Øyer kommune

Flom- og vannlinjeberegning

Mosåa

2016-09-09 Oppdragsnr.: 5164826

Norconsult

Rev.	Dato:	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
C01	09.09.2016	For gjennomgang hos Øyer kommune	Henrik Opaker	Carolina Frias Uribe	Henrik Opaker

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Norconsult AS | Pb. 626, NO-1303 Sandvika | Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika

Innhold

1 Bakgrunn 5

2 Dimensjonerende flom 7
2.1 Valg av metodikk 7
2.2 Nasjonalt formelverk 7
2.3 Nedbør-avløpsmodell 7
2.4 Frekvensanalyse 8
2.4.1 Regresjonsanalyse 10
2.5 Endelig valg av flomstørrelse 11

3 Vannlinjeberegning 12
3.1 Forutsetninger og resultater fra vannlinjeberegning 12
3.2 Erosjonsfare 13
3.3 Forslag til utbedring 15

4 Vurdering av beregningene 17
4.1 Datagrunnlag 17
4.2 Sensitivitetsanalyse 17

5 Referanser 18

6 Vedlegg 19

Sammendrag

På vegne av Øyer kommune er det gjort beregning av flomtilsig (Q_{200}), og vannlinjeberegning for nedre del av elva Mosåa i Øyer kommune, Oppland fylke. Tiltak for utbedring av situasjonen er foreslått.

Grunnet sparsomt hydrologisk grunnlag er det gjort estimat for flomverdi ved hjelp av tre ulike metodikker (nasjonal formel, nedbør-avløpsmodell og frekvensanalyse), før et endelig valg av flomstørrelse ble foretatt. Vannlinjeberegning er utført ved hjelp av programmet HEC-RAS.

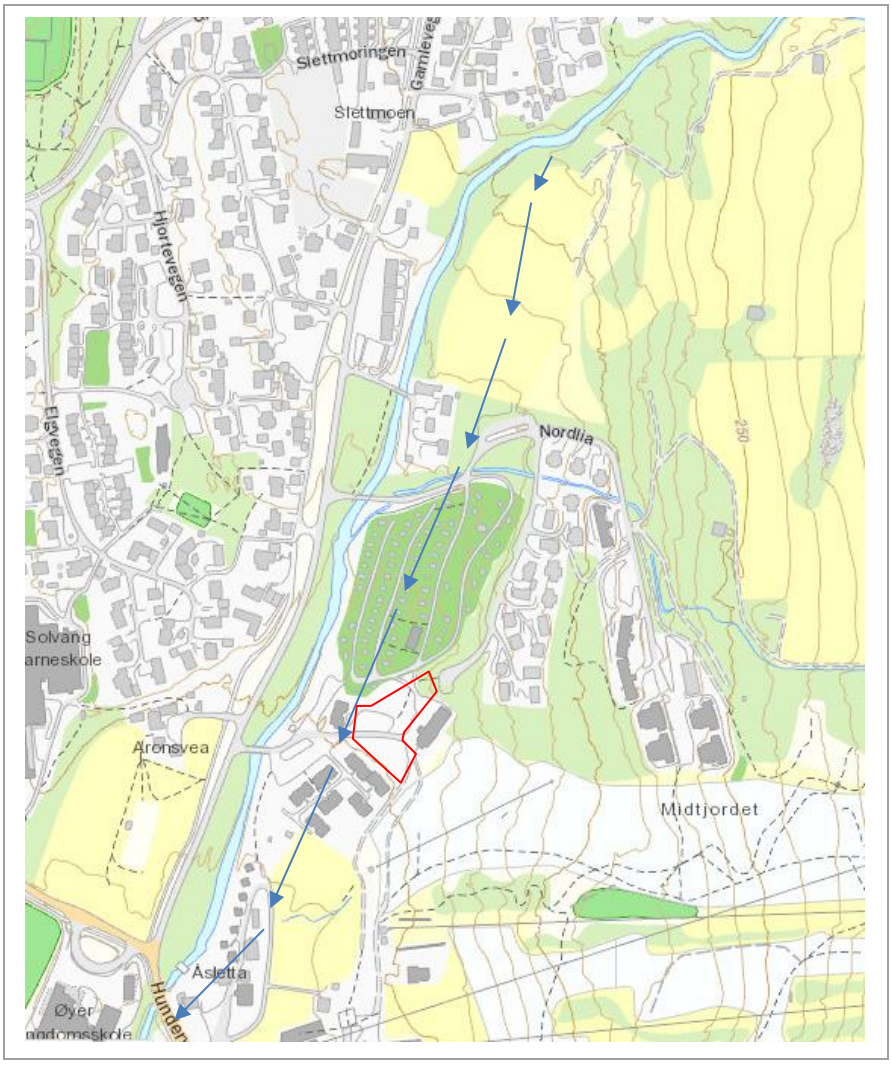
Resultatet tilsvarer et døgnmiddel i tilløpsflommen ved Q_{200} (etter oppskalering med 20 % for klimafaktor) på 1380 l/s km^2 for Mosåa, noe som gir ca. 52,4 m^3/s i vannføring i Mosåa ved tiltakspunktet.

Resultatet fra vannlinjeberegningen viser at vannet holdes innenfor elvetrauet ved en 200-års flom. Det er en sikkerhetsmargin på mer enn 0,5 m (NVEs sikkerhetskrav) opp til utbyggingsområdet.

Erosjon og massetransport er en stor utfordring i Mosåa. For å ta hensyn til vann på avveie anbefales det å bygge en flomvoll/ledemur med grøft i nordenden av utbyggingsområdet. I tillegg anbefales det om mulig å heve terrenget i byggeområdet slik at det ligger minimum 1 m over topp elvetrau. Omfanget av slike tiltak må avklares med NVE.

1 Bakgrunn

På østsiden av nedre del av elva Mosåa i Øyer kommune, er det planlagt en utbygging av leiligheter. NVE har gitt innsigelse mot utbyggingsplanene, og krever at området må utredes med tanke på sikkerhet mot flom. NVE er bekymret for at Mosåa kan ta et nytt løp i en sving oppstrøms utbyggingsområdet, og deretter følge et jorde ned til utbyggingsområdet. Norconsult har i den forbindelse fått i oppdrag av Øyer kommune å beregne flomvannstander i Mosåa ved tiltakspunktet. I Figur 1 er utbyggingsområdet markert med rødt, samt veien som NVE mener det er fare for at Mosåa kan følge ved stor flom.



Figur 1 Mosåa ved utbyggingsområdet

Elva Mosåa, som er et sidevassdrag til Lågen, har ved tiltakspunktet et nedbørfelt i henhold til NVEs lavvannsapplikasjon på ca. 38,0 km^2. Høyden i nedbørfeltet fordeler seg mellom 192 og 1081 moh.

Feltparametere for Mosåa ved tiltakspunktet er vist i Tabell 1.

Tabell 1 Feltparametere

Felt	Høyde min-med-maks (moh.)	Areal (km^2)	Årstilsig (l/s/km^2)	Eff. sjø (%)	Snaufjell (%)
Mosåa	192-914-1081	38,0	23,2	0,2	9,2

2 Dimensjonerende flom

2.1 VALG AV METODIKK

For å estimere en tilløpsflom ved tiltakspunktet i Mosåa er det tre ulike metodikker som kan benyttes. Grunnet sparsomt hydrologisk grunnlag er det ingen enkelt metodikk som peker seg ut som best egnet for å beregne flommene i Mosåa. Av den grunn er det valgt å se hva de ulike metodikkene gir av flomstørrelser, for deretter å ta et valg.

2.2 NASJONALT FORMELVERK

NVEs formelverk for små uregulerte felt beregner kulminasjonsvannføring og består av to ligninger; en for å beregne middelflom og en for å beskrive vekstkurven Q_T/ Q_M. Metoden anbefales for felt med areal 0,2-50 km^2. Metoden er nærmere beskrevet i [1]. Parameterne areal, normalavrenning og effektiv sjøprosent inngår i formelverket og er presentert i Tabell 1 for feltet til Mosåa ved tiltakspunktet.

Nasjonalt formelverk gir Q_{200}-verdier for Mosåa på 1125 l/s km^2 (kulminasjon).

2.3 NEDBØR-AVLØPSMODELL

Nedbørverdier med gjentaksintervall 200 år (P200) er beregnet etter metodikk skissert i rapport utgitt av Meteorologisk Institutt [2]. I Tabell 2 vises beregnede P200-verdier (årsverdier). Det er benyttet arealreduksjonsfaktorer som oppgitt i [2].

Tabell 2 P200-verdier (mm).

Felt \ varighet (h)	1	2	6	12	24	48	72
Mosåa	45	53	66	80	97	121	138

Den beste måten å bestemme modellparameterne til NVEs flommodell PQRUT er ved kalibrering mot observerte data med fin nok tidsoppløsning. Da slike data ikke finnes, er det tatt utgangspunkt i feltparametere for de aktuelle feltene. Parameterne som inngår i PQRUT er deretter beregnet med formelverket i NVEs retningslinjer [3]:

$$K1 = 0{,}0135 + 0{,}00268 \times HL - 0{,}01665 \times \ln(ASE)$$

$$K2 = 0{,}009 + 0{,}21 \times K1 - 0{,}00021 \times HL$$

$$T = -9{,}0 + 4{,}4 \times K1^{-0{,}6} + 0{,}28 \times QN$$

I simuleringen er bakken forutsatt å være mettet med vann ved starten av flomforløpet, og initialvannføringen er satt lik normalvannføringen gitt fra NVEs lavvannsapplikasjon. Se for øvrig Tabell 3 vedrørende de benyttede parameterverdiene ved beregningen av Q200.

Tabell 3 Parameterverdier ved beregning av flomforløp.

	Mosåa
K1	0,059
K2	0,020
T	21,508
HL (m/km)	7,02
ASE (%)	0,2
QN (l/s/km^2)	23,2
Modellert areal (km^2)	38,0
Initialvannføring (m^3/s)	0,88

Resultatet fra PQRUT tilsvarer spesifikke flomverdier (q_{200}) på ca. 1110 l/s km^2 for Mosåa.

2.4 FREKVENSANALYSE

Det finnes ingen måleserier i så små felt som Mosåa i denne delen av Gudbrandsdalen. I mangel av annet, så har vi sett på en tidligere frekvensanalyse utført for et noe større felt i Gudbrandsdalen. Analysen er gjort med serier som om mulig er oppdaterte inntil 2013, med unntak av tilsigsserier. Tilsigsserier er det ikke så raskt å oppdatere, i og med at de må beregnes av NVE. Manglende oppdatering av de 6 tilsigseriene skal normalt ikke gi så store utslag at analysen er ugyldig. Uansett så brukes verdiene vi kommer frem til kun som et sammenligningsgrunnlag mot andre metodikker.

Tabell 4 inneholder informasjon om måleseriene og stasjonene som er brukt. Til sammenligning inneholder Tabell 1 de samme parametere for feltene vi beregner flomstørrelse for.

Tabell 4 Målestasjoner benyttet til frekvensanalyse.

Målestasjon	Areal (km^2)	Periode	Høyde moh (min-med-max)	Eff. sjø (%)	Årsavløp ($l/s/km^2$)	SF (%)
2.16 Aura	130	1922-1964	456-1307-1830	5,3	12	89,3
2.21 Vista	245	1967-1990	519-1632-2462	0,0	25	75,0
2.144 Båttstø tilsig	11087	1896-2006	179-1139-2463	0,2	22	56,5
2.147 Breidalsvatn tilsig	131	1918-2006	900-1164-1853	0,5	44	85,5
2.150 Lalm tilsig	3982	1914-2006	355-1326-2462	0,2	27	69,8
2.165 Bygdin tilsig	310	1924-1990	1055-1363-2329	0,3	41	78,0
2.167 Vinsteren tilsig	467	1916-1990	1031-1299-2329	0,1	39	72,3
2.197 Ertesekken tilsig	17374	1933-1987	90-921-2463	0,0	19	36,7
2.223 Fredriksvatn	935	1934-2004	578-1349-2006	0,4	38	74,9
2.232 Elveseter	148	1945-2013	658-1581-2462	0,9	35	64,2
2.238 Raudalvatn tilsig	158	1945-2005	832-1463-1965	0,4	45	63,6
2.268 Akselen	791	1934-2013	475-1467-2462	0,1	30	70,7
2.275 Liavatn	235	1965-2011	733-1397-2080	1,3	48	68,3
2.284 Sælatunga	454	1966-2013	423-1370-1880	0,1	20	83,7
2.289 Høydalsvatn	78	1967-1986	904-1428-2126	3,5	41	75,6
2.290 Brustuen	251	1966-2013	665-1413-2192	0,5	36	73,0
2.292 Skjøli	182	1967-1991	507-1607-2167	0,3	38	73,7
2.295 Tundra	135	1967-1991	487-1472-2082	0,0	31	84,5
2.303 Dombås	490	1967-2013	575-1318-2207	0,1	20	78,9
2.434 Ofossen	1576	1979-2013	393-1336-2082	0,2	35	71,6
2.460 Eide	7826	1984-2013	240-1242-2463	0,2	23	64,7
2.614 Rosten	1755	1917-2013	319-1186-2207	0,1	18	67,6
Middel	**2215**			**0,7**	**31**	**71,7**

Flomstørrelsene vist i Tabell 5 er beregnet ved bruk av Gumbel-fordelingen (EV1).

Tabell 5 Flomfrekvensanalyse for årsflommer (l/s km²).

Målestasjon	Ant.år	Q_M	Q_{1000}	Q_{1000}/Q_M
2.16 Aura	43	209	649	3,10
2.21 Vista	18	241	656	2,72
2.144 Båttstø tilsig	111	132	302	2,29
2.147 Breidalsvatn tilsig	89	326	751	2,30
2.150 Lalm tilsig	93	188	422	2,24
2.165 Bygdin tilsig	67	323	820	2,54
2.167 Vinsteren tilsig	75	283	732	2,59
2.197 Ertesekken tilsig	55	96	232	2,41
2.223 Fredriksvatn	71	207	528	2,55
2.232 Elveseter	69	314	893	2,85
2.238 Raudalvatn tilsig	61	294	616	2,10
2.268 Akselen	80	232	637	2,74
2.275 Liavatn	45	338	882	2,61
2.284 Sælatunga	43	253	749	2,96
2.289 Høydalsvatn	20	326	852	2,61
2.290 Brustuen	48	287	692	2,41
2.292 Skjøli	25	287	609	2,12
2.295 Tundra	25	299	847	2,84
2.303 Dombås	47	188	524	2,79
2.434 Ofossen	35	215	513	2,39
2.460 Eide	30	141	396	2,82
2.614 Rosten	97	178	474	2,66
Middel	**57**	**243**	**626**	**2,57**

Det er sett på sammenhengen mellom Q_{1000} mot logaritmert feltareal, årsavløp, effektiv sjøprosent, breprosent og snaufjellsprosent. Flomverdiene har varierende korrelasjoner mot feltparameterne, med høyeste R2-verdi for logaritmert feltareal oppe i 0,77. Ligningen ser slik ut: q1000=1291,6-104,85 lnA.

I tillegg til målestasjonene som er vist i Tabell 4, ble det forsøkt å legge til 3 stasjoner i Lågenvassdraget som har noe mindre feltareal. De tre stasjonene er 2.299 Sulheim (A=45,5 km²), 2.301 Runningen (A=21,9 km²) og 2.36 Øvre Heimdalsvatn (A=24,9 km²). Dette ga vesentlig dårligere korrelasjoner, og reduserte flomstørrelser.

2.4.1 Regresjonsanalyse

Det er også utført multiple regresjonsanalyser på datasettet nevnt ovenfor. Den beste justerte R2-verdien var 0,76, noe som er omtrent likt som mot bare én parameter. Beste korrelasjon ble mot parameterne logaritmert feltareal og normalavrenning. Begge parametere er statistisk signifikante, og justert R2-verdi er lik 0,76. Ligningen ser slik ut: q1000=981-88,634lnA+6,46QN. Tabell 6 angir beregnede verdier for Mosåa.

Tabell 6 Beregningsresultater fra enkle og multiple regresjonsanalyser (q_{1000} døgnmiddel)

Felt	q_{1000} (ln A)	q_{1000} (ln A QN)
Mosåa	910	810

Resultatet i Tabell 6 angir døgnmiddelverdier med gjentaksintervall 1000 år. Forholdstall mellom momentanverdier og døgnmiddelflom for Mosåa er esitimert ved bruk av NVEs ligninger [3], og vi fikk da forholdstallet 1,71. Gjennomsnittlig forholdstall mellom q_{200} og q_{1000} for målestasjonene som er benyttet i frekvensanalysen (unntatt tilsigsserier) er 0,84. Justerte verdier til momentane flomvannføringer med gjentaksintervall 200 år er vist i Tabell 7.

Tabell 7 Beregningsresultater fra enkle og multiple regresjonsanalyser (q_{200} momentanverdi)

Felt	q_{200} (ln A)	q_{200} (ln A QN)
Mosåa	1310	1160

2.5 ENDELIG VALG AV FLOMSTØRRELSE

Analysen ovenfor gir noen indikasjoner på hvilken verdi q_{200} skal ha. Resultatet fra nasjonalt formelverk gir spesifikke flomverdi (q_{200}) på ca. 1125 l/s km^2. Resultatet fra nedbør-avløpsmodell gir spesifikke flomverdi (q_{200}) på ca. 1110 l/s km^2. Resultatet fra frekvensanalysen gir ca. 1300 l/s km^2. Regresjonsanalysen gir ca. 1160 l/s km^2. Det er generelt liten spredning i resultatene, og spesielt hvis man ser bort fra frekvensanalysen som ligger noe høyere enn de andre verdiene. I Tabell 8 er resultatet fra beregningene oppsummert.

Tabell 8 Beregningsresultater q_{200} momentanverdier (l/s km^2)

Metodikk	Mosåa
Nasjonalt formelverk	1125
Nedbør-avløpsmodell	1110
Frekvensanalyse (ln A)	1310
Frekvensanalyse (ln A QN)	1160
Valgt flomverdi	1150

På bakgrunn av analysen vi har gjort har vi valgt en flomverdi på 1150 l/s km^2 for Mosåa.

For å ta hensyn til fremtidige klimaendringer er det valgt å se på rapporten Hydrological projections for floods in Norway under a future climate [4]. Her er det estimert at det ikke vil bli økning av flomstørrelse i området generelt, men for mindre nedbørfelt som Mosåa anbefales det uavhengig av geografisk beliggenhet et klimatillegg på minimum 20 %. Vi har derfor valgt å oppskalere flomverdiene med 20 %. Etter en slik oppskalering får vi en verdi på 1380 l/s km^2 ved 200-års flom. Vannføringen ved tiltakspunktet vil da være ca. 52,4 m^3/s.

3 Vannlinjeberegning

3.1 FORUTSETNINGER OG RESULTATER FRA VANNLINJEBEREGNING

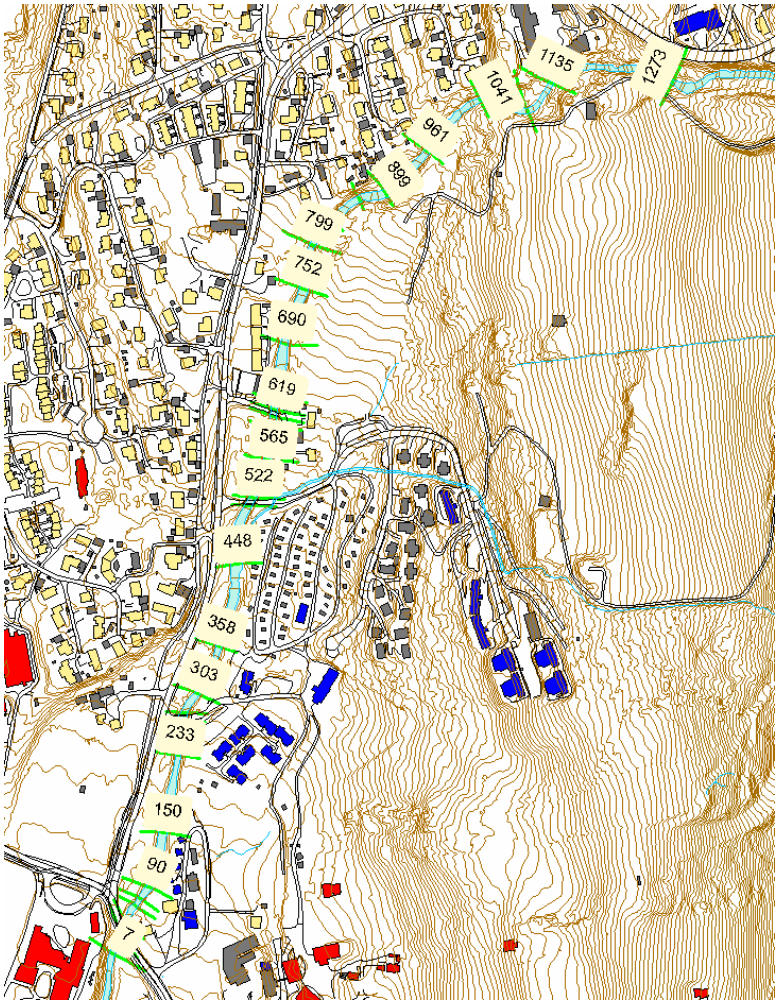
Ved bruk av de beregnede flomstørrelser fra kapittel 2 har vi fått resultater som vist i Tabell 9 (se også Vedlegg 3). Verdiene i Tabell 9 stammer fra stasjonære beregninger ved hjelp av programmet HEC-RAS.

Benyttet Manningstall, som beskriver friksjonsforholdet, er ca. 22 i selve elveløpet og 20 for omkringliggende terreng. Ved beregning av vannstand i Mosåa er oppstrøms grensebetingelse satt lik kritisk dyp. For nedstrøms grensebetingelse er det brukt normaldybde.

Terrenget i modellen er basert på laserdata. Det er flere bruer som krysser Mosåa på strekningen. Bruene vil være avgjørende for vannstanden ved flom i elva, da brutverrsnittene er de trangeste tverrsnittene. Modellering av brutverrsnitt er basert på innmålinger gjort på befaring, brutegninger fra Statens vegvesen og laserdata.

NVE har normalt et krav om sikkerhetsmargin på 0,5 m som legges til de beregnede vannivåene.

Beregningsstrekningen, med plassering av tverrsnitt, er vist i Figur 2.



Figur 2: Beregningsstrekning med tverrsnitt

Resultatene fra vannlinjeberegningen er oppsummert i Tabell 9. Det er oppgitt vannstander for tverrsnittene 358-278, da det er på denne strekningen utbygningen vil komme (på østsiden av Mosåa).

Tabell 9 Beregnede vannstander ved Q_{200} +20 % klimatillegg

Tverrsnitt	Vst. (moh.)	Vst. inkl. sikkerhetsmargin (moh.)	Nivå topp elvetrau (moh.)	Vannhastighet (m/s)	Froudetall
358	200,6	201,1	201,6	4,3	1,3
303	198,8	199,3	199,5	4,0	1,2
278 (oppstr. bru)	198,5	199,0	198,9	2,5	0,6

Resultatene viser at kapasiteten i elvetrauet er stor nok til å avlede en 200-års flom (inkl. 20 % klimatillegg). Det er riktignok ikke veldig stor restkapasitet i brutverrsnittet. Hvis brudekke begynner å skape oppstuvning vil vannstanden kunne øke til topp brudekke (kote 198,9) uten noen tilsvarende økning i vannføring.
Selve utbyggingsområdet ligger på mellom ca. kote 200,5 og 205.

3.2 EROSJONSFARE

Nedre del av Mosåa er et bratt vassdrag i et område med mye løsmasser (breelvavsetninger). Det har tidligere forekommet stor massetransport i Mosåa. Under flommen i 1995 skal i følge Øyer

kommune store mengder med stein ha blitt avsatt i nedre del av Mosåa (ca. ved tverrsnitt 690 på beregningsstrekningen). Avsetningen av stein førte til at vannstanden bygde seg opp. Gravemaskiner som fjernet masser fra elva under flommen, hindret den gangen at Mosåa gikk ut av løpet og tok en ny vei.

Det er i dag tydelige erosjonsskader langs Mosåa nedstrøms tverrsnitt 690. I vedlegget er det vist bilder av erosjonsskader som ble observert på befaringen.

Punktet hvor NVE er bekymret for at Mosåa skal ta nytt løp er vist i Figur 3. Her er yttersvingen erosjonssikret (ukjent når) med rund, rauset stein av størrelse 2-0,3 m (størst stein i bunnen). Det er en flomvoll på toppen, slik at avstanden fra topp flomvoll til bunn elv er ca. 4-5 m her. Fallet på elva er her i overkant av 10%. Kapasiteten til tverrsnittet her er mer enn stort nok til å avlede 200-års flommen. Det er ingen tegn på erosjonsskader her, og ut fra mosebegroingen på steinene virker det som at steinen har ligget stabilt de siste par årene. Dette til tross for at det har vært større flommer her relativt nylig (2011 og 2013), som har ført til tydelige skader på strekningen lenger nedstrøms.

Figur 3: Erosjonssikring

Ut fra hva vi så på befaringen, og erfaring fra tidligere storflommer, mener vi at det langt større sannsynlighet for at elveløpet blir delvis gjenfylt lengre ned når Mosåa flater ut enn at Mosåa skal ta nytt løp gjennom den erosjonssikrede svingen.

Vår vannlinjeberegning tar ikke hensyn til at elveløpet kan bli delvis gjenfylt av stein under flom. Dette er antageligvis også den største utfordringen ved flom i Mosåa. Det er derfor fornuftig å legge til ekstra sikkerhetstiltak i forhold til beregnede vannstander. Nødvendig omfang av ekstra sikkerhetstiltak grunnet faren for avsetning av masser i elva er utfordrende å vurdere på grunn av at det er vanskelig å estimere massetransporten.

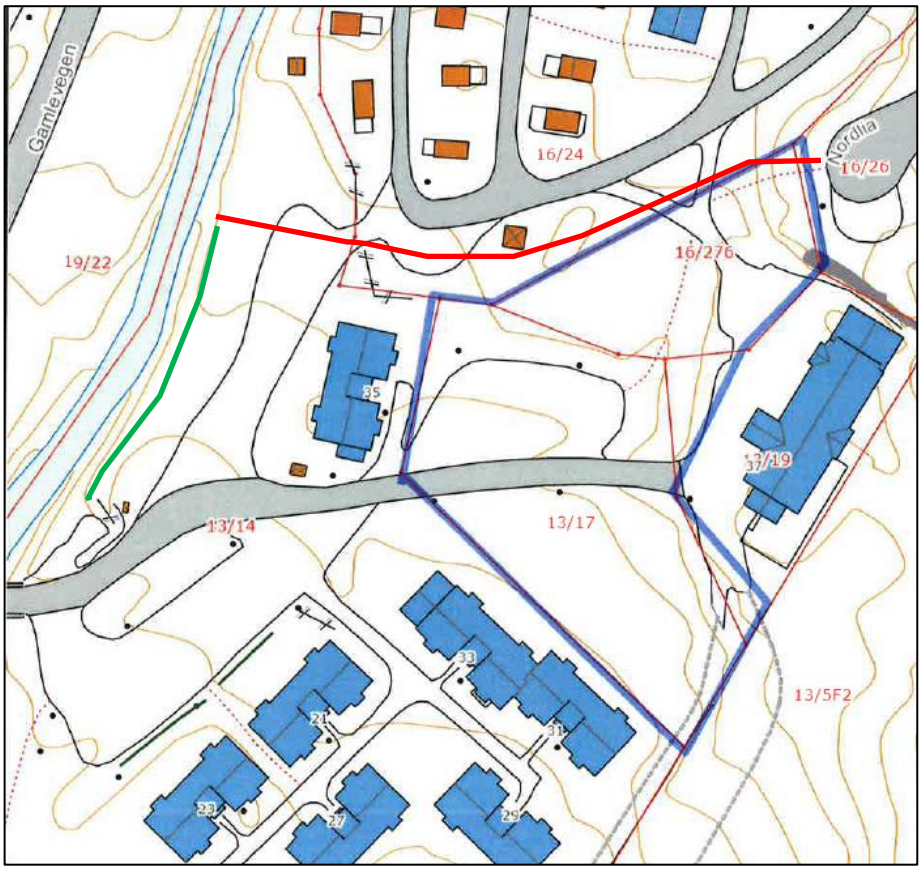
Ved utbyggingsområdet er det en avstand på ca. 40 m fra topp elvetrau til vestre grense for utbyggingsområdet. På grunn av at avstanden er såpass stor vurderer vi det som usannsynlig at erosjon av østre side av Mosåa vil påvirke utbyggingsområdet.

3.3 FORSLAG TIL UTBEDRING

3.3.1 Utbyggingsområde

Utbyggingsområdet er ikke utsatt ved flom i Mosåa (200-års flom+20 % klimatillegg), med mindre Mosåa endrer løp.

Med tanke på flomvann som tar nye veier kan en flomvoll/ledemur kombinert med grøfting langs nordre del av utbyggingsområdet redusere risikoen for flomskader. En flomvoll her vil også sikre området mot vann fra en liten sidebekk til Mosåa. Mulig plassering av tiltak er vist i Figur 4 (flomvoll markert i rødt). Plassering og utforming må sannsynlig tilpasses utbyggers planer for området som vi ikke kjenner i detalj.



Figur 4: Utbyggingsområde med mulig plassering av flomvoll

Med tanke på avsetning av stein som gir høyere flomnivåer i Mosåa enn beregnet, så er et mulig tiltak for å ta hensyn til dette en flomvoll langs elva (markert med grønt i Figur 4). Det er imidlertid vanskelig å si sikkert hvor høy en slik voll bør være. En annen mulighet er å heve terrenget ved utbyggingsområdet. På grunn av at avstanden til elva er så stor som 40 meter er det antageligvis tilstrekkelig at terrenget innenfor utbyggingsområdet ligger 1 m høyere enn topp elvetrau. Mye av utbyggingsområdet ligger allerede høyere enn dette nivået i dag. Hvorvidt dette er et nødvendig tiltak, og på hvilket nivå man skal legge seg må vurderes i samråd med NVE.

3.3.2 Nedre del av Mosåa

Beregningene er utført med tanke på å finne ut om utbyggingsområdet er flomsikkert, og eventuelt hva som skal til for å flomsikre det. Befaring og beregning viser imidlertid at det bør gjøres tiltak andre steder i Mosåa, og noen av våre betraktninger angående dette er oppsummert under.
Ut fra beregningsresultatet, tidligere erfaringer fra Mosåa og observasjoner fra befaringen mener vi at det bør gjøres tiltak for å sikre Mosåa på strekningen fra øverste bru og ned til bru Hundervegen. Vi har ikke befart strekningen utover det som er modellert i HEC-RAS, og kan derfor ikke si noe om øvrig strekning.

Utfordringer på strekningen er erosjon og at det avsettes store mengder med stein på strekningen under flom.

Det er erosjonsskader flere steder på strekningen. Ved den øverste private brua på beregningsstrekningen har erosjon ført til utrasing av omkringliggende masser ved det ene brukaret (Figur 5).

Figur 5: Erosjonsskader ved brukar øverste private bru

Også i nærheten av den nest øverste av bruene på strekningen er det observert erosjonsskader. Bruene bør sikres slik at erosjon ikke ødelegger bruene ved flom. Dimensjonering av erosjonssikring kan gjøres på bakgrunn av beregnede vannhastigheter i hydraulisk modell for Mosåa.

Muligheten for å etablere bunnlastsperrer lenger opp i Mosåa for å samle opp sedimenter under flom bør vurderes. Hvis dette er mulig, vil bunnlastsperrene sikre hele nedre del av Mosåa, som renner gjennom bebygd område.

4 Vurdering av beregningene

4.1 DATAGRUNNLAG

Datagrunnlaget til flomberegningen vurderes å være begrenset. Nedbørfeltet til Mosåa er av en størrelse som gjør det vanskelig å velge metodikk. Vi mener at vi har gjort en forholdsvis grundig analyse før vi har gjort våre valg angående flomstørrelser, og at vi slik sett har gjort mye ut av det datagrunnlaget som er tilgjengelig.

4.2 SENSITIVITETSANALYSE

Sensitiviteten til beregningene er vurdert ved å variere tilløpsflommen ved Q_{200} med ±20 % og Manningstall med ±25 %. Resultatet er vist i Tabell 10 som endring i m vannstand ved tverrsnittene.

Ut fra sensitivitetsanalysen fremgår det at variasjon i tilsiget gir unøyaktigheter i vannstanden på inntil 93 cm. Ut fra dette vurderes beregningene som sensitiv for endring i flomstørrelse. Årsaken til at beregningen er såpass sensitiv er at brua gir oppstuvning.

Tabell 10 Sensitivitetsanalyse.

Tverrsnitt	Tilløpsflom		Manningstall	
	-20%	+20%	+25%	-25%
358	0,00	0,13	-0,22	0,24
303	-0,05	0,54	-0,22	0,17
278 (oppstr. bru)	-0,22	0,93	-0,79	0,02

5 Referanser

1. NVE (2015), Veileder for flomberegning i små uregulerte felt

2. DNMI (1992), Manual for beregning av påregnelige ekstreme nedbørverdier. Rapport 21/92 Klima.

3. NVE (2011), Retningslinjer for flomberegninger

4. NVE (2011), Hydrological projections for floods in Norway under a future climate, Report 5-2011.

6 Vedlegg

Vedlegg 1. Resultater fra Lavvann

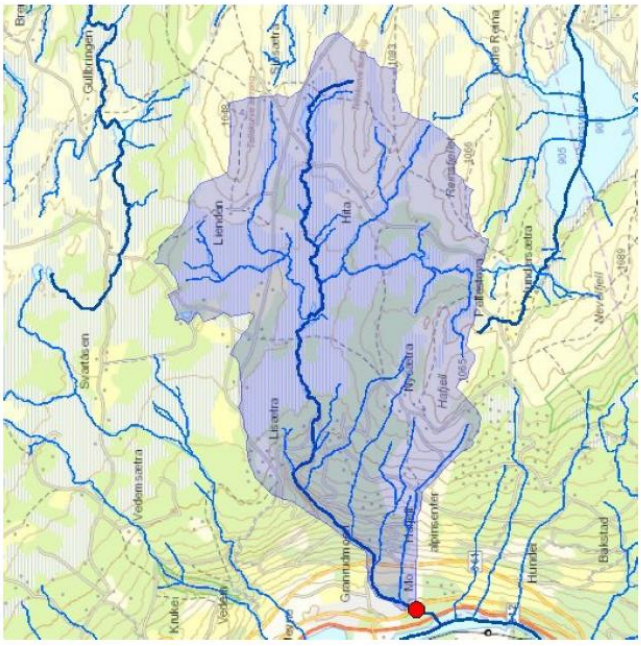
Lavvannskart

			Feltparametere		
Vassdragsnr.:	002.DE31Z				
Kommune:	Øyer		Areal (A)		38.0 km²
Fylke:	Oppland		Effektiv sjø (S_{Eff})		0.2 %
Vassdrag:	MOSÅA		Elvelengde (E_L)		13.6 km
			Elvegradient (E_G)		58.2 m/km
Vannføringsindeks, se merknader			Elvegradient$_{1085}$ (G_{1085})		62.5 m/km
Middelvannføring (61-90)	23.2	l/(s*km²)	Feltlengde(F_L)		10.8 km
Alminnelig lavvannføring	0.6	l/(s*km²)	H min		192 moh.
5-persentil (hele året)	0.6	l/(s*km²)	H 10		739 moh.
5-persentil (1/5-30/9)	0.8	l/(s*km²)	H 20		850 moh.
5-persentil (1/10-30/4)	0.6	l/(s*km²)	H 30		877 moh.
Base flow	8.1	l/(s*km²)	H 40		898 moh.
BFI	0.4		H 50		914 moh.
			H 60		930 moh.
Klima			H 70		946 moh.
			H 80		972 moh.
Klimaregion		Ost	H 90		1002 moh.
Årsnedbør	883	mm	H_{max}		1081 moh.
Sommernedbør	445	mm	Bre		0.0 %
Vinternedbør	438	mm	Dyrket mark		5.5 %
Årstemperatur	-1.0	°C	Myr		31.0 %
Sommertemperatur	6.7	°C	Sjø		0.9 %
Vintertemperatur	-6.4	°C	Skog		33.3 %
Temperatur Juli	9.1	°C	Snaufjell		9.2 %
Temperatur August	9.2	°C	Urban		0.1 %

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.



Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N

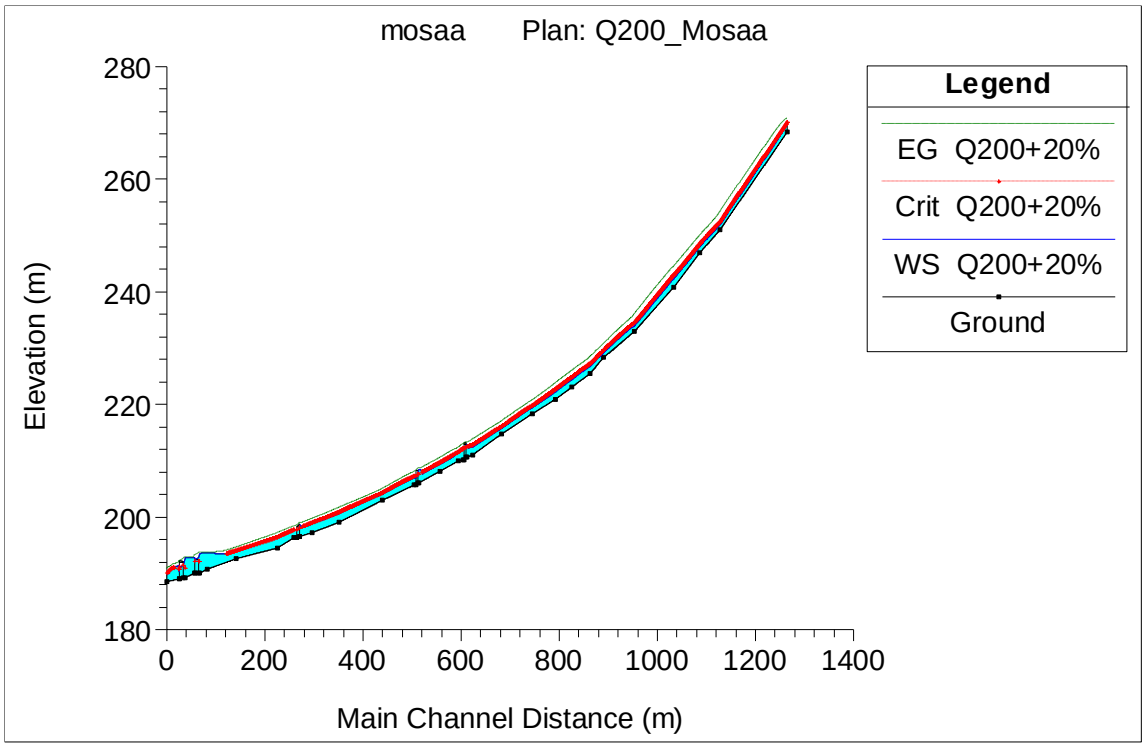
Norges vassdrags- og energidirektorat

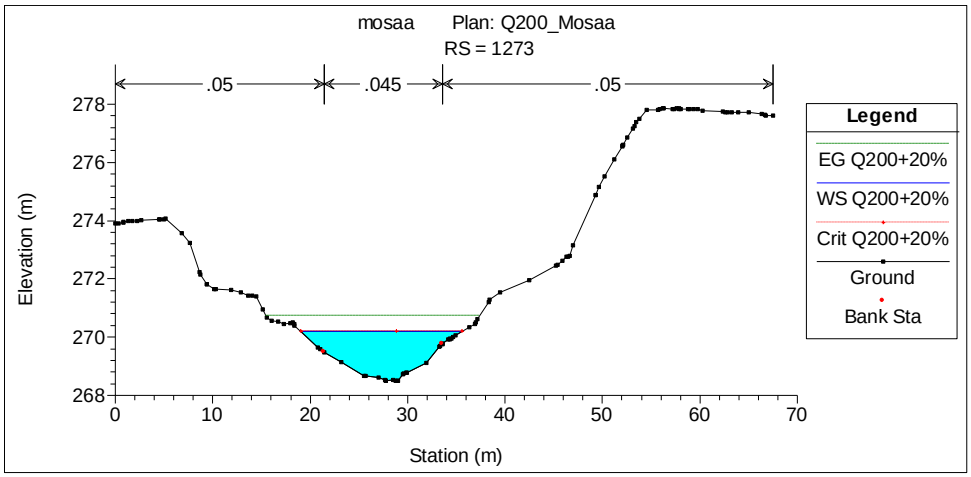
NVE

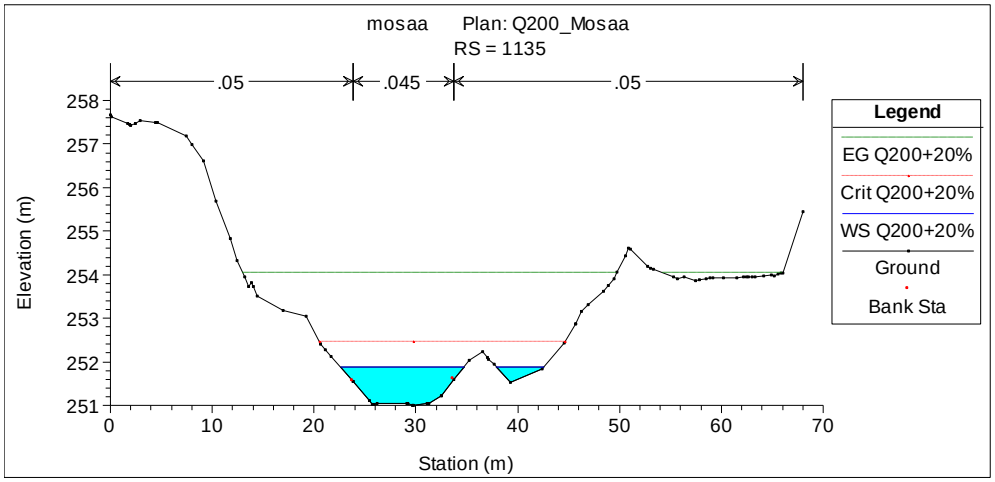
Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

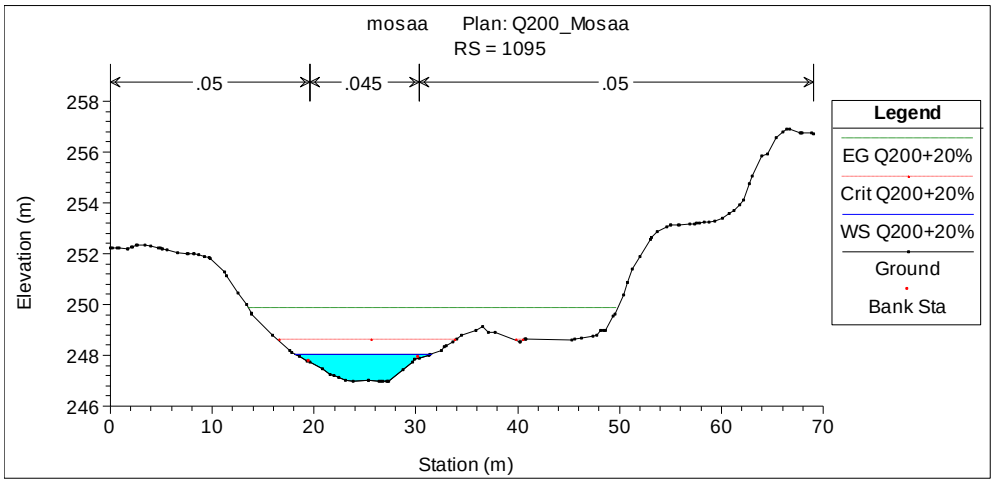
Vedlegg 2. Vannlinjeberegning

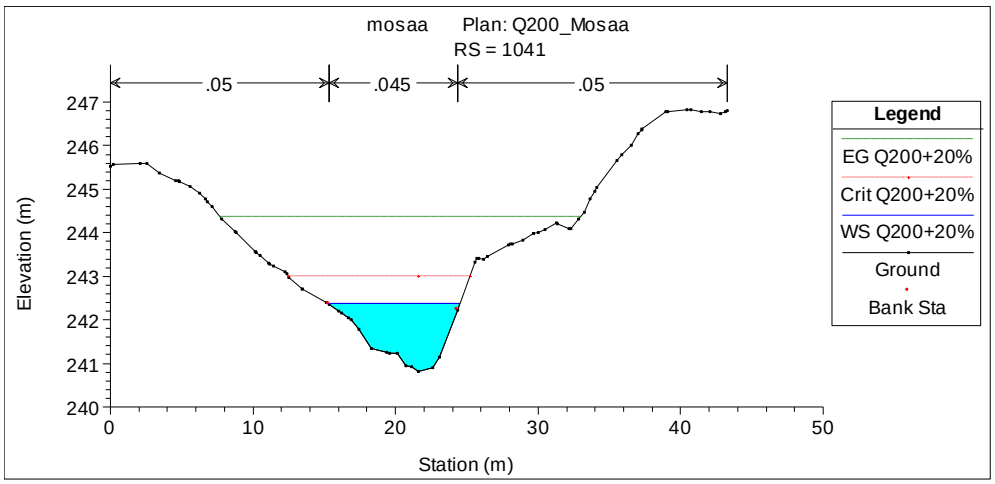
Lengdesnitt og benyttede tverrprofiler Mosåa:

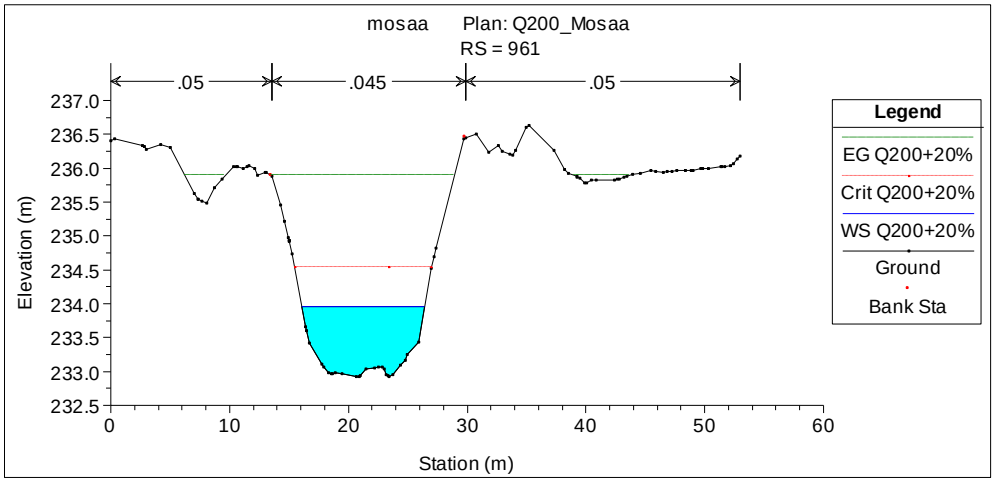


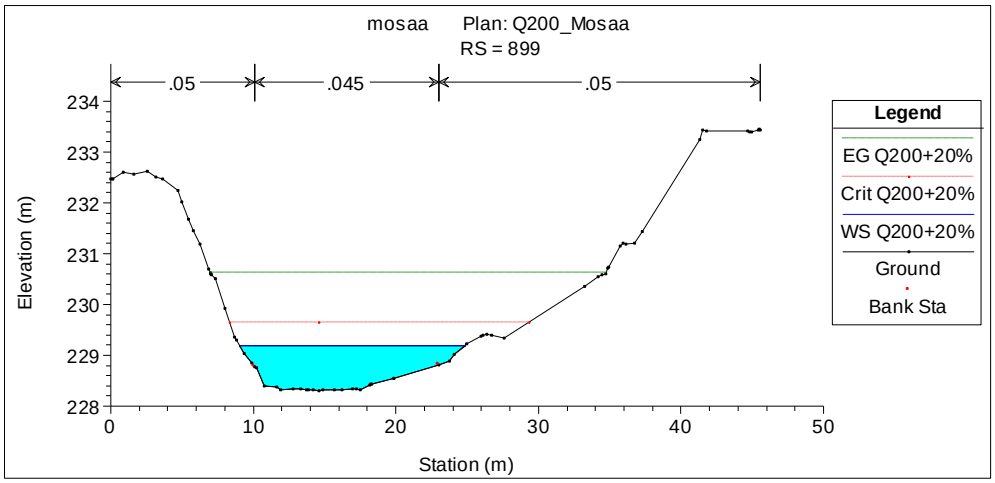


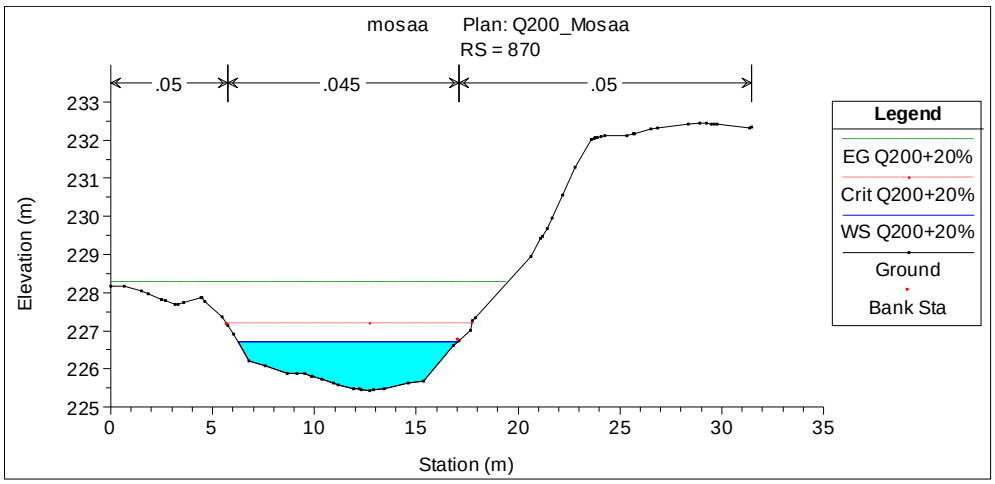

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 1135
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
Crit Q200+20%
WS Q200+20%
Ground
Bank Sta

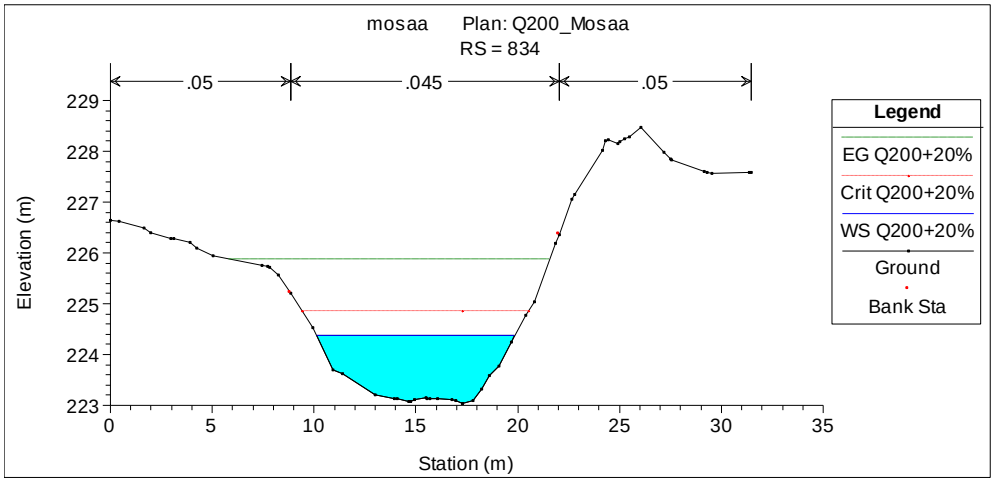

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 1095
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
Crit Q200+20%
WS Q200+20%
Ground
Bank Sta

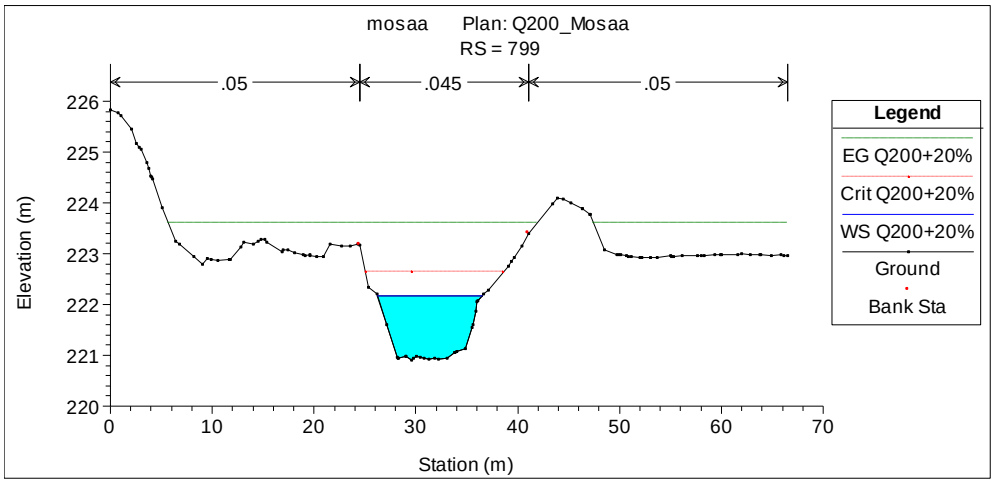

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 1041
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
Crit Q200+20%
WS Q200+20%
Ground
Bank Sta

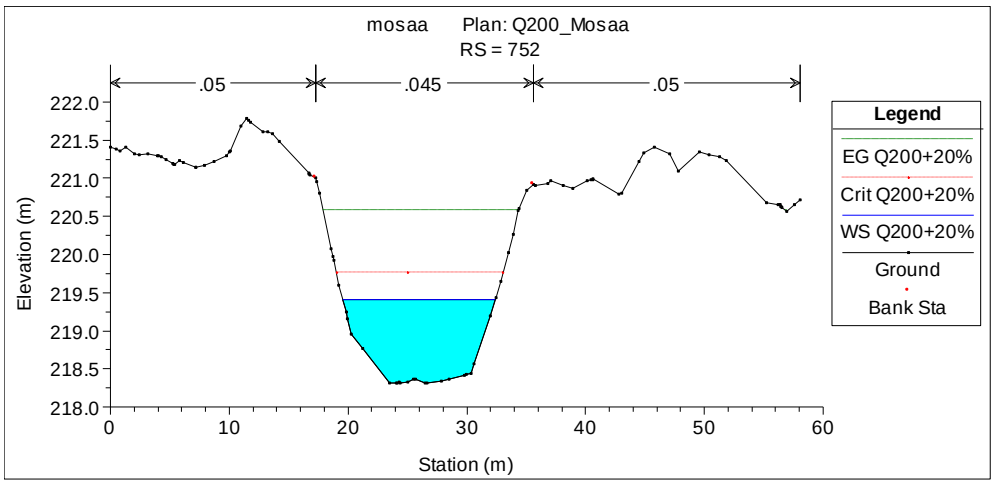

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 961
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
Crit Q200+20%
WS Q200+20%
Ground
Bank Sta

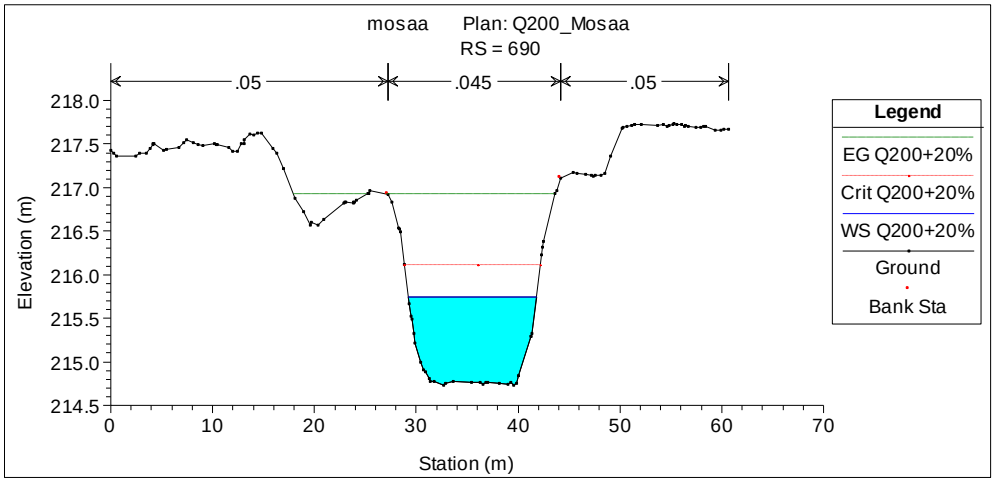

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 899
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
Crit Q200+20%
WS Q200+20%
Ground
Bank Sta

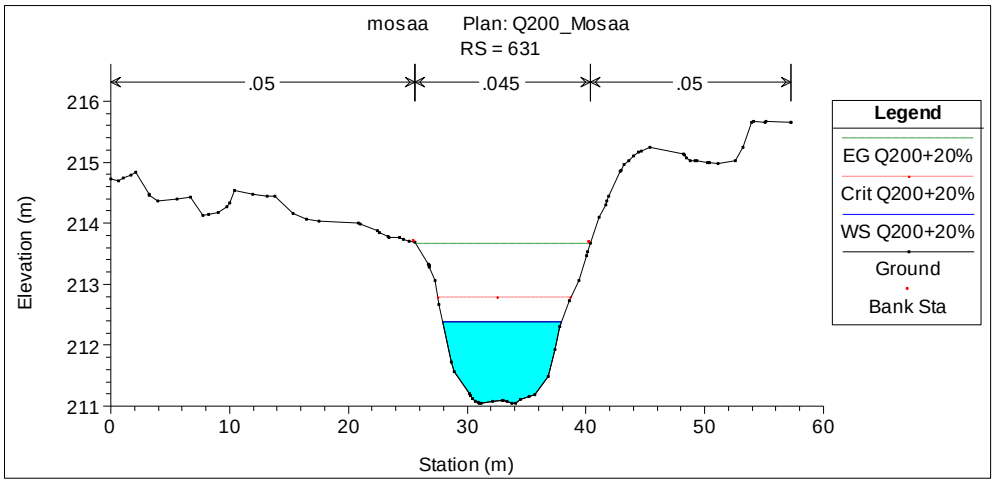

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 870
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
Crit Q200+20%
WS Q200+20%
Ground
Bank Sta

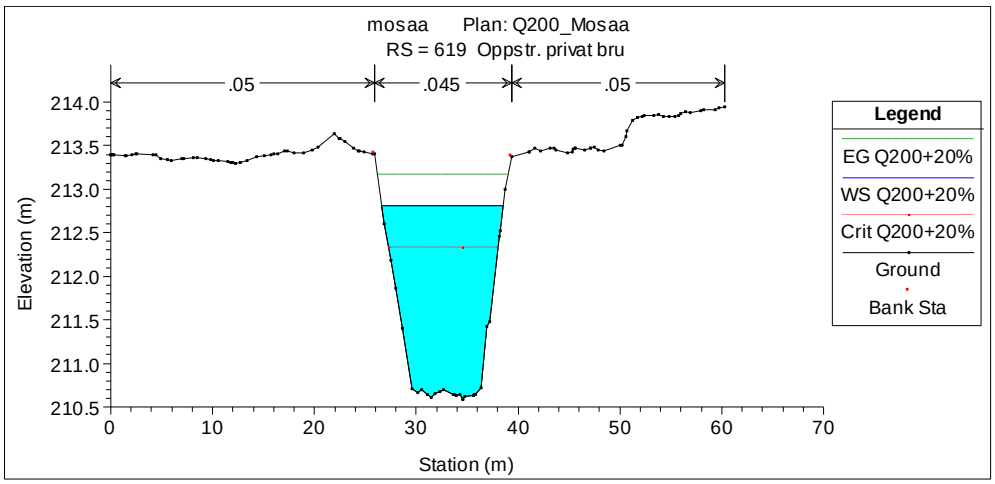

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 834
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
Crit Q200+20%
WS Q200+20%
Ground
Bank Sta

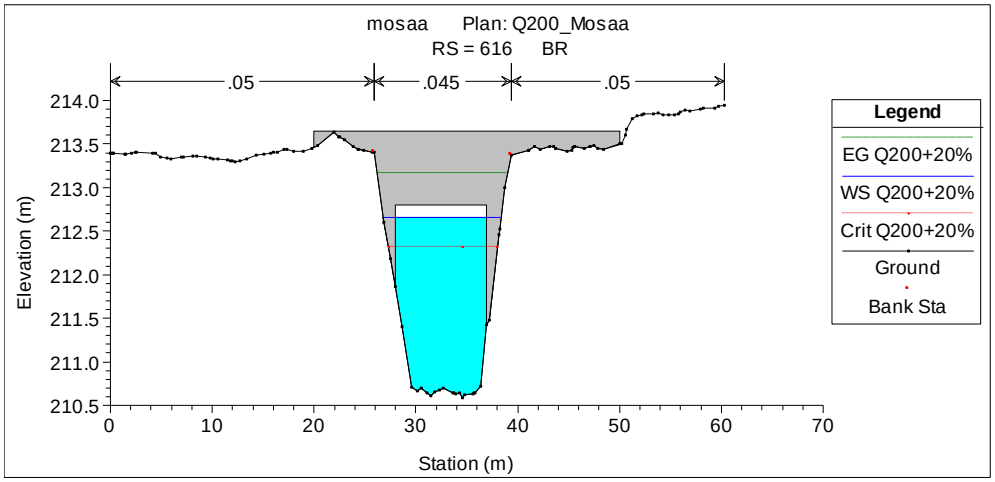

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 799
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
Crit Q200+20%
WS Q200+20%
Ground
Bank Sta

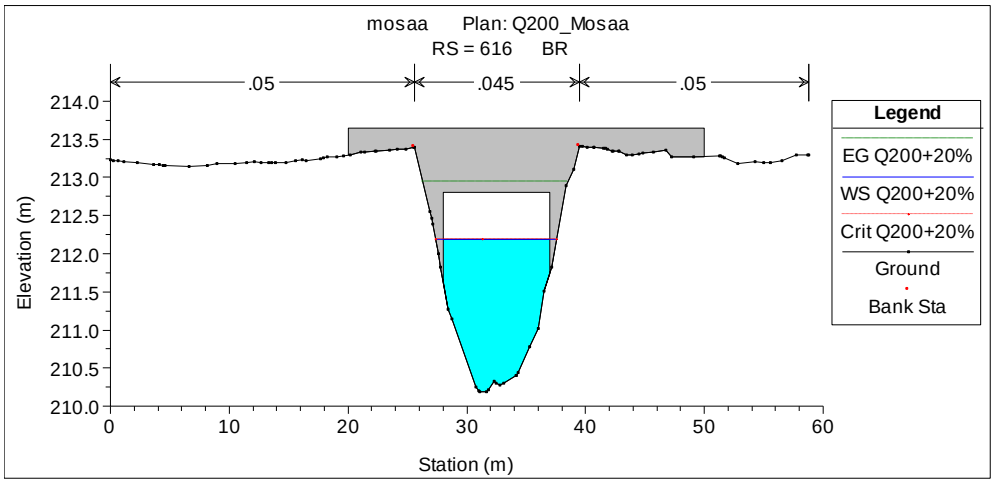

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 752
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
Crit Q200+20%
WS Q200+20%
Ground
Bank Sta

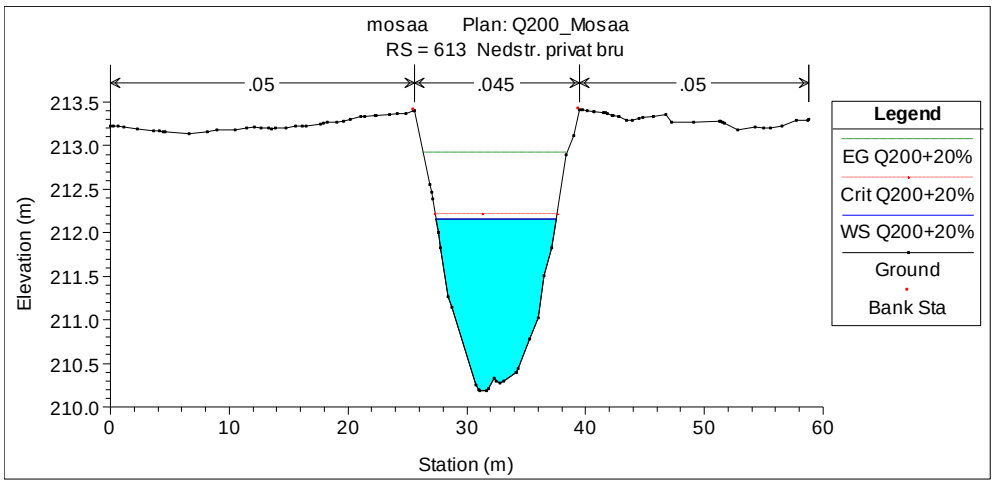

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 690
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
Crit Q200+20%
WS Q200+20%
Ground
Bank Sta

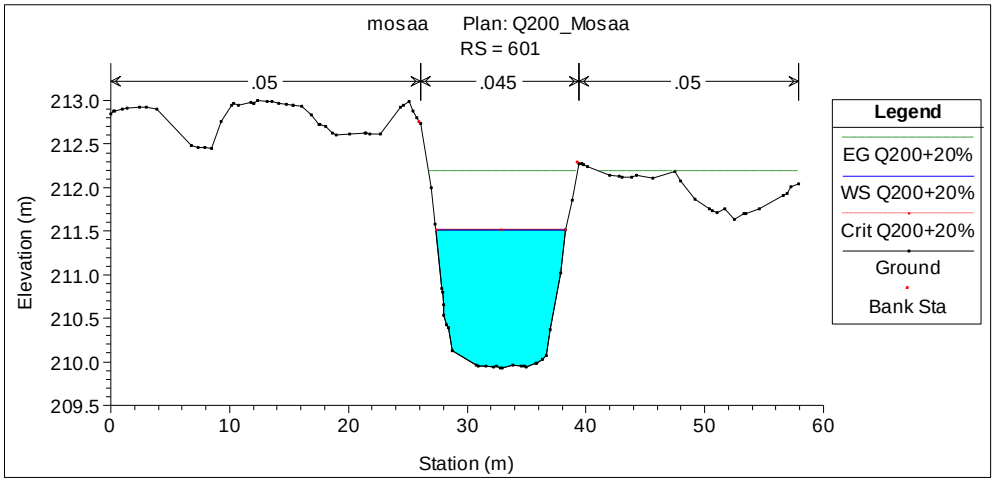

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 631
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
Crit Q200+20%
WS Q200+20%
Ground
Bank Sta

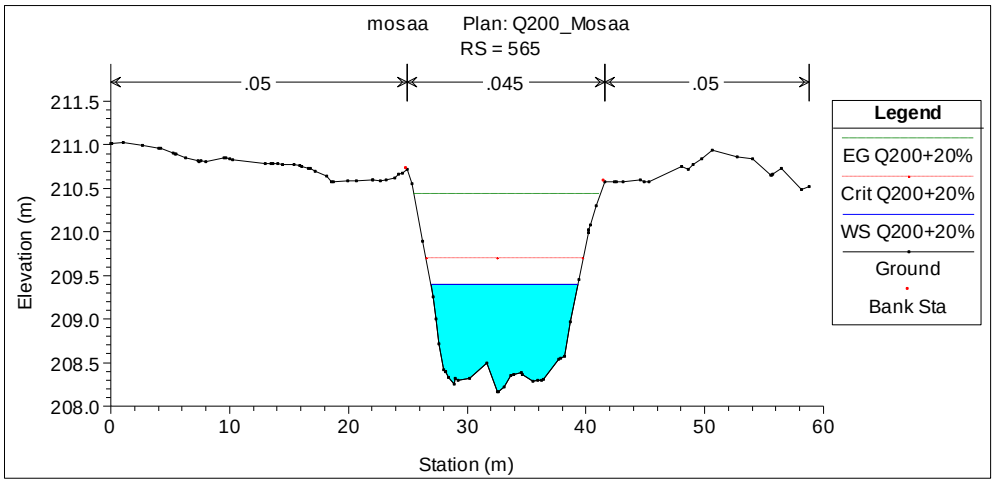

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 619 Oppstr. privat bru
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
WS Q200+20%
Crit Q200+20%
Ground
Bank Sta

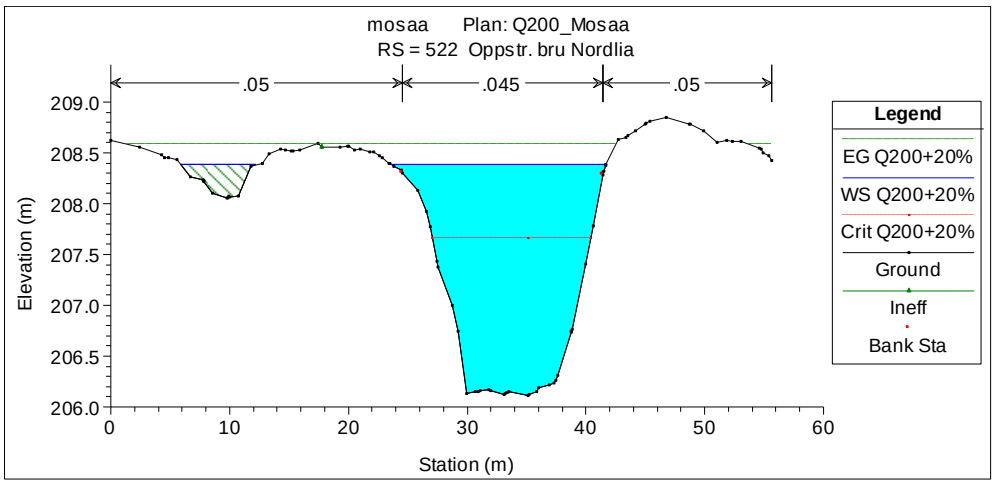

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 616 BR
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
WS Q200+20%
Crit Q200+20%
Ground
Bank Sta

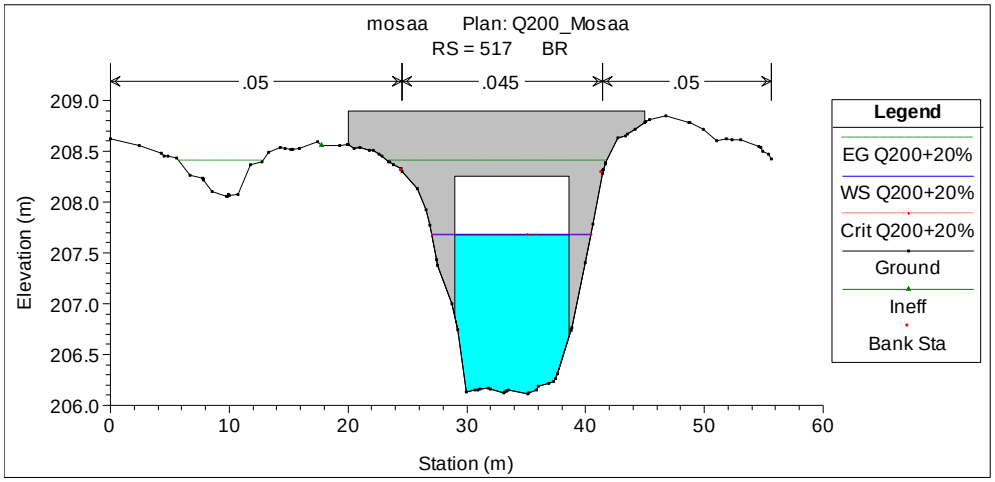

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 616 BR
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
WS Q200+20%
Crit Q200+20%
Ground
Bank Sta

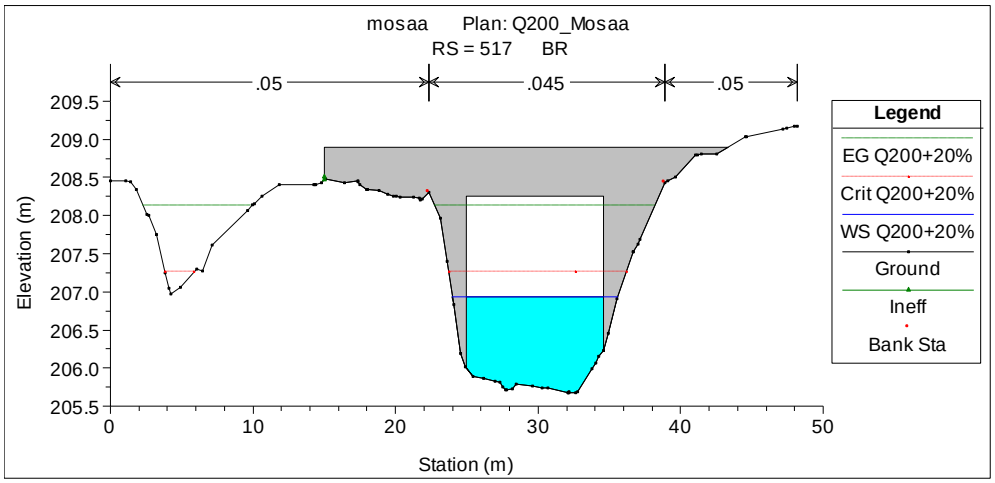

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 613 Nedstr. privat bru
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
Crit Q200+20%
WS Q200+20%
Ground
Bank Sta

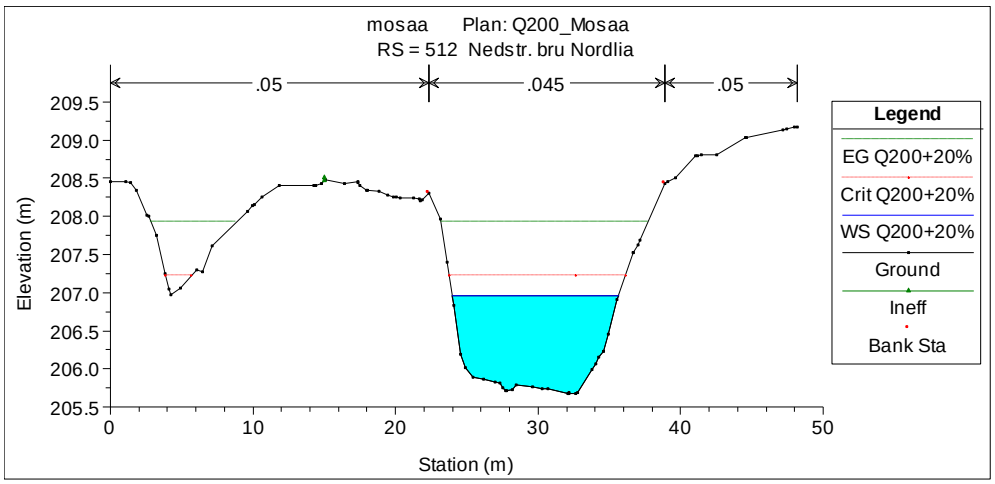

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 601
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
WS Q200+20%
Crit Q200+20%
Ground
Bank Sta

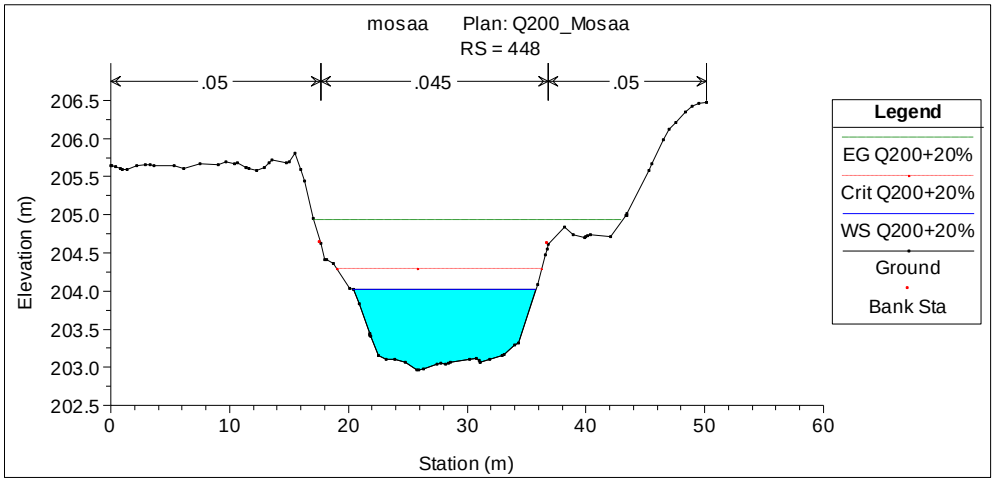

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 565
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
Crit Q200+20%
WS Q200+20%
Ground
Bank Sta

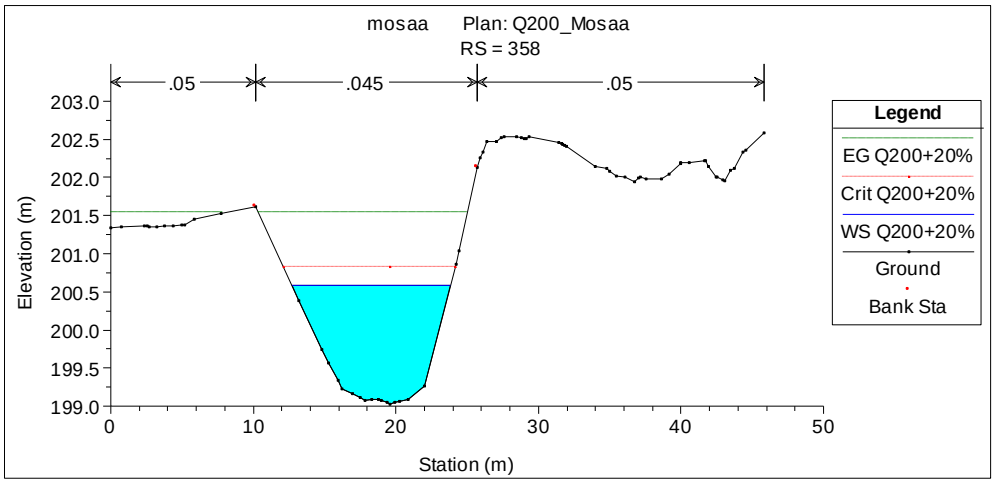

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 522 Oppstr. bru Nordlia
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
WS Q200+20%
Crit Q200+20%
Ground
Ineff
Bank Sta

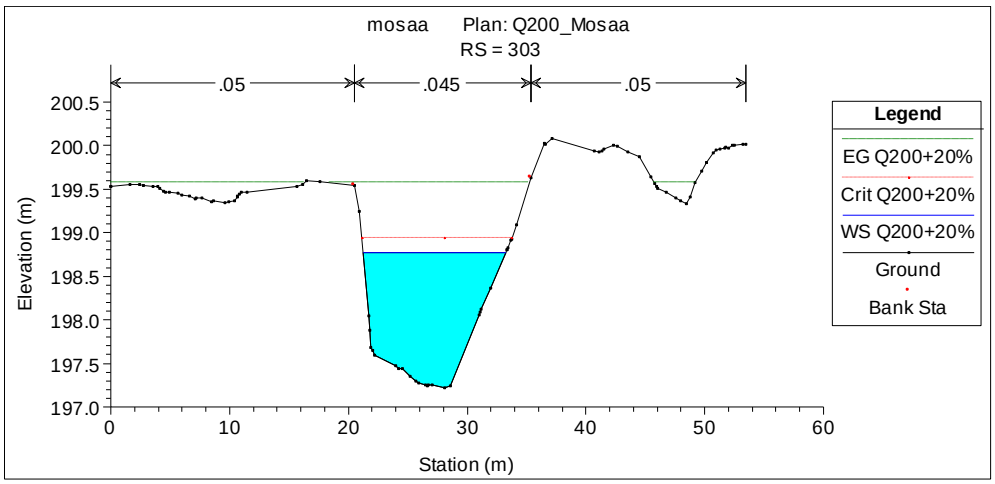

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 517 BR
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
WS Q200+20%
Crit Q200+20%
Ground
Ineff
Bank Sta

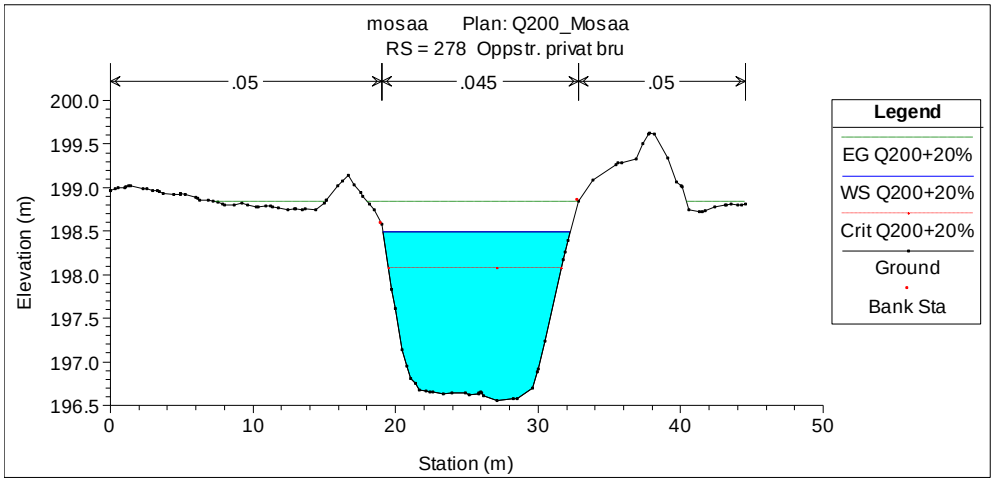

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 517 BR
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
Crit Q200+20%
WS Q200+20%
Ground
Ineff
Bank Sta

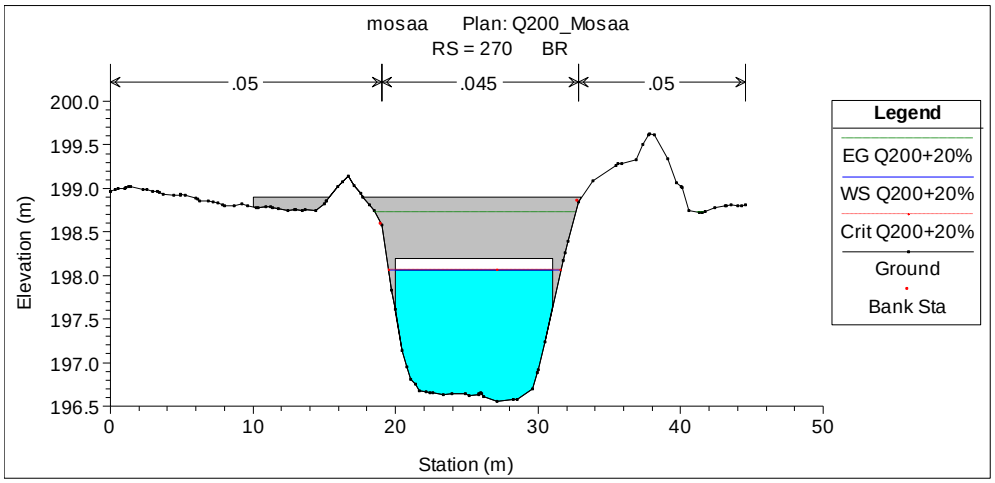

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 512 Nedstr. bru Nordlia
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
Crit Q200+20%
WS Q200+20%
Ground
Ineff
Bank Sta

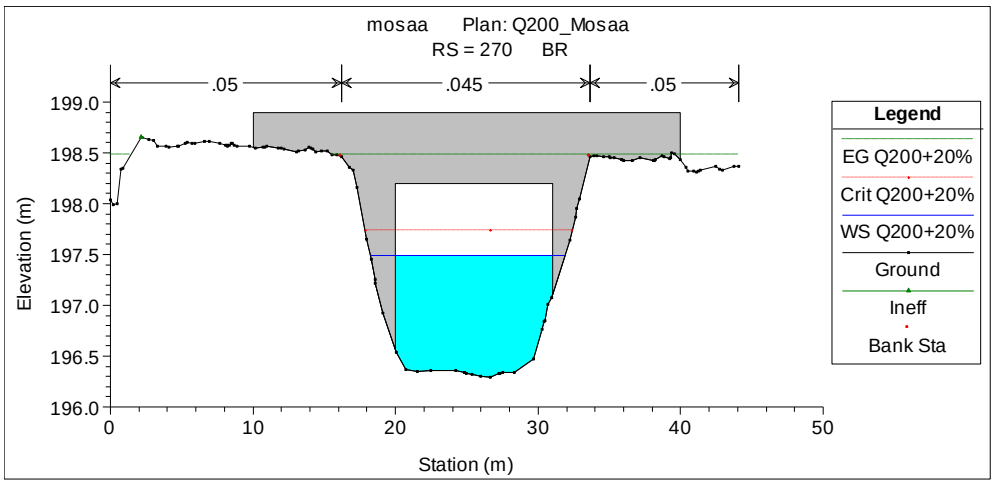

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 448
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
Crit Q200+20%
WS Q200+20%
Ground
Bank Sta

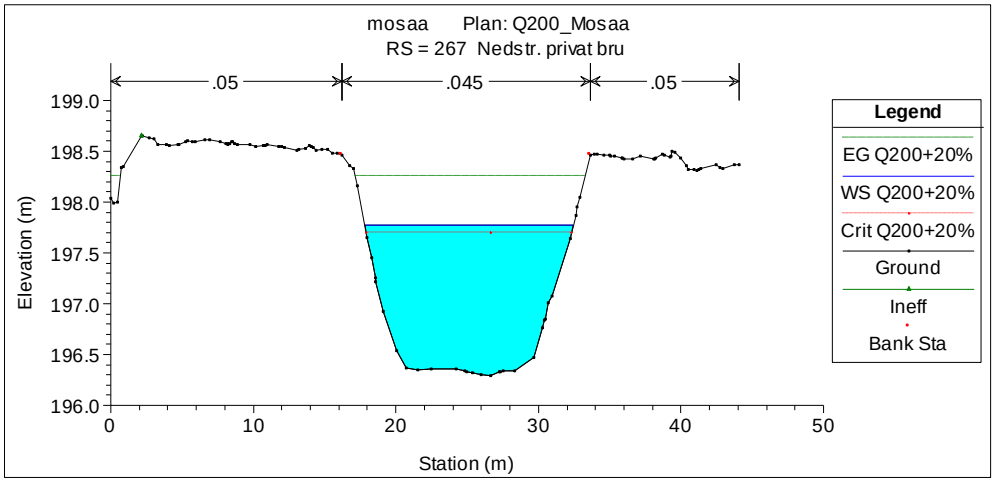

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 358
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
Crit Q200+20%
WS Q200+20%
Ground
Bank Sta

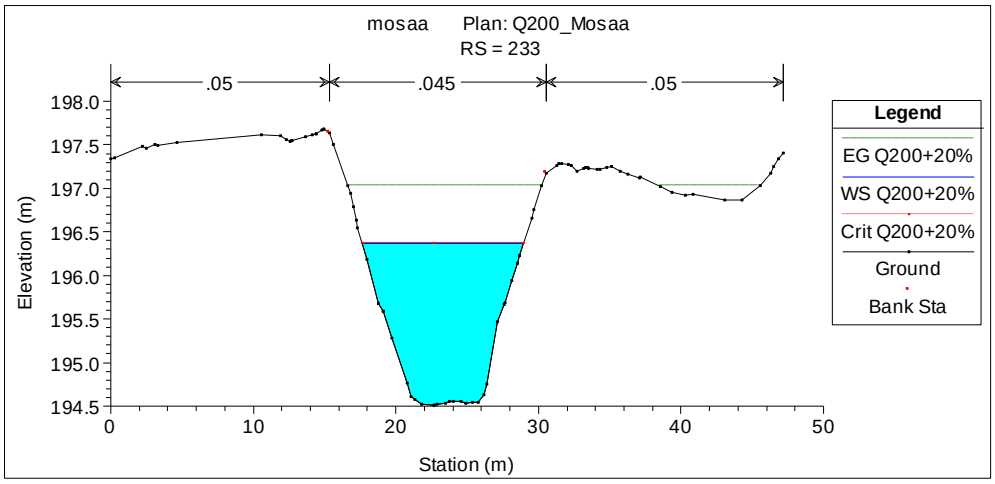

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 303
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
Crit Q200+20%
WS Q200+20%
Ground
Bank Sta

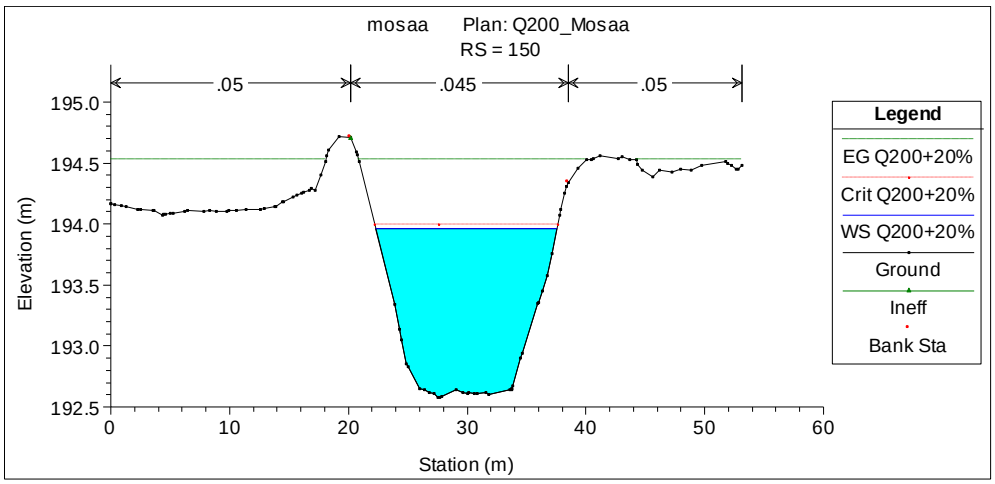

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 278 Oppstr. privat bru
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
WS Q200+20%
Crit Q200+20%
Ground
Bank Sta

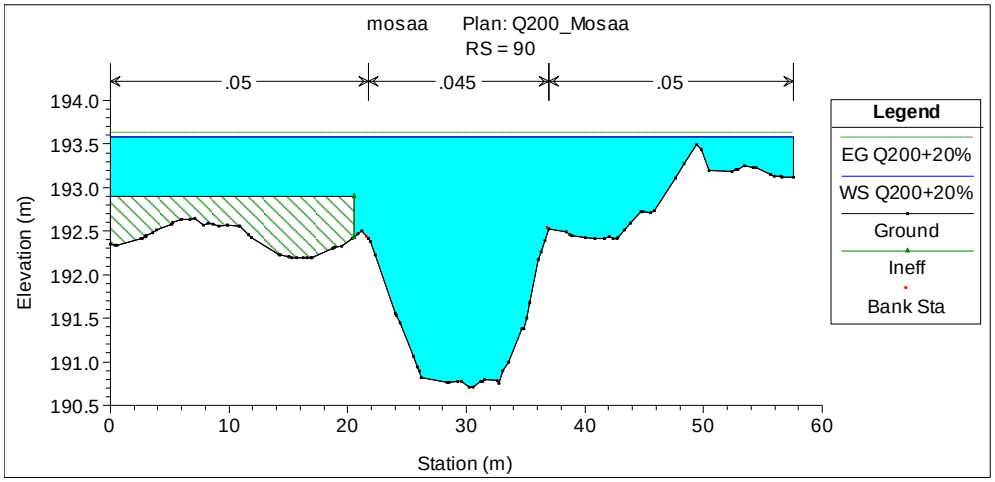

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 270 BR
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
WS Q200+20%
Crit Q200+20%
Ground
Bank Sta

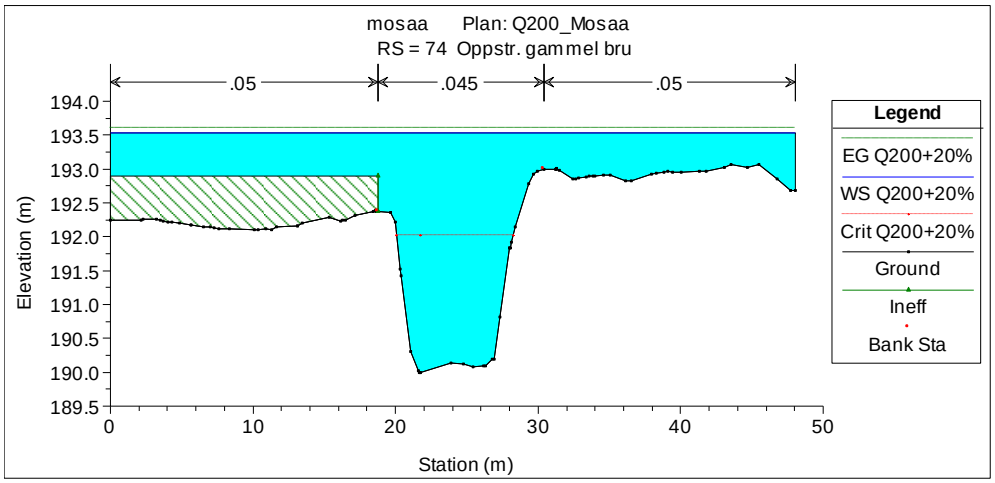

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 270 BR
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
Crit Q200+20%
WS Q200+20%
Ground
Ineff
Bank Sta

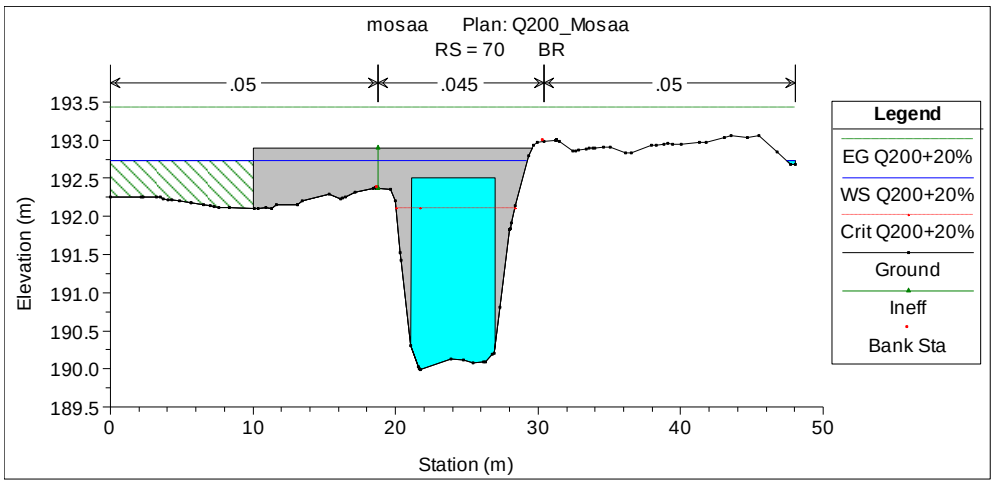

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 267 Nedstr. privat bru
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
WS Q200+20%
Crit Q200+20%
Ground
Ineff
Bank Sta

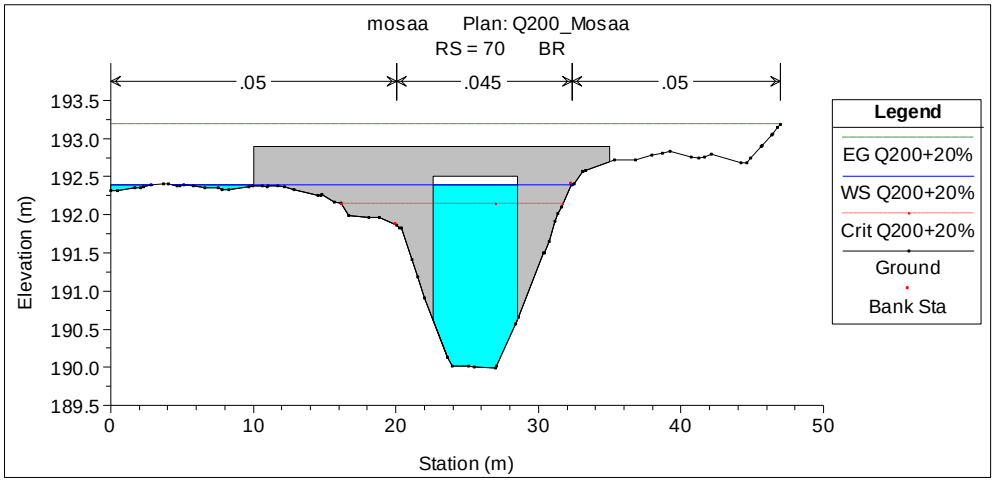

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 233
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
WS Q200+20%
Crit Q200+20%
Ground
Bank Sta

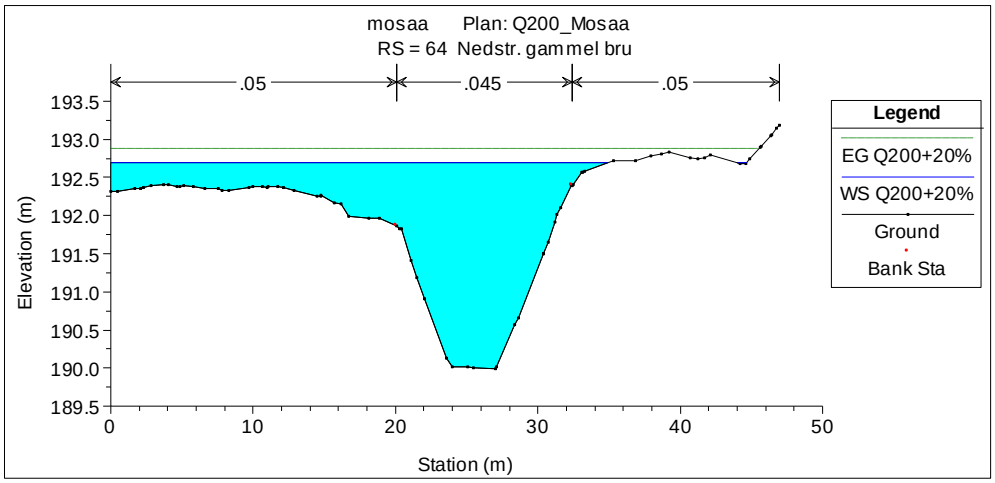

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 150
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
Crit Q200+20%
WS Q200+20%
Ground
Ineff
Bank Sta

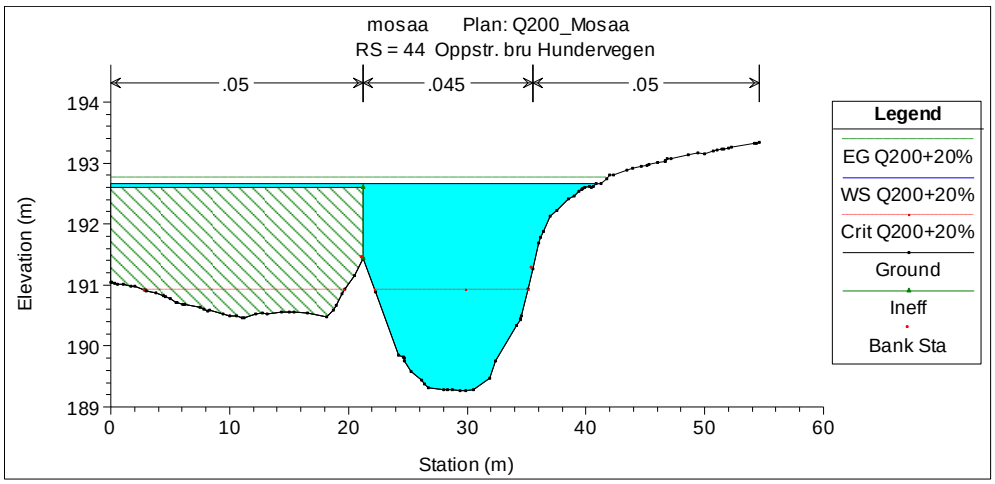

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 90
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
WS Q200+20%
Ground
Ineff
Bank Sta

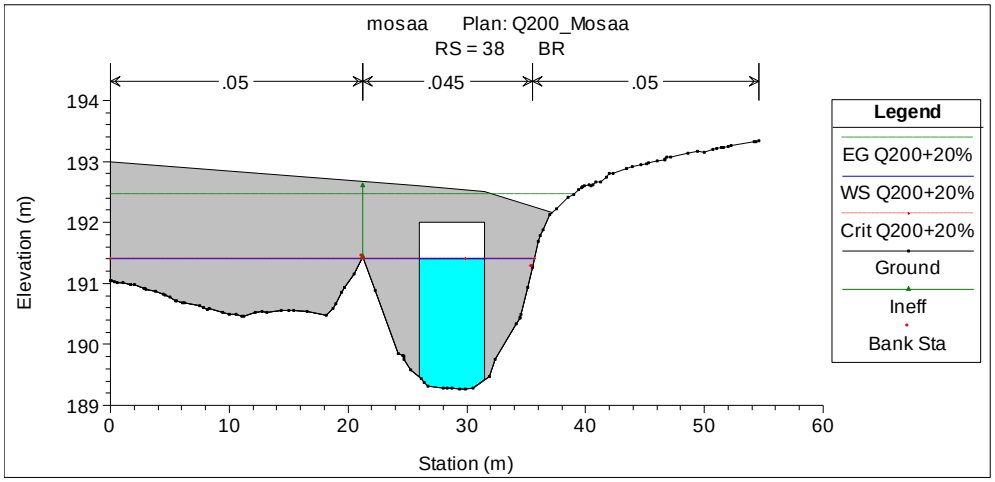

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 74 Oppstr. gammel bru
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
WS Q200+20%
Crit Q200+20%
Ground
Ineff
Bank Sta

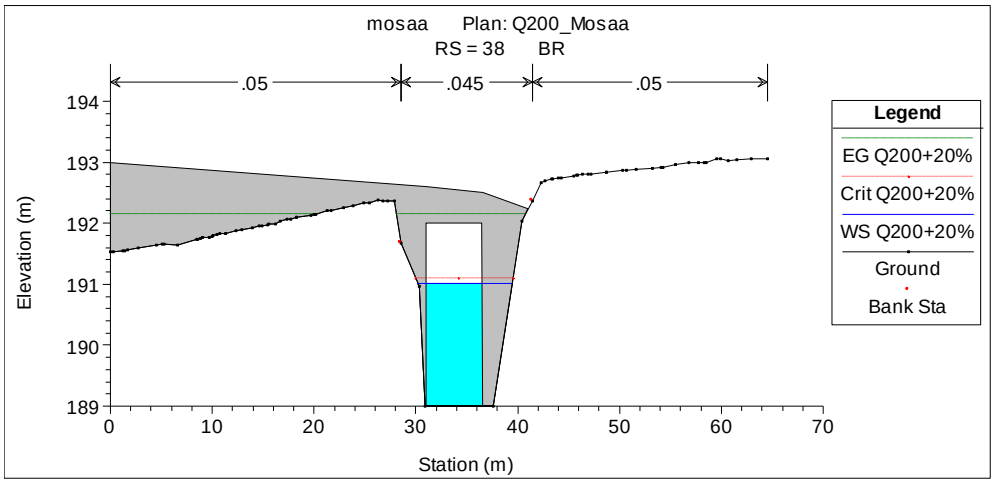

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 70 BR
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
WS Q200+20%
Crit Q200+20%
Ground
Ineff
Bank Sta

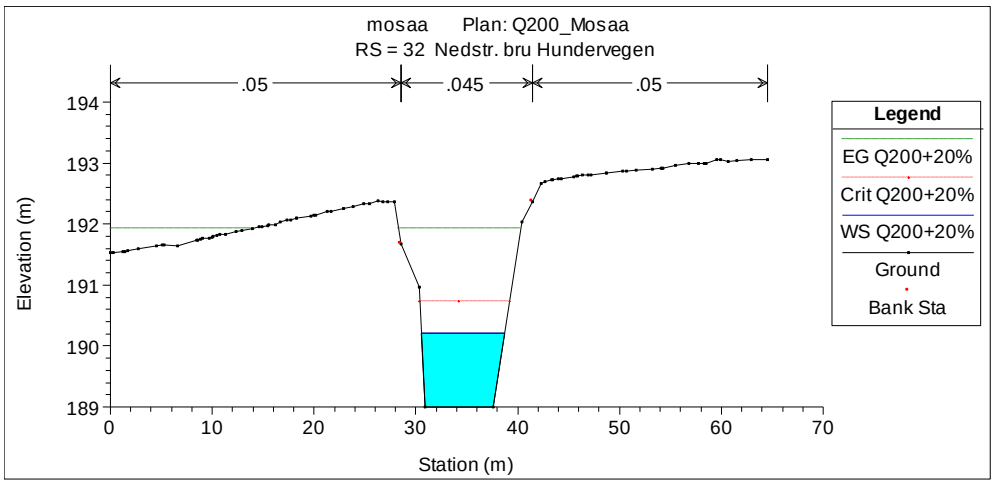

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 70 BR
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
WS Q200+20%
Crit Q200+20%
Ground
Bank Sta

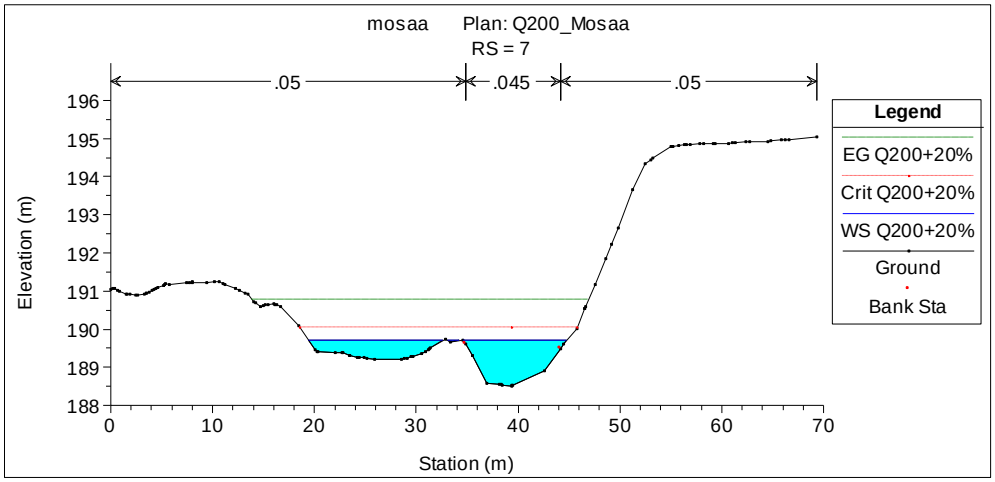

mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 64 Nedstr. gammel bru
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
WS Q200+20%
Ground
Bank Sta


mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 44 Oppstr. bru Hundervegen
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
WS Q200+20%
Crit Q200+20%
Ground
Ineff
Bank Sta


mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 38 BR
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
WS Q200+20%
Crit Q200+20%
Ground
Ineff
Bank Sta


mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 38 BR
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
Crit Q200+20%
WS Q200+20%
Ground
Bank Sta


mosaa Plan: Q200_Mosaa
RS = 32 Nedstr. bru Hundervegen
.05
.045
.05
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q200+20%
Crit Q200+20%
WS Q200+20%
Ground
Bank Sta



Vedlegg 3. Bilder fra befaring

Figur 5: Erosjonsskader østre side oppstrøms øverste bru

Figur 6: Erosjonsskade ved østre brukar øverste bru

Figur 7: Erosjonsskader ved brukar vestre side øverste bru

Figur 8: Erosjonsskader ved brukar nest øverste bru

Figur 9: Erosjonsskader nedstrøms nest øverste bru