

Beregnet til
Trøndelag Fylkeskommune

Dokument type
Rapport

Dato
Mai, 2025

Fagrappport

Hydrologisk vurdering av Hevikbekken



Fagrapport

Hydrologisk vurdering av Hevikbekken

Oppdragsnavn **Hydrologisk vurdering, Hevik bru**
Prosjekt nr. **1350062189**
Mottaker **Trøndelag Fylkeskommune**
Dokument type **Fagrapport**
Versjon **03**
Dato **26.06.2025**
Utført av **NGC**
Kontrollert av **PLUB**
Godkjent av **PLUB**

Rambøll
Harbitzalléen 5
Postboks 427 Skøyen
0213 Oslo

T +47 22 51 80 00
<https://no.ramboll.com>

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	2
1.1	Bakgrunn	2
1.2	Beskrivelse av nedbørsfelt	3
1.3	Formål	4
2.	Myndighetskrav	5
2.1	Dimensjonerende gjentakintervall	5
2.2	Klimapåslag, F_k	5
2.3	Usikkerhetsfaktor, F_s	5
3.	Flomberegninger	6
3.1	RFFA-NIFS	6
3.2	Den rasjonelle metode	6
3.3	Regional flomfrekvensanalyse	7
3.4	Valg av flomestimat	8
4.	Havstigning og stormflo	9
5.	Kapasitetsberegninger og dimensjonering	10
5.1	Permanent løsning	10
5.2	Midlertidig løsning	10
6.	Hydrauliske beregninger	11
6.1	Flomsonekart	13
6.2	Vannlinjeberegninger og dimensjonering av bru	14
6.3	Vannhastigheter	16
7.	Erosjonsfare og sikringstiltak	17
8.	Sammendrag og anbefaling	20
9.	Referanser	21

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Rambøll har på oppdrag for Trøndelag fylkeskommune gjort en hydrologisk vurdering av Hevik bru i forbindelse med fornyelse av brua. Det er flere alternativer som skal vurderes, blant annet bytte av topplate og bruk av kulvert, i tillegg til interimsbru under anleggsfasen.

Hevik bru krysser Hevikbekken i Namsos kommune ved vegreferanse FV766 S1D1 m162. Den befinner seg i Lauvsnesvassdraget ved utløpet til Lyngfjorden (Løgnin). Kartoversikt er vist under i Figur 1-1.

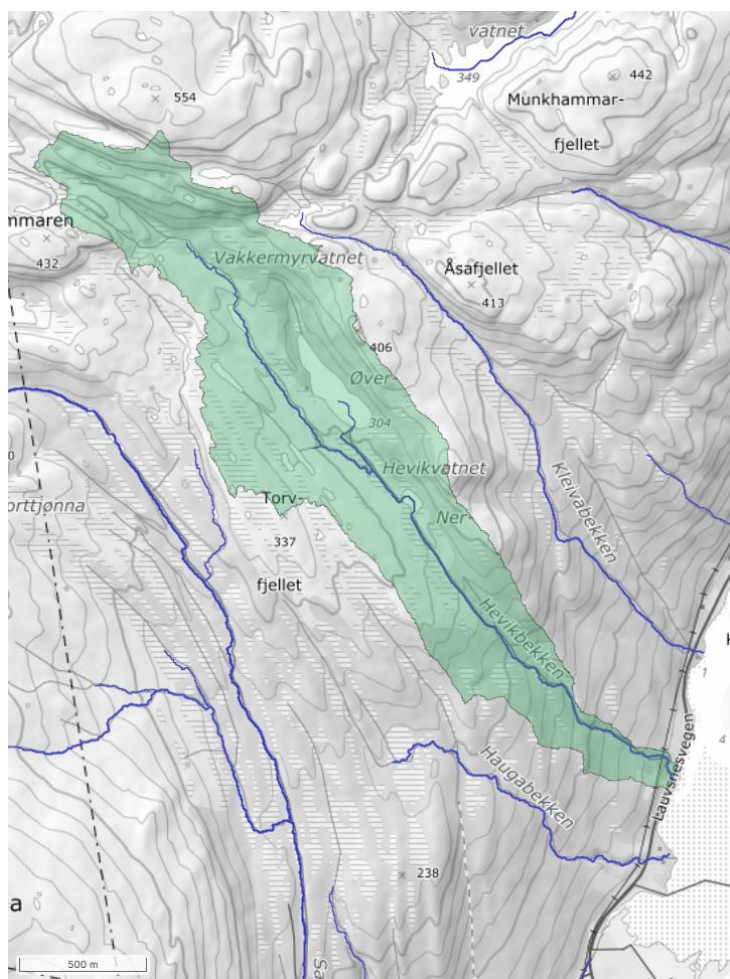


Figur 1-1 Kartoversikt: Hevikbekken og Hevik bru i Namsos kommune. Plassering av bru er angitt med pil.

1.2 Beskrivelse av nedbørsfelt

Nedbørsfeltet til Hevikbekken oppstrøms Hevik bru har blitt analysert i SCALGO Live og Nevina. Feltet er forholdsvis lite med et areal på ca. 1,7 km². Det domineres av naturlig terrengoverflater som skog og myr, og en del snaufjell. Feltlengden er ca. 4,6 km med en gjennomsnittlig helning på 10,2 %.

Nedbørsfeltet er vist under i Figur 1-2 og øvrige feltparametere er oppgitt i Tabell 1-1.



Figur 1-2 Nedbørsfeltet til Hevikbekken ved Hevik Bru.

Tabell 1-1 Feltparametere hentet fra Nevina. *Justerte verdier basert på analyse i SCALGO.

Feltparameter	Verdi	Enhet
Areal	1,7	km ²
Effektiv sjøprosent	0,7	%
Elvelengde	4,6*	km
Elvegradient	108	m/km
Helning	10,8*	%
Dreneringstetthet	3,4	1/km
Feltlengde	4,6	km
Middelavrenning	48,8	l/s*km ²
Høydeforskjell (max – min)	545	m

1.3 Formål

Formålet med den hydrologiske vurderingen har vært å beregne vannlinjer og vannhastigheter ved dimensjonerende flom for å danne grunnlaget til at fremtidig utbygging av området kan gjøres flomsikkert iht. gjeldende myndighetskrav, herunder Statens vegvesens håndbok *N400 Bruprosjektering* (SVV, 2024). Følgende har blitt beregnet:

- Høyde av vannlinje for middelflom og 200- års flomnivå for permanent løsning.
- Høyde av vannlinje for 5- og 10-årsflom for utbyggingsfasen.
- Mulighet for å benytte kulvert med innvendig diameter 2,4 m, eventuelt to parallelle rør, som alternativ til bru.
- Behov for erosjonssikring, inkludert anbefaling av nødvendige steinstørrelser og skisse av omfang og tykkelse av erosjonssikringen.

Vurderingen har basert seg på flomberegninger og hydrauliske beregninger som redegjøres for i følgende kapitler.

2. Myndighetskrav

Statens vegvesen stiller konstruksjonskrav til bruer i vegnormal *N400 Bruprosjektering* (SVV, 2025). Blant generelle konstruksjonskrav inngår blant annet at konstruksjoner skal lokaliseres slik at flom ikke får urimelig store konsekvenser.

Ny bruløsning skal tilfredsstillende følgende to krav i N400 (SVV, 2024):

- For vassdrag skal det være klaring $\geq 0,5$ meter til overbygningen ved dimensjonerende vannføring med returperiode på 200 år. (Krav 3.6.2—1).
- Fri avstand fra terreng til underkant bru skal være $\geq 2,0$ meter. (Krav 3.6.2—4).

Krav til beregning av dimensjonerende vannføring, $Q_{dim,T}$, er gitt i vegnormal *N200 Vegbygging*. Flomberegninger utføres ved bruk av flere metoder som er tilpasset nedbørfeltets størrelse og feltegenskaper. På den beregnede vannføringen (Q_T) skal legges på en klimafaktor (F_k) og usikkerhetsfaktor (F_u), som resulterer i:

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

2.1 Dimensjonerende gjentakintervall

Dimensjonerende vannføring skal bestemmes i henhold til vegnormal *N200 Vegbygging*. Sikkerhetsklasse V3 skal forutsettes. For vassdrag skal det være klaring $\geq 0,5$ meter til overbygningen ved dimensjonerende vannføring med returperiode på **T = 200 år**.

For midlertidig løsning skal det dimensjoneres for vannføring med returperiode **T = 10 år**.

Dimensjoneringskrav til kulverter er beskrevet i vegnormal *N200 Vegbygging*. Dimensjonering tar utgangspunkt i sikkerhetsklassene for veg med tanke på flom, som bestemmes ut fra kombinasjonene av vegkategori (ÅDT, og atkomst til byggverk av stor samfunnsmessig betydning) og omkjøringsmuligheter.

Vegen har da ÅDT > 500 og ingen omkjøringsmuligheter. Dermed skal en kulvertløsning dimensjoneres for 200-års flom. For kulvert er det i tillegg krav om å at beregninger tar høyde for 1/3 gjentetting.

2.2 Klimapåslag, F_k

Fremtidige klimaendringer skal tas høyde for ved bruk av klimapåslag, F_k . Tabell 2.3.3.1-1 i N200 (SVV, 2024) angir klimafaktor som skal brukes i ulike fylker for små og store nedbørfelt. For nedbørfelt som er mindre enn 10 km², skal klimapåslag settes til **$F_k = 1,4$** .

2.3 Usikkerhetsfaktor, F_s

Det skal brukes en usikkerhetsfaktor, F_s , for å ta høyde for usikkerheter i beregninger og det hydrologiske grunnlaget. Størrelsen av usikkerhetsfaktoren bestemmes ut ifra kombinasjonen av sikkerhetsklassen og kvaliteten på det hydrologiske grunnlaget. Sikkerhetsklasse V3 skal forutsettes for bruer. Hydrologisk datagrunnlag vurderes å ligge i klasse 4/5 *Begrenset hydrologisk datagrunnlag*. Dermed blir **$F_s = 1,4$** , iht. Tabell 2.4.1.1-2.

3. Flomberegninger

Det er gjort flomberegninger iht. vegnormal *N200 Vegbygging*, samt metoder som beskrevet og anbefalt i NVEs *Rapport 1/2022 Veileder for flomberegninger* (NVE, 2022). Metodene er valgt ut med grunnlag i nedbørfeltets størrelse. Flomverdier er beregnet med følgende metoder: Den rasjonelle metode, RFFA-NIFS og regional flomfrekvensanalyse med data fra nærliggende målestasjoner.

For detaljer vises det til *Vedlegg 1 Flomberegninger og stormflo*.

3.1 RFFA-NIFS

Tabell 3-1 RFFA-NIFS: Kulminasjonsverdier for Hevikbekken ved Hevik Bru.

	Usikkerhet (2,5%)	Median flomverdi	Usikkerhet (97,5%)
Q_M (m³/s)	0,8	1,7	3,0
Q₅ (m³/s)	1,2	2,1	3,8
Q₁₀ (m³/s)	1,3	2,5	4,3
Q₂₀₀ (m³/s)	2,2	4,5	8,0

3.2 Den rasjonelle metode

Den rasjonelle metode gir et forenklet overslag på kulminasjonsflomvannføring, basert på direkte sammenheng mellom nedbør og avrenning, og en avrenningsfaktor som beskriver feltets evne til å fordrøye og forsinke nedbør basert på arealtyper. Den rasjonelle formel er gitt under:

$$Q = C \cdot i \cdot A \cdot K_f$$

Der:

Q = Vannføring (l/s)

C = Avrenningskoeffisient (-)

i = Nedbørintensitet (l/s*ha)

A = Areal av nedbørsfelt (ha)

K_f = Klimafaktor (-)

Konsentrasjonstiden er beregnet med formel:

$$t_c = K \cdot L \cdot H^{-0,5} + 3000 \cdot A_{se}$$

Verdi for nedbørintensitet er hentet fra IVF-kurve gitt av Trondheim Kommune sin VA-norm. Det er valgt nedbørintensitet for 200-års returperiode og varighet lik beregnet konsentrasjonstid.

Avrenningskoeffisient, C , er beregnet som arealvektet gjennomsnittet for de ulike arealtypene i nedslagsfeltet og respektive avrenningskoeffisienter.

For Hevikbekken er konsentrasjonstid beregnet til å være $t_c = 80$ min. og avrenningsfaktor er beregnet til å være $C = 0,36$. Ved å interpolere Q beregnet med IVF-verdier for varighet 90 og 60 min., blir dimensjonerende vannføring:

$$Q_{\text{Dim},200} = 4,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

Inkludert klimafaktor:

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

3.3 Regional flomfrekvensanalyse

Flomfrekvensanalyser er statistiske analyser som utføres på observerte flomdata for å bestemme flomverdier for ulike gjentaksintervaller. Flomanalysen er gjennomført på NVE sin database HYDRA II med måleserier fra en rekke målestasjoner som har blitt valgt ut ifra nærhet til vassdraget og sammenlignbare feltparametere.

Følgende målestasjoner ble valgt ut i seriekart.nve.no ved bruk av filterfunksjon på areal < 60 km² og effektiv sjøprosent < 5 %: Engstad (126.2.0.1), Hokfossen (123.28.0), Svarttjørbekken (123.29.0) og Bøstad (124.15.0). Alle nabostasjonene befinner seg forholdsvis langt unna Hevikbekken, mellom 40 og 80 km, som vist på kartoversikt Figur 3-1.



Figur 3-1 Plassering av målestasjoner. Hentet fra nve.seriekart.no.

Resultater fra flomanalysen er gitt under i Tabell 3-2.

Tabell 3-2 Flomfrekvensanalyse av målestasjoner.

	Engstad (126.2.0.1)	Bøstad (124.15.0)	Hokfossen (123.28.0)	Svarttjørbekken (123.29.0)
Statistisk fordeling	Gumbel	Gumbel	Gumbel	Gumbel
Arealskaleringsfaktor	0,08	0,04	0,2	0,5
Q₂₀₀ (m³/s) – målestasjon	33,4	85,8	12,0	4,8
Q₂₀₀ (m³/s) – arealskalert Hevikbekken	2,8	3,0	2,5	2,4

3.4 Valg av flomestimat

En sammenligning av flomberegninger med ulike metoder er gitt under som spesifikke flomverdier. Målestasjonene gir generelt lavere verdier, mens den rasjonelle metode gir høyere verdier mellom medianen og øvre intervall beregnet med RFFA-NIFS.

Tabell 3-3 Spesifikk flomvannføring – sammenligning av alle metoder.

	RFFA-NIFS	Den rasjonelle metode	Engstad (126.2.0.1)	Bøstad (124.15.0)	Hokfossen (123.28.0)	Svarttjørbekken (123.29.0)
Q₂₀₀ (l/s*km²)	2649,5	2649,5	1660,2	1772,6	1493,8	1387,7

Det er få observasjoner i av høyeste observert flom nærheten av feltet, men nærmeste punkt er ved Steinkjer, som ligger på 2002-4000 l/s*km².

Ved valg av flomestimat er det gjort følgende vurderinger:

- Målestasjoner vurderes å være mindre representative pga. forholdsvis store avstander og forskjeller i feltareal. Mindre felt har høyere spesifikk avrenning.
- Feltet er lite og relativt bratt, i tillegg til å ha en betydelig andel snaufjell og myr, som bidrar til raskere avrenning. Dette trekker mot en høyere spesifikk avrenning.

Det er valgt å basere flomestimat på den rasjonelle metode og medianverdi til RFFA-NIFS, som er samsvarende, og dermed settes $Q_{200} = 2649,5 \text{ l/s*km}^2 = 4,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Videre vurderes det hydrologiske grunnlaget å være begrenset, klasse 4/5, og usikkerheter tas høyde for ved sikkerhetsfaktor $k_s = 1,4$.

Inkludert klima- og usikkerhetsfaktor blir dimensjonerende flomverdi:

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

Flomverdier ved øvrige gjentakintervaller er beregnet ved å skalere med flomindekser fra RFFA-NIFS:

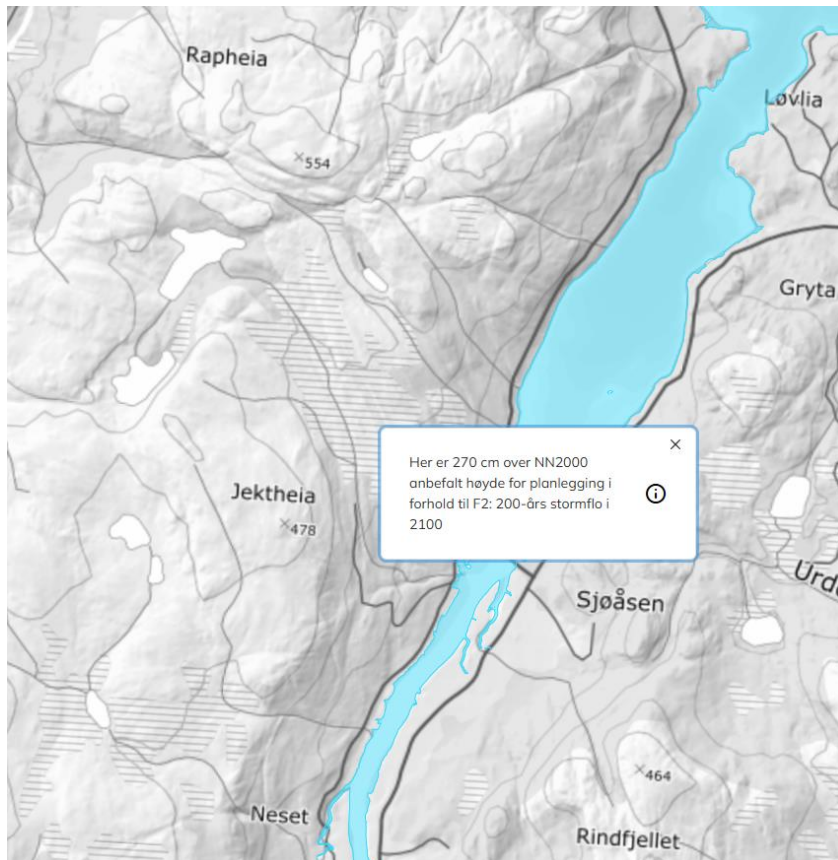
$$Q_M = 3,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_5 = 4,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{10} = 4,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

4. Havstigning og stormflo

Hevik bru ligger ved fjorden og er utsatt for havstigning og stormflo. Havstigningskart fra kartverket viser at anbefalt høyde for planlegging av fremtidig 200-års stormflo er en høyde på **2,70 moh.** (NN2000). Årlig høyvann er 163 cm og høyeste astronomiske tidevann (HAT) er 1,39 moh. (NN2000). Verdier er hentet fra Kartverkets rapport som er gitt *Vedlegg 1 Flomberegninger og stormflo*.



Figur 4-1 Fremtidig 200-års stormflo. Hentet fra Kartverket sin nettside sehavnvå.no.

5. Kapasitetsberegninger og dimensjonering

Det er gjort innledende beregninger for dimensjonering av kulvert ved bruk av nomogram for kulvert med innløpskontroll og programvaren HY8. Sistnevnte tar også høyde for 1/3 gjentetting iht. anbefalinger i SVV N200.

Dimensjonering av bru er basert på beregnet flomvannstand og krav om fribord. Hydrauliske beregninger er gjort i 2D-modell og beskrevet i kapittel 6.

For detaljer vises det til *Vedlegg 2 Kapasitetsberegninger*.

5.1 Permanent løsning

Kapasitetsberegninger for permanent løsning er utført med dimensjonerende vannføring, $Q_{200} = 8,8 \text{ m}^3/\text{s}$, og innvendig diameter 2400 mm.

Begge metoder viser at kulverten vil ha kapasitet, men beregninger i HY8 viser at ved gjentetting vil vegen oversvømmes. Vegen bør derfor heves med 0,5 m for å hindre oversvømmelse og møte krav om overhøyde, ved etablering av kulvert.

Kulverten er også modellert i HEC-RAS og det er kjørt hydrauliske beregninger med og uten gjentetting. Resultater viser også at vegen oversvømmes ved gjentetting.

Alternativt kan det legges to rør med innvendig diameter 2200 mm. Beregninger viser at det vil være tilstrekkelig kapasitet ved 1/3 gjentetting.

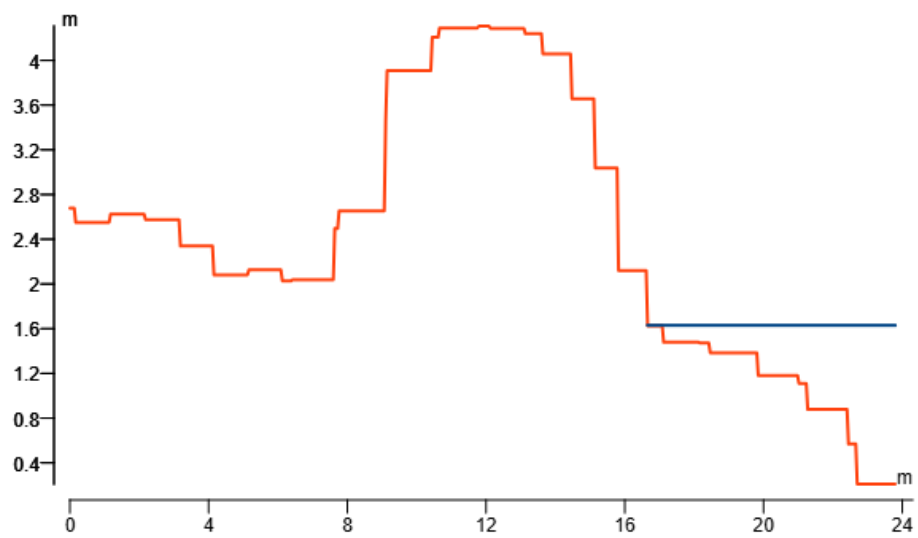
Lokale, topografisk forhold preges av berg og store steiner. Med grunnlag i dette vurderes massetransport, og dermed gjentetting, å være mindre sannsynlig i Hevikbekken. Ved valg av rør som permanent løsning, bør midlertid behov for miljøtilpasning undersøkes.

5.2 Midlertidig løsning

Kapasitetsberegninger for midlertidig løsning er utført med dimensjonerende vannføring, $Q_5 = 4,8 \text{ m}^3/\text{s}$ i kombinasjon med HAT, og 1-års stormflo. Det er gjort beregninger med nomogram, HY8 og HEC-Ras.

Basert på beregninger anbefales det å legge kulvert med dimensjon $D = 1600 \text{ mm}$.

Interimsbrua skal plasseres på nedstrøms side av eksisterende veg, altså nærmere fjorden. For at kulverten ikke skal bli toppet av 1-års stormflo, settes nedre grense for topp indre kulvert til 1,63 moh.



Figur 5-1 Lengdeprofil langs bekken. Blå strek viser havvannstand ved 1-års stormflo (1,63 moh.).



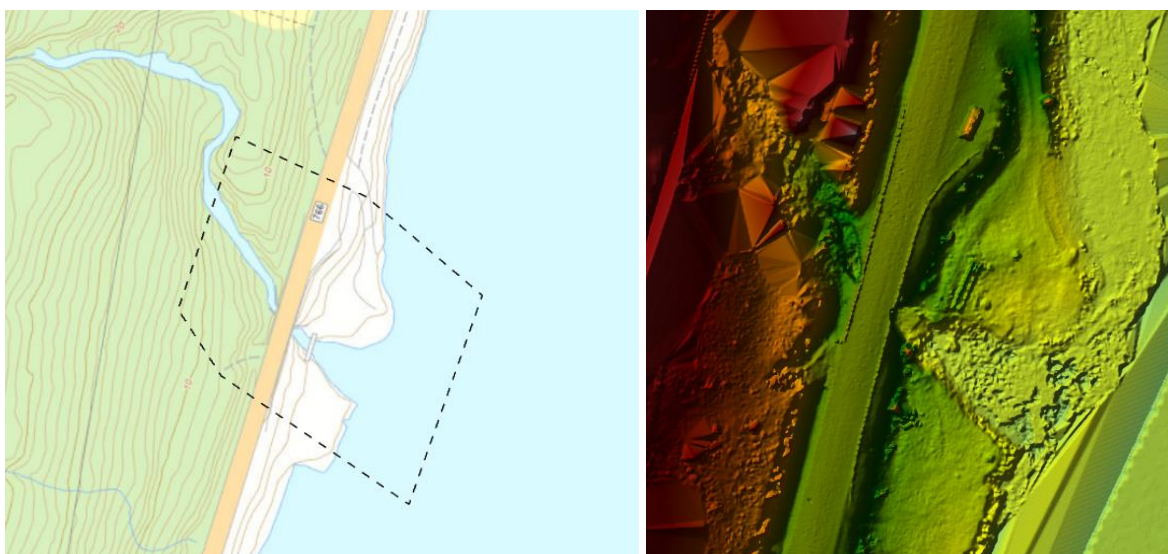
Figur 5-2 Utbredelse av 1-års stormflo på 1,63 moh.

6. Hydrauliske beregninger

Det er utviklet en 2D-modell av Hevikbekken i programvaren HEC-RAS 6.5. Modellen er benyttet til å utføre hydrauliske beregninger av vannlinjer og vannhastigheter.

Terrengmodell er laget med grunnlag i høydedata som er tilsendt av Trøndelag Fylkeskommune. Høydereferanse er NN2000.

Beregningsnettet er definert i et område som strekker seg ca. 350 m. oppstrøms for brua og ca. 50 m. nedstrøms for brua til Løgninfjorden.



Figur 6-1 Analyseområde og terrengmodell til hydraulisk 2D-modell.

Ruhetsverdier er uttrykt ved Manningstall, n , og definert for ulike arealtyper basert på arealtypekart lastet ned fra SCALGO Live. Øvrig inndata er gitt i Tabell 6-1.

Tabell 6-1 Inngangsparametere til hydraulisk modell.

Parameter	Verdi
Oppløsning beregningsnett	1x1 meter i elv. 2x2 meter omkringliggende område.
Ligningssett	SWE-ELM
Tidsskritt	0,2 sek.
Øvre grensebetingelse:	
Vannføring Q_{200}	8,8 m ³ /s
Vannføring Q_{10}	4,8 m ³ /s
Vannføring Q_5	4,3 m ³ /s
Vannføring Q_M	3,3 m ³ /s
Nedre grensebetingelse (havvannstand):	
200-års stormflo	270 cm
Årlig stormflo	163 cm
Høyeste astronomiske tidevann	139 cm
Mannings n , elv	0,035

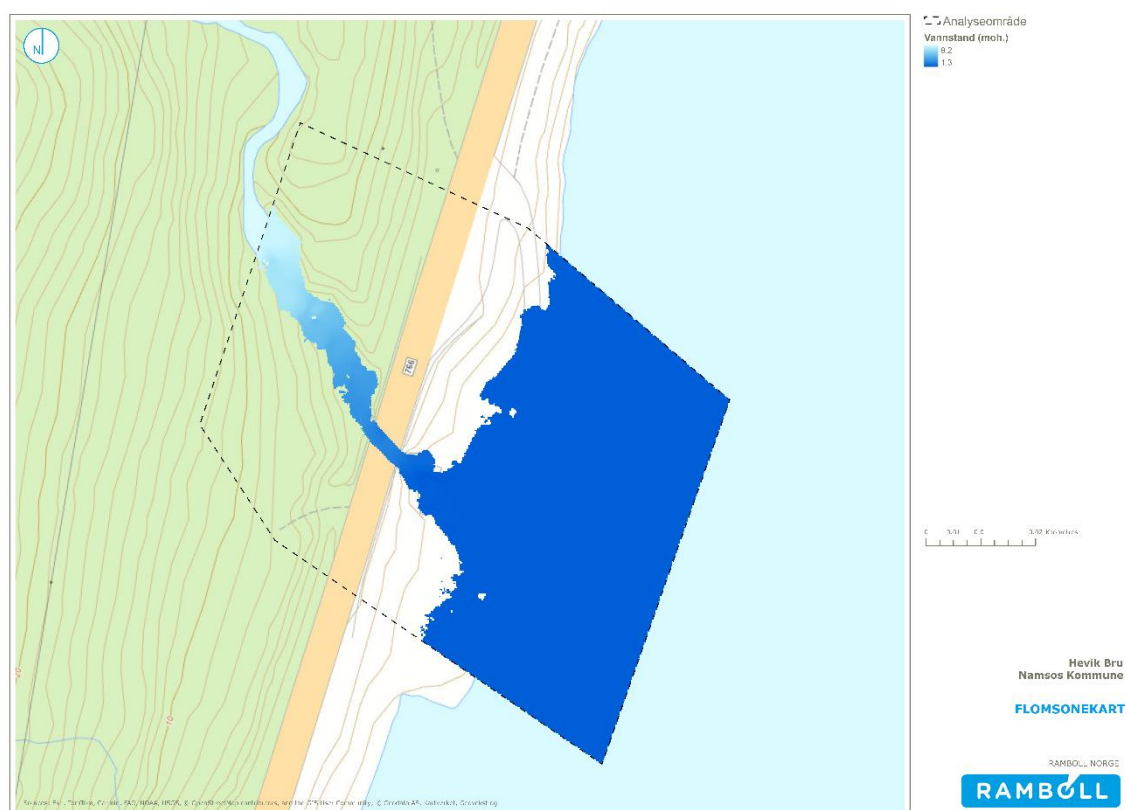
Mannings n, grunn vegetasjon	0,050
Mannings n, tett vegetasjon	0,200
Mannings n, asfalterte flater	0,014

Det er kjørt simuleringer for følgende kombinasjoner med vannføring og havvannstand:

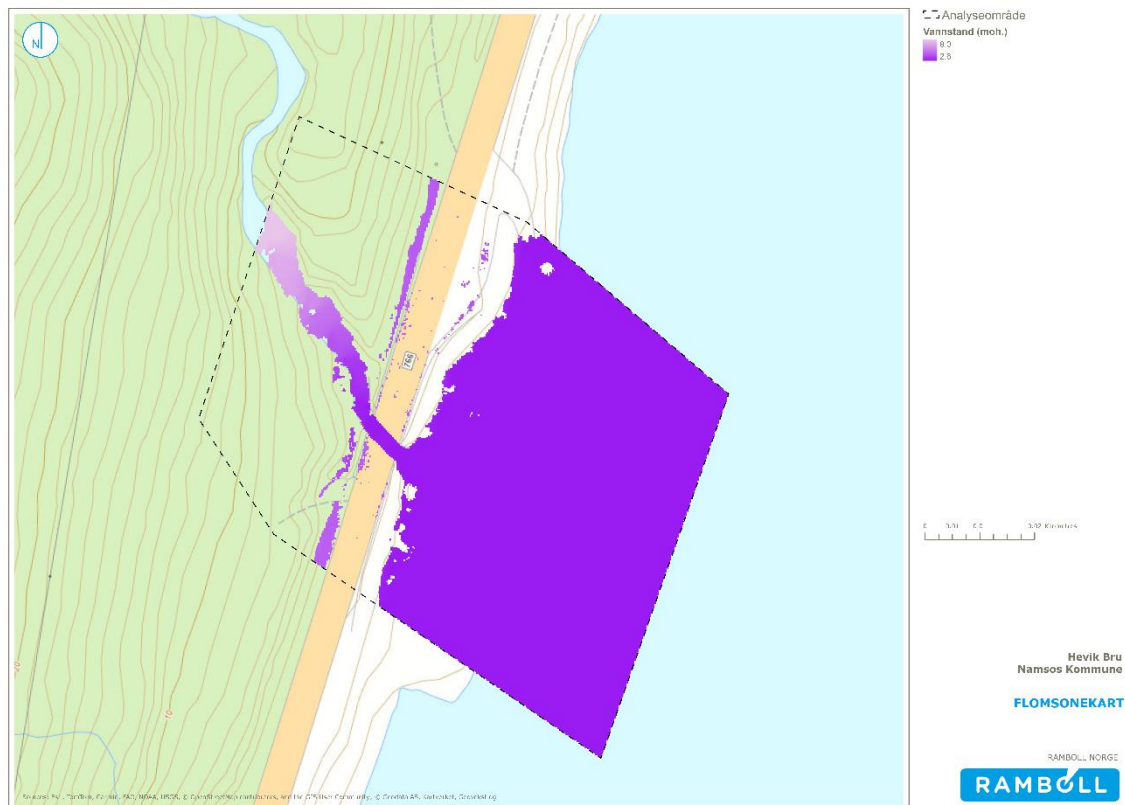
- 200-års flom i bekken og årlig høyvann (1-års stormflo)
- 200-års stormflo og middelflom i bekken
- 10-års flom i bekken og høyeste astronomiske tidevann (HAT)
- 5-års flom i bekken og høyeste astronomiske tidevann (HAT)

Resultater viser at det er 200-års stormflo som gir høyest vannstand ved brua og dermed blir dimensjonerende for fremtidig situasjon. Dette scenarioet er også simulert med modellert kulvert. Resultater presenteres i det følgende.

6.1 Flomsonekart



Figur 6-2 Flomsonekart ved 200-års stormflo og middelflom.



Figur 6-3 Flomsonekart ved 200-års flom og årlig stormflo.

6.2 Vannlinjeberegninger og dimensjonering av bru

Maksimal beregnet vannstand langs tre tverrprofiler er hentet ut og oppgitt i Tabell 6-2. Tverrprofilene er tegnet opp rett oppstrøms bru, senterlinje bru og rett nedstrøms bru.

Tabell 6-2 Maksimal vannstand langs tverrprofiler ved ulike scenarioer. Vannstand er oppgitt som moh.

Vannstand (moh.)	Q5	Q10	Q200	200-års stormflo
Oppstrøms bru (moh.)	2,6	2,7	3,0	2,8
Senterlinje bru (moh.)	2,4	2,5	3,0	2,8
Nedstrøms bru (moh.)	2,1	2,2	2,5	2,8

Det er 200-års flom i bekken som er dimensjonerende og gir høyest vannstand på oppstrøms side av brua, mens stormfloen gir høyest vannstand på nedstrøms side. Vannstand langs bekken ved brua er vist under i Figur 6-4.



Figur 6-5 Lengdeprofil: Beregnet vannstand i bekken under Hevik bru. 200-års flom er vist i mørk blå linje og 200-års stormflo er vist i lys blå linje. Bru er skissert basert på oversendte arbeidstegninger (Vedlegg 3).

Dimensjonering av ny bru er basert på tilpasning av bunnbredde i naturlig bekk og krav om klaring $\geq 0,5$ meter til overbygningen over 200-års flomvannstand. Dermed anbefales brua å ha et tverrsnitt med **åpningsbredde på 2,8 m og åpningshøyde på 2,5 m** (opp til 3 moh.) som sikrer krav til 0,5 m fribord over 200-års flomvannstand. Dette kan også gjennomføres ved platebytte på eksisterende bru.

For dimensjonering av interimsbru er det gjort beregninger av 5- og 10-års flom.



Figur 6-6 Beregnet vannstand i bekken under Hevik bru. 5-års flom er vist med lys blå linje og 10-års flom er vist med mørk blå linje.

6.3 Vannhastigheter

De høyeste hastighetene inntreffer ved 200-års flom og kommer stedvis opp mot 5 m/s, under og nedstrøms brua. Hastighetsfordeling er vist under i Figur 6-7.



Figur 6-7 Hastighetsfordeling ved 200-års flom.

7. Erosjonsfare og sikringstiltak

Det er gjort en vurdering av erosjonsfare og behov for sikringstiltak basert på hydrauliske beregninger og eksisterende forhold dokumentert av bilder tatt under befarung.

Høye hastigheter og bratt helning medfører erosjonsfare i Hevikbekken. For å redusere hastigheter og erosjon anbefales det å etablere sikringstiltak av rauset stein med dimensjonerende steinstørrelse. Dimensjonerende steinstørrelse, D_{50} , er beregnet med Robinsons formel.

$$D_{50} = 0,5 * S_0^{0,31} * q^{0,53}$$

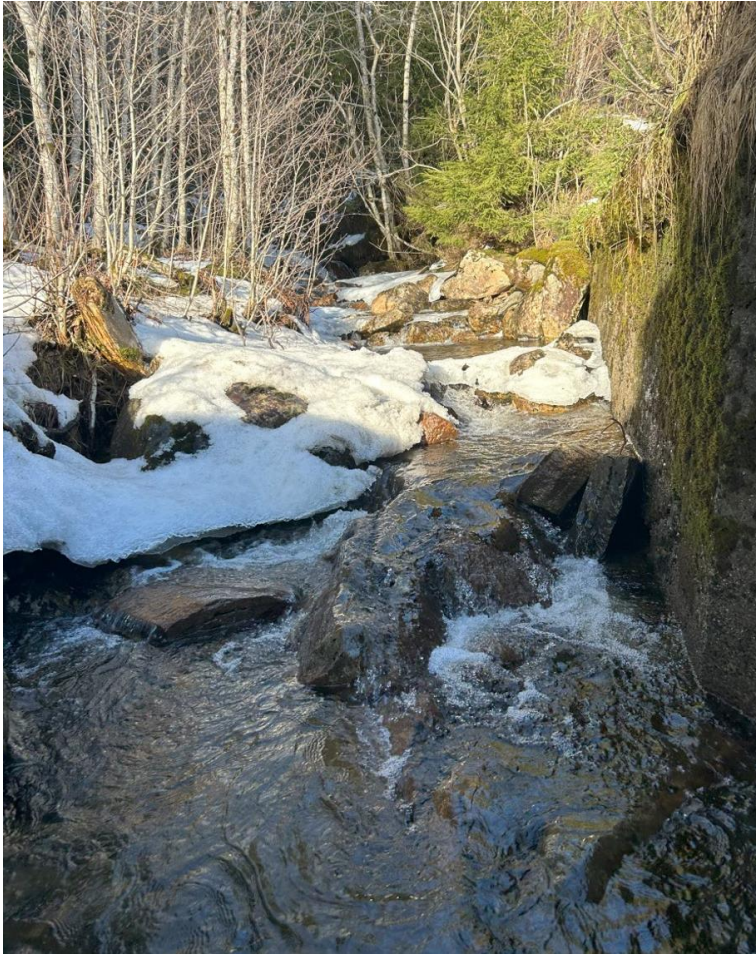
Basert på beregninger anbefales **$D_{50} = 500 \text{ mm}$** og **$t = 1000 \text{ mm}$** .

Bekken bør sikres ca. 10 meter opp- og nedstrøms brua, og legges 0,5 m over beregnet 200-års flomvannstand på kote **3,5 moh**. Omfang er vist i Figur 7-1.

Det bemerkes at behovet for sikring sees i sammenheng med eksisterende forhold og at tiltaket kan tilpasses på stedet. Bildedokumentasjon fra befarung viser store steiner og berg i dagen langs bekken, som vist under i Figur 7-2 og Figur 7-3. Anbefalt sikringstiltak bør derfor legges der omfanget ikke dekkes av stor stein i dag.



Figur 7-1 Forenklet skisse av nødvendig omfang på erosjonssikring.



Figur 7-2 Hevikbekken oppstrøms brua. Bildet er delt av Trøndelag Fylkeskommune, tatt under befarig 27.02.2025.



Figur 7-3 Hevikbekken nedstrøms brua. Bildet er delt av Trøndelag Fylkeskommune, tatt under befarig 27.02.2025.

8. Sammendrag og anbefaling

I forbindelse med fornyelse av Hevik Bru er det gjennomført en flomutredning av Hevikbekken for å bestemme dimensjonerende flomvannstand. Utredningen har bestått av flomberegninger for å bestemme dimensjonerende flomverdi, 200-års flom inklusiv klimafaktor, og hydrauliske beregninger av vannlinjer og vannhastigheter. Flom fra 200-års stormflo i Lyngefjorden er også medtatt i vurderingen. I tillegg er det gjort beregninger av 5- og 10-års flom for anleggsperioden.

Dimensjonerende flomverdi for bekken er beregnet til å være **$Q_{Dim,200} = 8,8 \text{ m}^3/\text{s}$** og 200-års stormflo har høyde på **270 cm** over NN2000. Det er gjort beregninger av vannlinjer ved begge tilfeller og dimensjonerende vannlinje inntreffer ved stormflo. Dimensjonerende flomvannstand langs senterlinje bru er beregnet til å være på kote **3,0 moh.**

Som alternativ til bru er det også gjort kapasitetsberegninger av kulvert med innvendig diameter 2400 mm. Resultater viser tilstrekkelig kapasitet for å håndtere dimensjonerende flom, *med forbehold om at det ikke er gjentetting eller 0,5 m heving av vegen*. Iht. SVV N200 skal 1/3 gjentetting tas høyde for i beregninger. To rør med innvendig diameter 2200 mm vil midlertid ha kapasitet også ved 1/3 gjentetting. Lokale, topografisk forhold preges av berg og store steiner. Med grunnlag i dette vurderes massetransport, og dermed gjentetting, å være mindre sannsynlig i Hevikbekken. Ved valg av rør som permanent løsning, bør midlertid behov for miljøtilpasning undersøkes.

Rambøll sin anbefaling er å legge bru mtp. hydrauliske forhold. Tverrsnittet på bru bør ha **åpningsbredde på 2,8 m** som er tilpasset naturlig bunnbredde til Hevikbekken og lysåpning med en **åpningshøyde på 2,5 m** som sikrer krav til 0,5 m fribord over 200-års flomvannstand (3 moh.). Dette kan gjennomføres ved platebytte på eksisterende bru.

For midlertidig løsning under anleggsperioden kan det legges en kulvert med 1600 mm i diameter for å håndtere flomvannføring ved 5- og 10-års flom. Ved plassering av kulvert settes nedre grense for topp indre kulvert til 1,63 moh., som er vannivå ved 1-års stormflo.

Erosjonsfare er vurdert på bakgrunn av beregninger av vannhastigheter. Bekken bør sikres ca. 10 meter opp- og nedstrøms brua, og legges 0,5 m over beregnet 200-års flomvannstand på kote **3,5 moh.** Det anbefales å etablere sikringstiltak av rauset stein med dimensjonerende steinstørrelse **$D_{50} = 500 \text{ mm}$** . Det bemerkes at behovet for sikring kan tilpasses eksisterende forhold som allerede består av store stein og berg i dagen langs bekken.

9. Referanser

NVE. (2022). *Veileder for flomberegninger (1/2022)*.

SVV. (2024). *N200 Vegbygging*.

SVV. (2025). *N400 Bruprosjektering*.

Vedlegg 1 Flomberegninger og stormflo

Nevina flomindeksrapport

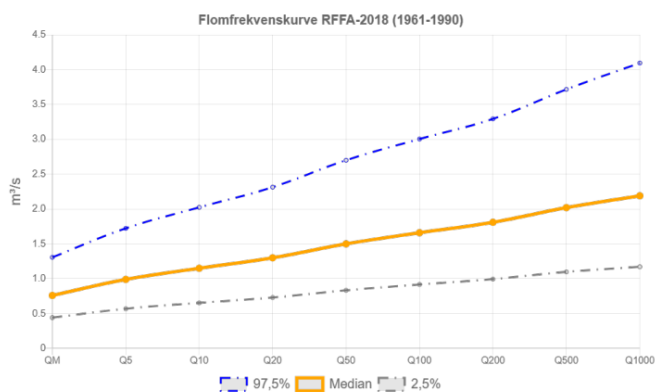
Regional flomberegning 1961 - 1990

Vassdragsnr.: 138.4
Kommune.: Namsos
Fylke.: Trøndelag
Vassdrag.: KYSTFELT
Nedbørfeltareal: 1.70 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Formelverket er basert på data fra avrenningskart 1961-1990. Vi anbefaler derfor ikke å bruke data fra avrenningskart 1991-2020 ved beregning av flomverdier. Nytt formelverk basert på 1991-2020-dataene er under utarbeidning.

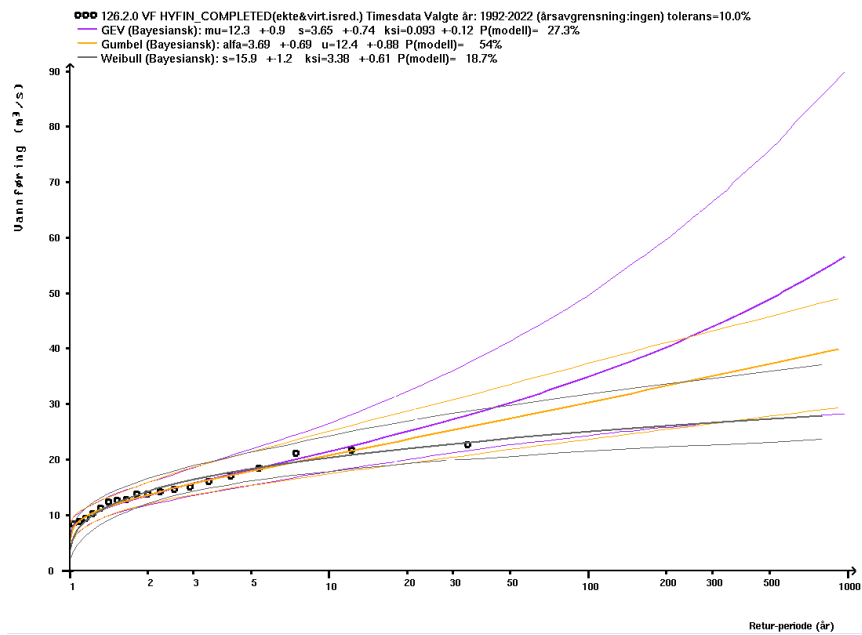


RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	447	l/s*km ²
Klimapåslag	0	%
Kulminasjonsfaktor	1.9	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	1000	l/s*km ²
Klimapåslag	40	%
Annet		
Tilsløpflom	Nei	-

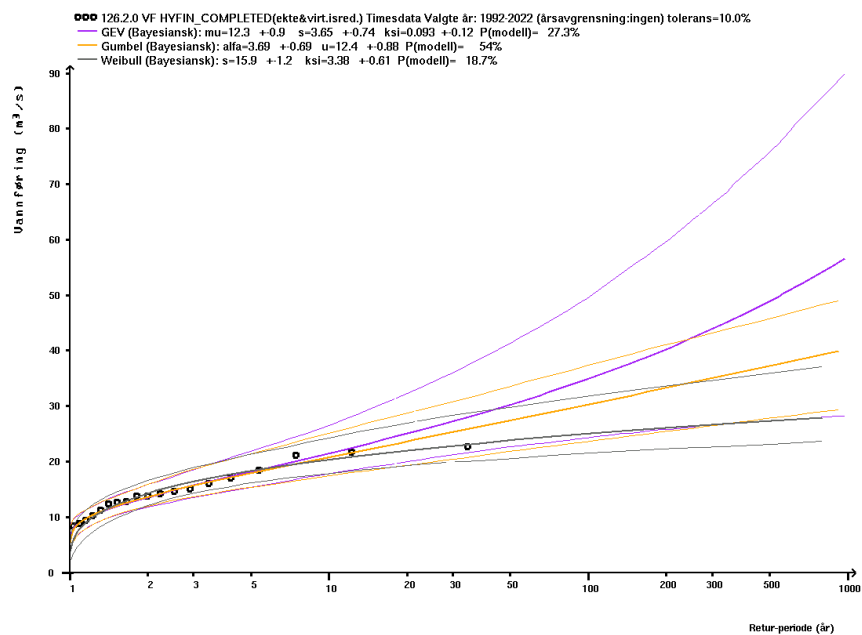
RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q ₂₀₀₀ -klima
Flomfrekvensfaktor (Q _T / Q _M)	1	1.30	1.51	1.71	1.97	2.18	2.38	2.66	2.88	-
Flomverdier, m³/s	0.8	1.0	1.1	1.3	1.5	1.7	1.8	2.0	2.2	1.8
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	1.3	1.7	2.0	2.3	2.7	3.0	3.3	3.7	4.1	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	0.4	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	-
NIFS (kulminasjon)										
Flomfrekvensfaktor (Q _T / Q _M)	1	1.23	1.44	1.67	2.01	2.31	2.65	3.18	3.64	-
Flomverdier, m³/s	1.7	2.1	2.5	2.8	3.4	3.9	4.5	5.4	6.2	6.3
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	3.0	3.8	4.5	5.4	6.7	7.9	9	10.8	12.4	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	1.0	1.2	1.3	1.5	1.8	2.0	2.3	2.7	3.1	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

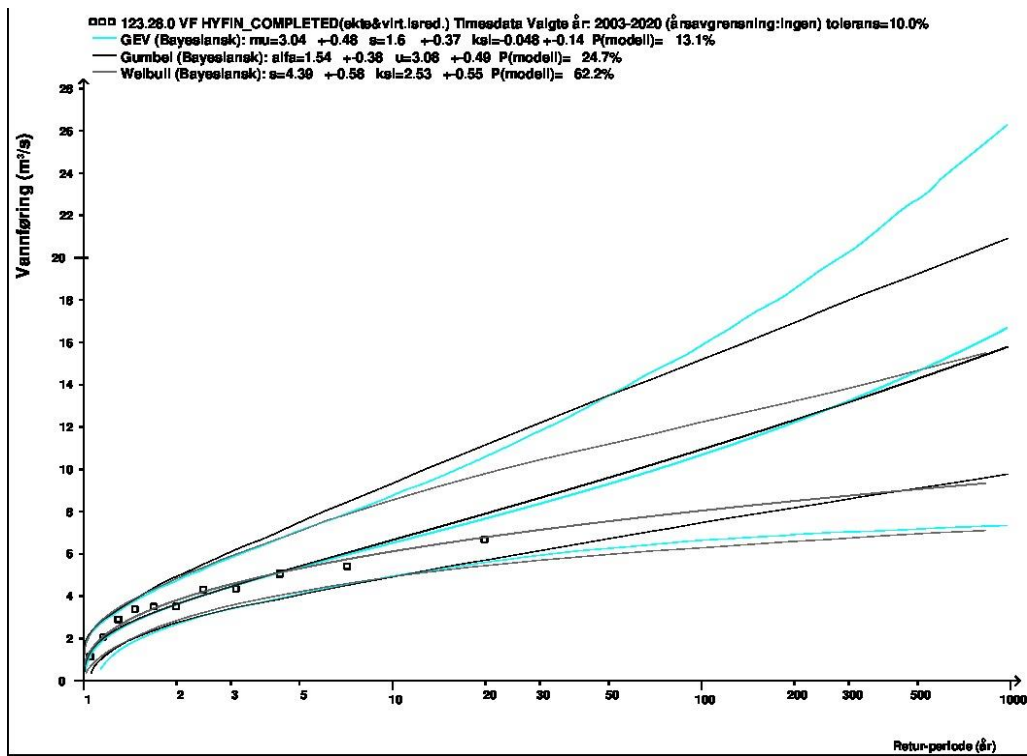
Flomfrekvensanalyse



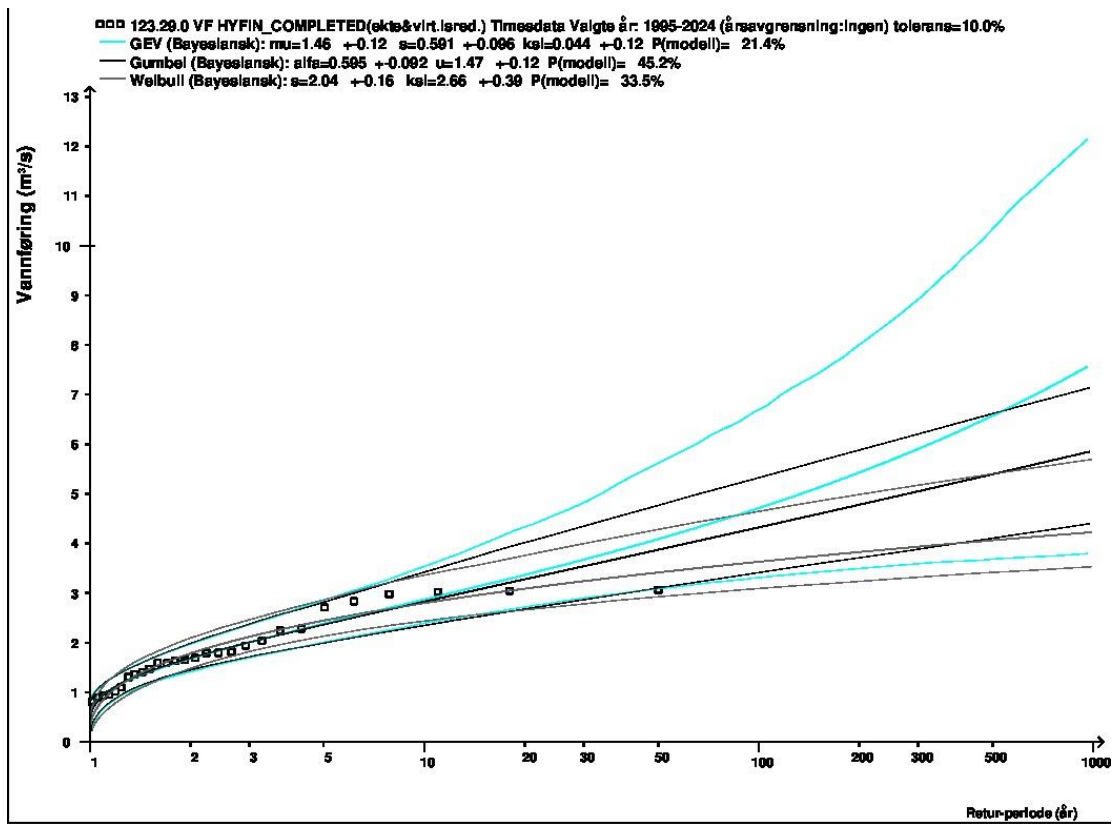
Figur 9-1 Flomfrekvenskurve for Engstad målestasjon.



Figur 9-2 Flomfrekvenskurve for Bøstad målestasjon.



Figur 9-3 Flomfrekvenskurve for Hokfossen målestasjon.



Figur 9-4 Flomfrekvenskurve for Svarttjørbekken målestasjon.

Den rasjonelle metode

BEREGNINGSNOTAT

Rasjonell metode

Date: 04.04.2025
 Conducted by: NGC
 Controlled by:
 Approved by:

Project nr.: 1350062189
 Project name: Hevik Bru
 Revision: 01

Method: [681 Lærebok Drenering og håndtering av overvann](#)

Inputs

Design return period	n	200	år
Climate factor	Kf	1.4	< 10 km2
IDF-Curve		Trondheim	(VA-norm, 2023)

Time of concentration (SVV)

Watershed type		Naturlig	
Surface type		Plen og kort gress	
K value - NVE 2016/28	K	0.4	
Elevation difference	Δh	554	m
Length of flow path	L	4593	m
Surface water area	A_{se}	0	-
Estimated tc		82.8	min
Chosen tc	tc	60	min
Average slope (%)		10 %	

Runoff area

Type	Area (m2)	Runoff coefficient, C (-)	A_{red} (m2)	K-value
Natural			0	
	Bare land	79000	0.5	39 500
	Shallow vegetation	960000	0.35	336 000
	Dense vegetation	410000	0.2	82 000
	Field	0	0.4	0
Artificial	Bare rock	32600	0.9	29 340
	Other paved	72	0.9	65
	Paved road	237	0.9	213
	Unpaved road	0	0.85	0
Water	Buildings	96	0.9	86
		73200	1	73 200
			0	
Sum area / C		1 555 205	0.36	560 405
Sum area (ha)		155.52		56.04
Sum area (km2)		1.56		

Calculations

Increase C accord. SVV 681		JA	
% increase of C		30 %	
C modifert accord. SVV 68	C_justert	0.47	
Modified area	A_justert	72.85	ha

Q (l/s*ha)

Intensity from IVF	i_{dim}	76	l/s*ha	35.60
Intensity w/cf	i_{dim}	106	l/s*ha	
Intensity w/cf	i_{dim}	0.6	mm/min	
Modified area	V_{regn}	38.3	mm	

Runoff from watershed	Q	7752	l/s
		7.8	m3/s
Specific runoff	q	50	l/s*ha

BEREGNINGSNOTAT

Rasjonell metode

Date: 04.04.2025
 Conducted by: NGC
 Controlled by:
 Approved by:

Project nr.: 1350062189
 Project name: Hevik Bru
 Revision: 01

Method: [681 Lærebok Drenering og håndtering av overvann](#)

Inputs

Design return period	n	200	år
Climate factor	Kf	1.4	< 10 km ²
IDF-Curve		Trondheim	(VA-norm, 2023)

Time of concentration (SVV)

Watershed type		Naturlig	
Surface type		Plen og kort gress	
K value - NVE 2016/28	K	0.4	
Elevation difference	Δh	554	m
Length of flow path	L	4593	m
Surface water area	A _{se}	0	-
Estimated tc		82.8	min
Chosen tc	tc	90	min
Average slope (%)		10 %	

Runoff area

	Type	Area (m ²)	Runoff coefficient, C (-)	A _{red} (m ²)	K-value
Natural				0	
	Bare land	79000	0.5	39 500	0.25
	Shallow vegetation	960000	0.35	336 000	0.4
	Dense vegetation	410000	0.2	82 000	0.6
	Field	0	0.4	0	0.25
Artificial	Bare rock	32600	0.9	29 340	0.12
	Other paved	72	0.9	65	0.08
	Paved road	237	0.9	213	0.08
	Unpaved road	0	0.85	0	0.08
Water	Buildings	96	0.9	86	0.08
		73200	1	73 200	0.08
				0	
Sum area / C		1 555 205	0.36	560 405	
Sum area (ha)		155.52		56.04	
Sum area (km ²)		1.56			

Calculations

Increase C accord. SVV 681		JA	
% increase of C		30 %	
C modified accord. SVV 68	C _{justert}	0.47	
Modified area	A _{justert}	72.85	ha
			Q (l/s*ha)
Intensity from IVF	i _{dim}	55	l/s*ha
Intensity w/cf	i _{dim}	77	l/s*ha
Intensity w/cf	i _{dim}	0.5	mm/min
Modified area	V _{regn}	41.6	mm
Runoff from watershed	Q	5610	l/s
		5.6	m ³ /s
Specific runoff	q	36	l/s*ha

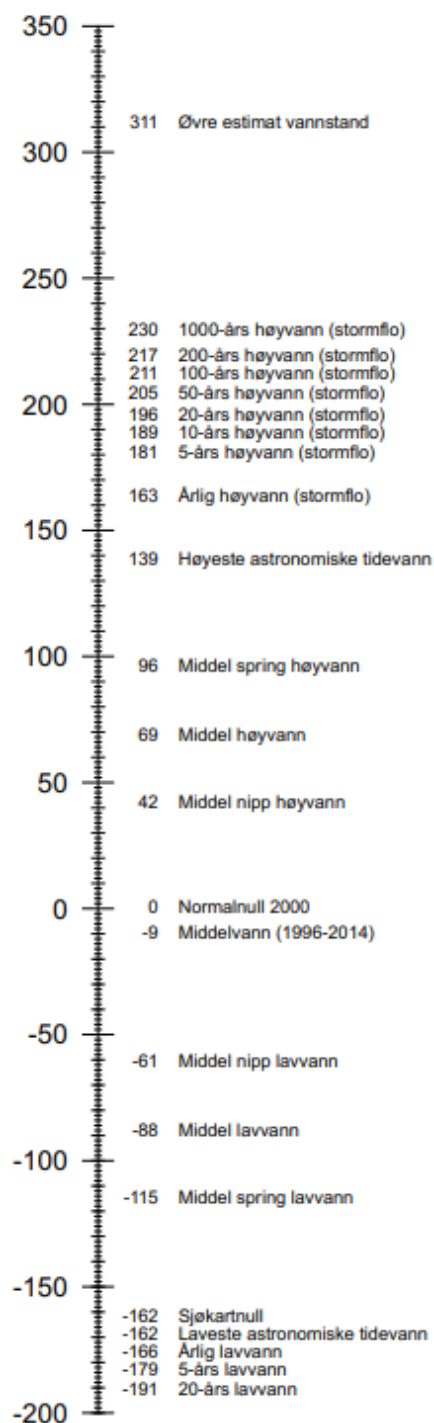
Stormflo og havnivåstigning

N64°27,9' E11°29,9'

Nivåskisse

N64°27,9' E11°29,9'

Nivå knyttet til tidevann er hentet fra Rørvik, justert med faktor 0,99.



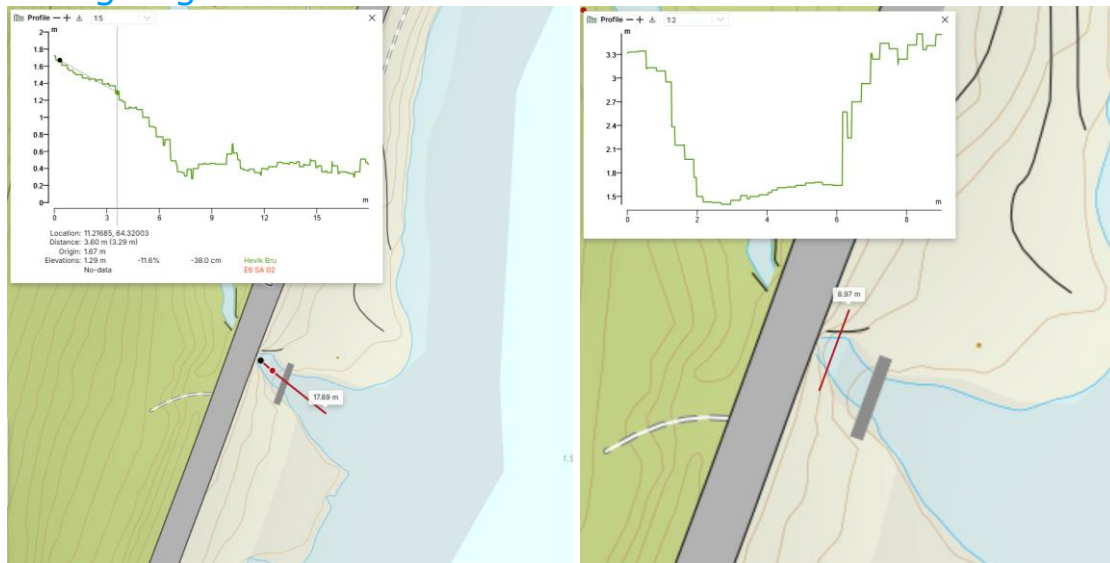
Høyder er i cm over Normalnull 2000 som er nullnivå i det norske offisielle høydesystemet NN2000. Datagrunnlag sist endret: 17. august 2021. Lastet ned: 14. april 2025.

1

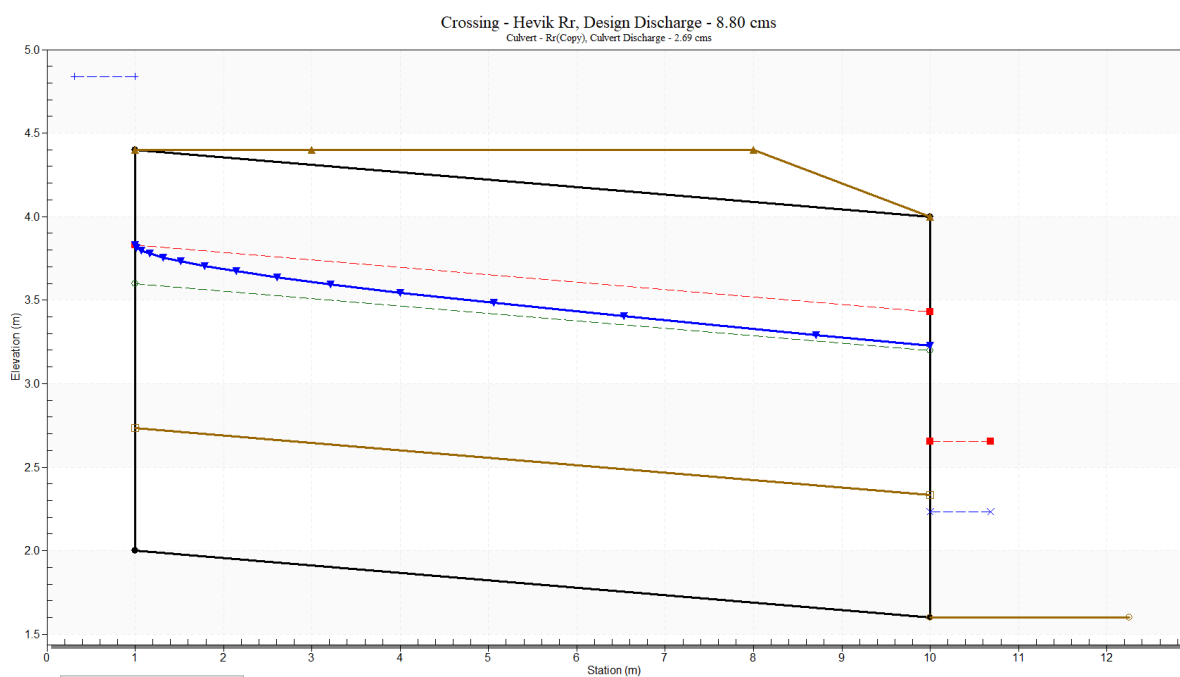
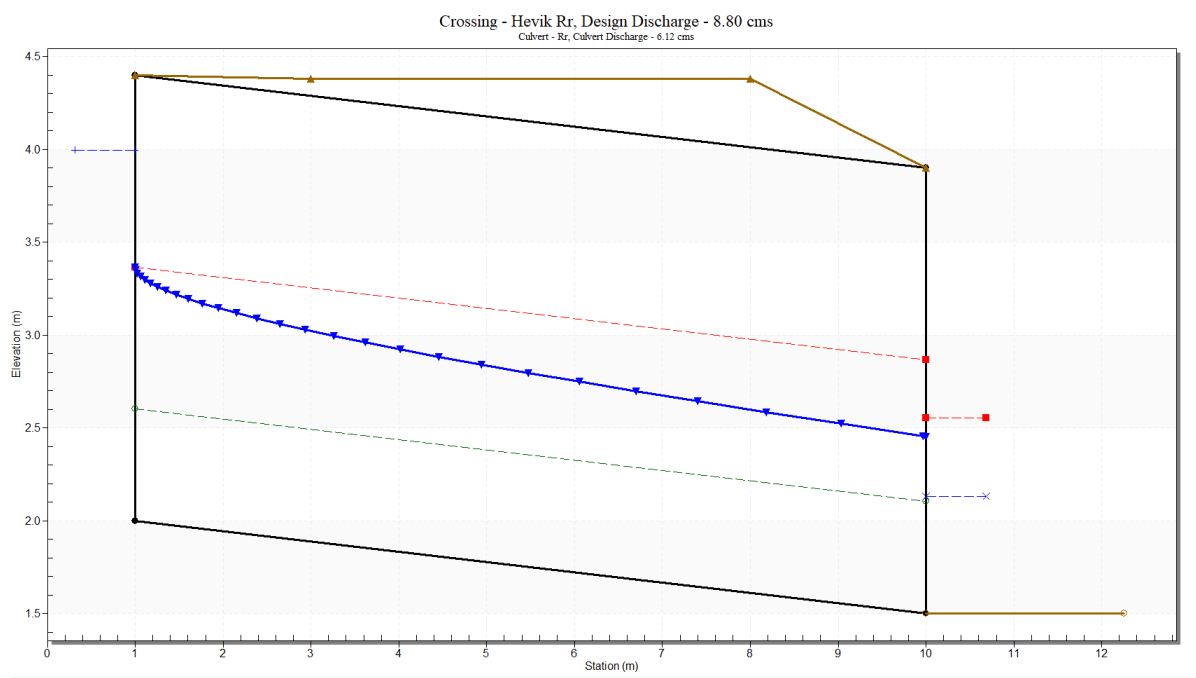
Figur 9-5 Vannstand og havnivåstigning i Løgningfjorden, hentet fra kartverket for koordinater til plassering av brua.

Vedlegg 2 Kapasitetsberegninger

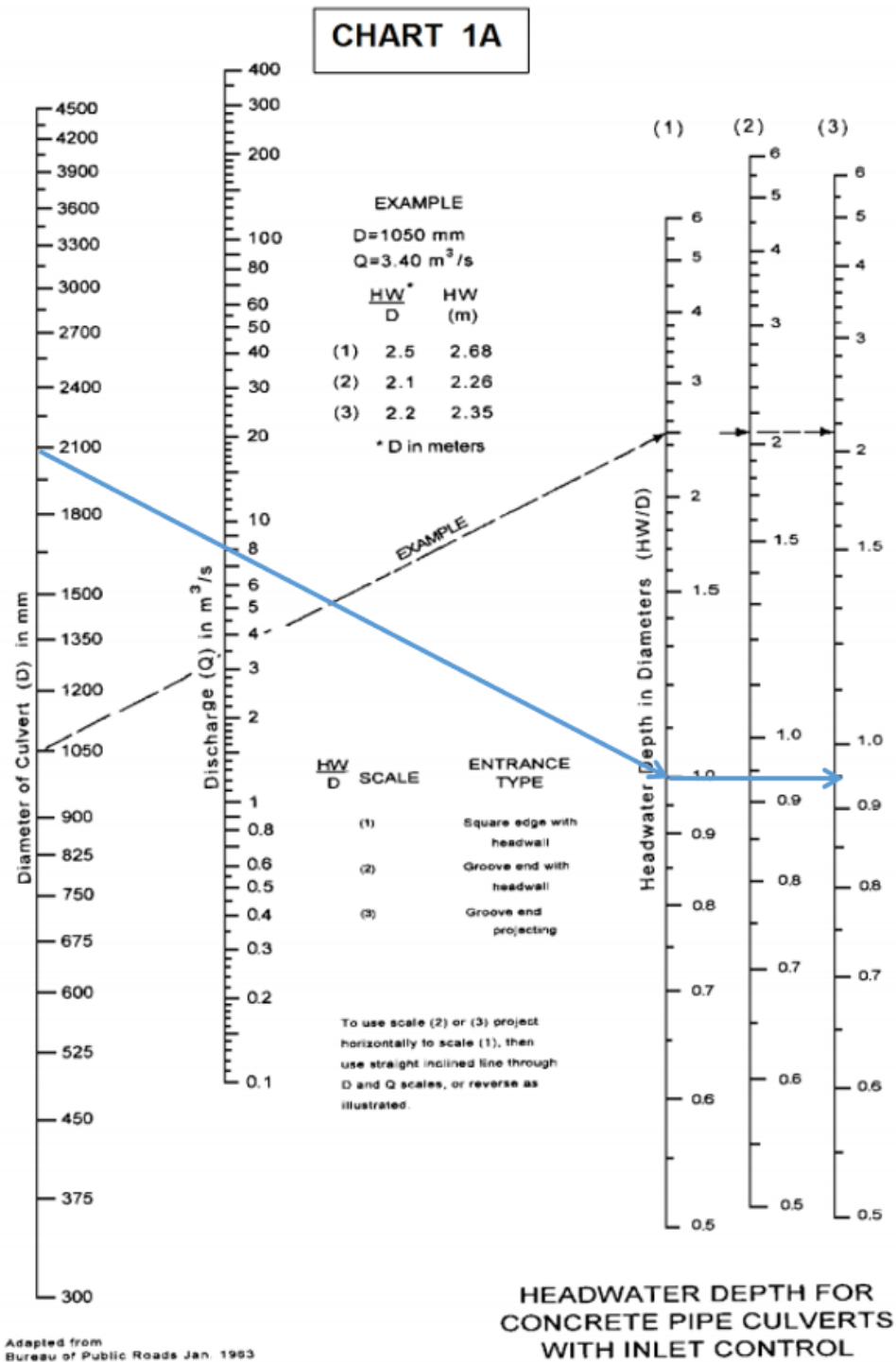
Beregninger av kulvert i HY8



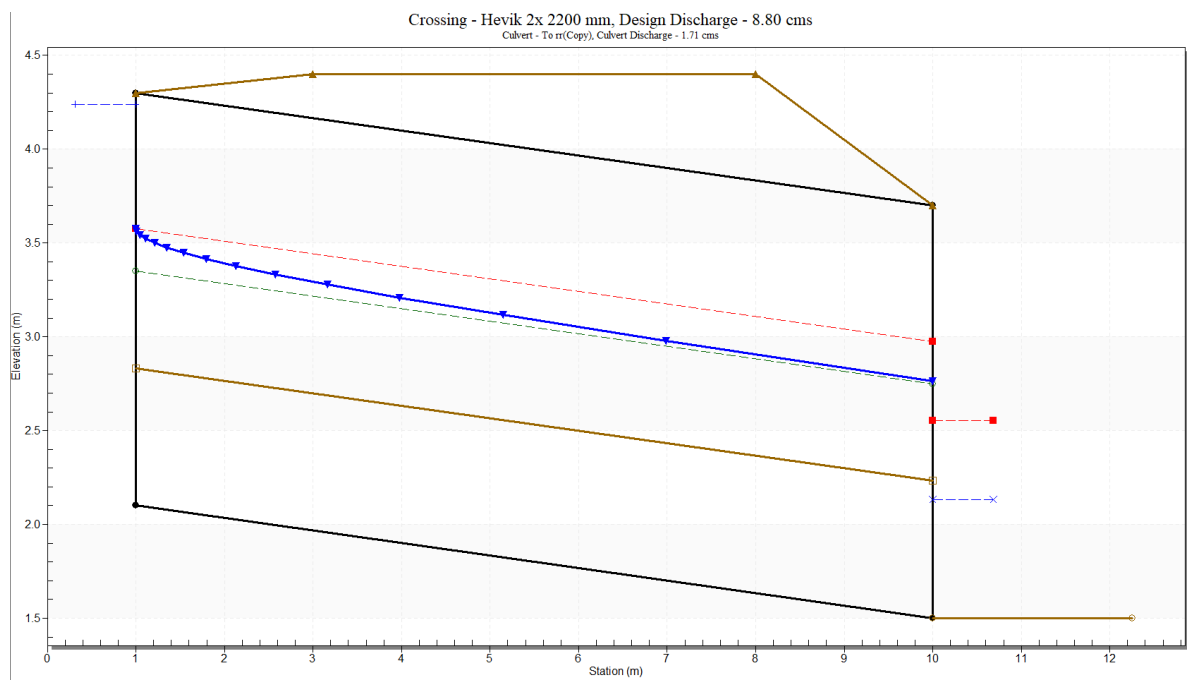
Figur 9-6 Topografisk data av nedstrøms forhold. Hentet fra SCALGO Live.



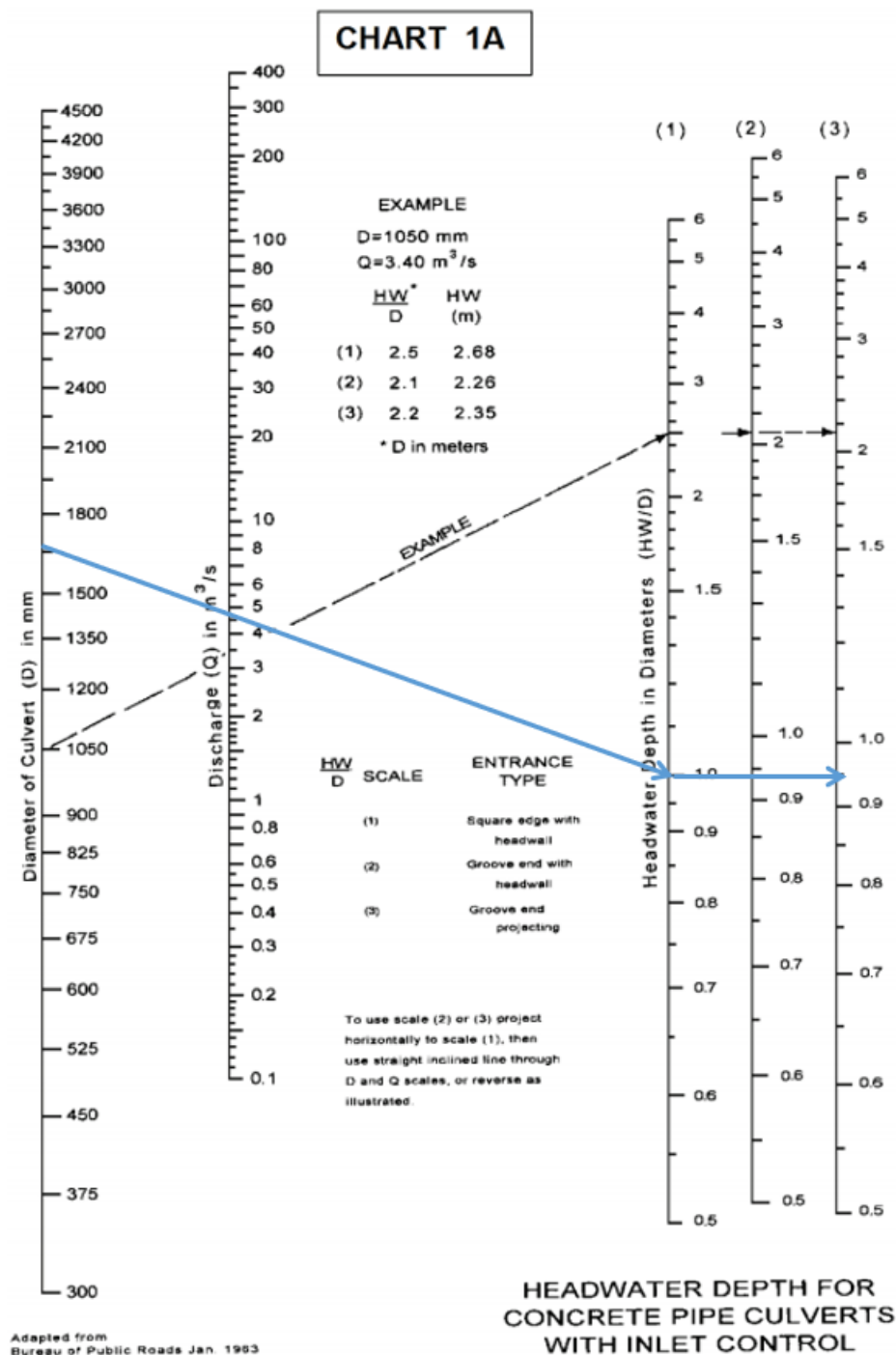
Figur 9-7 Beregninger av kapasitet i kulvert med innvendig diameter 2400 mm. Øverst vises uten gjentetting, nederst vises med 1/3 gjentetting.



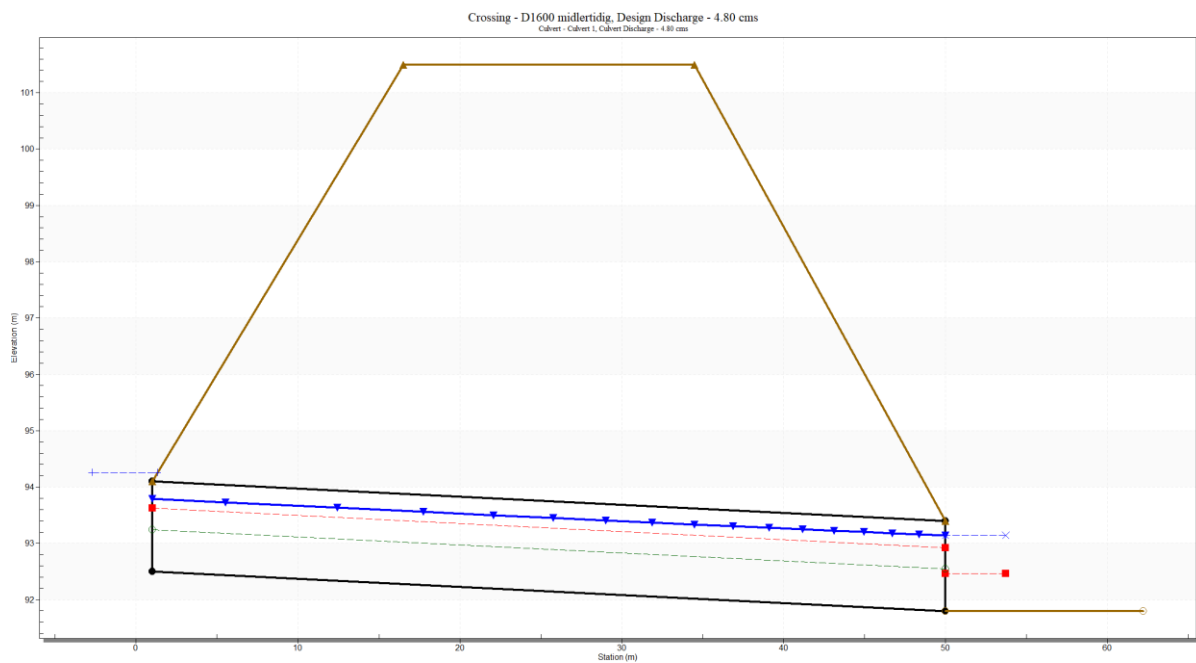
Figur 9-8 Kapasitetsberegninger ved bruk av nomogram for dimensjonering av kulvert med innløpskontroll.



Figur 9-9 Kapasitetsberegninger av to kulverter med innvendig diameter 2200 mm inkludert 1/3 gjentetting.

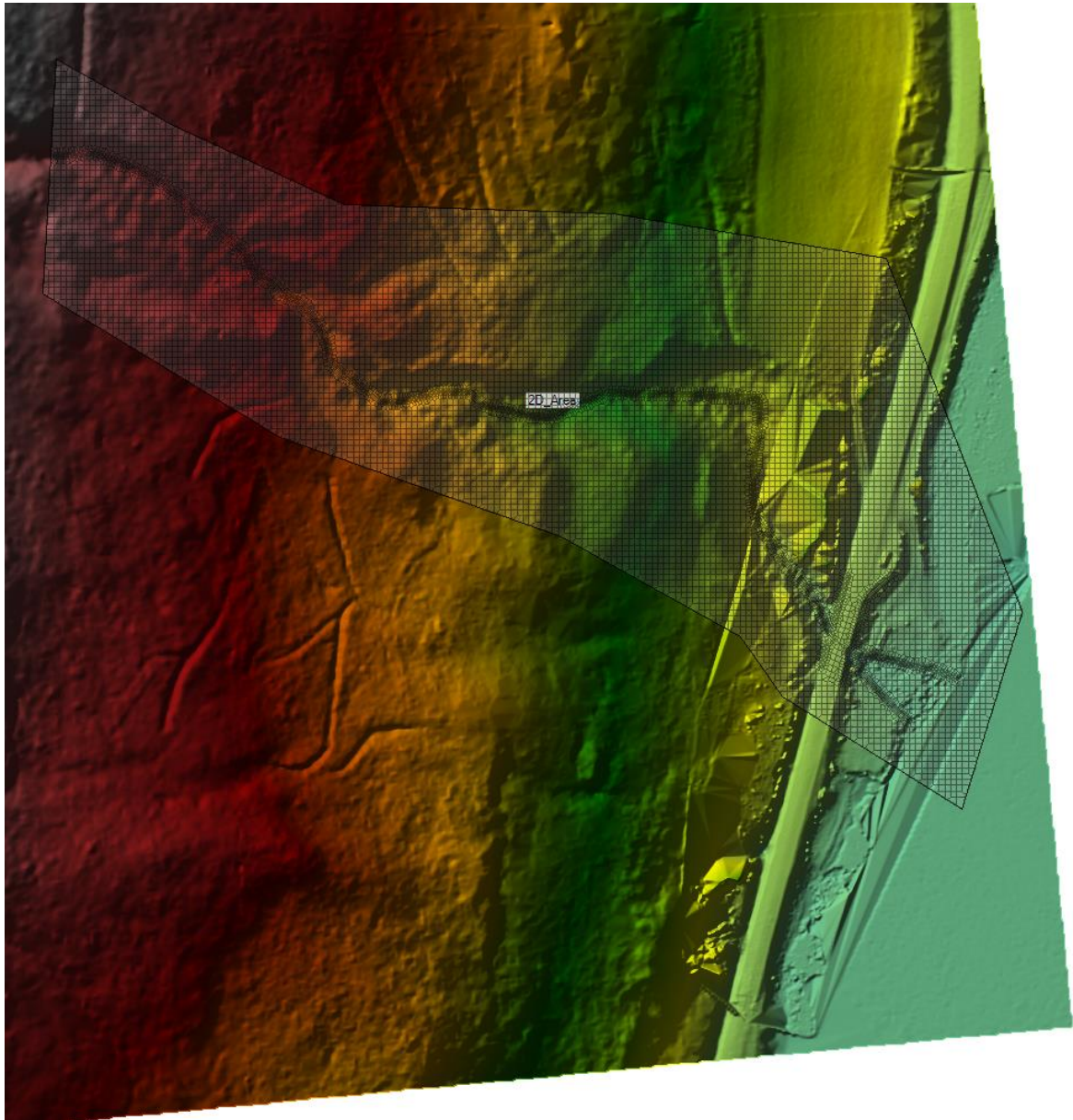


Figur 9-10 Kapasitetsberegning for dimensjonering av interims-løsning. $Q_{10} = 4,8 \text{ m}^3/\text{s}$ og $D = 1600 \text{ mm}$.

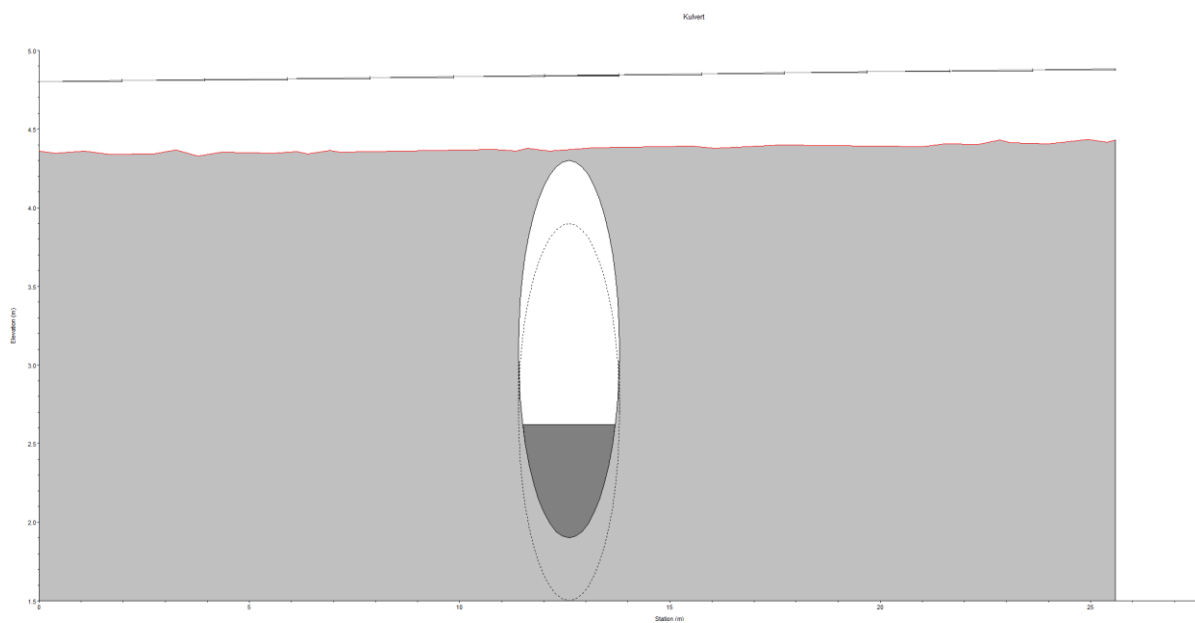


Figur 9-11 Dimensjonering av midlertidig løsning ved $Q_5 = 4,4 \text{ m}^3/\text{s}$ og $D = 1600 \text{ mm}$.

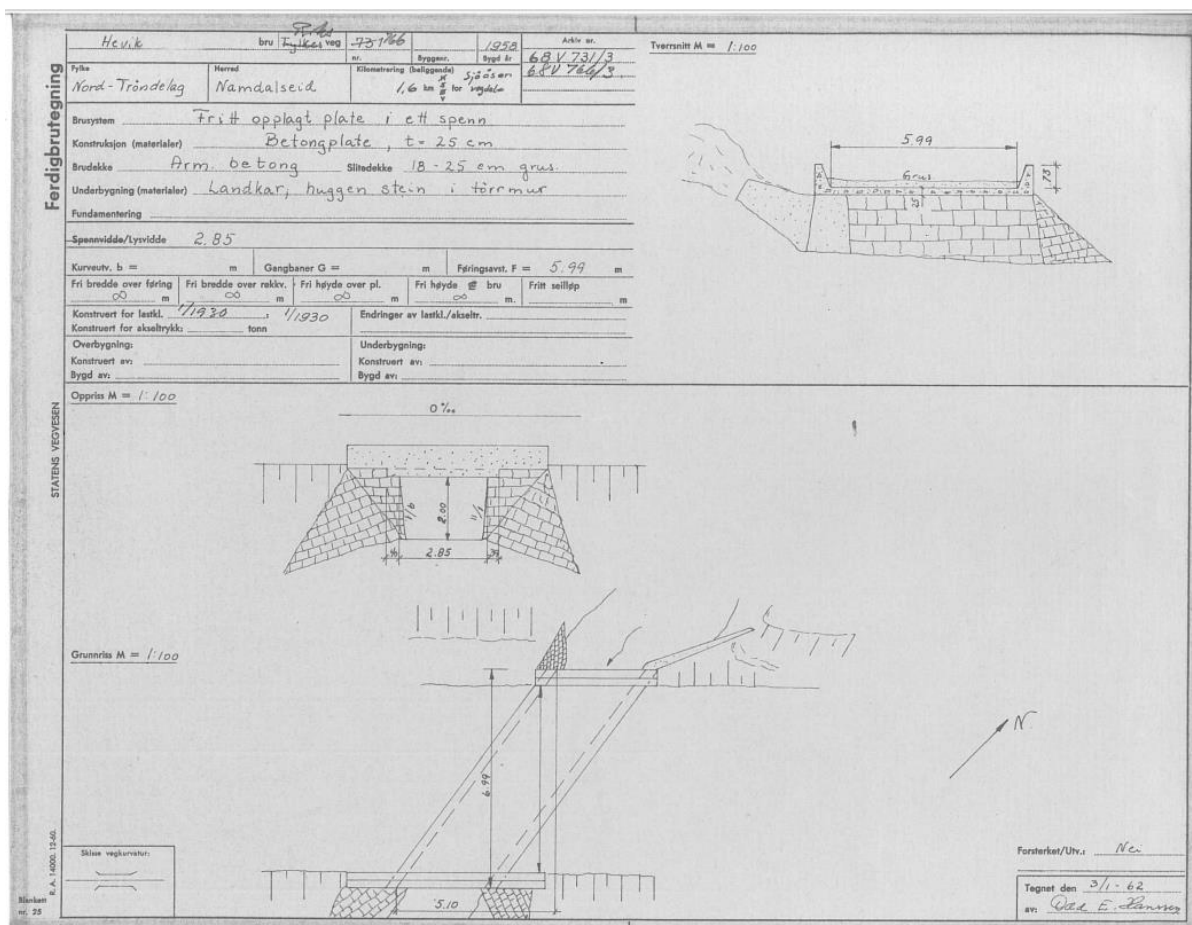
Vedlegg 3 Hydraulisk modell



Figur 9-12 Terrengmodell og beregningsnett til hydraulisk 2D-modell.



Figur 9-13 Modellert kulvert inkludert 1/3 gjentetting.



Figur 9-14 Arbeidstegning av Hevik Bru benyttet som grunnlag.