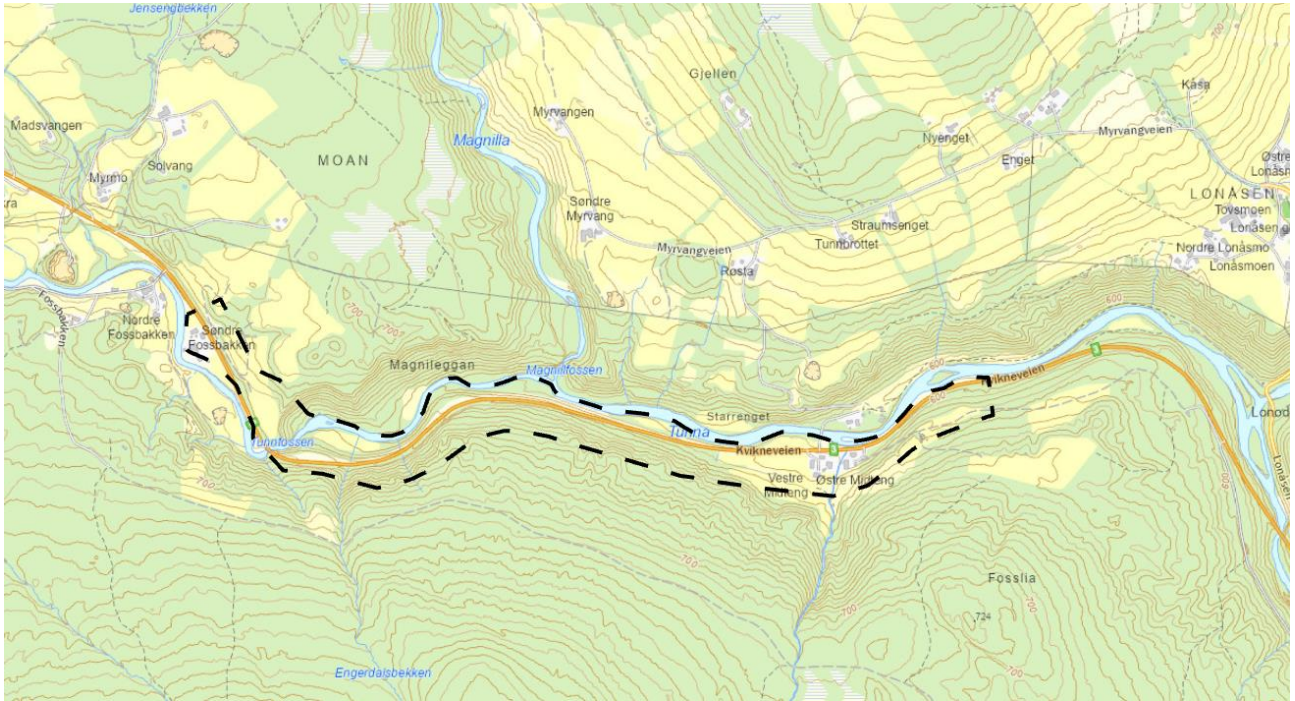


Flomfarevurdering Tunnfoss bru



Sammendrag

Sweco er på oppdrag for Statens Vegvesen, Plan og utbygging, bedt om å bistå med vurderinger knyttet til flomfare i forbindelse med at ny planlagt Tunnfoss bru og veitrasè ligger innenfor aktsomhetskart for flom og det må derfor redegjøres om sikkerheten mot flom eller stormflo er ivaretatt iht. «Krav til sikkerhet mot naturpåkjenninger» gitt i § 7 i «Forskrift om tekniske krav til byggverk» (Byggteknisk forskrift, TEK 17).

Det har blitt utført flomberegning for Tunna ovf. Magnilla for å beregne vannføring med 200-års gjentaksintervall som påvirker Tunnfossen bru. Det har i tillegg blitt utført flomberegning for Magnilla og Tunna ndf Magnilla for å beregne total vannføring ved 200-årsflom forbi østre og midtre Midteng. Lona drenerer også ut i Tunna, ca 1.1 km nedenfor Midteng. Det har også blitt beregnet Q_{200} fra Lona – feltet.

Videre er det beregnet dimensjonerende flom ved for Engerdalsbekken og Vangbekken, der kulvertstørrelse skal vurderes.

Flomberegningene er utført med NIFS, PQRUT samt regional og lokal fromfrekvensanalyse med sammenlikningsstasjoner. Det er gode sammenlikningsstasjoner for Tunna i regionen som plukket ut ved hjelp av NVE seriekart, filtrert på nedbørsfeltets størrelse, effektiv sjøprosent og område. Beregnede flomverdier er tillagt et klima og usikkerhetspåslag iht. krav fra Statens Vegvesen, som krever både klimapåslag og sikkerhetsfaktor for å ta høyde for usikkerhet i flomberegningen (Statens vegvesen, 2018). Lokal frekvensanalyse er benyttet i hydraulisk modell for Tunna, Magnilla og Lonavassdraget. Flomverdier for Engerdalsbekken og Vangbekken er beregnet med bruk av NIFS.

Det er konstruert hydraulisk modell for hele prosjektert område langs Rv3. I tillegg har det blitt laget egen modell for nye Tunnfoss bru med ekstremverdier, for å dokumentere at nye Tunnfoss bru ikke påvirkes av flomfare.

Resultatene fra hydraulisk modell med prosjektert veibane viser at ny vei er planlagt med tilstrekkelig høyde, og ligger utenfor flomfare ved dimensjonerende flomhendelse på 200 år inkludert klima og usikkerhetspåslag.

Hydraulisk beregning viser neglisjerbar endring mellom dagens situasjon og planlagt situasjon, med utbedret vei. Det er registrert ett område med bebyggelse som er utsatt for flomfare. Dette gjelder Østre og Vestre Midteng, men oppgradert vei vil ikke forverre forholdene.

Det er viktig å ta høyde for oppstrøms påvirkning av prosjektert planområde ved Midteng. Dersom ny veitrasè okkuperer areal fra elveleiet, reduseres tverrsnitt i elva og medfører høyere vannstand oppstrøms utfylling. Dette påvirker videre bru overfor, som igjen kan påvirke flomfaren for bebyggelse på nordsiden. Slik veibanen er prosjektert nå er dette forholdet ivaretatt, og flomforholdene påvirkes ikke.

Det er høye hastigheter i hele elvetrasè for prosjektert området ved dimensjonerende flomhendelse. Hastigheter ligger mellom 4 og 6 m/s, noe som tilsier fare for erosjon i løsmasseområder. Dersom veiskulder prosjekteres i direkte kontakt med Tunna, er det behov for erosjonssikring. I tillegg må innløp og utløp av kulvertene erosjonssikres. Utstrekning og omfang avklares i detaljprosjekteringen.

Usikkerhet i flomberegninger er en faktor som må tas hensyn til. Datagrunnlaget i modellen er av god kvalitet da det eksisterer gode sammenlikningsstasjoner som Atnsjø, Li Bru og Driva v/Svoni. Imidlertid følger alltid stor usikkerhet knyttet til ekstremverdier, spesielt der det ikke eksisterer flommålinger.

Ut ifra anbefalingen NVEs veileder gir, er det hensiktsmessig å legge til grunn sensitivitetsanalysen som sikkerhetspåslag. Det anbefales derfor å tillegge en sikkerhetsmargin på 50 cm på beregnede kotehøyder i vannlinjeberegningen.

Revisjonshistorikk

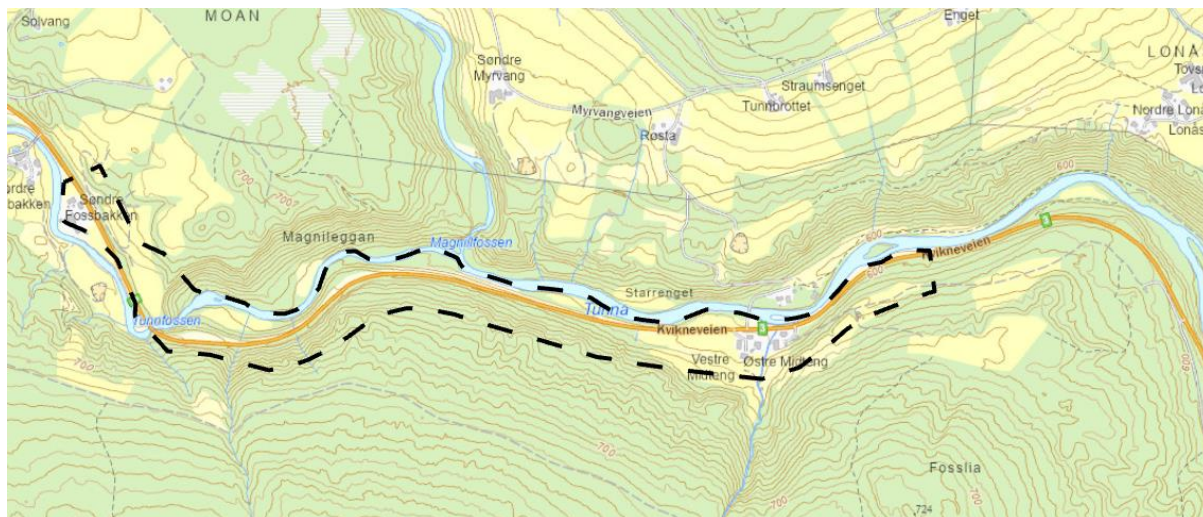
Rev	Dato	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Kontrollert av
00	14.04.2023	Foreløpig, kommentarversjon	Øivind Wien	Anne Johanne Rognstad
01	23.04.2023	Flomfarevurdering	Øivind Wien	Anne Johanne Rognstad
02	06.02.2024	Revidert med endelig veitrasé	Øivind Wien	Anne Johanne Rognstad

Innhold

Sammendrag	2
1. Innledning	5
2. Arbeidsbeskrivelse	5
3. Områdebeskrivelse.....	6
4. Krav til sikkerhet mot naturpåkjenninger	7
5. Klimapåslag for flomvurderinger.....	8
6. Eksisterende flomberegninger i området	9
7. Metodikk for flomberegninger	10
7.1 Flomfrekvensanalyser (FFA).....	11
7.2 Formelverk (regional flomfrekvensanalyse).....	11
7.3 Nedbør-avløpsmodellering.....	11
8. Om bruer	13
9. Resultat flomberegninger	13
9.1 NVEs erfaringstall fra flomberegninger	13
9.2 Flomberegninger	13
10. Hydrauliske beregninger	17
10.1 Vannlinjeberegning – metode og modelloppsett	17
10.1.1 Tunnfoss total.....	17
10.1.2 Nye Tunnfoss bru	19
10.2 Resultat vannlinjeberegning	20
10.2.1 Flomfarevurdering veitrasé.....	21
10.2.2 Nye Tunnfoss bru	24
10.2.3 Engerdalsbekken kulvert.....	26
10.2.4 Vangbekken bru	32
11. Erosjonsvurdering.....	36
12. Usikkerhet og sensitivitetsanalyse	38
12.1 Sikkerhetspåslag	39
Bibliografi	40

1. Innledning

Sweco er på oppdrag for Statens Vegvesen, Plan og utbygging, bedt om å bistå med vurderinger knyttet til flomfare i forbindelse med ny planlagt Tunnfoss bru og veitrasè. Planområdet (Figur 1) er lokalisert langs Kvikneveien, Rv3 Tunndalen, fra Tunnfossen, forbi østre og vestre Midteng til nedstrøms utløpet av Lona. Området ligger innenfor aktsomhetskart for flom og det må derfor redegjøres om sikkerheten mot flom eller stormflo er ivarettatt iht. «Krav til sikkerhet mot naturpåkjenninger» gitt i § 7 i «Forskrift om tekniske krav til byggverk» (Byggteknisk forskrift, TEK 17).



Figur 1: Planområdet for nytt veiprojekt, Kvikneveien i Tunndalen.

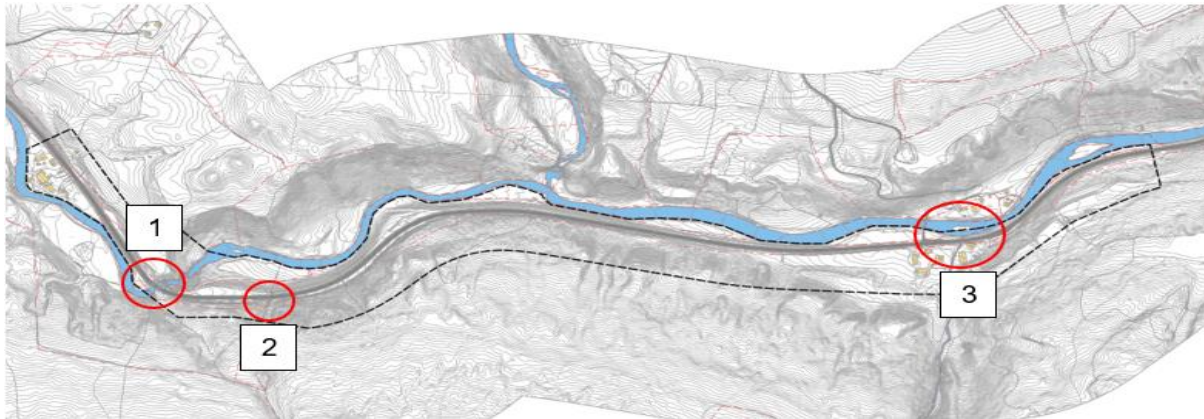
2. Arbeidsbeskrivelse

Prosjektet område vises innenfor stiplet område Figur 1 og Figur 2. Arbeidet med aktivitet hydrologi omfatter hydrologirapport med resultater fra:

- Flomberegninger Tunna og sidevassdrag
- Vannlinjemodell
- Flomfarevurdering
- Vurdering områder for erosjonssikring
- Dimensjonering av kulverter

Andre aktuelle punkter utenom veistrekning, 1-3, rød sirkel, viser til behov for vurderinger av aktuelle interessepunkter. Punkt 1, planlagt prosjektert ny Tunnfoss bru. Her vil være stor høyde opp til bru og svært lite sannsynlig med påvirkning av flomfare. Flomfare må allikevel dokumenteres. Punkt 2, Engerdalsbekken. Her står betongkulvert som trolig må erstattes. Punkt 3, Vangbekken, er også en gammel betongkulvert, som skal erstattes. I disse tilfellene må det også utføres flomberegninger for dimensjonering. Området er ikke befart av hydrolog.

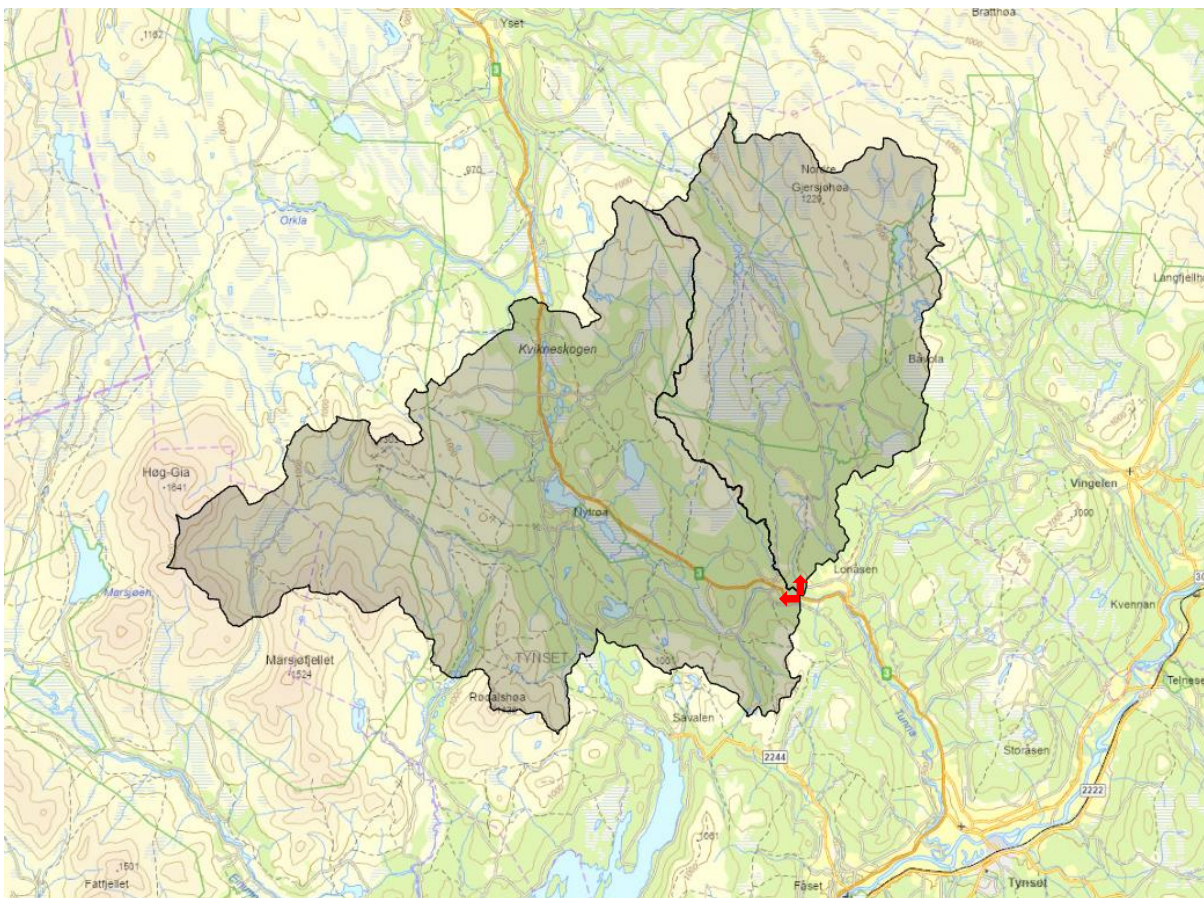
Eksisterende Tunnfoss bru er ikke interessant i forbindelse med vannlinjeberegning da denne mest sannsynlig skal rives etter ferdigstillelse av ny bru.



Figur 2: Prosjektet område innenfor stiplet areal. Andre punkter av interesse knyttet til vurderinger er markert med rød sirkel 1; Tunnfoss bru, 2; Engerdalsbekken og 3; Vangbekken og bebyggelse.

3. Områdebeskrivelse

Nedbørfeltet til Tunna total v/Midteeng strekker seg fra Kvikneskogen i nordvest, Marsjøfjellet i vest til Ravalslettjfellet i nordøst og drenerer ut i Tunna ved RV3 (Figur 3). Tunna har utløp i Glomma ved Tynset. Nedbørfeltet har et samlet areal på 397 km² med en feltlengde på 26,3 km. Videre er feltet preget av 40 % snaufjell og 37,5 % skog i nedre deler, i tillegg til lav effektiv sjøprosent på 0,11 %. Feltet har en medium rask responstid, med en konsentrasjonstid på ca 6 timer. Med konsentrasjonstid menes tiden det tar for vannet å bevege seg gjennom dreneringssystemet fra de fjerneste delene av feltet til utløpet.



Figur 3: Nedbørfeltet til Tunnfoss bru (tv) og Magnilla (th) utgjør til sammen Tunna total v/Midteeng.

Nedbørfeltet har en beregnet midlere årsavrenning på 9,3 l/s/km², en årlig estimert nedbørsmengde på 430 mm/år og har en midlere årstemperatur på (-) 1,6 grader.

Felt og terregegenskaper er beregnet på grunnlag av tilgjengelige digitale kartdata fra Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE, og Meteorologisk institutt, met.no.

4. Krav til sikkerhet mot naturpåkjenninger

Arealplanlegging som tar hensyn til naturfare er et viktig virkemiddel for å redusere risikoen for skader ved ekstreme naturhendelser som flom og ras. Den beste måten å forebygge på er å unngå og bygge i fareutsatte områder eller eventuelt ved å identifisere risiko og gjøre tiltak for å redusere eller unngå disse.

De antatte effekter av pågående klimaendringer gir grunn til å være mer på vakt mot flom og skred, og prosesser relatert til disse. Hyppigere og mere ekstreme nedbørshendelser gir nye utfordringer for bygging og overvannshåndtering, i både bebygde og ubebygde områder.

For tiltak eller byggverk gjelder «Krav til sikkerhet mot naturpåkjenninger» gitt i § 7 i «Forskrift om tekniske krav til byggverk» (Byggteknisk forskrift, TEK 17). Denne er gjeldende for konstruksjoner og anlegg, også midlertidige. De generelle krav er som følger:

- *Byggverk skal plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger.*
- *Tiltak skal prosjekteres og utføres slik at byggverk, byggegrunn og tilstøtende terreng ikke utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltaket.*

For sikkerhet mot flom og stormflo skal det dimensjoneres eller sikres mot flom slik at den største nominelle årlige sannsynlighet (returperioden/gjentaksintervall) avhengig av konsekvensgrad ikke overskrides.

For byggverk/konstruksjoner hvor konsekvens anses som liten er denne største nominelle årlige sannsynlighet satt til 1/20 eller 20 års returperiode. For middels konsekvens, her innbefattet infrastruktur, er returperioden satt til 200 år og for byggverk/konstruksjoner med stor konsekvensgrad er returperioden på 1000 år. Byggverk hvor konsekvensen av en flom er særlig stor, skal ikke plasseres i flomutsatt område. Beskrivelse av tilhørende sikkerhetsklasser er vist nedenfor:

Sikkerhetsklasse F1 gjelder tiltak der oversvømmelse har liten konsekvens. Dette omfatter byggverk med lite personopphold og små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser, eksempelvis: garasje, lagerbygning med lite personopphold.

Sikkerhetsklasse F2 gjelder tiltak der oversvømmelse har middels konsekvens. Dette omfatter de fleste byggverk beregnet for personopphold, eksempelvis: bolig, fritidsbolig og campinghytte, garasjeanlegg og brakkerigg, skole og barnehage, kontorbygning, industribygg, driftsbygning i landbruket som ikke inngår i sikkerhetsklasse F1

Sikkerhetsklasse F3 gjelder tiltak der oversvømmelse har stor konsekvens. Dette omfatter byggverk for sårbare samfunns-funksjoner og byggverk der oversvømmelse kan gi stor forurensning på omgivelsene, eksempelvis: byggverk for særlig sårbare grupper av befolkningen, f.eks. sykehjem og lignende byggverk som skal fungere i lokale beredskapssituasjoner, f.eks. sykehus, brannstasjon, politistasjon, sivilforsvarsanlegg og infrastruktur av stor samfunnsmessig betydning og avfallsdeponier der oversvømmelse kan gi forurensningsfare.

Aktivitet «Hydrologi» omfatter flomfarevurdering av RV3 fra Tunnfoss bru og forbi Midteng. For å modellere vannlinjene er det nødvendig med flomberegning for Tunnfoss bru i tillegg til totalavløpet for Tunnelva ved Midteng. Prosjektområdet faller inn under sikkerhetsklasse F2. Det betyr at det skal beregnes flomstørrelse med 200-års gjentaksintervall.

5. Klimapåslag for flomvurderinger

Klimaendringer vil påvirke flomverdier i fremtiden. Statens Vegvesen og BaneNOR opererer med ulike retningslinjer for påslag knyttet til klima. BaneNOR henviser til NVEs anbefalinger, mens Statens Vegvesen krever både klimapåslag og sikkerhetsfaktor for å ta høyde for usikkerhet i flomberegningen (Statens vegvesen, 2018).

Det skal brukes en faktor F_k for å ta hensyn til fremtidige klimaendringer, og faktor F_u for å ta hensyn til usikkerheten ved beregning av dimensjonerende avrenning $Q_{dim,T}$: $Q_{dim,T} = Q_T \cdot F_k \cdot F_u$, der:

- $Q_{dim,T}$ = Dimensjonerende avrenning for returperiode T (m^3/s)
- Q_T = Beregnet avrenning for returperiode T (m^3/s)
- F_k = Sikkerhetsfaktor for fremtidige klimaendringer
- F_u = Sikkerhetsfaktor for usikkerhet ved beregningsmetode

Påslagene gjelder for alle avrenningsberegninger unntatt middelregnetoden, og skal benyttes for alle permanente anlegg. For midlertidige anlegg, se beskrivelse av klimafaktor og faktor for usikkerhet av hydrologiske beregninger.

Klimafaktor, F_k , angis i Tabell 1: Klimafaktor, F_k , for fylker (2018) i Norge, for små og store nedbørsfelt. Med små nedbørsfelt regnes alle felt med areal under 10 km^2 .

Tabell 1: Klimafaktor, F_k , for fylker (2018) i Norge

Fylke	Små nedbørsfelt F_k	Store nedbørsfelt F_k
Oslo og Akershus	1,3	1,3
Vest-Agder	1,3	1,2
Aust-Agder	1,3	1,2
Finnmark	1,3	1,2
Hordaland	1,4	1,4
Møre og Romsdal	1,4	1,4
Nord-Trøndelag	1,3	1,3
Nordland	1,4	1,4
Oppland	1,2	1,2
Rogaland	1,3	1,3
Sogn og Fjordane	1,4	1,4
Sør-Trøndelag	1,2	1,2
Telemark	1,2	1,2
Troms	1,3	1,3
Vestfold	1,2	1,2

Tabellen oppsummerer anbefalinger fra klimaprofiler for de forskjellige fylkene, utarbeidet av Norsk Klimaservicesenter. Klimaprofilene inneholder mer detaljert informasjon om forventede endringer i klimatiske forhold og flomvannsføring. De inneholder også anbefalte påslag for flere større vassdrag i hvert fylke der det foreligger flomsonekart.

Klimafaktorene i tabell Tabell 1: Klimafaktor, F_k , for fylker (2018) i Norge, gjelder for anlegg med levetid t.o.m. 50 år. For anlegg med levetid under 50 år kan F_k velges lavere, men ikke under 1,0. For anlegg som krysser én eller flere fylkesgrenser bør den høyeste av verdiene for de to fylkene legges til grunn.

Faktor for usikkerhet ved hydrologiske beregninger, F_u , skal brukes for alle anlegg med levetid over 50 år. Sikkerhetsfaktoren brukes ved beregning av dimensjonerende vannføring $Q_{dim,T}$, som bestemmes ut fra vannvegens sikkerhetsklasse (Tabell 2). Sikkerhetsklassene F1, 2 og 3 henviser til sikkerhetsklasse i Plan og bygningsloven § 7.

Tabell 2: Sikkerhetsfaktor, F_u , for håndtering av usikkerhet ved hydrologiske beregninger.

Sikkerhetsklasse	F_u
V1 eller F1*	1,0
V2 eller F2*	1,1
V3 eller F3*	1,2

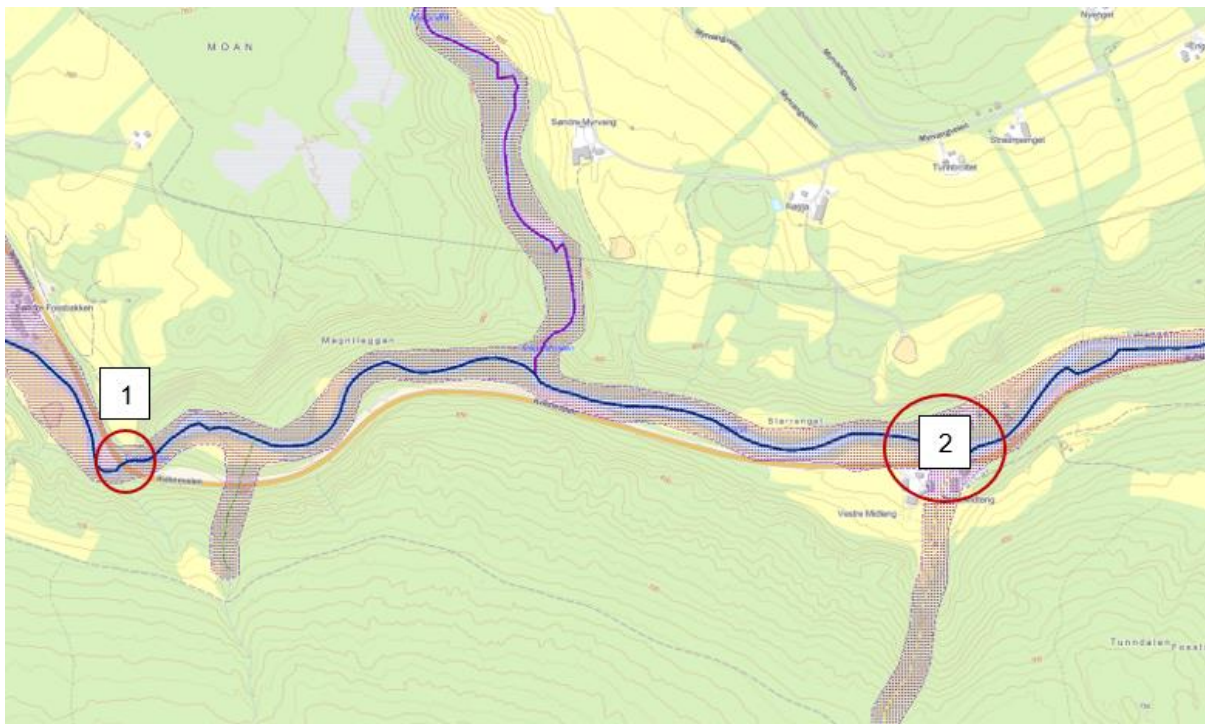
For anlegg med levetid inntil 50 år, kan det velges lavere verdi for F_u , men ikke under 1.0.

Bru og infrastruktur inngår under anlegg med levetid mer enn 50 år. Det betyr at det skal legges til en klimafaktor, F_k , på 1.2 (Tabell 1) som tar hensyn til at klimaendringer påvirker flomverdier i fremtiden. Det skal også legges til en sikkerhetsfaktor, F_u , for håndtering av usikkerhet ved hydrologiske beregninger.

For prosjekt Tunnfoss bru gjelder dermed flomberegning med sikkerhetspåslag: $Q_{200} = Q_T \cdot F_k \cdot F_u$.

6. Eksisterende flomberegninger i området

Området fra Tunnfoss bru og forbi østre og midtre Midteng ligger innenfor NVEs aktsomhetszone for flom som vist i Figur 4.



Figur 4: Tunnfoss bru (1) og Midteng (2) innenfor NVEs aktsomhetskart for flom.

NVEs aktsomhetsområder for flom er et nasjonalt kart på oversiktsnivå som viser hvilke arealer som kan være utsatt for flomfare. Nivået på aktsomhetskartet er imidlertid tilpasset kommunal

oversiktsplanlegging (kommuneplannivået) og kartene sier ingen ting om sannsynlighet og kan derfor ikke alene brukes i reguleringsplanarbeid eller for å vurdere utbygging etter sikkerhetskravene i byggeteknisk forskrift.

Aktsomhetsområder for flom er produsert på bakgrunn av hydrologiske modeller, basert på erfaring fra norske vassdrag og en digital terrengmodell (NVE 7/2011). Aktsomhetskartet viser hvilke områder som potensielt kan være flomutsatt. Vannstandsstigningen vil som oftest være betydelig overestimert ved bruk av denne metoden og en mer detaljert kartlegging vil derfor som regel redusere aktsomhetsområdenes utstrekning.

Det er ikke kjent at det er foretatt andre flomvurderinger for aktuell elvestrekning.

7. Metodikk for flomberegninger

Flom defineres ofte kvantitativt i forhold til størrelse og statistisk gjentakintervall. En middelflom defineres som gjennomsnittet av høyeste døgnmiddelvannføring hvert år i en hel årrekke. Enkelte år kan flommen bli større enn middelflommen. Slike flommer deles inn statistisk gjennom en risikovurdering, basert på risikoen for gjentak (gjentakintervall). En 200-årsflom har statistisk sett 0,5 % sannsynlighet for å opptre årlig, mens en 100-årsflom har 1 % sannsynlighet, 10-årsflom har 10 % osv. Om en 10-årsflom opptrer et år, så er det altså fortsatt 10 % sjanse for at det vil skje igjen neste år.

I flomvarslingsammenheng gir gjentakintervallet et grovt skille mellom varslingskategorier;

- Flom: Vannføring mellom middelflom og 10-årsflom
- Storflo: Vannføring mellom 10-årsflom og 100-årsflom
- Ekstremflom: Vannføring større enn 100-årsflom

Det er de klimatiske og fysiografiske forholdene i vassdraget som påvirker flomforholdene. Som en hovedregel er det regn som skaper flom, og da særlig høye intensiteter med varigheter som tilsvarer konsentrasjonstiden til vassdraget. Dette kan variere fra noen minutter i små urbane områder til mange uker i våre største vassdrag.

Det er likevel ikke en helt entydig sammenheng mellom store nedbørmengder og flom. Hvert år gir snøsmelting store flommer mange steder i landet, men når skadeflommer oppstår, er slike ofte forårsaket av regn eller en kombinasjon av regn og snøsmelting. De største flommene oppstår også som regel når nedbør kombineres med andre ugunstige forhold, som snøsmelting, mettet mark på grunn av tidligere nedbør, eller frossen mark.

Størrelsen på nedbør og de tilhørende flommer varierer stort i Norge. Det samme gjør årstiden for de største flommene. Store og små vassdrag opptrer også forskjellig. Store vassdrag har som regel mindre spesifikke flommer enn små vassdrag. Det vil si at volumet kan være høyt, men avrenningen pr. arealenhet er lavere.

Små vassdrag, og særlig felt med høy grad av urbanisering karakteriseres ofte ved rask flomstigning og spisse flomforløp. I slike felt opptrer flommer gjerne i forbindelse med intens nedbør. Større felt reagerer vanligvis ikke på slike situasjoner da arealutbredelsen av nedbøren ofte er liten, og nedbørfeltene ofte har et større markvannsunderskudd.

Høydefordelingen og helningsforholdene i nedbørfeltet kan også ha avgjørende betydning for flomutviklingen i et vassdrag. I bratte felt vil flomvannet samles raskere i hovedvassdraget enn i flate felt. Det samme gjelder felt med et godt utviklet dreneringsnett i forhold til felt med få bekker og elver. Forekomsten og plasseringen av innsjøer i et nedbørfelt har også stor betydning for flomutviklingen. Innsjøer virker flomdempende, særlig store innsjøer og innsjøer langt nede i vassdraget (NVE, 2022).

Metodikk for beregning av flom kan hovedsakelig deles inn i tre hovedgrupper:

- Flomfrekvensanalyser

- Nasjonalt eller regionalt formelverk
- Nedbør-avløpsmodellering

7.1 Flomfrekvensanalyser (FFA)

Statistiske analyser som relaterer flomvannføringer fra en tidsserie til gjentakintervaller (for eksempel 200-årsflom) betegnes som flomfrekvensanalyser. Flomfrekvensanalyser kan utføres på observerte flomdata fra enkeltstasjoner, tilsigsserier eller konstruerte dataserier. Dersom det ikke foreligger lokale flomdata, må data fra sammenligningsstasjoner eller formelverk (regional flomfrekvensanalyse, RFFA) benyttes for å estimere flomverdier.

For tilfeller hvor det foreligger få år med lokale data, kan man kombinere lokale data med regional flomfrekvensanalyse (lokal + regional flomfrekvensanalyse). Anbefalingene for utførelse av flomfrekvensanalyser er basert på resultatene i Engeland mfl. (Engeland, et al., 2020) og er utarbeidet for å gi robuste estimater av flomekstremere, ut ifra varierende grad av datatilgjengelighet.

Overordnet anbefales det at flomfrekvensanalyser utføres på årsflommer som en kombinasjon av lokale og regionale analyser, hvor de lokale observasjonene vektas basert på tidsseriens lengde.

7.2 Formelverk (regional flomfrekvensanalyse)

To ulike formelverk (regional flomfrekvensanalyse, RFFA) anbefales brukt når en utfører flomberegninger i Norge, hhv. RFFA-2018 og RFFA-NIFS.

Formelverket RFFA-2018 inkluderer ligninger for å beregne medianflom, vekstkurver (forholdstall mellom middelflom Q_M og høyere gjentakintervaller Q_T) og forholdstall mellom kulminasjonsflom og døgnmiddelflom (kulminasjonsfaktor, $Q_{mom}/Q_{døgn}$) i umålte felt. Formelverket kan benyttes for alle nedbørfeltstørrelser, men ved beregning av kulminasjonsverdier for små felt (< 60 km²) anbefales det å bruke RFFA-NIFS, opp til og med Q_{200} , istedenfor. Feltparametre og parametre som beskriver klimatiske forhold, som kan beregnes fra kart og hentes ut fra nasjonale datasett, brukes for å beregne medianflom, vekstkurver og kulminasjonsfaktor $Q_{mom}/Q_{døgn}$. Formelverket er implementert i nedbørfeltanalyseprogrammet NEVINA. Analysene som ligger til grunn for formelverket og tilhørende anbefalinger er beskrevet i Engeland mfl. (Engeland, et al., 2020).

Formelverket RFFA-NIFS er utarbeidet for å estimere kulminasjonsflomverdier i små uregulerte nedbørfelt (areal < ca. 60 km²) og inkluderer ligninger for å beregne middelflommen (Q_M) og vekstkurven. Formelverket ble utviklet for å estimere flomstørrelser opp til og med 200-års gjentakintervall. For høyere gjentakintervaller (eksempelvis Q_{500} og Q_{1000}), bør vekstkurven fra RFFA2018 og representative stasjoner i området tillegges mer vekt. Vekstkurven fra RFFA-NIFS kan bli veldig bratt for de høyeste gjentakintervallene. Formelverket gir kun estimater for kulminasjonsverdier og er implementert i NEVINA. Analysene som ligger til grunn for formelverket er beskrevet i Glad mfl. (Stenius, Glad, Wang, & Væringstad, 2015).

7.3 Nedbør-avløpsmodellering

For veldig små nedbørfelt (i størrelsesorden opp mot 2 km²) kan den rasjonelle formel benyttes (Statens vegvesen, 2018). Bli vassdragene noe særlig større enn dette kan imidlertid denne formelen gi store usikkerheter. NVE anbefaler imidlertid ikke denne metodikken brukt om nedbørfeltene overskrider 0,5 km² (Fergus, Hoseth, & Sæterbø, 2010) (NVE, 2022).

Nedbør-avløpsmodellen i PQRUT er en enkel, hendelsesbasert modell utviklet av NVE på 80-tallet (Andersen, Hjukse, Roald, & Sælthun, 1983). Modellen er en forenklet versjon av HBV-modellen og gir vannføring fra et fastlagt nedbørforløp som representerer en nedbørhendelse med et høyt gjentakintervall.

Modellens bruksområde kan sorteres i følgende hovedpunkt, og vil fungere best for felt hvor:

- QT, der $T \geq 200$ år
- Nedbørfeltstørrelse (A) er fra 2 km² til 800 km²
- Flommene er regndominerte
- Effektiv sjøprosent er lav

PQRUT kan også benyttes i umålte felt. Feltparametere bør da ligge innenfor gyldighetsintervallet til regresjonsligningene

Oversikt over vanligste metoder for flomberegninger vises i Tabell 3.

Tabell 3: Viser anbefalt bruk av de vanligste metoder for flomberegninger:

Metode	Formelverk (regional flomfrekvensanalyse):		Frekvens-analyser	Nedbør-avløpsmetoder:	
	RFFA-NIFS	RFFA-2018		PQRUT	Den rasjonelle metode
areal begrensninger	< 60 km ² ¹⁾	alle ²⁾	alle	2 - 800 km ² ³⁾	< 2 km ² ⁴⁾
tids-oppløsning	kulminasjon	døgn eller kulminasjon	alle	time/døgn	kulminasjon
Q _M	X	X	X		(X)
Q ₅ - Q ₁₀₀	X	X	X	(X)	X
Q ₂₀₀	X	X	X	X	X
Q ₅₀₀		X	X	X	(X)
Q ₁₀₀₀		X	X	X	
PMF				X	

Vær oppmerksom på ¹⁾ Kan brukes med forsiktighet for felt opp til 100 km²; ²⁾ Kan benyttes for alle feltstørrelser, men ved beregning av kulminasjonsverdier for små felt (< 60 km²) anbefales det å bruke RFFA-NIFS opptil Q₂₀₀; ³⁾ Arealbegrensninger er omtrentlige, mer om bruksområder til PQRUT under beskrivelse av nedbørs-avløpsmodellering; ⁴⁾ Anbefalt bruksområde er opp til 0,5 km² (Fergus, Hoseth, & Sæterbø, 2010), men tradisjonelt har metoden blitt benyttet for større felt. Etter krav i Håndbok V240 (Statens vegvesen, 2018) skal metoden ikke benyttes for felt med areal over 2 km².

For flomberegninger utført i prosjekt Tunnfoss bru, er det benyttet metodene:

- Lokal flomfrekvensanalyse med sammenlikningsstasjoner
- RFFA2018 – Formelverk, regional flomfrekvensanalyse
- RFFA-NIFS
- PQRUT

8. Om bruer

Fra Håndbok N400 (Bruprosjektering) (Statens vegvesen, 2015) skal fri høyde over vassdrag bestemmes slik at det er minst 0,5 m klaring mot overbygningen ved beregnet vannstand for 200-års flom. Klaringen bør velges større når flommen har stor vannhastighet og fører med seg drivende gjenstander. Reglene gjelder ikke for kulverter som brukes til vanngjennomløp i fyllinger.

9. Resultat flomberegninger

9.1 NVEs erfaringstall fra flomberegninger

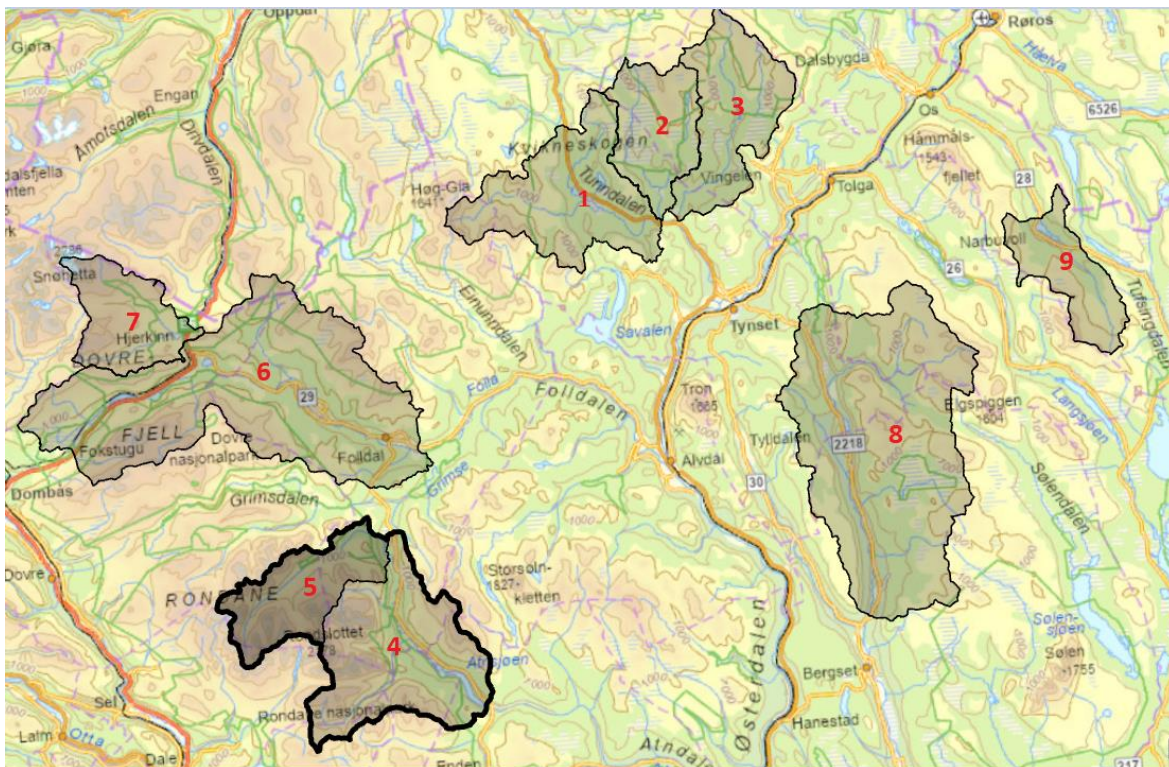
På Østlandet (Hedmark, Oppland, Akershus, Oslo, Buskerud og deler av Telemark), vassdragsnummer 1- 16, varierer flomverdiene i stort fra 500 l/s· km² til 1500 l/s/km², men noen flomverdier er helt opp til 2000 – 2500 l/s/km² og helt ned i 400 l/s/km². Det er relativt jevn geografisk spredning på flomverdiene, men de laveste verdiene finner en øst i området og/eller større felt med høy selvreguleringsevne.

9.2 Flomberegninger

Det har blitt utført flomberegning for Tunna ovf. Magnilla for å beregne vannføring med 200-års gjentakintervall som påvirker Tunnfossen bru. Det har i tillegg blitt utført flomberegning for Magnilla og Tunna ndf Magnilla for å beregne total vannføring ved 200-årsflom forbi østre og midtre Midteng. Lona drenerer også ut i Tunna, ca 1.1 km nedenfor Midteng. Det har også blitt beregnet Q₂₀₀ fra Lona – feltet.

Videre er det beregnet dimensjonerende flom ved punkt 2 og 3 (**Feil! Fant ikke referansekilden.**), Engerdalsbekken og Vangbekken, der kulvertstørrelse skal vurderes.

Det er utført flomberegning med NIFS, PQRUT samt regional og lokal flomfrekvensanalyse med sammenlikningsstasjoner. Sammenlikningsstasjoner er plukket ut ved hjelp av NVE seriekart, filtrert på nedbørsfeltets størrelse, effektiv sjøprosent og område. Videre er sammenlikningsstasjoner vurdert etter kvalitet på flomsegment, datakvalitet og avrenningsregime (Tabell 4). Enkelte stasjoner drenerer fra tørre nedbørsfelt, mens andre våtere.



Figur 5: Oversikt over nedbørfelt til Tunnnavassdraget 1-3 og sammenlikningsstasjoner 4; Atnsjø, 5; Li Bru, 6; Grimsmoen, 7; Driva v/Svoni, 8; Unsetåa og 9; Narsjø

Målestasjon og sammenlikningsstasjon (Tabell 4) 2.32 Atnasjø (nedbørfelt 4, Figur 5) er en målestasjon som har en svært lang tidsserie, stabilt profil med lite isproblematikk samt godt oppmålt vannføringskurve i flomsegmentet. NVE betrakter dette som en «referansestasjon», og et mål på hva en god stasjon er. Stasjonen ligger i utløpet av Atna, noe som betyr en økning i effektiv sjøprosent, som demper flomtopper. I utgangspunktet er dette en god stasjon til sammenlikning av Tunna, men vil trolig gi en for lav spesifikk flomvannføring i forhold til Tunna.

Naturlig nok sammenfaller Atnasjø målestasjon svært godt med Li Bru, som ligger høyere opp i nedbørfeltet (Figur 5, nedbørfelt 5). Siden Li Bru ligger overfor innsjøen Atna, har stasjonen følgelig en høyere spesifikk vannføring og likner mer på nedbørsregimet til Tunna. Li Bru har ikke samme kvalitet på vannføringsdata, men siden den sammenfaller godt med 2.32 Atnasjø og 109.265 Driva v/Svoni er det god grunn til å bruke frekvensanalyseresultater for Li Bru i Tunnnavassdraget, da Tunna skal ha noe raskere avrenning en referansestasjon Atnsjø.

NVEs erfaringstall fra flomberegninger viser at verdier for spesifikk avrenning med 200-års gjentakintervall ofte ligger mellom 500 og 1000 l/s/km². Alle sammenlikningsstasjoner som vurderes mot Tunna ligger innenfor dette. Eneste unntaket er Grimsmoen, men dette er forventet da Grimsmoen har et nedbørfeltsom drenerer fra et av Norges tørreste områder. Dette gjør at spesifikk avrenning er forholdsvis lav, og selv om andre feltparametere samsvarer godt med Tunna, brukes ikke Grimsmoens resultater fra frekvensanalysen.

Tabell 4: Oversikt over aktuelle feltparametere for nedbørfeltknyttet til Tunnassdraget i tillegg til sammenlikningsstasjonene Atnasjø, Grimsmoen, Li Bru, Driva v/Svoni, Unsetåa samt Narsjø.

Stasjonsnr	Stasjonsnavn	Areal	Sjø %	Eff. Sjø %	Snaufjell %	Skog %	Dyrking %	Myr %	Hmin-Hmax	Feltlengde
	Tunna ovf Magnli	254	2.4	0.23	41.1	38	1.4	8.8	620 - 1619	25.6
	Magnlilla	142	1.9	0.09	38.7	36.3	4.6	17.8	620-1229	19.7
	Tunna Tot Midteng	397	2.2	0.11	40.1	37.5	1.2	12	609-1619	26.3
	Lona	194	1.2	0.01	36.1	44	2.8	12.6	587-1219	25.5
	Tunna Total	595	1.9	0.05	38.5	39.8	1.8	12.2	580-1619	27.5
Kulvert	Engerdalsbekken	0.46	0	0	0	78	0.1	4.6	640-886	1.4
Kulvert	Vangbekken	2.87	1.6	0.05	0	56	0.1	8.9	602-910	3.3
2.320	Atnasjø	463	1.73	1.08	68.21	22.23	0.43	2.16	701-2170	34
2.235	Grimsmoen	626	0.96	0.1	47.25	32	3.03	5.11	690-1708	47
2.479	Li Bru	158	0.64	0.01	80.33	10.84	0	1.28	753-2169	21.49
109.210	Driva v/Svoni	135	1.03	0.03	87.52	0.48	0	2.51	989-2281	16.7
2.265	Unsetåa	620	0.97	0.09	47	41	0.97	7.42	338-1433	39.6
2.110	Narsjø	119	3.4	1.62	45.7	22.6	0.5	15.1	737-1593	18.3

I Tabell 5 vises oversikt over resultater fra lokal frekvensanalyse. Kulminasjonsverdier for Q₂₀₀ ligger forholdsvis jevnt foruten Grimsmoen som drenerer fra et svært tørt område. Tunnassdraget sammenliknes direkte med frekvensanalysen til Li Bru der spesifikk avrenning for Q₂₀₀. Li Bru samsvarer svært godt med andre gode sammenlikningsstasjoner og vurderes derfor som sammenlikningsstasjon for Tunnassdraget. Driva v/Svoni, Unsetåa og Narsjø kunne også ha blitt benyttet videre i analysen.

Tabell 5: Resultater fra lokal frekvensanalyse. Kulminasjonsverdier for Q₂₀₀ ligger forholdsvis jevnt foruten Grimsmoen som drenerer fra et svært tørt området. Tunnassdraget sammenliknes direkte med frekvensanalysen til Li Bru der spesifikk avrenning for Q₂₀₀ benyttes for Tunnassdraget. Li Bru samsvarer svært godt med andre gode sammenlikningsstasjoner og vurderes derfor som sammenlikningsstasjon for Tunnassdraget.

Stasjonsnr	Stasjonsnavn	Metode	Lokal FFA - døggn	FFA - Kul	SpesQ200 døggn	SpesQ200 Kul	Ant. år	Kvalitet på flom
	Tunna ovf Magnli	FFA sammenlikning	150.05	165.06	591	650		
	Magnlilla	FFA sammenlikning	83.89	96.47	591	679		
	Tunna Tot Midteng	FFA sammenlikning	234.53	257.99	591	650		
	Lona	FFA sammenlikning	114.61	131.80	591	679		
	Tunna Total	FFA sammenlikning	351.50	386.65	591	650		
Kulvert	Engerdalsbekken	NIFS						
Kulvert	Vangbekken	NIFS						
2.320	Atnasjø	Full lokal + regional	167.04	198	361	428	106	Særdeles bra
2.235	Grimsmoen	Full lokal + regional	158.93	174	254	278	25	Middels god
2.479	Li Bru	Full lokal + regional	75.09	93	476	591	24	Mindre god
109.210	Driva v/Svoni	Full lokal + regional	66.4	79	492	588	53	Middels god
2.265	Unsetåa	Full lokal + regional	263	368	424	594	29	Usikker flom
2.110	Narsjø	Full lokal + regional	59.09	64	497	538	100 +	Middels god

Beregnete kulminasjonsflomverdier for sammenlikningsstasjonene er beregnet fra benyttede forholdstall (Q_{mom}/Q_{døggn}). Forholdstallene er beregnet ved bruk av formelverk fra NVE (NEVINA) som benytter feltareal (A) og effektiv sjøprosent (ASE) i beregningen (NVE, 2011):

- Vårflom: $Q_{mom}/Q_{døggn} = 1,72 - 0,17 * \log(A) - 0,125 * ASE^{0,5}$
- Høstflom: $Q_{mom}/Q_{døggn} = 2,29 - 0,29 * \log(A) - 0,270 * ASE^{0,5}$

Formelverket RFFA-2018 og RFFA-NIFS er utarbeidet for å estimere kulminasjonsflomverdier i små uregulerte nedbørfelt (areal < ca. 60 km²). Formelverket kan benyttes for alle nedbørfeltstørrelser, men ved beregning av kulminasjonsverdier for små felt (< 60 km²) anbefales det å bruke RFFA-NIFS, opp til og med Q₂₀₀, istedenfor RFFA-2018.

Flomberegning med metodikk RFFA-NIFS, har blitt benyttet for bekker Engerdalsbekken og Vangbekken. Beregningene resulterte i kulminasjonsverdi for spesifikk Q₂₀₀ på henholdsvis 820 l/s/km² og 669 l/s/km². Det gir flomstørrelser på 0,377 m³/s for Engerdalsbekken og 1,92 m³/s for Vangbekken. Spesifikk Q₂₀₀ ligger innenfor NVEs erfaringstall for flomberegninger.

Resultater fra flomberegninger er fremstilt i Tabell 6. Statens Vegvesen krever både klimapåslag og sikkerhetsfaktor for å ta høyde for usikkerhet i flomberegningen (Statens vegvesen, 2018). Klimapåslag, F_k, og påslag for usikkerhet i modell, F_u, er medtatt i Tabell 6.

Tabell 6: Resultater fra flomberegninger.

Flomberegninger resultater					
Lokalitet	Q ₂₀₀ m ³ /s	Metode	Klimapåslag F _k (1.2)	Usikkerhet F _u (1.1)	Q ₂₀₀ inkl. påslag, m ³ /s
Tunnfoss_bru	165.06	FFA	198.07	217.88	217.88
Engerdalsbekken	0.377	NIFS	0.452	0.498	0.498
Magnilla	96.47	FFA	115.77	127.34	127.34
Vangbekken	1.920	NIFS	2.304	2.534	2.534
Lona	114.61	FFA	137.53	151.28	151.28

PQRUT, nedbør-avløpsmodell, ble kjørt for Tunnelv total og gav en høyere flomverdi enn ved bruk av frekvensanalyse og RFFA-NIFS. Fordi ekstremverdier nedbørsdata fra nærmeste målestasjon, Sæter i Kvikne, er karakterisert som svært usikker, i tillegg til at PQRUT anbefales og brukes for regnflommer blir ikke resultater fra nedbør-avløpsmodellen benyttet for flomberegninger i Tunnnavassdraget.

10. Hydrauliske beregninger

10.1 Vannlinjeberegning – metode og modelloppsett

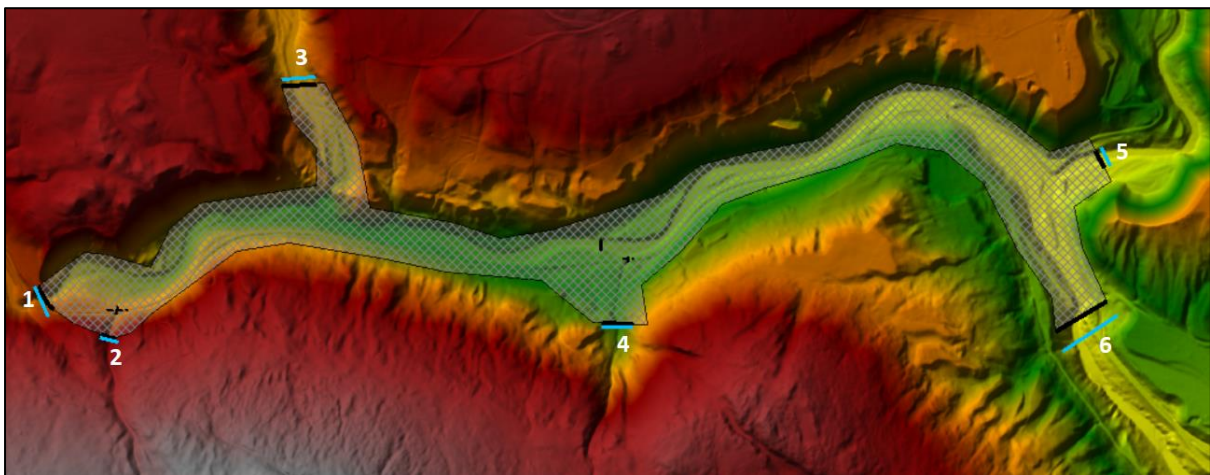
Det er konstruert hydraulisk modell for prosjektert område Tunnfoss total. I tillegg har det blitt laget egen modell for nye Tunnfoss bru med ekstremverdier for å dokumentere at nye Tunnfoss bru ikke påvirkes av flomfare.

10.1.1 Tunnfoss total

For beregning av vannlinje og hydrauliske parametere er programvaren Hec-Ras 6.3.1 benyttet (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System). Analysen er utført i en todimensjonal modell. Viktige inngangsparametere som inngår i modellen er geometri, ruhet, grensebetingelser og vannføring.

Hydraulisk modell er generert for strekningen nedstrøms Tunnfossen, forbi utløp Magnilla, videre forbi Midteng før modellen avsluttes etter utløpet til Lona (Figur 6).

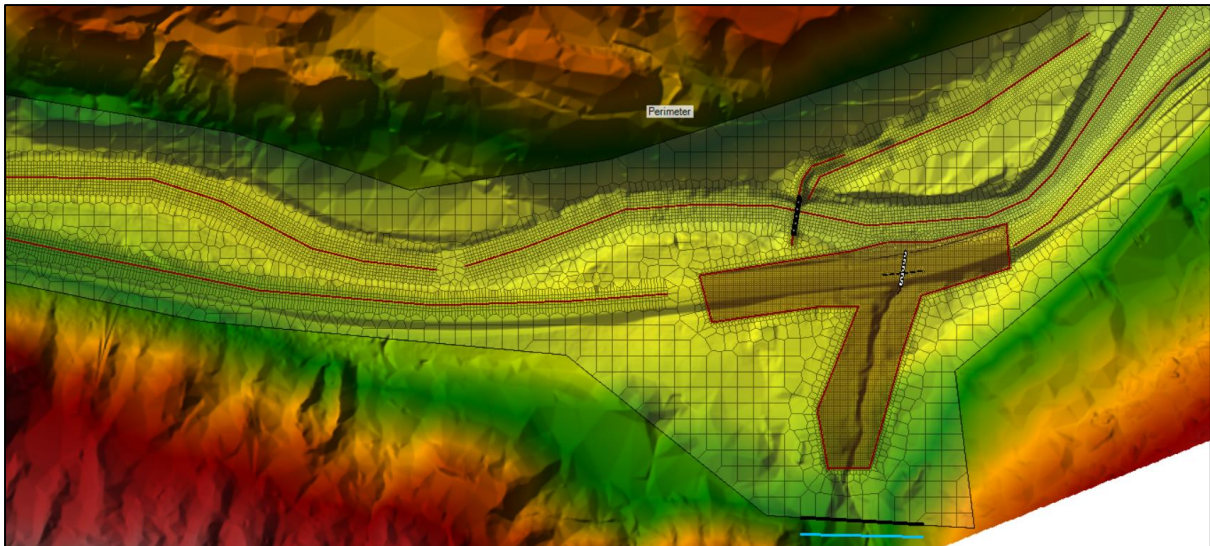
Vannlinjer og vannhastigheter har blitt modellert for eksisterende tilstand. I tillegg har modell blitt kjørt med prosjektert bru over Tunnfoss og ny veitrasè.



Figur 6: Hydraulisk modell generert for strekningen Tunnfossen (1), forbi Midteng (4) før modellen avsluttes etter utløp Lona (6). Geometri viser perimeter-rutenett og 2: Engerdalsbekken, 3: Utløp Magnilla, 5: Lona.

For å modellere vannlinjene er det nødvendig med flomberegning for Tunnfoss bru i tillegg til totalavløpet for Tunnelva ved Midteng.

Prosjektområdet faller inn under sikkerhetsklasse F2, noe som betyr at beregnet flomstørrelse som hydraulisk modell skal kalibreres med, viser til flomhendelse med 200-års gjentaksintervall. Geometri omfatter et perimeter-rutenett med oppløsning 10 m*10 m. På viktige aktuelle områder som veitrasè, kulverter og Midteng bebyggelse er det brukt et rutenett med oppløsning 1 m*1 m for høyere oppløsning (Figur 7).



Figur 7: Geometri omfatter et perimeter-rutenett med oppløsning 10 m*10 m. På viktige aktuelle områder som veitrasè, kulverter og Midteng bebyggelse er det brukt et rutenett med oppløsning 1 m*1 m for høyere oppløsning.

Riktig ruhet er viktig for å redusere usikkerheten i beregning av vannføring og vannhastigheter. Denne strømningsmotstand består generelt av to faktorer, overflateruhet og lokale tap som beskrives ved hjelp av Mannings-tall. Mannings-tall er satt til 0,04 i hele elvetrasè, da det fra kartverktøy med satellittbilder samt bilder fra Tunnelva ikke er stor variasjon med tanke på endring av ruhet. Sidekanter og «No data» har Mannings-tall på 0.07. Verdier er vurdert i henhold til tabell 4.1 i Vassdragshåndboka (Fergus, Hoseth, & Sæterbø, 2010) som er gjengitt fra «Manning's n for Channels» (Chow, 1959). Modell har også blitt testet med noe endring i ruhet, uten at dette påvirket i signifikant grad. Oversikt over aktuelle modellparametere kan leses i Tabell 7: Geometri parametere.

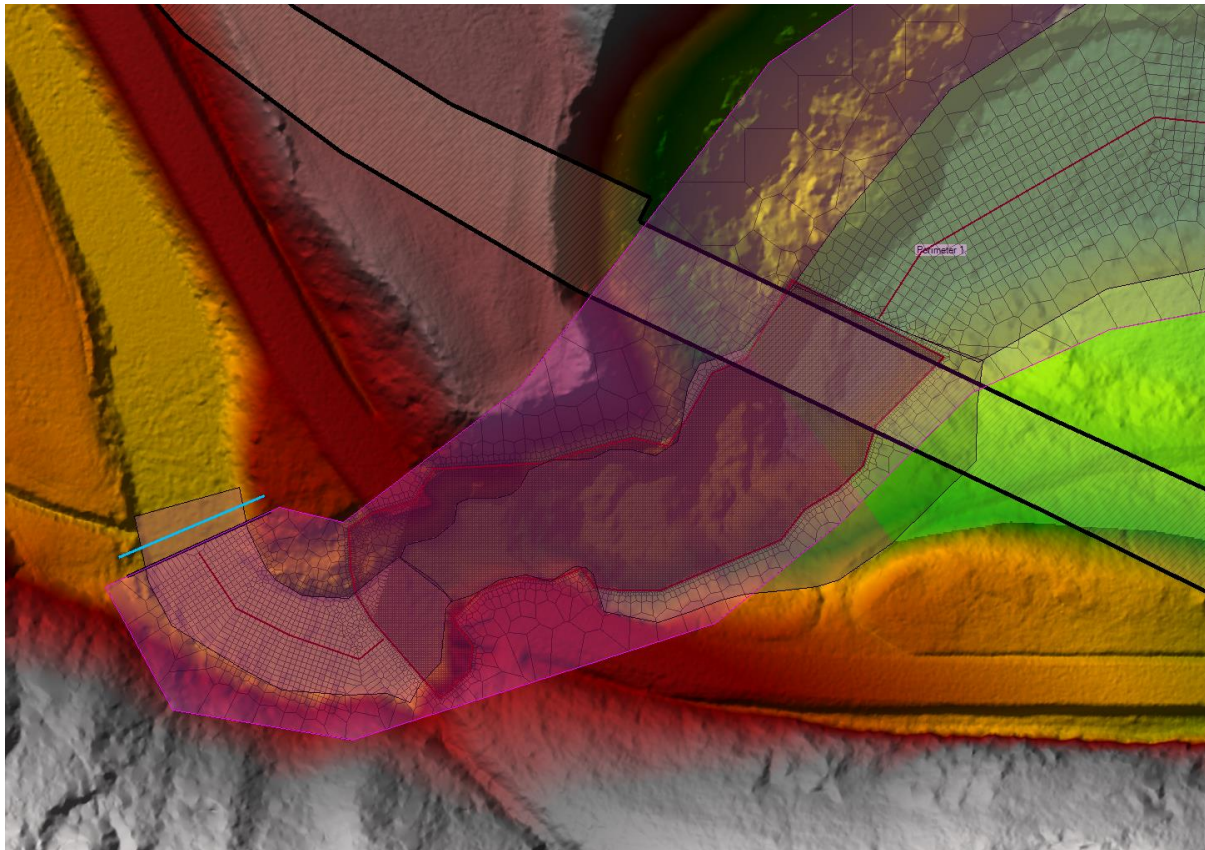
Det er satt grensebetingelser inn i Tunna ved markør 1: Tunnfossen, 2: Engerdalbekken, 3: Magnilla, 4: Vangbekken v/Midteng og 5: Lona (Figur 6) med respektive beregnede Q_{200} flomverdier (Tabell 6). Fordi ny veitrasè og bru skal dimensjoneres etter Q_{200} flomhendelse er hydrografene i modellen kjørt med konstant maksimal vannføring.

Tabell 7: Geometri parametere

Rutenett perimeter	10 m * 10 m
Rutenett flomsikring	1 m * 1 m
Oppstrøms grensebetingelse	Innløpshydrogram med dimensjonerende flom Q_{200}
Nedstrøms grensebetingelse	Nedstrøms fall (0.01‰)
Breaklines (veitrasè) og elveløp	1 m * 1 m
Mannings-tall elveløp	0.04
Mannings-tall sidekanter og «No data»	0.07
Mannings-tall Tunnfossen	0.025
Mannings-tall ovf. Tunnfoss bru	0.04

10.1.2 Nye Tunnfoss bru

Det er etablert egen modell for nye Tunnfoss bru for å dokumentere at ny prosjektert bru ikke medfører flomfare. Resultat har ingen verdi for virkelig hendelse fordi ekstrem Mannings-tall er benyttet som input i modell. Modellområdet er gyldig fra overfor eksisterende Tunnfoss bru for at energilinje skal bli rett nedstrøms foss og forbi nye Tunnfoss bru. Oppløsning i modell er cellestørrelse 0.25 m*0.25 m i foss, 1 m*1 m innløp foss og 2 m* 2 m videre forbi nye Tunnfoss bru. Synlig geometri med skisse ny bru vises i Figur 8.



Figur 8: Egen modell for prosjektert nye Tunnfoss bru. Geometri visert avgrenset område, perimeter, rutenett 0.25 m*0.25 m i foss, 1 m*1 m innløp foss og 2 m* 2 m videre forbi nye Tunnfoss bru.

Geometriske parametere benyttet i hydraulisk modell leses i Kartdata/terrengdata er hentet fra høydedata.no med kart over NDH Tynset 5pkt 2018. Overflatemodellen er generert på grunnlag av Lidar laserdata fra 22.10.2018 utført av Terratec AS. Oppløsning på datasettet er 0.25m. Benyttet koordinatsystem og projeksjon er Euref89 NTM 10. Høydesystem er NN2000.

Tabell 8. Merk at Mannings-tall for foss og prosjektert bruområdet er satt til ekstremverdi 0.2, en urealistisk høy verdi som ikke viser til virkelig hendelse. Dette er gjort for å kvantifisere resultatet kun for prosjektert bru.

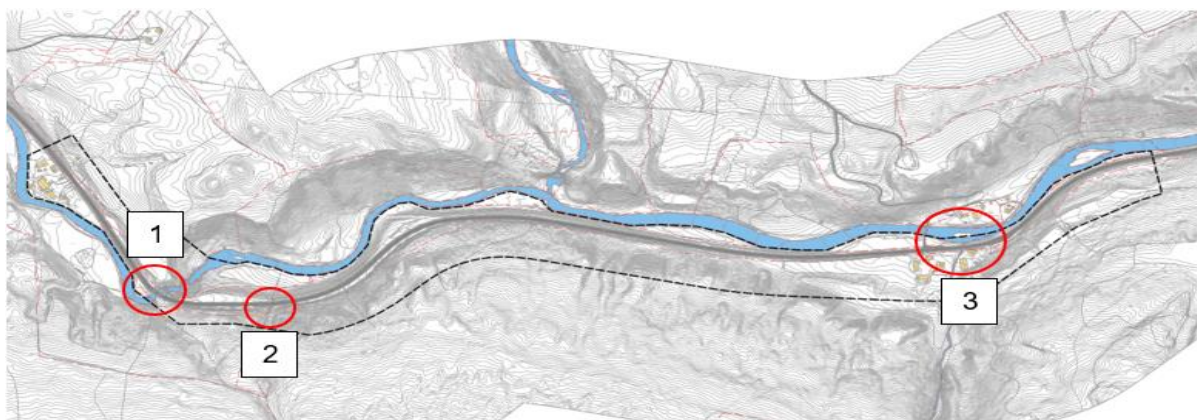
Kartdata/terrengdata er hentet fra høydedata.no med kart over NDH Tynset 5pkt 2018. Overflatemodellen er generert på grunnlag av Lidar laserdata fra 22.10.2018 utført av Terratec AS. Oppløsning på datasettet er 0.25m. Benyttet koordinatsystem og projeksjon er Euref89 NTM 10. Høydesystem er NN2000.

Tabell 8: Oversikt over geometriske parametere benyttet i hydraulisk modell for prosjektert Tunnfoss bru.

Cellestørrelse perimeter	10 m* 10m
Cellestørrelse innløp foss	1 m* 1 m
Cellestørrelse foss/under bru	0.25 m* 0.25 m
Cellestørrelse nedre, etter bru	2 m*2 m
Mannings-tall innløp foss	0.04
Mannings-tall foss/under bru	0.2 (ekstremverdi/urealistisk høy)
Mannings-tall nedre, etter bru	0.04
Øvre grensebetingelse	Innløpshydrogram Q_{200}
Nedre grensebetingelse	Nedstrøms fall (0.025‰)

10.2 Resultat vannlinjeberegning

Etter at hydraulisk modell er kalibrert og testet for feil har den blitt kjørt med 1; eksisterende terreng og 2; modifisert terreng med forslag til ny veitrasé inkludert bru. Interessepunkter som skal vurderes er: 1: Nye Tunnfossen bru, 2: Engerdalsbekken kulvert, 3: Vangbekken bru (Figur 9). I tillegg vurderes flomfare for prosjektert veitrasé og eventuelle flomsikringsbehov.

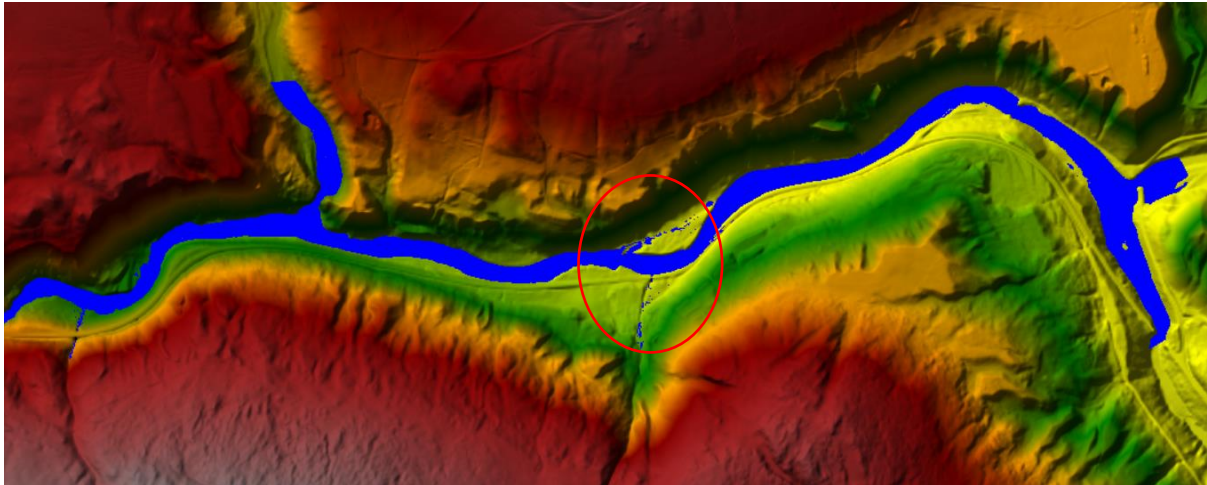


Figur 9: Punkter av interesse knyttet til vurderinger er markert med rød sirkel 1; Nye Tunnfoss bru, 2; Engerdalsbekken kulvert og 3; Vangbekken bru.

10.2.1 Flomfarevurdering veitrasé

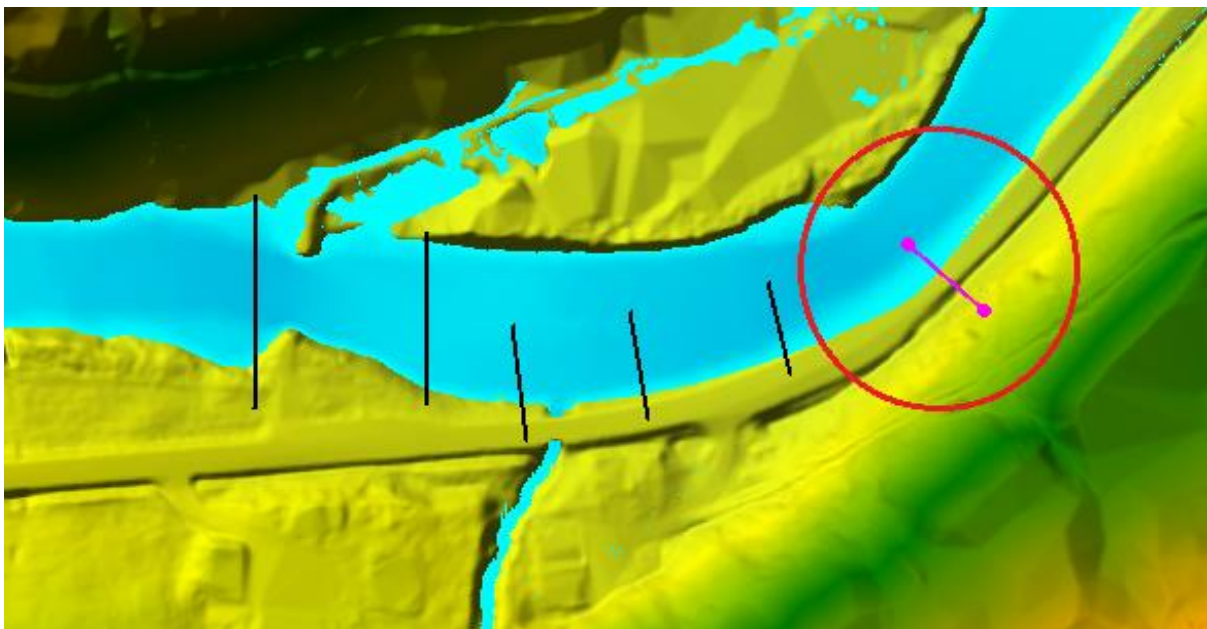
10.2.1.1 Dagens situasjon

Flomsonekart for hele planområdet er vist i Figur 10. Hydraulisk beregning ved hjelp av Hec – Ras viser ett område som er utsatt for flomfare. Dette gjelder område Østre og Vestre Midteng (Figur 10), der Vangbekken drenerer ut i Tunna.



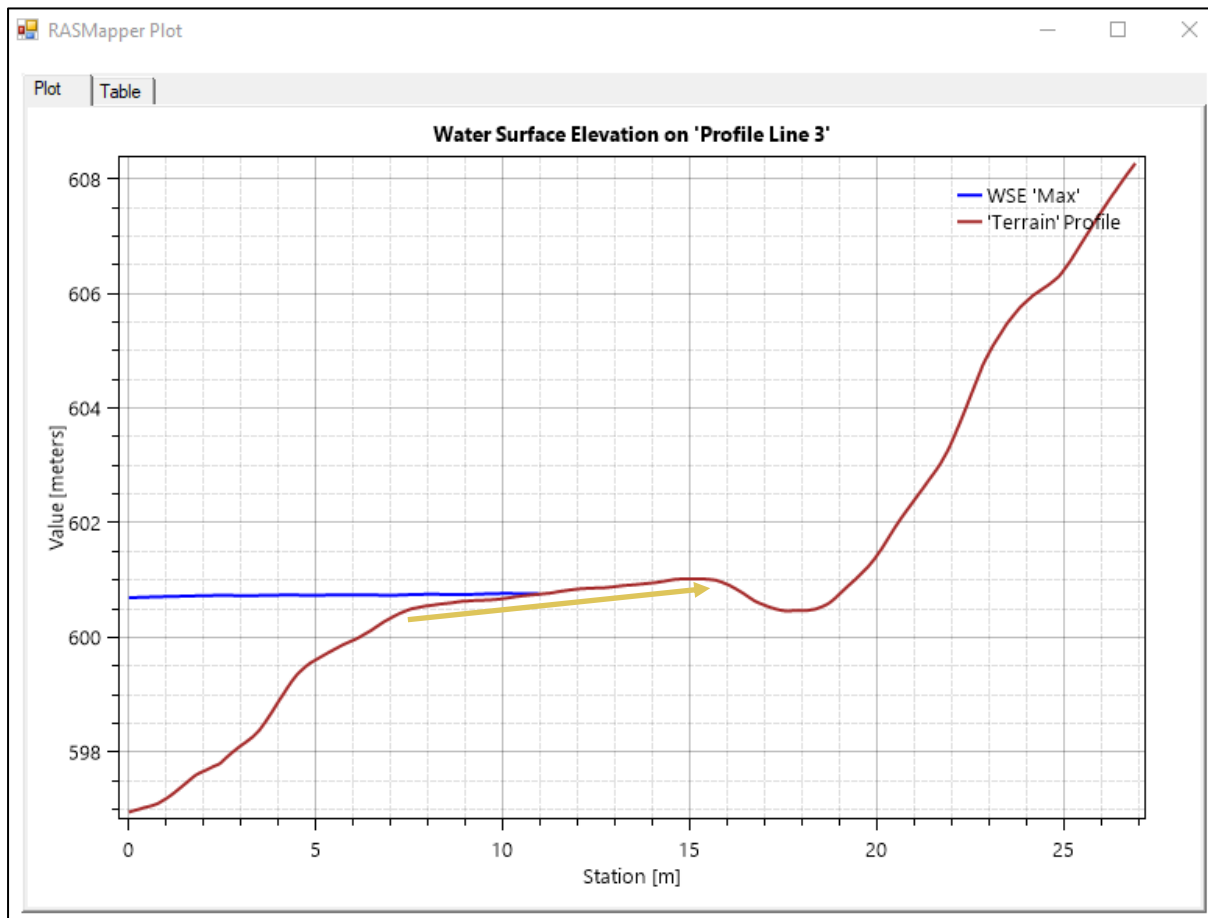
Figur 10: Vanddekt areal for eksisterende situasjon i planområdet ved dimensjonerende flomhendelse med 200-års gjentaktintervall. Flomutsatt området i planområdet er markert med rød sirkel.

Modell har blitt kjørt med eksisterende terreng og veitrasé i tillegg til eksisterende kulvert/brudimensjonering for Vangbekken. Modell viser at Rv3 ved profil markert rødt (Figur 11) blir oversvømt ved Q_{200} .



Figur 11: Profil markert med rød sirkel viser flomvannføring har nådd kritisk punkt for kotehøyde vei for dagens terrengsituasjon.

Kotehøyde (Figur 12) vannstand og vei (terreng) viser at flomhendelse med 200 – års gjentaksintervall inkludert klima og usikkerhetspåslag er maksimalt hva dagens veitrasé er dimensjonert for.



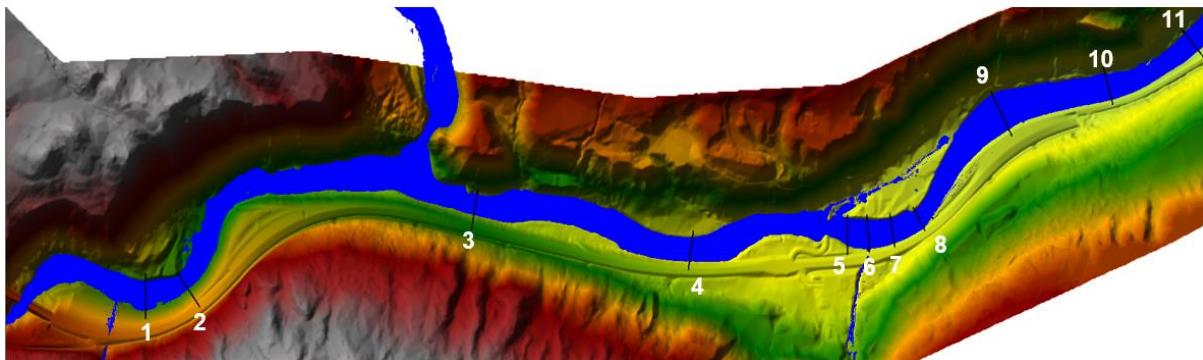
Figur 12: Vannstand og vei (terreng) viser at flomhendelse med 200 – års gjentaksintervall inkludert klima og usikkerhetspåslag er maksimalt hva dagens veitrasé er dimensjonert for. Gul pil indikerer veibane for dagens veitrasé.

10.2.1.2 Prosjektert situasjon

Flomsonekart for hele planområdet er vist i Figur 13.

Resultatene fra hydraulisk modell med prosjektert veibane viser at ny vei er planlagt med tilstrekkelig høyde, og ligger utenfor flomfare ved dimensjonerende flomhendelse på 200 år inkludert klima og usikkerhetspåslag.

Hydraulisk beregning viser neglisjerbar endring mellom dagens situasjon og planlagt situasjon, med utbedret vei. Område ved Østre og Vestre Midteng (profil 5-8) er fortsatt utsatt for flomfare ved 200 års flom, men planlagt oppgradert vei vil ikke forverre forholdene (Figur 13 og Figur 10), utringet område).



Figur 13: Vanddekt areal for prosjektert situasjon i planområdet ved dimensjonerende flomhendelse med 200-års gjentakintervall

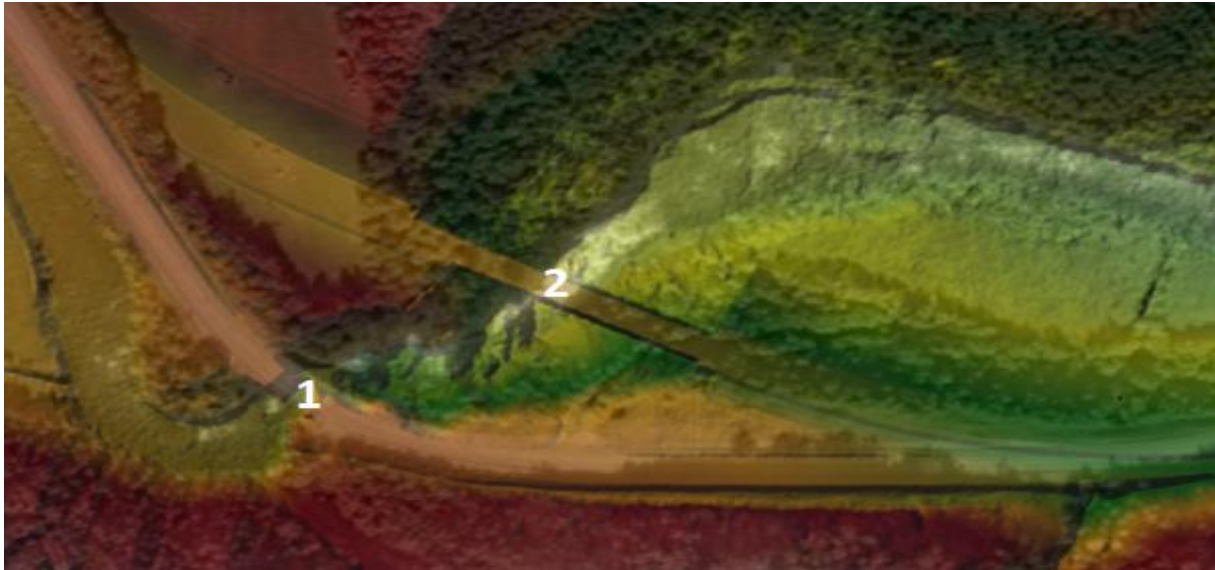
Det er hentet ut profillinjer som oppgir vannstander langs utbyggingsstrekningen, som vist i Tabell 9. Profillinjer viser vannstand med dagens situasjon ved en flomhendelse med 200-års gjentakintervall og vannstand for prosjektert situasjon for samme profillinjer med tilsvarende dimensjonerende vannføring. Modellerte vannstandsendringer på strekningen er vurdert til å være neglisjerbare.

Tabell 9: Viser profillinjer som oppgir vannstander langs utbyggingsstrekning. Profillinjene vises i Figur 13

Profilinje	Vannstand dagens situasjon (m)	Vannstand prosjektert situasjon (m)	Vannstandsending (cm)
1	627.10	627.08	- 2
2	625.55	625.58	3
3	613.09	613.06	-3
4	607.05	607.04	-1
5	601.56	601.53	-3
6	601.55	601.52	-3
7	601.49	601.49	0
8	601.98	600.99	1
9	596.88	596.86	-2
10	594.22	594.21	-1
11	591.39	591.38	-1

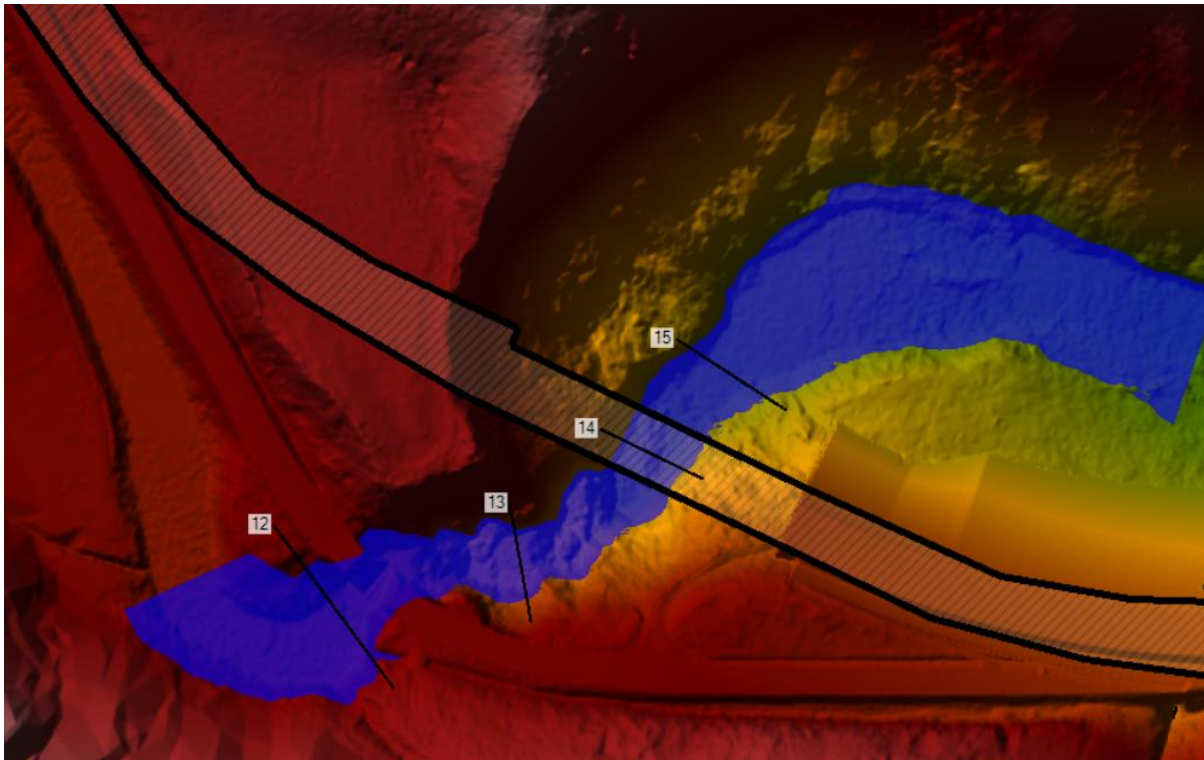
10.2.2 Nye Tunnfoss bru

Nye Tunnfoss bru prosjekteres nedstrøms eksisterende Tunnfoss bru (Figur 14) i forbindelse med prosjektering av ny veitrasé Rv3 fra Tunnfoss og ca. 2.7 km nedenfor.



Figur 14: Eksisterende Tunnfoss bru (1) skal erstattes med nye Tunnfoss bru (2) i forbindelse med ny veitrasé.

Nye Tunnfoss bru prosjekteres høyt over Tunnelva på kotehøyde 653 m (Figur 15). I denne delen av elva renner Tunna naturlig nok med svært høye hastigheter der vannstanden ved dimensjonerende flomhendelse Q_{200} ligger opp mot kotehøyde 634 m. Fordi brua prosjekteres svært høyt over Tunna, er nye Tunnfoss bru ikke utsatt for flomfare.



Figur 15: Skissert nye Tunnfoss bru nedstrøms eksisterende Tunnfoss bru. Prosjektet bru høyde på kote ca. 653 m. Vannstand i elvejuv under bru ha fra hydraulisk modell en kote høyde på ca 635 m. Egen hydraulisk modell er generert for nye Tunnfoss bru for å verifisere resultat i modell for hele prosjektet området. Friksjonsfaktor er satt urealistisk høyt for å verifisere at nye Tunnfoss bru ligger utenfor flomfare.

For å kvantifisere våre vurderinger om at prosjektet bru og veibane ligger langt over vannlinjen i Tunnfoss er det satt opp en egen modell for prosjektet veibru, beskrevet i avsnitt 10.1.2, nye Tunnfoss bru. For å gjøre en svært konservativ vurdering er friksjonsverdien satt $5 \cdot 0,04 = 0,2$. En friksjonsverdi på 0,2 er ikke sannsynlig, men kvantifiserer at prosjektet veibru ikke er utsatt for flomfare. Tabell 10 viser svært konservative kote høyder på vannlinjer (Figur 15). Prosjektet veibru med kote høyde 653 m er ikke utsatt for flomfare.

Tabell 10: Profilinjer som viser svært konservative vannlinjer. Prosjektet veibru med kote høyde 653 m er ikke utsatt for flomfare.

Profil	Vannstand kote høyde (m)
12	656.45
13	646.45
14	634.44
15	632.46

Veibru er prosjektet med kote høyde 653 m.

10.2.3 Engerdalsbekken kulvert



Figur 16: Engersalsbekken kulvert

Det har blitt testet kapasitet gjennom kulvert for Engerdalsbekken ved hjelp av FHWA HY-8 kulvert analyseprogram. Det har blitt tatt utgangspunkt i dimensjon kulvert på 1.0 m* 1.0 m (Figur 17). Det har også blitt tatt høyde for tilstopping. Delvis tilstopping av gjennomløp pga. masseavsetning og gjenising reduserer kapasiteten til gjennomløpet. Ved beregning skal det antas at rørets tverrsnitt kan være gjenslammet eller gjentettet til 1/3 av innløpets høyde (Statens vegvesen, 2018).

Crossing Data - Crossing 1

Crossing Properties

Name: Engerdalsbekken

Parameter	Value	Units
DISCHARGE DATA		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	0.010	cms
Design Flow	0.500	cms
Maximum Flow	0.500	cms
TAILWATER DATA		
Channel Type	Trapezoidal Channel	
Bottom Width	1.000	m
Side Slope (H:V)	0.500	:1
Channel Slope	0.3000	m/m
Manning's n (channel)	0.035	
Channel Invert Elevation	641.800	m
Rating Curve	View...	
ROADWAY DATA		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	18.000	m
Crest Elevation	648.800	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	7.000	m

Culvert Properties

Culvert 1

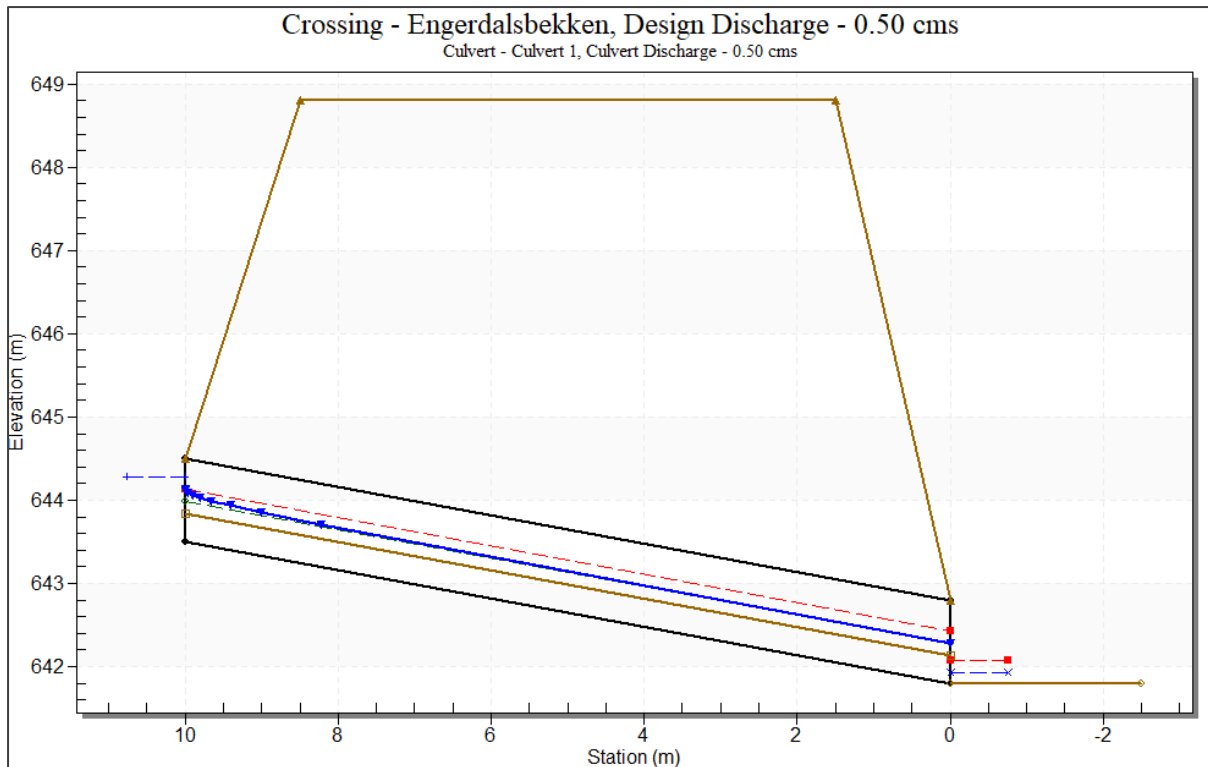
Add Culvert
Duplicate Culvert
Delete Culvert

Parameter	Value	Units
CULVERT DATA		
Name	Culvert 1	
Shape	Concrete Box	
Material	Concrete	
Span	1000.000	mm
Rise	1000.000	mm
Embedment Depth	333.000	mm
Manning's n (Top/Sides)	0.012	
Manning's n (Bottom)	0.035	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Square Edge (90°) Headwall (Ke=0.5)	
Inlet Depression?	No	
SITE DATA		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	10.000	m
Inlet Elevation	643.500	m
Outlet Station	0.000	m
Outlet Elevation	641.800	m
Number of Barrels	1	

Help Click on any ? icon for help on a specific topic Low Flow AOP Energy Dissipation Analyze Crossing OK Cancel

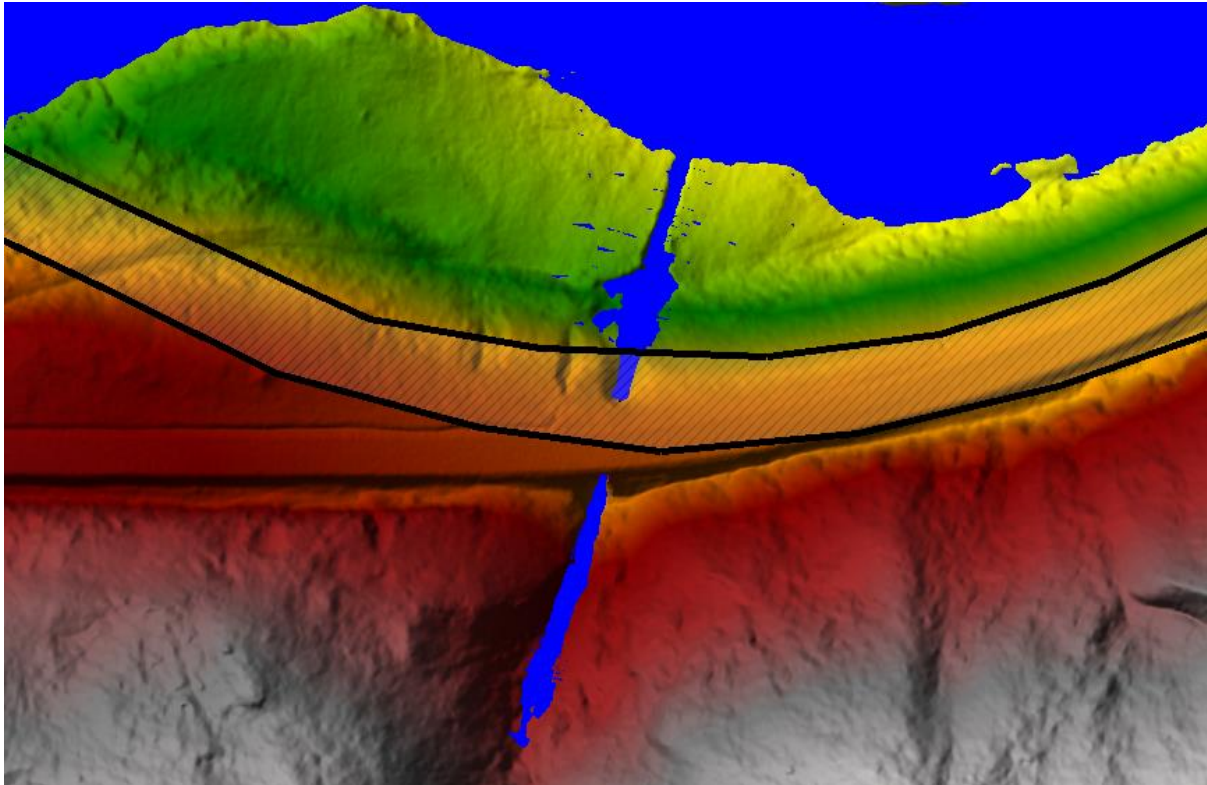
Figur 17: Figur viser modelldata for beregning av kulvertens kapasitet ved åpning 1 m* 1 m. Det har også blitt lagt til grunn en tilstopping på 1/3.

Resultat Figur 18 viser resultat av beregning med kulvertstørrelse 1 m*1 m med inngangsparametere som utforming, helning, ruhet og tilstopping. Dimensjonering av kulvertstørrelse i forhold til flomhendelse med 200 – års gjentakintervall tilsvarende 0.5 m³/s, viser at beregnet størrelse er tilstrekkelig for gitt dimensjonerende vannføring med dagens helning.



Figur 18: Illustrerer kulvertstørrelse 1 m*1 m med informasjonen fra Figur 17 overfor. Det er tillagt tilstopping på 1/3 av innløpets høyde.

Beregning av kulvertdimensjon og kapasitet med HY8 viser at kulvertdimensjonering med åpning og utløp tilsvarende 1 m* 1 m er tilstrekkelig for flomstørrelse Q_{200} (Figur 18). Tilsvarende dimensjonering av kulvert har også blitt implementert i hydraulisk modell, Hec – Ras (Figur 19). Modell viser at kulvertstørrelse er tilstrekkelig for dimensjonerende vannføring. Det er ingen signifikant oppstuvning oppstrøms innløp kulvert.



Figur 19: Eksisterende kulvert for Engerdalsbekken er lagt inn i hydraulisk modell med dimensjonene 1 m*1 m og viser tilstrekkelig kapasitet med nåværende løsning.

Engerdalsbekken har også blitt modellert med rørdiameter 1000 mm med inngangsparametere som utforming, helning, ruhet og tilstopping (Figur 20).

Crossing Data - Engerdalsbekken

Crossing Properties
Name: Engerdalsbekken

Parameter	Value	Units
DISCHARGE DATA		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	0.010	cms
Design Flow	0.500	cms
Maximum Flow	0.500	cms
TAILWATER DATA		
Channel Type	Trapezoidal Channel	
Bottom Width	1.000	m
Side Slope (H:V)	0.500	_:1
Channel Slope	0.3000	m/m
Manning's n (channel)	0.035	
Channel Invert Elevation	641.800	m
Rating Curve	View...	
ROADWAY DATA		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	18.000	m
Crest Elevation	648.800	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	7.000	m

Culvert Properties

Culvert 1

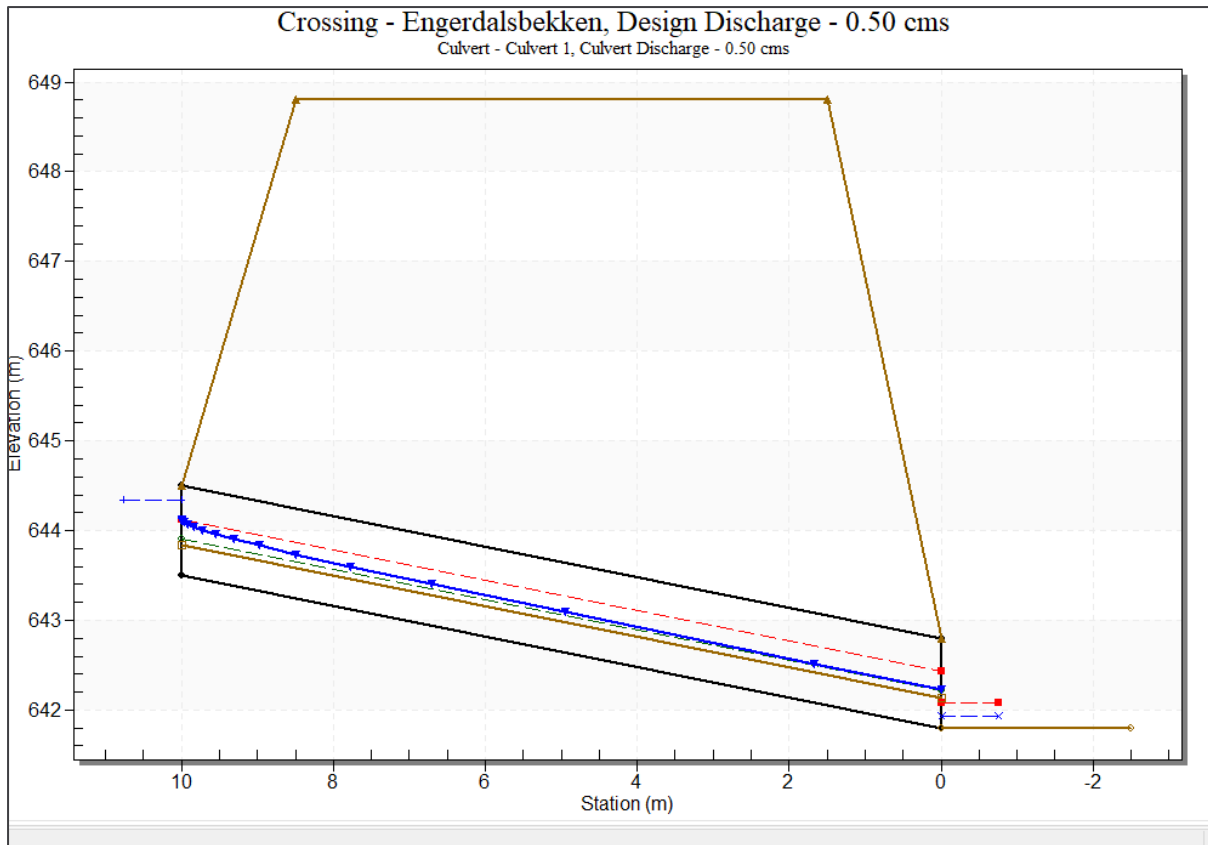
Add Culvert
Duplicate Culvert
Delete Culvert

Parameter	Value	Units
CULVERT DATA		
Name	Culvert 1	
Shape	Circular	
Material	Concrete	
Diameter	1000.000	mm
Embedment Depth	333.000	mm
Manning's n (Top/Sides)	0.010	
Manning's n (Bottom)	0.010	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Thin Edge Projecting (Ke=0.9)	
Inlet Depression?	No	
SITE DATA		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	10.000	m
Inlet Elevation	643.500	m
Outlet Station	0.000	m
Outlet Elevation	641.800	m
Number of Barrels	1	
Computed Culvert Slope	0.170000	m/m

Help Click on any ? icon for help on a specific Low Flow AOP Energy Dissipation Analyze Crossing OK Cancel

Figur 20: Figur viser modelldata for beregning av kulvertens kapasitet med rørdiameter 1000 mm. Det har også blitt lagt til grunn en tilstopping på 1/3.

Beregning av kulvertdimensjon og kapasitet med HY8 viser at kulvertdimensjonering rørdiameter 1000 mm er tilstrekkelig for flomstørrelse Q_{200} (Figur 21). Det er ingen signifikant oppstuvning oppstrøms innløp kulvert.



Figur 21: Illustrerer kulvert rørløsning med størrelse 1000 mm med modelldata fra Figur 17. Det er tillagt tilstopping på 1/3 av innløpets høyde

10.2.4 Vangbekken bru



Figur 22: Vangbekken bru med utløp i Tunna ved Midteng, Dagens kapasitet er tilstrekkelig for flomhendelse med 200-års gjentakintervall.

Det har blitt testet kapasitet gjennom kulvert for Vangbekken bru (Figur 22) ved hjelp av FHWA HY-8 kulvert analyseprogram. Det har blitt tatt utgangspunkt i dimensjon kulvert på 2.0 m* 2.0 m (Figur 23). Det har også blitt tatt høyde for tilstopping. Delvis tilstopping av gjennomløp pga. masseavsetning og gjenising reduserer kapasiteten til gjennomløpet. Ved beregning skal det antas at rørets tverrsnitt kan være gjenslammet eller gjentettet til 1/3 av innløpets høyde (Statens vegvesen, 2018).

Crossing Data - Vangbekken

Crossing Properties
Name: Vangbekken

Parameter	Value	Units
DISCHARGE DATA		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	0.100	cms
Design Flow	2.600	cms
Maximum Flow	2.600	cms
TAILWATER DATA		
Channel Type	Trapezoidal Channel	
Bottom Width	2.000	m
Side Slope (H:V)	0.500	_:1
Channel Slope	0.3000	m/m
Manning's n (channel)	0.040	
Channel Invert Elevation	600.550	m
Rating Curve	View...	
ROADWAY DATA		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	9.000	m
Crest Elevation	603.690	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	7.000	m

Culvert Properties

Vangbekken

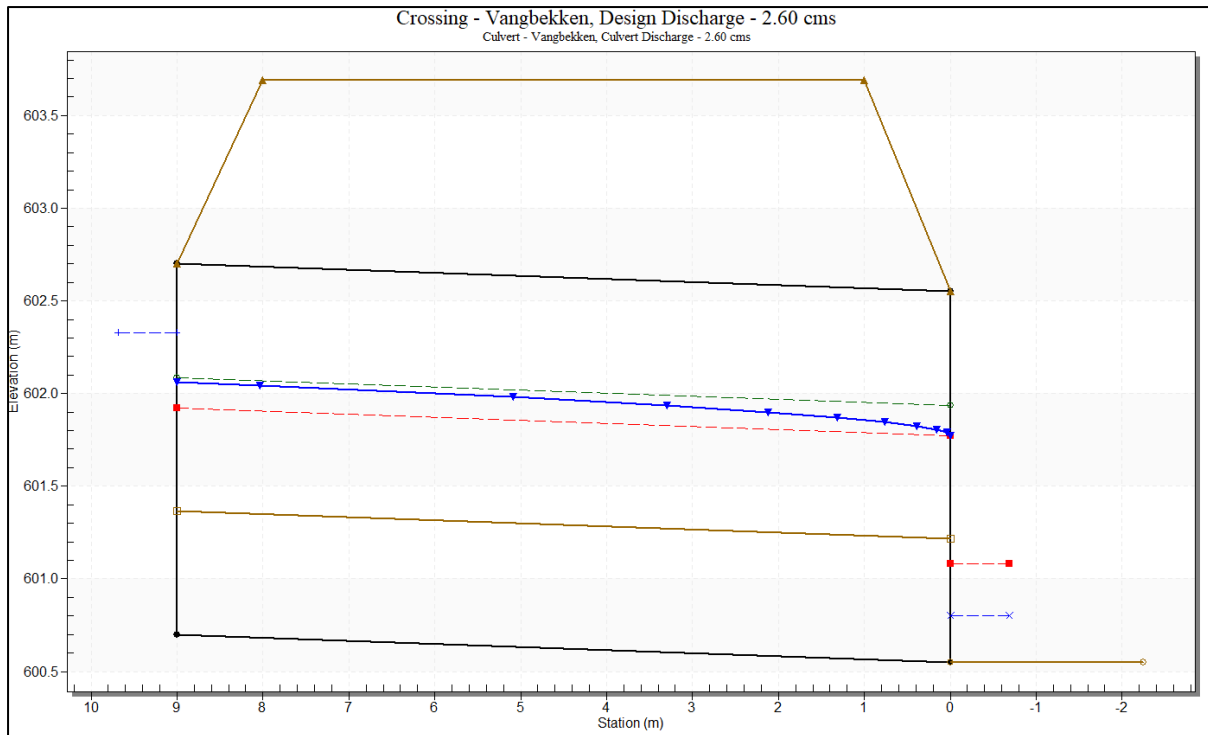
Add Culvert
Duplicate Culvert
Delete Culvert

Parameter	Value	Units
CULVERT DATA		
Name	Vangbekken	
Shape	Concrete Box	
Material	Concrete	
Span	2000.000	mm
Rise	2000.000	mm
Embedment Depth	667.000	mm
Manning's n (Top/Sides)	0.040	
Manning's n (Bottom)	0.040	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	Square Edge (90°) Headwall (Ke=0.5)	
Inlet Depression?	No	
SITE DATA		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	9.000	m
Inlet Elevation	600.700	m
Outlet Station	0.000	m
Outlet Elevation	600.550	m
Number of Barrels	1	
Computed Culvert Slope	0.016667	m/m

Help Click on any ? icon for help on a specific topic Low Flow AOP Energy Dissipation Analyze Crossing OK Cancel

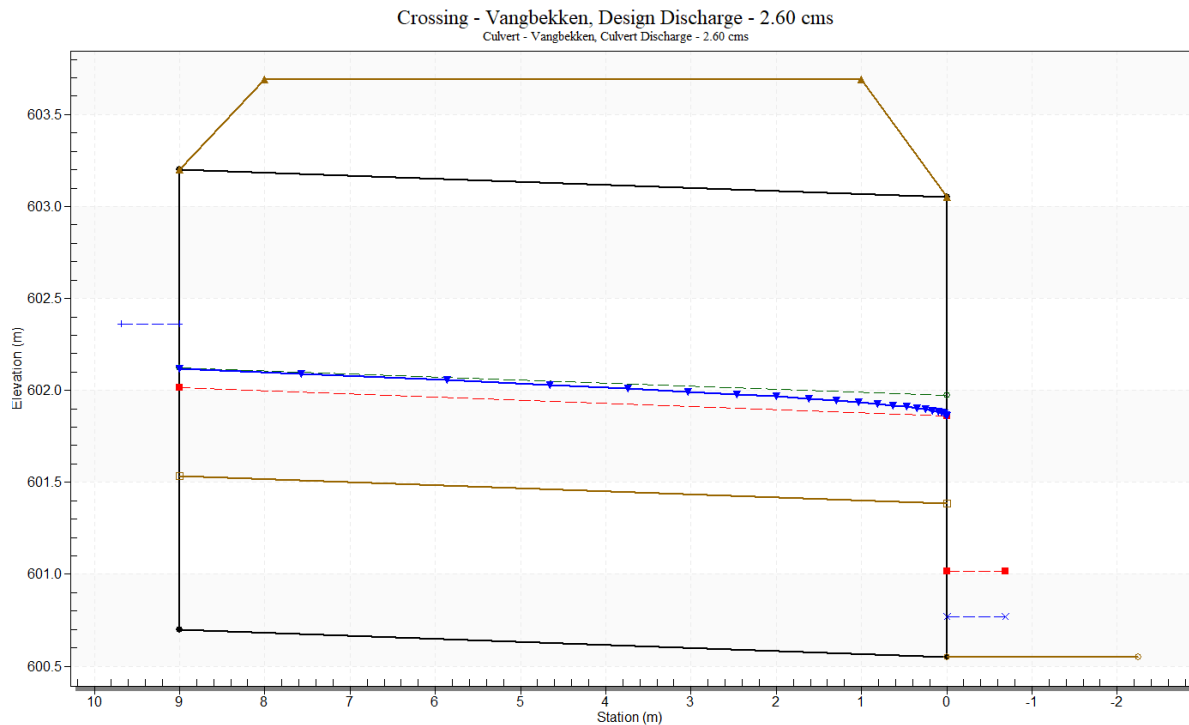
Figur 23: Figur viser modellens data for beregning av kulvertens kapasitet ved åpning 2 m* 2 m.

Resultat (Figur 24) viser resultat av beregning med kulvertstørrelse 2 m* 2 m med inngangsparametere som utforming, helning, ruhet og tilstopping. Dimensjonering av kulvertstørrelse i forhold til flomhendelse med 200 – års gjentakintervall tilsvarende 2.6 m³/s, viser at beregnet størrelse er tilstrekkelig for gitt dimensjonerende vannføring med dagens helning.



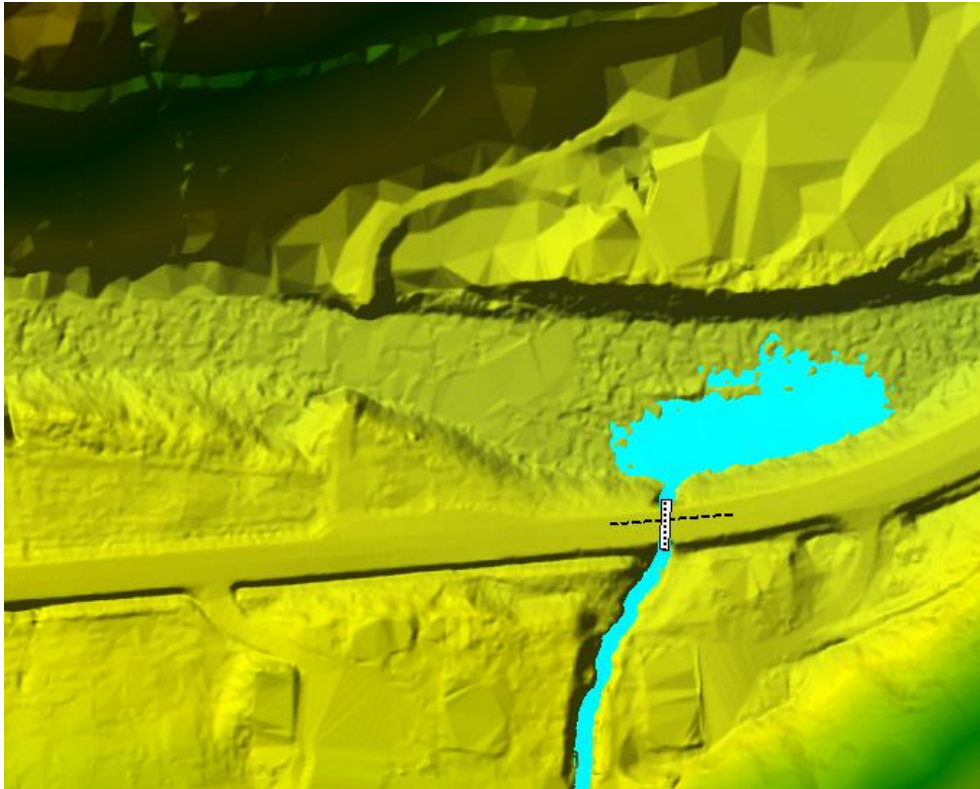
Figur 24: Figur illustrerer kulvertstørrelse 2 m* 2m med informasjonen fra figur overfor. Det er tillagt tilstopping på 1/3 av innløpets høyde.

Vangbekken bru er definert som bru. Bru er definert som bærende konstruksjon med spennvidde større enn eller lik 2,5 meter og som skal bære trafikkklaster. Med bru menes også nedfylte konstruksjoner som kulverter og rør med spennvidde (evt. diameter) på 2,5 meter eller mer (Statens vegvesen, 2015). Det har dermed også blitt utført beregning med bru (kulvertstørrelse) 2.5 m * 2.5 m (Figur 25). Med økt størrelse øker kapasitet.



Figur 25: Figur illustrerer kulvertstørrelse 2.5 m* 2.5 m. Det er tillagt tilstopping på 1/3 av innløpets høyde.

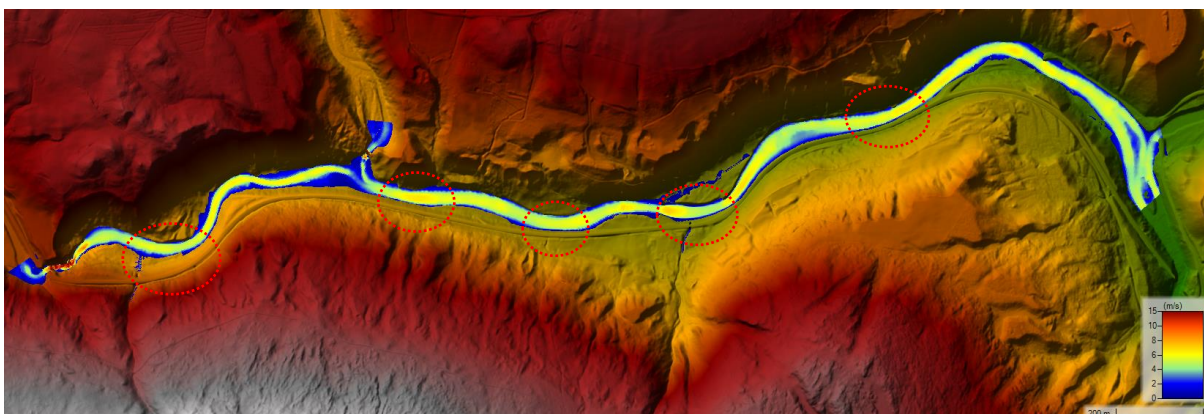
Beregning av kulvertdimensjon og kapasitet med HY8 viser at kulvertdimensjonering med åpning og utløp tilsvarende 2 m* 2 m er tilstrekkelig for flomstørrelse Q_{200} . Tilsvarende dimensjonering av kulvert har også blitt implementert i hydraulisk modell, Hec – Ras. Modell viser at kulvertstørrelse er tilstrekkelig for dimensjonerende vannføring (Figur 26). Det er ingen signifikant oppstuvning oppstrøms innløp kulvert.



Figur 26: Dimensjonert kulvert på 2 m* 2 m under Rv3 for Vangbekken. Modell viser ingen tegn til oppstuvende effekt oppstrøms kulvert/bru.

11. Erosjonsvurdering

Det er relativt høye hastigheter som er modellert langs Kvikneveien, Rv3 Tunndalen, fra Tunnfossen, forbi østre og vestre Midteng til nedstrøms utløpet av Lona. Områder der veiskulder ligger flomutsatt til (Figur 27) ved en flomhendelse med 200 – års gjentaksintervall, er det behov for nøyere vurdering av tiltak.



Figur 27: Ved en 200 - års flomhendelse er det høye vannhastigheter på hele strekningen som er planlagt prosjektert. Aktuelle lokaliteter der veiskulder kan påvirkes av flom (rødt utringet) bør det vurderes erosjonstiltak.

Vannhastigheter ligger mellom 4 og 6 m/s, noe som tilsier fare for erosjon i løsmasseområder. Dersom veiskulder prosjekteres i direkte kontakt med Tunna, er det behov for erosjonssikring. I tillegg

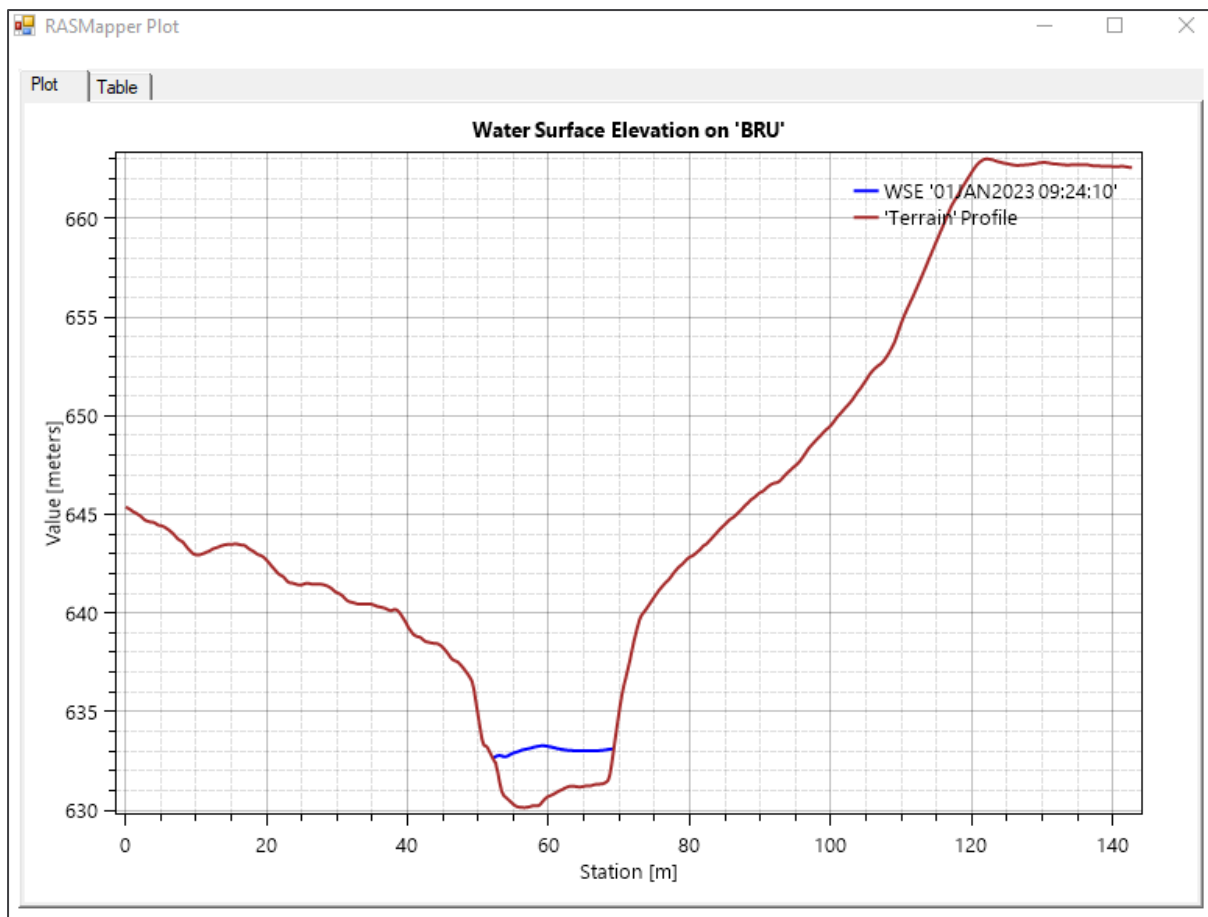
må innløp og utløp av kulvertene erosjonssikres. Utstrekning og omfang avklares i detaljprosjekteringen.

Kritiske områder for erosjon har ofte synlige merker i terrenget som sier noe om graden av erosjonsfare. Dette illustreres av Figur 28, der bildet viser erosjon langs høyre elvebredd nedstrøms Tunnfoss bru, og viser til viktighet av bilder langs vassdraget for erosjonsvurdering.



Figur 28: Viser synlige spor av erosjon langs elvebredd nedstrøms eksisterende Tunnfoss bru. Foto: Sweco AS

Prosjektet Tunnfoss bru bygges høyt i terrenget over Tunna. Profillinje rett over ny bruplassering med prosjektert terreng i forhold til Q_{200} vannlinje vises i Figur 29.



Figur 29:Prosjektet Tunnfoss bru bygges høyt i terrenget over Tunna. Profillinje rett over ny bruplassering med prosjektet terreng i forhold til Q200 vannlinje.

Nye Tunnfoss bru bygges over hele elveprofilen uten støttepillarer i elveleiet. Dette medfører at det ikke er fare for erosjonsproblematikk for nye Tunnfoss bru.

For videre detaljprosjektering av erosjonssikring langs Tunna i prosjektet området er det nødvendig med befaring for å få god oversikt over erosjonsfaren langs Tunna. Dette bør gjennomføres på et senere tidspunkt hvor det foreligger mer informasjon om grunnforholdene på strekningen.

12. Usikkerhet og sensitivitetsanalyse

De hydrauliske beregningene er beheftet med usikkerhet i høydegrunnlag og manglende kalibreringsdata for store flommer. En kalibrering av modellene vil gi betydelig mindre usikkerhet i resultatene, men det finnes ikke observasjoner av vannstand og vannføringsdata for elvestrekningen. Det er derfor ikke mulig å kalibrere modellene mot observerte data. Det finnes derimot gode sammenlikningsstasjoner i regionen, noe som påvirker usikkerheten for flomberegningene i positiv forstand.

Nøyaktigheten i geometriske data (både over og under vannspeilet), helning og hydraulisk ruhet for elveløpet er de viktigste faktorene som påvirker resultatene (NVE, 2022). Når kalibrering ikke er mulig, benyttes kun Mannings-tall til å beskrive elvas hydrauliske ruhet eller strømningsmotstand og følgelig energitap. Den hydrauliske ruheten i elva er bestemt ut fra bilder av elveløp, satellittdata og litteratur. Friksjonsfaktor benyttet i modellen er beskrevet i Tabell 7: Geometri parametere.

Det har blitt kjørt sensitivitetsanalyse for å se på innvirkningen ruheten har på de beregnede vannstandene ved å øke og redusere ruhet med 25% i hydraulisk modell. Det har også blitt utført sensitivitetsanalyse for modellen ved å øke vannføring direkte med 25%. Med økning på 25% øker også vannstanden på modellert elvestrekning. Resultater fra sensitivitetsanalysen for viser en økning på 15-60 cm i vannstand på modellert elvestrekning, men hovedvekt på en differanse fra 30 til 50 cm. Hvor mye vannstanden øker avhenger av plassering i vassdraget, men de største økningene er registrert i området rett nedstrøms Tunnfoss (50 til 60 cm). Her ligger allerede veien høyt i forhold til elven.

12.1 Sikkerhetspåslag

Usikkerhet i flomberegninger er en faktor som må tas hensyn til. Datagrunnlaget i modellen er av god kvalitet da det eksisterer gode sammenlikningsstasjoner som Atnsjø, Li Bru og Driva v/Svoni. Imidlertid følger alltid stor usikkerhet knyttet til ekstremverdier, spesielt der det ikke eksisterer flommålinger.

NVE anbefaler å gå veien om et prosentvis påslag på vannføringen (NVE, 2022) som via en hydraulisk modell gjøres om til en ekstra høyde, kalt sikkerhetspåslag som skal legges på den beregnede vannstanden. Da inkluderes de hydrauliske effektene av elvas varierende geometri. Denne ekstra høyden kan en finne ved å beregne vannstanden både med og uten det prosentvise påslaget på vannføringen. Differansen mellom disse høydene utgjør sikkerhetspåslaget.

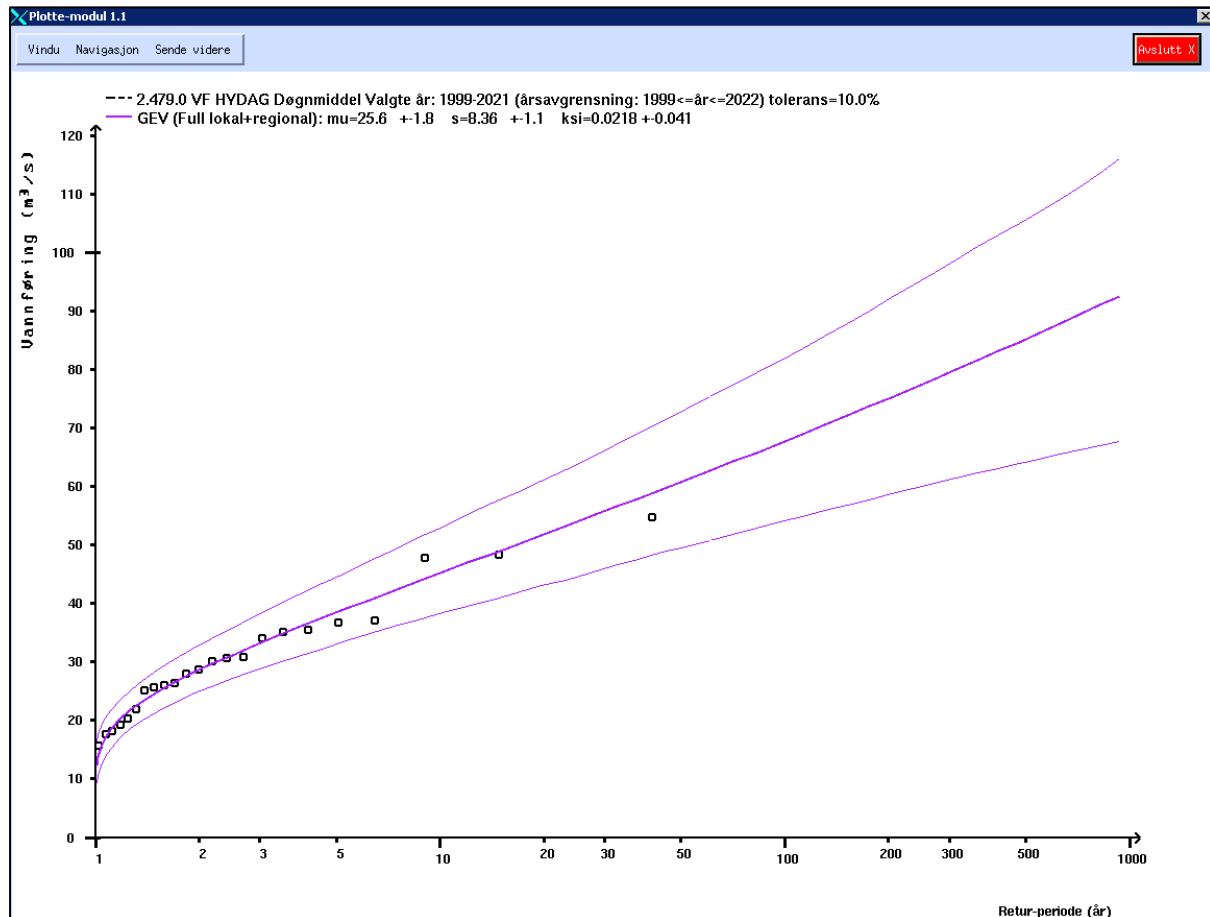
Ut ifra anbefalingen NVEs veileder gir, er det hensiktsmessig å legge til grunn sensitivitetsanalysen som sikkerhetspåslag. Det anbefales derfor å tillegge en sikkerhetsmargin på 50 cm på beregnede kotehøyder i vannlinjeberegningen for praktisk bruk.

Bibliografi

- Andersen, J. H., Hjukse, T., Roald, L., & Sælthun, N. R. (1983). *Hydrologisk modell for flomberegninger*. Oslo: Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen.
- Chow, V. T. (1959). *Manning's n for Channels*.
- Direktoratet for byggkvalitet. (2017). *Byggteknisk forskrift (TEK17)*. Direktoratet for byggkvalitet.
- Dyrddal, A. V., & Førland, E. J. (2019). *Klimapåslag for korttidsnedbør - Anbefalte verdier*. Meteorologisk institutt og Norsk klimaservicesenter.
- Engeland, K., Glad, P., Hamududu, B. H., Li, H., Reitan, T., & Stenius, S. M. (2020). *Lokal og regional flomfrekvensanalyse*. NVE.
- Fergus, T., Hoseth, K. A., & Sæterbø, E. (2010). *Vassdragshåndboka*. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.
- Jensen, L. (.), & Tesaker, E. (.). (2009). *Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein*. Oslo: NVE.
- Kristensen, S. E. (2003). *Flomsonekart - Delprosjekt Kongsvinger*. Oslo: NVE.
- Lawrence, D. (2016). *Klimaendring og framtidige flommer i Norge*. Norges Vassdrags- og energidirektorat.
- Norconsult. (2017). *Flomberegning midtre Glomma*.
- Norconsult. (2019). *Dam Klevfos - Beregning av flomstørrelser*. Norconsult.
- Norsk Klimaservicesenter. (2022). *Klimaprofil Oslo og Akershus*. Hentet 03 14, 2022 fra <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/oslo-og-akershus>
- NVE. (2005). *Retningslinjer for flomløp*. NVE.
- NVE. (2011). *Flaum- og skredfare i arealplanar*.
- NVE. (2020). *Modul F1.300: Mulige tiltak mot flom og oversvømmelse*. NVE.
- NVE. (2022). *Sikkerhet mot flom: utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak*. Oslo: NVE.
- NVE. (2022). *Veileder for flomberegninger nr. 1/2022*. Hentet fra https://publikasjoner.nve.no/veileder/2022/veileder2022_01.pdf
- Pettersson, L. E. (2000). *Flomberegning for Glommavassdraget oppstrøms Vorma*. Oslo: NVE.
- Statens vegvesen. (2015). *Håndbok N400 Bruprosjektering*. Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen. (2018). *Håndbok N200 Vegbygging*. Vegdirektoratet.
- Stenius, S., Glad, P. A., Wang, T. K., & Væringstad, T. (2015). *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*. NVE.

Vedlegg 1: Frekvensanalyse sammenlikningsstasjon

Li Bru GEV-Full lokal + regional



Gjentaksintervall, år	Måleverdier m3/s	Relative måleverdier	Øvre estimat	Nedre estimat
2	28.62	0.952	24.95	32.63
5	38.47	1.279	33.09	44.48
10	45.19	1.503	38.33	52.87
20	51.86	1.725	43.11	61.12
50	60.84	2.023	49.37	72.38
100	67.89	2.258	54.30	81.92
200	75.19	2.501	58.64	91.00
500	85.47	2.842	64.11	105.02
1000	73.72	3.117	68.12	116.46

Sweco | Flomfarevurdering Tunnfoss bru

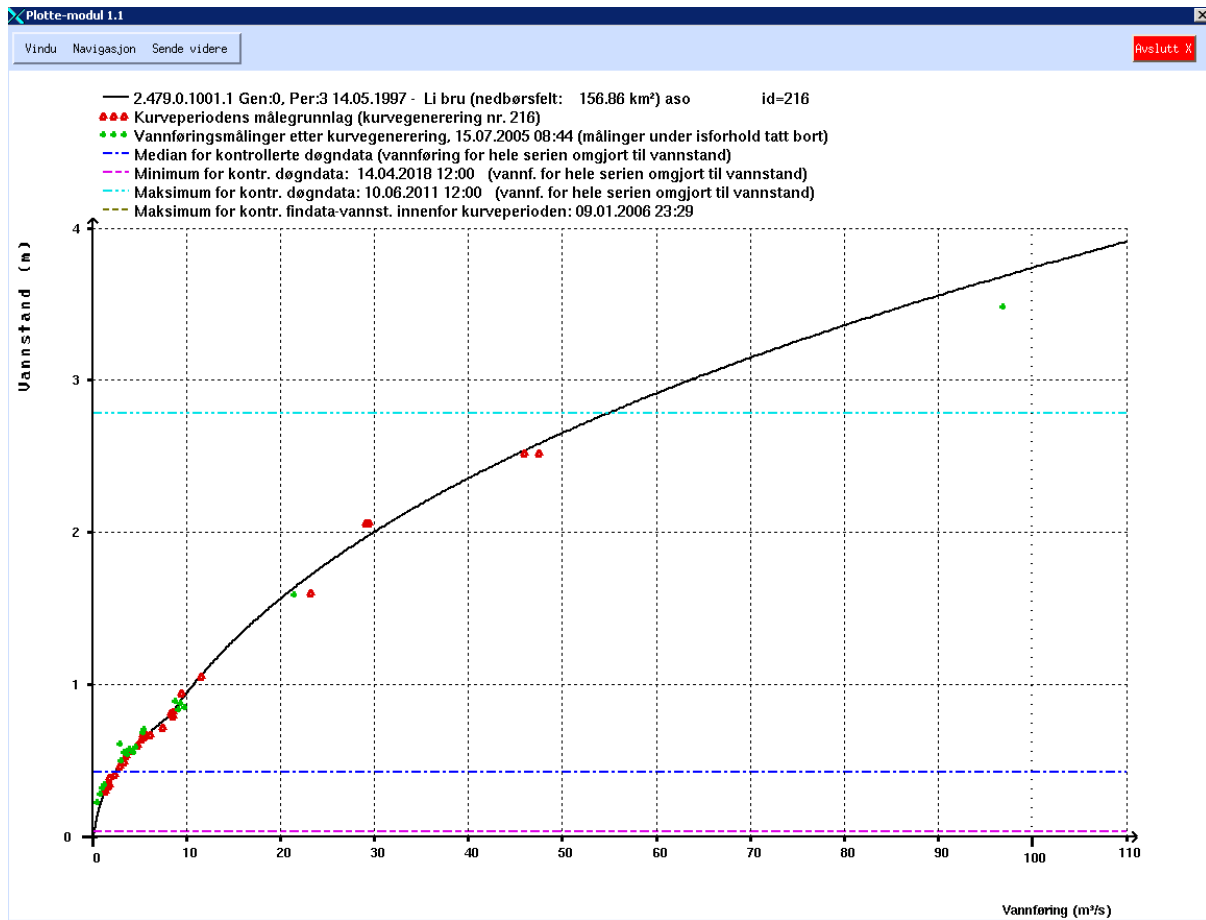
Prosjektnummer 10235774

Dato 04.23.2023

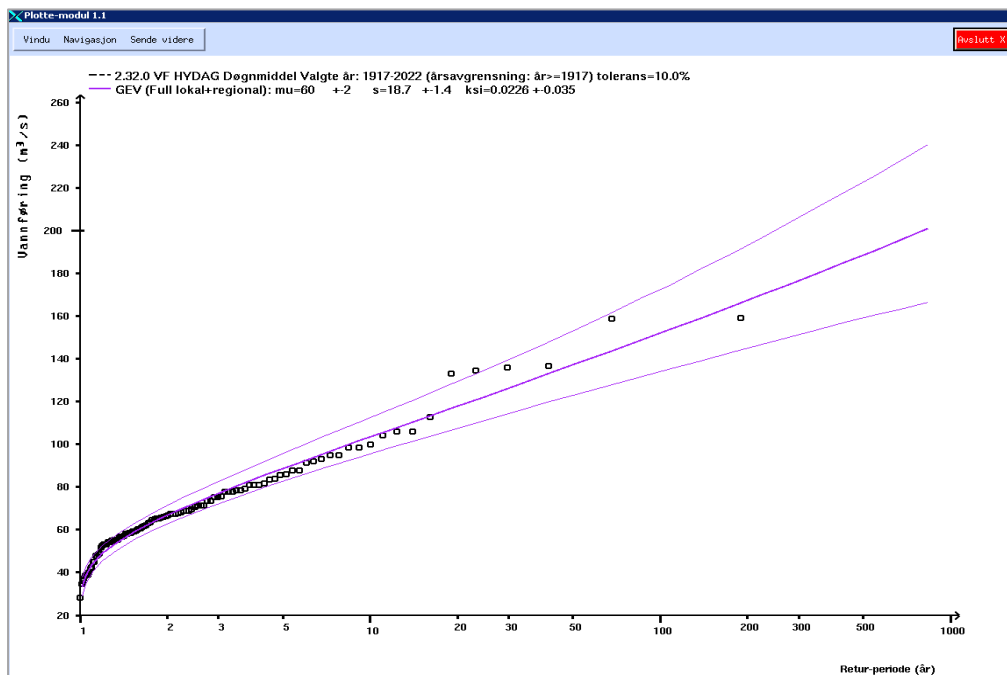
Rev 02

Dokumentreferanse \\nohmfrs002\OPPDAG\32312\10235774_Tunnfoss_bru_-_reguleringsplan_og_teknisk_plan\000\06

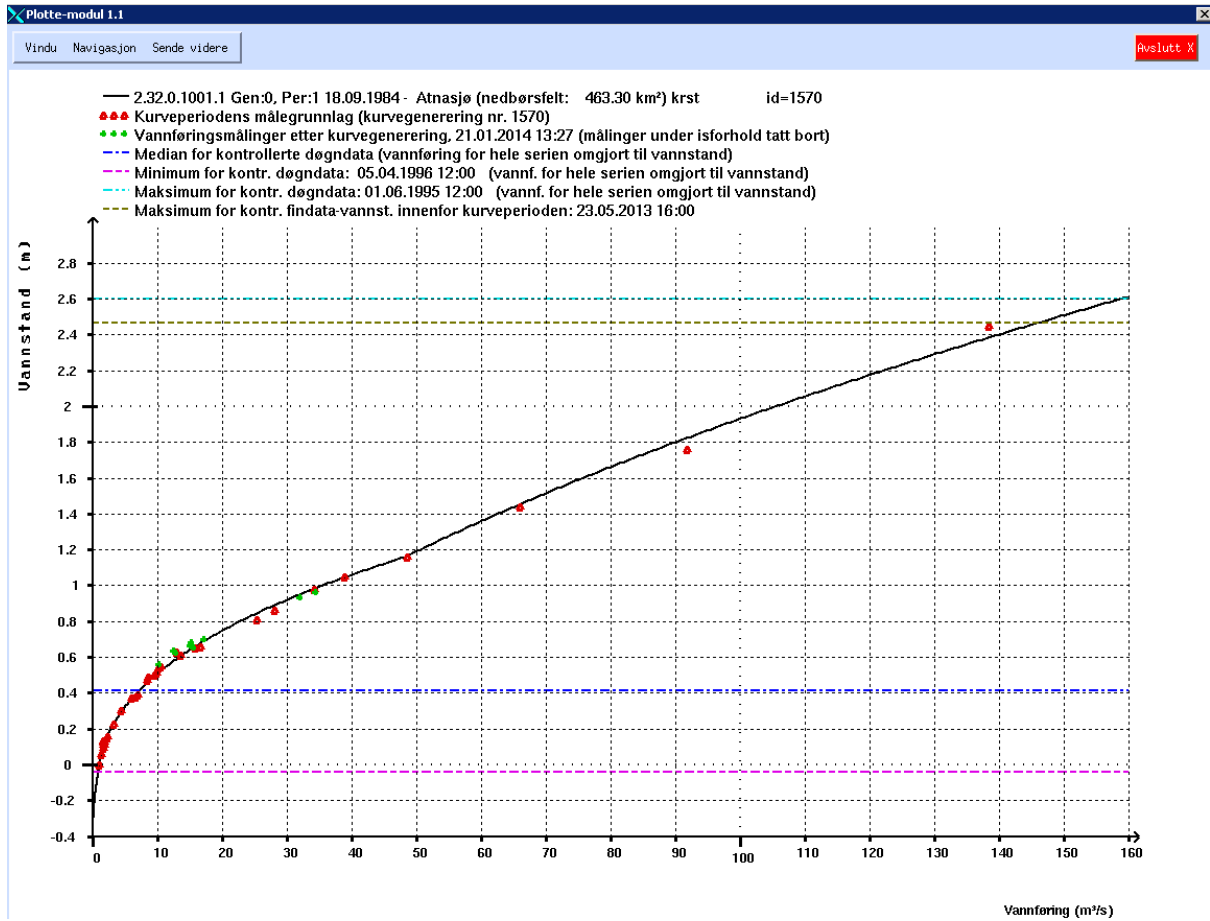
Dokumenter\Hydrologi



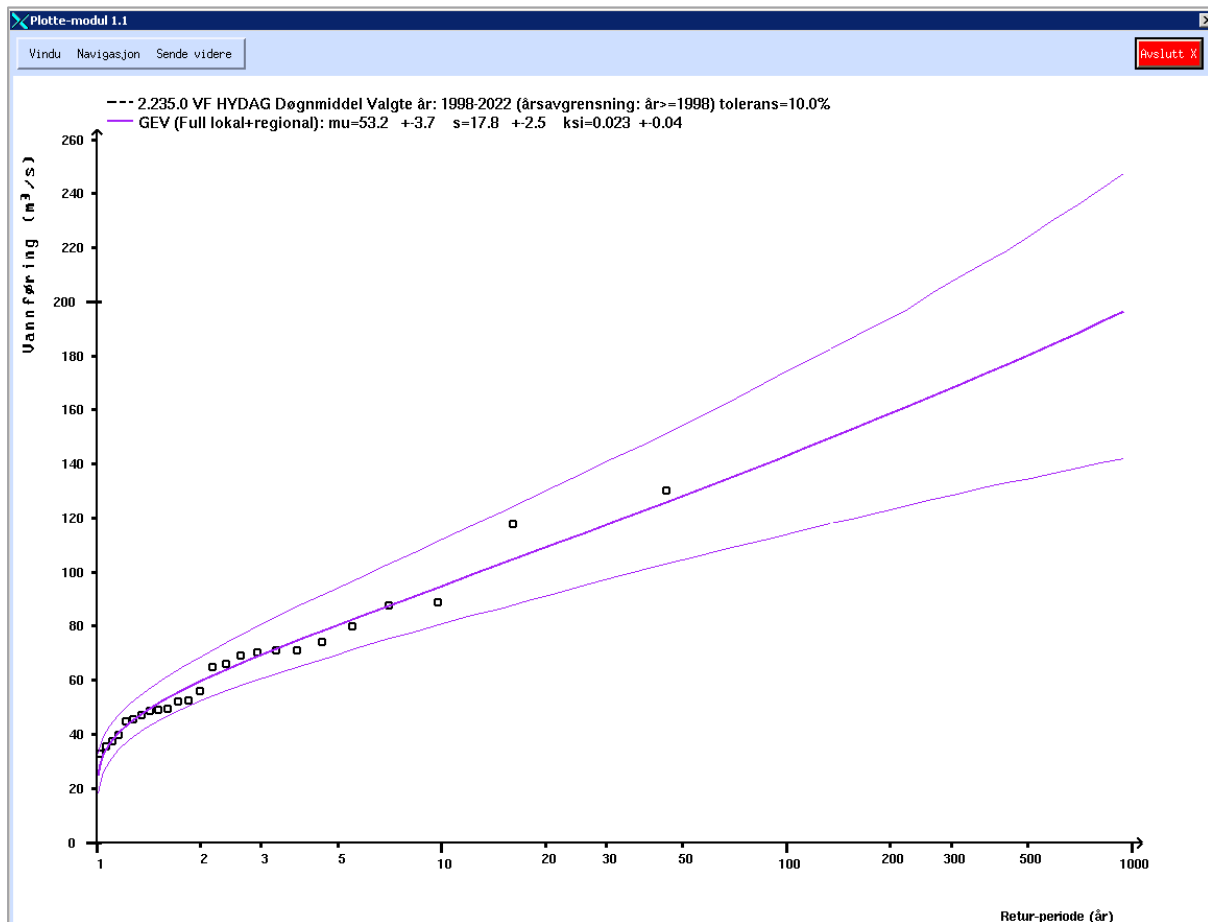
2.32 Atnasjø GEV-Full lokal + regional



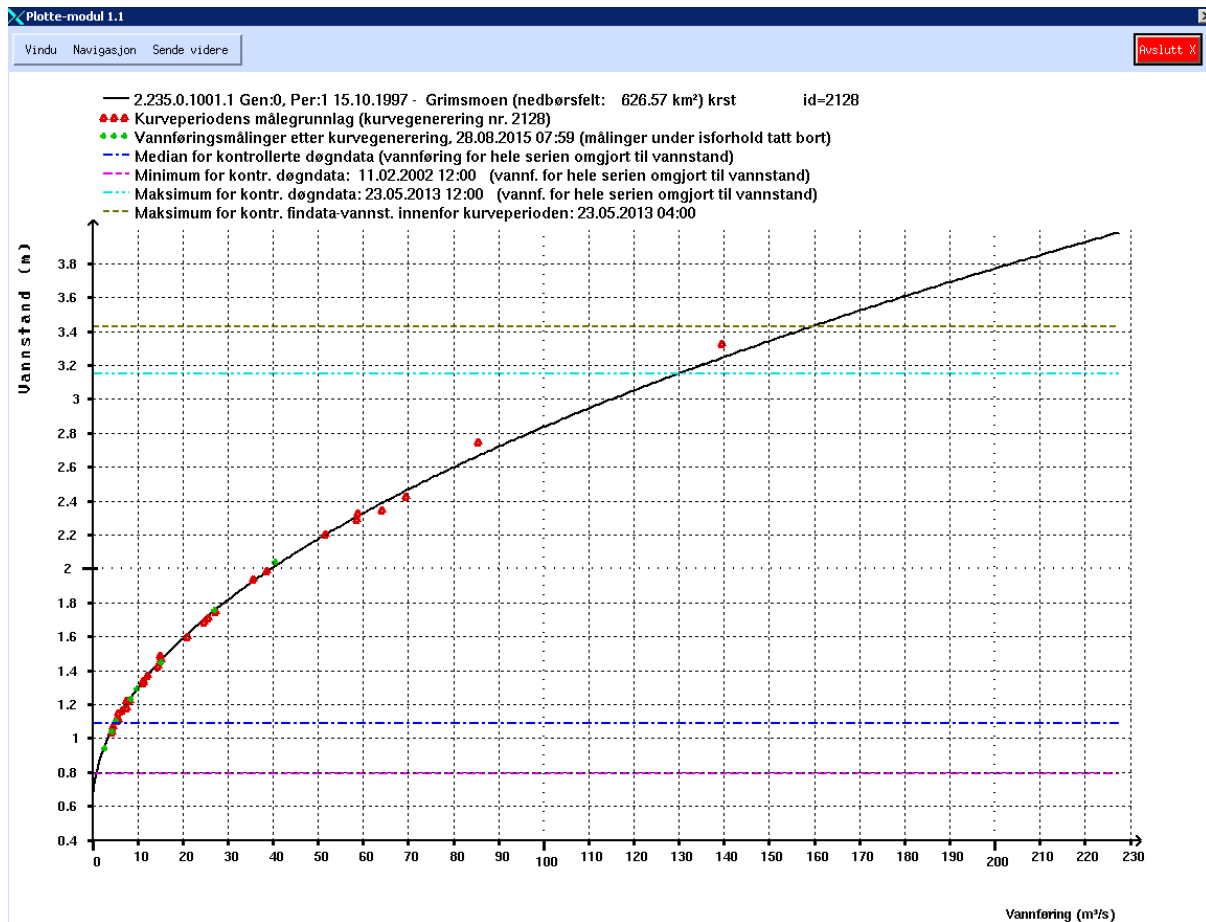
Gjentaksintervall, år	Måleverdier m ³ /s	Relative måleverdier	Øvre estimat	Nedre estimat
2	66.8	0.942	62.5	70.79
5	88.49	1.248	82.36	94.59
10	103.12	1.454	95.12	111.59
20	117.33	1.655	107.61	128.55
50	136.48	1.925	122.78	152.67
100	151.23	2.133	133.83	172.09
200	166.38	2.347	144.15	191.8
500	187.3	2.642	158.08	220.4
1000	203.93	2.877	168.39	243.66



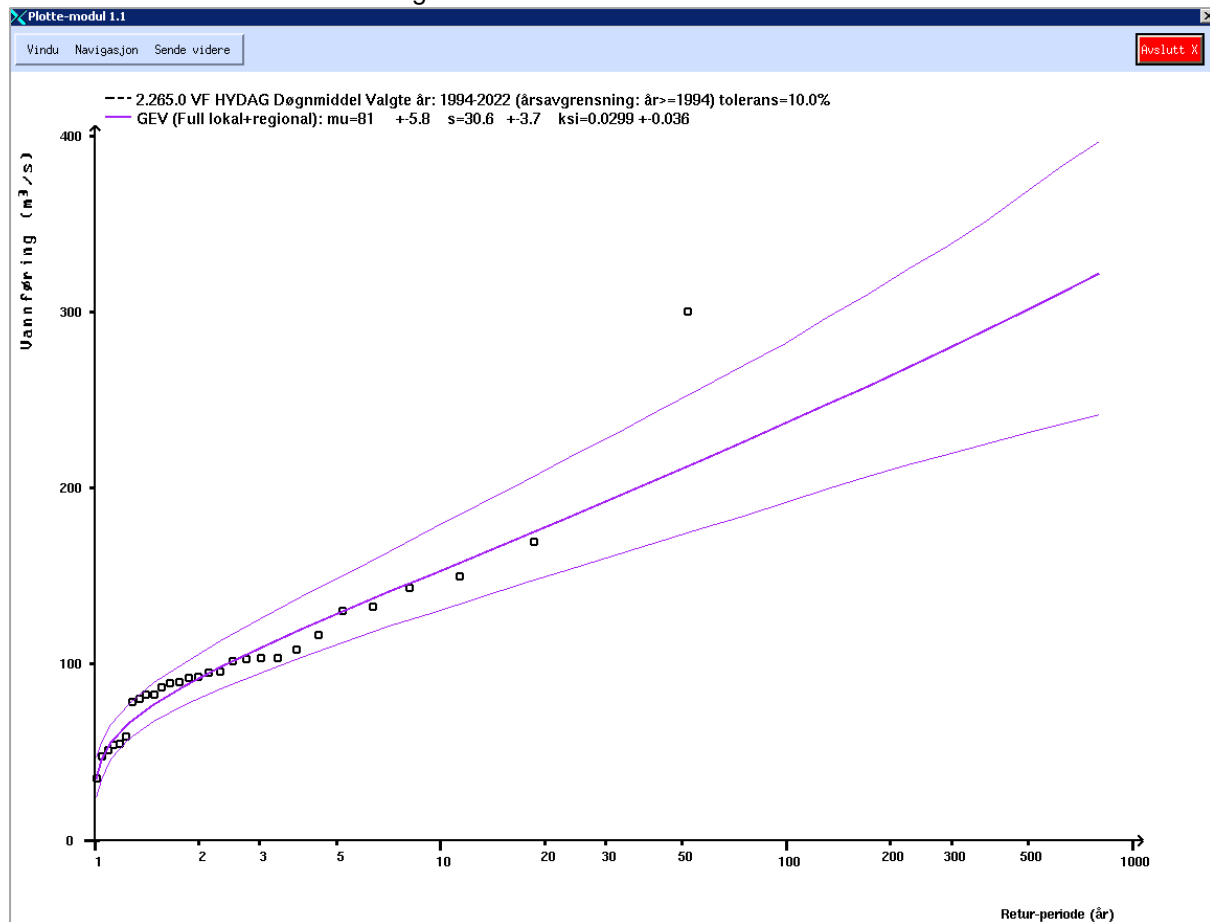
2.235 Grimsmoen GEV-Full lokal + regional



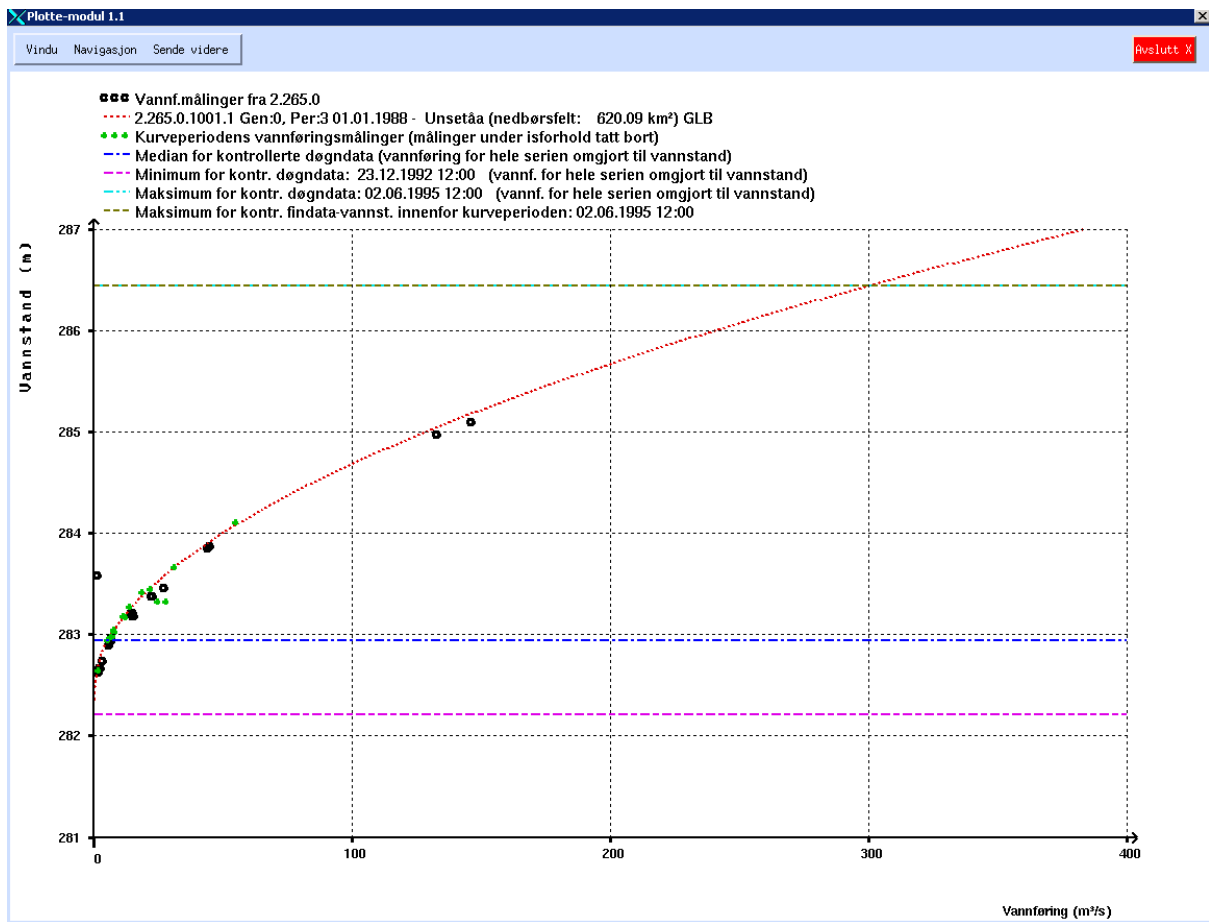
Gjentaksintervall, år	Måleverdier m ³ /s	Relative måleverdier	Øvre estimat	Nedre estimat
2	59.87	0.949	53.31	68.57
5	81.04	1.284	70.00	94.35
10	95.51	1.513	80.89	112.06
20	109.88	1.741	91.40	129.78
50	129.20	2.047	104.83	153.72
100	144.32	2.287	114.38	174.60
200	160.04	2.536	124.02	196.77
500	182.00	2.884	136.09	227.01
1000	199.66	3.164	144.93	251.87



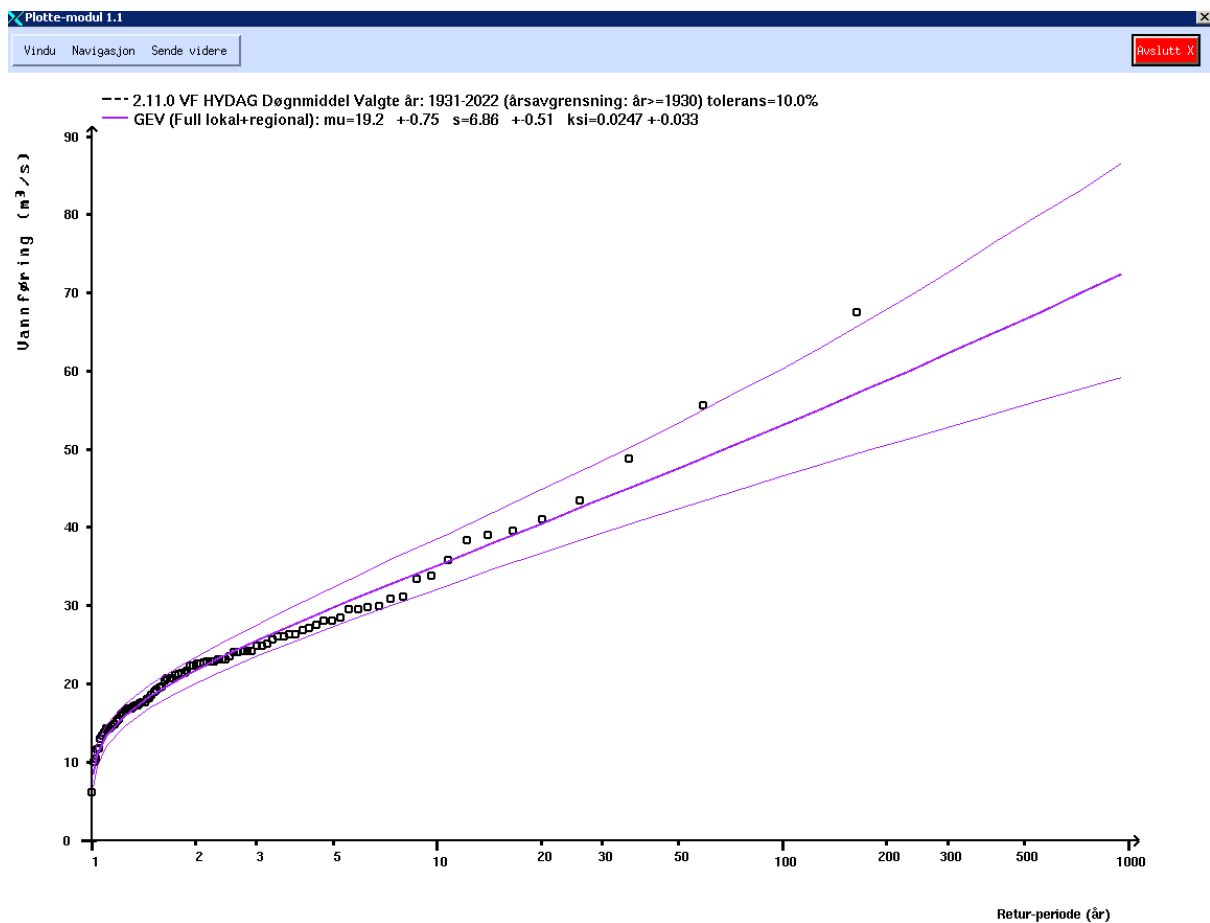
2.265 Unsetåa GEV-Full lokal + regional



2.265 Unsetåa flomfrekvensanalyse; GEV (Full lokal + regional)				
Gjentaksintervall, år	Måleverdier m3/s	Relative måleverdier	Øvre estimat	Nedre estimat
2	91.9	0.913	80.32	104.55
5	127.97	1.271	109.95	148.56
10	152.65	1.514	129.87	179.9
20	177.48	1.762	148.79	209.82
50	210.59	2.091	173.91	252.54
100	236.18	2.345	192.49	285.71
200	263.45	2.616	209.61	321.97
500	300.72	2.986	231.32	373.71
1000	331.08	3.288	247.68	415.43

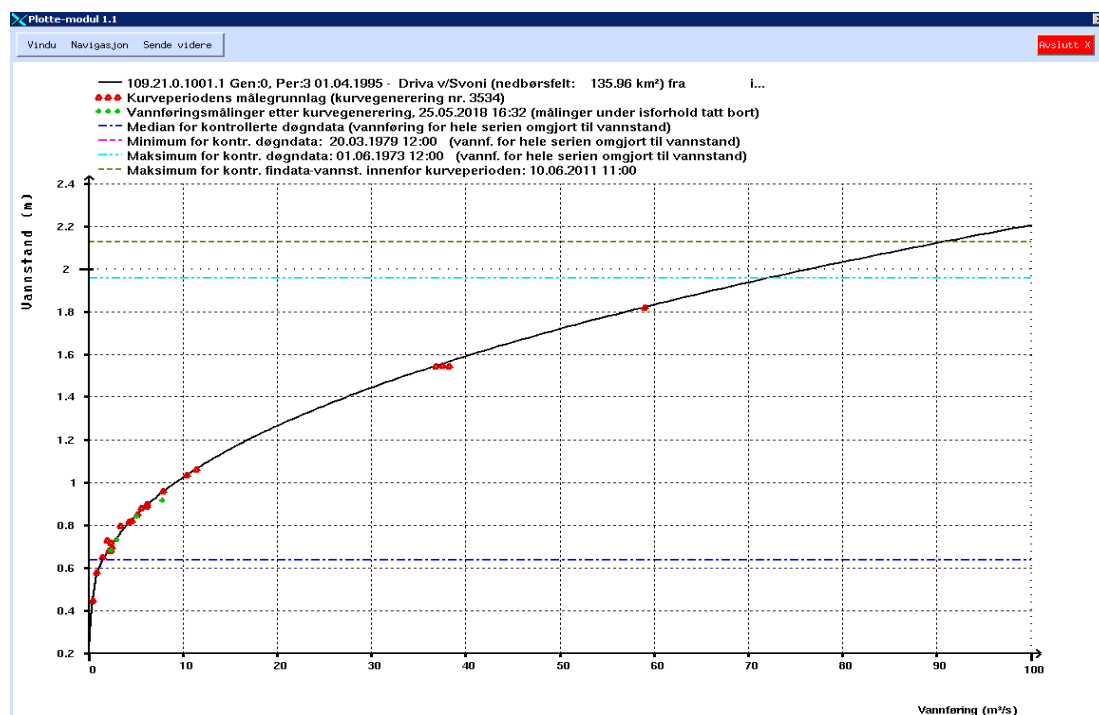
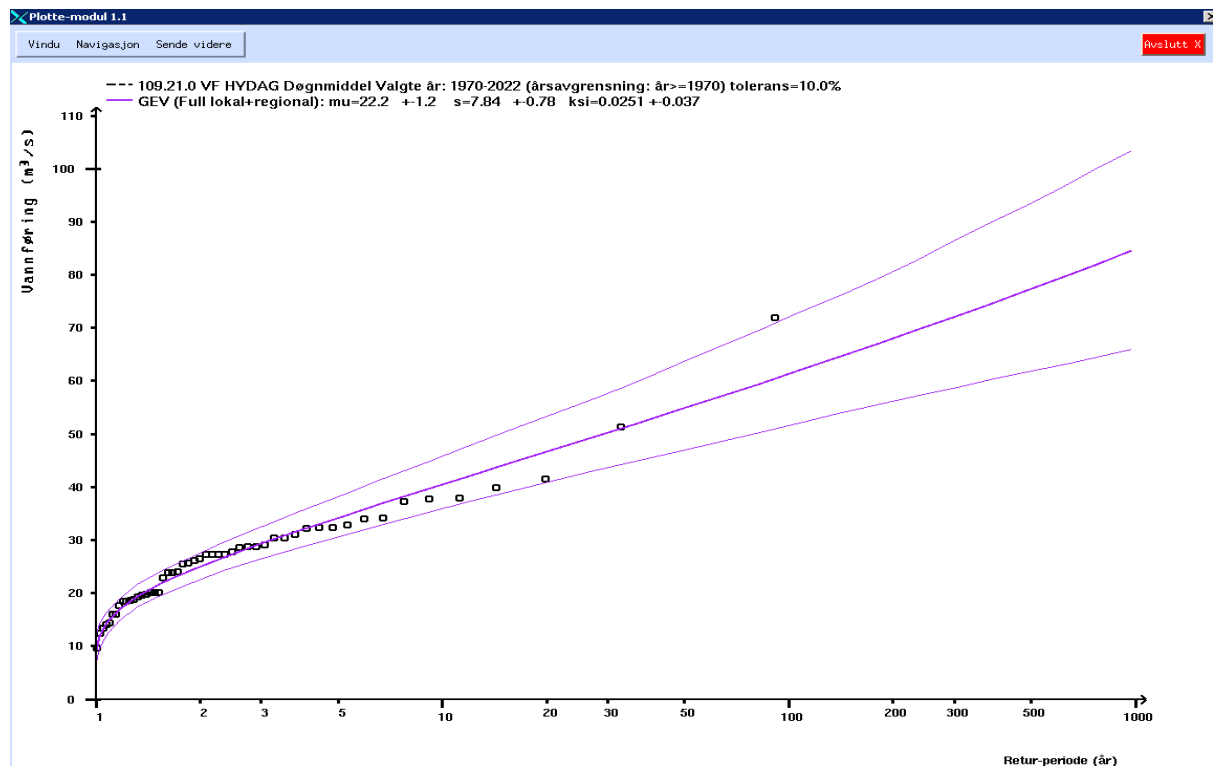


2.11 Narsjø GEV-Full lokal + regional



2.11 Narsjø flomfrekvensanalyse; GEV (Full lokal + regional)				
Gjentaksintervall, år	Måleverdier m ³ /s	Relative måleverdier	Øvre estimat	Nedre estimat
2	21.78	0.931	20.16	23.52
5	29.81	1.275	27.25	32.47
10	35.24	1.506	31.98	39.02
20	40.56	1.734	36.51	45.47
50	47.73	2.04	42.2	54.3
100	53.33	2.28	46.48	61.13
200	59.09	2.526	50.58	68.23
500	66.97	2.863	55.8	79.29
1000	73.28	3.133	59.56	87.87

109.21 Driva v/Svoni GEV-Full lokal + regional



109.21 Driva v/Svoni flomfrekvensanalyse; GEV (Full lokal + regional)				
Gjentaksintervall, år	Måleverdier m ³ /s	Relative måleverdier	Øvre estimat	Nedre estimat
2	25.04	0.938	22.5	27.62
5	34.16	1.28	30.33	38.1
10	40.42	1.515	35.7	45.49
20	46.52	1.743	40.57	52.98
50	54.68	2.049	47.18	63.23
100	61.1	2.29	51.89	71.4
200	67.67	2.536	56.52	80.23
500	76.76	2.877	62.12	92.56
1000	84.08	3.151	66.26	102.48

Spesifikk avrenning fra sammenlikningsstasjoner Atnasjø, Li bru og Driva v/Svoni

