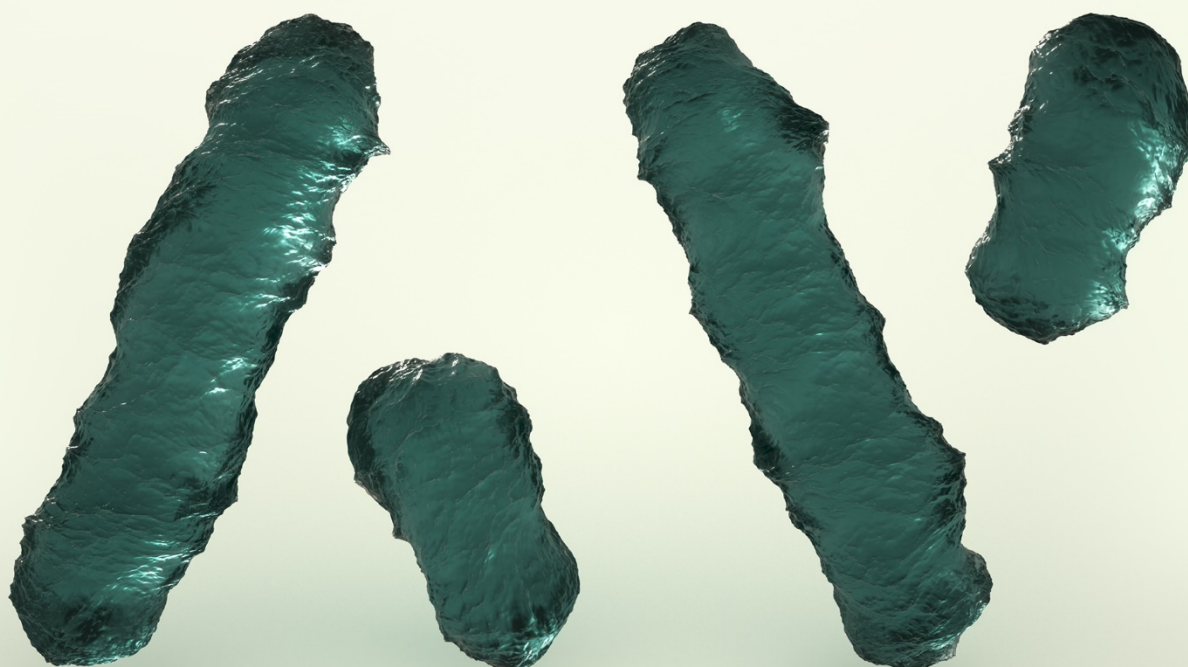


Flomfarekartlegging Firda Settefiskanlegg - Arnafjorden



Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver: Firda settefiskanlegg Arnafjord AS

Tittel på rapport: Flomfarekartlegging Firda Settefiskanlegg - Arnafjorden

Oppdragsnavn: Flomvurdering Firda Settefiskanlegg

Oppdragsnummer: 650694-01

Utarbeidet av: Marcos Carvajalino-Fernandez

Oppdragsleder: Marcos Carvajalino-Fernandez

Tilgjengelighet: Åpen

01	25. jun. 2025	Flomfarevurdering	MCF	ABL
Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS

Sammendrag

Det er gjennomført flomfarekartlegging for tomten til Firda Settefiskanlegg Arnafjorden AS (gbnr. 64/5/1) på vestsiden av Arnafjorden/Indrefjorden i Vik, Vestland. Flomfarekartlegging utarbeides i forbindelse med planer for å utvide settefiskanlegg mot vest, med etablering av 10 nye kar og tilleggsbygninger. Nytt anlegg kan defineres som et industribygg, og dermed havner det under preaksepterte ytelser for sikkerhetsklasse F2 i TEK 17 §7-2. Dette vil si at tomtens sikkerhet vurderes mot 200-årsflom i fremtidig klima, inkludert sikkerhetspåslag.

Det finnes to elver som renner langs den nordlige og sørlige grensen til tomten. Nedbørsfeltene til begge disse elvene er preget av en stor andel snaufjell, en effektiv sjøprosent rundt 1,5% og skogsandel over 10%. Dermed forventes det en del flomdemping i feltene. Tenneselvi, nord for tomten, har det største nedbørsfeltarealet på 21 km², og er den elven som forårsaker flomrisiko for tomten etter NVEs aktsomhetskart for flom. Elven i sør («Sørelva») har et mye mindre areal og medfører antageligvis ingen risiko for det nye settefiskanlegget.

Flomsoner beregnes ved modellering av flomsikker flomstørrelse for å danne faresoner for fremtidig utbygging. Det inkluderes klimapåslag for å ta hensyn til klimaendringer og sikkerhetspåslag for å håndtere usikkerhet i beregningene. Det er beregnet 200 års kulminasjonsflom, inkludert klimapåslag på 20% og sikkerhetspåslag på 40% (klasse 3D), på 88,54 m³/s og 13,65 m³/s for henholdsvis Tenneselvi og «Sørelva». Hydrauliske beregninger er utført med en todimensjonal modell i programmet HEC-RAS, som er satt opp på bakgrunn av en terrengmodell generert av laserdata.

Resultatene viser at begge de to elvene forblir i sine elveløp, selv under flomhendelsen. Dermed er tomten til Firda Settefiskanlegg Arnafjord AS ikke utsatt for flomfare under flomsikker situasjon. 200-årsstormflo i fremtidig klima ligger på kt. 2,3 moh. Selv om terrenget hvor det planlegges utvidelse av settefiskanlegget ligger høyere en stormflonivået, anbefales det en flomsikker byggekote på **kote 2,7 moh**, dvs. en sikkerhetsmargin på 40 cm.

Forord

Asplan Viak har vært engasjert av Firda settefiskanlegg Arnafjord AS for å utføre flomsonekartlegging av planlagt utvidelse til sitt settefiskanlegg i Vik, Vestland. Denne rapporten beskriver kartleggingens grunnlag, fremgangsmåte og resultater.

Marcos Carvajalino-Fernandez har vært oppdragsleder, utført flomfarekartleggingen og utarbeidet rapporten. Rapporten er kvalitetssikret av Ane Børresen Leinæs.

Bergen, 25.06.2025

Marcos Carvajalino-Fernandez

Oppdragsleder

Ane Børresen Leinæs

Kvalitetssikrer

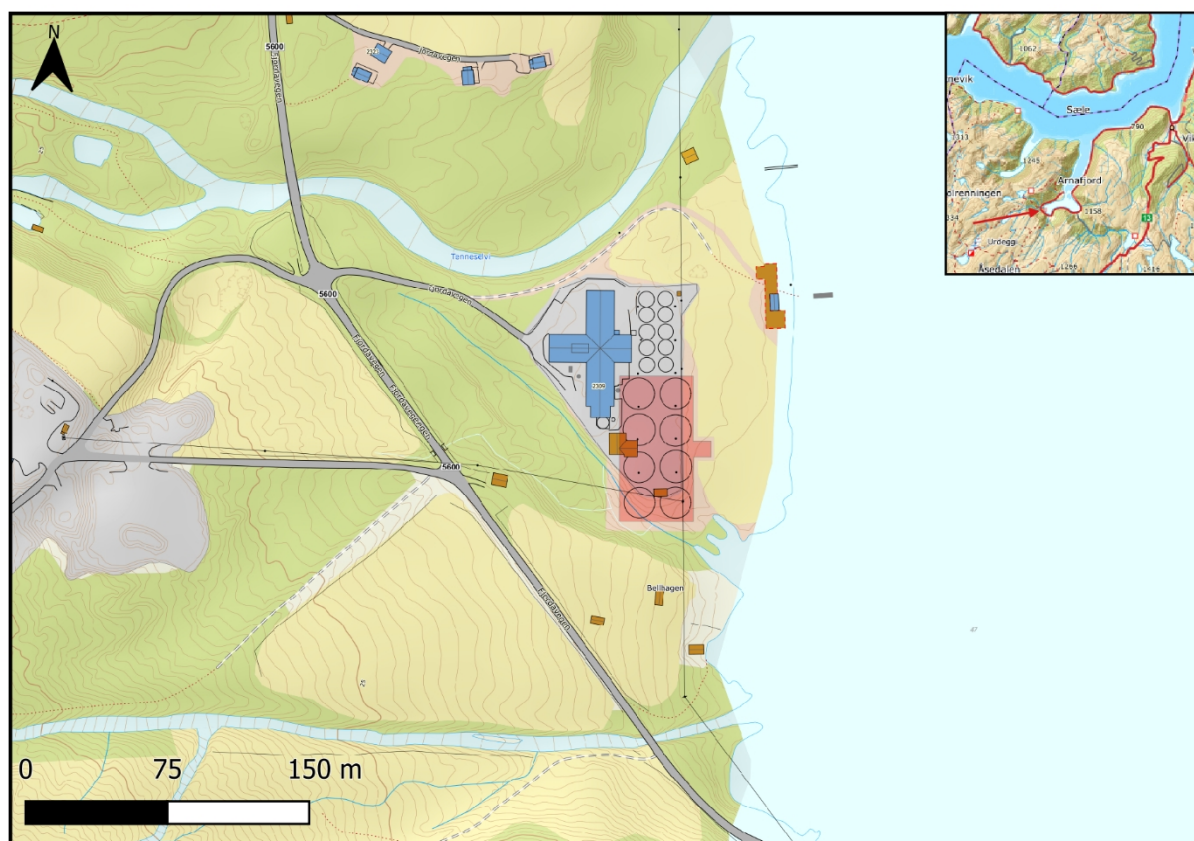
Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	5
1.1.	Bakgrunn	5
1.2.	Tidligere flomvurderinger	6
2.	Forutsetninger	7
2.1.	Generelle forutsetninger	7
2.2.	Sikkerhetsklasse og dimensjonerende returperiode for flom	7
2.3.	Beregningsforutsetninger	8
2.4.	Utarbeidelse og bruk av flomsonekart	8
2.5.	Flomfare ved utløp til sjø	9
3.	Flomberegninger	10
3.1.	Beskrivelse av nedbørfelt	10
3.2.	Tilgjengelige observerte data	11
3.3.	Beregning av 200-årsflom	13
3.4.	Klimapåslag	18
3.5.	Oppsummering og endelig estimat	18
3.6.	Fordeling av tilsig i Tenneselvi	19
3.7.	Flomforløp	20
4.	Hydrauliske beregninger	21
4.1.	Programvare og modelltype	21
4.2.	Modelloppsett	21
4.3.	Resultater fra hydraulisk beregning	26
4.4.	Følsomhetsanalyser	27
5.	Klassifisering, sikkerhetspåslag og flomsonekart	29
5.1.	Klassifisering og sikkerhetspåslag	29
5.2.	Flomsonekart og flomsikkert nivå	30
5.3.	Faresone for 200-årsstormflo	32
6.	Konklusjon og anbefalinger	34
	Kilder	35
	Vedlegg	36

1. Innledning

1.1. Bakgrunn

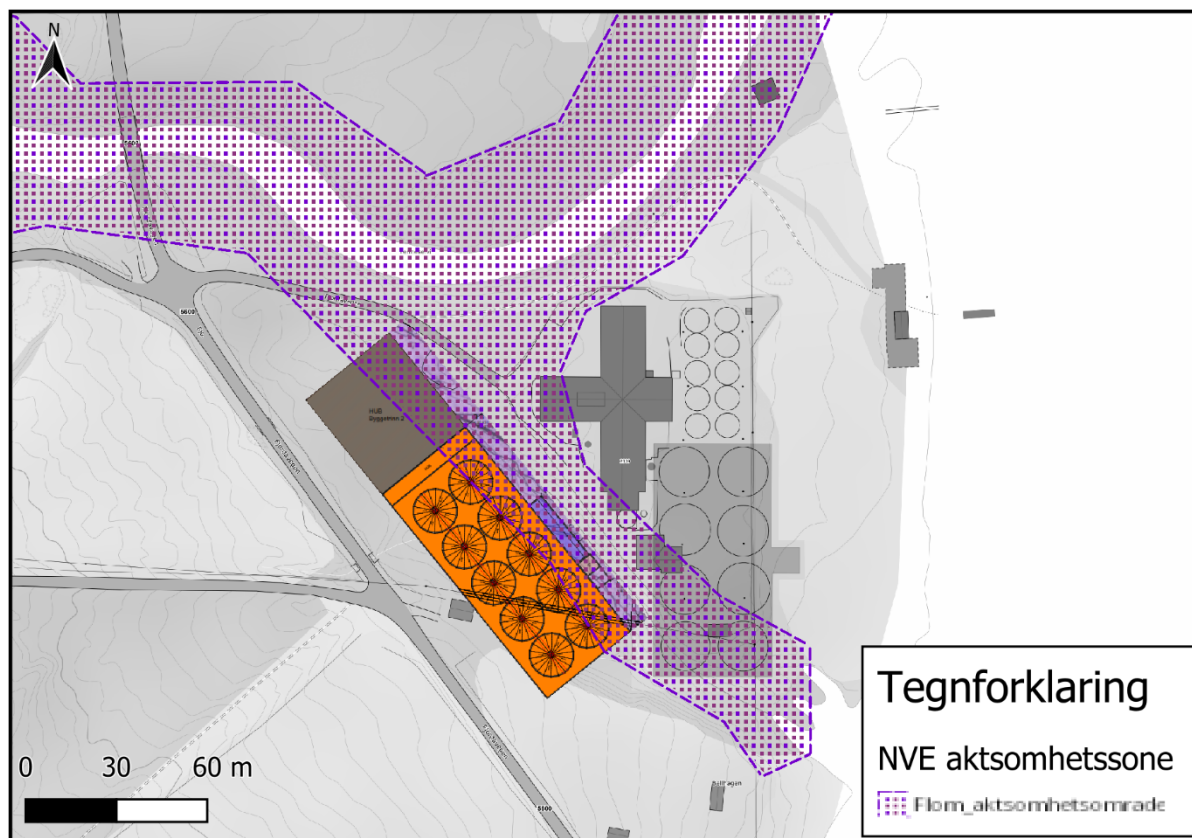
Firda Settefisk Arnafjord AS planlegger å utvide sitt settefiskanlegg i Vik i Sogn på Vestlandet. Dagens settefiskanlegg ligger i festetomten med gbnr 64/5/1 i Vik i Sogn, og planlegges utvidet mot vest/sørvest med 10 nye kar, pumpehus og HUB-bygg. Dagens anlegg og utvidelsen vises i henholdsvis Figur 1-1 og Figur 1-2.



Figur 1-1. Oversiktskart som viser lokasjonen til dagens settefiskanlegg og omkringliggende elver.

Tenneselvi strømmen langs tomtens nordlige grense, mens en elv uten navn, heretter kalt «Sørrelva» i rapporten, avgrenser tomten mot sør. Sørrelva er en gammel sideelv av Tenneselvi som pleide å munne ut nordvest fra settefiskanlegget, oppstrøms dagens bro over Tenneselvi. Sørrelva var ombygget rundt 1990-2000 tallet og ført til dagens utmunning i fjorden. Spor av det gamle elveløpet er synlig i terrenget, særlig i området sør for dagens sanduttak og planlagt plassering av det nye settefiskanlegget, selv om det ikke finnes rennende vann i dette området lenger.

Utvidelsen havner innenfor NVEs aktsomhetssone for flom fra Tenneselvi (Figur 1-2). Følgelig er det behov for en detaljert flomvurdering for å ivareta krav om sikker byggegrunn i Plan- og bygningsloven (pbl) §28-1 og Byggteknisk forskrift (TEK17) §7-1 og §7-2.



Figur 1-2. Kartutsnitt som viser NVEs aktsomhetsområde for flom.

1.2. Tidligere flomvurderinger

Det finnes ikke noen tidligere flomvurderinger for Tenneselvi, sørelva eller tomten til Firda Settefiskanlegg Arnafjord AS i NVEs databaser.

2. Forutsetninger

2.1. Generelle forutsetninger

Flomvurderingen utføres for å avklare reell flomfare ved utvidelse av eksisterende settefiskanlegg til Firda Settefiskanlegg Arnafjorden AS, basert på flomsonekartlegging. Vurderingen er utført i henhold til prosedyrene beskrevet i NVEs veileder *Sikkerhet mot flom* (3/2022). Følgende grunnlag og forutsetninger er lagt til grunn i beregninger og vurderinger:

- Hovedgrunnlaget for de hydrauliske beregningene er en terrengmodell basert på siste tilgjengelige laserdata for Vik (NDH Høyanger-Vik 5pkt, dato: 2017), lastet ned fra www.hoydedata.no. Det tas utgangspunkt i at laserdata er av tilstrekkelig kvalitet og er representativ for dagens situasjon i terrenget.
- Vurdering av andre faremomenter som erosjon og/eller isgang/ispropp ikke er inkludert i vurderingen da det ikke fantes noe bevis på erosjon under befaring og kunden har attestert at isgang har aldri vært et problem i elvene.
- Det er utført vurdering av flomfare fra stormflo og havnivåstigning i tillegg til fare fra elveflom. Vurderingen inkluderer ikke bølgepåslag.
- Beregningene forutsetter at elven ikke graver seg nye veier under flom.
- Det inkluderes ikke noe vannførende struktur under bakken i vurderingen.
- Bemerk at alle nivåhøyder er gitt i NN2000.

Beregninger og analyser er utført for dagens tilstand i vassdraget – eventuelle fremtidige endringer 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 returperiode for flom

Etablering av et nytt settefiskanlegg kan tolkes som et industribygg, dermed faller utbygging under sikkerhetsklasse F2 for flom i henhold til TEK17 §7-2 *Sikkerhet mot flom og stormflo* (se Tabell 2-1). Dette betyr at bygninger skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom med en dimensjonerende returperiode på 200 år. Videre er det forventet et endret klima i Norge i fremtiden, noe som vil påvirke flomforholdene.

Følgelig er kartleggingen utført for en 200-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 uregulerte vassdrag Tenneselvi og «Sørelva» ved Vik i Sogn (Vestland), og er utført i henhold til anbefalinger gitt i NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2025). Nedbørfelt og feltegenskaper er generert i SCALGO. Beregningsmetoder og endelig estimat er basert på tilgjengelige observerte data, samt egnethet i forhold til feltegenskaper. Klimapåslag er valgt basert på anbefalinger fra klimaprofil til tidlige Sogn- og Fjordane fylke (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, vanddybder og vannhastighet.

Hovedgrunnlaget for analysene er en terrengmodell basert på siste tilgjengelige laserdata, lastet ned fra Kartverkets forvaltningsløsning Høydedata. Dimensjoner til bruer er blitt målt i feltet under befarings.

Modellen er ikke kalibrert opp mot observasjoner, og ruheforhold er vurdert fra bilder, flyfoto og kartgrunnlag. For å tallfeste usikkerhet knyttet til ruhet, samt beregnet flomvannføring, er det utført følsomhetsanalyser der disse er økt.

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 på grunnlaget som er benyttet, samt følsomhetsanalyser. Klassifiseringen er så benyttet til å bestemme et

sikkerhetspåslag på vannføringen som den hydrauliske modellen kjøres for. Denne endelige modellerte vannføringen med sikkerhetspåslag vil utgjøre flomsikkert situasjon.

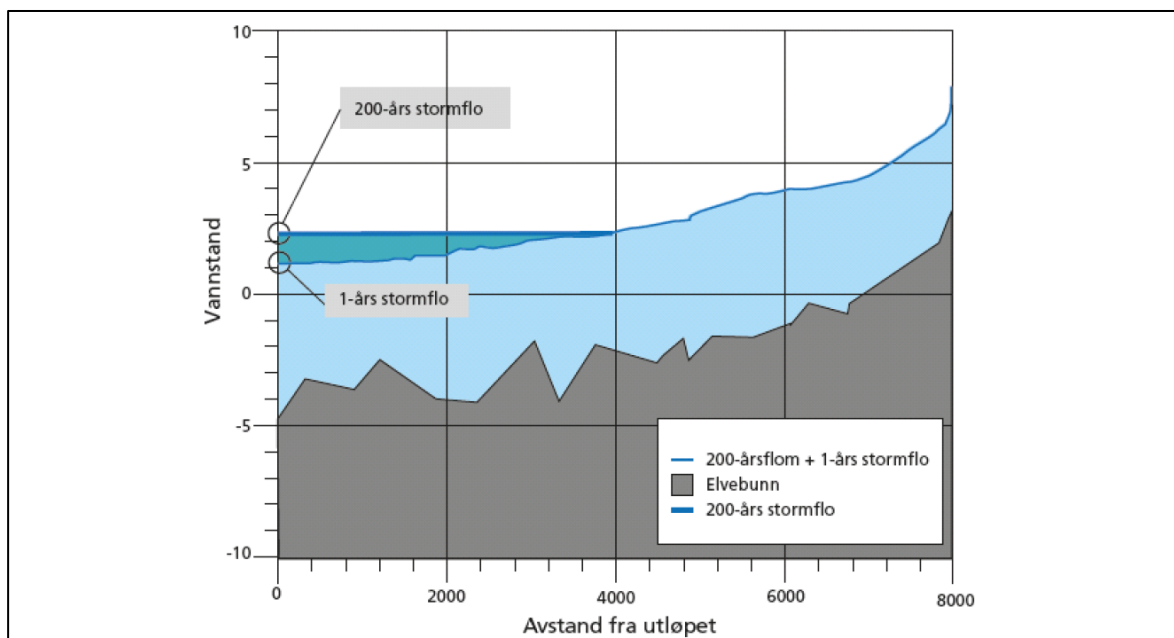
Det endelige flomsonekartet er utarbeidet fra resultatet fra en hydraulisk beregning som inkluderer sikkerhetspåslag. Dette avvirker noe fra metodikken beskrevet i NVE veileder 3/2022, hvor det beskrives å legge til en ekstra høyde/sikkerhetsmargin basert på resultatene med sikkerhetspåslag. Å benytte 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 (EPSG:25832), og er utarbeidet i henhold til NVE sin standard.

2.5. Flomfare ved utløp til sjø

For elver som har utløp i sjø, skal det benyttes den såkalte «lokkmetoden» som illustrert i Figur 2-1. Dette innebærer at den dimensjonerende flomkilden av elveflom og stormflo ved et punkt i elven, er den som gir størst vannstand (forutsatt de har samme gjentaksintervall).

For å vurdere om det er stormflo eller elveflom som er den dimensjonerende flomkilden for Firda settefiskanlegg på Arnafjorden, er det sett på havnivåer og utbredelse av 200-års stormflo i fremtidens klima. Havnivåene er hentet fra Kartverkets tjeneste Se havnivå.



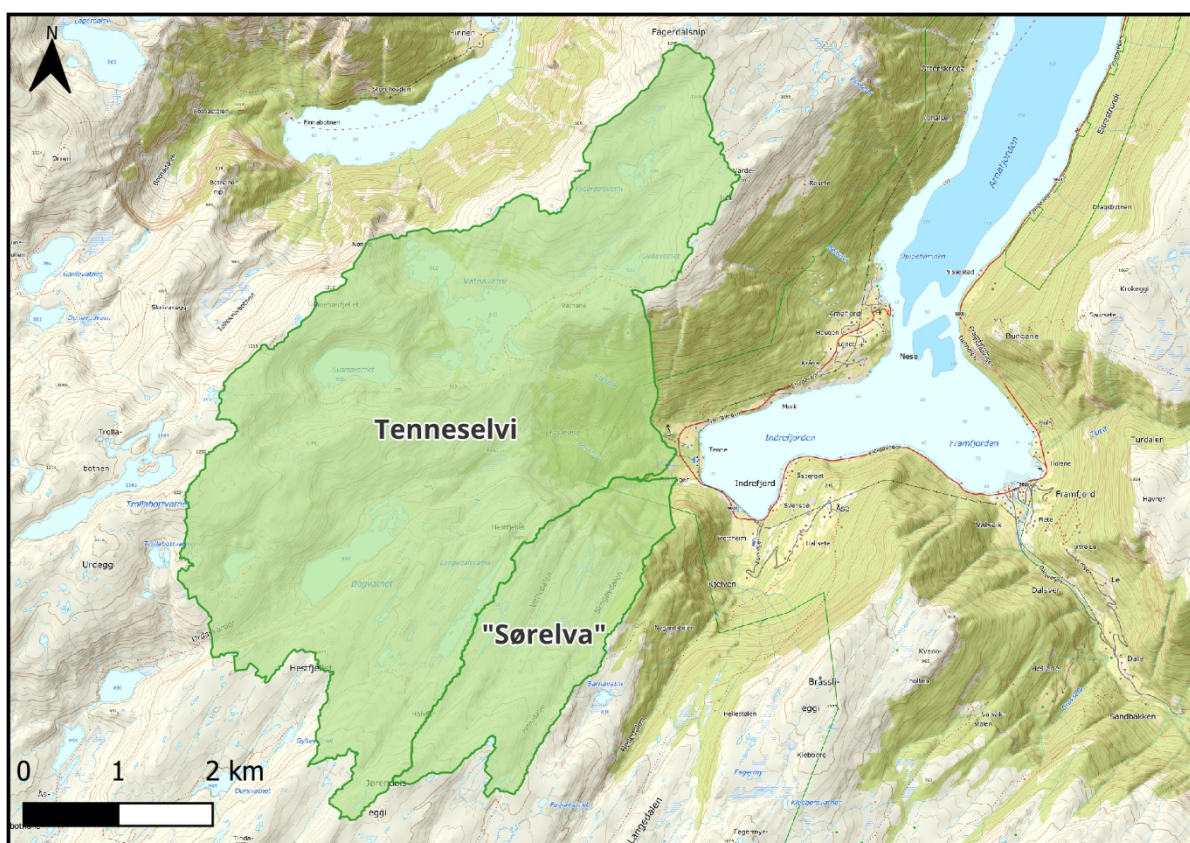
Figur 2-1 Illustrasjon av lokkmetoden, der en elv har utløp i sjø. (Kilde: NVE rapport 83/2015).

3. Flomberegninger

3.1. Beskrivelse av nedbørfelt

3.1.1. Avgrensning av nedbørfelt

Nedbørsfelt til planområdet er vist i Figur 3-1, og er generert i verktøyet SCALGO Live. Utløpspunktet til nedbørsfeltene er plassert mellom 100 - 200 meter oppstrøms bruene hvor elver krysser Fjordavegen. Feltene er karakterisert som *små felt* (< 50 km²), ifølge NVEs *Veileder for flomberegning* (NVE 1/2025).



Figur 3-1 Nedbørsfelt til Tenneselvi og «Sørelva» ved punktene 100-200 m oppstrøms bruene til Fjordavegen, generert i SCALGO.

3.1.2. Feltegenskaper

Et utvalgt av feltparametere til nedbørsfeltene er gitt i Tabell 3-1. Arealtypen er stort sett bestående av snaufjell og skog, uten noe særlig jordbruk eller urbane områder. Begge to felt har en effektiv sjøprosent rundt 1,5%, noe som vil dempe flommen noe.

Tabell 3-1 Feltparametere for Tenneselvi og «Sørelva».

Felt	Areal [km ²]	Eff. sjø [%]	Felt- lengde [km]	Høyde [moh]		Relieff forhold [m/km]	Skog [%]	Snau- fjell [%]	q _N * [l/s·km ²]
				H _{min}	H _{maks}				
Tenneselvi	21,2	1,4	5,5	13	1323	33,0	10,4	77,6	67,8
«Sørelva»	2,9	2,2	4,2	43	1162	21,1	13,4	79,7	69,0

* Spesifikk middelavrenning i referanseperioden 1961-90 gitt av NVEs avrenningskart.

3.2. Tilgjengelige observerte data

Flere metoder benytter observerte data for beregning av flomvannføring. Det er derfor her gitt en beskrivelse av tilgjengelige observerte vannførings- og nedbørsdata.

3.2.1. Tilgjengelige vannføringsdata

Det foreligger ingen vannføringsmålinger i verken Tenneselvi eller «Sørelva». Det kan alternativt benyttes vannføringsdata fra nærliggende eller representative målestasjoner (sammenligningsstasjoner), som skaleres for de aktuelle feltene. Dette forutsetter imidlertid at målestasjonene har sammenlignbare feltegenskaper og topografi som de aktuelle feltene.

Det er tatt et utvalgt av sammenligningsstasjoner ut ifra NVEs tjenester *seriekart* og den nasjonal hydrologiske databasen *Hydra II*. Det må fremheves at det finnes svært få stasjoner med sammenlignbare egenskaper i selve Vikvassdraget og langs Sognefjorden, særlig for «Sørelva» som har et lite areal. Karakteristiske feltdata og stasjoner til Tenneselvi og «Sørelva» er gitt i henholdsvis Tabell 3-2 og Tabell 3-3.

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

Stasjonsnummer		Tenneselvi	63.12.0	79.3.0	74.24.0	
Stasjonsnavn			Fjellanger	Nessedalselvi	Nyset	
Areal	[km²]	21,20	12,83	30,00	29,02	
Effektiv sjø	[%]	1,40	0,89	1,33	2,11	
Feltlengde	[km]	5,50	7,24	8,06	9,25	
Relieff forhold	[m/km]	33,0	25,8	44,8	23,4	
Bre	[%]	0,0	0,0	0,0	3,1	
Dyrket mark	[%]	0,0	0,7	0,0	0,0	
Myr	[%]	1,0	0,4	0,0	0,0	
Skog	[%]	10,4	5,7	23,3	0,0	
Sjø	[%]	7,8	4,5	3,3	7,8	
Snau fjell	[%]	77,6	86,1	66,7	89,0	
Urban	[%]	3,2	2,7	6,7	0,1	
Uklassifisert	[%]	3,2	2,7	6,7	0,1	
Høyde min	[moh]	13	403	289	1075	
Høyde 50	[moh]	1007	913	820	1382	
Høyde maks	[moh]	1323	1205	1346	1809	
Avrenning (q _N)	1961-90	[l/s.km²]	67,8	94,2	75,7	51,1
	Observert	[l/s.km²]	67,8*	94,2*	75,7*	51,1*

Stasjonsnummer		Tenneselvi	63.12.0	79.3.0	74.24.0
Stasjonsnavn			Fjellanger	Nessedalselvi	Nyset
Døgn	Observasjonsperiode	-	1995-2025	1983-2025	1990-2023
data	Antall år med data	-	30	41	30
Kulm.	Observasjonsperiode	-	1995-2025	1983-2025	1993-2024
data	Antall år med data	-	27	38	27
Kurvekvalitet flom		-	-	Bra	Dårlig

* Justert normalavrenning basert på sammenligning mellom avrenningskart (1961-90) og observ. i området.

Tabell 3-3 Stasjonsdata og feltparametere for aktuelle målestasjoner til «Sørelva» (Kilde: NVE Seriekart/Hydra II).

Stasjonsnummer		«Sørelva»	70.8.0	62.12
Stasjonsnavn			Målset	Hielva
Areal	[km ²]	2,9	7,71	9,91
Effektiv sjø	[%]	2,2	2,61	1,35
Feltlengde	[km]	4,2	4,15	6,35
Relieff forhold	[m/km]	21,1	35,3	53,9
Bre	[%]	0,0	0,0	0,0
Dyrket mark	[%]	0,0	0,0	0,1
Myr	[%]	1,5	2,5	0,2
Skog	[%]	13,4	0,0	16,4
Sjø	[%]	1,7	8,8	4,7
Snaufjell	[%]	79,7	88,7	75,7
Urban	[%]	0,0	0,0	0,0
Uklassifisert	[%]	3,7	0,0	3,0
Høyde min	[moh]	43	870	258
Høyde 50	[moh]	947	1079	1003
Høyde maks	[moh]	1162	1365	1324
Avrenning	1961-90 [l/s.km ²]	69,0	69,0	78,7
(q _N)	Observert [l/s.km ²]	69,0*	69,0	78,7
Døgn	Observasjonsperiode	-	1968-2025	1970-1998
data	Antall år med data	-	38	28
Kulm.	Observasjonsperiode	-	1968-2025	1970-1998
data	Antall år med data	-	32	23
Kurvekvalitet flom		-	-	Meget dårlig

* Justert normalavrenning basert på sammenligning mellom avrenningskart (1961-90) og observ. i området.

3.2.2. Tilgjengelige nedbørsdata

Asplan Viak har tilgjengelige ekstremnedbørsdata for Vikvassdraget (dato: 2021) som er blitt bestilt fra det meteorologiske institutt (MET) ifm. tidligere oppdrag. Årsverdier for forskjellige returperioder er oppsummert i Tabell 3-4.

Tabell 3-4 Arealjusterte ekstremnedbør for Vikvassdraget. Kilde: Meteorologisk institutt.

Årsverdi - arealjustert													
Antall timer	[n]	1	2	6	12	24	48	72	96	120	144	168	192
n timer / 24 timer		0.25	0.34	0.54	0.73	1	1.32	1.58	1.82	2.03	2.23	2.43	2.62
M	10	[mm]	31	42	71	92	127	162	187	218	243	267	309
M	25	[mm]	35	50	80	106	141	181	216	247	276	301	353
M	50	[mm]	39	54	89	115	155	200	235	272	301	330	387
M	100	[mm]	43	58	98	129	169	219	259	296	330	364	421
M	200	[mm]	47	62	107	138	188	238	283	325	364	398	466

Årsverdi - arealjustert												
Antall timer [n]	1	2	6	12	24	48	72	96	120	144	168	192
n timer / 24 timer	0.25	0.34	0.54	0.73	1	1.32	1.58	1.82	2.03	2.23	2.43	2.62
M 500 [mm]	55	71	120	156	212	271	322	369	407	451	490	524
M 1000 [mm]	59	79	129	175	230	295	350	403	451	490	534	573
PMP [mm]	86	116	187	253	334	428	504	582	650	713	774	828

Data fra MET regnes som mest representativ for vassdraget sammenlignet mot tilgjengelige IVF-kurver fra Norsk klimaservicesenter. Vik kommune har blitt kontaktet for å bekrefte om det finnes lokale retningslinjer for IVF-kurver i sin VA-norm. Kommunen har oppgitt at de ikke har noen lokale krav eller anbefalinger på dette temaet.

3.3. Beregning av 200-årsflom

For beregning av 200-årsflom og nedbørsfelt mellom 2-60 km², er følgende metoder benyttet:

- Flomfrekvensanalyser
 - Flomfrekvensanalyse på kulminasjonsverdier
 - Lokal analyse (timesdata)
 - Regional analyse (NIFS-formelverk)
 - Forenklet lokal + NIFS
 - Flomfrekvensanalyse på døgnverdier
 - Regional analyse (RFFA-2018)
- Nedbør avløps-metoder:
 - Hydrologisk flommodell - PQRUT

For små felt (≤ 60 km²) er det anbefalt å utføre lokal flomfrekvensanalyse på findata (altså kulminasjonsverdier) fremfor døgndata. Dermed er lokalflomfrekvensanalyse på døgnverdier, forenklet lokal + RFFA-2018 og full lokal + RFFA-2018 ikke tatt i bruk i flomberegningen. Bruksområde til den rasjonale formel er opp til 2 km². Dermed er nedbørsfeltene for store til å bruke denne metoden.

Det henvises til NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2025) og NVEs rapport *Lokal og regional flomfrekvensanalyse* (10/2020) for utdypende beskrivelse av metodene.

3.3.1. Flomfrekvensanalyser

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 ($Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$). Videre skilles det mellom flomfrekvensanalyser med hensyn til om de er basert på observerte data (lokale analyser) eller om det benyttes regionale formelverk / regresjonsligninger.

For små felt ($\leq 60 \text{ km}^2$) er det anbefalt å utføre lokal flomfrekvensanalyse på findata (altså kulminasjonsverdier) fremfor døgndata. Dermed er lokalflomfrekvensanalyse på kun utført på kulminasjonsverdier.

3.3.2. Flomfrekvensanalyse på kulminasjonsverdier

3.3.2.1 Lokal analyse på timesdata

De lokale analysene utføres på vannføringsdata fra de utvalgte målestasjonene beskrevet i kapittel 3.2.1. Verdier for middelflom og vekstkurveforhold er hentet fra NVEs database Hydra II ved bruk av programmet FLOM_Analyse. 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).

Resultater fra lokal flomfrekvensanalyse på timesdata fra de utvalgte målestasjonene er gitt i Tabell 3-5 (Tenneselvi) og

Tabell 3-6 («Sørelva»).

Tabell 3-5 Resultater fra lokal flomfrekvensanalyse på timesdata fra utvalgte målestasjoner til Tenneselvi, og vektet snitt som benyttes i videre beregning.

Flomfrekvensanalyse målestasjoner, timesdata					
Målestasjon	Antall år med timesdata	Parameterfordeling	Middelflom, q_M [l/s·km ²]	Q_{200}/Q_M [-]	Vektin g
79.3.0 Nessedalselvi	38	Gumbel	923	2,046	70%
63.12.0 Fjellanger	27	Gumbel	1352	2,260	25%
74.24.0 Nyset	27	Gumbel	408	2,451	5%
Vektet snitt:			1005	2,120	-

Tabell 3-6 Resultater fra lokal flomfrekvensanalyse på timesdata fra utvalgte målestasjoner til «Sørelva», og vektet snitt som benyttes i videre beregning.

Flomfrekvensanalyse målestasjoner, timesdata					
Målestasjon	Antall år med timesdata	Parameterfordeling	Middelflom, q_M [l/s·km ²]	Q_{200}/Q_M [-]	Vektin g
70.8.0 Målset	32	Gumbel	1120	2,402	90%
62.12 Hielva	23	Gumbel	1011	2,536	10%
Vektet snitt:			1109	2,416	-

Resulterende verdier for middelflom og 200-årsflom i vassdragene, ved bruk av vektet snitt fra de utvalgte målestasjonene, er gitt i Tabell 3-7.

Tabell 3-7 Beregnet middelflom, vekstkurve og 200-årsflom (kulminasjon) med lokal analyse på timesdata.

Felt	Middelflom (kulm.) [m ³ /s]	Q_{200}/Q_M [-]	200-årsflom (kulm.) [m ³ /s]
Tenneselvi	21,30	2,120	45,16
«Sørelva»	3,22	2,416	7,77

3.3.2.2 Regional analyse - kulminasjonsverdier (RFFA-NIFS)

NVE har utarbeidet et regionalt formelverk for flomberegninger i små (< 50-60 km²) uregulerte felt, som beregner kulminasjonsverdier direkte. Dette er ofte kalt NIFS-formelverk. Formelverket består av to regresjonsligninger for beregning av flom, som bruker inngangsparameterne feltareal, spesifikk middelavrenning og effektiv sjøprosent. Den første ligningen er for estimat av middelflom (kulminasjonsverdi), som generelt har usikkerhet knyttet til seg. Den andre ligningen er for vekstkurven (Q_T/Q_M), som ansees som svært robust for gjentakintervall mindre eller lik enn 200 år i små felt (NVE, 2025).

Estimert middelflom, vekstkurveforhold og 200-årsflom er gitt i Tabell 3-8.

Tabell 3-8 Beregnet middelflom, vekstkurve og 200-årsflom (kulminasjon) med NIFS-formelverk.

Felt	Middelflom (kulm.) [m ³ /s]	Q_{200}/Q_M [-]	200-årsflom (kulm.) [m ³ /s]
Tenneselvi	19,29	2,584	49,82
«Sørelva»	3,26	2,608	8,49

3.3.2.3 Forenklet lokal i kombinasjon med RFFA-NIFS

Den største usikkerheten knyttet til regionale formelverk ligger i indeksflommen, men vekstkurveforholdet er ansett som svært robust. En metodikk for å hensynta dette, er å benytte en vektet middelflom fra regionalt formelverk og lokale data med hensyn til antall år med data, i kombinasjon med vekstkurveforhold fra regionalt formelverk (NIFS). Den vektete middelflommen er her beregnet ved bruk av formler gitt i NVEs rapport *Lokal og regional flomfrekvensanalyse* (10/2020). Det er valgt å bruke et representativt antall år med timesdata på $n = 36$ (Tenneselvi) og $n = 31$ («Sørelva»).

Resultatet ved bruk av en slik metodikk er gitt i Tabell 3-9.

Tabell 3-9 Beregnet 200-årsflom (kulminasjon) ved bruk av metoden forenklet lokal i kombinasjon med NIFS.

Felt	Middelflom (kulm.)			Q_{200}/Q_M fra RFFA-NIFS [-]	200-årsflom (kulm.) [m ³ /s]
	Lokal FFA [m ³ /s]	RFFA-NIFS [m ³ /s]	Vektet [m ³ /s]		
Tenneselvi	21,30	19,29	21,23	2,584	54,85
«Sørelva»	3,22	3,26	3,22	2,608	8,40

3.3.3. Flomfrekvensanalyse på døgnerverdier

3.3.3.1 Regional analyse - døgnerverdier (RFFA-2018)

NVE har utarbeidet et regionalt formelverk for flomberegninger for alle feltstørrelser, men med hovedfokus på større ($> 60 \text{ km}^2$) uregulerte felt, som beregner døgnerverdier 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 (døgnerverdi), som generelt har usikkerhet knyttet til seg. Den andre ligningen er for vekstkurven (Q_T/Q_M), som ansees som svært robust (NVE, 2022).

Estimert middelflom, vekstkurveforhold og 200-årsflom er gitt i Tabell 3-10.

Tabell 3-10 Beregnet middelflom, vekstkurve og 200-årsflom (døgnerverdi) med RFFA-2018.

Felt	Medianflom (døgn) [m ³ /s]	Q_{200}/Q_M [-]	200-årsflom (døgn) [m ³ /s]	Kulminasjonsfaktor [-]
Tenneselvi	16,60	2,205	27,77	1,319
«Sørelva»	1,80	2,158	3,80	1,475

3.3.4. Nedbør-avløpsmetoder

I nedbør-avløpsmetoder beregnes flomvannføring fra nedbør (evt. i kombinasjon med snøsmelting) ved bruk av en hydrologisk modell eller en empirisk formel som gjengir responsen til nedbørfeltet. Det er her gjort beregninger ved bruk av en forenklet hydrologisk flommodell fra NVE kalt PQRUT.

For småfelt er flomskapende sesong av mindre relevans, siden man antar at det er regn som skaper de største flommene. Årsverdier for nedbør er da mest representative. Dermed er det snøsmelting ikke eksplisitt lagt til i PQRUT-analysen.

3.3.4.1 Hydrologisk flommodell – PQRUT

I den forenklede hydrologiske modellen PQRUT beregnes avrenningen som opptrer som følge av et gitt nedbørforløp. Det er en lineær karmodell, hvor nedbørfeltet er representert som et kar med to utløp som har forskjellig tømmekonstant (K_1 og K_2) og er skilt av et terskelnivå (T). Modellen er anbefalt å benyttes i felt med areal rundt 2-800 km². Videre bør den kun benyttes for gjentaksintervall større eller likt 200 år, da den baserer seg på antagelse om full metning som initialtilstand i feltet noe som ikke vil være rimelig for lavere gjentaksintervall. Det er her benyttet NVEs nett-versjon av modellen.

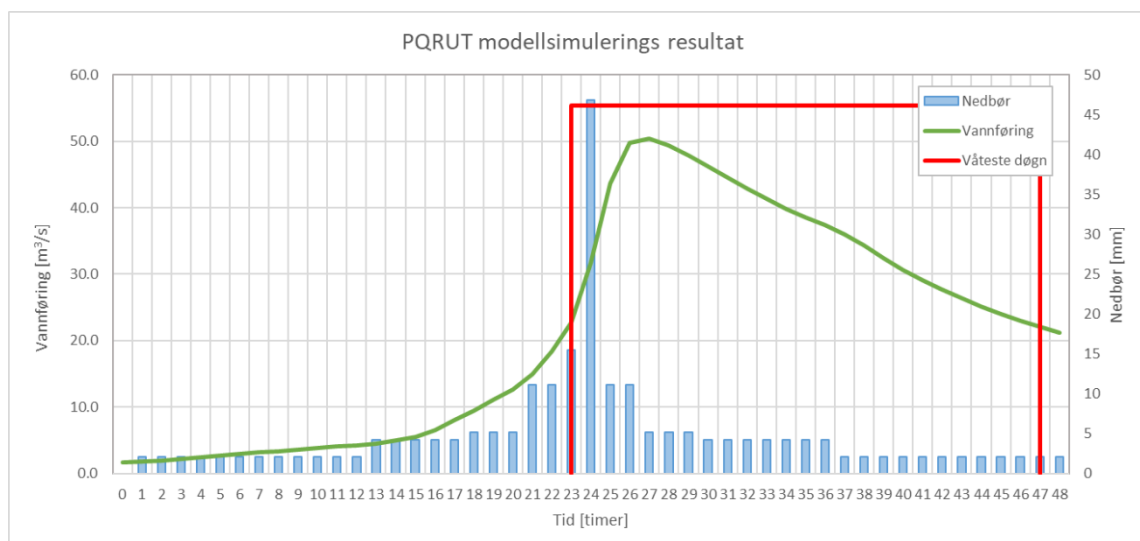
Parameterne til PQRUT bør helst bestemmes via kalibrering mot observert vannføring fra det aktuelle vassdraget. Siden dette ikke foreligger, er de beregnet ut fra ligninger gitt i NVEs veileder (01/2025) – se Tabell 3-11. Konsentrasjonstiden til feltet er satt til 2 timer basert på versjonen av Kirpich-formell til naturlig felt i NVEs retningslinjer for flomberegning.

Tabell 3-11 Beregnede modellparametere i PQRUT.

Felt	K1 [1/time]	K2 [1/time]	T [mm]	Konsentrasjonstid [timer]
Tenneselvi	0,0874	0,0256	37,81	2
«Sørvelva»	0,1035	0,0380	32,12	2

Nedbørforløp for en 200-års hendelse er konstruert med utgangspunkt i arealkorrigerte årsverdier fra MET (se Tabell 3-4). Forløpet er konstruert etter anbefalinger gitt i NVEs veileder; varighet på 48 timer, en nær-symmetrisk fordeling omkring høyeste nedbørintensitet (forløpsform 3) og tidsskritt på en time. Flere mulige former på nedbørforløp er testet for å finne størst kulminasjonsverdi.

Konstruert nedbørforløp og estimert flomforløp for Tenneselvi, med 200-års gjentaksintervall, er vist i Figur 3-2. Nøkkeltall fra beregningen med PQRUT er gitt i Tabell 3-12.



Figur 3-2 Konstruert nedbørforløp og beregnet flomforløp med PQRUT for 200-årsflom. Vassdrag: Tenneselvi

Tabell 3-12 Nøkkeltall for beregning av 200-årsflom med den hydrologiske flommodellen PQRUT.

Felt	Nedbør totalt [mm/døgn]	Nedbør maks [mm/time]	200-årsflom [m³/s]
Tenneselvi	118,75	46,80	50,4
«Sørelva»	118,75	46,80	7,7

3.4. Klimapåslag

Det tas utgangspunkt i anbefalinger for klimapåslag for vannføring fra nettsiden *Klimaprofil Sogn og Fjordane* (<https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/sogn-og-fjordane>). I klimaprofilen anbefales et klimapåslag mellom 20% og 40% avhengig av plassering og flomsesongen. Det er anbefalt å bruke **20% klimapåslag** for de områdene i Vikvassdraget, hvor settefiskanlegget ligger. Vi forholder oss til anbefaling i klimaprofilen.

3.5. Oppsummering og endelig estimat

Beregnet flomvannføring med alle metoder er vist i Tabell 3-13 (Tenneselvi) og Tabell 3-14 («Sørelva»). Med unntak av resultatene fra RFFA-2018, som er mye lavere enn alle andre metoder, sammenfaller estimatene for kulminasjonsverdi godt.

Tabell 3-13 Beregnede flomverdier fra alle metoder og endelig estimat til Tenneselvi.

Metode		200-årsflom				
		Døgnmiddel		$Q_{mom}/Q_{døg}$ ⁿ [-]	Kulminasjon	
		[l/s·km ²]	[m ³ /s]		[l/s·km ²]	[m ³ /s]
Flomfrekvens-analyse kulm. verdier	Lokal analyse (FFA)	-	-	-	2130	45,2
	Regional analyse (RFFA-NIFS)				2350	49,8
	Forenklet lokal + RFFA-NIFS				2587	54,8
Flomfrekvens-analyse døgnverdier	Regional analyse (RFFA-2018)	1310	27,8	1,319	1728	36,6
Nedbør- avløpsmodell	PQRUT	1720	36,5	1,382	2376	50,4
Endelig estimat:		1838	39,0	1,350	2482	52,6
Inkludert klimapåslag (20%)		2206	46,8		2978	63,1

Erfaringstall for kulminasjonsverdi med 200 års returperiode (q_{200}) fra NVEs *Veileder for flomberegning* (NVE 1/2025) viser at spesifikk vannføring for små felt i Vestlandet ligger mellom 700 - 6000 l/s.km². Estimatenes for nedbørsfeltene til settefiskanlegget havner innenfor forventede erfaringstall.

Tabell 3-14 Beregnede flomverdier fra alle metoder og endelig estimat til «Sørelva».

Metode		200-årsflom				
		Døgnmiddel		$Q_{mom}/Q_{døg}$ ⁿ [-]	Kulminasjon	
		[l/s·km ²]	[m ³ /s]		[l/s·km ²]	[m ³ /s]
Flomfrekvens-analyse kulm. verdier	Lokal analyse (FFA)	-	-	-	2680	7,8
	Regional analyse (RFFA-NIFS)				2928	8,5
	Forenklet lokal + RFFA-NIFS				2895	8,4
Flomfrekvens-analyse døgnverdier	Regional analyse (RFFA-2018)	1309	3,8	1,475	1932	5,6
Nedbør- avløpsmodell	PQRUT	1800	5,2	1,481	2666	7,7
Endelig estimat:		1866	5,4	1,478	2759	8,0
Inkludert klimapåslag (20%)		2239	6,5		3310	9,6

Det er valgt å ta utgangspunkt i en gjennomsnittsverdi mellom PQRUT og Forenklet lokal + RFFA-NIFS til estimat av flomstørrelse for begge nedbørsfeltene.

Dimensjonerende 200-årsflom, inkludert 20 % klimapåslaget, for Tenneselvi og «Sørelva» er følgelig fastsatt til henholdsvis $Q_{200+20\%} = 63,1 \text{ m}^3/\text{s}$ og $Q_{200+20\%} = 9,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

3.6. Fordeling av tilsig i Tenneselvi

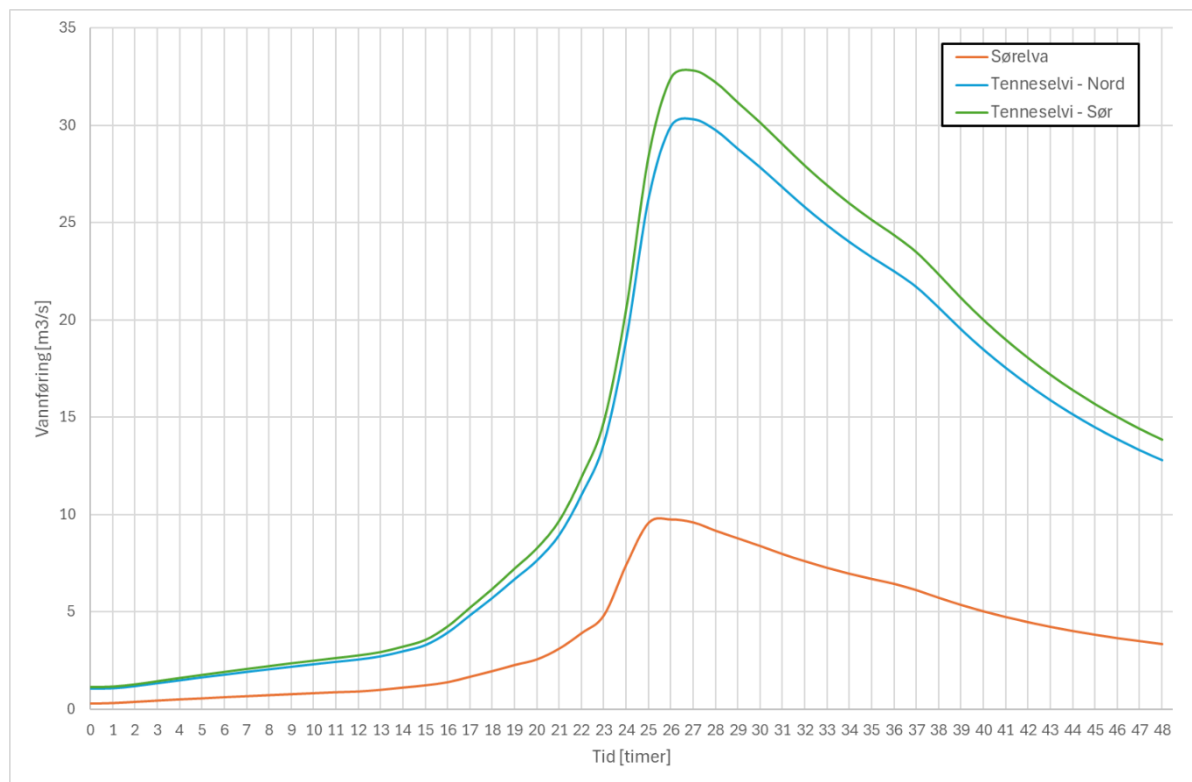
Tenneselvi er forgrenet i to bransjer som slås sammen omtrent 50 m vest for bruene over Fjordavegen. Det er valgt å fordele den totale vannføringen ($63,1 \text{ m}^3/\text{s}$) ved bruk av delfeltareal. Beregnede tilsig er gitt i Tabell 3-15.

Tabell 3-15 Estimert for lokale tilsig basert på beregnet spesifikk flomvannføring og delfeltareal.

Delfelt	Feltareal		$q_{200+20\%}$ [l/s·km ²]	$Q_{200+20\%}$ [m ³ /s]	
	[% av tot.]	[km ²]		Lokalt	Akkumulert
Tenneselvi - Nord	47,9	10,16	2978	30,24	30,24
Tenneselvi - Sør	52,1	11,04		32,86	63,1

3.7. Flomforløp

Flomforløpet er valgt ut fra resultatene til PQRUT og skalert til endelige flomverdier (inkl. klimapåslag) vist i avsnitt 3.5. Flomverdier til Tenneselvi er fordelt ihht. Tabell 3-15. Endelige flomforløpene er vist i Figur 3-3.



Figur 3-3 Skalert flomforløp for 200-årsflom inkl. 20% klimapåslag, basert på PQRUT.

4. Hydrauliske beregninger

4.1. Programvare og modelltype

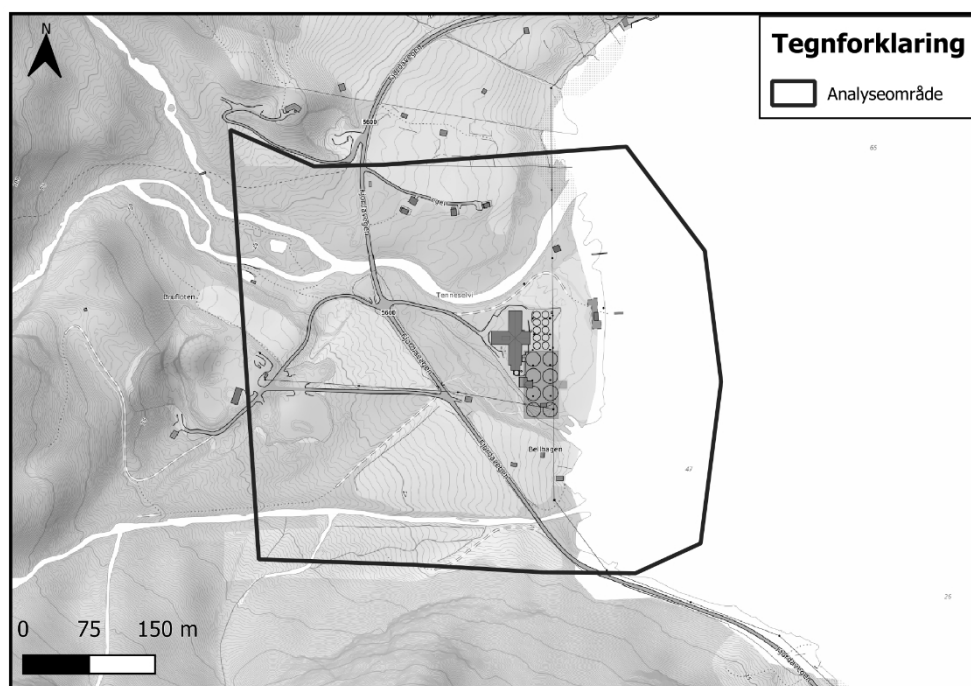
Hydrauliske beregninger er utført med programvaren HEC-RAS versjon 6.6, som er utviklet av United States Army Corps of Engineers. For detaljert informasjon om funksjonaliteter, modelloppbygging og beregningsteori, vises det til brukermanualen til HEC-RAS (HEC, 2025).

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

4.2. Modelloppsett

4.2.1. Analyseområde

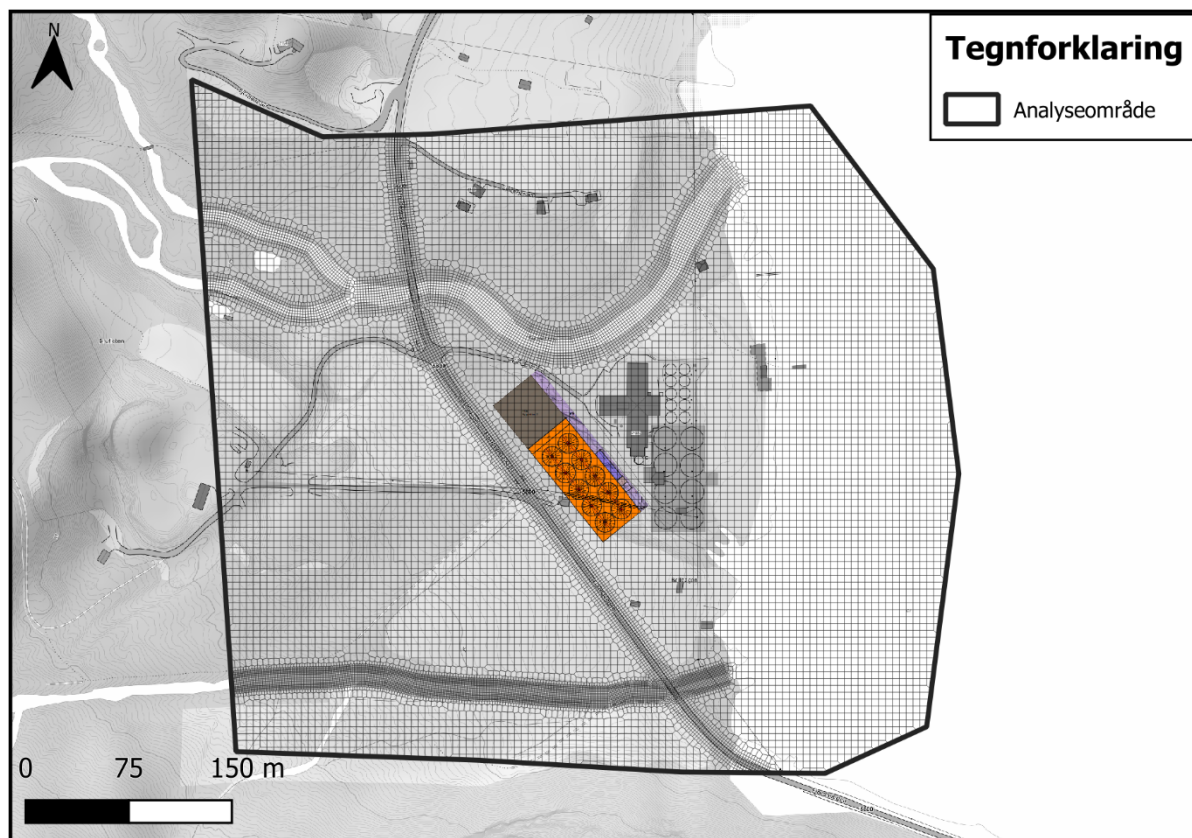
Analyseområdet dekker et areal på omtrent 24 ha, og strekker seg fra 150 m ut i fjorden til 400 m inn mot landet (se Figur 4-1).



Figur 4-1 Kartutsnitt som viser avgrensning av analyseområdet for hydrauliske beregninger.

4.2.2. Beregningsnett

Den hydrauliske modellen baserer seg på et rutenett, hvor det for hver enkelt rute gjøres beregninger. Rutenettstørrelsen er satt til 5 meter i sideterreng, 1 - 2 meter i og rundt elveløp, og 2 meter langs veier (se Figur 4-2). Elveløp og veier er lagt inn som såkalte «breaklines», slik at beregningsrutene blir orientert i riktig retning og strømmingen blir med nøyaktig modellert.



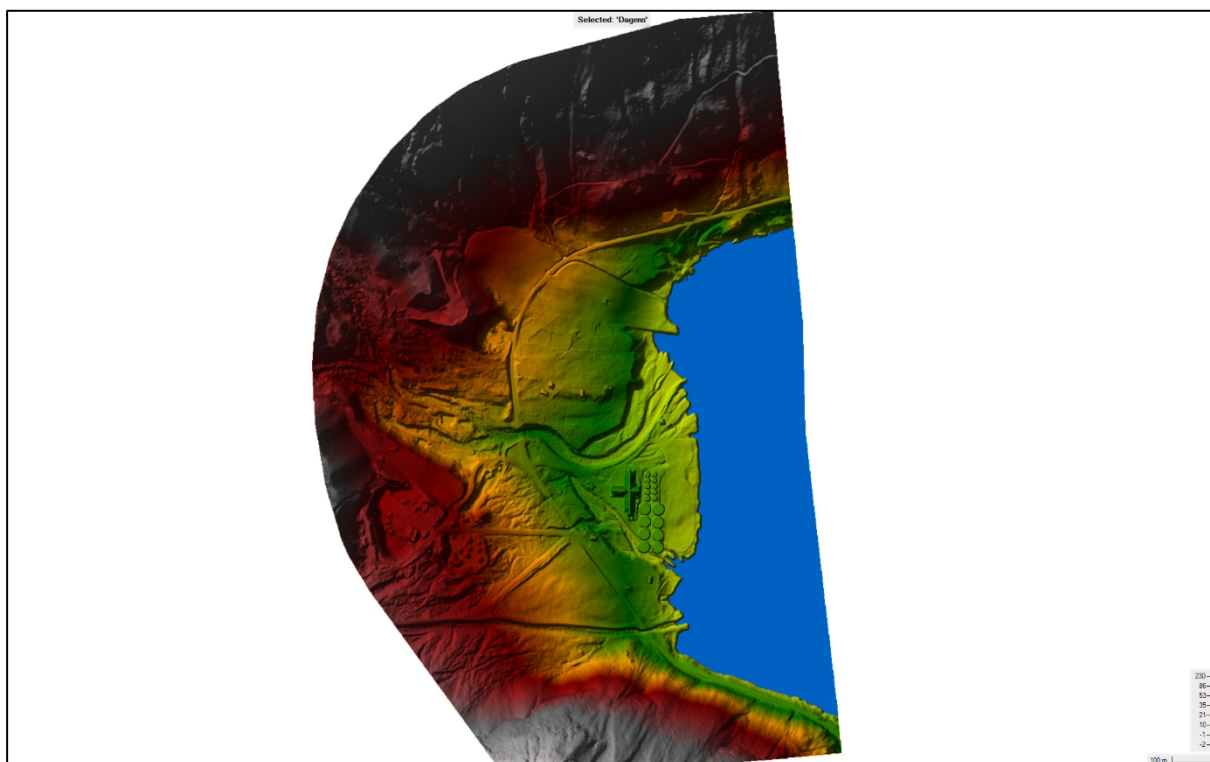
Figur 4-2 Beregningsnett i hydraulisk modell.

4.2.3. Terrengmodell

Det er satt opp en terrengmodell, som er hovedgrunnlaget for de hydrauliske beregningene - se Figur 4-3.

Terrengmodellen er basert på laserdata med 0,25 meters oppløsning (prosjekt NDH Høyanger-Vik 5pkt, dato: 2017), hentet fra Kartverkets forvaltningsløsning Høydedata. Bygninger er lagt inn i modellen, men ikke andre oppstikkende detaljer som trær.

Laserdata har ikke nøyaktige data for terreng under trær og annen tett vegetasjon. Samt under strukturer som broer. Det er blitt utført befaring og innmåling for å kontrollere høyder rundt broer til Tenneselvi og «Sørelva».



Figur 4-3 Terrengmodell som er benyttet i hydrauliske beregninger.

4.2.4. Friksjonsforhold/ruhet

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 tilsvarer høy ruhet.

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

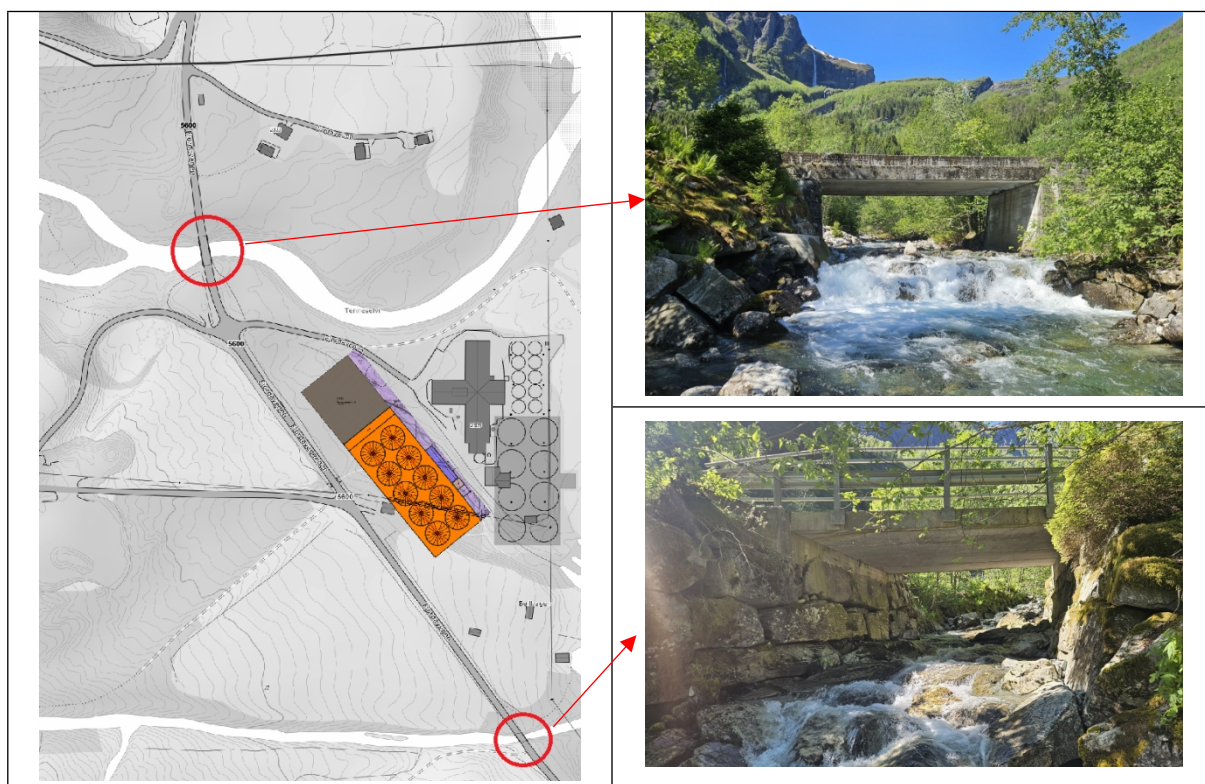
Tabell 4-1 Benyttede ruhetsverdier i hydraulisk modell.

Type overflate	Ruhetsverdi	
	n	$M (=1/n)$
Elveløp, medium store stein	0,05	20
Åpen fastmark og plen	0,045	22,2
Dyrket mark	0,04-0,045	22,2-25,0

Type overflate	Ruhetsverdi	
	n	M (=1/n)
Skog	0,08	12,5
Bebygde områder	0,025	40
Veg	0,02	50

4.2.5. Konstruksjoner i vassdraget

Tenneselvi og «Sørelva» går igjennom broer i analyseområdet - se Figur 4-4.



Figur 4-4 Kart og bilder av vanngjennomløp (broer) i kartlagt område.

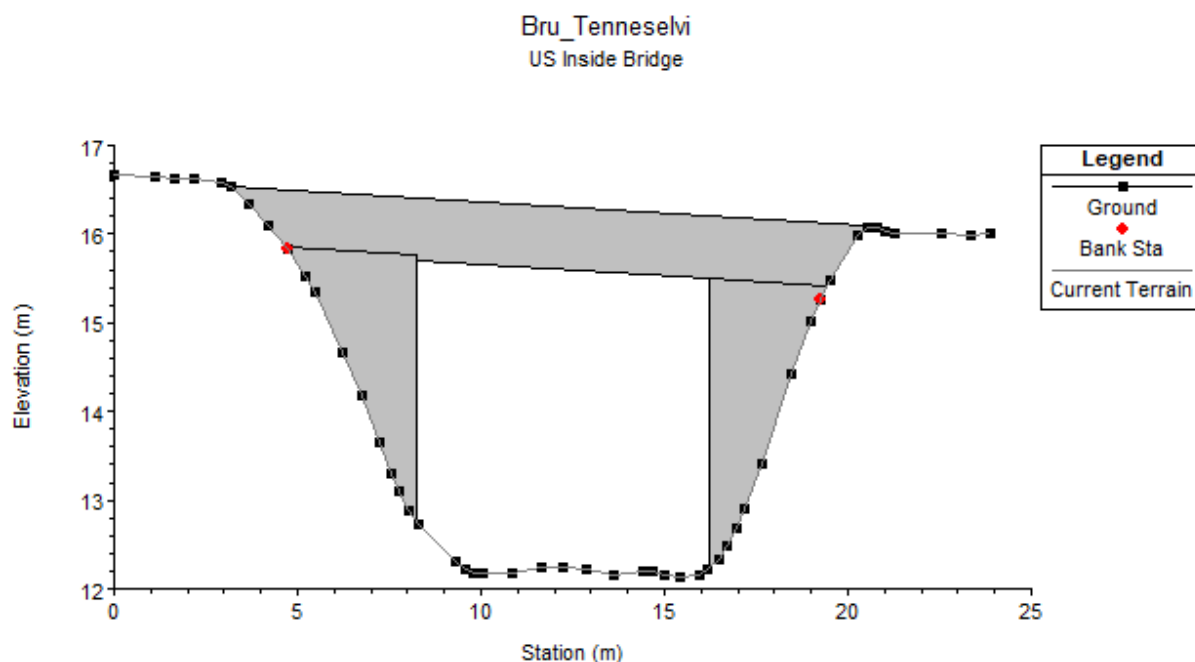
Informasjon om vanngjennomløpene er innhentet fra terrengmålinger under befarings. Målte dimensjoner og høyder for broene er oppsummert i Tabell 4-2.

Tabell 4-2 Innmålinger for broene i analyseområdet

Nr./navn	Lysåpning [m]	Bredde [m]	Høyde [moh.]	
			Underkant	Veg
SVV 14-1233 /Tenneselvi	3,8	8,0	15,8	16,50
Uten nr / «Sørelva»	2,0	5,0	7,9	8,2

Resultatene fra modellen viser at det ikke er behov for å inkludere broene i simuleringene. Begge elvene renner under superkritisk regime ($Fr > 1,0$), og selv under den

dimensjonerende flomhendelsen blir vannstand mye lavere enn brodekket. I tillegg er det besluttet å inkludere broen på Tenneselvi i HEC-RAS for sikkerhetsskyld. Tegning av broen som inkludert i modellen er vist i Figur 4-5.



Figur 4-5. Oppstrøms tverrsnitt av broen på Tenneselvi. Kilde: HEC-RAS

Det er brukt friksjonsverdi for elveløp innenfor «bank-stations» til broen, mens utenfor er det bruk en noe redusert skogs-ruhet ($n = 0,007$). Innsnevring- og ekspansjons koeffisienter til broen er satt til standard verdier på superkritisk strøm på henholdsvis 0,03 og 0,05. Siden vannstand ikke kommer i nærheten av brodekket er det tatt i bruk kun energi-ligninger i modellering av broen.

4.2.6. Grensebetingelser

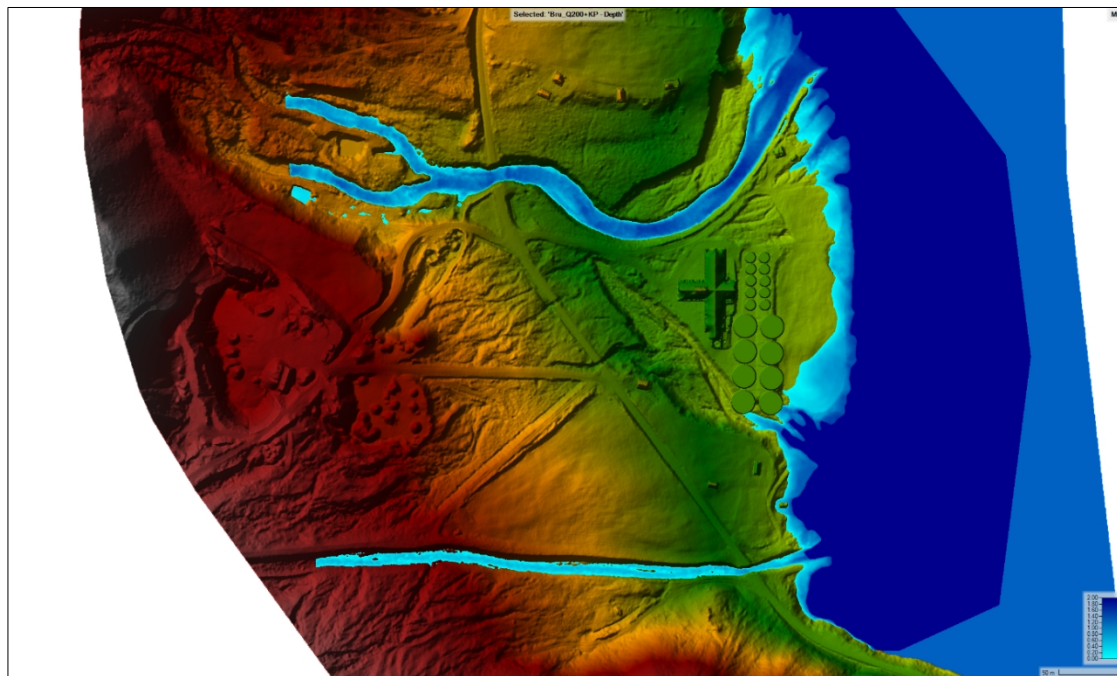
- Innløp; antagelse om normalstrømning med beregnet flomvannføring som øvre grensebetingelse (se kap. 3.7)
- Utløp i sjø; 1-års stormflo inkl. havnivåstigning (ref. *DSBs veileder for havnivåstigning og stormflo*), altså **1,96 moh**, som nedre grensebetingelse (Se Vedlegg 1).

4.2.7. Øvrige modellparametere

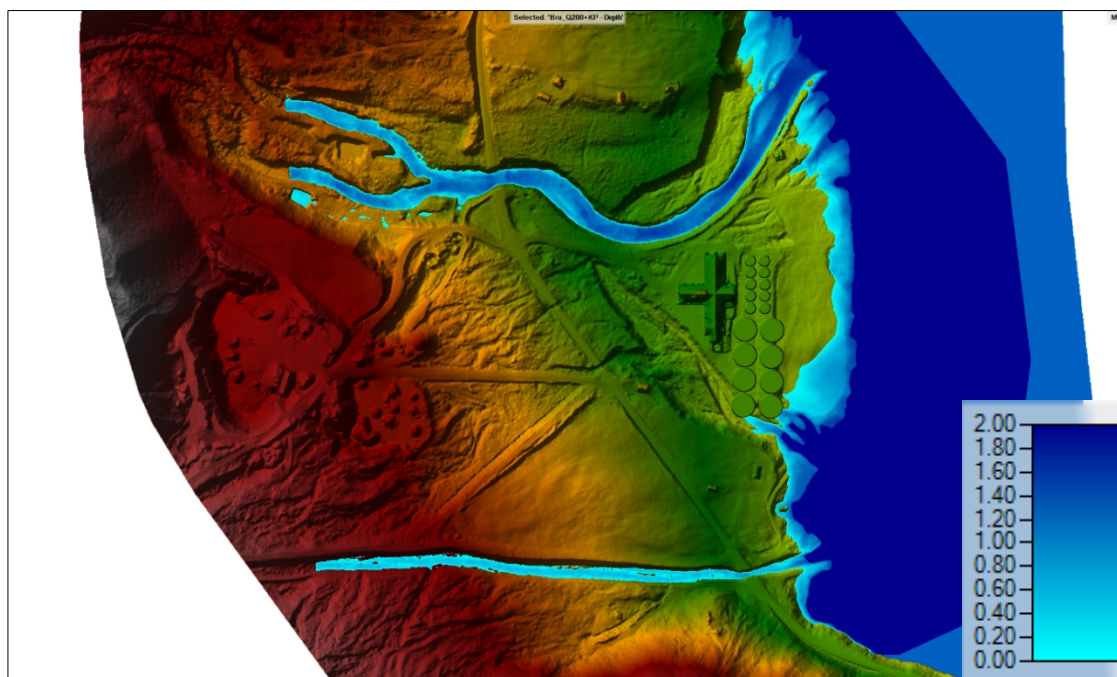
Det er benyttet ligningssettet «Diffusion Wave» til grunnlag for beregningene, og variabel beregningstidsteg mellom 0,163 og 2 sekunder for å beholde et CFL-tall på maks 2,0. Hele flomforløpet på 48 timer/min er modellert (se Figur 3-3).

4.3. Resultater fra hydraulisk beregning

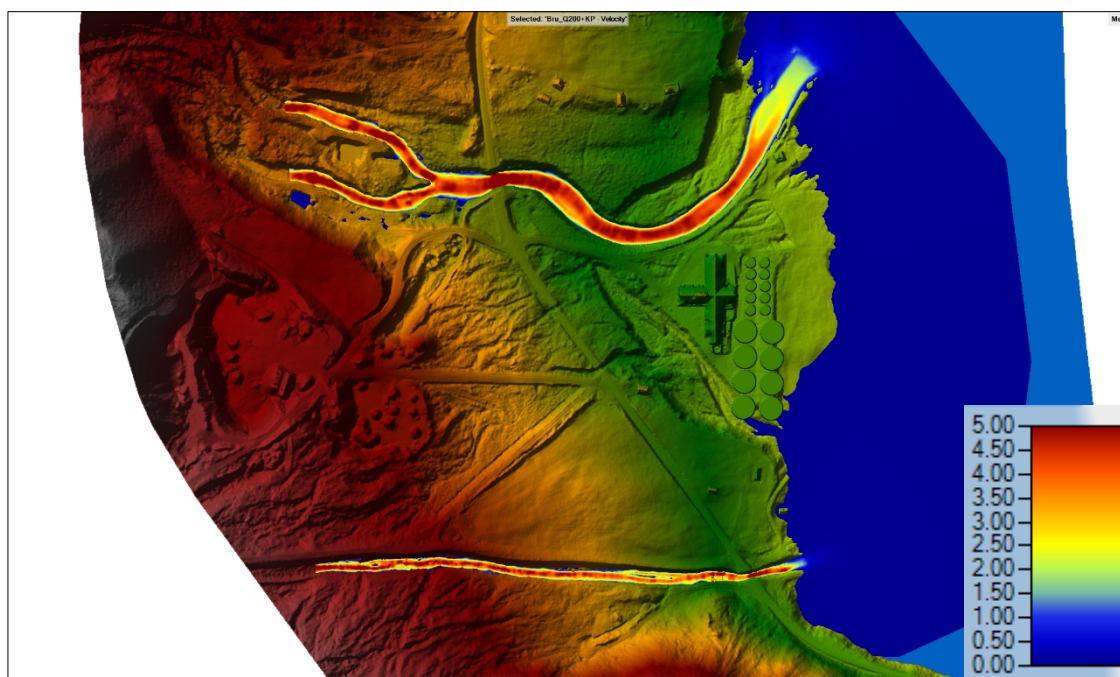
Utbredelse av flomsituasjonen ved klimajustert 200-årsflom vises i



Figur 4-6, mens hastighetsforhold vises i Figur 4-7.



Figur 4-6 Dybdeplott for 200-årsflom inkl. 20% klimapåslag.



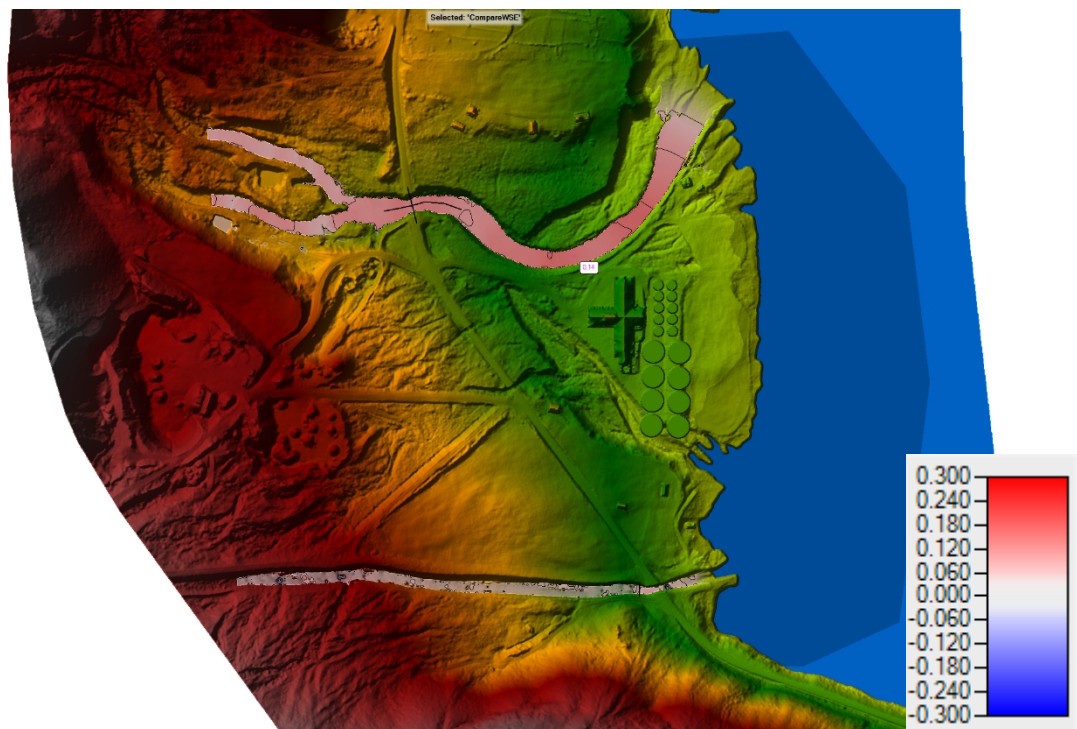
Figur 4-7 Hastighetsplott for 200-årsflom inkl. 20% klimapåslag.

Modellen viser at elvene forblir i sine elveløp selv under den dimensjonerende flomsituasjonen. Vannstand like ved broene holder seg vel under 1 m pga. høy strømningshastighet (superkritisk regime).

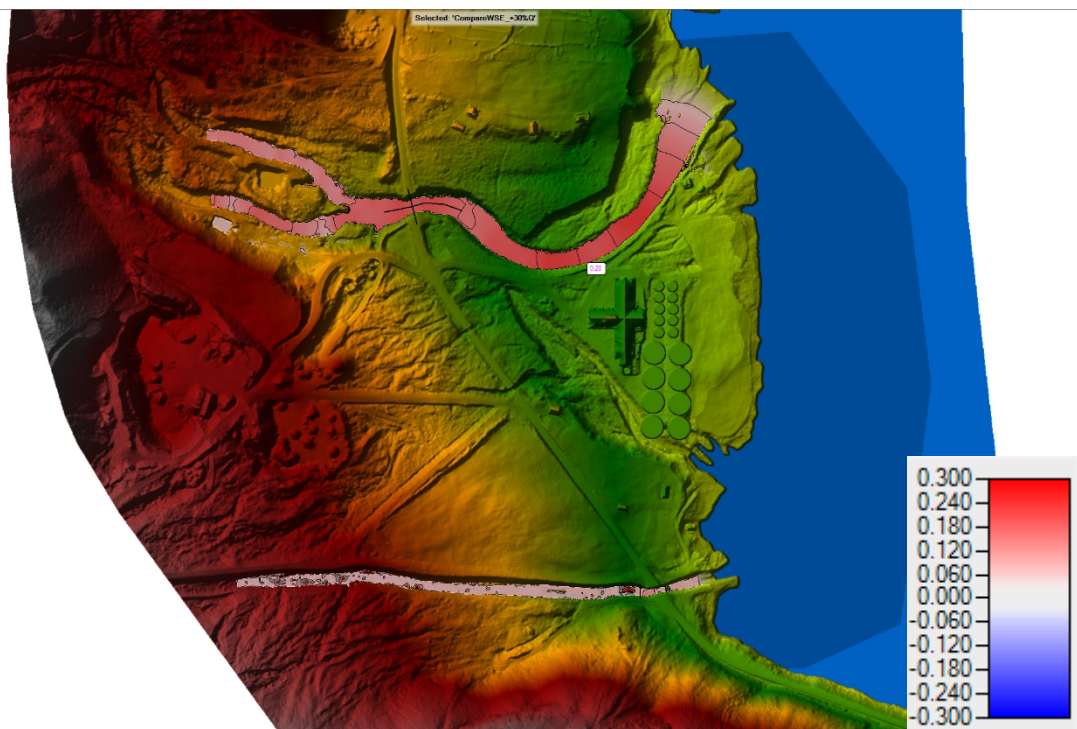
4.4. Følsomhetsanalyser

For å kunne kalibrere en modell, må det finnes samtidige målinger av vannstand og vannføring i det aktuelle vassdraget. Dette finnes ikke for verken Tenneselvi eller «Sørelva». 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 +30%.

Resultatene fra analysen er vist i Figur 4-8 og Figur 4-9. Økningen i ruhet gir en gjennomsnittlig og maksimal vannstandsøkning i elveløpet på henholdsvis +10 og +15 cm. Ved prosjektområdet, ligger økningen på +13 cm. Økningen i vannføring gir noe større endring - gjennomsnittlig og maksimal endring er +20 og +23 cm, mens ved planområde er den +20 cm. Altså er modellen noe mer følsom for endringer i vannføring sammenlignet med ruhet. Økningen i flomvannstand gir en minimal endring i utbredelsen av flommen.



Figur 4-8 Resultater fra følsomhetsanalyser, det ruhet er økt med +20%.



Figur 4-9 Resultater fra følsomhetsanalyser, det vannføring er økt med +30%.

5. Klassifisering, sikkerhetspåslag og flomsonekart

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 NVEs veileder 3/2022 – se Tabell 5-1 til Tabell 5-3.

Flomberegninger er basert på nærliggende målestasjoner, hvor minst én stasjon ligger i samme vassdrag som elvene. Stasjoner i vassdrag har relativ bra serielengde, og det er derfor vurdert at flomberegningene havner i **klasse 3**.

Modellen er ikke kalibrert mot en målt vannlinjen og dermed skulle den klassifiseres i klasse E. Samtidig står NVEs veileder åpen for at utførende kan sette modellen ned én klasse basert på fagmessige vurderinger. Følsomhetsanalysen viser endringer i vannstand som er mindre enn 30 cm. Der er derfor vurdert at den hydrauliske modellen kan klassifiseres i **klasse D**. Øvrig modellering av flomstørrelse med det høyeste sikkerhetspåslaget (60 %) viser at elven ikke går ut av elveløpet.

Klasse 3 for flomberegninger, og klasse D for hydraulisk modell, tilsier at det skal benyttes et **sikkerhetspåslag på 40%**.

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.

Klasse	Klassifiseringskriterier
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).

Klassifisering av hydraulisk modell		Sikkerhetspåslag			
	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.

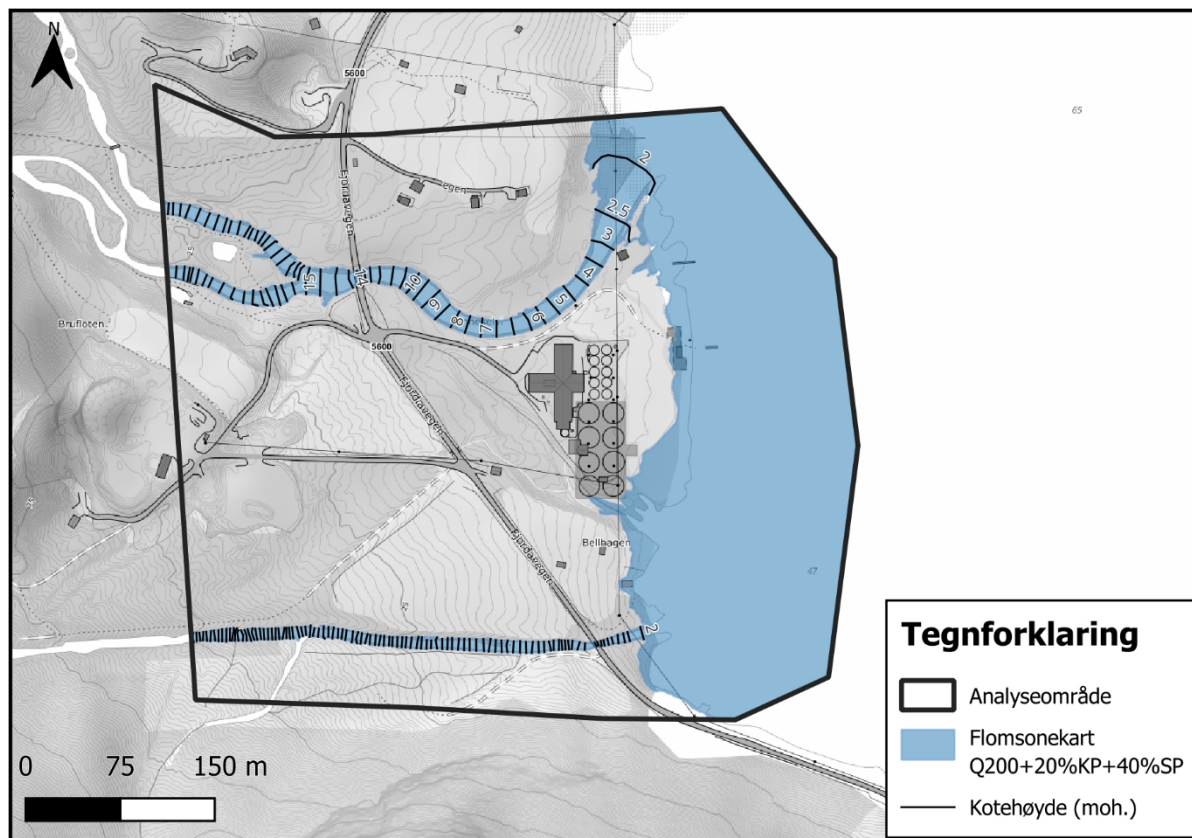
Den hydrauliske modellen (se kapittel 4) er kjørt for en flomsikker vannføring, tilsvarende dimensjonerende flomvannføring (200-årsflom inkl. 20% klimapåslag), pluss et sikkerhetspåslag på 40%. De forskjellige vannføringene er oppsummert i Tabell 5-4.

Tabell 5-4 Oppsummering av verdier for 200-årsflom, inkludert klima og sikkerhetspåslag.

Flomsituasjoner		Vannføring [m ³ /s]
Dagens situasjon:	200-årsflom	
	Tenneselvi	52,6
	«Sørelva»	8,0
Dimensjonerende situasjon:	200-årsflom inkl. 20% klima	
	Tenneselvi	63,1
	«Sørelva»	9,6
Flomsikker situasjon:	200-årsflom inkl. 20% klima og 40% sikkerhetspåslag	
	Tenneselvi	88,3
	«Sørelva»	13,4

Basert på disse resultatene, er det generert kart i GIS som viser flomsikker sone og flomsikre nivåer i form av koter. Dette er gitt i papirformat A1 som Vedlegg 2. Flomsonen er presentert i et mindre format i Figur 5-1.

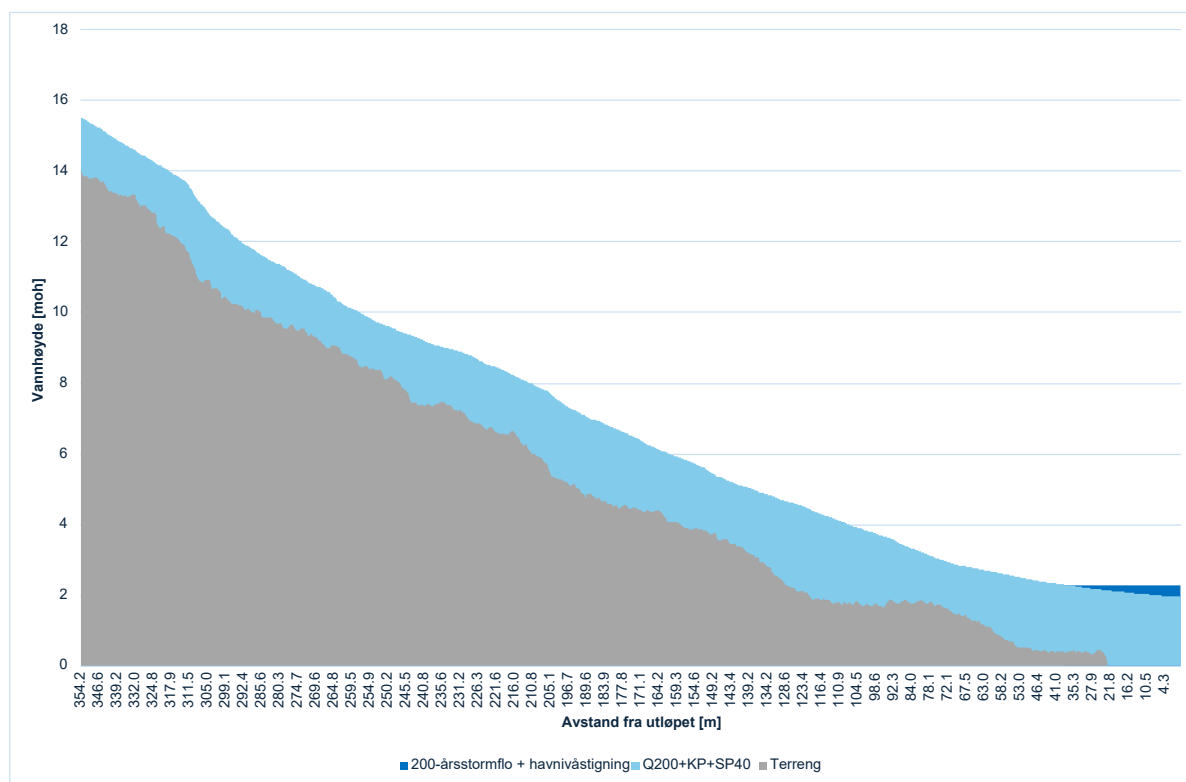
Resultatene viser at både Tenneselvi og «Sørelva» forblir i sine løp under den dimensjonerende flomhendelse. Dette vil si at planlagt utbyggingsområdet ikke er utsatt for flomfare fra elveflom.



Figur 5-1 Flomsone ved 200-årsflom inkl. 20% klimapåslag, med sikkerhetspåslag (40%). Inkl. 1-årsflom i fremtidens klima. Større flomsonekart er gitt i Vedlegg 2.

5.2.1. Flomfare ved utslipp i sjø

Siden tomten ligger ved kystlinjen, er det viktig å avklare til hvilken grad er det elveflom eller flom fra stormflo + havnivåstigning som er dominerende langs vassdraget. Analysen med en såkalt «lokkmetoden» er vist i Figur 5-2, og tyder på at 200-års stormflo + havnivåstigning er kun dominerende i de første 35 m inn fra utløp til Tenneselvi. Man kan konkludere at det er stort sett elveflom som er skaper flomfare i vassdraget.

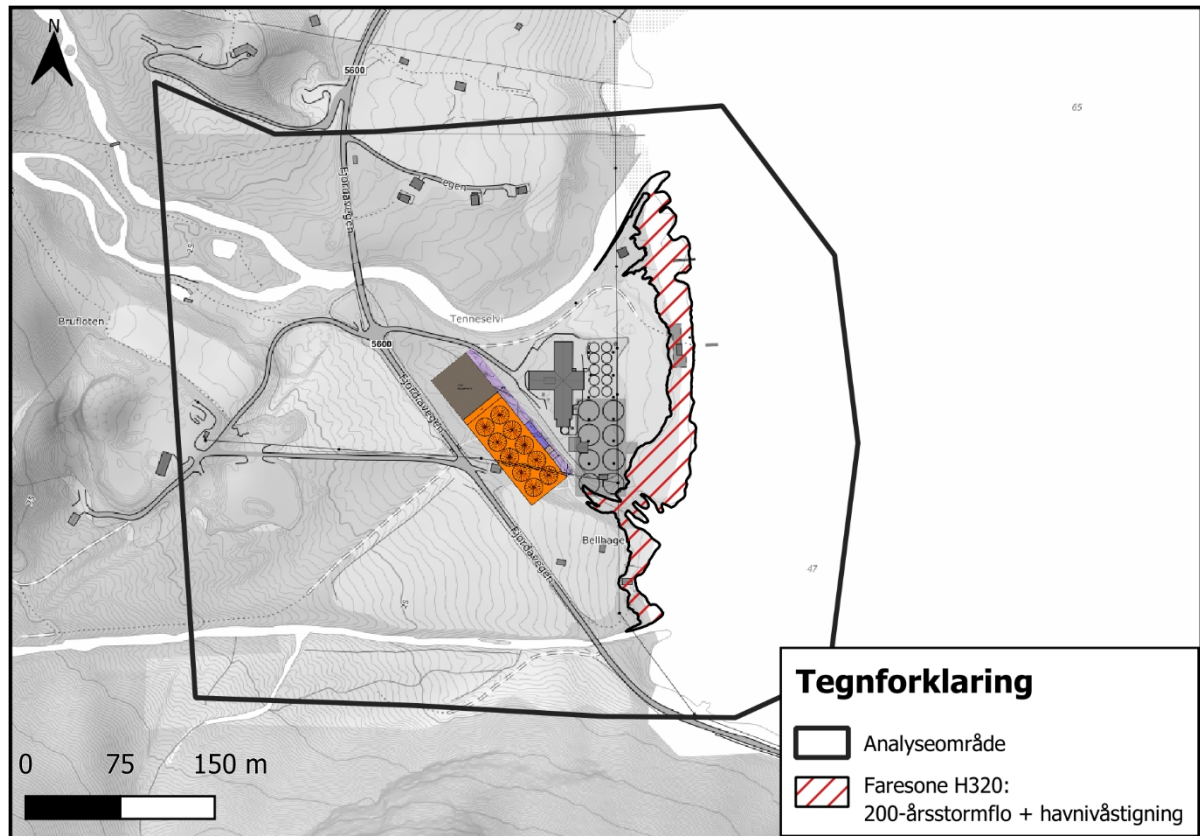


Figur 5-2. Lokkmetoden til Tenneselvi. Stormflo er dominerende kun i de første 35 m fra utløpet.

5.3. Faresone for 200-års stormflo

I tillegg til elveflom, er det også kartlagt faresone for 200-års stormflo + havnivåstigning. Vannstanden ved denne stormfloen ligger på kt. 2,3 moh. Flomutsatt området vises i Figur 5-3.

Flomsonen viser at et areal på omtrent 1 ha på tomten blir oversvømt under den ekstreme stormflohendelsen. Dette påvirker stor sett den mindre kaien som finnes øst for settefiskanlegget. Sørliggende del av dagens anlegg havner innenfor flomsonen, men den underliggende terrengmodellen inkluderer ikke opprustning av anlegget som ble gjennomført i 2021. Dermed antas det at gulvnivået på eksisterende anlegg ligger høyere enn kt. 2,3 moh. Det nye settefiskanlegget havner utenfor faresonen for stormflo.



Figur 5-3. Flomutsatt område for 200-årsflom, inkl. havnivåstigning i 2100, etter SSP 3.7-0.

6. Konklusjon og anbefalinger

Flomsonekartleggingen av tomt til Firda Settefiskanlegg Arnafjord AS i Vik på Vestlandet viser at den planlagte utvidelsen av settefiskanlegget mot vest/sørvest **ikke** er utsatt for flomfare fra verken elveflom eller stormflo gitt sikkerhetsklasse F2 i TEK17 §7-2.

Det anbefales at det nye anlegget etableres med minst gulvnivå på **kote 2,7 moh** for å oppfylle krav til sikker byggegrunn i pbl §28-1.

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.
- **DSB** (2025). *Havnivåstigning og stormflo*. DSB-veileder.
- **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** (2025). *Veileder for flomberegninger*. NVE veileder 1/2025.
- **NVE** (2022). *Sikkerhet mot flom – Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak*. NVE veileder 3/2022.
- **Ryalen, P. C., Orvedal, K. (red)** (2015). *Flom og stormflo*. NVE rapport 83/2015.

Databaser og verktøy:

- **Høydedata** (mai, 2025). Hentet fra <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>
- **NVE karttjenester** (juni, 2025). NVE. Hentet fra <https://kartkatalog.nve.no/#kart>
- **PQRout** (juni, 2025). NVE. Hentet fra <http://pqrout.nve.no/#/T/1>
- **Se havnivå** (juni, 2025). Kartverket. Hentet fra <https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva>
- **Seriekart** (juni, 2025). NVE. Hentet fra <https://seriekart.nve.no/>

Vedlegg

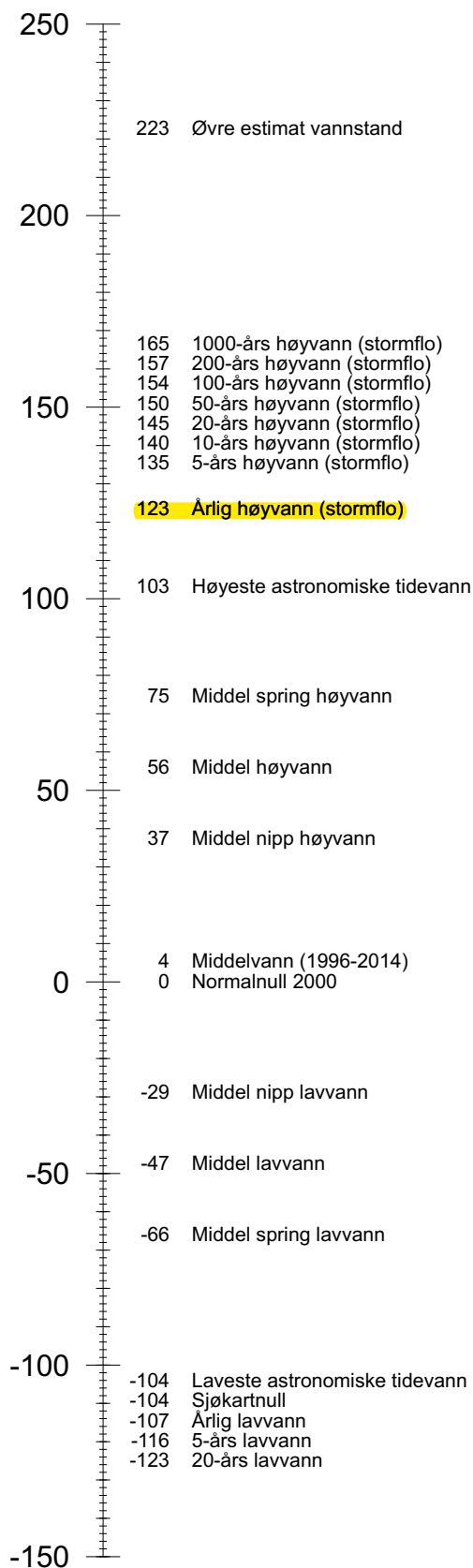
Vedlegg 1 Vannstandsrapport «Sehavnivå»

N61°2,9' E6°24,7'

Nivåskisse

N61°2,9' E6°24,7'

Nivå knyttet til tidevann er hentet fra Bergen, justert med faktor 1,14.



Høyder er i cm over Normalnull 2000 som er nullnivå i det norske offisielle høydesystemet NN2000. Datagrunnlag sist endret: 8. februar 2023. Lastet ned: 10. juni 2025.

Øvre estimat vannstand

Øvre estimat vannstand er kombinasjonen av det høyeste tidevannet (HAT) og et sjelden høyt værbidrag forventent en gang per 1000 år.

Høy-/lavvann med gjentakintervall

Statistiske beregninger av hvor hyppig et ekstremt høy-/lavvann av en viss størrelse vil opptre. I gjennomsnitt når høy-/lavvannet dette nivået en gang i løpet av gjentakintervallet. Eksempel: et ekstremt høyvann med 50 års gjentakintervall vil i gjennomsnitt opptre en gang per 50 år. Gjentakintervall kalles også returperiode.

Høyeste astronomiske tidevann

Høyeste mulige vannstand uten værrets virkning, det vil si uten påvirkning fra blant annet vind, lufttrykk og temperatur. I praksis bestemmes HAT ved å lage tidevannstabeller for 19 år og plukke ut det høyeste tidevannet. Tidevannet har blant annet en periode på 18,6 år.

Middel spring høyvann

Gjennomsnittet av observerte høyvann i tiden omkring ny- eller fullmåne (springperiode). I praksis brukes harmoniske konstanter som en tilnærming. I tiden omkring ny- eller fullmåne vil tidevannsamplitudene øke siden tidevannskreftene fra sol og måne virker i samme retning. Dette fører til høyere høyvann enn ellers.

Middel høyvann

Gjennomsnittet av alle observerte høyvann i en periode på 19 år. Kartverket bruker middelvann pluss amplituden til den harmoniske konstituenten M2 som en god tilnærming.

Middel nipp høyvann

Gjennomsnittet av observerte høyvann i tiden omkring halvmåne (nipperiode). I praksis brukes harmoniske konstanter som en tilnærming. Ved halvmåne, når månen er i første eller tredje kvarter, vil tidevannsamplituden bli mindre siden tidevannskreftene fra sol og måne motvirker hverandre. Dette fører til lavere høyvann enn ellers.

Middelvann (1996-2014)

Gjennomsnittlig høyde av sjøens overflate på et sted over en periode på 19 år. Middelvann beregnes som gjennomsnittet av vannstandsobservasjoner foretatt med faste tidsintervall - fortrinnsvis over en periode på 19 år. Dagens middelvann er beregnet over perioden 1996-2014.

Normalnull 2000

Nullnivå i det norske offisielle høydesystemet NN2000

Middel nipp lavvann

Gjennomsnittet av observerte lavvann i tiden omkring halvmåne (nipperiode). I praksis brukes harmoniske konstanter som en tilnærming. Ved halvmåne, når månen er i første eller tredje kvarter, vil tidevannsamplituden bli mindre siden tidevannskreftene fra sol og måne motvirker hverandre. Dette fører til høyere lavvann enn ellers.

Middel lavvann

Gjennomsnittet av alle observerte lavvann i en periode på 19 år. Kartverket bruker middelvann minus amplituden til den harmoniske konstituenten M2 som en god tilnærming.

Middel spring lavvann

Gjennomsnittet av observerte lavvann omkring ny- eller fullmåne (springperiode). I praksis brukes harmoniske konstanter som en tilnærming. I tiden omkring ny- eller fullmåne vil tidevannsamplitudene øke siden tidevannskreftene fra sol og måne virker i samme retning. Dette fører til lavere lavvann enn ellers.

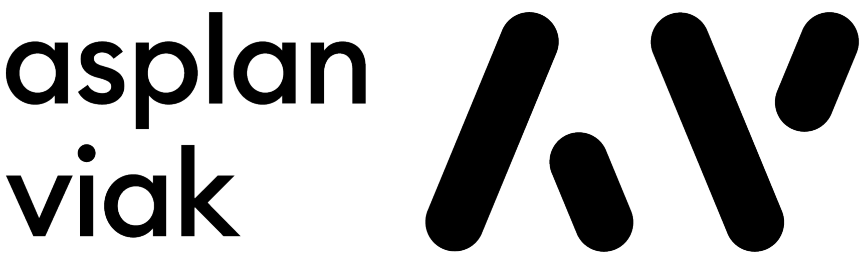
Laveste astronomiske tidevann

Laveste mulige vannstand under midlere meteorologiske forhold, det vil si uten påvirkning fra blant annet vind, lufttrykk og temperatur. I praksis bestemmes LAT ved å lage tidevannstabeller for 19 år og plukke ut det laveste tidevannet. Tidevannet har blant annet en periode på 18,6 år.

Sjøkartnull

Nullnivå for dybder i sjøkart og høyder i tidevannstabellen. Sjøkartnull er fra 1. januar 2000 lagt til laveste astronomiske tidevann (LAT). Langs Sørlandskysten og i Oslofjorden er tidevannsvariasjonene små i forhold til værrets virkning på vannstanden (vind, lufttrykk og temperatur). Sjøkartnull er derfor av sikkerhetsmessige grunner lagt 20 cm lavere enn LAT langs kysten fra svenskegrensen til Utsira og 30 cm lavere enn LAT i indre Oslofjord (innenfor Drøbaksundet).

Vedlegg 2 Flomsonekart



Flomsonekartlegging

Firda Settefiskanlegg
Arnafjorden AS - Utvidelse

200 årsflom, inkl. 20%KP og
40%SP

Tegnforklaring

- Analyseomraade
 - Kotelinje for vannstand (moh.)
 - Flomsonekart: Q200+20KP+40SP
- Bakgrunnskart:
Topografisk norgeskart (gråtone)

Kommentarer:

- Øvre grensebetingelser:
Normalstrømmning
- Nedre grensebetingelse: 1-årsstormflo
inkl. havnivåstigning = 1.96 moh.

Oppdragsnummer: 650694-01
Oppdragsgiver: Firda Settefiskanlegg
Arnafjorden AS
Dato: 24.Jun.2025
Utarbeidet av: MCF
Oppdragsleder: MCF

Målestokk: 1 : 1000
ETRS89 / UTM zone 32N

