asplan
viak

Oppdragsgiver:	Orkland kommune
Oppdragsnavn:	Regulering - Doroøya vannbehandlingsanlegg
Oppdragsnummer:	642116-23
Utarbeidet av:	Martin Solbakken Løvaas
Oppdragsleder:	Bjarte Lykke
Dato:	12.12.2025
Tilgjengelighet:	Åpent

Notat – Flomvurdering av Doro



Versjonslogg:

01	12.12.25	Flomvurdering v0	MSL	HMK
VER.	**DATO**	**BESKRIVELSE**	**AV**	**KS**

Sammendrag

Orkland kommune planlegger utvidelse av grunnvannsanlegget på Doroøya med tre nye brønner. Anlegget ligger langs elva Doro like ved Gangåsvatnet, innenfor NVEs aktsomhetssone for flom. Det er derfor gjennomført en flomvurdering i henhold til gjeldende veiledere og regelverk for å kartlegge reell flomfare. Vurderingen omfatter beregning av dimensjonerende 1000-årsflom inkludert klimapåslag, og utarbeidelse av flomsonekart.

Flomberegningene er basert på lokale flomfrekvensanalyser (FFA) på timesdata fra nærliggende målestasjoner og regionalt formelverk (RFFA-2018). Resultatene viser betydelig variasjon mellom metodene. Endelig estimat, som inkluderer 20% klimapåslag, er satt til $Q_{1000,klima}$ = 58 m³/s.

Hydrauliske beregninger er utført med en todimensjonal hydraulisk modell i HEC-RAS. Analysen viser at flomvannet i hovedsak følger elveløpet, men kapasitetsbegrensninger rundt brua på Svorkdalsvegen skaper noe oppstuvning. Vannhastigheter på 4–5 m/s i hovedløpet indikerer risiko for erosjon og massetransport under flom.

På grunn av begrenset datagrunnlag, er de hydrologiske beregningene klassifisert i klasse 5. Følsomhetsanalyser indikerer at den hydrauliske modellen er følsom for endringer i vannføring, og den er derfor plassert i klasse E. Dette gir et sikkerhetspåslag på 60 %, slik at dimensjonerende vannføring settes til $Q_{1000,Dim}$ = 94 m³/s. Flomsonekart er utarbeidet for denne dimensjonerende 1000-årsflommen, som inkluderer påslagene, og viser at flomvann kan overstige kapasiteten i elveløpet og berøre området rundt grunnvannsanlegget. Oversvømmelsen skyldes i hovedsak av overtopping rundt brua, som gir flomvann utover Doroøya.

Flomsikkert nivå for de nye brønnene er beregnet til 154.5 moh. For å sikre brønnene anbefales byggehøyde på ca. 155.5 moh., med arrondert terreng og fall bort fra brønntopp, lik eksisterende brønner. Dette gir robust beskyttelse mot overvann og reduserer risiko for forurensning.

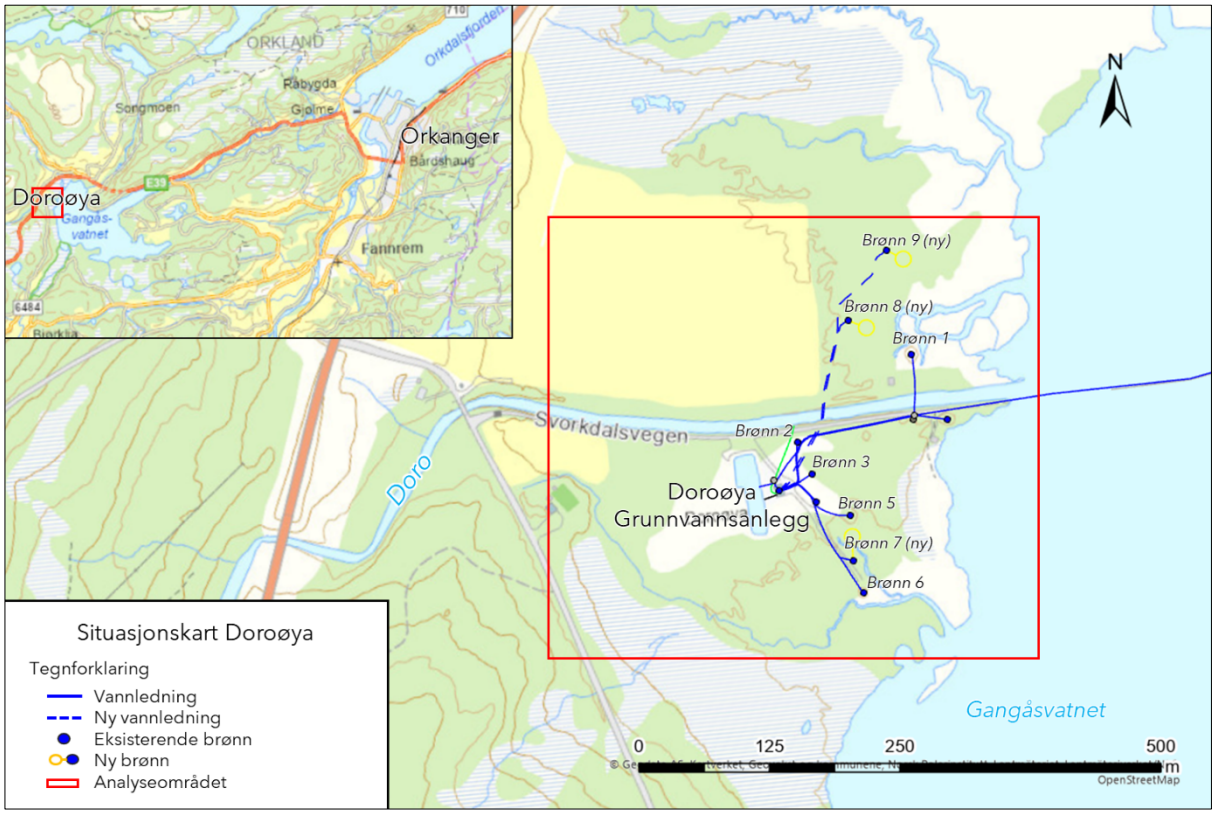
Innholdsfortegnelse

1. Innledning 4
2. Forutsetninger 5
2.1. Generelle forutsetninger 5
2.2. Sikkerhetsklasse og dimensjonerende flomhendelse 6
2.3. Beregningsforutsetninger 6
2.4. Utarbeidelse og bruk av flomsonekart 7
3. Flomberegninger 7
3.1. Beskrivelse av nedbørfeltet 7
3.2. Tilgjengelige vannføringsdata 8
3.3. Beregning av 1000-årsflom 9
3.4. Klimapåslag 12
3.5. Oppsummering og endelig estimat 12
3.6. Flomforløp 13
4. Hydrauliske beregninger 14
4.1. Programvare og modelltype 14
4.2. Modelloppsett 14
4.3. Resultater fra hydraulisk beregning 17
4.4. Følsomhetsanalyser 19
5. Klassifisering, sikkerhetspåslag og flomsonekart 20
5.1. Klassifisering og sikkerhetspåslag 20
5.2. Flomsonekart og flomsikkert nivå 21
5.3. Vurdering av tiltak 22
6. Konklusjon og anbefalinger 23
Kilder 24
Vedlegg 24

1. Innledning

Orkland kommune ønsker å utvide grunnvannsanlegget på Doroøya med tre brønner for å kunne ta ut vann etter gjeldende konsesjon. Asplan Viak bistår kommunen med endringer i reguleringsplanen og i dimensjonering av de nye grunnvannsbrønnene.

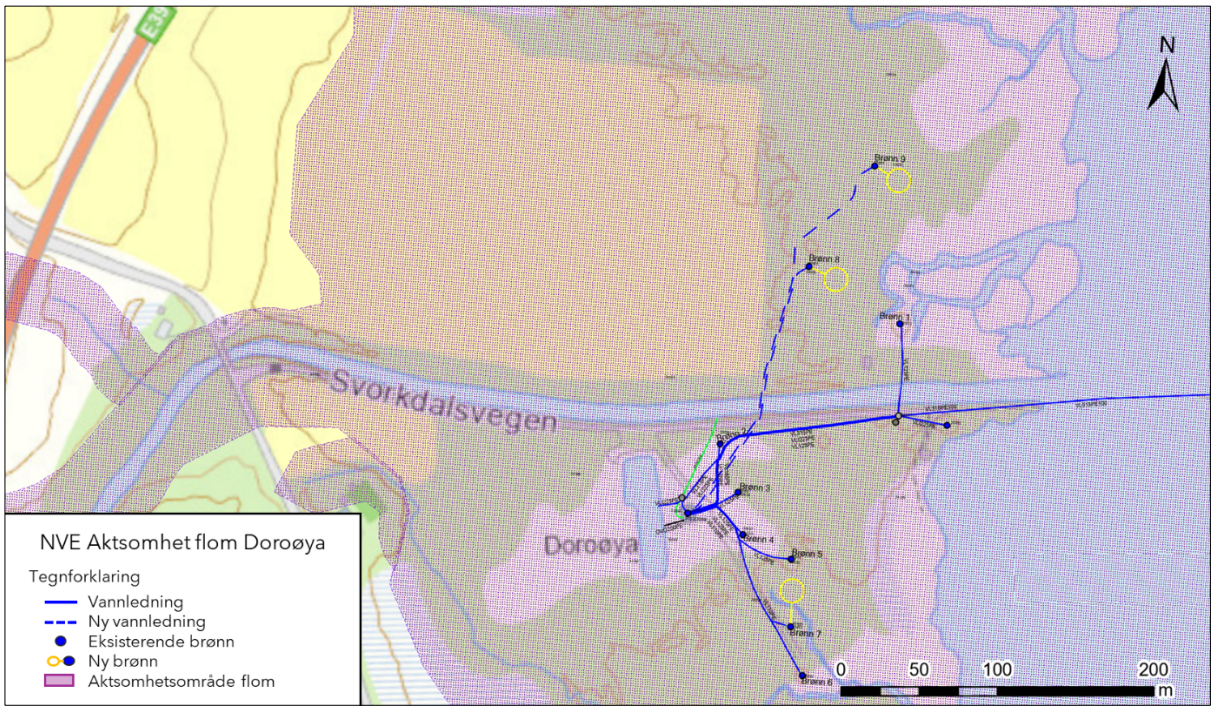
Grunnvannsanlegget på Doroøya ligger ved utløpet av elva Doro, vest for Orkanger – se Figur 1-1. Grunnvannsanlegget og de planlagte brønnene ligger innenfor NVEs aktsomhetssone for flom (se Figur 1-2). Det er derfor nødvendig å utrede reell flomfare som en del av planarbeidet. Informasjon om brønnene er oppsummert i Tabell 1-1.



Figur 1-1: Oversiktskart for Doroøya grunnvannsanlegg og elva Doro ved utløpet i Gangåsvatnet.

Tabell 1-1: Informasjon om eksisterende og nye brønner på Doroøya grunnvannsanlegg.

Brønn nr.	**Etablert** [år]	**Høyde brønntopp** [moh. NN2000]
Brønn 1	2010	155.54
Brønn 2	2010	157.46
Brønn 3	2010	156.85
Brønn 4	2010	156.83
Brønn 5	2013	156.45
Brønn 6	2013	155.60
Brønn 7 (ny)	*2023*	*155.11*
Brønn 8 (ny)	*2023*	*155.36*
Brønn 9 (ny)	*2023*	*155.05*



Figur 1-2: NVEs Aktsomhetskart for flom viser potensiell flomfare for Doroøya. Store deler er potensielt flomutsatt, og krever nærmere utredning for flom.

2. Forutsetninger

2.1. Generelle forutsetninger

Flomsonekartleggingen utføres for å avklare reell flomfare ved grunnvannsanlegget på Doroøya, der elva Doro munner ut i Gangsåsvatnet. Vurderingen er utført i henhold til prosedyrene beskrevet i NVEs veileder *Sikkerhet mot flom* (3/2022).

Beregninger og analyser er utført for dagens tilstand i vassdraget – eventuelle fremtidige endringer utover selve grunnvannsanlegget, som kan påvirke flomsituasjonen, er ikke hensyntatt.

Kartleggingen tar ikke hensyn til eventuell vannstrømning gjennom masser under bakken – analysen ser på grunnen som helt tett. Videre er det forutsatt at terreng og bekkegeometri forholder seg konstant – altså er ikke eventuelle endringer som følge av erosjon- eller sedimentasjonsprosesser hensyntatt.

2.2. Sikkerhetsklasse og dimensjonerende flomhendelse

Etablering av grunnvannsbrønner for drikkevannsforsyning, faller under sikkerhetsklasse F3 for flom i henhold til TEK17 §7-2 *Sikkerhet mot flom og stormflo* (se Tabell 2-1). Dette betyr at brønnene skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom med en dimensjonerende returperiode på 1000 år. Videre er det forventet et endret klima i Norge i fremtiden, noe som vil påvirke flomforholdene.

Følgelig er kartleggingen utført for en 1000-årsflom, i fremtidens klima.

Tabell 2-1 Sikkerhetsklasser for flom og stormflo, gitt av TEK17 §7-2.

Sikkerhets-klasse	Type bygninger	Største årlige nominelle sannsynlighet
F1	Byggverk med lite personopphold. Små økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser.	1/20
F2	Byggverk beregnet for personopphold. Moderate økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser.	1/200
F3	Byggverk for sårbare grupper av befolkningen og byggverk som skal fungere i lokal beredskapssituasjon. Stor samfunnsmessig konsekvens.	1/1000

2.3. Beregningsforutsetninger

2.3.1. Flomberegninger

Flomberegninger er utført for elva Doro ved Doroøya (deltaområdet ved Gangåsvatnet) og er utført i henhold til anbefalinger gitt i NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2025). Nedbørfelt og feltegenskaper er generert i NEVINA, og kontrollert i overflatemodellen Scalgo Live. Beregningsmetoder og endelig estimat er basert på tilgjengelige observerte data, samt egnethet i forhold til feltegenskaper. Klimapåslag er valgt basert på anbefalinger fra NVE og Norsk klimaservicesenter.

2.3.2. Hydrauliske beregninger

Hydrauliske beregninger er utført med en todimensjonal hydraulisk modell i programmet HEC-RAS, versjon 6.6. Beregnede flomvannføringer er gitt som inngangsdata i modellen, til å beregne flomutbredelse, vanndybder og vannhastighet.

Hovedgrunnlaget for analysene er en terrengmodell basert på siste tilgjengelige laserdata, lastet ned fra Kartverkets forvaltningsløsning Høydedata. Informasjon om bruer er innhentet gjennom bilder fra befaring og terrengmodell.

Modellen er ikke kalibrert opp mot observasjoner, og ruhetsforhold er vurdert fra bilder, flyfoto og kartgrunnlag. Det er derfor også gjort en følsomhetsanalyse.

2.4. Utarbeidelse og bruk av flomsonekart

I henhold til NVEs veileder *Sikkerhet mot flom* (3/2022), er det gjort en klassifisering av flomberegningene og den hydrauliske modellen basert på kvaliteten av grunnlaget som er benyttet samt følsomhetsanalyser. Klassifiseringen er så benyttet til å bestemme et sikkerhetspåslag på vannføringen, som den hydrauliske modellen kjøres for.

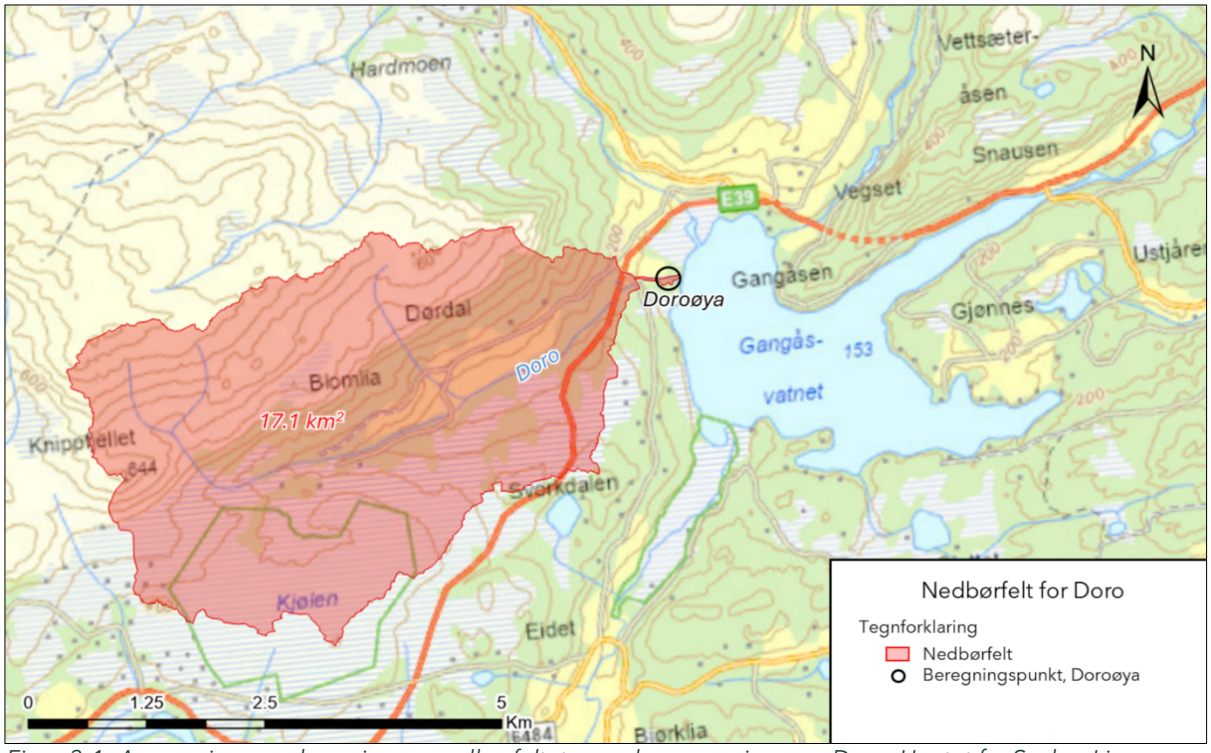
Det endelige flomsonekartet er utarbeidet fra resultatene fra hydrauliske beregning som inkluderer sikkerhetspåslag. Dette avvirker noe fra metodikken beskrevet i NVE veileder 3/2022, hvor det beskrives å legge til en ekstra høyde/sikkerhetsmargin basert på resultatene med sikkerhetspåslag. Å benytte flomsonekart som inkluderer sikkerhetspåslag er imidlertid fordelaktig, da en kan avlese flomsikker sone og flomsikkert nivå direkte.

Flomsonekartet er generert ved bruk av GIS, i koordinatsystemet EUREF89 UTM32 og høydesystemet NN2000, og er utarbeidet i henhold til NVE sin standard. Flomfarevurderingen og flomsonekart vil bli meldt inn til NVE iht. til gjeldende regelverk.

3. Flomberegninger

3.1. Beskrivelse av nedbørfeltet

Elva Doro drenerer et relativt lite nedbørfelt på 17.1 km^2, i et kystnært område – se feltets utstrekning og plassering i Figur 3-1. Nedbørfeltet har tilnærmet lik andel skog, snaufjell og myr. Kombinert med et høyt relieff og null effektiv sjøprosent tilsier disse egenskapene rask respons ved intense regnhendelser. Myrområdene og skogen kan bidra positivt til fordrøyning av normale nedbørsituasjoner, men effekten avtar ved økende gjentaksintervall. Sentrale feltegenskaper er også oppsummert i Tabell 3-1.



Figur 3-1: Avgrensing og plassering av nedbørfeltet som dreneres gjennom Doro. Hentet fra Scalgo Live.

Tabell 3-1 Feltparametere for Doro ved Doroøya, hentet fra NEVINA, fullstendig oversikt i Vedlegg 1.

Felt	**Areal** [km^2]	**Eff. sjø** [%]	**Felt-lengde** [km]	**Høyde** [moh] H_{min}	H_{maks}	**Relieff forhold** [m/km]	**Skog** [%]	**Snau-fjell** [%]	**q_N*** [l/s·km^2]
Doro	17.1	0	6.5	155	803	35.5	31.4	30	45

* Spesifikk middelavrenning er gjennomsnittet fra referanseperioden 1961-90 og referanseperioden 1991-2020 gitt av NVEs avrenningskart.

3.2. Tilgjengelige vannføringsdata

Flere metoder benytter observerte data for beregning av flomvannføring. Det er derfor her gitt en beskrivelse av tilgjengelige observerte vannføringsdata som er åpent tilgjengelig.

Nedbørdata for 1000-års gjentaksintervaller må bestilles spesifikt, og ble ikke prioritert i denne vurderingen på grunn av kort tidsfrist.

Etter en grov filtrering i NVEs nettapplikasjon Seriekart, er det tre potensielle målestasjoner vurderes som mer eller mindre representative. Plassering for stasjonene og tilhørende nedbørfelt for 114.1. Myra, 123.28 Hokfossen og 111.10 Nautsåa er vist i Figur 3-2, mens Tabell 3-2 viser en sammenligning av feltegenskaper.

114.1 Myra er svært lik Doro i feltstørrelse, men ligger helt ute ved kysten på Nordmøre med høyere avrenning, og har enda bratte relieff. 111.10.0 Nauståa ligger sør for Doro, og noe høyere i terrenget, med større feltareal og større andel snaufjell. Normalavrenningen er ganske lik som for Myra. 123.28 Hokfossen ligger mot øst, mellom Trondheim og Selbusjøen, men høy andel skog og lavere normalavrenning enn de to andre feltene. Feltstørrelsen for Hokfossen er også rundt halvparten av Doro. Alle tre stasjonene har relativt gode måleserier.



Figur 3-2: Aktuelle referansefelt med vannføringsdata for flomfrekvensanalyser av Doro.

Tabell 3-2 Stasjonsdata og feltparametere for aktuelle målestasjoner (Kilde: NVE Atlas/Hydra II).

Stasjonsnummer		***Doro***	**123.28.0**	**111.10.0**	**114.1.0**
Stasjonsnavn			**Hokfossen**	**Nauståa**	**Myra**
Areal	[km^2]	*17.1*	8.1	24.8	16.5
Effektiv sjø	[%]	*0.0*	1.24	0.32	0.01
Feltlengde	[km]	*6.5*	3.26	8.01	6.4
Relieff forhold	[m/km]	*35.5*	18.1	35.8	58.3
Dyrket mark	[%]	*4.1*	0.0	0.0	1.2
Myr	[%]	*31.1*	19.9	0.6	8.6

Skog		[%]	*31.4*	76.0	3.4	25.3
Sjø		[%]	*0.1*	4.0	1.9	0.4
Snaufjell		[%]	*29.8*	0.0	54.7	26.8
Urban		[%]	*0.0*	0.0	0.0	0.0
Høyde min		[moh]	*155*	246	213	29
Høyde 50		[moh]	*401*	336	969	232
Høyde maks		[moh]	*803*	512	1374	895
Avrenning (q_N)	1961-90	[l/s·km^2]	*40.1*	29.2*	59.4*	57.2*
	Observert	[l/s·km^2]	*45**	27.4	59.7	54.9
Kulm. data	Observasjonsperiode		-	2003-2024	1983-2023	1990-2023
	Antall år med data		-	21	49	33
Kurvekvalitet flom			-	bra	middels	middels

*Fra ny referanseperiode 1991-2020.

Enkelte flomberegningsmetoder benytter normalavrenning (q_N) som en inngangsparameter. Det er derfor gjort en vurdering av avrenningen estimert i NEVINA fra NVEs avrenningskart (referanseperiode 1961-90) og avrenning estimert fra observasjoner i området (ved bruk av programmet E-tabell i NVEs database Hydra II). Denne sammenligningen viser at det nye avrenningskartet stemmer rimelig godt overens med observasjoner, mens den gamle referanseperioden ser ut til å underestimere dagens forhold. Det er derfor valgt å justere avrenning til gjennomsnittet mellom ny og gammel referanseperiode.

3.3. Beregning av 1000-årsflom

For beregning av 1000-årsflom, er det benyttet to ulike typer flomfrekvensanalyser:

- Lokal flomfrekvensanalyse på kulminasjonsverdier (timesdata)
- Regional flomfrekvensanalyse på døgnverdier (RFFA-2018)

Det henvises til NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2022) og NVEs rapport *Lokal og regional flomfrekvensanalyse* (10/2020) for utdypende beskrivelse av metodene. På grunn av feltstørrelse og dimensjonerende gjentaksintervall er øvrige metoder valgt bort. For å redusere usikkerheten i beregningene kunne også en tredje metode, nedbør-avløpsmodellen PQRUT vært benyttet. Nedbørsdata for 1000-års hendelser er derimot ikke fritt tilgjengelig, men må bestilles. På grunn av knappe tidsfrister har det ikke vært prioritert å bestille datagrunnlag for nedbøravløpsmodeller i denne omgangen.

I en flomfrekvensanalyse (FFA) estimeres en indeksflom (middelflom – Q_M), og et vekstkurveforhold som gir forholdet mellom indeksflommen og en flom med et vilkårlig gjentaksintervall T (Q_T/Q_M).

Den dimensjonerende flomvannføringen er en kulminasjonsverdi, det vil si vannføringstoppen under en flomhendelse. I flomfrekvensanalyser på kulminasjonsverdier beregnes dette direkte, mens i analyser på døgnverdier må estimatene konverteres til kulminasjonsverdier ved bruk av faktor ($Q_{mom}/Q_{døgn}$). Videre skilles det mellom

flomfrekvensanalyser med hensyn til om de er basert på observerte data (lokale analyser) eller om det benyttes regionale formelverk / regresjonsligninger.

De lokale analysene utføres på vannføringsdata fra de utvalgte målestasjonene beskrevet i kapittel 3.2. Verdier for middelflom og vekstkurveforhold er hentet fra NVEs database Hydra II. Middelflommen deles på feltarealet til målestasjonene, slik at en får en spesifikk middelflom (q_M) som kan benyttes for det aktuelle feltet. For å finne vekstkurven, er det benyttet parameterfordelinger i henhold til anbefalinger i forhold til serielengde gitt i NVEs veileder. For stasjoner med mer enn 50 år med data benyttes tre-parameterfordeling (GEV med L-moment), og for stasjoner med 25-50 år med data benyttes to-parameterfordeling (Gumbel med L-moment).

3.3.1. Lokal flomfrekvensanalyse på kulminasjonsverdier

For Doro er det valgt å bare gjøre flomfrekvensanalyser på timesdata, da nedbørfeltet er lite, og NVE anbefaler at dersom datagrunnlaget er tilstrekkelig er FFA direkte på kulminasjonsverdier å foretrekke. Resultater fra lokal flomfrekvensanalyse på timesdata fra de utvalgte målestasjonene er gitt i Tabell 3-3.

Tabell 3-3 Resultater fra lokal flomfrekvensanalyse på timesdata fra utvalgte målestasjoner, og vektet snitt som benyttes i videre beregning.

Flomfrekvensanalyse målestasjoner, timesdata					
Målestasjon	**Antall år med timesdata**	**Parameter-fordeling**	**Middelflom, q_M** [l/s·km^2]	**Q_{1000}/Q_M** [-]	**Vektin g**
123.28.0 Hokfossen	20	*GUMBEL*	473	3.957	40%
111.10.0 Nauståa	45	*GUMBEL*	1096	3.443	30%
114.1.0 Myra	33	*GUMBEL*	1324	2.617	30%
Vektet snitt:			**915**	**3.401**	**-**

Datagrunnlaget er heller begrenset, og gir et noe sprikende resultat. Særlig middelflommen varierer stort mellom de aktuelle referansestasjonene, der Nauståa og Myra er betydelig høyere enn Hokfossen. Dette kommer sannsynligvis at den regionale plasseringen, og at kystnære felt generelt får mer nedbør. Doroelva ligger mer eller mindre i midten, derav valgt vektig mellom stasjonene.

Resulterende verdier for middelflom og 1000-årsflom i Doro ved bruk av vektet snitt fra de utvalgte målestasjonene, er gitt i Tabell 3-4.

Tabell 3-4 Beregnet middelflom, vekstkurve og 1000-årsflom (kulminasjon) med lokal analyse på timesdata.

Felt	**Middelflom** (kulm.) [m^3/s]	**Q_{1000}/Q_M** [-]	**1000-årsflom** (kulm.) [m^3/s]
Doro	15.65	3.401	53.3

3.3.2. Regional flomfrekvensanalyse på døgnverdier (RFFA-2018)

NVE har utarbeidet er regionalt formelverk for flomberegninger i større (> 60 km^2) uregulerte felt, som beregner døgnverdier for flom. Dette er ofte kalt RFFA-2018. Formelverket består av to regresjonsligninger for beregning av flom, som benytter flere hydrologiske inngangsparametere som normalavrenning, effektiv sjøprosent, temperaturer, nedbør mm. Den første ligningen er for estimat av medianflom (døgnverdi), som generelt har usikkerhet knyttet til seg. Den andre ligningen er for vekstkurven (Q_T/Q_M), som ansees som svært robust (NVE, 2022). Selv om formelverket i utgangspunktet er myntet på store felt, er det likevel valgt å benytte da det er gyldig for gjentaksintervall større enn 200 år.

Estimert middelflom, vekstkurveforhold og 1000-årsflom med RFFA-2018 er gitt i Tabell 3-5.

Tabell 3-5 Beregnet middelflom, vekstkurve og 1000-årsflom (døgnverdi) med RFFA-2018.

Felt	**Medianflom** (døgn) [m^3/s]	**Q_{1000}/Q_M** [-]	**1000-årsflom** (døgn) [m^3/s]
Doro	8.9	2.922	26.0

3.3.3. Kulminasjonsfaktor

For å estimere kulminasjonsverdier fra døgnmiddelverdier, benyttes forholdstallet $Q_{mom}/Q_{døgn}$ – også kalt kulminasjonsfaktor. Denne faktoren kan estimeres fra regresjonsligninger fra formelverket RFFA-2018, eller estimeres fra observasjoner. Det er her gjort begge deler. Kulminasjonsfaktor fra observasjoner er estimert fra de 3 største observert flommene ved målestasjon 111.10 Nauståa. Beregnede forholdstall og endelig valgt kulminasjonsfaktor er gitt i Tabell 3-6.

Det er valgt å vektlegge de observerte kulminasjonsverdiene noe mer enn RFFA-2018.. Endelig kulminasjonsfaktor er følgelig satt til $Q_{mom}/Q_{døgn}$ = 1.7.

Tabell 3-6 Estimerte kulminasjonsfaktorer basert på observasjoner og RFFA-2018, samt endelig valgt verdi.

Flomhendelse (målestasjon 111.10 Nauståa	**Kulminasjon** [m^3/s]	**Døgnmiddel** [m^3/s]	**$Q_{mom}/Q_{døgn}$** [-]
Største observerte flom (15.08.2003)	81.20	43.72	1.857
2. største observerte flom (06.09.2006)	64.48	30.49	2.115
3 største observerte flom (24.11.1992)	80.68	63.63	1.268
Gjennomsnitt:			1.747
Beregnet med RFFA-2018:			1.570
Valgt kulminasjonsfaktor:			**1.700**

3.4. Klimapåslag

Norsk klimaservicesenter har utarbeidet fylkesvise klimaprofiler som belyser hvordan klimaendringer forventes å slå ut i de ulike regionene. For Trøndelag forventes det en generell økning i små, bratte felt der flomregimet er styrt av intense regnhendelser. Mens det for større vassdrag, der snøsmelteflommer er førende i dag, ikke forventes en økning. Anbefalingen sier at det skal legges til minst 20% klimapåslag i små nedbørfelt der snøsmelting ikke er førende flomregime.

Feltegenskapene for Doro tilsier at det er intense regnhendelser som kan gi de største flomtoppene, og iht. anbefalingene er det derfor lagt til et klimapåslag på 20% i dimensjonerende vannføring.

3.5. Oppsummering og endelig estimat

Estimatene for 1000-årsflom i Doro er oppsummert i Tabell 3-7. I NVEs veileder 01/2025 er det presentert erfaringstall for ulike gjentaksintervall fra ulike regioner i landet. For 1000-årsflom foreligger det bare erfaringstall for døgnverdier, derfor er kulminasjonsfaktoren benyttet for å beregne døgnverdi fra lokal FFA. Erfaringstallene for små nedbørfelt i Trøndelag – Møre og Romsdal, er $q_{1000,døgn}$ = 850-2000 l/s·km^2 og regionale forskjellene tilsier tørrere forhold i innlandsstrøk. Doro ligger relativt nærme kysten, men likevel ikke i de mest nedbørsrike områdene. Beregningene gir spesifikke døgnverdier på 1522-1832 l/s·km^2, som dermed samsvarer godt med erfaringstallene.

RFFA-2018 er best egnet for store felt, og kan underestimere flomverdien i små felt. Samtidig er lokal FFA basert på vannføringsdata fra områder med høyere normalavrenning, som igjen kan gi et overestimat. Det er derfor valgt å fast sette endelig estimat til gjennomsnittet av kulminasjonsverdiene fra de aktuelle metodene, $Q_{1000Kulm}$ = 49 m^3/s, som tilsvarer en spesifikk flomverdi for 1000-årsflommen på $q_{1000Døgn}$=1677 l/s·km^2 og $q_{1000Kulm}$=2587 l/s·km^2.

Inkludert 20% klimapåslag, settes 1000-årsflommen i Doro til **$Q_{1000\ 20\%\ klima}$ = 58 m^3/s.**

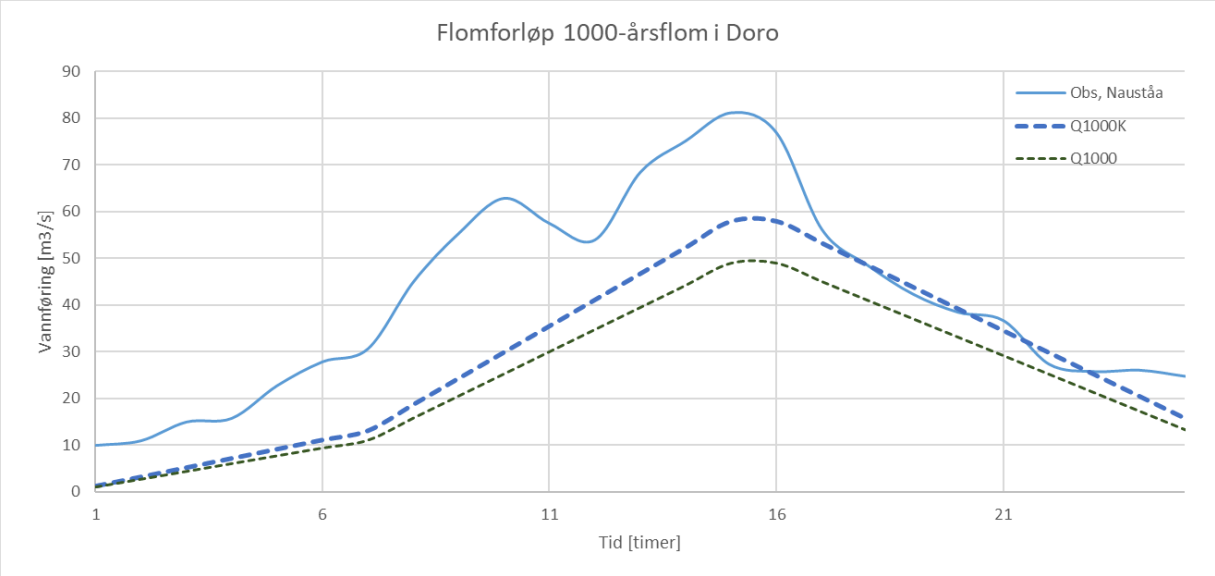
Tabell 3-7 Beregnede flomverdier fra alle metoder, og endelig estimat.

Metode	**1000-årsflom**				
	Døgnmiddel		**$Q_{mom}/Q_{døgn}$**	**Kulminasjon**	
	[l/s·km^2]	[m^3/s]	[-]	[l/s·km^2]	[m^3/s]
Lokal analyse (FFA)	*1832*	*31*	*1.700*	3114	53
Regional analyse (RFFA-2018)	1522	26	1.700	2587	44
Endelig estimat:	1677	29	**1.700**	2851	49
Inkludert klimapåslag (20%)	**2012**	**34**		**3421**	**58**

3.6. Flomforløp

I en todimensjonal hydraulisk modellering i relativt små nedbørfelt, er det nødvendig med et flomforløp. Flomforløpet vil ha betydning for kapasitet i og rundt flaskehalser, og vi i større grad representere en reell flomsituasjon sammenlignet med konstant vannføring.

Flomforløpet for Doro er basert på observasjoner i 111.10 Nauståa, men noe forenklet og generalisert. Observert flomforløp og modellert flomforløp for Doro er presentert i Figur 3-3.



Figur 3-3: Flomforløp for hydraulisk modellering av Doro.

4. Hydrauliske beregninger

4.1. Programvare og modelltype

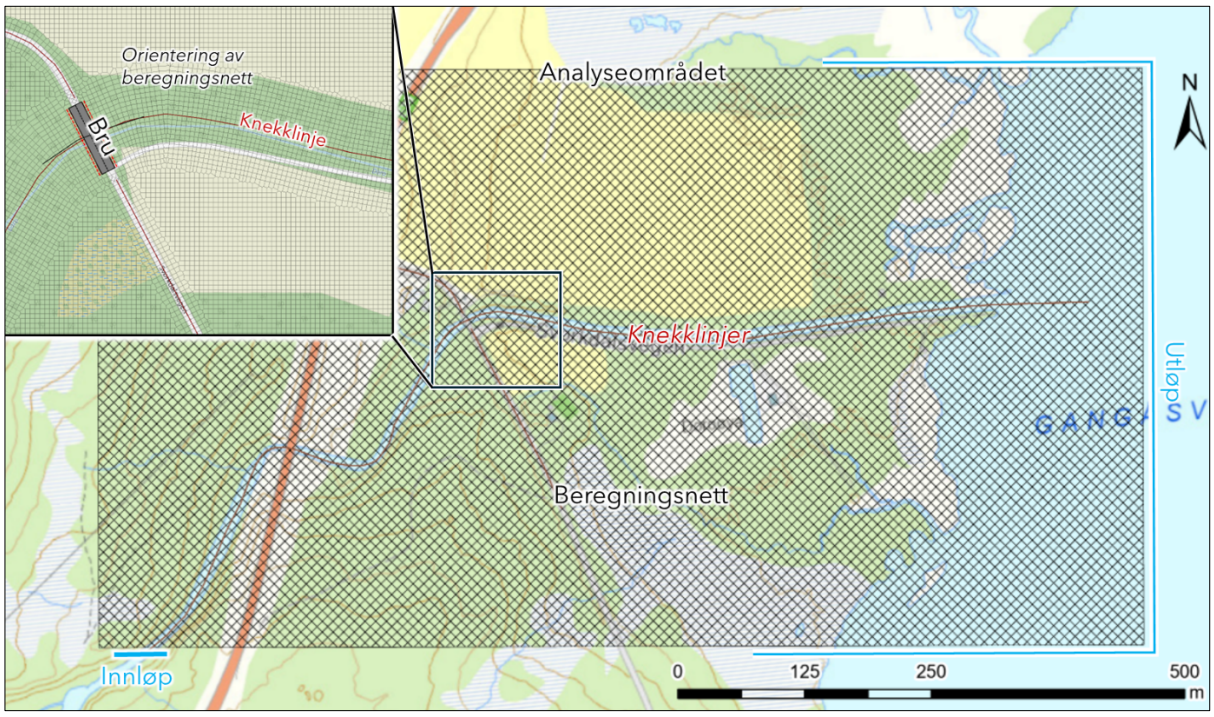
Hydrauliske beregninger er utført med programvaren HEC-RAS versjon 6.6, som er utviklet av United States Army Corps of Engineers. For detaljert informasjon om funksjonaliteter, modelloppbygging og beregningsteori, vises det til brukermanualen til HEC-RAS (HEC, 2025).

Det er valgt å benytte en todimensjonal dynamisk modell. Dette betyr at strømningen er ikke-stasjonær (varierer over tid), og kan opptre i horisontalplanet. En slik modell vil bedre kunne simulere strømning utenfor elve- og bekkeløp som går i flere retninger, samt oppstuvende effekter som følge av mangel på kapasitet i kulverter/bruer og/eller flatt terreng, sammenlignet med en tradisjonell endimensjonal stasjonær modell.

4.2. Modelloppsett

4.2.1. Analyseområde og betingelser

Analyseområdet for den hydrauliske modellen er romslig avgrenset for å fange opp strømninger utover elveløpet og eventuelle oppstuvende effekter fra bruer oppstrøms grunnvannsanlegget. Analyseområdet og modelloppsettet er illustrert i Figur 4-1



Figur 4-1: Analyseområde og modelloppsett for hydrauliske beregninger for Doro.

Den hydrauliske modellen baserer seg på et rutenett, hvor det for hver enkelt rute gjøres beregninger. Rutenettstørrelsen er satt til 2 meter i hele modellen. Elveløpet og veier er lagt inn som såkalte «knekklinjer», slik at beregningsrutene blir orientert i riktig retning og strømningen blir mer nøyaktig modellert.

Som grensebetingelser er det definert et innløp og et utløp av analyseområdet, som vist i Figur 4-1. Nedre grensebetingelse er det satt lik HRV for Gangåsvatnet, på 154.1 moh. Som øvre grensebetingelse er det forutsatt normalstrømning med 1000-årsflom.

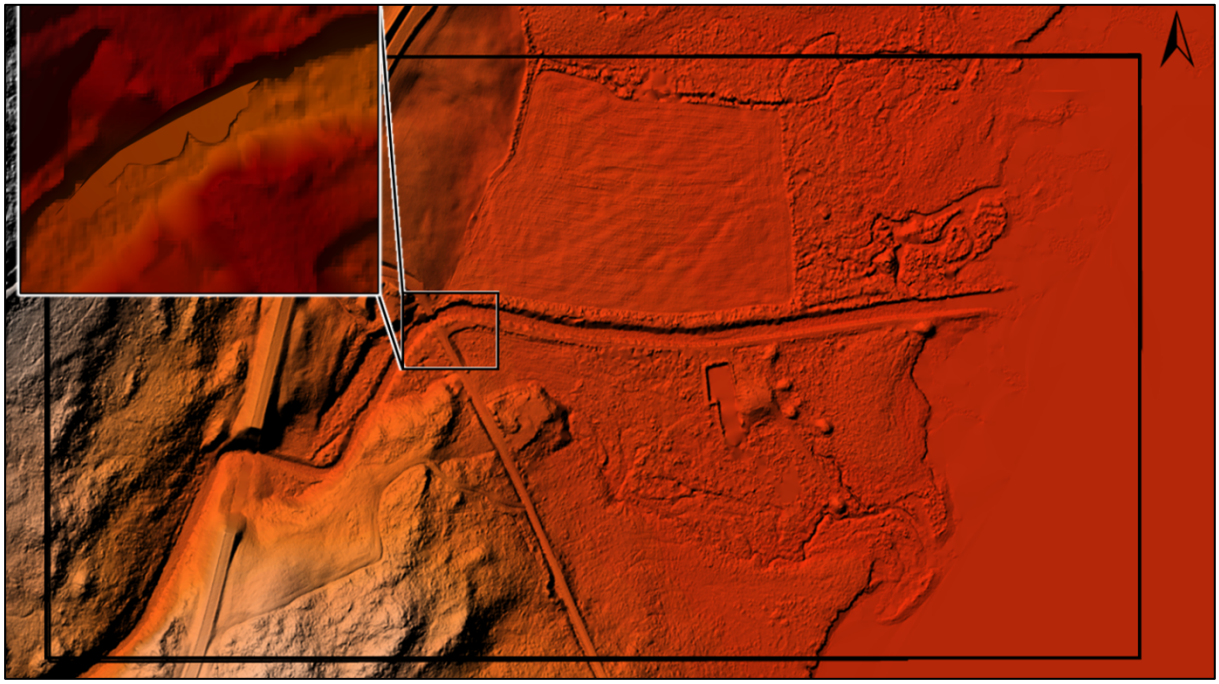
Det er benyttet ligningssettet Diffusion Wave til grunnlag for beregningene, og 0.5 sekunds beregningstidssteg.

4.2.2. Terrengmodell

Det er satt opp en terrengmodell, som er hovedgrunnlaget for de hydrauliske beregningene – se Figur 4-2.

Terrengmodellen er basert på laserdata med 0,5 meters oppløsning (prosjekt NDH Orkdal 2pkt 2016), hentet fra Kartverkets forvaltningsløsning Høydedata.

Laserdata har ikke nøyaktige data for terreng under trær og annen tett vegetasjon. Basert på flybilder virker terrengmodellen å gjenspeile de faktiske forholdene på en god måte. Under brua på Svordalsveien er det derimot en uheldig unøyaktighet – som er manuelt rettet opp ved å interpolere høyder mellom oppstrøms og nedstrøms brua.



Figur 4-2: Terrengmodellen som ligger til grunn for de hydrauliske beregningene er basert på laserdata (prosjekt NDH Orkdal 2pkt 2016), med noen mindre justeringer.

4.2.3. Friksjonsforhold

Vannets hastighet påvirkes av friksjonsforhold, det vil si ruheten til overflaten det strømmer over. Dette varierer etter type underlag og utforming av elveløpet. Ruheten i modellen er gitt som Mannings tall (n), hvor et høyt n-tall betyr høyere ruhet.

Friksjonsforhold er vurdert ut fra kart og flyfoto, og bilder tatt under tidligere befaring av området.. Benyttede ruhetsverdier i modellen er gitt i Tabell 4-1, og er basert på standardverdier i *Vassdragshåndboka* (Fergus m.fl. ,2010).

Tabell 4-1: Benyttede ruhetsverdier i hydraulisk modell.

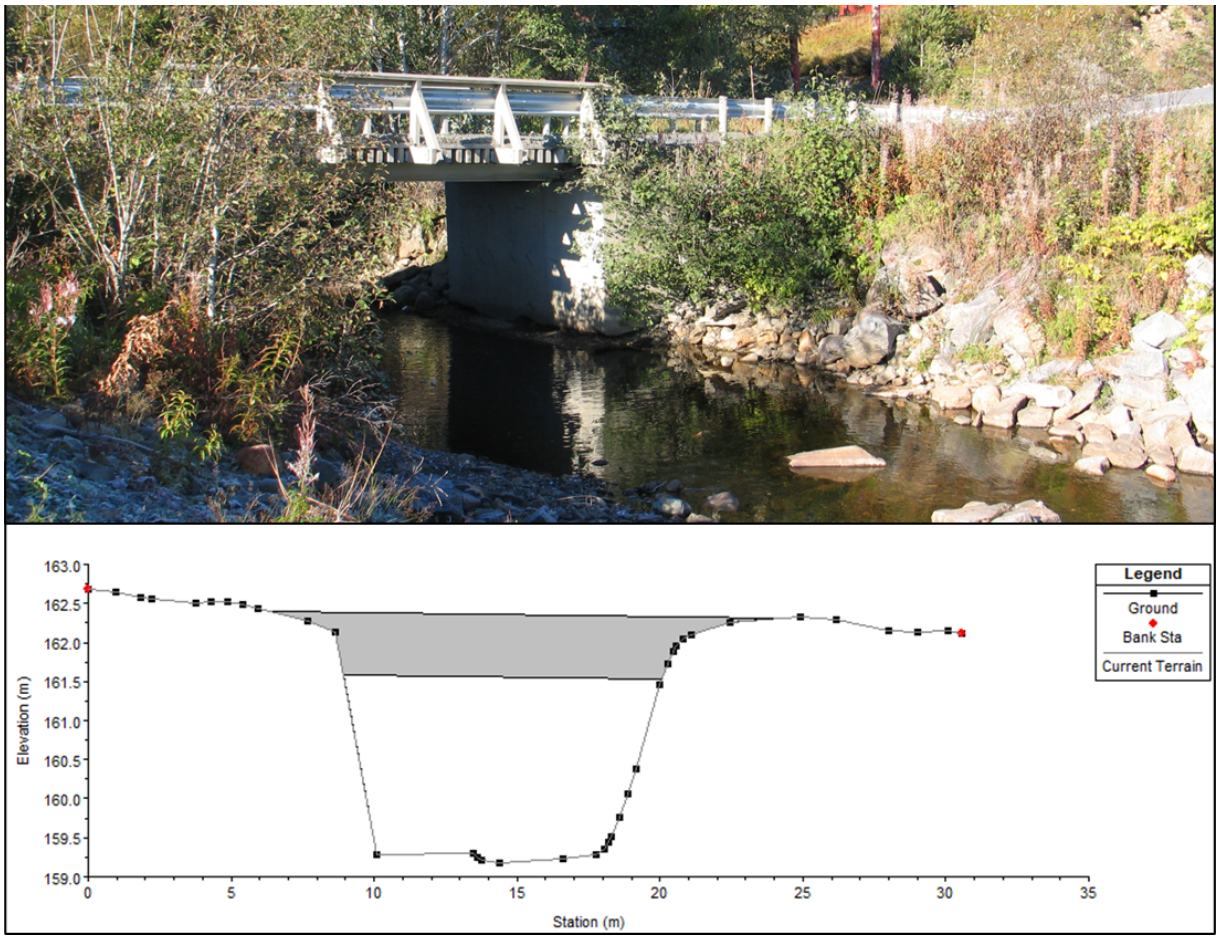
Type overflate	**Ruhetsverdi**	
	n	**M** (=1/n)
Elveløp (svakt meandrerende, kanalisert. Grov stein og grus)	29	0.035
Åpen fastmark og lav vegetasjon	22	0.045
Dyrket mark	26	0.038
Myrområder	24	0.042
Skog- og buskelandskap	14	0.070
Veger	40	0.025
Vannspeil	50	0.020

4.2.4. Konstruksjoner i vassdraget

Doro krysses av to bruer innenfor det aktuelle kartleggingsområdet. Informasjon om vanngjennomløpene er innhentet gjennom bilder fra befaring, terrengmodell og Google Street View.

Doro krysses av Svorkdalsvegen, med en enkel bjelkebru av tre og et tynt grusdekke på toppen – se Figur 4-3. Brua ligger relativt høyt over vannspeilet og brukarene innsnevrer ikke elveløpet i betydelig grad. Fra bilder er tykkelsen på brudekket estimert til 80 cm. Spennvidden er estimert til 7-8 m. Konstruksjonen er lagt inn i den hydrauliske modellen som bru. Rekkverk er ikke tatt med.

Dorobrua som fører E39 over Doro et stykke oppstrøms i analyseområdet, er ikke tatt med i modellen, da den ligger høyt over vannspeilet og vil ikke påvirke strømningene.

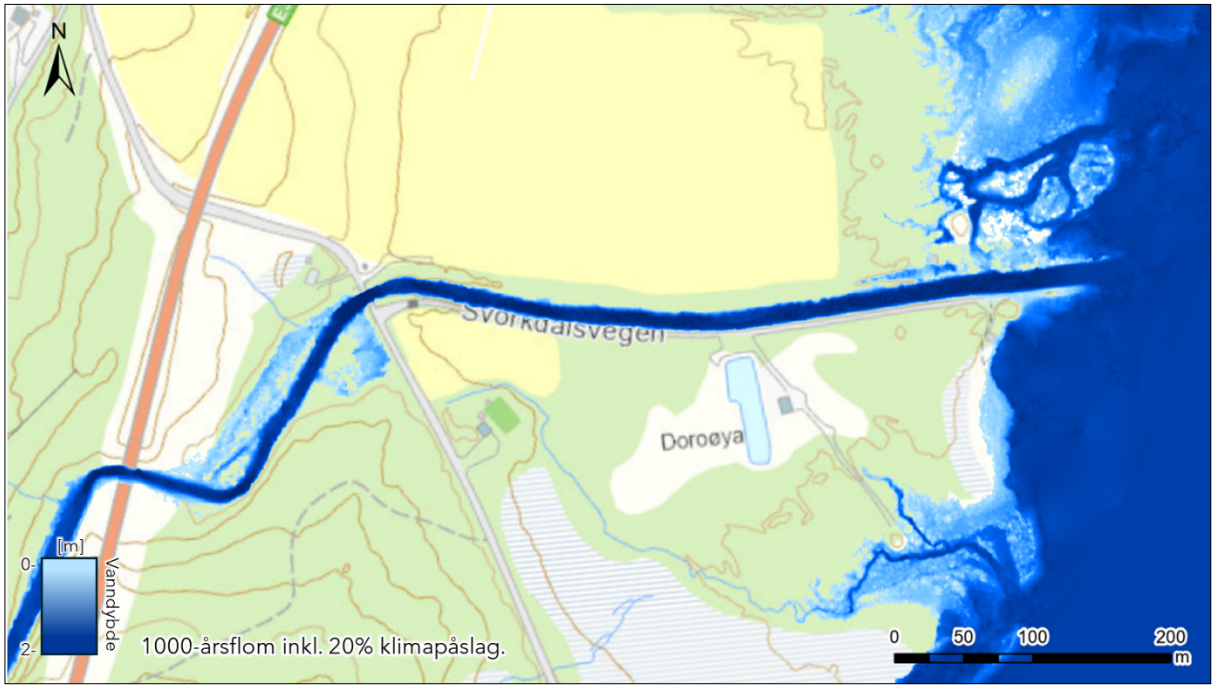


Figur 4-3: Brua på Svordalsvegen krysser Dora like oppstrøms grunnvannsanlegget på Doroøya.

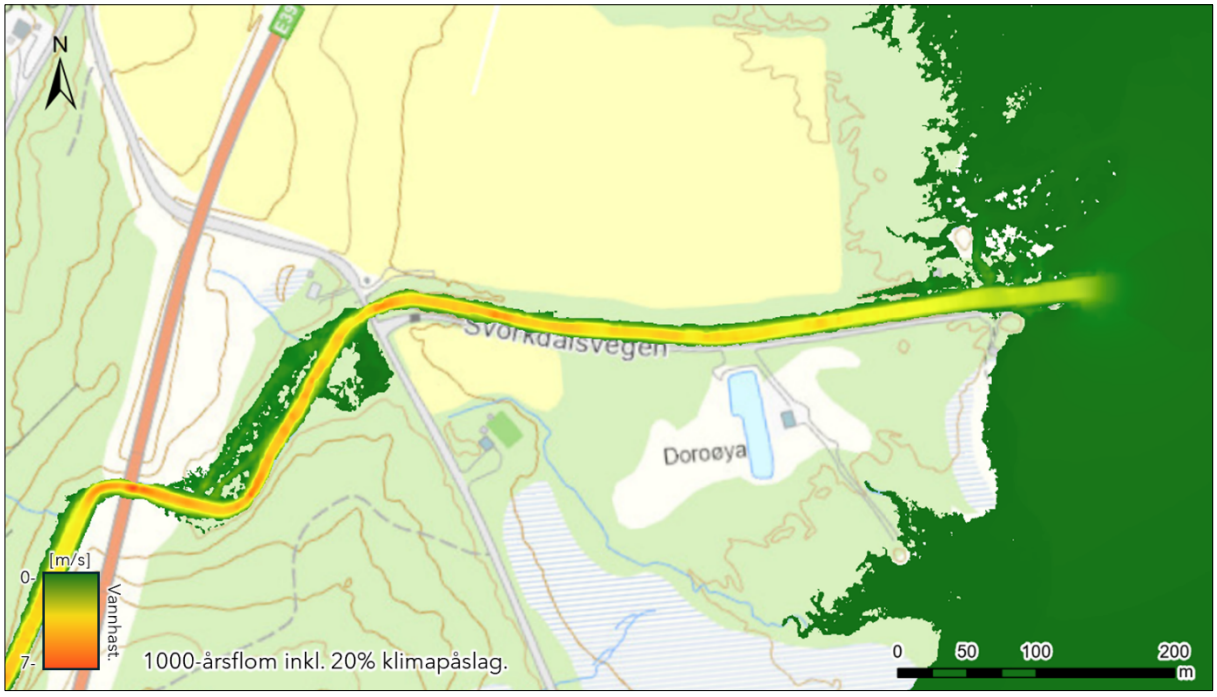
4.3. Resultater fra hydraulisk beregning

Oversvømt areal for Doro under 1000-årsflom inkl. klima er vist i Figur 4-4 og vannhastigheter for tilsvarende scenario er vist i Figur 4-5. Brua på Svorkdalsvegen er en liten flaskehals som skaper noe oppstuvning og oversvømmelse utover selve elveløpet oppstrøms brua. Nedover forbi Doroøya Grunnvannsanlegg er elveløpet kanalisert, og flomvannet forblir i hovedløpet nesten helt til utløpet i Gangåsvatnet. Høy vannstand i innsjøen medfører en del oversvømt areal i de lavereliggende myrområdene langs bredden.

Vannhastigheten er størst i hovedløpet, spesielt under Dorobrua ved E39. Videre nedover hovedløpet er hastighetene 4-5 m/s, før det avtar betraktelig ut i innsjøen. Fra bilder av elveleier ser bunnsubstratet ut til å være relativt grovt, med betydelig innslag av blokk, stein og grov grus. Tilsynelatende er det også opparbeidet en form for erosjonssikring og kanalisering av vannet, men oppbygning og alder er ukjent. Med bakgrunn i vannhastighetene, bør det forventes erosjon og massetransport i elveløpet under en flom.



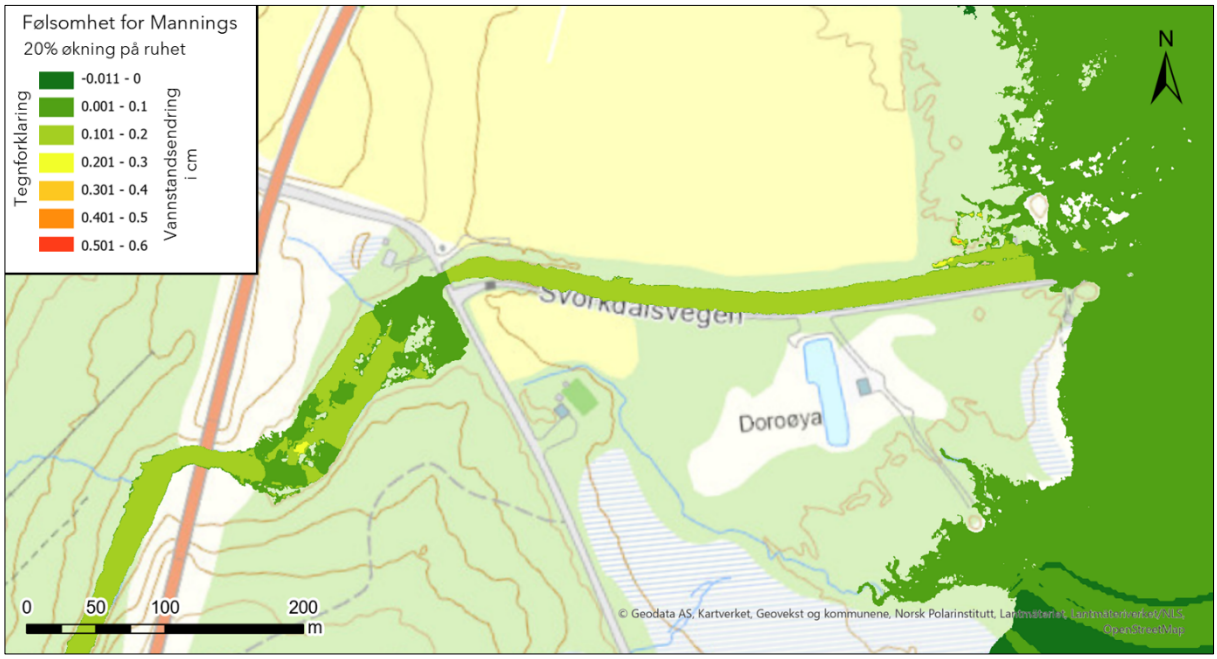
Figur 4-4: Oversvømt areal og vanndybde for Doro under 1000-årsflom inkl. 20% klimapåslag.



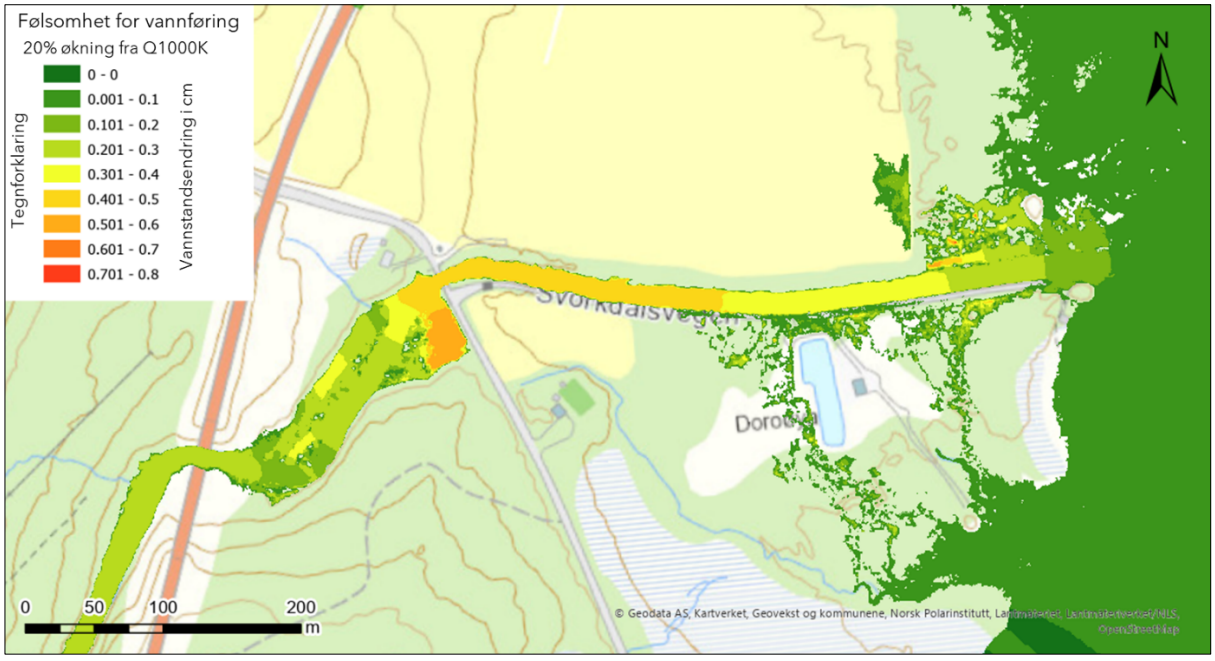
Figur 4-5: Vannhastigheter for Doro under 1000-årsflom inkl. 20% klimapåslag.

4.4. Følsomhetsanalyser

For å kunne kalibrere en modell, må det finnes samtidige målinger av vannstand og vannføring i det aktuelle vassdraget. Dette finnes ikke for Doro. Uten kalibrering, vil det være usikkerhet knyttet til benyttede ruhetsverdier i den hydrauliske modellen. Det er også usikkerhet knyttet til flomberegningene, og benyttet vannføring. Det er derfor foretatt følsomhetsanalyser, der den hydrauliske modellen er kjørt med en økning i ruhet på +20% og vannføring +20%. Resultatene fra analysen er vist i Figur 4-6 og Figur 4-7.



Figur 4-6: Følsomhetsanalyse for ruhet, 20% økning i Manningstall og påfølgendeendringer i vannstand.



Figur 4-7: Følsomhetsanalyse for vannføring, 20% økning i $Q_{1000klima}$ og påfølgende endringer i vannstand.

Økningen i ruhet gir en liten økning i vannstand, stort sett under 20 cm. Økningen i vannføring gir noe større endring, med 20-40 cm høyere vannstand - i tillegg medfører økningen i vannføring at nye områder langs elveleiet oversvømmes. Altså er modellen mer følsom for endringer i vannføring sammenlignet med ruhet. Økningen i flomvannstand kan gjøre at vannet overstiger kapasiteten i elveleiet og oversvømmer området rundt Doroøya grunnvannsanlegg.

5. Sikkerhetspåslag og flomsone

5.1. Klassifisering og sikkerhetspåslag

For å kunne ta hensyn til usikkerhet i beregningene i størst mulig grad, anbefaler NVE (veileder 3/2022) at det legges til et sikkerhetspåslag på vannføringen, slik at flomsikker sone og nivå kan bestemmes. Sikkerhetspåslaget skal velges ut ifra en klassifisering av flomberegningene og den hydrauliske modellen, basert på kriterier gitt i NVE veileder 3/2022 – se Tabell 5-1 til Tabell 5-3.

Flomberegningene er basert på få metoder, og det er et visst sprik mellom de ulike estimatene. Datagrunnlaget for lokal FFA er noe begrenset, med relativt stor forskjell i de spesifikke flomverdiene i referansestasjonene. Det er derfor vurdert at flomberegningene havner i **klasse 5**.

Følsomhetsanalysene viser endringene varierer gjennom analyseområdet, med verdier fra 0- 50 cm, men stort sett rundt 30 cm, med størst utslag for økt vannføring. Det er valgt å plassere den hydrauliske modellen i **Klasse E**, da den anses som noe følsom for endringer, og endringene medfører en direkte flomfare for grunnvannsanlegget.

Klasse 5 for flomberegninger, og klasse D for hydraulisk modell, tilsier at det skal benyttes et **sikkerhetspåslag på 60%**.

Tabell 5-1 Klassifisering av flomberegninger (NVE veileder 3/2022).

Klasse	Klassifiseringskriterier
1	Godt hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i vassdraget.
2	Brukbart hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i, eller nært vassdraget
3	Brukbart hydrologisk datagrunnlag, men store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området.
4	Begrenset hydrologisk datagrunnlag
5	Begrenset hydrologisk datagrunnlag og store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området.

Tabell 5-2 Klassifisering av hydraulisk modell (NVE veileder 3/2022).

Klasse	Klassifiseringskriterier
A	Modellen er kalibrert for en vannføring tilsvarende en 20-årsflom, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak mindre enn 10 cm.
B	Modellen er kalibrert for en vannføring tilsvarende en 20-årsflom eller større, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak mellom 10 – 30 cm.
C	Modellen er kalibrert for en vannføring som er mindre enn en 20-årsflom, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak inntil 30cm.
D	Modellen er tilpasset mot en målt vannlinje, og følsomhetsanalysen viser at endringene i vannstanden er tilnærmet 30 cm eller lavere.
E	Følsomhetsanalysen viser at endringer i vannstanden er større enn 30 cm. Eventuelt er modellen ikke tilpasset mot en målt vannlinje.

Tabell 5-3 Sikkerhetspåslag på vannføring basert på klassifisering av beregninger (NVE veileder 3/2022).

		Sikkerhetspåslag			
Klassifisering av hydraulisk modell	**Klasse E**	40%	45%	50%	60%
	Klasse D	20%	30%	40%	50%
	Klasse C	15%	20%	30%	40%
	Klasse B	10%	15%	20%	30%
	Klasse A	5%	10%	15%	25%
		Klasse 1	**Klasse 2**	**Klasse 3**	**Klasse 4 - 5**
		Klassifisering av flomberegninger			

5.2. Flomsonekart og flomsikkert nivå

Endelig flomsonekart er utarbeidet for en såkalt «flomsikker situasjon», som inkluderer sikkerhetspåslag i henhold til vurdering og klassifisering gjort i foregående delkapittel.

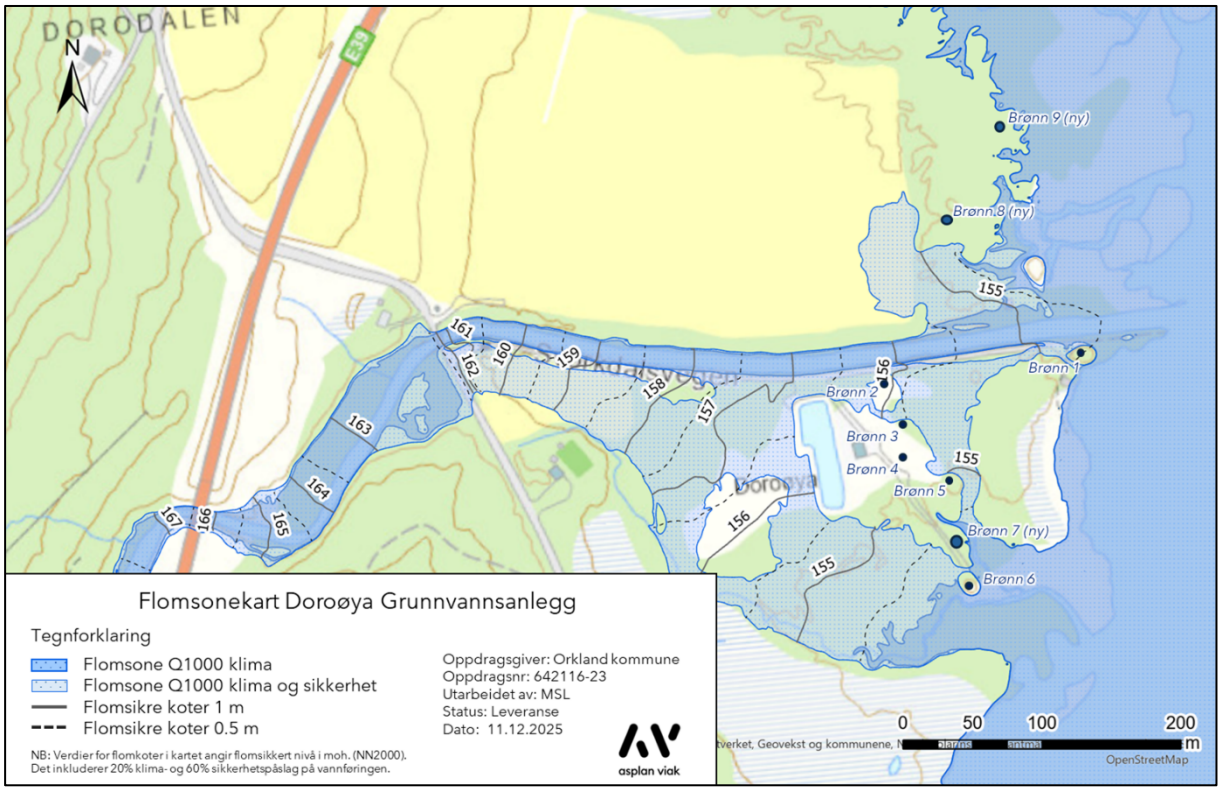
Den hydrauliske modellen (se kapittel 4) er kjørt for en flomsikker vannføring, tilsvarende dimensjonerende flomvannføring (1000-årsflom inkl. 20% klimapåslag), pluss et sikkerhetspåslag på 60%. De forskjellige vannføringene er oppsummert i Tabell 5-4.

Tabell 5-4 Oppsummering av verdier for 1000-årsflom, inkludert klima og sikkerhetspåslag.

Flomsituasjoner		**Vannføring** [m^3/s]
Dagens situasjon:	1000-årsflom	49
Dimensjonerende situasjon:	1000-årsflom inkl. 20% klima	58
Flomsikker situasjon:	1000-årsflom inkl. 20% klima og 60% sikkerhetspåslag	**94**

Basert på disse resultatene, er det generert kart i GIS som viser flomsikker sone og flomsikre nivåer i form av koter. Et utsnitt av flomsonekartet er presentert i Figur 5-1, sammen med flomsone uten sikkerhetspåslag til sammenligning. Kartet er også presentert i større format i Vedlegg 2.

Flomsituasjonen for dimensjonerende 1000-årsflom viser at flomvannet kan overstige kapasiteten i elveløpet og potensielt bre seg utover området rundt grunnvannsanlegget.



Figur 5-1: Utklipp fra flomsonekart over Doroøya Grunnvannsanlegg ved dimensjonerende 1000-årsflom.

5.3. Vurdering av tiltak

De nye brønnene må sikres mot dimensjonerende flomnivå for 1000-årsflom inkl. 20% klimapåslag og 60% sikkerhetspåslag. Dimensjonerende flomnivå for hver av de nye brønnene er presentert i Tabell 5-5. Som det fremkommer av tabellen, ligger flomsikkert nivå like over terrenget, og dagens brønntopper ligger like over flomvannstanden. Det vil likevelvære gunstig å bygge opp terrenget rundt brønnen på en lignende måte som for eksisterende brønner, med fall bort fra brønnene. Det vil gir mer sikkerhet mot overvann generelt, og redusere sannsynligheten for forurensning fra fremmedvann i kummen.

Tabell 5-5: Terrenghøyder, flomhøyder og anbefalt byggehøyde for de nye brønnene på Doroøya.

Nye brønner	**Terrenghøyde** [moh.]	**Dagens brønntopp** [moh.]	**Flomsikkert nivå** [moh.]	**Anbefalt byggehøyde*** [moh.]
Brønn 7	154.2	*155.11*	154.5	155.5
Brønn 8	154.4	*155.36*	154.5	155.5
Brønn 9	154.1	*155.05*	154.5	155.5

*Arrondert terreng med fall bort fra brønntoppen.

6. Konklusjon og anbefalinger

Flomfarekartleggingen for Doroøya viser at området er utsatt for oversvømmelse ved ekstreme hendelser. Hydrauliske analyser av dimensjonerende 1000-årsflom, som inkluderer påslag for klima og sikkerhet, viser at elveløpet har begrenset kapasitet. Særlig brua på Svorkdalsvegen utgjør en flaskehals. Overtopping av brua og vegen gjør at flomvannet kan bre seg utover terrenget rundt grunnvannsanlegget og utgjør med den en flomfare. Det er ikke vurdert hvordan en eventuell kollaps av brua vil påvirke flomsituasjonen. Vannhastigheter i hovedløpet på opptil 4–5 m/s gir risiko for erosjon og massetransport. Utenom hovedløpet er både vannhastigheter og vanndybder lave.

For å redusere risikoen må de nye brønnene etableres med byggehøyde over flomsikkert nivå på 154.4 moh. Med terrengtilpasning og drenering som hindrer inntrenging av fremmedvann, anbefalt byggehøyde setes til 155.5 moh., og samsvarer godt med høydene på eksisterende brønner. Flomsonekartet med sikkerhetspåslag bør legges til grunn for reguleringsplanen.

Kilder

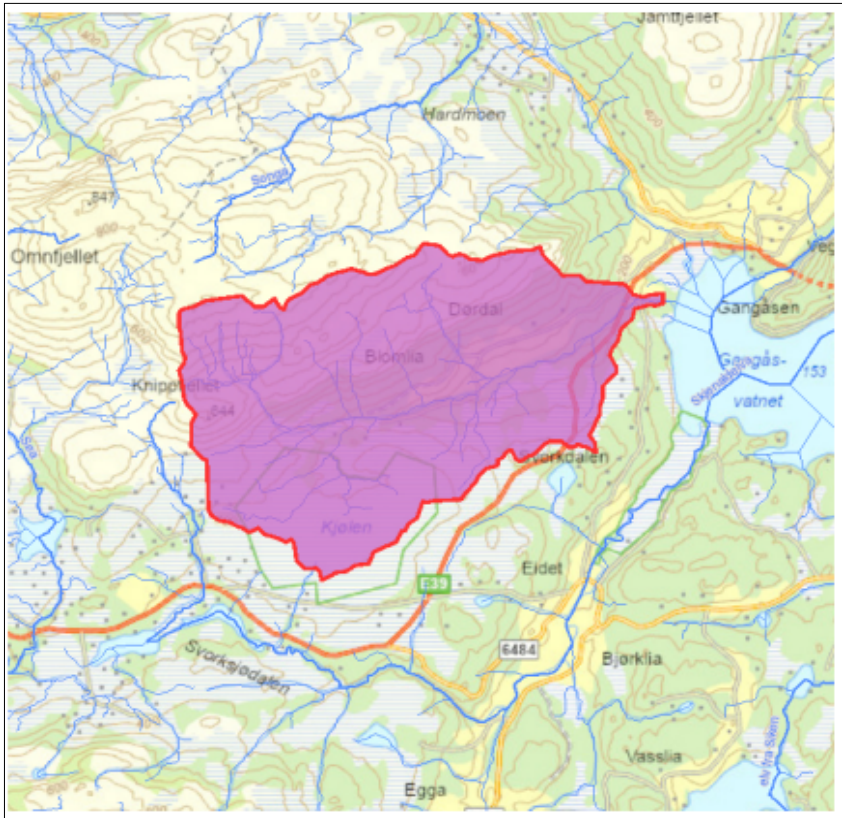
- **Engeland, K., Glad, P., Hamududu, B.H., Li, H., Reitan, T. og Stenius, S.M.** (2020) *Lokal og regional flomfrekvensanalyse*. NVE rapport 10/2020.
- **Direktoratet for byggkvalitet** (2017). *Byggteknisk forskrift*. TEK17.
- **Fergus, T., Hoseth K.A., Sæterbø, E.** (2010). *Vassdragshåndboka*. Tapir akademisk forlag.
- **HEC** (2025). *HEC-RAS River Analysis System. User's Manual*. Version 6.6.
- **NVE** (2022). *Sikkerhet mot flom – Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak*. NVE veileder 3/2022.
- **NVE** (2025). *Veileder for flomberegninger*. NVE veileder 1/2025.

Databaser og verktøy:

- **Høydedata** (Desember, 2025). Hentet fra https://hoydedata.no/LaserInnsyn/
- **NVE karttjenester** (Desember, 2025). NVE. Hentet fra https://kartkatalog.nve.no/#kart

Vedlegg

- Vedlegg 1 – NEVINA rapport for Doro
- Vedlegg 2 – Flomsonekart Doro, 1000-årsflom



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	230084 E 7027962 N

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

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.:	**121.1B32**
Kommune.:	**Orkland**
Fylke.:	**Trøndelag**
Vassdrag.:	**Skjenaldelva**

Feltparametere

Areal (A)	17.1	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0	%
Elvleengde (E_L)	8	km
Elvegradient (E_G)	71.1	m/km
Elvegradent $_{1085}$ ($E_{G,1085}$)	64.5	m/km
Helning	10.5	°
Dreneringstetthet (D_T)	2.2	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	6.5	km

Arealklasse

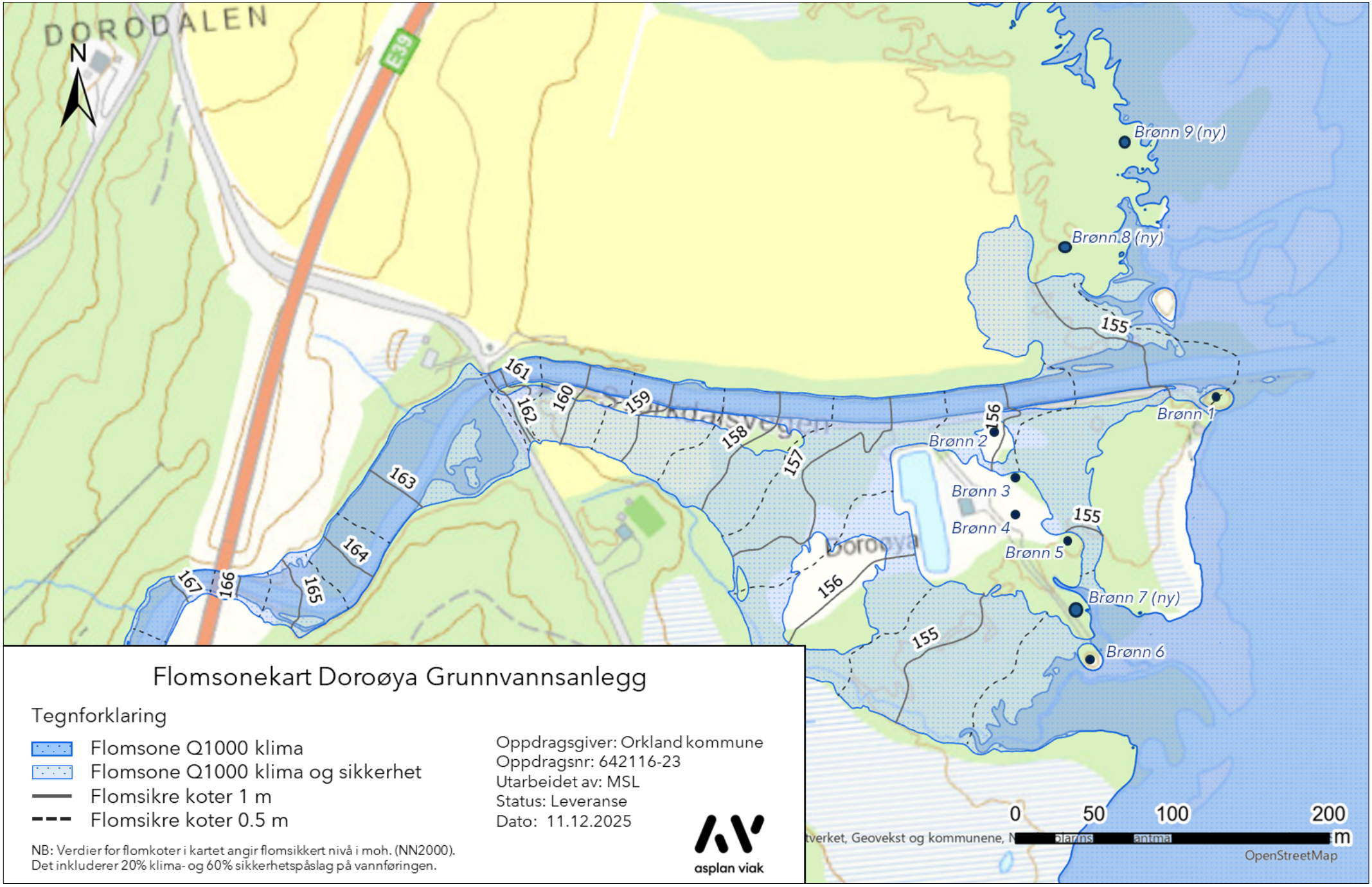
Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	4.1	%
Myr (A_{MYR})	31.1	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	31.4	%
Sjø (A_{SJO})	0.1	%
Snaufjell (A_{SF})	29.8	%
Urban (A_U)	0	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	3.6	%

Hypsografisk kurve

Høyde $_{MIN}$	155	m
Høyde $_{10}$	264	m
Høyde $_{20}$	308	m
Høyde $_{30}$	349	m
Høyde $_{40}$	385	m
Høyde $_{50}$	401	m
Høyde $_{60}$	442	m
Høyde $_{70}$	532	m
Høyde $_{80}$	587	m
Høyde $_{90}$	640	m
Høyde $_{MAX}$	803	m

Klima- /hydrologiske parametere (1991-2020)

Årlig middelavrenning (Q_N)	48	l/s/km²
Arlig middelavrenning	1515	mm
Usikkerhet middelavrenning	16.8	%
Nedbør juni - august	342	mm
Nedbør desember - februar	597	mm
Årstemperatur	2.8	°C
Sommertemperatur	11.1	°C
Vintertemperatur	-3.2	°C



Flomsonekart Doroøya Grunnvannsanlegg

Tegnforklaring

- Flomsone Q1000 klima
- Flomsone Q1000 klima og sikkerhet
- Flomsikre koter 1 m
- Flomsikre koter 0.5 m

NB: Verdier for flomkoter i kartet angir flomsikkert nivå i moh. (NN2000).
Det inkluderer 20% klima- og 60% sikkerhetspåslag på vannføringen.

Oppdragsgiver: Orkland kommune
Oppdragsnr: 642116-23
Utarbeidet av: MSL
Status: Leveranse
Dato: 11.12.2025

asplan viak


asplan viak