


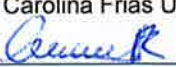
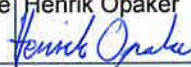
Hornindal kommune

Vannlinjeberegning Horndøla

Raudemel

2016-06-07 Oppdragsnr : 5162179



C01	2016-06-07	For gjennomgang hos Hornindal kommune	Henrik Opaker 	Carolina Frias Uribe 	Henrik Opaker 
Rev.	Dato:	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

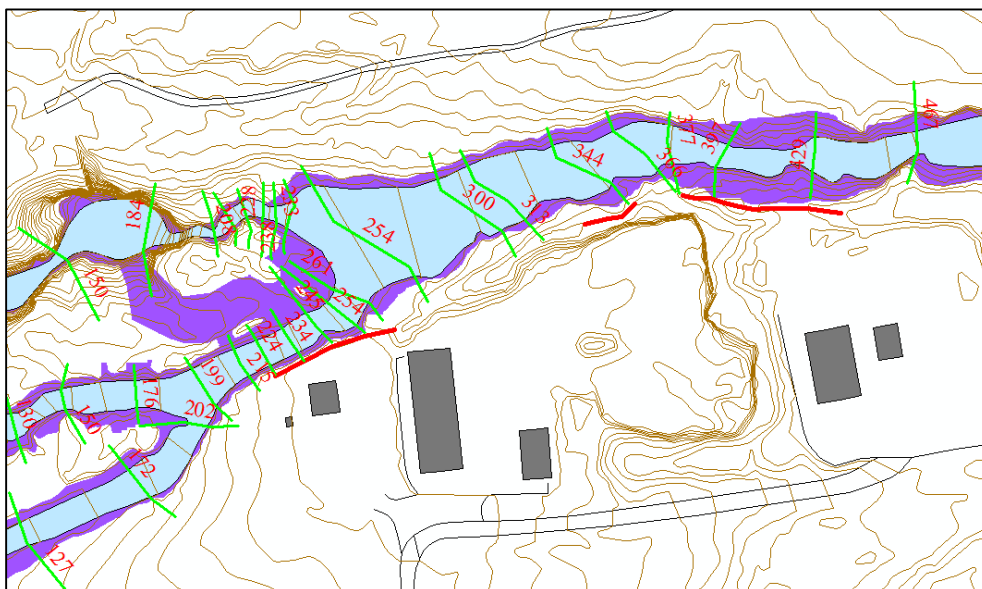
Innhold

1	Bakgrunn	5
2	Vannlinjeberegning	6
2.1	Beregningsmodell	6
2.2	Forutsetninger for beregninger	6
2.3	Resultater	7
2.4	Sensitivitetsanalyse	9
2.5	Anbefalinger for videre arbeid	9
3	Referanser	11
4	Vedlegg	12

Sammendrag

I forbindelse med planlagt utvidelse av industriområde Raudemel er Hornindal kommune pålagt av NVE å utrede flomnivåer for Horndøla ved 200-års flom.

Vannlinjeberegninger er utført ved hjelp av HEC-RAS 4.1. Resultatene viser at terrenget sannsynligvis må heves noe på deler av strekningen langs elva. Det er antatt sikkerhetsmargin i forhold til beregnede vannstander på 0,5 m. Figur 1 viser beliggenheten for flomvoll. Høyden til aktuell flomvoll er noe usikker, da vi ikke har annet enn 1 m koter for området, men den vil i hvert fall ikke være mer enn 1,0 m i forhold til eksisterende terreng.



Figur 1: Plassering av foreslåtte flomvoller (markert med rødt)

1 Bakgrunn

Hornindal kommune ønsker å omregulere et område ved Raudemel beliggende ved Horndøla til industriformål. NVE har gått til innsigelse og krever at området utredes for flomfare. Norconsult har i den forbindelse fått i oppdrag å gjøre vannlinjeberegning for Horndøla ved Raudemel. Elva kalles også Storelva, men navnet Horndøla vil benyttes videre i rapporten.

Reguleringsplanen er vist under i Figur 2. Området med lilla skravur er planlagt regulert til industriformål. Området begrenses i nord av Horndøla.

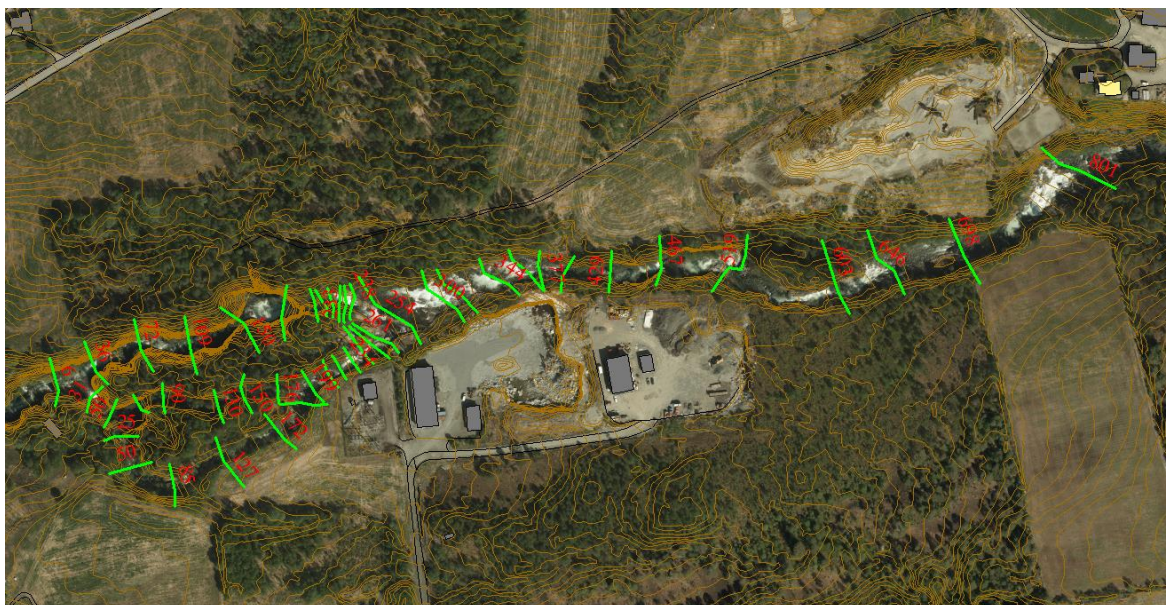


Figur 2: Reguleringsplan Raudemel industriområde

2 Vannlinjeberegning

2.1 BEREGNINGSMODELL

Vannlinjeberegning for Horndøla er utført ved hjelp av programmet HEC-RAS 4.1. Beliggenhet til benyttede tverrprofiler ved Raudemel er vist i Figur 3. Tverrprofilene som er brukt er i vist i vedlegget. Ved flere av tverrsnittene har vi innmålingsdata for nivå elvebunn. Sikkerhet for innmålingspersonell gjør at de mest strømssterke og dypeste partiene mangler for enkelte tverrsnitt. For terreng utenom elvebunn er det brukt FKB-data med ekvidistanse 1 m. Vertikaldatum brukt i beregningen er NN 2000.



Figur 3: Tverrsnitt ved Raudemel

Området som skal reguleres til industriformål ligger på sørsiden av Horndøla, og strekker seg ca. mellom tverrsnitt 698 og 234, dvs. en strekning på ca. 470 m. I dag er området ubebygget med unntak av to industribygninger.

2.2 FORUTSETNINGER FOR BEREGNINGER

Flomberegning for Horndøla utført av NVE gir kulminasjonsverdi på 255 m³/s for Q₂₀₀ ved Raudemel. Med klimatillegg er det oppgitt at tilsvarende verdi blir 306 m³/s [1]. I beregningen av flomvannstand i Horndøla er det brukt Q₂₀₀ med klimatillegg som vannføring.

Manningstall som er benyttet i modellene er 20 i elveleiet og 20 utenfor. Valgt Manningstall er relativt lavt, og reflekterer at elva er steinete og turbulent, og dermed har forholdsvis stor friksjon.

Grensebetingelser benyttet i modellen er normaldybde som både oppstrøms og nedstrøms grensebetingelse. Helningene som er lagt inn er hhv. 0,02 og 0,04, og er estimert på bakgrunn av koter i FKB-kart.

For nødvendig sikringsnivå på nytt industriområde er det lagt til grunn en sikkerhetsmargin på 0,5 m til beregnede vannstander ved 200-års flom. NVE praktiserer at det skal legges til en sikkerhetsmargin på 0,3-0,5 m for flomsikring av infrastruktur. Størrelsen til sikkerhetsmarginen er avhengig av usikkerhetene i beregningen av flomvannstander.

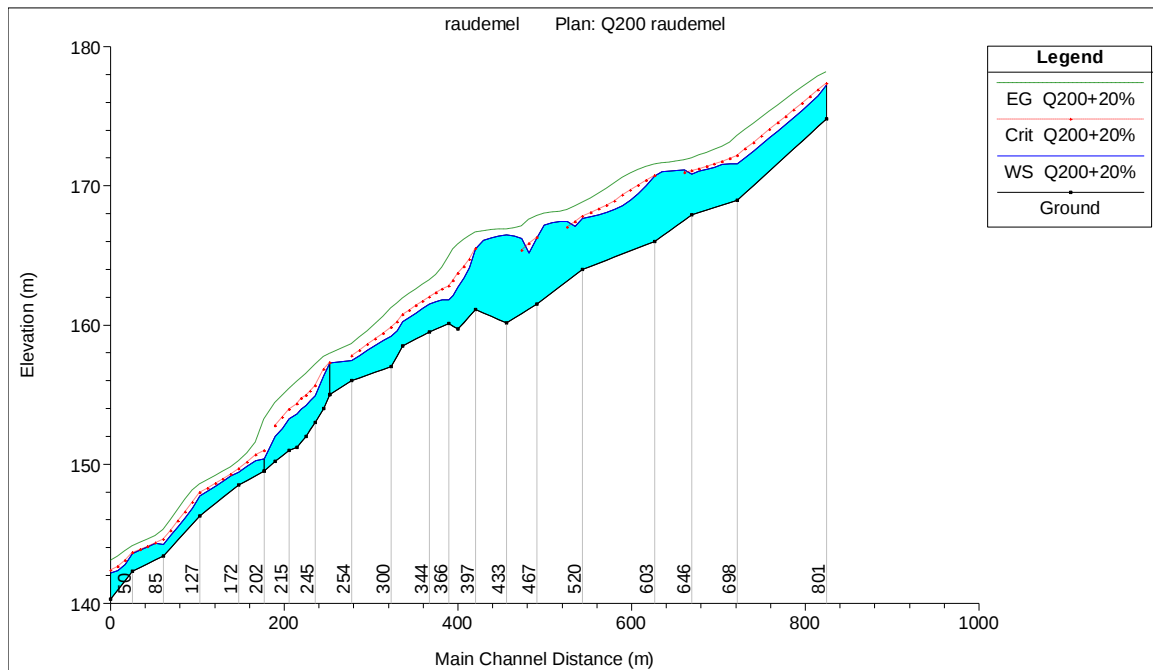
2.3 RESULTATER

Resultatene fra beregningen ved Raudemel er vist i Tabell 1. Kolonnen energilinje i Tabell 1 angir høyden som vannet maksimalt kan stige til dersom vannhastigheten avtar mot null. Lengdesnitt fra HEC-RAS er vist i Figur 4. I vedlegget er benyttede tverrsnitt i HEC-RAS modell vist. Resultatene i Tabell, vist i lengdesnitt og tverrsnitt i vedlegg er kun for elvestrekningen som grenser til planområdet, dvs. at resultatene for midtre og nordre elveløp der elva deler seg opp ikke er angitt/vist.

Resultatene er også vist som et flomsonekart i vedlegget. Dette kartet er laget på bakgrunn av dagens situasjon. Ut fra kartet ser man at det er på strekningen mellom tverrsnitt 433 til 344 og 254 til 228 at sikkerhetsmarginen er lavest, og terrenget må heves noe. Hvor det må gjøres tiltak fremgår også i Figur 1, samt fra de benyttede tverrsnittene som er vist i vedlegget. Vurderingene av hvor det må sikres er gjort på bakgrunn av kotekart med 1 m ekvidistanse. Med bedre høydegrunnlag hadde det vært mulig å si mer nøyaktig hvor, og med hvor mye terrenget må heves. Det vil ikke være snakk om å heve terrenget mer enn maksimalt 1 m.

Tabell 1 Resultater vannlinjeberegning Raudemel

Tverrsnitt	Vannstand (moh.)	Vannstand+0,5 m sikkerhetsmargin (moh.)	Energilinje (moh.)	Vannhastighet (m/s)
801	177.24	177.74	178.15	4.3
698	171.56	172.06	173.58	6.5
646	170.86	171.36	171.99	4.9
603	170.72	171.22	171.54	4.8
520	167.66	168.16	168.81	4.8
467	166.27	166.77	167.85	6.0
433	166.48	166.98	166.88	3.0
397	165.47	165.97	166.64	5.3
377	162.72	163.22	165.79	8.0
366	161.83	162.33	164.92	7.9
344	161.50	162.00	163.22	6.0
313	160.26	160.76	161.91	5.8
300	159.17	159.67	161.18	6.3
254	157.45	157.95	158.63	4.9
261	157.28	157.78	157.91	3.8
254	156.38	156.88	157.70	5.5
245	154.91	155.41	157.14	6.7
234	154.20	154.70	156.48	7.1
224	153.59	154.09	155.92	6.8
215	153.25	153.75	155.40	6.5
199	152.00	152.50	154.39	6.9
202	150.37	150.87	153.20	8.0
172	149.44	149.94	150.20	3.9
127	147.71	148.21	148.54	4.2
85	144.24	144.74	145.29	4.5
50	143.57	144.07	144.10	3.3
25	142.17	142.67	143.05	4.3
6	134.78	135.28	138.17	8.3



Figur 4: Lengdesnitt Raudemel

2.4 SENSITIVITETSANALYSE

Det er utført en sensitivitetsanalyse, der friksjonsforholdet er justert. Manningstallet er da justert ned med 25 % fra 20 til 15 (både for elvetrau og terreng). Resultatet er vist i Tabell 2. Ut fra dette kan vi se at beregningen er forholdsvis sensitiv for endringer i friksjonsforhold, med endringer i vannstand på inntil ca. 0,7 m.

Tabell 2 Sensitivitetsanalyse vannlinjeberegning Raudemel

Tverrsnitt	Vannstand (moh.)		Differanse (m)
	M=20	M=15	
801	177.24	177.32	0.08
698	171.56	171.89	0.33
646	170.86	171.50	0.64
603	170.72	170.72	0.00
520	167.66	167.95	0.29
467	166.27	166.27	0.00
433	166.48	166.62	0.14
397	165.47	165.47	0.00
377	162.72	162.88	0.16
366	161.83	162.04	0.21
344	161.50	161.83	0.33
313	160.26	160.63	0.37
300	159.17	159.44	0.27
254	157.45	158.00	0.55
261	157.28	157.26	-0.02
254	156.38	156.42	0.04
245	154.91	155.02	0.11
234	154.20	154.39	0.19
224	153.59	154.28	0.69
215	153.25	153.55	0.30
199	152.00	152.23	0.23
202	150.37	150.77	0.40
172	149.44	149.83	0.39
127	147.71	148.27	0.56
85	144.24	144.70	0.46
50	143.57	144.00	0.43
25	142.17	142.85	0.68
6	134.78	135.29	0.51

Det er også gjort en sensitivitetsanalyse der oppstrøms grensebetingelse, dvs. helningen, er justert. Det ble da funnet av vannstanden er svært lite sensitiv for endringer i oppstrøms helning. Det er kun i det øverste tverrsnittet på strekningen at endringen slår ut, og da kun med noen centimeter endring i vannstand.

2.5 ANBEFALINGER FOR VIDERE ARBEID

I og med at beregningen er relativt sensitiv for endringer i friksjonstall, bør etter vår mening sikkerhetsmarginen som legges til være minimum 0,5 m. Dette på grunn av det er usikkerhet knyttet til flomstørrelsen (ingen vannføringsmåling i vassdraget), ingen kalibreringsdata for modellen og modellen er forholdsvis sensitiv for endringer i friksjonsforholdene. Nødvendig sikkerhetsmargin må avklares med NVE før sikringsarbeid igangsettes.

Deler av eksisterende industriområde ligger bak en flomvoll. Ved flomhendelser av lang varighet kan det derfor være fare for at vann siger igjennom flomvollen og ut ved industribygningene. Vannet vil da ikke ha noen hastighet, og vil ikke utgjøre noen fare for liv og helse, men det kan gi økonomiske tap. Det bør derfor gjøres en vurdering om eksisterende voller er tette nok til å holde vannet ute ved store flommer. I de nedre nivåene er vollen i hvert fall helt tett, da deler av eksisterende industriområde (mellom tverrsnitt 300-377) ligger lavere enn elvebunnen gjør.

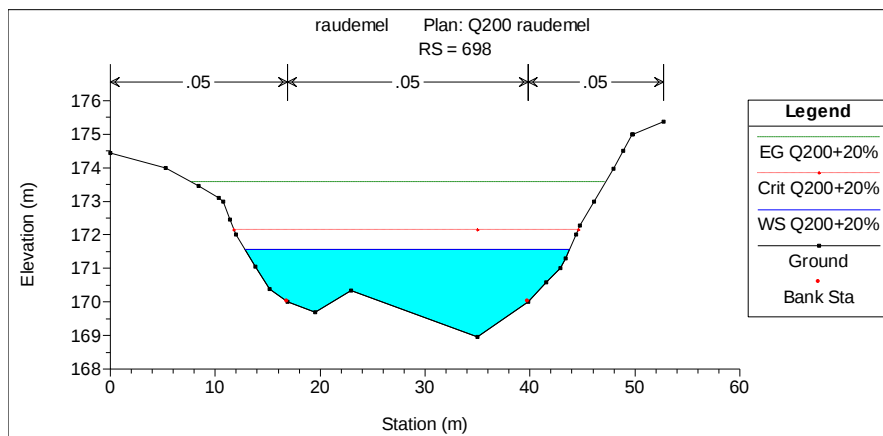
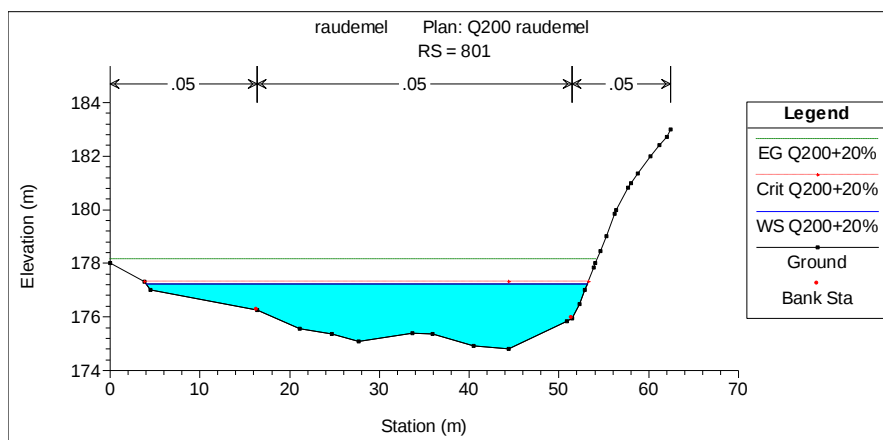
Den beregnede vannhastigheten er relativt høy på strekningen (inntil 8 m/s), og det burde derfor gjøres en vurdering på om området er sikret godt nok i forhold til erosjonsfare.

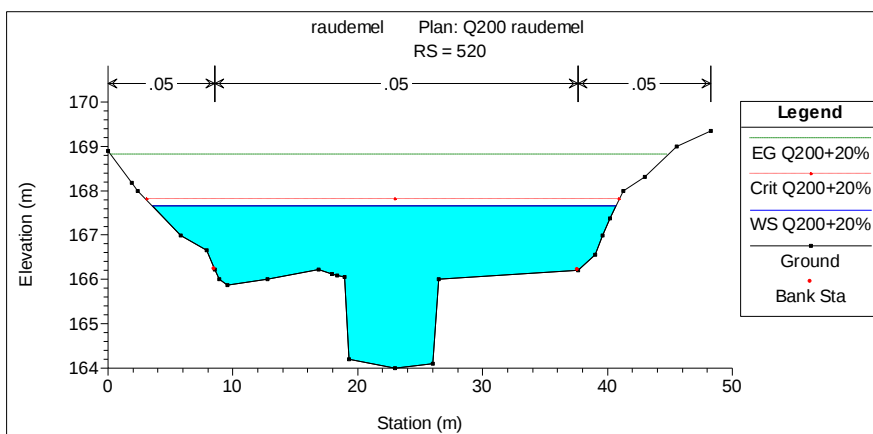
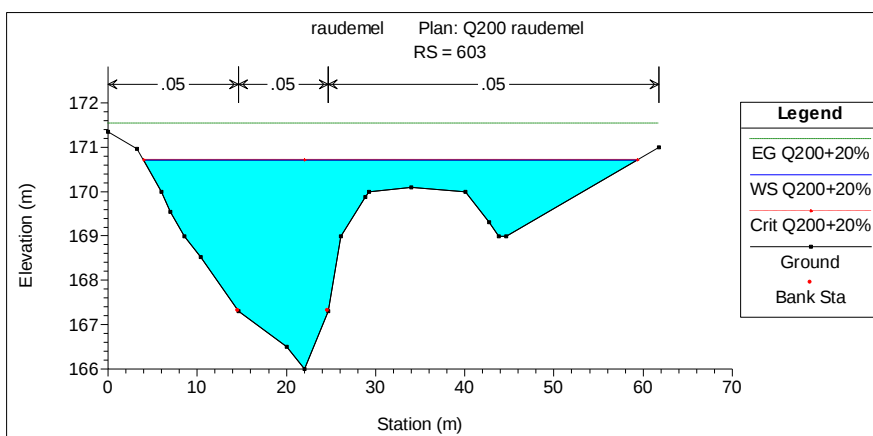
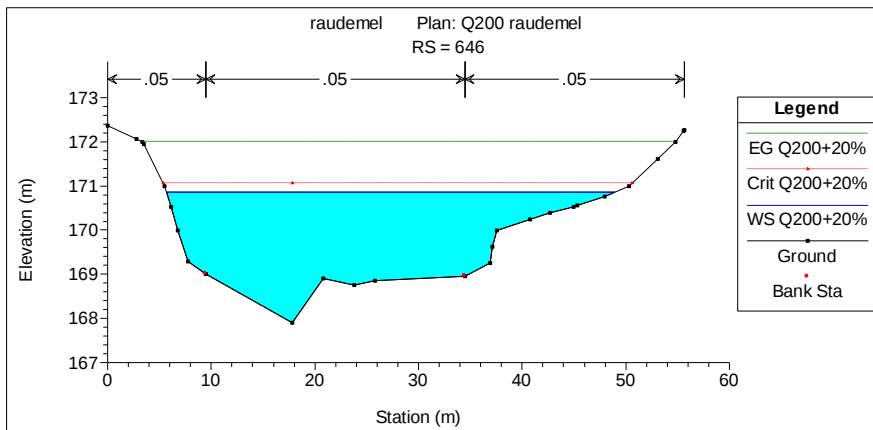
3 Referanser

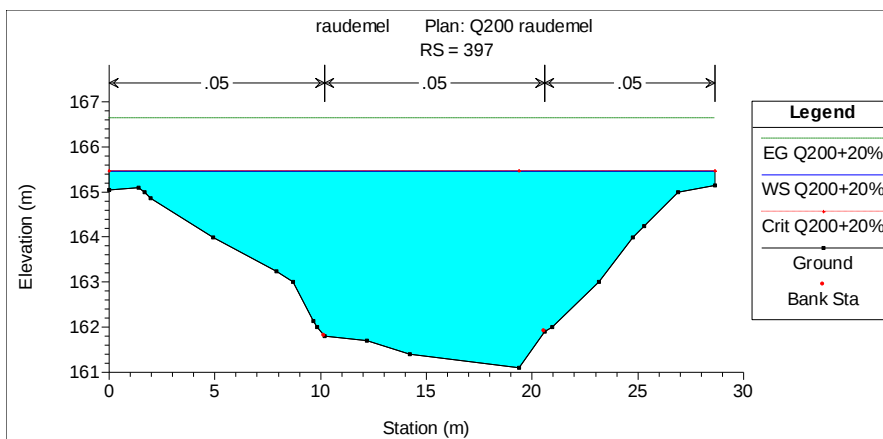
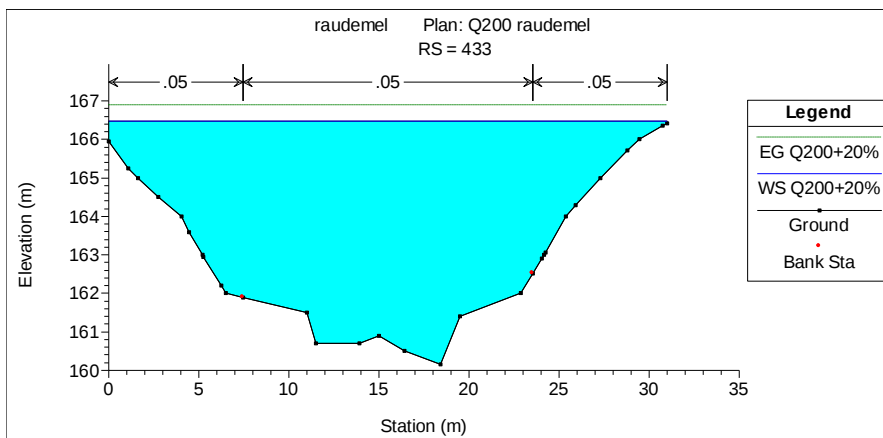
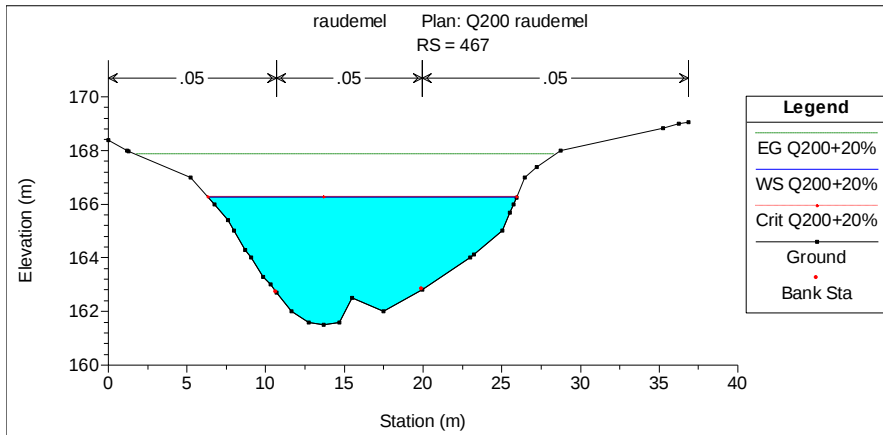
1. NVE (2016), Flomberegning for Horndøla

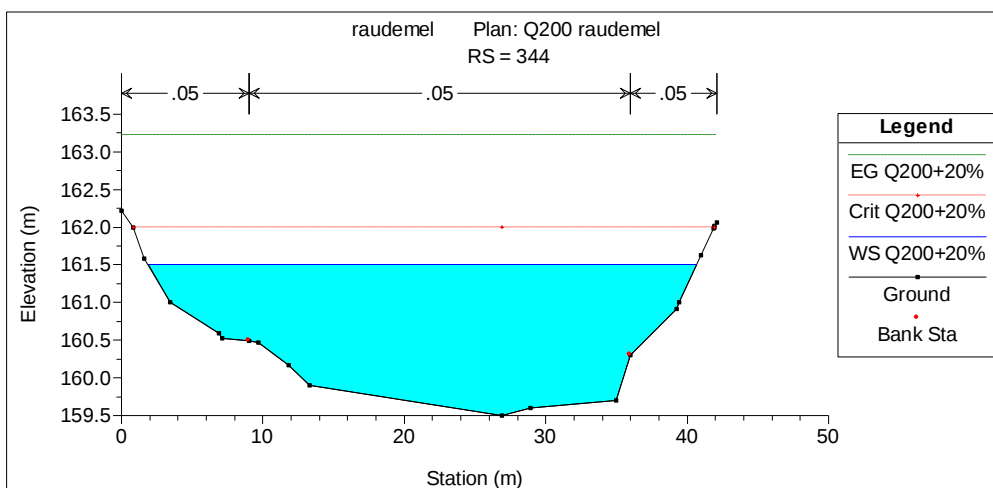
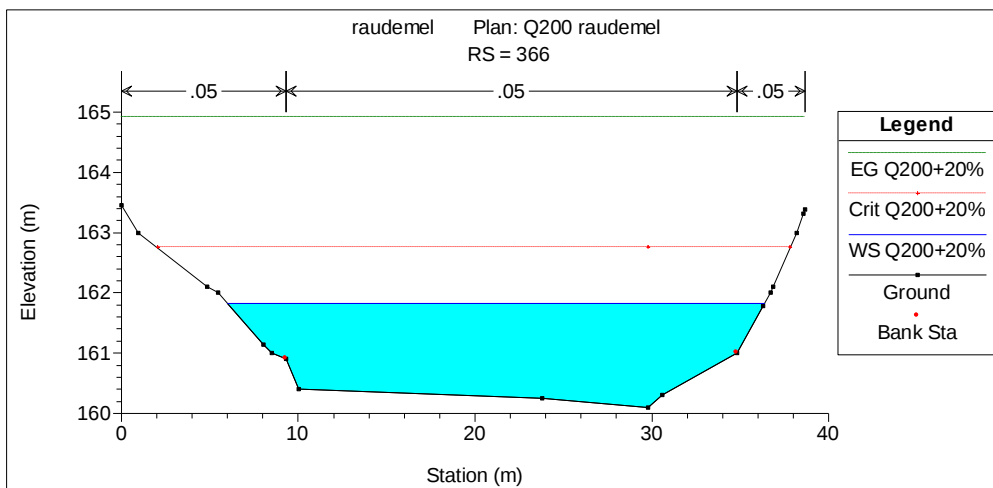
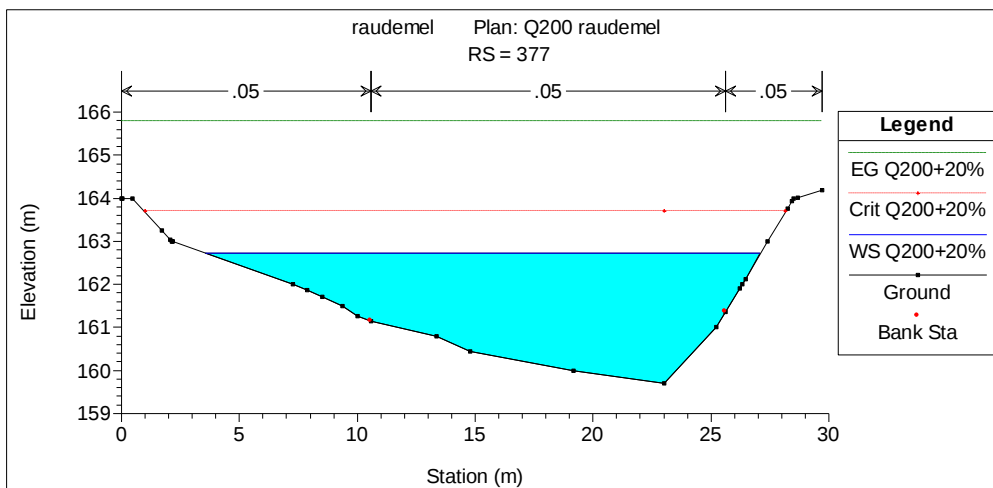
4 Vedlegg

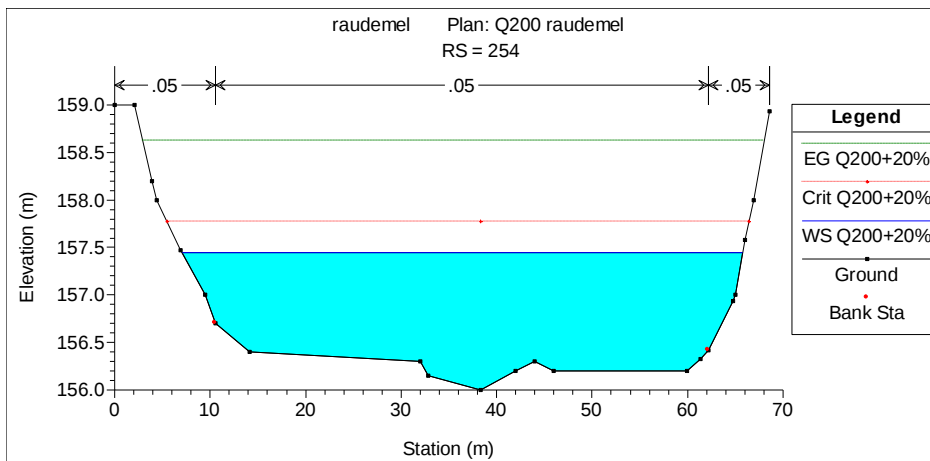
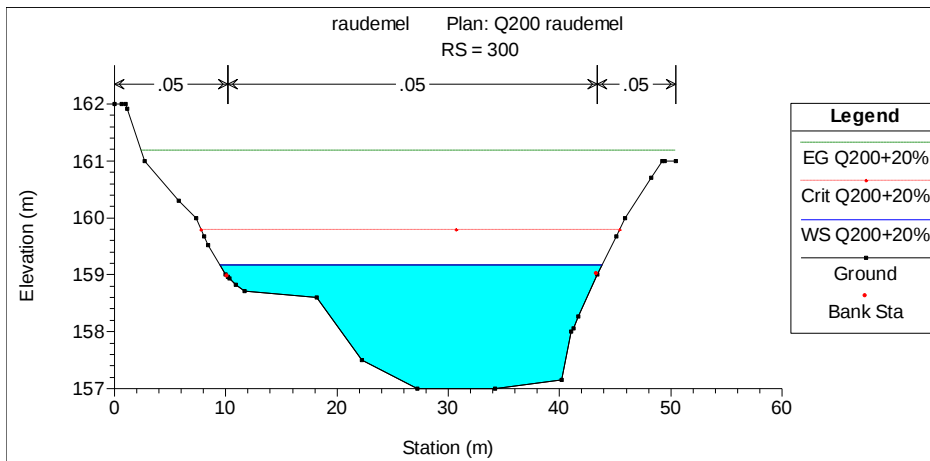
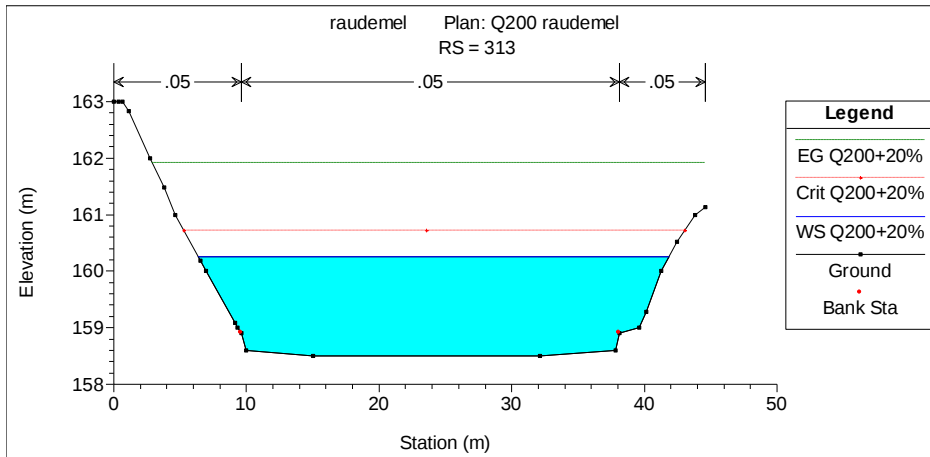
Tverrsnitt fra HEC-RAS

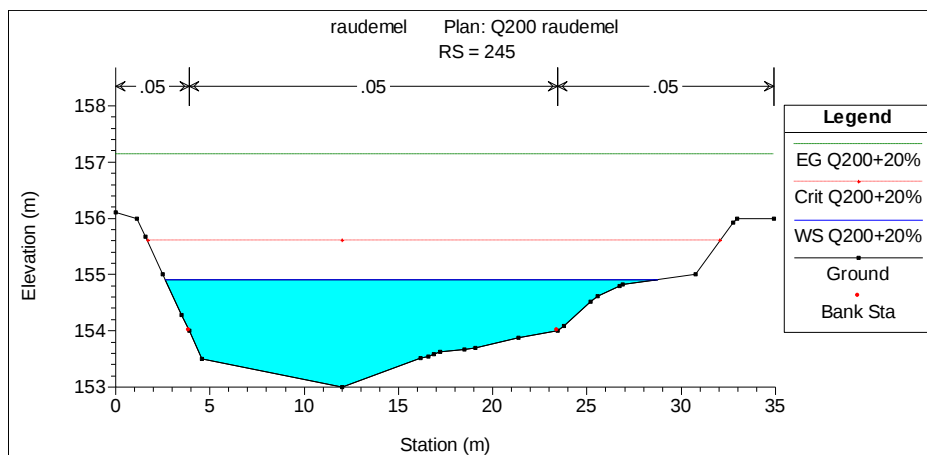
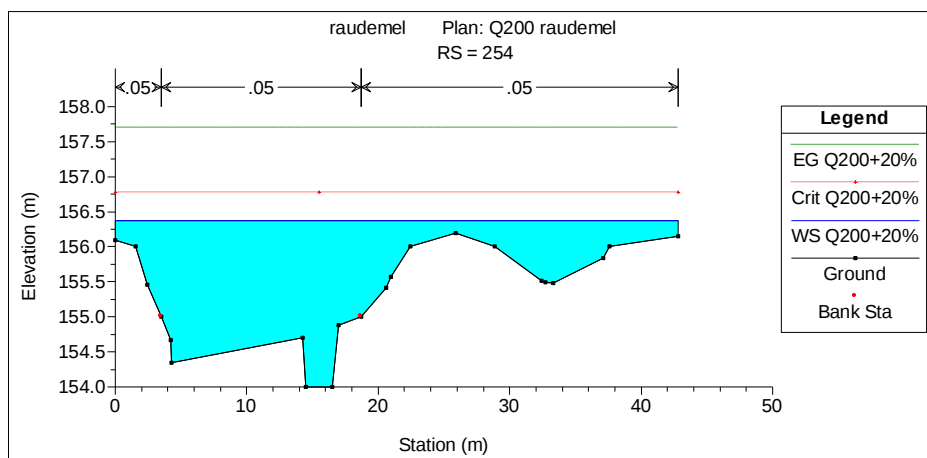
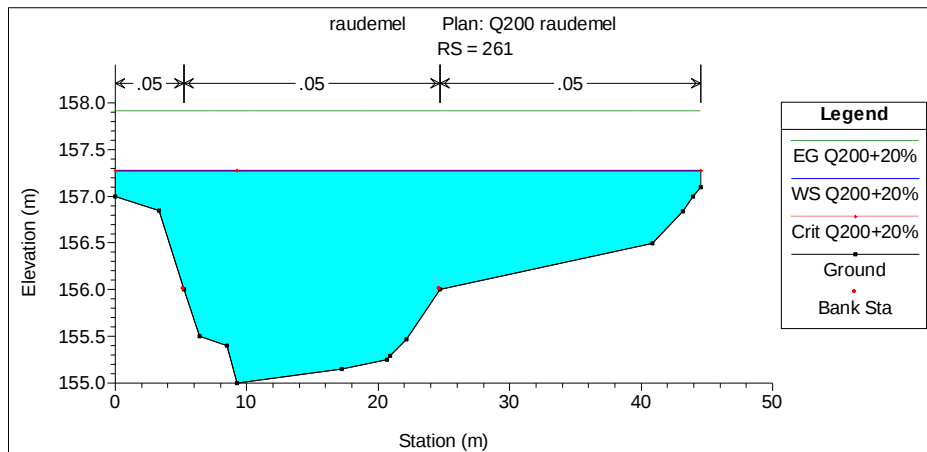


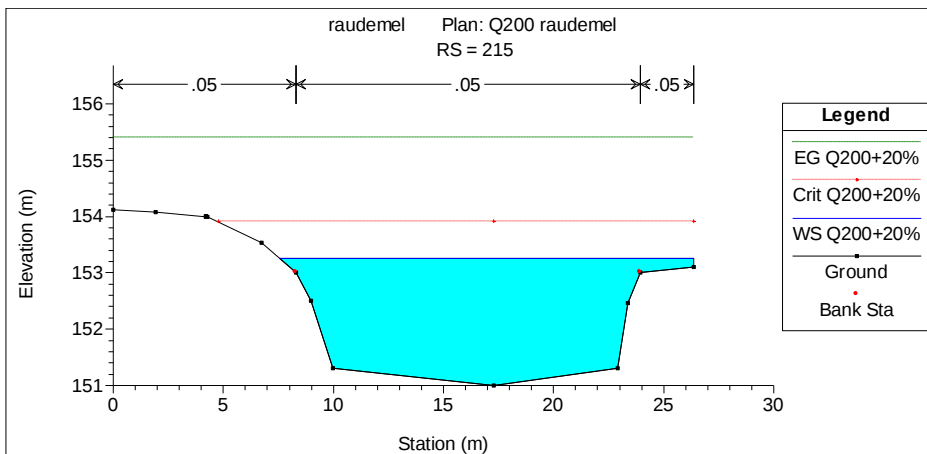
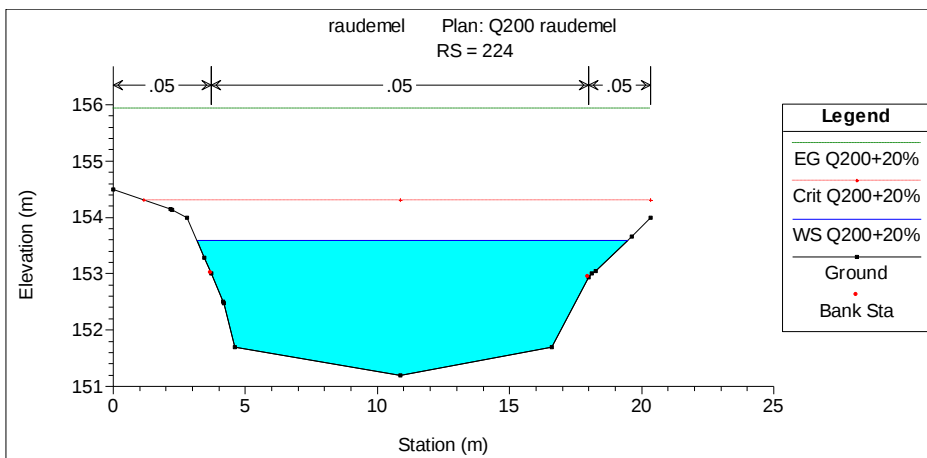
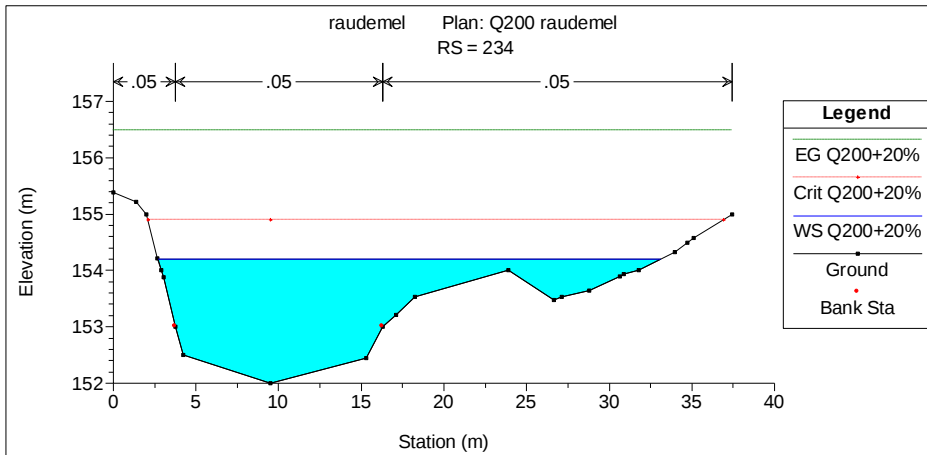


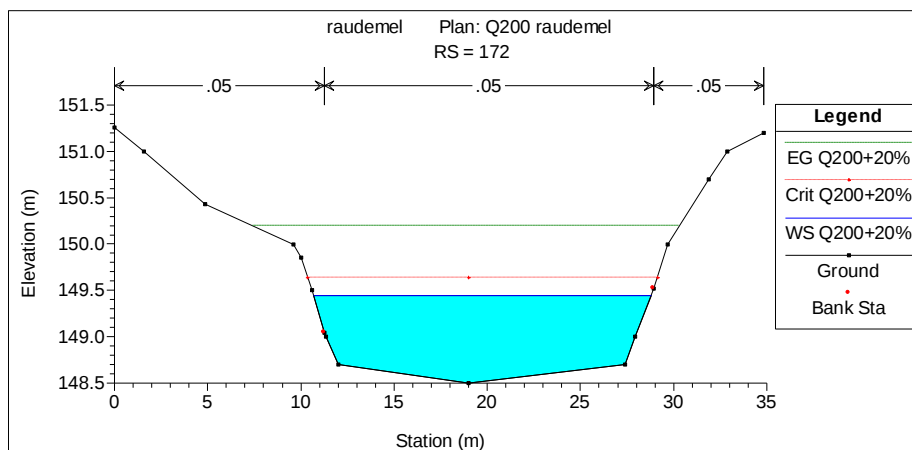
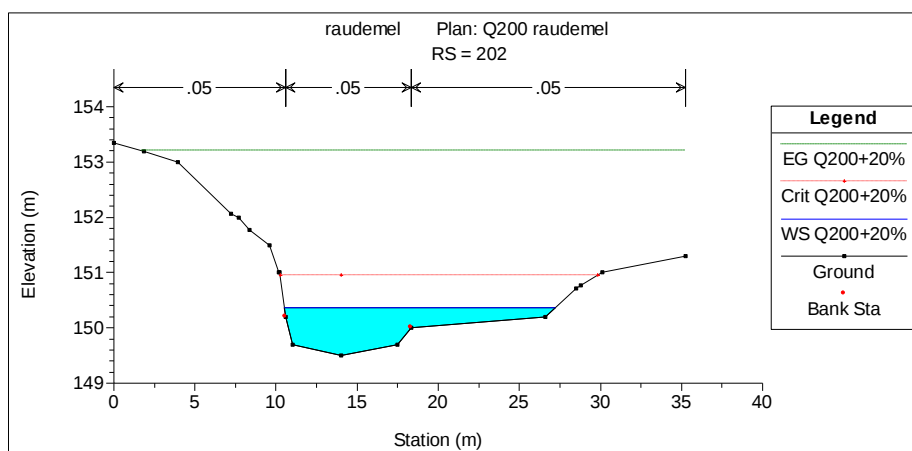
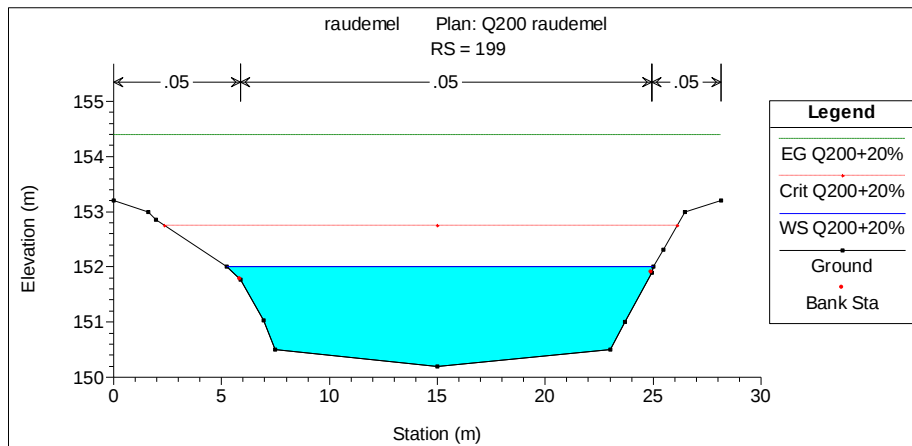


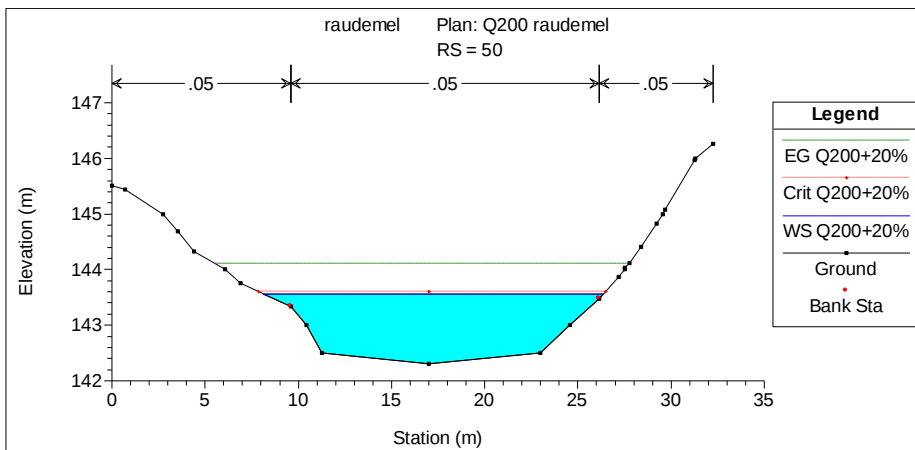
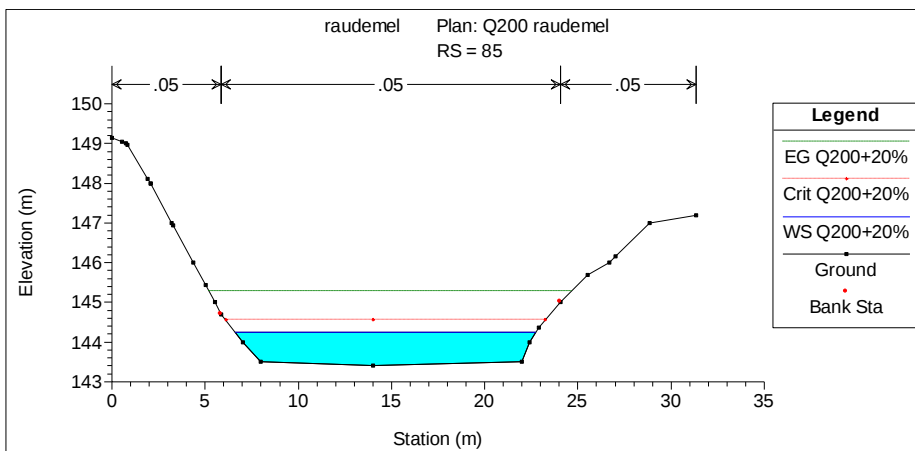
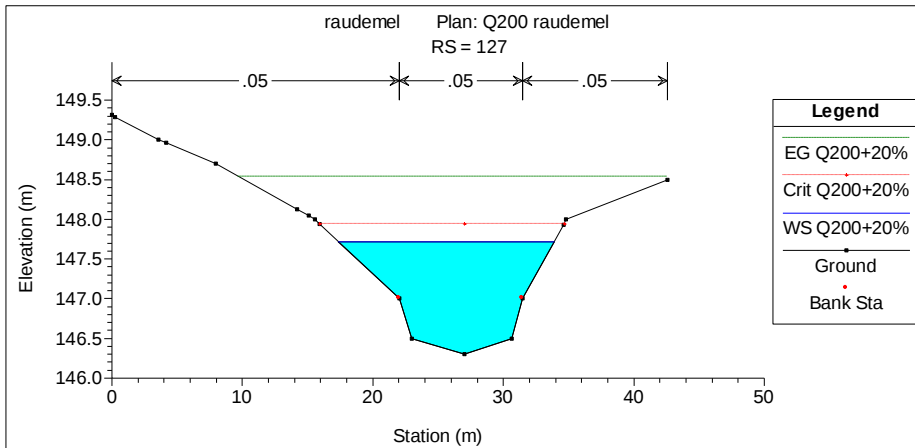


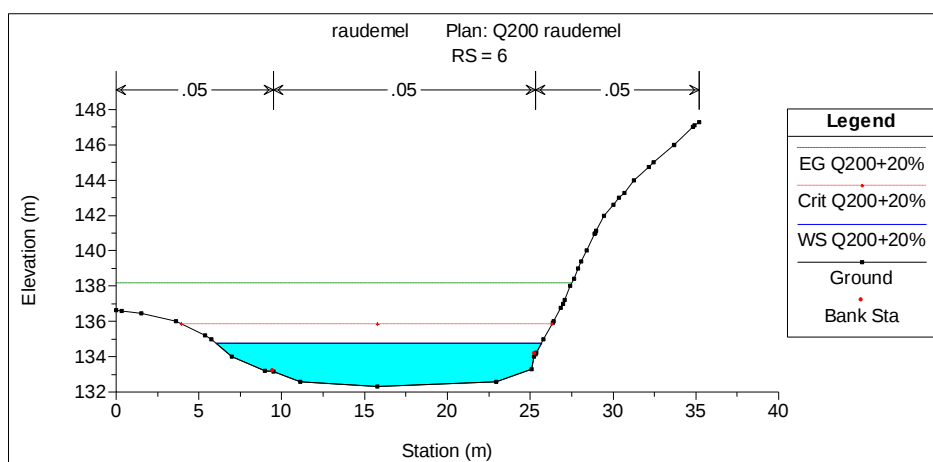
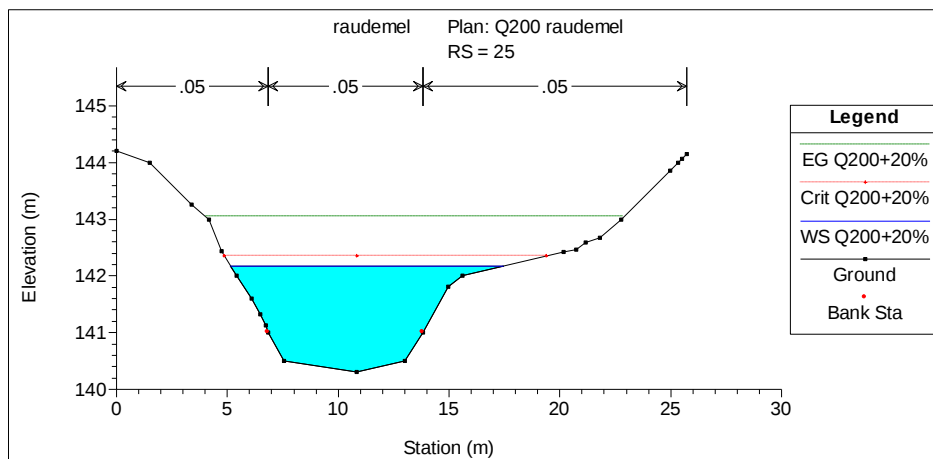




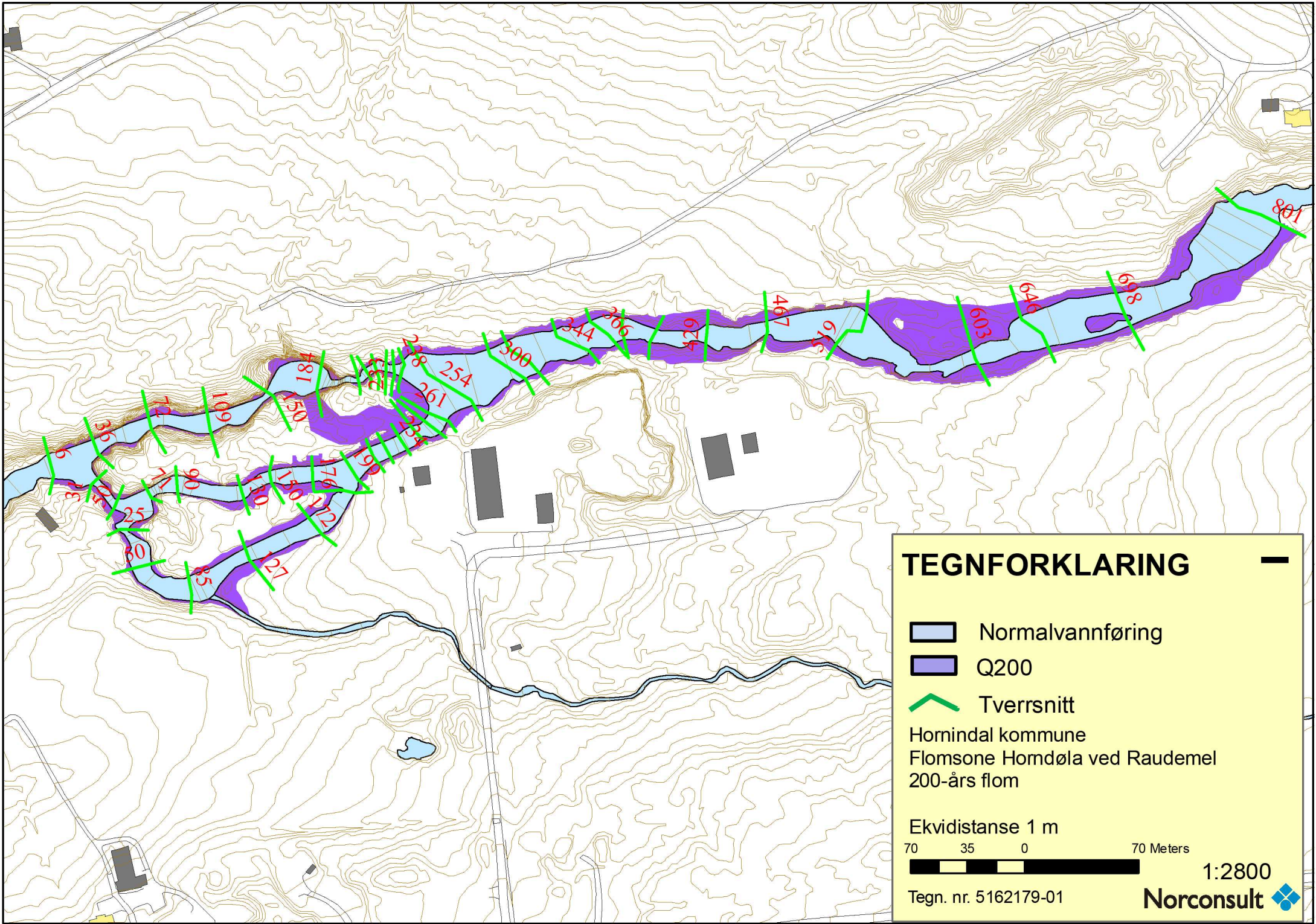








Flomsonekart



TEGNFORKLARING

- Normalvannføring
- Q200
- Tversnitt

Hornindal kommune
Flomsone Homdøla ved Raudemel
200-års flom

Ekvidistanse 1 m

70 35 0 70 Meters

1:2800

Tegn. nr. 5162179-01

Norconsult