



Justis- og  
beredskapsdepartementet

Vedlegg 14-2

Vedlegg til Risiko- og sårbarhetsanalyse:

# Flomvurdering

Vedlegg nr. 14-2 til reguleringsplan for Politiets nasjonale  
beredskapssenter

Utarbeidet av: Asplan Viak AS

---

Oppdragsgiver:	Justis- og beredskapsdepartementet
Oppdrag:	608702-03 – Politiets nasjonale beredskapssenter
Dato:	16.03.2017
Skrevet av:	Jon Bergersen Zeigler
Kvalitetskontroll:	Haregewoin Haile Chernet

---

## FLOMVURDERING TARALDRUD

### INNHold

1	Sammendrag.....	2
2	Innledning.....	3
3	Flomberegning .....	5
3.1	Nedbørfelt .....	5
3.2	Vannføringsstasjoner .....	6
3.3	Retningslinjer for beregning av 1000-årsflom .....	7
3.4	Flomformler.....	8
3.5	Flomfrekvensanalyser.....	9
3.6	Beregning av middelflom .....	11
3.7	Nedbør-avløpsmodell.....	12
3.8	Valg av endelig 1000-årsflom .....	13
3.9	Klassifisering av usikkerhet i beregningene.....	13
3.10	Klimatillegg.....	13
4	Vannlinjeberegning .....	14
4.1	Grunnlag og forutsetninger .....	14
4.2	Grensebetingelser.....	14
4.3	Kalibrering og ruhetsverdier.....	14
4.4	Resultater.....	16
4.5	Følsomhetsanalyse.....	18
5	Oppsummering.....	19
5.1	Flomsikkert nivå for 1000-årsflom.....	19
5.2	Nord for Fløisbonnveien.....	20
5.3	Taraldrudveien/rundkjøring .....	20
6	Referanser .....	23
7	Vedlegg.....	24

## 1 SAMMENDRAG

Det er utført beregning av dimensjonerende flomnivå for planområdet på Taraldrud i Ski kommune, der Politiets nasjonale beredskapssenter skal etableres. På grunn av senterets betydning for samfunnssikkerhet og beredskap, er 1000-årsflom lagt til grunn for beregningene. Senteret er tenkt anlagt på østsiden av Snipetjern. Fra Snipetjern renner det en bekk sør-/østover med relativt lite fall, som krysser under Taraldrudveien i planområdets søndre ende. Nedslagsfeltet oppstrøms dette punktet er på **4 km<sup>2</sup>**.

1000-årsflommen er estimert med flere forskjellige metoder og endelig flomverdi er satt til **11,1 m<sup>3</sup>/s**, inkludert et klimapåslag på **40 %**. Basert på FKB-terrengdata, samt innmålinger fra Scan Survey, er det satt opp en vannlinjemodell i HEC-RAS, et standardprogram for endimensjonale vannlinjeberegninger. Terreng og bekkeløp er representert som tverrprofiler. Modellen er ikke kalibrert mot målt vannføring/vannstand, og verdier for hydraulisk ruhet er satt ut fra standardverdier i litteraturen.

Beregningen viser at vannlinjen for 1000-årsflommen når kote **134,56** i nordenden av modellen langs Snipetjern. Vannstanden synker svakt sørover og er beregnet til kote **134,39** rett før krysningen med Taraldrudveien. Ved en ekstremflom vil veifyllinga fungere som en demning fordi stikkrenna under veien ikke vil klare å ta unna nok vann. Sjansen for at vannet vil gå over veien er derimot så godt som ikke-eksisterende. Fotgjengerundergangen umiddelbart vest for rundkjøringa vil fungere som et flomløp hvis vannstanden noensinne skulle nå såpass høyt.

Det skal benyttes en sikkerhetsmargin på 0,5 m på de beregnede vannstandsverdiene. Flomsikkert nivå er beregnet vannstand + sikkerhetsmargin. Flomsikkert nivå blir derfor fra kote **135,1** i øvre del til **134,9** ved krysningen med Taraldrudveien. Verdiene er gitt i Tabell 8.

## 2 INNLEDNING

I forbindelse med reguleringsplan for Politiets nasjonale beredskapssenter på Taraldrud er det utført flom- og vannlinjeberegning for å bestemme dimensjonerende flomnivåer for hovedvassdraget gjennom området.

Beredskapssenteret er planlagt med adkomstvei fra rundkjøring ved Taraldrudkrysset, akkurat på grensen mellom Opegård og Ski kommune. Hovedbekken gjennom området går her i kulvert under veien. Det vurderes også å anlegge parkeringsplass helt i sørenden av eiendom 105/1 (Ski kommune).

I henhold til TEK10, § 7-2 andre ledd er 1000-årsflom lagt til grunn for beregningene, da tiltaket faller inn under sikkerhetsklasse F3.

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	liten	1/20
F2	middels	1/200
F3	stor	1/1000

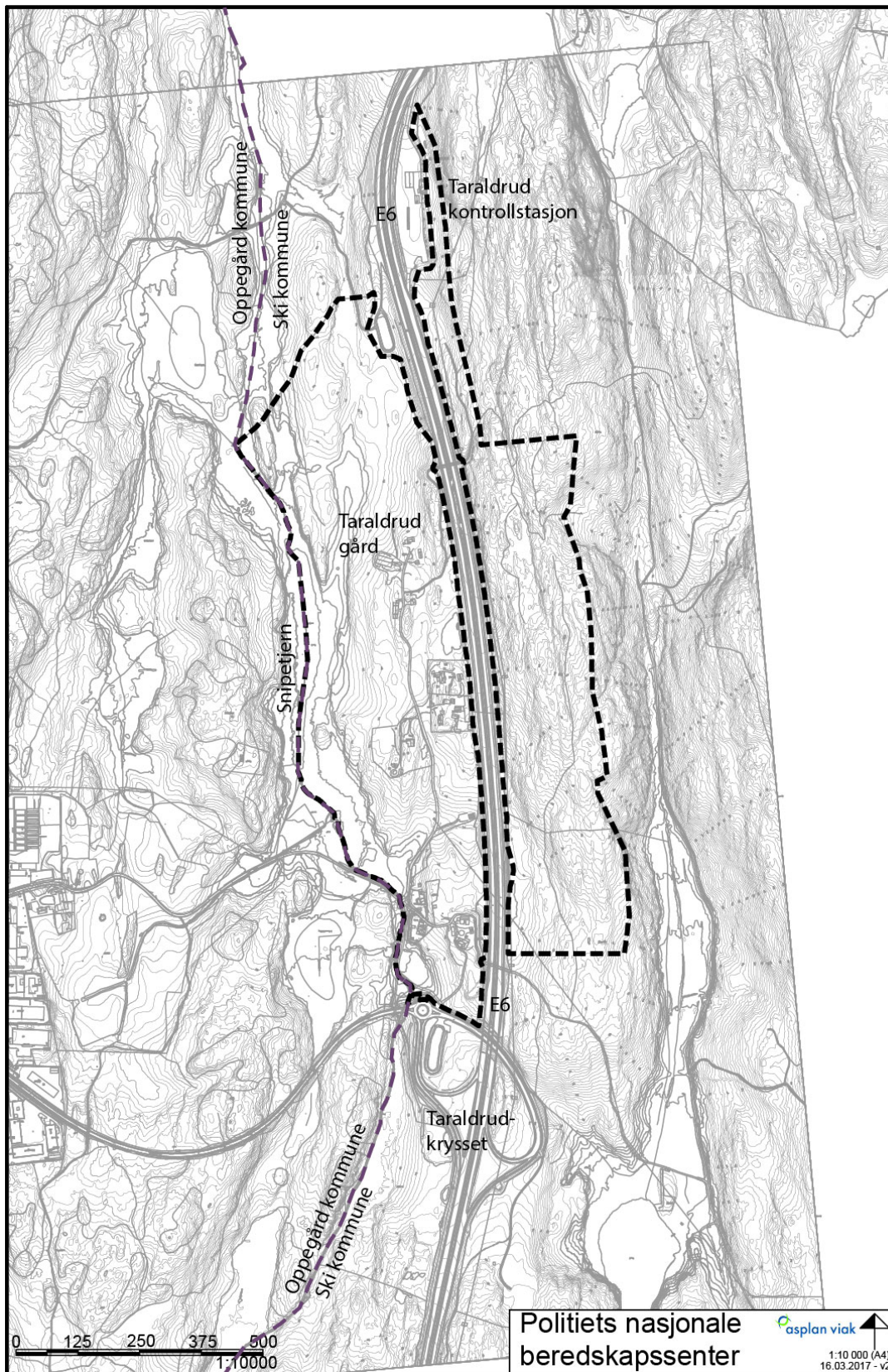
Denne sikkerhetsklassen gjelder tiltak der oversvømmelse har stor konsekvens. Dette omfatter byggverk for sårbare samfunnsfunksjoner og byggverk der oversvømmelse kan gi stor forurensning på omgivelsene, eksempelvis:

*«byggverk som skal fungere i lokale beredskapssituasjoner, f.eks. sykehus, brannstasjon, politistasjon, sivilforsvarsanlegg og infrastruktur av stor samfunnsmessig betydning».*

For byggverk som har regional eller nasjonal betydning i beredskapssituasjoner gjelder for øvrig § 7-2 første ledd: *«Byggverk hvor konsekvensen av en flom er særlig stor, skal ikke plasseres i flomutsatt område».*

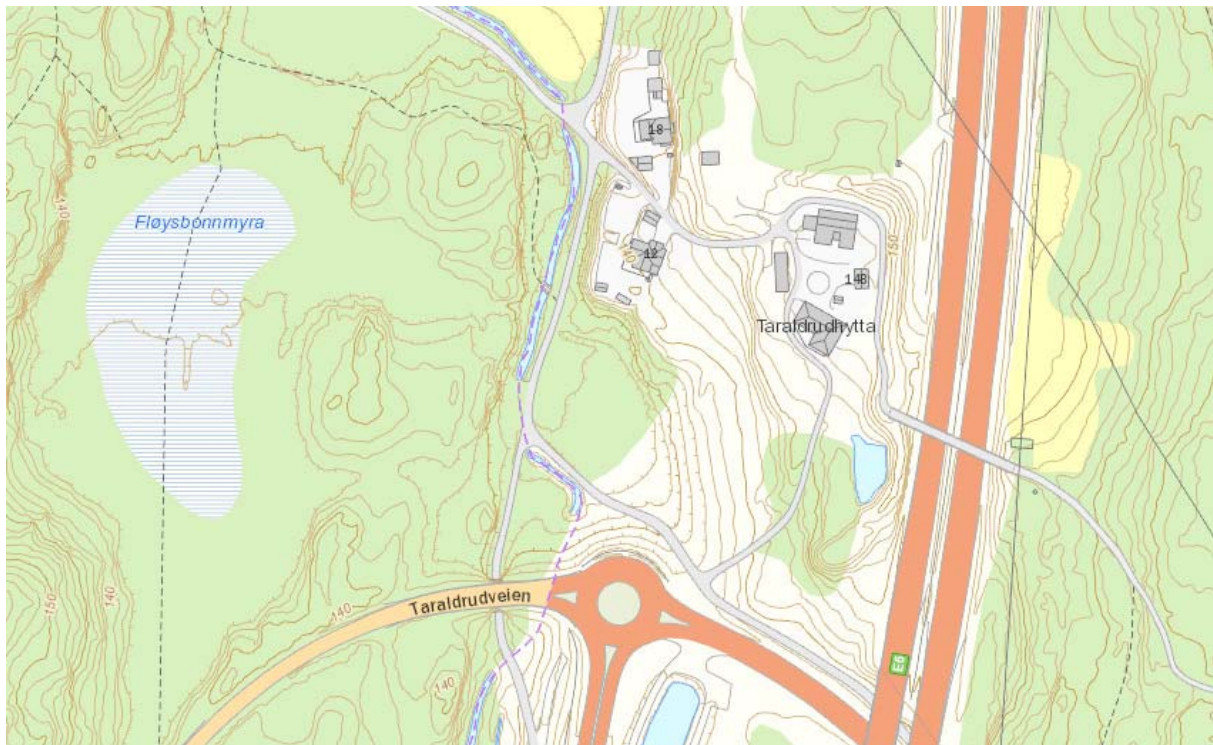
Det er gjort beregning av dimensjonerende nivåer langs den delen av vassdraget som har potensiale for å påvirke planområdet.

Oversiktskart av området er vist i Figur 1.



Figur 1. Oversiktskart med planområdet avmerket

Figur 2 viser utsnitt av området rundt rundkjøringa.



Figur 2. Rundkjøring/avkjørsel fra E6

### 3 FLOMBEREGNING

En flomberegning går ut på å estimere den vannføringen som har et gjentaksintervall gitt av sikkerhetsklassen tiltaket faller under. I dette tilfellet 1000-årsflom. Vannføringen brukes deretter som inngangsdata i en hydraulisk modell, og dimensjonerende vannstand kan dermed beregnes.

#### 3.1 Nedbørfelt

Beregningspunkt for vassdragets nedbørfelt er satt ved utløpet av bekkekulverten under rundkjøringa. Feltstørrelsen er 4 km<sup>2</sup>, beregnet med NVEs nettapplikasjon NEVINA. Feltkarakteristikk er vist i Tabell 1. Fullstendig feltkarakteristikk er vist i Vedlegg.

Tabell 1. Feltkarakteristikk

Beregningspunkt	Feltareal [km <sup>2</sup> ]	Eff. Sjø [%]	$q_N^*$ [l/s*km <sup>2</sup> ]	$H_{min} / H_{max}$ [m.o.h]	Andel snaufjell [%]	Median høyde [m.o.h]
Nedstrøms rundkjøring	4,0	0,3	15.9	134/226	0	157

\*Beregnet fra NVEs avrenningskart for normalperioden 1961-1990

Urbaniseringsgraden er for øvrig på ca. 12 %, og skogprosenten på ca. 70.

### 3.2 Vannføringsstasjoner

Det foreligger ingen kjente vannføringsmålinger i vassdraget. Flomberegningene baserer seg derfor på frekvensanalyse av data fra målestasjoner i nærliggende vassdrag, samt flomformler.

Karakteristiske felldata til utvalgte referansefelt er vist i Tabell 2. Hypsografisk kurve for stasjonene er vist i Figur 3 sammen med kurve for prosjektfeltet.

Tabell 2. Feltkarakteristikk for referansestasjoner

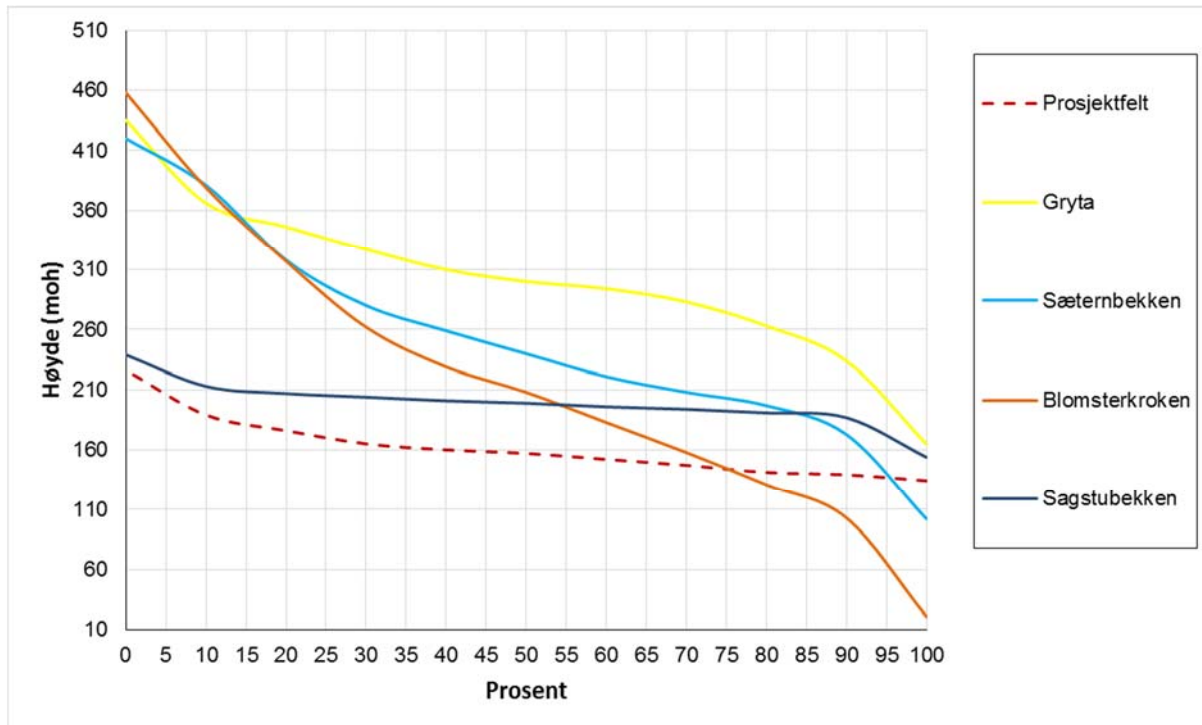
Målestasjon	Feltareal [km <sup>2</sup> ]	Eff. Sjø [%]	q <sub>N</sub> [l/s*km <sup>2</sup> ]	H <sub>min</sub> /H <sub>max</sub> [m.o.h]	Median høyde [m.o.h]
3.11 Sagstubekken	3.3	0.03	18.69	154/239	199
6.10 Gryta	7.03	0.41	20.56	165/435	300
8.6 Sæternbekken	6.2	0.01	17.55	102/420	240
8.8 Blomsterkroken	22.5	0.29	18.34	21/458	208

Målestasjon 3.11 Sagstubekken ligger ca. 10 km sørøst for Taraldrud. Stasjonen ble nedlagt i 1974 og har dermed begrenset verdi, men kan likevel brukes for å få en pekepinn på middelflom. Stasjonen har noe større middelavrenning, og litt mindre areal og effektiv sjøprosent enn prosjektfeltet. Dette er stasjonen med den mest like høydefordelingen. For denne målestasjonen foreligger det en vannføringsserie på 21 år. Meget god vannføringskurve på flom

Målestasjon 6.10 Gryta ligger ca. 21 km nord for Taraldrud. Stasjonen har høyere middelavrenning, litt større areal og høyere effektiv sjøprosent enn prosjektfeltet. Feltet er også brattere. For denne målestasjonen foreligger det en vannføringsserie på 43 år. Meget god vannføringskurve på flom

Målestasjon 8.6 Sæternbekken ligger ca. 23 km nordvest for Taraldrud. Stasjonen har litt høyere middelavrenning, litt større areal, men lavere effektiv sjøprosent enn prosjektfeltet. For denne målestasjonen foreligger det en vannføringsserie på 34 år. Meget god vannføringskurve på flom

Målestasjon 8.8 Blomsterkroken ligger ca. 20 km nordvest for Taraldrud. Stasjonen har høyere middelavrenning, større areal, men ganske lik effektiv sjøprosent som prosjektfeltet. Dette er også det bratteste feltet, samt det med den høyeste urbaniseringsgraden (4,4 %) For denne målestasjonen foreligger det en vannføringsserie på 27 år, men mangler kontrollerte data etter 2002. «Bra» vannføringskurve på flom.



Figur 3. Hypsografiske kurver for nedbørfeltet til prosjektfeltet og utvalgte målestasjoner. Kurven viser hvor stor prosentvis andel av det totale feltarealet som ligger over en gitt høyde

### 3.3 Retningslinjer for beregning av 1000-årsflom

For beregning av 1000-årsflom gir NVEs retningslinjer for flomberegning (2011) følgende anbefalinger:

Ved beregning av  $Q_{1000}$  anbefales for dataseriens lengde:

- > 50 år:  $Q_M$  beregnes fra observert serie og  $Q_{1000}/Q_M$  fra to- eller tre-parameterfordelinger.
- 30-50 år:  $Q_M$  beregnes fra observert serie og  $Q_{1000}/Q_M$  fra to-parameterfordelinger.
- 10-30 år:  $Q_M$  beregnes fra observert serie og  $Q_{1000}/Q_M$  ved analyse av andre lengre serier i området.
- < 10 år:  $Q_M$  beregnes ved korrelasjon mot andre serier og/eller fra flomformler i [17].  $Q_{1000}/Q_M$  beregnes ved analyse av andre lengre serier i området.

Samme kriterier vedrørende dataseriens lengde anbefales å legge til grunn også ved beregning av  $Q_{500}$  og  $Q_{200}$ .

Følgelig betyr dette at kun Gryta og Sæternbekken har lange nok serier til å kunne gi et estimat på  $Q_{1000}/Q_M$ . Da begge har serielengde mellom 30 og 50 år benyttes kun toparameterfordelinger, f.eks. Gumbel og Logisticfordeling. Middelflom  $Q_M$  kan derimot estimeres med utgangspunkt i alle sammenligningsstasjonene.



### 3.4 Flomformler

Som en del av NIFS-prosjektet har NVE utviklet et nasjonalt formelverk for beregning av middelflom og vekstkurver for felt < 50 km<sup>2</sup>. Formelverket er basert på regresjonsanalyser og er testet på over 4000 nedbørfelt. Inngangsparameterne til formelen er feltareal, midlere avrenning og effektiv sjøprosent. Det henvises til NVE (2015) for presentasjon og beskrivelse av formelverket.

Det bemerkes at formelverket er utviklet for naturlige felt, men at det likevel kan benyttes så lenge urbaniseringsgraden er lav (et par prosent). Prosjektfeltet har en urbaniseringsgrad på 12 %, så det er sannsynlig at formelverket vil gi en noe lav verdi for et felt av denne typen. Det er også sannsynlig at urbaniseringsgraden i feltet vil øke i fremtiden. Disse faktorene må tas høyde for når endelig flomverdi skal bestemmes. Referansestasjonen med høyest urbaniseringsgrad er for øvrig Blomsterkroken med 4,4 %.

Den største usikkerheten i formelverket ligger i estimatet av middelflom. Det betyr at et godt estimat av middelflom vil redusere usikkerheten i beregningene betraktelig. Formelverket benytter effektiv sjøprosent og normalvannføring som input for å beregne middelflom, og følgelig er det normalvannføringen det knytter seg størst usikkerhet til. Som regel benyttes normalvannføring fra avrenningskartet (NEVINA) som input. Det er riktignok en betydelig usikkerhet knyttet til avrenningskartet, så for å vurdere qN-verdien er det gjort en sammenligning mot observerte data fra de utvalgte målestasjonene (Tabell 3):

Tabell 3. qN fra kart/observert

Målestasjon	qN Fra kart (l/(s*km <sup>2</sup> ))	qN registrert	qN Avvik
Sagstubekken	18.69	15.60	-3.09
Gryta	20.56	21.40	0.84
Sæternbekken	17.55	17.60	0.05
Blomsterkroken	18.34	21.40	3.06
<b>Snitt uten Sagstubekken</b>			<b>1.32</b>

Gryta og Sæternbekken har relativt samsvarende verdier. Observert verdi fra Blomsterkroken ligger noe over verdien fra kartet, mens Sagstubekken ligger ca. tilsvarende under kartverdien. Sagstubbekken serie slutter riktignok i 1974, og har dermed ikke fått med seg eventuelle endringer i normalavrenning de siste 40 år. På grunn av dette velges det å se bort fra serien i den videre vurderingen av prosjektfeltets normalvannføring. Snittavviket beregnes fra resterende stasjoner. Resultatet kan tyde på at qN-verdiene fra avrenningskartet bør økes noe, så prosjektfeltets qN økes med 1,32 til 17,22 l/s/km<sup>2</sup>.

Resultatene for QM og Q1000 gitt av flomformlene fra NVE (2015) er presentert i Tabell 4. Verdiene er gitt som kulminasjonsverdier. For middelflom er medianverdien presentert.

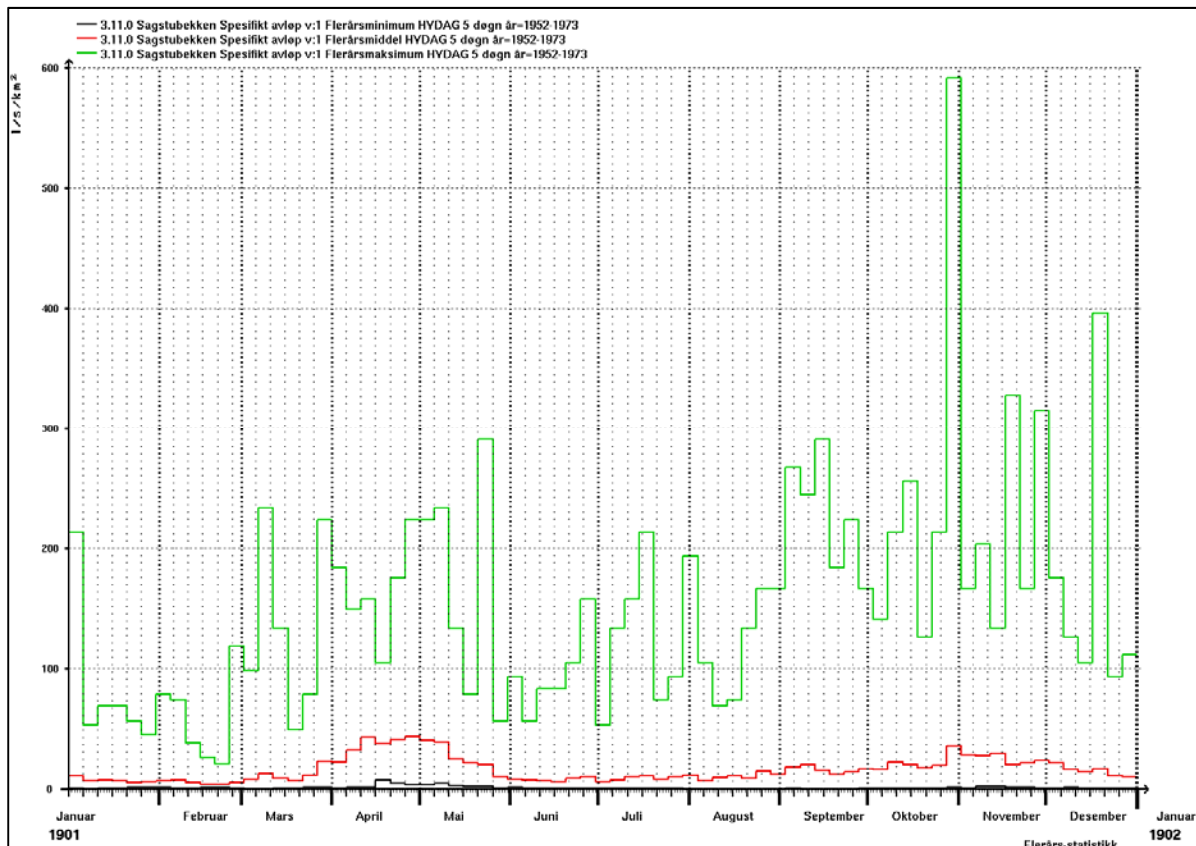
Tabell 4. Flomverdier beregnet med NIFS-formelverk (kulminasjonsverdier/medianestimat)

Felt	Areal km <sup>2</sup>	q <sub>n</sub> l/s*km <sup>2</sup>	Eff sjø %	q <sub>M</sub> l/s*km <sup>2</sup>	Q <sub>1000</sub> / Q <sub>M</sub>	q <sub>1000</sub> l/s*km <sup>2</sup>	Q <sub>1000</sub> m <sup>3</sup> /s
Prosjektfelt	4,0	17,22	0,3	410	3,98	1629	6,51

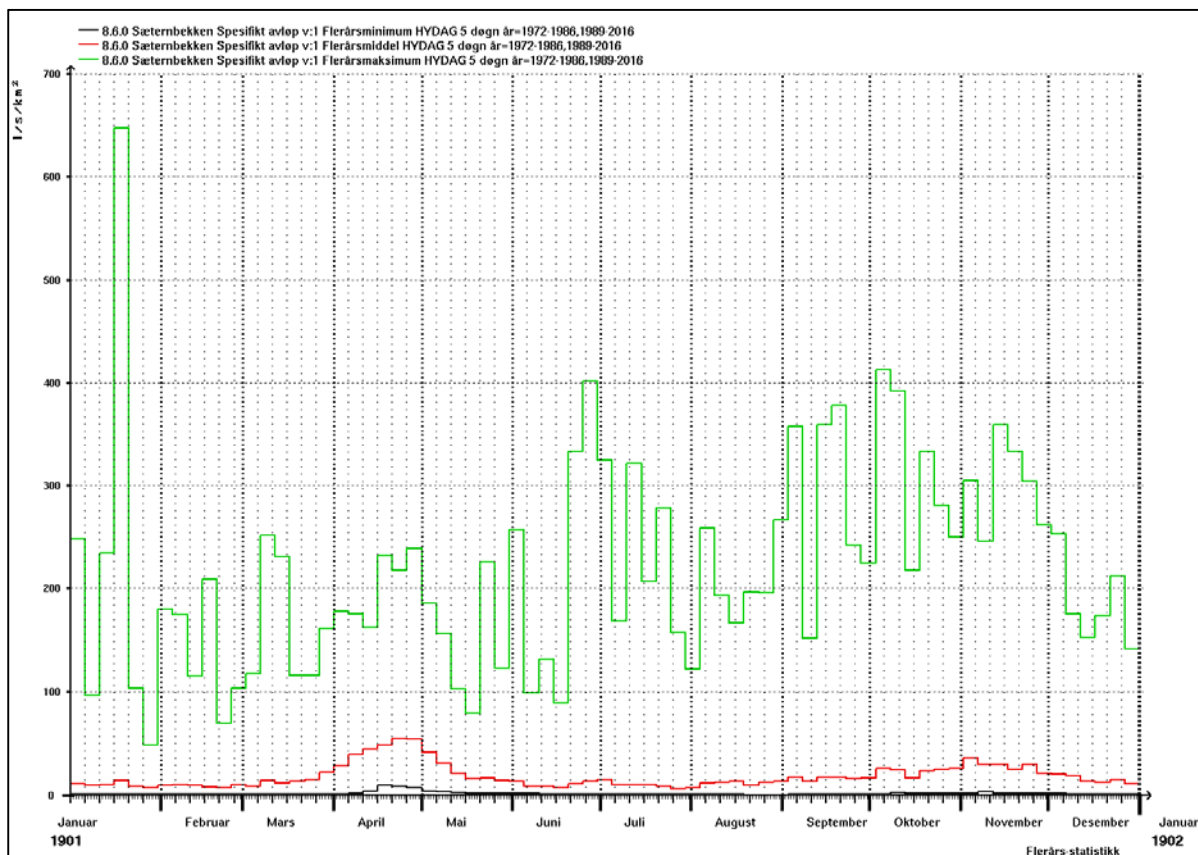
For kulminert middelflom blir nedre estimat 205 l/s/km<sup>2</sup> og øvre estimat 819 l/s/km<sup>2</sup>, eller 3,26 og 13,03 m<sup>3</sup>/s.

### 3.5 Flomfrekvensanalyser

Sesongvariasjonen i avrenningen for prosjektfeltet må vurderes ut fra nærliggende stasjoner. Viktige parametere for sesongvariasjonene er klimatiske forhold og høydebeliggenhet. Figur 4 og Figur 5 viser karakteristiske vannføringsverdier for Sagstubekken og Sæternbekken som antas å beskrive avrenningsmønsteret i prosjektfeltet best. Figuren viser flerårsminimum, flerårsmiddel og flerårsmaksimum for femdagersintervaller gjennom året. For begge stasjonene fremgår det at store flommer kan forekomme hele året, men hovedsakelig i høstsesongen.



Figur 4. Flerårsstatistikk for Sagstubekken, døgnerverdi/pentade



Figur 5. Flerårsstatistikk for Sæternbekken, døgnverdier/pentade

Tabell 5 gir beregnede spesifikke kulminerte middelflommer og vekstfaktorer for Q1000 fra frekvensanalysen. Vekstfaktorer er beregnet ut fra Gryta og Sæternbekkens måleserier, jfr. kapittel 3.3. Vekstfaktorene er beregnet ut fra døgnverdier, mens det for middelflom er analysert direkte på findata. Middelflom basert på døgndata er også listet. Ved valg av frekvensfordeling ble det benyttet medianverdi av flere toparameterfordelinger, da resultatene var ganske sprikende. Ingen av stasjonene hadde heller registrert flommer over 100 års gjentaksintervall.

Tabell 5. Middelflommer og vekstfaktorer fra frekvensanalyse

Målestasjon	Ant. år	Areal km <sup>2</sup>	q <sub>M</sub> døgn l/s*km <sup>2</sup>	q <sub>M</sub> kulminasjon l/s*km <sup>2</sup>	Q <sub>1000</sub> /Q <sub>M</sub>	Fordeling
3.11 Sagstubekken	21	3,3	242	413		
6.10 Gryta	43	7,03	223	322	3,76	(Median)
8.6 Sæternbekken	34	6,2	249	559	3,85	(Median)
8.8 Blomsterkroken	27	22,5	256	398		

Tabell 6. Beregnede vekstfaktorer for Q1000 med ulike toparameterfordelinger

	Q1000/QM Gryta (døgn)	Q1000/QM Sæternbekken (døgn)
<b>Fordeling</b>		
Gumbel (I-moment)	3.01	3.05
Gumbel (max lik)	2.98	3.08
Logisticfordeling (I-moment)	2.52	2.55
Logisticfordeling (max lik)	2.52	2.55
Log-logisticfordeling (I-moment)	4.50	4.63
Log-logisticfordeling (max lik)	4.50	4.63
Log-Gumbel (I-moment)	7.50	7.79
Log-Gumbel (max lik)	11.56	20.36
Median	3.76	3.85

Vekstkurvene er vist i Vedlegg 4.

### 3.6 Beregning av middelflom

For fastsettelse av kulminert middelflom for prosjektfeltet er det tatt utgangspunkt i kulminerte middelflomverdier fra de utvalgte målestasjonene.

Sagstubekken er den stasjonen som i utgangspunktet representerer prosjektfeltet best, men denne er nedlagt og er derfor ikke representativ for de siste 40 årene. Middelflom for prosjektfeltet antas følgelig ligge over denne.

Gryta har noe større feltareal og effektiv sjøprosent, samt null urbanisering. Feltet er riktignok brattere. Likevel antas det at prosjektfeltets middelflom også vil ligge over Grytas

Sæternbekken er nest etter Sagstubekken den stasjonen som antas å best representere prosjektfeltet. Feltarealet er litt større, men effektiv sjøprosent er lavere og feltet er noe brattere. Kulminert middelflom er også den høyeste av alle stasjonene. Pga dette antas det at prosjektfeltets middelflom ligger noe under Sæternbekkens.

Blomsterkroken har det største feltarealet, høyeste urbaniseringsgrad (dog tre ganger lavere enn prosjektfeltet) og største høydeforskjell. Døgnmiddelflom er den høyeste av alle målestasjonene men kulminert middelflom er den nest laveste. Noe av forklaringen kan være manglende data etter 2002. Denne stasjonen anses som mindre representativ, og det antas at prosjektfeltet vil ha en høyere kulminert middelflom enn Blomsterkroken.

For å oppsummere, kan det dermed antas at prosjektfeltets kulminerte spesifikke middelflom ligger mellom 413 og 559 l/s/km<sup>2</sup>. Gjennomsnittet av disse verdiene blir 486 l/s/km<sup>2</sup>. Tatt i betraktning at prosjektfeltet har en urbaniseringsgrad på 12 %, velges det å runde opp og sette kulminert spesifikk middelflom til 500 l/s/km<sup>2</sup>. Denne verdien er sannsynligvis noe

konservativ, men kan forsvares med at grunnlaget for beregningen av 1000-årsflommen er begrenset. I tillegg kan det ikke utelukkes at urbaniseringsgraden i feltet vil øke i fremtiden.

### 3.7 Nedbør-avløpsmodell

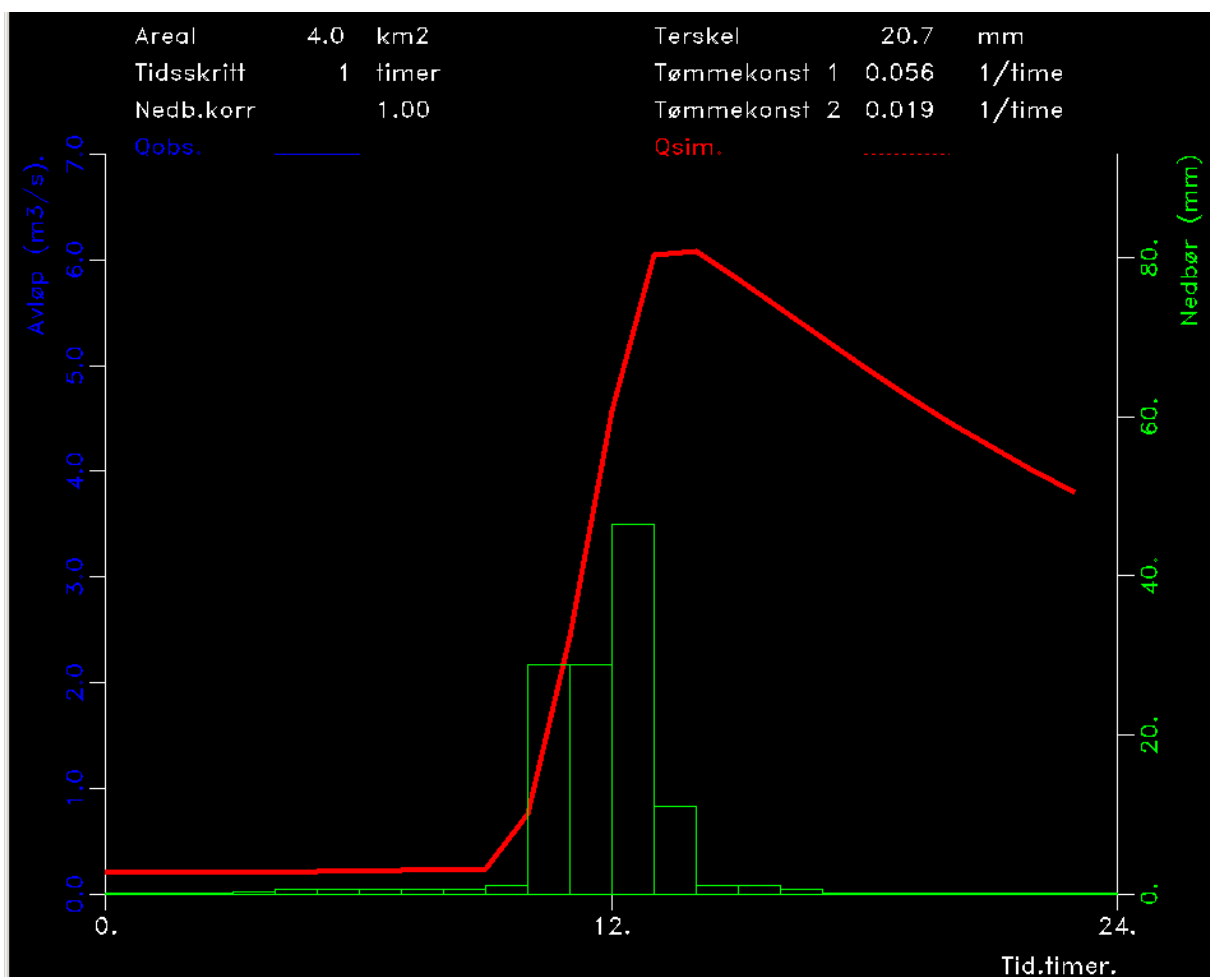
Det er også utført en beregning med nedbør-avløpsmodellen PQRUT. Det er benyttet konstruerte nedbørsverdier (årsverdier) fra Meteorologisk institutt som inngangsdata. Øvrige modellparametere er beregnet ut fra Nevina-data. Dimensjonerende timesnedbør inkludert arealreduksjonsfaktor er satt til 46,5 mm. For totimersnedbør er verdien 28,8 mm/t. Øvrige modellparametere er som følger:

K1: 0,05574

K2: 0,01897

T: 20,69602

Resultatet vises i Figur 6 under. Flomtoppen er på **6,4 m<sup>3</sup>/s**.



Figur 6. Beregningsresultat PQRUT

### 3.8 Valg av endelig 1000-årsflom

Med gjennomsnittlig vekstfaktor fra frekvensanalyse av Gryta og Sæternbekken blir kulminasjonsverdi for Q1000 lik **1902** l/s/km<sup>2</sup>. Justert for prosjektfeltets areal blir verdien **7,6** m<sup>3</sup>/s beregnet med frekvensmetoden.

Beregning med PQRUT ga en kulminasjonsverdi på **6,4** m<sup>3</sup>/s.

I NVE 7-2015 anbefales det som hovedregel å benytte vekstkurven fra formelverket for små felt og høyere gjentaksintervaller (> 50-100 år).

Med bakgrunn i dette benyttes estimert kulminert middelflom sammen med vekstfaktor (median) fra formelverket. Dette gir en kulminert vannføring på **7,95** m<sup>3</sup>/s.

Da grunnlaget for flomberegningen er noe sparsomt velges det mest konservative resultatet for 1000-årsflommen for videre bruk: **7,95** m<sup>3</sup>/s.

### 3.9 Klassifisering av usikkerhet i beregningene

Flomberegningen plasseres i usikkerhetsklasse 4, «Begrenset hydrologisk datagrunnlag», jfr. NVE (2011). Dette fordi det ikke foreligger observasjoner i vassdraget, samt at de utvalgte referansestasjonene ikke ligger i umiddelbar nærhet, og har begrenset serielengde

### 3.10 Klimatillegg

I henhold til NVE-rapport 81-2016 anbefales opp til 40 % klimapåslag for nedbørfelt under 100 km<sup>2</sup>. For dette feltet velges et klimatillegg på 40 %, tatt i betraktning feltes areal, urbaniseringsgrad, samt usikkerheten forbundet med beregning av 1000-årsflommen.

1000-årsflommen settes dermed til **11,1** m<sup>3</sup>/s, som for øvrig er innenfor konfidensintervallet til det opprinnelige estimatet med NIFS-formelverket i Tabell 4.

## 4 VANNLINJEBEREGNING

### 4.1 Grunnlag og forutsetninger

For vannlinjeberegningen er det benyttet HEC-RAS versjon 5.0.1. Programmet er utviklet av U.S. Army Corps of Engineers og er standardverktøy for endimensjonale vannlinjeberegninger.

Det er målt opp 12 tverrprofiler av bekkeløpet/sideareal, samt målinger av vegoverflate og høyder på kulverter/stikkrenner. Målingene ble utført av Scan survey den 06.03.2017. Basis-terrengmodell er satt opp med utgangspunkt i FKB-data (enmeterskoter) fra Oppegård og Ski kommune, og innmålingene er deretter innarbeidet i denne. Tverrprofiler til modellen er så generert ut fra den bearbejdede terrengmodellen.

Modellen omfatter ca. 1500 meter av vassdraget, fra Grønlimyra i nord, gjennom Snipetjern og videre langs bekken mot rundkjøringen ved Taraldrudveien. Herfra fortsetter den ca. 220 meter videre nedstrøms.

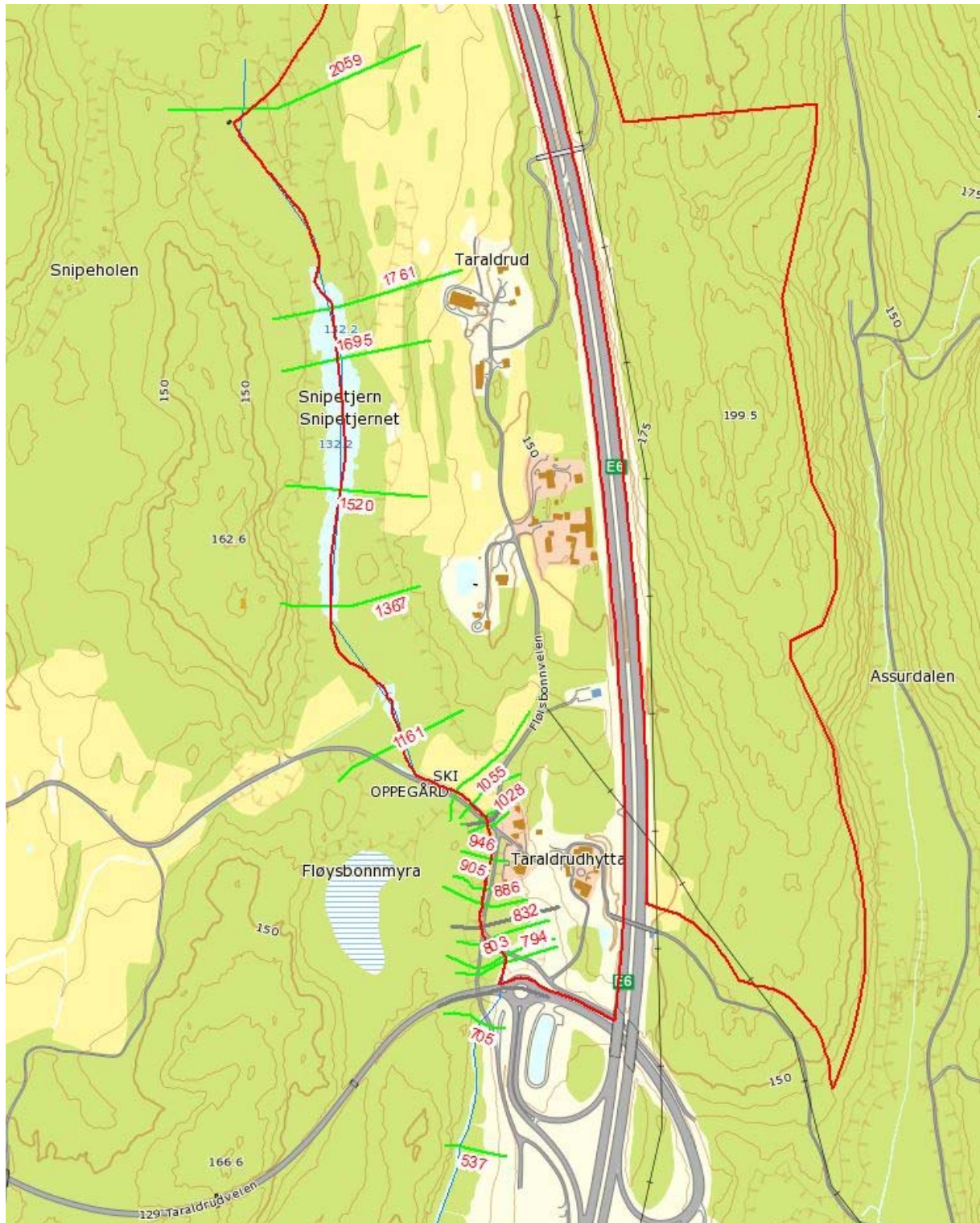
Det er ikke tatt høyde for flom ved islagt vassdrag og det er lagt til grunn at geometrien ikke forandrer seg under flom.

### 4.2 Grensebetingelser

Vannføringen fra flomberegningen inklusive klimafaktor på 40 % er brukt som inngangsdata i den hydrauliske modellen (stasjonær strømning). Det er antatt normalstrømning som nedre grensebetingelse. Ved normalstrømning følger vannspeilet helningen til elvebunnen.

### 4.3 Kalibrering og ruhetsverdier

Det foreligger ikke kalibreringsdata for vassdraget, det vil si samtidig måling av vannføring og vannstand. Fastsettelse av hydrauliske ruhetsverdier i modellen er derfor basert på erfaringstall, primært fra Vassdragshåndboka (Fergus m.fl., 2010). For å vurdere usikkerheten i de benyttede ruhetsverdiene er det kjørt en følsomhetsanalyse der verdiene er økt med 25 %. Resultatene er presentert i Tabell 7.

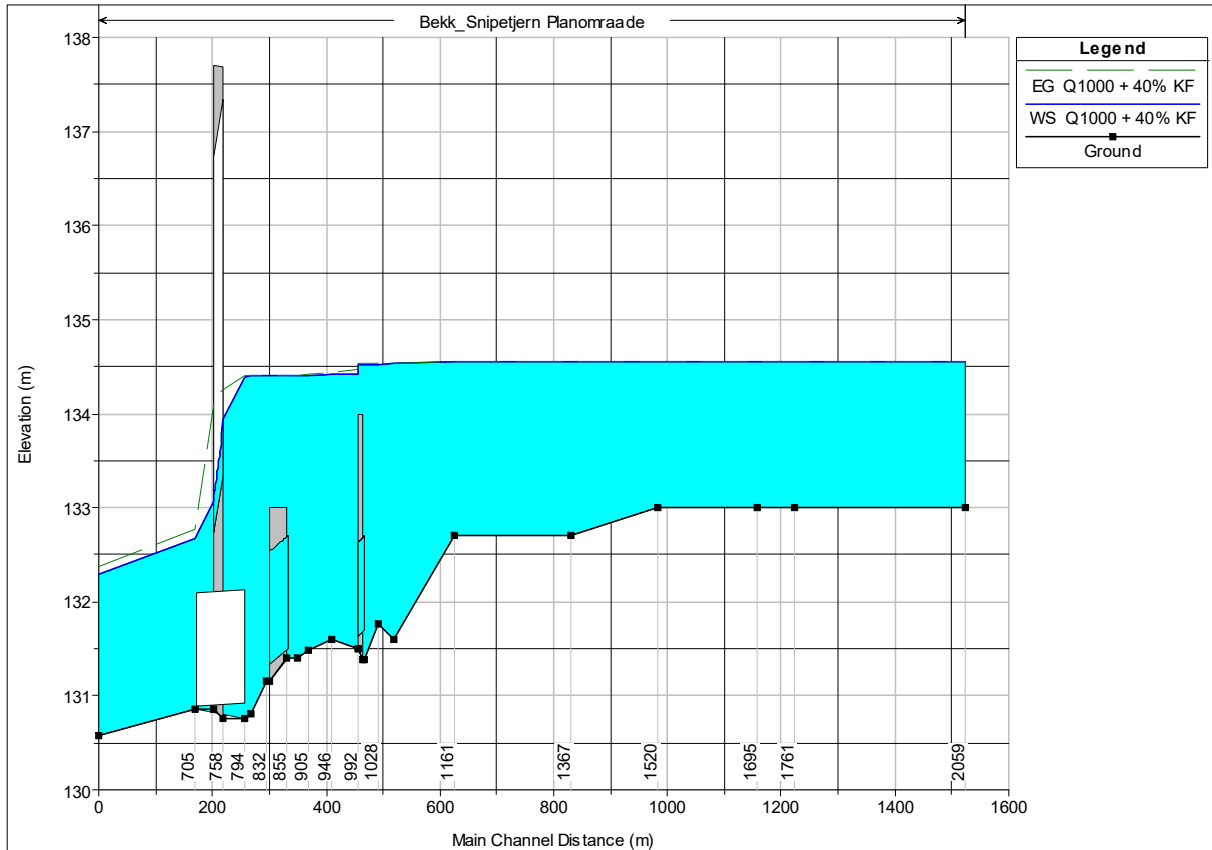


Figur 7. Utsnitt av modellen med profilnumre. Plangrense er markert med rødt



#### 4.4 Resultater

Modellen er kjørt med beregnet 1000-årsflom lik  $11.1 \text{ m}^3/\text{s}$ , jfr. Avsnitt 3.10. Figur 8 viser beregnet vannlinje som lengdeprofil. Vannstand for de ulike tverrprofilene er listet i Tabell 7.



Figur 8. Beregnet lengdeprofil fra HecRas. Strømningsretning fra høyre (nord) mot venstre (sør)

Beregnet vannstand oppstrøms Taraldrudveien/rundkjøring ligger relativt konstant på ca. kote 134,5.

Estimert utstrekning på vannflate er vist i Figur 9.



Figur 9. Estimert utbredelse av vannflate ved 1000-årsflom med klimafaktor. For flomsikkert nivå se Tabell 8

#### 4.5 Følsomhetsanalyse

For å vurdere effekten av usikkerhet i ruhetsverdier er det foretatt følsomhetsanalyse. Dette gjøres ved å øke samtlige ruhetsverdier med 25 % for så å beregne hvor stor endring i vannstand dette gir for tverrprofilene. Resultatet er vist i Tabell 7.

Tabell 7. Beregnet vannstand for 1000-årsflom med klimafaktor, samt ved 25 % økning av alle ruhetsverdier (n)

Stasjon/profil [nr]	Vannstand [moh]		Differanse [m]
	n	n + 25%	
2059	134.56	134.58	0.02
1761	134.56	134.58	0.02
1695	134.56	134.58	0.02
1520	134.56	134.58	0.02
1367	134.55	134.58	0.03
1161	134.55	134.57	0.02
1055	134.53	134.55	0.02
1028	134.53	134.54	0.01
1005	134.52	134.53	0.01
Kulvert			
992	134.42	134.46	0.04
946	134.42	134.45	0.03
905	134.4	134.42	0.02
886	134.4	134.42	0.02
Kulvert			
832	134.4	134.42	0.02
803	134.4	134.41	0.01
794	134.39	134.41	0.02
Kulvert (rundkjøring)			
705	132.68	132.82	0.14
537	132.29	132.42	0.13

Tallene viser at en 25 % økning i ruhetsverdier ikke utgjør mer enn 4 cm i økt vannstand oppstrøms rundkjøringa. Nedstrøms er økningen opp mot 14 cm, men her er konsekvensene også desto mindre, og arealene her ligger utenfor planområdet.

Det er også gjort en tilsvarende følsomhetsanalyse der *vannføringsverdiene* økes med 10 til 50 %. En 50 % økning av vannføring resulterte i opp til 47 cm vannstandsøkning oppstrøms Taraldrudveien. I lys av dette virker det rimelig å legge en sikkerhetsmargin på 0,5 m på de beregnede vannstandene.

## 5 OPPSUMMERING

### 5.1 Flomsikkert nivå for 1000-årsflom

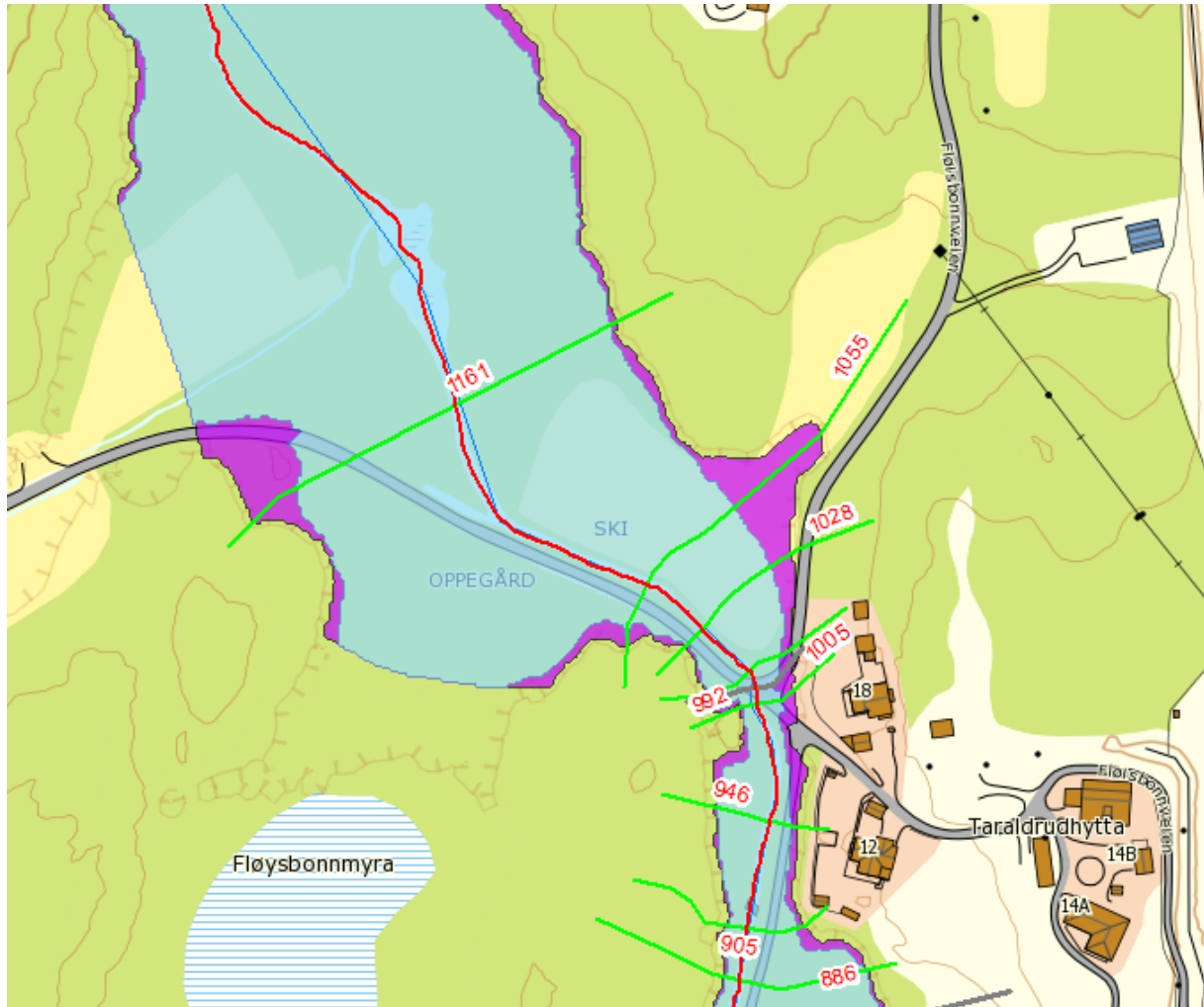
Beregnet 1000-årsflom vil resultere i en vannstand ved planområdet opp mot kote +134,6. Følsomhetsanalysen indikerer en feilmargin som følge av usikre ruhetsverdier på ca. 4 cm oppstrøms Taraldrudveien/rundkjøring. For vannføring vil en 50 % økning i vannføring gi opp til 47 cm økning i vannstand. Det velges derfor å legge en sikkerhetsmargin på 0,5 m på de beregnede vannstandene. Beregnet vannstand pluss 0,5 m kan dermed regnes som flomsikkert nivå for 1000-årsflommen. Flomsikkert nivå er da gitt av Tabell 8.

Tabell 8. Beregnet flomsikkert nivå

Stasjon/profil [nr]	Beregnet vannstand [moh]	Flomsikkert nivå (+ 0,5 m) [moh]
2059	134.56	135.06
1761	134.56	135.06
1695	134.56	135.06
1520	134.56	135.06
1367	134.55	135.05
1161	134.55	135.05
1055	134.53	135.03
1028	134.53	135.03
1005	134.52	135.02
Kulvert		
992	134.42	134.92
946	134.42	134.92
905	134.4	134.9
886	134.4	134.9
Kulvert		
832	134.4	134.9
803	134.4	134.9
794	134.39	134.89
Kulvert (rundkjøring)		
705	132.68	133.18
537	132.29	132.79

## 5.2 Nord for Fløisbonnveien

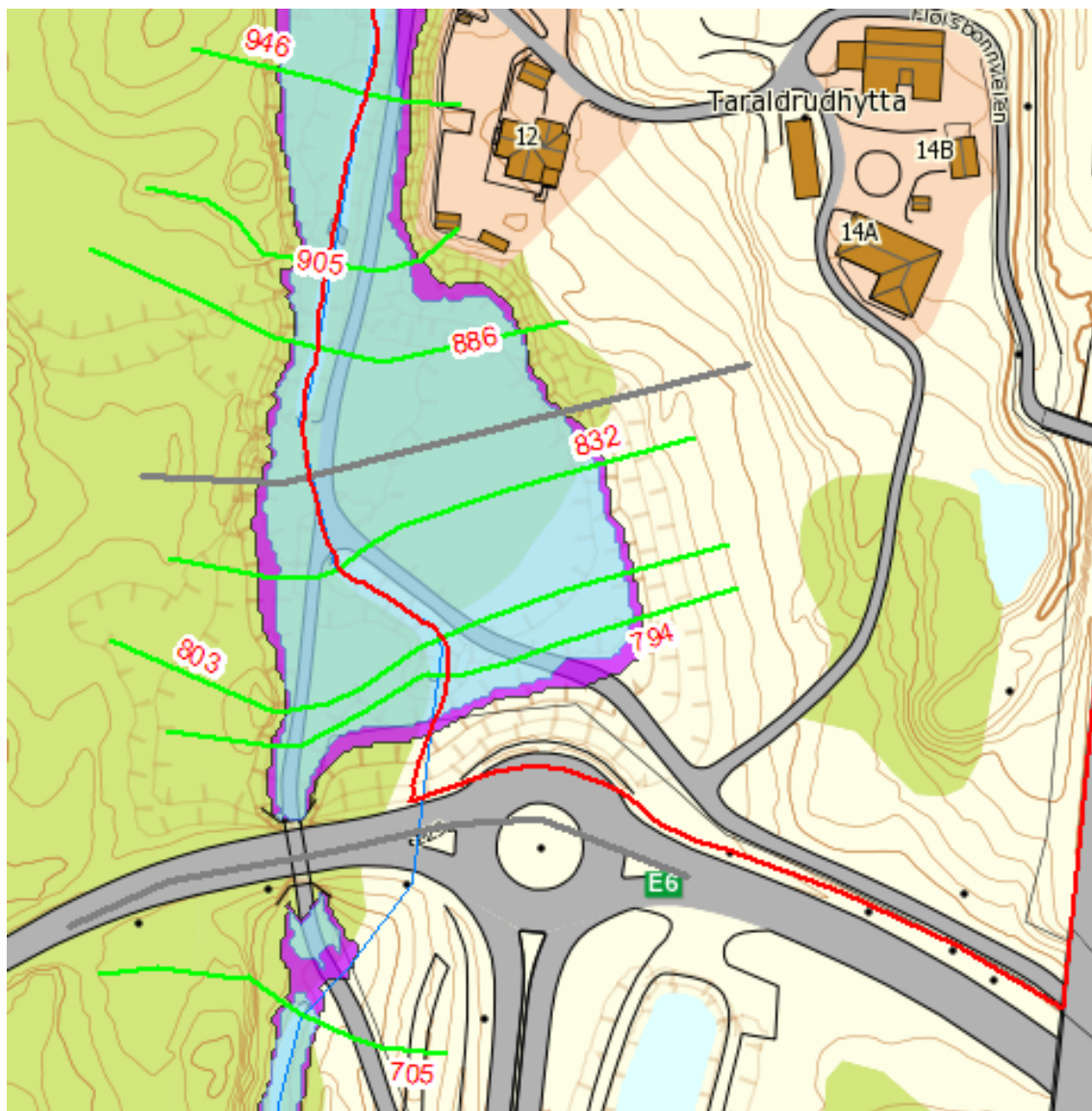
For området vurdert som mulig parkeringsareal nord for krysset i Fløisbonnveien er vannstanden beregnet til kote +134.55, med estimert vannfylt areal som vist i Figur 10:



Figur 10. Vannlinje ved krysset i Fløisbonnveien. Blå flate representerer tusenårsflom med klimafaktor 40 %. Lilla flate indikerer sikkerhetsmargin på +0,5 m.

## 5.3 Taraldrudveien/rundkjøring

For arealet rett oppstrøms Taraldrudveien og rundkjøringa er vannstanden beregnet til å ligge mellom kote +134.44 og 134.39. Estimert vannflate er vist i Figur 11. Veifyllinga vil fungere som en demning, men samtidig vil fotgjengerundergangen sørge for at selv ekstreme flommer vil kunne passere uten at vannet når veibanen. Se også Figur 12 og Figur 13. Overslagsberegninger tyder på at det vil kreves en flom 6-7 ganger større enn den beregnede tusenårsflommen før vannet når opp til veibanen og rundkjøringa.



Figur 11. Beregnet vannlinje ved rundkjøring. Blå flate representerer tusenårsflom med klimafaktor 40 %. Lilla flate indikerer sikkerhetsmargin på +0,5 m.



*Figur 12. Foto fra nordsiden av rundkjøringa. Stikkrenne til venstre og fotgjengerundergang til høyre. Undergangen vil sørge for at selv ekstreme flommer > 1000 års gjentaksintervall kan passere uten at vannet når veibanen*



*Figur 13. Fotgjengerundergangen sett fra nord*

## 6 REFERANSER

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

**NVE rapport 7-2015:** Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt

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

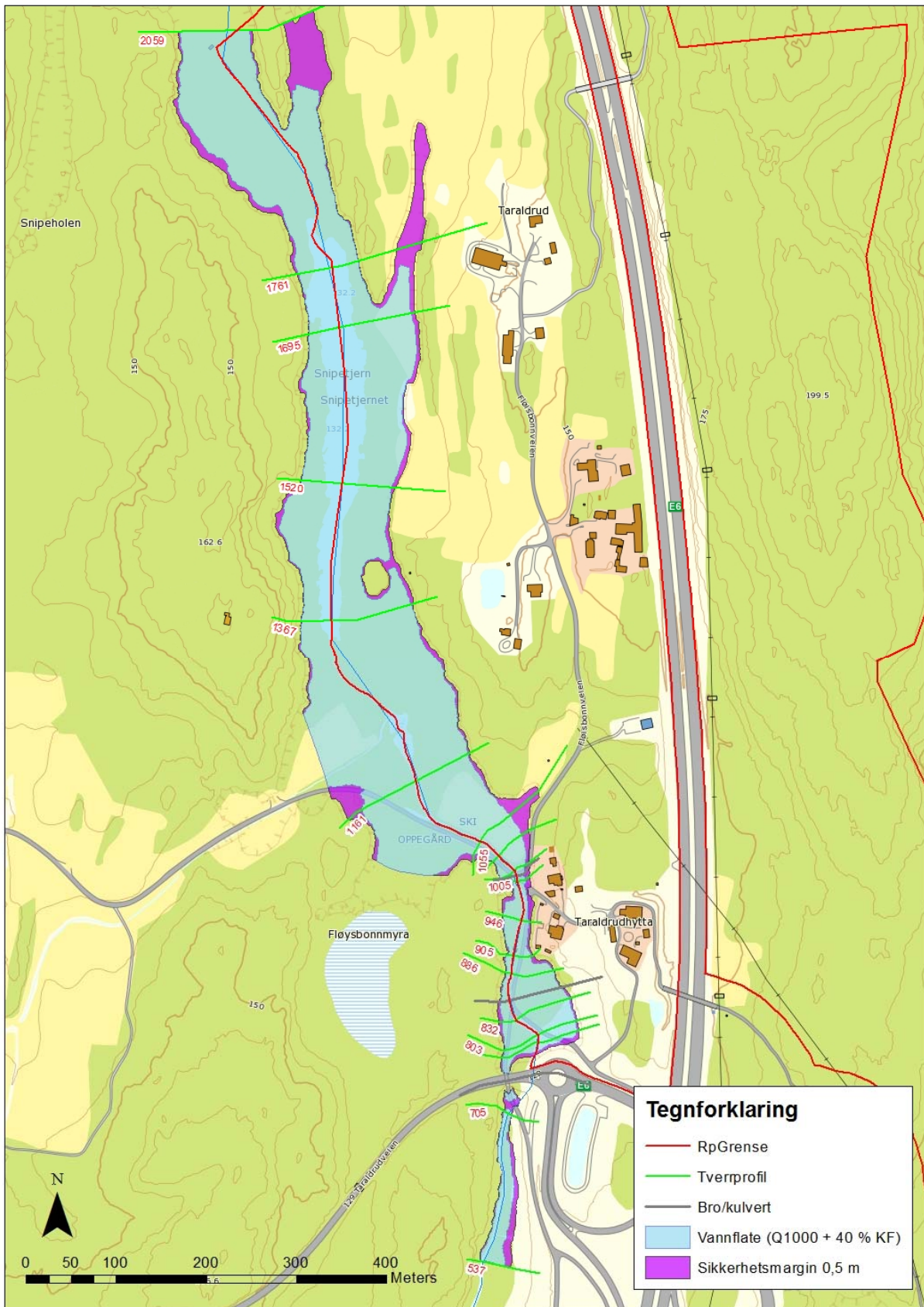
**Fergus m.fl. (2010):** Vassdragshåndboka. Tapir akademisk forlag



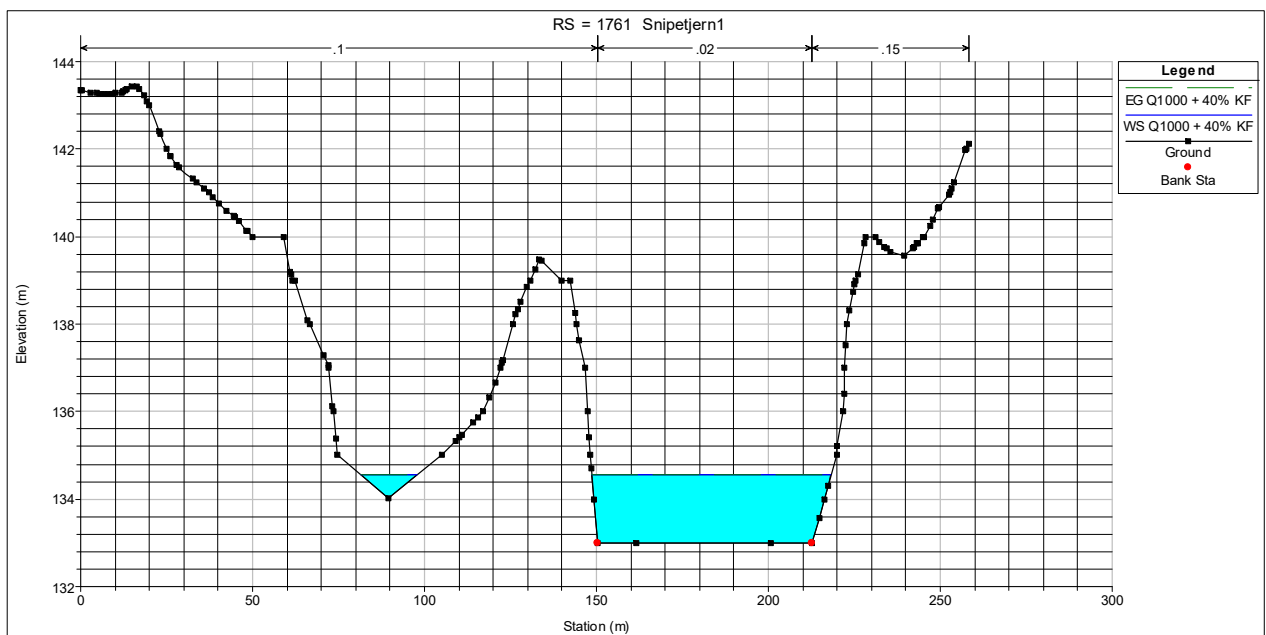
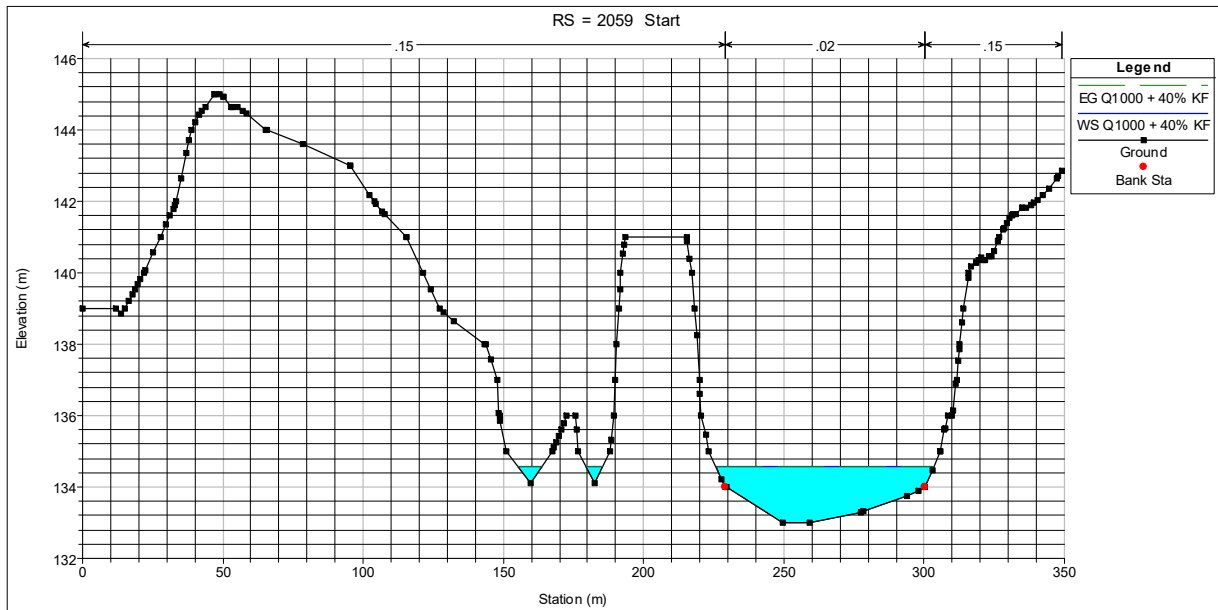
## 7 VEDLEGG

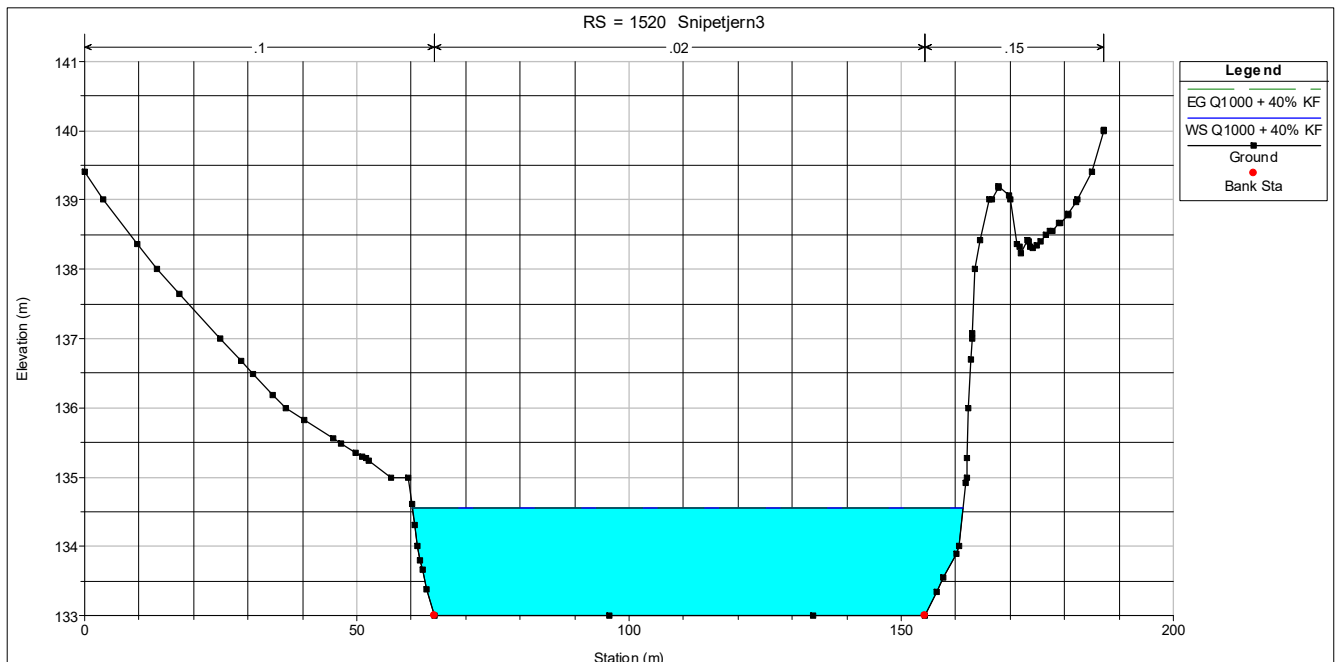
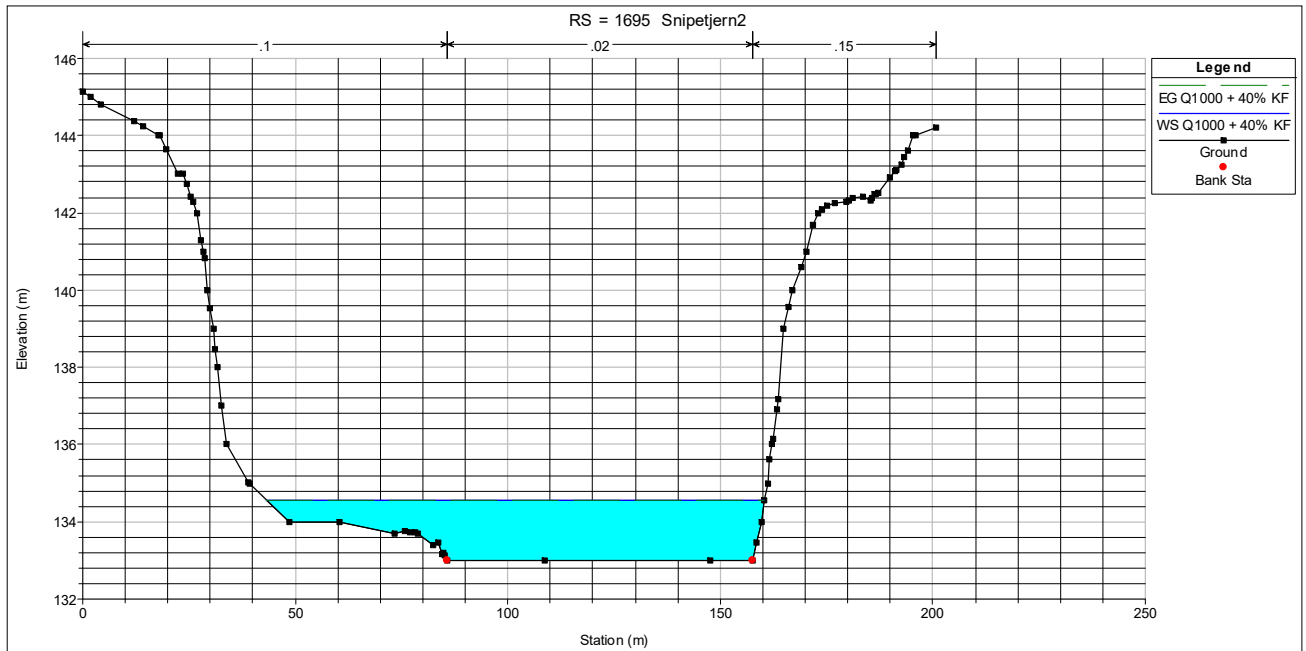
- Vedlegg 1: Estimert vannflate med sikkerhetsmargin
- Vedlegg 2: Beregnede profiler
- Vedlegg 3: Utskrift fra NEVINA
- Vedlegg 4: Frekvensanalyse
- Vedlegg 5: Nedbørsdata

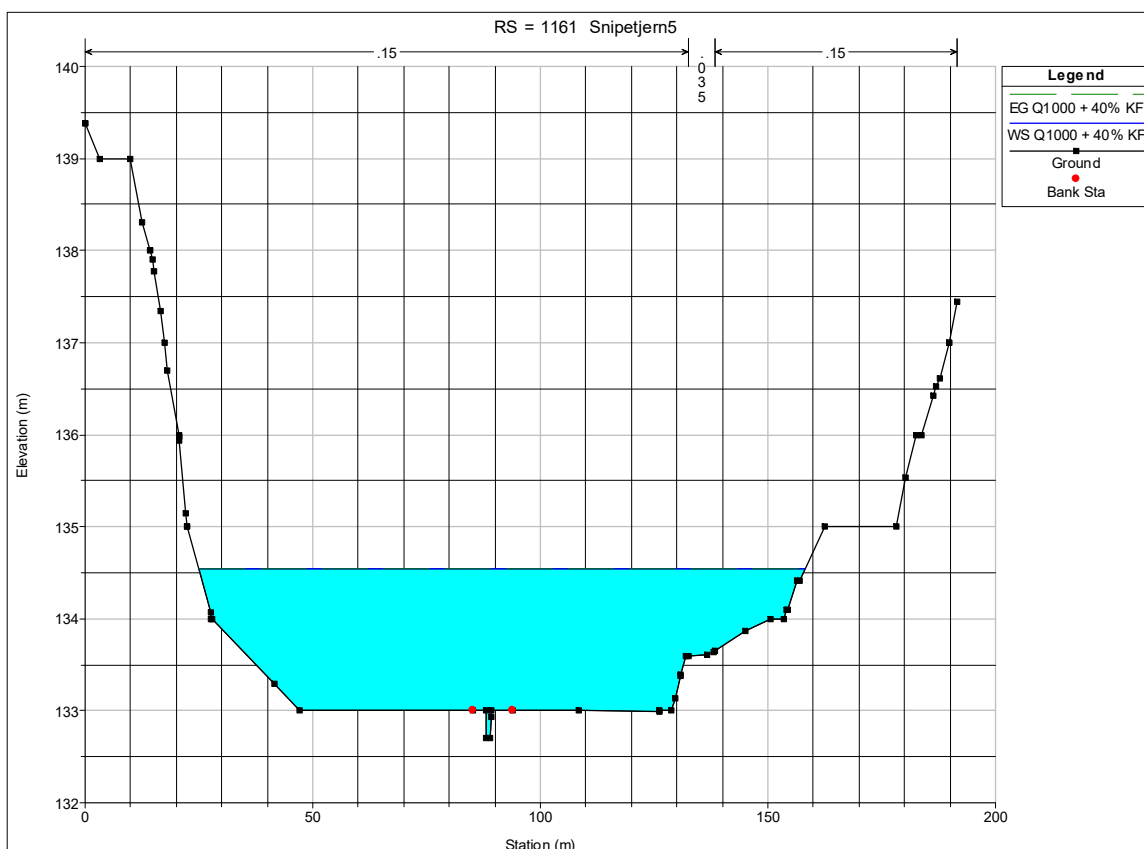
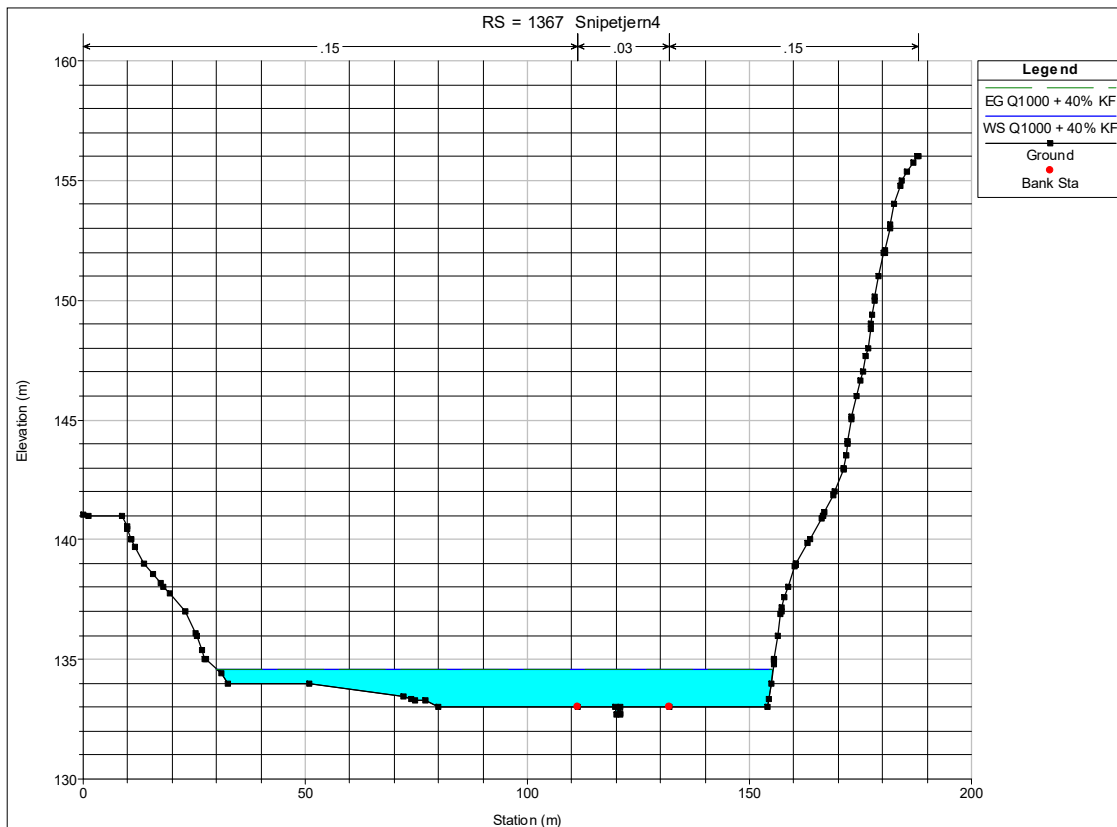
## VEDLEGG 1: ESTIMERT VANNFLATE MED SIKKERHETSMARGIN

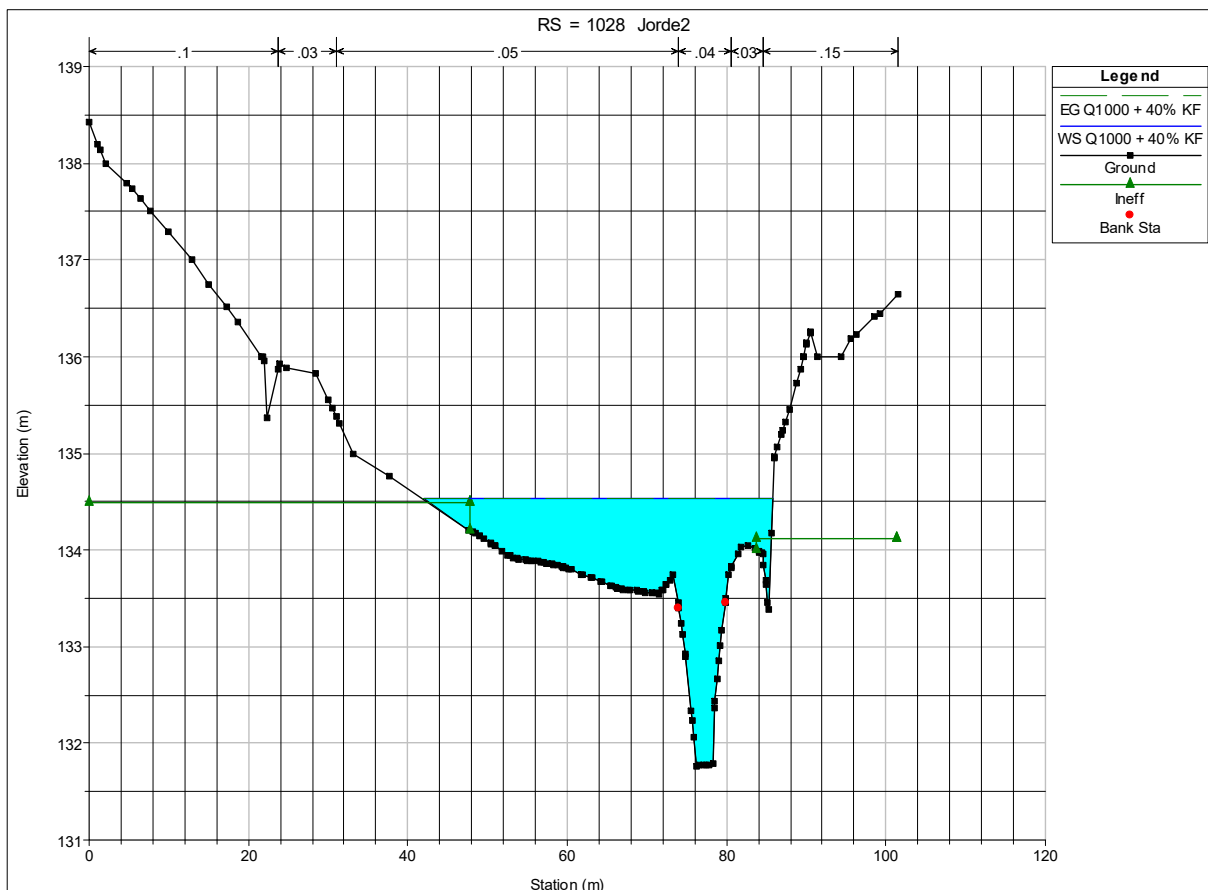
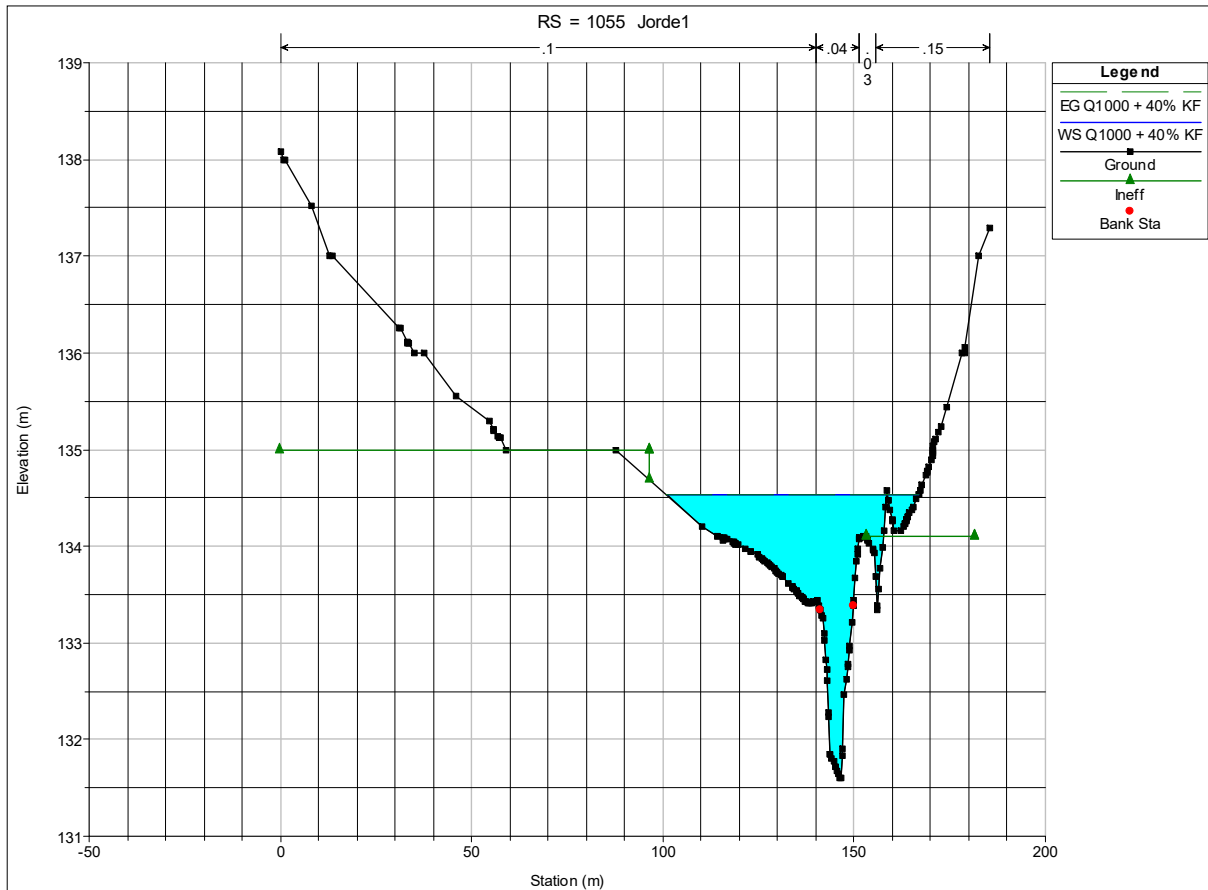


## VEDLEGG 2 – BEREGNEDE PROFILER

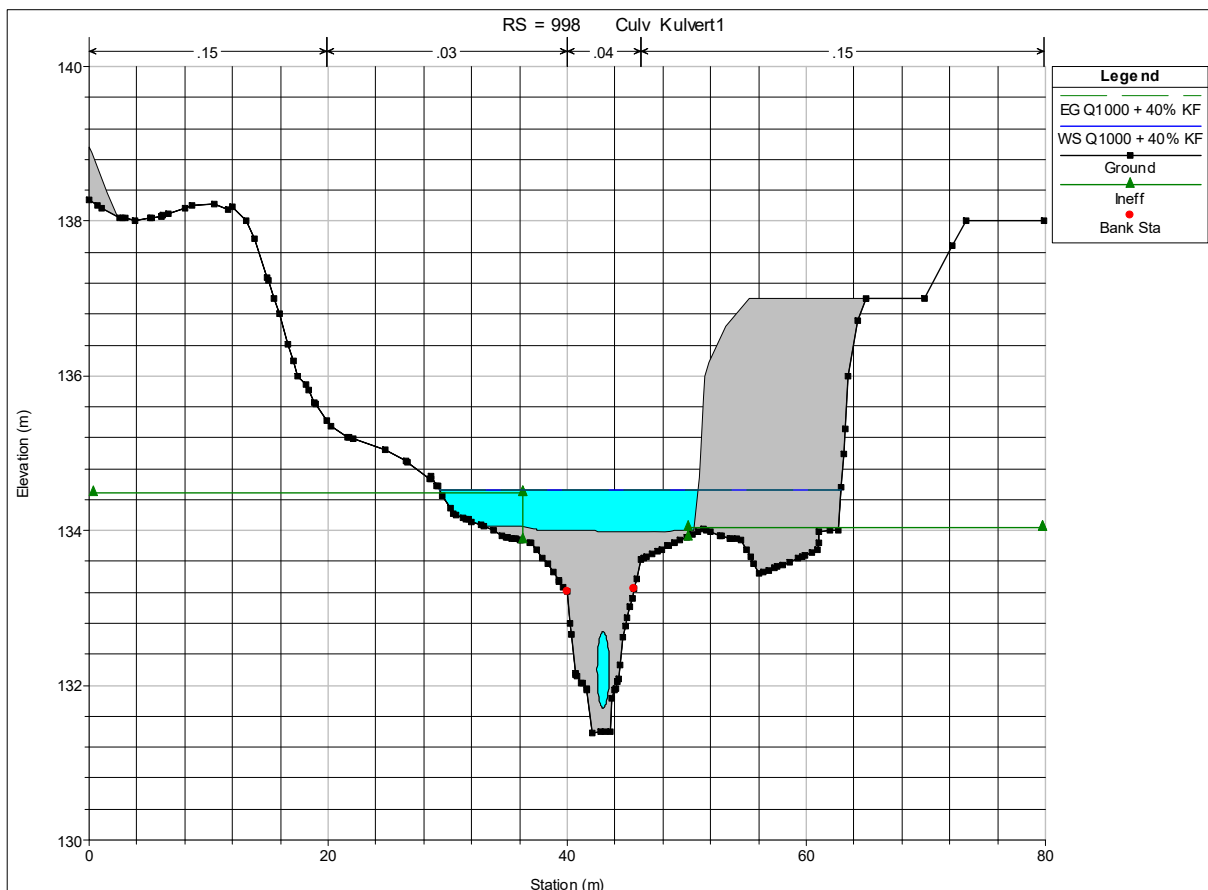
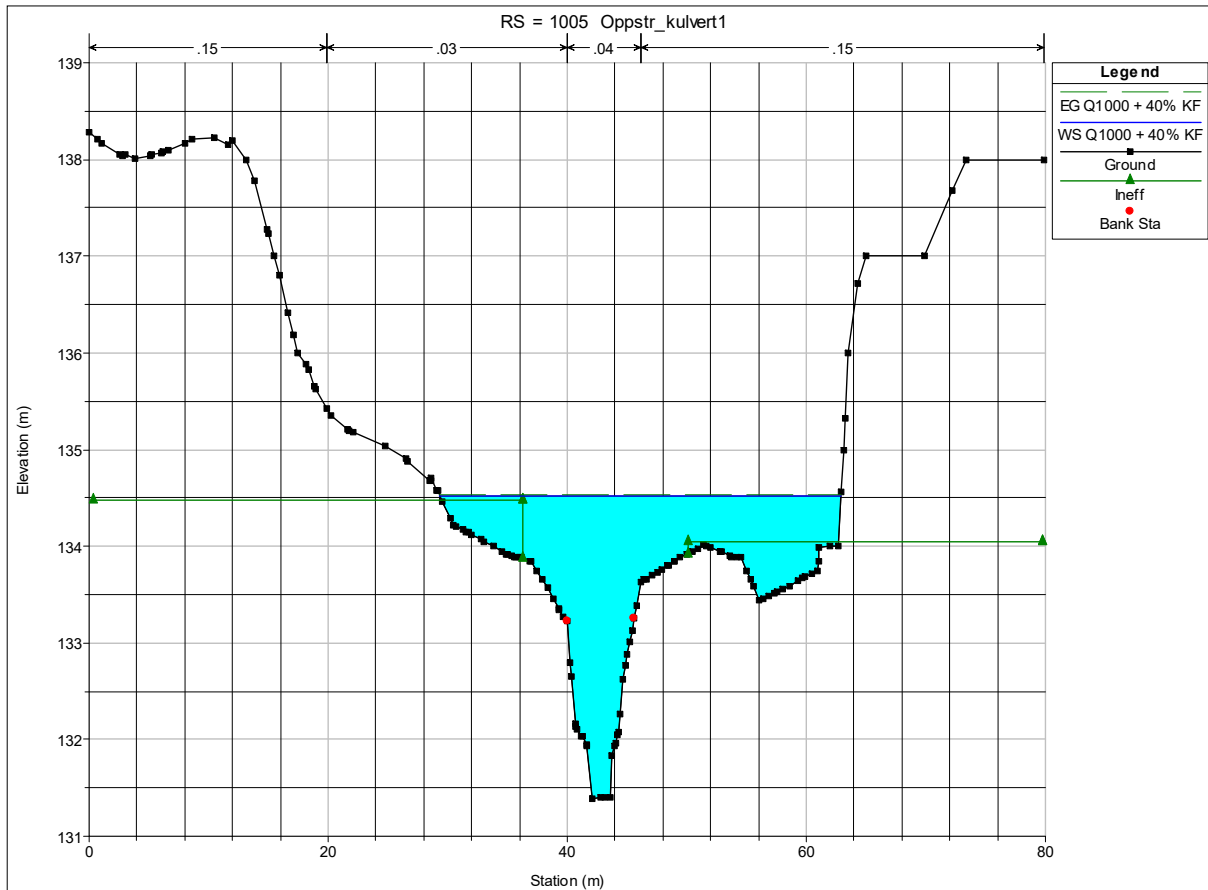


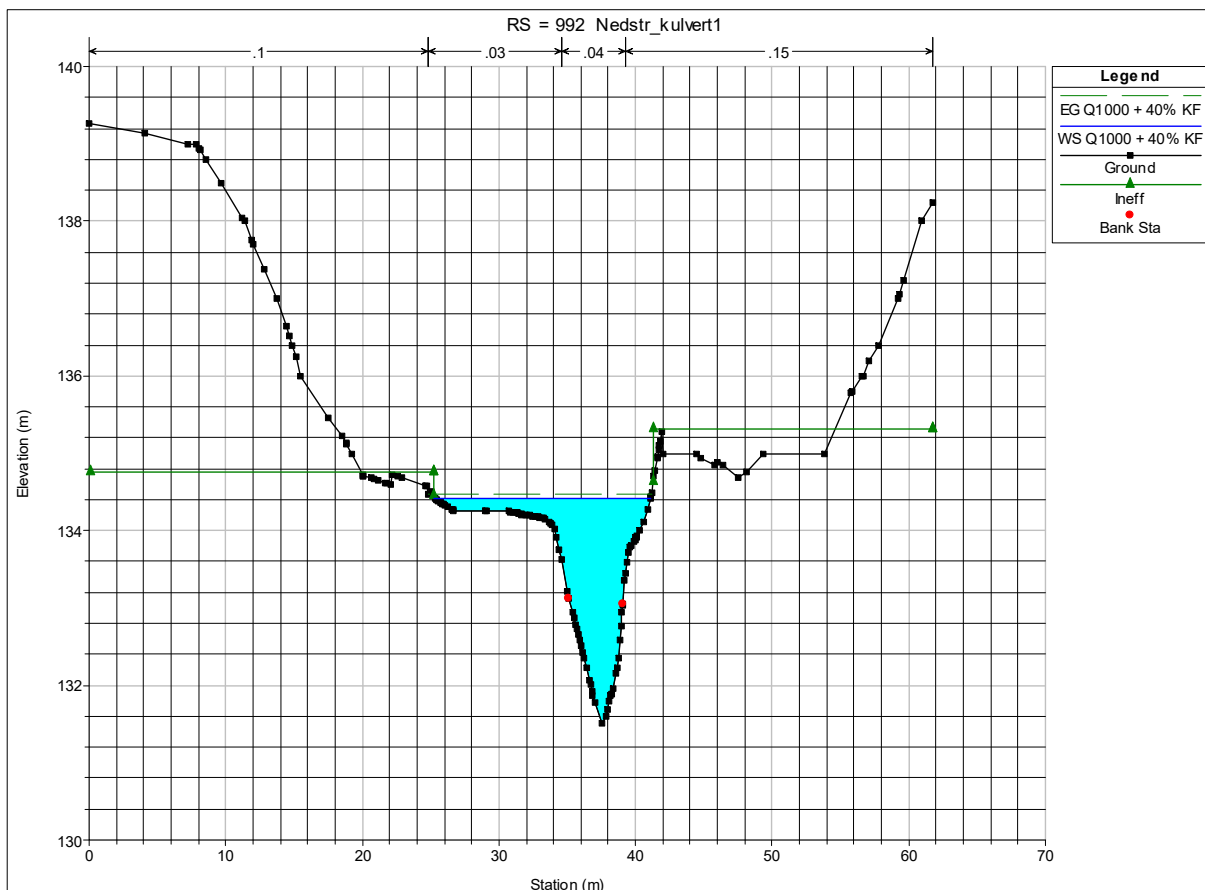
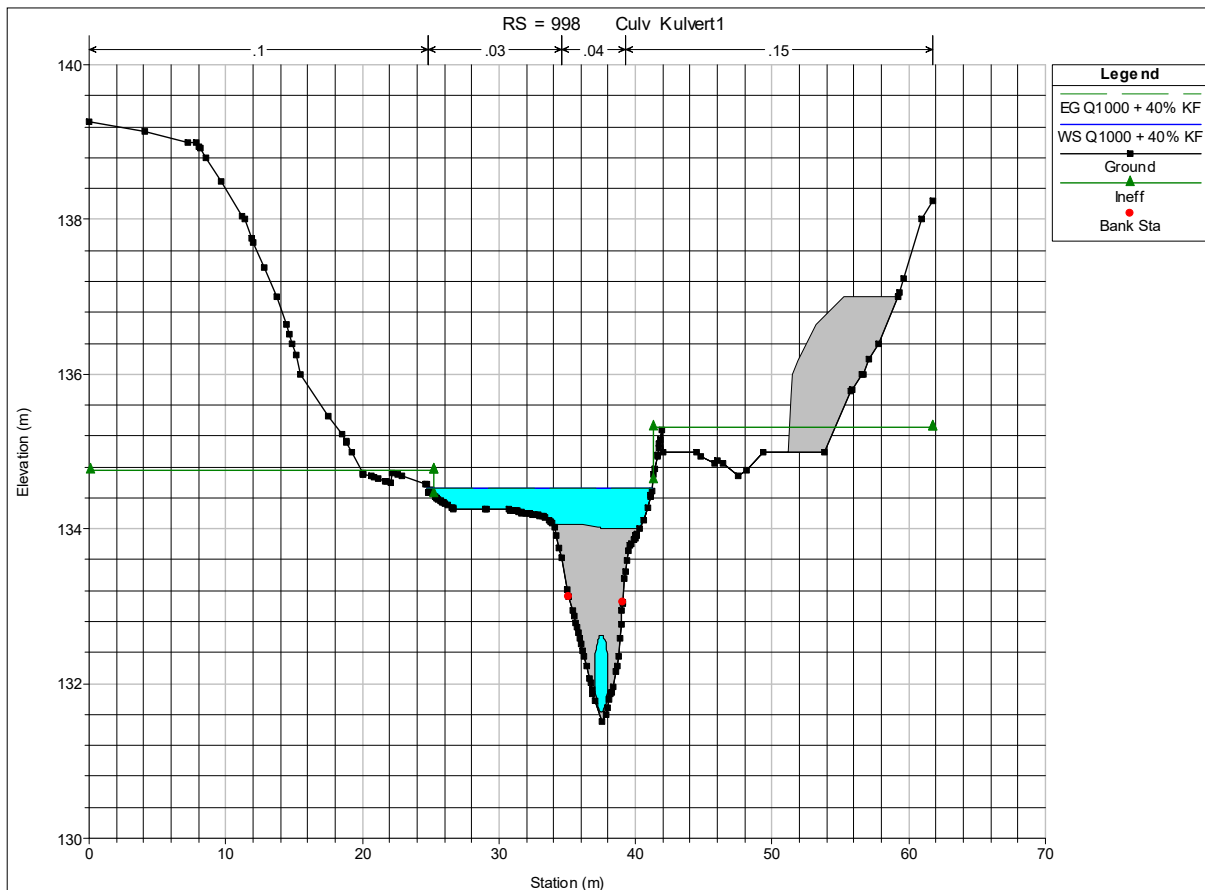


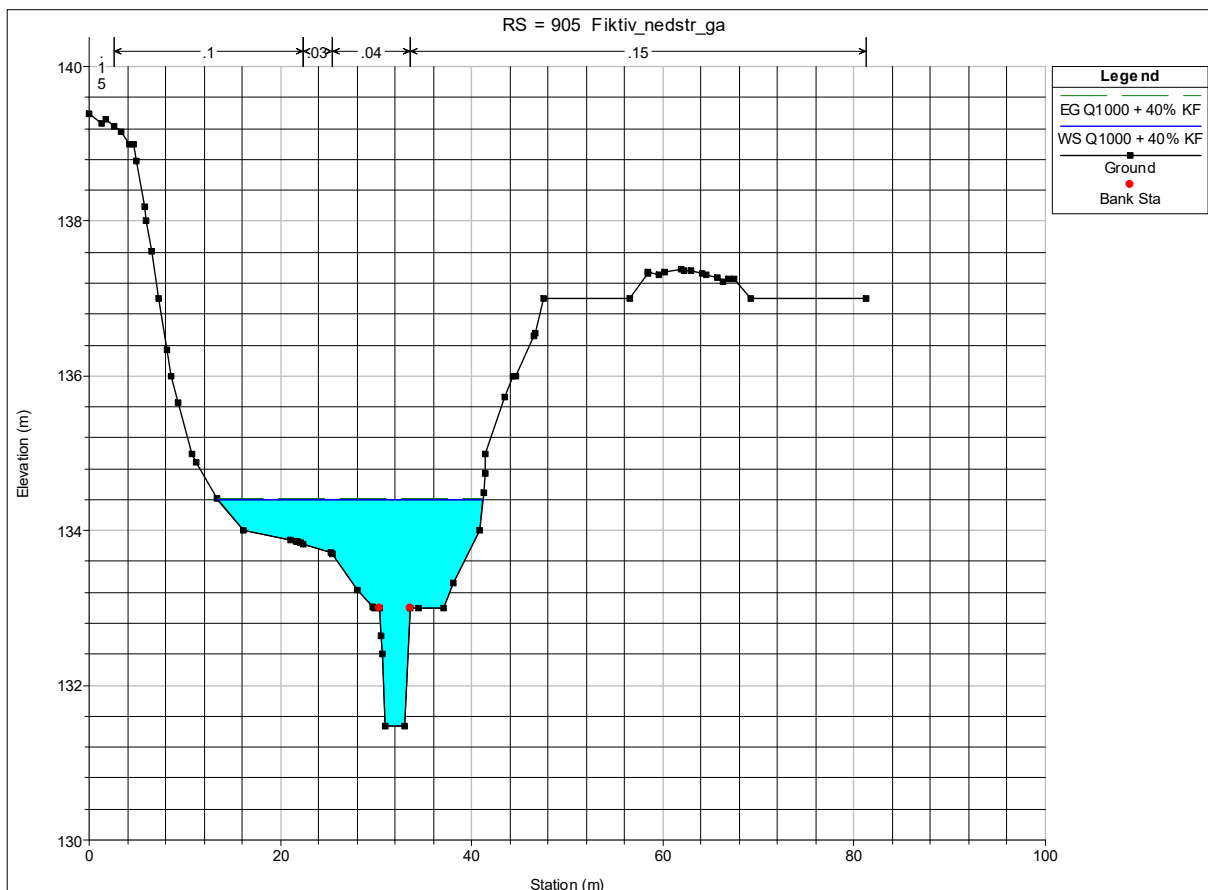
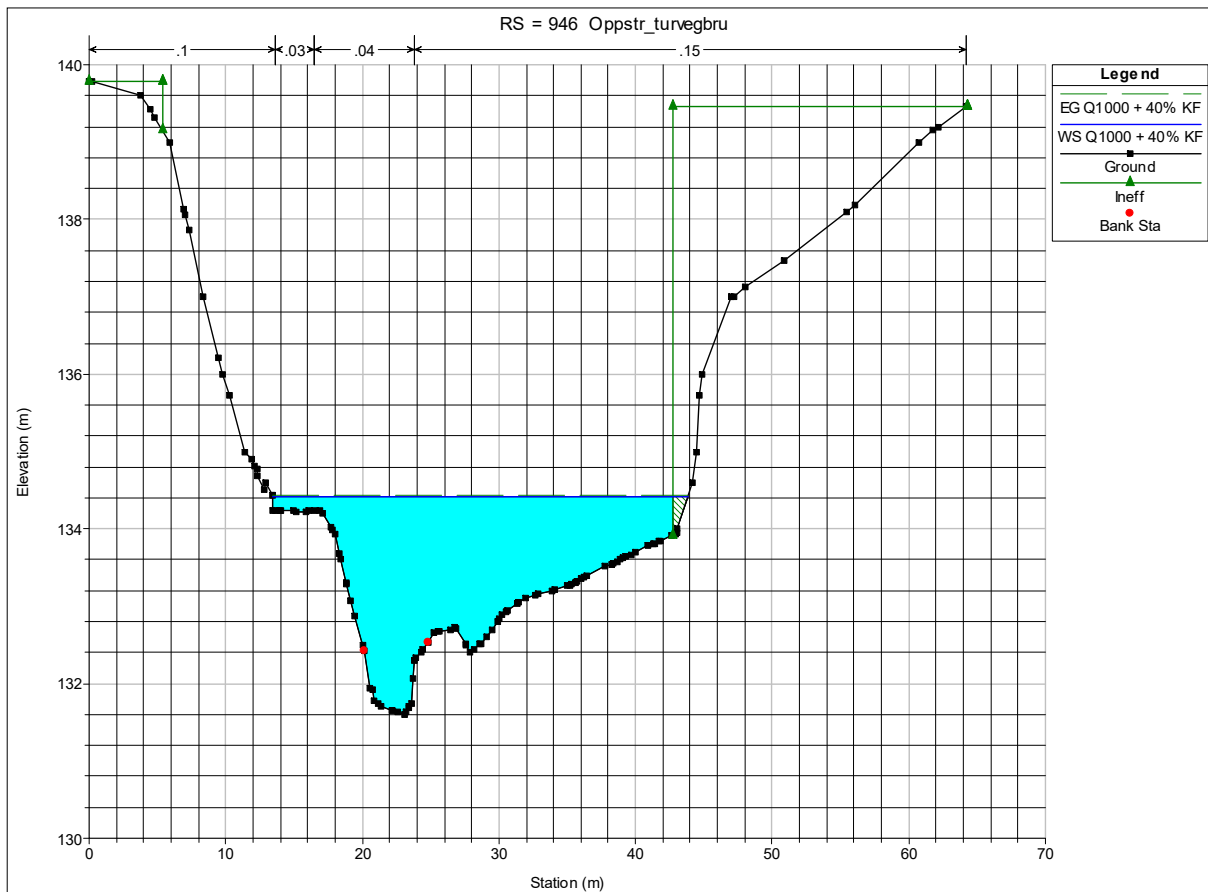


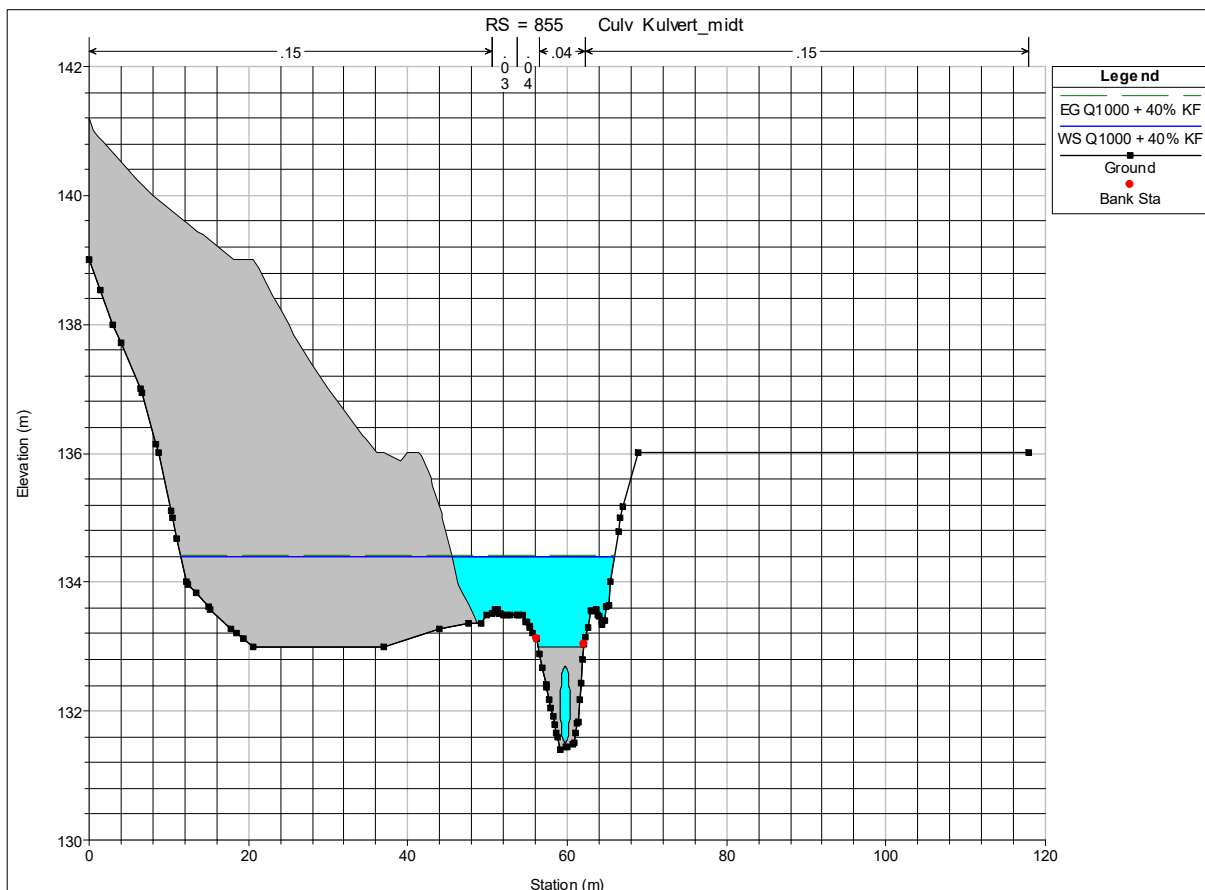
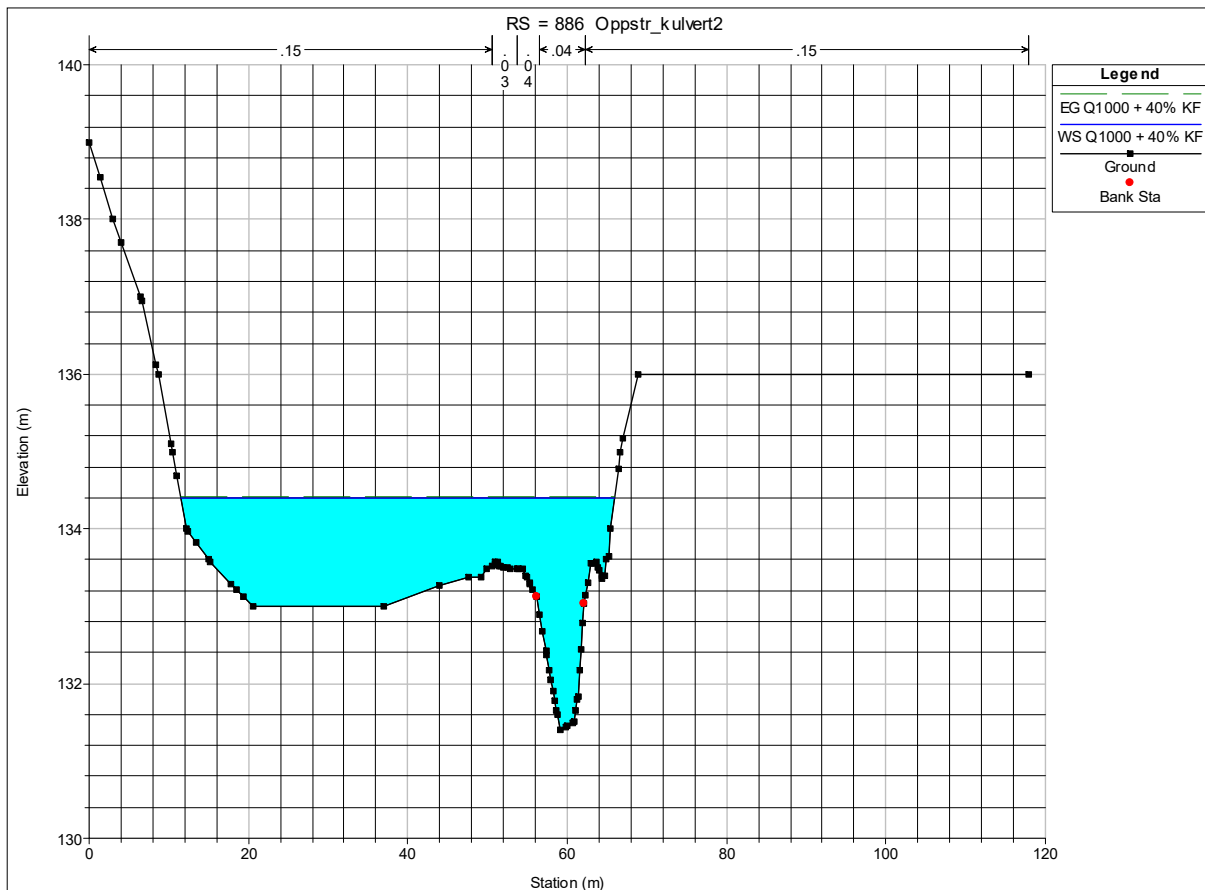


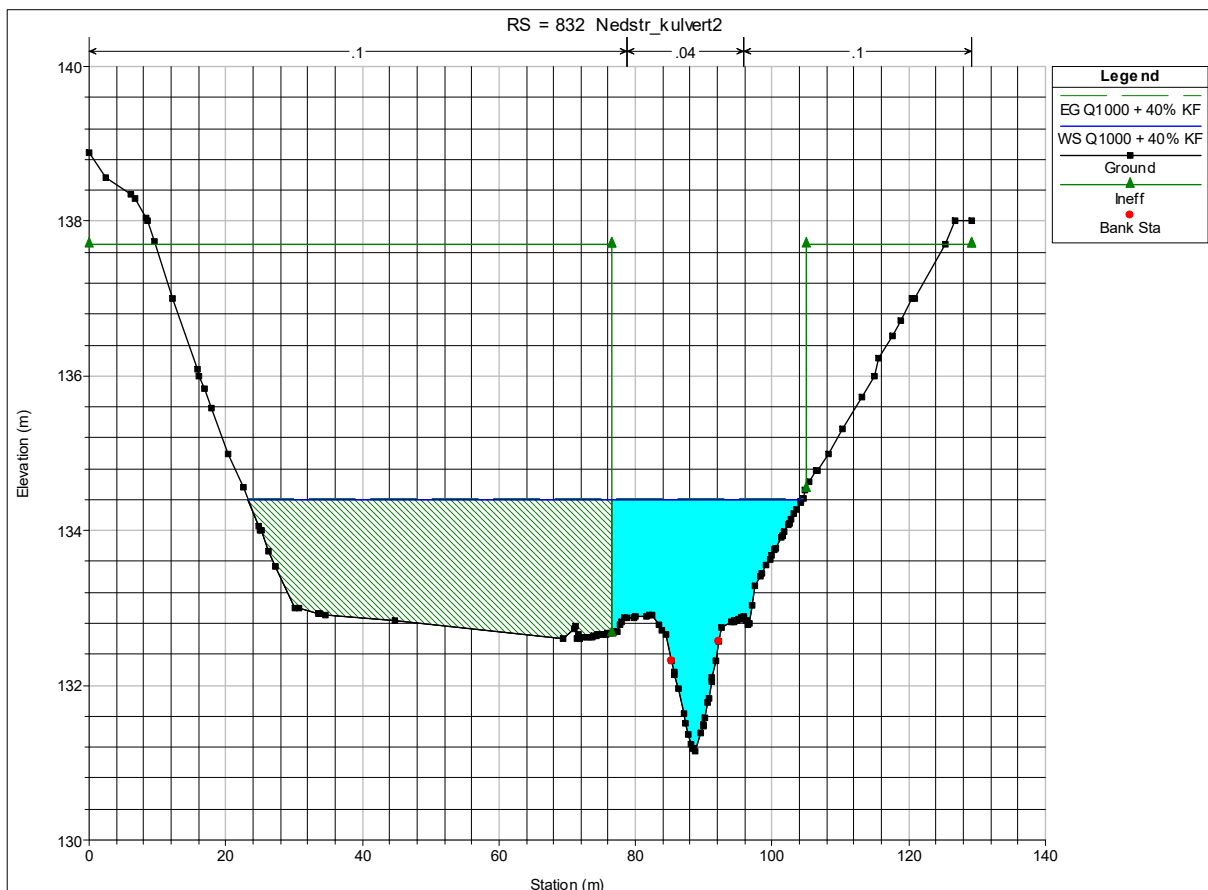
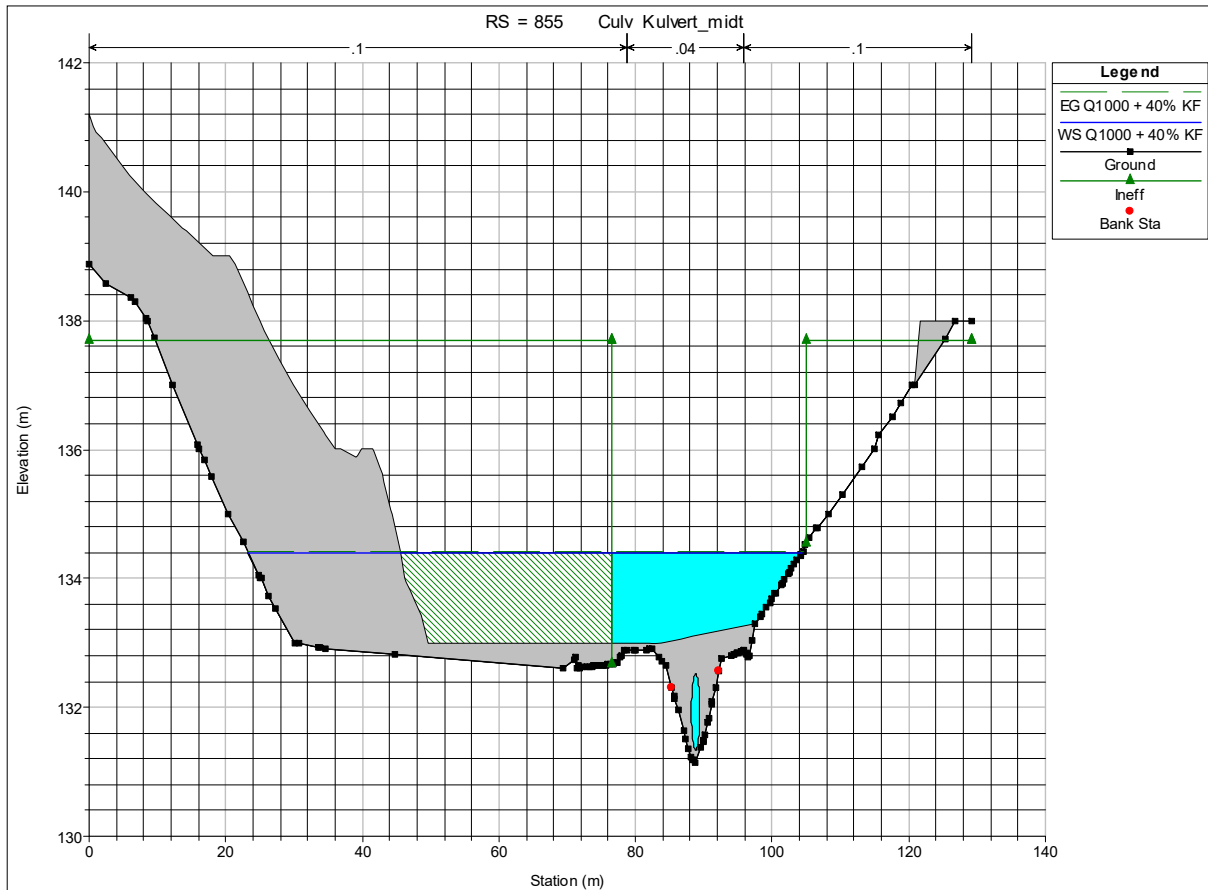


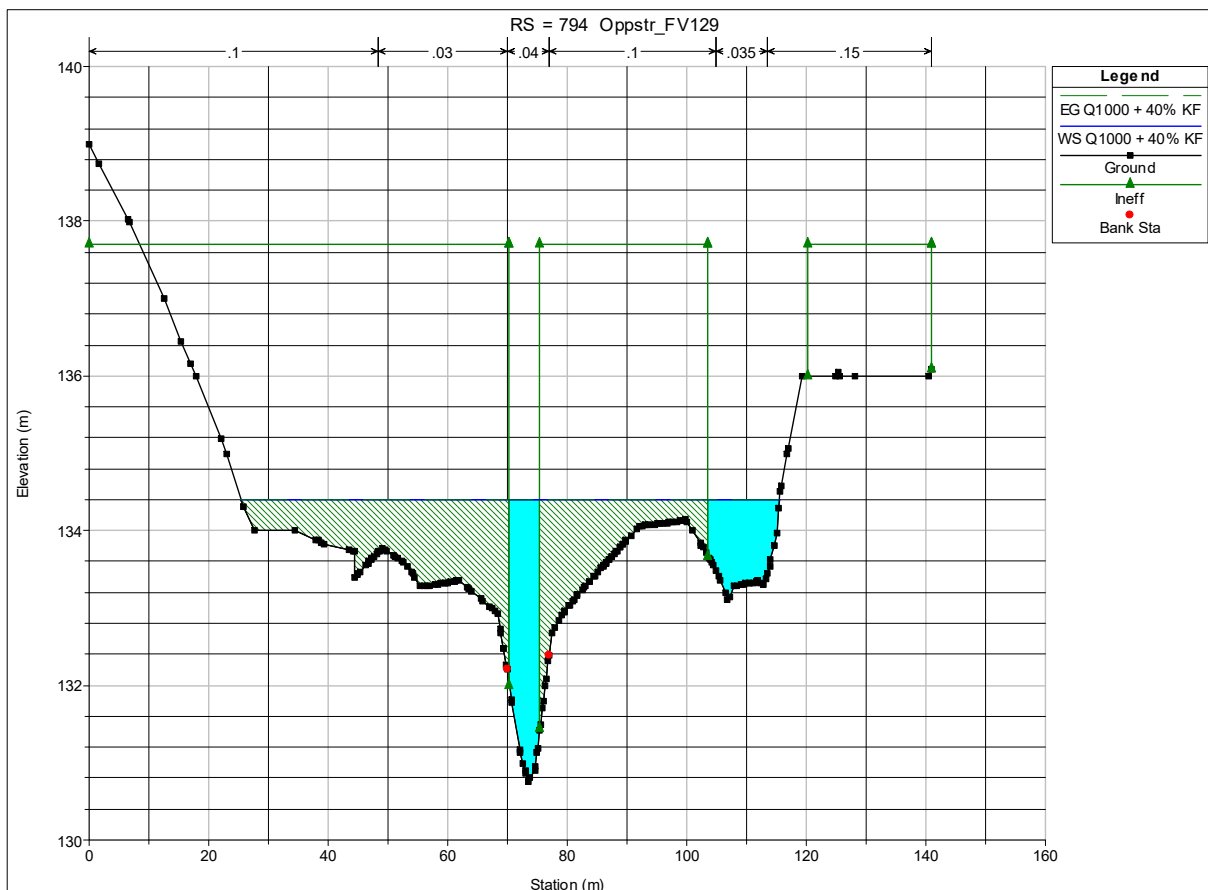
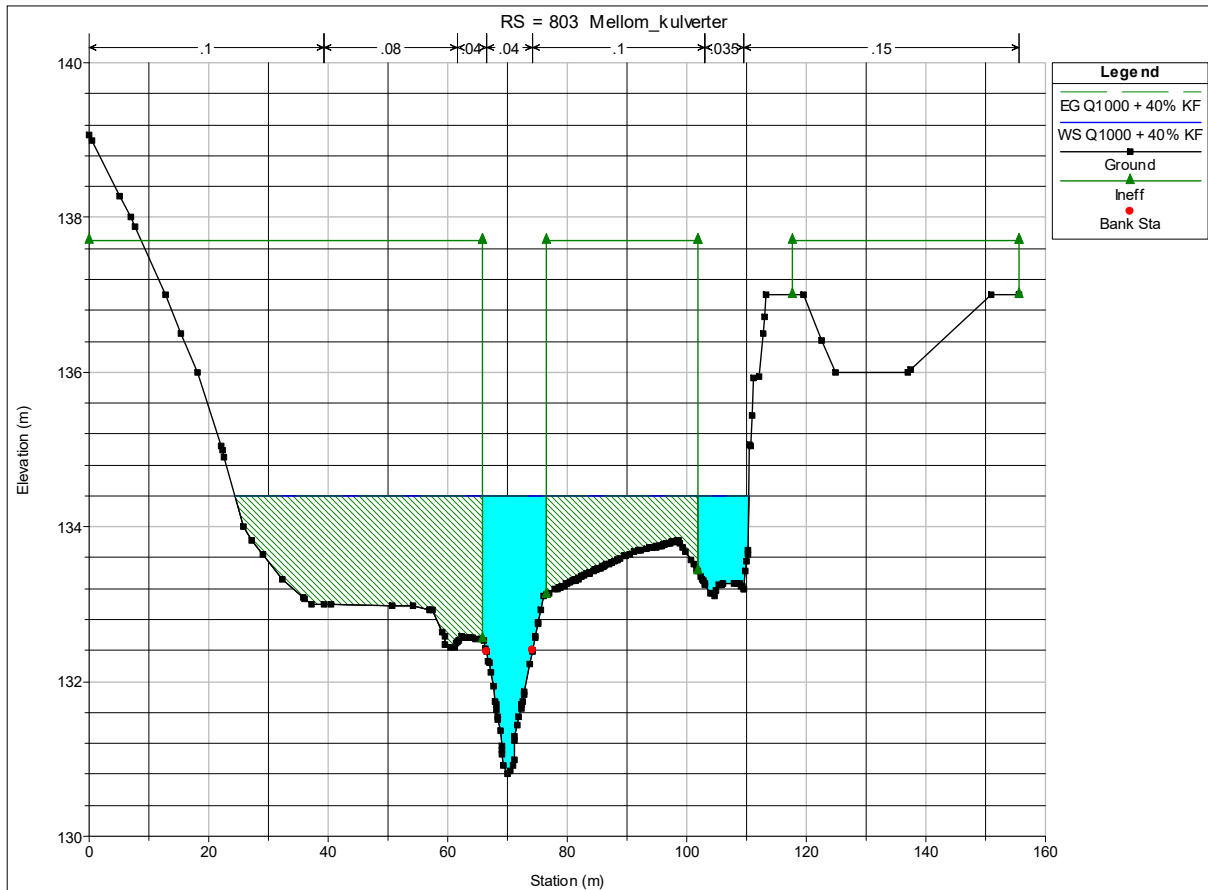


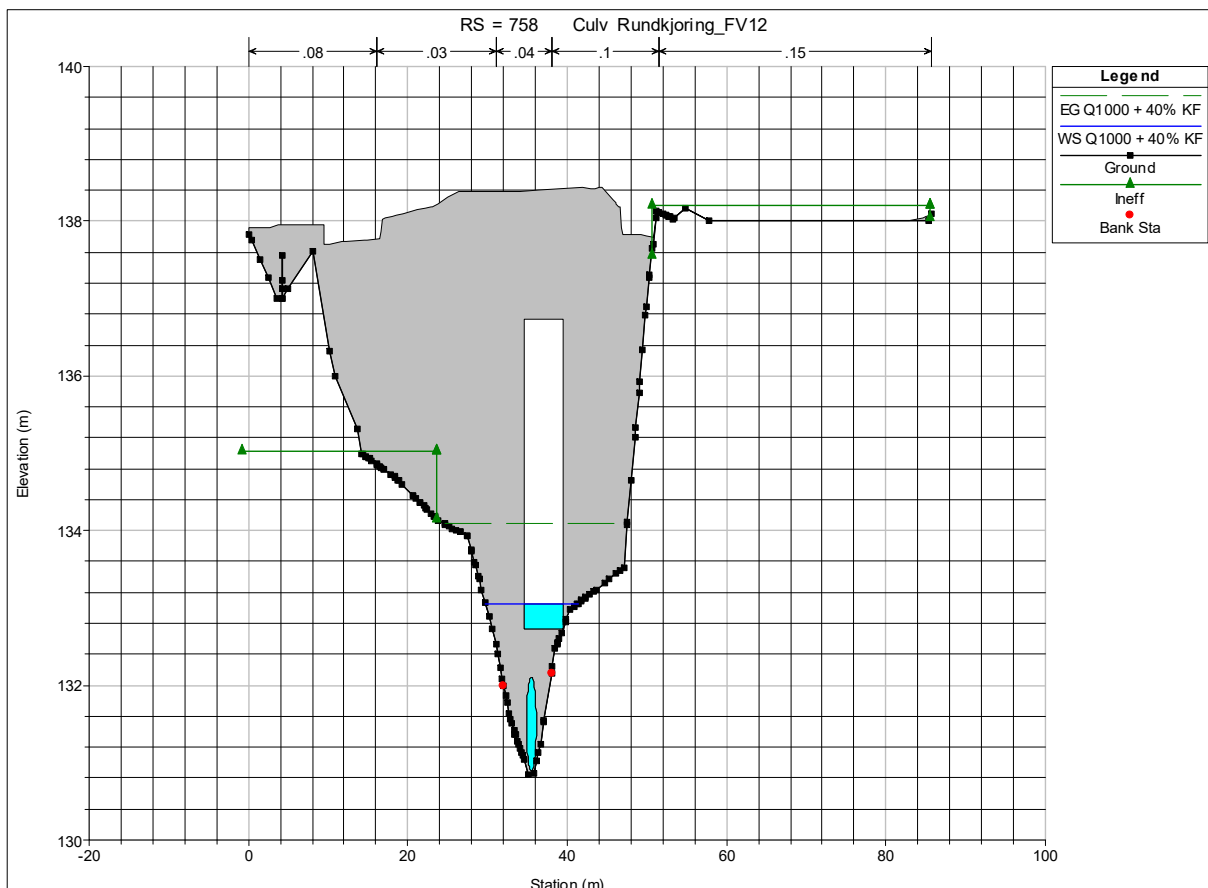
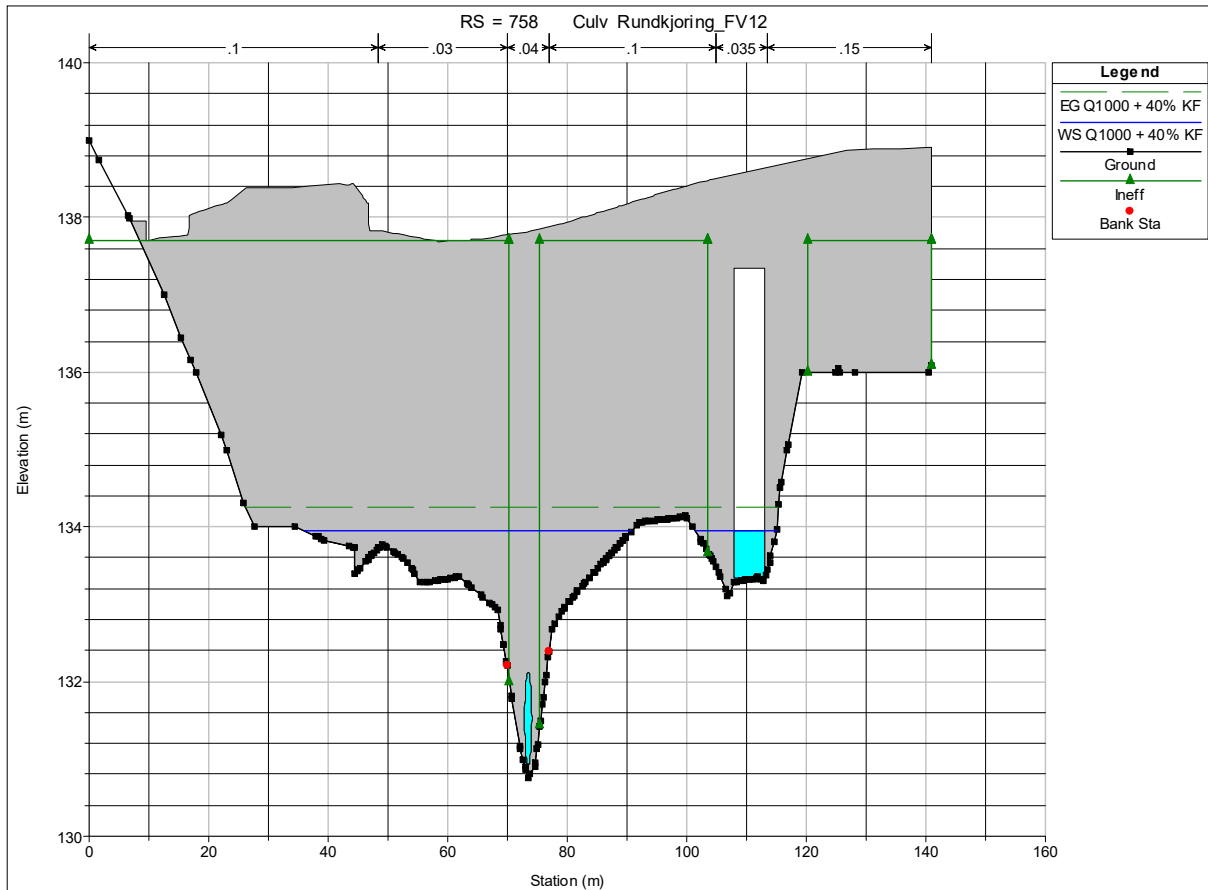


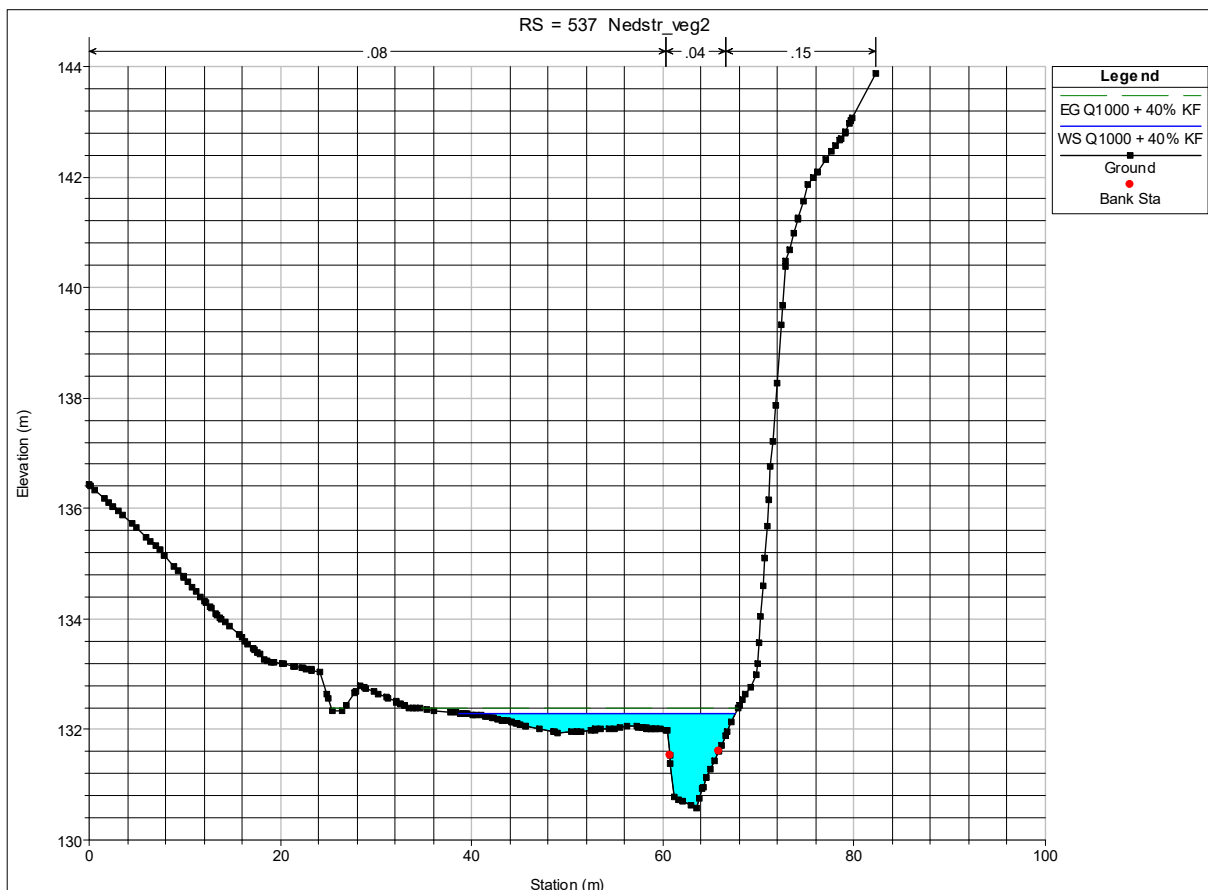
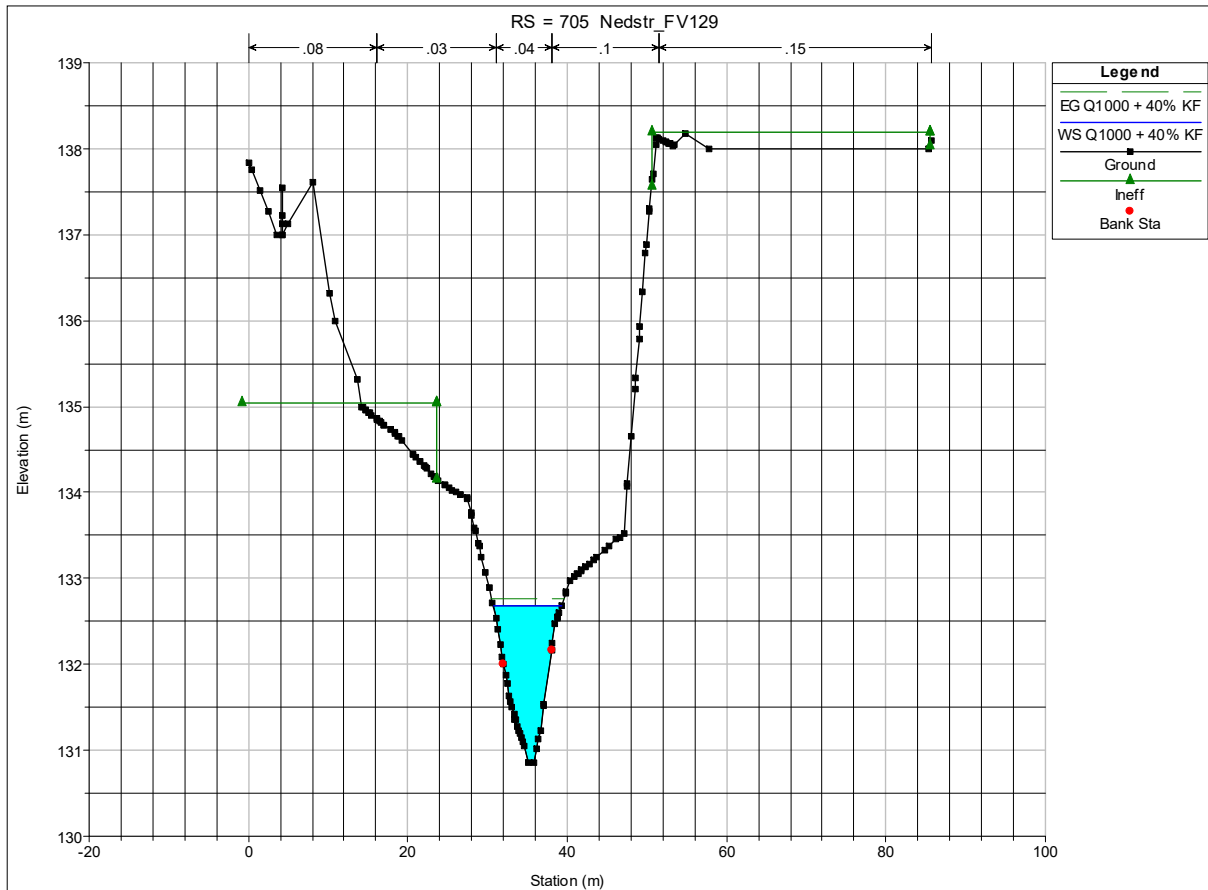






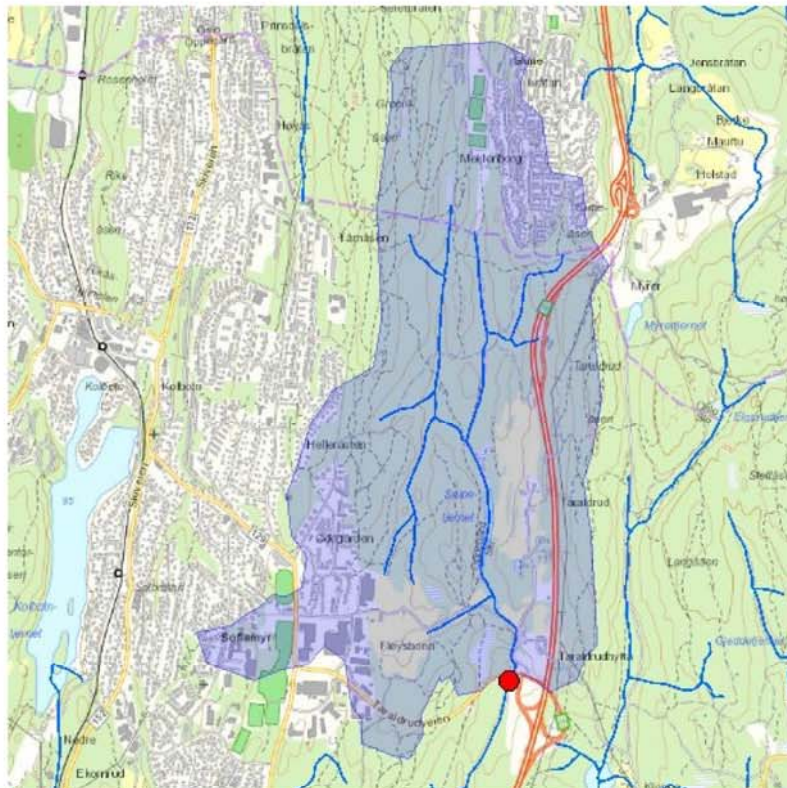








## VEDLEGG 3 – UTSKRIFT FRA NEVINA



Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

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

## Lavvannskart

Vassdragsnr.: 005.4B  
Kommune: Oppedgård  
Fylke: Akershus  
Vassdrag: GJERSJØELVA

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	15.9 l/(s*km <sup>2</sup> )
Alminnelig lavvannføring	0.5 l/(s*km <sup>2</sup> )
5-persentil (hele året)	0.6 l/(s*km <sup>2</sup> )
5-persentil (1/5-30/9)	0.3 l/(s*km <sup>2</sup> )
5-persentil (1/10-30/4)	1.1 l/(s*km <sup>2</sup> )
Base flow	6.4 l/(s*km <sup>2</sup> )
BFI	0.4

Klima

Klimaregion	Ost
Årsnedbør	774 mm
Sommernedbør	376 mm
Vinternedbør	398 mm
Årstemperatur	4.9 °C
Sommertemperatur	12.9 °C
Vintertemperatur	-0.8 °C
Temperatur Juli	15.5 °C
Temperatur August	14.4 °C

Feltparametere

Areal (A)	4.0 km <sup>2</sup>
Effektivt sjo (S <sub>eff</sub> )	0.3 %
Elvelengde (E <sub>L</sub> )	2.6 km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	13.1 m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (G <sub>1085</sub> )	7.2 m/km
Feltlengde(F <sub>L</sub> )	3.2 km
H <sub>min</sub>	134 moh.
H <sub>10</sub>	139 moh.
H <sub>20</sub>	141 moh.
H <sub>30</sub>	147 moh.
H <sub>40</sub>	152 moh.
H <sub>50</sub>	157 moh.
H <sub>60</sub>	160 moh.
H <sub>70</sub>	165 moh.
H <sub>80</sub>	176 moh.
H <sub>90</sub>	189 moh.
H <sub>max</sub>	226 moh.
Bre	0.0 %
Dyrket mark	7.7 %
Myr	0.8 %
Sjø	0.3 %
Skog	70.4 %
Snau fjell	0.0 %
Urban	11.9 %

1) Verdien er editert

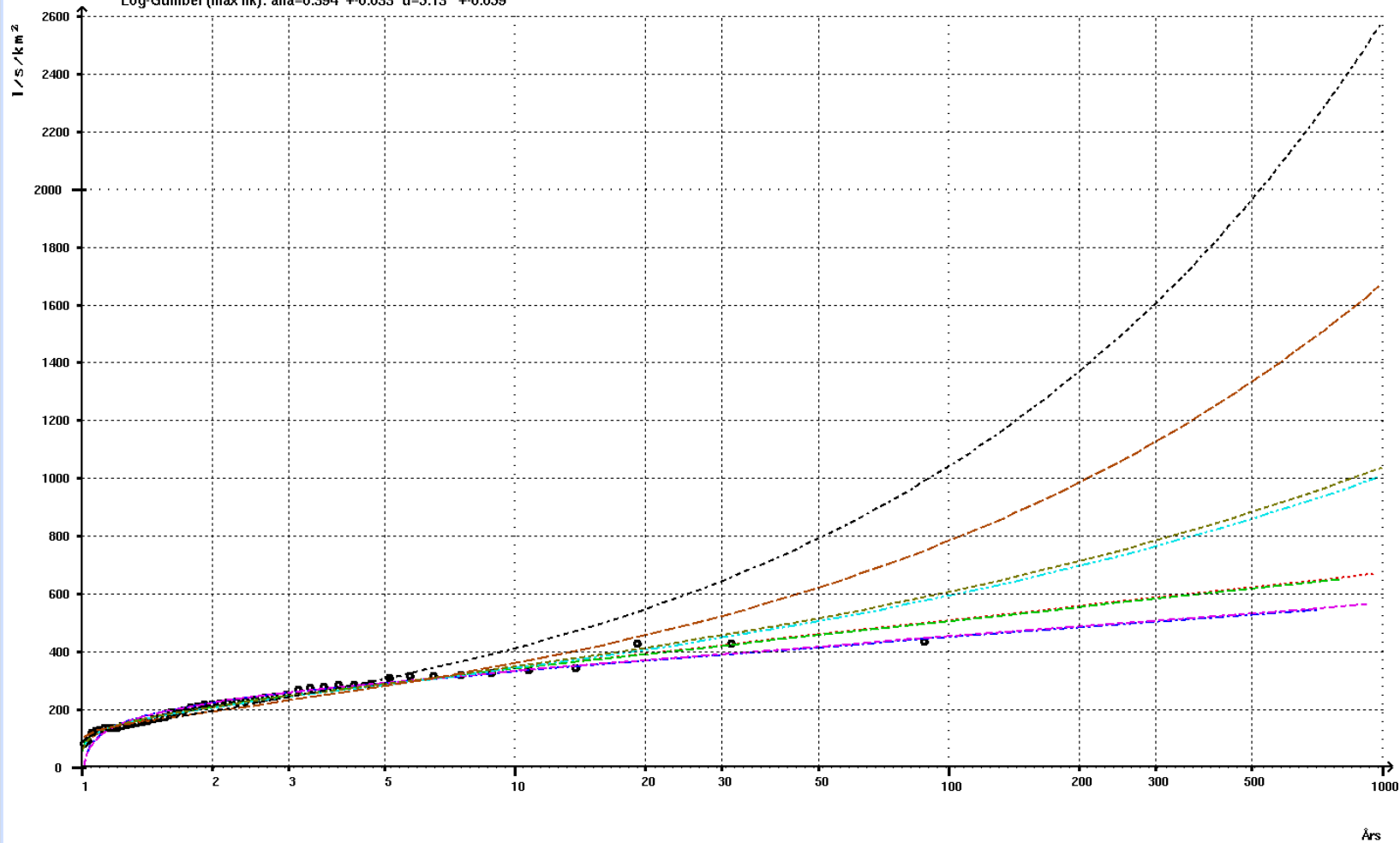
Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindeks. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

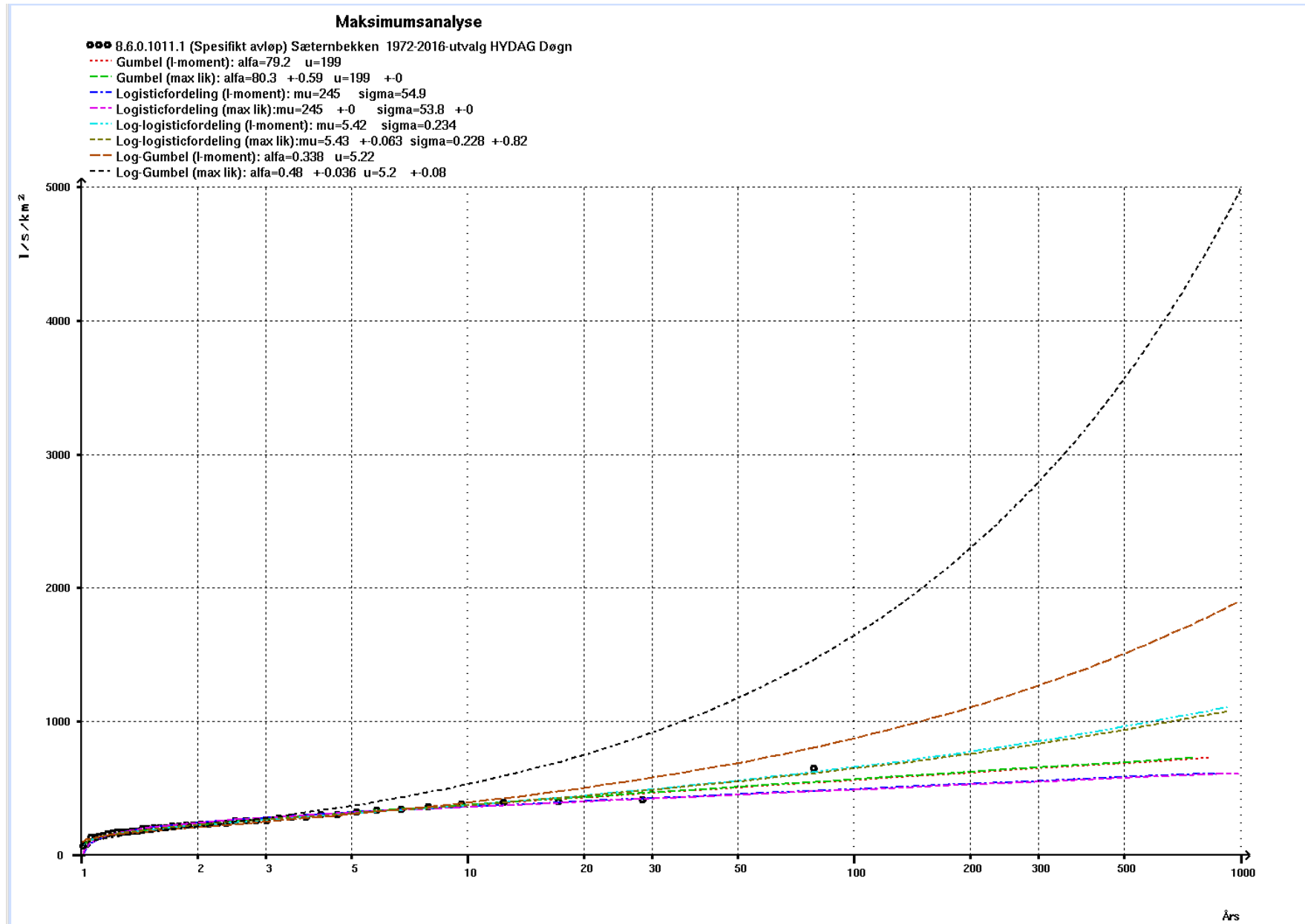
I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

## VEDLEGG 4 – FREKVENSANALYSE

**Maksimumsanalyse**

- 6.10.0.1011.1 (Spesifikt avløp) Gryta 1968-2016 HYDAG Døgn
- Gumbel (I-moment): alfa=70.8 u=183
- Gumbel (max lik): alfa=70 +0.11 u=183 +0.11
- Logisticfordeling (I-moment): mu=223 sigma=49.1
- Logisticfordeling (max lik):mu=223 +0 sigma=49.8 +0
- Log-logisticfordeling (I-moment): mu=5.33 sigma=0.229
- Log-logisticfordeling (max lik):mu=5.34 +0.057 sigma=0.232 +0.62
- Log-Gumbel (I-moment): alfa=0.33 u=5.14
- Log-Gumbel (max lik): alfa=0.394 +0.033 u=5.13 +0.059





VEDLEGG 5 –NEDBØRSDATA

## Påregnelig Ekstremnedbør (felt)



### Nedbørfelt: Gjersjøelva

1) Normal årsnedbør (basert på verdier fra normalkart): PN ~ 800 mm

2) M5(24t) / PN ~ 6,2 % ==> M5(24t) ~ 50 mm

### 3) Påregnelige 24 timers nedbørverdier

	Årsverdi	jan, feb, des	mar, apr, mai	jun, jul, aug	sep, okt, nov
M5(Årstid) / M5(År)	1	0.56	0.61	0.93	0.85
M5 (mm)	50	28	31	47	43
M10 (mm)	55	30	35	55	50
M25 (mm)	65	40	45	65	60
M50 (mm)	75	45	50	70	65
M100 (mm)	85	50	55	80	75
M200 (mm)	95	60	65	90	85
M500 (mm)	115	70	80	105	100
M1000 (mm)	125	80	90	120	115
PMP (mm)	235	170	180	230 ->235	220

### 4) Påregnelige n-timers nedbørverdier

**4. 1) Årsverdi:**

Antall timer (n)	1	2	6	12	24	48	72
n timer / 24 timer	0.38	0.48	0.67	0.81	1	1.23	1.37
M10 (mm)	20	25	35	45	55	70	75
M25 (mm)	25	30	45	55	65	80	90
M50 (mm)	30	35	50	60	75	90	105
M100 (mm)	30	40	55	70	85	105	115
M200 (mm)	35	45	65	75	95	115	130
M500 (mm)	45	55	75	95	115	140	160
M1000 (mm)	50	60	85	100	125	155	170
PMP (mm)	90	115	155	190	235	290	320

**4. 2) jan, feb, des:**

Antall timer (n)	1	2	6	12	24	48	72
n timer / 24 timer	0.38	0.48	0.67	0.81	1	1.23	1.37
M10 (mm)	10	15	20	25	30	35	40
M25 (mm)	15	20	25	30	40	50	55
M50 (mm)	15	20	30	35	45	55	60
M100 (mm)	20	25	35	40	50	60	70
M200 (mm)	25	30	40	50	60	75	80
M500 (mm)	25	35	45	55	70	85	95
M1000 (mm)	30	40	55	65	80	100	110
PMP (mm)	65	80	115	140	170	210	235



**4. 3) mar, apr, mai:**

Antall timer (n)	1	2	6	12	24	48	72
n timer / 24 timer	0.38	0.48	0.67	0.81	1	1.23	1.37
M10 (mm)	15	15	25	30	35	45	50
M25 (mm)	15	20	30	35	45	55	60
M50 (mm)	20	25	35	40	50	60	70
M100 (mm)	20	25	35	45	55	70	75
M200 (mm)	25	30	45	55	65	80	90
M500 (mm)	30	40	55	65	80	100	110
M1000 (mm)	35	45	60	75	90	110	125
PMP (mm)	70	85	120	145	180	220	245

**4. 4) jun, jul, aug:**

Antall timer (n)	1	2	6	12	24	48	72
n timer / 24 timer	0.38	0.48	0.67	0.81	1	1.23	1.37
M10 (mm)	20	25	35	45	55	70	75
M25 (mm)	25	30	45	55	65	80	90
M50 (mm)	25	35	45	55	70	85	95
M100 (mm)	30	40	55	65	80	100	110
M200 (mm)	35	45	60	75	90	110	125
M500 (mm)	40	50	70	85	105	130	145
M1000 (mm)	45	60	80	95	120	150	165
PMP (mm)	90	115	155	190	235	290	320

**4. 5) sep, okt, nov:**

Antall timer (n)	1	2	6	12	24	48	72
n timer / 24 timer	0.38	0.48	0.67	0.81	1	1.23	1.37
M10 (mm)	20	25	35	40	50	60	70
M25 (mm)	25	30	40	50	60	75	80
M50 (mm)	25	30	45	55	65	80	90
M100 (mm)	30	35	50	60	75	90	105
M200 (mm)	30	40	55	70	85	105	115
M500 (mm)	40	50	65	80	100	125	135
M1000 (mm)	45	55	75	95	115	140	160
PMP (mm)	85	105	145	180	220	270	300

**5) Justering fra punkt til areal-verdi.**

De gitte verdier gir punktnedbør for et "representativt" fiktivt punkt i feltet.

For felt på ca. 4 kv.km fåes et grovestimat av arealnedbør ved å multiplisere

punktverdiene med en "arealreduksjonsfaktor" ARF:

ANTALL TIMER:	1	2	6	12	24	48	72
ARF (4 kv.km.)	0.93	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99

**6) Nærmeste målestasjon: 18160 NORDSTRAND (PN = 705 mm/år)****7) Maksimal observert nedbør i området (valgte stasjoner i perioden 1867-2016) : 70 mm**

Målt ved: 18160 NORDSTRAND den 08.09.2002

**8) Kommentarer:**

Det må presiseres at de gitte verdier for MT og PMP er basert på et relativt sparsomt datagrunnlag. Verdiene må derfor bare betraktes som et grovestimat.

[Data er gyldig per 17.02.2017 \(CC BY 3.0\), Meteorologisk institutt \(MET\)](#)  
[kdvh@met.no](mailto:kdvh@met.no)