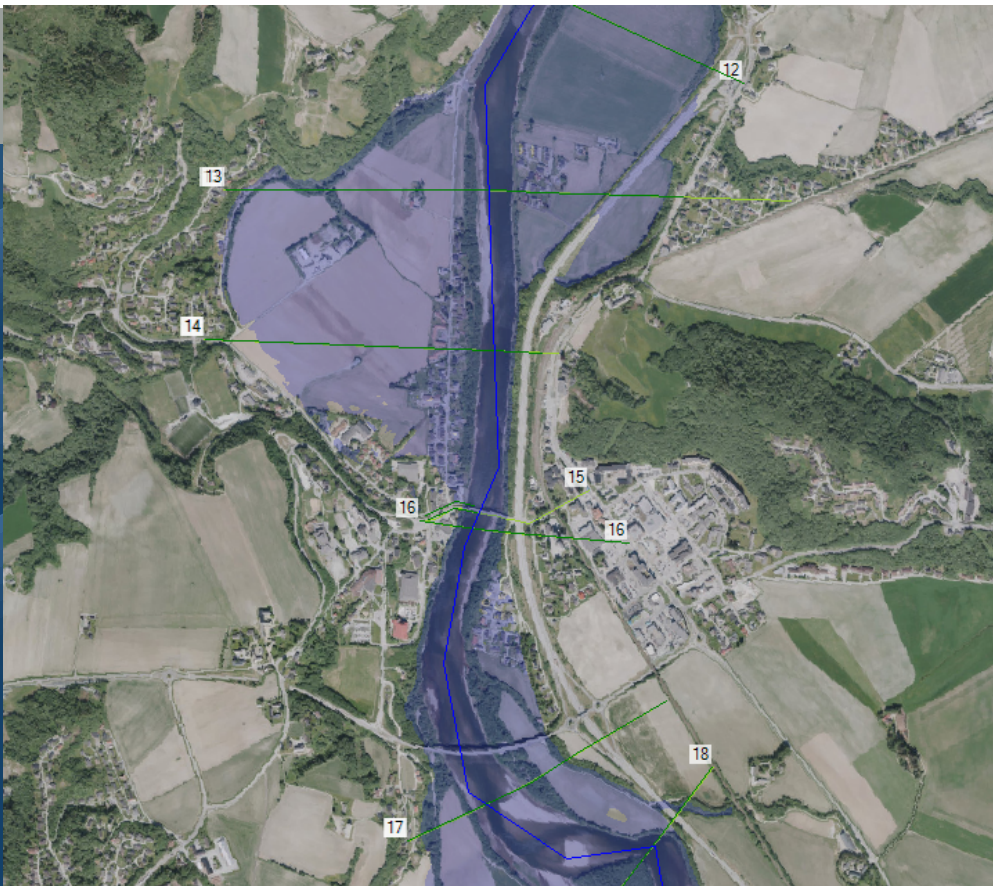




Flomberegning og hydraulisk analyse for Gaula ved Melhus

Per Ludvig Bjerke

9
2017



OPPDRAGSRAPPORT B

Oppdragsrapport B nr 9-2017

Flomberegning og hydraulisk analyse for Gaula ved Melhus

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør:

Forfattere:

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag:

Forsidefoto: 200 års flom ved Melhus

ISBN

Sammendrag: Flomberegningen viser at 200 års flommen er på 3400 m³/s. Det er da inkludert klimapåslag på 20 % for å ta høyde for fremtidige klimaendringer. Høyden av 200 års flommen ved profil 25 ved Gravråk er 12.84 moh, ved Melhus kirke er den 10.69 moh og ved profil 13 ved Blekesøya er høyden av 200 års flommen beregnet til å ligge på kote 8. 22 moh.

Emneord: Flomberegning, vannlinjeberegning, Melhus

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Innhold

Forord	4
Sammendrag	5
1 Innledning	6
2 Datagrunnlag	7
3 Flomberegning.....	7
4 Beregning av vannstand	8
5 Konklusjon	11
Referanser	11

Forord

På oppdrag for Melhus kommune har NVE, Hydrologisk avdeling, utført flomberegning og hydraulisk analyse for Gaula forbi Melhus. Denne rapporten beskriver dette arbeidet.

Arbeidet er blitt utført i 2017 med Per Ludvig Bjerke som ansvarlig for oppdraget fra NVE sin side. Byman Hamududu har kvalitetssikret arbeidet.

Rapporten er utført på oppdragsbasis og er ikke en del av NVE sin forvaltningsmessige behandling av saken.

Trondheim, oktober 2017



Sverre Husebye
Seksjonssjef



Per Ludvig Bjerke
Prosjektleder

Sammendrag

Det er utført flomberegning og hydraulisk analyse for Gaula forbi Melhus.

Flomberegningen viser at 200 års flommen er på 3400 m³/s. Det er da inkludert klimapåslag på 20 % for å ta høyde for fremtidige klimaendringer.

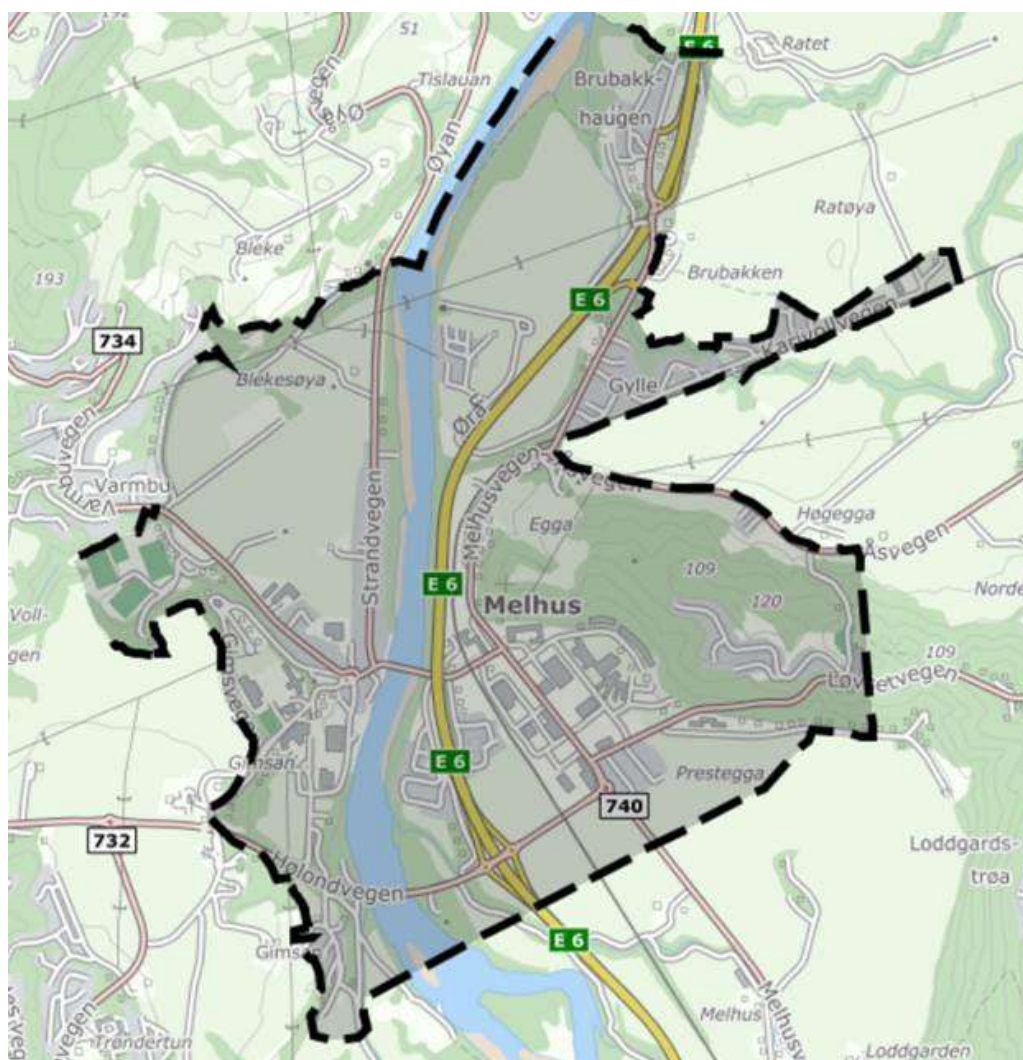
Høyden av 200 års flommen ved profil 25 ved Gravværk er 12.84 moh, ved profil 20 ved Trammelsøyen 10.93 moh, ved profil 19 like ned for Melhus kirke er den 10.69 moh, ved profil 16 ved gamle Melhus bru er den 9.08 moh og ved profil 13 ved Blekesøya er høyden av 200 års flommen beregnet til å ligge på kote 8.22 moh.

Sammenlignet med høyden beregnet i 2001 så ligger de nye verdier mellom 40 og 70 cm høyere. Dette kan skyldes både at bunnen er forandret, men i hovedsak mest fordi at vannføringen er større på grunn av klimapåslaget

1 Innledning

Melhus kommune har i forbindelse med planarbeidet langs Gaula engasjert NVE for å gjøre en flomberegning og hydraulisk analyse for elva forbi Melhus.

Det er beregnet at 200 års flommen er på 3400 m³/s. Dette er det samme som beregnet av NVE (5) i 2000, men inkludert et klimapåslag på 20 %.



Figur 1 Kart som viser planområdet

2 Datagrunnlag

Datagrunnlaget for dette prosjektet er NVE sin flomberegning fra 2000 og Sweco og Norconsult sine revideringer av denne i 2015 og 2016.

I den en-dimensjonale modellen er det benyttet de samme tverrprofila som ble brukt under flomsoneprosjektet i 2001, ref. (6), men justert noe i høyden etter at data fra laserscanning av elva utført av NVE i 2017. De samme laserdata er benyttet i den 2-dimensjonale beregningen utført med Hec-Ras 5.0.3.

3 Flomberegning

NVE utførte i 2000 flomberegning for Gaula i forbindelse med flomsoneprosjektet for elva fra Gaula fra Haltdalen til sjøen, ref. (5). Resultatet er vist i tabell 1.

Tabell 1 Flomverdier beregnet av NVE til flomsoneprosjektet i 2000.

	Feltareal	Q _M	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
	km ²	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Gaula ved Haltdalen sentrum	696	235	327	369	423	465	508	564
Gaula ved Kotsøy	1795	637	915	1047	1223	1359	1500	1692
Gaula ovenfor Sokna	2452	895	1311	1512	1785	1992	2213	2515
Gaula nedenfor Sokna	3023	1003	1494	1735	2066	2317	2588	2959
Gaula ovenfor Gaua	3079	1008	1502	1744	2076	2328	2600	2973
Gaula nedenfor Gaua	3163	1041	1551	1800	2144	2404	2685	3070
Gaula ovenfor Lundesokna	3184	1042	1553	1803	2147	2408	2689	3075
Gaula nedenfor Lundesokna	3433	1089	1623	1885	2244	2516	2811	3214
Gaula ved Flå	3523	1095	1631	1894	2255	2529	2824	3229
Gaula ved Melhus	3583	1096	1634	1897	2259	2533	2829	3235
Gaula ved fjorden	3655	1098	1635	1899	2261	2535	2832	3238
Sokna	571	166	243	281	331	370	411	467
Samhørende vannføring i Gaula ovenfor Sokna		460	711	864	1071	1252	1454	1724

Norconsult utførte i 2015, se (7), en ny analyse av flomverdiene i Gaula inklusiv en ny flomfrekvensanalyse på data for Haga bru til og med 2014. De fant at 200 års flommen samsvarte godt med beregningen som NVE gjorde i 2000 på dataserien fra 1908 til 2000. Også Sweco gjorde i 2015 en ny beregning av flomstørrelsen i Gaula og kom frem til en 200 års verdi på 2820 m³/s ved Haga bru, altså 200 m³/s høyere enn NVE og Norconsult sine verdier. I Sweco sitt notat står det ikke hvilken statistisk fordeling de har brukt og kan derfor ikke direkte sammenlignes med NVE og Norconsult sine.

Basert på dette velges å bruke verdien fra NVE og Norconsult i den videre beregningen.

Justering av flomverdier i forhold til forventede klimaendringer

Det er etter at NVE gjorde sine beregninger i 2000 kommet en anbefaling om å plusse på 200 års flommen for å ta høyde for klimaframskrivingen.

Klimaframskrivingen varierer fra region til region og det er individuelle vurderinger for hvert vassdrag som bestemmer påslaget. Vurderingen anbefales gjort med utgangspunkt i NVE-report 5-2011 og NVE rapport nr. 81 av 2016.

Ut fra anbefalinger i de nevnte rapportene ble det valgt en faktor på 1.2 (20 % økning) for å anslå klimaendringers effekt på flommer i Gaula. Dette er gjort og 200 års flommen ved Melhus er funnet å være 3400 m³/s. Kulminasjonsvannføringer for flommer inklusiv flommer i et endret klima (år 2100) for 200 års flommen blir dermed som i tabell 2.

Tabell 2. Beregnet middelflom (Q_M) og resulterende flomverdier ved ulike gjentakintervall for Gaula ved Melhus, inklusiv 200 års flom justert med +20 % som følge av ventede klimaendringer. Kulminasjonsvannføringer.

Sted	Areal km ²	Q_M		Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	$Q_{200\text{klima}}$
		l/s·km ²	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Gaula	3583	253	1096	1634	1897	2259	2533	2829	3400

4 Beregning av vannstand

For å beregne vannstanden ved ulike flommer er det benyttet både en 1-dimensjonal og en 2-dimensjonal Hec-Ras modell.

Det er kjørt beregninger med de samme tverrprofil som ble benyttet i 2001 dog justert med terrengdata fra laserscanningen som Terratech utførte for NVE våren 2017

Plassering av profilene er vist i figur 4 og i vedlegg. Resultater fra beregningene er vist i som vannlinjer for 200 års flommen i figur 3 og komplett liste i vedlegg 3 og 4.

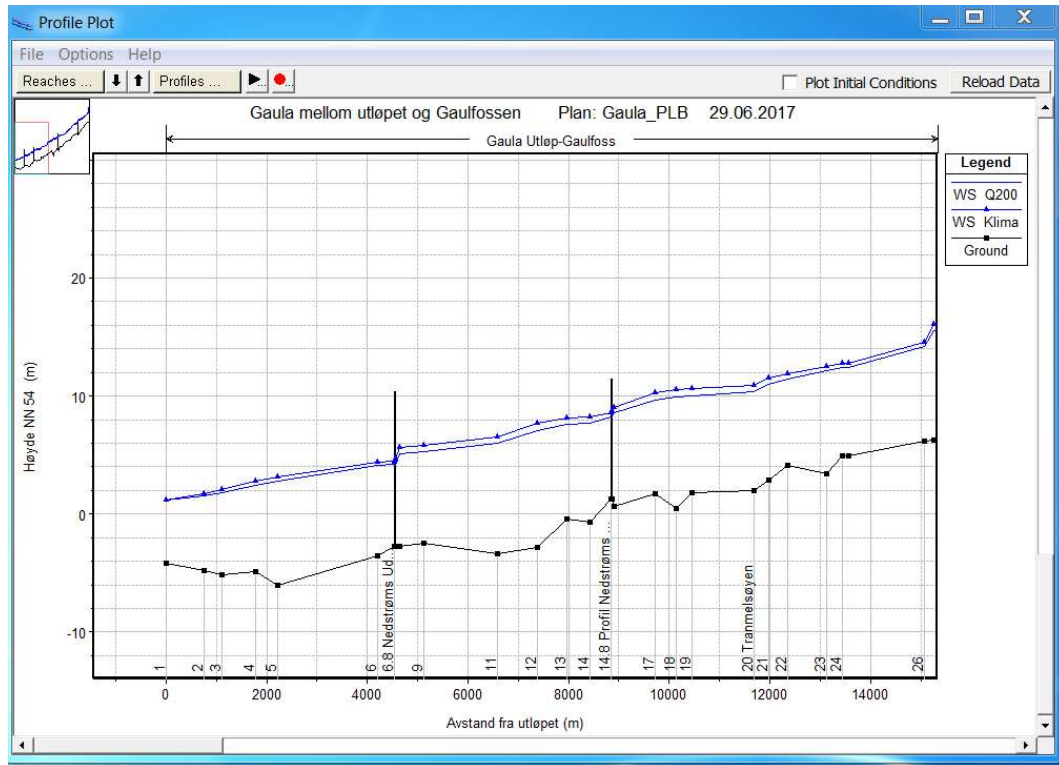
Høyden av 200 års flommen ved profil 25 ved Gravværk er 12.84 moh, ved profil 20 ved Trammelsøyen er den 10.93 moh, ved profil 19 like ned for Melhus kirke er den 10.69 moh, ved profil 16 ved gamle Melhus bru er den 9.08 moh og ved profil 13 ved Blekesøya er høyden av 200 års flommen beregnet til å ligge på kote 8.22 moh.

Sammenlignet med høyden beregnet i 2001 så ligger de nye verdiene mellom 40 og 70 cm høyere. Dette kan skyldes både at bunnen er forandret, men i hovedsak mest fordi vannføringen er økt på grunn av klimapåslaget.

Kart over oversvømt området er vist i figur 2 og i vedlegg.

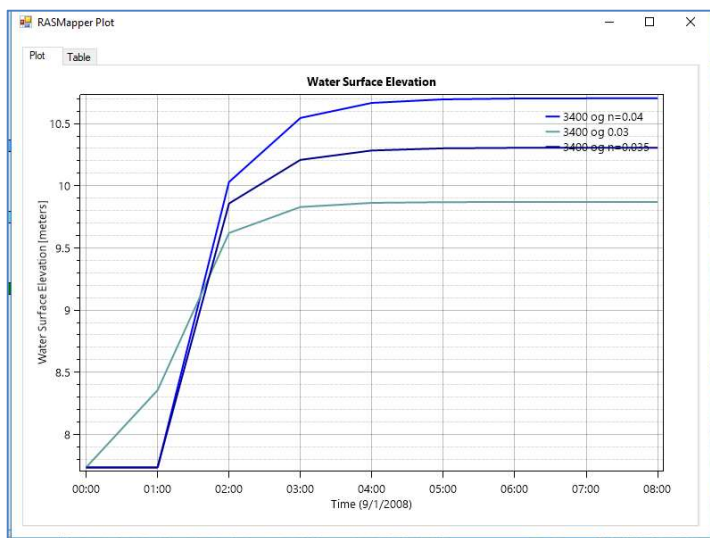


Figur 2 Kart over berørt området ved 200 års flom og plassering av tverrprofil.



Figur 3 Figur som viser vannlinjen ved 200 års flom og 200 års flom med klima

Det er i tillegg til en 1-d modell også kjørt en 2-dimensjonal simulering med Hec-Ras versjon 5.0.3. Figur 5 viser vannstanden utenfor Melhus kirke. Figuren viser vannstanden med 3 ruheter: 'n'= 0.003, 0.035 og 0.04. I 1-d modellen er ruheten som er benyttet 0.034 på samme sted og vannstand lik 10.37 moh. Dette samsvarer godt med 2-d modellen som ligger på 10.40 moh.



Figur 4 Vannstanden utenfor Melhus kirke med 3 ulike Manning's tall.

5 Konklusjon

Det er foretatt en hydraulisk analyse av Gaula forbi Melhus.

Flomberegningen viser at 200 års flommen er på 3400 m³/s. Det er da inkludert et klimapåslag på 20 % for å ta høyde for fremtidige klimaendringer.

Det er beregnet vannstander for 200 års flom med klimapåslag på 20 %.

Høyden av 200 års flommen ved profil 25 ved Gravvær er 12.84 moh, ved profil 20 ved Tranmelsøyen 10.93 moh, ved profil 19 like ned for Melhus kirke er den 10.69 moh, ved profil 16 ved gamle Melhus bru er den 9.08 moh og ved profil 13 ved Blekesøya er høyden av 200 års flommen beregnet til å ligge på kote 8.22 moh.

Sammenlignet med høyden beregnet i 2001 så ligger de nye verdier mellom 40 og 70 cm høyere. Dette kan skyldes både at bunnen er forandret, men i hovedsak mest fordi vannføringen er økt på grunn av klimapåslaget.

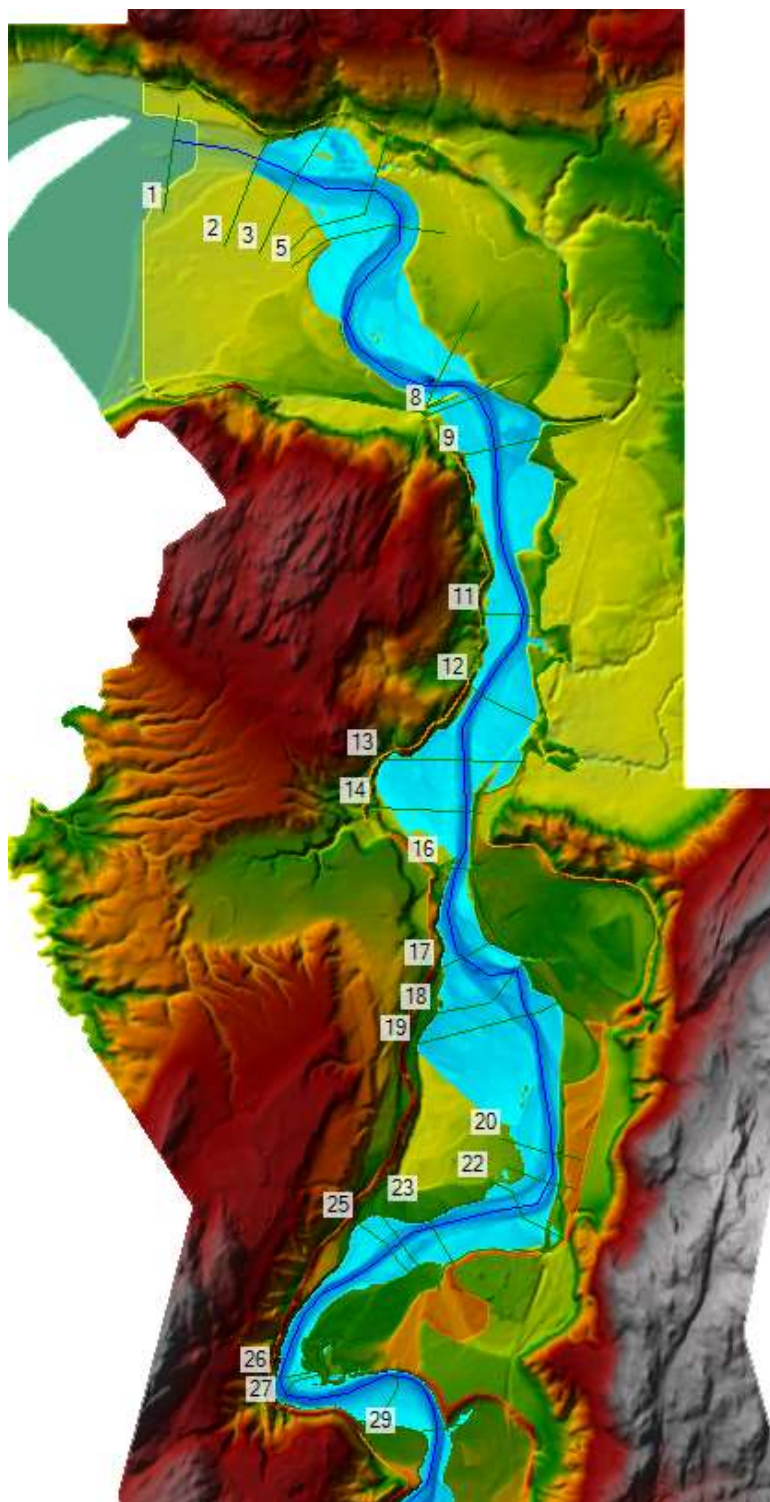
Referanser

- (1) Sælthun, N.R. med flere (NVE rapport 1997/14): Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag.
- (2) NVE (2008): Retningslinjer for flomberegninger.
- (3) NVE Report 5 – 2011. Hydrological projections for floods in Norway under a future climate.
- (4) NVE (16/2016): Klimaendring og fremtidige flommer i Norge.
- (5) NVE (15/2000) Flomberegning for Gaulavassdraget.
- (6) NVE (5/2001): Flomsoneprosjekt. Delprosjekt Melhus.
- (7) Norconsult (20.11.2015): Notat. Flomforhold i Gaula.
- (8) Sweco (27.5.2015): Notat. Flomberegning for Sokna ved planlagte bruer. E6 Ulsberg-Prestteigen)
- (10) Multiconsult (2015): E6 Røskaft – Skjerdingsstad. Bruer ved Kvål. Konsekvens for hydrologi og hydraulikk.

VEDLEGG 1 Plassering av tverrprofil med satelittbildet som bakgrunn.



VEDLEGG 2 Plassering av tverrprofil med terrengmodell som bakgrunn.



VEDLEGG 3 Resultat av HEC-Ras beregninger for nedre del av Gaula. Det er vist for 200 års flom og for 200 års flom med klima.

Profile Output Table - Standard Table 1												
HEC-RAS Plan: PLB River: Gaula Reach: Utløp-Gaulfoss												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Utløp-Gaulfoss	14	Klima	3396.00	-0.67	8.24		8.83	0.001089	3.63	1512.37	712.28	0.46
Utløp-Gaulfoss	13	Q200	2829.00	-0.43	7.64	4.86	7.86	0.000515	2.42	2295.04	1147.13	0.32
Utløp-Gaulfoss	13	Klima	3396.00	-0.43	8.22	5.35	8.42	0.000433	2.37	2971.25	1167.49	0.30
Utløp-Gaulfoss	12	Q200	2829.00	-2.81	7.11	4.59	7.49	0.000719	3.02	1570.74	571.61	0.38
Utløp-Gaulfoss	12	Klima	3396.00	-2.81	7.71	5.12	8.08	0.000664	3.08	1930.30	617.41	0.37
Utløp-Gaulfoss	11	Q200	2829.00	-3.39	6.02		6.72	0.001220	3.83	1021.96	378.39	0.50
Utløp-Gaulfoss	11	Klima	3396.00	-3.39	6.60		7.34	0.001197	4.03	1242.48	384.78	0.50
Utløp-Gaulfoss	9	Q200	2829.00	-2.47	5.27	2.48	5.52	0.000482	2.58	1941.79	651.66	0.32
Utløp-Gaulfoss	9	Klima	3396.00	-2.47	5.87	3.00	6.14	0.000483	2.73	2219.34	653.57	0.32
Utløp-Gaulfoss	8	Q200	2829.00	-2.73	5.08		5.30	0.000386	2.15	1776.22	540.55	0.28
Utløp-Gaulfoss	8	Klima	3396.00	-2.73	5.69		5.92	0.000379	2.27	2109.48	555.62	0.28
Utløp-Gaulfoss	7	Q200	2829.00	-2.72	4.33	2.46	5.18	0.001460	4.11	701.08	135.06	0.55
Utløp-Gaulfoss	7	Klima	3396.00	-2.72	4.71	2.99	5.79	0.001689	4.62	752.53	136.72	0.60
Utløp-Gaulfoss	6.9	Udduvoll										
		Bridge										
Utløp-Gaulfoss	6.8	Q200	2829.00	-2.72	4.20		5.12	0.001434	4.26	684.07	134.67	0.57
Utløp-Gaulfoss	6.8	Klima	3396.00	-2.72	4.52		5.70	0.001715	4.83	727.39	135.65	0.63
Utløp-Gaulfoss	6	Q200	2832.00	-3.52	4.11	1.46	4.66	0.000791	3.28	896.08	352.53	0.43
Utløp-Gaulfoss	6	Klima	3400.00	-3.52	4.44	1.93	5.14	0.000951	3.72	955.97	372.52	0.47
Utløp-Gaulfoss	5	Q200	2832.00	-6.01	2.80		2.97	0.000787	1.84	1655.16	784.36	0.37
Utløp-Gaulfoss	5	Klima	3400.00	-6.01	3.13		3.32	0.000736	1.93	1919.56	791.14	0.37
Utløp-Gaulfoss	4	Q200	2832.00	-4.86	2.48		2.64	0.000761	1.82	1597.64	677.06	0.37
Utløp-Gaulfoss	4	Klima	3400.00	-4.86	2.83		3.01	0.000741	1.91	1849.28	765.90	0.37
Utløp-Gaulfoss	3	Q200	2832.00	-5.14	1.85		2.15	0.000660	2.48	1421.30	571.04	0.37
Utløp-Gaulfoss	3	Klima	3400.00	-5.14	2.11		2.48	0.000769	2.78	1573.56	607.51	0.41
Utløp-Gaulfoss	2	Q200	2832.00	-4.80	1.54		1.88	0.000843	2.57	1100.75	281.74	0.41
Utløp-Gaulfoss	2	Klima	3400.00	-4.80	1.69		2.14	0.001071	2.97	1144.74	284.08	0.47
Utløp-Gaulfoss	1	Q200	2832.00	-4.20	1.15	-0.53	1.31	0.000569	1.76	1623.94	619.57	0.33
Utløp-Gaulfoss	1	Klima	3400.00	-4.20	1.15	-0.32	1.38	0.000820	2.12	1623.94	619.57	0.39

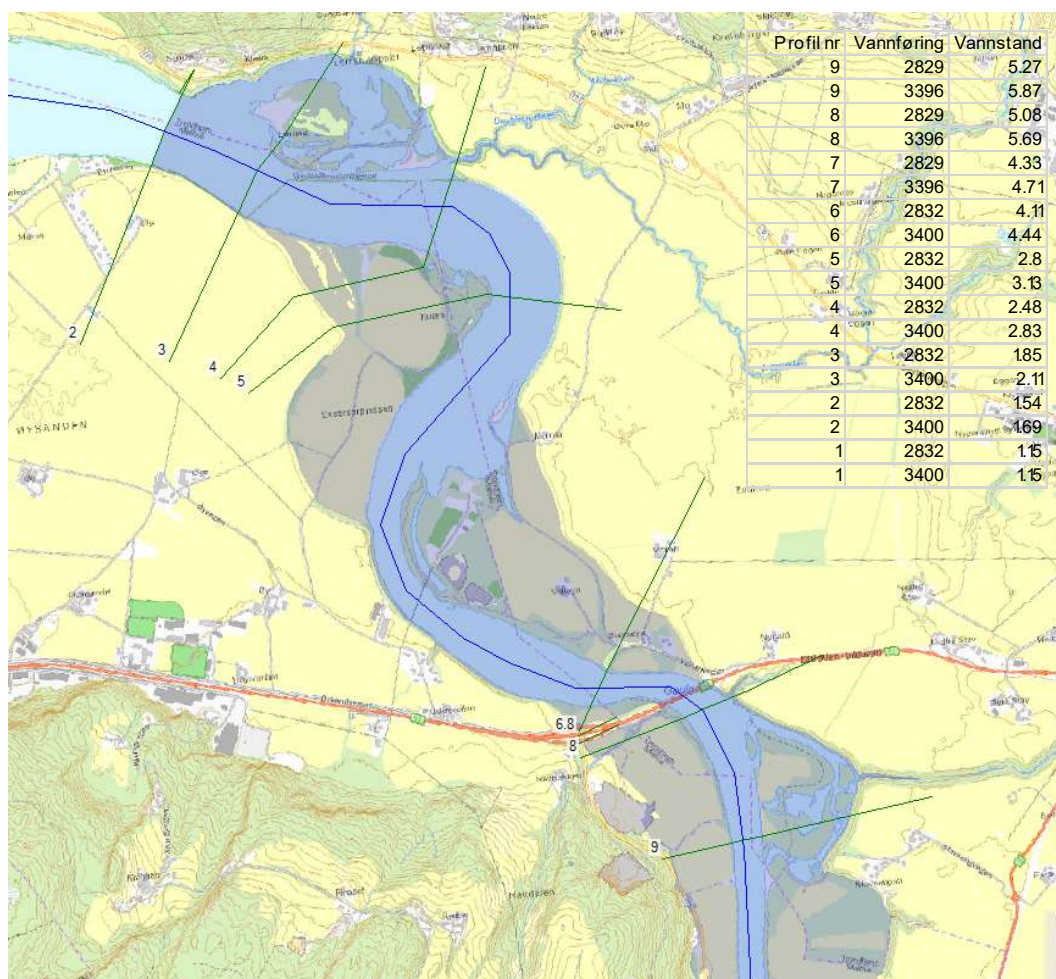
Total flow in cross section.

VEDLEGG 4 Resultat av HEC-Ras beregninger for Gaula forbi Melhus. Det er vist for 200 års fom og 200 års flom med klima.

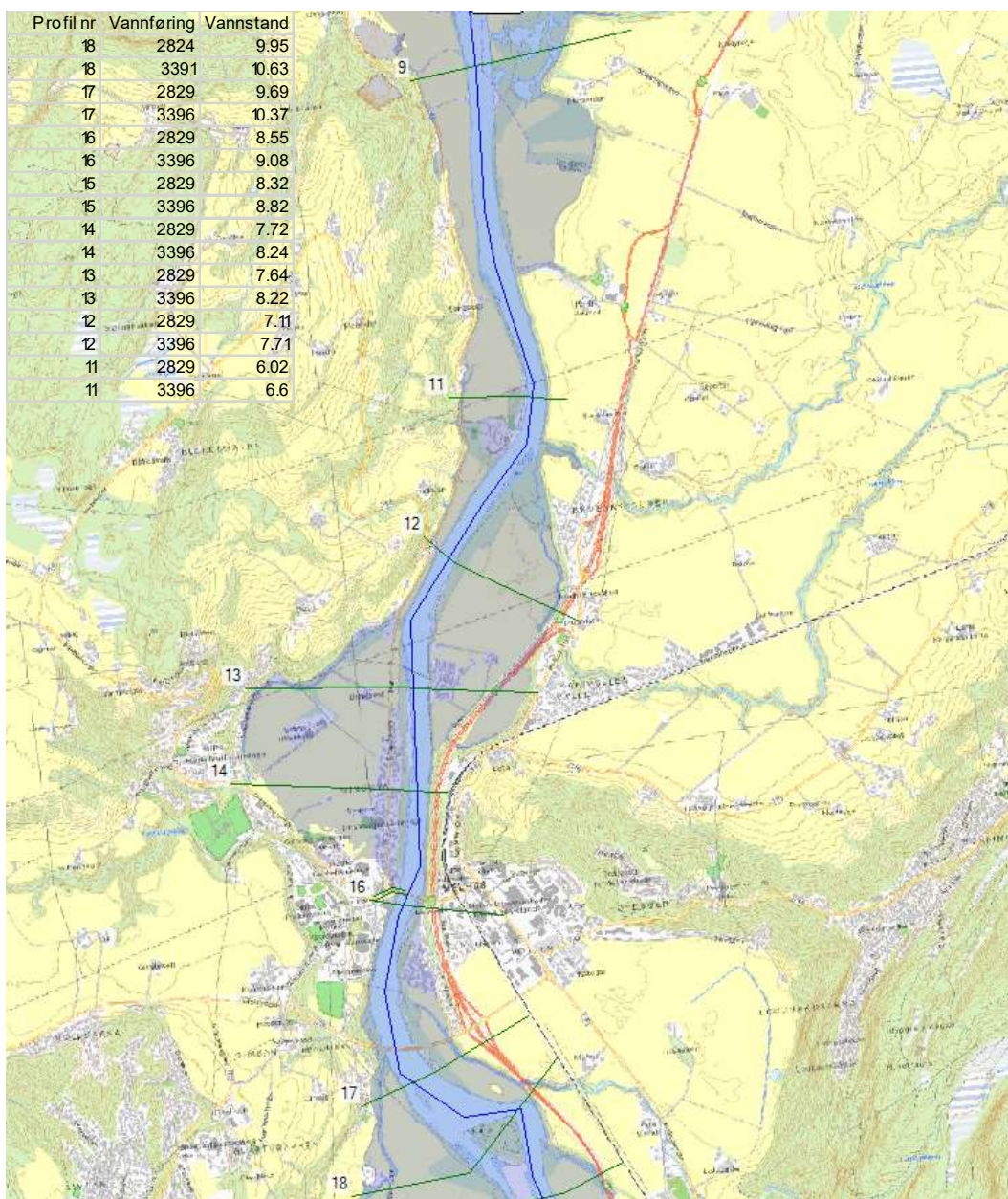
Profile Output Table - Standard Table 1												
HEC-RAS Plan: PLB River: Gaula Reach: Utløp-Gaulfoss												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Utløp-Gaulfoss	25	Q200	2824.00	4.94	12.43	10.47	12.80	0.000963	3.02	1576.22	599.31	0.40
Utløp-Gaulfoss	25	Klima	3391.00	4.94	12.84	11.29	13.23	0.000990	3.21	1822.21	600.78	0.41
Utløp-Gaulfoss	24	Q200	2824.00	4.94	12.42		12.67	0.000639	2.45	1722.13	504.28	0.33
Utløp-Gaulfoss	24	Klima	3391.00	4.94	12.82		13.11	0.000690	2.67	1922.34	510.05	0.35
Utløp-Gaulfoss	23	Q200	2824.00	3.43	12.12		12.39	0.001248	2.30	1229.09	404.84	0.42
Utløp-Gaulfoss	23	Klima	3391.00	3.43	12.51		12.82	0.001200	2.44	1388.24	405.98	0.42
Utløp-Gaulfoss	22	Q200	2824.00	4.16	11.45	8.83	11.60	0.000793	1.72	1677.24	650.90	0.33
Utløp-Gaulfoss	22	Klima	3391.00	4.16	11.96	9.28	12.11	0.000639	1.73	2020.69	681.55	0.31
Utløp-Gaulfoss	21	Q200	2824.00	2.85	11.02	8.40	11.27	0.000895	2.20	1283.07	293.42	0.34
Utløp-Gaulfoss	21	Klima	3391.00	2.85	11.53	8.80	11.82	0.000897	2.37	1432.55	295.20	0.34
Utløp-Gaulfoss	20	Tranmelsøyen	2824.00	1.95	10.38		10.89	0.001770	3.28	1070.67	386.34	0.49
Utløp-Gaulfoss	20	Tranmelsøyen	3391.00	1.95	10.93		11.45	0.001630	3.39	1281.94	392.29	0.48
Utløp-Gaulfoss	19	Q200	2824.00	1.78	10.02	7.23	10.09	0.000263	1.43	3586.96	1237.15	0.20
Utløp-Gaulfoss	19	Klima	3391.00	1.78	10.69	7.60	10.75	0.000211	1.39	4418.52	1240.08	0.18
Utløp-Gaulfoss	18	Q200	2824.00	0.47	9.95	7.04	10.01	0.000214	1.23	3162.15	935.66	0.18
Utløp-Gaulfoss	18	Klima	3391.00	0.47	10.63	7.60	10.69	0.000181	1.24	3798.72	941.24	0.17
Utløp-Gaulfoss	17	Q200	2829.00	1.73	9.69	6.45	9.87	0.000437	1.96	1757.39	434.84	0.27
Utløp-Gaulfoss	17	Klima	3396.00	1.73	10.37	7.09	10.56	0.000407	2.05	2057.91	456.47	0.27
Utløp-Gaulfoss	16	Q200	2829.00	0.63	8.55		9.25	0.001313	3.72	763.22	129.42	0.48
Utløp-Gaulfoss	16	Klima	3396.00	0.63	9.08		9.94	0.001426	4.10	833.13	131.51	0.51
Utløp-Gaulfoss	15	Q200	2829.00	1.24	8.32	6.38	9.15	0.001643	4.02	703.08	127.04	0.55
Utløp-Gaulfoss	15	Klima	3396.00	1.24	8.82	6.89	9.82	0.001789	4.43	766.50	127.87	0.58
Utløp-Gaulfoss	14.9	Gimse bru										
Utløp-Gaulfoss	14.8	Q200	2829.00	1.24	8.20	6.39	9.07	0.001764	4.11	688.10	126.22	0.56
Utløp-Gaulfoss	14.8	Klima	3396.00	1.24	8.67	6.90	9.72	0.001969	4.55	746.94	127.62	0.60
Utløp-Gaulfoss	14	Q200	2829.00	-0.67	7.72		8.30	0.001128	3.49	1159.12	630.31	0.46
Utløp-Gaulfoss	14	Klima	3396.00	-0.67	8.24		8.83	0.001089	3.63	1512.37	712.28	0.46
Utløp-Gaulfoss	13	Q200	2829.00	-0.43	7.64	4.86	7.86	0.000515	2.42	2295.04	1147.13	0.32

Total flow in cross section.

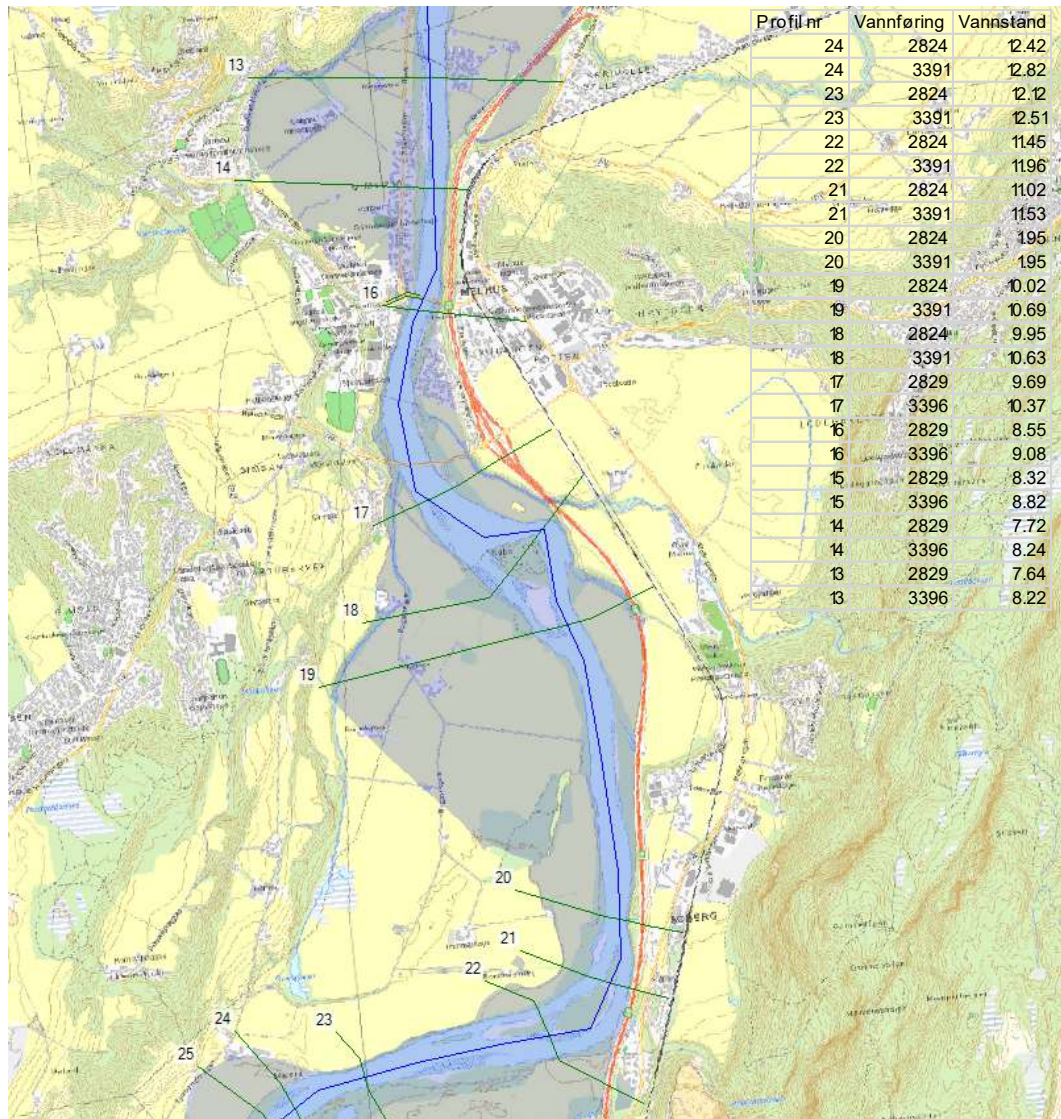
VEDLEGG 5 Detaljkart over vanndekt området fra profil 1 til 9 for 200 års flom med klima. Tabellen viser profil nr, vannføring og vannstand for 200 års flom, med og uten klima



VEDLEGG 6 Detaljkart over vanddekt området fra profil 11 til 18 for 200 års flom med klima. Tabellen viser profil nr, vannføring og vannstand for 200 års flom, med og uten klima



VEDLEGG 7 Detaljkart over vanddekt området fra profil 13 til 25 for 200 års flom med klima. Tabellen viser profil nr, vannføring og vannstand for 200 års flom, med og uten klima





Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no

