

NOTAT

OPPDRAG	10228141-01 Flomfarekartlegging Fitjar	DOKUMENTKODE	10228141-01-RIVASS-NOT-01
EMNE	Vurdering av flomfare og bølgeopp skylking	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Fitjar kommune	OPPDRAGSLEDER	Thea Caroline Wang
KONTAKTPERSON	Øystein Sørli	SAKSBEHANDLER	Kjartan Orvedal Håvard Falck
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10105070 Hydrologi

SAMMENDRAG

Det er utført en flomfarevurdering og vurdering av bølgeopp skylking for en planlagt utfylling i sjø ved munningen av Fitjarelva i Fitjar kommune. Utfyllingen vil medføre at elvemunningen flyttes ca. 80 m lengre ut og at det må etableres et nytt elveløp gjennom fyllingen. På utfyllingen er det planlagt nye sykehjemsplasser, som etter TEK 17 skal ha sikkerhet mot 1000-årsflom da slike bygg skal ha sikkerhet tilsvarende sikkerhetsklasse F3.

Det er utført flomberegninger og hydraulisk modellering. De hydrauliske beregningene er utført i HEC-RAS v. 6.0 med oppmålinger av tverrprofiler i elveløpet utført av Stord Oppmåling AS på vegene av Fitjar kommune. Beregningene viser at det er mulig å oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot flom og stormflo for det planlagte tiltaket. Det forutsettes imidlertid at fyllingen legges over vannstands nivå for 1000-årsflom stormflo og at Fitjarelva sikres med flomvoller. Flomvollene må utformes slik at vannet holder seg i elveløpet nedstrøms gang- og sykkelbrua ved Gamle Havnavegen. Det er vurdert to ulike alternativ for nytt elveløp gjennom utfyllingen, der alternativ A er et smalt elveløp og alternativ B er et bredt elveløp. Ved å prosjektere et bredt elveløp reduseres behovet for flomvoller på utfyllingen både i utstrekning og høyde, og alternativ B ansees derfor som beste løsning. Erosjonsfaren er ikke vurdert. Det forutsettes at flomvollene og utfyllingen detaljprosjektertes mtp. flom i en senere fase.

Vurderingene som er utført her viser at det er mulig at innkommende langperiodiske bølger fra kysten, havdønninger, kan forplante seg inn i Fitjarvika. I tillegg kan en få større vindgenererte bølger. Det anbefales at lokalt bølgemiljø modelleres og ev. tiltak prosjekteres i en senere fase.

1 Bakgrunn

Fitjar kommune ønsker å få utredet flomfare og bølgeopp skylking for en utfylling i sjø ved Fitjar sentrum ved utløpet av Fitjarelva. Utfyllingen vil flytte elvemunningen ca. 80 m lengre ut og medføre at det må etableres et nytt elveløp gjennom fyllingen. NVE har i høringsrunden for områderegeringsplan for Fitjar sentrum påpekt at det mangler en utredning av flomfare for utfyllingen.

En skisse som viser det planlagte tiltaket med en ny gang- og sykkelbru, er vist i figur 1-1 under. Det skal videre vurderes om det er behov for å heve terrenget og/eller etablere flomvoller for sikre eksisterende helse- og omsorgsbygg.

Alle høyder i notatet er oppgitt i NN2000 høydesystem.

0	19/10/2021	Flomvarekartlegging av Fitjar	Kjartan Orvedal Håvard Falck	Thea Wang Juni Vaardal-Lunde	Thea Wang
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



Figur 1-1: Skisse som viser planlagt ferdig tiltak.

2 Vurdering av flomfare i plan- og byggesak

Kravene til sikker byggegrunn, herunder sikkerhet mot flom og stormflo, er fastsatt i plan- og bygningsloven (pbl) § 28-1 og § 29-5, og byggteknisk forskrift (TEK17) kap. 7, med tilhørende veiledning. Generelle krav til sikkerhet mot naturpåkjenninger er gitt i TEK17 § 7-1, og konkrete sikkerhetskrav mot flom og stormflo er presisert i § 7-2 og § 7-3. Sikkerhetskravene er førende for arealplan, og tilstrekkelig sikkerhet mot flom må dokumenteres med lovpålagt ROS-analyse, jf. pbl. § 4-3, i forbindelse med reguleringsplaner. Sikkerhetskravene i TEK17 gjelder også for ikke søknadsppliktige tiltak.

Kravene skal sikre at det ikke gjennomføres tiltak i et område som kan være utsatt for flomfare, uten at sikkerheten er tilstrekkelig ivaretatt eller ved at man utsetter omgivelsene for økt flomfare som følge av tiltaket.

Det er som hovedregel forslagsstiller (plansaker) eller tiltakshaver (byggesaker) som har ansvaret for å framskaffe nødvendig dokumentasjon om sikkerhet mot flom. Kommunen som plan- og bygningsmyndighet er ansvarlig for å påse at planen/tiltaket oppfyller kravene til sikkerhet gitt i plan- og bygningsloven (pbl) og byggteknisk forskrift (TEK17).

Ved detaljregulering og byggesaksbehandling i områder der flomfaren ikke er utredet tidligere, må det innhentes nødvendig kompetanse for å utrede og dokumentere flomfaren.

Flomfareutredningen må være knyttet opp mot sikkerhetskravene i TEK17, og være så detaljert utført at den er tilstrekkelig som dokumentasjonsgrunnlag for planen/tiltaket. NVE anbefaler at utredningen inkluderer hensyn til fremtidige klimaendringer, jf. pbl. § 3-1 g).

2.1 TEK17 § 7-2 Sikkerhet mot flom og stormflo

Bestemmelsene i TEK17 § 7-2 gjelder sikkerhet mot saktevoksende flommer som normalt ikke medfører farer for menneskeliv. Skillet mellom flom og flomskred er viktig, men ikke klart definert. For bratte masseførende vassdrag der det kan værefare for flomskred gjelder også kriterier og

Vurdering av flomfare

sikkerhetskrav i Tek 17 §7-3. Dagens lovverk krever at faren for flom og flomskred utredes separat for vassdrag der dette kan være aktuelle problemstillinger. NVE definerer alle andre flommer som saktevoksende.

Multiconsult vurderer Fitjarelva til å falle inn under bestemmelsene i § 7-2.

I TEK17, §7-2 stilles det også krav om sikkerhet mot stormflo. DSB anbefaler i sin veileder *Havnivåstigning og stormflo* (DSB, 2016) at det gjøres egne vurderinger for bølger og bølgeoppskylning.

2.2 Sikkerhetsklasser for byggverk

Det er definert tre sikkerhetsklasser for flom med ulike gjentaksintervall som skal legges til grunn for byggverk i flomutsatte områder, jf. TEK17 § 7-2 annet ledd, se Tabell 2-1. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen ikke overskrides. Hvilken sikkerhetsklasse et byggverk tilhører, er avhengig av funksjonen og konsekvensen ved flom.

Dersom det skal etableres helse- og omsorgsbygg på utfyllingen vurderer Multiconsult at tiltaket faller inn i konsekvensklasse F3. I veiledningen til TEK 17 står det at «*Sikkerhetsklasse F3 omfatter byggverk for sårbare samfunnsfunksjoner og byggverk der oversvømmelse kan gi stor forurensning på omgivelsene.*» Eksempler på byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen er byggverk for særlig sårbare grupper av befolkningen, for eksempel sykehjem og lignende.

Tabell 2-1: Sikkerhetsklasser for byggverk i flomutsatt område. Kilde: TEK17 § 7-2 andre ledd.

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

3 Forutsetninger for beregningene

Beregningene er utført med dagens beste tilgjengelige datagrunnlag, men er basert på forutsetninger som man antar vil være riktige ved en fremtidig stor flom. Det forutsettes blant annet at en ikke har profilendringer i elva og at en har rent vann. I dette ligger det at effekter av massetransport, erosjon, endret elvegeometri over tid, is, tilstopping som følge av drivgods m.m. ikke beregnes. Dersom ny kunnskap viser at disse forutsetningene ikke er riktige må beregningene oppdateres.

Det forutsettes videre at beregnet vannføring følger elveløpet og vannet renner inn i modellen ved dens øvre avgrensning.

Over tid vil datagrunnlaget beregningene er basert på endres. Dette gjelder både det hydrologiske datagrunnlaget og terrengdata. Beregningene er derfor kun gyldige for elveløpet slik det er i dag. Dersom det gjøres tiltak innenfor flomsone, vil dette kunne påvirke beregningene som vil medføre at de må ajourføres for å være gyldige. Generelt anbefaler NVE at det hydrologiske datagrunnlaget kontrolleres etter store flommer og at flomsonekartene ajourføres etter 15-20 år.

Multiconsult har ikke utført vurderinger av erosjonsfare.

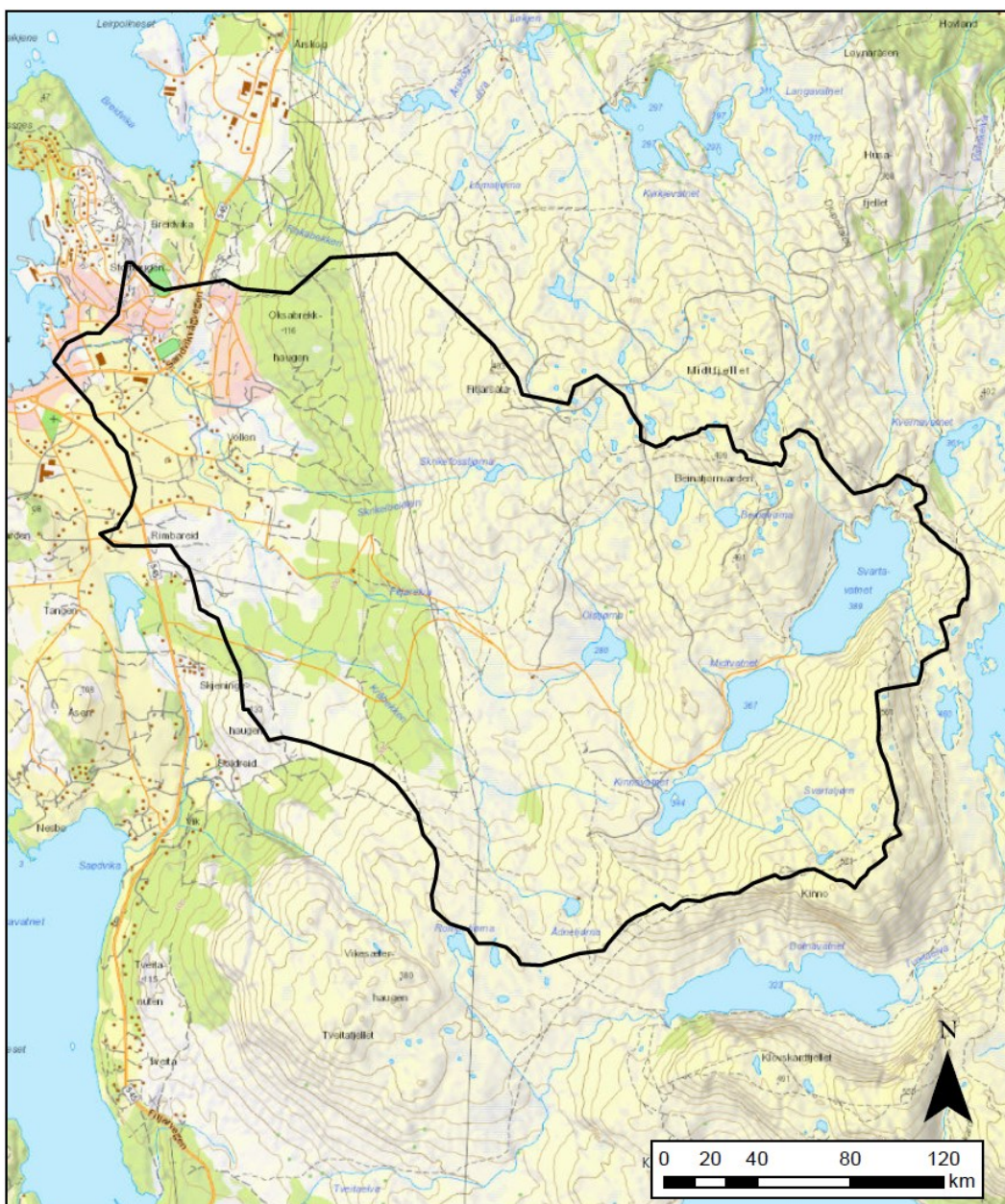
4 Flomberegning

Flomberegningene er utført iht. NVEs veiledere og retningslinjer.

4.1 Nedbørfelt

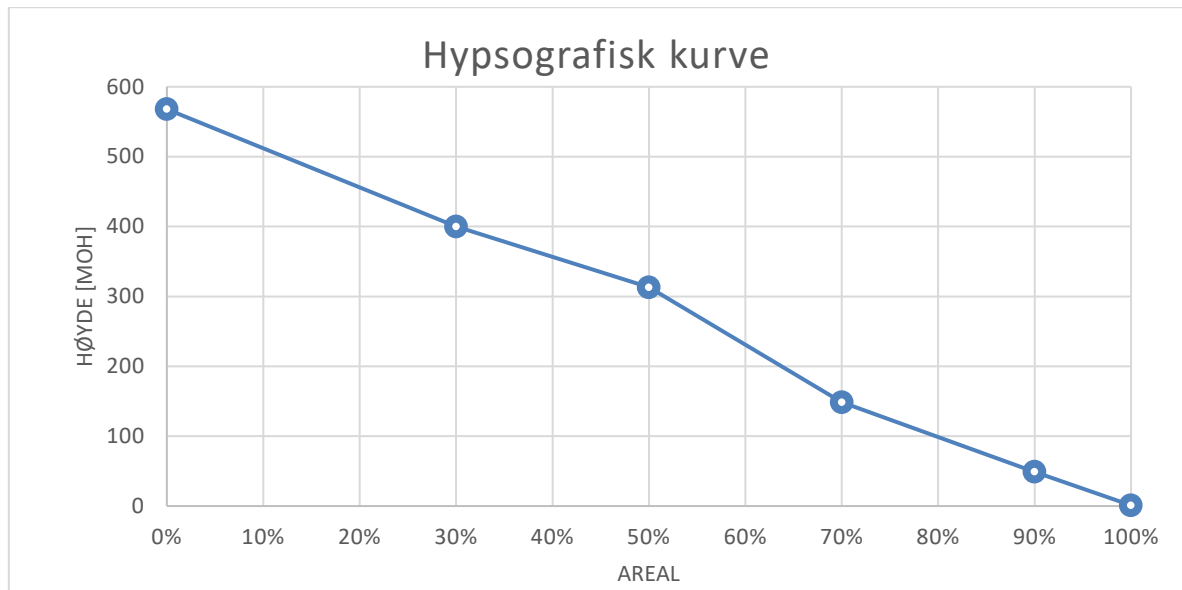
Nedbørfeltet til Fitjarelva er 11,8 km², drenerer i vestlig retning og feltet har en effektiv sjøprosent på 0,56 %, for feltavgrensning se Figur 4-1. Lengst øst i feltet ligger det noen større vann. Dempingseffekten av disse vurderes som liten, da de er plassert relativt høytliggende i feltet og det meste av avrenningen ikke påvirkes vesentlig av disse. Feltet har en relativt høy snaufjellprosent på 57 %, som kombinert med den lave effektive sjøprosenten tilsier at feltet reagerer raskt på nedbør.

Den hypsografiske kurven til feltet viser at feltet har en jevn høydefordeling fra høyeste punkt på 568 moh. til utløpet i sjø ved Fitjar sentrum, se Figur 4-2. Fordelingen av flommer gjennom året fra representative målestasjoner viser at store flommer kan oppstå hele året, noe som er forventet i denne landsdelen, se flomrosene vist i Figur 4-3.

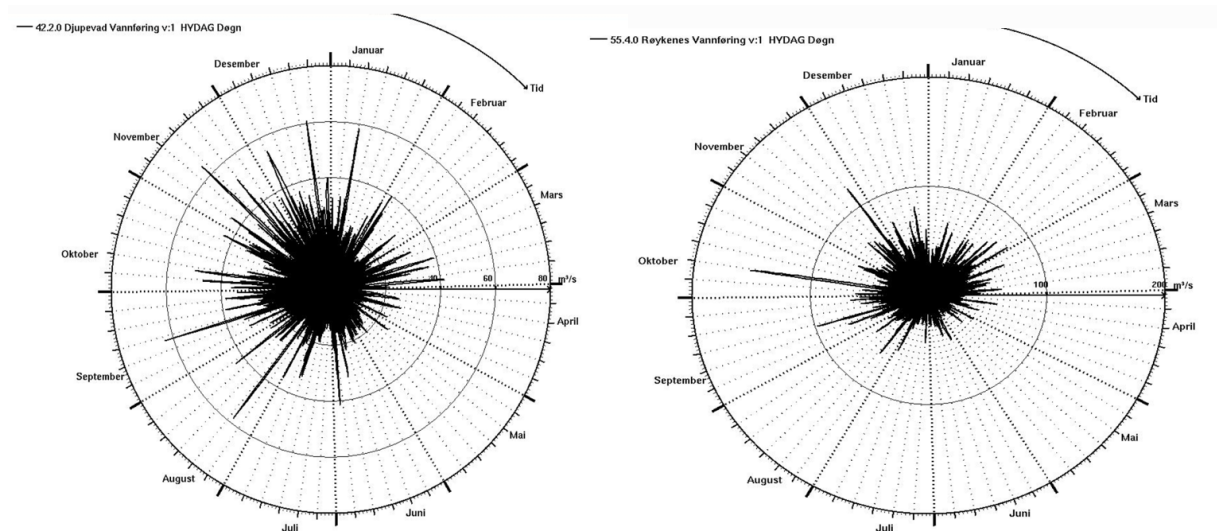


Figur 4-1: Kart over nedbørfeltet til Fitjarelva. Feltet er beregnet via NEVINA.

Vurdering av flomfare



Figur 4-2: Hypsografisk kurve for Fitjarelva sitt nedbørfelt.



Figur 4-3: Flomrose for VM 42.2 Djupevad og 55.4 Røyknes.

4.2 Formelverk for små nedbørfelt (NIFS)

NVE har utviklet regresjonslikninger for å beregne kulminasjonsverdier for små felt (NVE, 2015). Likningene er gyldige for nedbørfelt med areal på 0-53 km², q_N lik 9-163 l/s/km² og effektiv sjøprosent på 0-21 %. Det er derfor valgt benytte formelverket for sammenligning. Inngangsparametere er nedbørfeltareal, normalavrenning og effektiv sjøprosent. Denne metoden gir resultater som vist i tabellen under. Beregningene er dokumentert i Vedlegg 4 og oppsummert i Tabell 4-1.

Tabell 4-1: Resultater fra NIFS formelverk

Navn/Flomregion	q_M , mom	Q_M , mom	q_{200} , mom	Q_{200} , mom
-	l/s/km ²	m ³ /s	l/s/km ²	m ³ /s
Fitjarelva	1584	18,7	3907	46,1

4.3 Flomfrekvensanalyse (FFA)

Det ble funnet fem målestasjoner i området som er vurdert som representative sammenligningsstasjoner for nedbørfeltet til Fitjarelva, og det er utført flomfrekvensanalyse på disse. Analysen er utført på årsflommer, da dette samstemmer med det som er gitt av flomrosene til NVEs målestasjoner 42.2 Djupevad og 55.4 Røyknes, som er det to feltene som ligger nærmest Fitjar.

4.3.1 Målestasjoner

41.1 Stordalsvatn i Nordelva har et nedbørfelt på 130,7 km². De største vannføringsmålingene som ligger til grunn for beregning av vannføringskurven er på ca. 100 m³/s, hvor middelflom er på ca. 75 m³/s.

42.16 Fjellhaugen ligger i Kvinnherad kommune ca. 42 km fra Fitjar. Observasjoner for stasjonen finnes fra 1997. Kvaliteten på vannføringskurven vurderes som dårlig på flom.

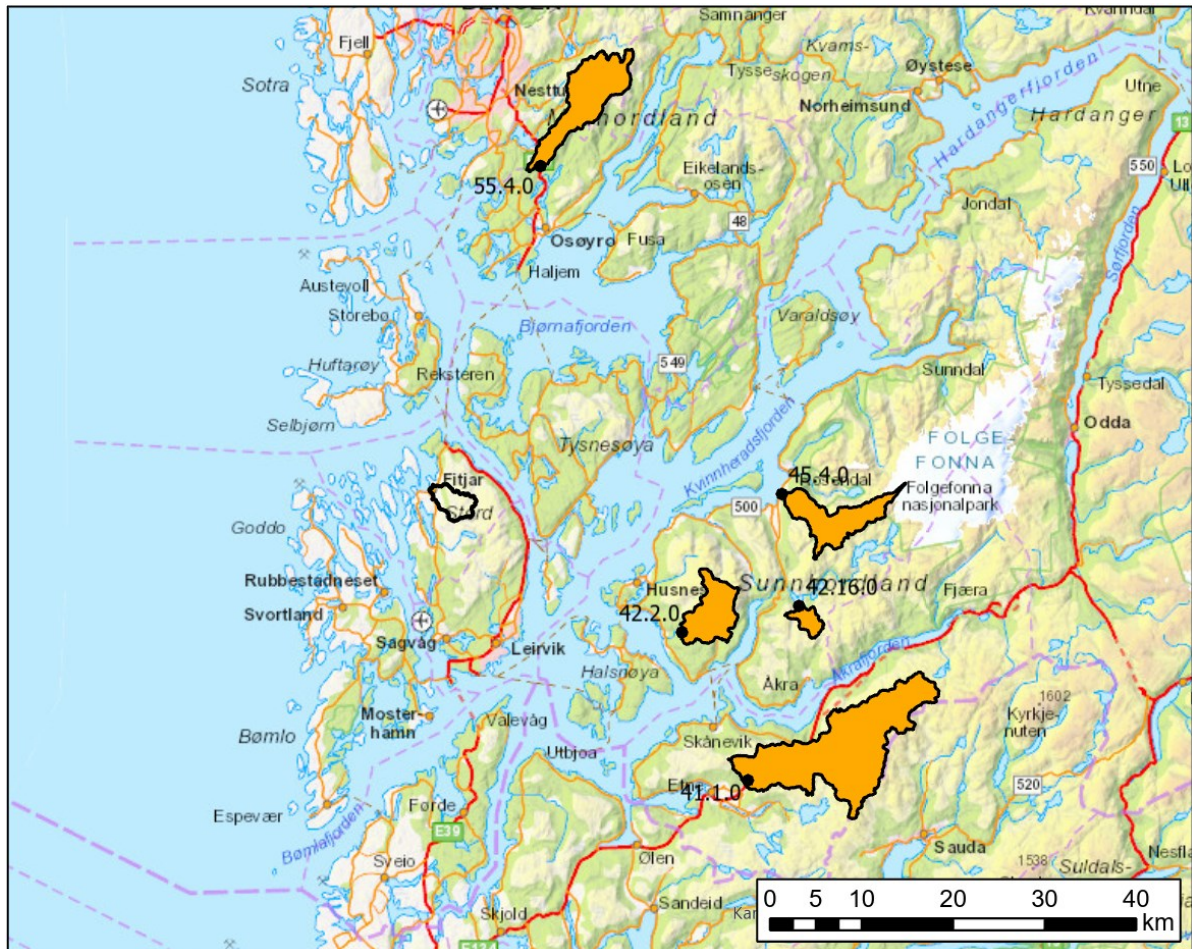
42.2 Djupevad ligger i Kvinnherad kommune ca. 30 km fra Fitjar. Stasjonen har observasjoner siden 1963. Nedbørfeltets areal er 31,9 km² og midlere felthøyde er 526 moh. Den effektive sjøprosenten er lav, og selvreguleringsevnen til feltet er relativt liten. Vannføringskurven består av to perioder, og kvaliteten på flom vurderes som meget god fra 1976.

Målestasjon 45.4.0 Seimsfoss i Guddalselv har observasjoner siden 1964 og ligger 39 km fra Fitjar. De største vannføringsmålingene som ligger til grunn for vannføringskurven er på ca. 24 m³/s, som tilsvarer ca. en middelflom.

Målestasjon 55.4 Røykenes ligger i Oselva og dekker omtrent halve nedbørfeltet til utløpet i hav. Stasjonen ble satt i drift i 1934 og observasjonsperioden er derfor lang. Frem til 1977 besto observasjonene av en daglig avlesning av vannstandsskalaen, fra den tid er stasjonen utstyrt med kontinuerlig registrerende instrument. Vannføringskurven på flom er antatt å være middels bra.

Fra Figur 4-4 ser en plassering av sammenligningsfeltene i forhold til feltet til Fitjarelva og feltegenskapene til de ulike feltene er sammenstilt i Tabell 4-2 under.

Vurdering av flomfare



Figur 4-4: Kart som viser lokalisering til målestasjonene som er brukt i analysen. Nedbørfeltet til Fitjar er merket med sort.

Tabell 4-2: Feltegenskaper for de ulike feltene som er vurdert

Stasjonsnr.	Navn	Feltareal	Spesifikk avrenning (NEVINA)	Snaufjell	Eff. Sjø	Høydeintervall
		km ²	l/s/km ²	%	%	moh.
41.1	Stordalsvatn	130,7	102,5	58	6,7	51 – 1294
42.16	Fjellhaugen	7,22	109,0*	75	1,1	387-961
42.2	Djupevad	31,9	107,6	52	0,3	88-1152
45.4	Seimsfoss i Guddalselv	36,4	103,2	53	1,1	19-1419
55.4	Røykenes	50,1	94,0	32	2,2	53-960
	Fitjar	11,8	103,3	57	0,56	1-568

*Spesifikk avrenning fra Hydra II.

4.3.2 Flomfrekvensanalyse (FFA)

Fra Tabell 4-3 ser en resultatet av flomfrekvensanalysen. Fordeling er valgt etter hvilken kurve som ser ut til å gi best tilpasning til data, med vekt på de store flommene. Ved tvil er den fordelingen som gir de høyeste flomverdiene valgt. For hele serien fra 1934-2019 for 55.4 Røykenes ser vi at det foreligger 2 registreringer med høye verdier sammenlignet med frekvenskurven med GEV fordeling (Vedlegg 1). Disse relaterer til 2 flomhendelser i 04.09.1940 (119 m³/s) og i 25.09.1953 (154 m³/s). Det er få måleserier med data fra disse årene, og det er derfor vanskelig å sammenligne disse flomstørrelsen med observasjoner i nærheten. Fordi det er lenge siden disse målingene ble

Vurdering av flomfare

registrert er det usikkerhet knyttet til nøyaktigheten rundt måleverdiene, og det kan hende dette er målte kulminasjonsflommer heller enn døgnverdier. Det er derfor valgt å legge til grunn en frekvensanalyse på serien fra 1977- 2020. Resultatene samstemmer da også i større grad med de vi ser for de øvrige sammenligningsstasjonene.

Tabell 4-3: Resultatet av flomfrekvensanalyser for sammenligningsstasjonene. Oppgitte verdier er i døgnverdier.

Navn	Periode	Antall år	Felt km ²	q _M l/s/km ²	Q ₂₀ /Q _M	Q ₂₀₀ /Q _M	Q ₁₀₀₀ /Q _M	Valgt fordeling	Kurve-kvalitet	
41.1	Stordalsvatn	1980-2020	40	130,7	571	1,6	2,3	3,1	GEV	Bra
42.16	Fjellhaugen	1998-2020	22	7,2	1274	1,6	2,3	2,8	Gumbel	Dårlig
42.2	Djupevad	1964-2020	56	31,9	1066	1,6	2,2	2,9	GEV	Bra
45.4	Seimsfoss i Guddalselv	2007-2020	13	36,3	726	1,6	2,0	2,2	Weibull	Bra
55.4	Røykenes	1977-2020	44	50,0	964	1,6	2,3	2,7	Gumbel	Middels
	Fitjar	-	-	11,8	1101	1,6	2,3	2,8		

For stasjon 45.4 Seimsfoss i Guddalselv og 41.1 Stordalsvatn er spesifikk middelflom lavere enn for de andre sammenligningsstasjonene. Disse to målestasjonene har betydelig høyere gradient enn vårt felt. 45.4 Seimsfoss i Guddalselv har i tillegg kun 13 år med data. 41.1 Stordalsvatn har vesentlig høyere effektiv sjøprosent og et betydelig større nedbørfelt. Basert på dette vurderes disse stasjonene til å være mindre representative og en ser bort fra resultatet fra disse i den videre analysen. Valgte verdier beregnes dermed som gjennomsnittet av stasjonene 42.16 Stordalsvatn, 42.2 Djupevad og 55.4 Røykenes. Dette gir en 1000-årsflom på døgnverdi for vårt felt på 36,4 m³/s, tilsvarende 3083 l/s/km².

4.3.3 Momentanflom

Forholdet mellom døgnmiddelflom og momentanflom er i *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt* (NVE, 2015) oppgitt for 55.4 Røykenes som 1,34, for 42.16 Fjellhaugen som 1,99 og for 42.2 Djupevad som 1,94. RFFA-2018 formelverket oppgir 1,76 for høstflommer. 55.4 Røykenes er et vesentlig større felt med en høyere effektiv sjøprosent enn Fitjar, det er derfor forventet et lavere forholdstallet for dette feltet. Målestasjon 42.2 Djupevad har omtrent samme effektive sjøprosent, men feltet ligger høyere og der er derfor rimelig at feltet har omtrent samme forholdstall som Fitjar. Målestasjon 42.16 Fjellhaugen har omtrent like stort felt som Fitjar, men feltet har noe høyere effektiv sjøprosent. Basert på dette forventes det at forholdstallet for Fitjar vil være omtrent som gjennomsnittet gitt av RFFA-2018 formelverket, målestasjon 42.16 Fjellhaugen og 42.2 Djupevad. Forholdstall mellom døgn og momentan settes basert på dette til 1,89. Ut fra dette blir kulminerende flomverdier beregnet med FFA for Fitjar som oppgitt i Tabell 4-4.

Tabell 4-4: Beregnet flomverdier i for Fitjar basert på flomfrekvensanalysen, momentanverdier.

Navn	Q _M	Q ₂₀	Q ₂₀₀	Q ₁₀₀₀
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Fitjar	24,5	39,6	55,3	68,0

4.4 Erfaringsverdier

I NVEs *Veileder for flomberegninger i små felt* (NVE, 2015) er erfaringsverdier for spesifikke kulminasjonsverdier for 200-årsflommen oppgitt. For Sør- og Vestlandet (deler av Telemark, Aust- og Vest-Agder, Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane), varierer flomverdiene i stort sett fra 700 l/s-km² til 4000 – 5000 l/s-km², men det finnes flomverdier over 6000 l/s-km². De høyeste verdiene finner en stort sett i bratte felt med lav effektiv sjøprosent, men det finnes unntak.

Vurdering av flomfare

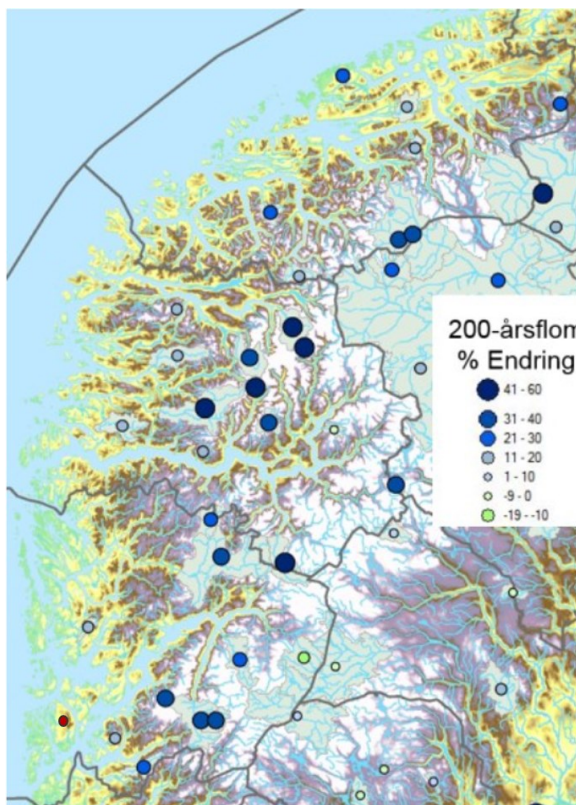
Beregnet spesifikk 200- års momentanflom for vårt felt basert på resultatet fra flomfrekvensanalysen er 4781 l/s/km², noe som stemmer bra med NVEs erfaringsverdier for slike felt.

4.5 Klimaframskrivninger

Klimaprofilen for Hordaland viser at klimaendringer vil føre til kraftigere nedbørepisoder, høyere temperatur og mer nedbør som regn. Dette er ventet å endre flomregimet i tidligere Hordaland-fylke slik:

- Snøsmelteflommene vil komme stadig tidligere på året og bli mindre mot slutten av hundreåret.
- Nedbøren forventes å øke. I uregulerte vassdrag som i dag har store regnflommer og i kystnære elver der årets største flom i dag er en regnflom, er det ventet økte flomstørrelser. Ved gjennomføring av flomberegninger og utarbeidelse av flomsonekart, bør en legge til grunn 20 % eller 40 % økning i vannføringa avhengig av plassering og flomsesong.
- I små, bratte nedbørfelt som reagerer raskt på kraftig regn, og i tettbygde strøk vil mer kraftig, lokal nedbør spesielt medføre problem. Også i mindre bekker og elver må en forvente minst 20 % økning i flomvannføringen. En må være spesielt oppmerksom på at mindre bekker og elver kan finne nye løp.

Figur 4-5 under viser prosentvis beregnet endring i 200-årsflom for modellerte nedbørfelt som følge av klimaframskrivninger. Lokaliseringen til Fitjar er markert med rødt på figuren og en ser at for de nærmeste nedbørfeltene er det beregnet 11-20 % økning i flomverdier. Ettersom vårt felt er relativt lite, mener vi det er det bør legges til grunn 20 % klimapåslag.



Figur 4-5: Forventa prosentvis endring i flomvannføring fram mot slutten av århundret (medianverdien for 200-årsflommen fra 1971-2000 til 2071-2100). Blå sirkler viser økning i flomstørrelsene, grønne viser en reduksjon. Fitjar er markert på kartet med en rød prikk. Kilde: (Norsk Klimaservicesenter, Oppdatert januar 2020)

Vurdering av flomfare

4.6 Sammenligning av resultater og valg av dimensjonerende flom

Flomfrekvensanalysen er utført basert på målestasjoner i nærliggende felt, måleseriene er ca. 50 år lange og flomverdiene samsvarer med erfaringsverdier for området. Ut fra dette vurderes datagrunnlaget for flomberegningen til å være middels bra.

I Tabell 4-5 under viser resultater fra NIFS-formelen og FFA for Fitjarelva. En ser at NIFS-formelverket gir noe lavere spesifikk middelflom, men høyere vekstfaktorer enn flomfrekvensanalysen. Da flomfrekvensanalysen er basert på nærliggende vannmerker med feltegenskaper som stemmer relativt godt overens med de til Fitjarelva, vurderes denne metoden som den sikreste. Det er valgt å benytte verdiene fra flomfrekvensanalysen i de videre beregningene.

Tabell 4-5: Beregnede verdier fra flomfrekvensanalysen (FFA) og NIFS-formelverket.

Beregningsmetode	Q_M m^3/s	q_M $l/s/km^2$	Q_{20}	Q_{20}/Q_M	Q_{200}	Q_{200}/Q_M	Q_{1000}	Q_{1000}/Q_M
FFA	24,5	2078	39,6	1,6	55,3	2,3	68,8	2,8
NIFS		1584	29,8	1,6	46,0	2,5	62,4	3,4

Dette gir en kulminerende 1000-årsflom på $69 m^3/s$ ($= 5818 l/s/km^2$). Dimensjonerende flomverdier med klimapåslag er vist i Tabell 4-6.

Tabell 4-6: Beregnet flomverdier med 20 % klimapåslag.

	Q_{20} , klima m^3/s	Q_{200} , klima m^3/s	Q_{1000} , klima m^3/s
Fitjarelva ved utløpet	47,5	66,4	81,6

5 Hydraulisk modell

Hydrauliske 1D-beregninger er utført i programvaren HEC-RAS v.6.0 (Brunner, 2016), som er utviklet av USACE. Det er kun flom som følge av rent vann og statisk geometri som er beregnet for gjentaksintervallene 200- og 1000-årsflom med klima, som tilsvarer F2 og F3 i TEK 17. For strekningen som er modellert vurderes modellverktøyet som godt egnet.

5.1 Modelloppsett

Det er satt opp en 1D-modell der det er lagt inn 20 tverrprofiler i modellen som beskriver elvas geometri i vertikal- og horisontalplanet. Tverrprofilene er navngitt i meter fra nedstrøms avslutning av modellen, se Figur 5-1. Beregningene er kjørt med *mixed flow*, som betyr av strømmingen i modellen kan være både over- og underkritisk.



Figur 5-1: Kart som viser plassering av tverrprofil og avgrensning av analyseområdet for den hydrauliske modellen.

5.2 Grensebetingelse og stormflo

Det er benyttet 1 års stormflo som nedre grensebetingelse for Fitjarelva. Stormfloverdier er hentet fra sehavniva.no (lastet ned 26.08.2021) og er vist i Tabell 5-1 (se også Vedlegg 7). Som øvre grensebetingelse er vannstanden beregnet ved Manning's formel under forutsetning om at vannflaten har samme helning som elvebunnen (0,05).

Grensebetingelsen for klimaframskrivning i år 2100 er beregnet som 1 års stormflo + (stormflo 20 - års klima - stormflo 20 års) = 0,88 + (1,80 - 1,09) moh. = 1,59 moh.

Det er viktig å merke seg at disse nivåene ikke tar høyde for bølger som er omtalt i kap. 6. Kart som viser stormflo med 1000 års gjentakintervall, er vist i Figur 5-2.

Tabell 5-1: Havnivå fra SeHavnivå.no for ulike gjentakintervall. Alle høyder er oppgitt i NN2000, moh.

Sted	1år	20år	200år	1000år	20år klima	200år klima	1000år klima
Fitjar	0,88	1,09	1,22	1,29	1,80	1,93	2,0



Figur 5-2: Kart som viser 1000års stormflo for Fitjar i år 2100. Rød linje markerer området som det er analysert med tanke på stormflo. Sorte linjer er plassering av oppmålte tverrprofil fra Fitjar kommune.

5.3 Friksjonsforhold

Siden modellen ikke er kalibrert og er bratt i øvre deler, er det valgt å benytte Manning's n-verdier på 0,065 nedenfor tverrprofil 59. Fra tverrprofil 75 til 192 er det benyttet n-verdier mellom 0,065 og 0,12.

5.4 Datagrunnlag

Alle høydedata er oppgitt i NN2000 høydesystem. Høydedata er lastet ned fra høydedata.no og datasettet er samlet inn i forbindelse med Nasjonal Digital Høydemodell (NDH), se Figur 5-4. Strekingen som er modellert ble laserskannet 4. juni 2016 av TerraTec AS i prosjekt *NDH Bømlo-Stord-Fitjar-Sveio 2pkt 2016*. Bestilt oppløsning var på 2 pkt. pr m².

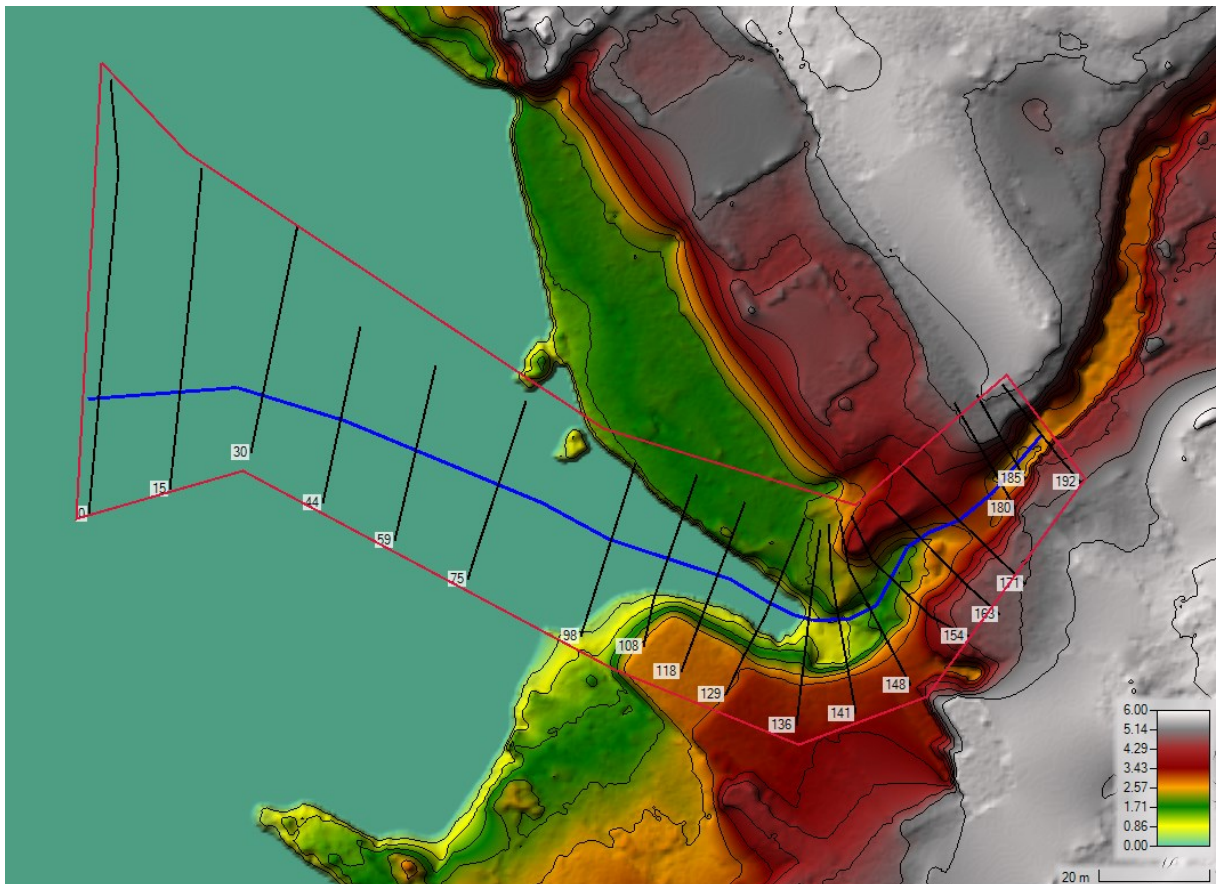
Terrenggrunnlaget fra høydedata.no for Fitjarelva har dårlig oppløsning langs elveløpet, noe som sannsynligvis skyldes tett vegetasjon og bratt terreng. For å redusere usikkerheten i beregningene, målte derfor Fitjar kommune opp brua og 8 tverrprofil, se Figur 5-3 og Vedlegg 2 og 3.

Tverrprofilene ble forlenget vha. terrengmodellen på rutenettformat. Innmålingene ble gjort med teodolitt og leica rundprisme på prismestang, med unntak av nederste og øverste tverrprofil som ble målt med GPS. Plassering av de innmålte punktene er vist i Figur 5-3.

Vurdering av flomfare



Figur 5-3: Innmålinger Fitjar kommune har utført på strekningen fra like oppstrøms gang- og sykkelbrua ved Gamle Havnavegen til dagens utløp.



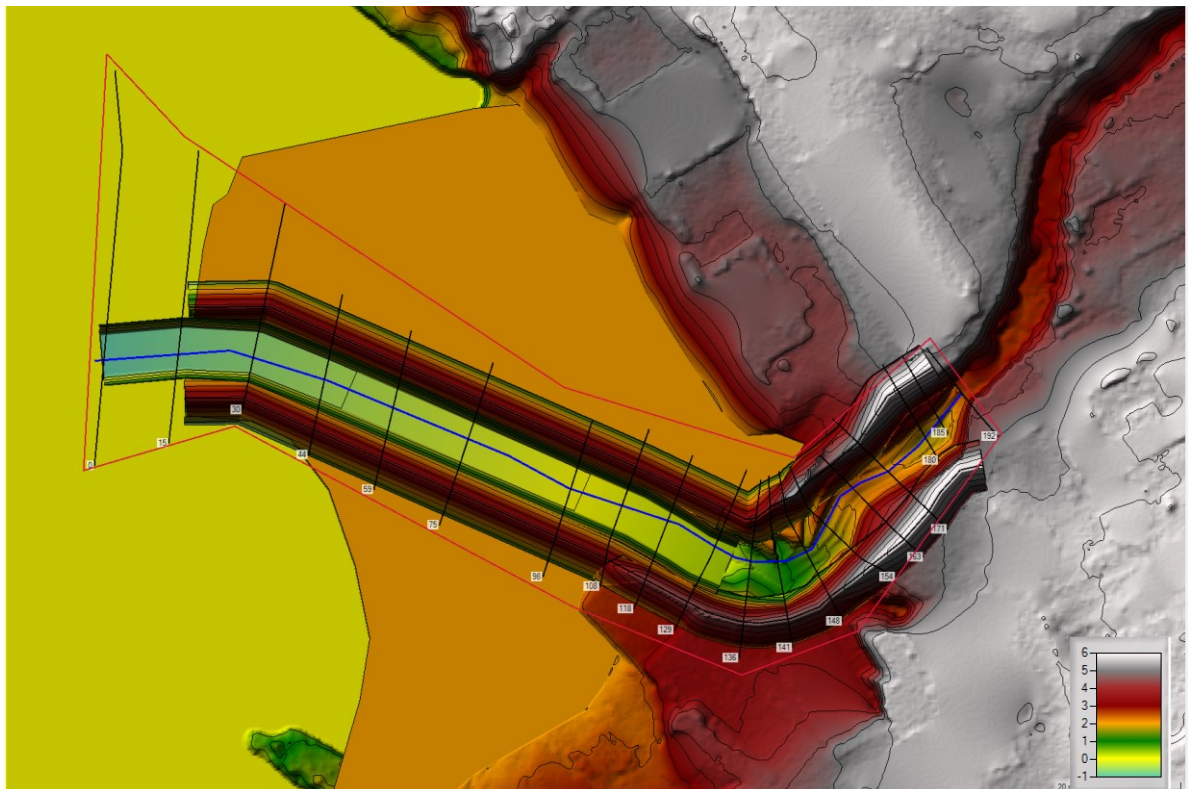
Figur 5-4: Kart som viser dagens terreng og plassering av tverrprofilen i modellen for Fitjarrelva.

5.5 Beskrivelse av de ulike modellerte alternativene

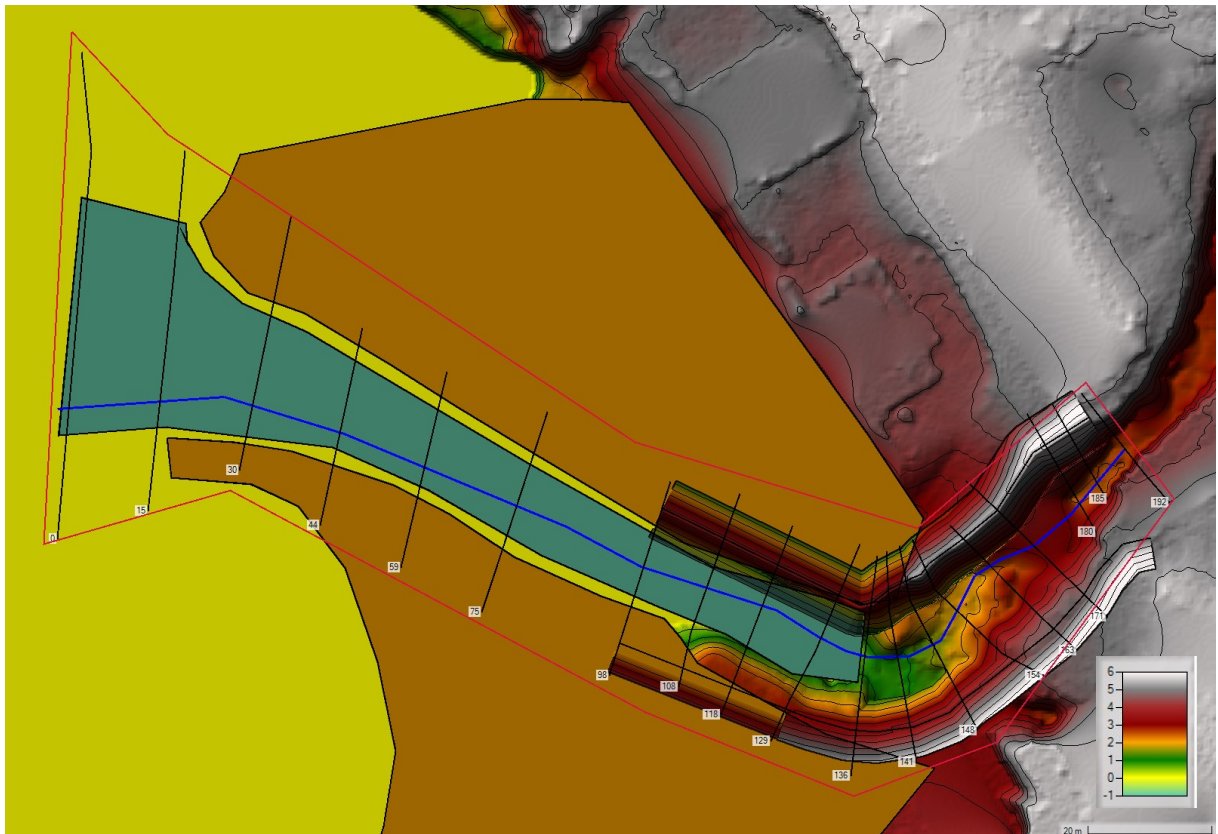
For dagens situasjon ligger elvemunningen ca. ved tverrprofil 98. Med ny planlagt utfylling vil elvemunningen flyttes ca. 80 m lengre ut og området på nord- og sørsiden av elveløpet vil fylles opp til minimum 2,0 moh.

Det er vurdert to ulike alternative løsninger, alternativ A og B. Alternativ A er utfylling i sjø omtrent som vist i Figur 1-1, Figur 5-5 og Vedlegg 5. Løsningen baserer seg på at det etableres et ca. 80 m langt elveløp fra dagen elvemunning og ut til sjø. I modellen er bunnen i dette elveløpet lagt inn med 3,0 m bunnbredde og sidehelning på 1:2. Bunn i kanalen er som dagens elvebunn på 0,25 moh. i tverrprofil 129 og går med jevnt fall til -1,0 moh. i tverrprofil 0. Løsningen forutsetter at det etableres flomvoller langs hele elveløpet for at vannet holdes i elveløpet ved eksisterende gang- og sykkelbru ved Gamle Havnavegen.

Alternativ B er tilsvarende løsningen i alternativ A, men med et bredere elveløp gjennom fyllingen fra tverrprofil 98 til 0, se Figur 5-6 og Vedlegg 6. Det er lagt til grunn et elveløp med 11 m bredde i tverrprofil 98 som utvider seg til 20 m ved profil 0. Elvebunnen for alternativ B er lagt til -1,0 moh. på hele strekningen.



Figur 5-5: Modifisert terrengmodell for alternativ A med flomvoller og fylling.



Figur 5-6: Modifisert terrengmodell for alternativ B med et utvidet elveløp og flomvoller fra tverrprofil 98 til 192.

5.6 Resultater

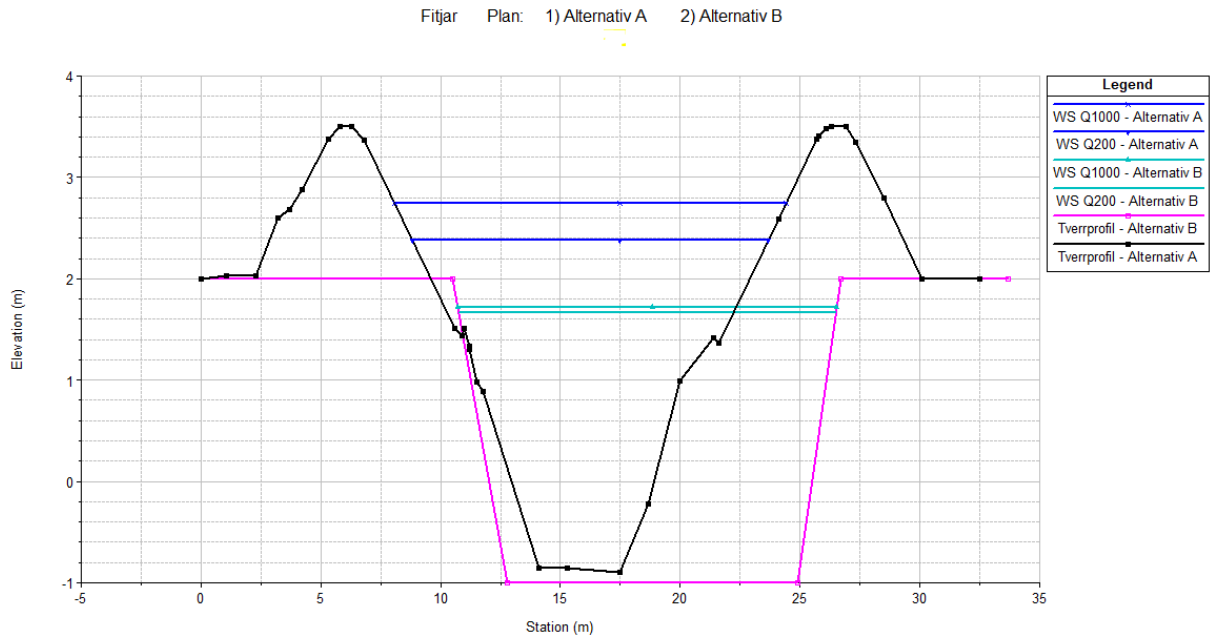
Resultatet av beregningene er basert på forutsetningen om at alt vannet holder seg i elveløpet på hele strekningen som er modellert.

5.6.1 Tverrprofil og lysåpning ny bru for gang- og sykkelvei

På skissen i Figur 1-1 er det vist en gang- og sykkelveg som krysser kanalen der tverrprofil 77 er plassert i modellen. Plassering av bru, utforming av landkar og ev. midtpilar vil påvirke nødvendig lysåpning for brua. Beregningene viser at alternativ A gir en høyere vannstand og behov for lengre spenn på brua enn alternativ B, se Figur 5-7. Alternativ A (markert i sort) forutsetter en flomvoll for at vannet skal holde seg i kanalen ved en 1000-årsflom, noe som i beregningene gir et bruspenn på ca. 18 m. Alternativ B (markert i rosa) med tørrmur gir et bruspenn på 16,5 m for denne bruplasseringen.

Det anbefales at brua prosjekteres for 200-årsflom med klimapåslag og 0,5 m fribord ved detaljprosjektering.

Vurdering av flomfare



Figur 5-7: Tverrprofil 75 for alternativ A og B der terrenget for alternativ A er markert med sort linje og vannstands nivå for 200- og 1000-årsflom med klimapåslag er vist med blå linjer. Tilsvarende er terrenget markert med rosa for alternativ B med turkise vannstands nivåer.

5.6.2 Gang- og sykkelbru ved Gamle Havnavegen

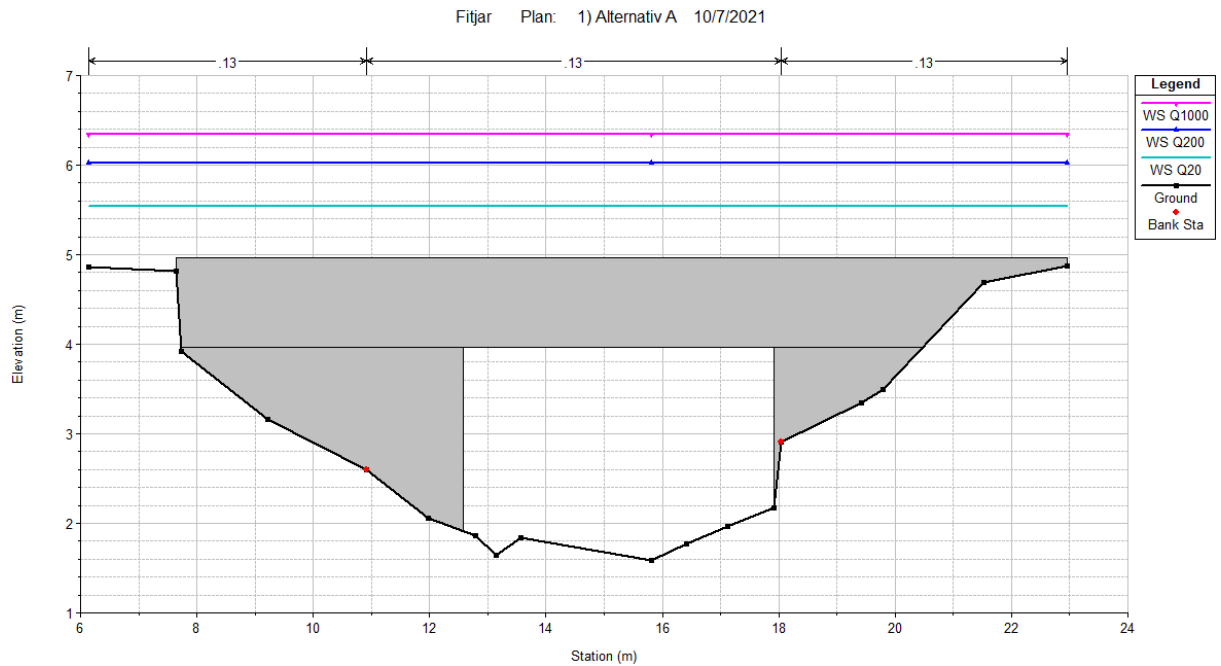
Modellresultatene viser at eksisterende gang- og sykkelveg ved Gamle Havnavegen har for lav kapasitet både for en 200- og en 1000-årsflom med klimapåslag. For at vann ikke skal havne på avveie må kapasiteten her økes. Dette kan f.eks. gjøres ved å prosjektere ny bru med større lysåpning, ev. i kombinasjon med flomvoller. Den nye brua bør prosjekteres slik at sikkerheten for nedstrøms bebyggelse ivaretas for aktuelle sikkerhetsklasser. For dagens bru er det beregnet hvor mye vann som renner gjennom og over brua ved de ulike gjentaksintervallene, se Tabell 5-2.

Tabell 5-2: Beregnet vannføring som renner under og over brua ved ulike vannføringer. Beregningene er gjort med klimapåslag, men uten sikkerhetspåslag.

Sted	20årsflom	200årsflom	1000årsflom
	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
Under brua	35	36	37
Over brua og veien	13	30	44

Fordi gang- og sykkelbru ved Gamle Havnavegen har for lav kapasitet, vil vannet finne nytt løp ved flom, se Figur 5-8 og Figur 5-9. Begrensninger i 1D-modeller gjør at modellen ikke beregner hvilken retning vannet vil strømme, men ut fra ut fra terrengmodellen og bilder fra Google Street View er det antydnet hvor vannet vil renne og en mulig plassering av flomvoll.

Vurdering av flomfare



Figur 5-8: Beregningene for brua viser at den har for lav kapasitet ved samtlige gjentakintervall. Hvor vannet som strømmer over brua renner lar seg imidlertid ikke beregne i en 1D-modell.



Figur 5-9: Strømning ved gang- og sykkelvegbru ved Gamle Havnveg. Blå piler viser hvor vannet vil renne og rød linje viser mulig plassering av flomvoll.

Brua og løsningen her er kritisk for om en flomvoll vil sikre utfyllingsområdet ved utløpet. Dersom det kun etableres flomvoller nedstrøms brua, vil vannet som havner på luftsiden av flomvollen her ikke kunne renne tilbake til elva. Dette vannet vil dermed finne et nytt løp og kunne gjøre stor skade ved flom. Løsningen som velges må sikre at alt vannet renner innenfor flomvollene nedstrøms brua.

5.6.3 Flomvoller

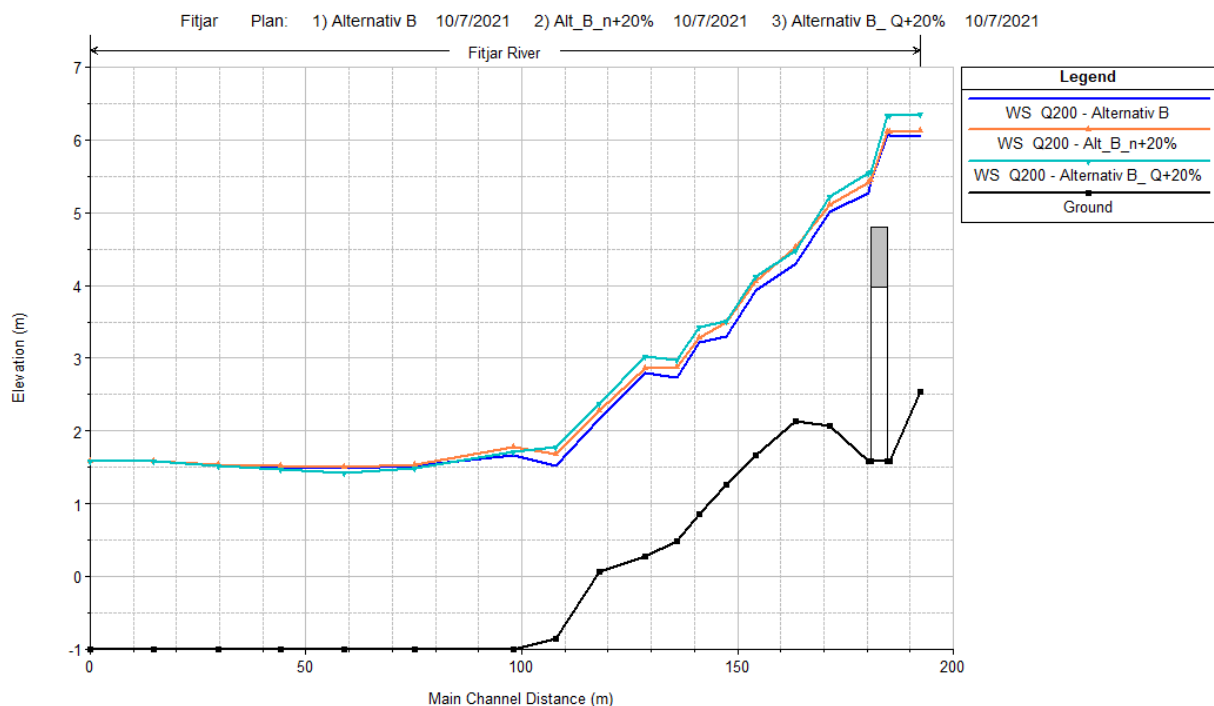
Fitjarelva er bratt i de øverste partiene og disse områdene må, uavhengig av alternativ, sikres med flomvoller. Strekingen dette gjelder er fra profil 77 til 182. Videre viser beregningene at for

Vurdering av flomfare

alternativ A må det etableres flomvoller på begge sider av elva som forlenges helt til munning i hav. Nødvendig utstrekning og høyde på flomvollene er avhengig av plassering og bredden på nytt elveløp gjennom utfyllinga. For alternativ B med bredt elveløp gjennom fyllingen er det kun nødvendig å etablere flomvoller fra tverrprofil 77 til 182, en strekning på ca. 80 m.

5.6.4 Følsomhetsanalyse

Det er utført en følsomhetsanalyse ved å øke ruheten og vannføringen med 20 %. Resultatet av beregningene viser at modellen gir omtrent like stor endring i vannstand for begge disse endringene. Endringen gir 0 – 0,25 m økt vannstand, se Figur 5-10. Ut fra dette vurderes vannlinjeberegningene som lite følsomme.



Figur 5-10: Resultatet av følsomhetsanalyse av ruhet og vannføring med økning i 20% for begge resulterer i ca. 0 – 0,25 m økning i vannstand.

5.6.5 Sikkerhetspåslag

Ifølge TEK 17 § 2-2, 3.ledd skal det legges til nødvendige sikkerhetsmarginer når funksjonskravet i forskriften oppfylles med en analyse. Siden strekningen som er modellert ikke er befarert av utførende, modellen ikke er kalibrert, det ikke finnes målestasjoner i nedbørfeltet og følsomhetsanalysen viser at modellen er lite følsom, er det valgt å benytte et sikkerhetspåslag på 35 % på vannføringen for å dekke opp usikkerhetene, se Tabell 5-3. Sikkerhetspåslaget legges til beregnet dimensjonerende vannføring med 20 % klimapåslag frem mot år 2100.

Tabell 5-3: Benyttede flomverdier med 35 % sikkerhetspåslag.

Navn	Q ₂₀ , klima m ³ /s	Q ₂₀₀ , klima m ³ /s	Q ₁₀₀₀ , klima m ³ /s
Flomverdier	64	90	110

5.6.6 Beregnet vannstander

Beregnet vannstand i de ulike tverrprofilene for alternativ B er vist i

Vurdering av flomfare

Tabell 5-4 under. Beregningene forutsetter at det etableres flomvoller fra brua til tverrprofil 98. Alt vannet må føres inn i elveløpet nedstrøms Gamle Havnavegen gang- og sykkelbru. Tverrsnittene på nytt elveløp ved utfyllingen må ha utforming som forutsatt i beregningene.

Tabell 5-4: Beregnet vannstand for alternativ B for ulike gjentakintervall med 20 % klimapåslag og 35 % sikkerhetspåslag i vannføringen.

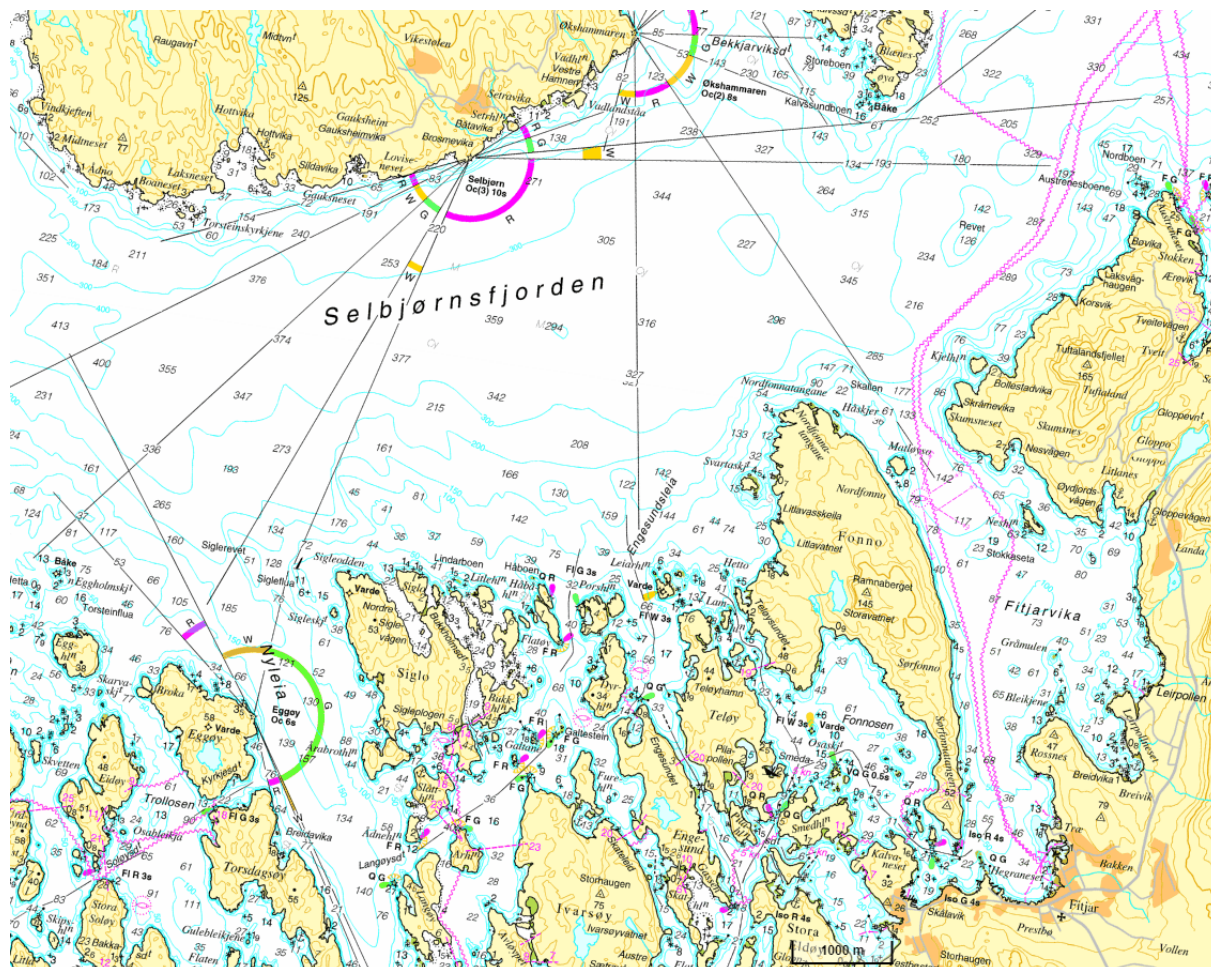
	20-årsflom	200-årsflom	1000-årsflom
Tverrprofil	moh.	moh.	moh.
0	1,6	1,6	1,6
15	1,6	1,6	1,6
30	1,6	1,5	1,5
44	1,6	1,5	1,5
59	1,6	1,6	1,6
75	1,7	1,8	1,9
98	1,8	2,0	2,1
108	1,5	2,0	2,3
118	2,1	2,5	2,8
129	2,8	3,2	3,5
136	2,7	3,2	3,5
141	3,2	3,6	3,9
148	3,3	3,7	3,9
154	3,9	4,3	4,5
163	4,3	4,6	4,9
171	5,0	5,4	5,7
180	5,2	5,6	6,0
185	6,0	6,5	6,9
192	6,0	6,5	6,9

6 Bølgepåvirkning og oppskylling

6.1 Dagens situasjon og områdebeskrivelse

Tiltaksområdet ligger ved utløpet av Fitjarvika, innerst i Fitjarvika. Lengste åpne strøk, på ca. 12 km, er mot nord-nordvest. Mot vest ligger Skålavik, strøklengden dit er omtrent 1,5 km.

Vanddyp i Selbjørnsfjorden er mellom 200 m og 400 m. I Fitjarvika er vanddypet stort sett mellom 50 m og 100 m dyp. Fra omtrent 500 m nordvest for planområdet og mot planområdet avtar vanddypet jevnt fra 50 m dyp mot land, se Figur 6-1.



Figur 6-1: Sjøkart som viser Selbjørnsfjorden og Fitjarvika. Kilde: Norgeskart.no.

6.2 Bølgepåvirkning og oppskylling

Samtidig med stormflo er det rimelig å anta at større bølger kan opptre. Dette vil medføre at sjøvann skyller inn over land og det er viktig at bygninger og infrastruktur er dimensjoneres for dette.

Det forventes at det vil forekomme større vindgenererte bølger samtidig med en stormflo i Fitjarvika, spesielt ved vind fra nord og nordvest. Slike bølger kan gjøre betydelig skade på bygg og infrastruktur som ikke er dimensjonert for slike krefter.

Basert på erfaring med liknende strøk og vind definert som sterk storm (fra Bauforts vindskala) antas det at en signifikant bølgehøyde, H_s , på mellom 1 og 2 m kan nå utfyllingsområdet. Topperioden, T_p , antas å ligge et sted mellom 3 s til 7 s.

Vurdering av flomfare

I tillegg til dette er det mulig at innkommende langperiodiske bølger fra kysten, havdønninger, kan forplante seg inn i Fitjarvika. Det er vanskelig å anta størrelsen på slike bølger uten utvidet simulering. Det er naturlig å i tillegg undersøke samhandlingen mellom vindbølger og havdønninger i en mer inngående vurdering.

Det anbefales å undersøke lokalt bølgemiljø i videre arbeider. Slike simuleringer kan også brukes i videre prosjekteringsarbeid som eks. oppskylling og overskylling.

Estimering av oppskylling og overskylling er komplisert, og det er ikke trivielt at største bølge sammen med høyeste vannstand vil gi de høyeste oppskyllingsratene. Lokal geometri og vurdering av samtidighet mellom bølger, vind og vannstand er avgjørende for å kvantifisere oppskylling. Det anbefales at en slik studie gjennomføres i en senere fase. Gode bunndata og kjent geometri på utfylling bør foreligge før en slik studie gjennomføres.

7 Konklusjon

Det er utført flomberegninger og hydraulisk modellering i forbindelse med planlagt ny utfylling sjø og vurdering av mulig flomsikring av utfyllingsområdet. Beregningene viser at det er mulig å oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot flom og stormflo (dimensjonerende gjentakintervall Q_{1000} inkl. klimapåslag) for det planlagte tiltaket. For at utfyllingsområdet skal være sikret mot flom, må det imidlertid etableres flomvoller langs planlagt kanal. Det er vurdert to ulike alternativer for kanal og flomvoller (Alternativ A og B). For begge vurderte alternativ må det etableres flomvoller fra eksisterende gang- og sykkelvegbru ved Gamle Havnavegen. Løsningen med flomvoller må utformes slik at alt vannet renner i elveløpet gjennom brua og ikke tar nye løp. Dagens bru ved Gamle Havnavegen har for liten kapasitet og ulike alternativer for økt kapasitet ved bruplasseringen må utredes. Flomvollene og utfyllingen må detaljprosjekteres i senere fase.

Alternativ B med utvidet elveløp vurderes som den beste løsningen, fordi utstrekning og høyde på flomvoller reduseres sammenlignet med Alternativ A. Endelig vannstands nivå må kontrolleres med ny hydraulisk beregning etter at utforming av elveløpet er detaljprosjektert. Dersom ny gang- og sykkelbru over kanalen i fyllingen utformes med 0,5 m fribord for dimensjonerende flom i elva, bygges uten pilar og innsnevring av elveløpet, anses det ikke som nødvendig å utføre nye modelleringer for prosjektering av brua mtp flom. Multiconsult anbefaler at bredde og utforming av elveløp, utforming av bru og plassering optimaliseres ved detaljprosjektering.

Alle endringer i og ved elveløpet kan påvirke vannstanden i elva ved flom. Dersom det gjøres endringer ut fra det som her er forutsatt, må også beregningene oppdateres for å være gyldige. Beregningene har generelt en gyldighetstid på 15-20 år, men dette er avhengig av at det ikke er vesentlige endringer i datagrunnlaget.

Det er ikke gjort en vurdering av erosjonsfare iht. 4.ledd i § 7-2 i TEK17. Der det er fare for erosjon kan sikkerheten ivaretas ved å plassere byggverket min. 20 m fra topp elveskråning eller ved å etablere erosjonssikringer.

Når det gjelder bølgeoppkylling forventes at det vil forekomme større vindgenererte bølger samtidig med en stormflo i Fitjarvika, spesielt ved vind fra nord og nordvest. Slike bølger kan gjøre betydelig skade på bygg og infrastruktur som ikke er dimensjonert for slike krefter. Det anbefales å gjøre mer detaljerte beregninger for å avklare nødvendig sikkerhet mot bølger og bølgeoppkylling i videre arbeider.

8 Referanser

Brunner, G. W. (2016). *HEC-RAS River Analysis System, User's Manual, Version 5.0*. US Army Corps of Engineers.

DSB. (2016). *Havnivåstigning og stormflo – samfunnssikkerhet i kommunal planlegging*. Tønsberg: Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB).

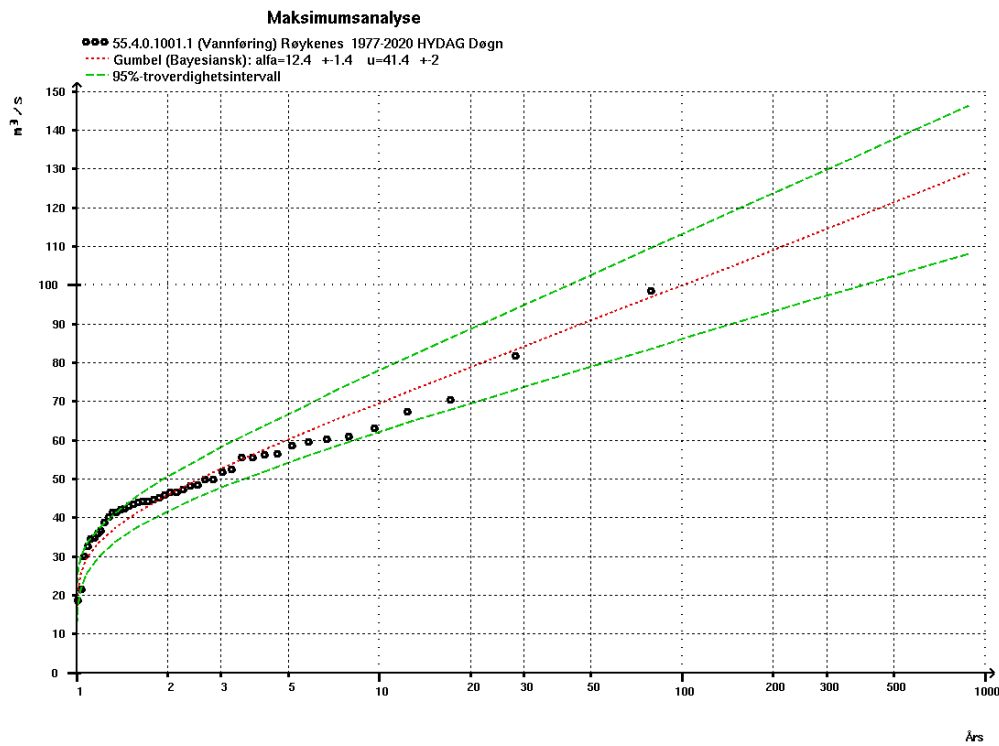
Norsk Klimaservicesenter. (Oppdatert januar 2020). *Klimaprofil Hordaland*. Norsk Klimaservicesenter.

NVE. (2011). *Retningslinjer for flomberegninger*. Grethe Holm Midttømme, Lars Evan Pettersson: NVE.

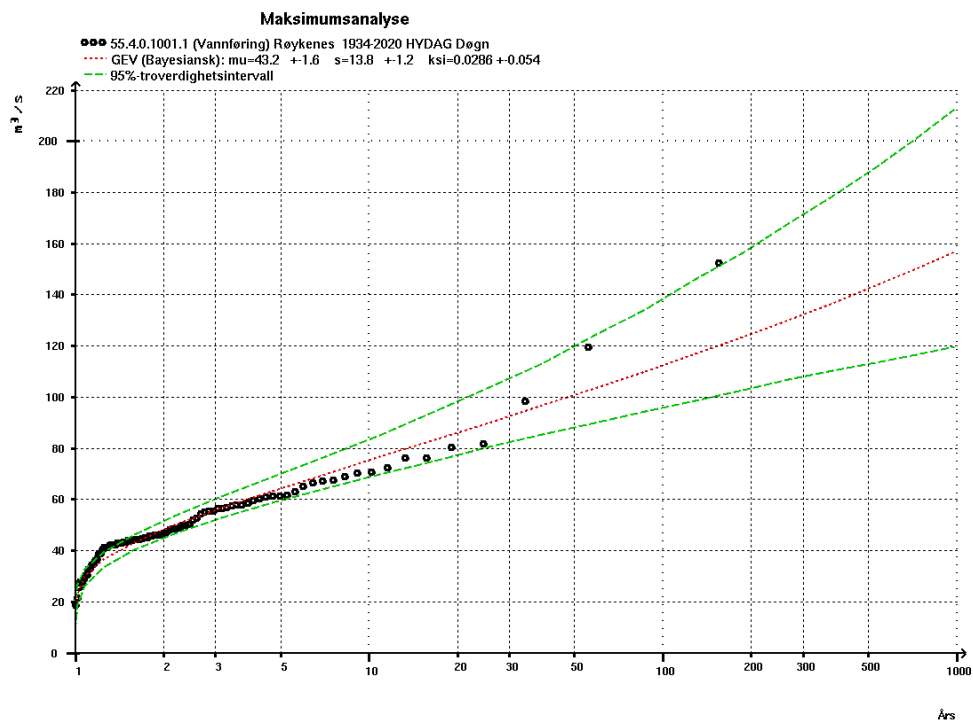
NVE. (2015). *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*. Glad, Per Alve; Stenius, Seija; Væringstad, Thomas; Wang, Thea Karoline, NVE.

Vedlegg

Vedlegg 1 - Flomfrekvensanalyse

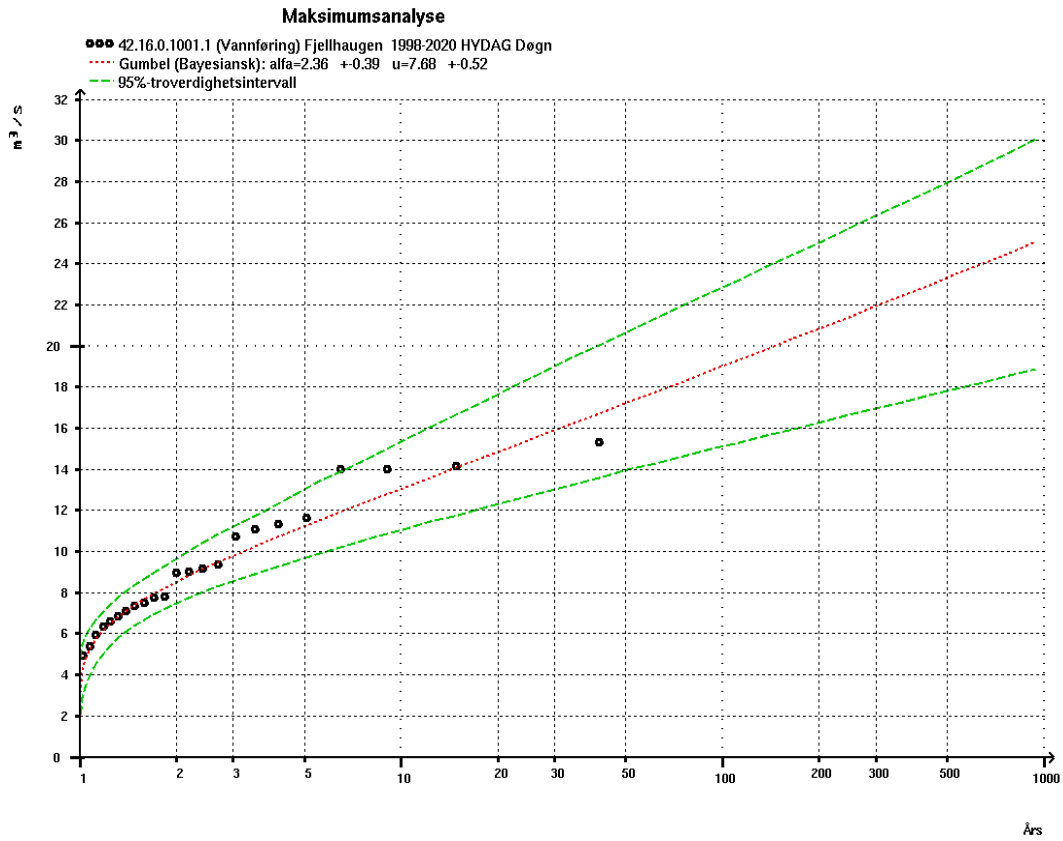


Figur 0-1: Flomfrekvensanalyse for 55.4 Røykenes for perioden 1977 – 2020.

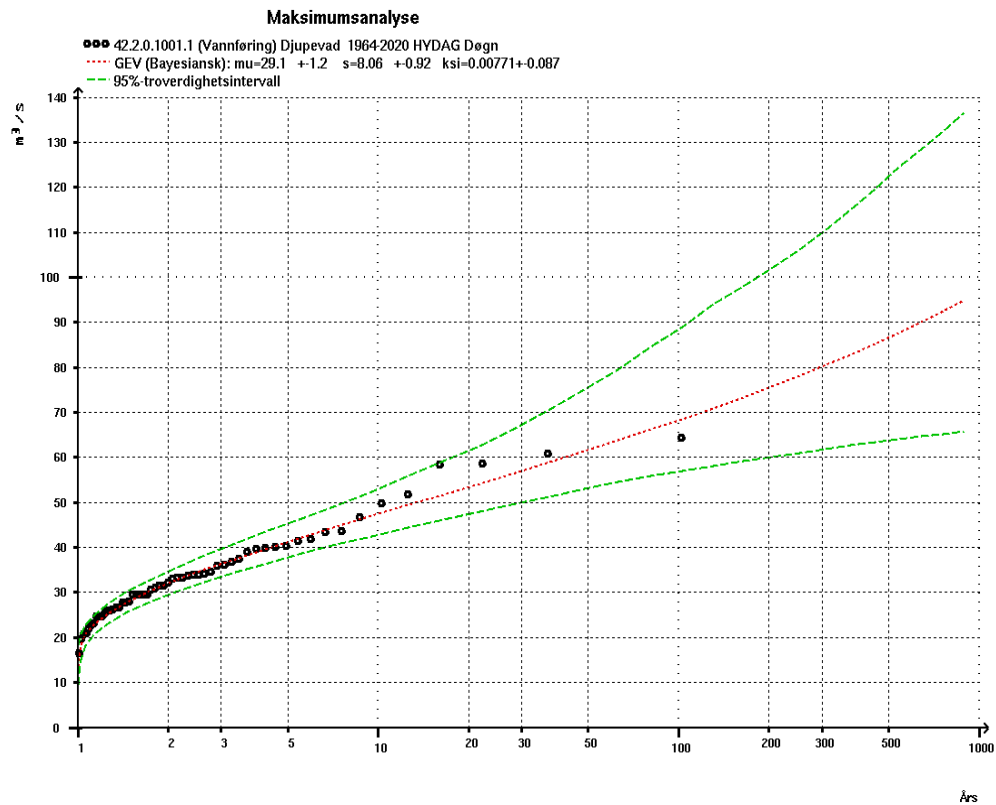


Figur 0-2: Flomfrekvensanalyse for 55.4 Røykenes for perioden 1934 – 2020.

Vurdering av flomfare

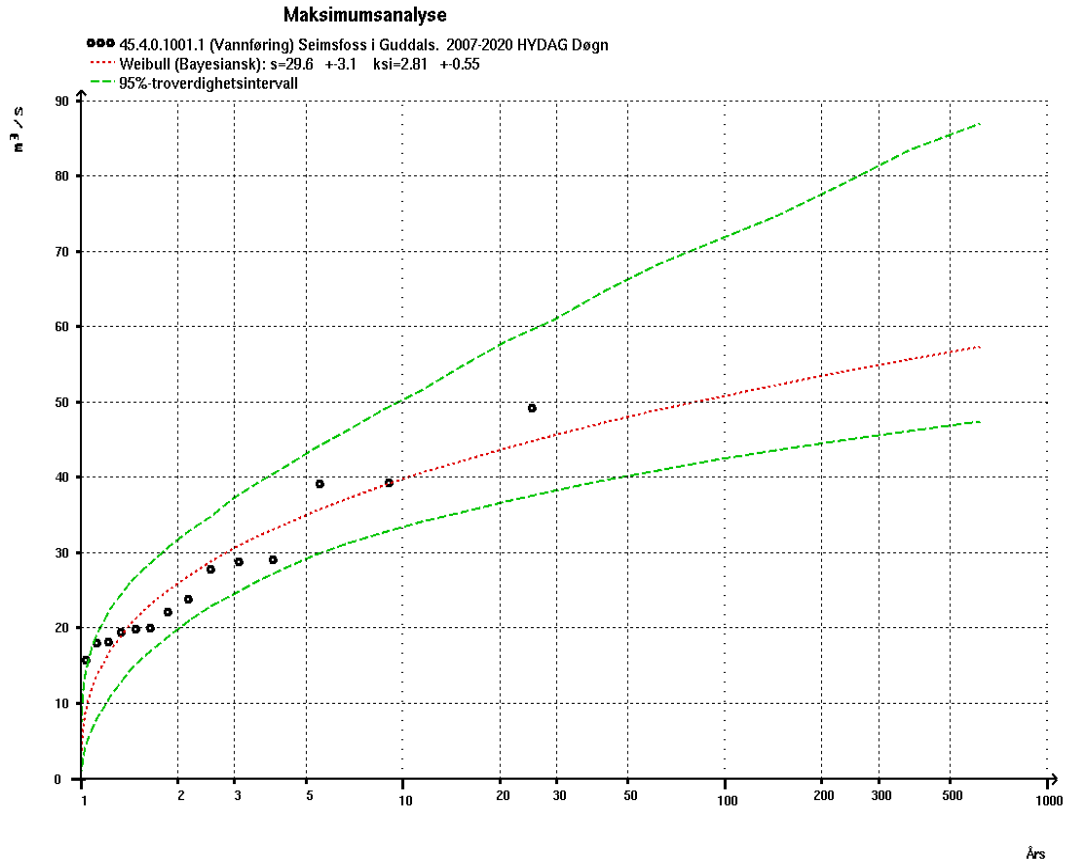


Figur 0-3: Flomfrekvensanalyse for 42.16 Fjellhaugen.

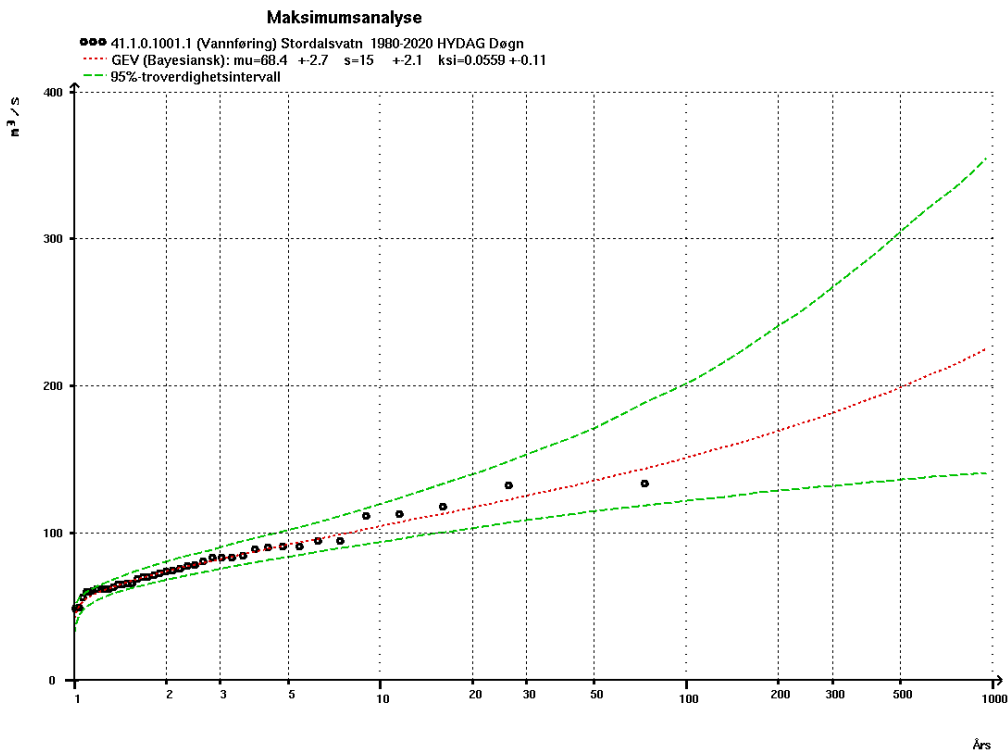


Figur 0-4: Flomfrekvensanalyse for 42.2 Djupevad.

Vurdering av flomfare

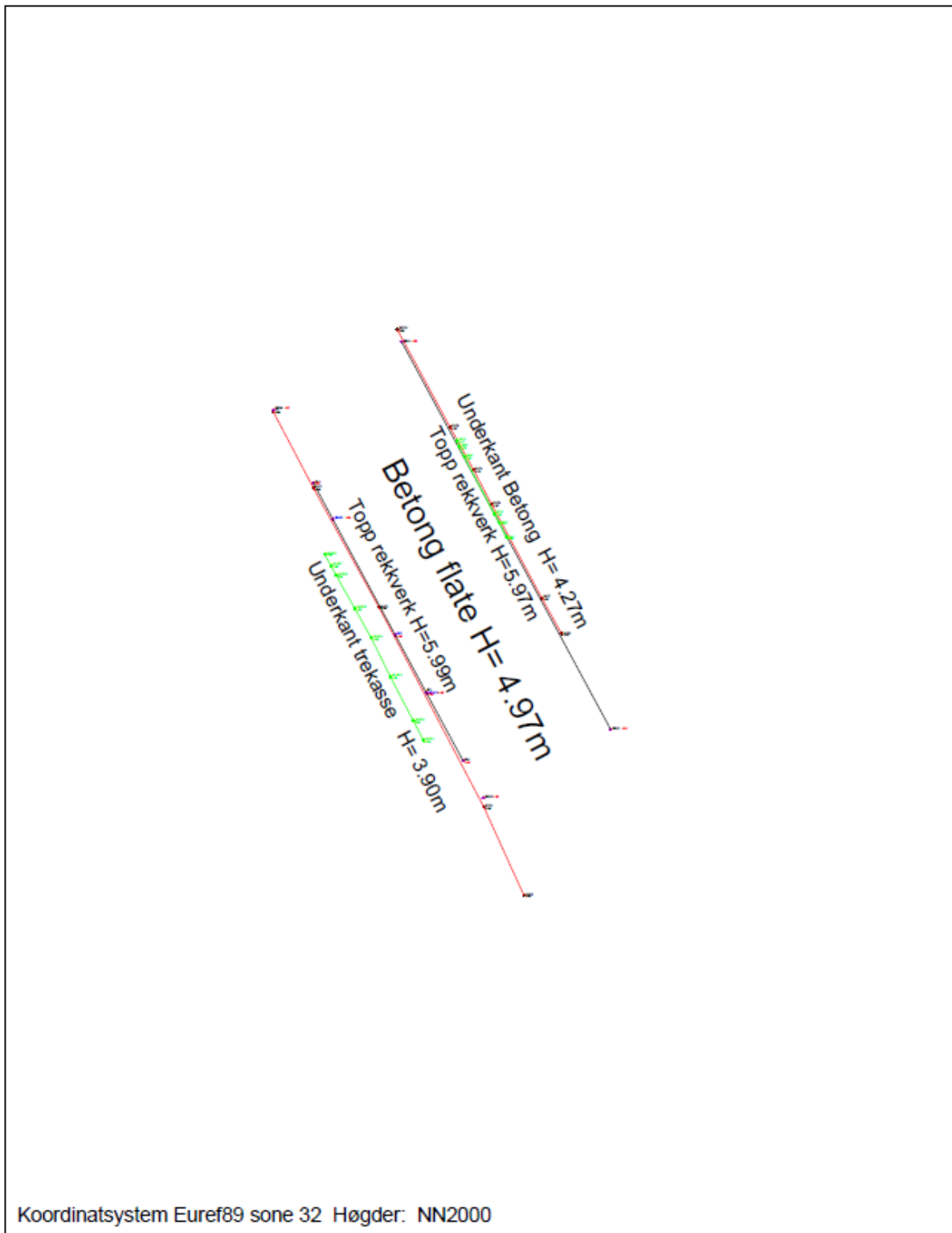


Figur 0-5: Flomfrekvensanalyse for 45.4 Seimsfoss i Guddalselva



Figur 0-6: Flomfrekvensanalyse for 41.1. Stordalsvatn.

Vurdering av flomfare

Vedlegg 2 - Havnavegen gang- og sykkelbru**Observasjonar på brufundament**

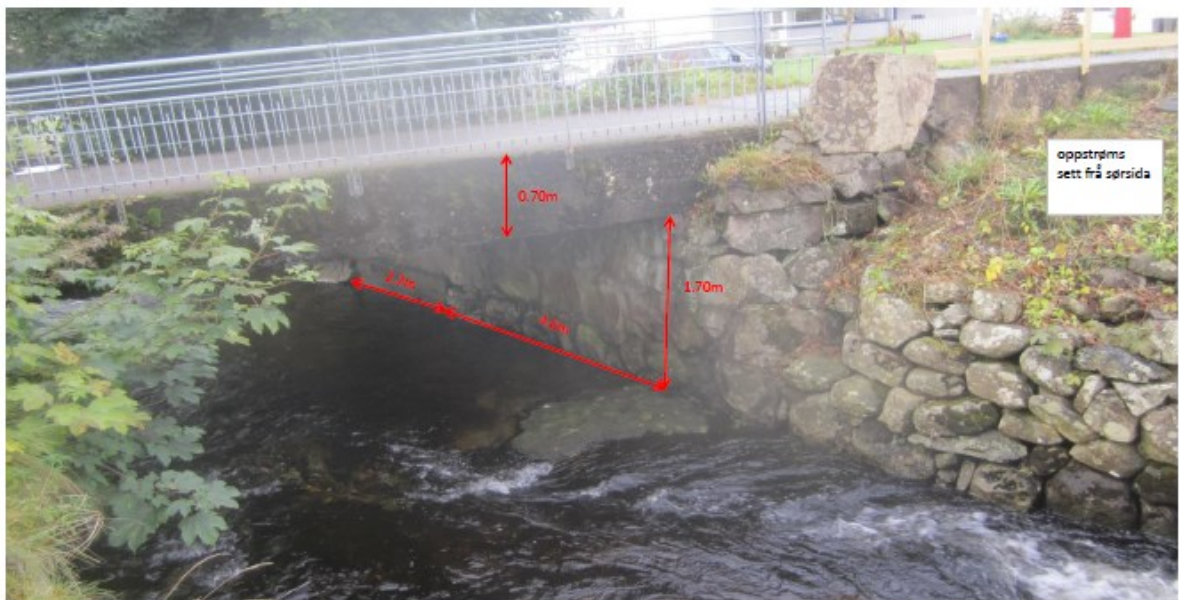
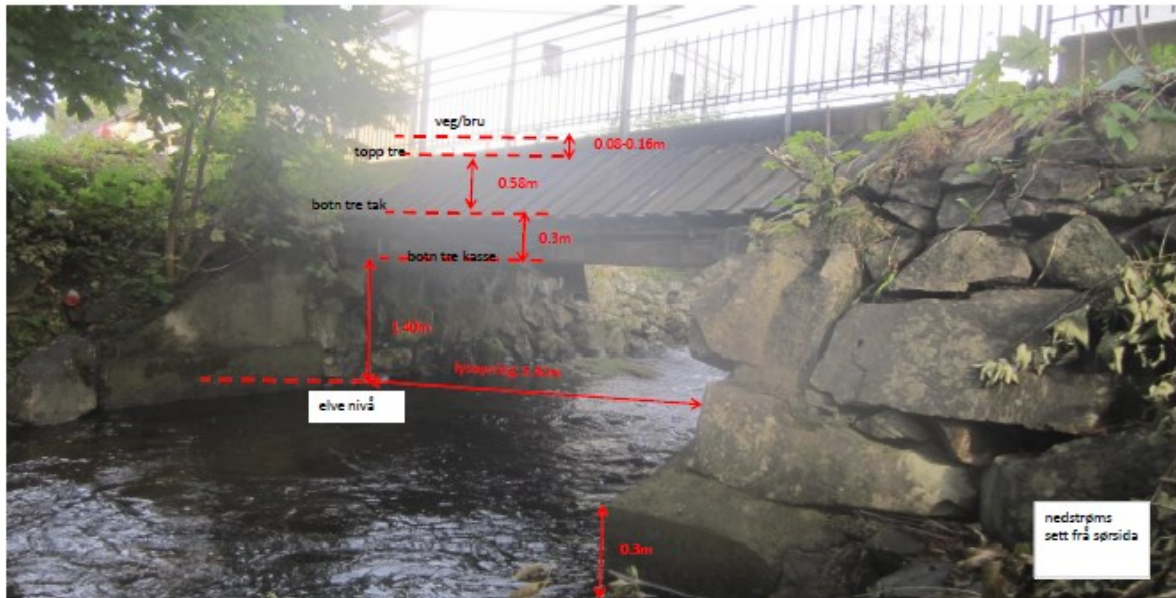
Høgde betong (kjørebane) H=4.97m Høgde topp rekkverk) H=5.97/5.99m

Høgde betong (underkant) H=4.27m

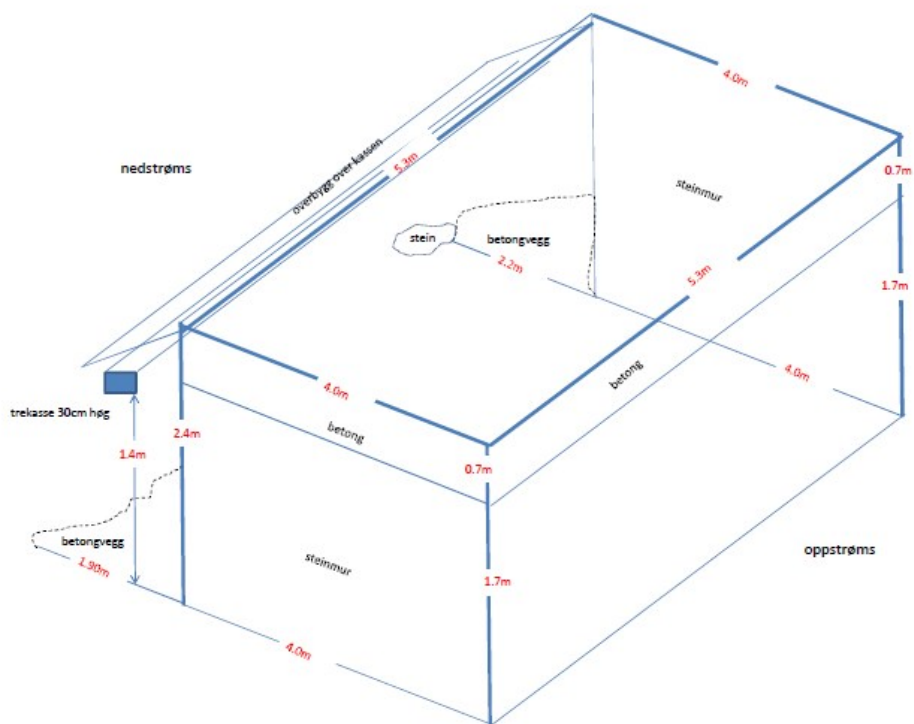
Høgde trekasse (underkant) H=3.90m

Stord Oppmåling 27 sept 21

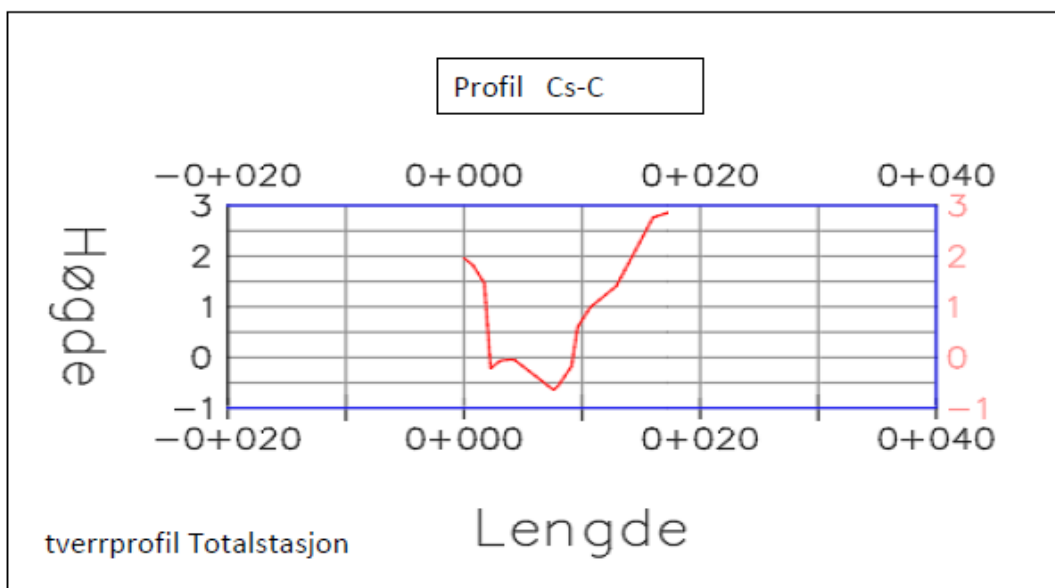
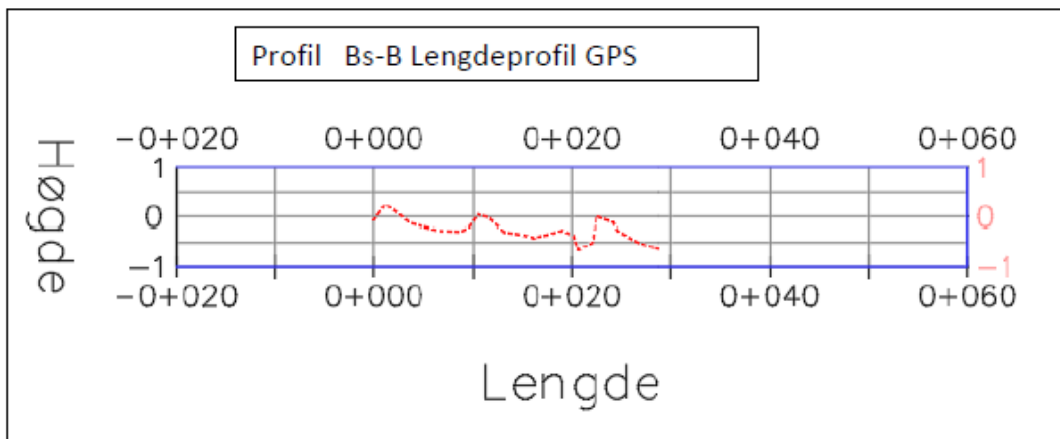
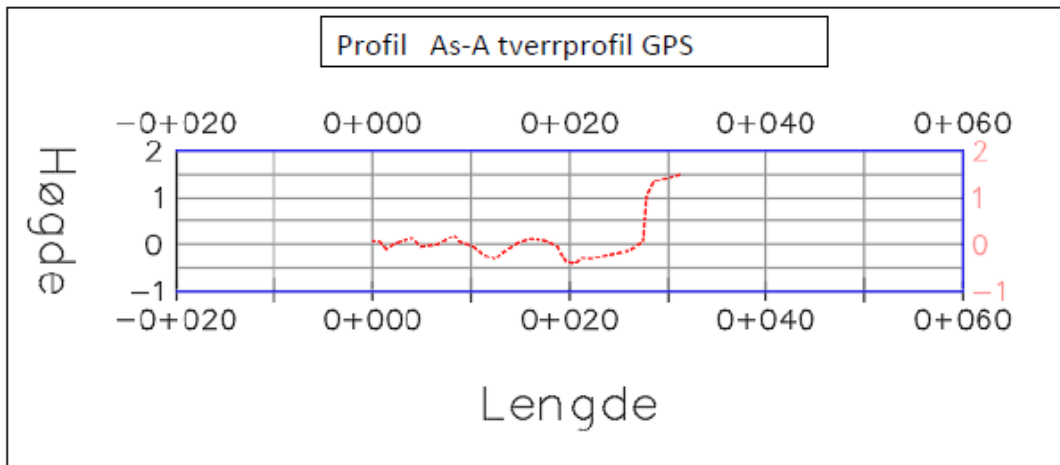
Vurdering av flomfare

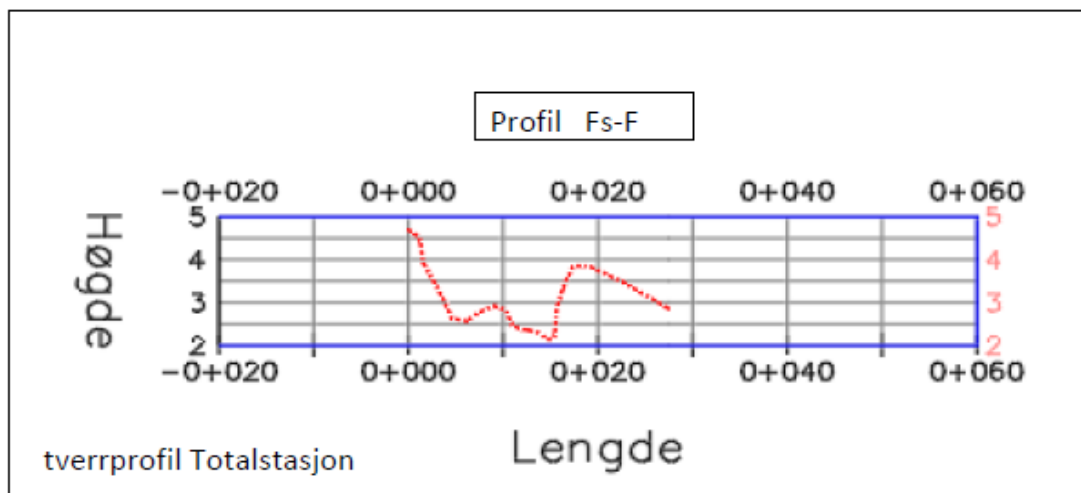
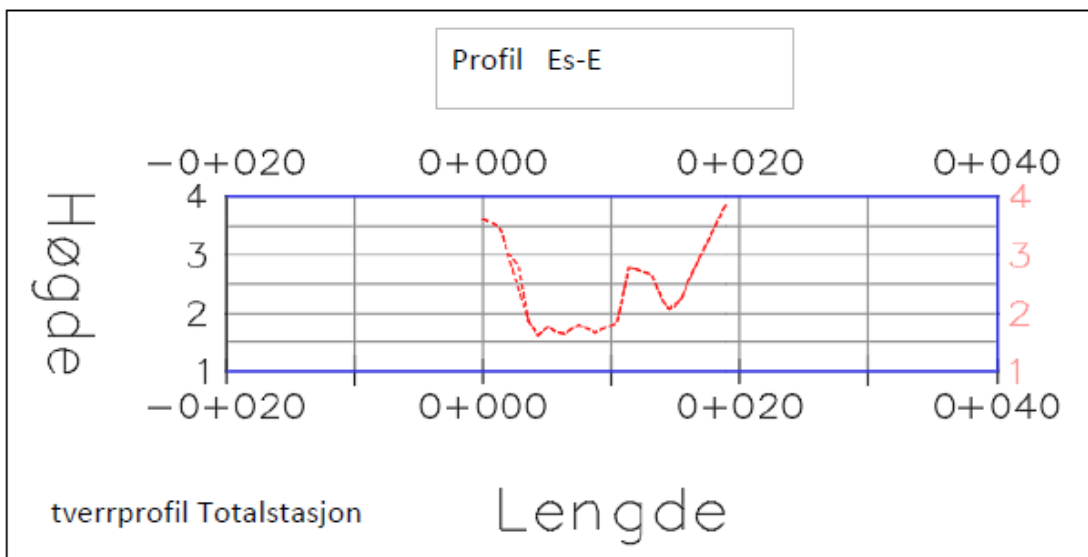
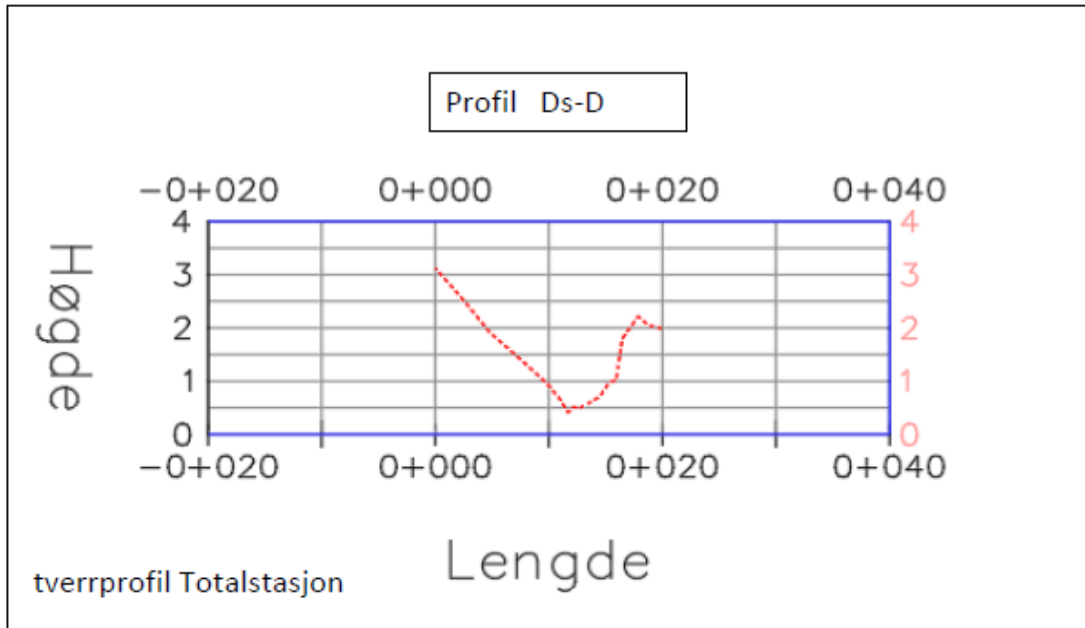


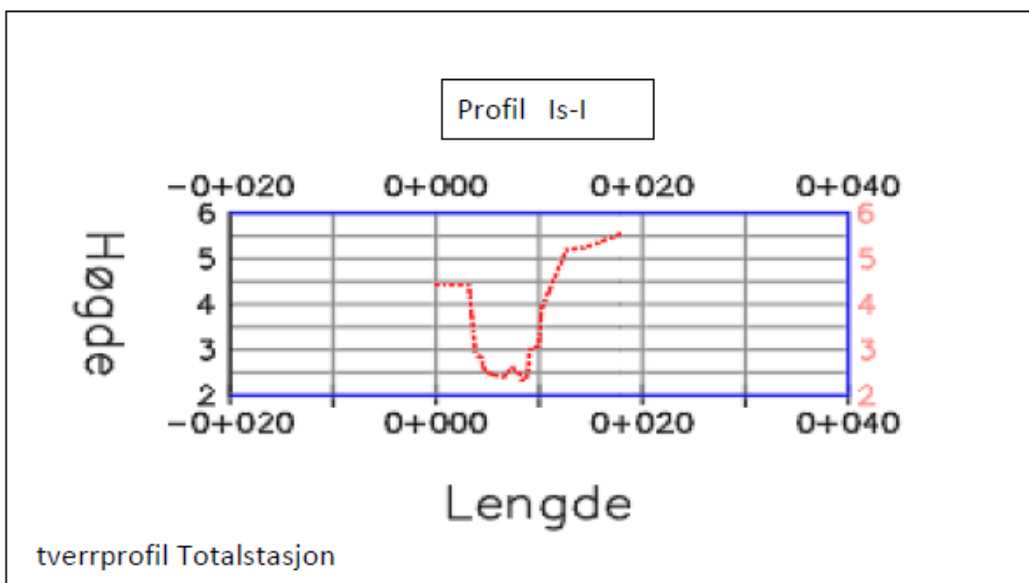
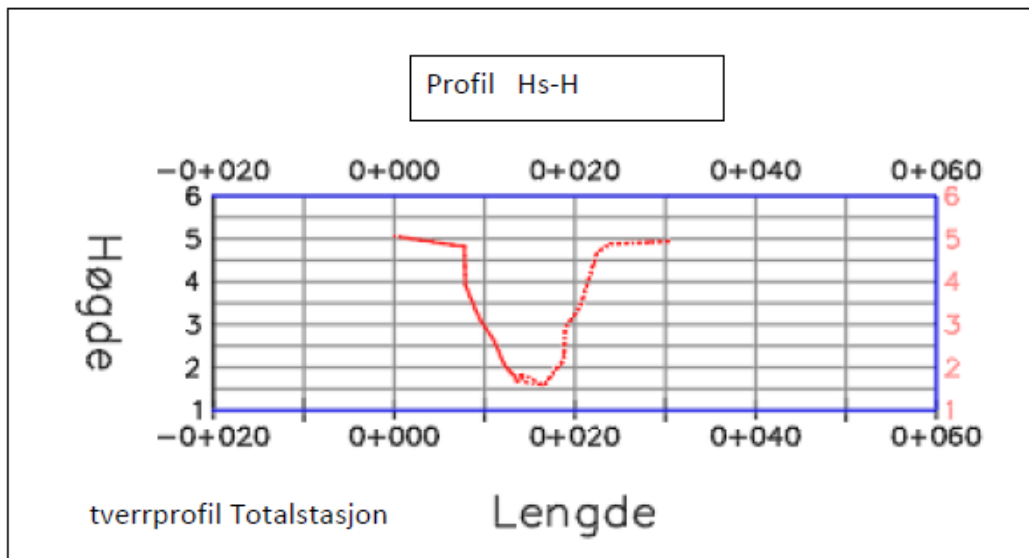
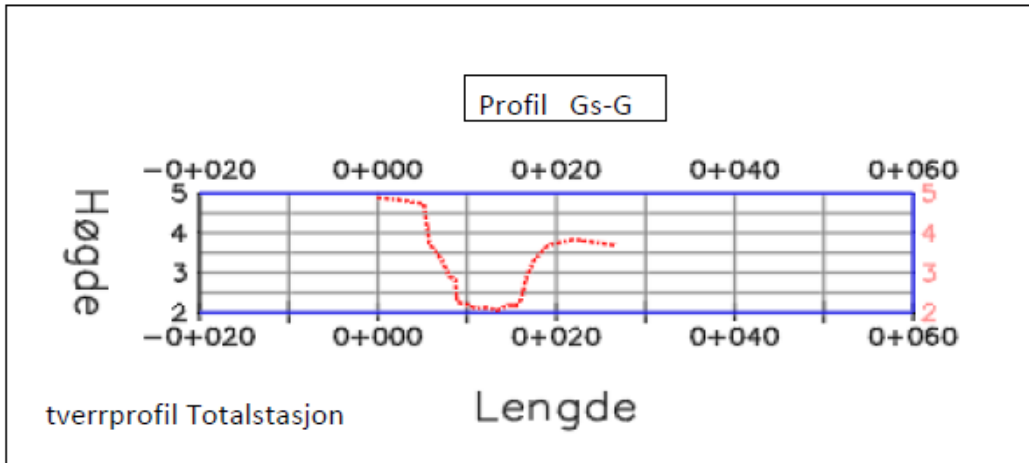
Vurdering av flomfare



Vedlegg 3 - Innmålte tverrprofil







Vurdering av flomfare

Tabell 0-1: Innmålingsdata for tverrprofilene. Avstanden er beregnet i en rett linje mellom punktene. Høydene er oppgitt i NN2000 og koordinatsystemet er UTM32N.

FID	Handle	Layer	DocUpdate	POINT_X	POINT_Y	POINT_Z	Avstand
122	7571	Height	9/27/2021	294305.44	6648226.40	4.43	0.00
123	7572	Height	9/27/2021	294303.37	6648228.80	4.43	3.17
124	7573	Height	9/27/2021	294303.55	6648229.44	2.89	3.84
125	7574	Height	9/27/2021	294303.23	6648229.90	2.83	4.40
126	7575	Height	9/27/2021	294302.92	6648230.07	2.51	4.76
127	7576	Height	9/27/2021	294302.30	6648230.65	2.45	5.60
128	7577	Height	9/27/2021	294301.52	6648231.22	2.40	6.57
129	7578	Height	9/27/2021	294300.80	6648231.57	2.61	7.37
130	7579	Height	9/27/2021	294300.34	6648232.03	2.50	8.02
131	757A	Height	9/27/2021	294300.07	6648232.25	2.32	8.37
132	757B	Height	9/27/2021	294300.07	6648232.26	2.32	8.38
133	757C	Height	9/27/2021	294299.73	6648232.48	2.41	8.78
134	757D	Height	9/27/2021	294299.60	6648232.55	2.56	8.93
135	757E	Height	9/27/2021	294299.50	6648232.59	2.99	9.04
136	757F	Height	9/27/2021	294298.79	6648233.17	3.08	9.96
137	7580	Height	9/27/2021	294298.58	6648233.32	3.90	10.22
138	7581	Height	9/27/2021	294297.16	6648235.29	5.19	12.64
139	7582	Height	9/27/2021	294296.38	6648237.20	5.26	14.71
140	7583	Height	9/27/2021	294294.76	6648239.95	5.55	17.91
FID	Handle	Layer	DocUpdate	POINT_X	POINT_Y	POINT_Z	
95	7555	Height	9/27/2021	294302.15	6648208.42	5.06	0.00
96	7556	Height	9/27/2021	294298.53	6648213.52	4.86	6.25
97	7557	Height	9/27/2021	294297.48	6648214.63	4.82	7.78
98	7558	Height	9/27/2021	294297.43	6648214.70	3.92	7.87
99	7559	Height	9/27/2021	294296.56	6648215.94	3.16	9.38
100	755A	Height	9/27/2021	294296.08	6648217.60	2.60	11.11
101	755B	Height	9/27/2021	294295.29	6648218.33	2.06	12.19
102	755C	Height	9/27/2021	294294.92	6648219.06	1.86	13.00
103	755D	Height	9/27/2021	294294.59	6648219.23	1.65	13.37
104	755E	Height	9/27/2021	294294.81	6648219.60	1.84	13.80
105	755F	Height	9/27/2021	294293.19	6648221.20	1.58	16.08
106	7560	Height	9/27/2021	294292.88	6648221.73	1.77	16.70
107	7561	Height	9/27/2021	294292.39	6648222.25	1.97	17.41
108	7563	Height	9/27/2021	294292.18	6648223.05	2.17	18.23
109	7564	Height	9/27/2021	294292.09	6648223.13	2.91	18.36
110	7565	Height	9/27/2021	294291.75	6648224.49	3.35	19.76
141	7584	Height	9/27/2021	294291.83	6648224.86	3.49	20.14
142	7585	Height	9/27/2021	294290.84	6648226.31	4.69	21.89
143	7586	Height	9/27/2021	294290.11	6648227.58	4.88	23.35
144	7587	Height	9/27/2021	294290.11	6648227.58	4.88	23.36
145	7588	Height	9/27/2021	294287.33	6648233.43	4.94	29.83
FID	Handle	Layer	DocUpdate	POINT_X	POINT_Y	POINT_Z	
74	7540	Height	9/27/2021	294278.53	6648206.63	4.89	0.00

Vurdering av flomfare

75	7541	Height	9/27/2021	294281.80	6648208.16	4.84	3.61
76	7542	Height	9/27/2021	294284.03	6648208.99	4.81	5.99
77	7543	Height	9/27/2021	294284.74	6648210.23	4.73	7.42
78	7544	Height	9/27/2021	294285.56	6648210.02	3.74	8.27
79	7545	Height	9/27/2021	294285.80	6648210.78	3.32	9.06
80	7546	Height	9/27/2021	294286.24	6648211.09	2.91	9.60
81	7547	Height	9/27/2021	294286.93	6648211.30	2.83	10.33
82	7548	Height	9/27/2021	294287.58	6648211.39	2.25	10.98
83	7549	Height	9/27/2021	294288.24	6648212.07	2.21	11.92
84	754A	Height	9/27/2021	294288.60	6648212.62	2.10	12.59
85	754B	Height	9/27/2021	294289.41	6648213.94	2.13	14.13
86	754C	Height	9/27/2021	294290.23	6648214.73	2.04	15.27
87	754D	Height	9/27/2021	294290.42	6648215.74	2.18	16.30
88	754E	Height	9/27/2021	294291.02	6648216.48	2.18	17.25
89	754F	Height	9/27/2021	294291.85	6648216.92	2.36	18.20
90	7550	Height	9/27/2021	294293.00	6648217.23	2.82	19.38
91	7551	Height	9/27/2021	294293.56	6648217.67	3.30	20.10
92	7552	Height	9/27/2021	294295.20	6648219.10	3.69	22.27
93	7553	Height	9/27/2021	294295.21	6648221.01	3.84	24.18
94	7554	Height	9/27/2021	294296.91	6648224.18	3.69	27.78
FID	Handle	Layer	DocUpdate	POINT_X	POINT_Y	POINT_Z	
67	7539	Height	9/27/2021	294277.69	6648215.27	3.85	0.00
116	756B	Height	9/27/2021	294278.90	6648214.79	3.50	1.30
65	7537	Height	9/27/2021	294279.04	6648214.23	2.88	1.88
64	7536	Height	9/27/2021	294279.27	6648214.21	2.17	2.11
63	7535	Height	9/27/2021	294279.81	6648214.02	2.14	2.67
62	7534	Height	9/27/2021	294280.53	6648213.10	2.30	3.84
61	7533	Height	9/27/2021	294281.02	6648212.21	2.36	4.86
59	7531	Height	9/27/2021	294281.16	6648210.55	2.46	6.53
60	7532	Height	9/27/2021	294281.24	6648211.53	2.37	7.51
58	7530	Height	9/27/2021	294281.69	6648210.15	2.82	8.95
57	752F	Height	9/27/2021	294282.41	6648209.17	2.92	10.18
56	752E	Height	9/27/2021	294283.45	6648207.77	2.76	11.91
55	752D	Height	9/27/2021	294284.56	6648207.41	2.57	13.08
54	752C	Height	9/27/2021	294285.87	6648206.54	2.63	14.65
53	752B	Height	9/27/2021	294286.40	6648206.06	2.98	15.37
52	752A	Height	9/27/2021	294287.14	6648205.20	3.47	16.50
51	7529	Height	9/27/2021	294288.07	6648204.44	3.92	17.70
50	7528	Height	9/27/2021	294288.38	6648204.24	4.52	18.07
49	7527	Height	9/27/2021	294289.23	6648203.41	4.69	19.26
FID	Handle	Layer	DocUpdate	POINT_X	POINT_Y	POINT_Z	
119	756E	Height	9/27/2021	294270.16	6648209.58	3.61	0.00
118	756D	Height	9/27/2021	294271.32	6648209.21	3.50	1.22
121	7570	Height	9/27/2021	294271.75	6648208.64	3.06	1.93
111	7566	Height	9/27/2021	294272.05	6648207.87	2.98	2.76
33	7516	Height	9/27/2021	294272.99	6648207.60	1.86	3.74
120	756F	Height	9/27/2021	294273.03	6648208.47	2.55	4.61
32	7515	Height	9/27/2021	294273.62	6648207.29	1.62	5.93

Vurdering av flomfare

31	7514	Height	9/27/2021	294274.44	6648207.18	1.77	6.76
30	7513	Height	9/27/2021	294275.11	6648207.05	1.67	7.44
29	7512	Height	9/27/2021	294275.65	6648206.74	1.65	8.07
28	7511	Height	9/27/2021	294276.63	6648206.35	1.80	9.12
27	7510	Height	9/27/2021	294277.73	6648205.73	1.66	10.39
26	750F	Height	9/27/2021	294278.83	6648204.39	1.83	12.12
25	750E	Height	9/27/2021	294279.21	6648203.59	2.78	13.01
24	750D	Height	9/27/2021	294279.86	6648201.87	2.67	14.85
23	750C	Height	9/27/2021	294280.32	6648201.23	2.24	15.63
22	750B	Height	9/27/2021	294280.60	6648200.84	2.07	16.12
21	750A	Height	9/27/2021	294280.90	6648200.25	2.07	16.78
20	7509	Height	9/27/2021	294281.01	6648199.96	2.26	17.09
19	7508	Height	9/27/2021	294283.16	6648197.24	3.88	20.56
FID	Handle	Layer	DocUpdate	POINT_X	POINT_Y	POINT_Z	
10	74FF	Height	9/27/2021	294258.65	6648184.97	3.13	0.00
11	7500	Height	9/27/2021	294259.04	6648187.38	2.53	2.44
12	7501	Height	9/27/2021	294259.55	6648189.73	1.91	4.85
13	7502	Height	9/27/2021	294260.13	6648192.77	1.33	7.94
14	7503	Height	9/27/2021	294260.61	6648194.66	0.94	9.89
15	7504	Height	9/27/2021	294261.12	6648195.68	0.65	11.03
16	7505	Height	9/27/2021	294261.41	6648196.27	0.41	11.69
18	7507	Height	9/27/2021	294261.70	6648196.69	0.52	12.19
17	7506	Height	9/27/2021	294261.80	6648197.07	0.48	12.59
41	751F	Height	9/27/2021	294260.83	6648197.88	0.63	13.85
42	7520	Height	9/27/2021	294260.79	6648198.58	0.73	14.55
43	7521	Height	9/27/2021	294260.74	6648199.31	0.97	15.29
44	7522	Height	9/27/2021	294260.87	6648199.93	1.02	15.92
45	7523	Height	9/27/2021	294261.03	6648200.47	1.80	16.48
46	7524	Height	9/27/2021	294261.17	6648201.84	2.21	17.86
47	7525	Height	9/27/2021	294260.92	6648202.76	2.05	18.81
48	7526	Height	9/27/2021	294260.76	6648203.84	1.99	19.91
FID	Handle	Layer	DocUpdate	POINT_X	POINT_Y	POINT_Z	
1	74F6	Height	9/27/2021	294247.65	6648189.81	2.86	0.00
2	74F7	Height	9/27/2021	294247.65	6648189.82	2.85	0.01
3	74F8	Height	9/27/2021	294248.62	6648190.54	2.76	1.22
4	74F9	Height	9/27/2021	294250.81	6648192.76	1.41	4.34
5	74FA	Height	9/27/2021	294252.22	6648194.48	0.98	6.56
6	74FB	Height	9/27/2021	294252.80	6648195.22	0.60	7.50
7	74FC	Height	9/27/2021	294253.16	6648195.68	-0.17	8.09
8	74FD	Height	9/27/2021	294253.55	6648196.77	-0.57	9.24
9	74FE	Height	9/27/2021	294253.56	6648197.16	-0.64	9.63
40	751E	Height	9/27/2021	294254.48	6648200.31	-0.05	12.91
39	751D	Height	9/27/2021	294254.27	6648200.53	-0.04	13.22
38	751C	Height	9/27/2021	294254.26	6648201.45	-0.06	14.13
37	751B	Height	9/27/2021	294254.79	6648202.07	-0.22	14.95
36	751A	Height	9/27/2021	294254.98	6648202.56	1.47	15.48
35	7518	Height	9/27/2021	294255.33	6648203.49	1.83	16.47
34	7517	Height	9/27/2021	294255.51	6648204.20	1.96	17.20

Vurdering av flomfare

FID	Handle	Layer	DocUpdate	POINT_X	POINT_Y	POINT_Z	
146	761F	Height	9/27/2021	294222.26	6648201.48	0.06	0.00
147	7620	Height	9/27/2021	294221.98	6648202.19	0.04	0.76
148	7621	Height	9/27/2021	294221.90	6648202.79	-0.10	1.37
149	7622	Height	9/27/2021	294221.65	6648203.46	0.00	2.08
150	7623	Height	9/27/2021	294220.43	6648204.98	0.13	4.03
151	7624	Height	9/27/2021	294220.25	6648205.80	-0.05	4.87
152	7625	Height	9/27/2021	294219.40	6648207.21	-0.01	6.52
153	7626	Height	9/27/2021	294218.64	6648208.90	0.19	8.37
154	7627	Height	9/27/2021	294218.43	6648209.31	0.05	8.83
155	7628	Height	9/27/2021	294218.18	6648210.68	-0.05	10.22
156	7629	Height	9/27/2021	294218.51	6648211.73	-0.23	11.33
157	762A	Height	9/27/2021	294219.05	6648212.75	-0.32	12.48
158	762B	Height	9/27/2021	294219.28	6648213.44	-0.18	13.21
159	762C	Height	9/27/2021	294220.07	6648214.75	0.02	14.74
160	762D	Height	9/27/2021	294220.60	6648215.89	0.11	15.99
161	762E	Height	9/27/2021	294221.70	6648216.94	0.07	17.51
162	762F	Height	9/27/2021	294222.29	6648218.05	-0.04	18.77
163	7630	Height	9/27/2021	294222.97	6648218.53	-0.37	19.60
164	7631	Height	9/27/2021	294223.59	6648219.24	-0.42	20.55
165	7632	Height	9/27/2021	294224.04	6648219.65	-0.30	21.16
166	7633	Height	9/27/2021	294224.47	6648220.71	-0.31	22.30
167	7634	Height	9/27/2021	294225.06	6648222.22	-0.22	23.92
168	7635	Height	9/27/2021	294226.42	6648224.10	-0.12	26.24
169	7636	Height	9/27/2021	294227.38	6648224.93	0.05	27.51
170	7637	Height	9/27/2021	294227.67	6648225.12	1.05	27.86
171	7638	Height	9/27/2021	294228.15	6648225.73	1.36	28.63
172	7639	Height	9/27/2021	294229.80	6648227.88	1.50	31.34
175	763C	Height	9/27/2021	294221.77	6648215.16	-0.13	46.39

Vedlegg 4 – Regional flomberegning (NEVINA)

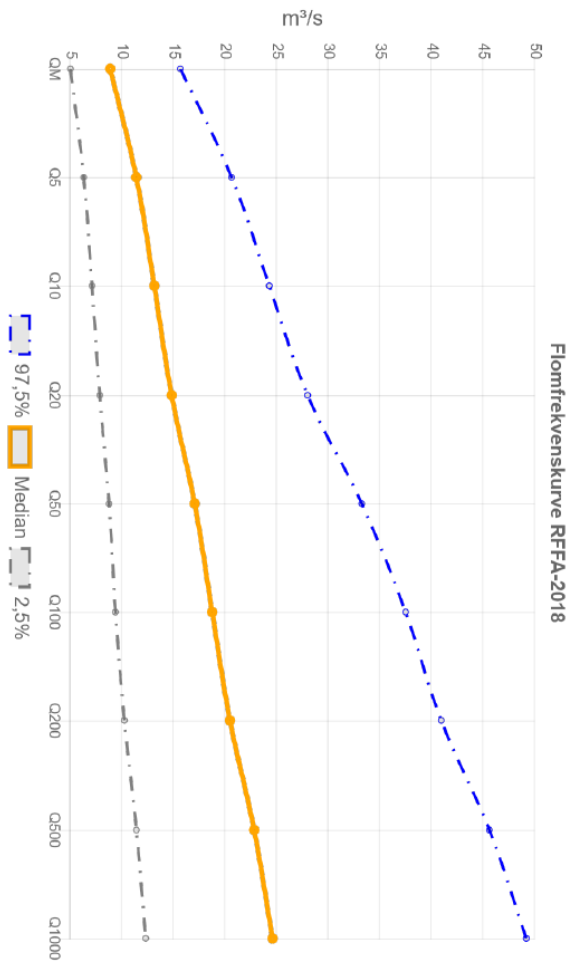
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 044.6A
 Kommune.: Fitjar
 Fylke.: Vestland
 Vassdrag.: Fitjarelva
 Nedbørfretareal: 11.8 km²

Flomestimerer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfretet er mindre enn 60 km², er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

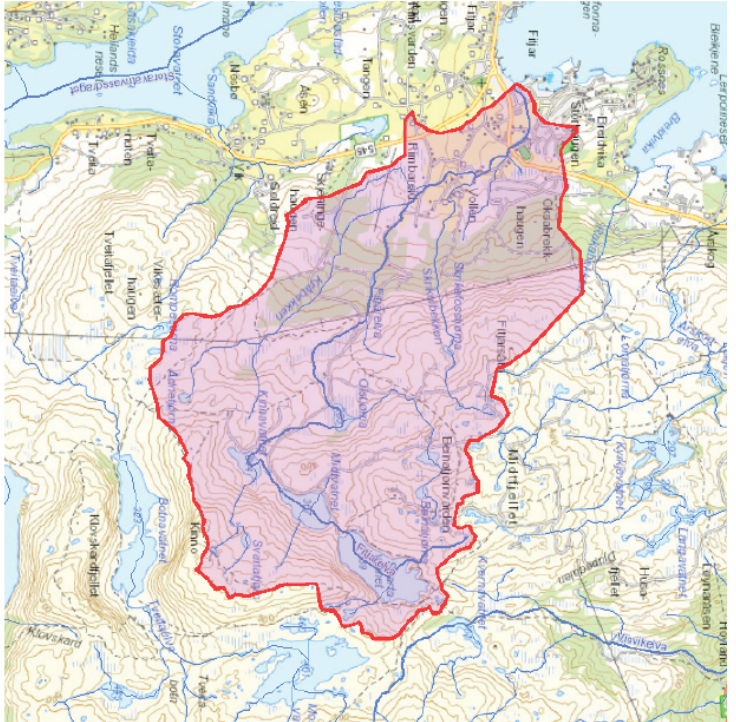
Howordan bruke resultatene fra rapporten, se her:



RFFA-2018	
Tidsoppløsning	Døgn -
Indeksflom (QM): Medianflom	750 l/s*km ²
Klimapåslag	40 %
Kulminasjonsfaktor	1.76 -
NIFS-2015	
Tidsoppløsning	Kulminasjon -
Indeksflom (QM): Middelflom	1584 l/s*km ²
Klimapåslag	40 %
Annet	
Tilløpsflom	Nei -

RFFA-2018 (døgnmiddel)		Q _M	Q _S	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q ₂₀₀₋ klima
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.29	1.48	1.67	1.93	2.12	2.31	2.58	2.78	-	-
Flomverdier, m ³ /s	8.8	11.4	13.1	14.8	17.0	18.7	20.5	22.8	24.6	28.7	-
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	15.7	20.6	24.3	28.0	33.2	37.5	40.9	45.6	49.2	-	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	5	6.3	7.1	7.8	8.7	9.4	10.2	11.4	12.3	-	-
NIFS (kulminasjon)											
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.20	1.39	1.60	1.90	2.16	2.47	2.93	3.35	-	-
Flomverdier, m ³ /s	18.7	22.5	26.0	29.8	35.5	40.5	46.1	54.8	62.5	64.5	-
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	33.1	40.7	48.2	56.4	69.2	80.9	92.2	110	125	-	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	10.6	12.4	14.1	15.8	18.2	20.2	23.1	27.4	31.3	-	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdien kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregnpunkt: 39980 W 6682106
N

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

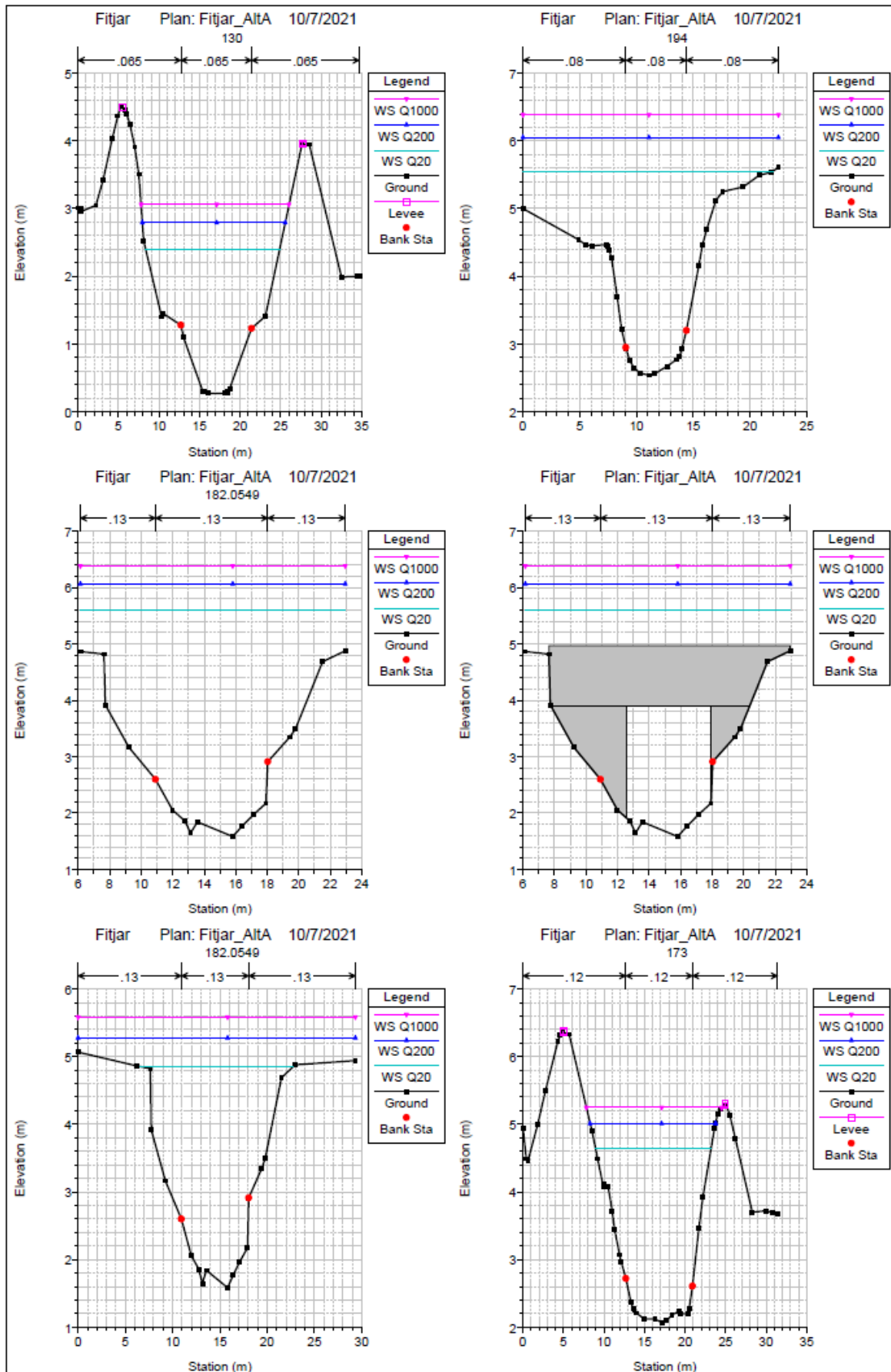
Feltparametere	
Areal (A)	11.8 km ²
Effektiv sjø (A _{se})	0.56 %
Elveengde (E _L)	8.5 km
Elvegradent (E _G)	55.6 m/km
Elvegradent 1085 (E _{G,1085})	58.7 m/km
Helning	10.6 ‰
Dreneringstetthet (D _T)	2.1 km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	5.4 km

Arealklasse	
Bre (A _{BRE})	0 %
Dyrket mark (A _{JORD})	6.0 %
Myr (A _{MYR})	6.3 %
Leire (A _{LEIRE})	0 %
Skog (A _{SKOG})	14.0 %
Sjø (A _{SJO})	4.7 %
Snaufell (A _{SF})	56.8 %
Urban (A _U)	2.1 %
Uklassifisert areal (A _{REST})	10.1 %

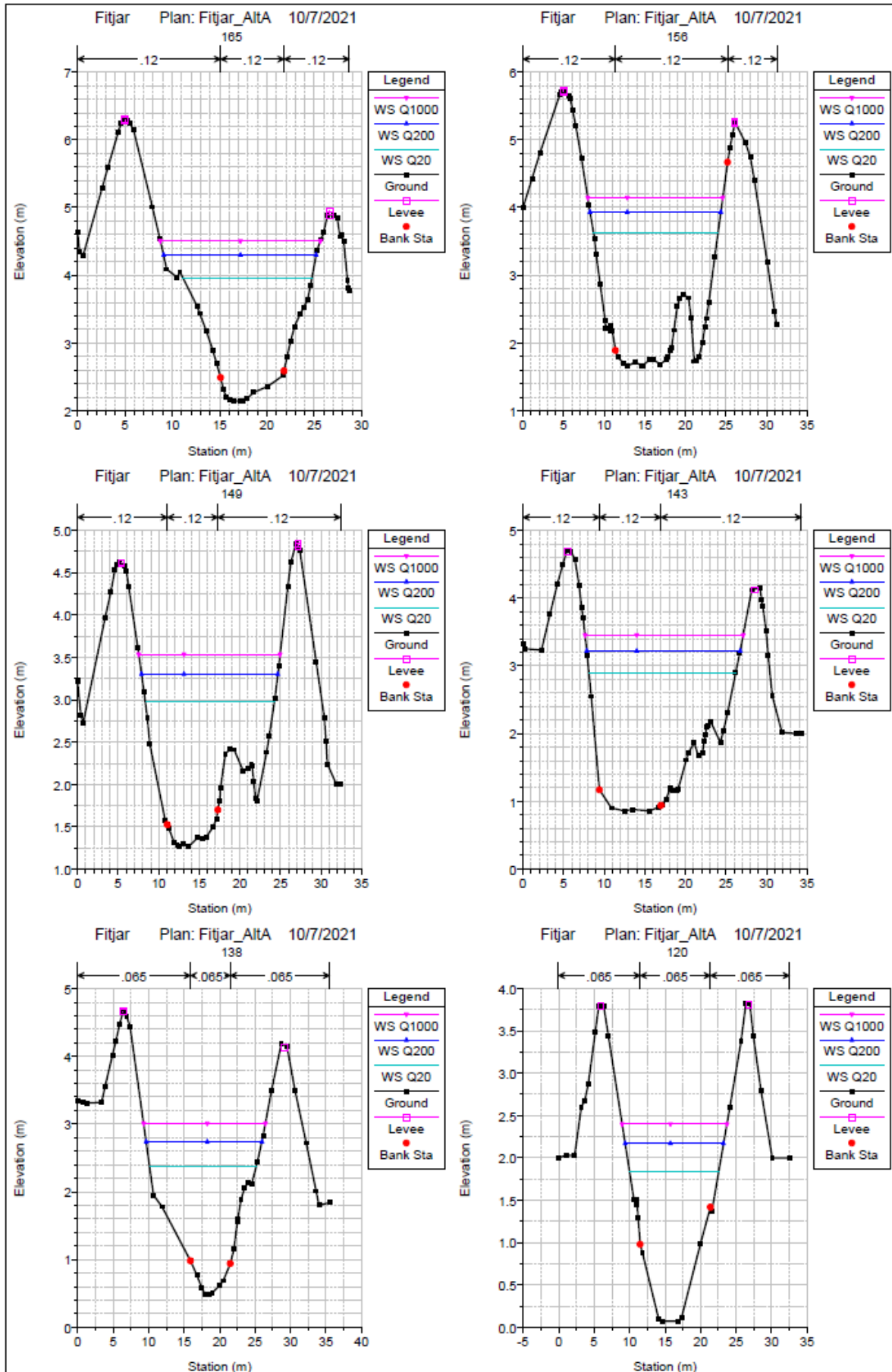
Hypsografisk kurve	
Høyde MIN	1 m
Høyde 10	49 m
Høyde 25	148.5 m
Høyde 50	313 m
Høyde 75	400 m
Høyde MAX	568 m

Klima- /hydrologiske parametere	
Averning 1961-90 (Q _N)	103.3 l/s*km ²
Nedbør juni	115 mm
Nedbør juli	125 mm
Regn og snøsmelting mai	128 mm
Regn og snøsmelting juni	123 mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	119 mm
Regn og snøsmelting november	244 mm
Temperatur februar	-1.1 °C
Temperatur mars	0.2 °C

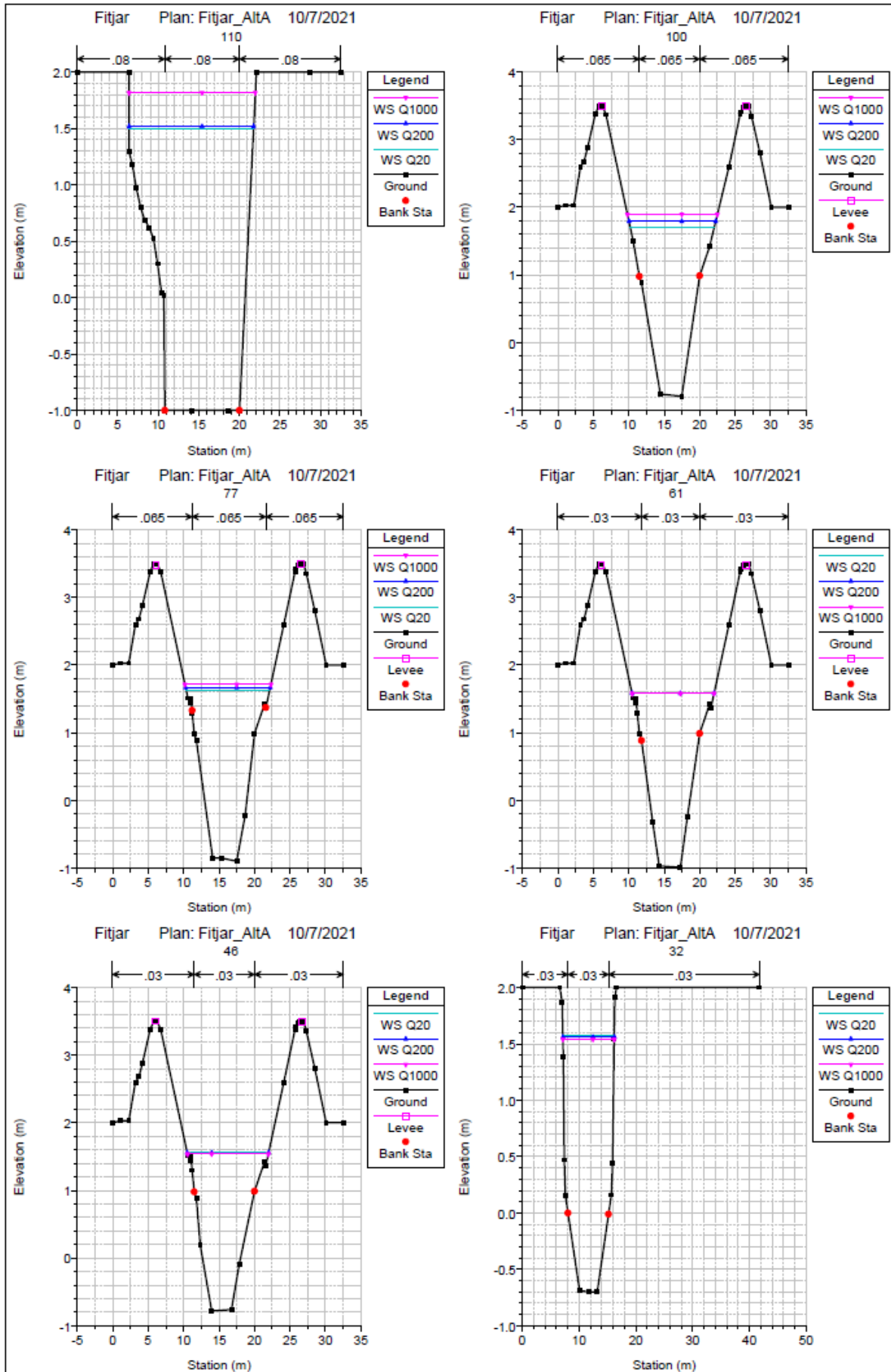
Vedlegg 5 - Modellerte tverrprofil – Alternativ A



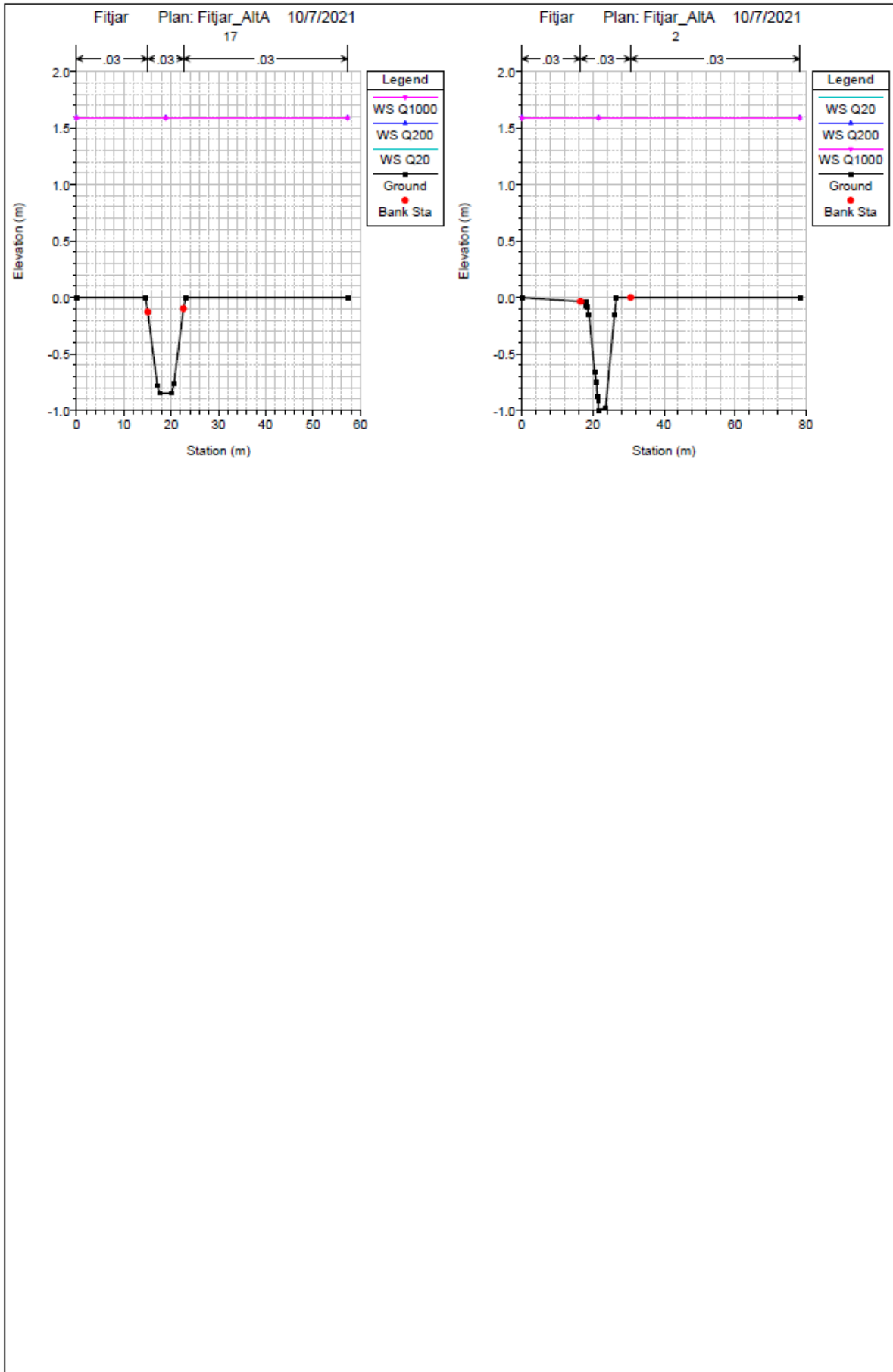
Vurdering av flomfare



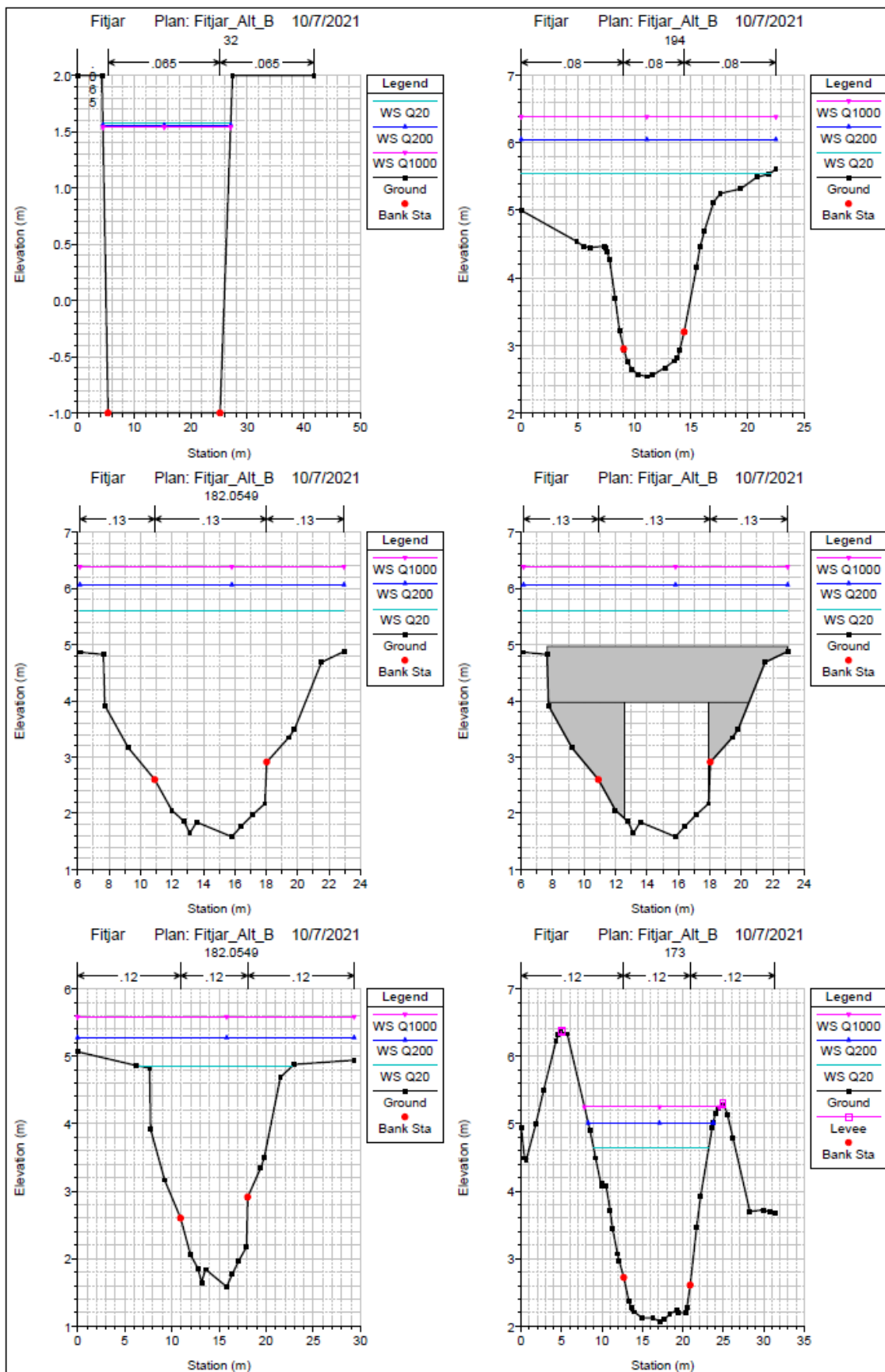
Vurdering av flomfare



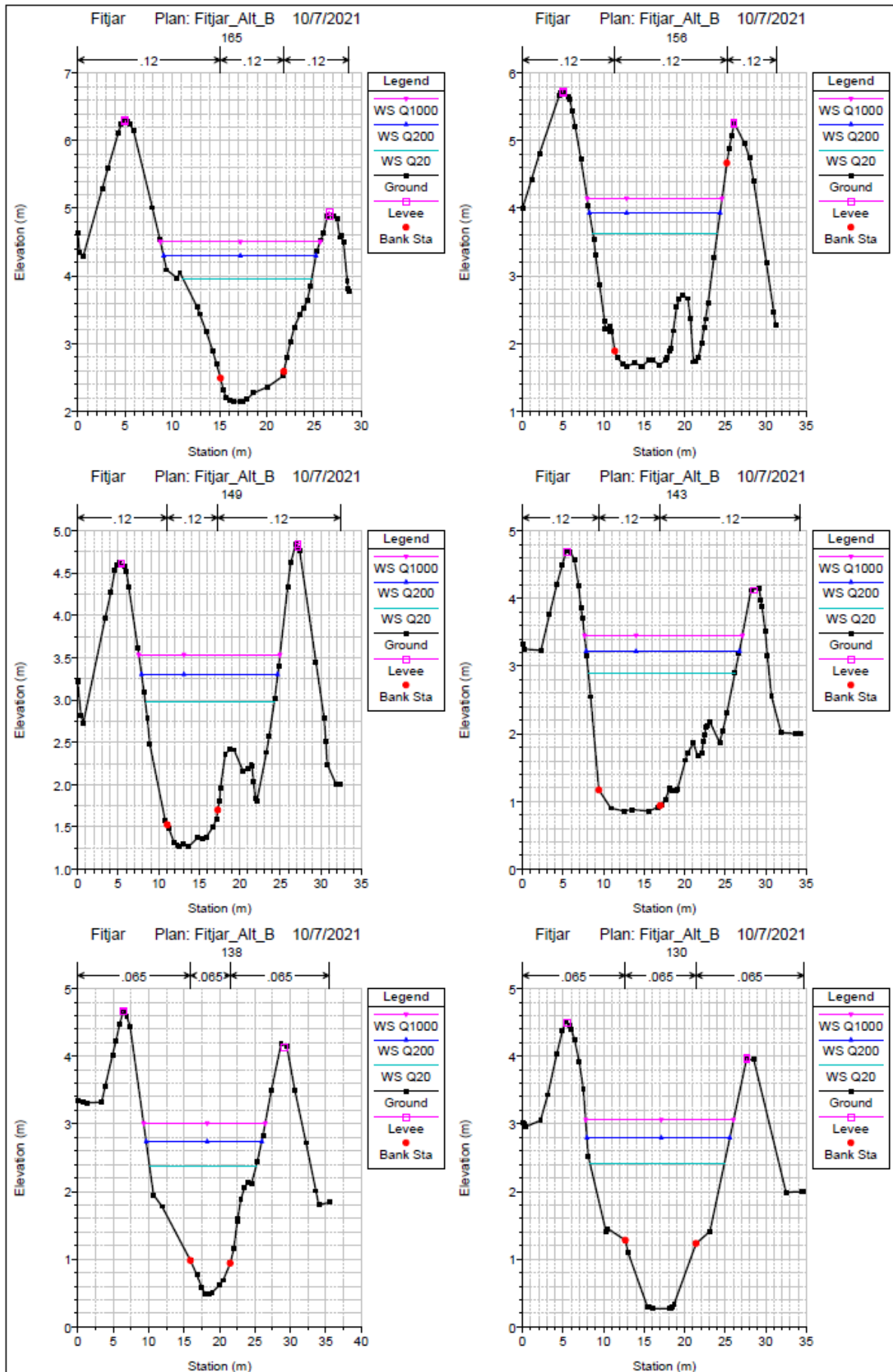
Vurdering av flomfare



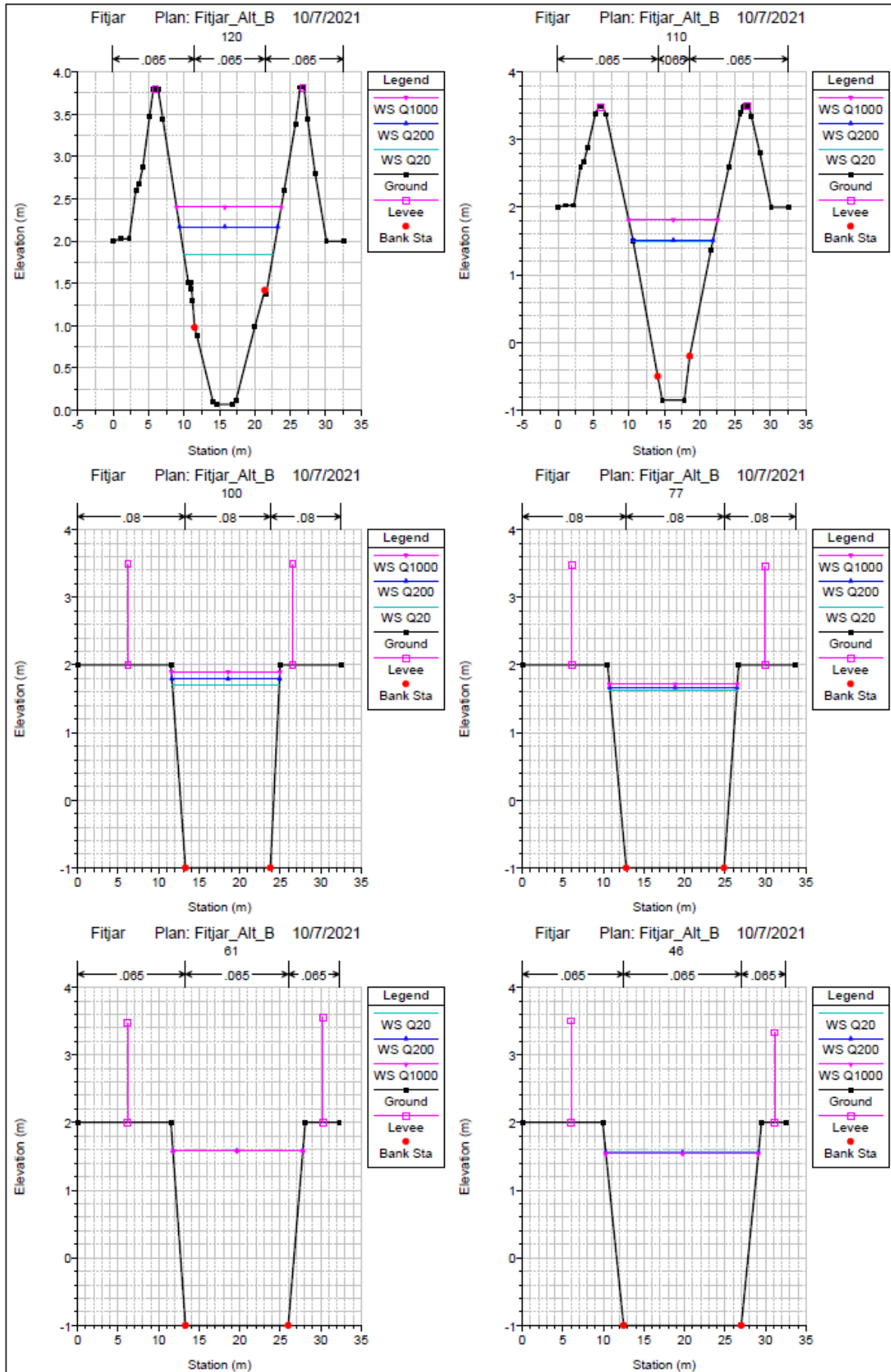
Vedlegg 6 - Modellerte tverrprofil – Alternativ B



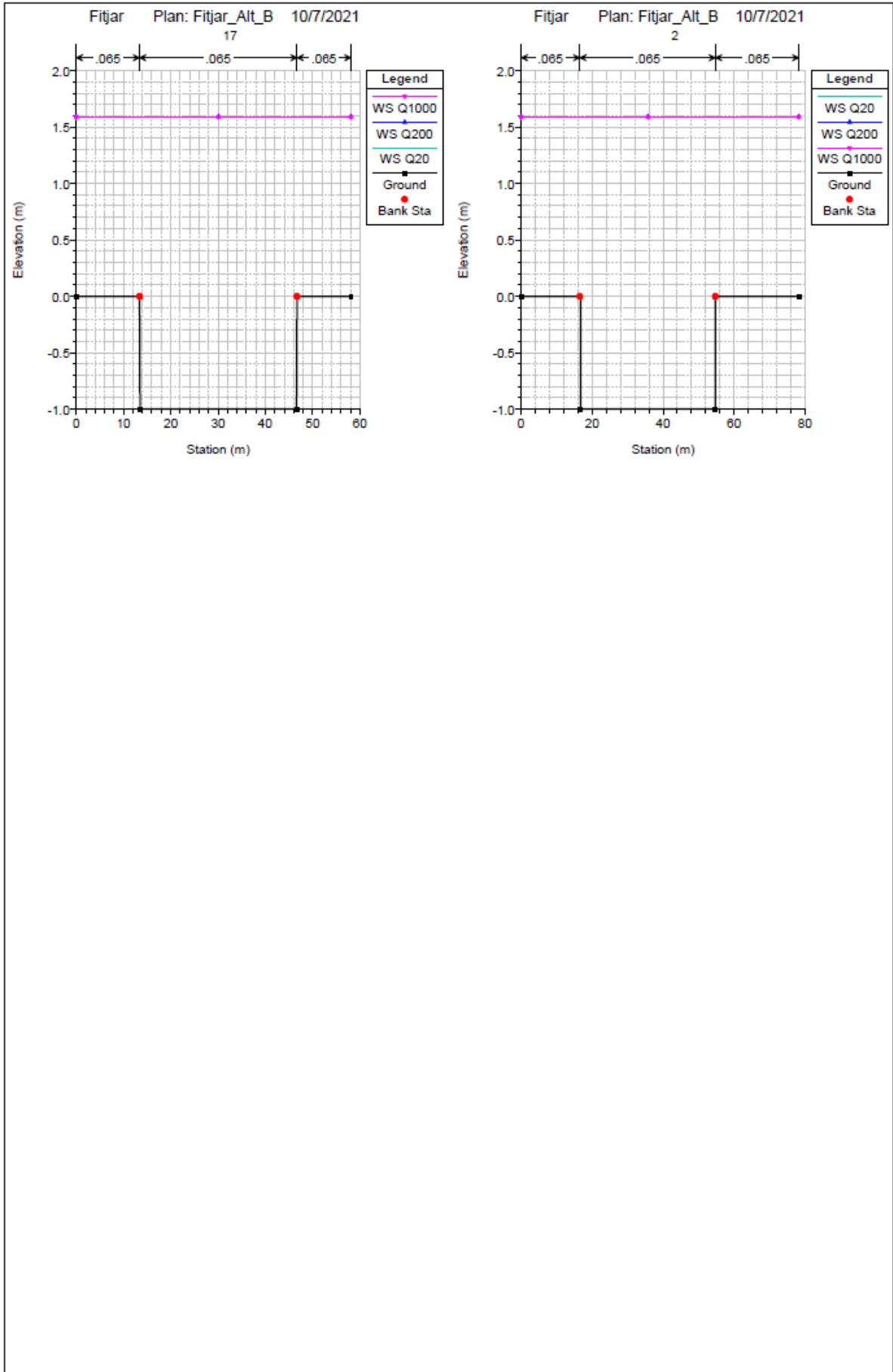
Vurdering av flomfare



Vurdering av flomfare



Vurdering av flomfare



Vedlegg 7 – SeHavnivå

