) høyere enn verdier målt etter. Da det er lite tilgjengelig måledata etter regulering er det valgt å bruke alle måledata tilgjengelig både før og etter regulering, da verdier etter regulering vil gi en for liten middelflom.

Tabell 5.1: Nedbørsfelt og tilsig til målestasjon 166.3 Andkilvatn og punkt 1-1.

Stasjonnr.	166.3	-
Navn	Andkilvatn	Punkt 1-1
Areal nedbørsfelt, A (km ²)	249,00	95,58
Middelvannføring, Q _N (m ³ /s)	19,47	5,98
Spesifikk middelvannføring, q _n (l/s/km ²)	78,20	62,60
Laveste punkt i feltet, H _{min} (moh.)	1,00	1,00
Høyeste punkt i feltet, H _{max} (moh.)	1418	1166
Effektiv sjøprosent, A _{SE} (%)	5,70	5,34
Snaufjellsprosent, A _{SF} (%)	66,60	53,30
Midlere årsflom, Q _M (m ³ /s)	47,35	-
Midlere spesifikk årsflom, q _m (l/s/km ²)	230,36	-

Tabell 5.2 viser vekstfaktorene for flomregion K2 som de vises i NVE, 2011 og vekstfaktorene fra flomfrekvensanalysen for målestasjon 166.3 Andkilvatn.

Tabell 5.2: Vekstfaktorer for målestasjon 166.3 Andkilvatn og flomregion K2.

Q_T/Q_M	K2	166.3 Andkilvatn
Q_5/Q_M	1,2	1,57
Q_{200}/Q_M	2,3	3,70
Q_{1000}/Q_M	2,7	4,48

Tabell 5.2 viser at vekstfaktorene for målestasjon 166.3 Andkilvatn er større enn vekstfaktorene generelt er i flomregion K2. Vekstfaktorene og spesifikk årsmiddelflom, q_m , for 166.3 Andkilvatn vil brukes ved beregninger for punkt 1-1. **Tabell 5.3** viser beregnet middelflom, Q_M , for redusert felt (Formel 2.4), samt beregnet 200-årsflom og beregnet 1000-årsflom.

Tabell 5.3: Beregnet middelflom, 200-årsflom og 1000-årsflom ved punkt 1-1

	m^3/s
Q_M	18,20
Q_{200}	67,25
Q_{1000}	81,35

Her vil forholdstall $Q_{mom}/Q_{døgn}$ beregnes med formel for høstflom fra NVE, 2011. Se kapittel 2, Formel 2.2. Beregnet forholdstall for nedbørsfeltet til punkt 1-1 er:

$$\frac{Q_{mom}}{Q_{døgn}} = 1,09$$

Forholdstallet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring Q_{mom}/Q_M gir beregnet 200-års momentanflom:

$$Q_{200mom} = 73,40 \text{ m}^3/s$$

Klimapålegg på 40% og usikkerhetsfaktor på 10% gir at den dimensjonerende 200-årsflommen for punkt 1-1 er:

$$Q_{200dim} = 113,10 \text{ m}^3/s$$

5.1.2 Driftvann fra kraftverk

Driftsvannføring fra kraftverket oppstrøms av punkt 1-1 er ikke relevant for flomberegninger for punkt 1-1 ettersom driftsvannføring ikke strømmes ned til punkt 1-1.

På den andre siden er et overløp ved Sisovatn, et 48,5 m langt overløp av betong, med terskelhøyde i 671,0, plassert mellom dammene på en fjellknaus. Ved overløpssituasjon vil

vann strømme mot Fagerbekkvassdraget og dermed gi et omfattende bidrag til punkt 1-1 i Tørrfjord.

Dambrudd ved Sisovatnet omhandles ikke i denne rapporten, det finnes egen rapport utarbeidet av Norconsult i 2001 som tar hånd om denne problemstillingen.

5.2 Vannlinjeberegninger (uten bidrag fra Sisovatn)

Tabell 5.4 viser parameterne som brukes ved vannlinjeberegningene for punkt 1-1.

Tabell 5.4: Parametere som brukes i vannlinjeberegningen

Helning Elv (m/m)	Mannings ruhetskoeff. Elv	Vannføring 200- årsflom (m ³ /s)
0,001	0,025	113,10

Ved punkt 1-1 har tidevann innvirkning på vannstanden. I henhold til Kartverket (2015) er høyeste astronomiske tidevann for Hellarvika 1,61 m. Referansenivå er her normalnull 1954. Nivåskisse for Hellarvika er vist i Vedlegg 2 – Vannstandsniåer.

I det kritiske tverrsnittet blir flomhøyden for 200-årsflom 1,3 m og strømningshastighet 1,3 m/s. Med hensyn på høyeste astronomiske tidevann blir flomhøyden 2,9 m.

I dag er det en eksisterende bru ved krysningspunktet av Tørrfjordelva og E6. En ny bru skal bygges ved prosjektering av ny E6. Tørrfjordelva er ca. 145 m bred der den nye bruene skal plasseres. Flomhøyde for en 145 m lang bru ved 200-årsflom er 0,9 m og strømningshastighet 1,04 m/s. Med hensyn på flomhøyde ved 200-årsflom, høyeste astronomiske tidevann og 0,5 m lysåpning i underkant av bru blir dimensjonerende flomhøyde 3,0 m.

5.3 Vannlinjeberegninger med bidrag fra overløp ved Sisovatn

Tabell 5.5 viser parameterne som brukes ved vannlinjeberegningene for punkt 1-1 ved overløpssituasjon på Sisovatn. Det kritiske tverrsnittet ligger ved eksisterende bru. I virkeligheten er det noe mindre sannsynlighet for denne hendelsen, siden det må tas i betraktning sammenfallende 200 år flom og fullt reservoar på samme tidspunkt.

Tabell 5.5: Parametere som brukes i vannlinjeberegningen

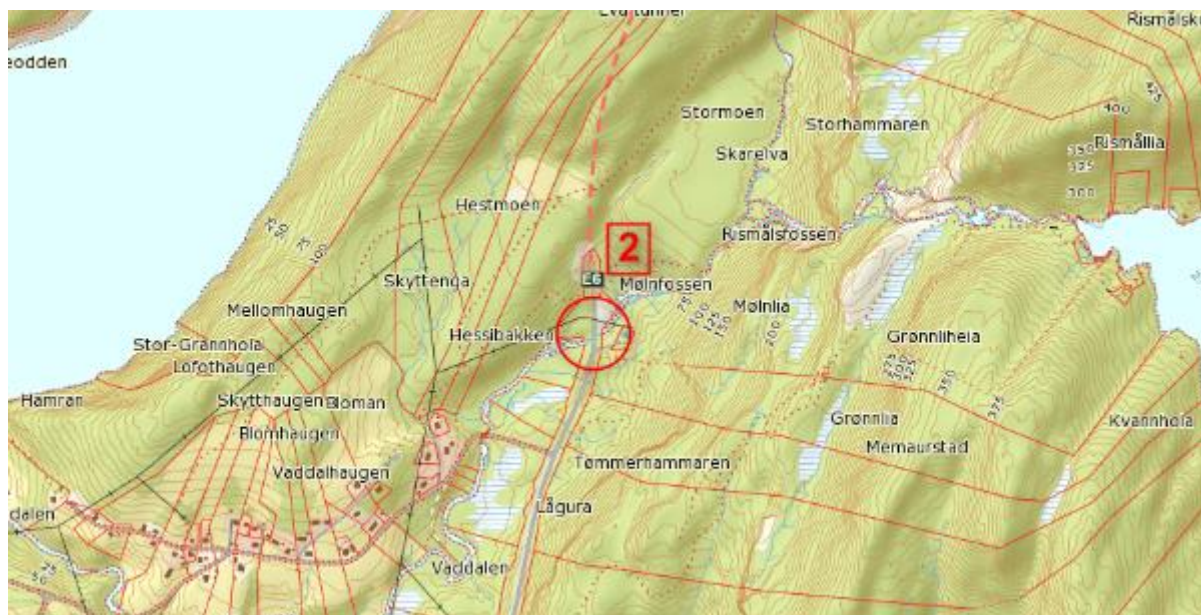
Helning Elv (m/m)	Mannings ruhetskoeff. Elv	Vannføring 200- årsflom (m ³ /s)
0,001	0,025	263,00

I det kritiske tverrsnittet blir flomhøyden for 200-årsflom 2,1 m og strømningshastighet 1,67 m/s.

Flomhøyde for ny 145 m lang bru ved 200-årsflom er 1,4 m og strømningshastighet 1,46 m/s. Med hensyn på flomhøyde ved 200-årsflom og 0,5 m lysåpning i underkant av bru blir dimensjonerende flomhøyde 1,9 m. Tas høyeste astronomiske tidevann med i tillegg vil dimensjonerende flomhøyde bli 3,5 m.

6 BEREGNINGER FOR KVARELVA (PUNKT 1-2)

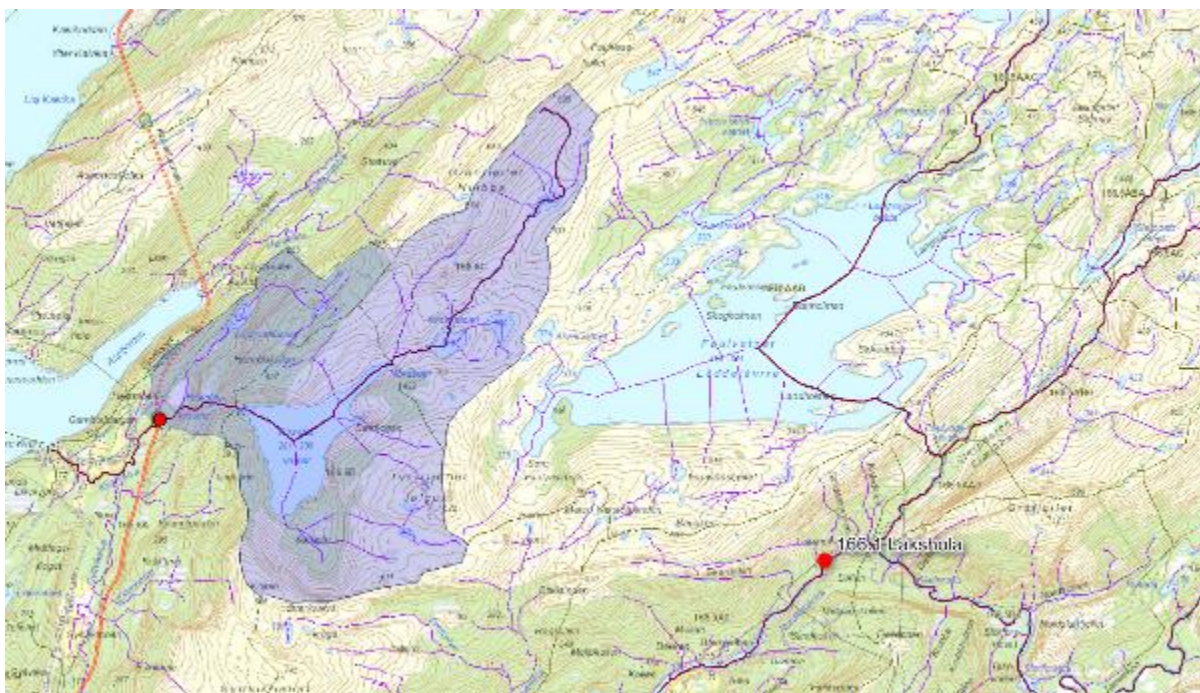
Beregningspunkt 1-2 ligger ved Kvarrelva, vist på **Figur 6.1**. Oppstrøms av punkt 1-2 ligger kraftverk og dam ved Rismålsvannet. I det tilfelle at dammen ved Rismålsvannet brister så vil dambruddvannføringen strømme ned til punkt 1-2. Begge flomstørrelser brukes ved vannlinjeberegningen og ved dimensjonering av kulvert/bru ved punkt 1-2.



Figur 6.1: Plassering av punkt 1-2.

6.1 Flomberegninger

Nedbørsfeltet til punkt 1-2 vises på **Figur 6.2**. Dimensjonerende 200-årsflom vil beregnes som et gjennomsnitt av nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt og PQRUT. Det velges å bruke en gjennomsnittsverdi fordi nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt tar utgangspunkt i uregulerte felt og nedslagsfeltet i punkt 1-2 er regulert. Driftsvannføring fra Rismålsvannet renner mot punkt 1-2, og driftsvannføringen er iht. Indre Salten energi på 1,2 m³/s.



Figur 6.2: Nedbørsfelt til punkt 1-2 og plassering av nærmeste målestasjon 166.1 Lakshola.

Tabell 6.1 viser feltparametere generert i Nevina for punkt 1-2.

Tabell 6.1: Nedbørsfelt og tilsig til punkt 1-2.

Stasjonnr.	-
Navn	Punkt 1-2
Areal nedbørsfelt, A (km²)	14,4
Middelvannføring, Q_N (m³/s)	0,75
Spesifikk middelvannføring, q_n (l/s/km²)	51,8
Laveste punkt i feltet, H_{min} (moh.)	51
Høyeste punkt i feltet, H_{max} (moh.)	684
Effektiv sjøprosent, A_{SE} (%)	6,4
Snaufjellsprosent, A_{SF} (%)	34,3

6.1.1 Nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt

Formler 2.5, 2.6 og 2.7 gir følgende middelflom, k-konstant og vekstfaktor som gitt i **Tabell 6.2**.

Tabell 6.2: Beregnet middelflom, k-konstant og vekstfaktor.

Q_M (m³/s)	7,8
k	-0,240
Q₂₀₀/Q_M	2,84

Dette resulterer i en 200-årsflom på:

$$Q_{200} = 22,20 \text{ m}^3/\text{s}$$

Klimapålegg på 40%, usikkerhetsfaktor på 10% og driftsvannføring på 1,2 m³/s gir at den dimensjonerende 200-årsflommen for punkt 1-2 er:

$$Q_{200\text{dim}} = 35,30 \text{ m}^3/\text{s}$$

6.1.2 PQRUT

PQRUT er beregnet med parametere som vist i **Figur 6.3**, med antagelser diskutert under 2.6. Fra simuleringen får man en graf (Vedlegg 3 – PQRROUT kurve punkt 1-2) med toppunkt $Q_{200} = 14,57 \text{ m}^3/\text{s}$.

The screenshot displays the 'Modellkalibrering' (Model Calibration) interface for PQRROUT. It is divided into several sections:

- Inndata:**
 - Tidsoppløsning (t): 48
 - Nedbør: 183.2
 - QObs: (empty)
- Modellkalibrering:**
 - Areal (A): 14.4
 - Effektiv sje prosent (%): 6.4
 - Hypsografisk kurve (m) H75: 521
 - Hypsografisk kurve (m) H25: 324.5
 - Normal avløp (l/s*km2) Q_N: 51.7
 - Feltaksens lengde (km) L_F: 6.3
 - Høydeforskjell H75 - H25 = 196.50 m
 - Relief forhold H50 / L_F = 31.19 m/km
- Kalibrer:**
 - Øvre tømme konstant K1: 0.06618
 - Nedre tømme konstant K2: 0.01635
 - Terskelverdi T: 27.91504
- Modellparametre:**
 - Konsentrasjonstid (t) tc: 1
 - Perkolasjon (mm/hr) Perc: 0.0025
 - Tømming nedre (mm/hr) ktz: 0.00042
 - Feltkapasitet (mm) fc: 150
 - Innsjøprosent (%) lp: 9.8
 - Fordampning (mm/døgn) epot: 2
- Starttilstander:**
 - Markfuktighet (%) sm: 100
 - Q start (m3/s): 5.5

Figur 6.3: Parametere satt inn i PQRROUT

Klimapålegg på 40%, usikkerhetsfaktor på 10% og driftsvannføring på 1,2 m³/s gir at den dimensjonerende 200-årsflommen for punkt 1-2 er:

$$Q_{200\text{dim}} = 23,60 \text{ m}^3/\text{s}$$

6.1.3 Resultat fra flomberegninger

Resulterende 200-årsflom er beregnet som et gjennomsnitt av resulterende flom fra Nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt og PQRROUT, og gir en dimensjonerende 200 årsflom på 29,48 m³/s.

6.1.4 Dambruddsvannføring

Dambruddsvannføring ved brudd på dam Rismålsvannet er beregnet av ansvarlige hos Indre Salten Energi og er beregnet til 315,25 m³/s.

6.2 Vannlinjeberegninger

Tabell 6.3 viser parameterne som brukes ved vannlinjeberegningene for punkt 1-2. Det kritiske tverrsnittet ligger nedstrøms av det planlagte krysningspunktet av elven og E6, rundt 30 m.

Tabell 6.3: Parametere som brukes i vannlinjeberegningen

Helning Elv (m/m)	Mannings ruhetskoeff. Elv	Vannføring 200- årsflom (m ³ /s)	Helning i kulvert (m/m)	Kulvertlengde (m)
0,015	0,04	29,48	0,007	30

Ved 200-årsflom vil flomhøyde og strømningshastighet i det kritiske tverrsnittet bli 1,0 m og 2,53 m/s.

I dag er det en eksisterende kulvert ved krysningspunktet av Kvarelva og E6. Denne kulverten er rundt 2,5 m i diameter. Ny kulvert med bredde 4,0 har en flomhøyde på omtrent 3,0 m. Med effektiv lysåpning på 0,5 m må høyden på en 4,0 m bred kulvert være 3,5 m høy, se Vedlegg 4 – HY-8 (Punkt 1-2). Strømningshastigheten ved utløp av kulvert vil da være 4,88 m/s.

Da kulverthelning er mindre enn elvehelningen forventes det å ha fritt fall ved utløpet. For så store vannføringer er dette ikke gunstig og det anbefales derfor å tilpasse terrenget, i tillegg til erosjonssikring og energidreperer.

Dambruddsvannføring ved brudd på dam Rismålsvannet er beregnet til 315,25 m³/s. **Tabell 6.4** viser tre alternativer for lengde på bru sammen med beregnet flomhøyde og strømningshastighet for bru som er dimensjonert for dambruddsvannføring. **Tabell 6.4** viser også minimum høyde i underkant av bru.

Tabell 6.4: Bru dimensjonert for dambruddsvannføring.

Lengde bru (m)	Flomhøyde (m)	Min. høyde underkant bru (m)	Strømningshastighet (m/s)
8	9,0	9,5	5,59
9	8,1	8,6	5,74
10	7,4	7,9	5,86

Da det er høye hastigheter for bru ved dambrudd anbefales det å ha erosjonssikring.

7 BEREGNINGER FOR MERRELVA (PUNKT 1-5)

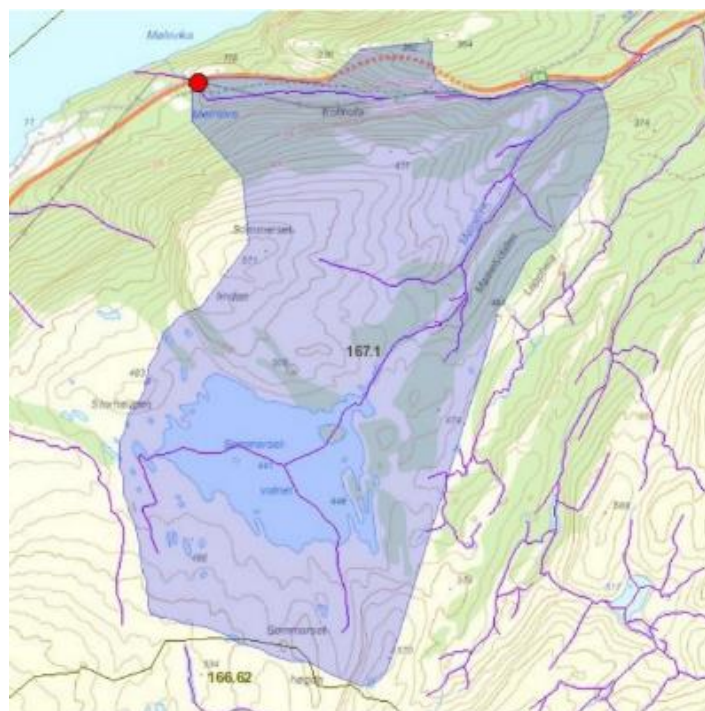
Beregningpunkt 1-5 ligger ved Merrelva, vist på **Figur 7.1**.



Figur 7.1: Plassering av punkt 1-5

7.1 Flomberegninger

Nedbørsfeltet til punkt 1-5 vises i **Figur 7.2**. Dimensjonerende flom velges fra nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt da feltet oppfyller krav om gyldighetsintervaller for denne metoden.



Figur 7.2: Nedbørsfelt til punkt 1-5.

Tabell 7.1 viser feltparametere generert i Nevina for punkt 1-5.

Tabell 7.1: Nedbørsfelt og tilsig til punkt 5.

Navn	Punkt 1-5
Areal nedbørsfelt, A (km ²)	4,9
Middelvannføring, Q _N (m ³ /s)	0,26
Spesifikk middelvannføring, q _n (l/s/km ²)	52,1
Laveste punkt i feltet, H _{min} (moh.)	99
Høyeste punkt i feltet, H _{max} (moh.)	568
Effektiv sjøprosent, A _{SE} (%)	5,38
Snaufjellsprosent, A _{SF} (%)	42,5

7.1.1 Nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt

Formler 2.5, 2.6 og 2.7 gir følgende gir middelflom, k-konstant og vekstfaktor som gitt i **Tabell 7.2**.

Tabell 7.2: Beregnet middelflom, k-konstant og vekstfaktor.

Q _M (m ³ /s)	3,26
k	-0,23
Q ₂₀₀ /Q _M	2,80

Dette resulterer i en 200-årsflom på:

$$Q_{200} = 9,10 \text{ m}^3/\text{s}$$

Klimapålegg på 40% og usikkerhetsfaktor på 10% gir at den dimensjonerende 200-årsflommen for punkt 5 er:

$$Q_{200\text{dim}} = 14,0 \text{ m}^3/\text{s}$$

7.2 Vannlinjeberegninger

Tabell 7.3 viser parameterne som brukes ved vannlinjeberegningene for punkt 1-5. Det kritiske tverrsnittet ligger i det planlagte krysningspunktet av elven og E6.

Tabell 7.3: Parametere som brukes i vannlinjeberegningen.

Helning Elv (m/m)	Mannings ruhetskoeff. Elv	Vannføring 200-årsflom (m ³ /s)	Helning i kulvert (m/m)	Kulvertlengde (m)
0,015	0,04	14,0	0,015	25

Ved 200-årsflom vil flomhøyde og strømningshastighet i det kritiske tverrsnittet bli 2,0 m og 2,74 m/s.

I dag er det en eksisterende kulvert ved krysningpunktet av Merrelva og E6. Dimensjon på den eksisterende kulverten er rundt 2,5 m. Eksisterende kulvert ligger ca. 44 m nedstrøms planlagt ny krysning. En ny kulvert er beregnet med HY-8 (Vedlegg 5 – HY-8 (Punkt 1-5) til å optimalt ha diameter på 3,0 meter. Strømningshastighet ved utløp av kulvert vil da være 4,95 m/s.

Da utløpsfarten er stor, anbefales det erosjonssikting ved utløp.

8 BEREGNINGER FOR TVERRELVA (PUNKT 1-16)

Beregningpunkt 1-16 ligger ved Tverrelva, vist på **Figur 8.1**.



Figur 8.1: Plassering av punkt 1-16.

8.1 Flomberegninger

Nedbørsfeltet til punkt 1-16 vises på **Figur 8.2**. Dimensjonerende flom velges fra nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt da feltet oppfyller krav om gyldighetsintervaller for denne metoden.



Figur 8.2: Nedbørsfelt til punkt 1-16.

Tabell 8.1 viser feltparametere generert i Nevina for punkt 1-16.

Tabell 8.1: Nedbørsfelt og tilsig til punkt 1-16.

Navn	Punkt 1-16
Areal nedbørsfelt, A (km ²)	7,7
Middelvannføring, Q _N (m ³ /s)	0,40
Spesifikk middelvannføring, q _n (l/s/km ²)	52,5
Laveste punkt i feltet, H _{min} (moh.)	49
Høyeste punkt i feltet, H _{max} (moh.)	1172
Effektiv sjøprosent, A _{SE} (%)	0,14
Snaufjellsprosent, A _{SF} (%)	51,7

8.1.1 Nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt

Formler 2.5, 2.6 og 2.7 gir følgende gir middelflom, k-konstant og vekstfaktor som gitt i **Tabell 8.2**.

Tabell 8.2: Beregnet middelflom, k-konstant og vekstfaktor.

Q _M (m ³ /s)	7,9
k	-0,194
Q ₂₀₀ /Q _M	2,59

Dette resulterer i en 200-årsflom på:

$$Q_{200} = 20,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

Klimapålegg på 40% og usikkerhetsfaktor på 10% gir at den dimensjonerende 200-årsflommen for punkt 1-16 er:

$$Q_{200\text{dim}} = 31,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

8.2 Vannlinjeberegninger

Tabell 8.3 viser parametere som brukes i vannlinjeberegningene for punkt 1-16. Det kritiske tverrsnittet ligger i krysningspunktet mellom ny E6 og elv.

Tabell 8.3: Parametere som brukes i vannlinjeberegningen.

Helning Elv (m/m)	Mannings ruhetskoeff. Elv	Vannføring 200- årsflom (m ³ /s)	Helning i kulvert (m/m)	Kulvertlengde (m)
0,058	0,04	31,6	0,0067	30

Ved 200-årsflom vil flomhøyde og strømningshastighet i det kritiske tverrsnittet bli 1,1 m og 5,11 m/s.

Ny kulvert med bredde 4,0 m har en flomhøyde på omtrent 3 m. Med effektiv lysåpning på 0,5 m må høyden på en 4,0 m bred kulvert være 3,5 m høy, se beregning med HY-8 er gitt i Vedlegg 6 -HY-8 (Punkt 1-16). Strømningshastighet ved utløp av kulvert vil da være 4,97 m/s.

Da kulverthelning er mindre enn elvehelningen forventes det å ha fritt fall ved utløpet. For så store vannføringer er dette ikke gunstig og det anbefales derfor å tilpasse terrenget, i tillegg til erosjonssikring og energidreperer.

9 BEREGNINGER FOR MØLNELVA (PUNKT 1-17)

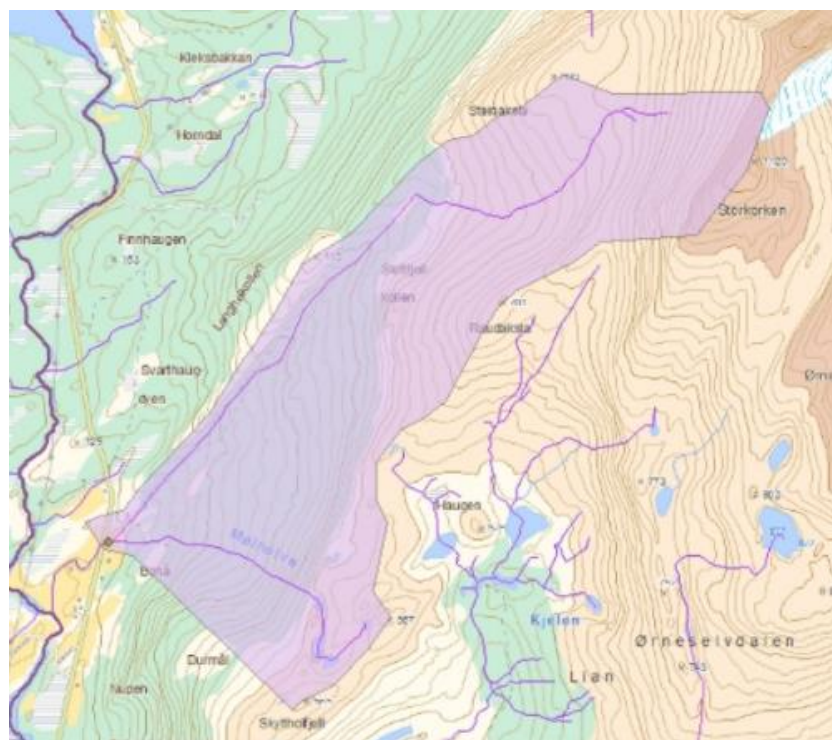
Beregningspunkt 1-17 ligger ved Mølnelva, vist på **Figur 9.1**.



Figur 9.1: Plassering av punkt 1-17.

9.1 Flomberegninger

Nedbørsfeltet til punkt 1-17 vises på **Figur 9.2**. Dimensjonerende flom velges fra nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt da feltet oppfyller krav om gyldighetsintervaller for denne metoden.



Figur 9.2: Nedbørsfelt til punkt 1-17.

Tabell 9.1 viser feltparametere generert i Nevina for punkt 17.

Tabell 9.1: Nedbørsfelt og tilsig til punkt 17.

Navn	Punkt 1-17
Areal nedbørsfelt, A (km ²)	3,5
Middelvannføring, Q _N (m ³ /s)	0,18
Spesifikk middelvannføring, q _n (l/s/km ²)	50,7
Laveste punkt i feltet, H _{min} (moh.)	84
Høyeste punkt i feltet, H _{max} (moh.)	1118
Effektiv sjøprosent, A _{SE} (%)	0,01
Snaufjellsprosent, A _{SF} (%)	54,2

9.1.1 Nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt

Formler 2.5, 2.6 og 2.7 gir følgende gir middelflom, k-konstant og vekstfaktor som gitt i **Tabell 9.2**.

Tabell 9.2: Beregnet middelflom, k-konstant og vekstfaktor.

Q _M (m ³ /s)	4,15
k	-0,193
Q ₂₀₀ /Q _M	2,6

Dette resulterer i en 200-årsflom på:

$$Q_{200} = 10,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

Klimapålegg på 40% og usikkerhetsfaktor på 10% gir at den dimensjonerende 200-årsflommen for punkt 1-17 er:

$$Q_{200\text{dim}} = 16,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

9.2 Vannlinjeberegninger

Tabell 9.3 viser parameterne som brukes ved vannlinjeberegningene for 1-17. Det kritiske tverrsnittet ligger omtrent 55 m nedstrøms planlagt krysningspunkt av elven og E6.

Tabell 9.3: Parameterne som brukes i vannlinjeberegningen

Helning Elv (m/m)	Mannings ruhetskoeff. Elv	Vannføring 200-årsflom (m ³ /s)	Helning i kulvert (m/m)	Kulvertlengde (m)
0,027	0,025	16,6	0,0087	35

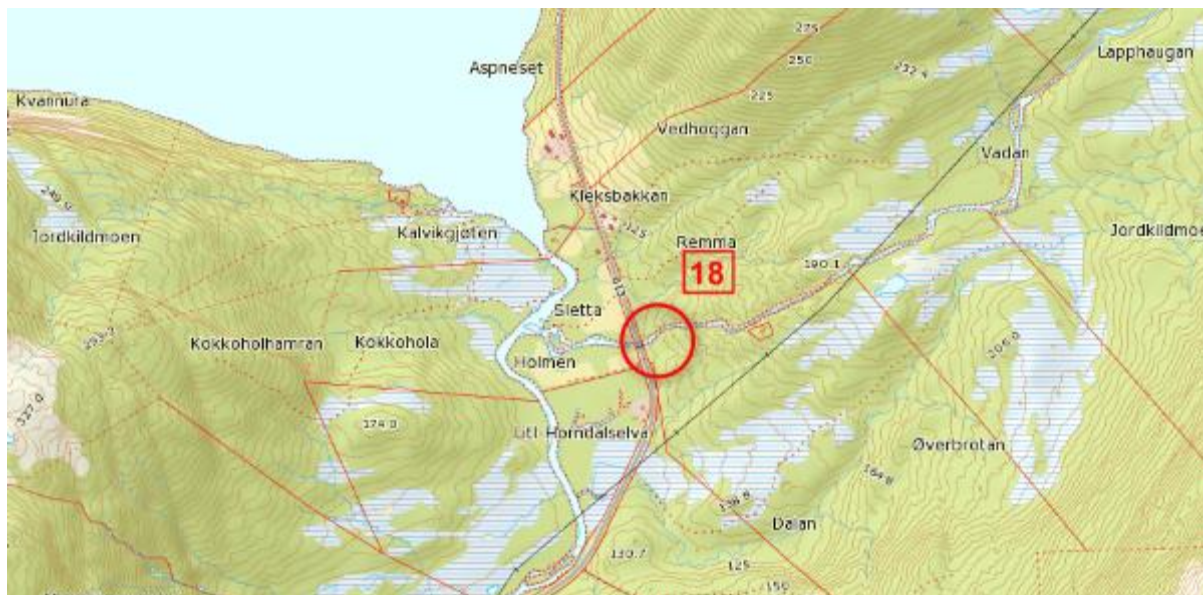
Ved 200-årsflom vil flomhøyde og strømningshastighet i det kritiske tverrsnittet bli 0,9 m og 4,04 m/s.

I dag er det en eksisterende kulvert ved krysningen av Mølnelva og E6 som er rundt 1x0,5 m. Eksisterende kulvert ligger ca. 70 m nedstrøms planlagt ny krysning. En ny kulvert er beregnet med HY-8 (Vedlegg 7 – HY-8 (Punkt 1-17) til å ha optimalt diameter på 3,2 meter. Strømningshastighet ved utløp av kulvert vil da være 4,73 m/s, og det vil kunne være noe oppstuvning i utløpet.

Da kulverthelning er mindre enn elvehelningen forventes det å ha fritt fall ved utløpet. For så store vannføringer er dette ikke gunstig og det anbefales derfor å tilpasse terrenget, i tillegg til erosjonssikring og energidreperer.

10 BEREGNINGER FOR HORNDALSELVA (PUNKT 1-18)

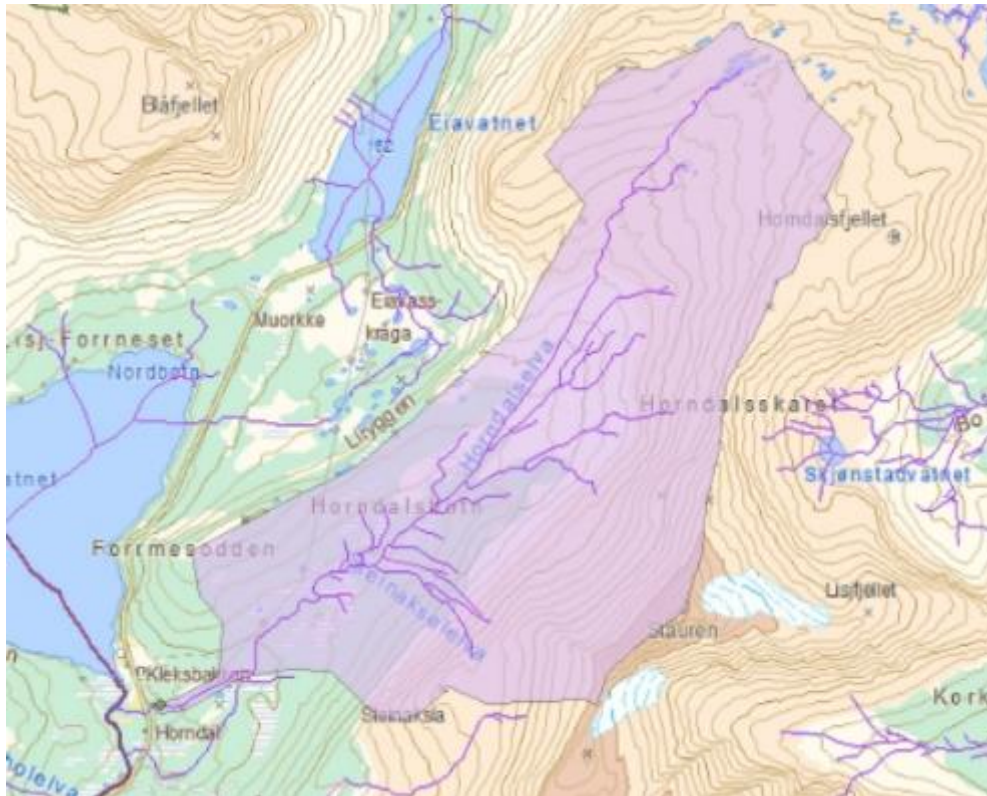
Beregningpunkt 1-18 ligger ved Horndalselva, vist på **Figur 10.1**.



Figur 10.1: Plassering av punkt 18.

10.1 Flomberegninger

Nedbørsfeltet til punkt 18 vises på **Figur 10.2**. Dimensjonerende flom velges fra nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt da feltet oppfyller krav om gyldighetsintervaller for denne metoden.



Figur 10.2: Nedbørsfelt til punkt 1-18.

Tabell 10.1 viser feltparametere generert i Nevina for punkt 1-18.

Tabell 10.1: Nedbørsfelt og tilsig til punkt 1-18.

Navn	Punkt 18
Areal nedbørsfelt, A (km ²)	9,9
Middelvannføring, Q _N (m ³ /s)	0,55
Spesifikk middelvannføring, q _n (l/s/km ²)	55,1
Laveste punkt i feltet, H _{min} (moh.)	115
Høyeste punkt i feltet, H _{max} (moh.)	1209
Effektiv sjøprosent, A _{SE} (%)	0
Snaufjellsprosent, A _{SF} (%)	64,5

10.1.1 Nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt

Formler 2.5, 2.6 og 2.7 gir følgende gir middelflom, k-konstant og vekstfaktor som gitt i Tabell 10.2.

Tabell 10.2: Beregnet middelflom, k-konstant og vekstfaktor.

Q _M (m ³ /s)	11,24
------------------------------------	-------

k	-0,193
Q_{200}/Q_M	2,58

Dette resulterer i en 200-årsflom på:

$$Q_{200} = 29,0 \text{ m}^3/\text{s}$$

Klimapålegg på 40% og usikkerhetsfaktor på 10% gir at den dimensjonerende 200-årsflommen for punkt 1-18 er:

$$Q_{200\text{dim}} = 44,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

10.2 Vannlinjeberegninger

Tabell 10.3 viser parameterne som brukes ved vannlinjeberegningene for punkt 1-18. Det kritiske tverrsnittet ligger omtrent 20 m oppstrøms planlagt krysningspunkt av elven og E6.

Tabell 10.3: Parametere som brukes i vannlinjeberegningen

Helning Elv (m/m)	Mannings ruhetskoeff. Elv	Vannføring 200- årsflom (m ³ /s)
0,2	0,05	44,6

Ved 200-årsflom vil flomhøyde og strømningshastighet i det kritiske tverrsnittet bli 1,0 m og 7,45 m/s.

I dag er det en eksisterende bru ved kryssingen av Horndalselva og E6. Bruen er 7,0 m lang og rundt 2,0 m høy. Eksisterende bru ligger omtrent 70 m nedstrøms planlagt ny kryssing. **Tabell 10.4.** viser flomhøyde og strømningshastighet for en ny 5,0 m, 6,0 m og 7,0 m lang bru regnet ut med Mannings formel.

Tabell 10.4: Flomhøyde og strømningshastighet for en 5 m, 6 m og 7 m lang bru.

Lengde bru (m)	Flomhøyde (m)	Min. høyde underkant bru (m)	Strømningshastighet (m/s)
5	1,2	1,7	7,63
6	1,1	1,6	7,64
7	1,0	1,5	7,46

Da dette er svært høye hastigheter anbefales det å ha erosjonssikring.

11 BEREGNINGER FOR TVERRELVA (PUNKT 1-19)

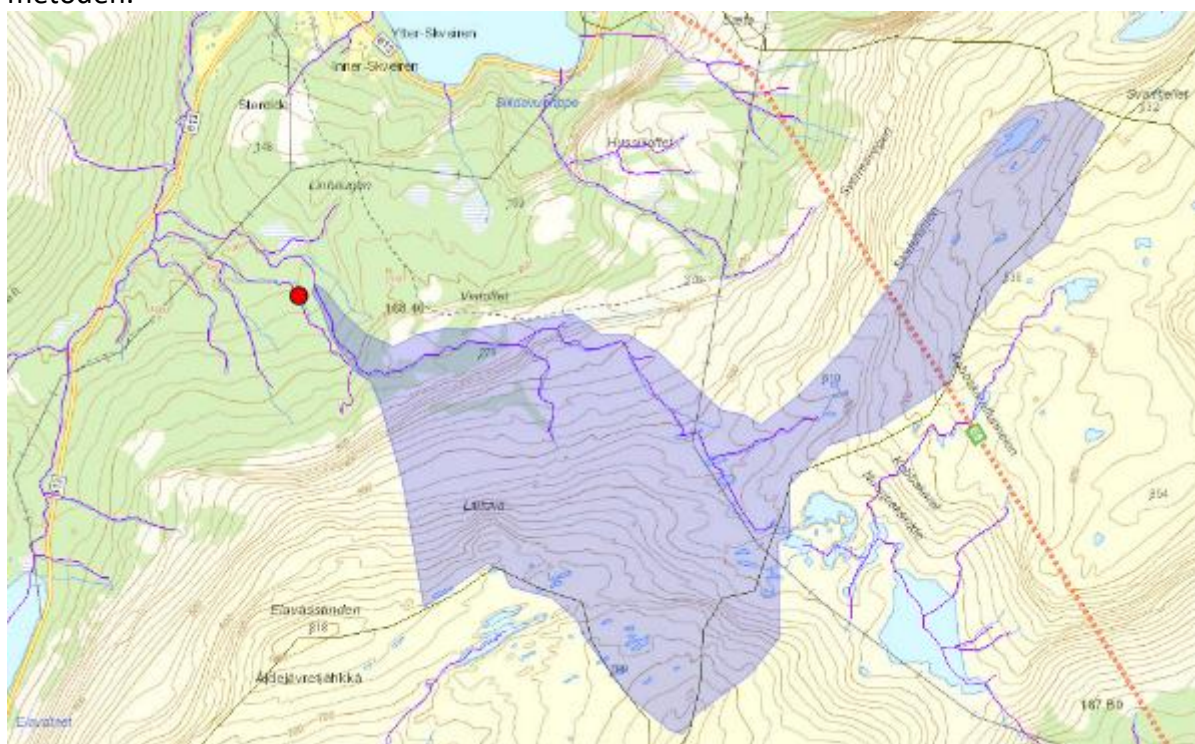
Beregningpunkt 1-19 ligger ved Tverrelva, vist på **Figur 11.1**.



Figur 11.1: Plassering av punkt 1-19.

11.1 Flomberegninger

Nedbørsfeltet til punkt 1-19 vises på **Figur 11.2**. Dimensjonerende flom velges fra nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt da feltet oppfyller krav om gyldighetsintervaller for denne metoden.



Figur 11.2: Nedbørsfelt til punkt 1-19.

Tabell 11.1 viser feltparametere generert i Nevina for punkt 1-19.

Tabell 11.1: Nedbørsfelt og tilsig til punkt 1-19.

Navn	Punkt 1-19
Areal nedbørsfelt, A (km ²)	3,1
Middelvannføring, Q _N (m ³ /s)	0,19
Spesifikk middelvannføring, q _n (l/s/km ²)	60,1
Laveste punkt i feltet, H _{min} (moh.)	113
Høyeste punkt i feltet, H _{max} (moh.)	920
Effektiv sjøprosent, A _{SE} (%)	0,02
Snaujellsprosent, A _{SF} (%)	88

11.1.1 Nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt

Formler 2.5, 2.6 og 2.7 gir følgende gir middelflom, k-konstant og vekstfaktor som gitt i **Tabell 11.2**.

Tabell 11.2: Beregnet middelflom, k-konstant og vekstfaktor.

Q _M (m ³ /s)	4,29
k	-0,193
Q ₂₀₀ /Q _M	2,56

Dette resulterer i en 200-årsflom på:

$$Q_{200} = 11,0 \text{ m}^3/\text{s}$$

Klimapålegg på 40% og usikkerhetsfaktor på 10% gir at den dimensjonerende 200-årsflommen for punkt 19 er:

$$Q_{200\text{dim}} = 16,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

11.2 Vannlinjeberegninger

Tabell 11.3 viser parameterne som brukes ved vannlinjeberegningene for punkt 1-19. Det kritiske tverrsnittet ligger omtrent 20 m nedstrøms planlagt kryssing av elven og E6.

Tabell 11.3: Parametere som brukes i vannlinjeberegningen

Helning Elv (m/m)	Mannings ruhetskoeff. Elv	Vannføring 200- årsflom (m ³ /s)	Helning i kulvert (m/m)	Kulvertlengde (m)
0,10	0,045	16,9	0,0087	40

Ved 200-årsflom vil flomhøyde og strømningshastighet i det kritiske tverrsnittet bli 1,5 m og 5,36 m/s.

I dag er det en eksisterende bru ved kryssingen av Tverrelva og E6. Bruen er 11 m lang og rundt 4 m høy men under denne bruene strømmer avrenning fra et større nedbørsfelt enn til det nye krysningspunktet, da punkt 1-19 er langt unna eksisterende kryssning. En ny kulvert er beregnet med HY-8 (Vedlegg 8 – HY-8 (Punkt 1-19) til å optimalt ha diameter på 3,3 meter. Strømningshastighet ved utløp av kulvert vil da være 4,83 m/s.

Da kulverthelning er mindre enn elvehelningen forventes det å ha fritt fall ved utløpet. For så store vannføringer er dette ikke gunstig og det anbefales derfor å tilpasse terrenget, i tillegg til erosjonssikring og energidreperer.

Det er også beregnet flomhøyder for bru med 3 forskjellige spenn. **Tabell 11.4** viser flomhøyde og strømningshastighet for en ny 9,0 m, 7,0 m og 5,0 m lang bru i det nye krysningspunktet.

Tabell 11.4: Flomhøyde og strømningshastighet for en 9 m, 7 m og 5 m lang bru.

Lengde bru (m)	Flomhøyde (m)	Min. høyde underkant bru (m)	Strømningshastighet (m/s)
9	0,8	1,3	4,12
7	0,9	1,4	4,51
5	1,0	1,5	5,02

Da dette er høye hastigheter anbefales erosjonssikring også for bro.

11.3 Tiltak i terreng

Det er ikke utført nye vurderinger rundt tiltak i terreng for dette punktet. Etterfølgende beskrivelse er fra tidligere revisjon av rapporten (rev. 02). Rundt 410 m oppstrøms av det planlagte krysningspunktet av Tverrelva og E6, punkt 19, splittes Tverrelva i to løp. Ved befaring i området viste det seg at en mindre del strømmer øver til elveløpet ved siden av Tverrelva, merket som elveløp 2 på **Figur 11.3**. En større del strømmer ned elveløp 1 på **Figur 11.3**, og ned til punkt 19. Elveløp 2 strømmer også ned til den planlagte veien, E6. **Figur 11.4** viser hvor elveløp 1 strømmer ned til punkt 19 og elveløp 2 ved siden av elveløp 1.

Det er mulig at fordelingen mellom de to elveløpene endrer seg ved flomsituasjon. Det er ikke mulig å se ut fra forholdene der Tverrelva splittes hvor meget strømmer til elveløp 2 ved flom.



Figur 11.3: Elveløp 1 og 2 der Tverrelva splittes i to.

Her vil det legges fram tre alternative for å håndtere denne situasjonen i forbindelse med kryssing av elveløpene og den planlagte veien, E6:

Alternativ 1: Tiltak i terreng der Tverrelva splittes i elveløp 1 og 2, rundt 410 m oppstrøms av den planlagte veien, E6.

Alternativ 2: Tiltak i terreng rett ovenfor den planlagte veien, E6. For å lede vann fra elveløp 2 til elveløp 1.

Alternativ 3: Dimensjonere bruen/kulverten for elveløp 1 (punkt 19) og elveløp 2 like store. Der som avrennings fordelingen mellom disse to elveløp ved flomsituasjon ikke er kjent.



Figur 11.4: Elveløp 1 strømmes ned til punkt 19 mens elveløp 2 strømmes ved siden av elveløp 1.

12 BEREGNINGER FOR SVALHELLA-KRISTIFLOGELV (PUNKT 2-2)

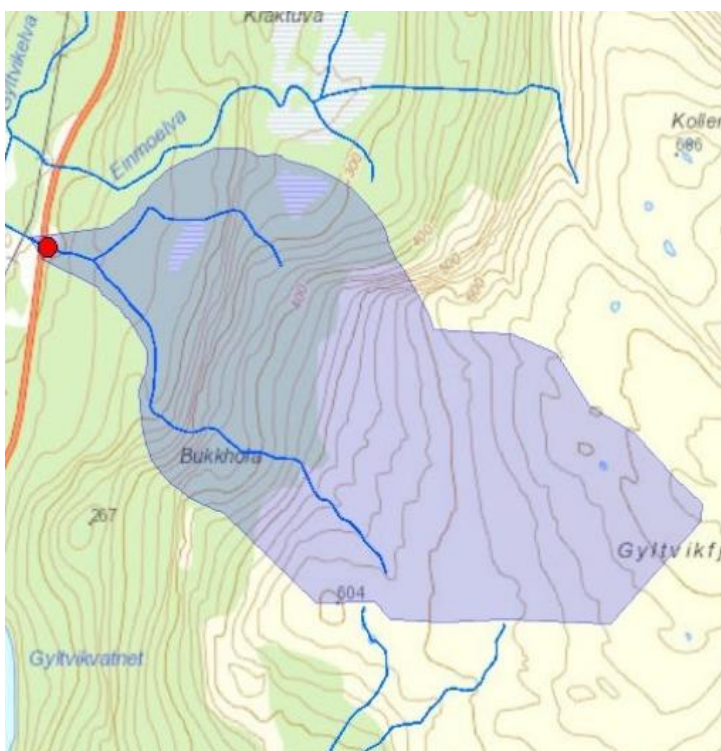
Beregningspunkt for Svalhella-Kristiflogelva er lokalisert som vist på **Figur 12.1**. Planlagt ny vegtrase ligger der eksisterende veg går i dag.



Figur 12.1: Plassering av eksisterende kulvert for Kristiflogelva

12.1 Flomberegninger

Nedbørsfeltet til punkt 2-2 er vist i **Figur 12.2**.



Figur 12.2: Nedbørsfelt for Kristiflogelva

Tabell 12.1 viser feltparametere og beregnede parametere som brukes ved å beregne 200-årsflom med den rasjonelle formelen som er valgt som metode da feltet oppfyller krav om gyldighetsintervaller for denne. Beregningsprosessen er beskrevet i kapittel 2.5.

Tabell 12.1: Parametere som brukes ved beregninger med den rasjonelle formelen.

Areal nedbørsfelt, A (ha)	140
Avrenningsfaktoren, C	0,743
Lengde av feltet, L (m)	2000
Høydeforskjellen innen feltet, H (m)	644
Effektiv sjøprosent, A_{SE} (%)	0
Konsentrasjonstiden, t_c (min)	47,29
Nedbørsintensiteten, i (l/s/ha)	65,167
Klimafaktor, K_f (%)	40

200-årsflom er beregnet med parameterne som vises i **Tabell 12.1** og Formel 2.8.

$$Q_{200\text{dim}} = 12,52 \text{ m}^3/\text{s}$$

12.2 Vannlinjeberegninger

Tabell 12.2 viser parameterne som brukes ved vannlinjeberegningene for punkt 2-2.

Tabell 12.2: Parametere som brukes i vannlinjeberegningen

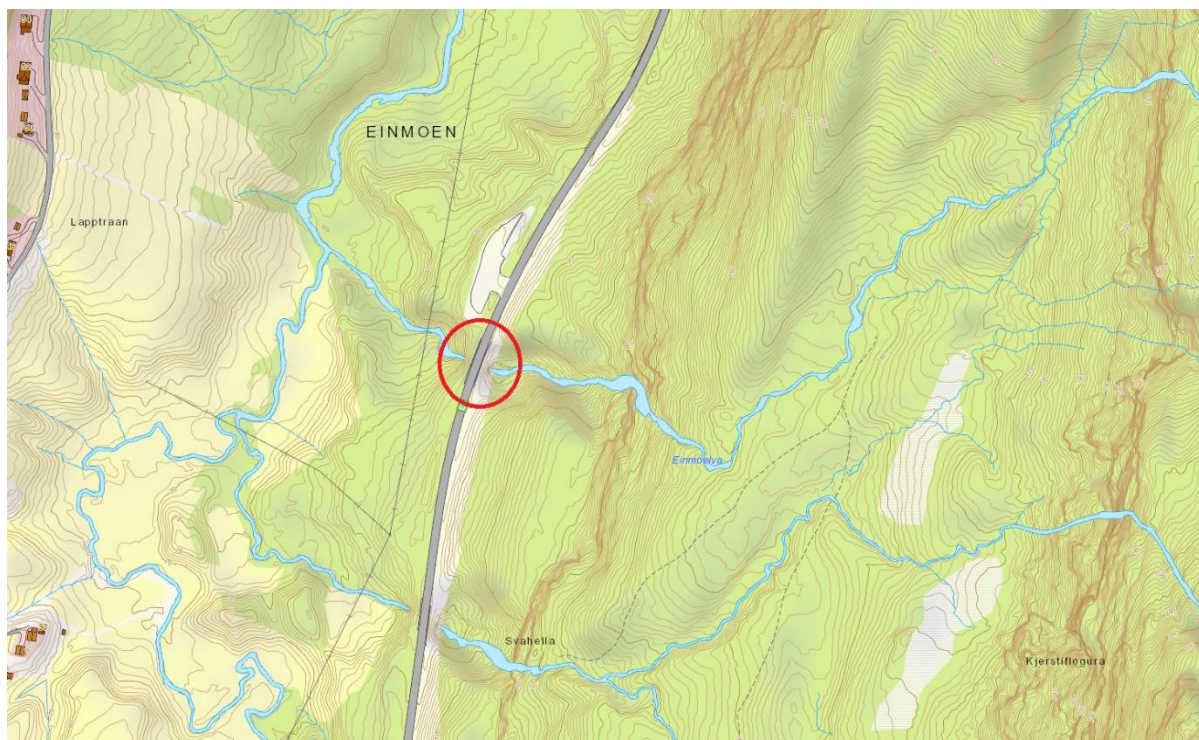
Helning Elv (m/m)	Mannings ruhetskoeff. Elv	Vannføring 200- årsflom (m³/s)	Helning i kulvert (m/m)	Kulvertlengde (m)
0,310	0,05	12,52	0,07	24,8

Nåværende kulvert i Svalhella/Kristiflogelva er målt inn til 3,5 m i diameter. For $Q_{200\text{dim}} = 12,525 \text{ m}^3/\text{s}$ er minste diameter på kulvert beregnet med HY-8 til å være 2,8 m. Dette er vist i Vedlegg 9 – HY-8 (Punkt 2-2). Utløpshastighet for denne kulverten vil være 7,29 m/s.

Da utløpshastigheten er høy anbefales det erosjonssikring. En slakere helning på ny kulvert vil redusere utløpsfarten og behovet for erosjonssikring. Dersom helningen reduseres til 10‰ vil utløpsfarten 4,52 m/s.

13 BEREGNINGER FOR EINMOELVA (PUNKT 2-3)

Beregningspunkt for Einmoelva er lokalisert som vist på **Figur 13.1**. Planlagt ny vegtrase ligger der eksisterende veg går i dag.



Figur 13.1: Plassering av eksisterende kulvert ved Einmoelva

13.1 Flomberegninger

Nedbørsfeltet til punkt 2-3 er vist i **Figur 13.2**.



Figur 13.2: Nedbørsfelt for Einmoelva

Tabell 13.1 viser feltparametere og beregnede parametere som brukes ved å beregne 200-årsflom med den rasjonelle formelen som er valgt som metode da feltet oppfylder krav om gyldighetsintervaller for denne. Beregningsprosessen er beskrevet i kapittel 2.5.

Tabell 13.1: Parametere som brukes ved beregninger med den rasjonelle formelen.

Areal nedbørsfelt, A (ha)	120
Avrenningsfaktoren, C	0,639
Lengde av feltet, L (m)	2200
Høydeforskjellen innen feltet, H (m)	661
Effektiv sjøprosent, A_{SE} (%)	0
Konsentrasjonstiden, t_c (min)	51,34
Nedbørsintensiteten, i (l/s/ha)	51,34
Klimafaktor, K_f (%)	40

200-årsflom beregnes med parameterne som vises i tabell **Tabell 13.1** og formel 2.8.

$$Q_{200\text{dim}} = 8,99 \text{ m}^3/\text{s}$$

13.2 Vannlinjeberegninger

Tabell 13.2 viser parameterne som brukes ved vannlinjeberegningene for punkt 2-3.

Tabell 13.2: Parametere som brukes i vannlinjeberegningen

Helning Elv (m/m)	Mannings ruhetskoeff. Elv	Vannføring 200-årsflom (m ³ /s)	Helning i kulvert (m/m)	Kulvertlengde (m)
0,1	0.05	8,99	0,06	22,3

Nåværende kulvert i Einmoelva er innmålt til å være 3,5 m i diameter. For $Q_{200\text{dim}} = 8,996 \text{ m}^3/\text{s}$ er minste diameter på kulvert beregnet med HY-8 til å være 2,5 m. Dette er vist i Vedlegg 10 – HY-8 (Punkt 2-3). Utløpshastighet for denne kulverten vil være 6,57 m/s.

Da utløpshastigheten er høy anbefales det erosjonssikring. En slakere helning på ny kulvert vil redusere utløpsfarten og behovet for erosjonssikring. Dersom helningen reduseres til 10% vil utløpsfarten 4,2 m/s.

14 BEREGNINGER FOR KVANTTOELVA (PUNKT 2-4)

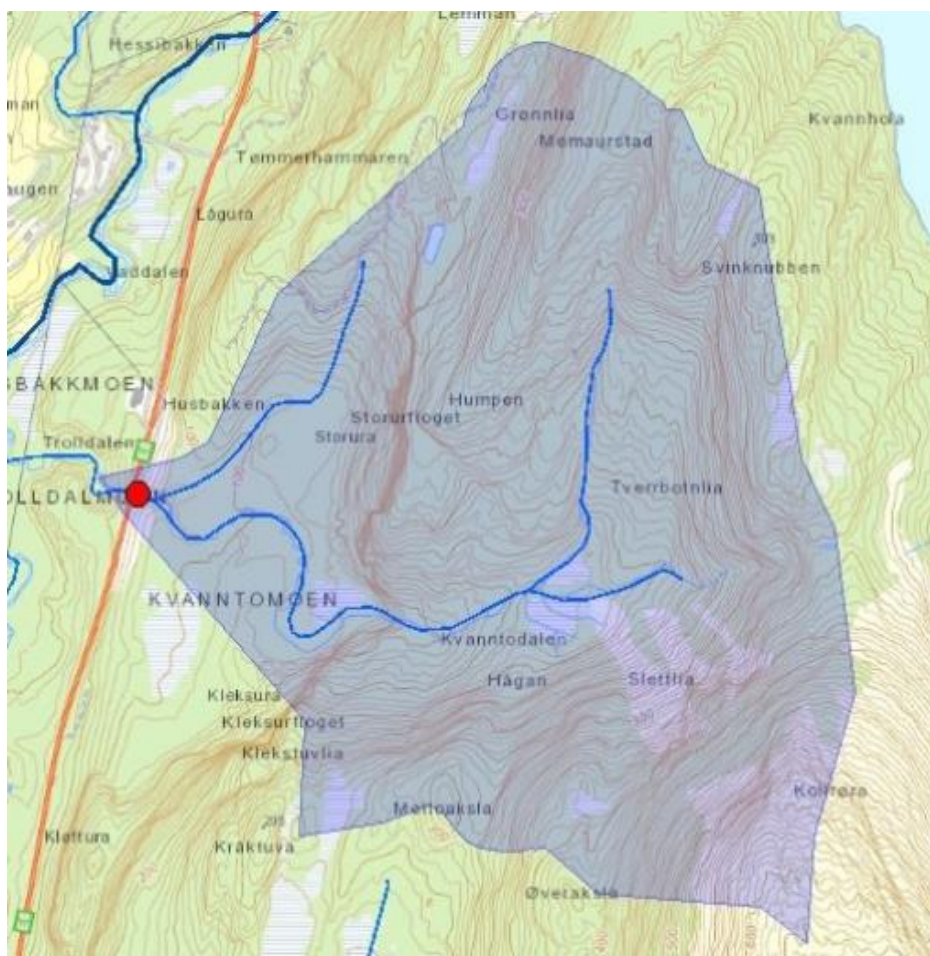
Beregningspunkt for Kvanntoelva er lokalisert som vist på **Figur 14.1**. Planlagt ny vegtrase ligger der eksisterende veg går i dag.



Figur 14.1: Plassering av eksisterende kulvert ved Kvanntoelva

14.1 Flomberegninger

Nedbørsfeltet til punkt 2-4 er vist i **Figur 14.2**.



Figur 14.2: Nedbørsfelt for Kvanntoelva

Tabell 14.1 viser feltparametere og beregnede parametere som brukes ved å beregne 200-årsflom med den rasjonelle formelen som er valgt som metode da feltet oppfyller krav om gyldighetsintervaller for denne. Beregningsprosessen er beskrevet i kapittel **Error! Reference source not found**.

Tabell 14.1: Parametere som brukes ved beregninger med den rasjonelle formelen.

Areal nedbørsfelt, A (ha)	140
Avrenningsfaktoren, C	0,347
Lengde av feltet, L (m)	1500
Høydeforskjellen innen feltet, H (m)	563
Effektiv sjøprosent, A_{SE} (%)	0
Konsentrasjonstiden, t_c (min)	37,93
Nedbørsintensiteten, i (l/s/ha)	76,567
Klimafaktor, K_f (%)	40

200-årsflom beregnes med parameterne som vises i **Tabell 14.1** og formel 2.8.

$$Q_{200\text{dim}} = 6,875 \text{ m}^3/\text{s}$$

14.2 Vannlinjeberegninger

Tabell 14.2 viser parameterne som brukes ved vannlinjeberegningene for punkt 2-4.

Tabell 14.2: Parametere som brukes i vannlinjeberegningen

Helning Elv (m/m)	Mannings ruhetskoeff. Elv	Vannføring 200-årsflom (m ³ /s)	Helning i kulvert (m/m)	Kulvertlengde (m)
0,13	0,05	6,87	0,04	13,7

Nåværende kulvert i Kvanntoelva er innmålt til å være 2,5 m i diameter. Minste diameter på kulvert er med HY-8 beregnet til å være 2,5 m. Dette er vist i Vedlegg 11 – HY-8 (Punkt 2-4). Utløpshastighet for denne kulverten vil være 4,94 m/s.

Da utløpshastigheten er noe høy anbefales det erosjonssikring. En slakere helning på ny kulvert vil redusere utløpsfarten og behovet for erosjonssikring. Dersom helningen reduseres til 10‰ vil utløpsfarten 3,75 m/s.

15 BEREGNINGER FOR STORELVA-KALVIKODDEN (PUNKT 2-5)

Beregningspunkt for Storelva-Kalvikodden er lokalisert som vist på **Figur 15.1**. Planlagt ny vegtrase ligger omtrent der eksisterende veg går i dag, noe oppstrøms i elven.



Figur 15.1: Plassering av eksisterende kulvert ved Storelva

15.1 Flomberegninger

Nedbørsfeltet til punkt 2-5 er vist i **Figur 15.2**.



Figur 15.2: Nedbørsfelt for Storelva

Tabell 15.1 viser feltparametere og beregnete parametere som er brukt ved å beregne 200-årsflom med nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt. Denne metoden er valgt da feltet oppfyller krav om gyldighetsintervaller for denne. Arealet til nedbørsfeltet ved Storelva er noe for stort til at den rasjonelle formelen benyttes. Beregningsprosessen er beskrevet i kapittel 2.4.

Tabell 15.1: Parameter som brukes ved beregninger.

Areal nedbørsfelt, A (ha)	260
Avrenningsfaktoren, C	0,515
Lengde av feltet, L (m)	3100
Høydeforskjellen innen feltet, H (m)	653
Effektiv sjøprosent, A_{SE} (%)	0
Konsentrasjonstiden, t_c (min)	72,79
Nedbørsintensiteten, i (l/s/ha)	52,99
Klimafaktor, K_f (%)	40
Midlere årsflom, Q_N (m³/s)	0,075

200-årsflom beregnes med parameterne som vises i **Tabell 15.1** og nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt.

$$Q_M = 3,09$$

$$k = -0,193047$$

$$\Gamma(1 + k) = 1,156508$$

$$\Gamma(1 - k) = 0,920044$$

$$\frac{Q_{200}}{Q_M} = 2,613984$$

$$Q_{200} = 8,06 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{200dim} = 12,42 \text{ m}^3/\text{s}$$

15.2 Vannlinjeberegninger

Tabell 15.2 viser parameterne som brukes ved vannlinjeberegningene for punkt 2-5. Det er valgt å bruke helning fra eksisterende kulvert da ny vei kun er noe oppstrøms eksisterende kulvert.

Tabell 15.2: Parameter som brukes i vannlinjeberegningen

Helning Elv (m/m)	Mannings ruhetskoeff. Elv	Vannføring 200-årsflom (m ³ /s)	Helning i kulvert (m/m)	Kulvertlengde (m)
0,5	0,03	12,42	0,06	45

Nåværende kulvert i Storelva-Kalvikodden er utfra observasjon fra befaring målt til å ha omtrent dimensjonene 3,5 m i bredde og 1,25 m i høyde. For $Q_{200dim} = 12,42 \text{ m}^3/\text{s}$ vil vannhøyden stige til 2,1 m. Minste høyde med nåværende bredde, og 0,5 m klaring vil da være 2,6 m. Minste diameter for sirkulær kulvert er med HY-8 beregnet å være minst 2,8 m. Dette er vist i Vedlegg 12 – HY-8 (Punkt 2-5). Utløpshastighet for ny kulvert vil være 7,99 m/s.

Da utløpshastigheten er svært høy anbefales det erosjonssikring. En slakere helning på ny kulvert vil redusere utløpsfarten og behovet for erosjonssikring. Dersom helningen reduseres til 10‰ vil utløpsfarten 4,77 m/s.

16 BEREGNINGER FOR FLOGELVA (PUNKT 2-6)

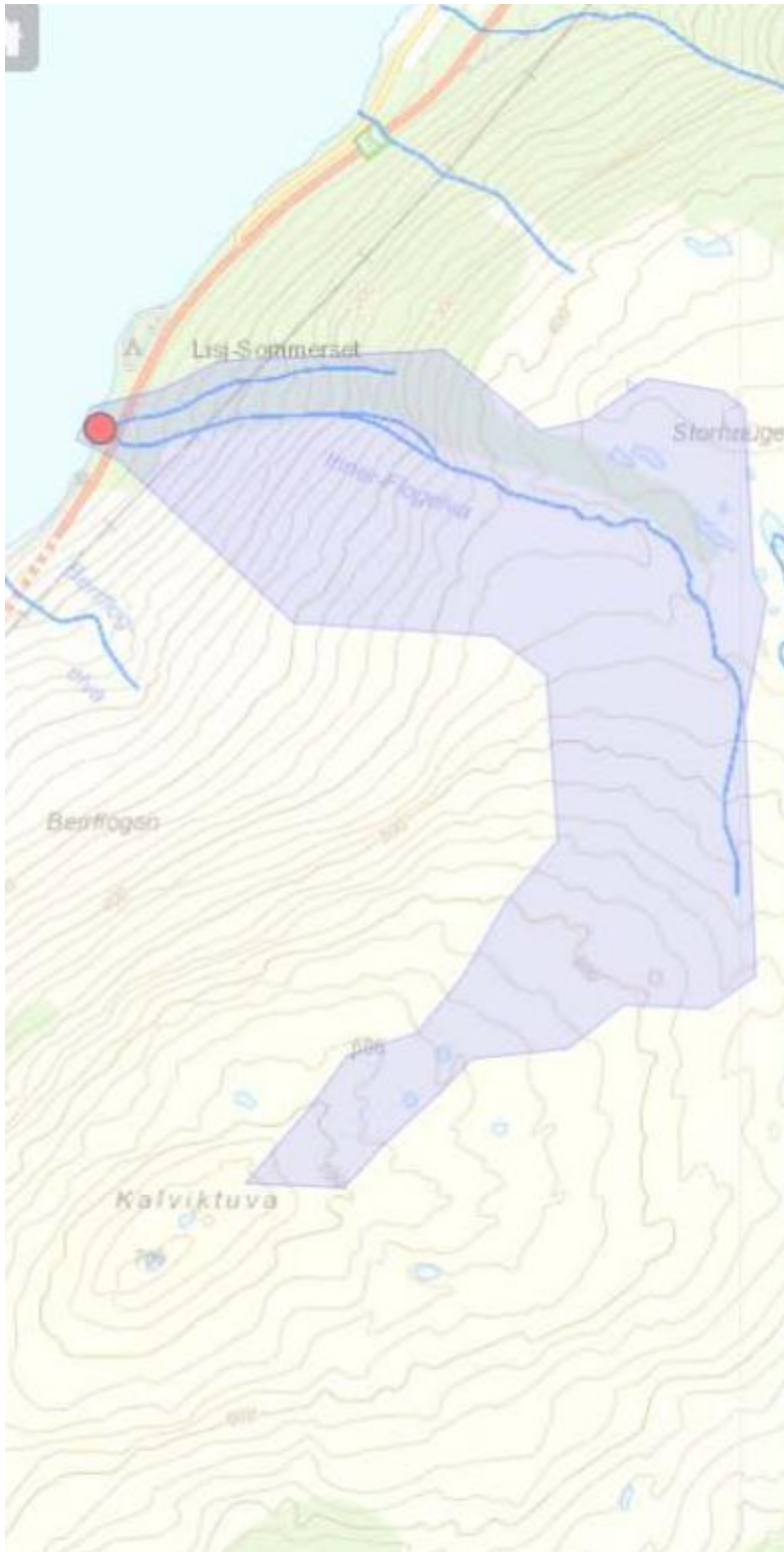
Beregningspunkt for Flogelva er lokalisert som vist på **Figur 16.1**. Planlagt ny vegtrase ligger omtrent der eksisterende veg går i dag.



Figur 16.1: Plassering av eksisterende kulvert ved Flogelva

16.1 Flomberegninger

Nedbørsfeltet til punkt 2-6 er vist i **Figur 16.2**.



Figur 16.2: Nedbørsfelt for Flogelva

Tabell 16.1 viser feltparametere og beregnede parametere som brukes ved å beregne 200-årsflom med den rasjonelle formelen som er valgt som metode da feltet oppfyller krav om gyldighetsintervaller for dette feltet. Beregningsprosessen er beskrevet i kapittel 2.5.

Tabell 16.1: Parametere som brukes ved beregninger med den rasjonelle formelen.

Areal nedbørsfelt, A (ha)	150
Avrenningsfaktoren, C	0,879
Lengde av feltet, L (m)	2100
Høydeforskjellen innen feltet, H (m)	743
Effektiv sjøprosent, A _{SE} (%)	0,5
Konsentrasjonstiden, t _c (min)	61,22
Nedbørsintensiteten, i (l/s/ha)	57,43
Klimafaktor, K _f (%)	40

200-årsflom beregnes med parameterne som vises i **Tabell 16.1** og formel 2.8.

$$Q_{200\text{dim}} = 13,12 \text{ m}^3/\text{s}$$

16.2 Vannlinjeberegninger

Tabell 16.2 viser parameterne som brukes ved vannlinjeberegningene for punkt 2-6.

Tabell 16.2: Parameter som brukes i vannlinjeberegningen.

Helning Elv (m/m)	Mannings ruhetskoeff. Elv	Vannføring 200- årsflom (m ³ /s)	Helning i kulvert (m/m)	Kulvertlengde (m)
0,28	0,05	13,12	0,06	29,3

Det ble observert tre nåværende stikkrenner ved Flogelva på befaring og disse er målt inn til å ha diameter på henholdsvis 1,0 m, 1,0 m, og 1,2 m. Med en lik fordeling av vannrate for stikkrennene er dimensjonene ikke tilstrekkelig for $Q_{200\text{dim}} = 13,12 \text{ m}^3/\text{s}$. Minste diameter på de tre stikkrennene er med iterering fra HY-8 beregnet til å være minst 2,2 m. Alternativt kan vannet ledes til en større felles kulvert med diameter på minst 2,9 m. Dette er vist i Vedlegg 13 – HY-8 (Punkt 2-6). Utløpshastighet for ny kulvert vil være 7,27 m/s.

Da utløpshastigheten er svært høy anbefales det erosjonssikring. En slakere helning på ny kulvert vil redusere utløpsfarten og behovet for erosjonssikring. Dersom helningen reduseres til 10‰ vil utløpsfarten 4,6 m/s.

17 BEREGNINGER FOR SOMMERSETELVA (PUNKT 2-7)

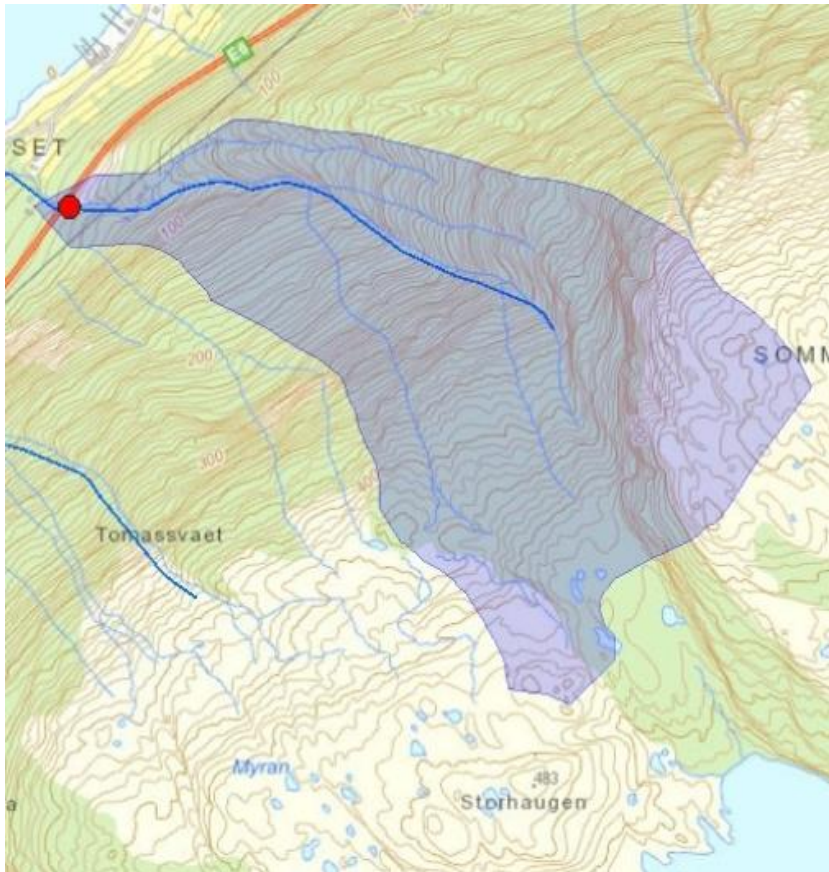
Beregningspunkt for Sommersetelva er lokalisert som vist på **Figur 17.1**. Planlagt ny vegtrase ligger der eksisterende veg går i dag.



Figur 17.1: Plassering av eksisterende kulvert ved Sommersetelva

17.1 Flomberegninger

Nedbørsfeltet til punkt 2-7 er vist i **Figur 17.2**.



Figur 17.2: Nedbørsfelt for Sommersetelva

Tabell 17.1 viser feltparametere og beregnede parametere som brukes ved å beregne 200-årsflom med den rasjonelle formelen som er valgt som metode da feltet oppfylder krav om gyldighetsintervaller for denne. Beregningsprosessen er beskrevet i kapittel 2.5.

Tabell 17.1: Parameter som brukes ved beregninger med den rasjonelle formelen.

Areal nedbørsfelt, A (ha)	50
Avrenningsfaktoren, C	0,48
Lengde av feltet, L (m)	1200
Høydeforskjellen innen feltet, H (m)	630
Effektiv sjøprosent, A_{SE} (%)	0
Konsentrasjonstiden, t_c (min)	28,69
Nedbørsintensiteten, i (l/s/ha)	91,3
Klimafaktor, K_f (%)	40

200-årsflom beregnes med parameterne som vises i **Tabell 17.1** og formel 2.8.

$$Q_{200\text{dim}} = 4,05$$

17.2 Vannlinjeberegninger

Tabell 17.2 viser parameterne som brukes ved vannlinjeberegningene for punkt 2-7.

Tabell 17.2: Parametere som brukes i vannlinjeberegningen

Helning Elv (m/m)	Mannings ruhetskoeff. Elv	Vannføring 200-årsflom (m ³ /s)	Helning i kulvert (m/m)	Kulvertlengde (m)
0,04	0,05	4,05	0,02	18,1

Nåværende kulvert i Sommersetelva er ved befaring målt til omtrent 1,7 m i diameter. Minste diameter på ny kulvert er med HY-8 beregnet til å være minst 2,2 m. Dette er vist i Vedlegg 14 – HY-8 (Punkt 2-7). Utløpshastighet for ny kulvert vil være 4,04 m/s.

Da utløpshastigheten er noe høy anbefales det erosjonssikring. En slakere helning på ny kulvert vil redusere utløpsfarten og behovet for erosjonssikring. Dersom helningen reduseres til 10‰ vil utløpsfarten 3,4 m/s.

18 BEREGNINGER FOR SVARTHAUGDYNELVA (PUNKT 2-8)

Beregningspunkt for Svarthaugdynelva er lokalisert som vist på **Figur 18.1**. Planlagt ny vegtrase vil ligge omtrent 30 m oppstrøms for eksisterende kulvert.



Figur 18.1: Plassering av eksisterende kulvert ved Svarthaugdynelva

18.1 Flomberegninger

Nedbørsfeltet til punkt 2-8 er vist i **Figur 18.2**.



Figur 18.2: Nedbørsfelt for Svarthaugdyneelva

Tabell 18.1 viser feltparametere og beregnede parametere som brukes ved å beregne 200-årsflom med den rasjonelle formelen som er valgt som metode da feltet oppfyller krav om gyldighetsintervaller for denne. Beregningsprosessen er beskrevet i kapittel 2.5.

Tabell 18.1: Parameter som brukes ved beregninger med den rasjonelle formelen.

Areal nedbørsfelt, A (ha)	30
Avrenningsfaktoren, C	0,33
Lengde av feltet, L (m)	1000
Høydeforskjellen innen feltet, H (m)	213
Effektiv sjøprosent, A_{SE} (%)	0
Konsentrasjonstiden, t_c (min)	41,11
Nedbørsintensiteten, i (l/s/ha)	72,167
Klimafaktor, K_f (%)	40

200-årsflom beregnes med parameterne som vises i **Tabell 18.1** og formel 2.8.

$$Q_{200\text{dim}} = 1,30 \text{ m}^3/\text{s}$$

18.2 Vannlinjeberegninger

Tabell 18.2 viser parameterne som brukes ved vannlinjeberegningene for punkt 2-8.

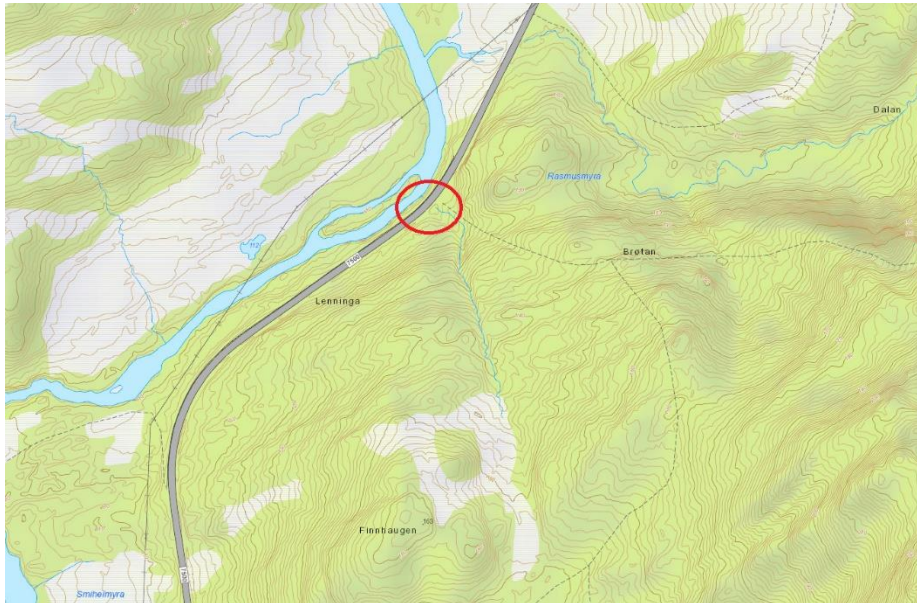
Tabell 18.2: Parameter som brukes i vannlinjeberegningen

Helning Elv (m/m)	Mannings ruhetskoeff. Elv	Vannføring 200-årsflom (m ³ /s)	Helning i kulvert (m/m)	Kulvertlengde (m)
0,026	0,05	1,30	0,01	30

Nåværende kulverter i Svarthaugdynelva observert ved befaring består av et mindre gjennomløp under et større, som er målt inn til henholdsvis 1,0 m og 2,0 m i diameter. Minste diameter på én kulvert er med HY-8 beregnet til å være 1,4 m. Dette er vist i Vedlegg 15 – HY-8 (Punkt 2-8). Utløpshastighet for ny kulvert vil være 2,69 m/s.

19 BEREGNINGER FOR FINNHAUGBEKKEN (PUNKT 2-9)

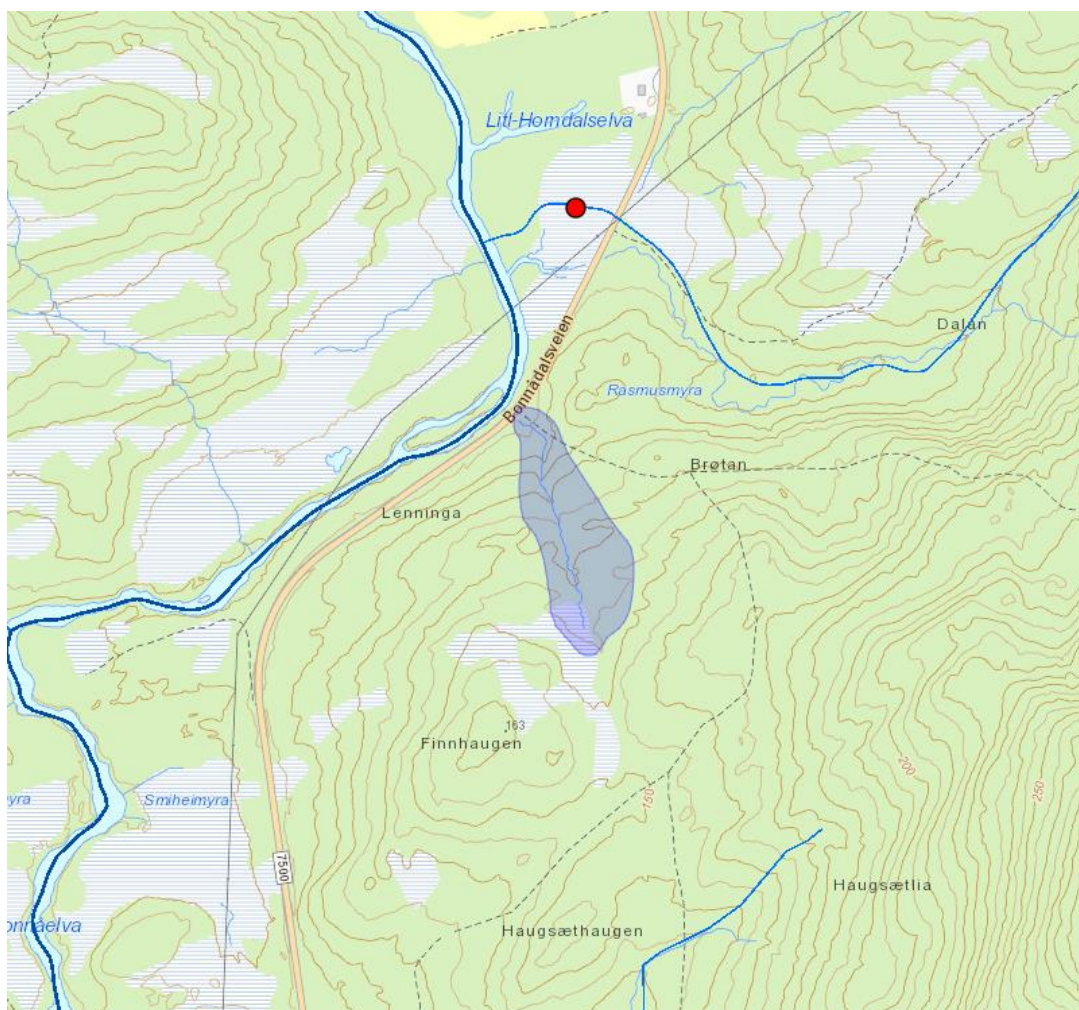
Beregningspunkt for Finnhaugbekken er lokalisert som vist på **Figur 19.1**. Planlagt ny vegtrase ligger omtrent 40 m oppstrøms for eksisterende kulvert.



Figur 19.1: Plassering av eksisterende kulvert for Finnhaugbekken

19.1 Flomberegninger

Nedbørsfeltet til punkt 2-9 er vist i **Figur 19.2**.



Figur 19.2: Nedbørsfelt for Finnhaugbekken

Tabell 19.1 viser feltparametere og beregnede parametere som brukes ved å beregne 200-årsflom med den rasjonelle formelen som er valgt som metode da feltet oppfyller krav om gyldighetsintervaller for denne. Beregningsprosessen er beskrevet i kapittel 2.5.

Tabell 19.1: Parameter som brukes ved beregninger med den rasjonelle formelen.

Areal nedbørsfelt, A (ha)	7
Avrenningsfaktoren, C	0,35
Lengde av feltet, L (m)	351,5
Høydeforskjellen innen feltet, H (m)	58,01
Effektiv sjøprosent, A_{SE} (%)	0,2
Konsentrasjonstiden, t_c (min)	33,69
Nedbørsintensiteten, i (l/s/ha)	82,43
Klimafaktor, K_f (%)	40

200-årsflom beregnes med parameterne som vises i **Tabell 19.1** og formel 2.8.

$$Q_{200\text{dim}} = 0,38 \text{ m}^3/\text{s}$$

19.2 Vannlinjeberegninger

Tabell 19.2 viser parameterne som brukes ved vannlinjeberegningene for punkt 2-9.

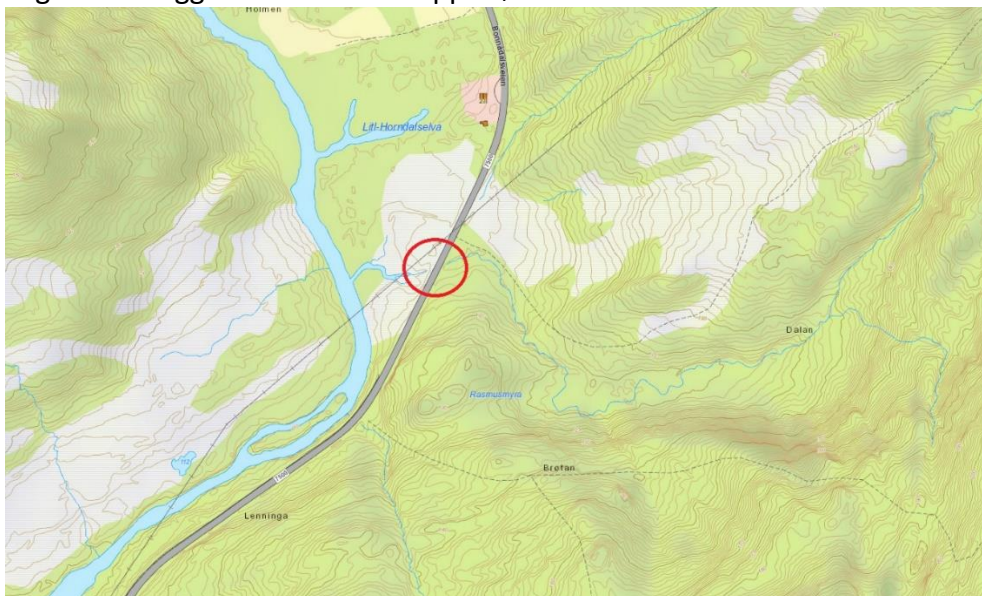
Tabell 19.2: Parametere som brukes i vannlinjeberegningen

Helning Elv (m/m)	Mannings ruhetskoeff. Elv	Vannføring 200-årsflom (m ³ /s)	Helning i kulvert (m/m)	Kulvertlengde (m)
0,159	0,05	0,38	0,01	25

Nåværende kulvert i Finnhaugbekken er målt inn til dimensjonene 0,6 m i bredde og 0,5 m i høyde. Med bredde lik eksisterende kulvert og $Q_{200\text{dim}} = 0,38 \text{ m}^3/\text{s}$ gir HY-8 en ny vannlinje på 1,1 m. Ny sirkulær kulvert beregnet med HY-8 bør ha en diameter på minst 0,9 m. Dette er vist i Vedlegg 16 – HY-8 (Punkt 2-9). Utløpshastighet for ny kulvert vil være 2,01 m/s.

20 BEREGNINGER FOR HORNDALBEKKEN SØR (PUNKT 2-10)

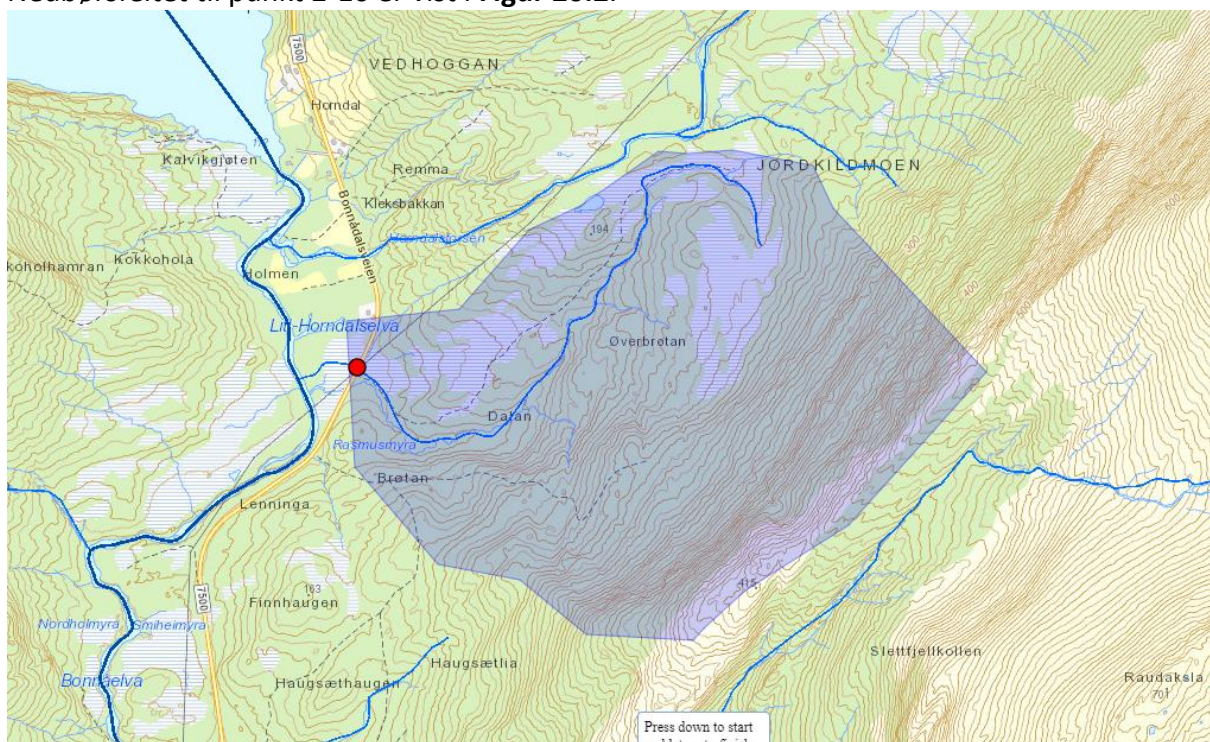
Beregningspunkt for Horndalbekken Sør er lokalisert som vist på **Figur 20.1**. Planlagt ny vegtrase vil ligge omtrent 60 m oppstrøms for eksisterende kulvert.



Figur 20.1: Plassering av eksisterende kulvert for Horndalbekken Sør

20.1 Flomberegninger

Nedbørsfeltet til punkt 2-10 er vist i **Figur 20.2**.



Figur 20.2: Nedbørsfelt for Horndalsbekken Sør

Tabell 20.1 viser feltparametere og beregnede parametere som brukes ved å beregne 200-årsflom med den rasjonelle formelen som er valgt som metode da feltet oppfyller krav om gyldighetsintervaller for denne. Beregningsprosessen er beskrevet i kapittel 2.5.

Tabell 20.1: Parameter som brukes ved beregninger med den rasjonelle formelen.

Areal nedbørsfelt, A (ha)	100
Avrenningsfaktoren, C	0,35
Lengde av feltet, L (m)	1500
Høydeforskjellen innen feltet, H (m)	361
Effektiv sjøprosent, A_{SE} (%)	0
Konsentrasjonstiden, t_c (min)	47,37
Nedbørsintensiteten, i (l/s/ha)	65,167
Klimafaktor, K_f (%)	40

200-årsflom beregnes med parameterne som vises i **Tabell 20.1** og formel 2.8.

$$Q_{200\text{dim}} = 4,18 \text{ m}^3/\text{s}$$

20.2 Vannlinjeberegninger

Tabell 20.2 viser parameterne som brukes ved vannlinjeberegningene for punkt 2-10.

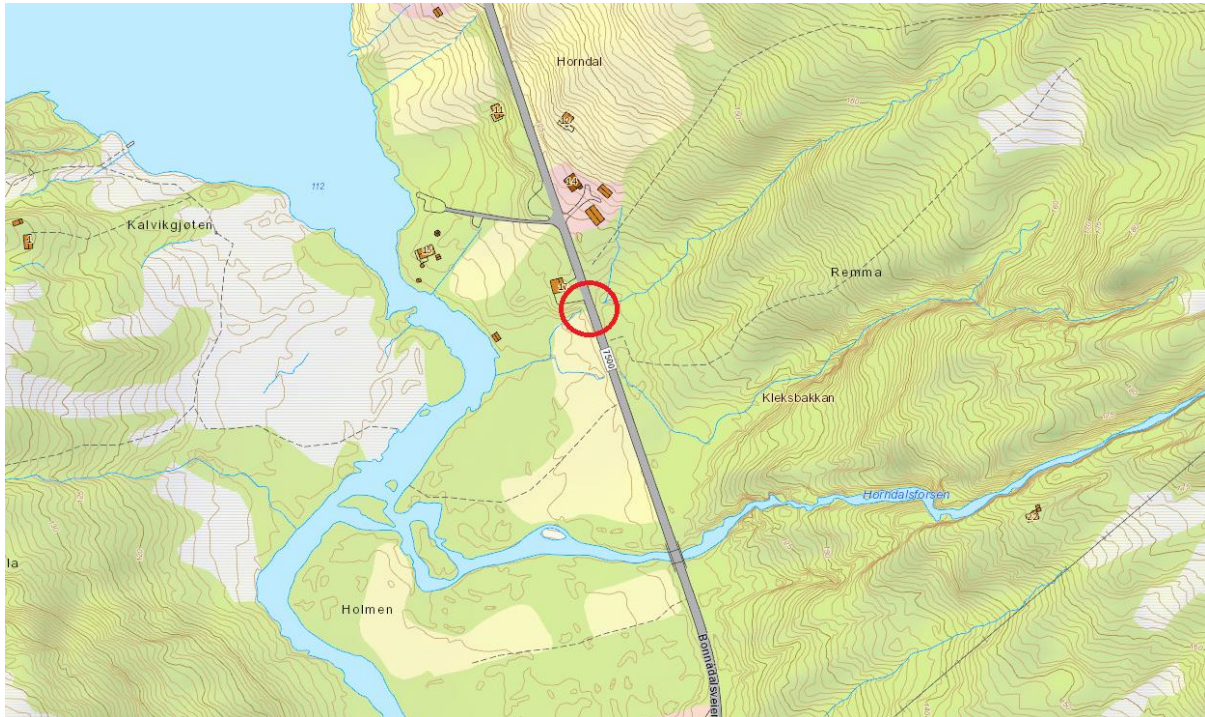
Tabell 20.2: Parameter som brukes i vannlinjeberegningen

Helning Elv (m/m)	Mannings ruhetskoeff. Elv	Vannføring 200-årsflom (m³/s)	Helning i kulvert (m/m)	Kulvertlengde (m)
0,075	0,05	4,18	0,01	35

Det ble ved befaring observert 3 nåværende kulverter ved Horndalbekken Sør. Disse ble målt til å ha diametere på omtrent 0,6 m, 0,6 m og 1,0 m. De to identiske kulvertene ligger som et dobbelt gjennomløp. Antagelse er gjort om at like mye vann passerer det doble gjennomløpet på 2 x 0,6 m som for gjennomløpet på 1,0 m ($Q_{200\text{dim}} = 2,09 \text{ m}^3/\text{s}$ og $Q_{200\text{dim}} = 2 \times 1,05 \text{ m}^3/\text{s}$). Beregninger med HY-8 gir det doble gjennomløpet minste diametere på 2 x 1,3 m. Det enlige gjennomløpet vil få en minste diameter på 1,7 m. For en felles kulvert vil estimert diameter fra HY-8 være 2,2 m. Dette er vist i Vedlegg 17 – HY-8 (Punkt 2-10). Utløpshastighet for ny kulvert vil være 3,49 m/s.

21 BEREGNINGER FOR HORNDALBEKKEN NORD (PUNKT 2-11)

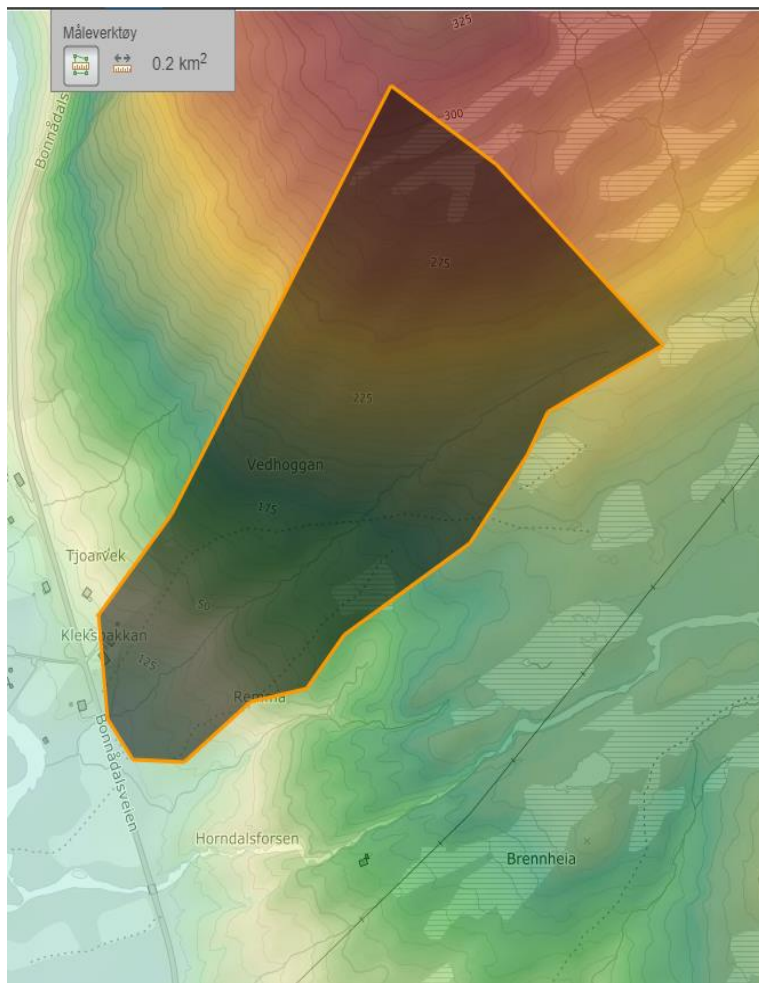
Beregningspunkt for Horndalbekken Nord er lokalisert som vist på **Figur 21.1**. Planlagt ny vegtrase vil ligge omtrent 100 m oppstrøms for eksisterende kulvert.



Figur 21.1: Plassering av eksisterende kulvert for Horndalbekken Nord

21.1 Flomberegninger

Nedbørsfeltet til punkt 2-11 er vist i **Figur 21.2**.



Figur 21.2: Nedbørsfelt for Horndalbekken Nord

Tabell 21.1 viser feltparametere og beregnede parametere som brukes ved å beregne 200-årsflom med den rasjonelle formelen som er valgt som metode da feltet oppfyller krav om gyldighetsintervaller for denne. Beregningsprosessen er beskrevet i kapittel 2.5.

Tabell 21.1: Parameter som brukes ved beregninger med den rasjonelle formelen.

Areal nedbørsfelt, A (ha)	20
Avrenningsfaktoren, C	0,35
Lengde av feltet, L (m)	714,2
Høydeforskjellen innen feltet, H (m)	197,82
Effektiv sjøprosent, A_{SE} (%)	0,2
Konsentrasjonstiden, t_c (min)	36,47
Nedbørsintensiteten, i (l/s/ha)	79,5
Klimafaktor, K_f (%)	40

200-årsflom beregnes med parameterne som vises i **Tabell 21.1** og formel 2.8.

$$Q_{200\text{dim}} = 1,04 \text{ m}^3/\text{s}$$

21.2 Vannlinjeberegninger

Tabell 21.2 viser parameterne som brukes ved vannlinjeberegningene for punkt 2-11.

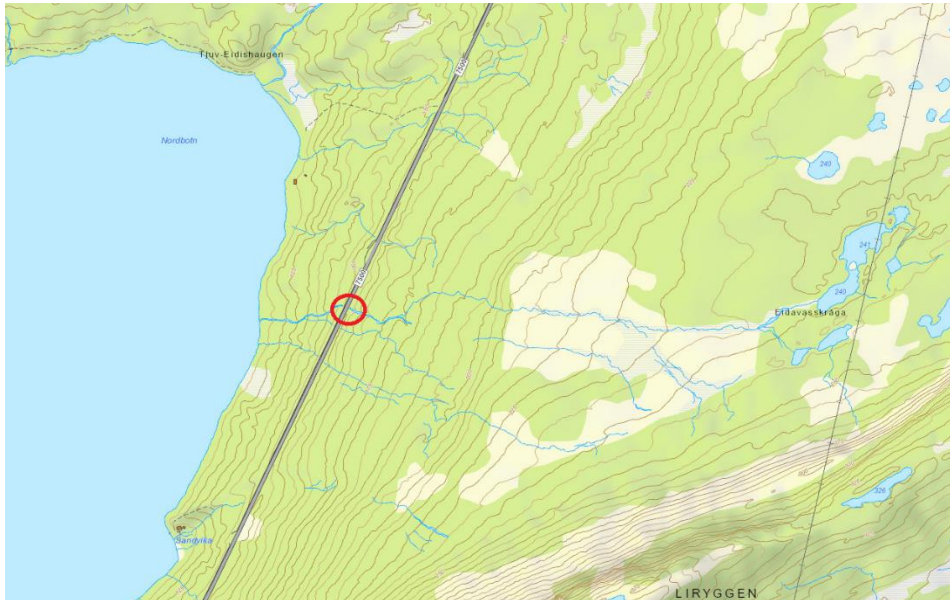
Tabell 21.2: Parameter som brukes i vannlinjeberegningen

Helning Elv (m/m)	Mannings ruhetskoeff. Elv	Vannføring 200-årsflom (m ³ /s)	Helning i kulvert (m/m)	Kulvertlengde (m)
0,23	0,05	1,04	0,01	25

Nåværende kulvert i Horndalbekken Nord ble målt til å være omtrent 0,6 m i diameter. Terrenget rundt og ved innløpet var veldig gjengrodd. For $Q_{200\text{dim}} = 1,04 \text{ m}^3/\text{s}$ er dette ikke tilstrekkelig dimensjon. Minste diameter på ny kulvert er med HY-8 beregnet til å være minst 1,3 m. Dette er vist i Vedlegg 18 – HY-8 (Punkt 2-11). Utløpshastighet for ny kulvert vil være 2,53 m/s.

22 BEREGNINGER FOR EIDEVASSKRÅGA SØR (PUNKT 2-12)

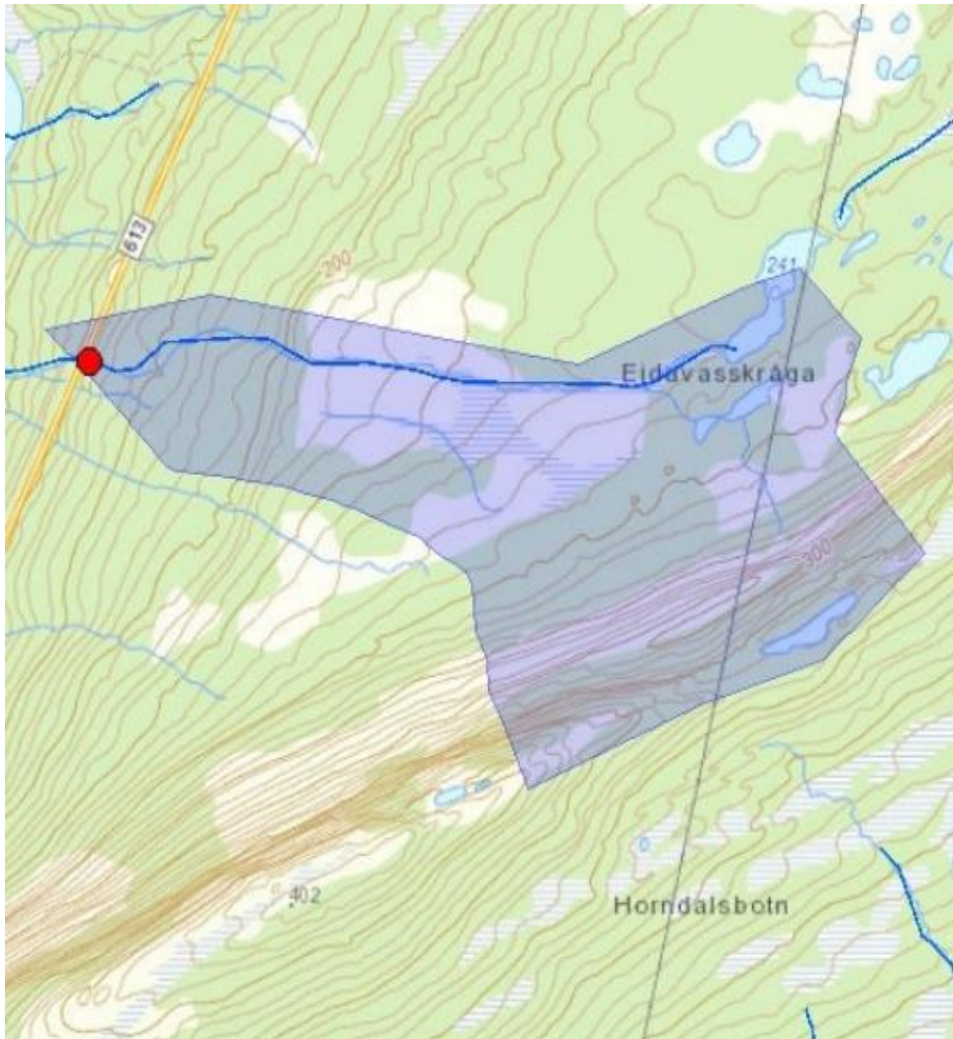
Beregningspunkt for Eidevasskråga Sør er lokalisert som vist på **Figur 22.1**. Planlagt ny vegtrase vil ligge omtrent 40 m oppstrøms for eksisterende kulvert.



Figur 22.1: Plassering av eksisterende kulvert for Eidevasskråga Sør

22.1 Flomberegninger

Nedbørsfeltet til punkt 2-12 er vist i **Figur 22.2**.



Figur 22.2: Nedbørsfelt for Eidevasskråga Sør

Tabell 22.1 viser feltparametere og beregnede parametere som brukes ved å beregne 200-årsflom med den rasjonelle formelen som er valgt som metode da feltet oppfyller krav om gyldighetsintervaller for denne. Beregningsprosessen er beskrevet i kapittel 2.5.

Tabell 22.1: Parameter som brukes ved beregninger med den rasjonelle formelen.

Areal nedbørsfelt, A (ha)	30
Avrenningsfaktoren, C	0,33
Lengde av feltet, L (m)	1100
Høydeforskjellen innen feltet, H (m)	232
Effektiv sjøprosent, A_{SE} (%)	0
Konsentrasjonstiden, t_c (min)	43,33
Nedbørsintensiteten, i (l/s/ha)	69,23
Klimafaktor, K_f (%)	40

200-årsflom beregnes med parameterne som vises i **Tabell 22.1** og formel 2.8.

$$Q_{200\text{dim}} = 1,26 \text{ m}^3/\text{s}$$

22.2 Vannlinjeberegninger

Tabell 22.2 viser parameterne som brukes ved vannlinjeberegningene for punkt 2-12.

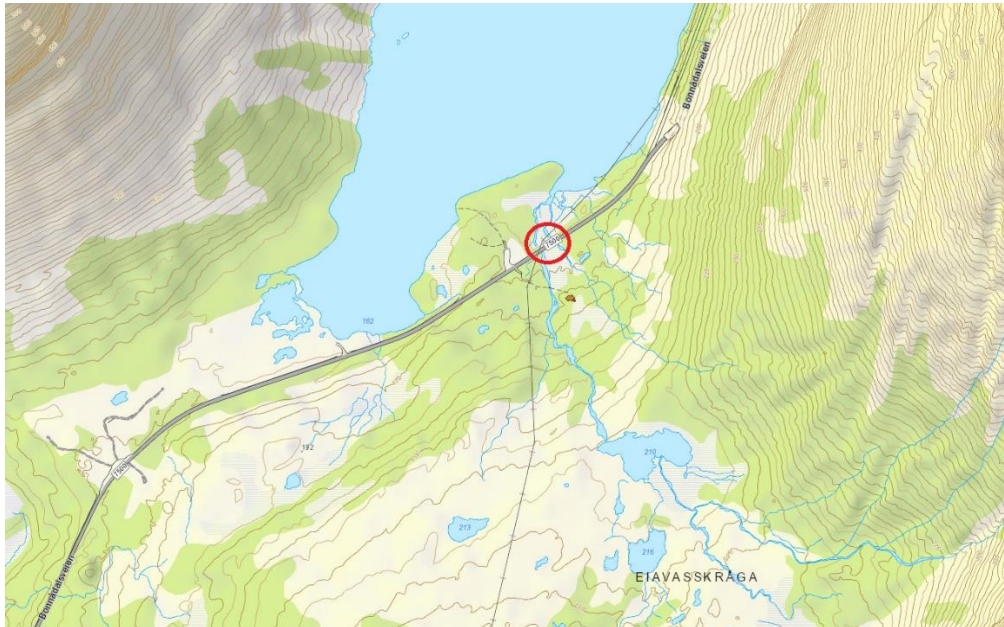
Tabell 22.2: Parameter som brukes i vannlinjeberegningen

Helning Elv (m/m)	Mannings ruhetskoeff. Elv	Vannføring 200-årsflom (m ³ /s)	Helning i kulvert (m/m)	Kulvertlengde (m)
0,28	0,05	1,26	0,01	35

For Eidevasskråga Sør ble det ved befaring observert to gjennomløp som ble målt til høyde og bredde ca. 0,5 m x 1,0 m og 1,0 m x 0,8 m. Antagelse er gjort at det passerer like mye vann gjennom begge kulverter for $Q_{200\text{dim}} = 1,26 \text{ m}^3/\text{s}$. I dette tilfellet vil kulvert med dimensjoner 1,0 m x 0,8m være tilstrekkelig, men kulvert med dimensjoner 0,5 m x 1,0 m vil trenge en høyde på 1,0 m. For en ny felles sirkulær kulvert vil diameteren beregnet med HY-8 være minst 1,4 m. Dette er vist i Vedlegg 19 – HY-8 (Punkt 2-12). Utløpshastighet for ny kulvert vil være 2,67 m/s.

23 BEREGNINGER FOR EIDEVASSKRÅGA NORD (PUNKT 2-13)

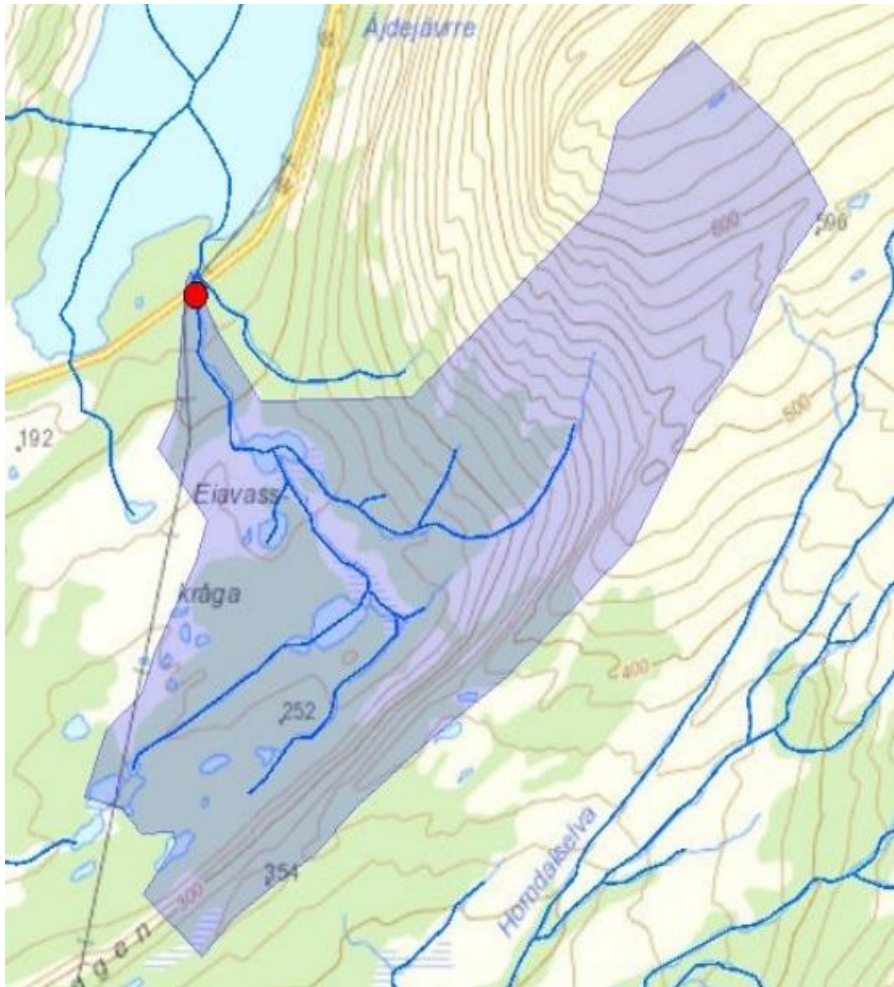
Beregningspunkt for Eidevasskråga Nord er lokalisert som vist på **Figur 23.1**. Planlagt ny vegtrase vil ligge omtrent 90 m oppstrøms for eksisterende veg.



Figur 23.1: Plassering for eksisterende kulvert ved Eidevasskråga Nord

23.1 Flomberegninger

Nedbørsfeltet til punkt 2-13 er vist i **Figur 23.2**.



Figur 23.2: Nedbørsfelt for Eidevasskråga Nord

Tabell 23.1 viser feltparametere og beregnede parametere som brukes ved å beregne 200-årsflom med den rasjonelle formelen som er valgt som metode da feltet oppfyller krav om gyldighetsintervaller for denne. Beregningsprosessen er beskrevet i kapittel 2.5.

Tabell 23.1: Parameter som brukes ved beregninger med den rasjonelle formelen.

Areal nedbørsfelt, A (ha)	130
Avrenningsfaktoren, C	0,61
Lengde av feltet, L (m)	1400
Høydeforskjellen innen feltet, H (m)	534
Effektiv sjøprosent, A_{SE} (%)	2,3
Konsentrasjonstiden, t_c (min)	105,35
Nedbørsintensiteten, i (l/s/ha)	43,05
Klimafaktor, K_f (%)	40

200-årsflom beregnes med parameterne som vises i **Tabell 23.1** og formel 2.8.

$$Q_{200\text{dim}} = 6,35 \text{ m}^3/\text{s}$$

23.2 Vannlinjeberegninger

Tabell 23.2 viser parameterne som brukes ved vannlinjeberegningene for punkt 2-13.

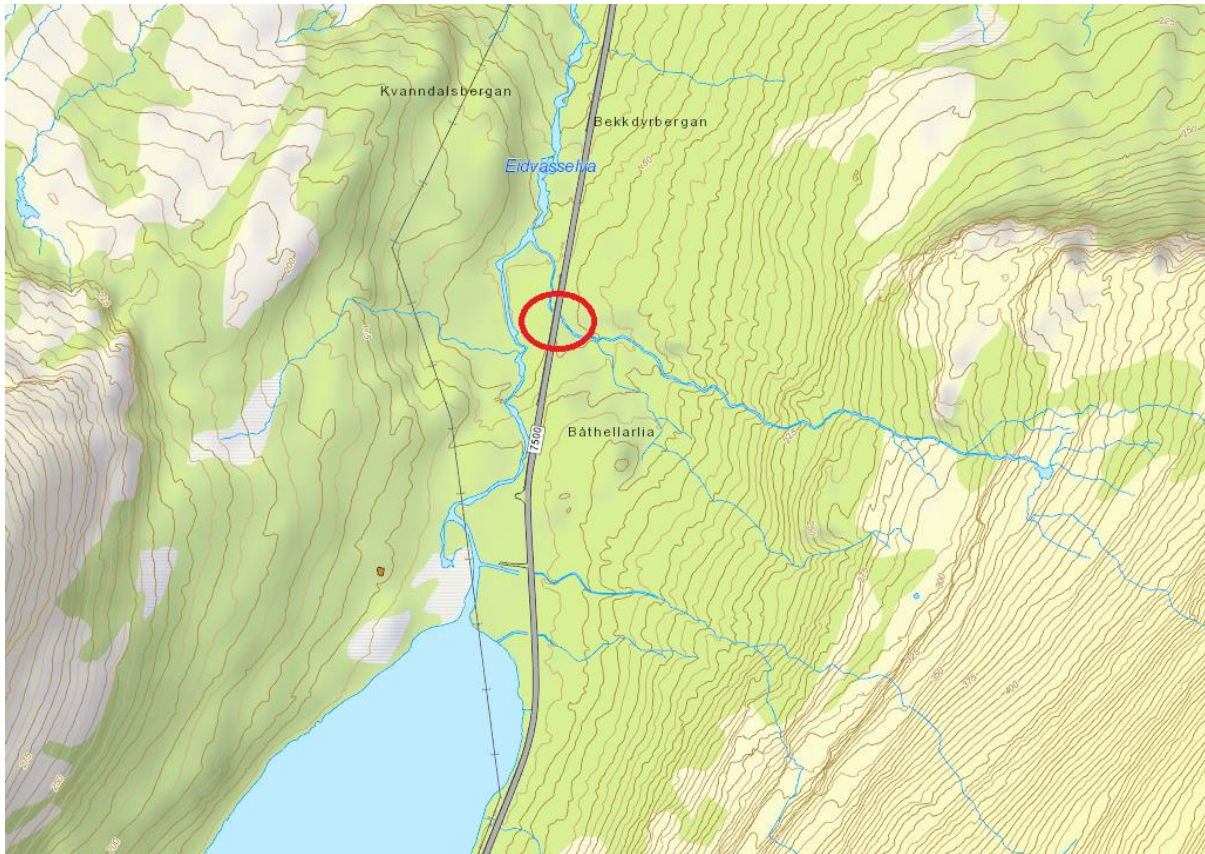
Tabell 23.2: Parameter som brukes i vannlinjeberegningen

Helning Elv (m/m)	Mannings ruhetskoeff. Elv	Vannføring 200-årsflom (m ³ /s)	Helning i kulvert (m/m)	Kulvertlengde (m)
0,079	0,05	6,35	0,007	40

Det ble på befaring observert tre forskjellige gjennomløp ved Eidevasskråga Nord. Disse Kulvertene ble målt til å ha diameterne 0,6 m, 0,5 m og 1,8 m. Utfra observert vannføring på stedet er det gjort antagelse om at det passerer 4 ganger så mye vann gjennom det største gjennomløpet som de to andre (dvs. fordeling på 4/6 og 2 x 1/6). For $Q_{200dim} = 6,35 \text{ m}^3/\text{s}$ vil derfor fordelingen bli på $Q_{200dim} = 4,23 \text{ m}^3/\text{s}$ og $Q_{200dim} = 2 \times 1,06 \text{ m}^3/\text{s}$. For kulvertene med diameterne 0,5 m og 0,6 m vil kravene ikke være oppfylt. Minste diameter for disse kulvertene er beregnet med HY-8 til å være $D = 1,0 \text{ m}$. For kulverten med diameter 1,8 m vil ny minste diameter være 2,2 m. Minste diameter for felles sirkulær kulvert ved ny veg er beregnet med HY-8 til å være 2,5 m. Dette er vist i Vedlegg 20 – HY-8 (Punkt 2-13). Utløpshastighet for ny kulvert vil være 3,63 m/s.

24 BEREGNINGER FOR BÅTHELLARLIBEKKEN (PUNKT 2-14)

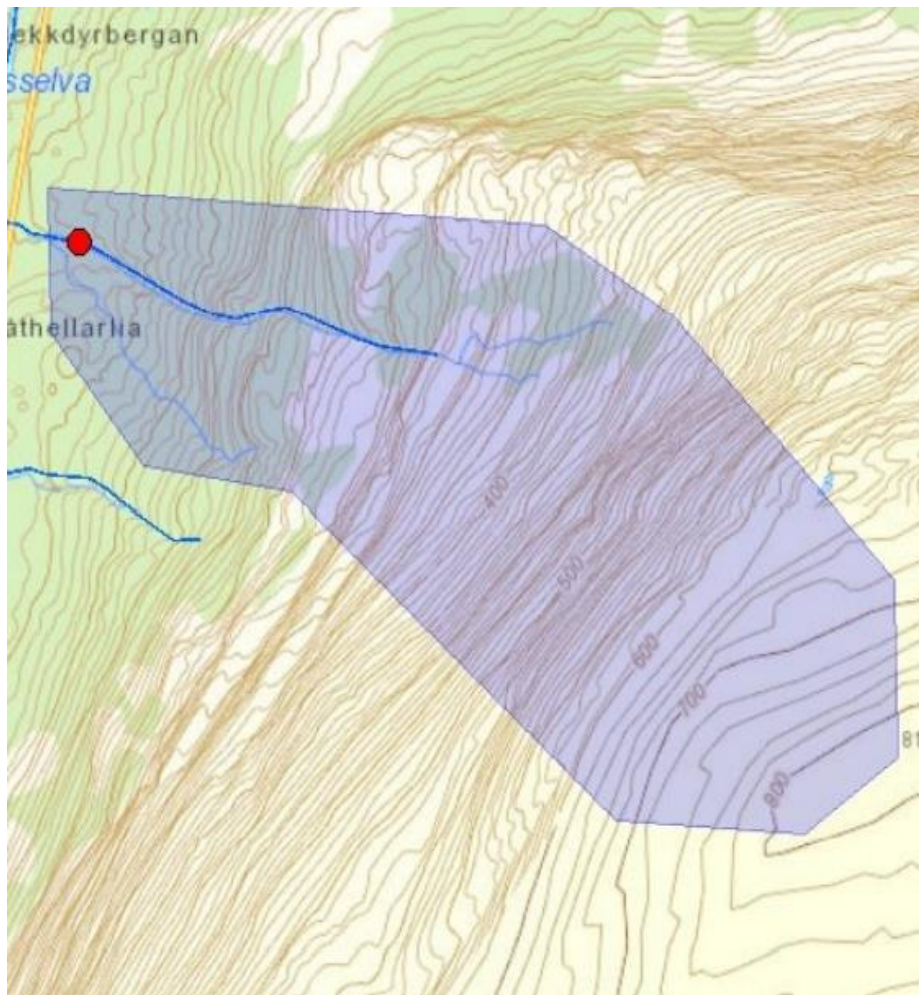
Beregningspunkt for Båthellarlibekken er lokalisert som vist på **Figur 24.1**. Planlagt ny vegtrase vil ligge omtrent 90 m oppstrøms for eksisterende kulvert.



Figur 24.1: Plassering for punkt ved Båthellarlibekken

24.1 Flomberegninger

Nedbørsfeltet til punkt 2-14 er vist i **Figur 24.2**.



Figur 24.2: Nedbørsfelt for Båthellarlibekken

Tabell 24.1 viser feltparametere og beregnede parametere som brukes ved å beregne 200-årsflom med den rasjonelle formelen som er valgt som metode da feltet oppfyller krav om gyldighetsintervaller for denne. Beregningsprosessen er beskrevet i kapittel 2.5.

Tabell 24.1: Parameter som brukes ved beregninger med den rasjonelle formelen.

Areal nedbørsfelt, A (ha)	40
Avrenningsfaktoren, C	0,77
Lengde av feltet, L (m)	1200
Høydeforskjellen innen feltet, H (m)	658
Effektiv sjøprosent, A_{SE} (%)	0
Konsentrasjonstiden, t_c (min)	28,07
Nedbørsintensiteten, i (l/s/ha)	94,3
Klimafaktor, K_f (%)	40

200-årsflom beregnes med parameterne som vises i **Tabell 24.1** og formel 2.8.

$$Q_{200\text{dim}} = 5,38 \text{ m}^3/\text{s}$$

24.2 Vannlinjeberegninger

Tabell 24.2 viser parameterne som brukes ved vannlinjeberegningene for punkt 2-14.

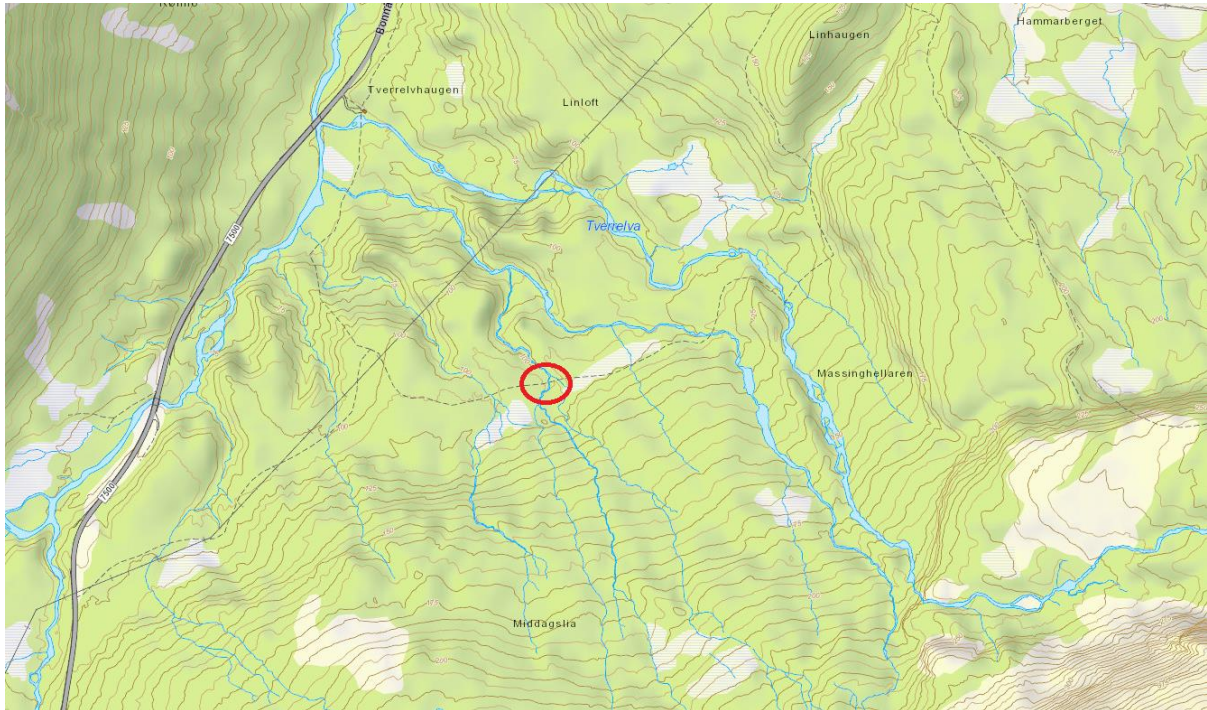
Tabell 24.2: Parameter som brukes i vannlinjeberegningen.

Helning Elv (m/m)	Mannings ruhetskoeff. Elv	Vannføring 200-årsflom (m ³ /s)	Helning i kulvert (m/m)	Kulvertlengde (m)
0,095	0,05	5,38	0,01	35

Ved Båthellarlibekken er eksisterende kulvert ved målt til å ha dimensjoner 1,2 m bredde og 1,1 m høyde. Med $Q_{200\text{dim}} = 5,38 \text{ m}^3/\text{s}$ vil dette ikke være tilstrekkelig, og ny sirkulær kulvert beregnet med HY-8 vil måtte ha minste diameter på 2,4 m. Dette er vist i Vedlegg 21 – HY-8 (Punkt 2-14). Utløpshastighet for ny kulvert vil være 3,69 m/s.

25 BEREGNINGER FOR MIDDAGSLIBEKKEN (PUNKT 2-15)

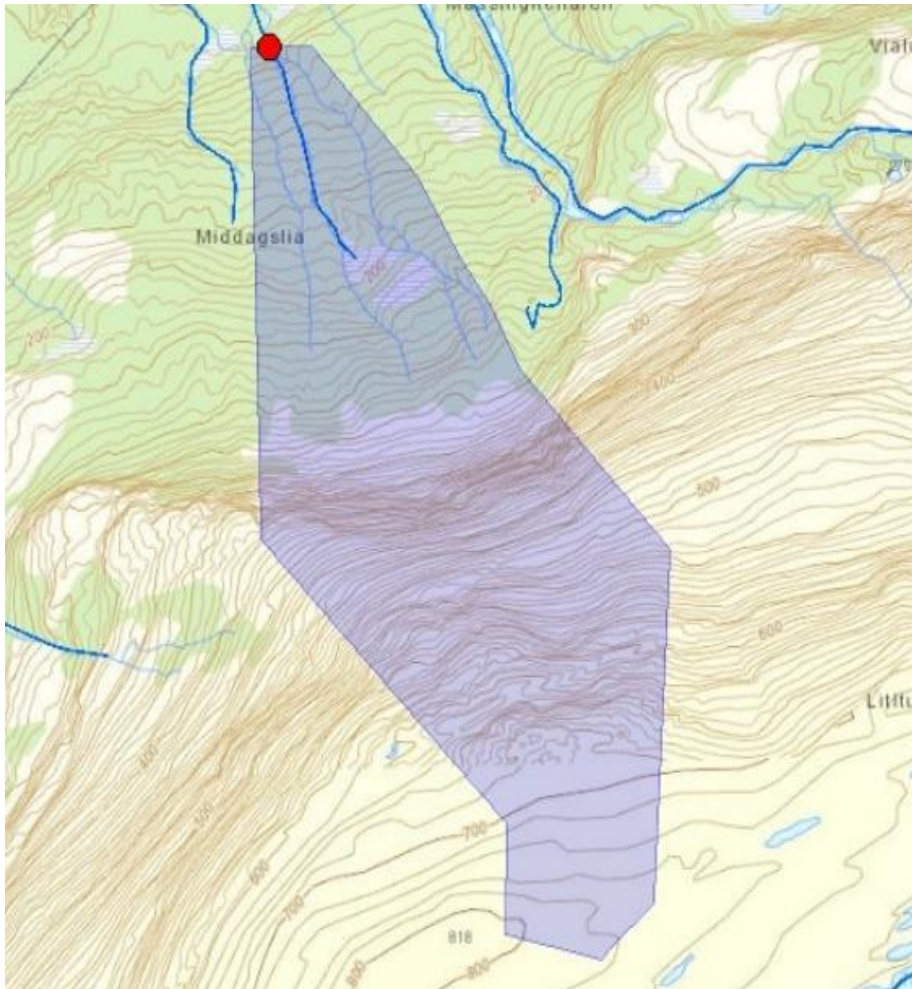
Beregningspunkt for Middagslibekken er lokalisert som vist på **Figur 25.1**. Planlagt ny vegtrase vil ligge omtrent 530 m oppstrøms for eksisterende veg.



Figur 25.1: Plassering for punkt ved Middagslibekken

25.1 Flomberegninger

Nedbørsfeltet til punkt 2-15 er vist i **Figur 25.2**.



Figur 25.2: Nedbørsfelt for Middagslibekken

Tabell 25.1 viser feltparametere og beregnede parametere som brukes ved å beregne 200-årsflom med den rasjonelle formelen som er valgt som metode da feltet oppfyller krav om gyldighetsintervaller for denne. Beregningsprosessen er beskrevet i kapittel 2.5.

Tabell 25.1: Parameter som brukes ved beregninger med den rasjonelle formelen.

Areal nedbørsfelt, A (ha)	60
Avrenningsfaktoren, C	0,78
Lengde av feltet, L (m)	1500
Høydeforskjellen innen feltet, H (m)	688
Effektiv sjøprosent, A_{SE} (%)	0
Konsentrasjonstiden, t_c (min)	34,31
Nedbørsintensiteten, i (l/s/ha)	82,43
Klimafaktor, K_f (%)	40

200-årsflom beregnes med parameterne som vises i **Tabell 25.1** og formel 2.8.

$$Q_{200\text{dim}} = 7,11 \text{ m}^3/\text{s}$$

25.2 Vannlinjeberegninger

Tabell 25.2 viser parameterne som brukes ved vannlinjeberegningene for punkt 2-15.

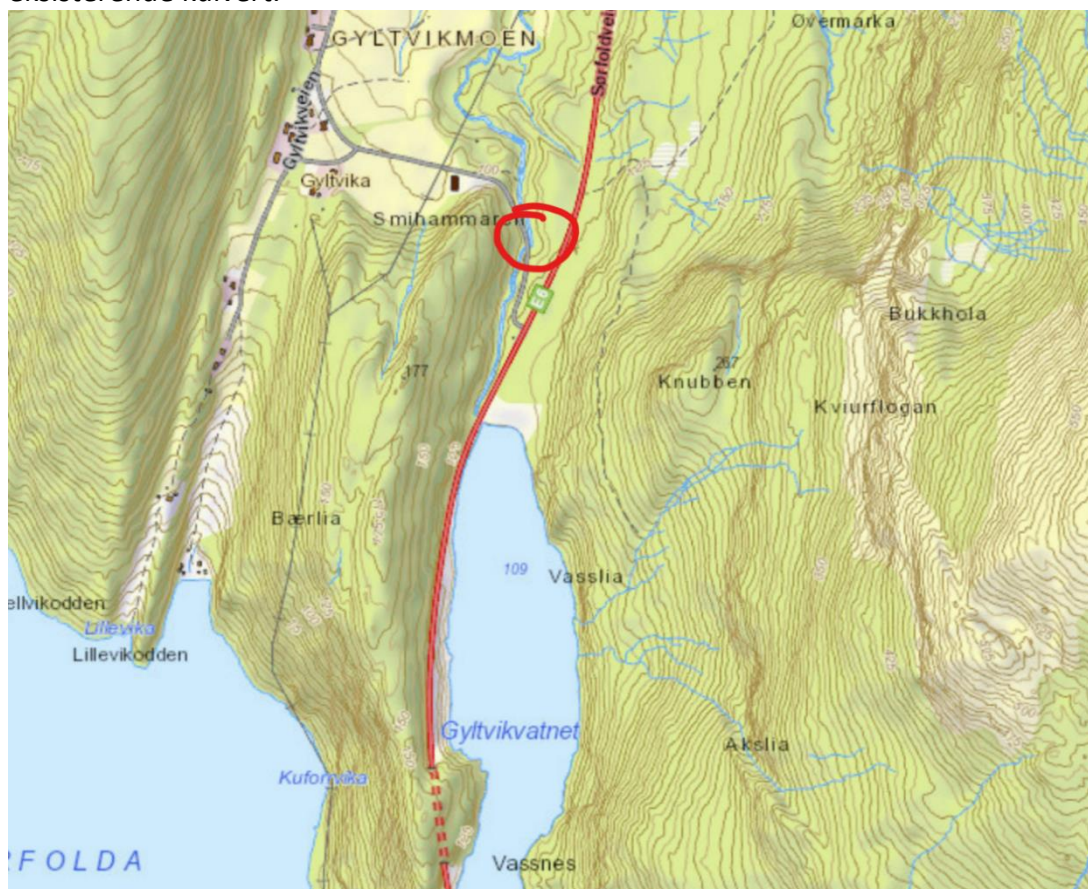
Tabell 25.2: Parameter som brukes i vannlinjeberegningen.

Helning Elv (m/m)	Mannings ruhetskoeff. Elv	Vannføring 200- årsflom (m ³ /s)	Helning i kulvert (m/m)	Kulvertlengde (m)
0,096	0,05	7,11	0,006	35

Ny kulvert for Middagslibekken vil beregnet ut fra HY-8 ha en diameter på minst 2,5 m. Dette er vist i Vedlegg 22 – HY-8 (Punkt 2-15). Utløpshastighet for ny kulvert vil være 3,57 m/s.

26 BEREGNINGER FOR GYLTVIKA (PUNKT 3-1)

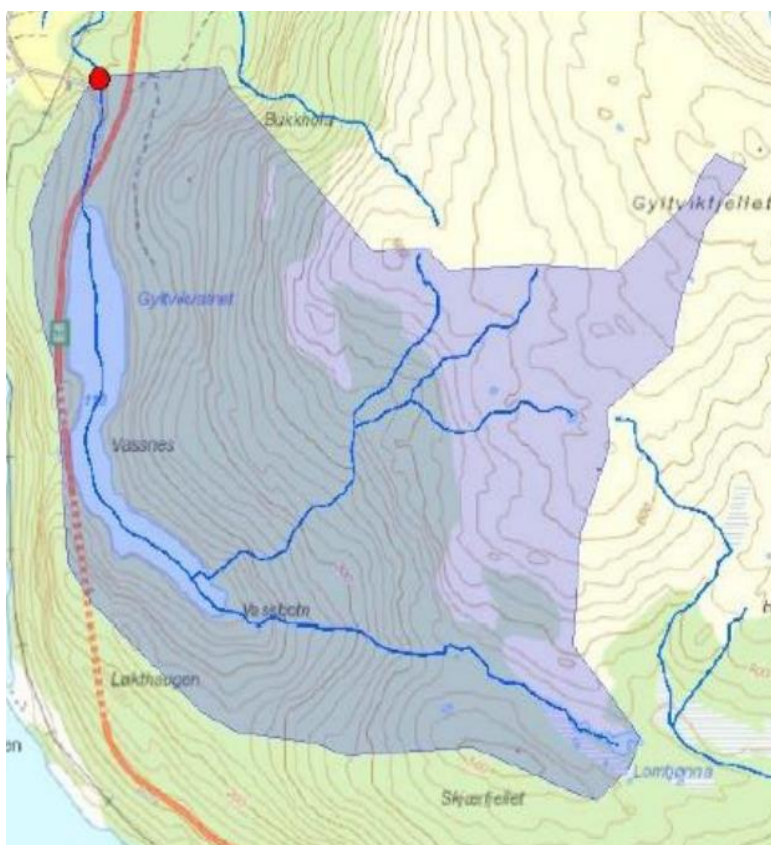
Beregningspunkt for Gyltvika er lokalisert som vist på **Figur 26.1**. Planlagt ny trase ligger over eksisterende kulvert.



Figur 26.1: Plassering av punkt for Gyltvika

26.1 Flomberegninger

Nedbørsfeltet til punkt 3-1 er vist i **Figur 26.2**.



Figur 26.2: Nedbørsfelt for Gyltvika

Tabell 26.1 viser feltparametere og beregnete parametere som er brukt ved å beregne 200-årsflom med nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt. Denne metoden er valgt da feltet oppfyller krav om gyldighetsintervaller for denne. Arealet til nedbørsfeltet ved Gyltvika er noe for stort til at den rasjonelle formelen benyttes. Beregningsprosessen er beskrevet i avsnitt 2.4.

Tabell 26.1: Parameter som brukes ved beregninger med nasjonalt formelverk.

Areal nedbørsfelt, A (ha)	340
Avrenningsfaktoren, C	0,5
Lengde av feltet, L (m)	2900
Høydeforskjellen innen feltet, H (m)	644
Effektiv sjøprosent, A_{SE} (%)	5,9
Konsentrasjonstiden, t_c (min)	245,57
Nedbørsintensiteten, i (l/s/ha)	25,743
Klimafaktor, K_f (%)	40
Midlere årsflom, Q_N (m³/s)	0,17

200-årsflom beregnes med parameterne som vises i **Tabell 26.1** og nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt.

$$Q_M = 2,21$$

$$k = -0,23637398$$

$$\Gamma(1 + k) = 1,207701246$$

$$\Gamma(1 - k) = 0,909317616$$

$$\frac{Q_{200}}{Q_M} = 2,829532228$$

$$Q_{200} = 6,26 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{200dim} = 9,64 \text{ m}^3/\text{s}$$

26.2 Vannlinjeberegninger

Tabell 26.2 viser parameterne som brukes ved vannlinjeberegningene for punkt 3-1.

Tabell 26.2: Parameter som brukes i vannlinjeberegningen

Helning Elv (m/m)	Mannings ruhetskoeff. Elv	Vannføring 200-årsflom (m ³ /s)	Helning i kulvert (m/m)	Kulvertlengde (m)
0,04	0,05	9,64	0,006	8,8

For ny kulvert ved avkjørsel Gyltvika vil diameter beregnet med HY-8 være minst 2,6 m. Dette er vist i Vedlegg 23 – HY-8 (Punkt 3-1). Utløpshastighet for ny kulvert vil være 3,64 m/s.

REFERANSE

Chow (1959): *Open-channel hydraulics*.

Kartverket (2015): *Norgeskart*. <http://www.norgeskart.no/#5/378604/7226208>

NGU løsmassekart: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>

Nevina (2020): <http://www.norgeskart.no/#5/378604/7226208>

Norconsult (2001): *Siso dammene og dam Løytavatn – Dambruddsbølgeberegning*

NVE Atlas (2020):

[http://atlas.nve.no/html5Viewer/?viewer=nveatlas&runWorkflow=StartupQuery&mapServiceId=73&layerName=FlomsoneAnalyseomraade&extent=\\$%7Bextent%7D](http://atlas.nve.no/html5Viewer/?viewer=nveatlas&runWorkflow=StartupQuery&mapServiceId=73&layerName=FlomsoneAnalyseomraade&extent=$%7Bextent%7D)

NVE (2011): *Retningslinjer for flomberegninger*

<https://www.nve.no/Media/7090/retningslinjer-for-flomberegninger-med-tillegg-1-og-2-juli-2018.pdf>

NVE (2015): *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*

http://publikasjoner.nve.no/veileder/2015/veileder2015_07.pdf

NVE (2020): *Lokal og regional flomfrekvensanalyse*

https://publikasjoner.nve.no/rapport/2020/rapport2020_10.pdf

NVE (2010): *Vassdragshåndboka*. 2.utgave

NVE (2013): *Analysemuligheter i DAGUT og FINUT*. Presentasjon v/Trond Reitan

NVE (2009): *Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein* (4). Lars Jenssen og Einar Tesaker.

Statens vegvesen (2020): *Håndbok V240 Vannhåndtering*.

https://www.vegvesen.no/_attachment/2988797/binary/1371938?fast_title=H%C3%A5ndbok+V240+Vannh%C3%A5ndtering+-+Flomberegninger+og+hydraulisk+dimensjonering.pdf

Statens vegvesen (2018): *N200 Vegbygging*

https://www.vegvesen.no/_attachment/2364236/binary/1269980

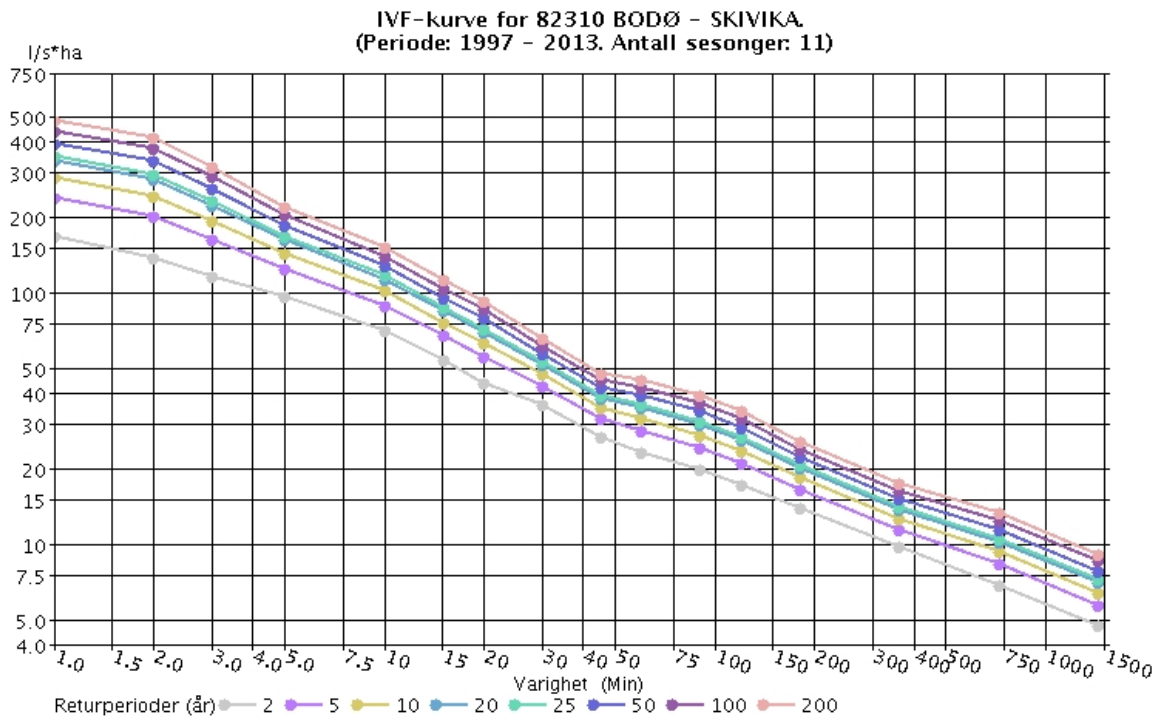
Statens vegvesen (2015): *Bruprosjektering, Håndbok N400*.

https://www.vegvesen.no/_attachment/865860/binary/1030718

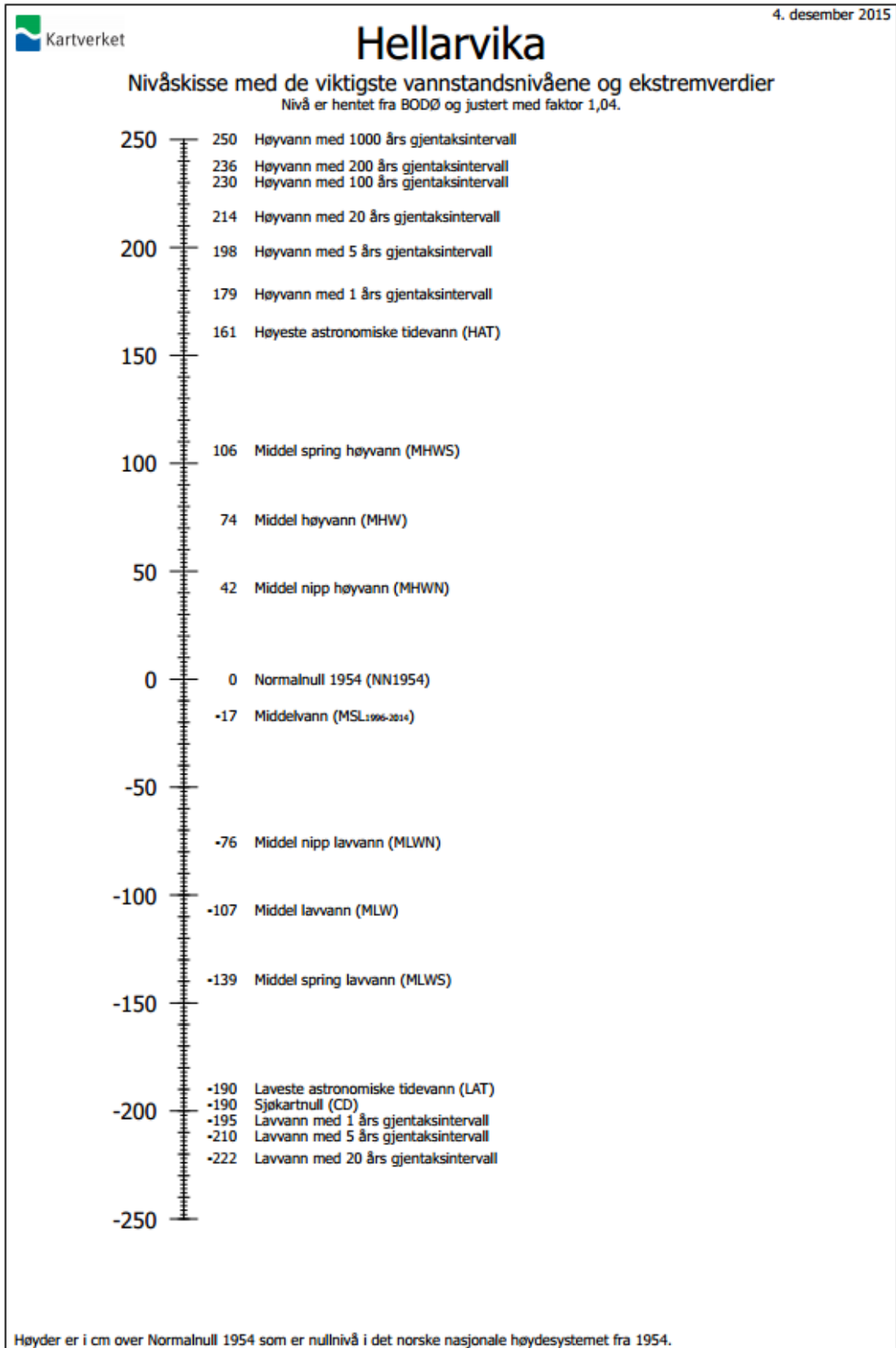
Statens vegvesen (2014). *Håndbok N200 Vegbygging*.

<http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>

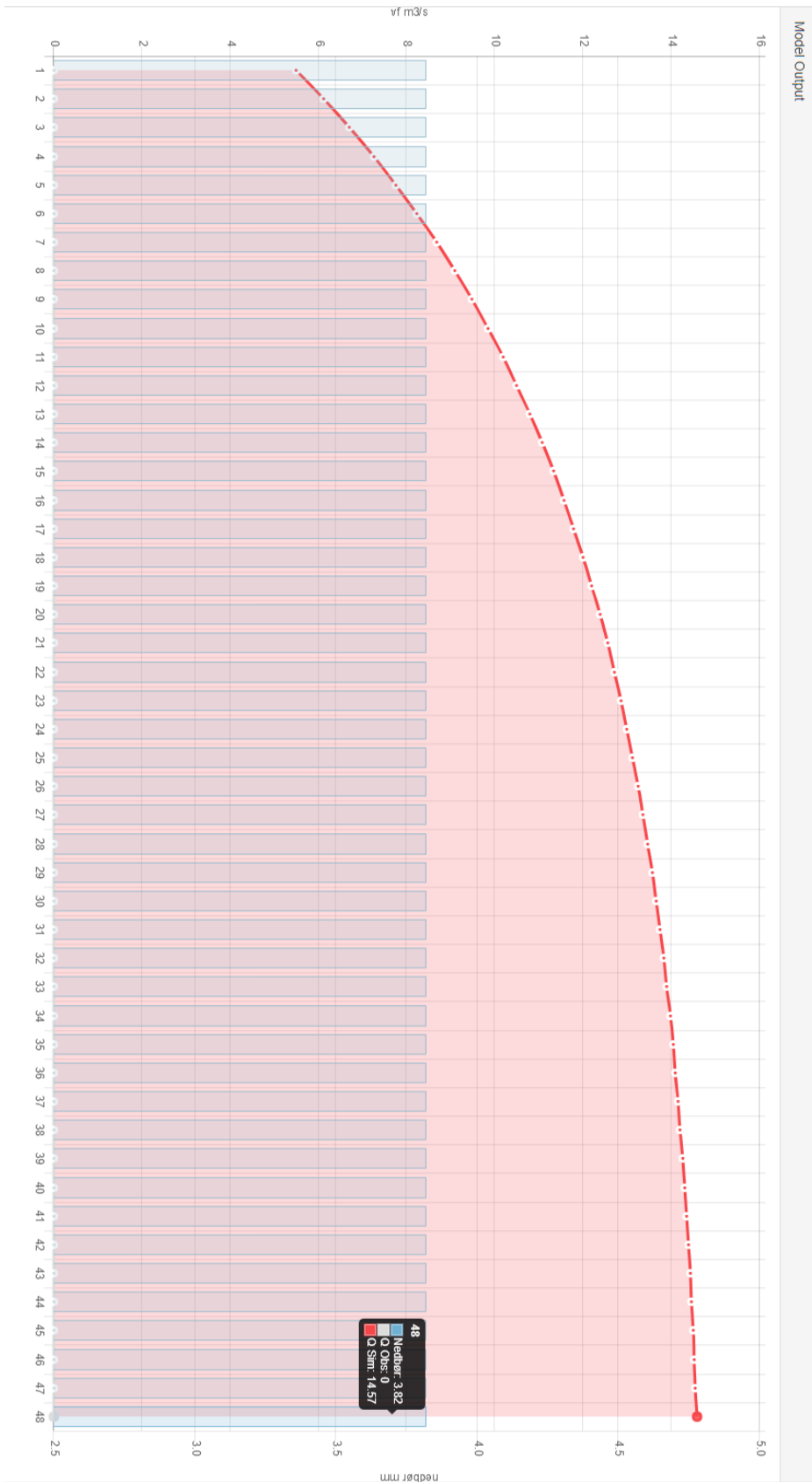
VEDLEGG 1 – IVF-KURVE BODØ - SKIVIKA



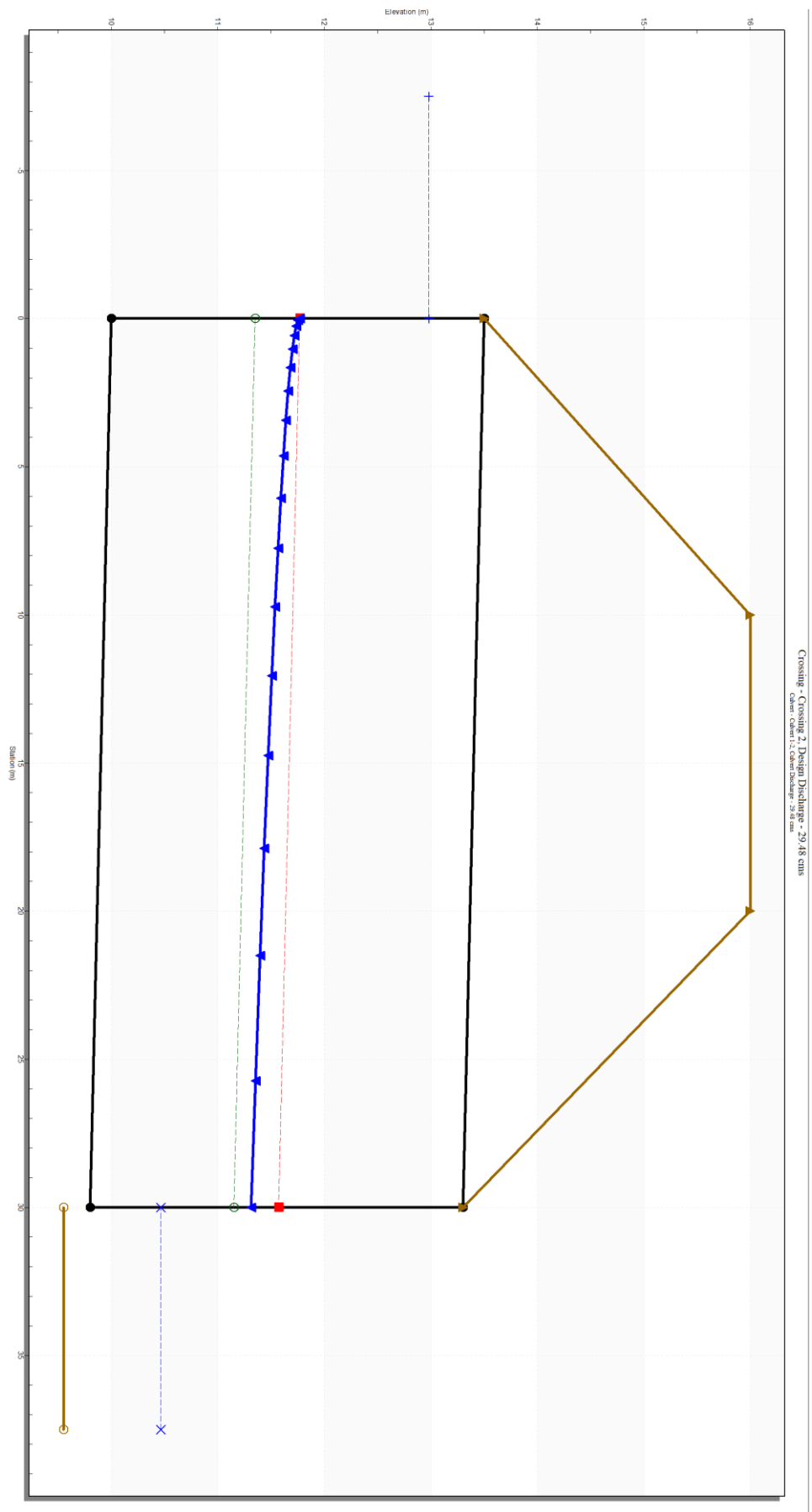
VEDLEGG 2 – VANNSTANDSNIVÅER



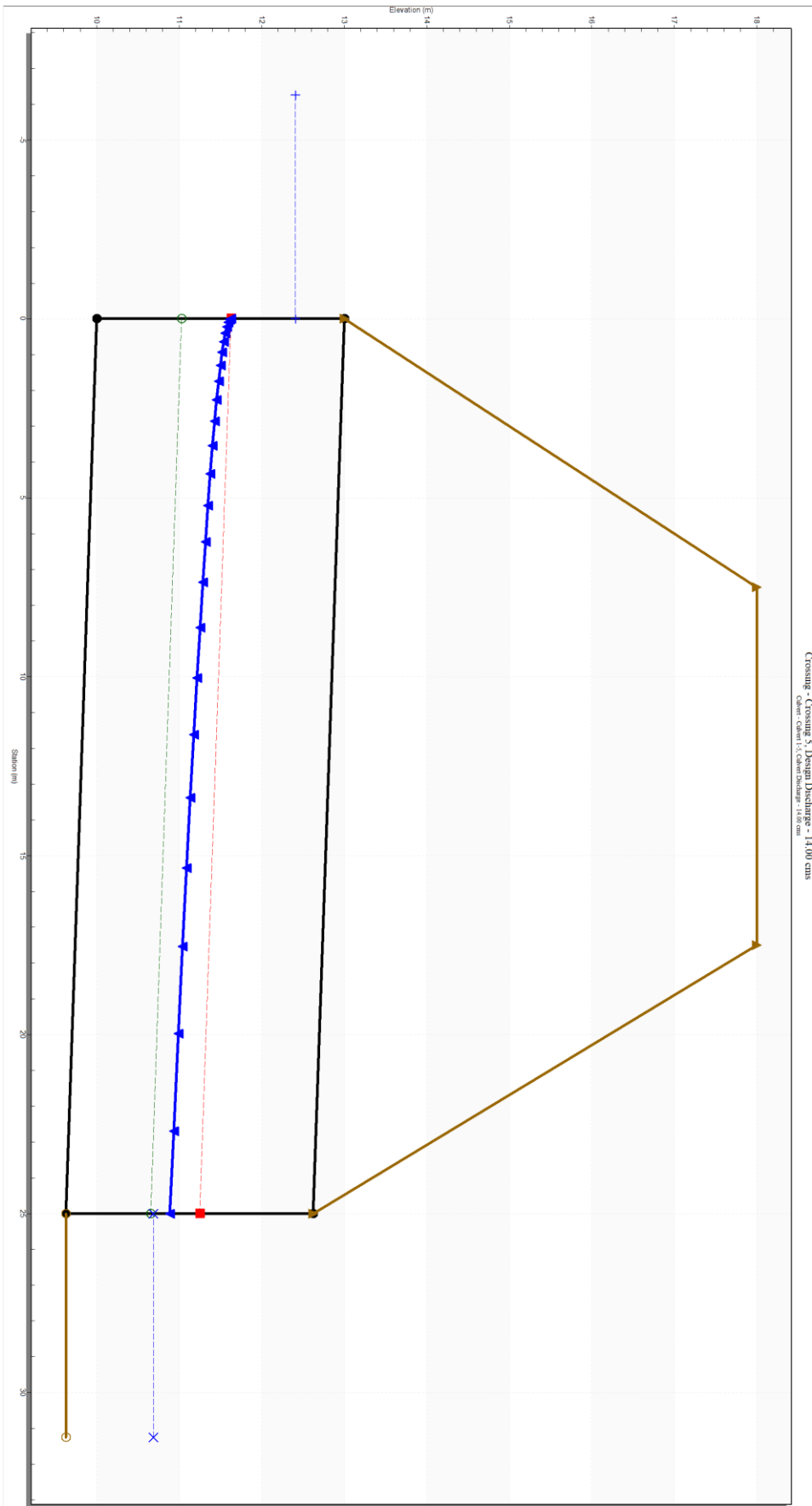
VEDLEGG 3 – PQRROUT KURVE PUNKT 1-2



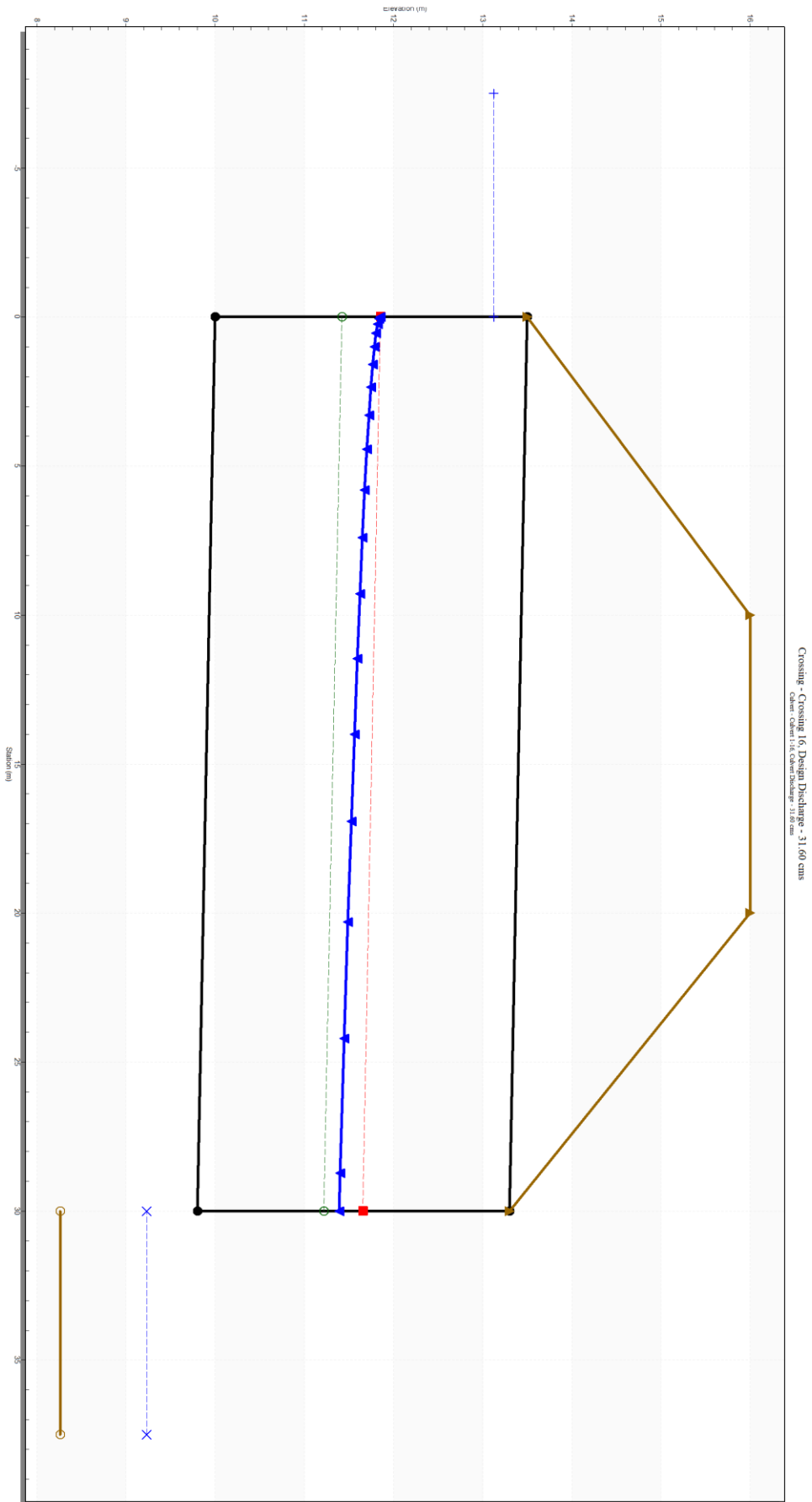
VEDLEGG 4 – HY-8 (PUNKT 1-2)



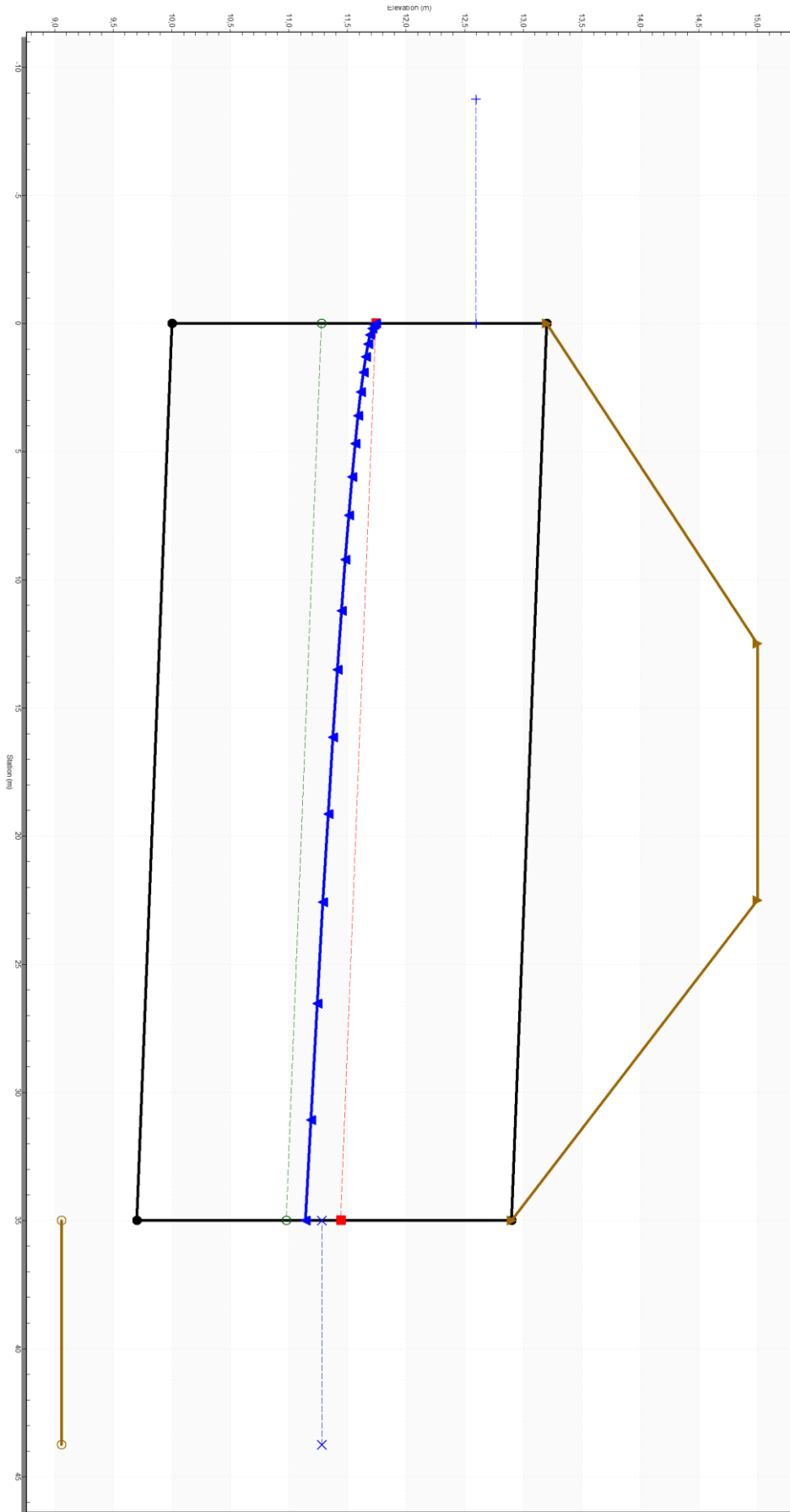
VEDLEGG 5 – HY-8 (PUNKT 1-5)



VEDLEGG 6 -HY-8 (PUNKT 1-16)

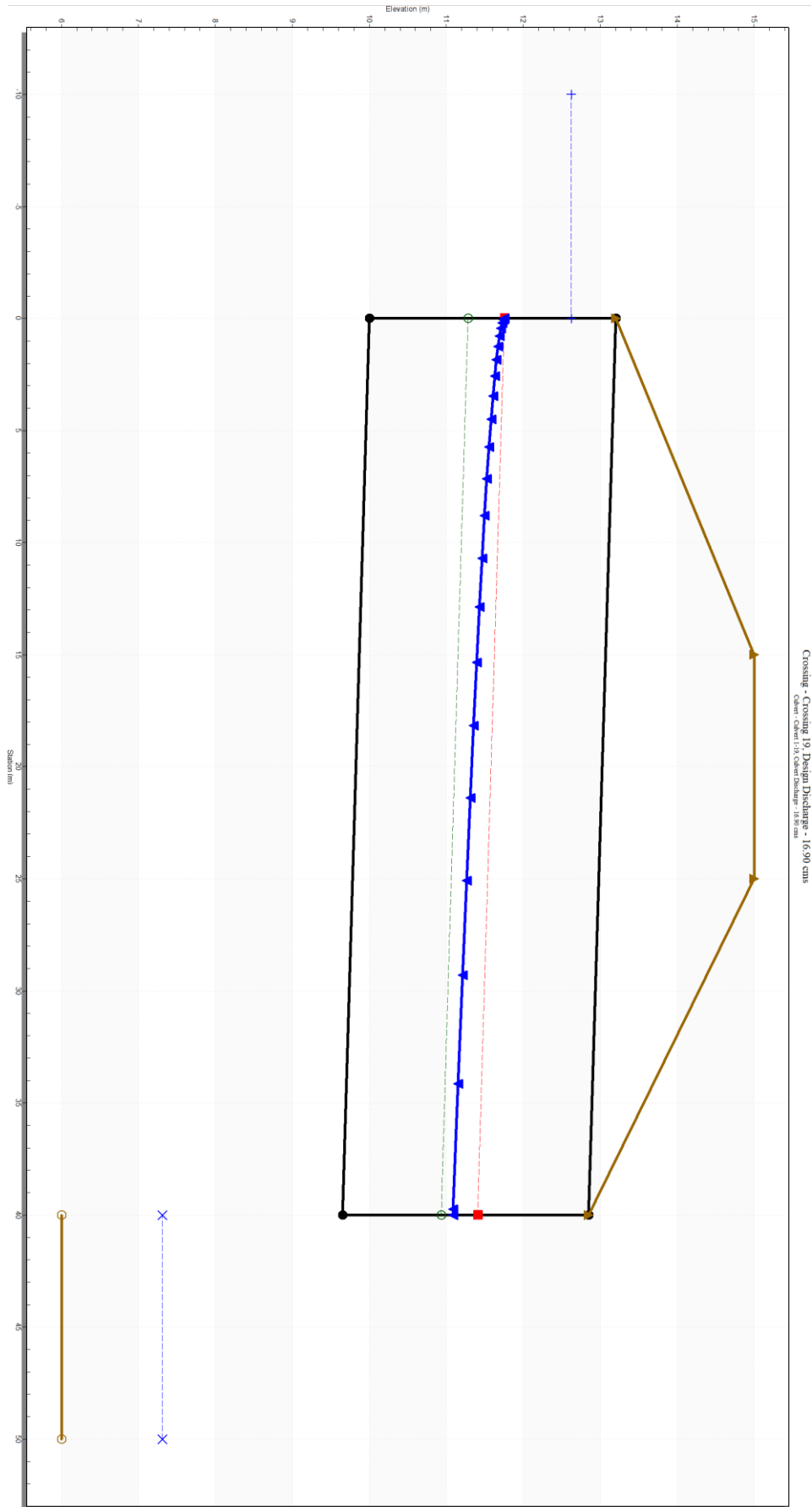


VEDLEGG 7 – HY-8 (PUNKT 1-17)

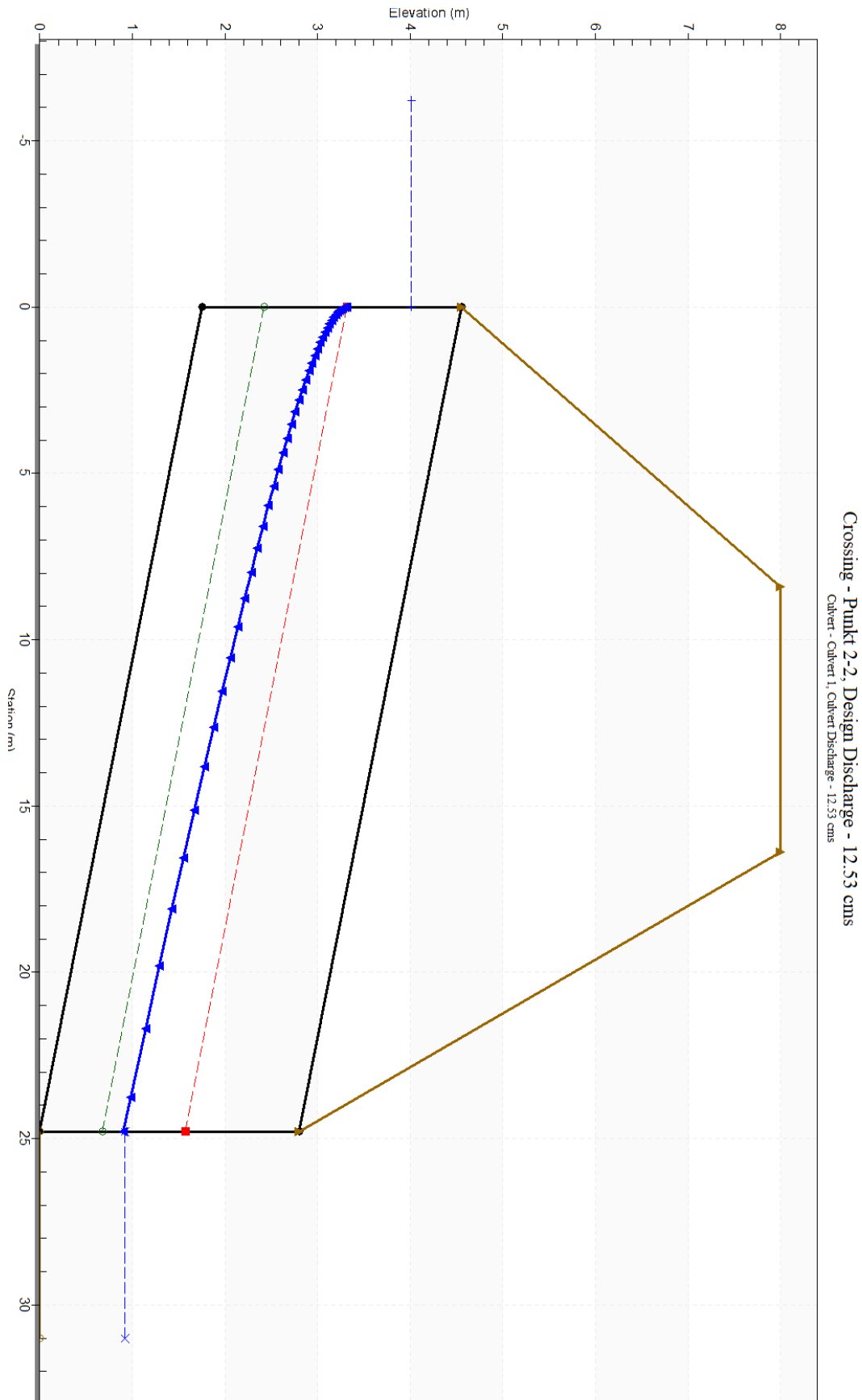


Crossing - Crossing 17, Design Discharge - 16,60 cms
 Canal - Canal 17, Canal Discharge - 16,60 cms

VEDLEGG 8 – HY-8 (PUNKT 1-19)

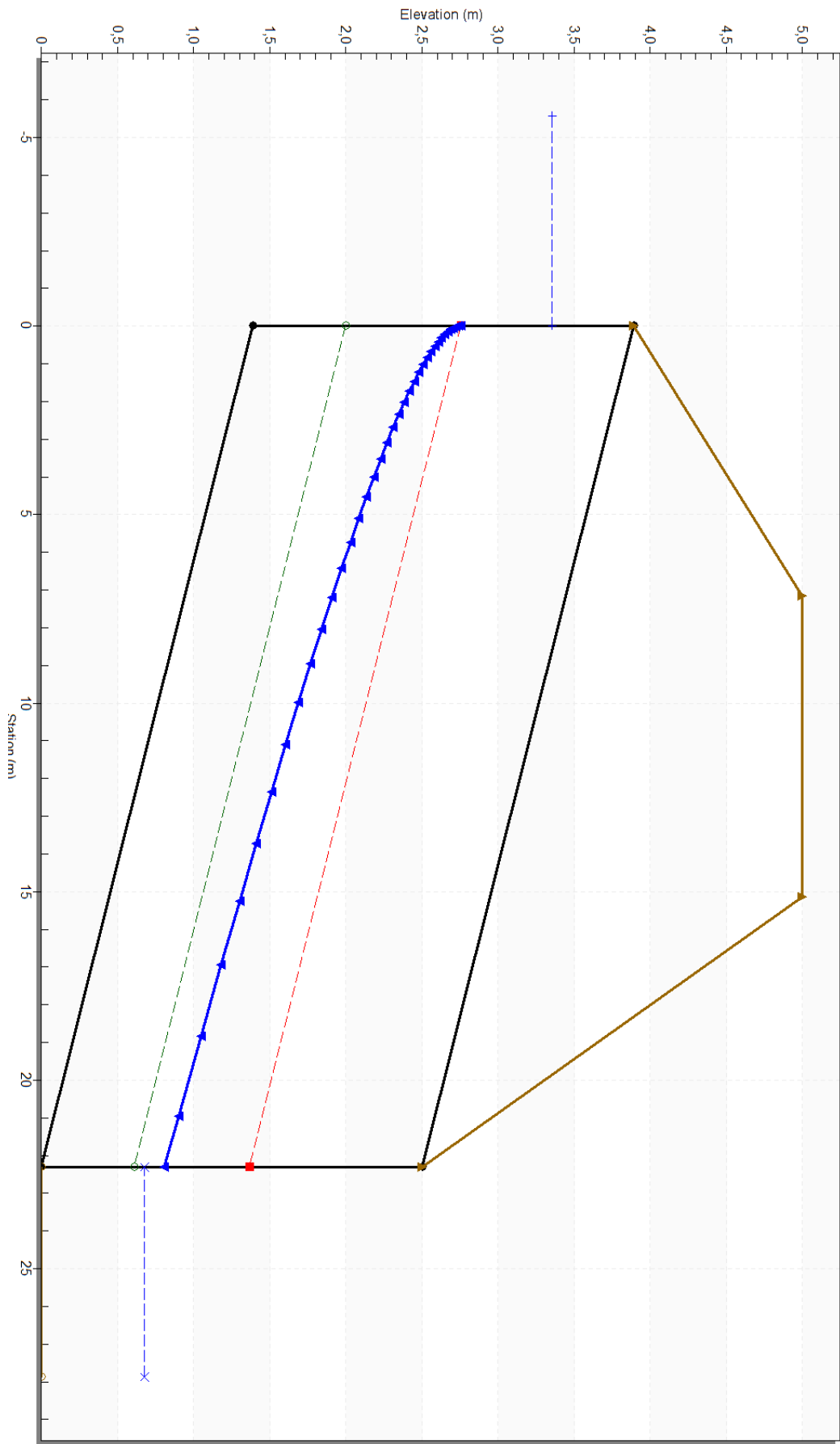


VEDLEGG 9 – HY-8 (PUNKT 2-2)



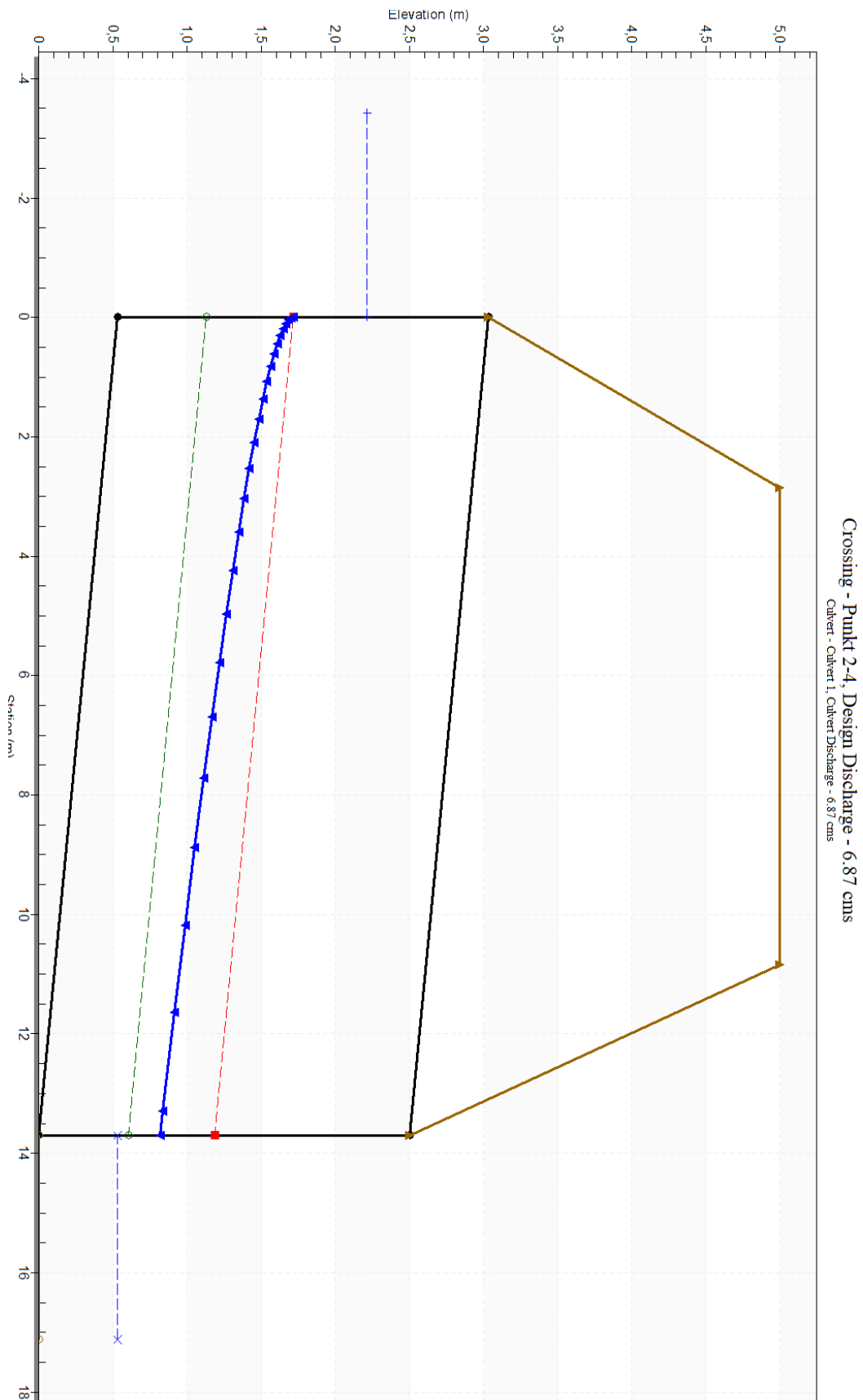
Crossing - Punkt 2-2, Design Discharge - 12.53 cms
Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 12.53 cms

VEDLEGG 10 – HY-8 (PUNKT 2-3)

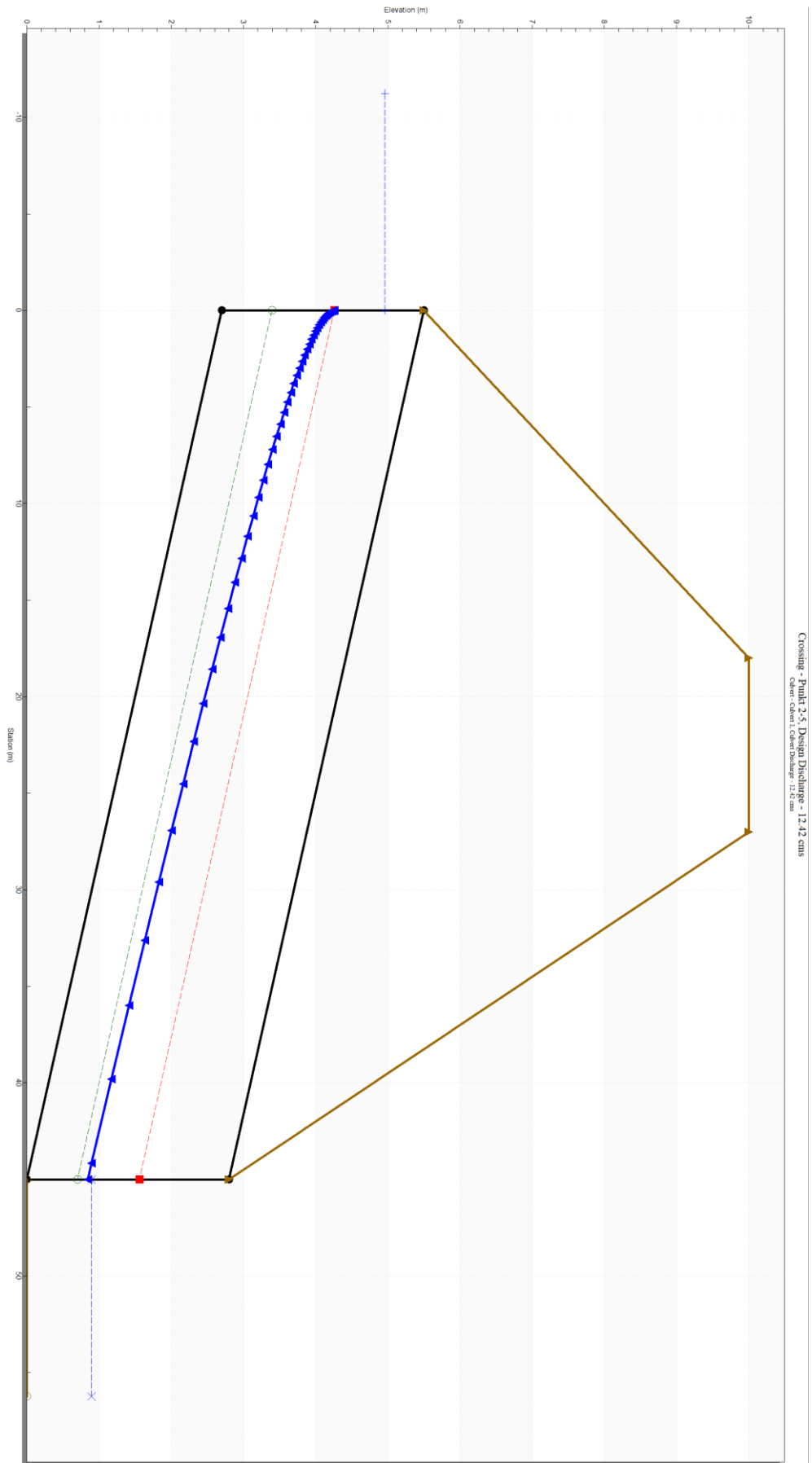


Crossing - Punkt 2-3, Design Discharge - 8,99 cms
Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 8,99 cms

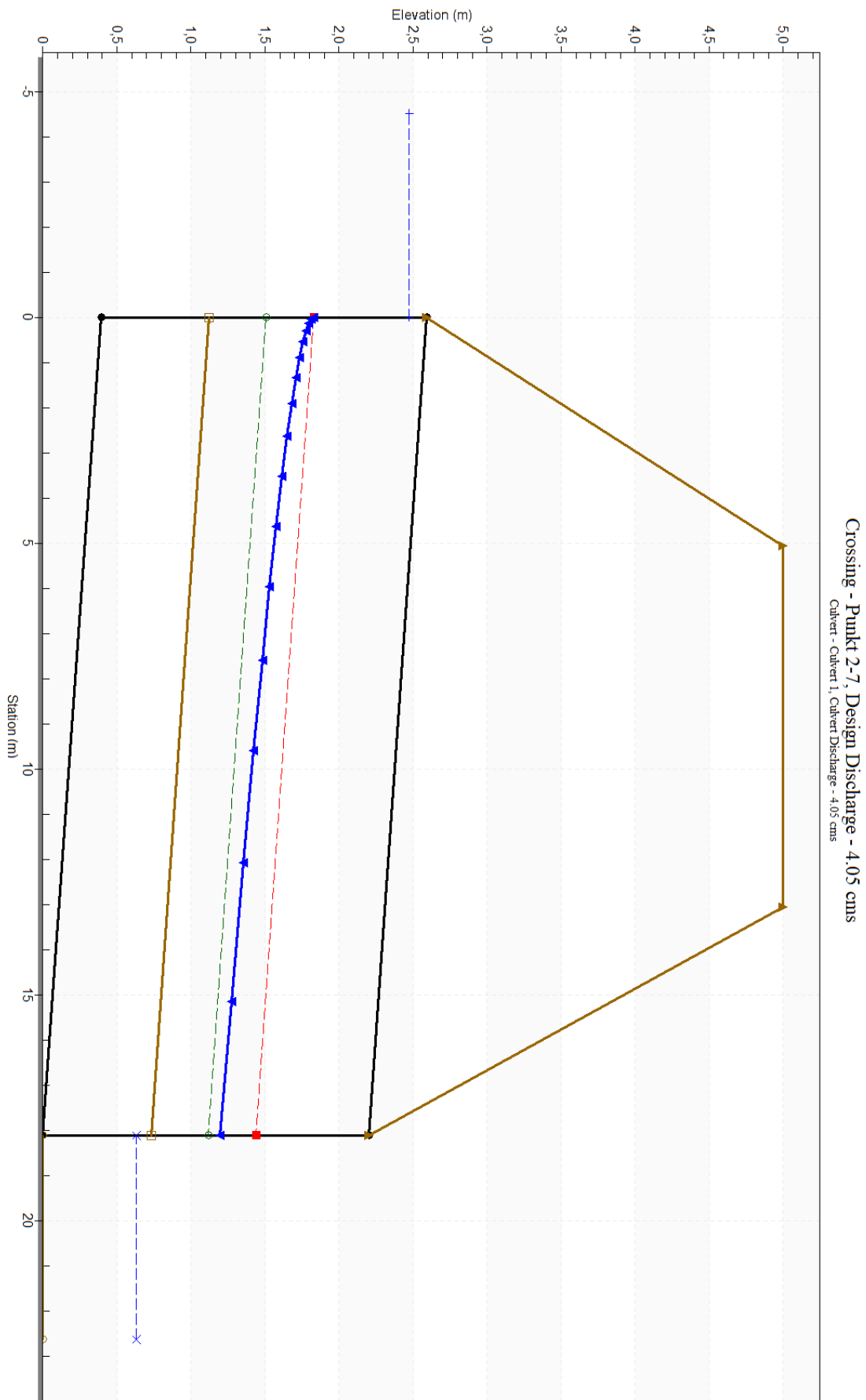
VEDLEGG 11 – HY-8 (PUNKT 2-4)



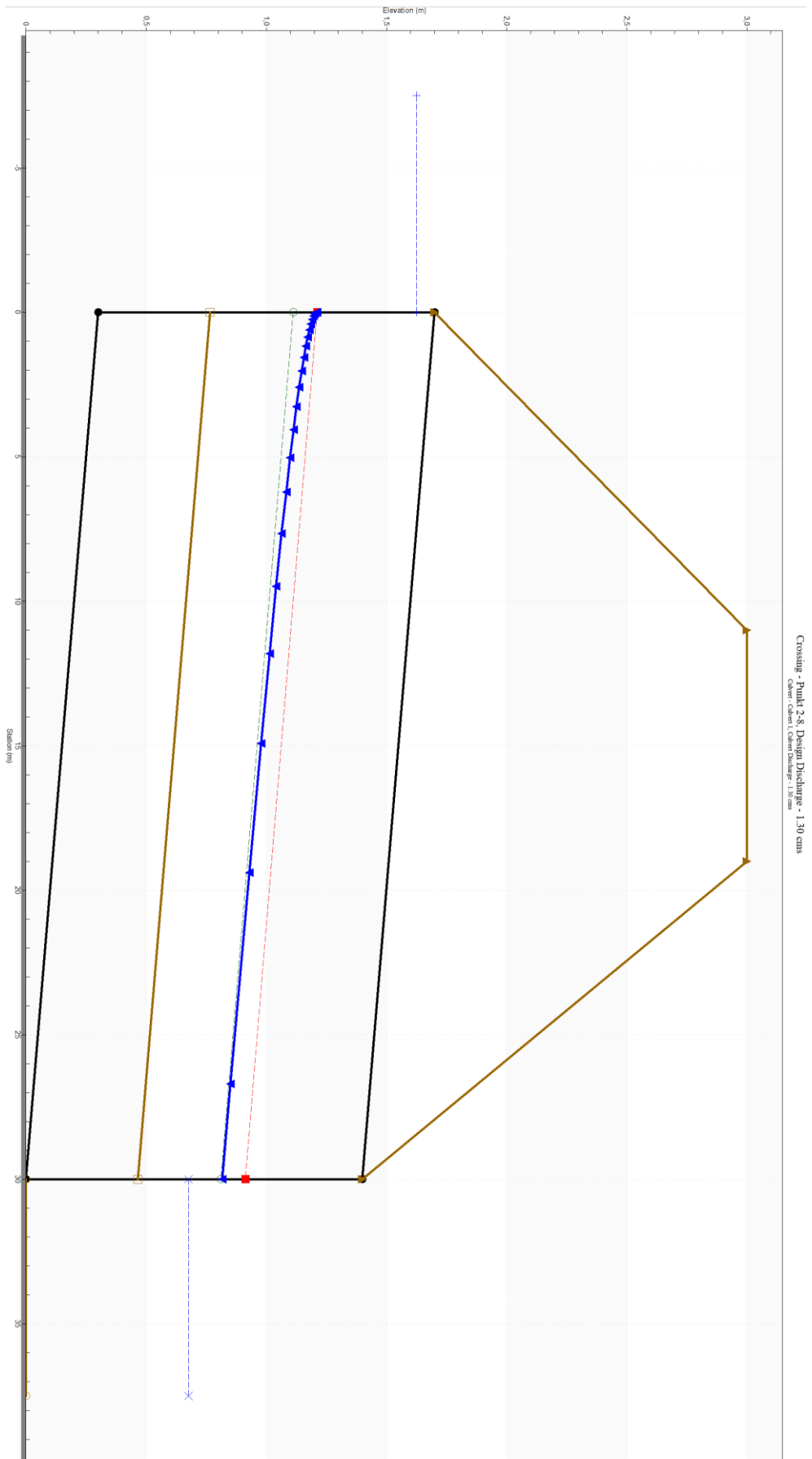
VEDLEGG 12 – HY-8 (PUNKT 2-5)



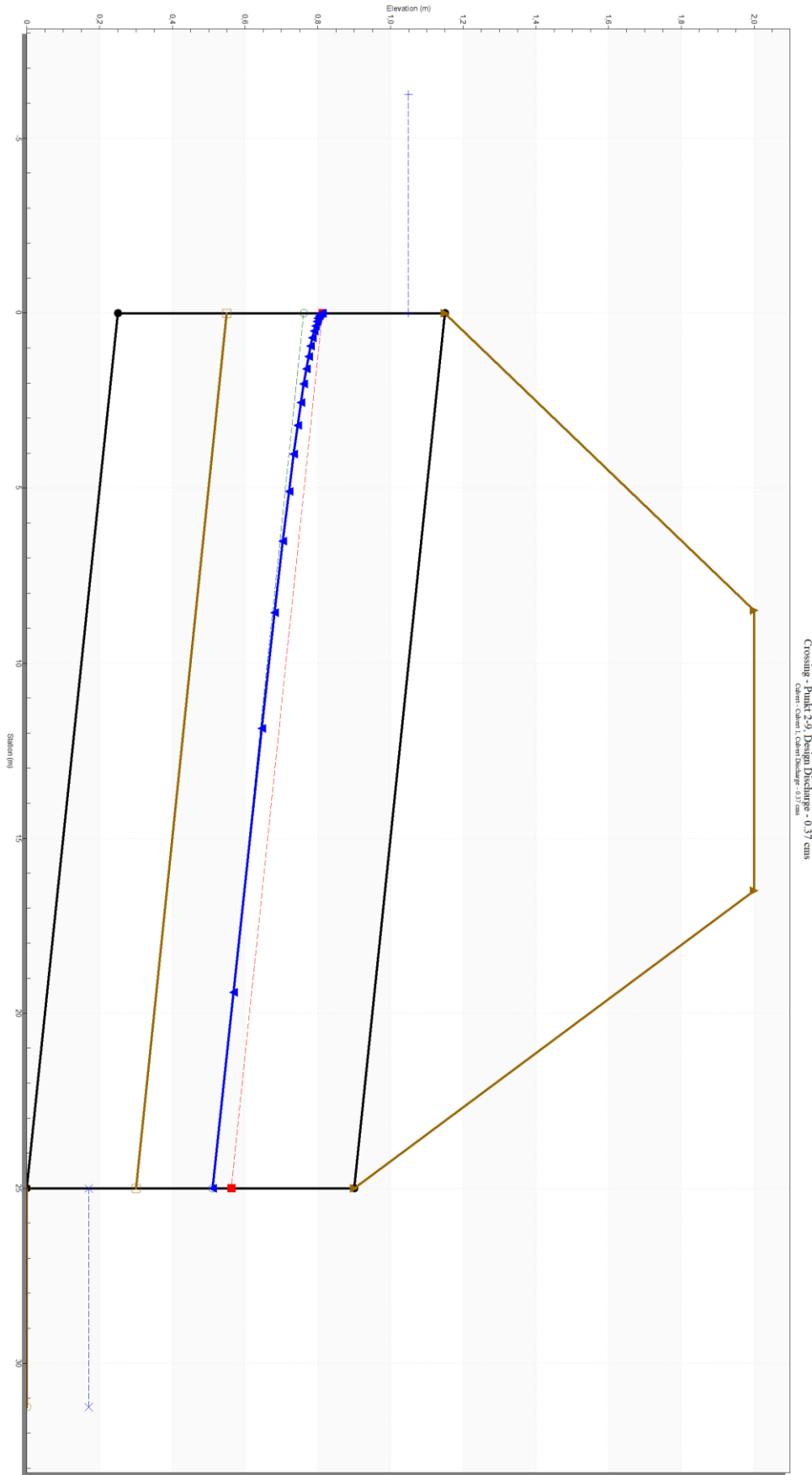
VEDLEGG 14 – HY-8 (PUNKT 2-7)



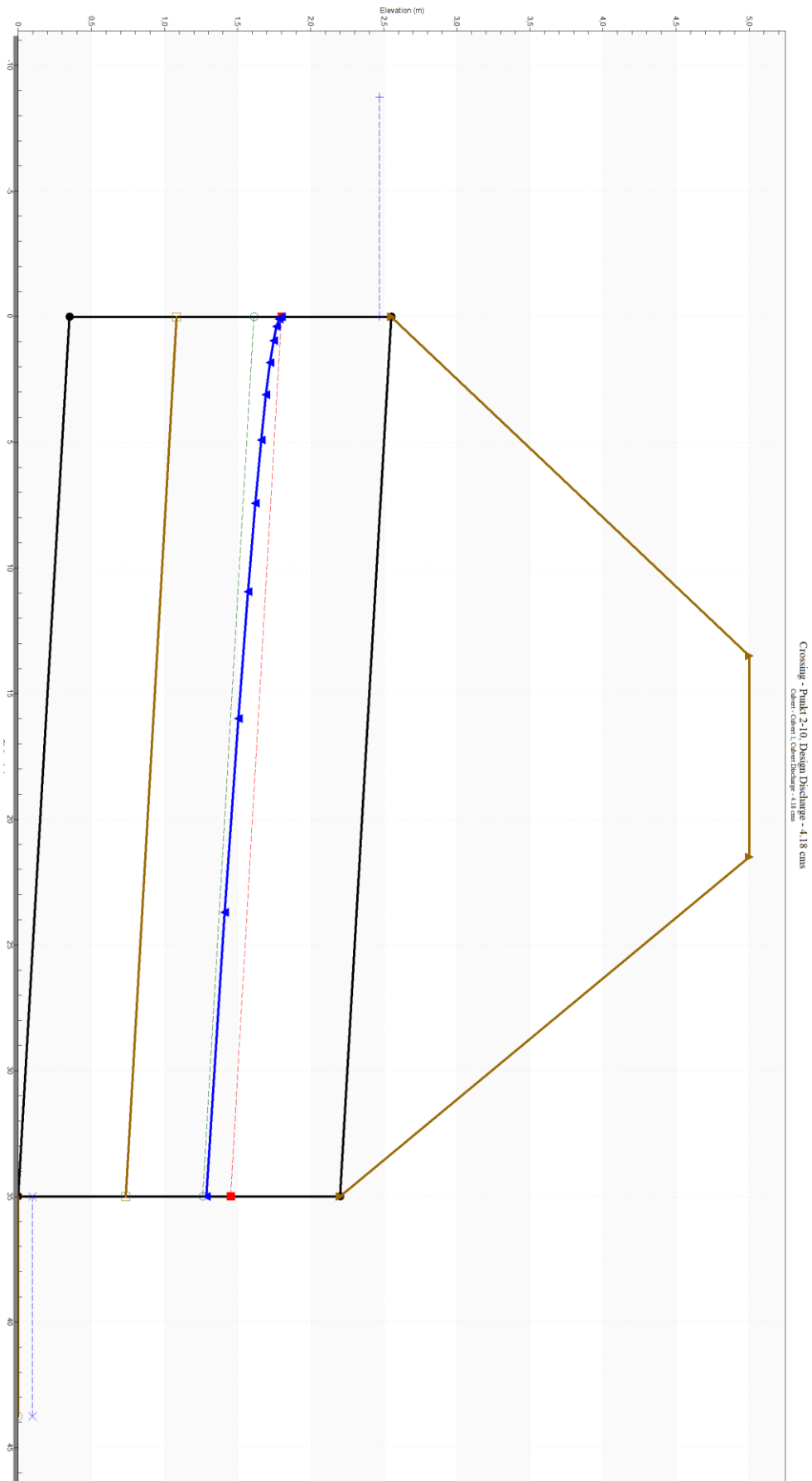
VEDLEGG 15 – HY-8 (PUNKT 2-8)



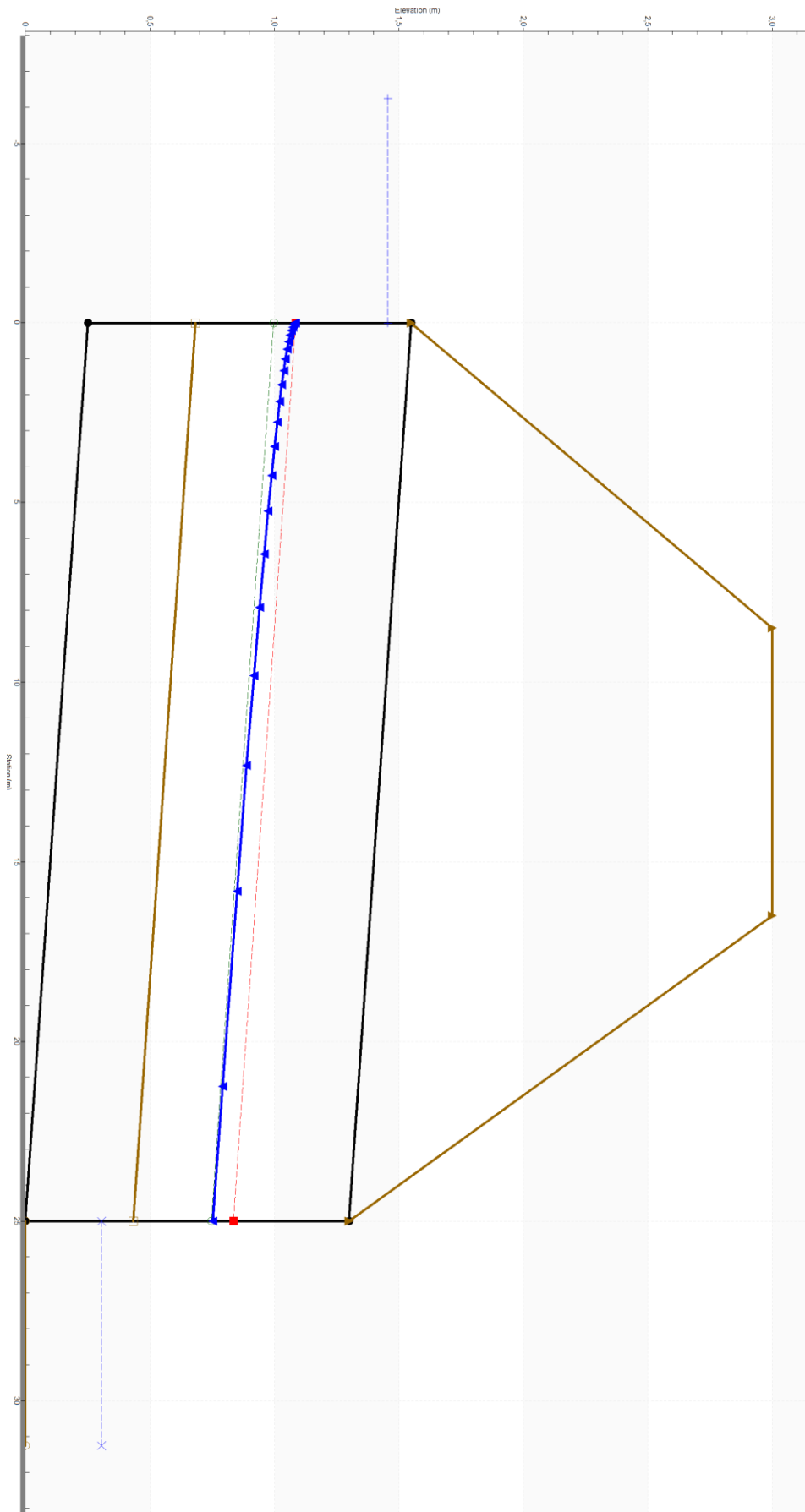
VEDLEGG 16 – HY-8 (PUNKT 2-9)



VEDLEGG 17 – HY-8 (PUNKT 2-10)

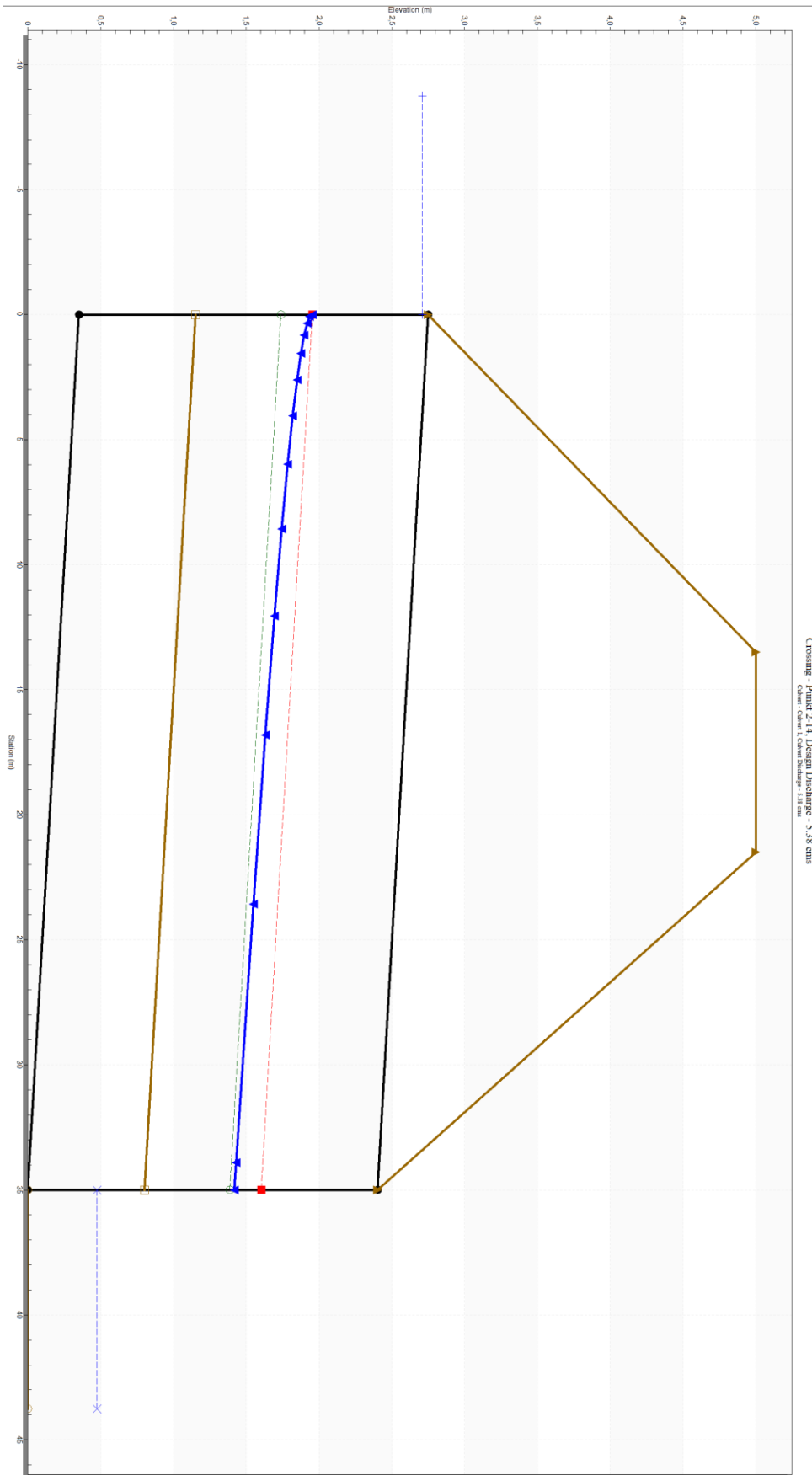


VEDLEGG 18 – HY-8 (PUNKT 2-11)

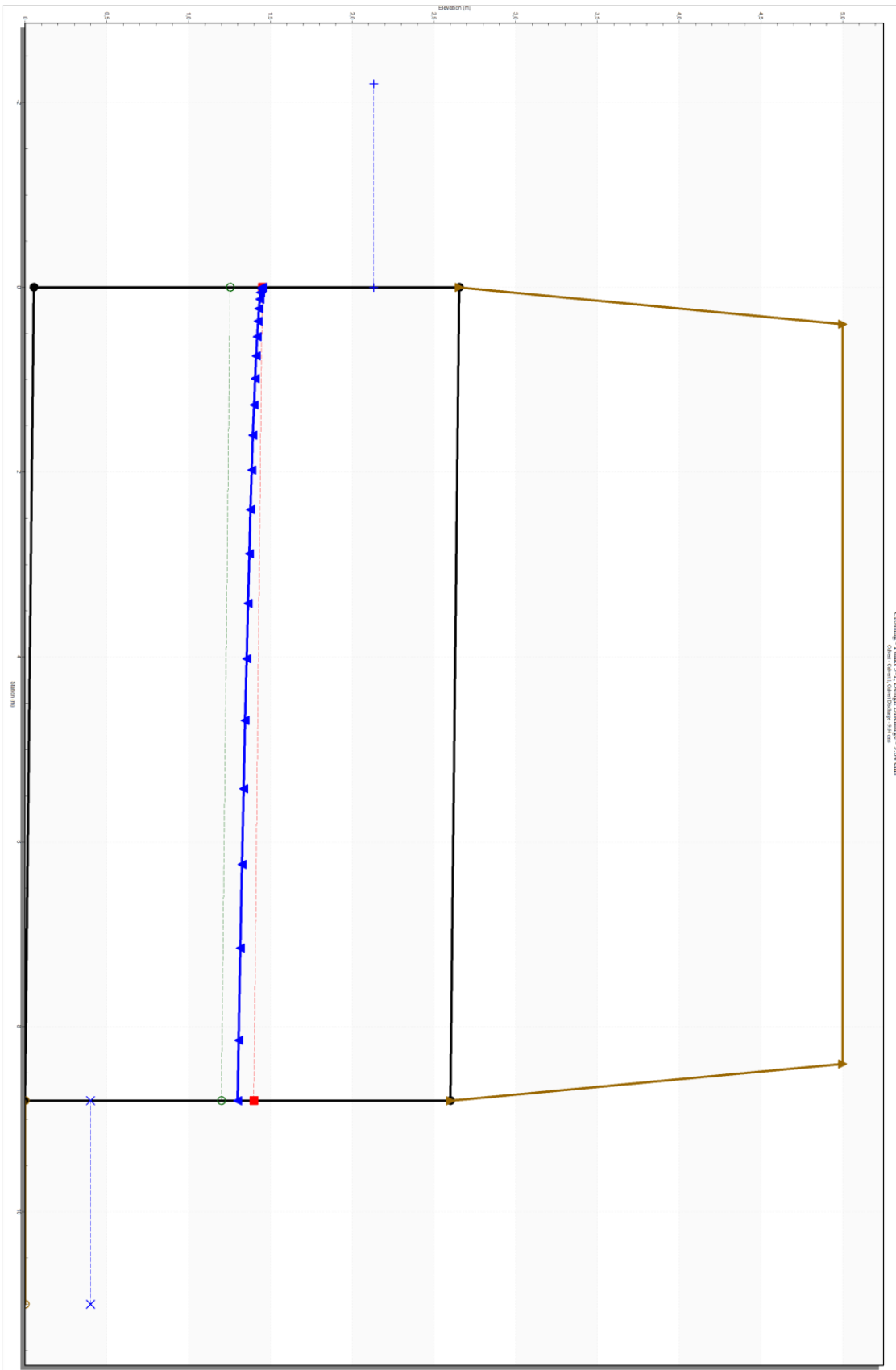


Crossing - Punkt 2-11, Design Discharge - 1.04 cms
Channel - Channel, Channel Discharge - 1.04 cms

VEDLEGG 21 – HY-8 (PUNKT 2-14)



VEDLEGG 23 – HY-8 (PUNKT 3-1)



VEDLEGG 24 – RESULTATER FLOMBEREGNINGER

Pkt.	Nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt (m3/s)	Regional flomfrekvensanalyse (m3/s)	Flomfrekvensanalyse gjennom Hydra II (m3/s)	Rasjonell metode (m3/s)	PQRUT (m3/s)
1--1	211,0	163,1	113,1	396,7	151,8
1--2	35,3	23,1	26,3	114,3	23,6
1--5	14,0	9,1	8,6	40,7	7,7
1--16	31,6	24,2	8,2	60,4	12,2
1--17	16,6	11,6	3,7	32,1	5,4
1--18	44,6	34,2	10,6	79,4	15,2
1--19	16,9	12,5	3,3	35,2	3,9

Pkt.	Nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt (m3/s)	Regional flomfrekvensanalyse (m3/s)	Flomfrekvensanalyse gjennom Hydra II (m3/s)	Rasjonell metode (m3/s)	PQRUT (m3/s)
2--2	8,05	5,26	-	12,53	2,11
2--3	6,73	4,25	-	9,00	1,79
2--4	5,99	3,39	-	6,87	2,19
2--5	12,42	8,12	-	13,12	4,04
2--6	7,18	5,00	-	13,99	2,31
2--7	3,17	1,86	-	4,05	0,73
2--8	1,53	0,75	-	13,00	0,47
2--9	0,41	0,19	-	0,38	0,01
2--10	4,53	2,52	-	4,18	1,56
2--11	1,01	0,52	-	1,04	0,30
2--12	1,58	0,79	-	1,26	0,47
2--13	4,60	2,90	-	6,34	1,92
2--14	2,71	1,59	-	5,38	0,58
2--15	3,52	2,05	-	7,11	0,87
3--1	9,64	5,85	-	8,04	5,35