

Flomsikring av Frya ved masseuttak

Sammendrag

Det er vurdert om etablering av et fast masseuttaksområde for jevnlig uttak i Frya, kombinert med masseuttak i elvevifta ved behov, har en flomsikringseffekt.

Frya transporterer gjennomsnittlig ca. 9000 m³ sedimenter som avlagres i utløpet til Frya. I år med store flommer er det estimert at transporten av sedimenter er ca. 10-14 ganger transporten i et gjennomsnittlig år.

Det er gjort beregninger med et masseuttaksområde med lengde 265 m, bredde ca. 50 m og dybde 1-2 m sammenlignet med dagens bunnivå. Dette er et uttaksområde som har volum tilstrekkelig til å ta unna mer enn det som kommer av sedimenter i et gjennomsnittlig år, dvs. volum større enn 9000 m³. Bunnivå i Frya er satt på bakgrunn av innmålinger foretatt av NVE i 2004. Det er antatt at bunnivået den gangen var på et normalnivå.

Det er gjort beregninger for to situasjoner; mindre flom med masseavsetning 9000 m³ og stor flom med masseavsetning 100 000 m³. Det er sammenlignet med en normalsituasjon, 0-alternativet, der massene avsettes jevnt i nedre del av Frya. Kriseuttak foretas i dag med ujevne mellomrom ved behov.

Beregningene viser med et så stort masseuttaksområde så vil vannstanden ved en 20-årsflom være ca. 0,2 -1,1 m lavere for hovedalternativet med masseuttaksområde, sammenlignet med 0-alternativet. En 20-årsflom vil imidlertid i dag ikke gi overtopping av flomvollene, såfremt kriseuttak hindrer oppbygning av elvebunnen over tid. Ved en 200-årsflom er vannstanden ca. 0,1-0,3 m lavere for alternativet med masseuttaksområde. Dette er en flom som sannsynligvis stedvis vil gi overtopping av flomvollene. Bru Fryavegen har for liten kapasitet for så store flommer som 200-årsflommen. På grunn av oppstuvningen brua gir vil et masseuttaksområde på nedstrøms side av brua ikke påvirke vannstandene videre oppstrøms i Frya.

Et masseuttaksområde i Fryas nedre del vil gi et bidrag til sikring mot flom sammenlignet med dagens praksis med kriseuttak. Ved de store flommene som gir skade, slik som en 200-årsflom, er imidlertid sannsynligvis massetransporten så stor i Frya at det er urealistisk å fange opp alt i et masseuttaksområde. Effekten av uttaksområdet blir dermed ikke så stor for skadeflommer.

For å hindre oppbygging av elvevifta må det etter etablering av et masseuttaksområde for årlig uttak i tillegg gjøres uttak i elvevifta. Uttakene i elvevifta vil skje med ujevne mellomrom etter behov. Det foreslås at nivået til elvevifta senkes til ca. kote 184. Senkning av elvevifta sørger for at større volum med masser holdes tilbake i elvevifta, i det den bygger seg opp, i stedet for å havne i Lågen. Lågenplanen legger opp til at mest mulig av masser skal holdes tilbake i sideelvene til Lågen.

D02	2018-11-26	For godkjenning hos oppdragsgiver	Henrik Opaker	Carolina Frias Uribe	Ann Ginzkey
B01	2018-05-03	For gjennomgang hos oppdragsgiver	Henrik Opaker	Carolina Frias Uribe	Ann Ginzkey
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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.

1 Bakgrunn

Frya er ei elv som er sedimentførende. Løsmasser eroderes i utsatte skråninger langt oppe i vassdraget, og avsettes i Fryas nedre del hvor hastigheten til vannet avtar. Laget med sedimenter bygger seg opp i utløpet til Frya, og for at vannstandene ikke skal bli for høye har NVE tidligere gitt tillatelse til kriseuttak av stein og grus som har bygd seg opp i utløpsområdet og i Frya nedstrøms Fryavegen. Uttakene har skjedd med ujevne mellomrom, og det er estimert at det er tatt ut ca. 414 300 m³ løsmasser fra Frya i perioden 1971-2016 [1]. Grunneiere NVE har snakket med sier at det i perioden har akkumulert mer grus i de aktuelle områdene hvor uttak har forekommet. Ut fra en antagelse om tetthet på 1,7 tonn/m³ har NVE estimert at mengden bunntransportert materiale årlig har vært omtrentlig 15 000 tonn i perioden 1971-2016 (tilsvarer ca. 9000 m³ masser). I elvene Atna og Foksåi har det vært målt hvor mye sediment elvene transporterer i en lang periode (24-27 år). Måleseriene viser at i årene med stor flom så transporterer elvene 10-14 ganger så mye sedimenter som gjennomsnittlig. For Frya tilsier dette at elva transporterer ca. 150 000-215 000 tonn i år med stor flom, som tilsvarer ca. 90 000-126 000 m³ masser. I tillegg til bunntransportert materiale, som i hovedsak er stein og grus, så transporterer Frya antageligvis en del suspendert materiale. Dette er sannsynligvis hovedsakelig sand og silt. Dette er så fine masser at det vil være vanskelig å holde de tilbake i et masseutaksområde. Til det vil antageligvis vannhastigheten i Frya være for stor i flom.

Grunneiere ved utløpet til Frya ønsker å jevnlig ta ut avsatte sedimenter, som er vurdert til å holde god teknisk kvalitet og slik sett er en ressurs. Med masseuttaket ønsker grunneierne samtidig å sikre landbruks- og næringsareal ved Fryas utløp mot flomskader. Det er gjort en vurdering av om et masseutaksområde for jevnlig uttak av sedimenter, omtalt som hovedalternativet, gir lavere flomvannstander enn dagens situasjon med ujevne kriseuttak, 0-alternativet. Hovedalternativet inkluderer også, om nødvendig, uttak av masser i elvevifta med ujevne mellomrom.

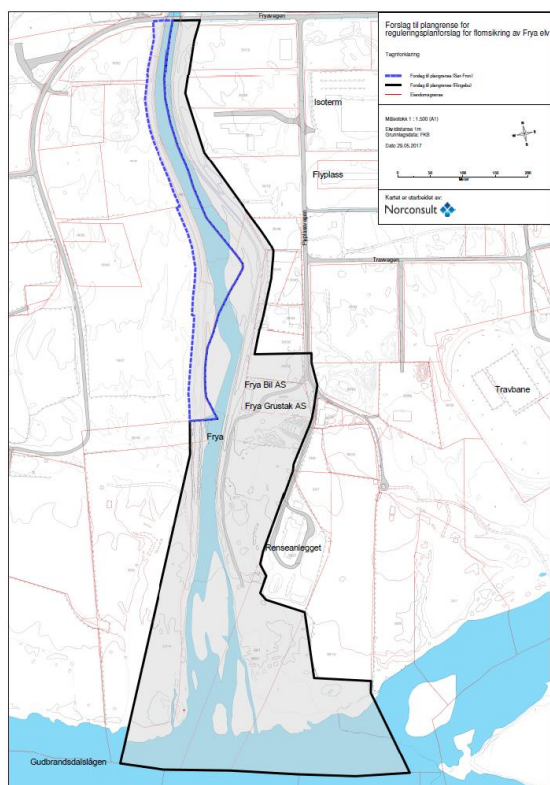
Lågenplanen, som er en regional plan for Gudbrandsdalslågen med sidevassdrag, er laget av Oppland fylkeskommune. Her er en av strategiene for å hindre flomskader i vassdraget, at det legges opp til å ta ut masser fra sidevassdragene, før de kommer ut i Lågen. I følge Lågenplanen er det nå trolig Frya som er den sideelva til Lågen som transporterer mest masser ut i Lågen [2]. Frya er beskrevet som svært masseførende. Det er beskrevet at de groveste massene trolig avlagres på en strekning opptil 1 km sør for utløpet til Frya, mens finere masser som sand føres lengre og trolig avlagres på de flattere områdene i Lågen mellom Ringeby og sørover mot Losna. Masseuttak i Frya vil være i tråd med den regionale planen.

I revidert arealdel av kommuneplanen har det blitt avsatt et nytt næringsområde N1.3 øst for Frya, mens regulering av næring vest for Fryas utløp videreføres. Det er dermed store næringsinteresser for å holde området rundt Fryas utløp flomsikkert. Det er krav i TEK 17 til at bygninger med personopphold ikke skal rammes av flom oftere enn en gang hvert 200. år. Det er også et kommunalt renseanlegg ved Fryas utløp, som bør sikres mot flom.

I dag tas det ut masser fra nedre del av Frya som krisetiltak for at nivået til elvebunnen ikke skal bli for høyt. Dette gjøres for at områdene rundt Fryas utløp ikke skal utsettes for flomskader.

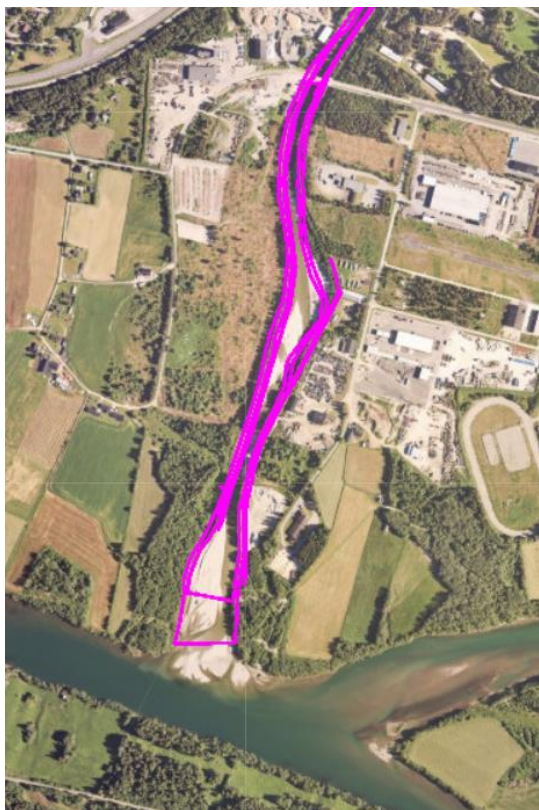
2 Forutsetninger for masseuttak

Området som vurderes regulert for kombinert masseuttak er fra nedstrøms side av bru Fryavegen og til utløpet i Lågen (Figur 2-1). Masseuttak i Frya vurderes som et mulig tiltak for flomsikring, da det er en utfordring at Frya bygger opp mye løsmasser i utløpsområdet. Området som er foreslått regulert til kombinert masseuttak ligger innenfor kommunene Sør-Fron og Ringeby.



Figur 2-1: Foreslått plangrense for areal til kombinert masseuttak

På hele det aktuelle området har Frya gamle forbygninger som skal hindre erosjon og at vann renner ut av elveleiet (se Figur 2-2). Det er usikkert hvordan forbygningen er utført, da man ikke har tegninger av vollene. Det betyr blant annet at man ikke kjenner hvor langt ned i bunnen foten til forbygningen ligger. Når man eventuelt tar ut masser fra Frya må man unngå at man undergraver foten til forbygningen. På grunn av at man ikke kjenner nivået til foten til forbygningen, bør man ha en sikkerhetsavstand til forbygningen. I vår beregning har vi foreløpig satt denne avstanden lik 5 m. For at graveskråningen skal være stabil har vi antatt en helning på 1:2 i elvebunnen.



Figur 2-2: Forbygning langs Frya

For etablering av et fast masseuttak er det vurdert at et område oppstrøms selve elvevifta er best egnet. Med tanke på de store massene som transporteres i større flommer i Frya, virker det sannsynlig at det er et behov for uregelmessige masseuttak også i elvevifta.

Det er antatt at området som skal fungere som uttaksområde vil avsluttes nedstrøms i en terskel. En terskel vil være med på å sikre at det er et basseng oppstrøms, og vil redusere hastigheten til vannet oppstrøms. Redusert hastighet oppstrøms terskelen vil føre til at mer av sedimentene vil avsettes på oppstrøms side enn det som er tilfelle i dag. Terskelen må utformes med et nedsenket parti, som vil fungere som en djupål, og sikre enkel oppvandring for fisk fra Lågen. Topp terskel bør ikke ligge høyere enn bunnen gjør i en normalsituasjon. Dette for at terskelen ikke skal gi økning i flomvannstander oppstrøms. Terskelen bør etableres av stor, stabil stein. Betongterskel anbefales ikke, på grunn av at det ikke vil være mulig å fundamentere terskelen på fjell. Detaljering av terskel kan gjennomføres på et senere stadium, dersom hovedalternativet gjennomføres.

For beregning av hovedalternativet, er det vurdert at den mest aktuelle strekningen for masseuttak er på ca. 270 m. Det aktuelle området ligger mellom tverrsnitt 4.2 og 3.2 i Figur 2-3 (markert med rødt). Det kan vurderes om terskelen som avslutter masseuttaksområdet etableres noe nedstrøms tverrsnitt 3.2. Frya snevrer seg inn nedstrøms tverrsnitt 3.2, og ved tverrsnitt 3.1 er Frya såpass smal at det nok er vanskelig å foreta vesentlige masseuttak på effektiv måte. Oppstrøms tverrsnitt 4.2 er også elva noe smalere enn mellom tverrsnitt 4.2-3.2. Det er også i området mellom tverrsnitt 4.2-3.2 at det i dag avsettes mest løsmasser, i tillegg til i elvevifta.



Figur 2-3: Vurdert masseuttaksområde mellom tverrsnitt 4.2-3.2

Beregningene for fast masseuttaksområde kan vise at det fortsatt vil være et behov for masseuttak i elvevifta med ujevne mellomrom, slik som det gjøres i dag. Området i elvevifta som eventuelt er aktuelt for masseuttak er markert med rødt i Figur 2-4.



Figur 2-4: Elvevifta hvor masseuttak med ujevne mellomrom kan være aktuelt

3 Beregninger

3.1 Hydrologi

NVE utførte i 2015 en flomberegning for Gudbrandsdalslågen og de viktigste sidevassdragene, inklusive Frya. Aktuelle beregnede flomverdier er vist under i Tabell 3-1 [3].

Tabell 3-1 Flomverdier, kulminasjon (m^3/s)

Punkt	QM	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500	Q1000
Frya ved utløp	95	123	142	171	199	218	247	275	294
Lågen nedstr. Fryas utløp	1296	1538	1746	1951	2221	2404	2642	2963	3210

I prosjektet ny E6 Elstad-Frya i Gudbrandsdalen utarbeidet Norconsult en vannlinjeberegning for å undersøke flomvannstander, og hvordan ulike utbyggingsalternativer påvirket flomvannstandene. Verdiene i vannlinjeberegningen avvek noe fra resultatet fra NVEs flomsonekartlegging utført i 2004. Hovedårsakene til dette var nye flomverdier [3], samt bedre grunnlag for kalibrering av modellen etter flommen i Gudbrandsdalslågen i 2013. Beregnede flomvannstander i Gudbrandsdalslågen ved Fryas utløp er vist i Tabell 3-2 [4]. Høydene er oppgitt i høydegrunnlag NN2000.

Tabell 3-2 Flomvannstander, kulminasjon (moh.)

Punkt	QM	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500	Q1000
Lågen ved Fryas utløp	187,17	187,58	187,79	187,98	188,25	188,42	188,67	189,01	189,74

I og med at det er så stor forskjell i feltareal mellom Frya (feltareal ca. 372 km²) og Lågen (feltareal ca. 10239 km² ved Fryas utløp), er det lite sannsynlig at det er flom med likt gjentakintervall i de to vassdragene samtidig, og også at flommene kulminerer samtidig i de to vassdragene. Lågen har som regel to flomtopper i løpet av våren og sommeren. Begge flommene skyldes i hovedsak snøsmelting. Først kommer en flom fra de østlige og nordlige delene av vassdraget. Den kommer vanligvis den første uken i juni. Ved St. Hans kommer en ny flom fra de vestlige delene av vassdraget gjennom blant annet Otta, Vinstra og Sjøa, som ofte blir kalt Ottaflommen [2]. I Frya kan vårflommen være stor, men også høstflommer grunnet nedbør kan være store.

I Lågen har det de siste årene vært flere store flommer. Flommene i 2011 og 2013 skapte større skader langs vassdraget, og spesielt i Kvam. I tillegg var det en forholdsvis stor flom i 2014. Ved målestasjonen 2.145 Losna er det målt vannføring i Lågen siden 1896, og det er dermed et meget godt statistisk grunnlag for å estimere gjentakintervallene til flommene i Lågen. Flommene i 2011, 2013 og 2014 hadde gjentakintervaller på hhv. noe over 30 år, ca. 25 år og ca. 15 år. Det kan oppleves som at større flommer kommer oftere, i og med at det har vært flere store flommer på et par år. Dersom man ser på måleserien 2.145 Losna kan man imidlertid se at dette har forekommet tidligere. På 1930-tallet var det tre store flommer i Lågen i 1934, 1938 og 1939. Disse tre flommene har et estimert gjentakintervall på hhv. ca. 20 år, ca. 200 år og ca. 80 år. Det er dermed foreløpig ingen indikasjon på at hyppigheten til store flommer i Lågen har endret seg vesentlig. For Frya er det vanskeligere å si noe om gjentakintervall på flomhendelser de siste par årene. Her er det ingen målestasjon, og det er det heller ikke i andre sammenlignbare sideelver til Lågen.

I fremtiden er det ventet at klimaendringene vil påvirke Lågen og Frya ulikt [5]. I Lågen er de aller største flommene vårflommer som kommer grunnet snøsmelting i fjellet. I fremtiden er det ventet at vårflommene kommer tidligere, og at det vil være mindre snø i fjellet. Det er dermed ikke ventet noen økning i flomstørrelsen for Lågen. I Frya, som har et vesentlig mindre feltareal enn Lågen, kan de største flommene skyldes intensiv nedbør. For vassdrag som Frya er det ventet en økning i flomstørrelsen på minst 20 % frem mot år 2100. Det vil medføre at man oftere vil få flommer med stor massetransport i Frya i fremtiden sammenlignet med dagens situasjon.

3.2 Beregningsmodell

For beregning av vannstand i Frya er det benyttet en hydraulisk modell som er utarbeidet i programmet Hec-Ras. Det er gjort en 1-dimensjonal stasjonær beregning. At beregningen er 1-dimensjonal betyr at det for hvert enkelt tverrsnitt beregnes en vannstand og en vannhastighet. For definerte elveløp og kanaler hvor vannføringen ikke strømmes ut på flate områder, vil en 1-dimensjonal beregning gi et godt resultat. Tverrsnitt i modellen er plassert der hvor NVE la sine tverrsnitt ved flomsonekartleggingen i Frya. Tverrsnittene er gitt samme nummer som i NVEs flomsonekartlegging. Det er i tillegg supplert med flere tverrsnitt i det området hvor det er mest aktuelt med masseuttak. Modellen vi har benyttet har ikke innlagt bruer. Resultatet er dermed egentlig kun gyldig for strekningen nedstrøms bru Fryavegen (tverrsnitt 6) og til utløpet i Lågen, som er det samme området som vurderes for masseuttak.

Det er benyttet laserdata fra scanning utført 25. mai 2012 som grunnlag for terrengmodell. Tettheten for laserdataene er oppgitt til å være gjennomsnittlig 5 punkt pr. m². Terrengmodellen er laget etter å ha filtrert ut punkter som er klassifisert som annet enn terreng. Datoen for scanningen samsvarer mer eller mindre med flomtoppen for vårflommen i Lågen i 2012, og det var sannsynligvis mye vann også i Frya. Tverrprofiler fra NVEs flomsonekartlegging oppmålt i 2004 viste vesentlig lavere bunnivå (ca. 1,5-2,5 m) enn laserdataene i elva. Et vesentlig avvik fra innmålingene i 2004 er ikke uventet, i og med at laseren ikke kan måle bunnen under vannflata. Bunnen har antageligvis endret seg noe siden 2004, men av mangel på bedre data for bunnen har vi antatt at det innmålte bunnivået i 2004 er omtrentlig det bunnivået man har i dag.

For flomverkene langs Frya har vi fått innmålinger av toppen av vollen på begge sider av Frya. Sammenligning av innmålingene med laserdata viser godt samsvar (som regel et par cm avvik), noe som bekrefter at laserdataene er av god kvalitet utenfor selve elveløpet.

3.3 Beregninger for dagens situasjon, 0-alternativet

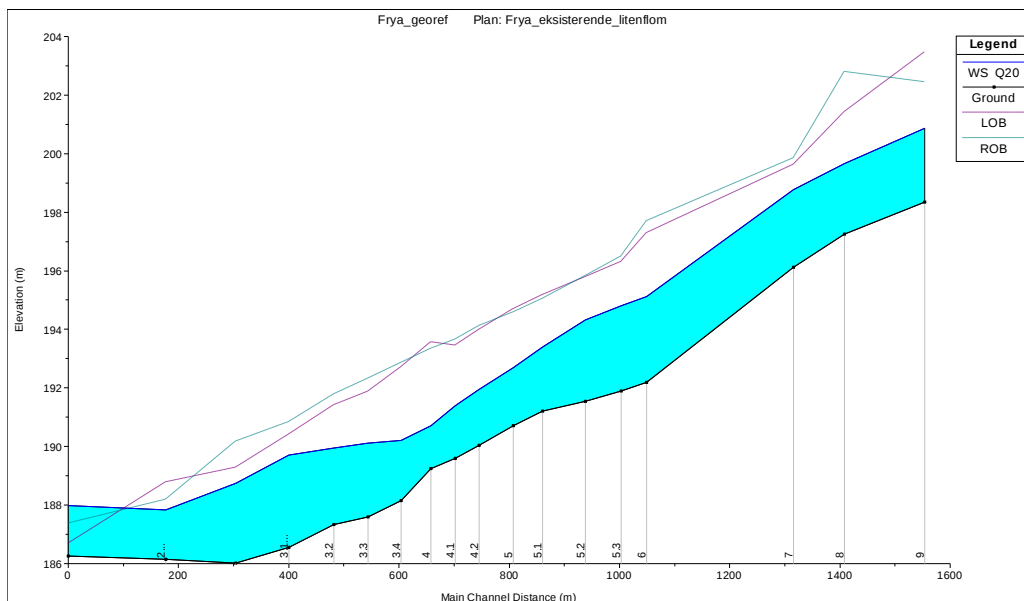
Det er gjort to beregninger for dagens situasjon, en med et tillegg av løsmasser på omtrentlig 9000 m³ og en med et tillegg av løsmasser på omtrentlig 100 000 m³. For enkelhets skyld er det antatt at løsmassene fordeler seg omtrentlig jevnt utover området hvor det fra flyfoto virker som at det avsettes sedimenter. Dette området har et areal på noe under 60 000 m² (Figur 3-1). Det er antatt at i flommer med gjentakintervall inntil 20 år, så er det 9000 m³ med masse som avsettes i Fryas nedre del, mens ved 50-årsflom eller større så er det 100 000 m³ med masse som avsettes. Antagelse om jevn fordeling av sedimenter i elveløpet gir en oppbygning av bunn med hhv. ca. 0,15 m og 1,7 m ved liten og stor massetransport.

Selv om det i dag foretas kriseuttak av masse i nedre del av Frya, så foregår det først etter at løsmassene har bygd opp et høyere nivå enn normalt. Det aller meste av sedimenter som avsettes i Frya kommer under flom, og under flom er det derfor slik at bunnivået er hevet sammenlignet med normalen.



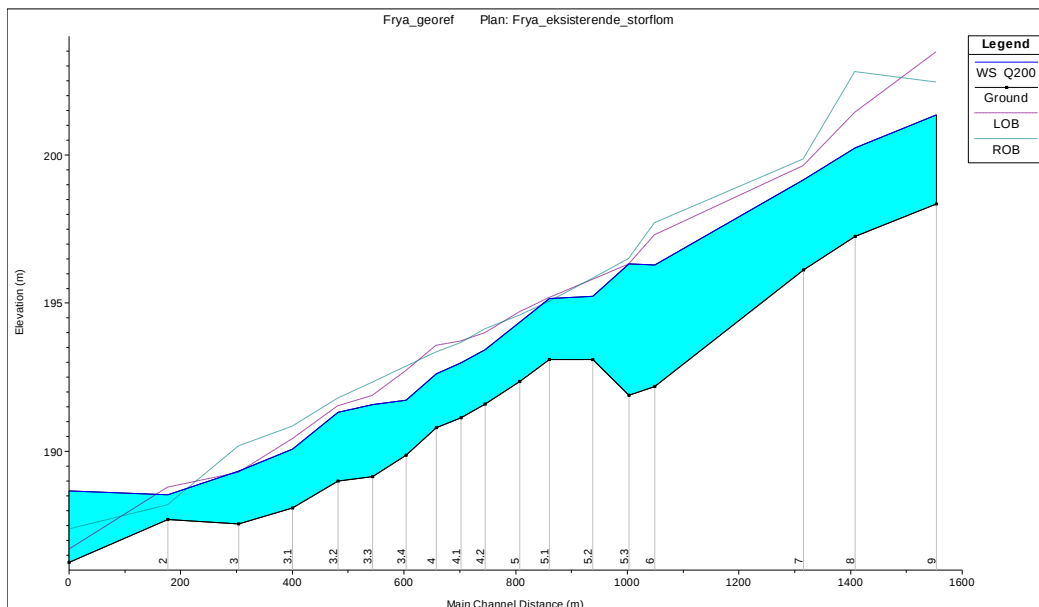
Figur 3-1: Området hvor sedimenter avsettes i Frya

Resultatet fra beregningen viser at ved en mindre flom er det ikke fare for overtopping av flomverkene. Figur 3-2 viser beregnet vannlinje ved 20-årsflom i Frya kombinert med avsetning av 9000 m³ sedimenter. I figuren er topp flomvoll markert (LOB=Left OverBank, ROB= Right OverBank).



Figur 3-2: Beregnet vannlinje ved 20-årsflom og avsetning av 9000 m³ sedimenter

Figur 3-3 viser beregnet vannlinje ved 200-årsflom i Frya kombinert med avsetning av 100 000 m³ sedimenter. Vannlinjen ligger her helt opp til toppen av flomvollen flere steder. Vi har antatt helt jevn fordeling av sedimenter i elva. Med mer uheldig fordeling av sedimentene vil flomvollen overtoppes. Beregningen viser ingen oppstuvning fra bruer, i og med at brukonstruksjonene ikke er lagt inn i modellen. Beregnet vannstand ved bru Fryavegen (tverrsnitt 6) er imidlertid høyere enn underkant brudekke, slik at beregningen tilsier at vegen overtoppes og vann renner ut av elveløpet her. Grunnen til at vannstanden er beregnet så høy ved brua skyldes masseavsetning på nedstrøms side.



Figur 3-3: Beregnet vannlinje ved 200-årsflom og avsetning av 100 000 m³ sedimenter

3.4 Beregning for situasjon ved jevnlig masseuttak, hovedalternativet

3.4.1 Masseuttaksområde for jevnlig uttak

Det er for hovedalternativet antatt at det etableres en terskel i området ved tverrsnitt 3.2 (se Figur 2-3 for beliggenhet tverrsnitt), og at bunnen senkes med ca. 1-2,5 m (størst senkning med inntil ca. 2,5 m der det i dag ligger løsmasser på østsiden av elva) opp til tverrsnitt 4.2. Tabell 3-3 viser minimumsnivået som er benyttet for hvert enkelt tverrsnitt ved både 0-alternativet og hovedalternativet. I vedlegget vises plott av hvert enkelt tverrsnitt som er benyttet, med markering for endring av bunnivå for masseuttaksområdet. Gjennomsnittlig bunnbredde på strekningen mellom tverrsnitt 4.2 og 3.2 er omtrentlig 60 m. Med 5 m sikkerhetsavstand til fot flomverk er det dermed 50 m som kan benyttes for uttak av løsmasser. Med en avstand mellom tverrsnitt 4.2 og 3.2 på ca. 265 m gir det et areal for uttak på ca. 13 250 m².

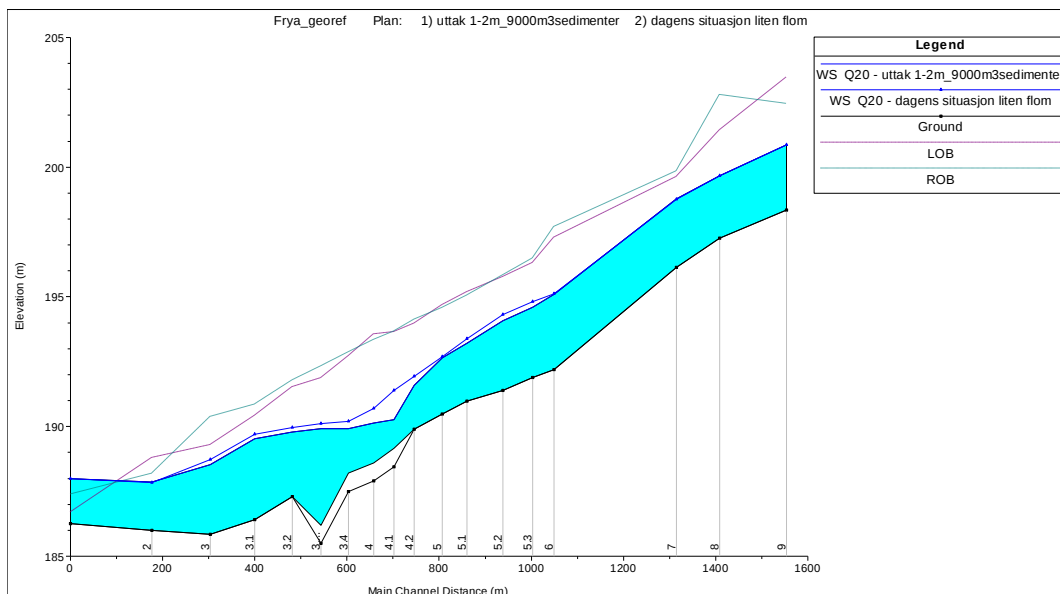
Tabell 3-3: Bunnivå for 0-alternativet og hovedalternativet

Tverrsnitt	Antatt bunnivå, dagens situasjon (moh.)	Bunnivå, med uttaksområde (moh.)	Differanse (m)
5.3	191.9	191.9	0.0
5.2	191.4	191.4	0.0
5.1	191.0	191.0	0.0
5	190.5	190.5	0.0
4.2	189.9	189.9	0.0
4.1	189.5	187.8	-1.7
4	189.1	187.2	-1.9
3.4	188.0	186.8	-1.2
3.3	187.4	184.8	-2.6
3.2	187.2	187.3	0.1
3.1	186.4	186.4	0.0
3	185.9	185.9	0.0
2	186.0	186.0	0.0
1	186.0	186.0	0.0

Ved en mindre flom hvor vi har antatt at det avsettes ca. 9000 m³ masse (dvs. en flom mindre enn 50-årsflom), vil antageligvis det aller meste av sedimentene avsettes i bassenget oppstrøms terskelen. Med jevn fordeling av massene vil dette gi en økning i bunnivå på omtrentlig 0,7 m på uttaksområdet.

Ved en stor flom vil løsmassene som avsettes overstige tilgjengelig volum i uttaksområdet oppstrøms terskel. Uttaksområdet vil først fylles opp, og deretter vil det også bygge seg opp masser i elvevifta nedstrøms terskelen. Det vil gi et bunnivå som ligger omtrentlig 1,4 m over dagens bunnivå (før etablering av masseuttaksområdet). Det er dermed klart at jevnlig uttak i masseuttaksområdet må suppleres med uttak av masser i elvevifta etter behov. Dette for å hindre oppbygging av elvevifta og for å forebygge massetransport ut i Lågen.

Figur 3-4 viser vannlinje for 20-årsflom med 9000 m³ avsatte sedimenter i masseuttaksområdet. I samme figur er også vannlinjen for 20-årsflom for eksisterende situasjon, uten masseuttaksområde, vist. Figuren viser at regelmessig uttak av sedimenter vil føre til en lavere flomvannstand ved 20-årsflom i Frya. På strekningen mellom tverrsnitt 3.2-4.2, hvor masseuttaksområdet er plassert i beregningen, er vannstanden ca. 0,2 -1,1 m lavere for alternativet med masseuttaksområde. Forskjellen i vannstand for de to tilfellene er vist i Tabell 3-4.

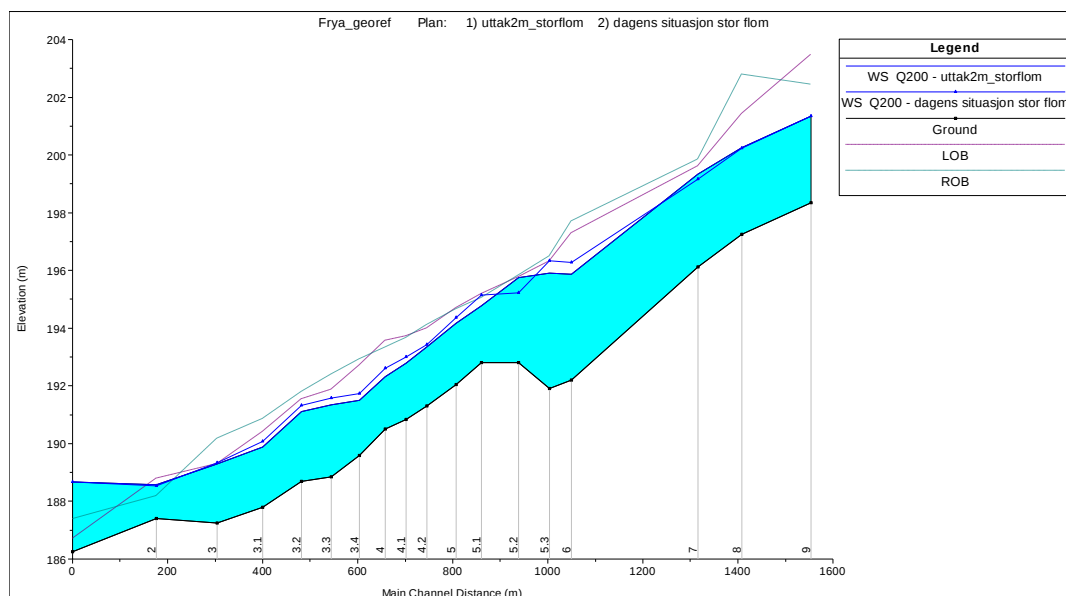


Figur 3-4: Beregnet vannlinje ved 20-årsflom og avsetning av 9000 m³ sedimenter, med og uten masseuttaksområde

Tabell 3-4: Beregningsresultater for 20-årsflom med masseavsetning på 9000 m³

Tverrsnitt	20-årsflom, dagens situasjon (moh.)	20-årsflom, med uttaksområde (moh.)	Differanse (m)
5.3	194.81	194.60	0.21
5.2	194.33	194.08	0.25
5.1	193.39	193.22	0.17
5	192.69	192.65	0.04
4.2	191.94	191.59	0.35
4.1	191.39	190.26	1.13
4	190.71	190.13	0.58
3.4	190.20	189.91	0.29
3.3	190.11	189.92	0.19
3.2	189.96	189.79	0.17
3.1	189.70	189.53	0.17
3	188.74	188.53	0.21
2	187.83	187.86	-0.03
1	187.98	187.98	0.00

Figur 3-5 viser vannlinje for 200-årsflom med 100 000 m³ avsatte sedimenter i masseuttaksområdet. I samme figur er også vannlinjen for 200-årsflom for eksisterende situasjon vist. Figuren viser at regelmessig uttak av sedimenter vil føre til en lavere flomvannstand ved 200-årsflom i Frya. På strekningen mellom tverrsnitt 3.2-4.2, hvor masseuttaksområdet er plassert i beregningen, er vannstanden ca. 0,1-0,3 m lavere for alternativet med masseuttaksområde. Forskjellen i vannstand for de to tilfellene er vist i Tabell 3-5.



Figur 3-5: Beregnet vannlinje ved 200-årsflom og avsetning av 100 000 m³ sedimenter, med og uten masseuttaksområde

Tabell 3-5: Beregnet vannstand for 200-årsflom med masseavsetning på 100 000 m³

Tverrsnitt	200-årsflom, dagens situasjon (moh.)	200-årsflom, med uttaksområde (moh.)	Differanse (m)
5.3	196.33	195.90	0.43
5.2	195.23	195.76	-0.53
5.1	195.15	194.78	0.37
5	194.37	194.16	0.21
4.2	193.43	193.34	0.09
4.1	193.00	192.78	0.22
4	192.61	192.32	0.29
3.4	191.74	191.50	0.24
3.3	191.58	191.35	0.23
3.2	191.32	191.10	0.22
3.1	190.08	189.88	0.20
3	189.33	189.30	0.03
2	188.54	188.57	-0.03
1	188.67	188.67	0.00

For at masseuttaksområdet, antatt lokalisert mellom tverrsnitt 4.2-3.2, skal ha nok volum til å ta opp alt av masser i en stor flom, må det ha en gjennomsnittlig dybde på ca. 7,5 m under dagens bunnivå. Hvis man skal ha så store dybder vil det sannsynligvis oppstå tekniske utfordringer (stabilitet, grunnvannstrømninger osv.) som vil gjøre det dyrt å etablere et slikt uttaksområde. Det vil sannsynligvis være komplisert og dyrt å hente ut masser fra et såpass dypt masseuttaksområde. Det er dermed usannsynlig at man vil etablere et masseuttaksområde som har tilstrekkelig kapasitet til å ta imot alt av sedimenter fra en stor flom. Med tanke på flomsikring er det en fordel om masseuttaksområdet er så stort som mulig. Det vil imidlertid være, avhengig av hva slags maskiner man har tilgjengelig, en grense for hvor stort uttaksområdet kan være mens driften fortsatt er økonomisk.

3.4.2 Uttak i elvevifta

I og med at uttaksområdet mellom profil 3.2-4.2 ikke vil ha tilstrekkelig volum til å ta imot alt av masser som transporteres av Frya i en stor flom, så må det gjøres uttak i elvevifta. Hvis ikke det gjøres vil elvevifta bygge seg opp og til slutt påvirke flomvannstanden i Frya. For områdene som er regulert/avsatt til industri ved utløpet til Frya, vil det være en forutsetning for å holde områdene flomsikre at elvevifta ikke kan bygge seg opp upåvirket. Det foreslås at nivået på elvevifta senkes ned til ca. kote 184, som er i omtrent det nivået som NVE målte inn i elvevifta i 2004. Det er uvisst hvilket nivå elvevifta ligger på i dag, men den ligger sannsynligvis en god del høyere. Grunnen til at det foreslås at nivået til vifta senkes til kote 184, er at dette vil gi et ytterligere volum på omtrentlig 50 000 m³ for masser, sammenlignet med å ha elvevifta på kote 186. Dette vil være et bidrag til å holde masser tilbake i Frya, og slik sett være i henhold til Lågenplanen. Det er gjort beregninger for å kontrollere hvordan senkning av elvevifta påvirker flomvannstandene i Frya.

Vi antar at det ved 200-årsflom i Frya også vil være en rimelig stor flom i Lågen. Vi har derfor sjekket effekten ved uttak i elvevifta ned til kote 184 ved 200-årsflom i Frya kombinert med 20- og 50-årsflom i Lågen. Ved 200-årsflom i Frya er det tidligere antatt at det vil medføre at det sedimenteres ca. 1,4 m i elvevifta. Gitt denne antagelsen vil bunnivået i elvevifta under 200-årsflom i Frya ligge på ca. kote 185,4. Hydrauliske beregninger i programmet Hec-Ras viser at senkning av elvevifta til kote 184,0 kun vil ha en lokal effekt på vannstander. Det vil være i området opp til tverrsnitt 3, ca. 400 m oppstrøms utløpet, at vannstanden vil påvirkes av uttak i elvevifta. Fra tverrsnitt 4, ca. 750 m oppstrøms utløpet, og videre oppstrøms i Frya vil vannstandene i liten grad påvirkes av uttak i elvevifta. Det er sammenlignet med en situasjon der elvevifta ligger på det nivået som NVE målte inn i 2004. Dersom elvevifta ligger høyere, vil uttak til kote 184 få større effekt.

3.5 Påvirkning på flomvannstander i Lågen

Dersom det avsettes masser i elvevifta til Frya, vil dette påvirke flomvannstander i Lågen oppstrøms Fryas utløp. Påvirkningen er normalt sett neglisjerbar, men dersom nok masser avsettes i elvevifta kan det ha betydning. Det må imidlertid påpekes at elveviftas betydning varierer noe ut fra hvilket flomtilfelle man har i Lågen.

Norconsult har tidligere for reguleringsplan ny E6 mellom Elstad og Frya utarbeidet en hydraulisk modell for Lågen. I denne modellen er det sjekket hvilken effekt masseavlagring i Fryas utløp vil ha på flomvannstander oppstrøms i Lågen. Det er antatt at massene avsettes i det som er elvevifta i dag. Lågen er forholdsvis dyp her (3-4 m ved normalvannføring), og vi vurderer det som lite sannsynlig at elvevifta vil kunne bre seg vesentlig lengre ut i elva. Vi har antatt at massene bygger seg opp til kote 187 i elvevifta. Dette er ca. 2-3 m høyere enn det vifta ligger på ute i Lågen (på tidspunktet for innmåling av bunn i Lågen). For at elvevifta skal bygge seg opp så mye må det avsettes minst ca. 50 000 m³ sedimenter i elvevifta.

Resultatet av beregningen viser at avlagring av store mengder sedimenter (>50 000 m³) i Fryas elvevifte vil føre til vannstander som er ca. 0,1-0,3 m høyere ved 20-årsflom i Lågen, og ca. 0,2-0,3 m høyere ved 200-årsflom i Lågen. Modellen er avsluttet ca. 5 km oppstrøms Frya. Beregningen viser at stor masseavlagring i Fryas utløp har noe betydning, i størrelsesorden inntil et par desimeter, for flomvannstandene oppstrøms i Lågen.

For de som driver med jordbruk på Fryasletta kan senkning av elvevifta ved Fryas utløp ha positiv effekt. Selv om påvirkningen til elvevifta er forholdsvis liten, så kan selv noen få centimeters økning i vannstand i Lågen være forskjellen på store flomskader på jordbruksområder eller ingen skader.

4 Konklusjon

Hovedalternativet, med årlig uttak av sedimenter i nedre del av Frya samt uregelmessige uttak i elvevifta, vil ha påvirkning av flomvannstander lokalt ved uttaksområdet. Uttak vil neppe ha noen effekt ved store flommer oppstrøms bru Fryavegen, da brua har for lav kapasitet og vil gi oppstuvning oppstrøms i vassdraget.

Størst påvirkning på vannstander vil regelmessig uttak ha for de mindre flommene, antatt inntil 20-årsflom, der massetransporten ikke er så omfattende. Disse flommene skal imidlertid ikke utgjøre noen fare, såfremt flomvoller langs Frya er vedlikeholdt.

Ved store flommer, antatt 50-årsflom og større, vil massetransporten sannsynligvis være så omfattende at effekten av et fast masseuttaksområde vil reduseres. Slik som masseuttaksområdet er foreslått vil det gi 0,2-0,3 m lavere vannstand ved en 200-årsflom. Det er antatt at det vil transporteres omtrent 100 000 m³ masser i en stor flom.

Uttak i elvevifta med ujevne mellomrom etter behov vil måtte gjennomføres for å hindre at elvevifta bygger seg opp. Dette gjelder selv etter en etablering av fast masseuttaksområde lenger oppstrøms i Frya. For å kunne holde tilbake mest mulig masser i Frya foreslås det at elvevifta senkes til ca. kote 184.

Hovedalternativet, med etablering av masseuttaksområde og uttak i elvevifta ved behov, vil føre til at det tilføres mindre sedimenter til Lågen. Dette vil være i tråd med Lågenplanen.

5 Videre arbeid

Det bør gjøres undersøkelser av tilstand til eksisterende flomverk og hvordan det er konstruert. For et masseuttaksområde er det spesielt interessant å vite hvor dypt ned i elvebunnen flomverkene er ført. Med den dybden på masseuttaksområdet som er lagt til grunn i beregningen, er det sannsynlig at bunnen til flomverkene blir liggende over elvebunnen. Det er av den grunn viktig å opprettholde en sikkerhetsavstand til flomverkene og at vinkelen på masseuttaksområdet mot sidene er slak (f.eks. helning 1:2).

Det bør avgjøres når uttak av masser kan foregå. Uttak av masser er enklest å gjennomføre når det er lav vannføring i elva, f.eks. før vårflommen ankommer. Det kan imidlertid være at miljøhensyn er bestemmende for når uttak kan foregå.

Nivået som elvevifta har i dag bør måles inn. Det vil da være enklere å vurdere om foreslått nivå på kote 184 etter uttak i vifta er fornuftig.

Miljøkonsekvenser som følge av hovedalternativet må vurderes.

6 Usikkerheter i beregning

Det er usikkert hvilket nivå bunnen i Frya faktisk ligger på i dag. Selv om vi hadde målt inn bunnen i dag vil bunnen neppe ligge på samme nivå om et par år. Det er slik sett vanskelig å sette et bunnivå som er normalnivå, og utgangspunktet i beregningen.

Selv om NVE har gjort en forholdsvis grundig analyse av massetransporten i Frya [1], er det antageligvis relativt store usikkerheter i hvor mye sedimenter Frya faktisk transporterer. Dette gjelder både i normalår, og spesielt ved stor flom. Hvor stor flommen må være for at massetransporten skal nærme seg NVEs høyeste anslag er også meget usikkert. Vi har antatt at det må minst være en 50-årsflom for at massetransporten skal være 10-14 ganger større enn gjennomsnittlig. Det er også usikkerhet i hvordan sedimentene avsettes. Hvis det bygges en terskel som nedstrøms avslutning av et basseng for uttak av løsmasser, så vil antageligvis mer sedimenter avsettes på oppstrøms side av

terskelen i stedet for i elvevifta. Sedimentene vil dog neppe fordele seg jevnt i elva, og det er heller ikke sikkert at sedimentene fordeler seg likt fra gang til gang.

Størrelsen til masseuttaksområdet er i beregningen satt til en lengde på 265 m, gjennomsnittlig bredde 50 m og dybde 1-2 m. Dette er et stort uttaksområde som for uttak av løsmasser muligens er uhensiktsmessig stort, da det antageligvis vil være fordyrende med et så stort uttaksområde. Selv med et så stort uttaksområde er imidlertid påvirkningen i store flommer moderat. Dersom uttaksområdet konstrueres for kun å fange opp det som kommer av sedimenter i et gjennomsnittlig år, ca. 9000 m³, vil uttaksområdet ha liten effekt ved de store flommene.

Vannstanden i Lågen vil påvirke strømnings situasjonen i nedre del av Frya, og dermed også hvordan sedimenter avsettes. Det er naturlig at det er høyere vannstand i Lågen enn normalt når det er flom i Frya, men akkurat hvor høy vannstanden er i Lågen er vanskelig å forutsi. Selv om man har to flommer av lik størrelse i Frya, vil antageligvis vannstanden i Lågen være ulik ved de to tilfellene. For beregningen med terskel og masseuttaksområde er Lågen sin påvirkning redusert.

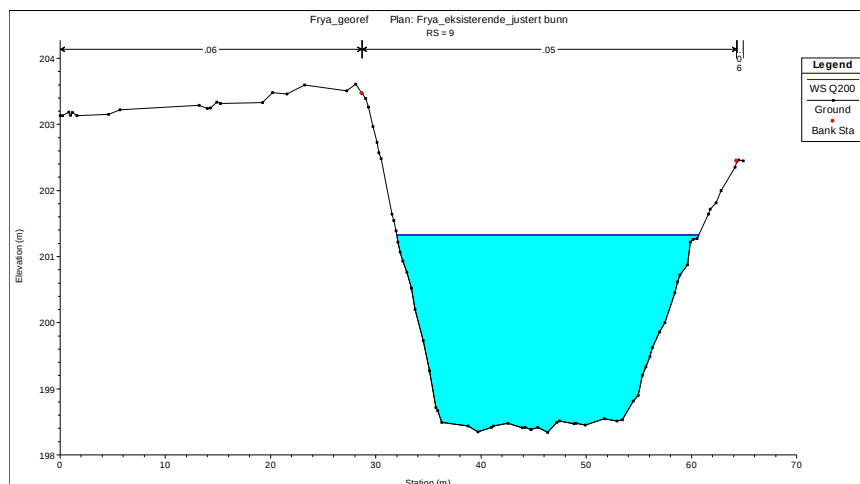
Vi kjenner ikke tilstanden til flomverkene langs Frya. Når beregninger viser at det ikke blir overtopping av flomverkene, er det forutsatt at det ikke blir erosjon i flomverket. Vi har heller ikke vurdert om det kan være fare for gjennomslag av vann gjennom flomvollene.

7 Referanser

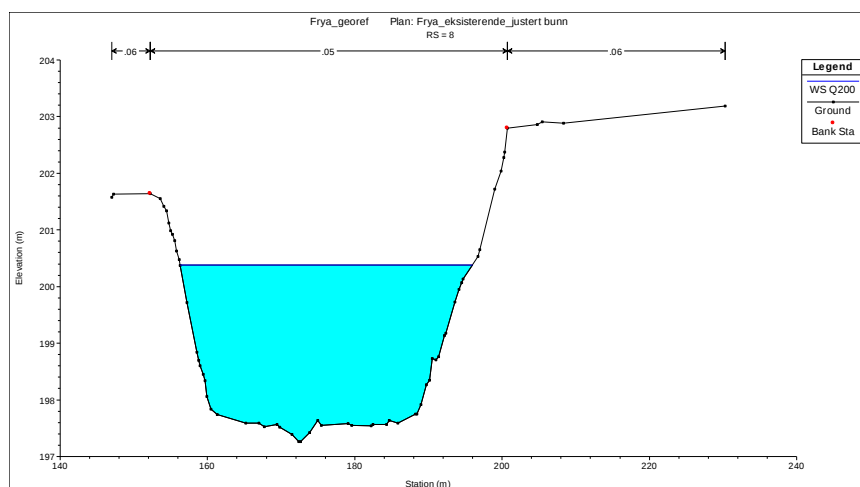
1. NVE (2016), Gudbrandsdalslågen Sedimentkilder og sedimenttransport
2. Oppland fylkeskommune (2017), Lågenplanen- Regional plan for Gudbrandsdalslågen med sidevassdrag
3. NVE (2015), Flomberegning for Gudbrandsdalsvassdraget (002.DZ)
4. Norconsult (2017), Vannlinjeberegninger strekningen Fåvang kirke-Frya
5. Norsk klimaservicesenter (2017), Klimaprofil Oppland

8 Vedlegg

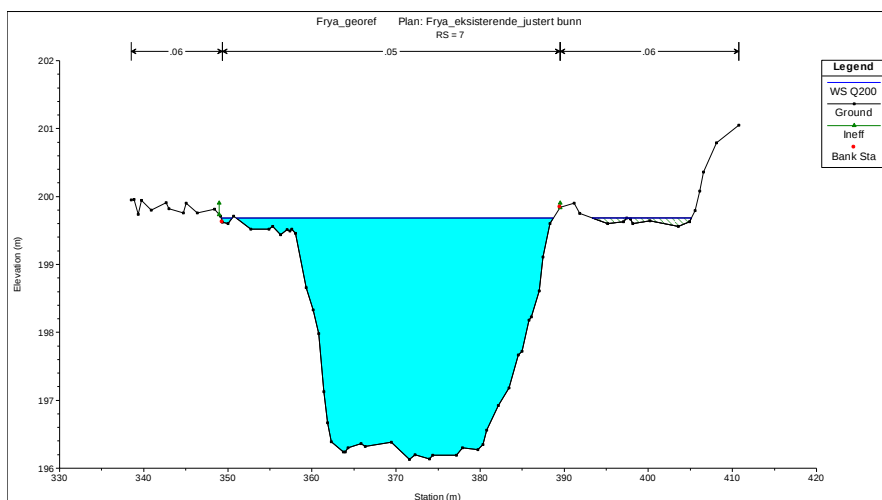
Tverrsnitt fra hydraulisk modell i Hec-Ras. Bunnivå justert etter NVEs innmålinger i 2004. Vannstand ved 200-årsflom vist. For tverrsnittene 4.1-3.2 hvor det er forslått endringer er det i tillegg til dagens tverrsnitt vist (i rosa) bunnivå etter etablering av masseuttaksområde.



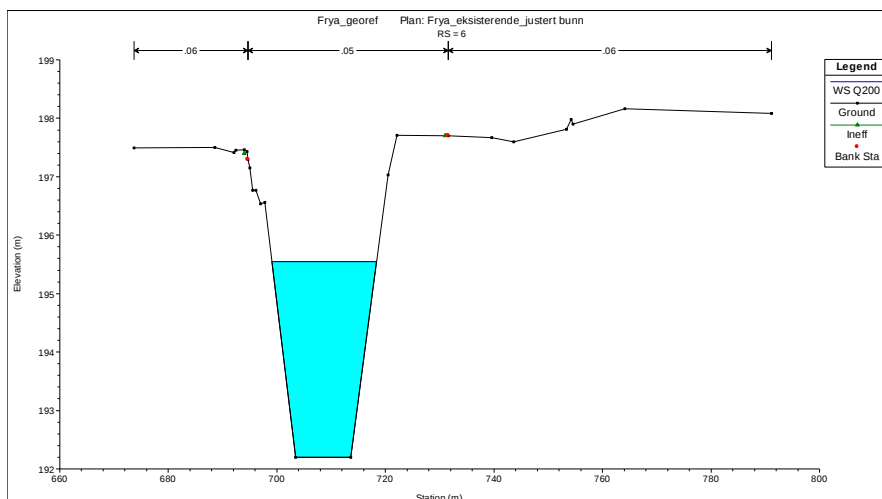
Figur 8-1: Tverrsnitt 9



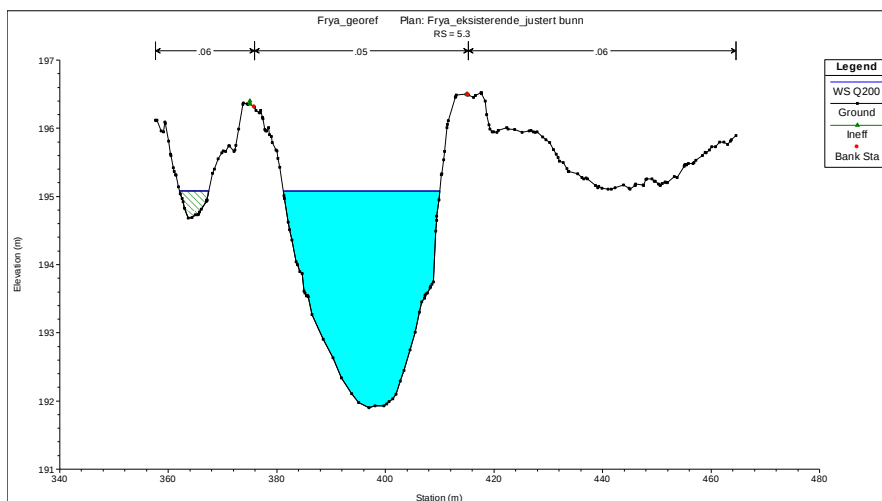
Figur 8-2: Tverrsnitt 8



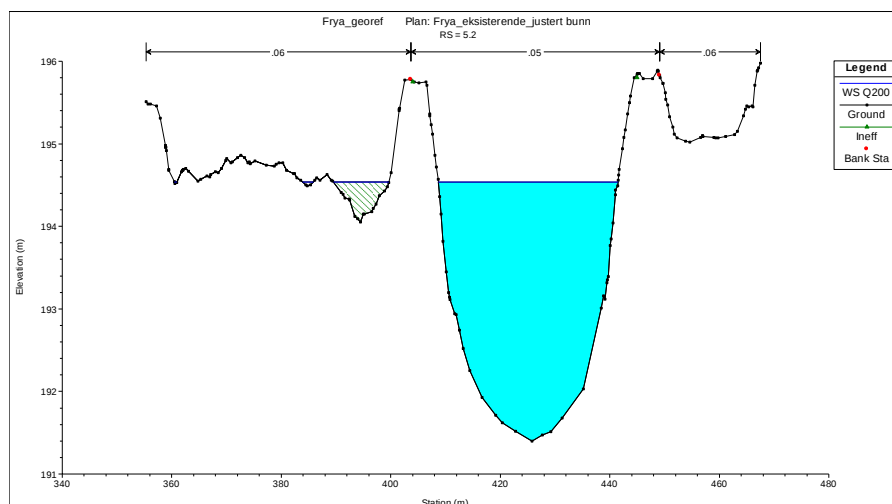
Figur 8-3: Tverrsnitt 7



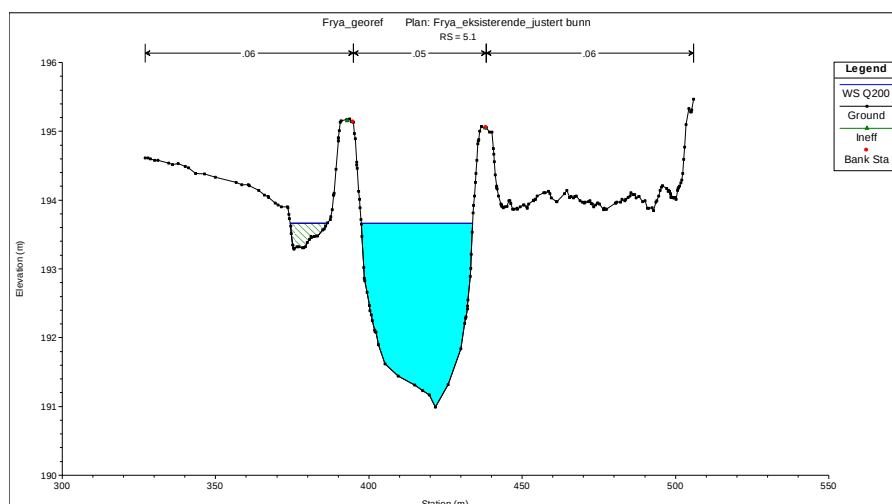
Figur 8-4: Tverrsnitt 6



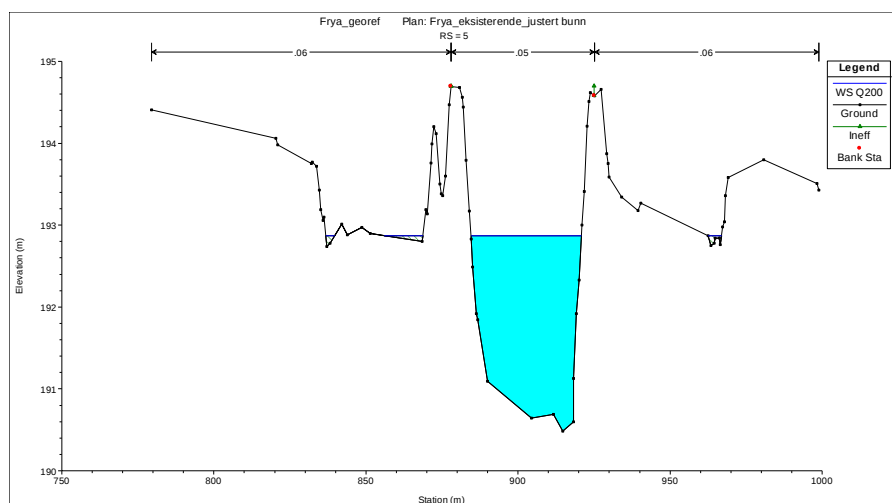
Figur 8-5: Tverrsnitt 5.3



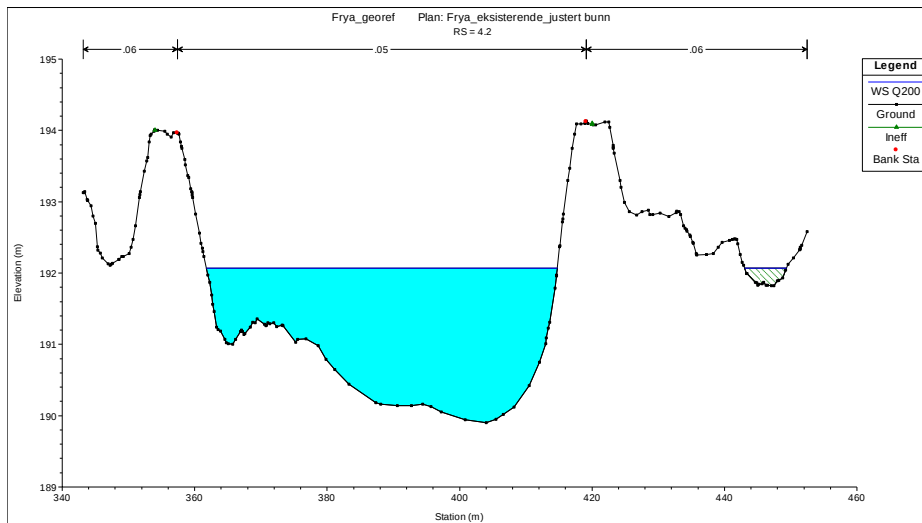
Figur 8-6: Tverrsnitt 5.2



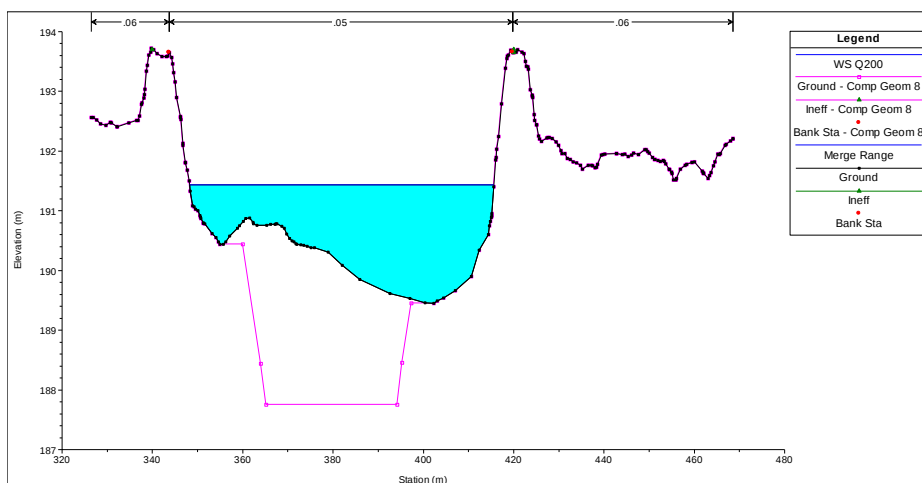
Figur 8-7: Tverrsnitt 5.1



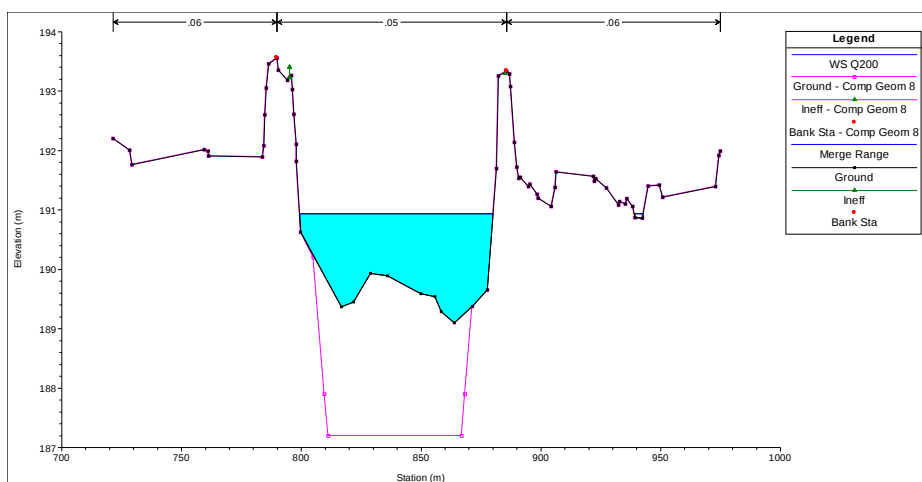
Figur 8-8: Tverrsnitt 5



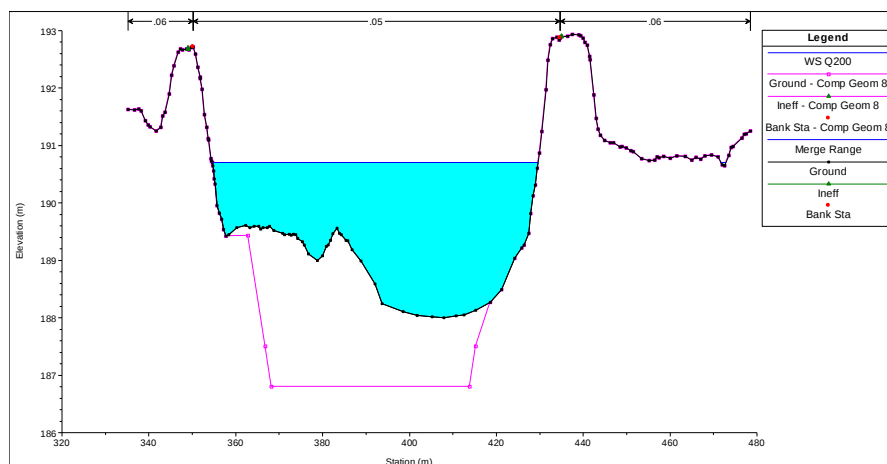
Figur 8-9: Tverrsnitt 4.2



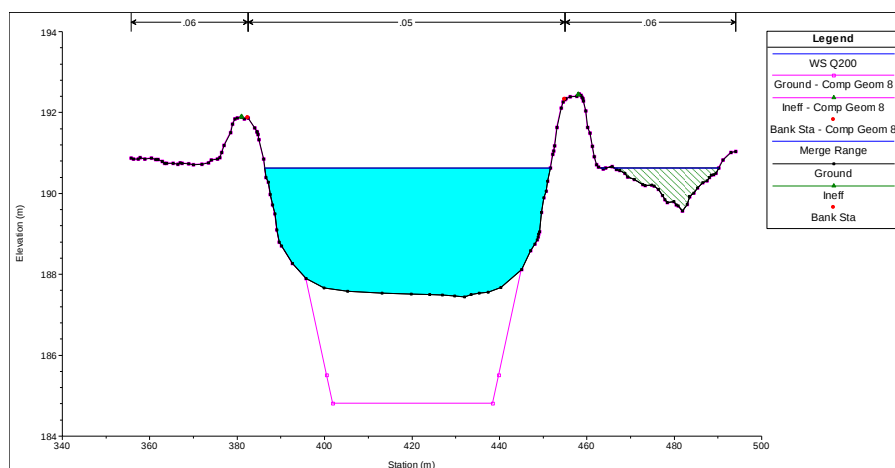
Figur 8-10: Tverrsnitt 4.1



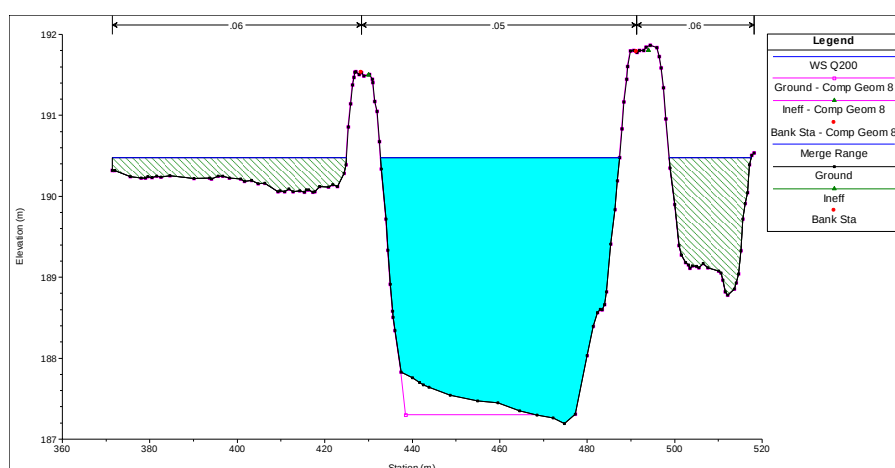
Figur 8-11: Tverrsnitt 4



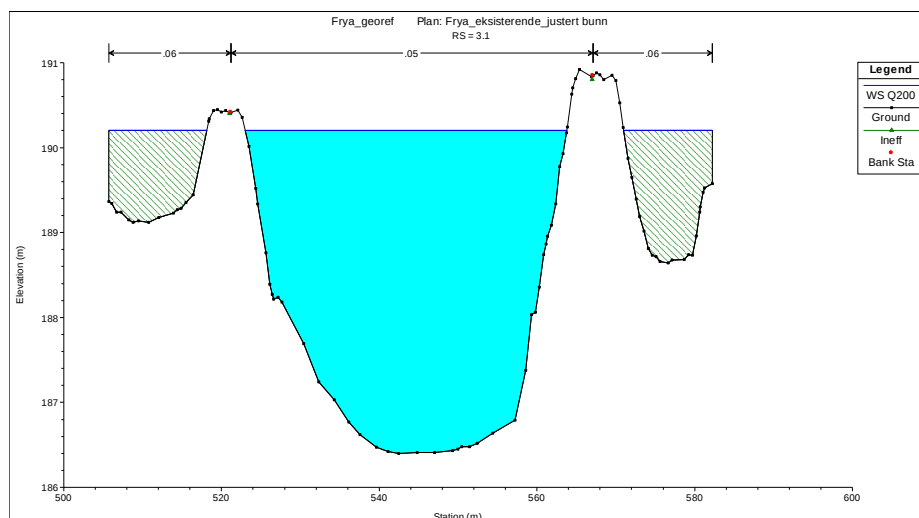
Figur 8-12: Tverrsnitt 3.4



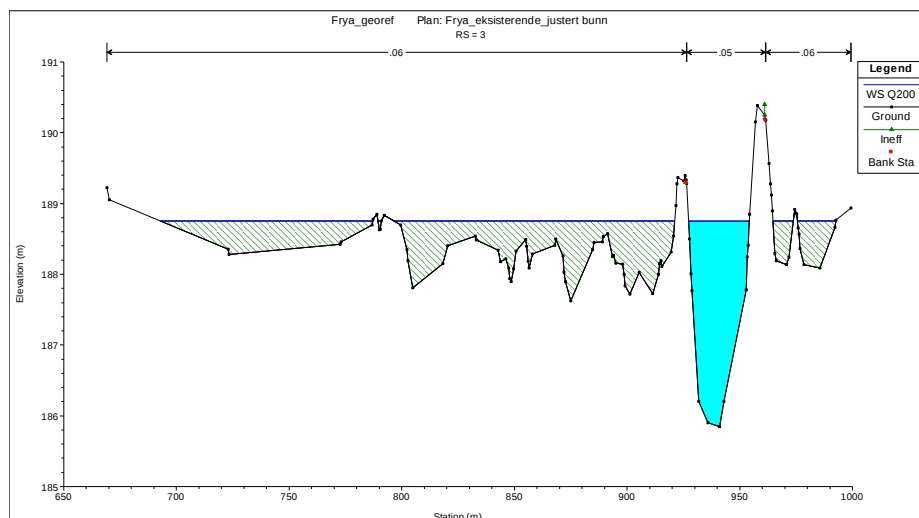
Figur 8-13: Tverrsnitt 3.3



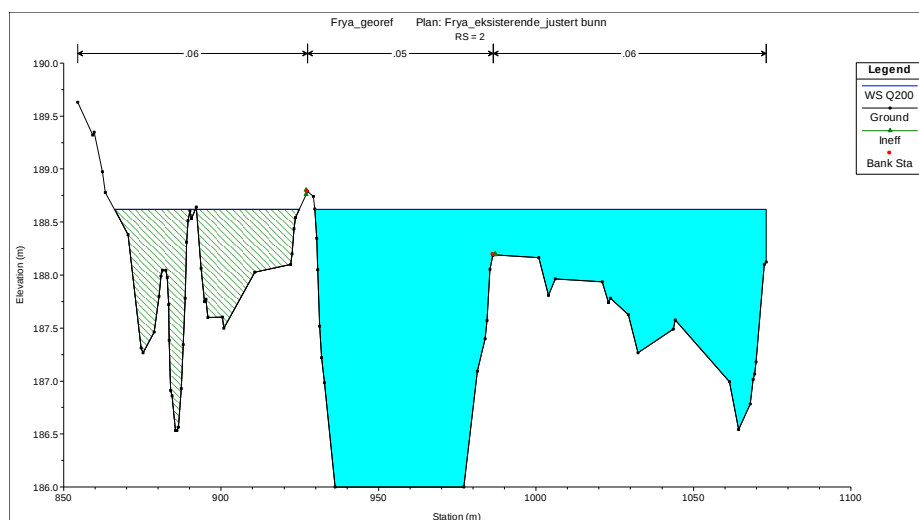
Figur 8-14: Tverrsnitt 3.2



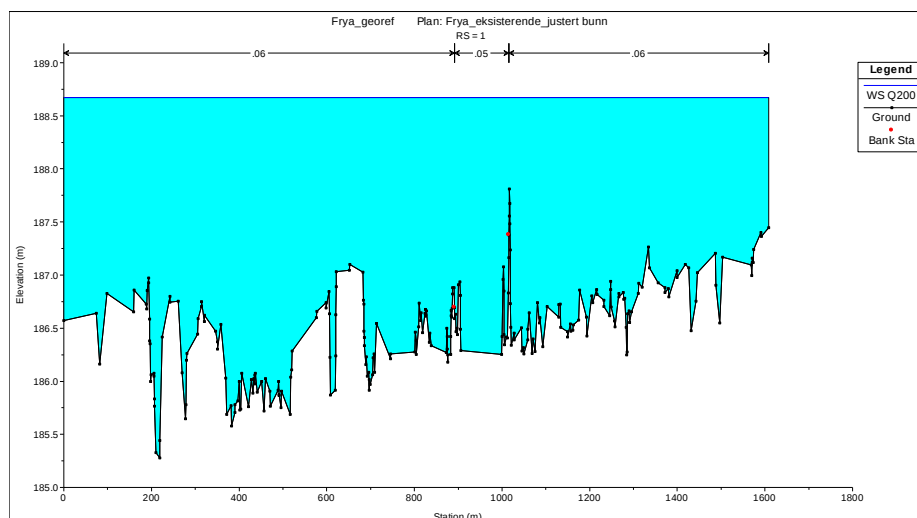
Figur 8-15: Tverrsnitt 3.1



Figur 8-16: Tverrsnitt 3



Figur 8-17: Tverrsnitt 2



Figur 8-18: Tverrsnitt 1