

Oppdragsgiver: **Færder camping**

Oppdragsnr.: **5203307** Dokumentnr.: **01**

Til: Bjørn Holmen

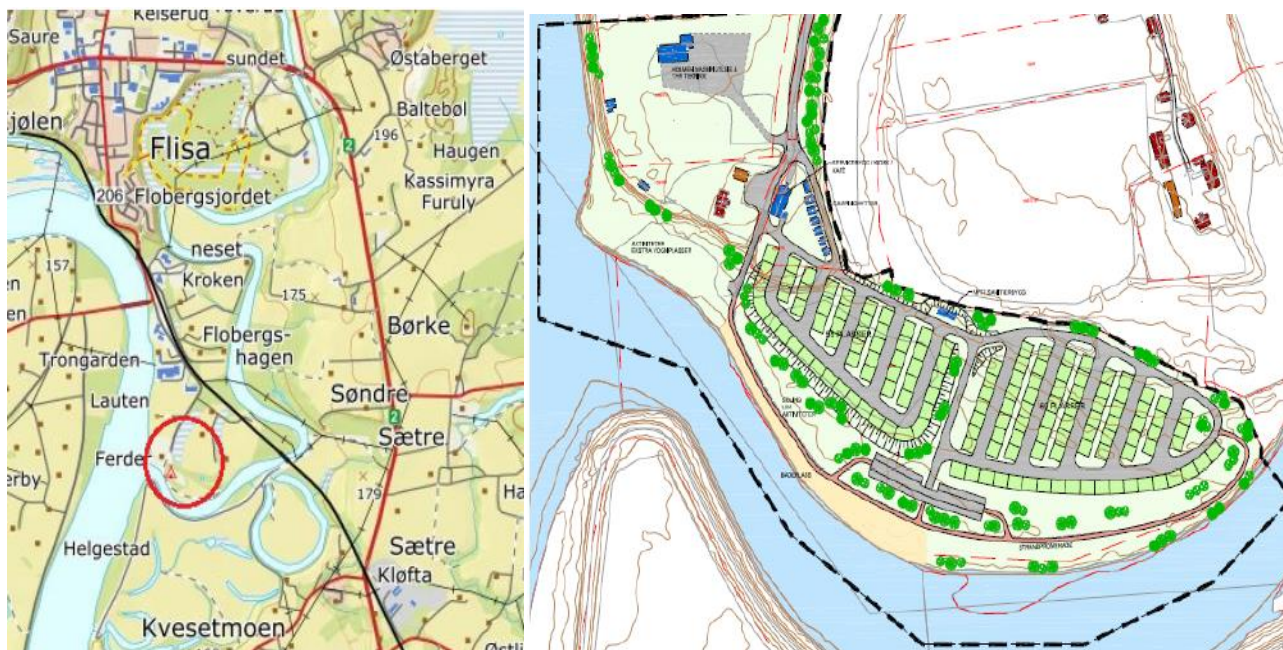
Fra: Lisa Jørnandli og Francoise Bigillon

Dato: 2020-05-20

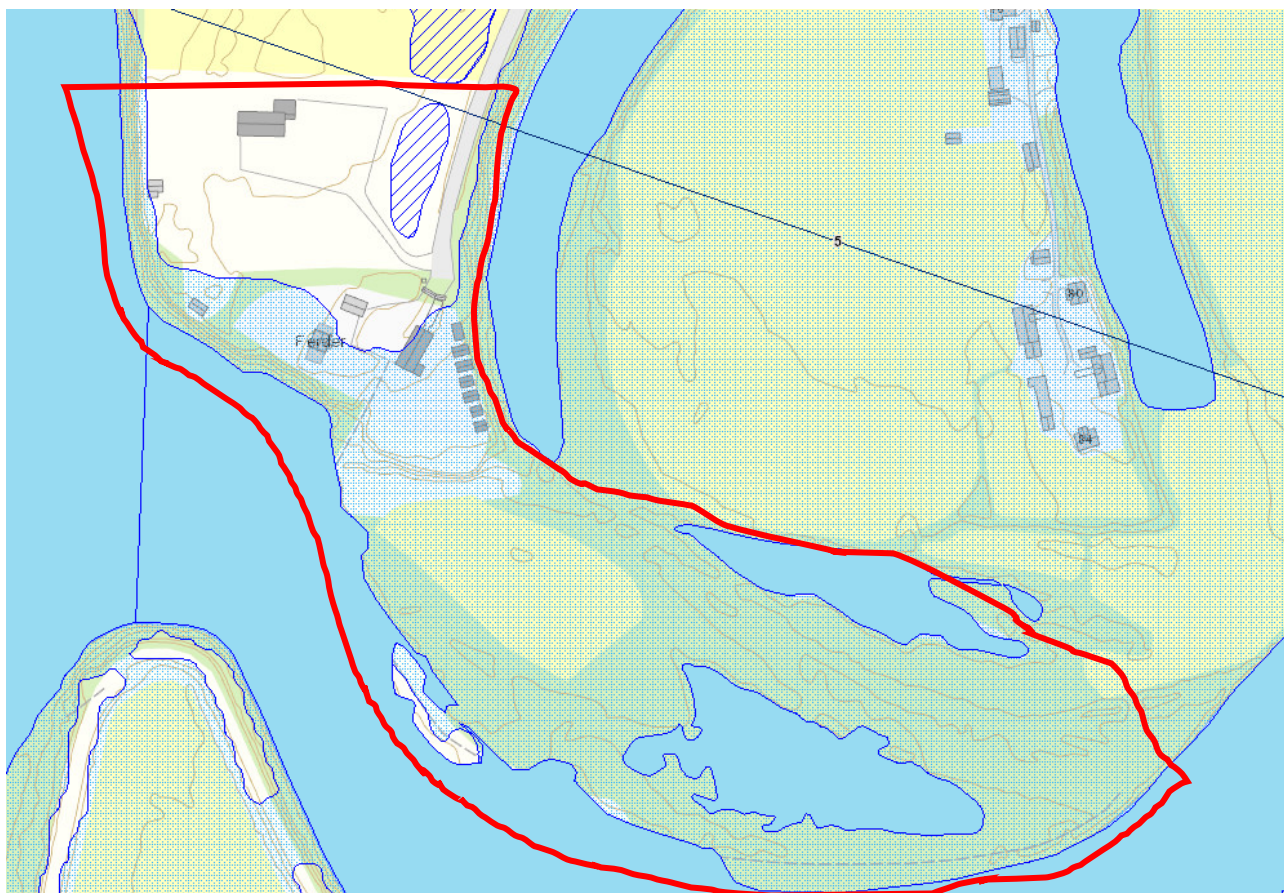
► Vannlinjeberegning i forbindelse med heving av Færder camping til flomsikkert nivå

Norconsult AS er innleid av Færder camping (Åsnes kommune) for å undersøke effekten på flomvannstanden i Flisaelva i forbindelse med heving av campingplassen til flomsikkert nivå. Det er snakk om heving på deler av området for etablering av helårs campingplasser til flomsikkert nivå, samt etablering av sesongplasser for camping på flomutsatt område. Det er også planlagt etablert nytt sanitærbygg og parkeringsplasser for tilgang til badeplass og strandpromenade. Utsnitt av planområdet fremgår av Figur 1. I henhold til NVEs flomsonekart [1] (Figur 2) er 200-årsflom i området beregnet til kote 156,3 + minimum 30 cm sikkerhetsmargin. Det betyr at alle tiltak som krever sikkerhetsklasse F2 iht. byggteknisk forskrift (TEK17) § 7-2, må minimum fylles opp til kote 156,6 (NN2000). For de delene av tiltaket der det er krav om sikkerhet mot 20-årsflom (F1), må terrenget minimum fylles opp til kote 155,3. Dette innebærer en oppfylling på arealer i Flisa sitt utløp i Glomma, og det har derfor kommet krav fra NVE om en faglig vurdering av påvirkningen denne utfyllingen vil ha på flomforholdene i Flisaelva og om den kan gi økt flomfare for tredjepart.

Det er i dette notatet gjort en analyse av hvor mye flomvannstanden vil øke ved en 200-årsflom som følge av utfyllingen. Beregningene viser at en utfylling ikke vil påvirke vannstanden oppstrøms i Glomma og vil påvirke vannstanden oppstrøms i Flisaelva i beskjeden grad (7-18 cm høyere flomvannstand over 5 km elvestrekning ved 200-årsflom).



Figur 1 Til venstre: Oversiktskart med angivelse av planområdet. Til høyre: Planillustrasjon.



Figur 2 Utsnitt av flomutbredelse på planområdet (fra NVE-Atlas). Det blåskraverte området viser utbredelsen av 200-årsflommen på planområdet.

Oppdatering av flomvannføring 200-årsflom

NVE utførte i 2001 en flomsonekartlegging av Flisaelva forbi campingen [1]. Her ble det gjort en vurdering av flomvannføringen basert på tidligere utført flomberegning for elven. Siden det er 19 år siden denne rapporten kom, har vi undersøkt om det er behov for å oppdatere flomverdien ved å utføre en frekvensanalyse på vannmerkene 2.142 Knappom (Flisaelva) og 2.604 Elverum (Glomma), siden spesifikk, midlere flom før og etter samløpet med Flisaelva i [1] er beregnet ut fra en konstruert serie basert på data fra disse to målestasjonene.

Frekvensanalysen viser at middelflommen ved Knappom har gått ned med ca. 5-10 m³/s når vi legger til årene mellom 1998 og 2019, og 200-årsflommen har gått ned med 20-25 m³/s.

Frekvensanalysen viser at middelflommen ved Elverum har gått ned med 5-10 m³/s når vi legger til årene mellom 1996 og 2019, og 200-årsflommen har gått ned med 25-30 m³/s (Figur 4).

Basert på dette, samt resultatene fra frekvensanalysen, har vi valgt å beholde flomverdiene beregnet i år 2000 [2] i våre videre analyser. I vannlinjeberegningen er det kulminasjonsverdiene som er benyttet, og tilsvarende er dermed gjort i denne analysen.

Frekvensanalyse gir med andre ord ikke grunnlag for å endre flomverdiene som ble lagt til grunn av NVE i 2001 [1]. Men fokus i flomkartleggingen i 2001 var kun på Glomma, og vi må i denne analysen også se på en situasjon der flommen kulminerer i Flisaelva, samtidig som Glomma er på et mer moderat flomnivå. Dette skyldes at flomkulminasjon i de to elvene ikke kan forventes å skje på samme tidspunkt.

Vi har derfor sett på to alternativer, siden campingplassen i prinsippet også kan påvirke flomvannstandene oppover i Flisaelva, med samtidig flom i Glomma. Alternativene er:

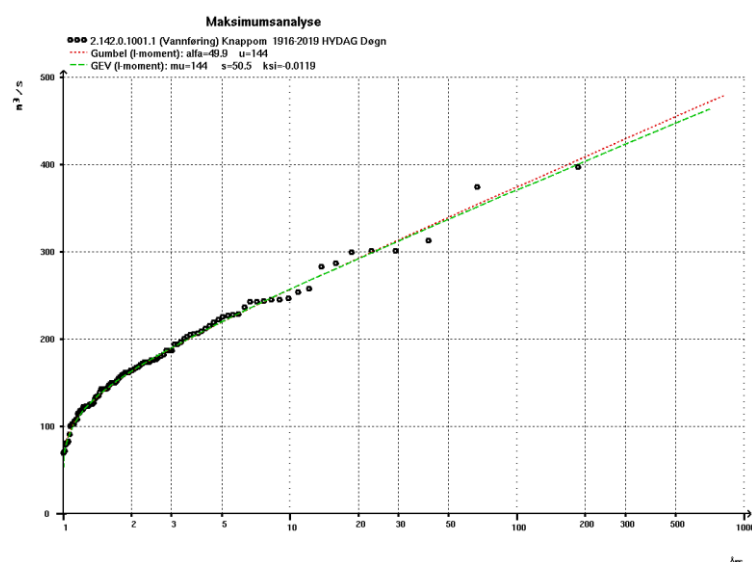
1. 200-årsflom i Flisa, middelflom i Glomma
2. 200-årsflom i Glomma (samme flomverdier som i NVE-kartleggingen)

Siden Flisaelva vil ha vårflokkulminasjon tidligere enn Glomma, ville det vært urealistisk å legge til grunn storflom i begge elver samtidig. Det er derfor lagt til grunn at det er middelflom i Glomma når 200-årsflommen i Flisa kulminerer. Vi får da vannføringsscenarier som vist i Tabell 1, hvor det er hensyntatt at kulminasjonsverdien til flommen i Flisa er 10 % høyere enn døgnmiddelverdien ved 200-årsflom (fra frekvensanalyse på time- og døgnndata 2000-2019).

Det er vårflokkulminasjonen/ snøsmelteflommen som er dominerende både i Flisa og i Glomma, og med gjeldende anbefalinger for klimapåslag fra NVE skal det ikke legges klimapåslag på snøsmelteflommer i vårflokkdominerte felt.

Tabell 1 Flomvannføringer input til hydraulisk modell.

	Glomma vannføring m³/s	Flisa vannføring m³/s	Sum nedstrøms samløp m³/s
200-årsflom i Flisaelva	1370	450	1820
200-årsflom i Glomma	3130	140	3270



2.142,0,1001,1 (Vannføring) Knappom 1916-2019 HYDAG Døgn

Gjennomsnittlig maksimalverdi (middelflom): 173,048

Gumbel (1-moment): $f(x) = (1/\alpha) \exp(-(x-u)/\alpha) \exp(-(x-u)/\alpha)$ $\alpha = 49,9$

Maksimums-kvantiler:

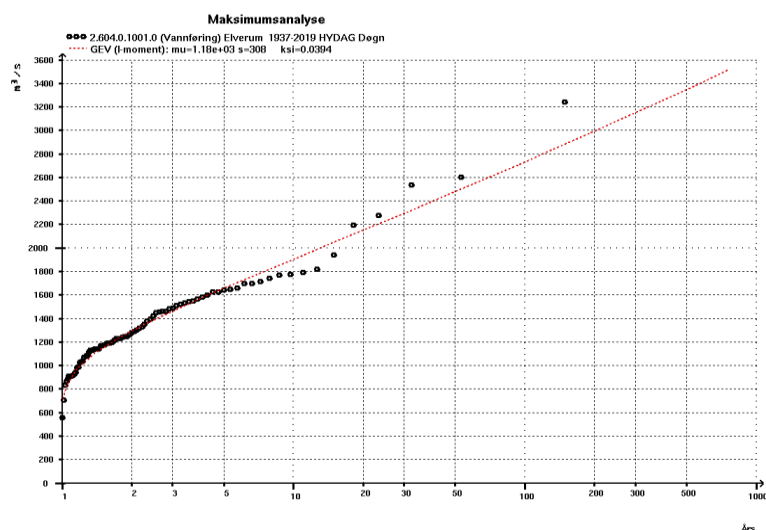
Gjentaktsintervall (år)	Måleverdier	Relative måleverdier
5	219,13	1,266
10	256,60	1,483
20	292,55	1,691
50	339,08	1,959
100	373,94	2,161
200	408,68	2,362
500	454,52	2,627
1000	489,16	2,827

GEV (1-moment): $f(x) = 1/s \cdot (1 + (k \cdot (x - \mu)/s))^{-1/k} \cdot \exp(-(1 + (k \cdot (x - \mu)/s))^{1/k})$

Maksimums-kvantiler:

Gjentaktsintervall (år)	Måleverdier	Relative måleverdier
5	219,55	1,269
10	256,60	1,483
20	291,83	1,686
50	336,38	1,947
100	370,50	2,141
200	403,61	2,332
500	446,89	2,582
1000	479,28	2,770

Figur 3 Frekvensanalyse årsflom 2.142 Knappom (Gumbel og GEV-fordeling). Et gjennomsnitt av disse to fordelingene gir verdier som stemmer overens med de oppgitt i [2].



Figur 4 Frekvensanalyse årsflom 2.604 Elverum (GEV-fordeling).

2,604,0,1001,0 (Vannføring) Elverum 1937-2019 HYDAG Døgn

Gjennomsnittelig maksimalverdi (middelflom): 1371,070

GEV (l-moment): $f(x)=1/s (1.0+(ksi(x-\mu)/s)^{-1/ksi-1}) \exp(-(1.0+(ksi(x-\mu)/s)^{-1/ksi-1})$

Maksimums-kvantiler:

Gjentaksintervall (år)	Måleverdier	Relative måleverdier
5	1656,65	1,208
10	1905,42	1,390
20	2151,06	1,569
50	2479,53	1,808
100	2733,69	1,994
200	2993,97	2,184
500	3348,45	2,442
1000	3624,99	2,644

Hydraulisk modell

Vi har fått oversendt modellen benyttet av NVE i [1]. Modellen er primært satt opp for beregning av vannstand i Glomma på strekningen Anset-Norsfoss. Siden modellen ikke dekker elvestrekningen oppover i Flisaelva, er det satt opp en forenklet 2D-modell i HEC-RAS. I en 2D-modell (2D) er vassdraget representert med et grid over terrengmodellen. Det er her kjørt beregninger på laserscannet terreng fra hoydedata.no, etter korleksjon for dybder i elvene (-3m i Glomma og -1m i Flisaelva).

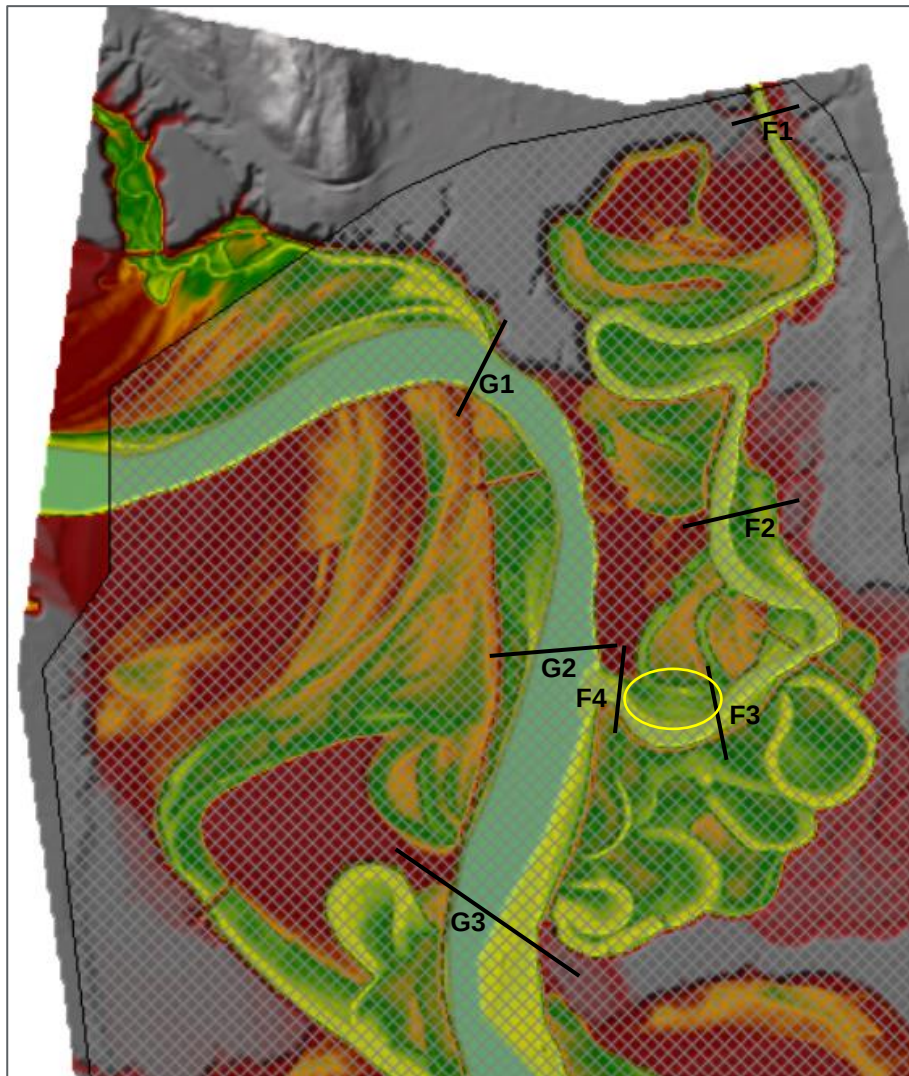
Modellen starter i Glomma ca. 3,5 km oppstrøms samløpet mellom Glomma og Flisaelva. Langs Flisaelva starter modellen ca. 6 km oppstrøms samløpet mellom Flisaelva og Glomma. Modellen slutter ca. 10 km nedstrøms samløpet mellom Glomma og Flisaelva. Start og slutt av modellen ligger ved et punkt der vannstand/vannføringskurve ble beregnet i [1].

Kulminasjonsverdier vist i Tabell 1 legges til grunn som oppstrøms grensebetingelse i den hydrauliske modellen. Vannføringskurve hentet i [1] legges til grunn som nedstrøms grensebetingelse i den hydrauliske modellen.

Det er brukt celler på 20×20 m for å beregne flomutbredelsen (se Figur 5). Tidsoppløsning Δt velges til 10 s slik at courant number er maksimum på ca.1 ($C=V \times \Delta t / \Delta x$ hvor V er vannhastighet og Δx er celledørrelse).

Mannings tall er satt til 0,05 (samme som i [1]), slik at vi får en vannstand ved campingen med dagens terreng som tilsvarer 200-årsvannstanden beregnet i NVEs flomsonekartlegging [1].

Vannlinjeberegningen er kjørt med dagens terreng og deretter med hevet terreng på den aktuelle campingplassen (ref. Figur 1). Planområdet er fylt opp til kote ca. 157,00 (høyere enn flomsikkert nivå på 156,6 moh.). Arealet på fyllingen er beregnet til 5,7 ha.



Figur 5 2D-modellen benyttet i beregningene. Camping og området som skal fylles ut ligger innenfor den gule sirkelen. Svarte linje viser plasseringen av profilene hvor vannstandsendringen fra dagens terreng til etter oppfylling er hentet ut fra 2D-modellen.

Resultater

Resultatet fra beregningen er oppgitt som endring i meter vannstand i Tabell 2. Pga. underkritisk strømning vil ikke oppfyllingen påvirke vannstanden nevneverdig nedstrøms camping. Vannstanden oppstrøms oppfyllingen vil ikke påvirkes i Glomma. Flomvannstanden i Flisaelva oppstrøms oppfyllingen vil øke fra 18 cm like oppstrøms oppfyllingen til ca. 7 cm ytterligere 5 km oppover i elva (se Figur 5 og Tabell 2). Vannstandsøkningen som følge av oppfyllingen er på 7-18 cm i Flisaelva oppstrøms tiltaket (se Tabell 2).

En oppfylling av camping til flomsikkert nivå vil derfor forventes å gi en viss, men relativt liten økning i flomvannstandene langs Flisaelva.

Tabell 2 Endring i vannstand i Glomma og flisaelva etter oppfylling av campingplassen til flomsikkert nivå.

Profilnummer	Plassering	Vannstandsending, meter (Etter utfylling – dagens situasjon)	
		200-årsflom i Flisaelva	200-årsflom i Glomma
F1	Start modell i Flisa (ca. 5 km oppstrøms camping)	0,07	0
F2	Ca. 1,5 km oppstrøms camping	0,15	0
F3	Rett oppstrøms oppfylling camping	0,18	0,01
F4	Rett nedstrøms oppfylling camping	0,01	0
G1	Ca. 2 km oppstrøms camping	0	0
G2	Rett oppstrøms camping	0,01	0
G3	Ca. 1,2 km nedstrøms camping	0	0

Referanser

1. NVE (2001). Flomsonekart – Delprosjekt Flisa. Rapport nr 09 / 2001.
http://publikasjoner.nve.no/flomsonekart/2001/flomsonekart2001_09.pdf
2. NVE (2000). Flomberegning for Glomavassdraget oppstrøms Vorma. Rapport nr. 10 / 2000.
http://publikasjoner.nve.no/dokument/2000/dokument2000_10.pdf

D01	2020-05-20	Til oversendelse oppdragsgiver	Lisa Ø. Jørandli / Françoise Bigillon	Jon Olav Stranden	Jon Olav Stranden
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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