asplan viak

Dokid: 17027352 (14/1402-160)

Gausdal Kommune

Rapport - Flomsonekartlegging 200-årsflom, Gausa

Utgave: 1

Dato: 06.11.2017

DOKUMENTINFORMASJON

Oppdragsgiver:	Gausdal Kommune
Rapporttittel:	Rapport - Flomsonekartlegging 200-årsflom, Gausa
Utgave/dato:	1/ 06.11.2017
Filnavn:	Flomsonekartlegging 200-årsflom, Gausa.docx
Arkiv ID	
Oppdrag:	616382-01–Flomsonekartlegging 200-årsflom, Gausa
Oppdragsleder:	Haregewoin Haile Chernet
Avdeling:	Vann og miljø
Fag	Hydrologi
Skrevet av:	Haregewoin Haile Chernet
Kvalitetskontroll:	Åsta Gurandsrud Hestad
Asplan Viak AS	www.asplanviak.no

FORORD

Asplan Viak har vært engasjert av Gausdal Kommune for å utarbeide flomsonekart for 200-årsflom lengre nordover langs Gausa opp til prosjektgrensen. Jon Sylte har vært kontaktperson for oppdraget. Haregewoin Haile Chernet har utført beregningene og skrevet rapporten. Åsta Gurandsrud Hestad har utført kvalitetssikring.

Haregewoin Haile Chernet har vært oppdragsleder for Asplan Viak.

Trondheim, 06.11.2017

Haregewoin Haile Chernet

Oppdragsleder

Åsta Gurandsrud Hestad

Kvalitetssikrer

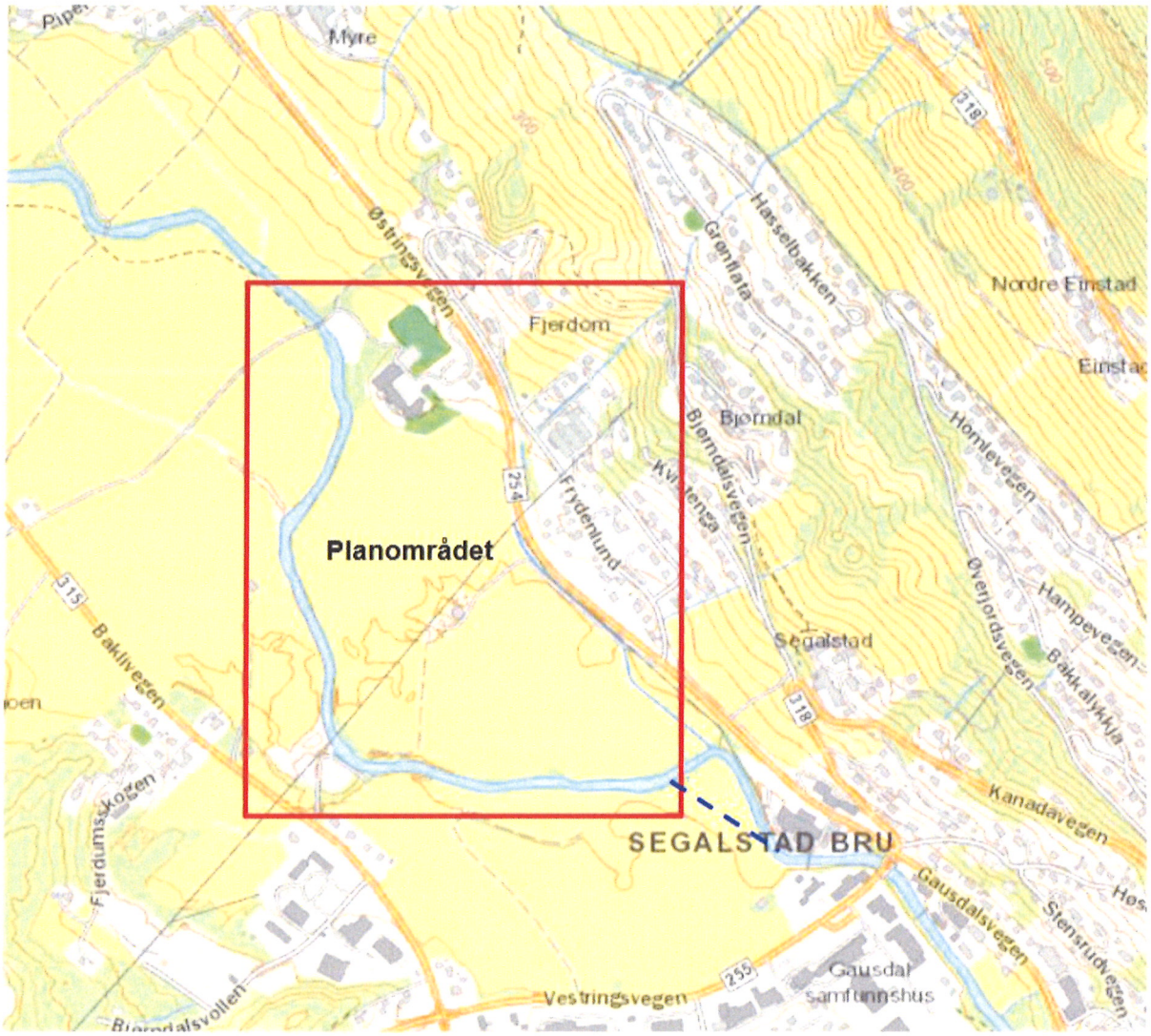
INNHOLDSFORTEGNELSE

1 Innledning 4
2 Flomberegning 6
2.1 Beregning av 200-års flom 6
3 Vannlinjeberegning 7
3.1 Geometri og elvemodell 7
3.2 Mannings tall (hydrauliske ruhetsverdier) 7
3.3 Grensebetingelser 7
3.4 Kalibrering av modell 8
3.5 Vannlinje for 200-årsflom 9
3.6 Flomsikkert nivå for sideareal 11
4 Flomsonekart 12
5 Diskusjon og anbefalinger 14
5.1 Anbefalte tiltak mot en 200-årsflom med klimapåslag 14
6 Usikkerhet 15
7 Referanser 16
8 Vedlegg 17

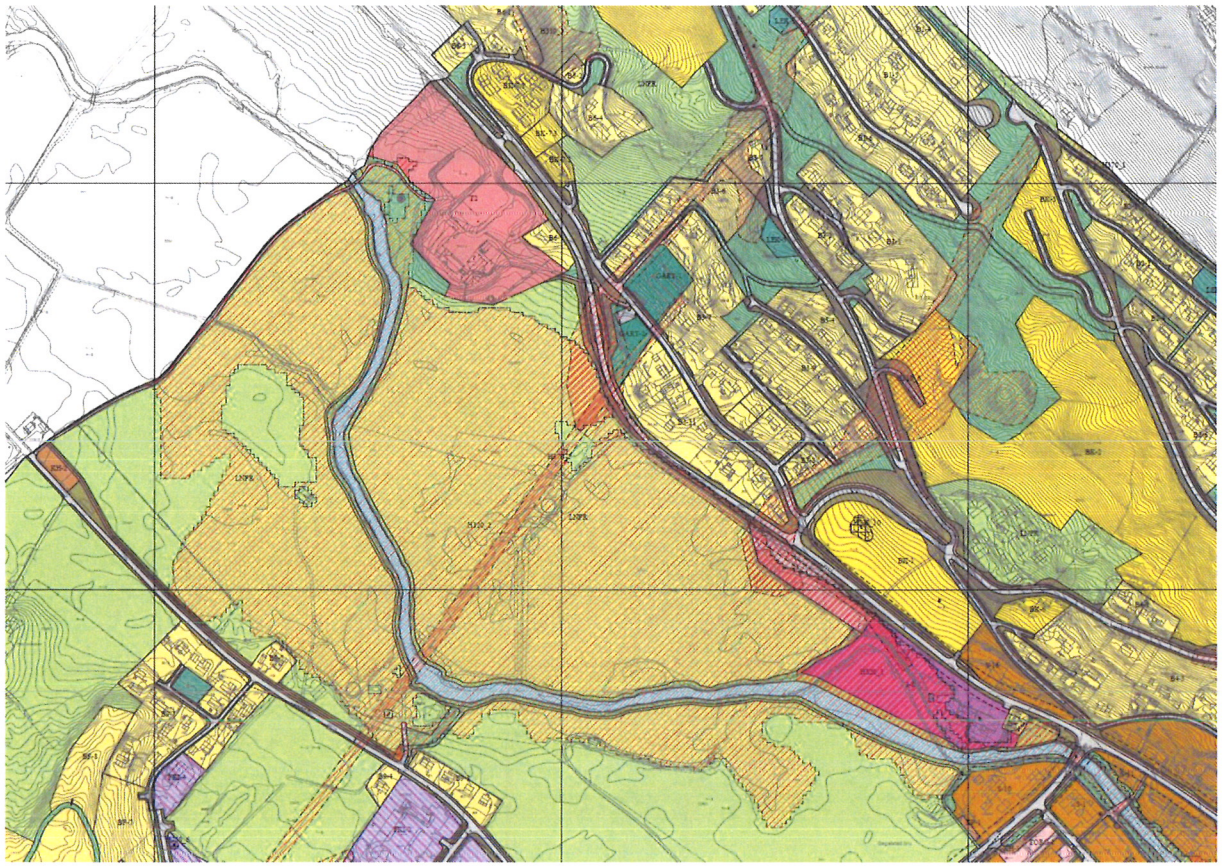
1 INNLEDNING

I forbindelse med områderegulering for Segalstad bru over Gausa i Gausdal kommune, er det gjort flomsonekartlegging for 200-årsflom fra Segelstad bru og nordover langs Gausa opp til prosjektgrensen. Planområdet faller innenfor sikkerhetsklasse F2 som betyr at 200-årsflom er dimensjonerende.

Rapporten omfatter flomsonekartlegging for elvastrekningen nord for Segelstad bru opp til prosjektgrensen, og forslag til sikringstiltak mot 200-årsflom. Planområdet er vist i Figur 1-1. Alle høyder i rapporten er gitt i NN2000.



Figur 1-1: Plassering av planområde, vist med rød firkant.



Figur 1-2: Kartutsnitt fra reguleringsplan.

2 FLOMBEREGNING

Beregningene er utført i henhold til "Retningslinje for flomberegninger» (NVE, 2011) og veilederen om tekniske krav til byggverk, TEK17 § 7-2. I veilederen til TEK17 står det at bebyggelse må plasseres sikkert med hensyn til flom eller annen fare knyttet til vassdrag, som isgang, erosjon, skred og masseavlagring. For sikkerhetsnivåer mot flom langs vassdrag vises det til NVEs retningslinjer nr. 1/2008. Sikkerhetsnivåene for flom i NVEs retningslinjer utfyller sikkerhetskravene i TEK med tilhørende veiledning.

I henhold til TEK17 § 7-2, vil sikkerhetsklasse mot flom for byggverk falle under sikkerhetsklasse F2, som medfører krav om sikkerhet mot 200-årsflom.

2.1 Beregning av 200-års flom

Flomberegninger for Gausa er tidligere beregnet i forbindelse med omlegging av elva ved Segelstad bru (oppdrag 600615-01 Elveomlegging Segalstad Bru datert 2/11-2015). Det er benyttet resultatet fra den tidligere beregningen i denne rapporten. Flomberegningen er vist i Vedlegg 4.

200-års momentanflom med 20% klimatillegget for Gausa ved Segalstad bru er beregnet til 101,4 m^3/s. Klimatillegg på 20% benyttes til å ta hensyn til en forventet økning av flomintensitet i framtiden.

Dimensjonerende 200 års momentanflom er beregnet til:

$$Q_{200,momentan} = 101{,}4\frac{m^3}{s} * 1{,}52 = 154{,}1\ m^3/s$$

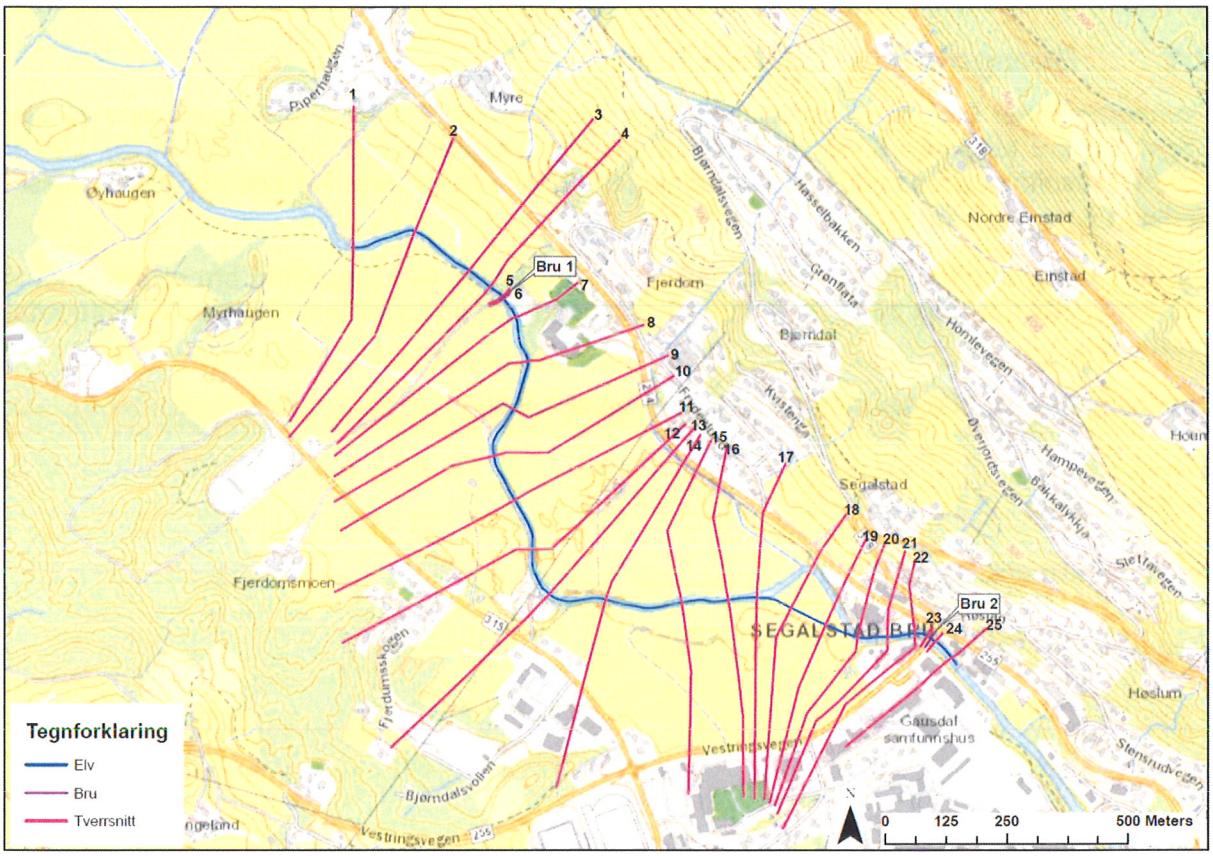
Med 20% klimatillegg gir det:

$$Q_{200,momentan} = 1{,}2 * 154{,}1 = 185\ m^3/s$$

3 VANNLINJEBEREGNING

3.1 Geometri og elvemodell

Det er satt opp en 1D hydraulisk modell av Gausa fra Segelstad bru og nordover opp til prosjektgrensen for strekningen som kan påvirke planområdet. Modelleringsprogrammet Hec-Ras er benyttet. Det er generert en terrengmodell med laserdata. Elvebunn og terrenget i den hydrauliske modellen er representert i form av tverrprofiler som er tatt ut fra denne terrengmodellen. Modellen innebefatter cirka 1700 meter av elvestrekningen. Figur 3-1 viser plassering av tverrprofilene benyttet i modellen. Høydene er gitt i NN2000.



Figur 3-1: Kartet viser tverrprofiler for Gausa ved Segalstad bru benyttet i Hec-Ras modellen.

3.2 Mannings tall (hydrauliske ruhetsverdier)

Alle typer energitap som påvirker vannstanden langs elveløpene er representert ved en enkelt faktor, Mannings tall, n, (hydraulisk ruhet). Den hydrauliske ruheten (n1 for hovedkanal og n2 for sidearealer) i elva er bestemt på grunnlag av, se Chow et al, (1988).

Elva er vurdert som moderat helling og flomslettene er vurdert som skog og dyrket mark. For hovedelva er det benyttet Mannings tall, n, lik 0,04, n lik 0,03 er benyttet for sidearealer.

3.3 Grensebetingelser

Vannføringen fra flomberegning er brukt som inngangsdata i den hydrauliske modellen (stasjonær strømning). Her er det antatt at det oppstår normalstrømning ved oppstrøms og nedstrøms ende av modellen. Ved normalstrømning følger vannspeilet helningen til elvebunnen.

3.4 Kalibrering av modell

Det foreligger ikke kalibreringsdata, det vil si samtidig innmåling av vannføring og vannstand, for elvestrekningen. Det er derfor ikke mulig å kalibrere modellen mot observerte data. For å vurdere usikkerheten i vannstand for valgte ruhetsverdier, er det kjørt en følsomhetsanalyse der verdiene er økt med 25 %.

Resultatet er vist i Tabell 3-1. Analysen viste at en 25 % økning av ruhet i elveløpet ga en økning i vannlinje for Gausa på opptil 31 cm ved 200-årsflom. Basert på følsomhetsanalysen, anbefales det å benytte en sikkerhetsmargin på minimum 0,5 m over beregnet 200-års vannlinje. Bruk av sikkerhetsmargin anbefales også for å ta hensyn til is og drivgods som kan forekomme i elveløpet ved flom.

*Tabell 3-1: Beregnet vannstand for 1,2*Q_{200} med 25% større Manningstall (n), Gausa.*

Profil [nr]	Vannstand [moh]		Differanse [m]
	n	n+25%	
1	235,23	235,23	0
2	235,23	235,23	0
3	235,23	235,23	0
4	235,23	235,23	0
5	235,15	235,15	0
Bru 1			
6	232,79	232,80	0,01
7	230,99	231,17	0,18
8	231,36	231,48	0,12
9	231,42	231,42	0
10	231,12	231,16	0,04
11	231,05	231,05	0
12	230,83	230,99	0,16
13	230,82	230,97	0,15
14	230,81	230,96	0,15
15	230,8	230,94	0,14
16	230,79	230,94	0,15
17	230,78	230,92	0,14
18	230,74	230,88	0,14
19	230,7	230,83	0,13
20	230,62	230,74	0,12
21	229,82	230,07	0,25
22	229,97	230,09	0,12
23	229,56	229,66	0,1
Bru 2			
24	228,83	229,06	0,23
25	228,17	228,48	0,31

3.5 Vannlinje for 200-årsflom

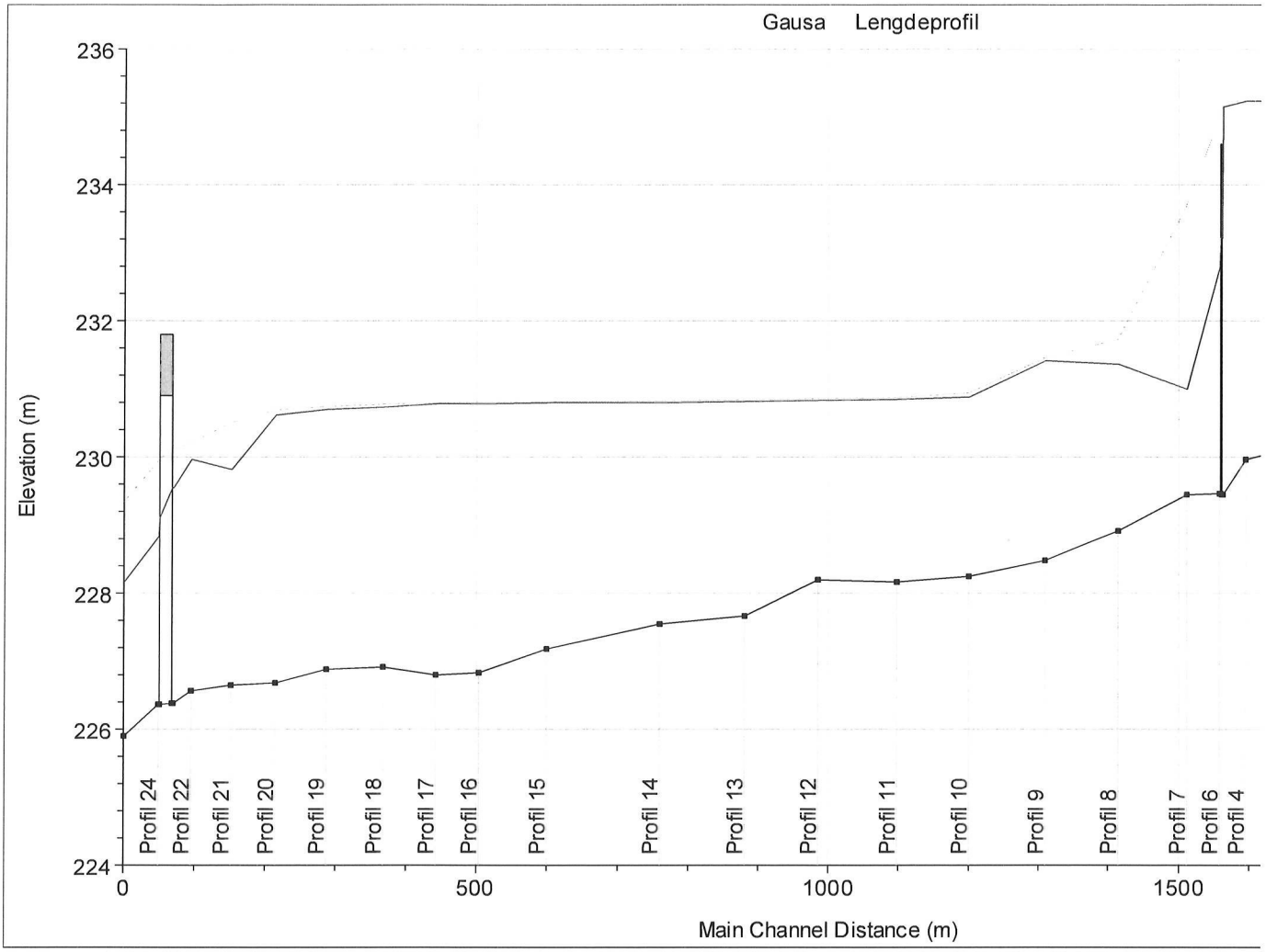
Modellen er kjørt med beregnet 200-årsflom lik 185 m^3/s.

Resultatene for vannlinjeberegningen er vist i Tabell 3-2. Figur 3-2 viser beregnet vannlinje som lengdeprofil.

Tabell 3-2: Beregnede vannstander, vannhastigheter og Froude tall ved tverrprofilene (Profil 1 til Profil 23).

	Q_{200} = 185 m^3/s			
Profil [nr]	**Vannstand [m.o.h]**	**EG Høyde* [m.o.h]**	**Hastighet [m/s]**	**Froude tall**
1	235,23	235,23	0,16	0,02
2	235,23	235,23	0,13	0,02
3	235,23	235,23	0,13	0,02
4	235,23	235,23	0,11	0,02
5	235,15	235,22	1,42	0,19
Bru 1				
6	232,79	234,97	6,64	1,19
7	230,99	233,68	7,3	1,91
8	231,36	231,71	3,24	0,69
9	231,42	231,45	1,16	0,22
10	231,12	231,14	0,48	0,09
11	231,05	231,08	1,14	0,22
12	230,83	230,85	0,88	0,18
13	230,82	230,83	0,61	0,12
14	230,81	230,81	0,53	0,09
15	230,8	230,8	0,4	0,07
16	230,79	230,8	0,51	0,08
17	230,78	230,79	0,38	0,06
18	230,74	230,77	0,61	0,11
19	230,7	230,74	0,77	0,13
20	230,62	230,68	1,15	0,19
21	229,82	230,5	3,86	0,7
22	229,97	230,2	2,31	0,4
23	229,56	230,1	3,39	0,61
Bru 2				
24	228,83	229,93	4,75	0,97
25	228,17	229,33	4,96	1,07

**Energigradient Høyde*



*Figur 3-2: Lengdeprofil av elva med beregnet vannlinje (WS) og energjlinje (EG) for 1,2*Q_{200}, Gausa.*

3.6 Flomsikkert nivå for sideareal

Vannivåer gitt i Tabell 3-2 er resultater fra de hydrauliske beregningene. På bakgrunn av en vurdering av følsomhetsanalysen, anbefales det å benytte en sikkerhetsmargin på minimum 50 cm over beregnet 200-års vannlinje.

Tabell 3-3 angir flomsikkert nivå for 200-årsflom med 20 % klimatillegg. Eventuelle sidearealer som ligger lavere enn dette nivået må beskyttes mot flom i henhold til kravene i TEK17.

Tabell 3-3: Flomsikkert nivå for 200-årsflom ved tverrprofilene i Figur 3-1 (høyde referanse NN2000).

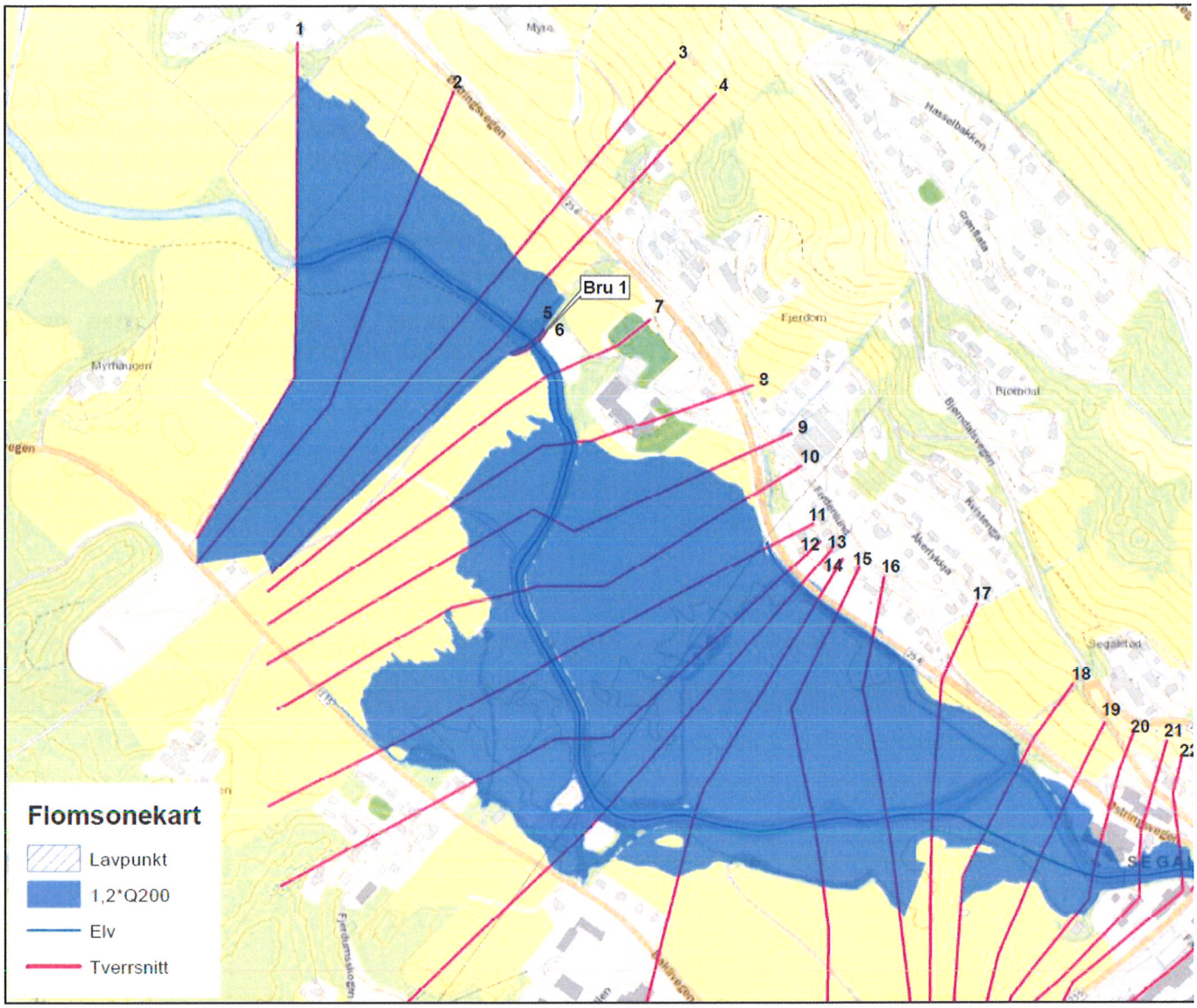
	Q_{200} = 185 m³/s	
Profil [nr]	**Vannstand [m.o.h]**	**Flomsikkert nivå [m.o.h]**
1	235,23	235,73
2	235,23	235,73
3	235,23	235,73
4	235,23	235,73
5	235,15	235,65
Bru 1		
6	232,79	233,29
7	230,99	231,49
8	231,36	231,86
9	231,42	231,92
10	230,89	231,39
11	230,85	231,35
12	230,83	231,33
13	230,82	231,32
14	230,81	231,31
15	230,8	231,3
16	230,79	231,29
17	230,78	231,28
18	230,74	231,24
19	230,7	231,2
20	230,62	231,12
21	229,82	230,32
22	229,97	230,47
23	229,56	230,06
Bru 2		
24	228,83	229,33
25	228,16	228,66

4 FLOMSONEKART

Flomsonekart er generert ved bruk av GIS. Det er utarbeidet flomsoner for flom med gjentaksintervall 200 år med 20% klimatillegg. Figur 4-1 viser flomsonen for Q_{200} inkludert påslag for klimafaktor. Beregningsmodellen omfatter ikke områder oppstrøms og nedstrøms dette området, og kartet kan ikke benyttes som dokumentasjon for flomforhold utover de nevnte profilene.

Utbredelsen av flomsonen er mindre nøyaktig bestemt enn vannlinjene og gir bare et omtrentlig bilde av hvilke områder som blir oversvømt.

For planlegging av sikringstiltak og detaljert vurdering av flomfaren bør man derfor sammenlikne beregnet vannstand (Tabell 3-2) med faktisk eller prosjektert terrengnivå.



Figur 4-1: Flomsone for 200-års flom + 20% klimafaktor.

5 DISKUSJON OG ANBEFALINGER

Flomsikre nivåer for en 200-årsflom i henhold til sikkerhetsklasse F2 i TEK17 er gitt i Tabell 3-3 med henvisning til profiler i Figur 3-1. Beregningene viser at områder nær elva kan være utsatt ved en 200-årsflom.

Som vist i oversiktskart for oversvømte areal ved Gausa er flomsikkerheten for dårlig på sideareal, og vannstanden med dagens geometri er ventet å stige høyere enn elvebredden ved en 200-årsflom + 20% økning. Det anbefales at nødvendige tiltak iverksettes.

5.1 Anbefalte tiltak mot en 200-årsflom med klimapåslag

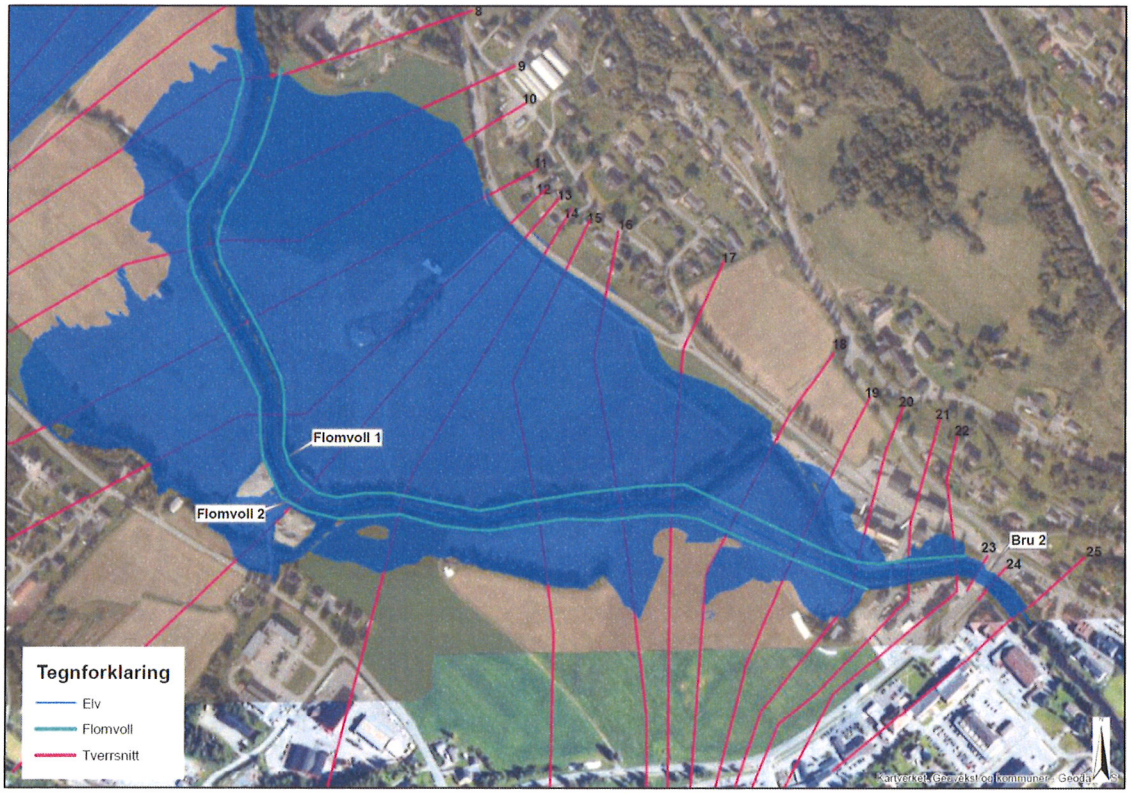
Nødvendige tiltak for å sikre området mot en 200-årsflom kan bestå av følgende løsninger:

- Bygging av lokal flomvoll
- Heving/oppfylling av terrenget

5.1.1 Bygge flomvoll

Vanlige tiltak for å beskytte mot høy vannstand er å bygge flomvoller. Det er ikke nødvendig å sikre hele området, men bare områder rundt bygninger, adkomstveier og andre viktige områder hvor sikkerhetsmarginen er under det anbefalte kravet på 0,5 m. Det er vurdert at det er akseptabelt om uteareal blir oversvømt ved 200-års flom.

Nødvendig høyde for den anbefalt flomvollen vil bli på 0,9 – 2,87 m mellom profiler 8 til 17 (se vedlegg 3) og skråningshelninger på 1:3 mot elveløpet.



Figur 5-1: Anbefalte tiltak på elva strekningen ved planområdet.

6 USIKKERHET

Kvaliteten på vannlinjeberegningene er avhengig av en godt kalibrert vannlinjeberegningsmodell. Det vil si at det samles inn samhørende verdier av vannføring og vannstand som modellen kan kalibreres etter. I dette tilfellet er modellen ikke kalibrert ut fra observerte vannstander da det ikke er registrert vannstander i forbindelse med flomvannføringer.

Modellen som er utviklet er en tilnærming til en naturlig elv, der usikkerhet må påregnes. Nøyaktighet i tverrprofiler, avstand mellom tverrprofiler, usikkerhet i estimat av ruhet og helning på elva er blant de viktigste usikkerhetsfaktorene.

7 REFERANSER

Chow, V.T., 1988: Open-Channel Hydraulics, Caldwell, New Jersey: The Blackburn Press.

HEC-USACE, 2002: HEC-RAS River Analysis System, Hydraulic Reference Manual, U,S, Army Corps of Engineers, Hydraulic Engineering Center (HEC), Davis, CA, USA.

NVE, 4/2011: Retningslinjer for flomberegninger til § 5-7 i forskrift om sikkerhet og tilsyn med vassdragsanlegg. Retningslinje 4/2011. Norges vassdrags- og energidirektorat.

NVE rapport 81-2016: Klimaendring og framtidige flommer i Norge.

Ta med retningslinje for planlegging langs vassdrag 1/2008.

8 VEDLEGG

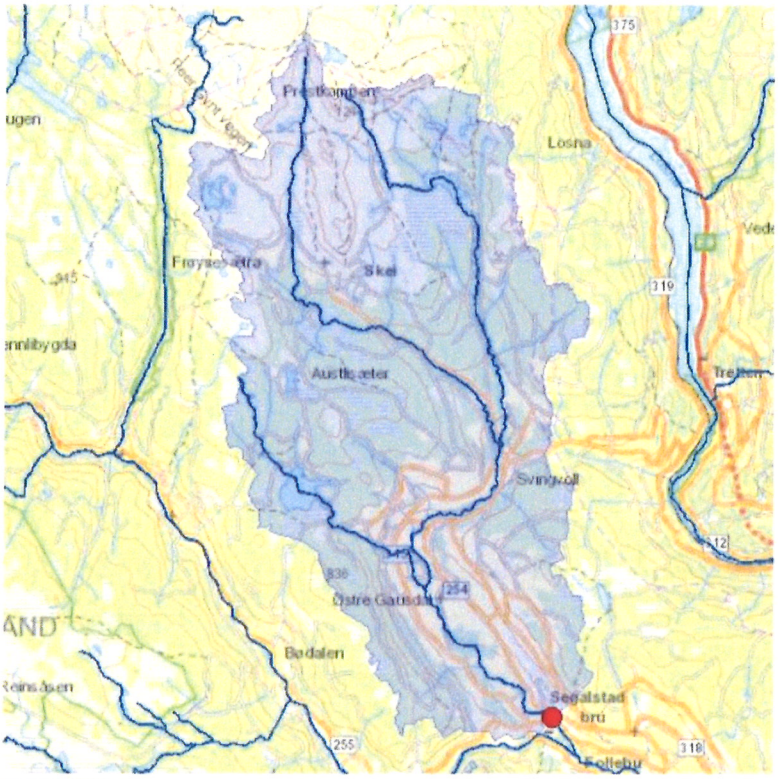
Vedlegg 1: Lavvannskart/NEVINA-rapport for nedbørfelt

Vedlegg 2: Tverrprofil av elva med beregnet vannlinje

Vedlegg 3: Tverrsnitt flomvoll

Vedlegg 4: Oppdrag 600615-01 Elveomlegging Segalstad Bru – Flom og hydrauliske beregninger

Vedlegg 1: Lavvannskart/NEVINA-rapporter for aktuelle nedbørfelt



Lavvannskart

Vassdragsnr.:	002.DDAA0
Kommune:	Gausdal
Fylke:	Oppland
Vassdrag:	VESLEELVA

Vannføringsindeks, se merknader	
Middelvannføring (61-90)	14,0 l/(s*km²)
Alminnelig lavvannføring	0,9 l/(s*km²)
5-persentil (hele året)	0,9 l/(s*km²)
5-persentil (1/5-30/9)	1,1 l/(s*km²)
5-persentil (1/10-30/4)	0,8 l/(s*km²)
Base flow	6,1 l/(s*km²)
BFI	0,4

Klima		
Klimaregion		Ost
Årsnedbør	716	mm
Sommernedbør	381	mm
Vinternedbør	335	mm
Årstemperatur	0,2	°C
Sommertemperatur	8,1	°C
Vintertemperatur	-5,4	°C
Temperatur Juli	10,5	°C
Temperatur August	10,5	°C

Feltparametere
Areal (A)
Effektiv sjø (S_{eff})
Elvelengde (E_L)
Elvegradient (E_G)
Elvegradient$_{1085}$ (C
Feltlengde(F_L)
H_{min}
H_{10}
H_{20}
H_{30}
H_{40}
H_{50}
H_{60}
H_{70}
H_{80}
H_{90}
H_{max}
Bre
Dyrket mark
Myr
Sjø
Skog
Snaufjell
Urban

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.

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsinde bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare

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

Flomberegning

Vassdragsnr.: 002.DDAA0
Kommune: Gausdal
Fylke: Oppland
Vassdrag: VESLEELVA

Resultat er kun validert for areal mindre enn 60km2.
Flomestimatene er derfor nødvendigvis ikke gyldige.

*Flomverdiene viser størrelsen på kulminasjonsflommer for ulike gjentaksintervall. 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 pågar fortsatt forskning for å*

Det pågar 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.

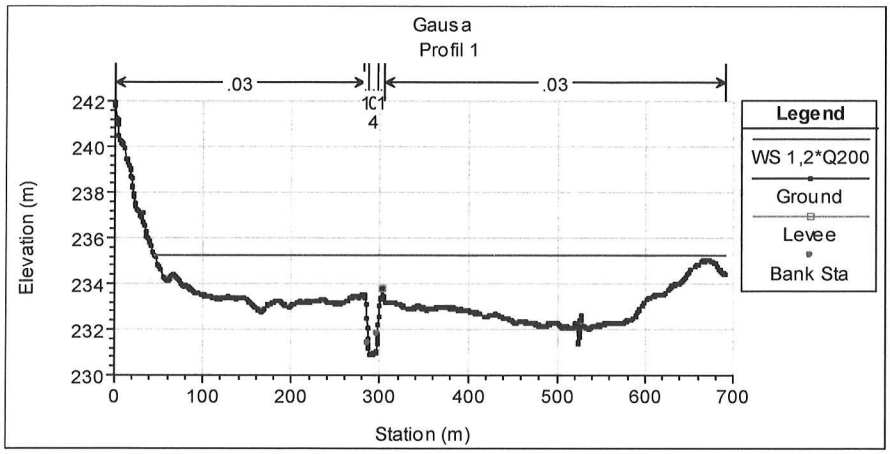
VESLEELVA

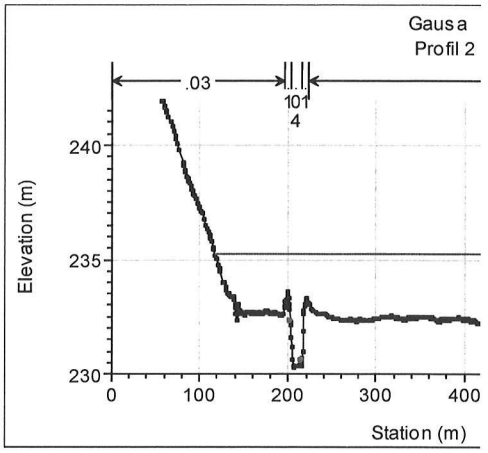
Areal (km²)	158,77
Klimafaktor	1,4

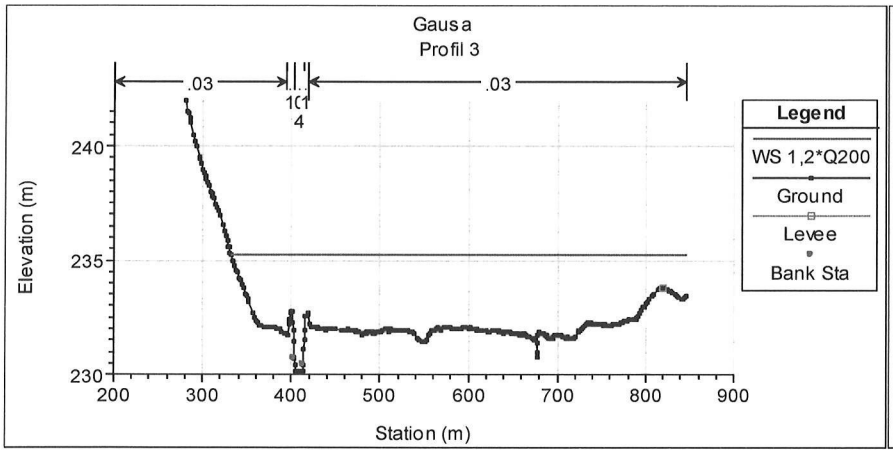
	Q^M		
	m3/s	l/(s*km²)	
Flomfrekvensfaktorer	-	-	1
95% intervall øvre grense (m³/s)	61,1	384,6	7
Flomverdier (m³/s)	34,5	217	4
95% intervall nedre grense (m³/s)	19,5	123	2
Flommer med klimapåslag (m³/s)	48,3	304,2	4

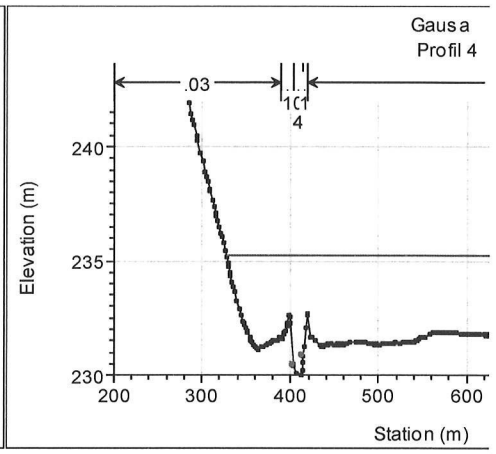
Beregningene er automatisk generert og kan inneholde feil. Det er generelt stor usikkerhet i denne typen beregninge observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner. Resultatene er ikke gyldig som grunnlag til flomberegninger fo

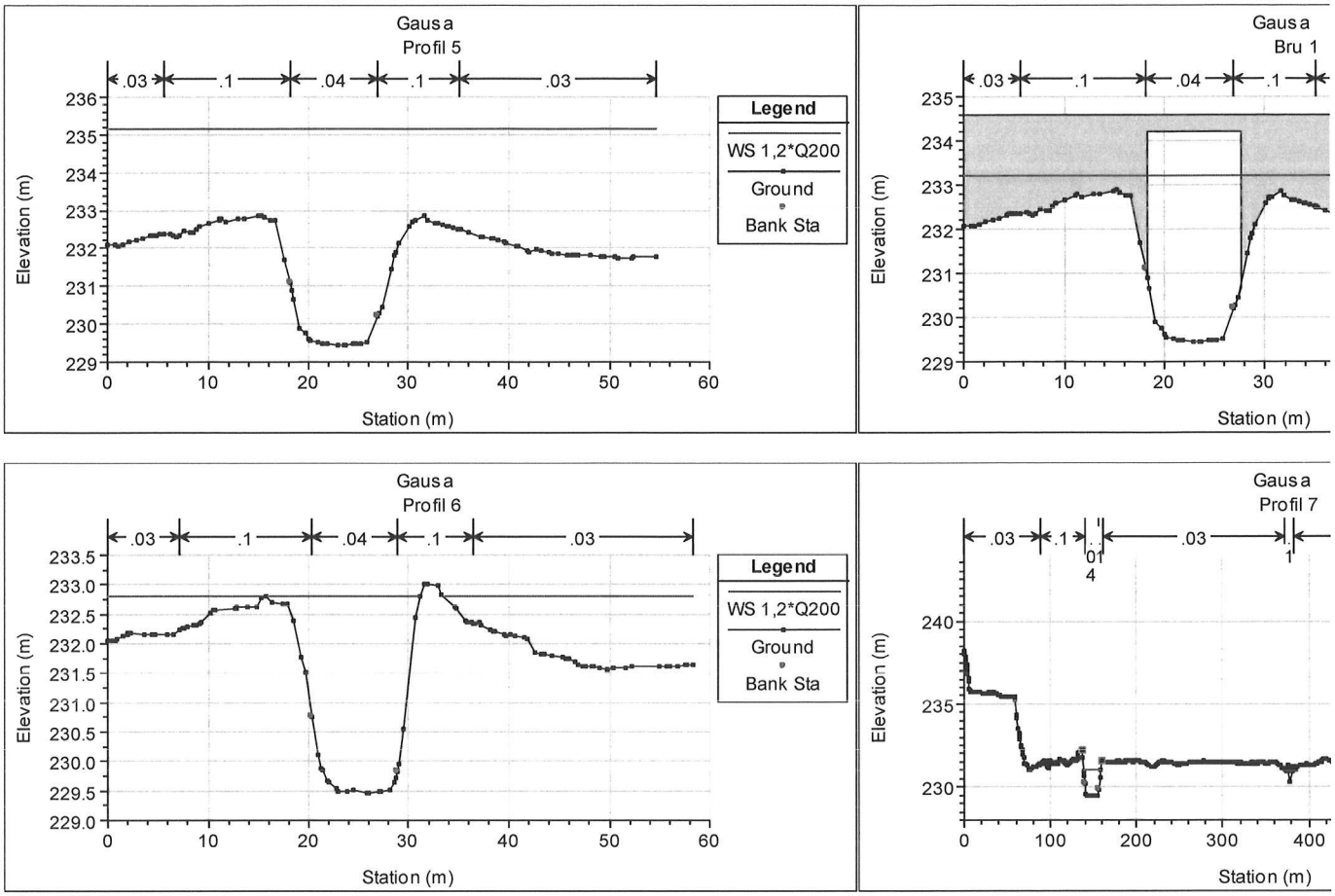
Vedlegg 2: Tverprofil av elva på planområde med beregnet vannlinje for 200-å klimafaktor. Henviser til Figur 3-1 for plassering av profiler

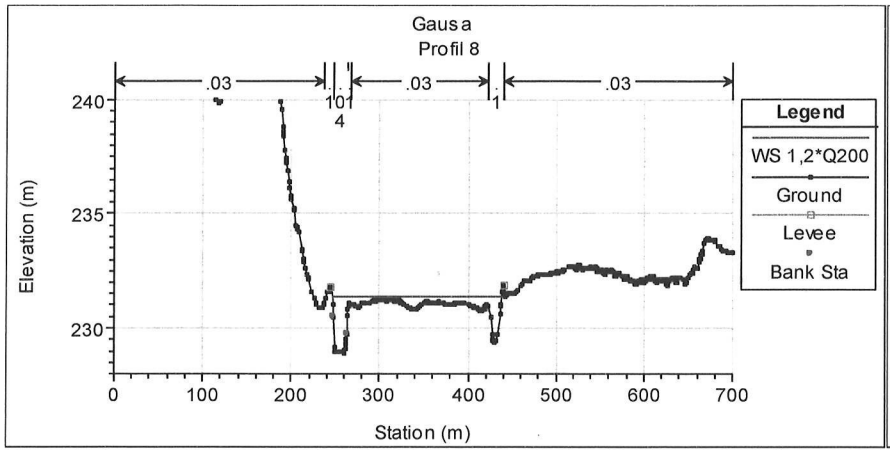


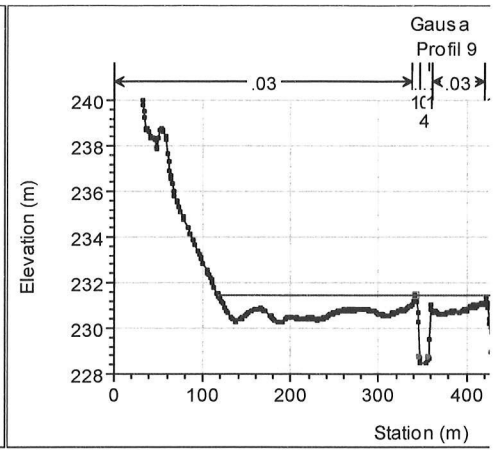


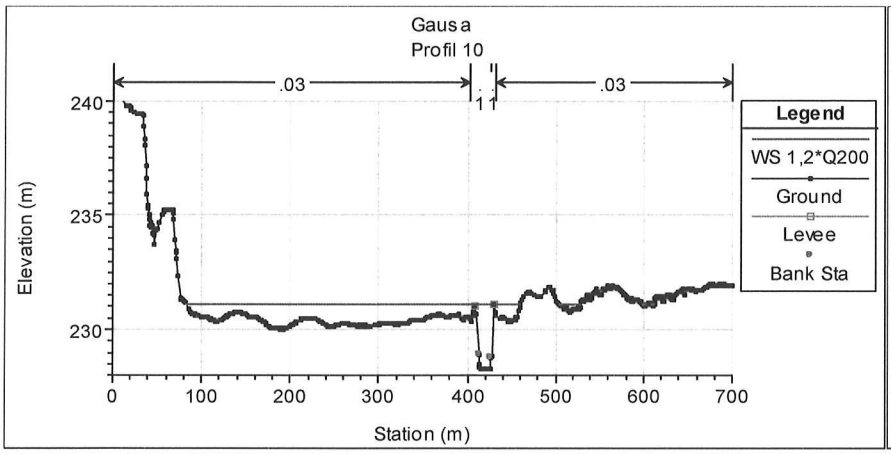


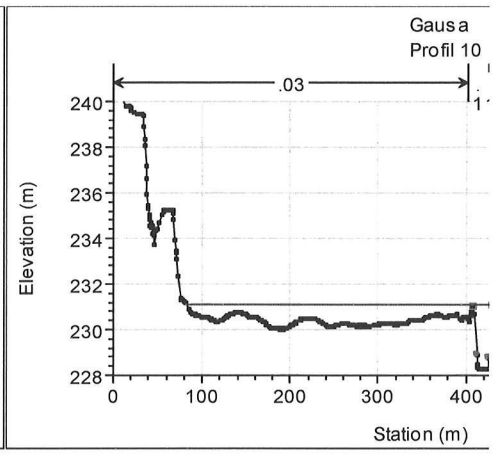


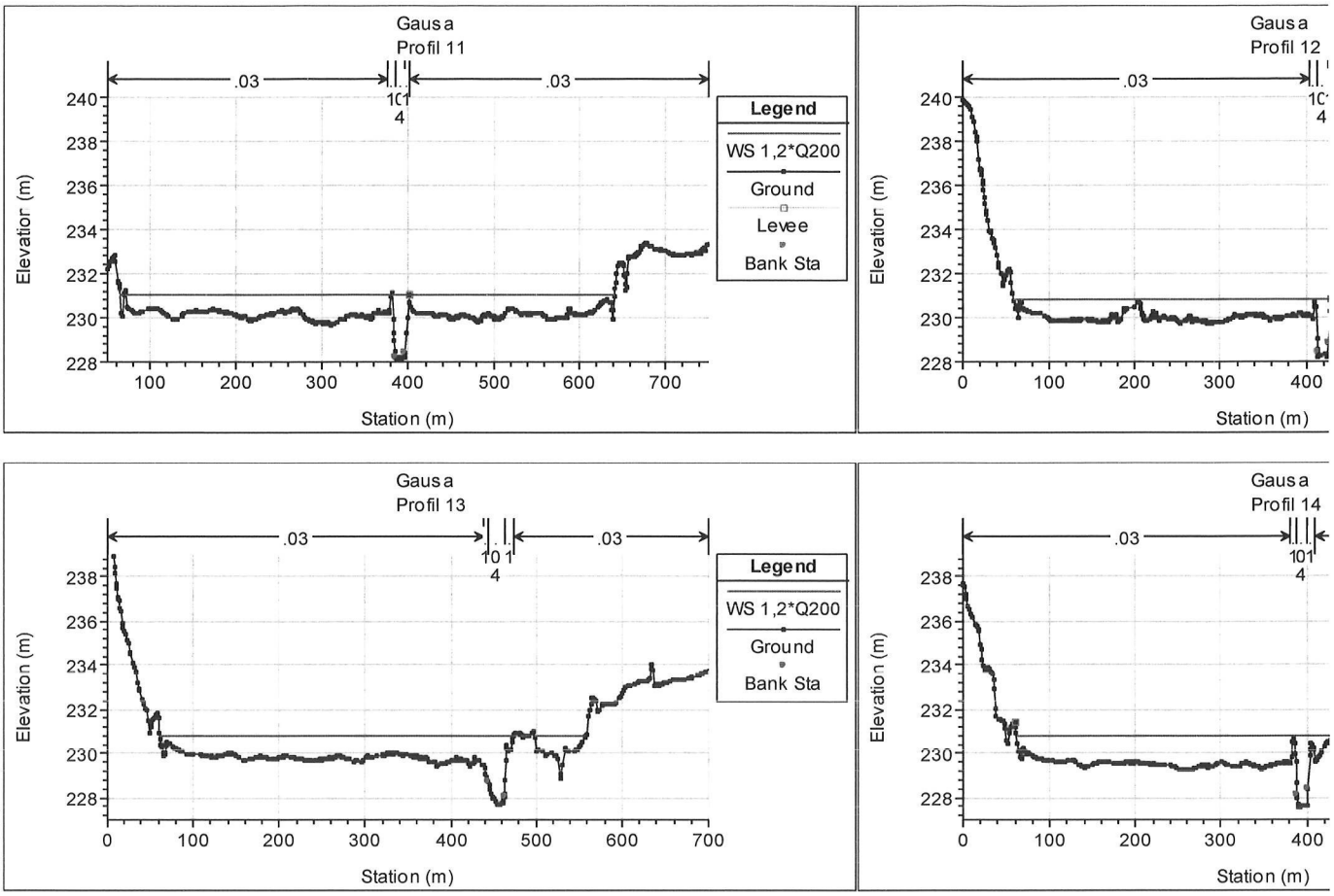

Gausa
Profil 5
.03
.1
.04
.1
.03
Legend
WS 1,2*Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
Gausa
Bru 1
Gausa
Profil 6
Gausa
Profil 7

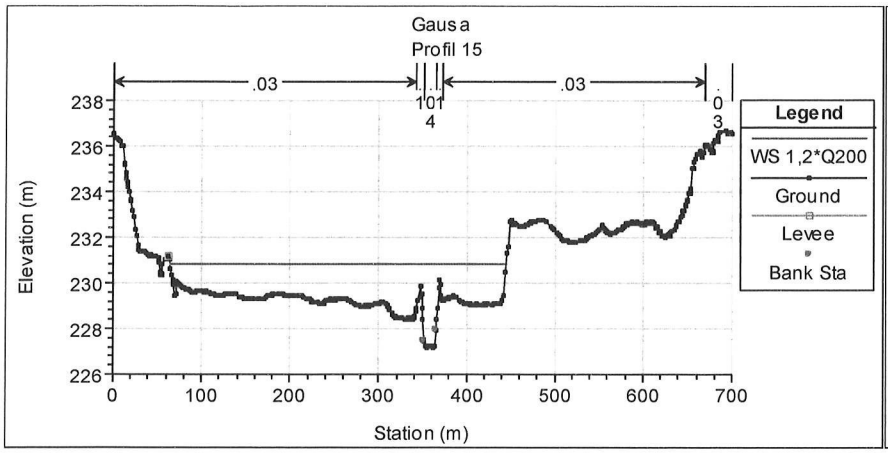

Gausa
Profil 8
.03
.03
.03
Legend
WS 1,2*Q200
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

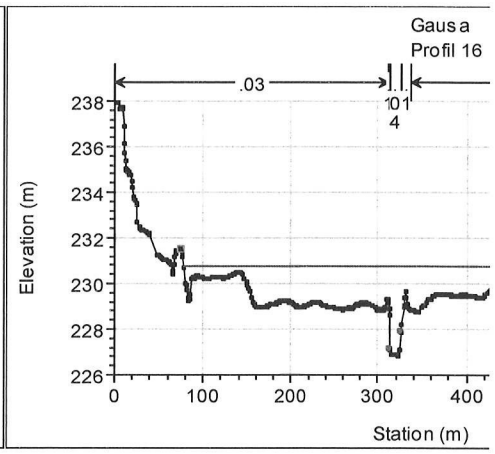

Gausa
Profil 9
.03
.03
Elevation (m)
Station (m)

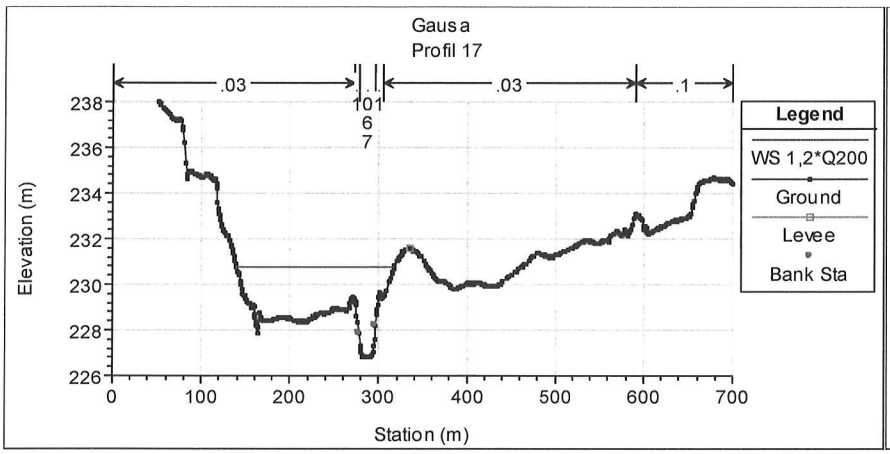

Gausa
Profil 10
.03
.03
Legend
WS 1,2*Q200
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

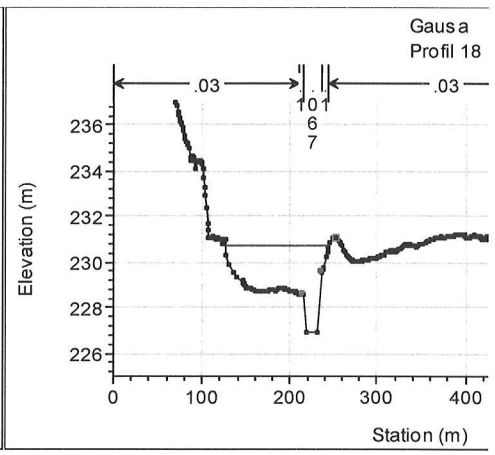

Gausa
Profil 10
.03
Elevation (m)
Station (m)

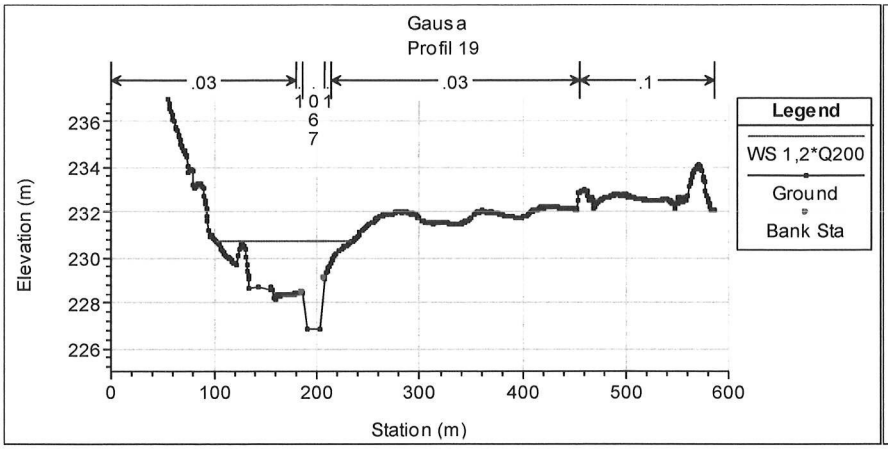

Gausa
Profil 11
.03
.03
101
4
Legend
WS 1,2*Q200
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
Gausa
Profil 12
.03
Elevation (m)
Station (m)
Gausa
Profil 13
.03
.03
10 1
4
Legend
WS 1,2*Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
Gausa
Profil 14
.03
101
4
Elevation (m)
Station (m)

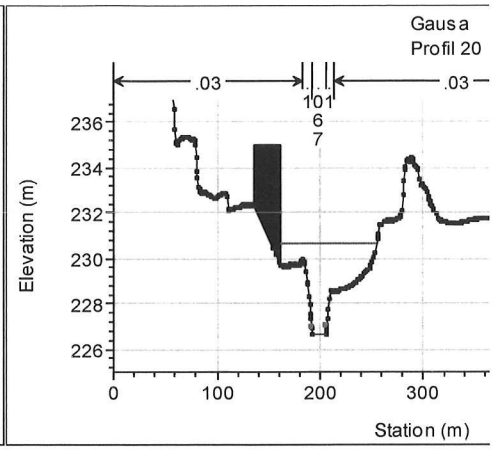

Gausa
Profil 15
.03
.03
.03
Legend
WS 1,2*Q200
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

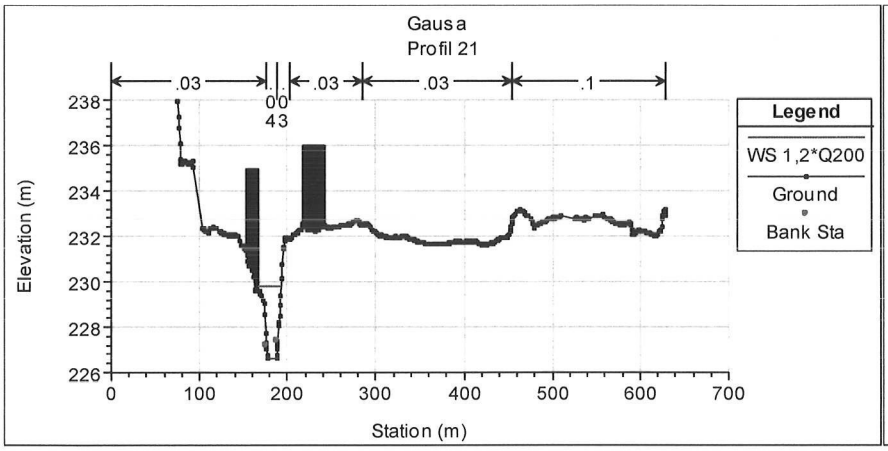

Gausa
Profil 16
.03
Elevation (m)
Station (m)

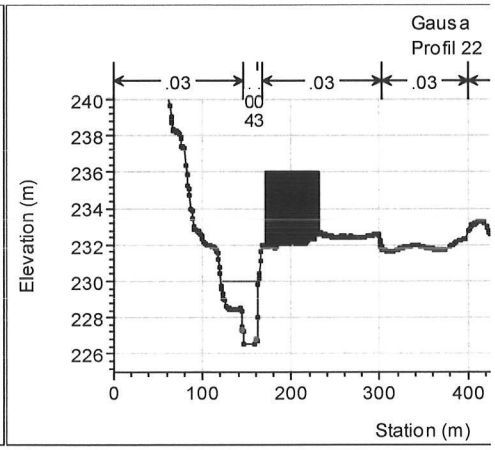

Gausa
Profil 17
.03
.03
.1
Legend
WS 1,2*Q200
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

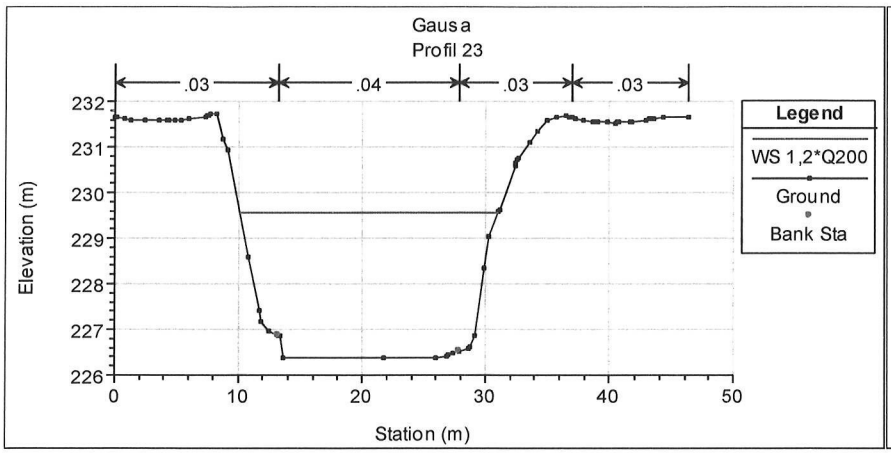

Gausa
Profil 18
.03
.03
Elevation (m)
Station (m)

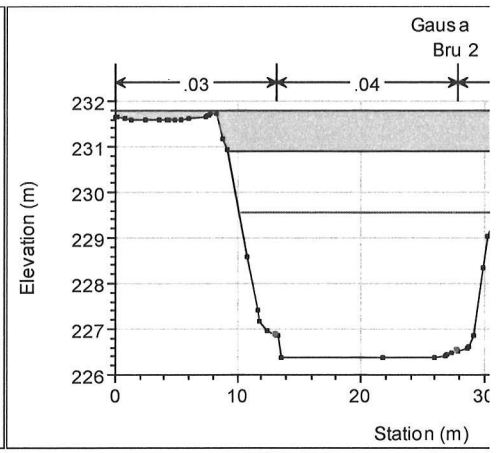

Gausa
Profil 19
.03
.03
.1
1 0 1
6
7
Legend
WS 1,2*Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

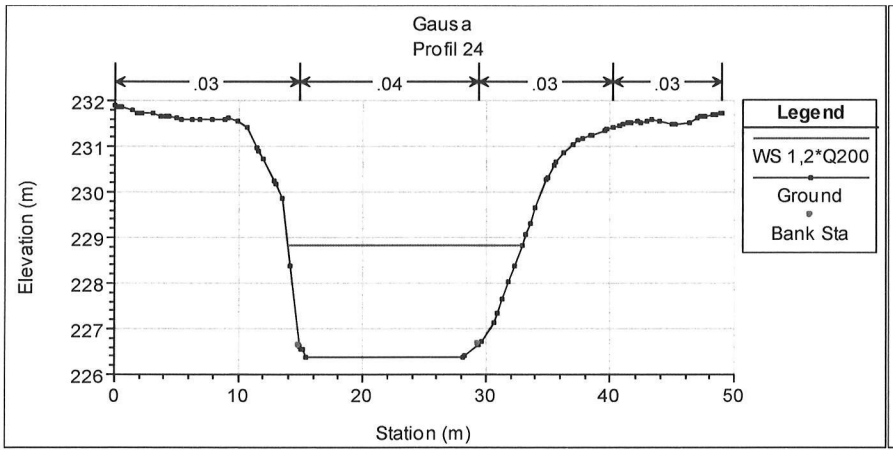

Gausa
Profil 20
.03
.03
1 0 1
6
7
Elevation (m)
Station (m)

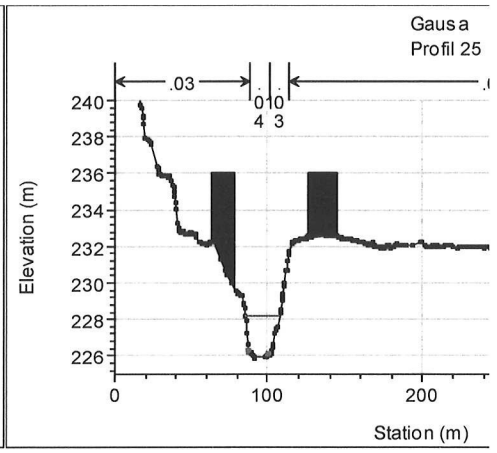

Gausa
Profil 21
.03
.03
.03
.1
0 0
4 3
Legend
WS 1,2*Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Gausa
Profil 22
.03
.03
.03
0 0
4 3
Elevation (m)
Station (m)

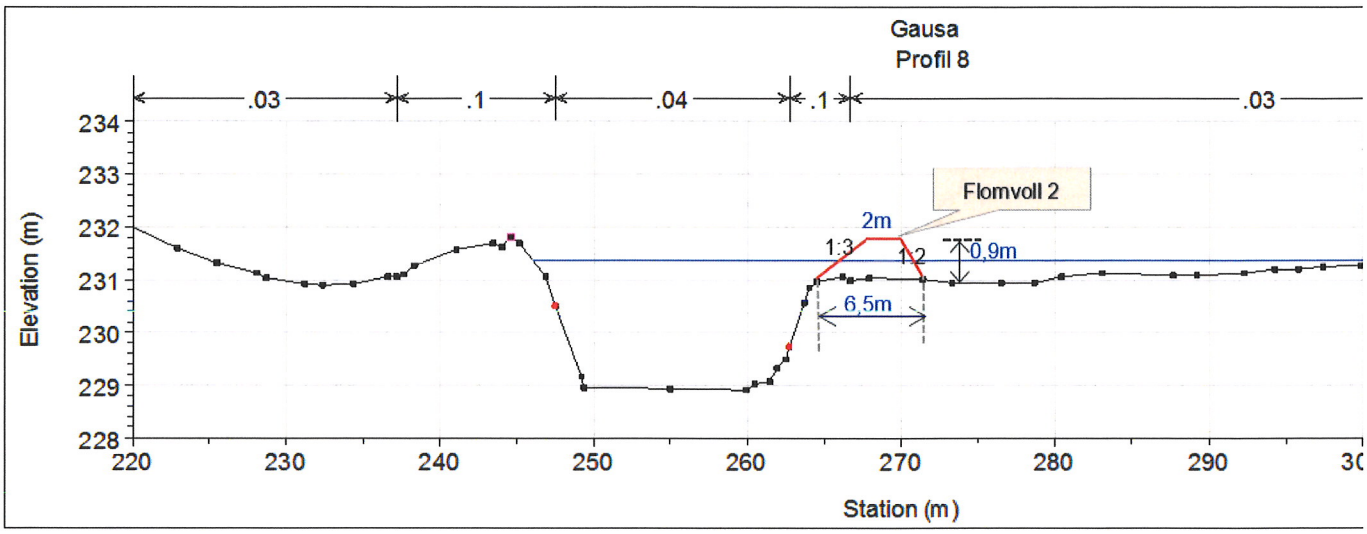

Gausa
Profil 23
.03
.04
.03
.03
Legend
WS 1,2*Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

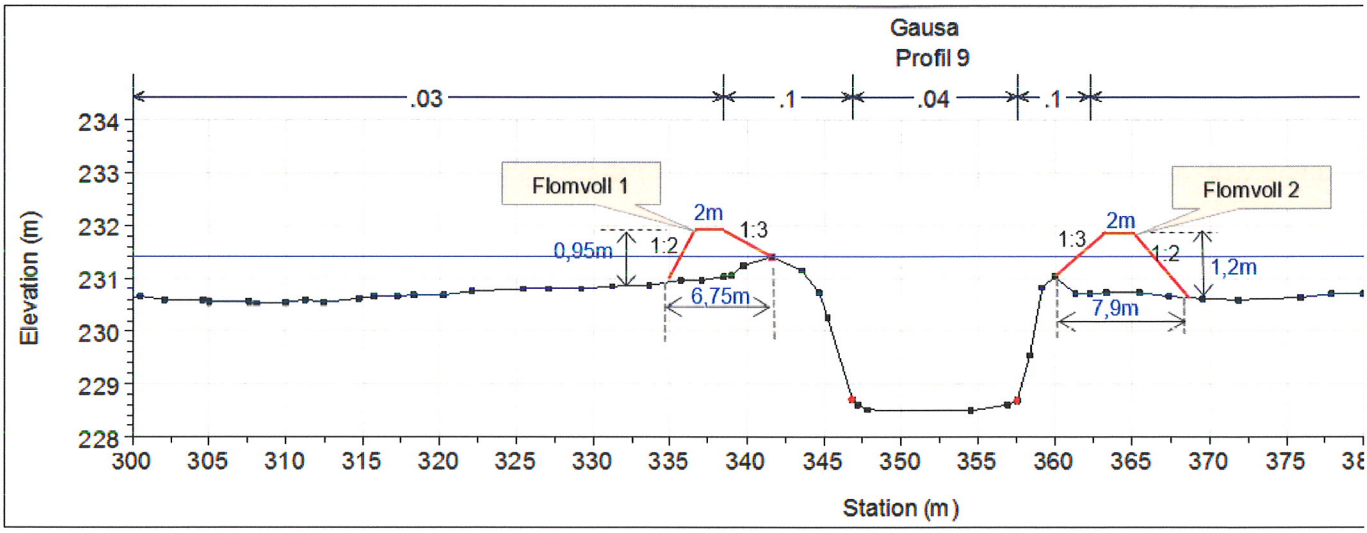

Gausa
Bru 2
.03
.04
Elevation (m)
Station (m)

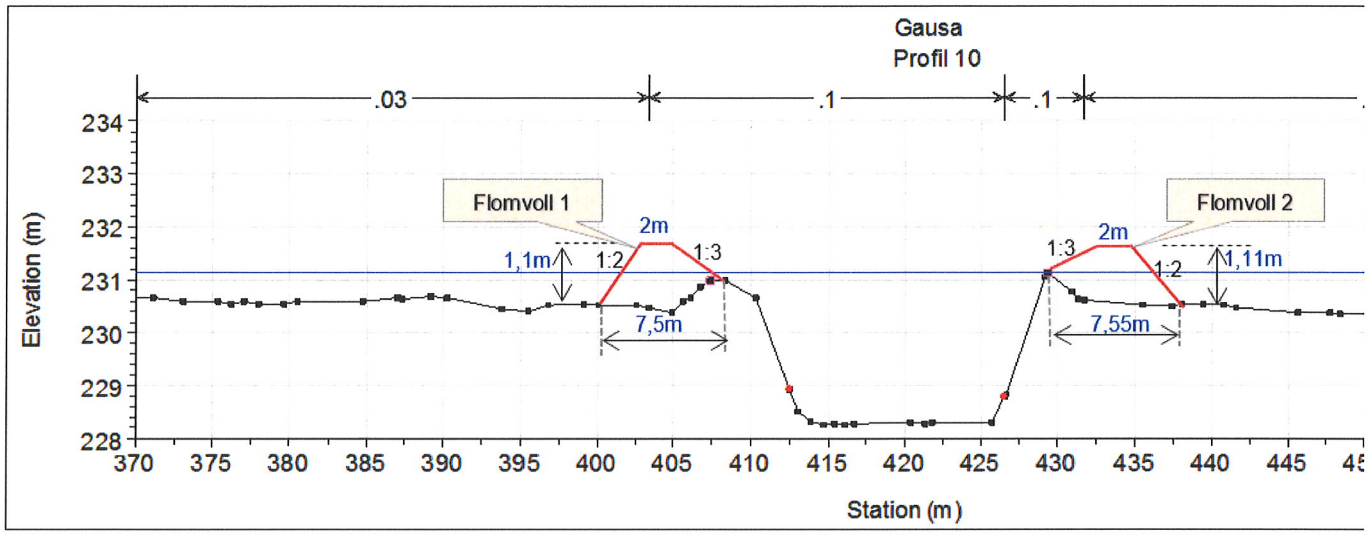

Gausa
Profil 24
.03
.04
.03
.03
Legend
WS 1,2*Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

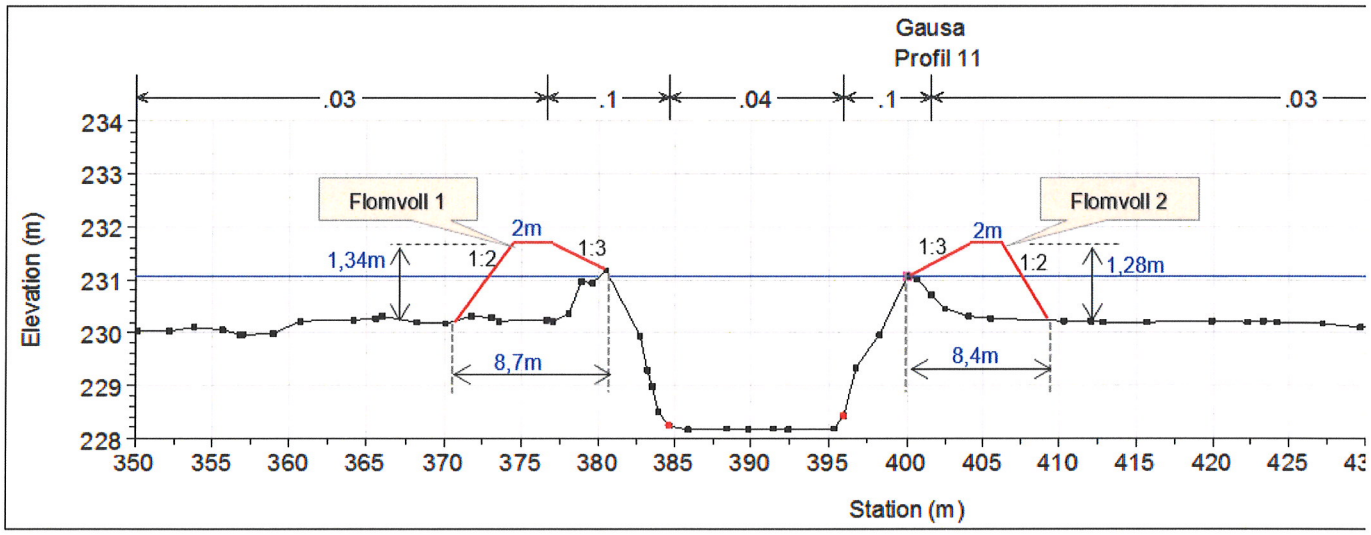

Gausa
Profil 25
.03
Elevation (m)
Station (m)

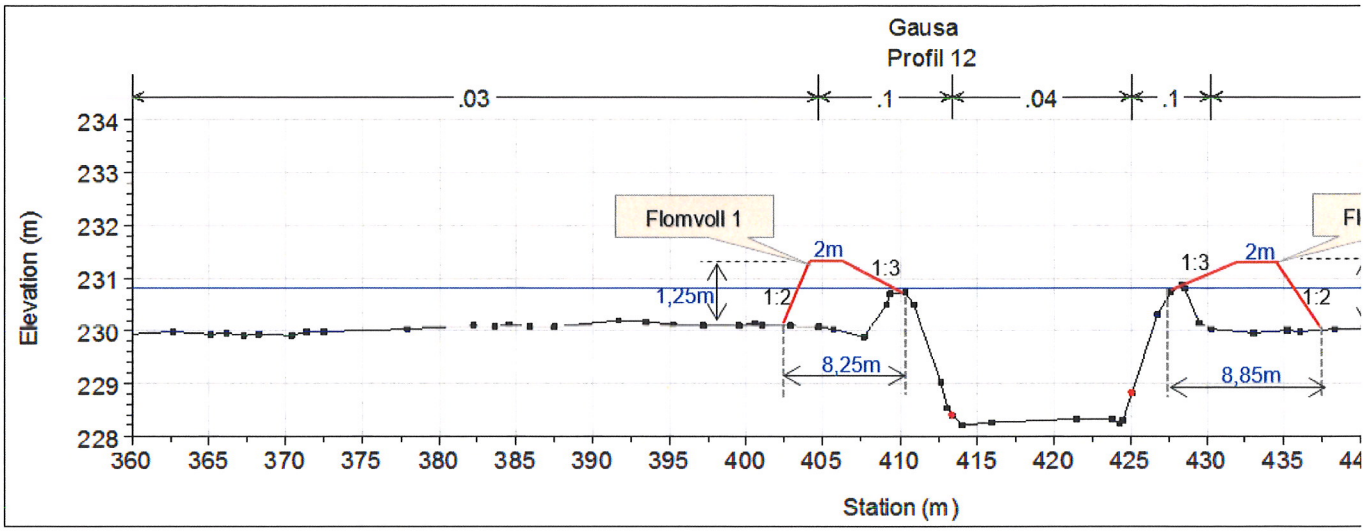
Vedlegg 3: Tverrsnitt Flomvoll (Høydereferanse NN2000)

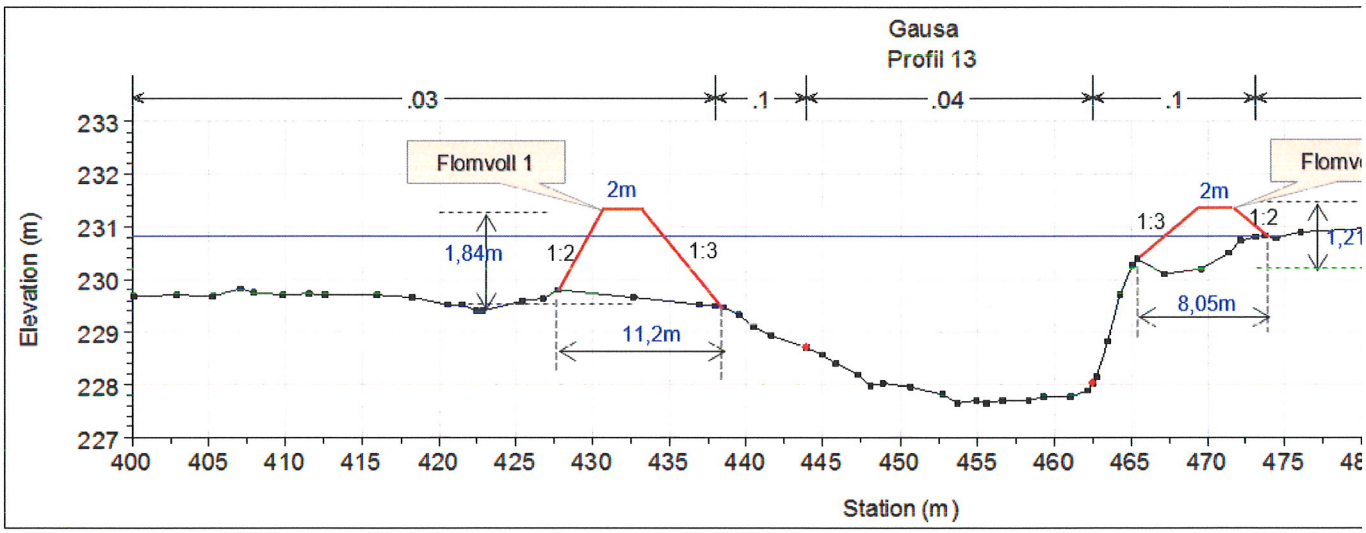


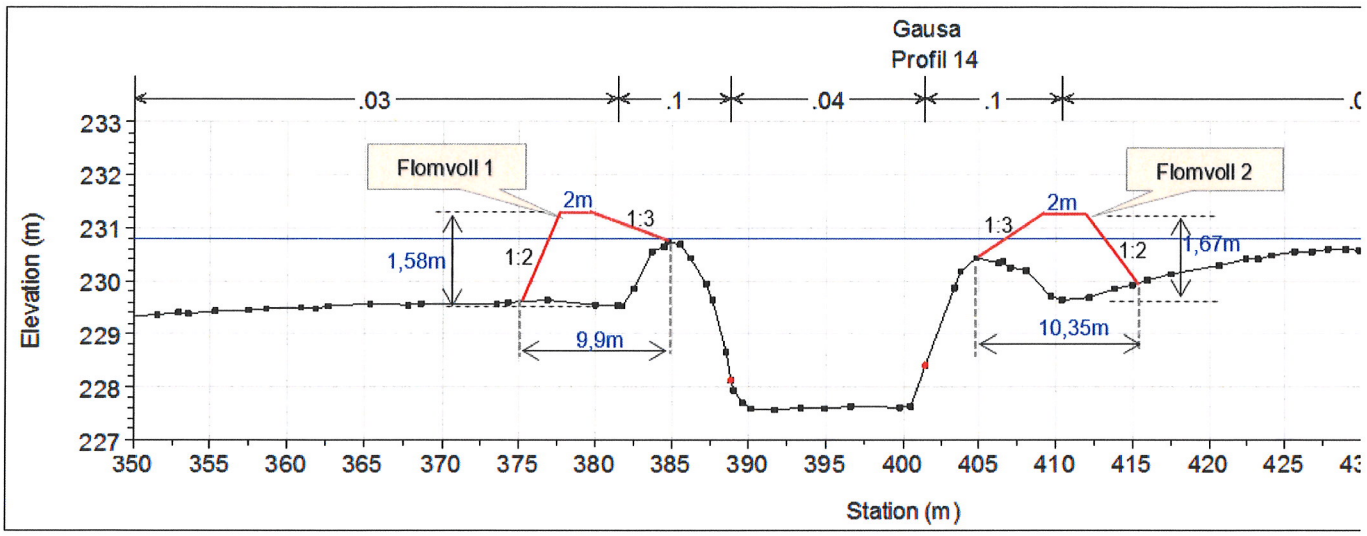


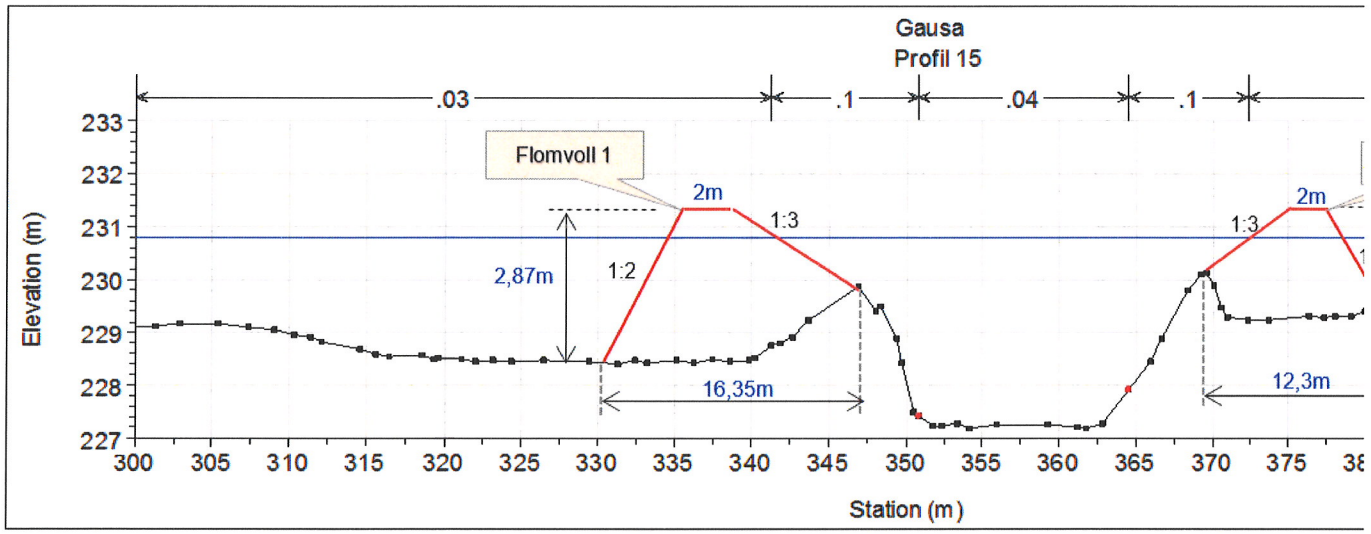

Gausa
Profil 10
.03
.1
.1
Flomvoll 1
Flomvoll 2
2m
1,1m
1:2
1:3
7,5m
1,11m
7,55m
Elevation (m)
Station (m)

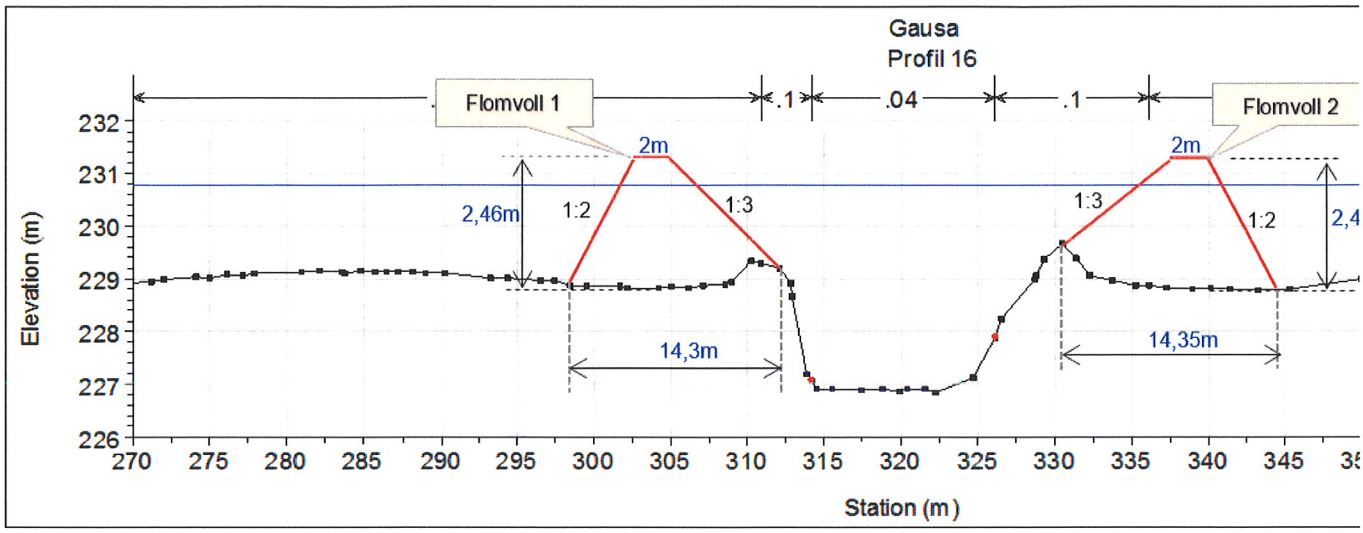

Gausa
Profil 11
.03
.1
.04
.1
.03
Flomvoll 1
Flomvoll 2
2m
1,34m
1:2
1:3
8,7m
1,28m
8,4m
Elevation (m)
Station (m)

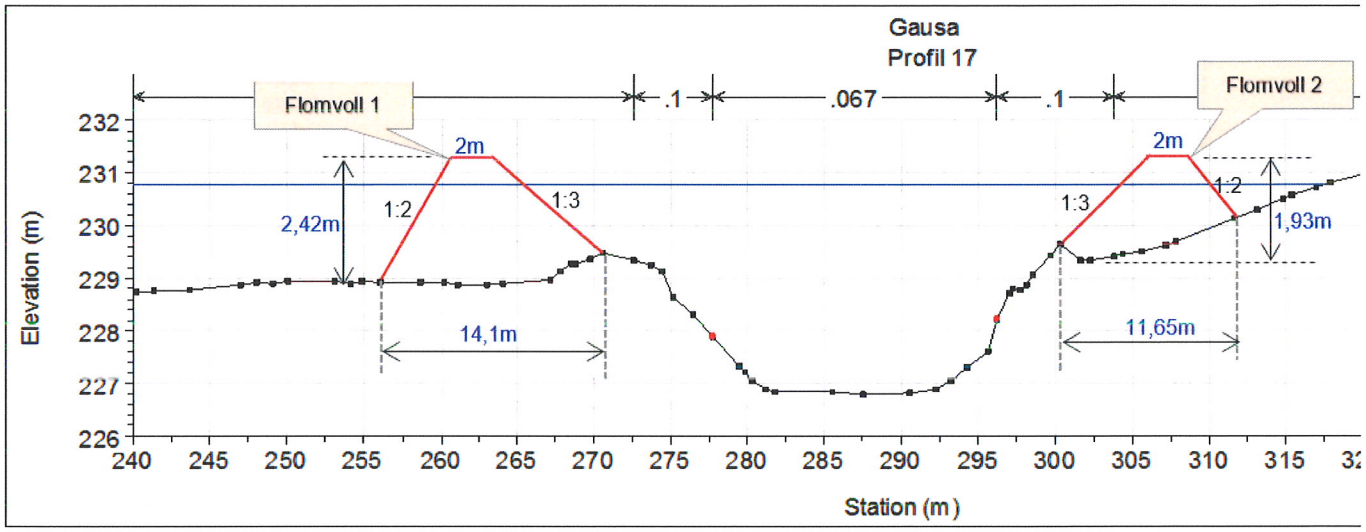

Gausa
Profil 12
.03
.1
.04
.1
Flomvoll 1
2m
1:3
1,25m
1:2
8,25m
1:3
2m
1:2
8,85m
Elevation (m)
Station (m)


Gausa
Profil 13
.03
.1
.04
.1
Flomvoll 1
2m
1,84m
1:2
1:3
11,2m
2m
1:3
1:2
8,05m
Elevation (m)
Station (m)


Gausa
Profil 14
.03
.1
.04
.1
Flomvoll 1
Flomvoll 2
2m
1:3
1:2
1,58m
1,67m
9,9m
10,35m
Elevation (m)
Station (m)


Gausa
Profil 15
.03
.1
.04
.1
Flomvoll 1
2m
1:3
1:2
2,87m
16,35m
12,3m
Elevation (m)
Station (m)


Gausa
Profil 16
Flomvoll 1
.1
.04
.1
Flomvoll 2
2m
2m
2,46m
1:2
1:3
1:3
1:2
2,4
14,3m
14,35m
Elevation (m)
Station (m)


Gausa
Profil 17
Flomvoll 1
.1
.067
.1
Flomvoll 2
2m
2m
2,42m
1:2
1:3
1:3
1:2
1,93m
14,1m
11,65m
Elevation (m)
Station (m)

Vedlegg 4: Rapport - Elveomlegging Segalstad Bru-Flom og hydrauliske beregninger