

Oppdragsgiver	Navn Structor Lillehammer AS	Kontaktperson Harald Snipen
Oppdrag	Nummer og navn 20268 Segalstad Bru	Oppdragsleder Lars Staver Eid
Dokument	Nummer 20268-02-2 Utført av Petter Reinemo/Ragnhild Hammeren	Dato 2026-02-11 Kontrollert av Ragnhild Hammeren/ Petter Reinemo

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
2	2026-02-17	PR	RH	Utfyllende beskrivelser og reduserte henvisninger
1	2026-02-11	PR/RH	RH/PR	Original

## Flomfarevurdering for Segalstad bru

### Sammendrag

Det arbeides med en reguleringsplan for Q-meieriet Segalstad bru i Gausdal kommune. Kartleggingsområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for flom der Gausa utgjør en potensiell flomfare. Skred AS har derfor utført en flomfarevurdering iht. NVEs veileder *Sikkerhet mot flom – Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak*. Vurderingen er gjort iht. TEK 17 § 7-2 for sikkerhetsklasse F2 (fremtidig 200-årsflom).

Dimensjonerende 200-årsflom inkludert 20 % klimapåslag er beregnet til 142 m<sup>3</sup>/s for Gausa. Vi har etablert en hydraulisk modell av Gausa med omliggende områder.

Vi har tegnet faresoner for sikkerhetsklasse F2 i kartleggingsområdet som viser utstrekning av dimensjonerende flom. Ved utbygging innenfor faresonene anbefaler vi å benytte et sikkerhetspåslag på 0,4 meter.

Det er planlagt en utfylling sør for elveløpet som ligger innenfor deler av faresonen for flom. Fyllingen sin påvirkning på flomfaren for nærliggende områder er undersøkt, der det er tatt utgangspunkt i at en kantsone på minimum 6 meter beholdes uberørt. Fyllingen vil påvirke nærliggende områder marginalt, der vannstand kan øke opp mot 5 cm ved dimensjonerende flom.

I henhold til krav i TEK17 §7-2 (4) skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Den planlagte utfyllingen må sikres tilstrekkelig mot erosjon, fortrinnsvis med naturbaserte løsninger der belastningen tillater det.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Regelverk og krav</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Metode og data</b> .....	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Flomberegning</b> .....	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>Hydrauliske beregninger</b> .....	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>Resultater og konklusjon</b> .....	<b>25</b>
<b>7</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>27</b>

# 1 Innledning

## 1.1 Forord

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17 §7-2) stiller krav til sikkerhet mot naturfare. For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspliktig eller ikke, må det derfor dokumenteres at tilstrekkelig sikkerhet mot flomfare vil bli oppnådd i henhold til disse sikkerhetskravene.

Denne utredningen er utført av fagkyndig personell og følger NVEs veileder *Sikkerhet mot flom – Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak* (NVE, 2022) og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

## 1.2 Bakgrunn

Det arbeides med en reguleringsplan for Q-meieriet Segalstad bru i Gausdal kommune. Kartleggingsområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for flom der Gausa utgjør en potensiell flomfare. Det er tidligere både blitt utført en flomfarevurdering av området (av Asplan Viak i 2017) samt sett på mulighet for å flytte deler av elveløpet for å frigi arealer til næringsformål. Det er nå avklart at elveløpet ikke kan flyttes og at man ønsker å legge til rette for ny næring på sørsiden av elva fremfor nordsiden som tidligere har vært planlagt.

Det ønskes derfor en oppdatert detaljert flomfarevurdering etter gjeldene regelverk og veiledere.

## 1.3 Mål

Oppdraget omfatter vurdering av flomfare i henhold til TEK 17 § 7-2 for følgende sikkerhetsklasse med tilhørende årlig sannsynlighet: F2 (1/200).

I tillegg skal påvirkning på nærliggende områder dokumenteres i tråd med krav i TEK 17 §7-1 (2).



## 1.5 Forbehold

Flomvurderinger er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik det fremsto på vurderingstidspunktet. Hvis terreng eller vegetasjon endres betydelig, kan det ha betydning for flomforholdene. Det kan innbefatte fysiske endringer i vassdraget eller endring i klimaframskrivninger. Da anbefales det å utføre en ny vurdering.

Informasjon om tidligere flomhendelser er viktige for vurderingene. Dersom det kommer mer informasjon om tidligere hendelser (spesielt vannføringsmålinger), bør det tas med i betraktningene.

Resultatene som fremkommer av rapporten gjelder kun for det definerte kartleggingsområdet og kan ikke benyttes direkte til vurdering av flomfare for andre nærliggende områder.

## 2 Regelverk og krav

### 2.1 Lovverket

Plan- og bygningsloven § 28-1 stiller krav om tilstrekkelig sikkerhet mot fare for nybygg og tilbygg:

*«Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.»*

### 2.2 Krav til sikkerhet mot flom i TEK17

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-2 definerer krav til sikkerhet mot flom og stormflo for nybygg. Paragrafen gjelder for saktevoksende flommer som normalt ikke medfører fare for menneskeliv. Sannsynligheten i Tabell 1 angir største årlige sannsynligheten for flom. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres i henhold til aktuell sikkerhetsklasse. I veilederen til TEK17 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for flom (Direktoratet for byggkvalitet, 2023).

*Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023).*

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet	Preaksepterte ytelser
F1	Liten	1/20	Garasje, lager og andre bygg med lite personopphold.
F2	Middels	1/200	Boliger, fritidsboliger, arbeidsplasser og andre bygg beregnet for personopphold.
F3	Stor	1/1000	Sårbare samfunnsfunksjoner som sykehjem, beredskap eller kritisk infrastruktur, eller stor forurensningsfare som avfallsdeponi.

I paragrafens fjerde ledd er det gitt at byggverk skal plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Avstanden til erosjonsutsatt elvekant bør være minst like stor som høyden på elvekanten og ikke under 20 meter. Dersom vassdraget sikres mot erosjon kan avstanden være mindre.

I TEK 17 §7-1 andre ledd stiller krav om at tiltak skal prosjekteres og utføres slik at byggverk, byggegrunn og tilstøtende terreng ikke utsettes for fare for skade eller vesentlig ulempe som følge av tiltaket.

### 2.3 Kommuneplan

I bestemmelsene til Gausdal kommune sin kommuneplan arealdel (2020 – 2032) stilles det blant annet krav relatert til flomfare og kantvegetasjon.

I bestemmelse 1.6 er det gitt krav om flomfarevurdering der det foreligger aktsomhetssoner for potensiell flomfare.

I henhold til bestemmelse 5.1 skal vegetasjon langs elvebredder og i strandsoner bevares. Langs vassdrag skal det opprettholdes et naturlig økologisk fungerende vegetasjonsbelte som ikke noe sted må være mindre enn 6 meter bredt, jfr. vannressurslovens § 11.

#### 2.4 Aktuelle krav

Basert på foregående avsnitt utføres vurderingene med utgangspunkt i følgende krav:

- Det må dokumenteres tilstrekkelig sikkerhet mot flom etter sikkerhetsklasse F2 i TEK 17 §7-2.
- Planens påvirkning på omliggende områder må dokumenteres i tråd med krav i TEK 17 §7-1 (2).
- Det skal opprettholdes et vegetasjonsbelte mot Gausa på minimum 6 meter for å oppfylle krav i vannressurslovens § 11.

## 3 Metode og data

### 3.1 Valg av metode

Vi forventer at Gausa kan utgjøre en reell flomfare for kartleggingsområdet. Vi utfører derfor en detaljert flomfarekartlegging etter veilederen til NVE (2022). Det inkluderer beregning av dimensjonerende vannføring etter aktuell veileder (NVE, 2025), en detaljert hydraulisk modellering av vassdrag med konstruksjoner, samt vurdering hvordan andre vassdragsrelaterte farer kan påvirke faren for flom.

### 3.2 Tidligere utredninger i nærheten

Asplan Viak gjennomførte i 2017 en flomfarevurdering av området med forslag til tiltak (Rapport – Flomsonekartlegging 200-årsflom, Gausa. Dato: 06.11.2017).

I forbindelse med den planlagte elflyttingen, som nå er avklart at ikke blir gjennomført, utførte Skred AS et forprosjekt av elveomleggingen som blant annet inkluderte etablering av en detaljert hydraulisk 2D-modell for å verifisere tiltakene (Skred AS rapport 20268-01-4, siste versjon datert 28.02.2025).

### 3.3 Observerte flommer og kalibreringsdata

Registreringer vi gjorde under «Hans» i august 2023 er benyttet til å verifisere den hydrauliske modellen og resultatene i Gausa på den aktuelle strekningen. Da det ikke finnes samtidige vannstands- og vannføringsmålinger, er grunnlaget fra «Hans» ikke tilstrekkelig for detaljert kalibrering. Det vises til avsnitt 5.3 for beskrivelse av registreringene fra «Hans» og verifikasjon av modellen.

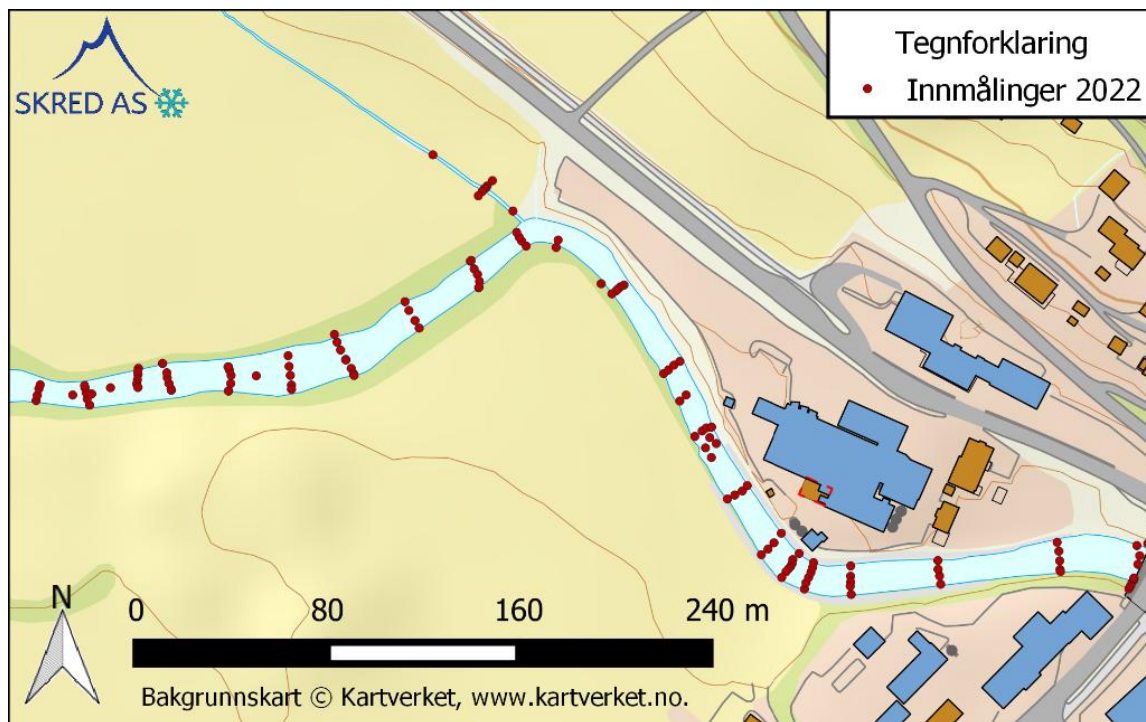
### 3.4 Befaring

Befaring av området og elveløp inkludert oppmåling av tverrprofiler ble utført høsten 2022 av Lars Staver Eid, Skred AS.

### 3.5 Terrengdata

Laserdata fra datasettet «Lillehammerregionen 5pkt 2019» er benyttet som terrenggrunnlag, hentet fra hoydedata.no. Terrengdataene er sammenlignet med resultater fra siste laserskanning «Innlandet laser 2023», der det ikke er avdekket terrengendringer som vi vurderer vil påvirke resultatene nevneverdig.

Datasettet inkluderer ikke batymetriske data under vannoverflaten, og vi har utført supplerende innmåling av elvebunn med CPOS GPS i forbindelse med befaring høsten 2022. Innmålte tverrprofiler er vist i Figur 3.



Figur 3: Innmålte tverrprofiler av elvbunn

Alle høyder i rapporten er oppgitt i høydesystem NN2000, med mindre annet er oppgitt.

### 3.6 Beskrivelse av vassdraget og grunnforhold

#### 3.6.1 Elveløp

Gausa ovenfor Segalstad Bru er kanalisert og steinsatt, med godt etablert kantvegetasjon i et belte mot tilstøtende jordbruksareal. Langs meieribygget og ned mot veibro for Vestringveien er det mindre grad av kantvegetasjon.

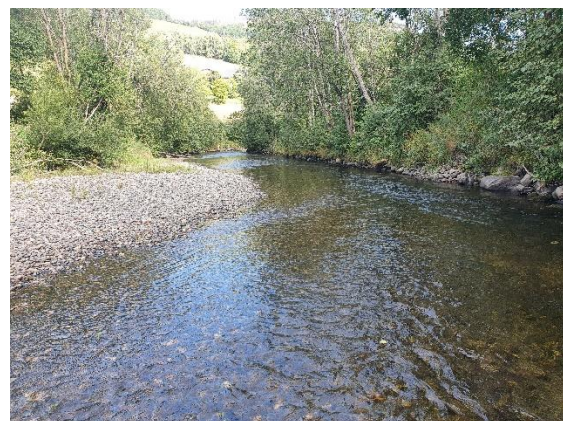
Elveløpet har en slak gradient på rundt 1-2 promille for hele strekningen. Bredden på elveløpet er rundt 9-12 m, med en elveutvidelse på rundt 18 m i øvre del av strekningen. Figur 4 viser ortofoto av dagens elveløp. Figur 5 og Figur 6 viser utvalgte foto tatt ved befaring høsten 2022.



*Figur 4: Dagens elveløp (Norge i Bilder)*



*Figur 5: Venstre: Dronefoto over aktuell strekning. Høyre: Nedre del av elveløp nærmest meieritomta.*



*Figur 6: Venstre: Yttersving av eksisterende elveløp. Finsedimentbunn. Høyre: Elveutvidelse i øvre del av området, dynamisk med elvegrus.*

### 3.6.2 Brukonstruksjon

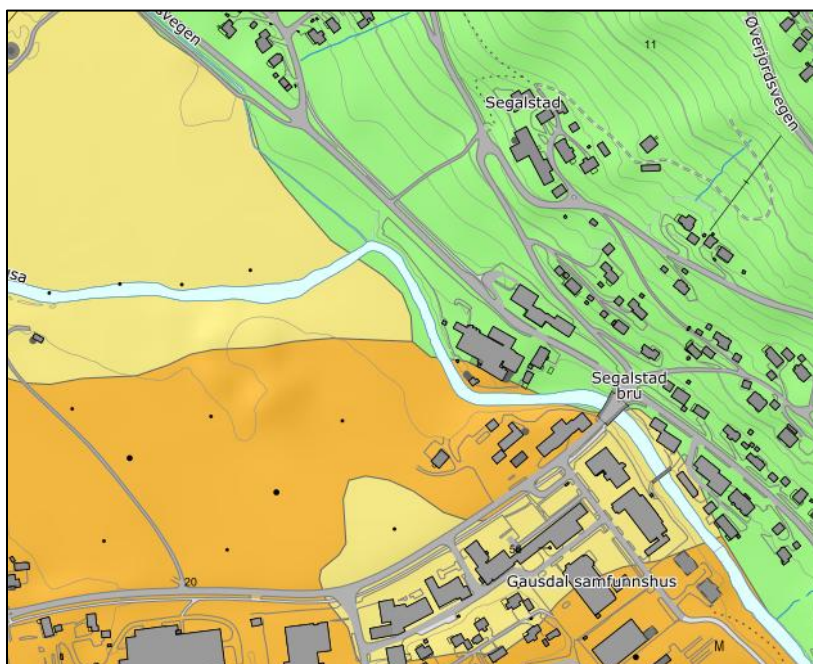
Retten nedstrøms kartleggingsområdet krysser Vestringsvegen Gausa ved en brukonstruksjon i ett spenn. Brua snevrer i liten grad inn hovedløpet. I forbindelse med oppmålingsarbeidet ble det målt opp tverrprofiler ved brua, der terrenngmodellen videre er tilpasset geometrien til bruåpningen. Figur 7 viser et bilde av brua.



Figur 7: Bilde av brua der Vestringsvegen krysser Gausa.

### 3.7 Grunnforhold

Utdrag fra NGUs løsmassekart er vist i Figur 8.



Figur 8: Utdrag fra NGUs løsmassekart

- Gult område: Elve- og bekkeavsetning (Fluvial avsetning)
- Oransje område: Breekvavsetning (Glasifluvial avsetning)
- Grønt område: Morenemateriale, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet

Vi er ikke kjent med grunnundersøkelser i kartleggingsområdet. I NADAG finnes borlogger fra grunnundersøkelser utført av Statens vegvesen i 2006 langs partiet der det ble etablert en midlertidig veg. Det ble her utført dreisondring rundt 3-5 m i løsmasser uten angitt stoppkode.

## 4 Flomberegning

### 4.1 Metode

NVE sin veileder for flomberegninger (NVE, 2025) er lagt til grunn for beregning av dimensjonerende flommer.

### 4.2 Beskrivelse av nedbørfelt

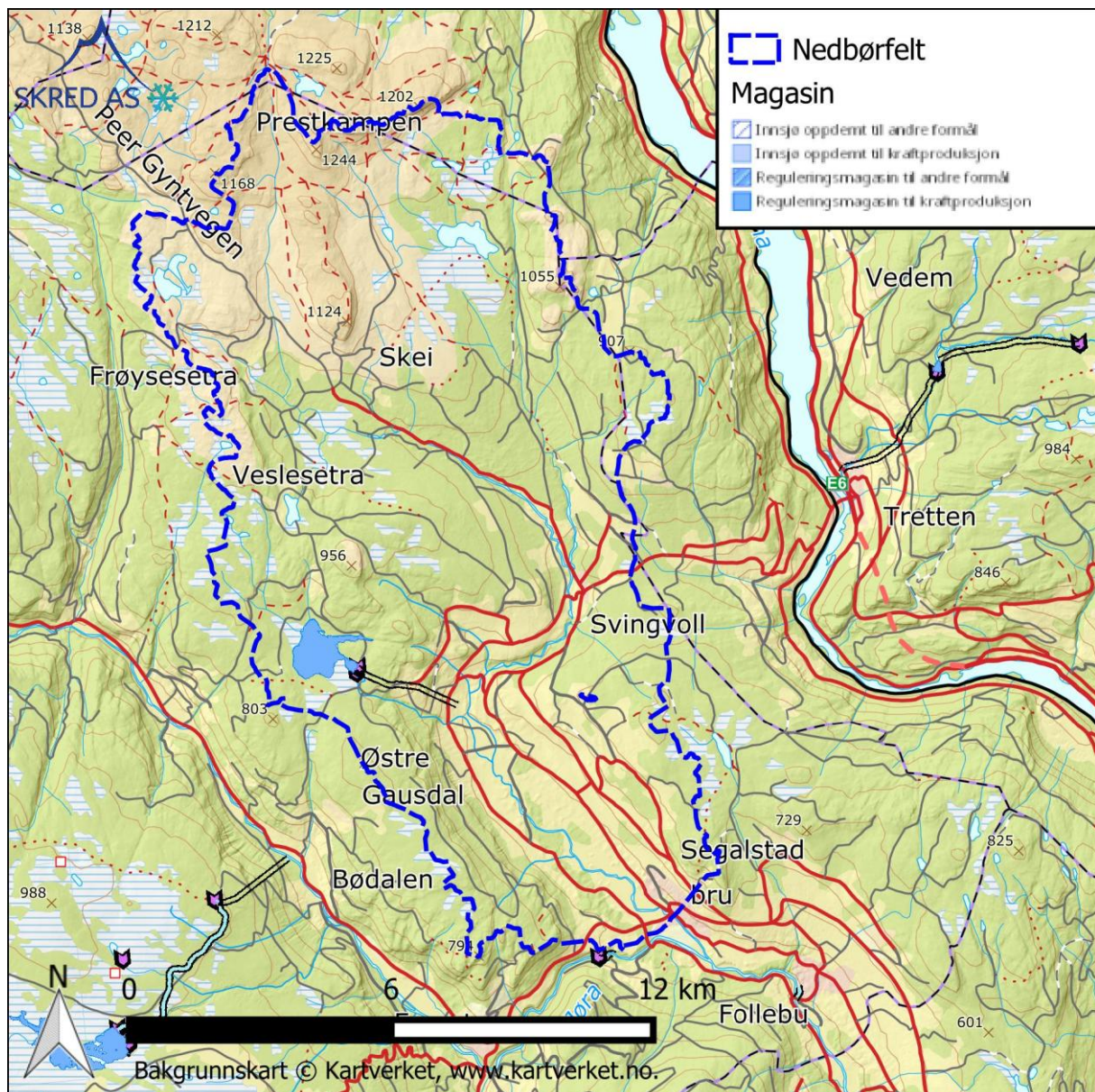
Nedbørfeltet til Gausa oppstrøms samløpet med Jøra er middels stort. Feltet er i hovedsak dominert av skog med en liten andel snaufjell i de øvre områdene og dyrket mark i de nedre områdene. Det er få flatere områder eller innsjøer som vil bidra spesielt med naturlig flomdempning, men enkelte mindre vann høyt i feltet gir en lav effektiv sjøprosent. Ett av vannene er regulert til kraftproduksjon, men reguleringsgraden til nedbørfeltet er totalt sett liten.

Feltkarakteristika til Gausa er vist i Tabell 2 og feltgrensene er vist i Figur 9.

Tabell 2: Feltkarakteristika til Gausa.

Vassdrag	Feltareal [km <sup>2</sup> ]	q <sub>N</sub> <sup>*</sup> [l/s/km <sup>2</sup> ]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Snaufjell [%]	Feltlengde [km]	Høydeint. [moh.]
Gausa	159	21,3	0,1	51	5	21,5	226 – 1242

*\*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1991-2020.*



Figur 9: Feltgrensene til Gausa ved kartleggingsområdet.

### 4.3 Flomfrekvensanalyse

#### 4.3.1 Målestasjoner

Målestasjonen 2.28 Aulestad ligger 3,5 km lenger nede i Gausa, og vi benytter den for lokal flomfrekvensanalyse. Siden måleserien har begrenset lengde, feltarealet er mye større enn ved kartleggingsområdet, samt at kurvekvaliteten ikke er særlig god, har vi også funnet representative målestasjoner fra nærliggende vassdrag som også kan gi en indikasjon på flomforholdene i Gausa.

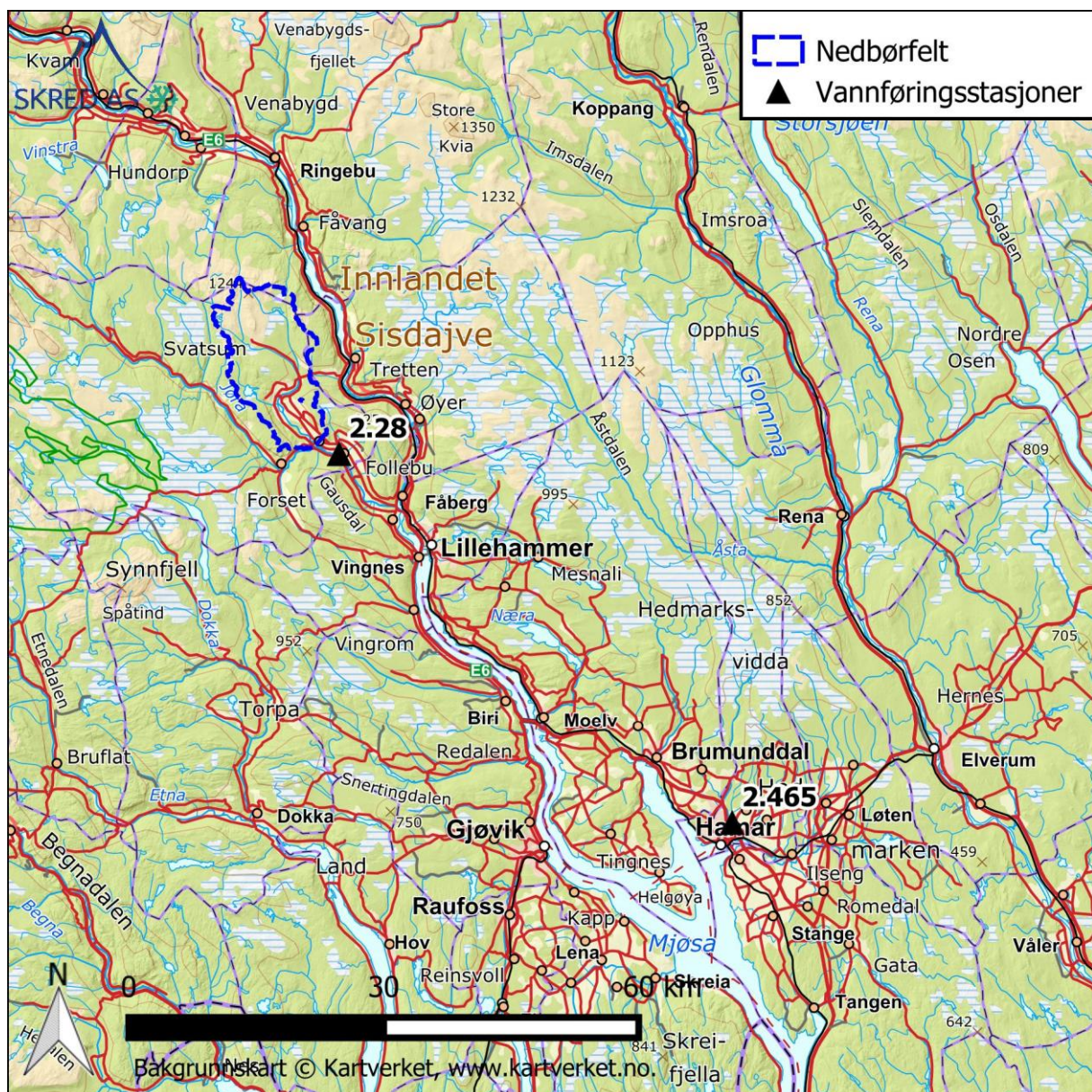
2.28 Aulestad er noe påvirket av regulering, men vurderes likevel som relevant. Vurderingen av kurvekvaliteten er gjort av NVE. Dersom NVE ikke har oppgitt noen kurvekvalitet, har vi selv vurdert kurven som nyttig.

Tabell 3 viser et utvalg målestasjoner med feltkarakteristika. Middelvrenning ( $q_n$ ) er beregnet basert på døgnmåleserien ved hver stasjon. Beliggenheten til målestasjonene er vist i Figur 10, mens høydefordelinga (hypsografisk kurve) til målestasjonene er vist i Figur 11.

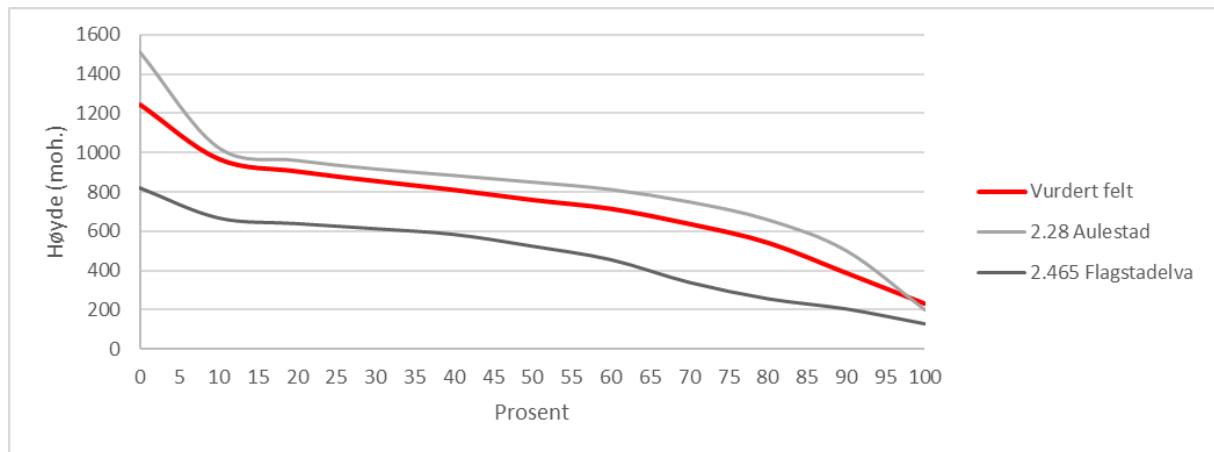
Tabell 3: Feltkarakteristika og kurvekvaliteten til utvalgte målestasjoner.

Målestasjon	Felt-areal [km <sup>2</sup> ]	Måleperiode [år]	$q_N$ [l/s/km <sup>2</sup> ]	Eff. sjø [%]	Skog [%]	Snau-fjell [%]	Median-høyde [moh.]	Kurvekvalitet (flom)
<b>Gausa</b>	<b>159</b>	<b>0</b>	<b>21.3*</b>	<b>0.10</b>	<b>51</b>	<b>5</b>	<b>789</b>	-
2.28 Aulestad	870	1930-2023	17.7	0.05	58	8	850	Dårlig
2.465 Flagstadelva	172	1986-2015	19.6	0.04	59	0	524	Dårlig

\*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1991–2020.



Figur 10: Beliggenheten til utvalgte målestasjoner.



Figur 11: Høydefordelinga til Gausa og vurderte målestasjoner.

#### 4.3.2 Valg av metode for flomfrekvensanalyse

For å kunne sammenligne direkte med det regionale formelverket RFFA-2018, har vi valgt å utføre flomfrekvensanalyse på døgndata, og finne kulminasjonsfaktor fra større flomhendelser der det finnes både døg- og findata.

#### 4.3.3 Lokal flomfrekvensanalyse

Vi har hentet ut og analysert vannføringsmålinger fra de utvalgte målestasjonene gjennom NVE-databasen Hydra II. Vi har valgt type frekvensfordeling basert på serielengde og vekstkurven sin tilpasning til hver av måleseriene. Tabell 4 presenterer analysene utført med Flom\_analyse-programmet i Hydra II på døgndata. Programmet tar utgangspunkt i årsflommer. År med mer enn 10 % manglende dager fjernes i analysen.

Tabell 4: Resultater fra flomfrekvensanalyse på utvalgte måleserier, døgnmiddel.

Målestasjon	År	Middelflom		Q <sub>200</sub> / Q <sub>M</sub>			Metode
		Q <sub>M</sub> [m <sup>3</sup> /s]	q <sub>M</sub> [l/s/km <sup>2</sup> ]	Nedre estimat	Middel-estimat	Øvre estimat	
2.28 Aulestad	94	180	206	2.24	2.58	2.94	GEV
2.465 Flagstadelva	27	38.5	224	1.79	2.20	2.62	Gumbel

#### 4.3.4 Observerte kulminasjonsfaktorer

Når flomfrekvensanalysen er utført på døgndata (Q<sub>døgn</sub>) må også kulminasjonsvannføring (Q<sub>mom</sub>) estimeres. NVE (2025) anbefaler at forholdstallet mellom kulminasjonsflom og døgnmiddelflom anslås ved å vurdere en eller flere av de største flommene i vassdraget eller nærliggende vassdrag.

Kulminasjonsfaktoren avhenger av om det er smelteflom eller regnflom, og av hvor stor flomdemping det er i feltet. Tabell 5 viser beregnede kulminasjonsfaktor ved utvalgte målestasjoner. 2.28 Aulestad har mye større feltareal enn Gausa ved kartleggingsområdet. Vi har derfor heller valgt å benytte 2.465 Flagstadelva, som er mer lik i feltareal, til å vurdere kulminasjonsfaktor.

Tabell 5: Beregnet kulminasjonsfaktor ved noen av de største flommene ved utvalgte målestasjoner.

Målestasjon	Dato	$Q_{mom}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{døgn}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{mom}/Q_{døgn}$
2.465 Flagstadelva	24.10.2014	72.6	58.9	1.23
	22.05.2013	78.2	58.6	1.33
	05.09.2011	69.8	54.2	1.29

#### 4.3.5 Regional flomfrekvensanalyse - RFFA-2018

Formelverket RFFA-2018 beregner medianflom, vekstkurver og forholdstall mellom kulminasjonsflom og døgnmiddelflom i umålte felt. Formelverket er utviklet for alle feltstørrelser. Vi har benyttet en middelavrenning på 21,3 l/s/km<sup>2</sup> i flomformelverket. Analysen gir døgnmiddelvannføring og en kulminasjonsfaktor ( $Q_{mom}/Q_{døgn}$ ).

Resultatene gitt fra RFFA-2018 for Gausa er presentert i Tabell 6.

Tabell 6: Resultater fra RFFA-2018 (døgnmiddel).

	Medianflom	Medianflom	$Q_{200}/$	$Q_{200}$	$Q_{mom}/$
	$Q_M$ [m <sup>3</sup> /]	$q_M$ [l/s/km <sup>2</sup> ]	$Q_M$	[m <sup>3</sup> /s]	$Q_{døgn}$
Lav (2,5 %)	19	116		43	
<b>Middel</b>	<b>32</b>	<b>199</b>	<b>2.49</b>	<b>79</b>	<b>1.21</b>
Høy (97,5 %)	55	343		143	

## 4.4 Nedbør-avløpsmetoder

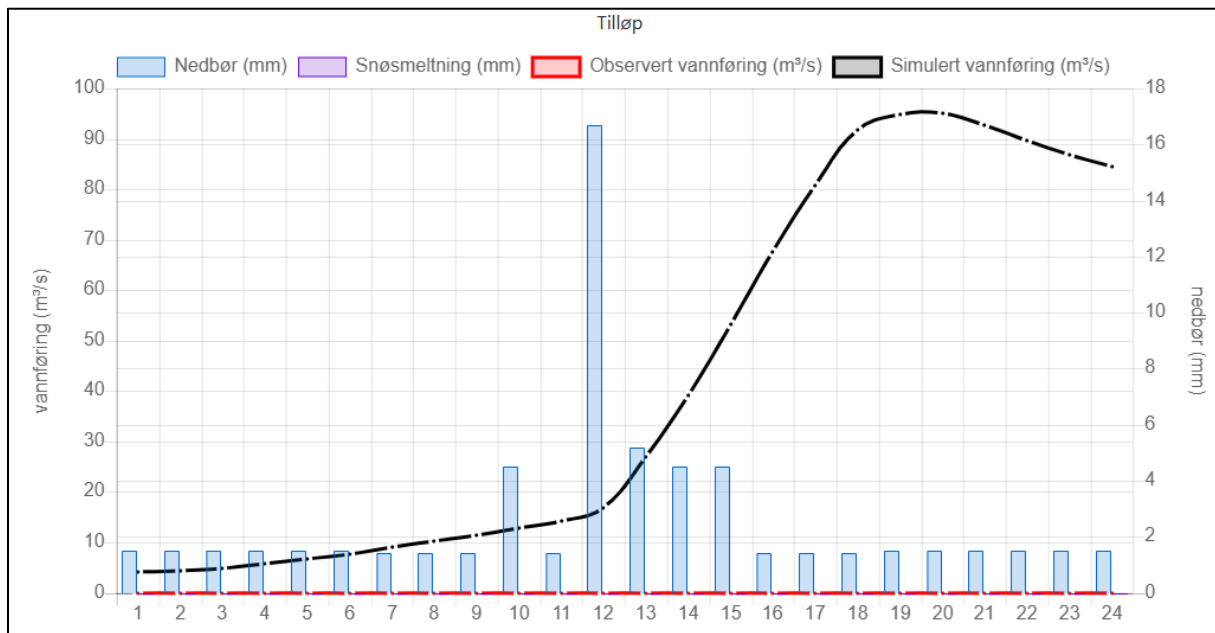
### 4.4.1 PQRUT

PQRUT er en nedbør-avløpsmodell som er utformet som en lineær karmodell. I NVE (2025) er det gitt en beskrivelse av modellen og hvordan den kan benyttes. PQRUT fungerer best når gjentaksintervallet er minst 200 år, feltstørrelsen er mellom 2 og 500 km<sup>2</sup>, regnflommer er dominerende og feltet har lav effektiv sjøprosent.

I henhold til anbefalinger i NVE (2025) benytter vi et dimensjonerende nedbørforløp på 24 timer og et tidsskritt på 1 time. Konsentrasjonstiden til feltet er estimert til 4 timer basert på den pragmatiske metoden. 2016-ligningssettet er benyttet til å estimere modellparametere basert på feltparametere fra Nevina.

Det ligger en stor grad av usikkerhet i valget av dimensjonerende nedbørverdier og nedbørforløp. Det foreligger ingen nærliggende målestasjoner med oppløsning på 1 time eller finere, der stasjon Lillehammer (SN12670) er den nærmeste. Vi har brukt kurven til å konstruere et 200-års nedbørforløp som er tilnærmet symmetrisk om den mest intensive nedbørperioden. Arealreduksjonsfaktor (ARF) er benyttet for å regne om fra punkt- til arealnedbør som anbefalt i veilederen (NVE, 2025). Initialvannføringen som Nevina gir for PQRUT er benyttet.

PQRUT-modellen gir en estimert 200-årsflom på 95 m<sup>3</sup>/s, vist i Figur 12.



Figur 12: Resultater fra PQRUT for vurdert nedbørfelt, 200-årsflom.

#### 4.4.2 Den rasjonelle metoden

Den rasjonelle metoden anbefales for nedbørfelt mindre enn 2 km<sup>2</sup>. Siden Gausa er betydelig større, har vi valgt å basere flomberegninga på andre metoder.

#### 4.5 Klimapåslag

I henhold til anbefalinger i Klimaprofil for Oppland (Norsk Klimaservicesenter, 2025) benytter vi klimapåslag på 20 % for å ta hensyn til forventet økning i flomstørrelser frem mot år 2100.

#### 4.6 Vurdering av resultater

##### 4.6.1 Middelflom

2.28 Aulestad ligger i Gausa, men nedstrøms samløpet med Jøra, slik at feltarealet er over 5 ganger så stort som ved kartleggingsområdet. Ellers er feltkarakteristikken omtrent lik, slik at vi forventer noe høyere spesifikke flommer for Gausa ved kartleggingsområdet enn ved målestasjonen. Vannføringskurven er vurdert som dårlig av NVE.

2.465 Flagstadelva har omtrent lik feltkarakteristikk som Gausa. Vi forventer omtrent like spesifikke flommer i Gausa som ved målestasjonen, men kurvekvaliteten er også her vurdert som dårlig.

Kulminasjonsfaktor settes til 1,3, basert på observerte flommer ved 2.465 Flagstadelva. Det er noe høyere enn RFFA-2018.

Ut fra målestasjonene vurderes en kulminert middelflom i Gausa på rundt 300 l/s/km<sup>2</sup> som realistisk (døgnmiddel på 231 l/s\*km<sup>2</sup>). Dette ligger i øvre konfidensintervall fra RFFA-2018.

##### 4.6.2 Vekstkurve

2.28 Aulestad har måleserie med god lengde, 94 år, men kvaliteten på vannføringskurven er dårlig. Målestasjonen gir et middelestimat på vekstfaktor på 2,58.

2.465 Flagstadelva har både kort måleserie og dårlig vannføringskurve, slik at denne vurderes som uegnet til å legge til grunn for vekstfaktor.

RFFA-2018 gir en vekstfaktor på 2,49. Vekstkurven fra formelverket anses som robust, og siden målestasjonene har begrenset kvalitet, velger vi å vektlegge vekstkurven fra RFFA-2018.

#### 4.6.3 Sammenligning og vurdering av resultater fra ulike metoder

Resultatene fra de ulike flomberegningsmetodene er oppsummert i Tabell 7. Det er relativt godt samsvar mellom alle de tre metodene. Middelflommen er satt basert på RFFA-2018 og målestasjonene. Vekstkurve fra RFFA-2018 er benyttet.

Tabell 7: Sammenligning av resultater fra flomberegninger med ulike metoder (kulm.).

Metode	$q_m$ [l/s/km <sup>2</sup> ]	$Q_{200}/Q_M$	$q_{200}$ [l/s/km <sup>2</sup> ]
Vurdert fra målestasjoner	300	2.58	774
Regional frekvensanalyse	140 - 241 - 415	2.49	327 - 601 - 1088
PQRUT	-	-	597
<b>VALGT</b>	300	2.49	747

#### 4.7 Dimensjonerende vannføring

Dimensjonerende vannføring beregnet for Gausa er gitt i Tabell 8. Spesifikk 200-årsflom med klimatillegg er beregnet til 896 l/s/km<sup>2</sup>.

Tabell 8: Dimensjonerende vannføring i Gausa med og uten klimapåslag (kulminasjon).

Vassdrag	Feltareal [km <sup>2</sup> ]	Klima-påslag	Middelflom	Middelflom	$Q_{200}/Q_M$	$Q_{200}$
			$Q_M$ [m <sup>3</sup> /s]	$q_M$ [l/s/km <sup>2</sup> ]		[m <sup>3</sup> /s]
Gausa	159	Ingen	48	300	2.49	119
		1.2	57	360		142

#### 4.8 Sammenligning med tidligere flomberegninger

Fremtidig 200-årsflom er tidligere beregnet av Asplan Viak i 2015 (Asplan Viak AS, 2015) Flomberegninga er basert på målestasjonene 2.28 Aulestad, 2.465 Flagstadelva og 2.455 Elveseter, samt daværende gjeldende anbefalinger for beregning av kulminasjonsfaktor. Kulminert 200-årsflom med 20% klimapåslag er i rapporten beregnet til 185 m<sup>3</sup>/s. Denne verdien ligger godt over øvre percentil fra RFFA-2018, som underbygger vår vurdering at reell verdi ligger lavere

#### 4.9 Klassifisering av flomberegning

Vi vurderer det hydrologiske datagrunnlaget til klasse 3 (på en skala fra 1 – 5 der 1 er best) fordi det foreligger observasjoner i eller nært vassdraget, men observasjonene har ikke god kvalitet.

## 5 Hydrauliske beregninger

### 5.1 Modellvalg

For beregning av vannlinje og hydrauliske parametere har vi benyttet programvaren Hec-Ras versjon 6.6. Vi vurderer at det er hensiktsmessig å etablere en 2D-modell for å best mulig vurdere strømningsforholdene.

### 5.2 Oppsett av modell

#### 5.2.1 Terrengmodell

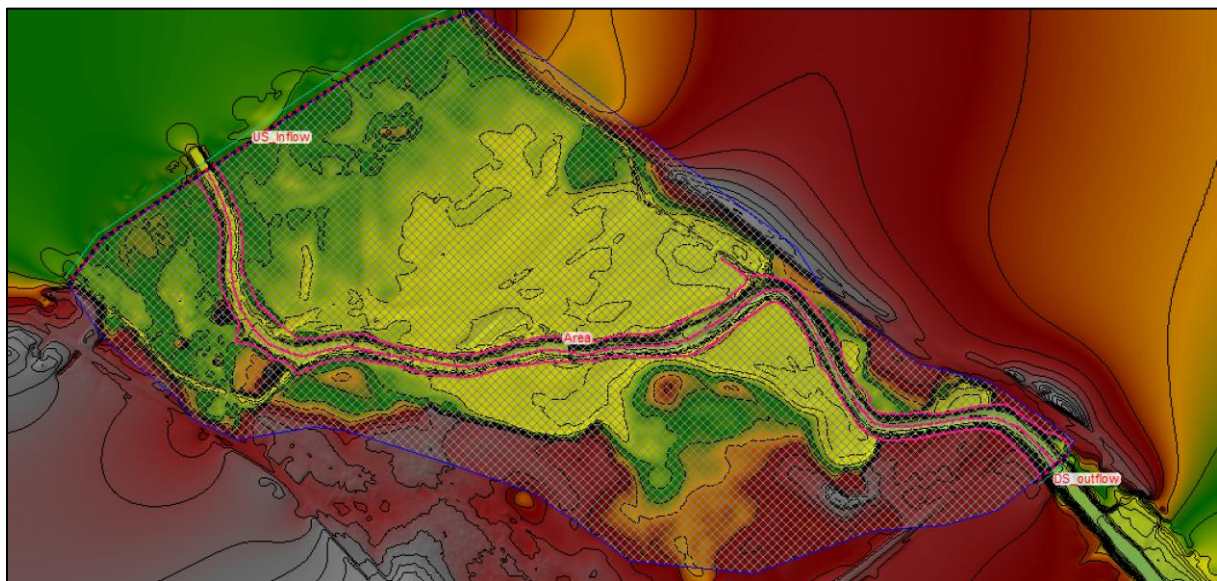
Terrengmodellen som er benyttet i den hydrauliske modellen er beskrevet i avsnitt 3.5.

#### 5.2.2 Modelloppsett for eksisterende situasjon

Benyttede parametere i modellen er oppsummert i Tabell 9. Terrengmodell, benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser er illustrert i Figur 13.

Tabell 9: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for Gausa.

Parameter	Verdi
Oppløsning på terrengmodell	0,5 x 0,5 m
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning Ca 400 m oppstrøms planlagt elveomlegging
Nedstrøms grensebetingelse	Normalstrømning Ca. 400 m nedstrøms Vestringsvegen
Cellestørrelse beregningsgrid	Elveløp: 2 x 2 / 3 x 3 m
Likningssett	SWE-EM
Tidsskritt	Gitt av courant-number mellom 0,4 og 1,0
Manningstall	Elveløp: 0.04 Kantvegetasjon: 0,1 Jordbruk: 0.03



Figur 13: Illustrasjon av terrengmodell, benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser.

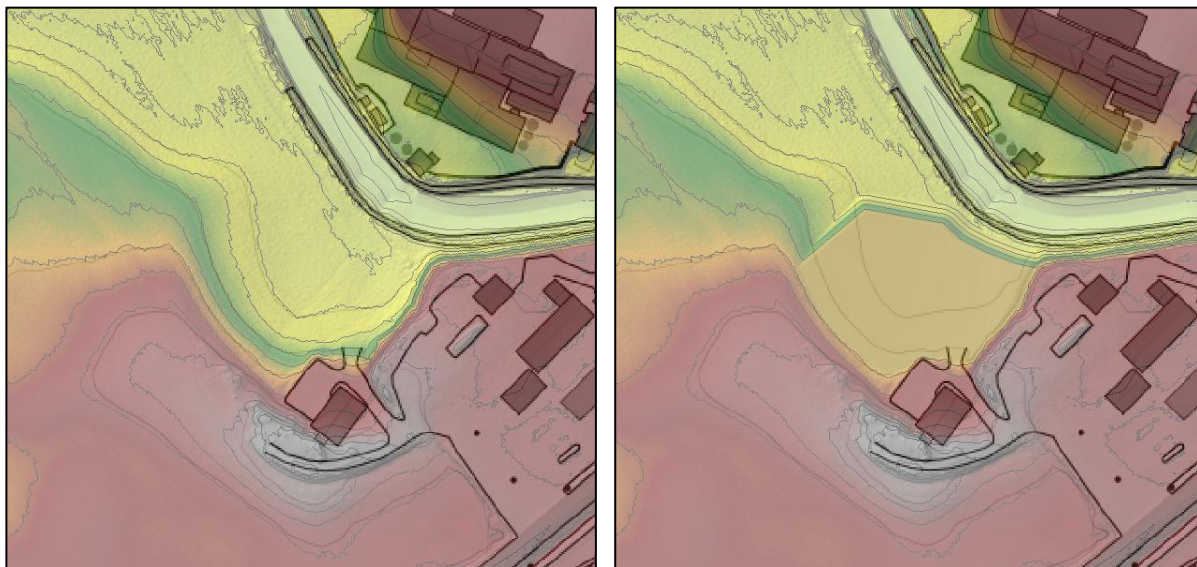
Det er to konstruksjoner som krysser elveløpet innenfor modellområdet. En rørbru for prosessanlegget knyttet til meieritomta, samt veibrua Vestringveien. Begge bruene ligger så høyt at de ikke vil påvirke vannlinja, og de er ikke lagt inn i modellen.

### 5.2.3 Modelloppsett med planlagt utfylling

For modell med planlagt utfylling sør for elveløpet er det benyttet samme modelloppsett som for eksisterende situasjon, med unntak av at terrengmodellen er tilpasset planlagt situasjon. Ved tilpasninger av terreng er følgende lagt til grunn:

- Det er tatt utgangspunkt i at området avsatt til «Næringsareal» i foreliggende plan heves til over flomsikkert nivå.
- Det opprettholdes en kantsone fra elvekant på minimum 6 meter som forblir uberørt.
- Fra enden av 6 meters beltet er det lagt inn en skråning med helning på 1:3 opp til flomsikkert nivå. Det må sikres at denne skråningen får tilstrekkelig erosjonssikkerhet samt at den bør vegeteres, som over tid kan gi en utvidet kantsone.

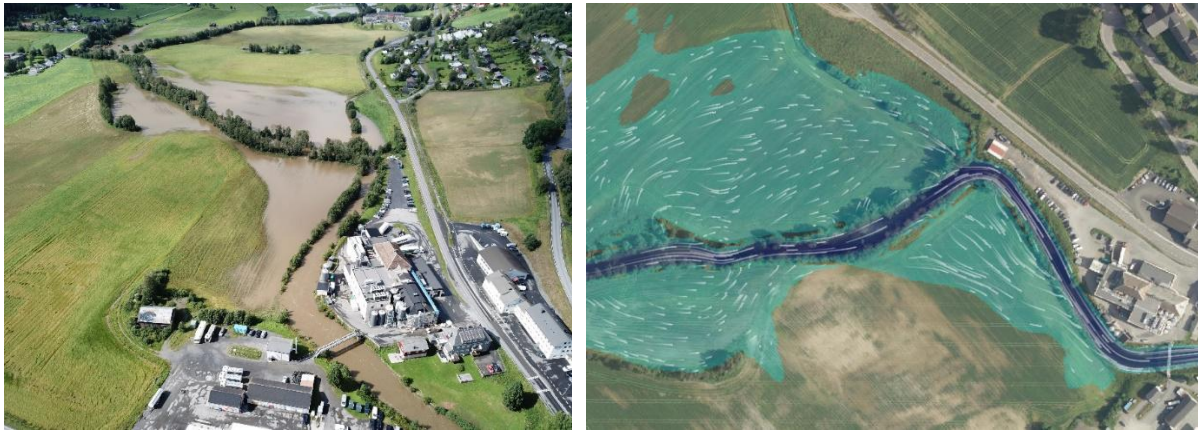
Illustrasjon av terrengmodellen før og etter tiltak er vist i Figur 14.



Figur 14: Illustrasjon av justert terrengmodell før (v.) og etter (h.) tiltak.

### 5.3 Verifikasjon av modellresultater mot «Hans»

9. august 2023 var vi innom og fotograferte området på nedadgående vannføring (merk: ikke ved flomtopp) etter ekstremværet «Hans». I Figur 15 og Figur 16 har vi sammenlignet observasjonene med en simulering med gradvis økende vannføring i elva. Modellen virker å gi godt samsvar mellom oversvømmelser ut av hovedløpet, vannstand på omliggende jordbruksområde og langs kanal forbi meieritomta.



Figur 15: Observert flom høst 2023 sammenlignet med hydraulisk modell ved  $65 \text{ m}^3/\text{s}$ .

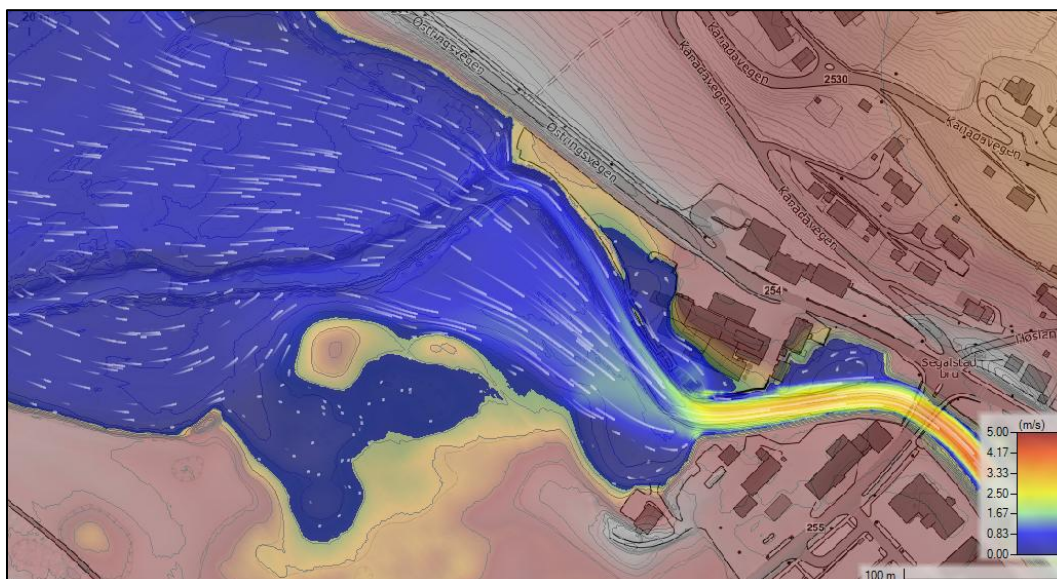


Figur 16: Foto av området i etterkant av «Hans», tatt 9.8.2023 kl. 13:30.

## 5.4 Modellering av dimensjonerende flommer

### 5.4.1 For dagens situasjon

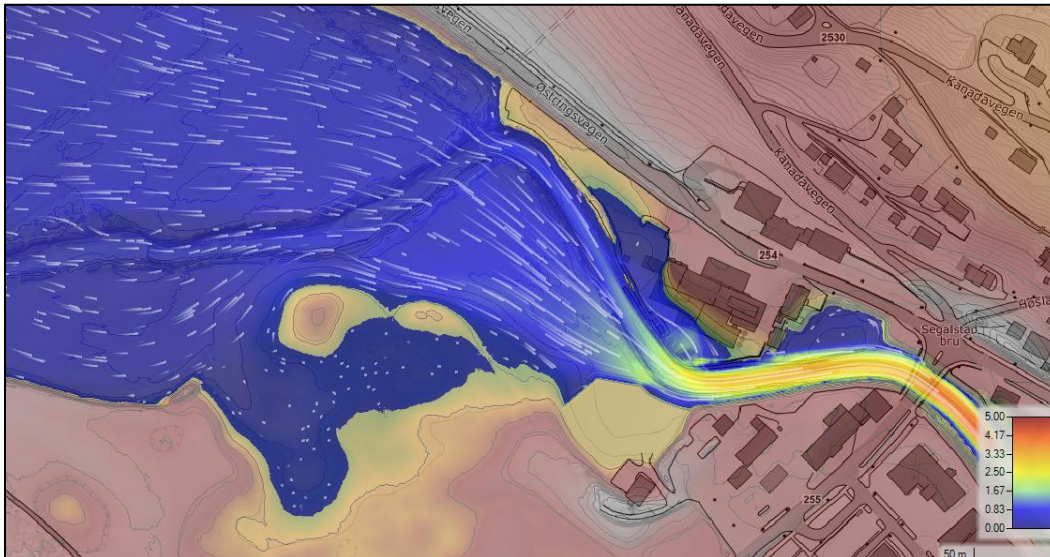
Figur 17 viser modellert strømningsforhold for en 200-årsflom inkludert klimapåslag. I området ved den planlagte fyllingen ligger flomnivå på mellom kote + 230,0 og 230,3 moh.



Figur 17: Modellerte strømningsforhold for dimensjonerende flom for eksisterende situasjon.

#### 5.4.2 For situasjon med planlagt tiltak

Figur 18 viser modellert strømningsforhold for en 200-årsflom inkludert klimapåslag for en situasjon etter utfylling sør for elveløpet. Langs den planlagte oppfyllingen ligger flomnivå på mellom kote + 230,05 og 230,35 moh.



Figur 18: Modellerte strømningsforhold for dimensjonerende flom etter utfylling.

#### 5.5 Følsomhetsanalyser

Vi har utført følsomhetsanalyser av den hydrauliske modellen for å få et inntrykk av hvor følsom den er for variasjon av ulike parametere. Følgende er vurdert:

- Økning i vannføring med 20 %
- Økning i ruhet med 20 %

Økningen i vannføring på 20 % gir størst utslag på vannlinjen, der økningen ligger på rundt 0,3 meter.

#### 5.6 Klassifisering av hydraulisk modell

Vi vurderer den hydrauliske modellen til klasse D fordi den er lite følsom (rundt 0,3 meter endring), og er verifisert opp mot registreringer fra «Hans».

#### 5.7 Sikkerhetspåslag

For å ta hensyn til usikkerhet i de hydrologiske og hydrauliske beregningene anbefaler NVE at det legges på et sikkerhetspåslag. NVE (2022) anbefaler å ta utgangspunkt i en metodikk der man estimerer en økt vannstandsstigning basert på en økt vannføring som grunnlag for valg av sikkerhetspåslag. Økningen i vannføring gis av klassifiseringen til flomberegningen og den hydrauliske modellen. Metoden forutsetter at det ikke er gjort konservative valg under utredningen. I tillegg skal faglig skjønn legges til grunn.

For Gausa er et prosentvis påslag på vannføringen som grunnlag for vurdering av sikkerhetspåslag funnet til 40 % som vist i Tabell 10.

Tabell 10: Grunnlag for å vurdere sikkerhetspåslag som prosentvis påslag på vannføring.

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 flomberegning

Basert på resultatene fra modellering anbefaler vi at det benyttes et sikkerhetspåslag på 0,5 meter ved tiltak innenfor faresonene. Økning i vannstand ligger på mellom 0,5 og 0,7 meter, men vannhastighetene er lave og usikkerheten i terrengmodell er liten

### 5.8 Påvirkning på omliggende områder

Ved å sammenligne modellresultatene før og etter planlagt utfylling får man et bilde av hvilken påvirkning tiltaket vil ha på flomsituasjonen i området ved dimensjonerende flom.

Rundt planområdet vil vannlinja øke med ca. 0,05 meter ved en 200-årsflom med klimapåslag, der økningen er jevnt avtagende videre oppover i elveløpet. Omfanget av faresonen påvirkes ikke. Økningen kan gi en positiv effekt lengre nedstrøms i Gausa i form av et lite bidrag til flomdempning. For returperioder lavere enn 200 år vil påvirkningen på vannlinja være mindre.

## 6 Resultater og konklusjon

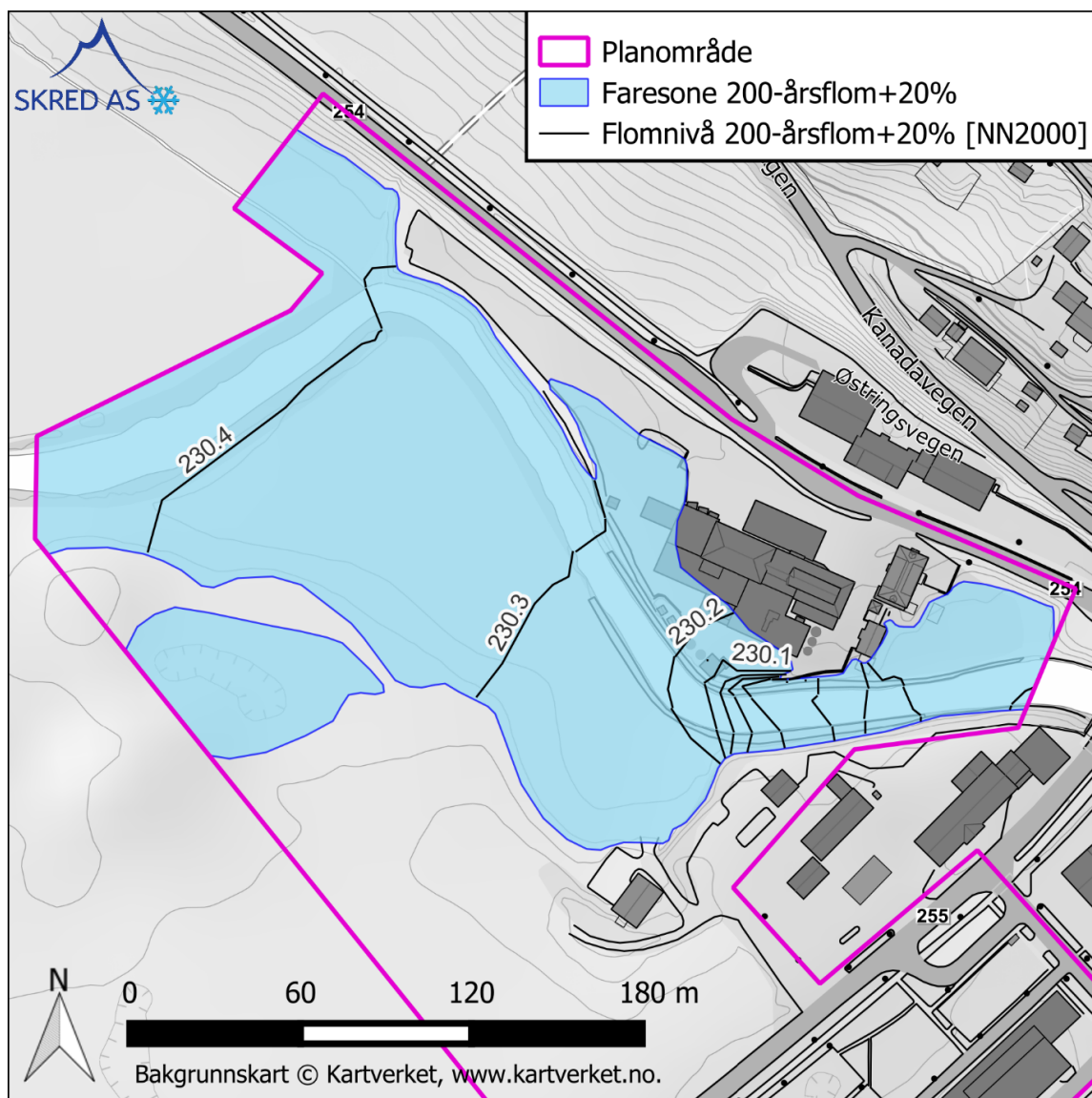
### 6.1 Dimensjonerende vannføring

Dimensjonerende 200-årsflom inkludert 20 % klimapåslag er beregnet til 142 m<sup>3</sup>/s for Gausa.

### 6.2 Faresoner for flom

Basert på resultater fra modelleringen og analysene har vi tegnet opp faresone for flom for sikkerhetsklasse F2 for kartleggingsområdet. Faresonen viser hvilke områder som vurderes utsatt for 200-årsflom (årlig sannsynlighet større enn 1/200) i et fremtidig klima.

Dimensjonerende 200-årsvannstand for kartleggingsområdet er beregnet til mellom kote + 230,0 og 230,3 moh. Etter tiltaket ved utfylling sør for elva vil dimensjonerende vannstand øke med 0,05 meter, men endring på omfanget av faresonene er minimale. Dersom det etableres bebyggelse innenfor flomfaresonen anbefaler vi at det benyttes et sikkerhetspåslag på 0,4 meter. Faresonen for flom er vist i Figur 19.



Figur 19: Faresone for sikkerhetsklasse F2 (200-årsflom med klimapåslag).

### 6.3 Sikkerhet mot erosjon

I henhold til krav i TEK17 §7-2 (4) skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Den planlagte utfyllingen må sikres tilstrekkelig mot erosjon, fortrinnsvis med naturbaserte løsninger der belastningen tillater det.

### 6.4 Tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet

Den planlagte utfyllingen/næringsområdet sør for elva ligger innenfor faresonen for flom etter sikkerhetsklasse F2. Det er her planlagt at terrenget løftes høyere enn dimensjonerende flomnivå inkludert sikkerhetspåslag som vil tilsvare høyere enn kote + 230,9 moh. Det må opprettholdes et uberørt vegetasjonsbelte på minimum 6 meter mot Gausa, og den opparbeidende skråningen må erosjonssikres tilstrekkelig (fortrinnsvis med naturbaserte metoder dersom belastning tilsier at det er tilstrekkelig). Det anbefales at skråningen tilpasses som en forlengelse av vegetasjonsbeltet.

Eventuelle risikoreduserende tiltak må detaljeres og prosjekteres til et nivå som sikrer at tiltaket ivaretar krav til sikkerhet mot flom og erosjon. Arbeidet bør utføres av et foretak med vassdragsteknisk kompetanse og vi anbefaler at NVE sin sikringshåndbok legges til grunn.

## 7 Referanser

Asplan Viak AS, 2015. Elveomlegging Segalstad Bru - Flom og hydrauliske beregninger.

Direktoratet for byggkvalitet, 2023. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning § 7-2 [WWW Document]. URL <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-2>

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, 2024. Havnivåstigning og høye vannstander i samfunnsplanlegging.

Kartverket, 2025a. Høydedata [WWW Document]. URL <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>

Kartverket, 2025b. Se havnivå [WWW Document]. URL <https://kartverket.no/til-sjos/se-havniva/>

Norsk Klimaservicesenter, 2025. Klimaprofiler [WWW Document]. URL <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/om>

NVE, 2025. Veileder for flomberegninger. Veileder 01/2025.

NVE, 2023a. Sikringshåndboka - Modul F1.200: Mulige tiltak mot erosjon.

NVE, 2023b. Sikringshåndboka - Modul F1.005: Klassifisering av erosjon i felt.

NVE, 2022. Veileder 03/2022 - Sikkerhet mot flom.

SINTEF, 1992. Flomberegning og kulvertdimensjonering.

Skred, 2025. Elveomlegging Gausa ved Segalstad Bru, rapport 20268-01-4