

NOTAT

OPPDAG Garrabrekka bru -Hydrologiske vurderinger	OPPDAGSLEDER Samuel Vingerhagen	DATO 19.08.2016
OPPDAGSNUMMER 23066001	OPPRETTET AV Capucine Thomas-Lepine	KONTROLLERT AV Samuel Vingerhagen

Garrabrekka bru - Hydraulikk kapasitet med kulvert løsning



Innhold

1. Innledning	3
2. Flomberegning	3
3. Hydraulikk modell	3
a) Forutsetninger	3
b) Resultat	5
4. Tilstopping	6
a) Vurdering av fare for tilstopping	6
b) Tiltak	6
5. Konklusjon	6

Bilag

Flomberegning Garrabrekka bru, Sweco 2016

Tverrprofiler ved elvekryssing med de 4 beregnet geometri

1 (12)

Sweco
Professor Brochs gate 2
NO-7030 Trondheim, Norge
Telefonnummer +47 73 833500
www.sweco.no

Sweco Norge AS
Org.nr: 967032271
Hovedkontor: Oslo

Capucine Thomas-Lepine
Sivilingeniør
Region Trondheim
Mobil +47 451 74 771
capucine.thomas-lepine@sweco.no

CTL p:\251\23066001 garrabrekka bru -hydrologiske vurderinger\08 rapporter\01 rapporter\2016-08-19_hydrologiskevurdering-garrabrekka bru_sweco.docx

2 (12)

NOTAT
19.08.2016

1. Innledning

Sweco Norge AS ved Hydrolgi og Hydraulikk gruppa i Trondheim har utført en hydrologisk vurdering for erstatning av eksisterende Garrabrekka bru med kulvertløsning på oppdrag for Statens Vegvesen. Garrabrekka bru på fylkesveg 715 ligger i Åfjord kommune. Oppdraget omfatter beregning av 200-årsflom vannføring, beregning av nødvendig kulvertdimensjon samt vurdering av fare for tilstopping og eventuelle tiltak for å forhindre tilstopping. Det ble undersøkt informasjon fra flomhendelser ved eksisterende Garrabrekka bru med lokalt driftspersonell. Ifølge Statens Vegvesens sitt Metasystemet for drift, for strekningen, har man aldri observert oversvømmelse av vegen pga flom ut fra Austdalsvatnet. Det er ikke registrert isgang i Austdalselva. Eneste forventede naturfare er tilstopping.

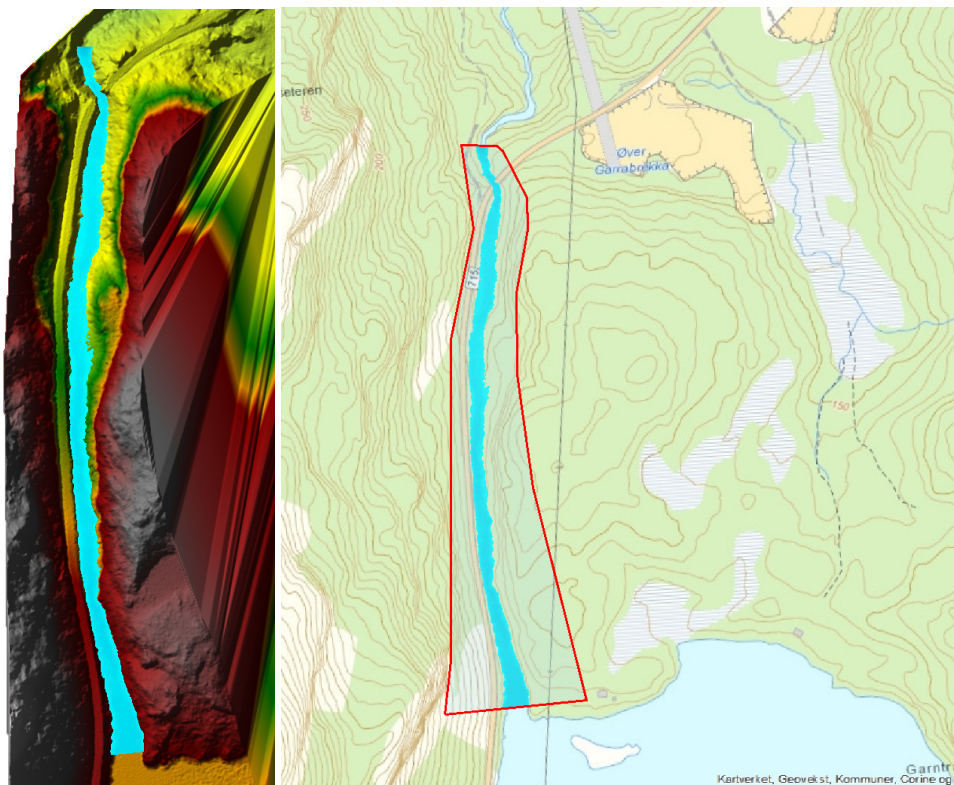
2. Flomberegning

200-årsflom vannføring inkludert 50 % klimatillegg (anbefaling fra Statens Vegvesen håndbok), ble beregnet til 24,3 m³/s. Det vises til vedlagt flomberegnings notat for nærmere detaljer.

3. Hydraulikk modell

a) Forutsetninger

Vannlinje ble beregnet på en 680 m lang strekning med en hydraulisk modell i HEC RAS 2D 5.0.1. Beregningsområdet er vist i Figur 1. Modellen starter ved utløp av Austdalsvatnet og avsluttes 50 m nedstrøms Garrabrekka bru. Elveløp er bratt nedstrøms bru og strømmingen er overkritisk, det er derfor ikke nødvendig å forlenge modellen nedstrøms fordi nedstrøms forhold ikke påvirker hydraulikk kapasitet oppstrøms. Parametere i modellen er vist i Tabell 1. Det ble ikke utført sensitivitetsanalyse da det er valgt konservative verdier. Forskjellige geometrier av elvekryssing ble prøvd: dagens bru, 1 kulvert Ø 2,5 m, 2 kulvert Ø 2,5 m, og blokkert kulvert. Tverrprofil for de forskjellige geometriene er vist i vedlegg 2.



Figur 1 – Oversikt av beregningsområdet i HECRAS 2D hydraulikk modell

Tabell 1 – Parametere i hydraulikk modell

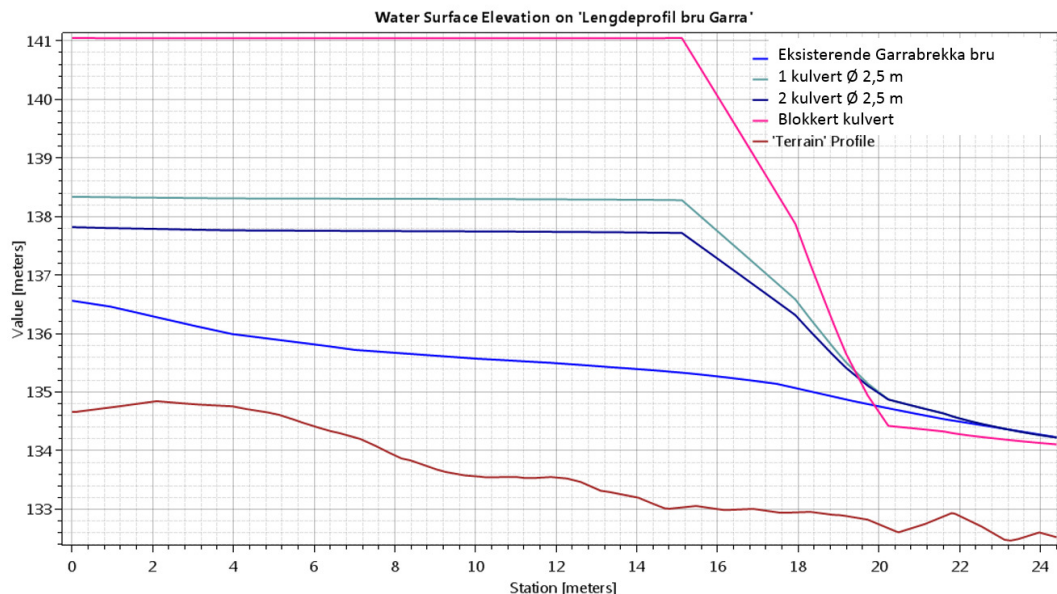
Parameter	Verdi
Manningstall	$n = 0,15$ dvs $M=7$ (konservativ)
Cellstørrelse	3,0 m
Ligning	Full momentum
Simulation type	Unsteady flow
Simulert	30 min
Tidsteg	0.2 sek
Innløp betingelse	$Q=24,3 \text{ m}^3/\text{s}$
Utløp betingelse	Fast vannstand 130,00 moh
Terreng data fra laser	Cellstr. 1,0 m

b) Resultat

Resultat for de fire forskjellige beregnet situasjoner er vist i Tabell 2 og Figur 2. Dagens bru har mye større kapasitet enn 200 –årsflom. Både løsning med 1 eller 2 kulvert medfører oppstuvning oppstrøms, men vegen blir ikke oversvømt: fribord er 1,7 m med en kulvert og 2,3 m med to kulverter. Dersom kulvertene er blokkert og veg fungerer som en dam ved elvekryssing blir vegen oversvømt med 1,0 m under 200-årsflom.

Tabell 2 – Beregnet vannstand oppstrøms veg ved 200-årsflom med dagens bru og med planlagt kulvert

Situasjon	Eksisterende bru	2 kulverter Ø2,5m	1 kulvert Ø2,5m	Blokkert kulvert
Vannstand ved bru	135,3 moh	137,7 moh	138,3 moh	141,0 moh
Vannhastighet ved bru	2,5 m/s	2,1 m/s	2,3 m/s	1,7 m/s
Åpning area	Ca. 60 m ²	9,8 m ²	4,9 m ²	0 m ²
Topp åpning	Ca 139 moh	139,2 moh	136,2 moh	-
Veg nivå	140,20 moh			
Elvebunn nivå under bru	133,00 moh			



Figur 2 – Sammenligning av vannlinje ved 200-årsflom ved forskjellige elvekryssingsløsninger

4. Tilstopping

a) Vurdering av fare for tilstopping

Austdalselva renner i et område med tett skog. Elvekanten er bratt langs hele strekningen mellom Nord Austdalsvatnet og Garrabrekka bru. Det er derfor fare for at trær detter ut i elva. Det er godt fall mellom utløpet av Nord Austdalsvatnet og Garrabrekka bru (4 %), det er derfor fare at trær og steiner blir transportert med elva og blokkerer kulvertinnløpet.

b) Tiltak

Tiltak mot tilstopping kan være en rist som fanger opp trær noe oppstrøms kulvertinnløpet, ca. 50 m for eksempel. Eventuelt kan det bygges en inntakskonstruksjon med rister rundt kulvertinnløpet. Det er viktig å vedlikeholde rist ved å tømme den ofte. Det nevnes at det kan være vanskelig å få tilgang til en rist da elvekanten er bratt hele vegen mellom vatnet og brua ut fra kart og biler, det blir spesielt vanskelig å rengjøre en eventuell rist under en flomsituasjon når elva blir stor. Hvis det bygges en rist eller en inntakskonstruksjon er det derfor viktig å sikre god adkomst for rengjøring.

5. Konklusjon

En kulvert med diameter Ø 2,5 m istedenfor eksisterende bru vil ha nok kapasitet til å avlede en 200-årsflom med 50 % klima tillegg uten at vegen oversvømmes, men det forutsetter at innløpet blir dykket. Uryddige tilstrømningsforhold oppstrøms kulverten, samt tiltak for å hindre dykking av innløpet, gjør at det bør bygges 2 kulverter med diameter 2,5 m over hverandre. 2 kulverter vil også gi ekstra sikkerhet mot eventuelle blokkeringer av kulvert.

Vedlegg 1 – Flomberegning

NOTAT

OPPDAG Garrabrekka bru -Hydrologiske vurderinger	OPPDAGSLEDER Samuel Vingerhagen	DATO 09.08.2016
OPPDAGSNUMMER 23066001	OPPRETTET AV Capucine Thomas-Lepine	KONTROLERT AV Kjetil Vaskinn

Flomberegning

Innhold:

Flomverdi fra NVE nevina	2
Flomverdi skalert fra Krinsvatnet	2
Konklusjon	3

Flomverdi fra NVE nevina

NVE Nevina database angir et feltarea på 7,6 km² med en effektiv sjøprosent på 9,6 % for Garrabrekka bru. Beregning generert av NVEs lavvannskart (Nevina) gir en kulminasjon på 200-årsflommen på 19,6 m³/s inkludert 50 % klima tillegg.

Flomverdi skalert fra Krinsvatnet

Krinsvatnet ligger 10 km fra Garrabrekka bru og er representativ vannmerke for flomberegning i området.



Figur 1- Kart som viser Krinsvatnet og Garrabrekka bru

Krinsvatn har registrert vannføring siden 1915, og nøyaktighet i flomverdiene er derfor rimelig bra. Det ble utført en estimering av flom ved Garrabrekka bru ved å skalere flomverdier fra Krinsvatnet.

Middelflommen i Garrabrekka skalert fra Krinsvatn er beregnet til:

$$Q_m = \frac{7,6 \text{ km}^2}{206,6 \text{ km}^2} * 137 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 5 \text{ m}^3/\text{s}$$

Videre er 200-årsflom for Garrabrekka bru beregnet fra middelflommen med vekstfaktor lik Krinsvatn

$$Q_{200\text{døgn}} = 2,7 * 5 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 13,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

Deretter er kulminasjonverdi beregnet med formel fra retningslinje for flomberegning (kapittel 5.4.1.2.). Faktoren for høstflom er beregnet til 1,198 og faktor til vårfloam til 1,183. Det er videre brukt faktor for høstflom som er størst. De fleste store flommer i vassdraget er vinter/vårfloamer. 200-årsflom kulminasjonverdi for Garrabrekka bru er beregnet til:

$$Q_{200\text{kulminasjon}} = 1,2 * 13,5 \frac{m^3}{s} = 16,2 m^3/s$$

Statens vegvesen handbok anbefaler klimatillegg på 50 % for små felt.

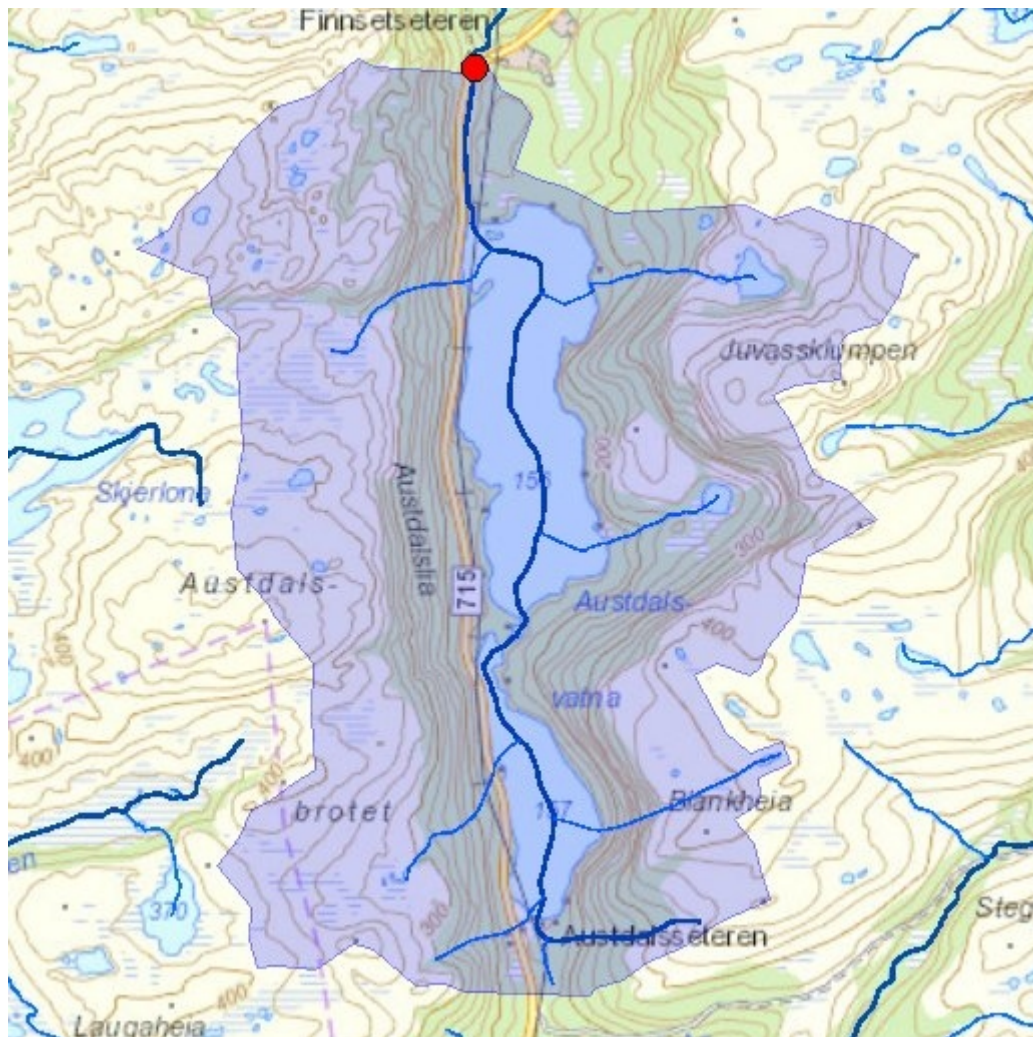
200-årsflom kulminasjon verdi for Garrabrekka bru med klima tillegg på 50 % er til slutt:

$$Q_{200\text{kulminasjonklima}} = 1,5 * 16,2 \frac{m^3}{s} = 24,3 m^3/s$$

Konklusjon

Flomverdi fra NVE Nevina (19,6 m³/s) og fra skalering av Krinsvatnet (24,3 m³/s) er i samme størrelsesorden. Dette gir god indikasjon at beregning er rimelige.

Det konkluderes med at verdi for Q₂₀₀ = 24,3 m³/s, som er basert på beregning med data fra Krinsvatn, og inkluderer 50 % klimatillegg er en god og sikker estimering av 200-årsflom for Garrabrekka bru.



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

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

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 135.31Z
Kommune: Åfjord
Fylke: Sør-Trøndelag
Vassdrag: MØRREELVA

Feltparametere

Areal (A)	7.6 km ²
Effektiv sjø (S_{eff})	9.6 %
Elvelengde (E_L)	4.7 km
Elvegradient (E_G)	44.1 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G_{1085})	1.0 m/km
Feltlengde (F_L)	3.8 km

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	60.4 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	5.8 l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	5.8 l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	6.3 l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	7.6 l/(s*km ²)
Base flow	26.6 l/(s*km ²)
BFI	0.4

Klima

Klimaregion	Midt
Årsnedbør	1424 mm
Sommernedbør	532 mm
Vinternedbør	892 mm
Årstemperatur	4.7 °C
Sommertemperatur	9.9 °C
Vintertemperatur	0.9 °C
Temperatur Juli	11.6 °C
Temperatur August	11.8 °C

H_{min}	134 moh.
H_{10}	156 moh.
H_{20}	173 moh.
H_{30}	221 moh.
H_{40}	267 moh.
H_{50}	314 moh.
H_{60}	346 moh.
H_{70}	370 moh.
H_{80}	389 moh.
H_{90}	410 moh.
H_{max}	482 moh.
Bre	0.0 %
Dyrket mark	0.0 %
Myr	4.1 %
Sjø	13.6 %
Skog	38.6 %
Snau fjell	43.4 %
Urban	0.0 %

1) Verdien er editert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

Flomberegning

Vassdragsnr.: 135.31Z
Kommune: Åfjord
Fylke: Sør-Trøndelag
Vassdrag: MØRREELVA

Flomverdiene viser størrelsen på kulminasjonsflommer for ulike gjentakintervall. De er beregnet ved bruk av et formelverk som er utarbeidet for nedbørfelt under ca 50 km². Feltparametere som inngår i formelverket er areal, effektiv sjøprosent og normalavrenning (l/s*km²). For mer utdypende beskrivelse av formelverket henvises det til NVE –Rapport 7/2015 «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt». Det pågår fortsatt forskning for å
Det pågår fortsatt forskning for å bestemme klimapåslag for momentanflommer i små nedbørfelt. Frem til resultatene fra disse prosjektene foreligger anbefales et klimapåslag på 1.2 for døgnmiddelflom og 1.4 for kulminasjonsflom i små nedbørfelt.

MØRREELVA

Areal (km ²)	7.59
Klimafaktor	1.4

	Q ^M		Q ⁵	Q ¹⁰	Q ²⁰	Q ⁵⁰	Q ¹⁰⁰	Q ²⁰⁰
	m ³ /s	l/(s*km ²)						
Flomfrekvensfaktorer	-	-	1.21	1.44	1.70	2.11	2.48	2.94
95% intervall øvre grense (m ³ /s)	7.9	1035.4	9.7	11.8	14.3	18.3	22.1	26.1
Flomverdier (m ³ /s)	4.4	585	5.4	6.4	7.5	9.4	11.0	13.0
95% intervall nedre grense (m ³ /s)	2.5	330	3.0	3.5	4.0	4.8	5.5	6.5
Flommer med klimapåslag (m ³ /s)	6.2	819.0	6.4	8.9	10.6	13.1	15.4	18.3

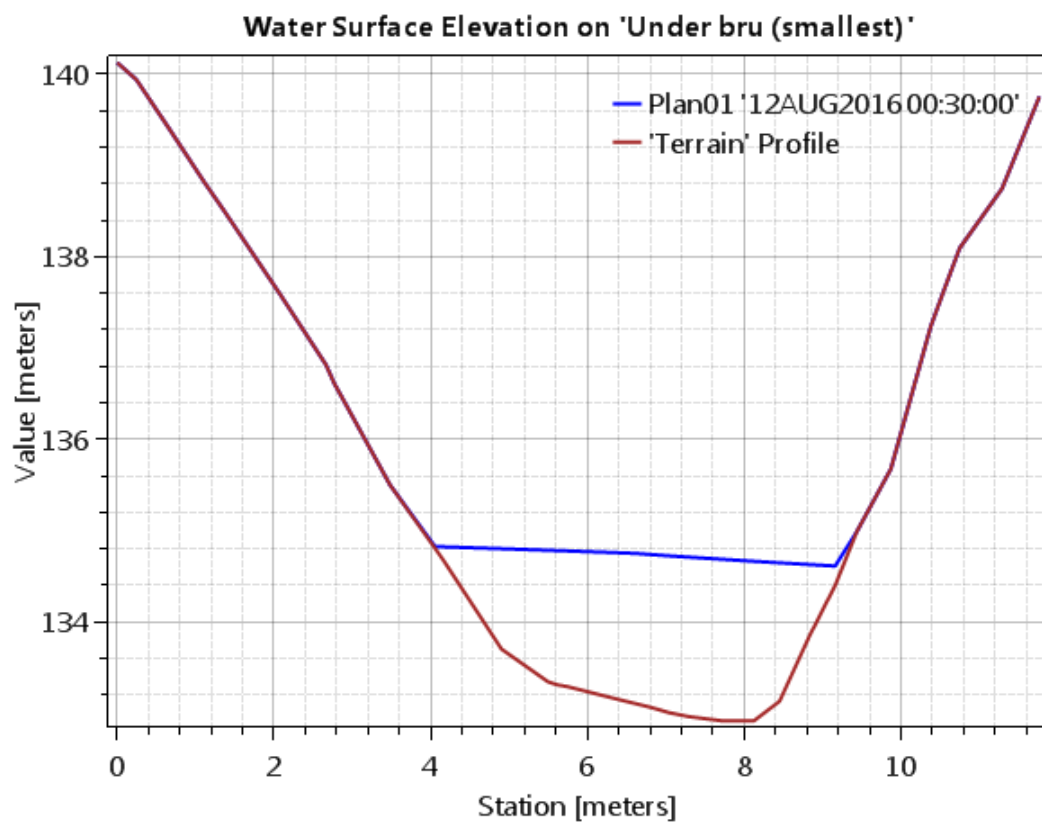
Beregningene er automatisk generert og kan inneholde feil. Det er generelt stor usikkerhet i denne typen beregninger. Resultatene må verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner. Resultatene er ikke gyldig som grunnlag til flomberegninger for klassifiserte dammer.

Vedlegg 2 – Tverrprofil ved elvekryssing

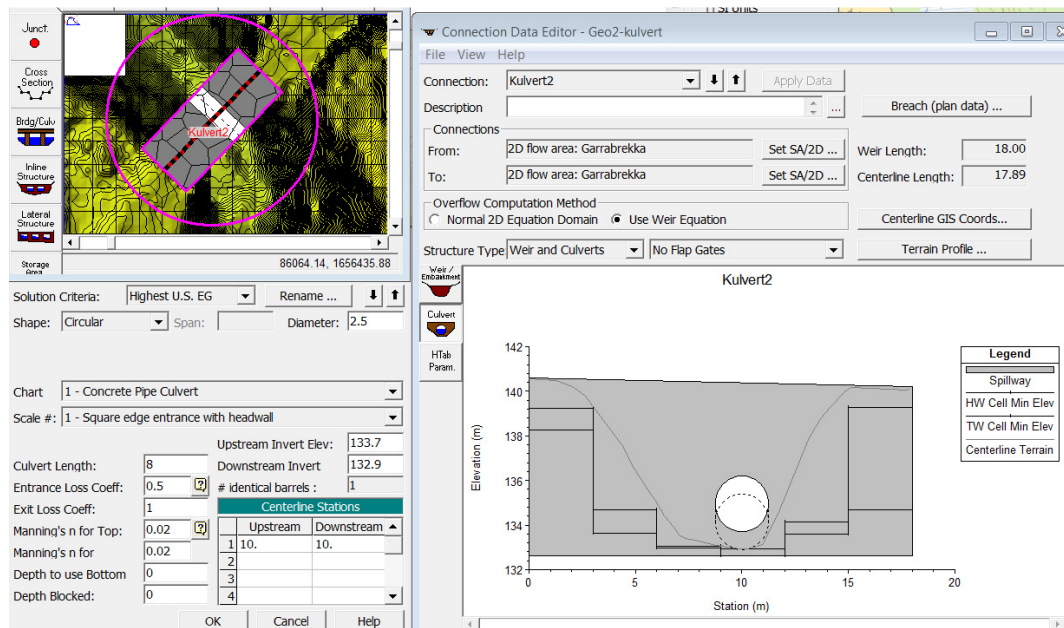
8 (12)

NOTAT
19.08.2016

Dagens bru



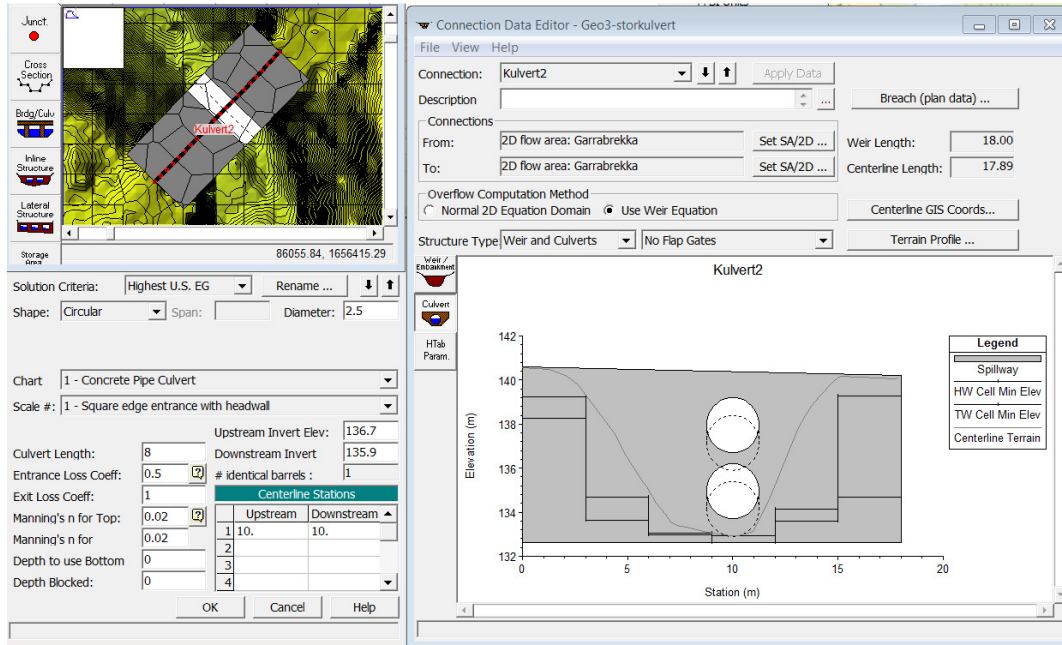
1 kulvert Ø2,5 m



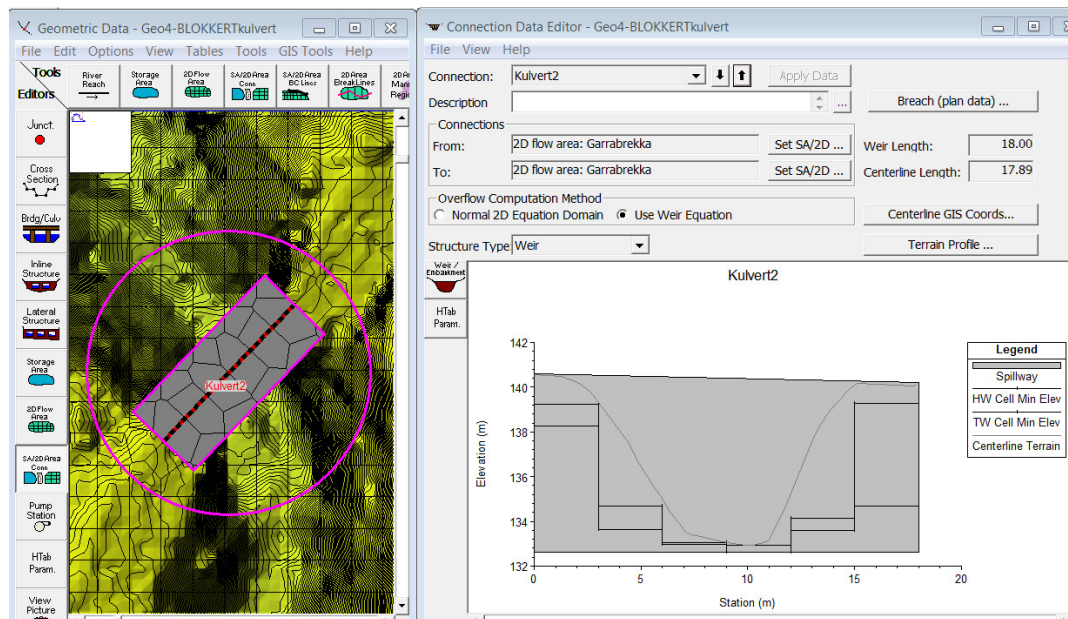
10 (12)

NOTAT
19.08.2016

2 kulvert Ø 2,5 m



Blokkert kulvert



12 (12)

NOTAT
19.08.2016