



Flomsonekart. Delprosjekt Melhus

EKSTERNRAPPORT NR. 14 / 2026

SKREVET AV Norconsult Norge AS

FLOMSONEKART. DELPROSJEKT MELHUS

EKSTERNRAPPORT NR. 14 / 2026

Utgitt av:	Norges vassdrags- og energidirektorat
Forfattere:	Stefan Perzyna v/Norconsult Norge AS
Forsidefoto:	Gaula. Foto: NVE
ISBN:	978-82-410-2593-8
ISSN:	2535-8235
Saksnummer:	202520142
Sammendrag:	Flomsoner for Gaula og sidevassdragene Lundesokna, Gaua, Langbekken og Loddbekken er kartlagt. Det er utarbeidet flomsonekart for 10-, 20-, 50-, 100-, 200- og 1000-årsflom og for 200- og 1000-årsflom med klimaendringer. Det kartlagte området i Gaula strekker seg fra Gaulfossen og ned til elvas utløp i Trondheimsfjorden.
Emneord:	flom, flomsonekartlegging, Melhus kommune, Gaula, Lundesokna, Gaua, Langbekken, Loddbekken

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0310 Oslo

Telefon: 22 95 95 95

E-post: nve@nve.no

Internett: <https://www.nve.no>

Innholdet kan brukes videre mot kreditering.

Oktober 2026

Innhold

DEL 1 – Kartlegging av Gaula fra Gaulfossen til utløp i fjorden

DEL 2 – Kartlegging av Gaulas sidevassdrag Lundesokna og Gaua

DEL 3 – Kartlegging av Gaulas sidebekker Langbekken og Loddbekken

DEL 1 – Kartlegging av Gaula fra Gaulfossen til utløp i fjorden

Denne rapporten beskriver kartlegging av flomsoner for Gaula på strekningen fra Gaulfossen til utløpet i fjorden.

Dokumentinformasjon

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

Tittel: Gaula fra Gaulfossen til utløp i fjorden

Undertittel: Flomsonekartlegging

Omslagsbilde: Myldre, Norconsult

Oppdrag: 52600981

Dokumentnummer: HYD-RAPP-001

Revisjon: D03

Dato: 2026-10-21

Oppdragsgiver: NVE

Oppdragsgivers kontaktperson: Monica Elisabeth Bakkan

Hovedforfatter: Stefan Perzyna

Medforfattere: –

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
D01	2026-07-13	Til gjennomgang hos oppdragsgiver	Stefan Perzyna	Kjartan Orvedal	Daniel Fossberg
D02	2026-08-25	Endret etter kommentarer fra oppdragsgiver	Stefan Perzyna	Kjartan Orvedal	Daniel Fossberg
D03	2026-10-21	Endret etter kommentarer fra oppdragsgiver	Stefan Perzyna	Kjartan Orvedal	Daniel Fossberg

Sammendrag

Notatet presenterer oppdaterte flomsonekart for Gaula fra Gaulfossen til utløpet i fjorden. Kartleggingen bygger på ny flomberegning, oppdaterte terreng og elvebunnsdata samt todimensjonal hydraulisk modellering. Det er utarbeidet flomsoner for gjentakintervallene 10, 20, 50, 100, 200 og 1000 år, i tillegg til beregninger med klimafaktor for 200 og 1000 år. Rapporten viser utvalgte flomsonekart for områder med bebyggelse og infrastruktur som kan være særlig utsatt for flom, nærmere bestemt Gaula ved Melhus og strekningen fra Rosmælen til Nyhusberget. Utsnittene er valgt for å illustrere flomutbredelsen ved relevante gjentakintervall og effekten av klimapåslag. Hele flomsonekartet for Gaula fra Gaulfossen til utløpet i fjorden er tilgjengelig i NVEs innsynsløsning.

Resultatene gir et oppdatert grunnlag for arealplanlegging og byggesaksbehandling, men lokale forhold som erosjon, tilstopping og sidevassdrag må vurderes særskilt. Det anbefales å legge til et sikkerhetspåslag på 40 cm ved praktisk bruk av beregnede vannstander.

Resultatene representerer en ajourføring av tidligere flomkart utarbeidet av NVE i 2001 (NVE, 2001).

Kartene kan brukes til å svare ut flomfare i henhold til TEK17 § 7-2 for følgende konsekvensklasser dersom tiltaket plasseres utenfor flomsone:

- F1 – Liten konsekvens (for eksempel garasje, lager, bod): dimensjonerende for 20-årsflom
- F2 – Middels konsekvens (for eksempel bolighus, fritidsbolig, skole, kontorbygg): dimensjonerende for 200-årsflom
- F3 – Stor konsekvens (for eksempel sykehjem, brann-/politistasjon, avfallsdeponi): dimensjonerende for 1000-årsflom

Analysene er gjennomført i tråd med gjeldende byggteknisk forskrift, samt med NVEs veileder for flomberegninger (1/2025) (NVE, 2025) og sikkerhet mot flom (3/2022) (NVE, 2022).

I forbindelse med flomsonekartleggingen av Gaula og tilhørende sidevassdrag i 2026 er det utarbeidet flomkart for følgende strekninger:

- Gaula – Gaula fra Gaulfossen til utløp i fjorden
- Lundesokna og Gaua (Norconsult, 2026)
- Loddbekken og Langbekken (Norconsult, 2026)
- Gaua- fra ovenfor Støren til Gaulfossen. (Norconsult, 2026)

Resultatene i NVEs innsynsløsning er basert på en sammenslåing av resultater fra flere flommodeller.

Innhold

Dokumentinformasjon	2
Sammendrag.....	3
1 Innledning.....	6
1.1 Avgrensning av prosjektet	7
1.2 Oppdatering av flomsonekartet	7
2 Regelverk og krav	8
3 Metode og data	9
3.1 Hydrologiske data og klimaendringer	9
3.1.1 Klimapåslag	9
3.1.2 Klassifisering av hydrologisk grunnlag	10
3.2 Topografiske data	10
3.2.1 Elvebunnsdata	10
3.2.2 Terrengdata	10
3.2.3 Kalibreringsdata	11
3.2.4 Befaring	11
4 Beregningsmodell og datakvalitet.....	12
4.1 Grensebetingelser	13
4.2 Infrastruktur i vassdraget	15
4.2.1 Gaula	15
4.3 Friksjonsforholdene	18
4.4 Kalibrering av vannlinjemodell.....	18
4.4.1 Flommen 2010.....	19
4.4.2 Flommen 1940.....	20
5 Resultat og konklusjon.....	21
5.1 Følsomhetsanalyse	23
5.2 Sikkerhetspåslag	24
6 Resultat	25
6.1 Flomsonekart	25
6.1.1 Melhus- flomsonekart Q200 med og uten klimapåslag (rosa)	26
6.1.2 Melhus- flomsonekart Q1000 med og uten klimapåslag (rosa)	27
6.1.3 Rosmælen til Nuhusberget - - flomsonekart Q200 med og uten klimapåslag (rosa)	28
6.1.4 Rosmælen til Nuhusberget - flomsonekart Q1000 med og uten klimapåslag (rosa)	29
6.2 Spesielt om bruer	30
6.3 Endringer i forhold til tidligere kart	31

7	Andre farer	32
7.1	Erosjon.....	32
7.2	Sideelver	33
7.3	Isproblemer	33
8	Veiledning for bruk	34
8.1.1	Unngå bygging på flomutsatte arealer	34
8.2	Bruk av flomsoner i arealplanlegging og byggesaker	34
8.3	Bruk av flomsoner ved flomvarsling og beredskap	34
9	Referanser	35
10	Vedlegg.....	36
10.1	Udduvollbrua.....	36
10.2	Gimsebru	37
10.3	Melhusbru	38
10.4	Kvålbrua.....	39
10.5	Valdumbrua.....	40
10.5.1	Vannstand i sjøen.....	41

1 Innledning

Norconsult har oppdatert flomsonekartet for Gaula. Dette prosjektet er en oppdatering av delprosjekt Melhus fra år 2001. Det flomsonekartlagte området strekker seg fra Gaulfossen og ned til elvas utløp i fjorden. Det er utarbeidet flomsoner for gjentaksintervallene 20-, 50-, 100-, 200- og 1000-årsflom, samt 20-, 200- og 1000-årsflom med klimapåslag. Bakgrunnen for oppdatering av flomsonekartet er i hovedsak flomsonekartets alder og at det er innhentet nye grunnlagsdata. Det ble utført elvebunnskartlegging med grønn laser på elvestrekningen i 2016, i tillegg ble det utført en ny flomberegning for strekningen i 2025. Flomsonekartet er også tilpasset et forventet endret klima fram mot år 2100 som følge av en forventet økning i vannføringen på 20 %.

Grunnlaget for flomsonekartene er en flomberegning som er utført med flomfrekvensanalyse, som estimerer hvor ofte og hvor store flommer kan oppstå i et vassdrag. Resultatene fra denne analysen brukes i en todimensjonal hydraulisk modell for å beregne vannstand og vannhastigheter..

Det er flomfare som følge av høy vannføring i Gaula som er kartlagt. De utarbeidede flomsonekartene gir ingen informasjon om flomfare i sidebekkene som renner ut i hovedelven. Flomsonekart for sideelvene Gaua og Lundesokna er utarbeidet som separate flomsonekart. Kartene gir ingen informasjon om erosjonsfare, bølger eller stormflo utover 1-års gjentaksintervall. Det anbefales å legge til en sikkerhetsmargin ved praktisk bruk av vannstandene, som for eksempel i plan- og byggesaksarbeid og i reguleringsplaner. For dette prosjektet **anbefales det å legge til 40 cm på de beregnede vannstandene.**

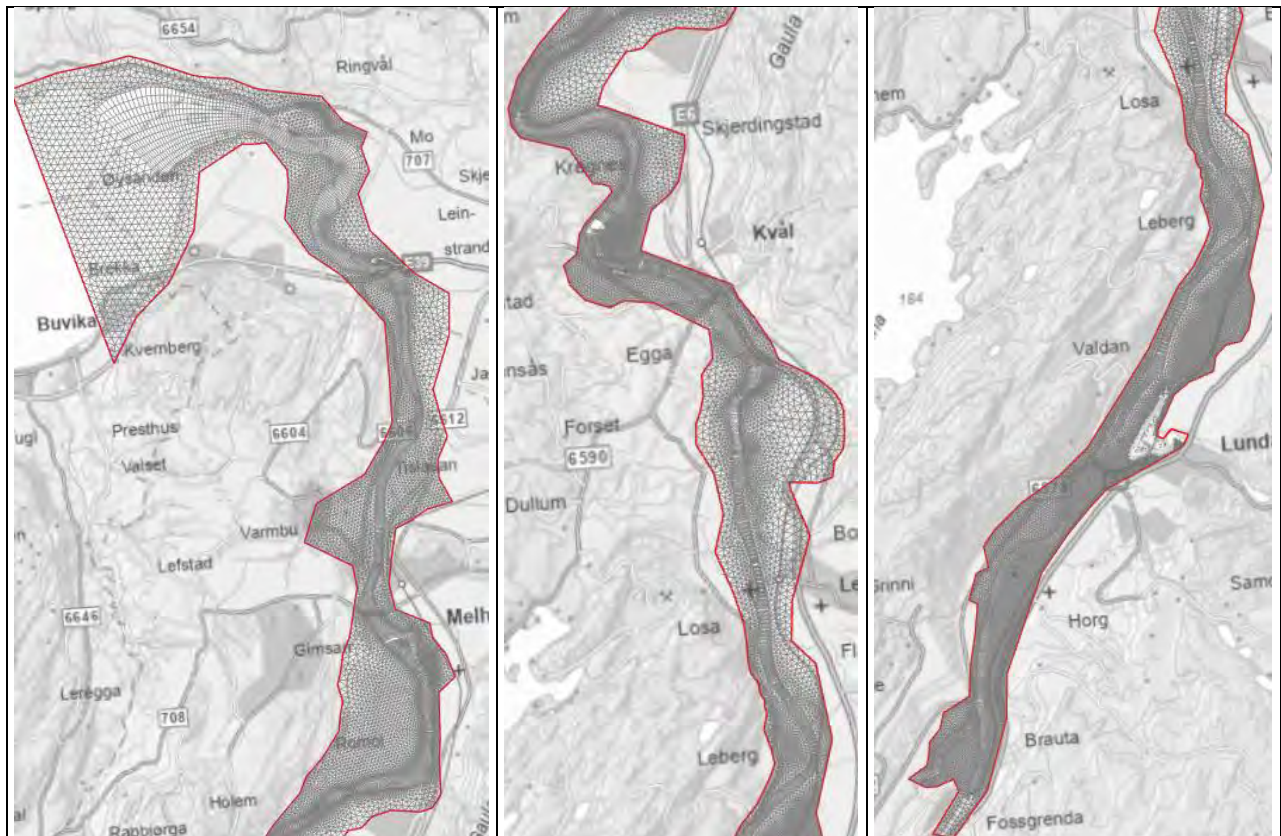
I kommuneplanarbeidet kan flomsonebene benyttes direkte for å identifisere områder som ikke bør legges ut som byggeområder. Ved detaljplanlegging og i dele- og byggesaker, må kommunen ta hensyn til at flomsonekartene har begrenset nøyaktighet. I områdene nær grensen for faresonen er det særlig viktig at høyden på terrenget blir kontrollert mot beregnede flomvannstander.

Områder som er utsatt for flomfare, skal settes av som hensynssoner – flomfare på arealplankart, og det skal knyttes bestemmelser til området som begrenser eller setter vilkår for arealbruken (for eksempel rekkefølgekrav).

1.1 Avgrensning av prosjektet

Den kartlagte strekningen i Gaula er omtrent 34 km lang og er avgrenset mellom Gaulfossen og utløpet i fjorden. Oversiktskart er vist på Figur 1. Flomsonekartet viser arealer som blir oversvømt som følge av stor vannføring (rent vann) i Gaula. Vannstander i sidevassdrag og bekker, og oversvømmelse som følge av flom i disse er ikke inkludert i dette prosjektet. Kjente erosjonssikringstiltak er omtalt i prosjektet, se kapitlet 7. Alle resultater er presentert i høydesystemet NN2000.

Figur 1 Avgrensning av prosjektet, Gaula fra Gaulfossen og ned til utløpet i fjorden.



1.2 Oppdatering av flomsonekartet

Denne kartleggingen er en oppdatering av flomsonekartet delprosjekt Melhus som ble utført i 2001 (NVE, 2001). Det oppdaterte kartet er basert på en ny flomberegning for Gaula (NVE, 2025) som har bortimot 25 flere år med observasjoner sammenlignet med flomberegningen fra 2001. De hydrauliske beregningene er basert på nye elvebunnsdata og terrengdata.

2 Regelverk og krav

I henhold til byggt teknisk forskrift (TEK17) skal nye tiltak plasseres, dimensjoneres og sikres mot flom basert på bestemte gjentaksintervall. Hvilket gjentaksintervall som blir dimensjonerende for et bygg, avgjøres av konsekvensomfanget ved eventuell skade på bygget. En oversikt over sikkerhetsklassene og tilhørende krav til gjentaksintervall er gitt i punktlisten under:

F1 – Liten konsekvens (garasje, lager, bod): 20-årsflom

F2 – Middels konsekvens (bolighus, fritidsbolig, skole, kontorbygg): 200-årsflom

F3 – Stor konsekvens (sykehjem, brann-/politistasjon, avfallsdeponi): 1000-årsflom

Sikkerhetsklasse F1 omfatter de fleste bygninger uten personopphold, mens F2 gjelder for bygninger med personopphold. For samfunnsskrittiske bygninger som faller inn under sikkerhetsklasse F3, må det også gjennomføres beregninger for 1000-årsflom.

Ifølge NVEs veileder 3/2022 (NVE, 2022) skal flomverk prosjekteres i tillegg med et skjønnsmessig sikkerhetspåslag basert på en helhetsvurdering. Kvaliteten på flomberegning og vannlinjemodellering avgjør størrelsen på sikkerhetspåslaget, som vanligvis er mellom 10 og 100 cm.

3 Metode og data

3.1 Hydrologiske data og klimaendringer

Flomberegning for Gaula ble første gang gjennomført av NVE i 2000 (NVE, 2000). Denne beregningen er senere oppdatert og revidert i forbindelse med ny flomsonekartlegging og planlegging av flomsikringstiltak. I 2025 ble flomberegningen for Gaula og sideelver på oppdatert av NVE (NVE, 2025) for å gi et oppdatert og konsistent grunnlag for flomsonekart i vassdraget.

Den oppdaterte flomberegningen omfatter beregning av flomvannføringer i hovedelva Gaula samt utvalgte større og mindre sideelver. Totalt inngår 26 beregningspunkter i analysen, hovedsakelig innenfor de mest flomutsatte strekningene av vassdraget. Det er benyttet lange observasjonsserier fra flere målestasjoner i Gaula og de største sideelvene. Grunnlaget for flomberegningen vurderes som tilstrekkelig godt.

Flomverdiene som er beregnet i den nye flomberegningen avviker noe fra tidligere beregninger. For gjentakintervaller opp til Q50 er flomverdiene generelt noe lavere enn i flomberegningen fra 2000. Dette skyldes i hovedsak lengre observasjonsserier samt endret og forbedret metodikk for flomfrekvensanalyse. For høye gjentakintervaller er det forutsatt at vassdraget oppfører seg tilnærmet som uregulerte tilstand, noe som er lagt til grunn ved valg av middelflom og vekstkurver.

Store flommer i Gaulavassdraget opptrer vanligvis i forbindelse med snøsmelting om våren og forsommeren, ofte i kombinasjon med nedbør. De største historisk observerte flommene har imidlertid inntruffet på sensommeren og høsten som følge av kraftig nedbør. Vassdraget har liten flomdemping i form av innsjøer og magasiner og er i stor grad uregulert, med unntak av enkelte sidevassdrag som Lundesokna.

Flomberegningen er basert på lokale flomfrekvensanalyser av observerte flommer der dette er mulig. For mindre sideelver uten målestasjoner er det benyttet regionalt formelverk i kombinasjon med kulminasjonsfaktorer. Resultatene er sammenlignet med erfaringstall, tidligere flomberegninger og regionale analyser for å sikre konsistente og realistiske flomverdier. Kulminasjonsvannføringer for gjentakintervaller opp til 1000år, inkludert klimapåslag, danner grunnlaget for videre hydraulisk modellering og flomsonekartlegging i Gaulavassdraget. Tabell 1 viser beregnet kulminasjonsverdier for punkter i Gaula som er relevant for dette prosjektet.

Tabell 1 Beregnet kulminasjonsverdier for flommer ved ulike punkter i Gaula, hentet fra NVE rapport (NVE, 2025).

Beregningspunkt	Areal km ²	Q _M l/s/km ²	Q _M m ³ /s	Q ₅ m ³ /s	Q ₁₀ m ³ /s	Q ₂₀ m ³ /s	Q ₅₀ m ³ /s	Q ₁₀₀ m ³ /s	Q ₂₀₀ m ³ /s	Q ₅₀₀ m ³ /s	Q ₁₀₀₀ m ³ /s
1 Utløp Gaula	3660	264	966	1246	1469	1701	2048	2348	2696	3247	3749
2 Gaula ved Melhus	3580	266	953	1229	1448	1677	2020	2316	2659	3202	3697
3 Gaula ved Flå	3472	277	961	1240	1461	1692	2038	2336	2682	3230	3730
4 Gaula ndf. Lundesokna	3438	278	957	1235	1455	1685	2029	2326	2671	3216	3714
6 Gaula ovf. Lundesokna	3191	277	884	1140	1343	1555	1873	2147	2465	2969	3428
7 Gaula ndf. Gaua	3173	283	898	1158	1365	1580	1904	2182	2505	3017	3484
9 Gaula ovf. Gaua	3088	283	874	1127	1328	1538	1853	2124	2438	2936	3391
10 Gaula ovf. Gaulfossen	3086	283	873	1127	1327	1537	1851	2122	2437	2934	3389

3.1.1 Klimapåslag

I NVE-rapport 81-2016 «Klimaendring og fremtidige flommer i Norge» (NVE, 2016) er det gitt anbefalinger om hvordan man skal ta hensyn til ventet klimautvikling frem til år 2100 ved beregning av flommer med forskjellige gjentakintervall.

For Gaula er det benyttet et klimapåslag på 20 %. Klimapåslaget er lagt på de beregnede kulminasjonsvannføringene og gir dimensjonerende flomverdier for fremtidig flomsonekartlegging og flomsikring.

3.1.2 Klassifisering av hydrologisk grunnlag

I NVEs veileder 01/2025 (NVE, 2025) er det anbefalt å vurdere det hydrologiske datagrunnlaget som brukes i flomberegningen ut fra en skala fra 1 til 5, der 1 er beste klasse og 5 er dårligst. Det hydrologiske datagrunnlaget vurderes her å være i klasse 1 «Godt hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i vassdraget» for Gaula (NVE, 2025)

3.2 Topografiske data

Høydedata fra to laserprosjekt og et elvebunnsprosjekt satt sammen til en terrengmodell:

- *NVE Gaula 2016* (elvebunnsdata)
- *NDH Melhus–Orkland 5 pkt. Øst 2022* (terrengdata),
- *NDH Trondheim–Malvik–Stjørdal 5 pkt. Vest 2022* (terrengdata)

Alle i terrengdata er NN2000. Resultatene er sammenlignet med profilmålinger fra delprosjekt Melhus i 2000. Større avvik, særlig i de dypeste partiene av elva, er manuelt justert i HEC-RAS. Alle høyder er gitt i høydesystemet NN2000.

3.2.1 Elvebunnsdata

Elvebunn og terrengdata i modellen er hentet fra prosjektet «Kartlegging av Gaula», (Terratec, 2016), gjennomført av Terratec på oppdrag fra NVE i 2016, og tilgjengelig via Høydedata. Datagrunnlaget er etablert med en kombinasjon av laserskanning fra fly og multistråleekkolodd fra lettboat i områder uten tilstrekkelig bunnreff i laserdata. Datainnsamlingen ble bestilt utført med minimum 5 punkt per kvadratmeter på land og 4 punkt per kvadratmeter på elvebunnen, og kvaliteten er kontrollert ved hjelp av innmålte kontrollflater og profiler med GNSS. Dataene dekker hovedvassdraget Gaula fra Gaulosen til Almås i Gauldalen og danner grunnlaget for terrengraster benyttet i den hydrauliske modellen.

3.2.2 Terrengdata

Den digitale terrengmodellen utenfor elveløpet er hentet fra datasettene «NDH Melhus–Orkland 5 pkt Øst 2022» og «NDH Trondheim–Malvik–Stjørdal 5 pkt Vest 2022», basert på lidar og lastet ned fra Høydedata. Elvebunnsdata for Gaula er innarbeidet i terrengmodellen der dette er tilgjengelig. Områder med antatt høy usikkerhet, mangelfulle verdier eller urealistiske sprang er manuelt korrigert basert på tilgjengelige kontrollmålinger og faglig vurdering.

3.2.3 Kalibreringsdata

Kalibreringen er basert på observerte vannstand fra flomhendelser i juni 2010 (NVE, 2010), justert med 12 cm til NN2000 høydesystem. Det er brukt 37 målepunkter fra utløpet i fjorden til Gaulfossen. Vannføringen for flomhendelsen er hentet fra målestasjonene 122.9 Gaulfoss, 122.16 Gaua og 122.6 Øvre Møllefoss i Lundesokna.

Tabell 2 Kulminerende vannføring ved forskjellige målestasjoner registrert under flommen i 2010.

Målestasjon	Vannføring (m ³ /s)
122.6 Øvre Møllefoss	36
122.16 Gaua	26
122.9 Gaulfoss	1338

Flommen i 2010 tilsvarer en flom med 10 års gjentakintervall basert på den nyeste flomberegningen.

Modellen er kontrollert mot målinger fra en av de største kjente flommene i Gaula, som inntraff i august 1940. Historiske målinger utført av Olaf Strand er omtalt i NVE-notat (NVE, 1941). Måleverdiene fra notatet er korrigert med +72 cm for tilpasning til høydesystemet NN2000.

Vannføringene for 1940-flommen i Gaula er hentet fra NVE rapport (NVE, 2000) og er vist i tabellen nedenfor. Ifølge de nyeste beregningene tilsvarer dette en flom med et gjentakintervall på 500 til 1000 år. Estimatenes er beheftet med betydelig usikkerhet. Derfor er målingene brukt kun som en referanse i kalibreringsprosessen.

Tabell 3 Vannføring i Gaula ved 1940 flommen.

Punkt i Gaula	Vannføring (m ³ /s)
Gaula ved utløpet i fjorden	3572
Gaula ndf. Lundesokna	3528
Gaula ved Gaulfossen	3079

3.2.4 Befaring

Befaring ble gjennomført 23.–25. mars 2025 av Stefan Perzyna og Kjartan Orvedal. Det ble sporet merker etter historiske flommer i Gaula, og i Lundesokna og Gaua ble bruer målt opp.

4 Beregningsmodell og datakvalitet

Flomsonekartene for Gaula er beregnet ved hjelp av en todimensjonal hydraulisk modell utviklet i programvaren HEC-RAS 7.0.

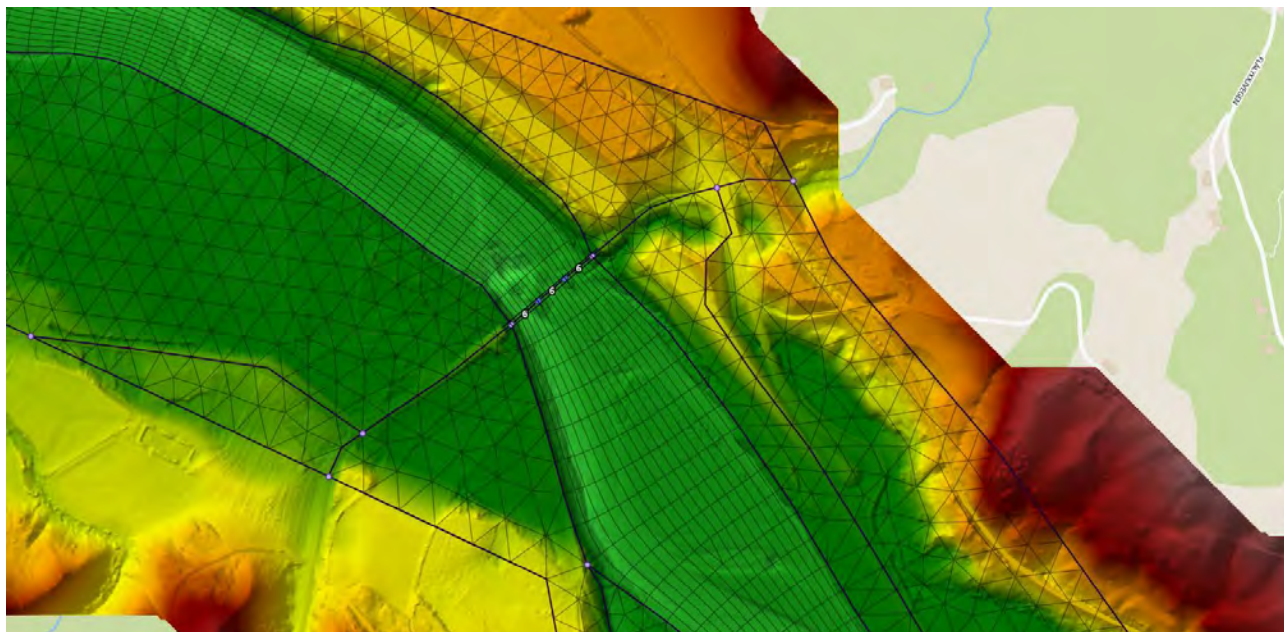
Modelleringen er utført med HEC-RAS 2D med «Full Momentum», noe som vil si at modellen løser de komplette Saint-Venant-ligningene for to dimensjoner, ofte omtalt som gruntvannsligningene. Ligningene inkluderer både treghetsledd og turbulensledd, noe som sikrer en konservativ og fysisk korrekt beregning av vannstand og hastighet. Modellen beregner vannføring, vannstand og vannhastighet mellom celler i et beregningsnett (mesh). Modellen benytter strømningsligningssettet SWE ELM, og tidssteget er valgt slik at beregningene forblir numerisk stabile.

For etablering av beregningsnettet er det benyttet programvaren RAS2025 utviklet av US Army Corps of Engineers, som på sikt er planlagt å erstatte HEC-RAS. Programvaren er fortsatt under utvikling, men vurderes som egnet for generering av numeriske beregningsnett som kan eksporteres til HEC-RAS 7.0.

HEC-RAS 7.0 benytter primært et firkantet beregningsnett, hvor cellene tilpasses terreng og hydrauliske strukturer gjennom bruk av knekklinjer (breaklines) og lokal fortetning. Dette gir god kontroll over nettgeometrien, men kan være mindre fleksibelt i komplekse områder.

RAS 2025 muliggjør derimot et ustrukturert beregningsnett bestående av triangulære elementer, kombinert med rektangulære elementer som kan orienteres langs strømningsretningen til elveløpet. Denne tilnærmingen gir større geometrisk fleksibilitet og gjør det mulig å tilpasse nettet mer effektivt til både komplekse terrengformer og strømningsmønstre. Resultatet er bedre representasjon av hydraulikken, samt økt numerisk stabilitet og mer effektiv beregningstid, særlig i områder med tydelig dominerende strømningsretning.

Cellene legges langs de kritiske terrengformasjoner som veier og terskler for økt presisjon. Figur 2 viser utsnitt av beregningsnett generert i Ras2025.



Figur 2 Beregningsnett laget med programmet Ras2025, området rundt Kvålsbrua

4.1 Grensebetingelser

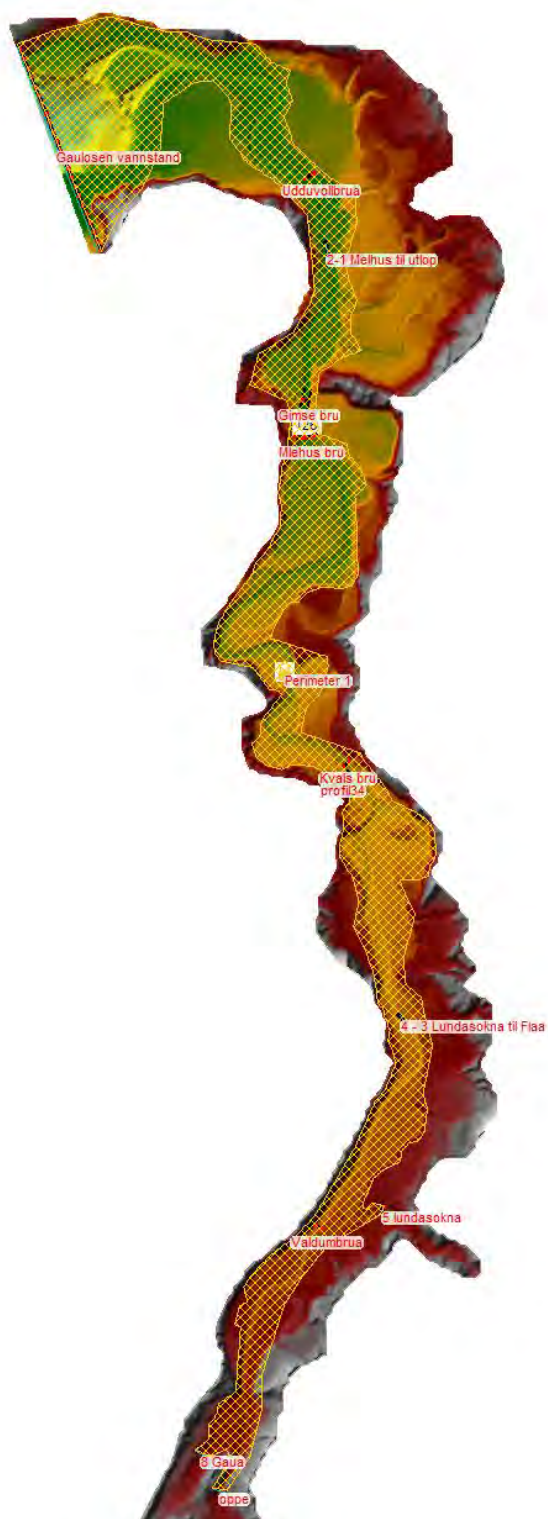
For at en HEC-RAS 2D-modell skal kunne kjøre, må den ha definert hvor vannet kommer fra, og hvor det forsvinner. Dette kalles grensebetingelser og er plassert ved øvre og nedre avgrensing. I tillegg er det definert grensebetingelser ved sidevassdrag av en viss størrelse for å inkludere rest tilsiget i feltet, der plasseringen av disse er vist i Figur 3.

Oppstrøms grensebetingelse er satt lik beregnet kulminasjonsvannføring i Gaula ved Gaulfossen ved ulike gjentaksintervall, se kap. 3.1. Nedstrøms grensebetingelse er satt til årlig høyvannstand i fjorden, henholdsvis 1,82 moh. for dagens klima og 2,32 moh. for fremtidig klima (SSP3-7.0, 83-persentil, år 2100), (se Havnivå.no). Klimapåslaget på 0,50 m er hentet fra Kartverkets datasett for stormflo og havnivå, som legger SSP3-7.0 til grunn.

I modellen er det definert flere tilførselspunkter som representerer de største sidevassdragene. I tillegg er det definert tilførselspunkter langs hovedløpet for å ivareta ufordelt tilsig og sikre at samlet vannføring øker konsistent nedstrøms. Verdiene som er benyttet for hvert punkt er fastsatt slik at samlet vannføring i modellen samsvarer med beregnede flomverdier i beregningspunktene i Tabell 1, verdiene brukt i modellen er vist i Tabell 4 og Figur 3.

Tabell 4 Grensebetingelser av vannføringer og vannstand ved fjorden brukt i modellen, flom i Gaula (uten klimapåslag)

	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q1000	Q200 med 20% klima	Q1000 med 20% klima
Nede -Gaulosen vannstand (moh)	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	2.32	2.32
2 - 1 Melhus til utløp	8	9	10	12	14	19	17	23
4 - 3 Lundesokna til Flå	6	7	9	10	11	16	13	19
5 Lundesokna	90	105	125	144	166	230	199	276
8 Gauga	38	43	53	60	68	95	82	114
Oppe -Gaula ved Gaulfossen	1327	1537	1851	2122	2437	3389	2924	4067



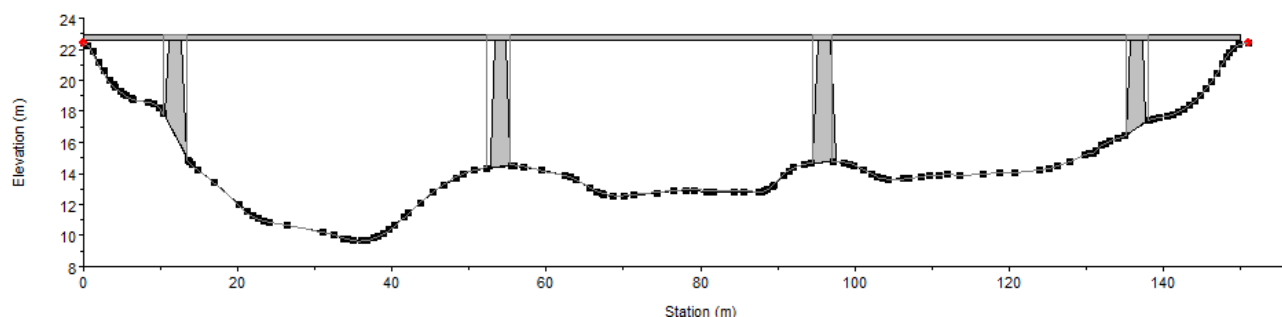
Figur 3 Grensebetingelser og tilførselspunkter i modellen.

4.2 Infrastruktur i vassdraget

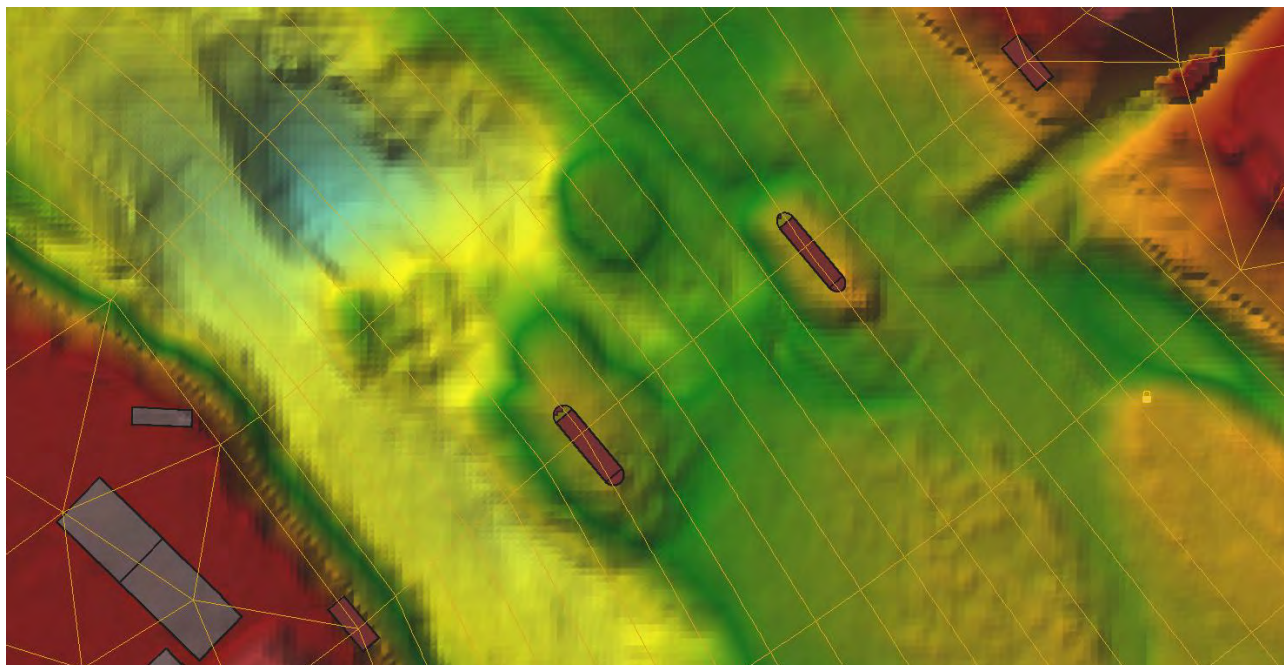
4.2.1 Gaula

Totalt seks bruer krysser Gaula på den modellerte strekningen. Brupilarene er integrert i terrengmodellen, og rutenettet er tilpasset omkring disse for å sikre en nøyaktig simulering av vannføringsfordeling og strømningshastighet. For både brudekket og pilarene benyttes det en 1D-brumodell i beregningene for å ivareta effekter som innsnevring og energitap. Dette sikrer at bruens innvirkning på vannstrømmen blir korrekt gjengitt. Figur 4 viser et eksempel på 1D-modellering for Kvålsbrua, mens Figur 5 illustrerer endringer i terreng og gridtilpasning for samme bru.

Udduvollbrua, Melhusbrua, Gimse bru, Kvålsbrua og Valdumbrua har alle tilfredsstillende klaring opp til 200 års flom med klimapåslag og forventes å ha minimal innvirkning på flomforholdene. Illustrasjoner av de modellerte bruene vises i Figur 6. Brugeometrier er hentet fra Statens vegvesens database BRUTUS. Gaulfoss jernbanebru er utelatt fra modellen, ettersom den ikke antas å påvirke flomforholdene nedstrøms.



Figur 4 1D brumodellering med HEC-RAS. Kvålsbrua.



Figur 5 Pilarene lagt til terrenget og gridtilpasning, Kvålsbrua.

Figur 6 Bilder av de modellerte bruene. Hentet fra BRUTUS

Udduvoll bru



Gimse bru



Melhus bru



Kvåls bru



Valdum bru



4.3 Friksjonsforholdene

Modellens friksjonsforhold er hovedsakelig fastsatt basert på arealressurskart i målestokk 1:5000 (AR5), som er de mest detaljerte kartene en har for arealklassifisering. Langs elvebreddene finnes det for det meste skog og åpne jordbruksarealer, og vannstrømmen ved normalvannføring vurderes som relativt rolig. Mannings n-tallet i modellen varierer fra 0,013 til 0,1. Arealressurskart fra NIBIO ligger til grunn for inndelingen, og valget av friksjonsverdier følger anbefalingene fra litteratur (Chow, 1959) og norske erfaringstall. For å representere bygninger er det benyttet en ruheverdi på 100 i disse områdene. Dette begrenser i praksis strømming forbi bygningene i modellen. Ruheten er videre justert i forbindelse med kalibreringsprosessen. En oversikt over benyttede friksjonsverdier er vist i Tabell 5.

Tabell 5 Oversikt over friksjon benyttet i vannlinjemodellene.

kode	navn	n-verdi
21	Fulldyrka jord	0.05
12	Samferdsel	0.013
11	Bebyggd	0.015
50	Åpen fastmark	0.045
81	Elveløp	0.035
23	Innmarksbeite	0.035
60	Myr	0.07
82	Hav (utløp i fjorden)	0.03
22	Overflatedyrka jord	0.04
30	Skog	0.09

4.4 Kalibrering av vannlinjemodell

En hydraulisk modell bør kalibreres ved å sammenligne den med én eller flere flommer i vassdraget, slik at den gjenspeiler elvas forhold på en nøyaktig måte. Under kalibreringen kobles både vannstand og vannføring til samme tidspunkt, og modellen kjøres med den målte vannføringen fra flommen. Målet er å justere modellen slik at de beregnede vannstandene så langt som mulig stemmer overens med de observerte nivåene.

Til dette prosjektet er det benyttet målinger fra flommen i 2010 (kulminasjon ca. 1380 m³/s, tilsvarende en 10-årsflom) og flommen i 1940 (estimert til 3572 m³/s, tilsvarende et gjentaksintervall på 500–1000 år). Modellen finjusteres ved å tilpasse ruheverdien, og elveløpet deles opp i flere segmenter, slik at ruheten kan variere mellom dem. Dessuten tilpasses ruheverdier innenfor ulike områder av elveløpet, for eksempel på elveavsetninger og skogkledde øyer. De valgte verdiene holdes innenfor representative nivåer for de ulike arealtypene.

Tabell 6 Verdiene som ble justert i forbindelse med kalibreringsprosessen.

kode	navn	n-verdi
50	Åpen fastmark	0.04-0.05
81	Elveløp	0.03-0.037
30	Skog	0.07-0.1

Modellen er tilpasset best mulig til målingene tatt i 2010. For 1940-flommen er det stor usikkerhet i vannføringen som er brukt for kalibreringen, i tillegg til at det har skjedd store terrengendringer langs vassdraget. Likevel er det sammenlignet målepunktene målt i 1940 med resultatene fra modellen etter kalibrering mot 2020 flommen og disse samsvarer svært bra.

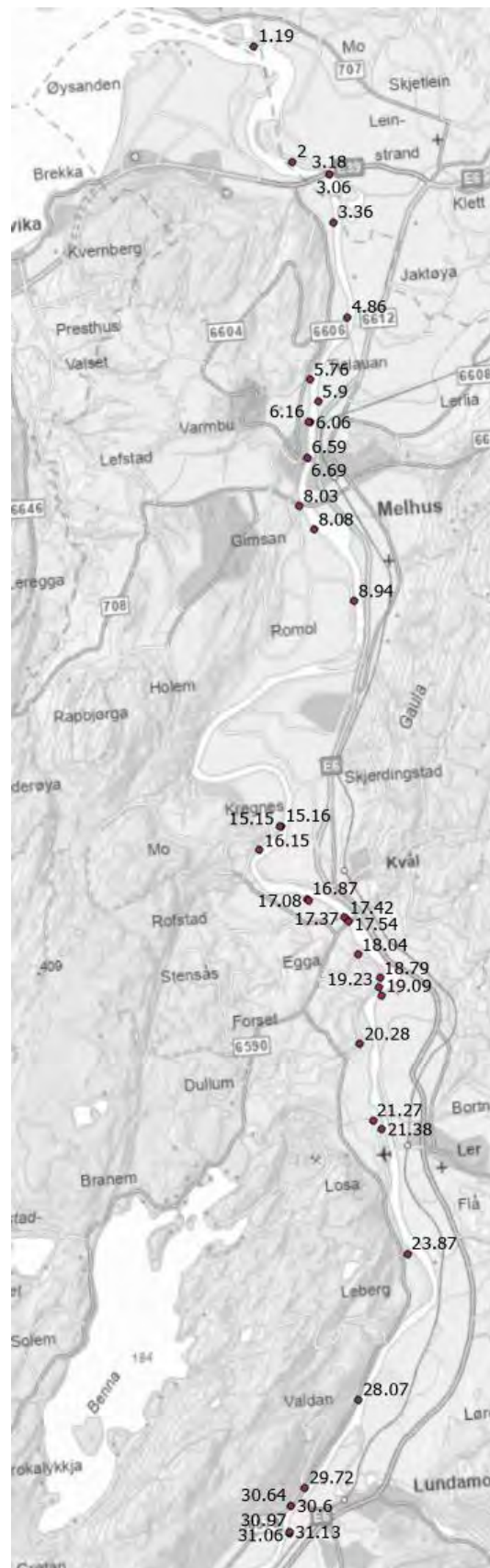
4.4.1 Flommen 2010

Vannføringen ved utløpet i fjorden er estimert til omtrent 1380 m³/s. Flommen i 2010 tilsvarer en flom med 10-års gjentaksintervall, basert på den nyeste flomberegningen. Resultatet av kalibreringen er vist i Tabell 7.

Tabell 7 Kalibreringspunktene fra flommen 2010.

Navn	Måling [moh.]	Modell [moh.]	Diff. [m]
gps04	1.19	1.17	0.02
gps03	2.00	2.47	-0.47
gps02	3.06	3.05	0.01
gps01	3.18	3.05	0.13
gps07	3.36	3.36	0.00
gps08	4.86	4.63	0.23
gps11	5.76	5.77	-0.01
gps45	5.90	5.89	0.01
gps14	6.06	6.13	-0.07
gps15	6.16	6.13	0.03
gps16	6.59	6.61	-0.02
gps17	6.69	6.64	0.05
gps18	8.03	7.71	0.32
gps19	8.08	8.01	0.07
gps20	8.94	8.93	0.01
gps24	15.15	15.07	0.08
gps23	15.16	15.05	0.11
gps22	16.15	15.7	-0.45
gps25	16.87	16.97	-0.10
gps26	17.08	16.97	0.11
gps28	17.37	17.51	-0.14
gps27	17.42	17.51	-0.09
gps29	17.54	17.64	-0.10
gps30	18.04	18.21	-0.17
gps31	18.79	18.98	-0.19
gps88	19.09	19.11	-0.02
gps32	19.23	19.03	0.20
gps33	20.28	20.05	0.23
gps34	21.27	21.28	-0.01
gps35	21.38	21.38	0.00
gps36	23.87	23.77	0.10
gps37	28.07	28.09	-0.02
gps38	29.72	29.81	-0.09
gps39	30.60	30.41	0.19
gps86	30.97	30.92	0.05
gps87	31.06	30.92	0.14
gps85	31.13	30.95	0.18

Resultatene stemmer godt overens med målepunktene, med unntak av to punkter der avviket er 45 cm. Dette kan skyldes usikkerhet i dybdegrunnlaget eller måledataene. For GPS-punkt 22 skyldes avviket trolig en aktiv grusør og drivgods som har begrenset vannstrømningen i et flomløp i yttersvingen. Punkter nær boligområder er derfor tillagt størst vekt.



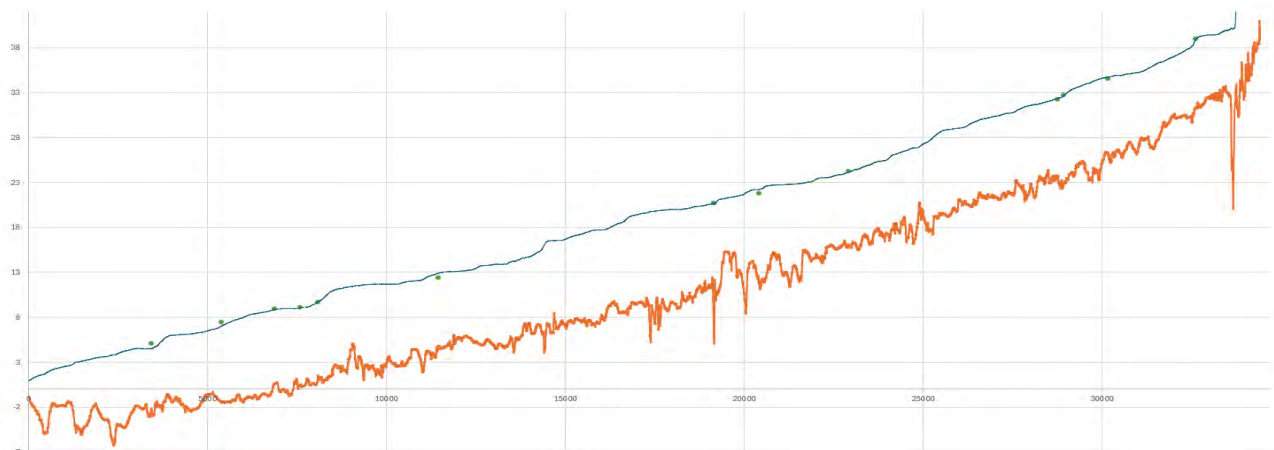
Figur 7 Lokasjon av kalibreringspunktene

4.4.2 Flommen 1940

Analysen er gjennomført med ruhetsverdier kalibrert mot flommen fra 2010. Det foreligger betydelig usikkerhet i vannføringen ved 1940-flommen, og det er utført flere tiltak i elva som kan ha innvirkning på vannstanden. Formålet med analysen er å illustrere hvordan modellen beregner flomnivåene for de største historiske flommene.

Punkt i Gaula	Vannføring (m³/s)
Gaula ved utløpet i fjorden	3572

Dette tilsvarer en flom med 500–1000 års gjentakintervall etter de nyeste beregningene.



Figur 8 Beregnet vannlinje (senter elv) og kalibreringspunktene.

Tabell 8 viser de modellerte og observerte vannstandene, samt avviket mellom disse. Resultatene gir bra samsvar mellom målingspunktene og den modellerte flomnivå. Noe som tyder på at modeller gir bra resultater for de største flommene.

Tabell 8 Kalibreringspunktene 1940

Plassering	Avstand fra fjorden [m]	Måling 1940 [moh.]	Beregnet Hec [moh.]	Diff. [m]
Profil 6	7177	5.04	4.62	-0.42*
Profil 11 450 m nedstrøms	9071	7.4	7.06	-0.34
Profil 13 310 m nedstrøms	10569	8.91	8.84	-0.07
Profil 15 20 m nedstrøms	11269	9.12	9.04	-0.08
Profil 15	11769	9.69	9.65	-0.04
Profil 22 230 m nedstrøms	15031	12.35	12.58	0.23
Profil 34 60 m nedstrøms	22755	20.67	20.67	0.00
Profil 38 720 m nedstrøms	24059	21.77	22.15	0.38
Profil 39	26570	24.21	24.17	-0.04
Profil 45 150 m nedstrøms	32451	32.23	32.31	0.08
Profil 46 50 m nedstrøms	32635	32.74	32.67	-0.07
Profil 47 640 m nedstrøms	33894	34.53	34.75	0.22
Profil 48	36364	38.99	38.83	-0.16

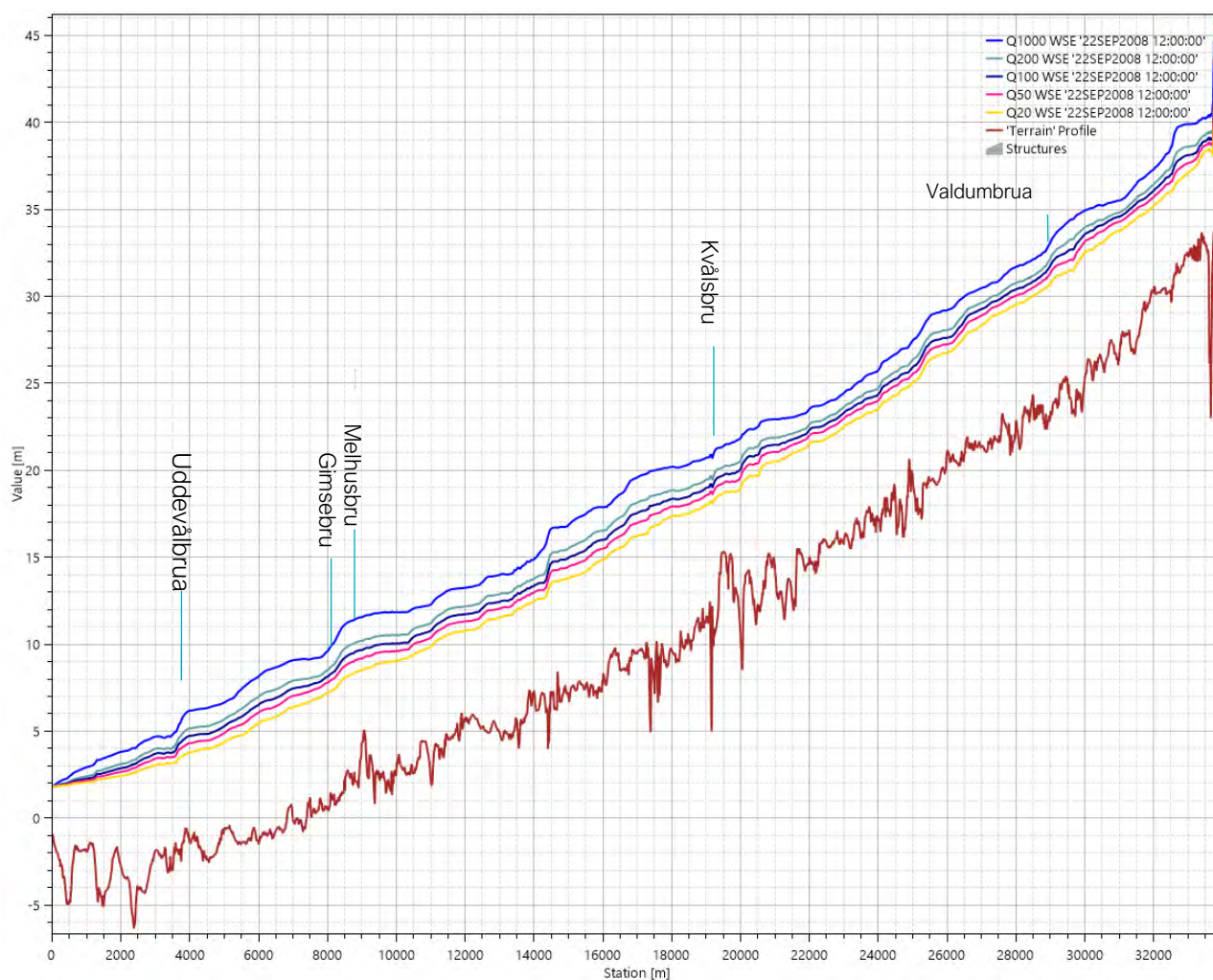
*Målingen tatt nedstrøms gamle Udduvollbrua som ikke eksisterer i dag.

Profilene er hentet fra tidligere delprosjekt Melhus (NVE, 2001).

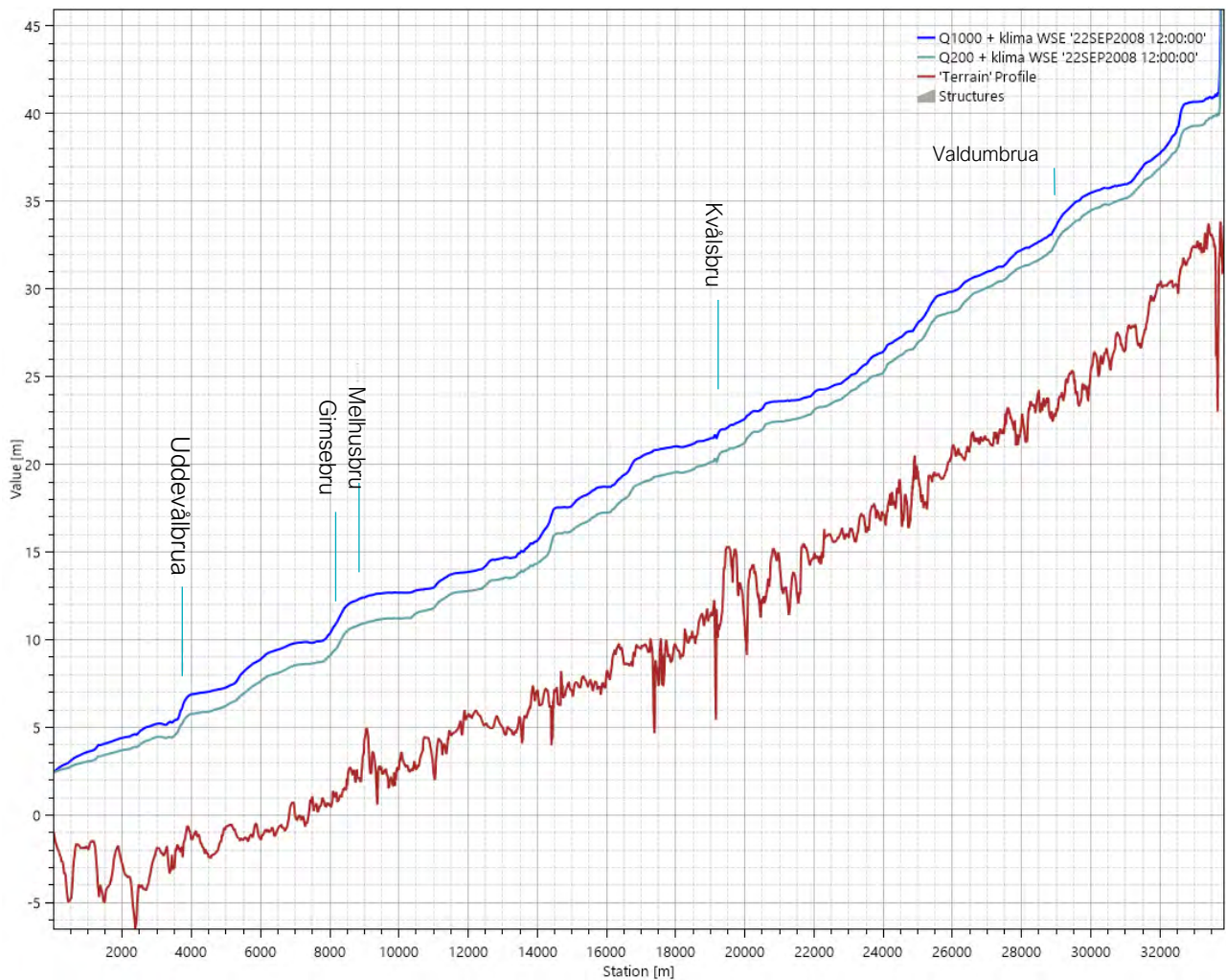
5 Resultat og konklusjon

Flomsonekart for Gaula er utarbeidet. Flom er vurdert for gjentaksintervall på 10, 20, 50, 100, 200, og 1000 år. I tillegg er 200- og 1000-årsflommer vurdert med et klimapåslag på 20 %. Flom i sidevassdrag er ikke kartlagt. Videre i dette kapittelet gis en kortfattet beskrivelse av de forventede konsekvensene av flom i vassdraget.

Figur 9 og Figur 10 viser flomvannstanden langs senterlinjen Gaula på strekningen fra utløpet i fjorden opp til Gaulfossen. Med klimapåslag vil vannstanden i Gaula øke i forhold til dagens flom med 0,62–1,07 meter ved 200-årsflom og 0,62–1,13 meter ved 1000-årsflom. Under en flom kan økt vannføring i mindre bekker føre til lokale oversvømmelser som ikke nødvendigvis fremgår av flomsonekartene.



Figur 9 Beregnet flomvannstand – dagens situasjon.

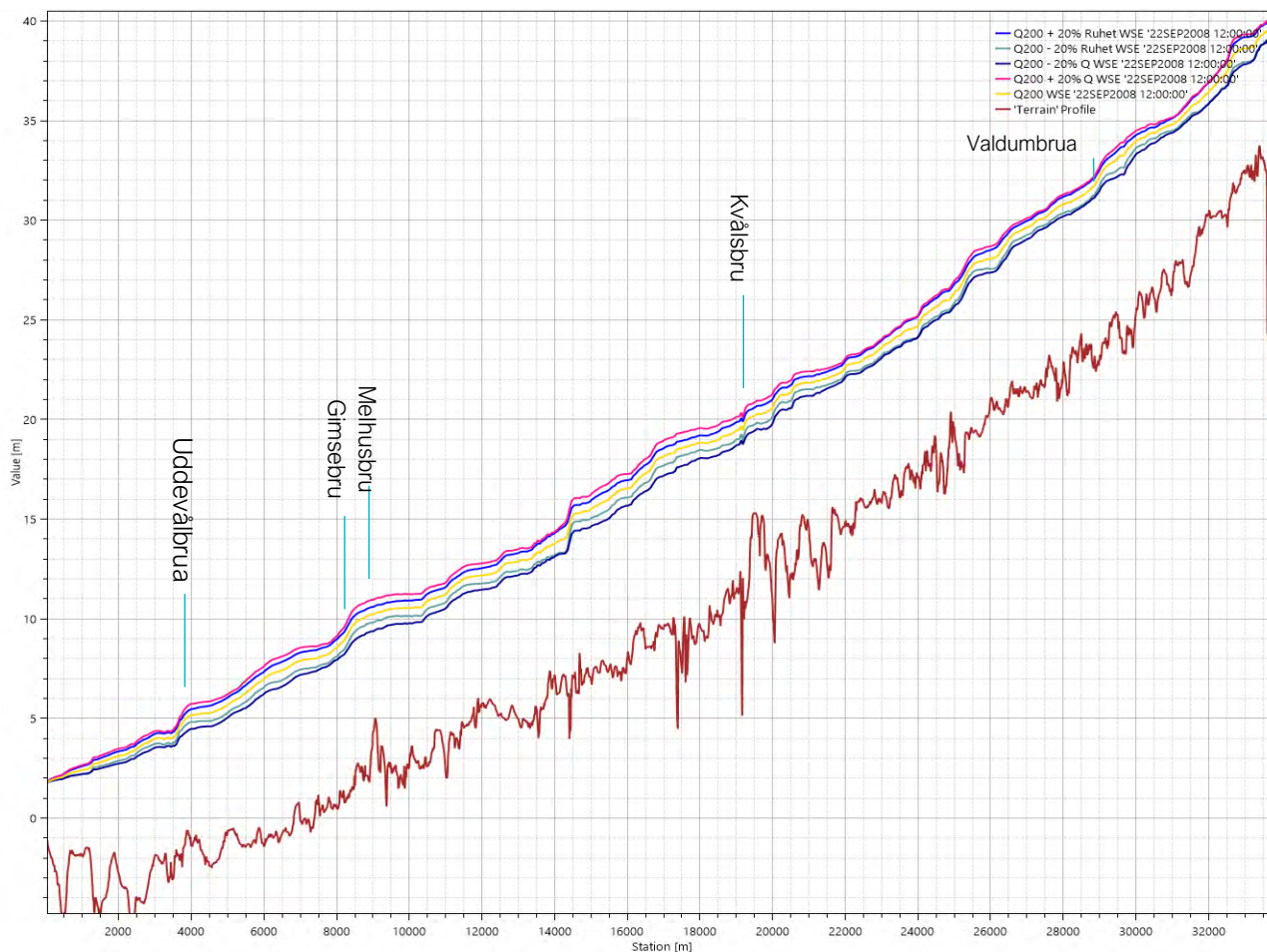


Figur 10 Beregnet flomvannstand – framtidig situasjon.

5.1 Følsomhetsanalyse

Følsomhetsanalyse er gjennomført for 200-årsflommen (Q200) uten klimapåslag. Det er testet $\pm 20\%$ endring i vannføring (Q) og $\pm 20\%$ endring i Manning's ruhet (friksjon). Resultatene viser at vannføring påvirker vannstanden mer enn ruhet.

Langs profilet er gjennomsnittlige utslag om lag **0,6 til 0,7 m** for vannføring og om lag **0,4 m** for ruhet. Største utslag er nær **1,0 m** for vannføring og opptil **0,7 m** for ruhet.



Figur 11 Resultat av følsomhetsanalyse.

5.2 Sikkerhetspåslag

Valg av anbefalt sikkerhetspåslag er en skjønnsmessig vurdering som foretas av den fagkyndige som utfører utredningen. For å fastsette størrelsen på sikkerhetspåslaget anbefales, det at både det hydrologiske grunnlaget og modellen klassifiseres basert på en samlet vurdering av kvalitet iht. NVEs veileder (NVE, 2022). Tabell 9 viser et utsnitt av veilederens klassifiseringskriterier for hydraulisk modell.

Tabell 9 Klassifisering av hydraulisk modell (NVE, 2022).

Klasse	Klassifiseringskriterier
A	Modellen er kalibrert for en vannføring tilsvarende en 20-årsflom eller større, 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 og 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 30 cm.
D	Modellen er tilpasset mot en målt vannlinje, og følsomhetsanalysen viser at endringer 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.

I henhold til kap. 10.3 i NVEs veileder 3/2022 (NVE, 2022) er det gjort en analyse for å finne anbefalt sikkerhetspåslag. Den hydrauliske modellen er klassifisert i klasse B. Dette er begrunnet med at modellen er kalibrert for en vannføring større enn en 20-årsflom, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak mellom 10 og 30 cm. Det hydrologiske datagrunnlaget vurderes her å være i klasse 1 «Godt hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i vassdraget» for Gaula (NVE, 2025).

Dette gir et anbefalt prosentvist påslag på vannføringen på 10 % for fastsetting av sikkerhetspåslaget. Beregninger indikerer at vannstanden kan øke med mellom 10 og 44 cm, hvor flertallet av verdiene ligger mellom 30 og 40 cm. Basert på en samlet vurdering anbefales det å inkludere en sikkerhetsmargin på 40 cm til de beregnede flomvannstandene. Lokale forhold som erosjon og tilstopping kan i enkelte tilfeller medføre større avvik i beregnet vannstand ved store flommer.

Tabell 10 Klassifisering av hydraulisk modell, sikkerhetspåslag (NVE, 2022).

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 og 5

6 Resultat

Det er utført hydrauliske beregninger for flommer med gjentakintervallene 10-, 20-, 50-, 100-, 200- og 1000-årsflom, i tillegg er det beregnet 200- og 1000-årsflom med klimapåslag. Sluttproduktet som er utarbeidet omfatter:

- Digitale flomsoner
- Flomvannstander representert som kotelinjer med 0,5 m intervall (også levert med 1 m intervall)
- Dybdekart i rasterformat (1 × 1 m)
- Hastighetskart i rasterformat (1 × 1 m)

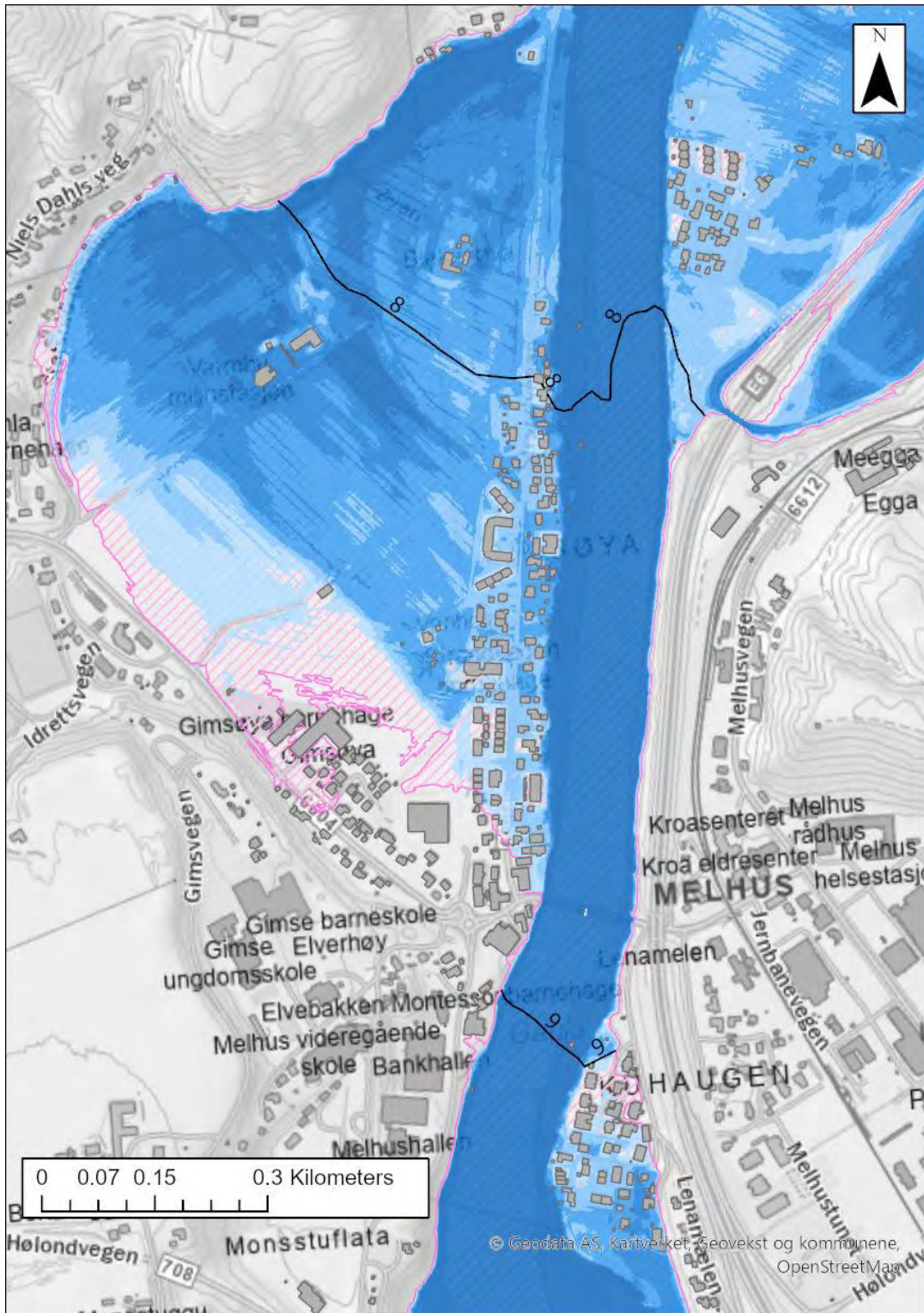
Flomsonerapport på PDF-format. Flomsonene er tilgjengelig på NVEs nettside www.nve.no og i NVEs karttjenester <https://www.nve.no/karttjenester/>.

6.1 Flomsonekart

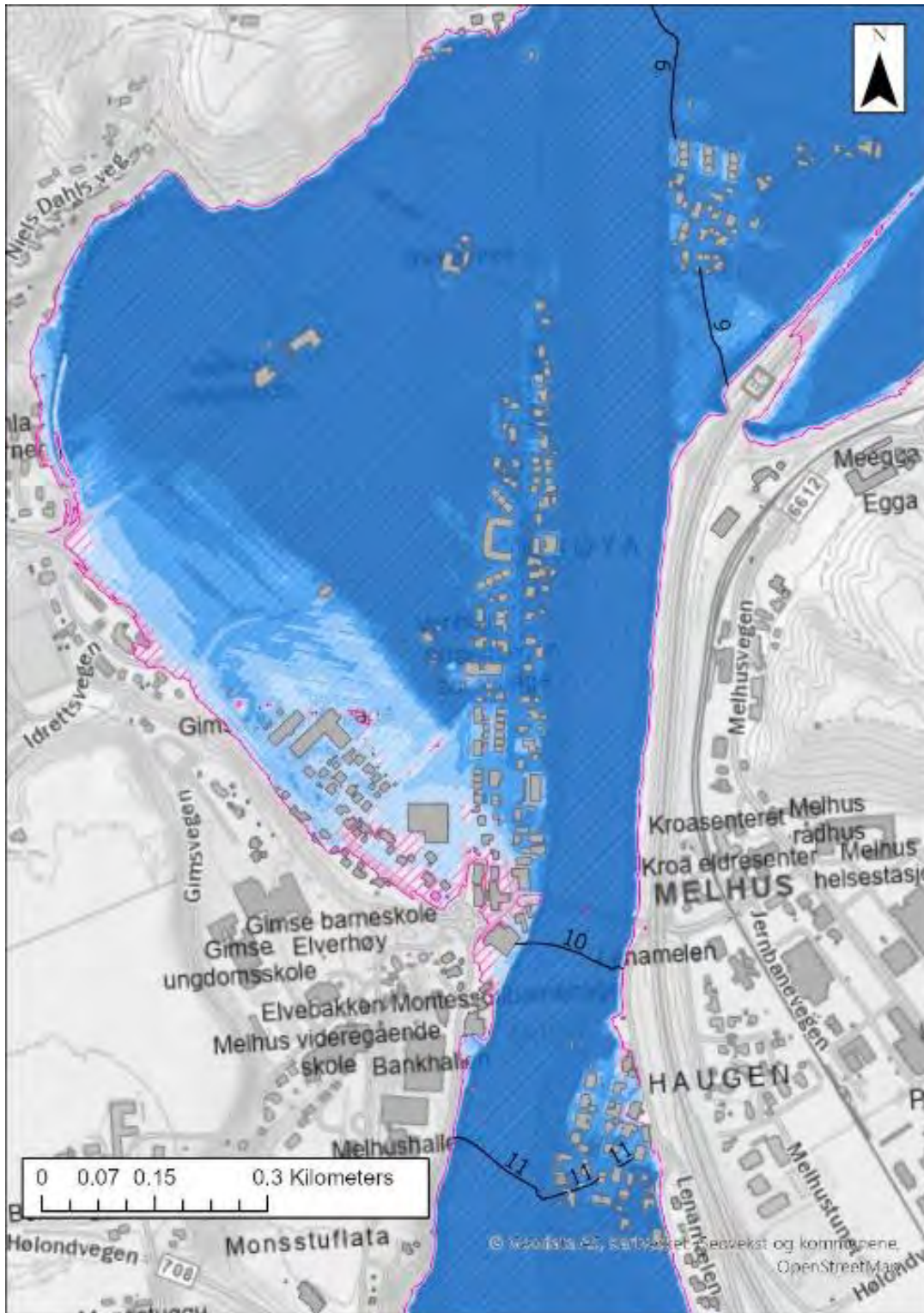
I rapporten vises utvalgte utsnitt av flomsonekartet, med hovedvekt på tettbygde områder. Hele flomsonekartet er tilgjengelig i NVEs innsynsløsning. Flomsonekart for sidevassdragene Lundesokna og Gaua er beskrevet i en separat rapport (Norconsult, 2026). Resultatene i innsynsløsningen er en sammenslått framstilling av flere flomutredninger.

Kartene nedenfor viser flomutbredelsen for 200 og 1000 års gjentakintervall, både med og uten klimapåslag, vist i rosa. Det er inkludert kart for Gaula ved Melhus og for strekningen mellom Rosmælen og Nyhusberget, der flere områder er flomutsatt ved 200 års flom. Flomsonekartet for Gaula ved Lundamo er presentert i en egen rapport fra prosjektet flomsonekartlegging av Gaula og sidevassdrag (Norconsult, 2026).

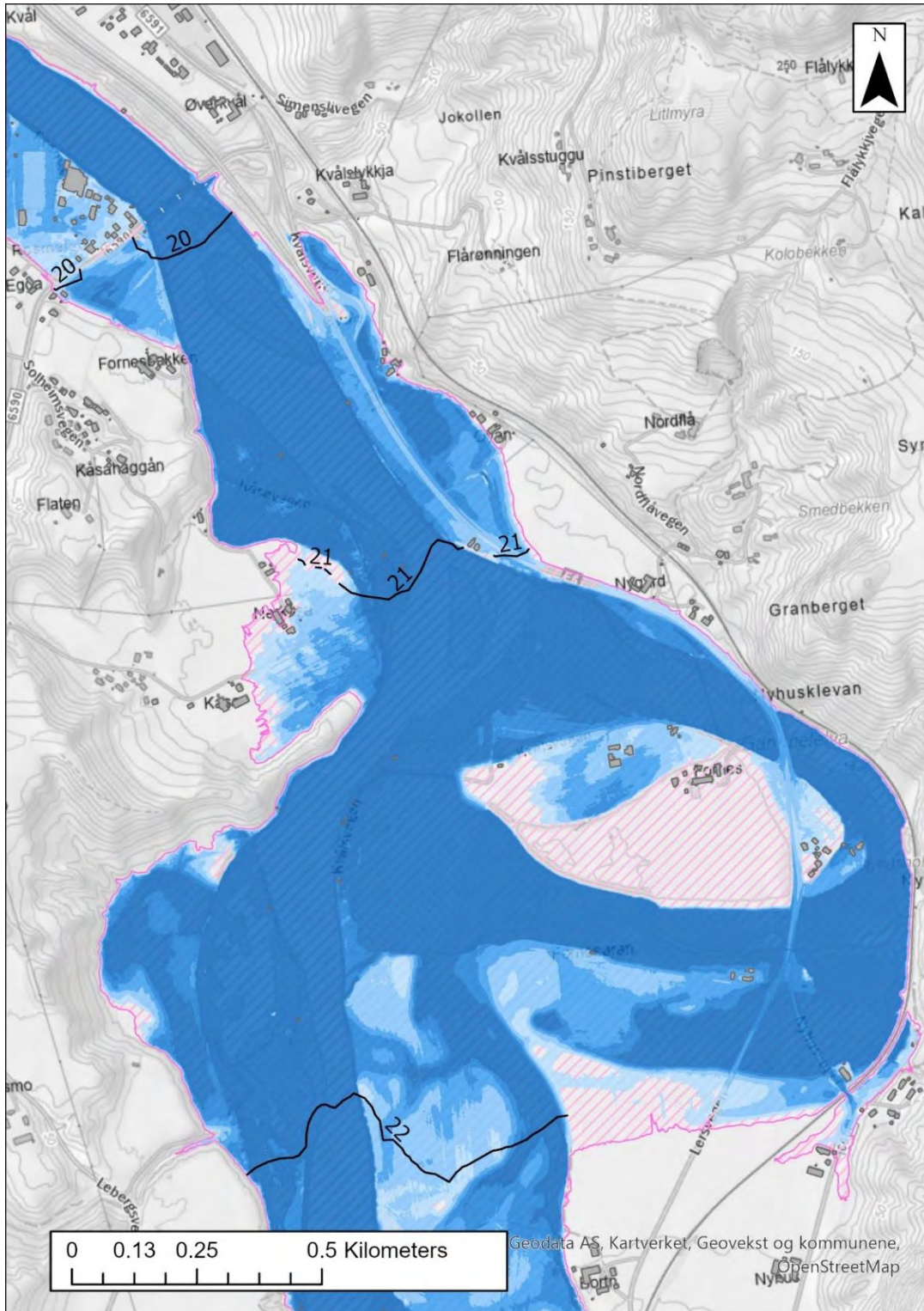
6.1.1 Melhus- flomsonekart Q200 med og uten klimapåslag (rosa)



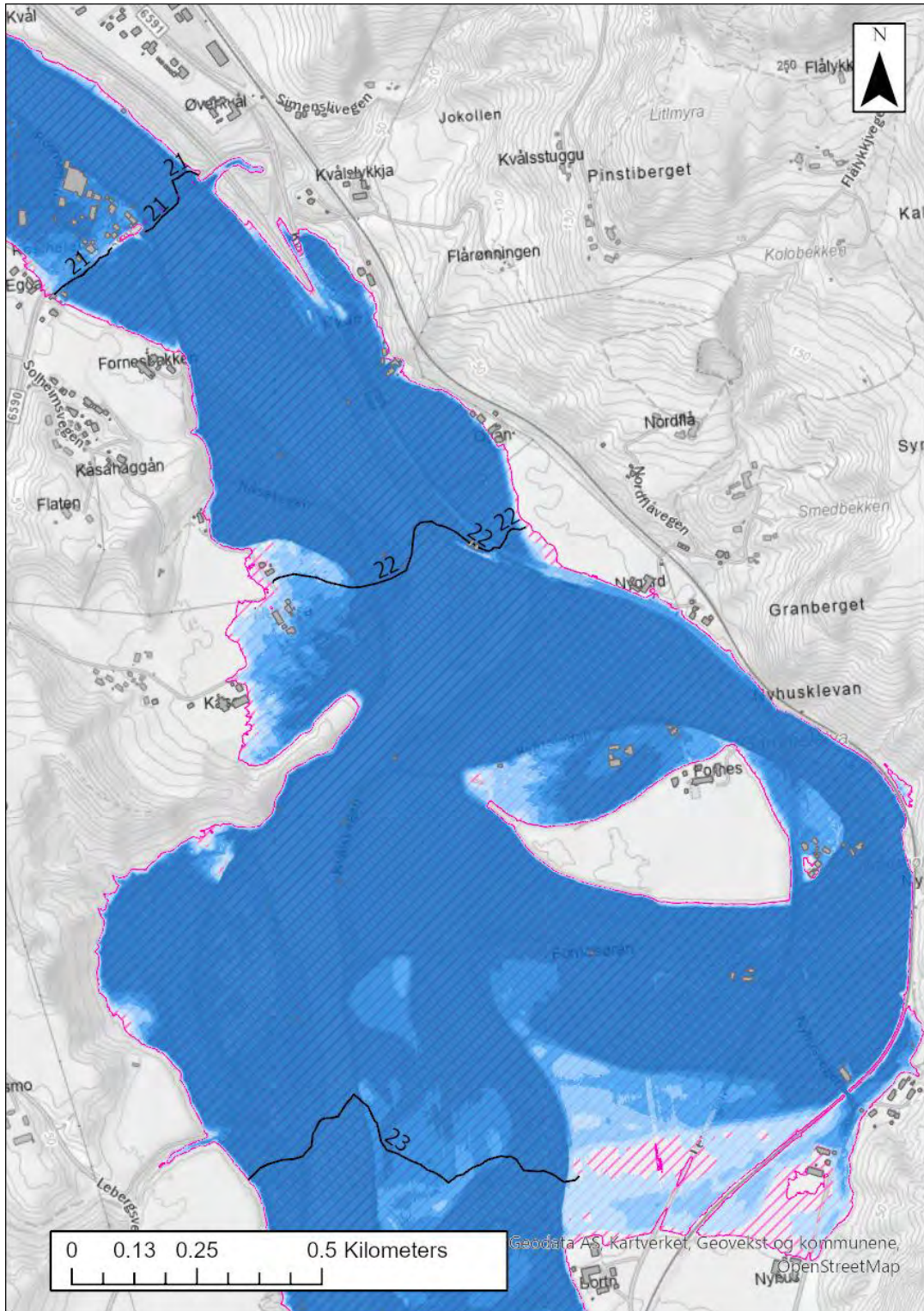
6.1.2 Melhus- flomsonekart Q1000 med og uten klimapåslag (rosa)



6.1.3 Rosmælen til Nuhusberget - - flomsonekart Q200 med og uten klimapåslag (rosa)



6.1.4 Rosmælen til Nuhusberget - flomsonekart Q1000 med og uten klimapåslag (rosa)



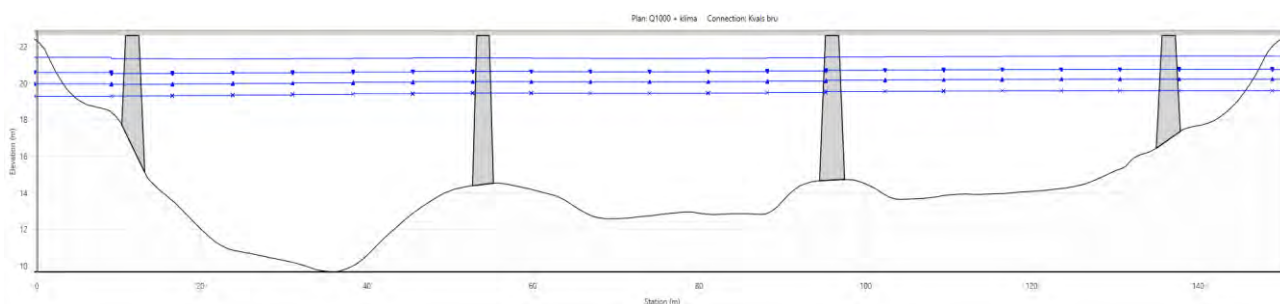
6.2 Spesielt om bruer

Vannstanden ved bruene er beregnet for 200- og 1000-årsflom, både med og uten klimapåslag, og er i vist i Tabell 11. Informasjon om høyde underkant brubjelke for bruene er hentet fra brutegninger hentet fra SVVs database BRUTUS.

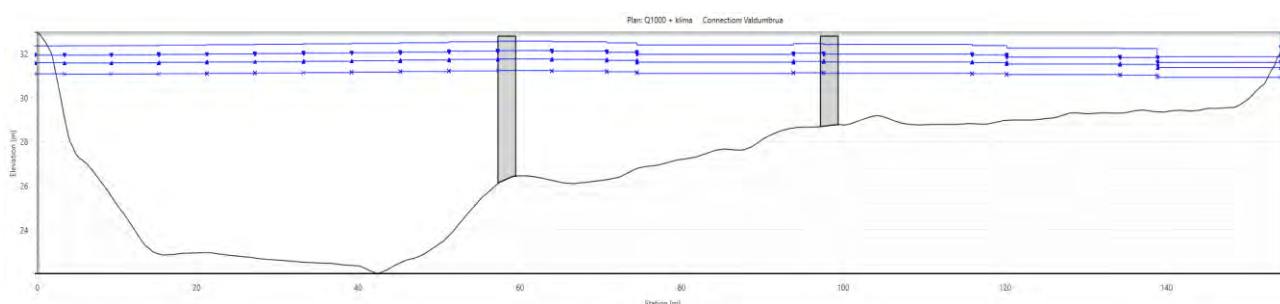
Tabell 11 Beregnet vannstand i brutversnittet.

Bru	Underkant brudekke (moh.)	200-årsflom (moh.)	200-årsflom med klima (moh.)	1000-årsflom (moh.)	1000-årsflom med klima (moh.)
Udduvollbrua	8.0	4.8	5.4	5.8	6.4
Gimse bru	11.6	8.5	9	0.5	10.2
Melhus bru	19.6	9.6	10.4	11.4	11.8
Kvåls bru	22.8	19.6	20.2	20.8	21.5
Valdum bru	32.8	31.2	31.8	32.1	32.5
Gaulfoss jernbane bru	Ikke modellert				

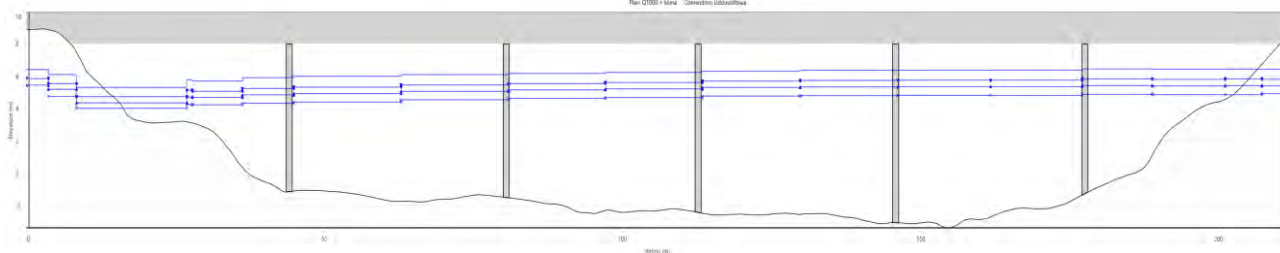
De modellbaserte beregningene viser at bruene har god kapasitet og bidrar til minimal oppstuvning under flom. Valdumbrua ligger imidlertid litt lavt sammenlignet med nivået for en 1000-årsflom + klima. Ved en slik ekstrem hendelse vil vannet nå opp til brudekket, som kan bli revet bort av vannmassene – akkurat som det skjedde med andre bruer under flommen i 1940.



Figur 12 Kvålsbru, beregnet flomvannstand Q1000 + klimapåslag



Figur 13 Valdumbrua, beregnet flomvannstand Q1000 + klimapåslag



Figur 14 Udduvollbrua, beregnet flomvannstand Q1000 + klimapåslag

6.3 Endringer i forhold til tidligere kart

Det nye flomsonekartet bygger på et betydelig forbedret datagrunnlag. Terrengmodellen er mer detaljert, og det finnes nå langt mer informasjon om elvebunnen. Flomberegningen er oppdatert, noe som har gitt lavere dimensjonerende vannføringer enn tidligere. Som følge av nye grunnlagsdata og mer detaljert modellering, har flomsoneene endret seg. Selv små endringer i datagrunnlaget kan gi store utslag i modellert vannstand, for eksempel dersom en bru overtoppes. Sammenlignet med NVEs flomsonekartet delprosjekt Melhus (NVE, 2001) fra 2001 er utstrekningen av flomsoneene i stor grad den samme, men enkelte områder har fått større utbredelse.

Tabellen nedenfor viser endring i beregnet vannstand for profilene fra tidligere delprosjekt Melhus, for 200 års flom. Siden 2026-modellen er en 2D-modell, er verdiene angitt som intervall, og forskjellen er beregnet ut fra middelverdien. I 2026 er 200-årsflom beregnet til 2696 m³/s ved utløpet, mens den i 2001 var 2832 m³/s. Den nye modellen gir generelt høyere vannstander enn den tidligere modellen, med et gjennomsnittlig avvik på ca. 0,3 m.

Tabell 12 Endring i beregnet flomnivå for Q200 flom , 2026 og 2001 flomkart.

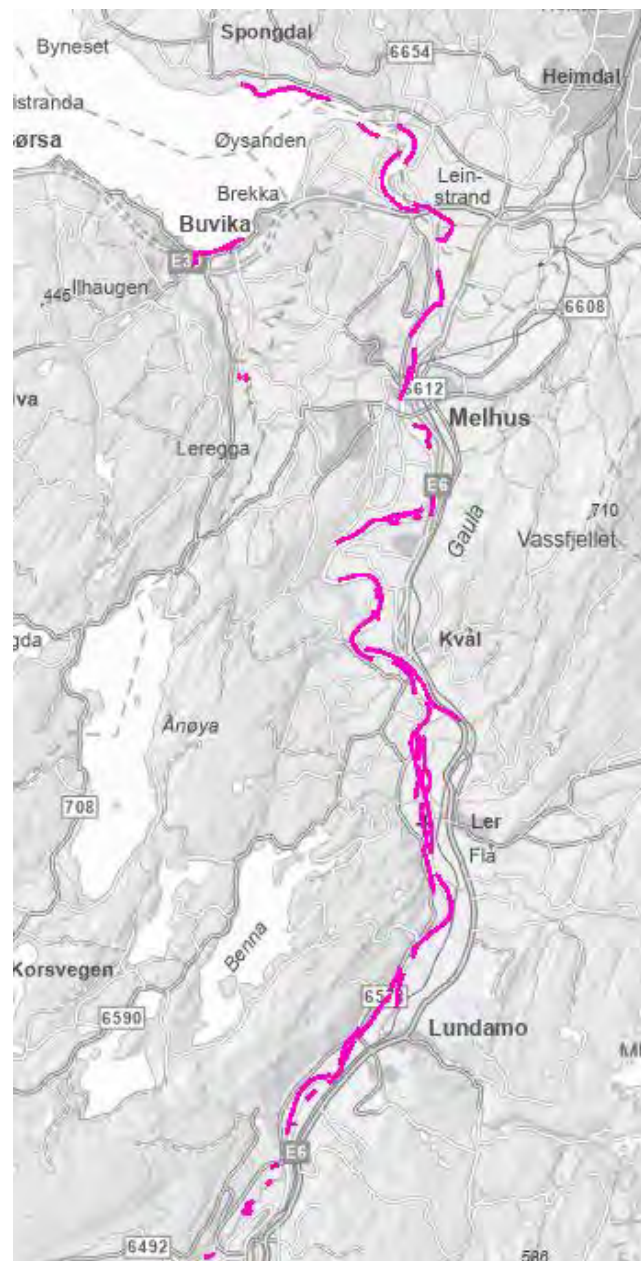
Profil	2026 (moh.)	2001 (moh.)	Diff. (m)		Profil	2026 (moh.)	2001 (moh.)	Diff. (m)
48	37.87–38.30	37.23	0.86		25	12.75–12.89	12.69	0.13
47	34.26–34.71	34.64	–0.15		24	12.67–12.88	12.62	0.16
46	32.00–32.24	32.29	–0.17		23	12.35–12.51	11.83	0.60
45	31.56–32.20	31.85	0.03		22	11.99–12.17	11.6	0.48
44	31.16–31.32	31.24	0.00		21	11.55–11.99	11.29	0.48
43	29.83–30.27	30.19	–0.14		20	10.46–11.59	10.85	0.18
42	27.79–29.25	29.06	–0.54		19	10.45–10.57	10.14	0.37
41	26.41–27.01	26.82	–0.11		18	10.32–10.53	10.08	0.35
40	25.32–25.56	25.23	0.21		17	10.17–10.34	9.81	0.45
39	23.41–23.52	23.12	0.35		16	8.63–8.78	8.84	–0.13
38	21.54–21.94	21.36	0.38		15	8.45–8.81	8.49	0.14
37	21.15–21.35	21.01	0.24		14	8.00–8.24	7.95	0.17
36	20.46–21.15	20.41	0.40		13	7.51–8.05	7.91	–0.130
35	20.23–20.33	20.3	–0.02		12	7.23–7.46	7.49	–0.14
34	19.37–20.11	19.43	0.31		11	6.52–6.84	6.43	0.25
33	18.86–18.92	18.55	0.34		9	5.17–5.26	5.47	–0.25
32	18.28–18.85	18.19	0.38		8	4.61–5.12	5.04	–0.17
31	18.29–18.65	18.14	0.33		7	4.31–5.11	4.27	0.44
30	18.28–18.51	17.99	0.41		6	3.49–4.90	3.91	0.29
29	16.59–17.36	16.37	0.61		5	2.44–2.88	2.72	–0.06
28	15.96–16.37	15.63	0.54		4	2.26–2.54	2.55	–0.15
27	14.36–15.83	15.08	0.02		3	1.97–2.25	2.53	–0.42
26	14.12–15.53	14.27	0.56		2	1.92–1.95	2.53	–0.59

7 Andre farer

Andre faremomenter i vassdraget også vurdert, men disse blir ikke tatt direkte hensyn til i kartleggingen. Slike faremoment kan være flom i sideelver/bekker, isgang, massetransport, erosjon og tilstopping av bruer og kulverter. Prosjektet har ikke som mål å kartlegge disse farene fullstendig, men skal systematisk prøve å samle inn eksisterende informasjon for å presentere kjente problem langs vassdraget.

7.1 Erosjon

Historiske kart og flybilder viser at elveløpet er dynamisk og endrer seg over tid. Flere steder langs strekningen er elvebredden sikret mot erosjon, noe som understreker at elven er erosjonsutsatt. Figur 15 viser de registrerte erosjonssikringstiltakene på den kartlagte strekningen på NVEs temakart.



Figur 15 Sikringstiltak utført i elveløpet, hentet fra NVEs temakart.

7.2 Sideelver

Flomfaren er kun kartlagt for hovedelva Gaula. For sideelvene Gaua og Lundesokna er det utarbeidet separat rapport. Resten av bekkene langs strekningen dekkes ikke av kartleggingen, med har likevel en flomfare tilknyttet seg.

7.3 Isproblemer

Det er ikke registrert isproblem på www.iskart.no. Det forventes heller ikke isproblemer i framtiden som kan påvirke flomsituasjoner.

8 Veiledning for bruk

8.1.1 Unngå bygging på flomutsatte arealer

Stortinget har forutsatt at sikringsbehovet langs vassdragene ikke skal øke som følge av ny utbygging. Derfor bør ikke flomutsatte områder tas i bruk om det finnes alternative arealer. Krav til sikkerhet mot flom er gitt i byggt teknisk forskrift (TEK17) § 7-2. Hvilke krav som gjelder for de ulike byggverkene og tiltakene, er avhengig av mulige konsekvenser ved en flom. NVEs veileder Sikkerhet mot flom (NVE, 3/2022) beskriver hvordan sikkerhetskravene i TEK17 kan oppfylles i arealplanlegging og byggesaksbehandling.

8.2 Bruk av flomsoner i arealplanlegging og byggesaker

I forbindelse med kommuneplan kan en bruke flomsonene direkte for å identifisere områder som ikke bør bebygges uten nærmere vurdering av faren og mulige tiltak. Flomsonene skal avsettes som hensynssoner på plankartet, jf. pbl §§ 11-8 og 12-6. Ved detaljplanlegging og byggesaksbehandling, må kommunen ta hensyn til at flomsonekartene har begrenset nøyaktighet. En må kontrollere terrenghøyden i felt mot de beregnede vannstandene.

En sikkerhetsmargin bør legges til ved praktisk bruk av vannstandene. Anbefalt sikkerhetsmargin for dette delprosjektet er beskrevet i delkapittel 5.2.

I elvas utløpsområde må en i tillegg vurdere sikkerhet mot stormflo. Det er den vannstanden som er høyest av flom i elva og stormflo, som må legges til grunn ved detaljplanlegging og byggesaksbehandling. Vannstander for stormflo og framtidig havnivå, samt tilhørende kart, finnes på Kartverkets hjemmesider. Veilederen Havnivåstigning og høye vannstander i samfunnsplanlegging (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, 2024) beskriver hvordan man skal ta hensyn til stormflo og havnivåstigning ved planlegging.

8.3 Bruk av flomsoner ved flomvarsling og beredskap

Varsom.no er kilde til varsler om naturfarer i Norge. NVE har ansvaret for den nasjonale flomvarslingstjenesten som overvåker den hydrologiske tilstanden i vassdrag over hele landet, og vurderer faren for flom for de nærmeste dagene på regionalt nivå (fylkesnivå, ev. en eller flere kommuner). Formålet er å unngå tap av liv og verdier som følge av flom. Et flomvarsel utstedes når beregnet vannføring i en elv eller vannstand i en innsjø tilsier så stor vannføring eller høy vannstand at det kan forårsake oversvømmelser og/eller erosjonsskader. Varslingsnivåene for flom er basert på en antakelse om at store vannføringer som opptrer sjelden forårsaker store skader. NVE bruker gjentakintervall for den beregnede vannføringen til å bestemme varslingsnivået. Varsel på gult nivå er vannføring mellom middelflom (2 til 3-årsflom) og 5-årsflom. Oransje nivå for vannføring mellom 5- og 50 årsflom, og rødt nivå for vannføring større enn en 50-årsflom. Flomsonekart viser hvilke områder som blir oversvømt. Beredskapsmyndighetene bør innarbeide denne informasjonen i sine planer. Kobling mot adresseregistre kan gi lister over berørte eiendommer. På dette grunnlaget vil de beredskapsansvarlige bedre kunne planlegge evakuering, omkjøringsveier, bygging av voller og andre krisetiltak.

9 Referanser

Chow V. T. Open-Channel Hydraulics [Rapport]. - 1959.

Norconsult Flomsonekartlegging av Langbekken og Loddbekken [Rapport]. - [s.l.] : NVE, 2026.

Norconsult Flomsonekartlegging- Gaula fra Gaulfossen til utløp i fjorden [Rapport]. - [s.l.] : NVE, 2026.

Norconsult Flomsonekartlegging- Gaula fra Støren ned til Gaulfossen [Rapport]. - [s.l.] : NVE, 2026.

Norconsult Flomsonekartlegging- Gaulas sidevassdrag Lundesokna og Gaua [Rapport]. - [s.l.] : NVE, 2026.

NVE Ad flommen i Gaula 24.08.1940 Olaf Strand [Rapport]. - 1941.

NVE Flomberegning for Gaula og sideelver, i Trøndelag fylke (122.Z) NVE Rapport 23/2025 [Rapport]. - 2025.

NVE Flomberegning for Gaulavassdraget (122.Z) NVE 15/2000 [Rapport]. - 2000.

NVE Flomsonekart, Delprosjekt Melhus. NVE- rapport 5/2001 [Rapport]. - 2001.

NVE Innmåling av flomvannstander etter flom i Gaula 19-20.juni, Internt notat fra Kjartan Orvedal [Rapport]. - 2010.

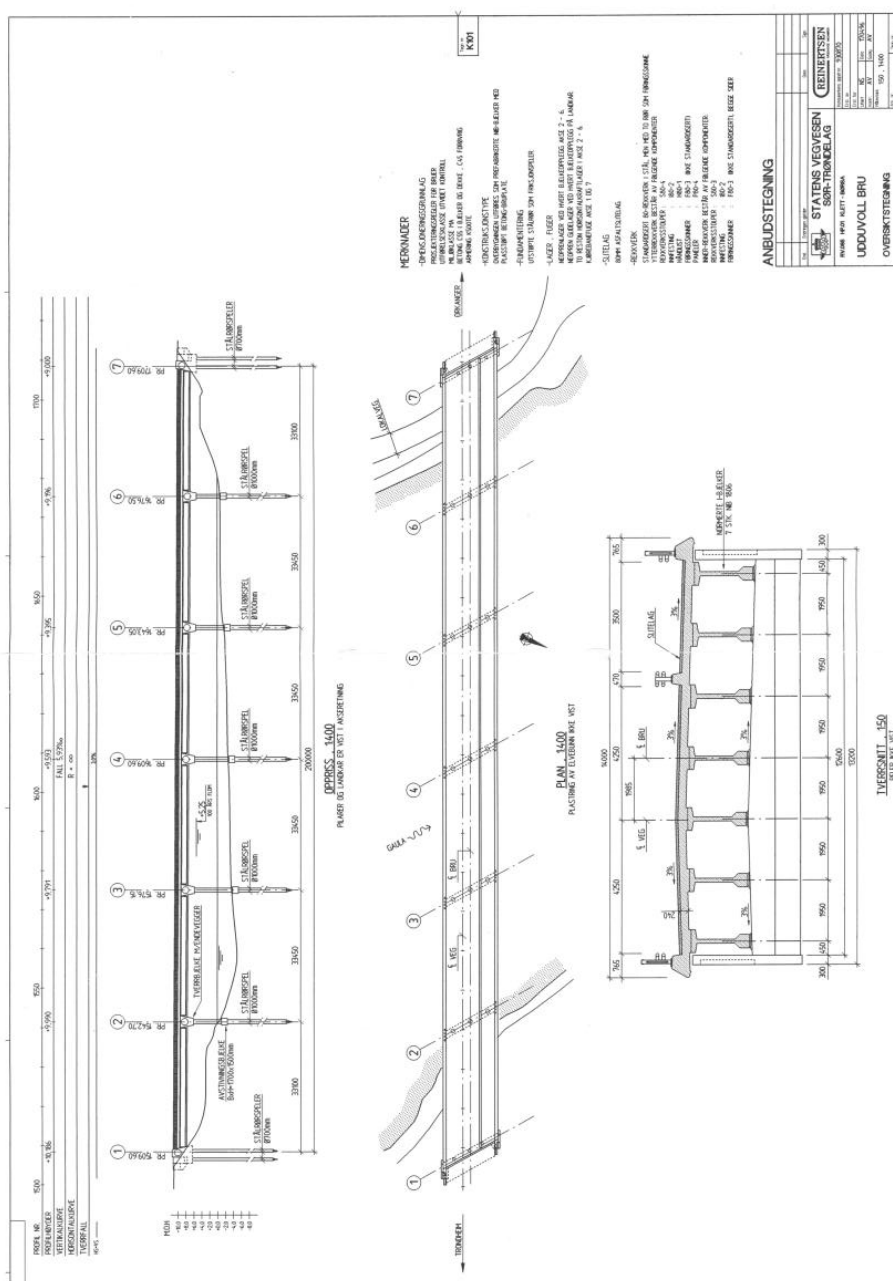
NVE Klimaendring og framtidige flommer i Norge [Rapport]. - 2016.

NVE Sikkerhet mot flom. Veileder nr. 3/2022. [Rapport]. - 2022.

NVE Veileder om flomberegning. Veileder nr. 1/2025. [Rapport]. - 2025.

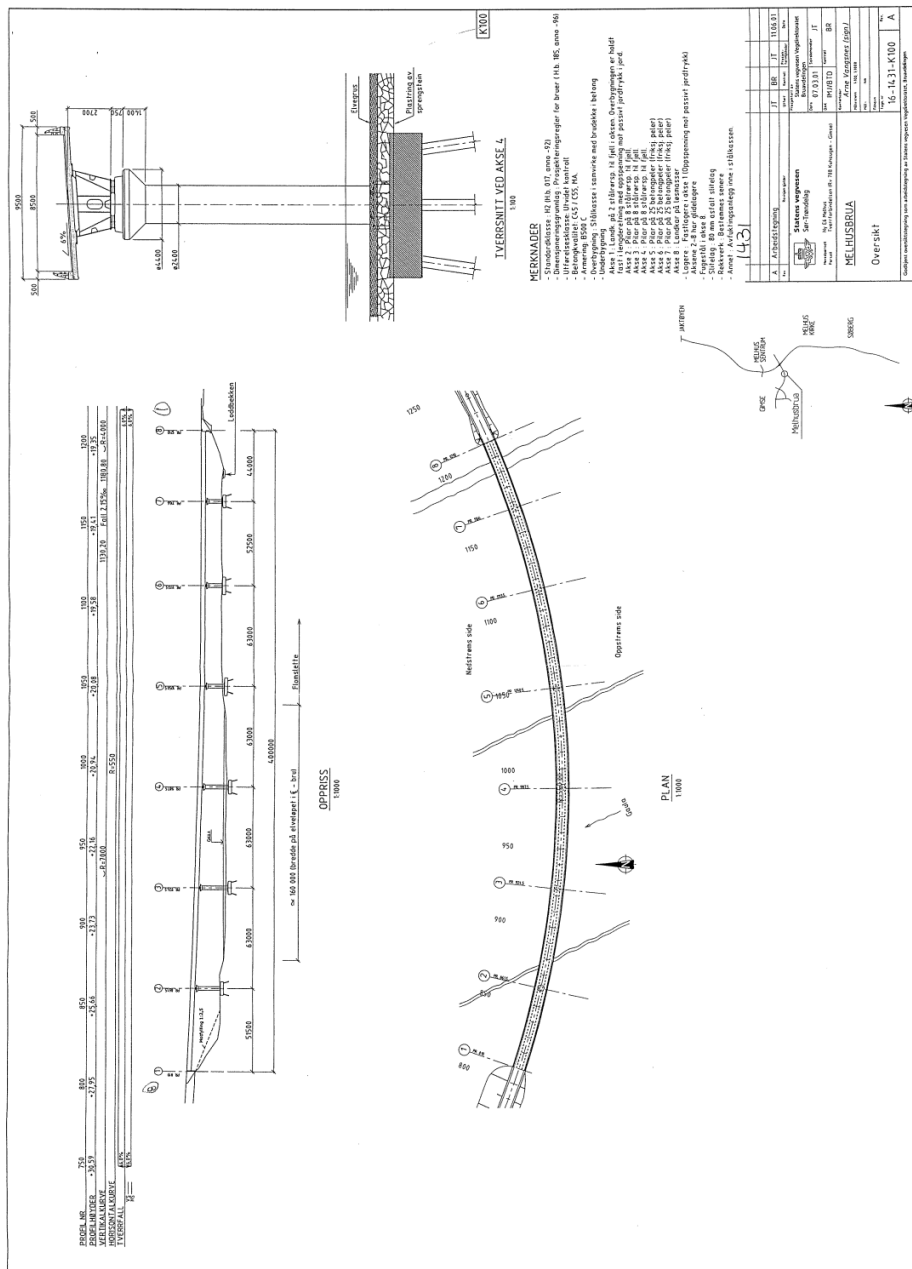
Terratec Laserskanning for Elvekartlegging, Kartlegging av Gaula [Rapport]. - 2016.

10.1 Udduvollbrua

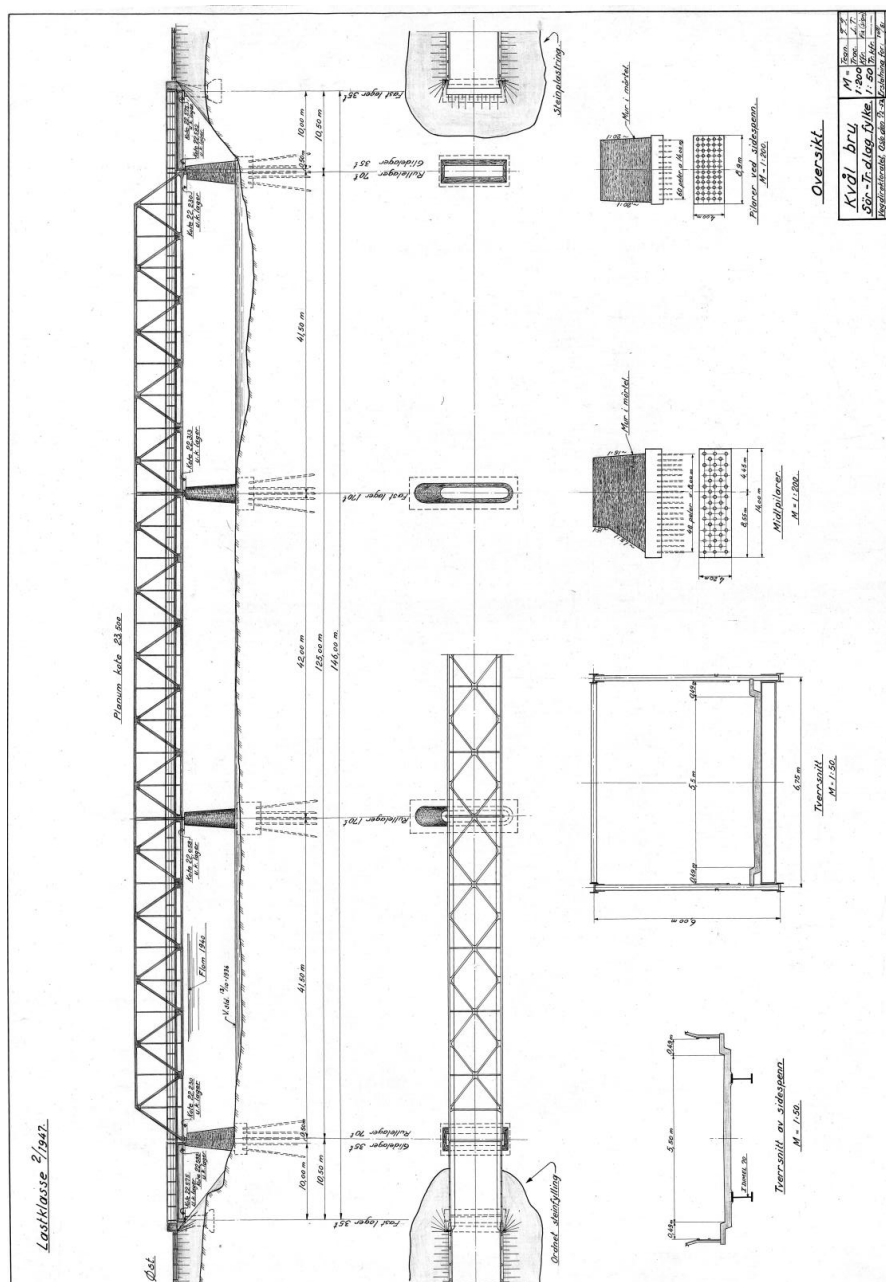


10.2 Gimsebru

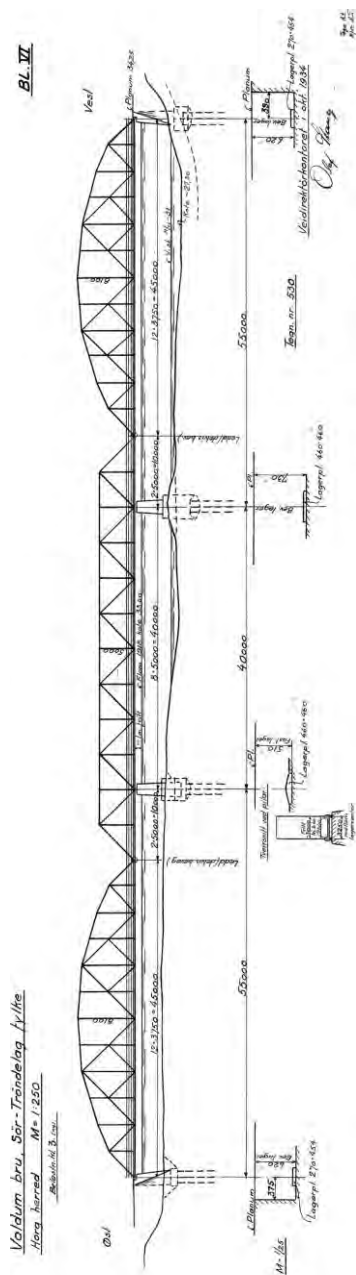
[illegible]



10.4 Kvålbrua



10.5 Valdumbrua



10.5.1 Vannstand i sjøen

Scenarioer	År 2100	År 2150
SSP 3-7.0 Middels faglig sikkerhet	19 cm (-5 — 49 cm)	35 cm (-9 — 91 cm)
SSP 1-2.6 Middels faglig sikkerhet	0 cm (-22 — 26 cm)	-5 cm (-41 — 37 cm)
SSP 1-1.9 Middels faglig sikkerhet	-4 cm (-28 — 24 cm)	-6 cm (-47 — 40 cm)
SSP 2-4.5 Middels faglig sikkerhet	11 cm (-10 — 38 cm)	17 cm (-21 — 66 cm)
SSP 5-8.5 Middels faglig sikkerhet	29 cm (4 — 62 cm)	51 cm (3 — 115 cm)
SSP 1-2.6 Lav faglig sikkerhet	0 cm (-27 — 26 cm)	-5 cm (-44 — 37 cm)
SSP 5-8.5 Lav faglig sikkerhet	38 cm (2 — 81 cm)	113 cm (3 — 421 cm)

Figur 16 Forventet vannstandsstigning i sjøen som følge av klimaendringer.



Figur 17 Stormflo , hentet fra sehavnivå.no

DEL 2 – Kartlegging av Gaulas sidevassdrag Lundesokna og Gaia

Denne rapporten beskriver kartlegging av flomsoner for sideelvene
Lundesokna og Gaia.

Dokumentinformasjon

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

Tittel:	Gaulas sidevassdrag Lundesokna og Gaua
Undertittel:	Flomsonekartlegging
Omslagsbilde:	Myldre, Norconsult
Oppdrag:	52600981
Dokumentnummer:	HYD-RAPP-002
Revisjon:	D03
Dato:	2026-10-21
Oppdragsgiver:	NVE
Oppdragsgivers kontaktperson:	Monica Elisabeth Bakkan
Hovedforfatter:	Stefan Perzyna
Medforfattere:	—

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
D01	2026-07-13	Flomsonekartlegging	Stefan Perzyna	Kjartan Orvedal	Daniel Fossberg
D02	2026-08-25	Endret etter kommentarer fra oppdragsgiver	Stefan Perzyna	Kjartan Orvedal	Daniel Fossberg
D03	2026-10-21	Endret etter kommentarer fra oppdragsgiver	Stefan Perzyna	Kjartan Orvedal	Daniel Fossberg

Sammendrag

Notatet presenterer oppdaterte flomsonekart for Gaulas hovedsideelvene Gaua og Lundesokna. Kartleggingen bygger på ny flomberegning, oppdaterte terreng- og elvebunnsdata samt todimensjonal hydraulisk modellering. Det er utarbeidet flomsoner for gjentakintervallene 10, 20, 50, 100, 200 og 1000 år, i tillegg til beregninger med klimafaktor for 200 og 1000 år. Rapporten viser flomsonekart for områder med bebyggelse og infrastruktur som kan være særlig utsatt for flom langs de undersøkte elvene. Utsnittene er valgt for å illustrere flomutbredelsen ved relevante gjentakintervall og effekten av klimapåslag. Hele flomsonekartet for Gaula fra Gaulfossen til utløpet i fjorden med sideelver Gaua og Lundesokna er tilgjengelig i NVEs innsynsløsning.

Resultatene gir et oppdatert grunnlag for arealplanlegging og byggesaksbehandling, men lokale forhold som erosjon, tilstopping og sidevassdrag må vurderes særskilt. Det anbefales å legge til et sikkerhetspåslag på 30 cm ved praktisk bruk av beregnede vannstander.

Resultatene representerer en ajourføring av tidligere flomkart utarbeidet av NVE i 2001 (NVE, 2001).

Kartene kan brukes til å svare ut flomfare i henhold til TEK17 § 7-2 for følgende konsekvensklasser dersom tiltaket plasseres utenfor flomsonen:

- F1 – Liten konsekvens (for eksempel garasje, lager, bod): dimensjonerende for 20-årsflom
- F2 – Middels konsekvens (for eksempel bolighus, fritidsbolig, skole, kontorbygg): dimensjonerende for 200-årsflom
- F3 – Stor konsekvens (for eksempel sykehjem, brann-/politistasjon, avfallsdeponi): dimensjonerende for 1000-årsflom

Analysene er gjennomført i tråd med gjeldende byggteknisk forskrift, samt med NVEs veileder for flomberegninger (1/2025) (NVE, 2025) og sikkerhet mot flom (3/2022) (NVE, 2022).

I forbindelse med flomsonekartleggingen av Gaula og tilhørende sidevassdrag i 2026 er det utarbeidet flomkart for følgende strekninger:

- Gaula – Gaula fra Gaulfossen til utløp i fjorden (Norconsult, 2026)
- Lundesokna og Gaua (Norconsult, 2026)
- Loddbekken og Langbekken (Norconsult, 2026)
- Gaua- fra ovenfor Støren til Gaulfossen. (Norconsult, 2026)

Resultatene i NVEs innsynsløsning er basert på en sammenslåing av resultater fra flere flommodeller.

Innhold

Dokumentinformasjon	2
Sammendrag.....	3
1 Innledning.....	6
1.1 Avgrensning av prosjektet	7
1.1.1 Gaia.....	7
1.1.2 Lundesokna	8
2 Regelverk og krav	9
3 Metode og data	10
3.1 Hydrologiske data og klimaendringer.....	10
3.1.1 Klimapåslag	11
3.1.2 Klassifisering av hydrologisk grunnlag	11
3.2 Terrengdata	11
3.2.1 Kalibreringsdata	13
3.2.2 Befaring	13
4 Beregningsmodell og datakvalitet.....	14
4.1 Grensebetingelser	15
4.2 Samtidighet i Gaia og sidevassdraget og vannføring brukt i modellen	16
Lundesokna	16
4.3 Vannføring.....	18
4.4 Infrastruktur i vassdraget.....	19
4.4.1 Lundesokna	19
4.4.2 Gaia.....	20
4.5 Friksjonsforholdene	21
5 Resultat og konklusjon.....	22
5.1 Gaia	22
5.1.1 Oversvømmelse av arealer utenfor elveløpet	24
5.2 Lundesokna	25
5.3 Følsomhetsanalyse	27
5.3.1 Gaia.....	27
5.3.2 Lundesokna	28
5.4 Sikkerhetspåslag	29
6 Resultat.....	30
6.1 Flomsonekart	30
6.1.1 Lundesokna- flomsonekart Q200 med og uten klimapåslag	30

6.1.2	Lundesokna- flomsonekart Q1000 med og uten klimapåslag	31
6.2	Spesielt om bruer Lundesokna	32
6.2.1	Gaua - - flomsonekart Q200 med og uten klimapåslag	33
6.2.2	Gaua - flomsonekart Q1000 med og uten klimapåslag	34
6.3	Spesielt om bruer Gaua	35
7	Andre farer	37
7.1	Erosjon	37
7.2	Sideelver	38
7.3	Isproblemer	38
8	Veiledning for bruk	39
8.1.1	Unngå bygging på flomutsatte arealer	39
8.2	Bruk av flomsoner i arealplanlegging og byggesaker	39
8.3	Bruk av flomsoner ved flomvarsling og beredskap	39
9	Referanser	40
10	Vedlegg	41
10.1	Målinger Gaua	41
10.2	Målinger Lundesokna	42
10.3	Brulegninger	44
10.3.1	Gaua Tømmedalsvegen bru	44
10.3.2	Lundesokna E6 Gangbru	45
10.3.3	E6 Veibru	46

1 Innledning

Norconsult har utarbeidet flomkart for Gaulas sideelver Gaua og Lundesokna. Det er utarbeidet flomsoner for gjentaksintervallene 10-, 20-, 50-, 100-, 200- og 1000-årsflom, samt 20-, 200- og 1000 årsflom med klimapåslag. Bakgrunnen for oppdatering av flomsonekartet er i hovedsak flomsonekartets alder og at det er innhentet nye grunnlagsdata. Det ble utført elvebunnskartlegging med grønn laser på elvestrekningen i 2016, i tillegg ble det utført en ny flomberegning for strekningen i 2025. Flomsonekartet er også tilpasset et forventet endret klima fram mot år 2100.

Grunnlaget for flomsonekartene er flomfrekvensanalyse, som estimerer hvor ofte og hvor store flommer kan oppstå i et vassdrag. Resultatene fra denne analysen brukes i en todimensjonal hydraulisk modell for å beregne vannstand og hvordan flommen sprer seg ved forskjellige flomscenarioer.

Det er flomfare som følge av høy vannføring i sideelver Gaua og Lundesokna som er kartlagt. Kartene gir ingen informasjon om erosjonsfare eller stormflofare. Det anbefales å legge til en sikkerhetsmargin ved praktisk bruk av vannstandene, som for eksempel i plan- og byggesaksarbeid og i reguleringsplaner. For dette prosjektet **anbefales et tillegg på 30 cm til beregnede vannstander i Gaua og Lundesokna.**

I kommuneplanarbeidet kan flomsonene benyttes direkte for å identifisere områder som ikke bør legges ut som byggeområder, uten nærmere vurdering av fare og mulige tiltak. Ved detaljplanlegging og i dele- og byggesaker, må kommunen ta hensyn til at flomsonekartene har begrenset nøyaktighet. I områdene nær grensen for faresonen er det særlig viktig at høyden på terrenget blir kontrollert mot beregnede flomvannstander.

Områder som er utsatt for flomfare, skal settes av som hensynssoner – flomfare på arealplankart, og det skal knyttes bestemmelser til området som begrenser eller setter vilkår for arealbruken (for eksempel rekkefølgekrav).

1.1 Avgrensning av prosjektet

To separate modeller er utviklet for sideelvene Lundesokna og Gaua, og disse er integrert med resultatene fra flomkartleggingen av Gaula som er utført av Norconsult. Kartleggingen er gjennomført som en del av det samme prosjektet knyttet til oppdatering av tidligere flomkart for Gaulavassdraget.

1.1.1 Gaua

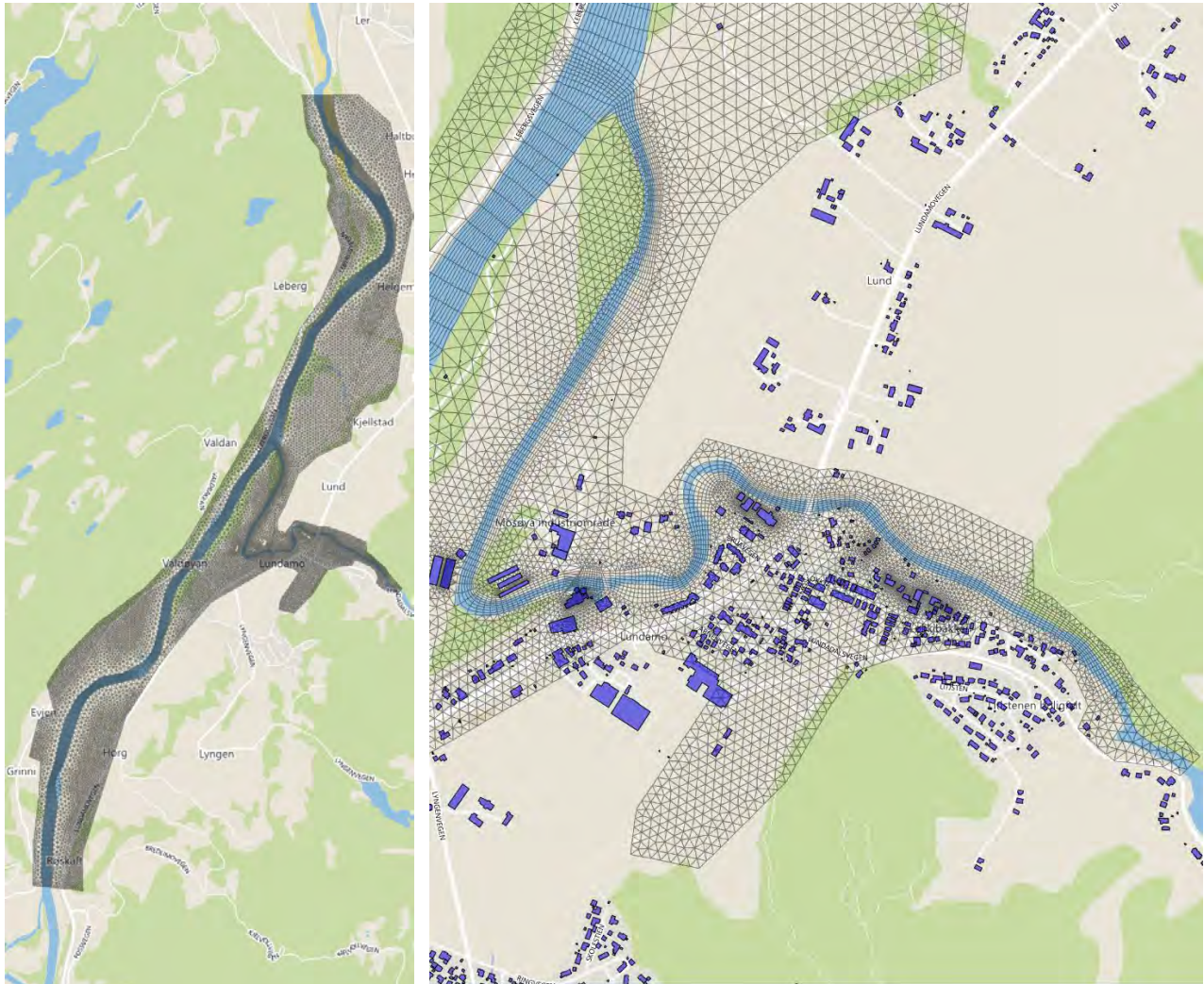
En strekning på omtrent 3,1 km av Gaua, fra samløpet med Gaula, er modellert. Figur 1 viser oversiktskartet, mens flomsonekartet illustrerer de områdene som blir berørt av oversvømmelse ved flom i Gaua. Flomforholdene i den nedre delen påvirkes av vannstanden i Gaula, og modellen omfatter en utvalgt del av Gaula for å simulere vannstanden ved samløpet. Erosjon og massetransport omtales i kapittel 7.



Figur 1 Avgrensning av prosjektet, Gaua.

1.1.2 Lundesokna

Omtrent 1,7 km av Lundesokna, fra samløpet med Gaia opp til Nedre Møllefoss dam, er modellert. Oversiktskartet presenteres i Figur 2. Flomsonekartet markerer områder utsatt for flom i Lundesokna. Vannstanden i Gaia påvirker flomforholdene i nedre del, og modellen inkluderer en del av Gaia for å simulere dette.



Figur 2 Avgrensing av prosjektet, Lundesokna

2 Regelverk og krav

I henhold til byggt teknisk forskrift (TEK17) skal nye tiltak plasseres, dimensjoneres og sikres mot flom basert på bestemte gjentaksintervall. Hvilket gjentaksintervall som blir dimensjonerende for et bygg, avgjøres av konsekvensomfanget ved eventuell skade på bygget. En oversikt over sikkerhetsklassene og tilhørende krav til gjentaksintervall er gitt i punktlisten under:

F1 – Liten konsekvens (garasje, lager, bod): 20-årsflom

F2 – Middels konsekvens (bolighus, fritidsbolig, skole, kontorbygg): 200-årsflom

F3 – Stor konsekvens (sykehjem, brann-/politistasjon, avfallsdeponi): 1000-årsflom

Sikkerhetsklasse F1 omfatter de fleste bygninger uten personopphold, mens F2 gjelder for bygninger med personopphold. For samfunnsskrittiske bygninger som faller inn under sikkerhetsklasse F3, må det også gjennomføres beregninger for 1000-årsflom.

Ifølge NVEs veileder 3/2022 (NVE, 2022) skal flomverk prosjekteres i tillegg med et skjønnsmessig sikkerhetspåslag basert på en helhetsvurdering. Kvaliteten på flomberegning og vannlinjemodellering avgjør størrelsen på sikkerhetspåslaget, som vanligvis er mellom 10 og 100 cm.

3 Metode og data

3.1 Hydrologiske data og klimaendringer

Flomberegning for Lundesokna og Gaua inngår i NVEs oppdaterte flomberegning for Gaula og sideelver fra 2025 (NVE, 2025). Tidligere flomberegninger for sidevassdragene har vært gjennomført i forbindelse med flomsonekartlegging og enkelttiltak, men den nye beregningen gir et oppdatert og helhetlig grunnlag for flomsonekart og videre planlegging i nedre del av Gaulavassdraget.

Den oppdaterte flomberegningen omfatter beregning av flomvannføringer for både Lundesokna og Gaua, inkludert beregningspunkter ved utløpene til Gaula. Beregningene er en del av et samlet analyseopplegg med totalt 26 beregningspunkter i hovedvassdraget og sideelver, primært lokalisert i de mest flomutsatte områdene.

Lundesokna er et regulert sidevassdrag med magasinene Samsjøen og Håen og flere kraftverk. Flomberegningen for Lundesokna er basert på observerte døgnvannføringer fra målestasjonen Merrafoss, med tilpasning for reguleringseffekter. For lave og middels gjentaksintervaller er beregningene basert på regulerte forhold, mens det for høye gjentaksintervaller er lagt til grunn at vassdraget oppfører seg tilnærmet som uregulert. Dette reflekterer at reguleringen i hovedsak demper mindre og middels flommer, mens effekten avtar for de største flommene.

Gaua er et mindre og i hovedsak uregulert sidevassdrag med relativt korte observasjonsserier og begrenset datakvalitet for timesdata. Flomberegningen for Gaua er derfor basert på lokale flomfrekvensanalyser av døgnmiddelvannføringer, kombinert med regionale analyser og kulminasjonsfaktorer for å fastsette kulminasjonsvannføringer. Resultatene er vurdert mot erfaringstall og øvrige beregningspunkter i Gaulavassdraget for å sikre konsistente og realistiske flomverdier.

Store flommer i både Lundesokna og Gaua opptrer hovedsakelig i forbindelse med snøsmelting om våren og forsommeren, ofte i kombinasjon med nedbør. De største historisk observerte flommene kan imidlertid også forekomme på sensommeren og høsten ved intense nedbørhendelser. Samtidighetsanalyser viser generelt lav til moderat grad av sammenfall mellom flomtoppene i sideelvene og hovedelva Gaula, særlig for Lundesokna, hvor regulering bidrar til å dempe og forskyve flomtoppene.

Kulminasjonsvannføringer for utvalgte gjentaksintervaller opp til Q1000, inkludert anbefalt klimapåslag, danner grunnlaget for videre hydraulisk modellering og flomsonekartlegging for Lundesokna og Gaua. Beregnede flomverdier for relevante beregningspunkter er vist i Tabell 1 i NVE-rapporten og benyttes direkte i videre analyser.

Tabell 1 Beregnet kulminasjonsflommer ved ulike punkter i Gaula, Lundesokna og Gaua, hentet fra (NVE, 2025).

Beregningspunkt	Areal km ²	Qm l/s/km ²	Qm m ³ /s	Q10 m ³ /s	Q20 m ³ /s	Q50 m ³ /s	Q100 m ³ /s	Q200 m ³ /s	Q1000 m ³ /s
Gaula ndf. Lundesokna	3438	278	957	1455	1685	2029	2326	2671	3714
Lundesokna	247	227	56	87	100	118	150	182	221
Gaula ndf. Gaua	3173	283	898	1365	1580	1904	2182	2505	3484
Gaua	85	504	43	62.4	71.8	85	95.7	106	135

3.1.1 Klimapåslag

I NVE-rapport 81-2016 «Klimaendring og fremtidige flommer i Norge» (NVE, 2016) er det gitt anbefalinger om hvordan man skal ta hensyn til ventet klimautvikling frem til år 2100 ved beregning av flommer med forskjellige gjentaksintervall.

For Gaula og de største sideelvene Sokna, Lundesokna og Gaug er det benyttet et klimapåslag på 20 %. Klimapåslaget er lagt på de beregnede kulminasjonsvannføringene og gir dimensjonerende flomverdier for fremtidig flomsonekartlegging og flomsikring.

3.1.2 Klassifisering av hydrologisk grunnlag

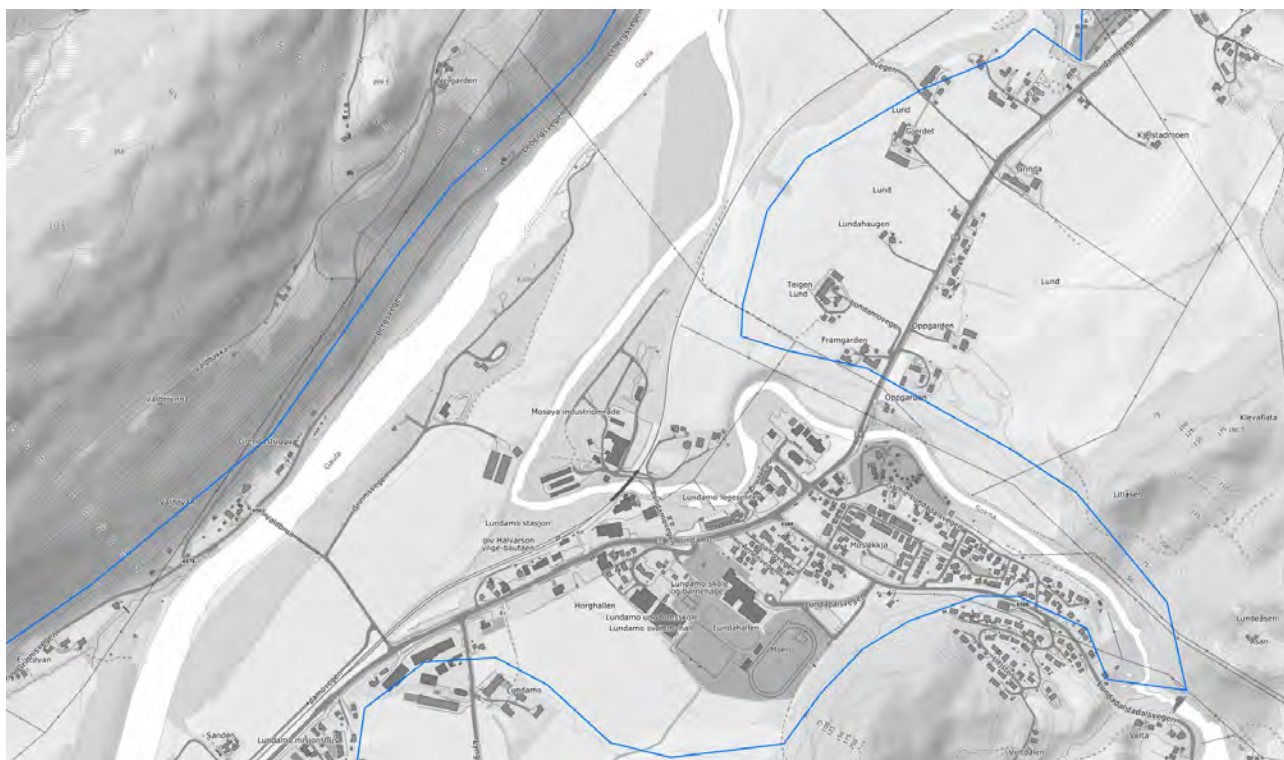
I NVEs veileder 01/2025 (NVE, 2025) er det anbefalt å vurdere det hydrologiske datagrunnlaget som brukes i flomberegningen ut fra en skala fra 1 til 5, der 1 er beste klasse og 5 er dårligst. Det hydrologiske datagrunnlaget vurderes her å være i klasse 1 «Godt hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i vassdraget» for Lundesokna og Gaug. (NVE, 2025)

3.2 Terrengdata

To høydemodeller ble brukt: NDH Melhus–Orkland 5 pkt Øst 2022 (Lidar) og NVE Gaula 2016 (eluebunn), alle med referanse til NN2000, basert på lidar og lastet ned fra Høydedata.

Eluebunnsdata i modellen er hentet fra prosjektet «Kartlegging av Gaula», (Terratec, 2016), gjennomført av TerraTec på oppdrag fra NVE i 2016, og tilgjengelig via Høydedata. Datagrunnlaget er etablert med en kombinasjon av laserskanning fra fly og multistråleekkolodd fra lettboat i områder uten tilstrekkelig bunntreff i laserdata. Datainnsamlingen er utført med minimum 5 punkt per kvadratmeter på land og 4 punkt per kvadratmeter på eluebunnen, og kvaliteten er kontrollert ved hjelp av innmålte kontrollflater og profiler med GNSS. Målingen dekker hovedvassdraget Gaula fra Gaulosen til Almås i Gauldalen. For sideelven Gaug gjelder bunnmålingene kun den nedre delen av det modellerte området, mens for Lundesokna dekker målingene hele området. Området med bunnmålinger for Lundesokna vises i Figur 3, og for Gaug vises i Figur 4

Den digitale terrengmodellen utenfor elveløpet er hentet fra datasettene «NDH Melhus–Orkland 5 pkt Øst 2022» Eluebunnsdata for Gaula er innarbeidet i terrengmodellen der dette er tilgjengelig. Områder med antatt høy usikkerhet, mangelfulle verdier eller urealistiske sprang er manuelt korrigert basert på tilgjengelige kontrollmålinger og faglig vurdering. Alle bygninger er lagt inn i modellen basert på AR5 arealressurskart.



Figur 3 Området dekket av bunnmåling Lundesokna



Figur 4 Området dekket av bunnmåling Gaua

3.2.1 Kalibreringsdata

Ved utredning av flomfare, anbefales det å kalibrere modellen. Ved kalibrering justeres parameterne (primært ruheten) i modellen slik at den beregnede vannstanden blir mest mulig lik den observerte. For å kalibrere en modell er en avhengig av at det finnes samtidige målinger av vannstand og vannføring. Dette kan være måling av vannstander direkte på vannkanten under en flomhendelse, der man har samtidige vannføringsmålinger eller data fra nærliggende målestasjoner med pålitelig vannføringskurve.

Det finnes ingen målinger for Gaua og Lundesokna, derfor er modellene ikke kalibrert.

3.2.2 Befaring

Befaring ble gjennomført 23.–25. mars 2025 av Stefan Perzyna og Kjartan Orvedal. Det ble sporet historiske flomerker i Gaula, og i Lundesokna og Gaua ble det tatt måling av relevante broer. Se vedlegg for befaringsnotater.

4 Beregningsmodell og datakvalitet

Vannstandsstigning, flomutbredelse og vannhastigheter er beregnet ved hjelp av en todimensjonal hydraulisk modell utviklet i programvaren HEC-RAS 7.0.

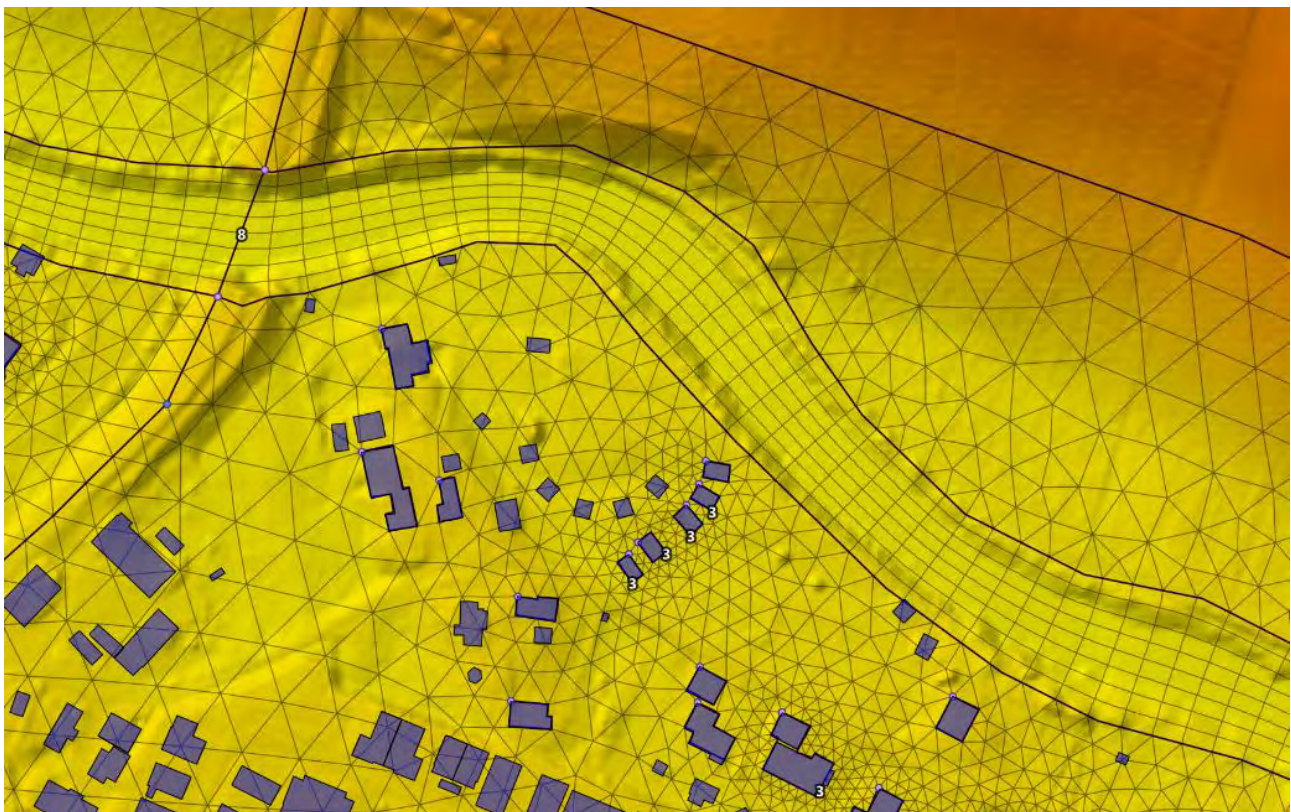
Modelleringen er utført med HEC-RAS 2D med «Full Momentum», noe som vil si at modellen løser de komplette Saint-Venant-ligningene for to dimensjoner, ofte omtalt som gruntvannsligningene. Ligningene inkluderer både treghetsledd og turbulensledd, noe som sikrer en konservativ og fysisk korrekt beregning av vannstand og hastighet. Modellen beregner vannføring, vannstand og vannhastighet mellom celler i et beregningsnett (mesh). Modellen benytter strømningsligningssettet SWE ELM, og tidssteget er valgt slik at beregningene forblir numerisk stabile.

For etablering av beregningsnettet er det benyttet programvaren Ras2025 utviklet av US Army Corps of Engineers, som på sikt er planlagt å erstatte HEC-RAS. Programvaren er fortsatt under utvikling, men vurderes som egnet for generering av numeriske beregningsnett som kan eksporteres til HEC-RAS 7.0.

HEC-RAS 7.0 benytter primært et firkantet beregningsnett, hvor cellene tilpasses terreng og hydrauliske strukturer gjennom bruk av breaklines og lokal fortetning. Dette gir god kontroll over nettgeometrien, men kan være mindre fleksibelt i komplekse områder.

Ras2025 muliggjør derimot et ustrukturert beregningsnett bestående av triangulære elementer, kombinert med rektangulære elementer som kan orienteres langs strømningsretningen til elveløpet. Denne tilnærmingen gir større geometrisk fleksibilitet og gjør det mulig å tilpasse nettet mer effektivt til både komplekse terrengformer og strømningsmønstre. Resultatet er bedre representasjon av hydraulikken, samt økt numerisk stabilitet og mer effektiv beregningstid, særlig i områder med tydelig dominerende strømningsretning.

Cellene legges langs de kritiske terrengformasjoner som veier og terskler for økt presisjon. Figur 5 viser utsnitt av beregningsnett generert i Ras2025.



Figur 5 Beregningsnett laget med programmet RAS2025, området Lundamo sentrum

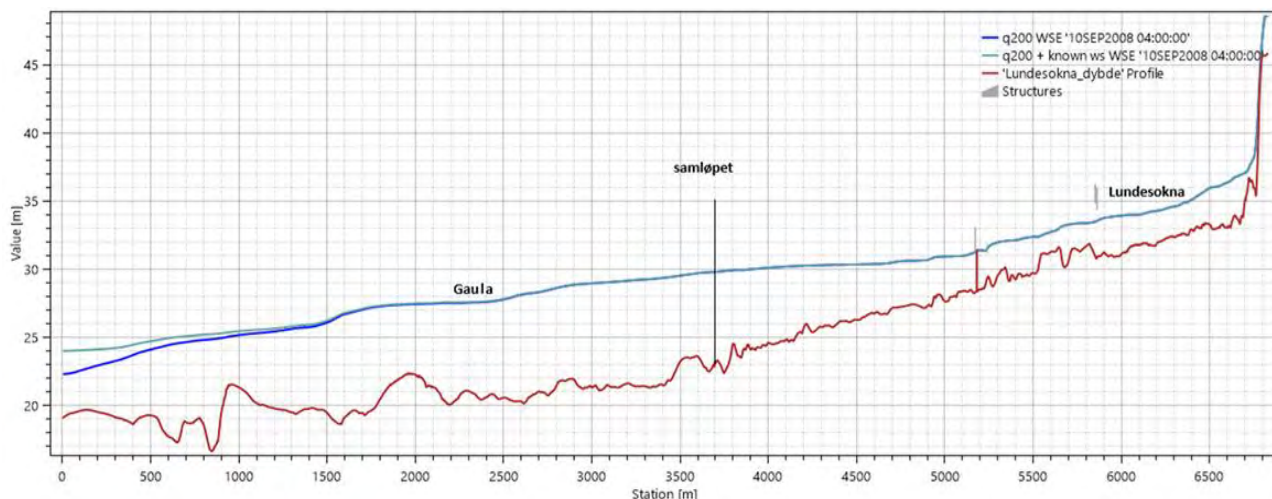
4.1 Grensebetingelser

For at en HEC-RAS 2D-modell skal kunne kjøre, må den ha definert hvor vannet kommer fra, og hvor det forsvinner. Dette kalles grensebetingelser og er plassert ved øvre og nedre avgrensing.

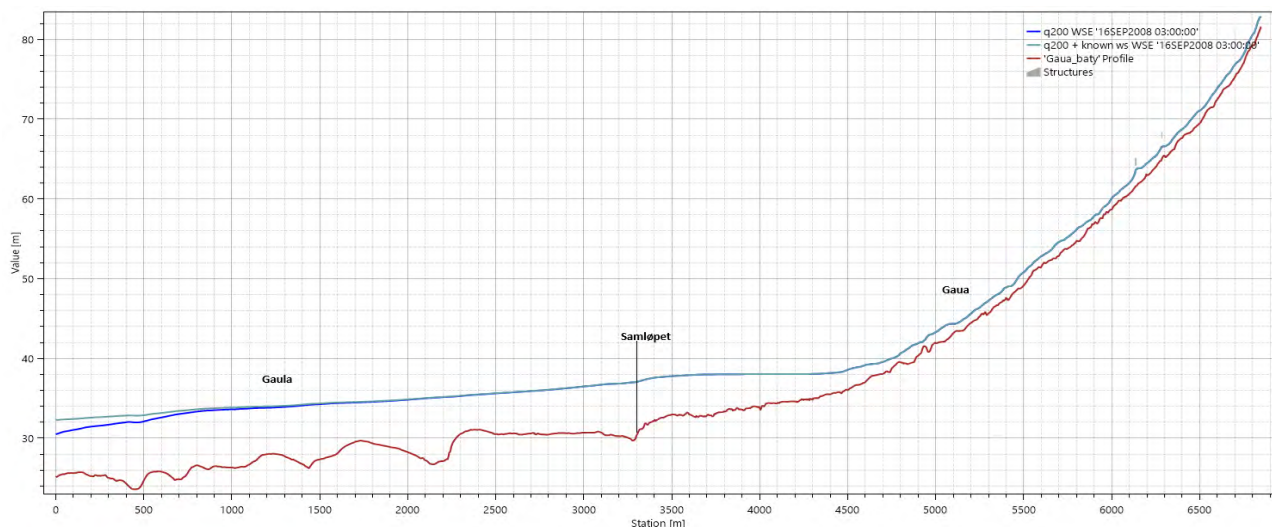
Vannføring for ulike gjentakintervaller i Gaia og Lundesokna er lagt til som øvre grensebetingelse, mens den nedre delen bestemmes av vannstanden i Gaia. For å beregne riktig flomhøyde i Gaia er det modellert en strekning av hovedvassdraget både oppstrøms og nedstrøms samløpet. Som øvre grensebetingelse i Gaia benyttes flomvannføring med et spesifikt gjentakintervall, og i den nedre delen er grensebetingelsen satt til normal dybde.

En analyse er gjennomført for å undersøke forskjeller mellom bruk av normal dybde og tidligere beregnede vannstander som nedre grensebetingelse i Gaia hentet fra flomkart for Gaia (Norconsult, 2026). Resultatene viser at vannstanden ved samløpet mellom Gaia og sidevassdraget er den samme, noe som indikerer at det er hensiktsmessig å benytte normal dybde i videre modellering.

Den blå linjen representerer vannlinjen når normal dybde brukes som grensebetingelse, mens den grønne linjen viser vannstanden i Gaia beregnet under flomsonekartleggingen av elven, begge scenarioer gjelder en Q200-flom. Samløpet ligger omtrent ved stasjon 3700 for Lundesokna og 3300 for Gaia.



Figur 6- Ulike grensebetingelser i Gaia, flomsonekart Lundesokna, Q200 flom



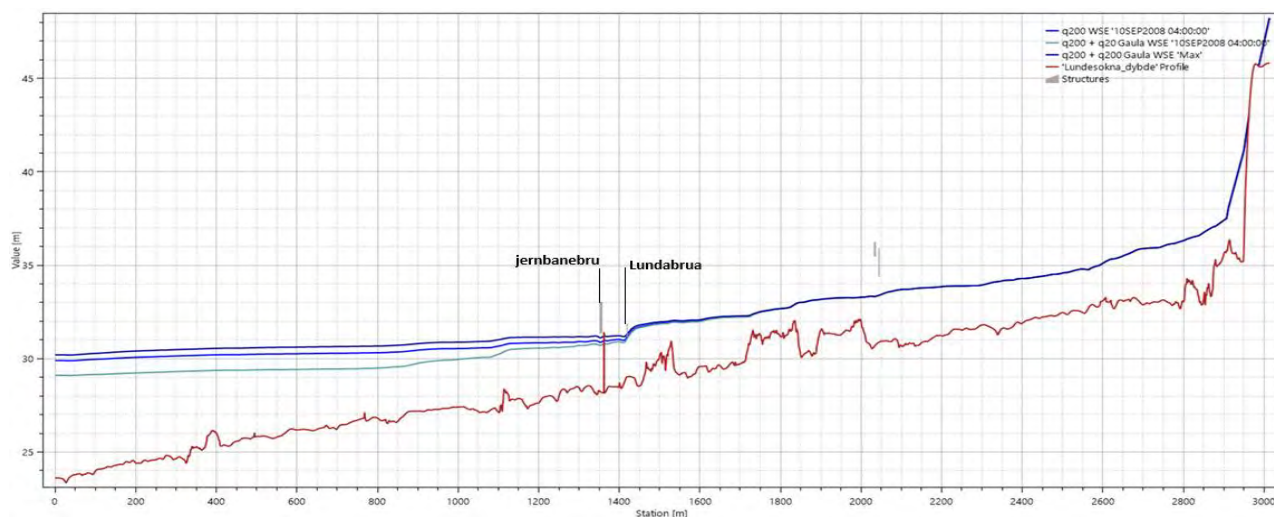
Figur 7 Ulike grensebetingelser i Gaia, flomsonekart Gaia, Q200 flom

4.2 Samtidighet i Gaula og sidevassdraget og vannføring brukt i modellen

Lundesokna

Sannsynligheten for en samtidig stor flom i Gaula og Lundesokna vurderes som lav. Analyse av årsflommer viser en korrelasjon på 0,35 mellom vannføringene (NVE, 2025), noe som indikerer svak til moderat samvariasjon. Resultatene tilsier at flomtoppene i de to vassdragene sjelden opptrer samtidig.

Det er sjekket effekten av vannstanden i Gaula på vannstanden i Lundesokna ved å modellere en 200 års flom i Lundesokna med ulike flomverdier i Gaula (Q20, Q100, Q200), se Figur 8. Effekten av flommen i Gaula er synlig opp til Lundabrua. Stor helning i Lundesokna gjør at det er kun nedre del av vassdraget som blir påvirket av vannstanden i Gaula.

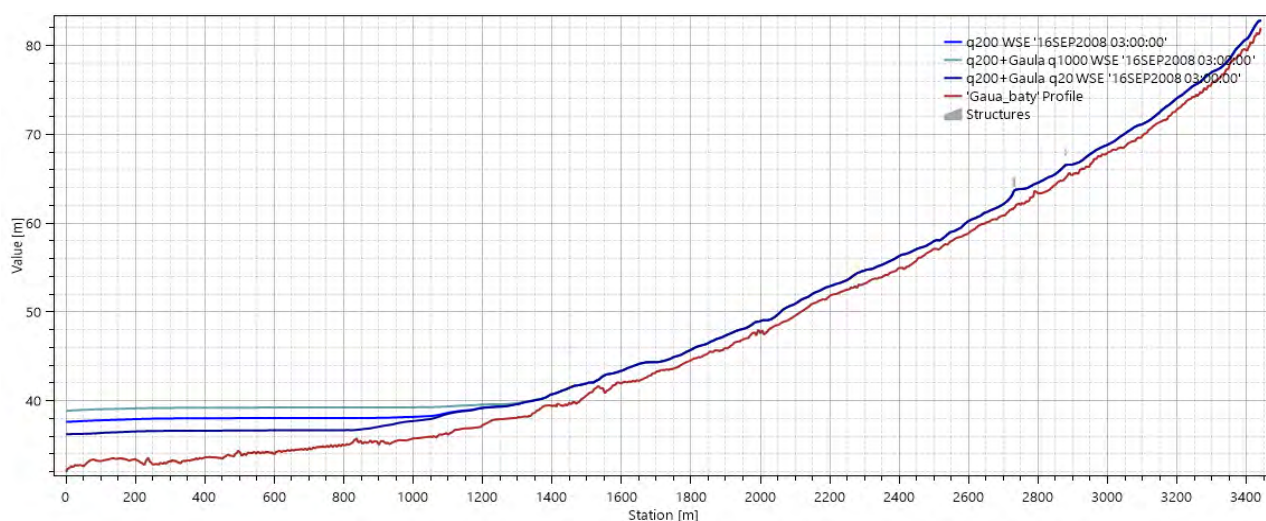


Figur 8 Effekten av ulike vannstander i Gaula (Q20,Q100,Q200) på flomlinje Lundesokna.

Gaua

Samtidigheten mellom Gaula og Gaia vurderes som lav til middels. Korrelasjonen mellom vannføringerne er beregnet til 0,44, som indikerer moderat samvariasjon (NVE, 2025). Dette innebærer at flommer i de to vassdragene kan opptre innenfor samme periode, men at flomtoppene i hovedsak ikke sammenfaller i tid

For modellering av flommen i Lundesokna er det brukt lavere gjentaksintervall i Gaula enn i Lundesokna. Brukte flommer i de to elvene er vist i tabellen nedenfor. Stor helning i Lundesokna gjør at det er kun nedre del av vassdraget som blir påvirket av høy vannstand i Gaula.



Figur 9 Effekten av ulike vannstander i Gaula (Q20, Q100, Q200) på flomlinje Gaia.



Figur 10 Effekten av flom i Gaula (Q20, Q100, Q1000) på vannstand i Gaia

4.3 Vannføring

Vannføringen for dagens situasjon er hentet fra NVEs flomberegning for Gaula (NVE, 2025). Klimapåslaget er satt til 20 % i hovedvassdraget Gaula og sideelvene Gaua og Lundesokna.

For modellering av flommen i Lundesokna er det brukt lavere gjentaksintervall i Gaula enn i Lundesokna og Gaua. Brukte flomgjentaksintervaller i de analyserte elvene er vist i tabellen nedenfor.

Tabell 2 Størrelse på flom i Lundesokna/ Gaua og Gaula brukt i den hydrauliske modellen.

Gaua / Lundesokna	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q1000	Q200 +klima	Q1000+klima
Gaula	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q100+klima	Q500+klima

Samlet vannføring i analysevassdraget og Gaula oppstrøms gir beregnet vannføring i Gaula nedstrøms samløpet.

Vannføring brukt i modellen for Gaua og Gaula oppstrøms samløpet vist i Tabell 3.

Tabell 3 Grensebetingelser av vannføringer for Gaua og Gaula oppstrøms samløpet.

	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q1000	Q200+klima	Q1000+klima
Gaua	62.4	71.8	85	95.7	106	135	128	162
Gaula ved Gaulfossen	1095.6	1293.2	1495	1808.3	2076	2882	2490	3458

Vannføring brukt i modellen for Lundesokna og Gaula oppstrøms samløpet vist i Tabell 4.

Tabell 4 Grensebetingelser av vannføringer for Lundesokna og Gaula oppstrøms samløpet.

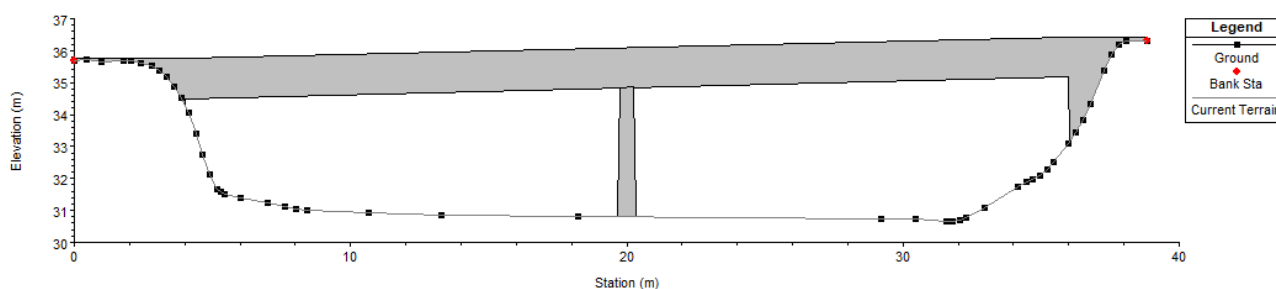
	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q1000	Q200+klima	Q1000+klima
Lundesokna	87	100	118	150	182	221	245	265
Gaula ovf. Lundesokna	1148	1355	1567	1879	2144	2995	2960	3594

4.4 Infrastruktur i vassdraget

Brugeometrier er hentet fra Statens vegvesens database BRUTUS og supplert med målinger tatt ved befarings.

For både brudekket og pilarene benyttes det en 1D-brumodell i beregningene for å ivareta effekter som innsnevring og energitap. Dette sikrer at bruens innvirkning på vannstrømmen blir korrekt gjengitt. Figur 11 viser et eksempel på 1D-modellering for E6 vegbru. For utvalgte bruer er brupilarene integrert i terrengmodellen, og rutenettet er tilpasset omkring disse for å sikre en nøyaktig simulering av vannføringsfordeling og strømningshastighet.

Figur 11 1D brumodellering med HEC-RAS. E6 vegbru.



4.4.1 Lundesokna

Totalt fire bruer krysser Lundesokna på den modellerte strekningen.

Lundamo E6-veibru og den nærliggende gang- og sykkelbrua vurderes å ha tilstrekkelig fri høyde og forventes derfor å ha begrenset innvirkning på flomforholdene. Lenger nedstrøms, ved industriområdet, krysser jernbanebrua og en ettfelts vegbru Lundesokna. Disse bruene har mer begrenset klaring og kan bidra til lokal oppstuvning ved flom. De modellerte bruene er vist i Figur 12.

Figur 12 Modellerte bruer Lundesokna



Miljøparken bru



Jernbanebru



4.4.2 Gaia

Det er to bruer som krysser Gaia på den modellerte strekningen. Begge skal ha bra klaring opp til Q200 + klima flom og ha minimal påvirkning på flomforholdene. De modellerte bruene er vist i Figur 13.

Figur 13 Modellerte bruer Gaia

Tømmedalsvegen bru



Gilmyra bru



4.5 Friksjonsforholdene

Modellens friksjonsforhold er hovedsakelig fastsatt basert på arealressurskart i målestokk 1:5000 (AR5), som er de mest detaljerte kartene en har for arealklassifisering. Langs elvebreddene finnes det for det meste skog og åpne jordbruksarealer, og vannstrømmen ved normalvannføring vurderes som relativt rolig. Mannings n-tallet i modellen varierer fra 0,013 til 0,1. Arealressurskart fra NIBIO ligger til grunn for inndelingen, og valget av friksjonsverdier følger anbefalingene fra litteratur (Chow, 1959) og norske erfaringstall.

En oversikt over benyttede friksjonsverdier (n-verdier) er vist i Tabell 5, der lave tall representerer lave falltap.

Tabell 5 Oversikt over friksjon benyttet i vannlinjemodellen.

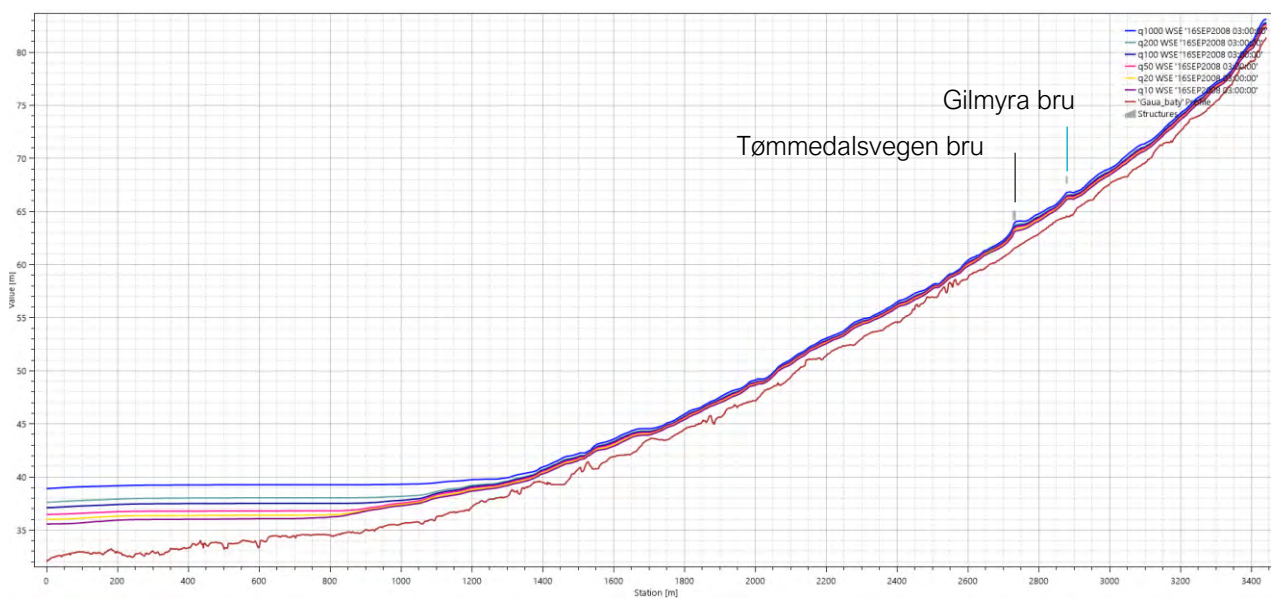
C	Navn	n-verdi
21	Fulldyrka jord	0.05
12	Samferdsel	0.013
11	Bebyggd	0.015
50	Åpen fastmark	0.04-0.05
81	Elveløp	0.03-0.037
23	Innmarksbeite	0.035
60	Myr	0.07
82	Hav (utløp i fjorden)	0.03
22	Overflatedyrka jord	0.04
23	Innmarksbeite	0.035
30	Skog	0.07-0.1

5 Resultat og konklusjon

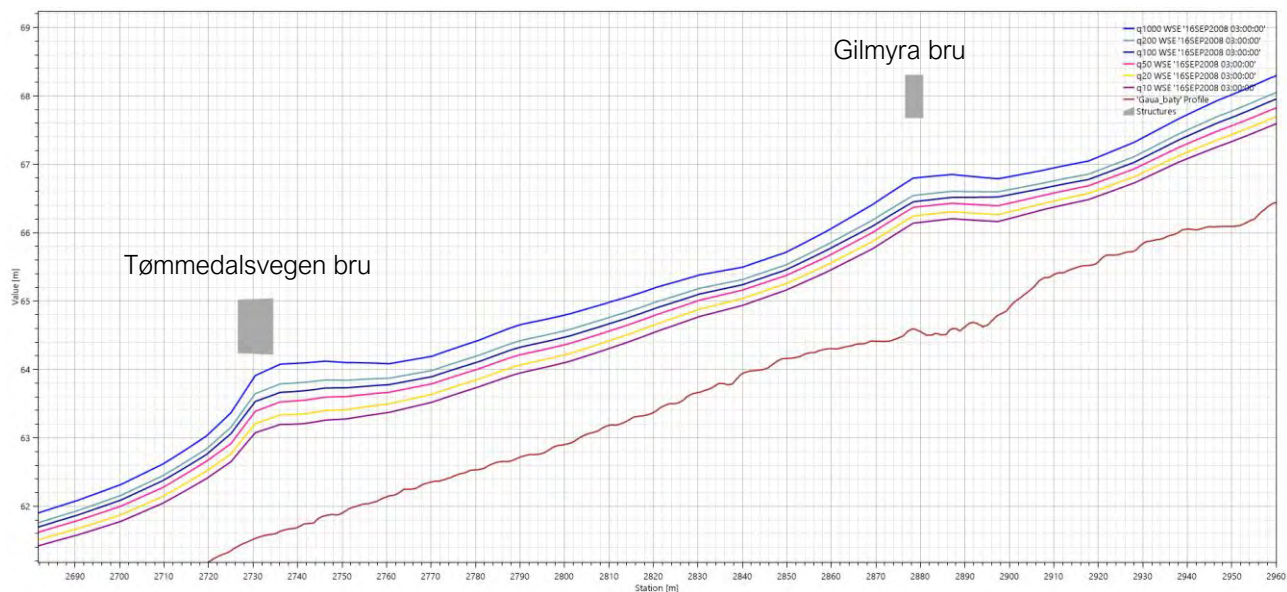
Flomsonekart for Gaia er utarbeidet. Flom er vurdert for gjentaksintervall på 10, 20, 50, 100, 200, og 1000 år. I tillegg er 200- og 1000-årsflommer vurdert med et klimapåslag på 20 %. Flom i sidevassdrag er ikke kartlagt. Videre i dette kapittelet gis en kortfattet beskrivelse av de forventede konsekvensene av flom i vassdraget.

5.1 Gaia

Figur 14 og Figur 15 viser flomvannstanden langs senterlinjen Gaia på strekningen ca. 3.4 km oppstrøms samløpet med Gaula. For en Q200 flom forventes det en vannstandsstigning på ca. 1.7-2.0 m i forhold til normalvannstand. Det presiseres at flomvurderingene er gjort for hovedelvene i vassdraget. Under en flom kan økt vannføring i mindre bekker føre til lokale oversvømmelser som ikke nødvendigvis fremgår av flomsonekartene.

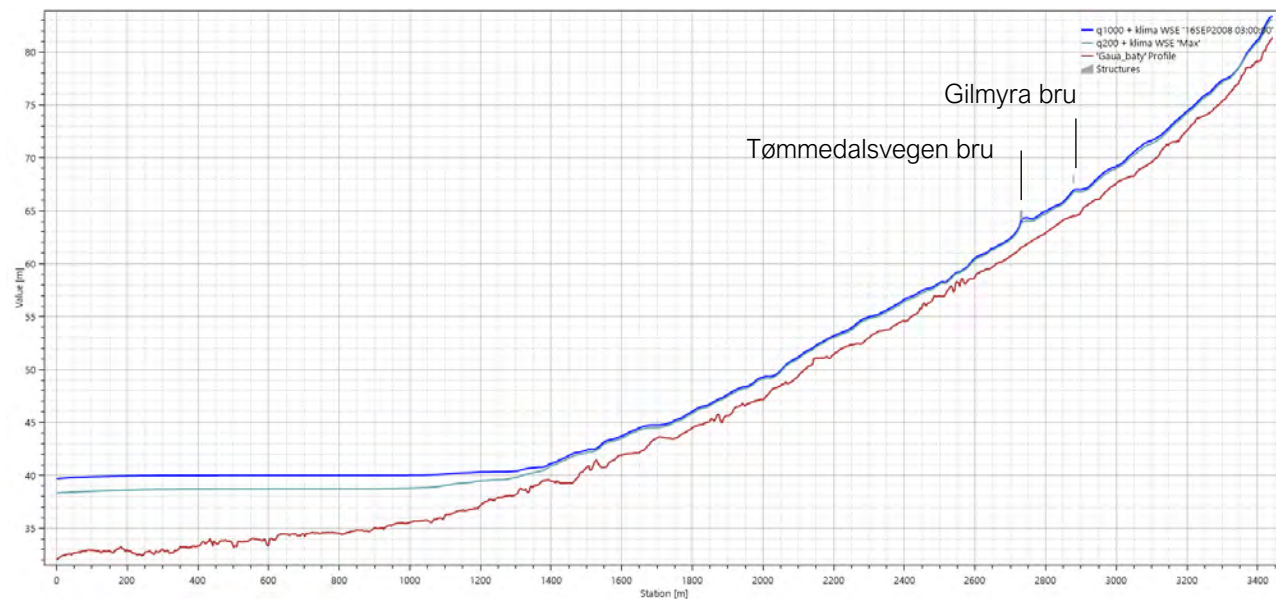


Figur 14 Beregnet flomvannstand Gaia til samløpet med Gaula – dagens situasjon.



Figur 15 Beregnet flomvannstand Gaua rundt de modellerte bruene – dagens situasjon.

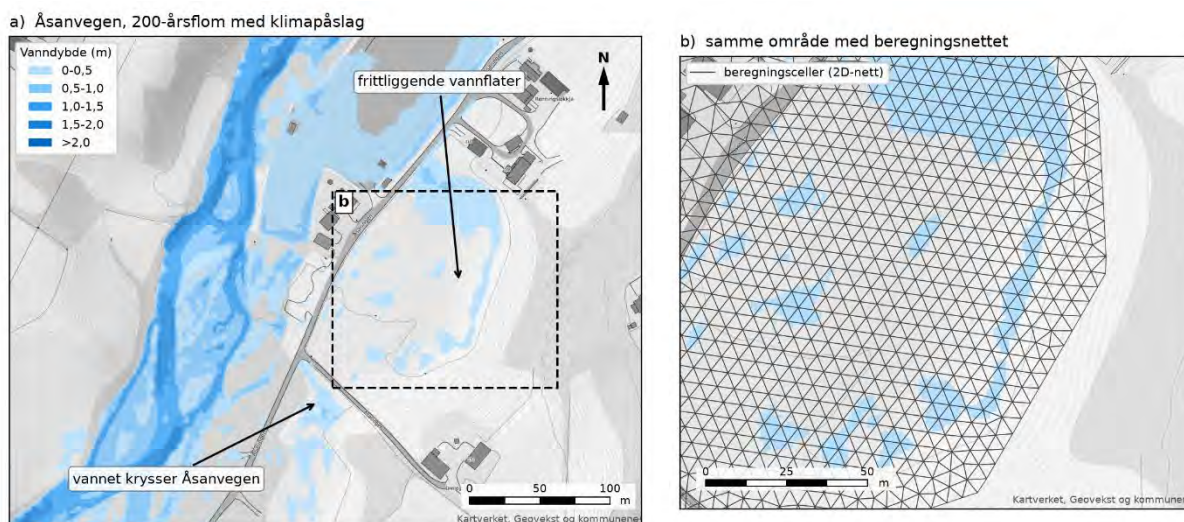
Med et klimapåslag vil vannstanden i Gaua øke ytterligere 0,15–0,20 meter ved 200-årsflom, og 0,15–0,25 meter ved 1000-årsflom i forhold til dagens situasjon. Figur 16 viser fremtidig situasjon i Gaua ved 200 og 1000 års flom.



Figur 16 Beregnet flomvannstand i Gaua – framtidig situasjon

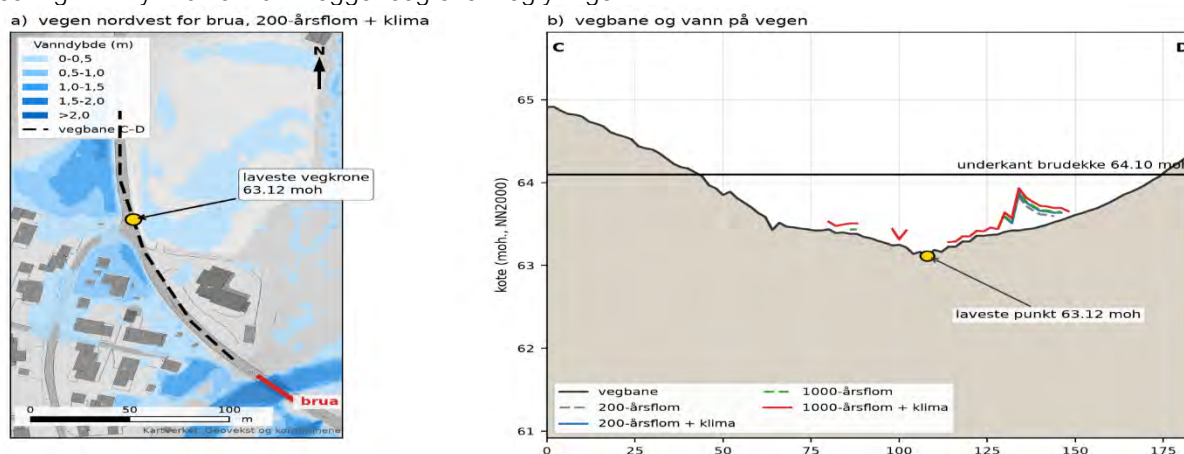
5.1.1 Oversvømmelse av arealer utenfor elveløpet

I enkelte partier viser modellen at vannet går over vegen og brer seg ut til sidene. Når vannstanden overstiger vegens høyde, renner vannet derfor over. Dette er et reelt beregningsresultat, og forutsetningen er konservativ, ettersom kapasitet i stikkrenner ikke er medregnet. Enkelte steder framstår det også vannflater uten synlig forbindelse til elveløpet. Dette er en følge av celleoppløsningen i beregningsnettet: i bratt terreng spenner én celle over flere meter høydeforskjell, og vanndybden tegnes mot terrenget inne i cellen.



Figur 17 Gaua ved Åsanvegen, 200-årsflom med klimapåslag. a) vannet går over vegen der vannstanden overstiger veghøyden; stikkrenner under vegen er ikke lagt inn i modellen. b) samme område med det forfinede beregningsnettet: de frittliggende vannflatene ligger inne i enkeltceller og er lavpunkter i terrenget innenfor en våt celle, ikke sammenhengende oversvømmelse.

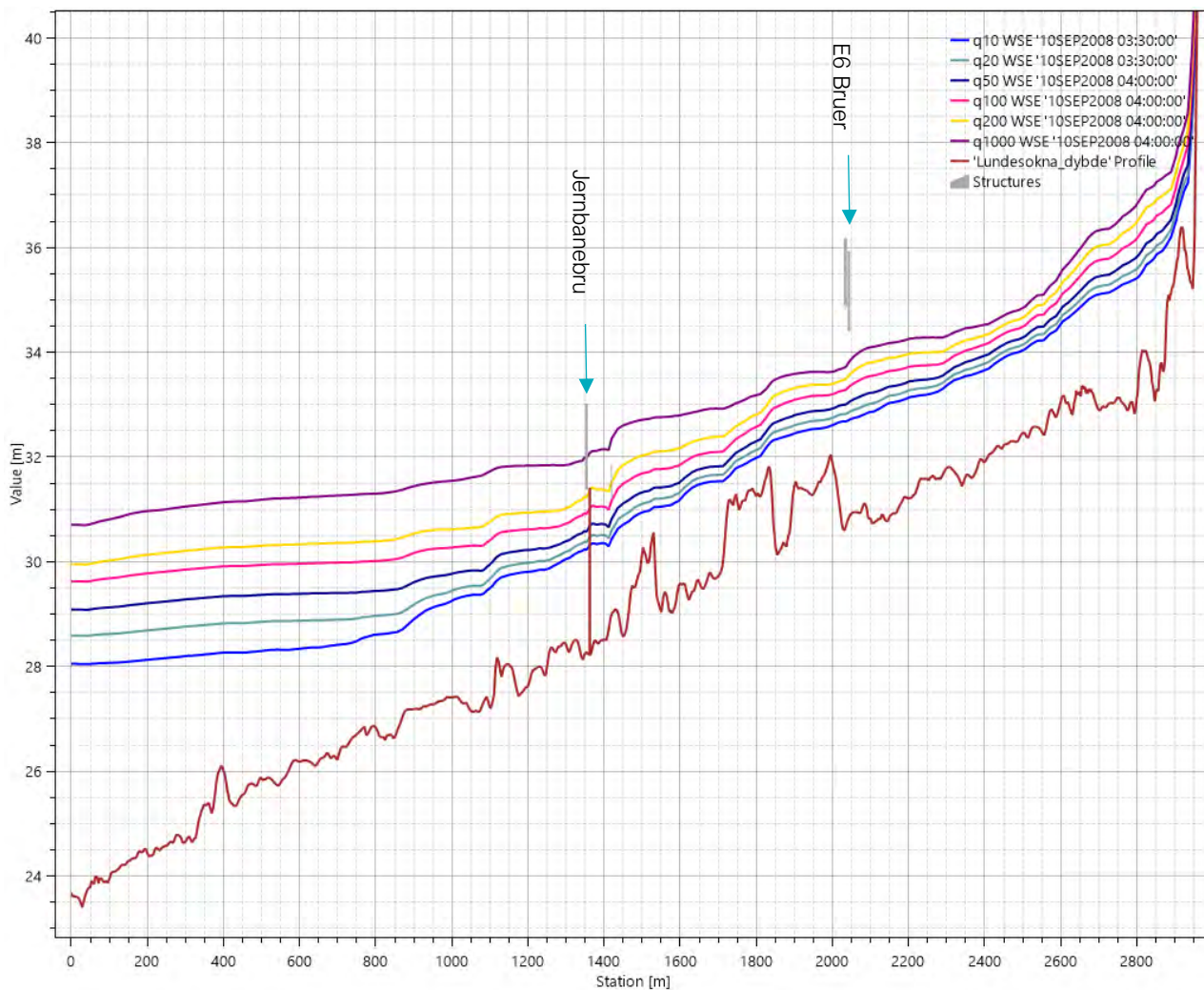
Ved Tømmedalsvegen bru er mekanismen en annen. Brua går full først ved 1000-årsflom med klimapåslag, og brudekket blir ikke overtoppet. Vegen ved sida av brua ligger derimot lavere enn brudekket: vegbanen faller fra 64,9 moh. ved brua til 63,1 moh. om lag 110 m nordvest, altså 1,0 m under underkant brudekke. Vannet avledes derfor dit og går over vegen lenge før brua går full. Modellen gir vann på vegbanen over 14 m ved 200-årsflom og 56 m ved 1000-årsflom med klimapåslag, med største vanndybde henholdsvis 0,41 og 0,51 m. Det er dette som gir inntrykk av at vann legger seg over vegfyllingen.



Figur 18 Gaua ved Tømmedalsvegen bru. a) beregnet vanndybde ved 200-årsflom med klimapåslag, med vegen og laveste punkt markert. b) vegbanen og vannet som står på den, sammenholdt med underkant brudekke. Vegen ligger lavere enn brudekket og overtoppes alt ved 200-årsflom, mens brua først går full ved 1000-årsflom med klimapåslag.

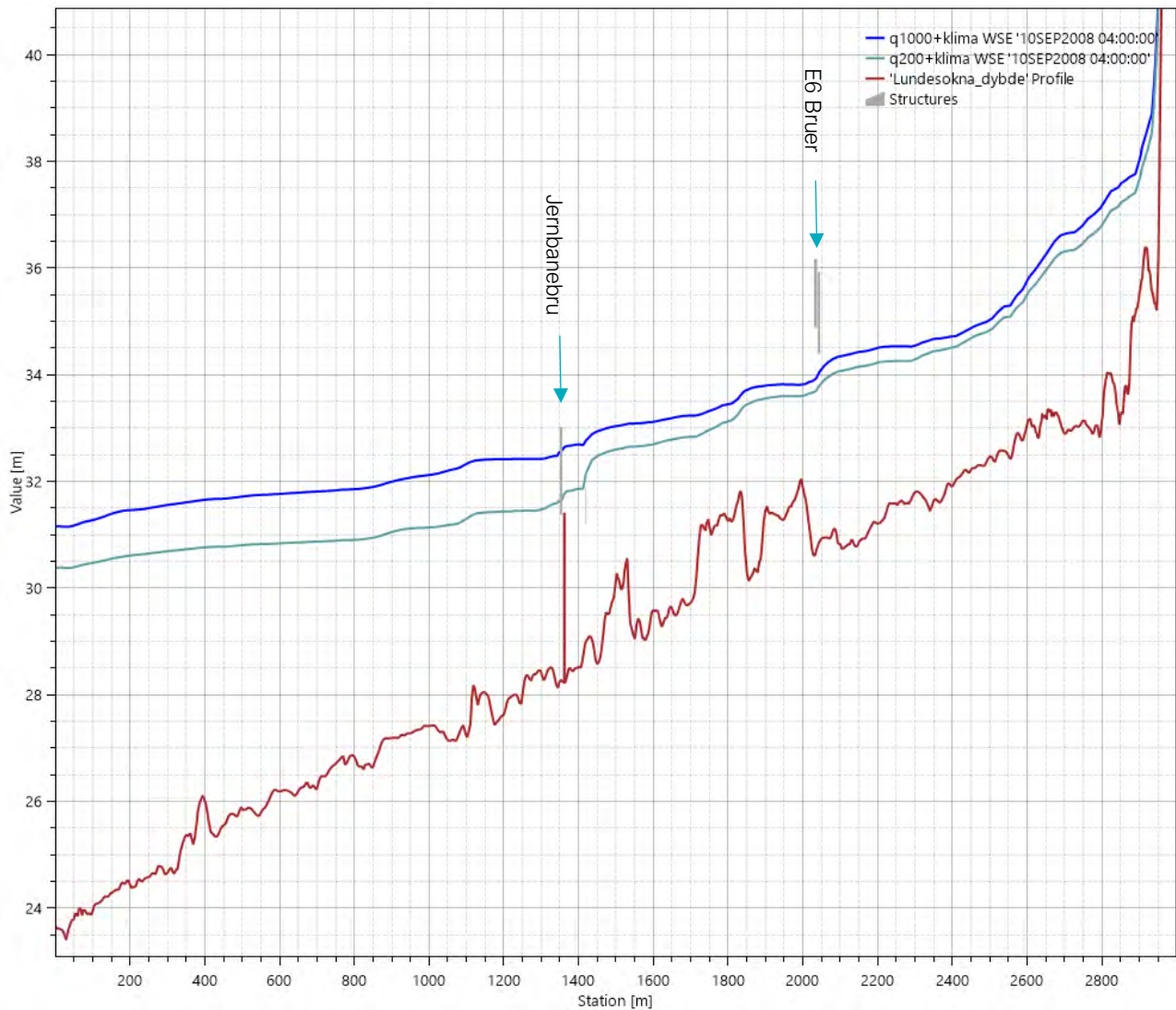
5.2 Lundesokna

Figur 14 og Figur 15 viser flomvannstanden langs senterlinjen Lundesokna på strekningen ca. 3.0 km oppstrøms fra samløpet med Gaula. For en Q200 flom forventes det en vannstandsstigning på ca. 3.0-3.5 m i forhold til normalvannstand. Det presiseres at flomvurderingene er gjort for hovedelvene i vassdraget. Under en flom kan økt vannføring i mindre bekker føre til lokale oversvømmelser som ikke nødvendigvis fremgår av flomsonekartene.



Figur 19 Beregnet flomvannstand – dagens situasjon.

Med et klimapåslag vil vannstanden i Lundesokna øke ytterligere 0,25–0,50 meter ved 200-årsflom, og 0,15–0,30 meter ved 1000-årsflom i forhold til dagens situasjon. Figur 20 viser fremtidig situasjon i Lundesokna ved 200 og 1000 års flom.



Figur 20 Beregnet flomvannstand – framtidig situasjon.

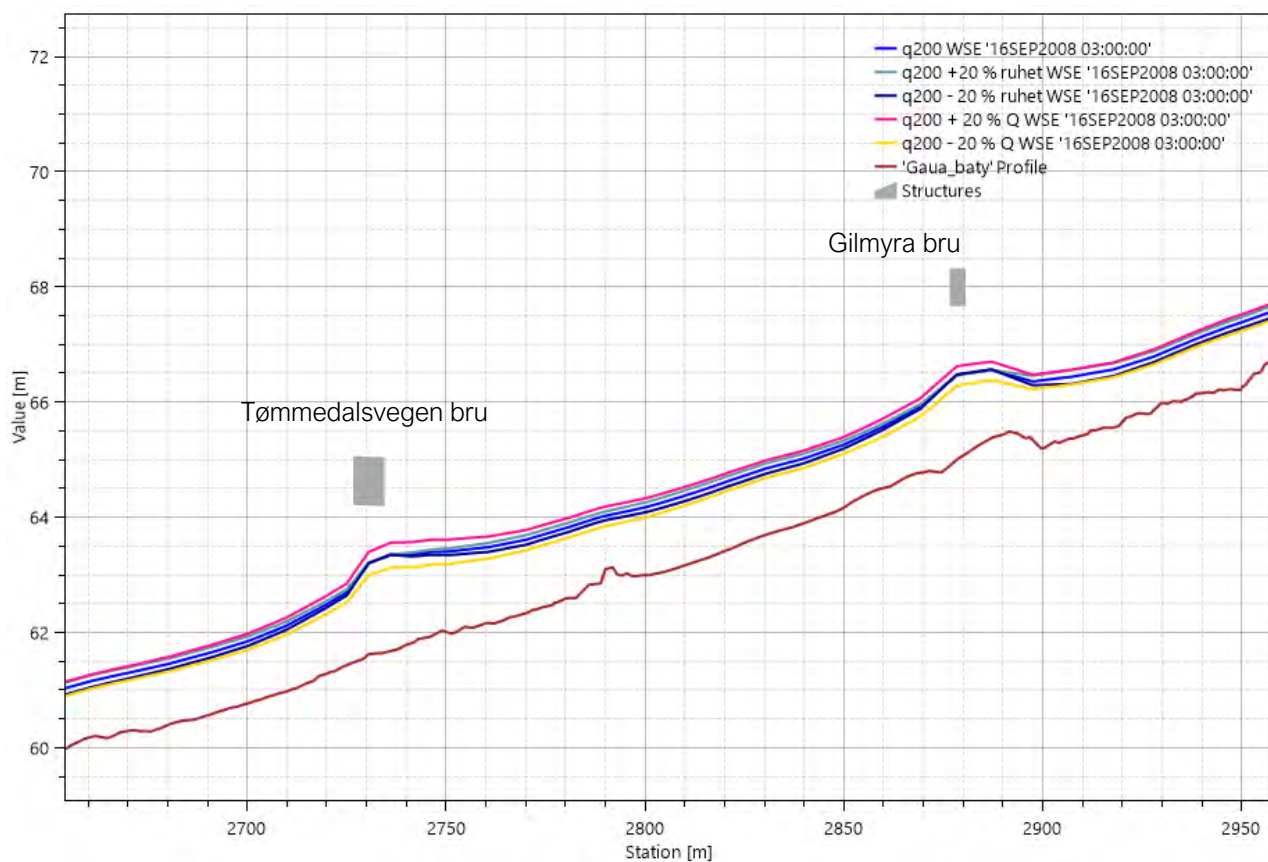
5.3 Følsomhetsanalyse

5.3.1 Gaua

Følsomhetsanalyse er gjennomført for 200-årsflommen (Q200) uten klimapåslag. Det er testet $\pm 20\%$ endring i vannføring (Q) og $\pm 20\%$ endring i Manning's ruhet (friksjon). Resultatene viser at samme prosentvise økning i vannføring påvirker vannstanden mer enn ruhet.

De største utslagene forekommer på strekningen der de to bruene over Gaua er modellert.

Langs profilet er gjennomsnittlige utslag om lag **0,2 m** for vannføring og om lag **0,1 m** for ruhet. Størst utslag er nær **0,25 m** for vannføring og opptil **0,15 m** for ruhet.

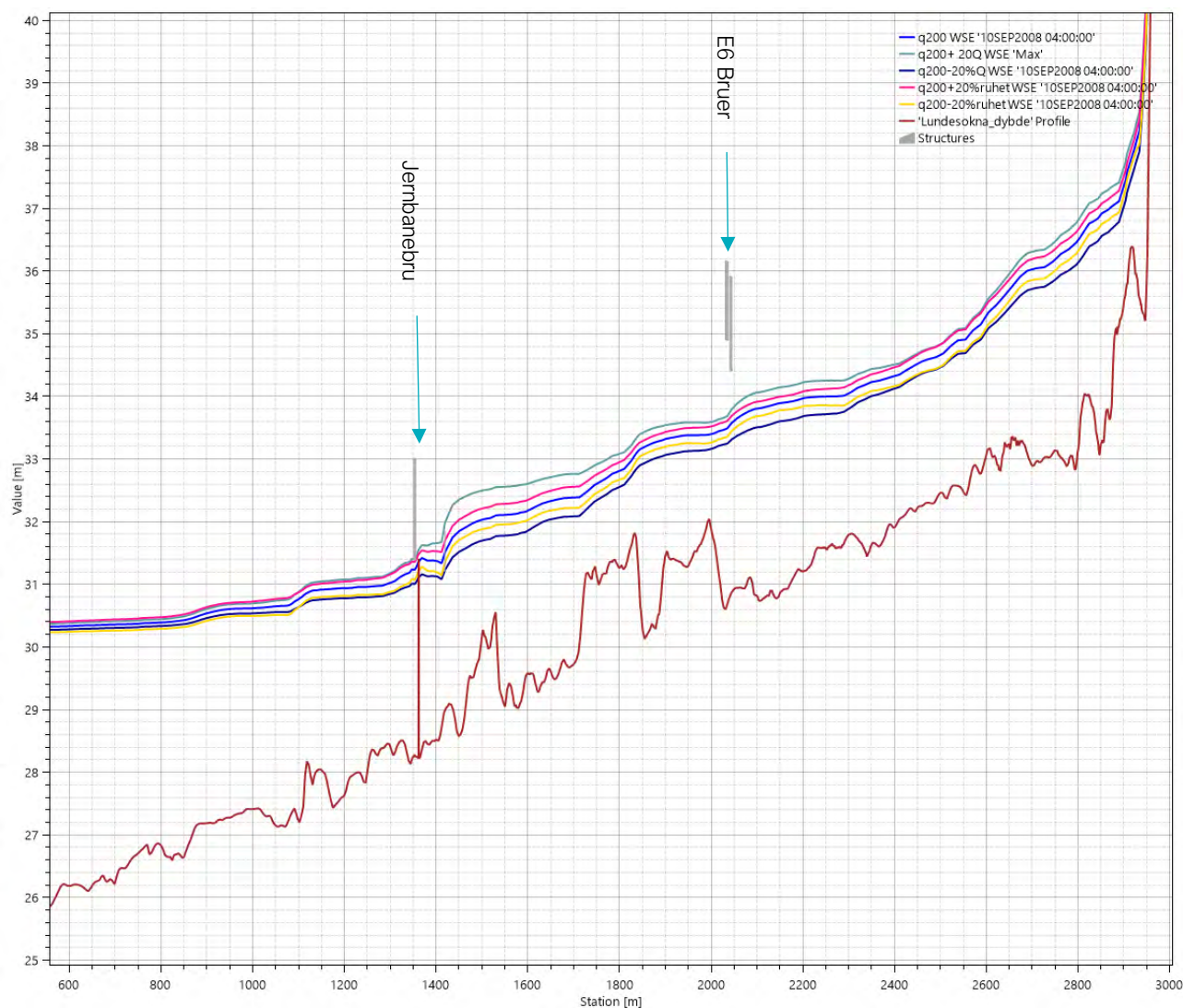


Figur 21 Resultat av følsomhetsanalyse.

5.3.2 Lundesokna

Følsomhetsanalyse er gjennomført for 200-årsflommen (Q200) uten klimapåslag. Det er testet $\pm 20\%$ endring i vannføring (Q) og $\pm 20\%$ endring i Manning's ruhet (friksjon). Resultatene viser at samme prosentvise økning i vannføring påvirker vannstanden mer enn ruhet.

Langs profilet er gjennomsnittlige utslag oppstrøms bruene ved industriområdet, om lag **0,25 m** for vannføring og om lag **0,15 m** for ruhet. Største utslag er nær 0,3 m for vannføring og opptil **0,2 m** for ruhet.



Figur 22 Resultat av følsomhetsanalyse, Lundesokna.

5.4 Sikkerhetspåslag

Klassifisering av hydraulisk modell Hydraulisk modell skal klassifiseres basert på en samlet vurdering av kvalitet iht. NVEs veileder (NVE, 2022). Tabell 6 viser et utsnitt av veilederens klassifiseringskriterier for hydraulisk modell.

Tabell 6 Klassifisering av hydraulisk modell (NVE, 2022).

Klasse	Klassifiseringskriterier
A	Modellen er kalibrert for en vannføring tilsvarende en 20-årsflom eller større, 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 og 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 30 cm.
D	Modellen er tilpasset mot en målt vannlinje, og følsomhetsanalysen viser at endringer 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.

I henhold til kap. 10.3 i NVEs veileder 3/2022 (NVE, 2022) er det gjort en analyse for å finne anbefalt sikkerhetspåslag. De hydrauliske modellene for Gaua og Lundesokna er klassifisert i klasse D. Dette er begrunnet med at modellen ikke er kalibrert en målt flom. Følsomhetsanalyse for begge modellene gir største endring tilnærmet 30 cm. Det hydrologiske datagrunnlaget vurderes her å være i klasse 1 «Godt hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i vassdraget» for Gaula (NVE, 2025).

Basert på Tabell 7 gir dette et anbefalt påslag på vannføringen på 20 %. Beregningene viser at vannstanden i Gaua kan øke med om lag 15–25 cm, der de fleste verdiene ligger mellom 20 og 25 cm. For Lundesokna er beregnet vannstandsøkning om lag 15–30 cm, med hovedtyngden av verdiene mellom 25 og 30 cm. På bakgrunn av en samlet vurdering anbefales det å legge til en sikkerhetsmargin på 30 cm på beregnede flomvannstander for både Gaua og Lundesokna.

Tabell 7 Klassifisering av hydraulisk modell, sikkerhetspåslag (NVE, 2022).

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 og 5

6 Resultat

Det er utført hydrauliske beregninger for flommer med gjentakintervallene 10-, 20-, 50-, 100-, 200- og 1000-årsflom, i tillegg er det beregnet 200- og 1000-årsflom med klimapåslag. Sluttproduktet som er utarbeidet omfatter:

- Digitale flomsoner
- Flomvannstander representert som kotelinjer med 0,5 m intervall (også levert med 1 m intervall)
- Dybdekart i rasterformat (1 × 1 m)
- Hastighetskart i rasterformat (1 × 1 m)

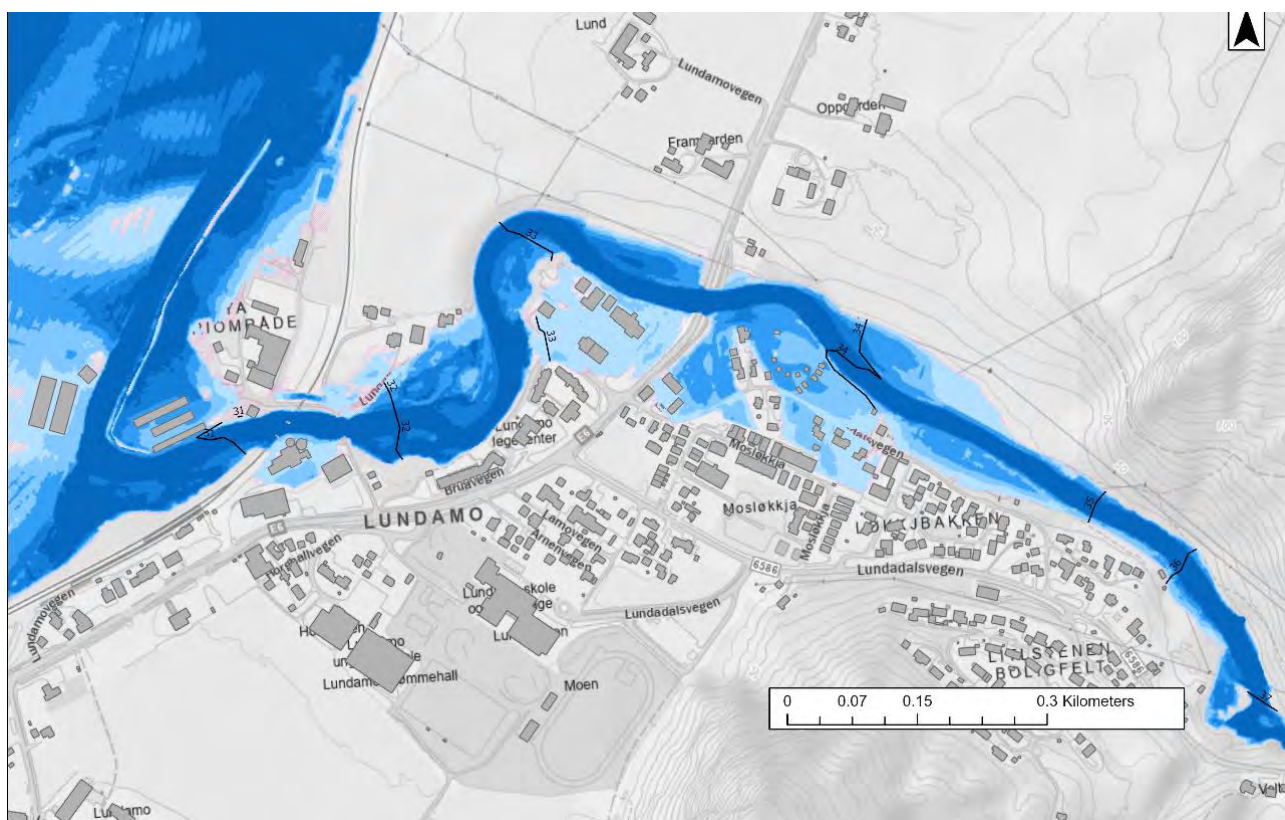
Flomsonerapport på PDF-format. Flomsonene er tilgjengelig på NVEs nettside www.nve.no og i NVEs karttjenester <https://www.nve.no/karttjenester/>.

6.1 Flomsonekart

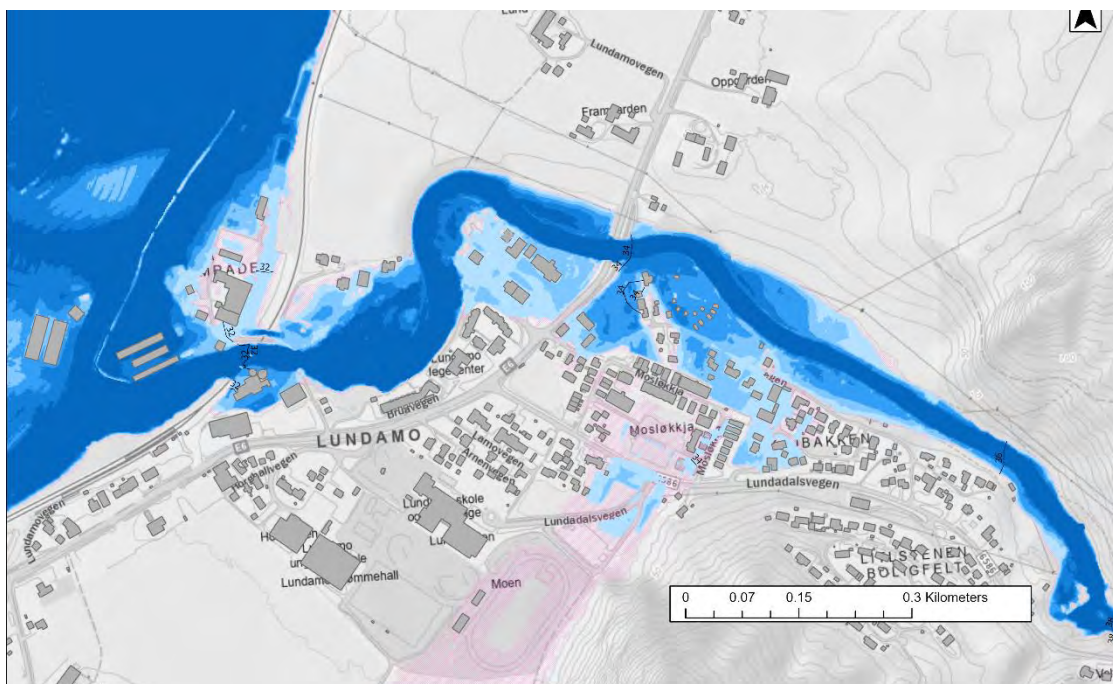
I rapporten vises utvalgte utsnitt av flomsonekartet, med hovedvekt på tettbygde områder. Hele flomsonekartet er tilgjengelig i NVEs innsynsløsning. Resultatene i innsynsløsningen er en sammenslått framstilling av flere flomutredninger for hovedelva Gaula og sidevassdrag Lundesokna og Gaua.

Kartene nedenfor viser flomutbredelsen for 200- og 1000-årsflom for Lundesokna og Gaua, både for dagens situasjon og med klimapåslag (vist i rosa).

6.1.1 Lundesokna- flomsonekart Q200 med og uten klimapåslag



6.1.2 Lundesokna- flomsonekart Q1000 med og uten klimapåslag



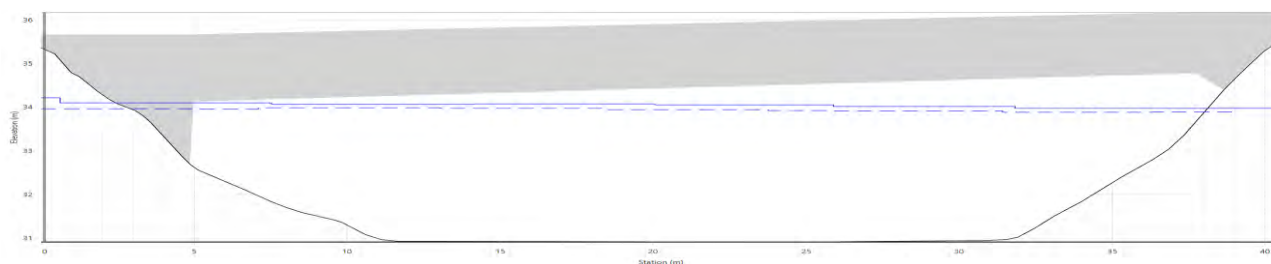
6.2 Spesielt om bruene Lundesokna

Vannstanden ved bruene er beregnet for 200- og 1000-årsflom, både med og uten klimapåslag, og er vist i Tabell 8. Høyde til underkant brudekke er målt inn ved befaring eller hentet fra brutegninger i Statens vegvesens database BRUTUS.

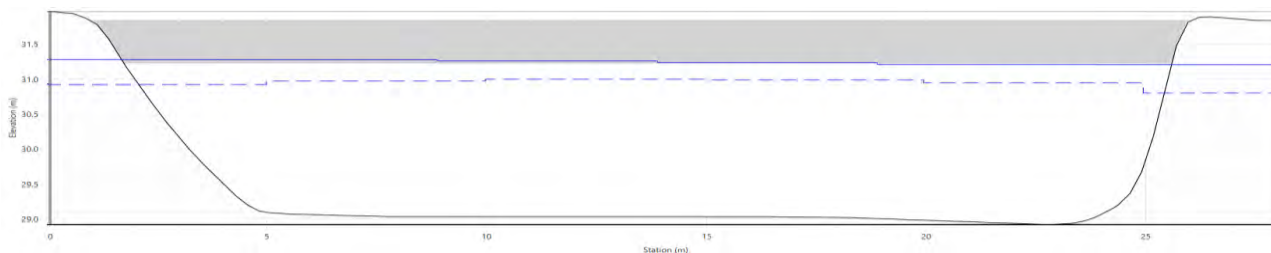
Tabell 8 Beregnet vannstand i brutverrsnittet.

Bru	Ca. høyde på underkant brudekke (m)	200-årsflom (moh.)	200-årsflom med klima (moh.)	1000-årsflom (moh.)	1000-årsflom (moh.) med klima
Gangbru ved E6	34.1	33.5	33.8	33.8	34
E6 vegbru	34.5	33.5	33.7	33.8	33.9
Miljøparken bru	31.2	31.6	32.1	32.4	32.8
Jernbane bru	32.8	31.4	31.7	32.1	32.6

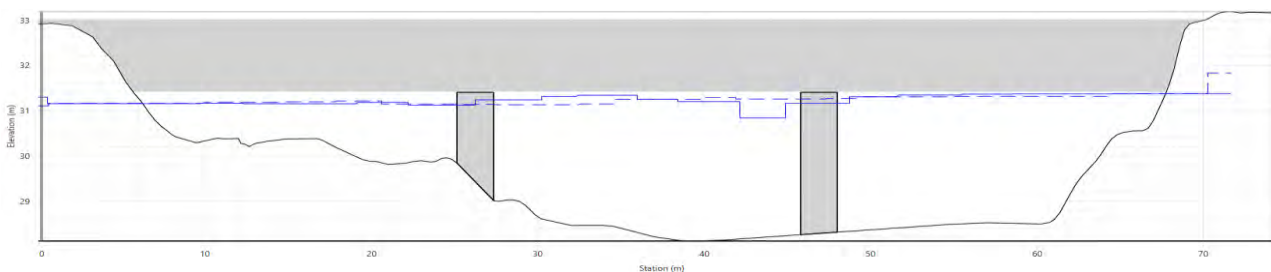
Analysen viser at begge bruene ved E6 har god klaring opp til 1000-årsflom. Veifyllingen og bruene virker likevel som en flaskehals og kan gi oppstuvning oppstrøms. Miljøparken bru og jernbanebrua har derimot begrenset klaring og vil kunne gå fulle ved flom, med mulig påvirkning på flomforholdene oppstrøms. Miljøparken bru går full allerede ved en mindre Q100 flomhendelse, mens jernbanebrua går full ved en Q200-flom + klimapåslag.



Figur 23 Gangbru ved E6, beregnet flomvannstand Q1000 + klimapåslag

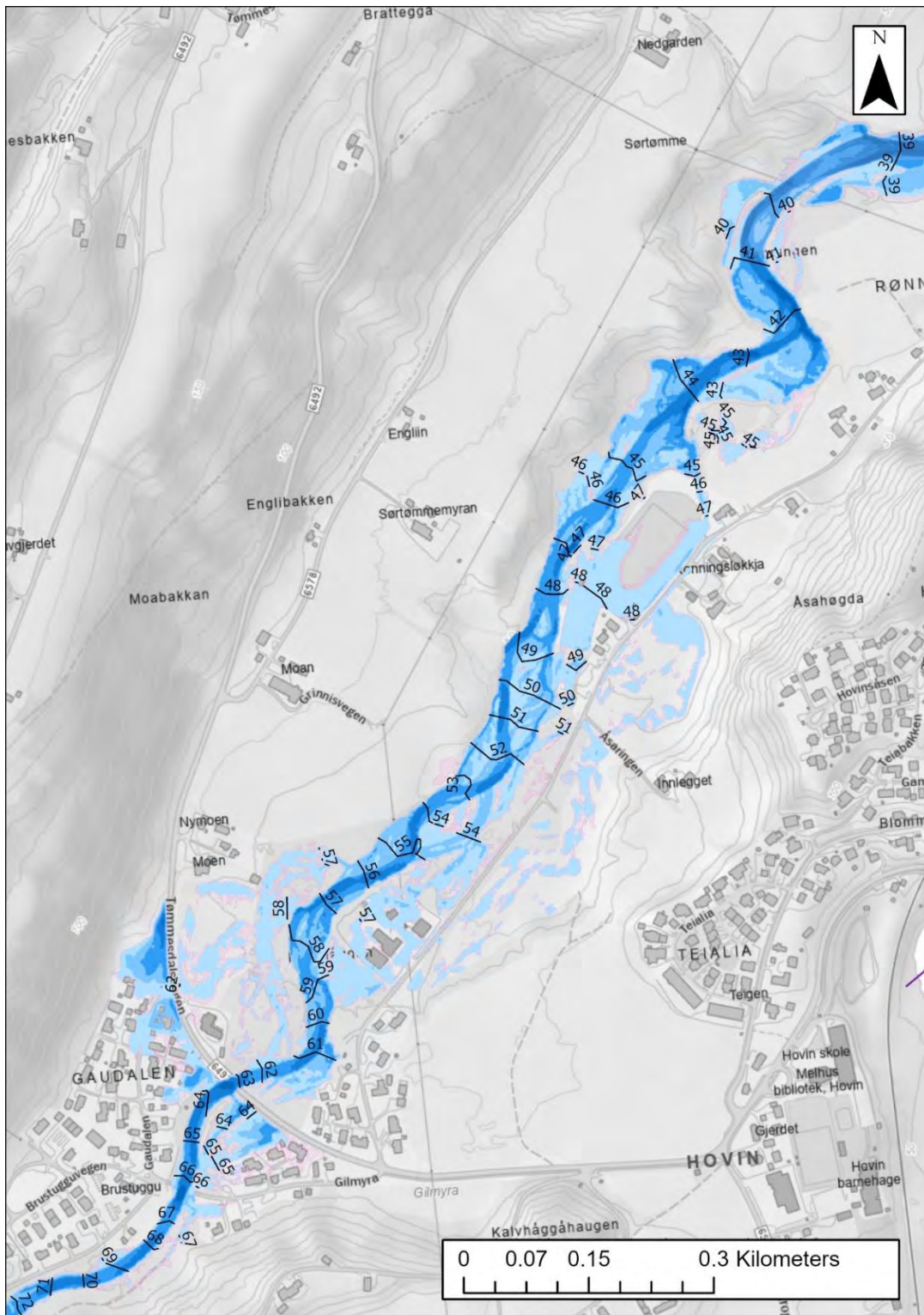


Figur 24 Miljøparken bru, beregnet flomvannstand Q100

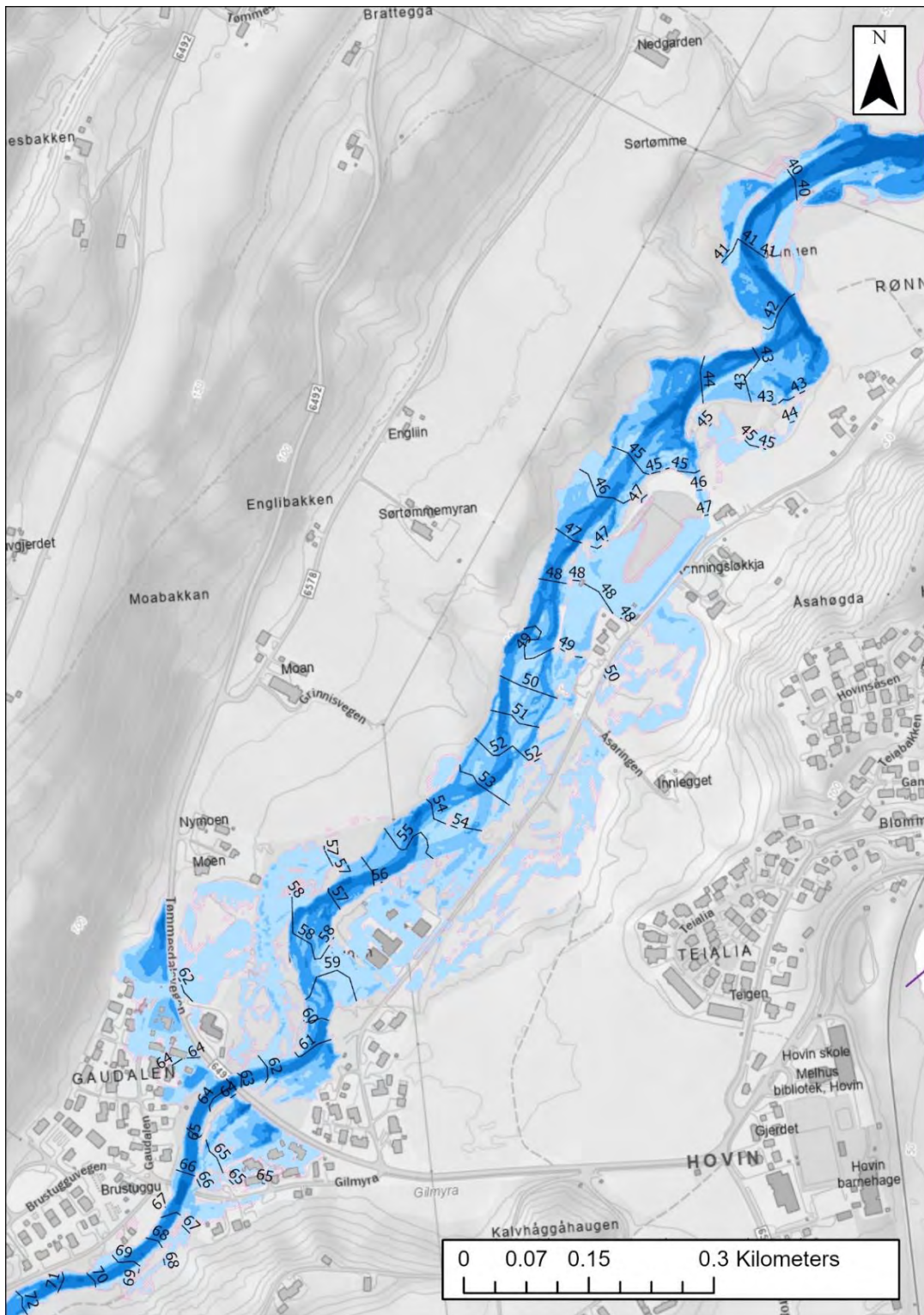


Figur 25 Jernbanebru, beregnet flomvannstand Q200 + klimapåslag

6.2.1 Gaua - - flomsonekart Q200 med og uten klimapåslag



6.2.2 Gaua - flomsonekart Q1000 med og uten klimapåslag



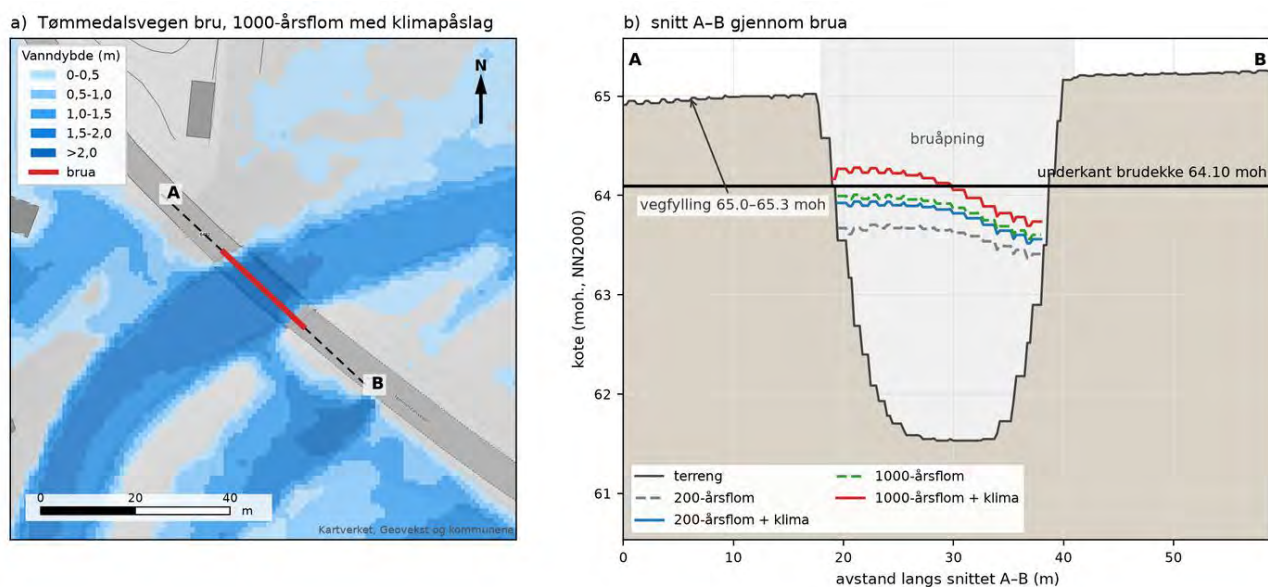
6.3 Spesielt om bruer Gaua

Vannstanden ved bruene er beregnet for 200- og 1000-årsflom, både med og uten klimapåslag, og er vist i Tabell 9. Høyde til underkant brudekke er målt inn ved befaring eller hentet fra brutegninger i Statens vegvesens database BRUTUS.

Tabell 9 Beregnet vannstand i brutverrsnittet.

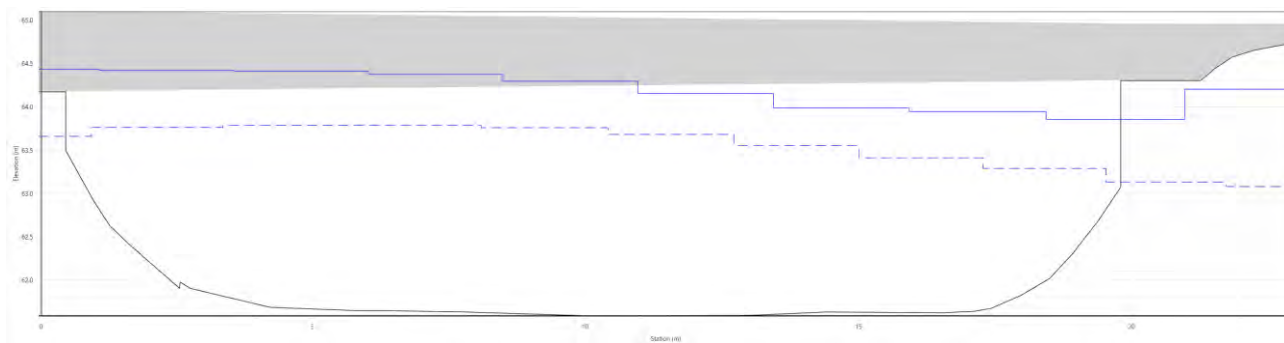
Bru	Kt. underkant brudekke (moh.)	200-årsflom (moh.)	200-årsflom (moh.) med klima	1000-årsflom (moh.)	1000-årsflom (moh.) med klima
Tømmedalsvegen bru	64.2	63.8	64	64.1	64.4
Gilmyra bru	67.7	66.7	66.9	66.9	67.1

Analysen viser at Gilmyra bru har god klaring gjennom hele spekteret, med om lag 0,5 m til underkant brudekke ved 1000-årsflom med klimapåslag. Tømmedalsvegen bru har mer begrenset klaring: om lag 0,5 m ved 200-årsflom og 0,1–0,2 m ved 1000-årsflom, og ved 1000-årsflom med klimapåslag når vannstanden opp til underkant brudekke, slik at brua går full. Vegfyllingen ved Tømmedalsvegen begrenser avrenningen, slik at vannføringen ledes gjennom brua. Brua fungerer derfor som en flaskehals og gir oppstuvning oppstrøms.

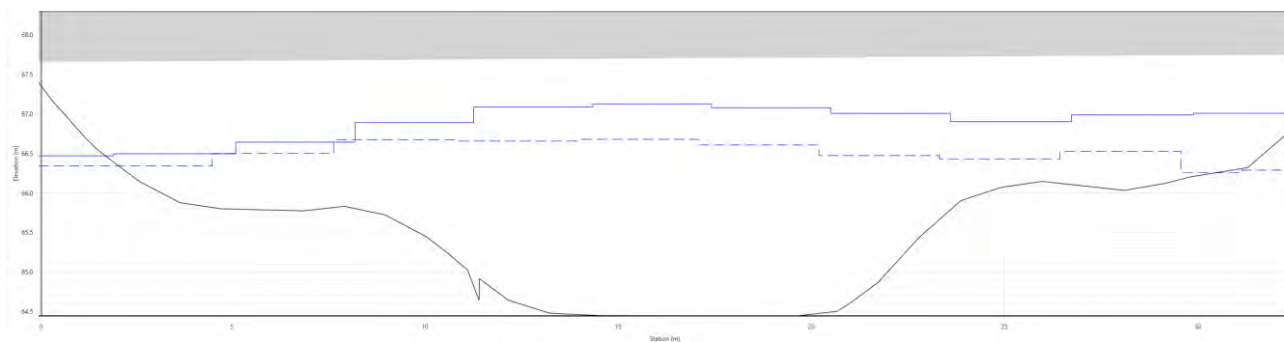


Figur 26 Tømmedalsvegen bru i Gaua. a) beregnet vanddybde ved 1000-årsflom med klimapåslag. b) snitt A-B langs brulinja, med terreng, underkant brudekke og beregnet vannstand for de fire scenarioene.

Vannstanden når 64,28 moh. ved 1000-årsflom med klimapåslag, 0,18 m over underkant brudekke, og brua går full. Vegfyllingen ved brua ligger på 65,0–65,3 moh. og overtoppes ikke i dette snittet.



Figur 27 Gilmyra bru, beregnet flomvannstand Q1000 + klimapåslag



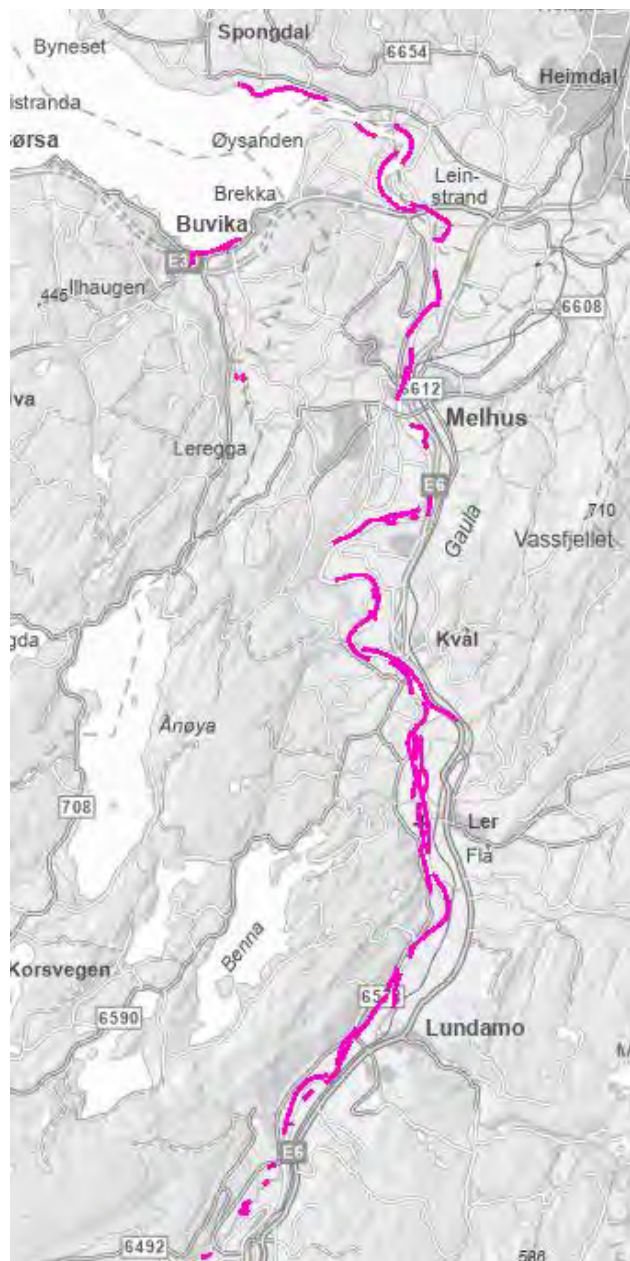
Figur 28 Tømmedalsvegen bru, beregnet flomvannstand Q1000+klimapåslag

7 Andre farer

Andre faremomenter i vassdraget også vurdert, men disse blir ikke tatt direkte hensyn til i kartleggingen. Slike faremoment kan være flom i sideelver/bekker, isgang, massetransport, erosjon og tilstopping av bruer og kulverter. Prosjektet har ikke som mål å kartlegge disse farene fullstendig, men skal systematisk prøve å samle inn eksisterende informasjon for å presentere kjente problem langs vassdraget.

7.1 Erosjon

Historiske kart og flybilder viser at elveløpet er dynamisk og endrer seg over tid. Flere steder langs strekningen er elvebredden sikret mot erosjon, noe som understreker at elven er erosjonsutsatt. Figur 26 viser de registrerte erosjonssikringstiltakene på den kartlagte strekningen på NVEs temakart.



Figur 29 Sikringstiltak utført i elveløpet, hentet fra NVEs temakart.

7.2 Sideelver

Flomfaren er kun kartlagt for hovedelva Gaula. For sideelvene Gaua og Lundesokna er det utarbeidet separat rapport. Resten av bekkene langs strekningen dekkes ikke av kartleggingen, med har likevel en flomfare tilknyttet seg.

7.3 Isproblemer

Det er ikke registrert isproblem på www.iskart.no. Det forventes heller ikke isproblemer i framtiden som kan påvirke flomsituasjoner.

8 Veiledning for bruk

8.1.1 Unngå bygging på flomutsatte arealer

Stortinget har forutsatt at sikringsbehovet langs vassdragene ikke skal øke som følge av ny utbygging. Derfor bør ikke flomutsatte områder tas i bruk om det finnes alternative arealer. Krav til sikkerhet mot flom er gitt i byggt teknisk forskrift (TEK17) § 7-2. Hvilke krav som gjelder for de ulike byggverkene og tiltakene, er avhengig av mulige konsekvenser ved en flom. NVEs veileder Sikkerhet mot flom (NVE, 3/2022) beskriver hvordan sikkerhetskravene i TEK17 kan oppfylles i arealplanlegging og byggesaksbehandling.

8.2 Bruk av flomsoner i arealplanlegging og byggesaker

I forbindelse med kommuneplan kan en bruke flomsonene direkte for å identifisere områder som ikke bør bebygges uten nærmere vurdering av faren og mulige tiltak. Flomsonene skal avsettes som hensynssoner på plankartet, jf. pbl §§ 11-8 og 12-6. Ved detaljplanlegging og byggesaksbehandling, må kommunen ta hensyn til at flomsonekartene har begrenset nøyaktighet. En må kontrollere terrenghøyden i felt mot de beregnede vannstandene.

En sikkerhetsmargin bør legges til ved praktisk bruk av vannstandene. Anbefalt sikkerhetsmargin for dette delprosjektet er beskrevet i delkapittel 5.4.

I elvas utløpsområde må en i tillegg vurdere sikkerhet mot stormflo. Det er den vannstanden som er høyest av flom i elva og stormflo, som må legges til grunn ved detaljplanlegging og byggesaksbehandling. Vannstander for stormflo og framtidig havnivå, samt tilhørende kart, finnes på Kartverkets hjemmesider. Veilederen Havnivåstigning og høye vannstander i samfunnsplanlegging (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, 2024) beskriver hvordan man skal ta hensyn til stormflo og havnivåstigning ved planlegging.

8.3 Bruk av flomsoner ved flomvarsling og beredskap

Varsom.no er kilde til varsler om naturfarer i Norge. NVE har ansvaret for den nasjonale flomvarslingstjenesten som overvåker den hydrologiske tilstanden i vassdrag over hele landet, og vurderer faren for flom for de nærmeste dagene på regionalt nivå (fylkesnivå, ev. en eller flere kommuner). Formålet er å unngå tap av liv og verdier som følge av flom. Et flomvarsel utstedes når beregnet vannføring i en elv eller vannstand i en innsjø tilsier så stor vannføring eller høy vannstand at det kan forårsake oversvømmelser og/eller erosjonsskader. Varslingsnivåene for flom er basert på en antakelse om at store vannføringer som opptrer sjelden forårsaker store skader. NVE bruker gjentaksintervall for den beregnede vannføringen til å bestemme varslingsnivået. Varsel på gult nivå er vannføring mellom middelflom (2 til 3-årsflom) og 5-årsflom. Oransje nivå for vannføring mellom 5- og 50 årsflom, og rødt nivå for vannføring større enn en 50-årsflom. Flomsonekart viser hvilke områder som blir oversvømt. Beredskapsmyndighetene bør innarbeide denne informasjonen i sine planer. Kobling mot adresseregistre kan gi lister over berørte eiendommer. På dette grunnlaget vil de beredskapsansvarlige bedre kunne planlegge evakuering, omkjøringsveier, bygging av voller og andre krisetiltak.

9 Referanser

Chow, V. T., 1959. *Open-Channel Hydraulics*, s.l.: s.n.

Norconsult, 2026. *Flomsonekartlegging av Langbekken og Loddbekken*, s.l.: NVE.

Norconsult, 2026. *Flomsonekartlegging- Gaula fra Gaulfossen til utløp i fjorden*, s.l.: NVE.

Norconsult, 2026. *Flomsonekartlegging- Gaula fra Støren ned til Gaulfossen*, s.l.: NVE.

Norconsult, 2026. *Flomsonekartlegging- Gaulas sidevassdrag Lundesokna og Gaug*, s.l.: NVE.

NVE, 1941. *Ad flommen i Gaula 24.08.1940 Olaf Strand*, s.l.: s.n.

NVE, 2000. *Flomberegning for Gaulavassdraget (122.Z) NVE 15/2000*, s.l.: s.n.

NVE, 2001. *Flomsonekart, Delprosjekt Melhus. NVE- rapport 5/2001*, s.l.: s.n.

NVE, 2010. *Innmåling av flomvannstander etter flom i Gaula 19-20.juni, Internt notat fra Kjartan Orvedal*, s.l.: s.n.

NVE, 2016. *Klimaendring og framtidige flommer i Norge*, s.l.: s.n.

NVE, 2022. *Sikkerhet mot flom. Veileder nr. 3/2022.*, s.l.: s.n.

NVE, 2025. *Flomberegning for Gaula og sideelver, i Trøndelag fylke (122.Z) NVE Rapport 23/2025*, s.l.: s.n.

NVE, 2025. *Veileder om flomberegning. Veileder nr. 1/2025.*, s.l.: s.n.

Terratec, 2016. *Laserskanning for Elvekartlegging, Kartlegging av Gaula*, s.l.: s.n.

10 Vedlegg

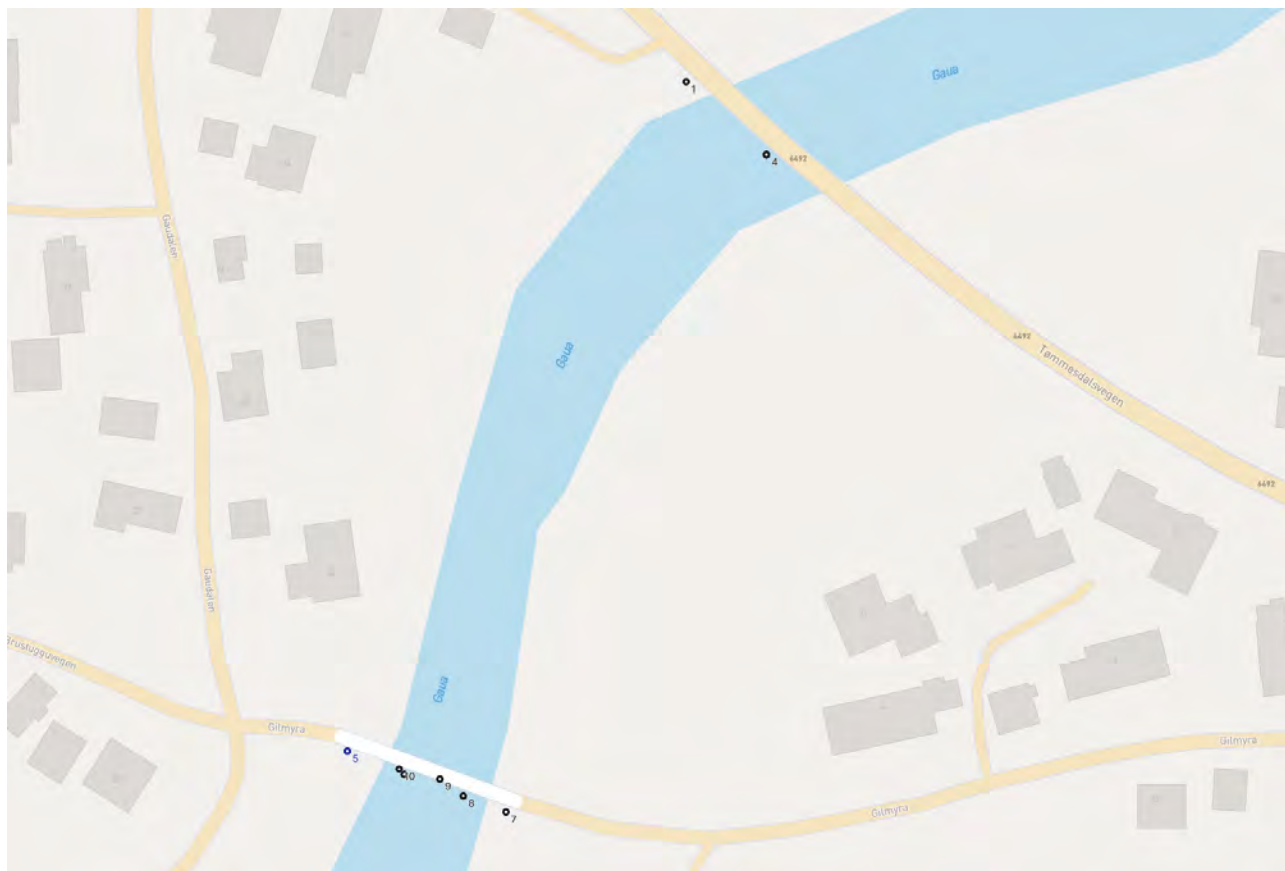
10.1 Målinger Gaua

Befaringen ble gjennomført i perioden 23. til 26. mars 2026.

Det er to bruer som krysser Gaua på den modellerte strekningen, Tømmedalsvegen bru og Gilmyra bru. Brugeometrien er målt inn på begge bruene. Tabellen nedenfor viser innmålte punkter, og kartutsnittet viser punktenes plassering langs Gaua.

Tabell 10 Målinger bruer Gaua

Navn	Easting	Northing	Elevasjon	Beskrivelse
1	561165.575	6998008.987	64.170	Underkant bru
4	561181.049	6997995.478	64.351	Underkant bru
5	561103.733	6997881.183	67.758	Underkant bru
6	561114.593	6997876.964	64.817	Pilar fot
7	561134.024	6997870.287	67.685	Underkant bru
8	561125.870	6997873.131	65.893	Pilar fot
9	561121.377	6997876.243	68.366	Brudekke
10	561113.634	6997878.007	67.737	Underkant bru/pilar



Figur 30 Gaua. Kartutsnitt med innmålte punkter for de to bruene (Tømmedalsvegen bru og Gilmyra bru) langs den modellerte strekningen.

10.2 Målinger Lundesokna

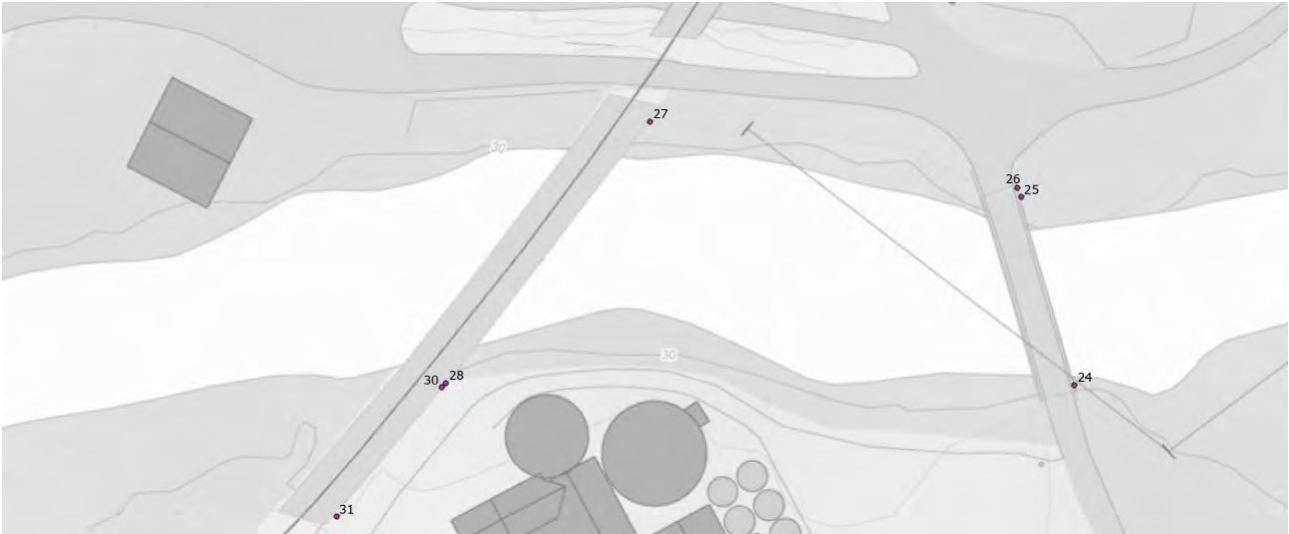
Det er fire bruer som krysser Lundesokna på den modellerte strekningen. Brugeometrien er målt inn på alle fire. Tabellene nedenfor viser innmålte punkter for de to nederste bruene, med tilhørende kartutsnitt som viser punktenes plassering.

Tabell 11 Målinger E6 bruer Lundesokna

Navn	Easting	Northing	Elevasjon	Beskrivelse
14	565104.5	7003425	35.656	brutopp
15	565104.6	7003425	34.112	underkant bru -1.54
20	565113.8	7003456	37.354	rekkverk
11	565113.9	7003456	34.63	bruunnetak
21	565105.2	7003455	36.435	brutopp
22	565096.6	7003426	35.763	brutopp
17	565104.8	7003426	36.146	rekkverk
10	565113.8	7003456	36.142	brutopp



Figur 31 Målepunkter plassering, E6 bruer Lundesokna



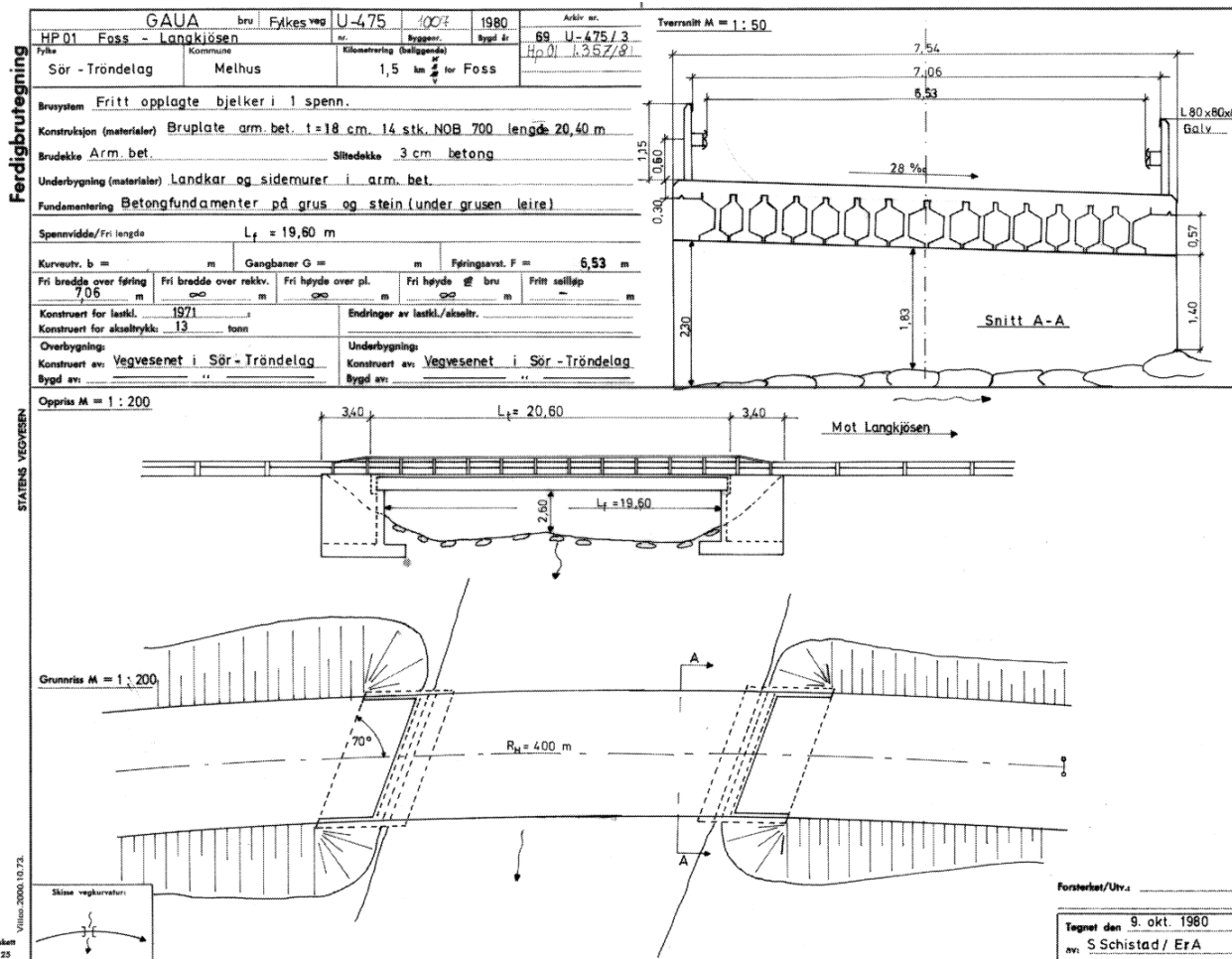
Figur 32 Målepunkter plassering, Jernbanebru og Miljøparken bru Lundesokna

Tabell 12 Målinger Jernbanebru og Miljøparken bru Lundesokna

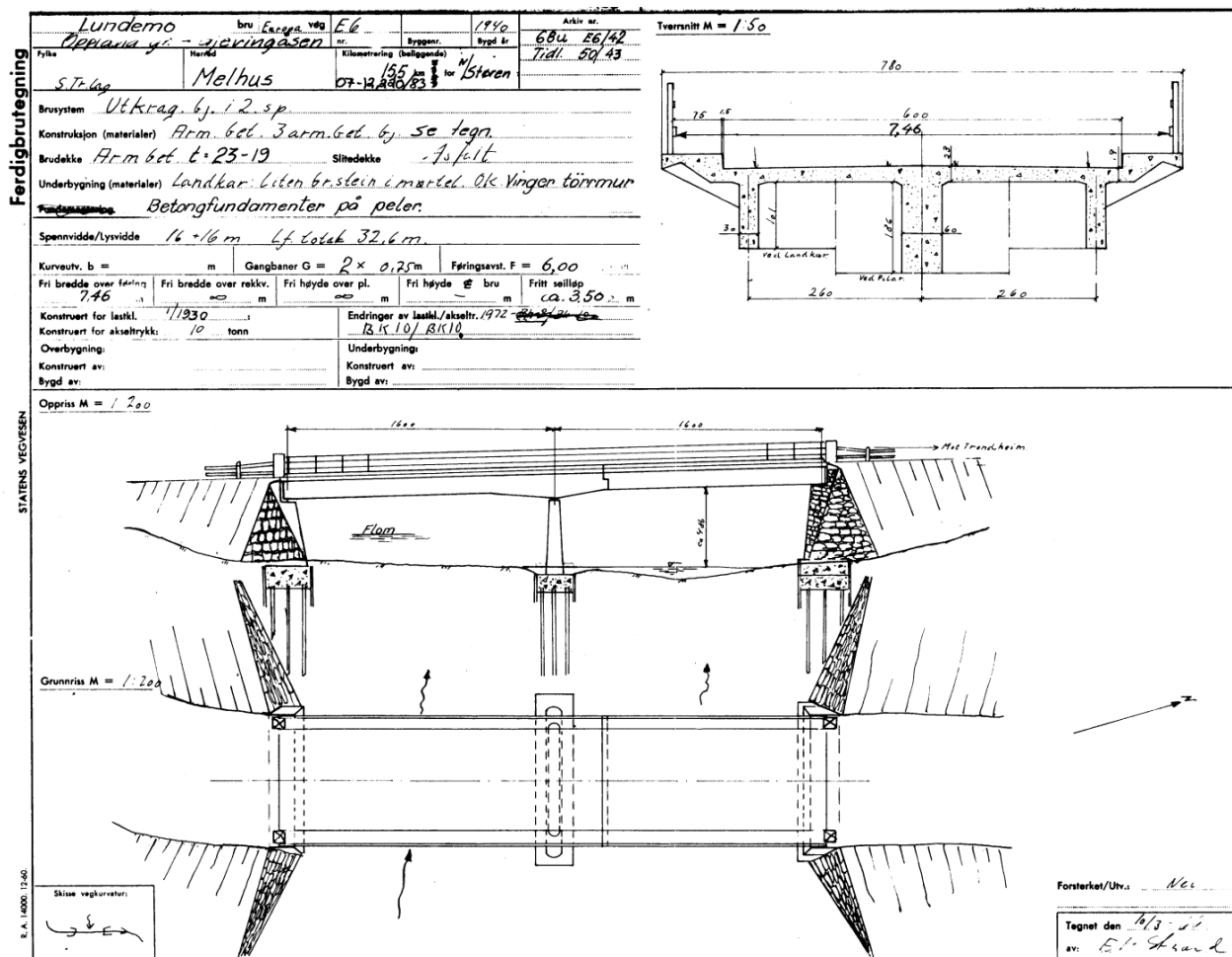
Navn	Easting	Northing	Elevasjon	Beskrivelse
30	564611.5	7003273	31.81	stålbjelke
24	564687.9	7003275	31.227	bruundertak
25	564680.9	7003298	31.219	bruundertak
26	564680.4	7003299	32.843	brutopp
28	564612	7003274	31.447	pilar topp
31	564599.1	7003257	31.379	pilar topp
27	564635.9	7003306	31.418	pilar topp

10.3 Brulegninger

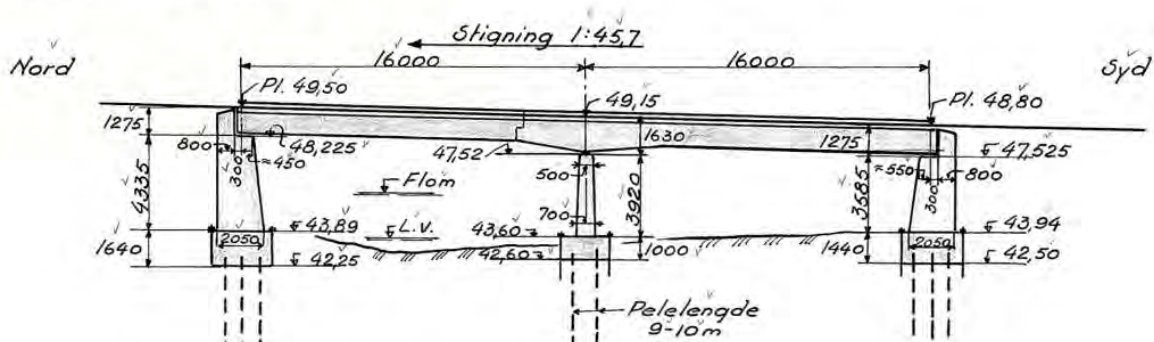
10.3.1 Gaua Tømmedalsvegen bru



10.3.3 E6 Veibru



Oversikt M=1:200



DEL 3 – Kartlegging av Gaulas sidebekker Langbekken og Loddbekken

Denne rapporten beskriver kartlegging av flomsoner for Langbekken og Loddbekken.

Flomsonekartlegging av Langbekken og Loddbekken

Supplement til flomsonekartlegging for Gaula

Norges vassdrags- og energidirektorat

Rapport: HYD-RAPP-04, D03



Dokumentinformasjon

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

Tittel:	Flomsonekartlegging av Langbekken og Loddbekken
Undertittel:	Supplement til flomsonekartlegging for Gaula
Omslagsbilde:	Myldre, Norconsult
Oppdrag:	52600981
Dokumentnummer:	HYD-RAPP-04
Revisjon:	D03
Dato:	2026-10-21
Oppdragsgiver:	Norges vassdrags- og energidirektorat
Oppdragsgivers kontaktperson:	Monica Elisabeth Bakkan
Hovedforfatter:	Anna Hansen
Medforfattere:	–

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
D01	2026-07-08	Gjennomgang hos oppdragsgiver	Anna Hansen	Stefan Perzyna	Daniel Fossberg
D02	2026-08-25	Endret etter kommentarer fra oppdragsgiver	Anna Hansen	Stefan Perzyna	Daniel Fossberg
D03	2026-10-21	Endret etter kommentarer fra oppdragsgiver	Anna Hansen	Stefan Perzyna	Daniel Fossberg

Sammendrag

Rapporten presenterer oppdaterte flomsonekart for Gaulas hovedsideelver Langbekken og Loddbekken. Kartleggingen bygger på ny flomberegning, oppdaterte terreng og elvebunnsdata samt todimensjonal hydraulisk modellering. Det er utarbeidet flomsoner for gjentakintervallene 10, 20, 50, 100, 200 og 1000 år, i tillegg til beregninger med klimafaktor for 200 og 1000 år. Rapporten viser flomsonekart for områder med bebyggelse og infrastruktur som kan være særlig utsatt for flom langs de undersøkte elvene. Utsnittene er valgt for å illustrere flomutbredelsen ved relevante gjentakintervall og effekten av klimapåslag. Hele flomsonekartet for Gaula fra Gaulfossen til utløpet i fjorden med sideelver Gaua, Lundesokna, Langbekken og Loddbekken er tilgjengelig i NVEs innsynsløsning.

Resultatene gir et oppdatert grunnlag for arealplanlegging og byggesaksbehandling, men lokale forhold som erosjon, tilstopping og sidevassdrag må vurderes særskilt. Det anbefales å legge til et sikkerhetspåslag på 30 cm ved praktisk bruk av beregnede vannstander.

Kartene kan brukes til å svare ut flomfare i henhold til TEK17 § 7-2 andre og femte ledd for følgende konsekvensklasser dersom tiltaket plasseres utenfor flomsonen:

- F1 – Liten konsekvens (for eksempel garasje, lager, bod): dimensjonerende for 20-årsflom
- F2 – Middels konsekvens (for eksempel bolighus, fritidsbolig, skole, kontorbygg): dimensjonerende for 200-årsflom
- F3 – Stor konsekvens (for eksempel sykehjem, brann-/politistasjon, avfallsdeponi): dimensjonerende for 1000-årsflom

Kartene vurderer ikke om det er fare for liv ved flomhendelser. Erosjon og massetransport er heller ikke vurdert.

Analysene er gjennomført i tråd med gjeldende byggteknisk forskrift, samt med NVEs veileder for flomberegninger (01/2025) og sikkerhet mot flom (03/2022).

I forbindelse med flomsonekartleggingen av Gaula og tilhørende sidevassdrag i 2026 er det utarbeidet flomkart for følgende strekninger:

- Gaula – Gaula fra Gaulfossen til utløp i fjorden
- Lundesokna og Gaua
- Loddbekken og Langbekken
- Gaula- fra ovenfor Støren til Gaulfossen

Resultatene i NVEs innsynsløsning er basert på en sammenslåing av resultater fra flere flommodeller.

Innhold

Dokumentinformasjon	2
Sammendrag.....	3
1 Innledning.....	6
1.1 Formål og bakgrunn	6
1.2 Avgrensning av prosjektet	6
2 Regelverk og krav	8
3 Nedbørfelt og vassdraget	9
4 Flomberegning.....	11
4.1 Frekvensanalyse av representative stasjoner	11
4.1.1 Valg av representative stasjoner	11
4.1.2 FFA av døgnmiddelsdata.....	13
4.1.3 Kulminasjonsfaktor	14
4.1.4 FFA av kulminasjonsdata	15
4.2 Formelverk RFFA-2018	16
4.3 Formelverk RFFA-NIFS.....	16
4.4 Endelig valg av flomstørrelse	16
4.5 Klimapåslag.....	17
4.6 Sammenligning med tidligere arbeid	18
4.7 Klassifisering av hydrologisk grunnlag	18
5 Samtidighet av Gaula og sidevassdragene	19
6 Vannlinjeberegning.....	21
6.1 Grunnlagsdata	21
6.1.1 Tidligere utredninger	21
6.1.2 Observerte flommer og kalibreringsdata	21
6.1.3 Befaring	21
6.1.4 Terrenggrunnlag	21
6.2 Hydrauliske beregninger.....	23
6.2.1 Modellgeometri	23
6.2.2 Ruhetsverdier.....	25
6.2.3 Initial- og grensebetingelser	25
6.3 Resultat.....	27
6.3.1 Langbekken	27
6.3.2 Loddbekken.....	28
6.4 Klassifisering av hydraulisk modell	33

7	Sikkerhetspåslag.....	35
8	Usikkerheter	36
8.1	Flomberegning	36
8.2	Terrengmodell	36
8.3	Vannlinjemodell	36
9	Andre farer	38
9.1	Tilstopping.....	38
9.2	Erosjon og massetransport.....	38
9.3	Isproblemer	39
9.4	Skred	40
9.5	Områder utenfor flomsonene	40
10	Veiledning for bruk	41
10.1	Unngå bygging på flomutsatte arealer	41
10.2	Bruk av flomsoner i arealplanlegging og byggesaker	41
10.3	Bruk av flomsoner ved flomvarsling og beredskap	41
11	Referanse	42

1 Innledning

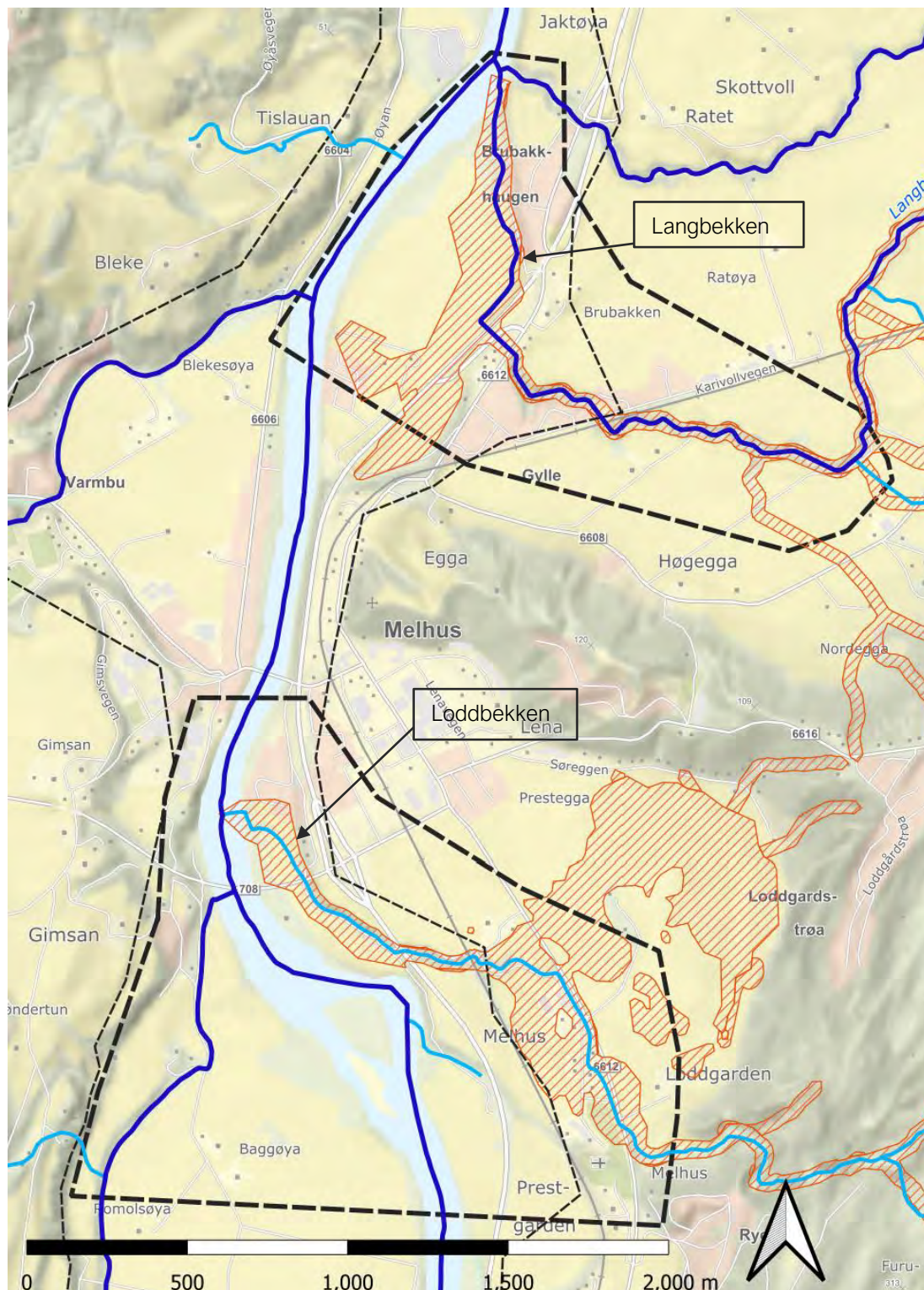
1.1 Formål og bakgrunn

Etter flommen på Østlandet i 1995 ble det anbefalt etablert et nasjonalt kartgrunnlag - flomsonekart - for de vassdragene i Norge som har størst skadepotensial (NOU, 1996:16). Etter Stortingsmelding nr. 42 (1996-1997) ble det derfor igangsatt flomsonekartlegging i regi av NVE. I tillegg skal kartleggingen bidra til å styrke grunnlaget for flomvarsling og planlegging av flomsikring.

I fortsettelsen av dette arbeidet er det utarbeidet oppdaterte flomsonekart for Gaula med tilhørende utvalgte sidevassdrag. Rapporten omfatter sidevassdrag, Langbekken og Loddbekken, som ikke inngikk i tidligere flomsonekartlegging utført av NVE i 2001 (Delprosjekt Melhus, rapport nr. 05/2001). Foreliggende rapport er dermed et supplement til den nye kartleggingen av Gaula, og utvider kunnskapsgrunnlaget til også å omfatte utvalgte sidevassdrag.

1.2 Avgrensning av prosjektet

Flomsonekartleggingen dekker de aktuelle sidevassdragene innenfor definerte analyseområder som vist i Figur 2. Sidevassdragene inngår ikke i tidligere flomsonekartlegging av Gaula (NVE, 2001 – Delprosjekt Melhus), og vurderes derfor i denne rapporten som selvstendige vassdrag.



Figur 1 gir oversikt over analyseområdet, inkludert elvelinjer og aktsomhetsområde for flom samt analyseområdet til Gaula i den nye flomsonekartleggingen. Langbekken munner ut i Gaula nedstrøms Melhus, mens Lodbekken munner ut i Gaula oppstrøms.

2 Regelverk og krav

Krav til sikker byggegrunn, herunder sikkerhet mot flom og stormflo, er fastsatt i plan- og bygningsloven (pbl.) § 28-1 og § 29-5. De generelle kravene til sikkerhet mot naturpåkjenninger er konkretisert i byggteknisk forskrift (TEK17) § 7-1, mens de spesifikke kravene til sikkerhet mot flom og stormflo fremgår av § 7-2.

Ved detaljregulering og i byggesaker i områder hvor flomfare ikke er utredet på et tidligere plannivå, må det dokumenteres at tiltaket ikke er utsatt for fare eller vesentlig ulempe som følge av naturpåkjenninger, jf. TEK17 § 7-1 første ledd. Tiltaket skal heller ikke medføre økt fare eller ulempe for omgivelsene eller tredjeparter, jf. § 7-1 andre ledd.

I henhold til TEK17 § 7-2 skal nye tiltak plasseres, dimensjoneres og sikres mot flom basert på fastsatte gjentaksintervall. Hvilket gjentaksintervall som er dimensjonerende for et bygg, bestemmes av konsekvensene ved en eventuell skade. En oversikt over sikkerhetsklassene og tilhørende krav til gjentaksintervall, jf. TEK17 § 7-2 andre og femte ledd, er som følger:

- **F1 – liten konsekvens** (f.eks. garasje, lager, bod): 20-årsflom
- **F2 – middels konsekvens** (f.eks. bolighus, fritidsbolig, skole, kontorbygg): 200-årsflom
- **F3 – stor konsekvens** (f.eks. sykehjem, brann- og politistasjon, avfallsdeponi): 1000-årsflom

Sikkerhetsklasse F1 omfatter i hovedsak bygninger uten personopphold, mens F2 gjelder bygninger med personopphold. For samfunnskritiske byggverk som omfattes av sikkerhetsklasse F3, skal det legges til grunn beregninger for 1000-årsflom.

Vurdering av flomfare kan blant annet gjøres ved bruk av flomsonekart. NVEs flomsonekart utarbeides i henhold til egne kravspesifikasjoner for farekartlegging av flom, og bygger på retningslinjene i veilederen *Sikkerhet mot flom* (NVE veileder nr. 03/2022).

Sikkerhetsklassene omfatter både flom fra vassdrag og stormflo i kystområder. Flomsonekartene dekker imidlertid kun vassdragsflom, mens stormflo må vurderes særskilt i tråd med anbefalinger fra relevante myndigheter, som Kartverket og NVE Atlas.

Dersom flomsonekart viser at tiltaket ikke ligger innenfor flomutsatt område, kan flomfare i utgangspunktet utelukkes. Ved detaljprosjektering må det likevel tas hensyn til at flomsonekart har begrenset nøyaktighet. I områder nær grensen for faresonen er det derfor viktig å kontrollere terrenghøyder mot beregnede flomvannstander.

3 Nedbørfelt og vassdraget

Det er innhentet og sammenstilt sentrale feltparametere for nedbørfeltene til Langbekken og Loddbekken basert på tilgjengelige data fra NEVINA (2026), vist i Tabell 1.

Tabell 1 viser feltparametere for nedbørfelt til Langbekken og Loddbekken. Datakilde: NEVINA, 2026.

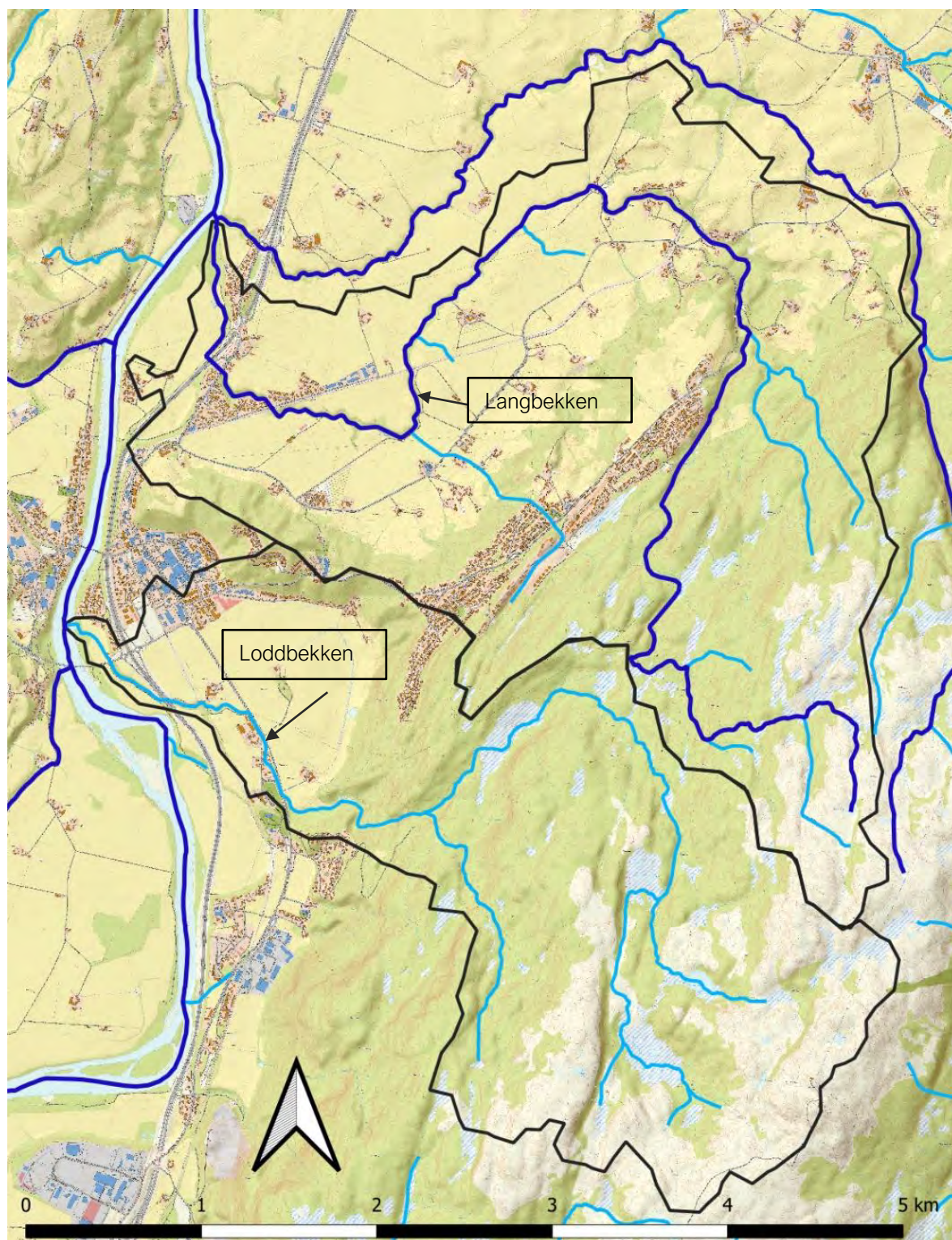
Nedbørfelt	Areal (km ²)	Effektiv sjø (%)	Høyde min—med—maks (moh.)	Q _{N, 1920} (l/s/km ²)	Størst arealklasse (%)	Feltlengde (km)
Langbekken	10,9	0	1-131-669	24,4	Skog (44,1%)	5,4
Loddbekken	7,8	0	4-433-709	26,9	Skog (55,5%)	5,2

Begge nedbørfeltene er små til mellomstore og fremstår som relativt homogene med hensyn til arealbruk, topografi og hydrologiske forhold. Skog utgjør den dominerende arealkategorien i begge felt. Videre er det begrenset innslag av innsjøer, noe som gir lav grad av naturlig flomdemping.

De to nedbørfeltene har sammenlignbare egenskaper når det gjelder areal, feltlengde, høydefordeling og spesifikk avrenning. Forskjellene mellom feltene vurderes som moderate og uten vesentlig betydning for hydrologisk respons.

På bakgrunn av dette anses nedbørfeltene som hydrologisk sammenlignbare. Ved valg av representative målestasjoner for flomberegning vil derfor bruk av de samme utvalgskriteriene gi sammenfallende stasjonsutvalg og dermed tilsvarende beregningsgrunnlag. Tilsvarende vil anvendelse av flomfrekvensanalyse (FFA) ikke gi grunnlag for å skille mellom feltene.

Figur 2 viser plassering av nedbørfeltene til Langbekken (nord) og Loddbekken (sør).



Figur 2 viser avgrensning og plassering av nedbørfeltene til Langbekken (nord) og Loddbekken (sør). Nedbørfeltenes grenser er markert med svarte linjer, mens hoved- og sidevassdrag er vist med blå og lys blå linjer.

4 Flomberegning

Metoder for flomberegning er valgt i henhold til anbefalingene i NVE Veileder 01/2025, med utgangspunkt i nedbørfeltstørrelse innenfor intervallet 2–60 km².

Følgende metoder er benyttet:

1. flomfrekvensanalyse (FFA)
2. regional flomfrekvensanalyse basert på 2018-oppdatering (FFA-2018)
3. regional flomfrekvensanalyse basert på NIFS-formelverket (RFFA-NIFS)

Det finnes ikke vannføringsstasjoner i de aktuelle vassdragene. Flomfrekvensanalysen (FFA) er derfor basert på vannføringsdata fra representative målestasjoner.

Disse metodene vurderes som relevante og robuste for små til mellomstore nedbørfelt med tilsvarende egenskaper.

Nedbør–avløpsmetoden PQRUT er ikke benyttet. Dette skyldes at det ikke foreligger intensitets–varighets–frekvens (IVF) kurver av tilstrekkelig kvalitet i nærliggende områder, noe som gir et utilstrekkelig datagrunnlag for anvendelse av metoden.

4.1 Frekvensanalyse av representative stasjoner

4.1.1 Valg av representative stasjoner

Valg av representative målestasjoner er gjort basert på følgende kriterier:

1. Nedbørfeltareal < 50 km²
2. Avstand til nedbørfeltene < 100 km
3. Tilgjengelig datagrunnlag med start før 01.01.2006
4. Årlig middelavrenning i området: 10–50 l/s/km²

Totalt er 19 representative målestasjoner identifisert på bakgrunn av de fastsatte kriteriene.

Av de 19 utvalgte målestasjonene har 12 stasjoner tilgjengelige døgnmiddeldata for flom. Basert på datakvalitet og kontinuitet er 10 av disse stasjonene benyttet videre i flomberegningene av døgnmiddelflommer. Stasjonene 2.396 og 2.398 er ikke inkludert i det videre arbeidet. Selv om disse har henholdsvis 21 og 15 års dataserier, er tidsseriene preget av betydelige brudd og manglende kontinuitet, særlig i nyere perioder.

Når det gjelder kulminasjonsdata, foreligger det relevante data fra 9 stasjoner. Av disse er 7 stasjoner valgt ut for beregning av kulminasjonsflommer. Stasjonene 123.28 og 123.38 er ikke inkludert, da datagrunnlaget vurderes som utilstrekkelig. Stasjon 123.28 har kun 12 års data, mens stasjon 123.38 har 14 års data med mangelfull dekning i nyere tid.

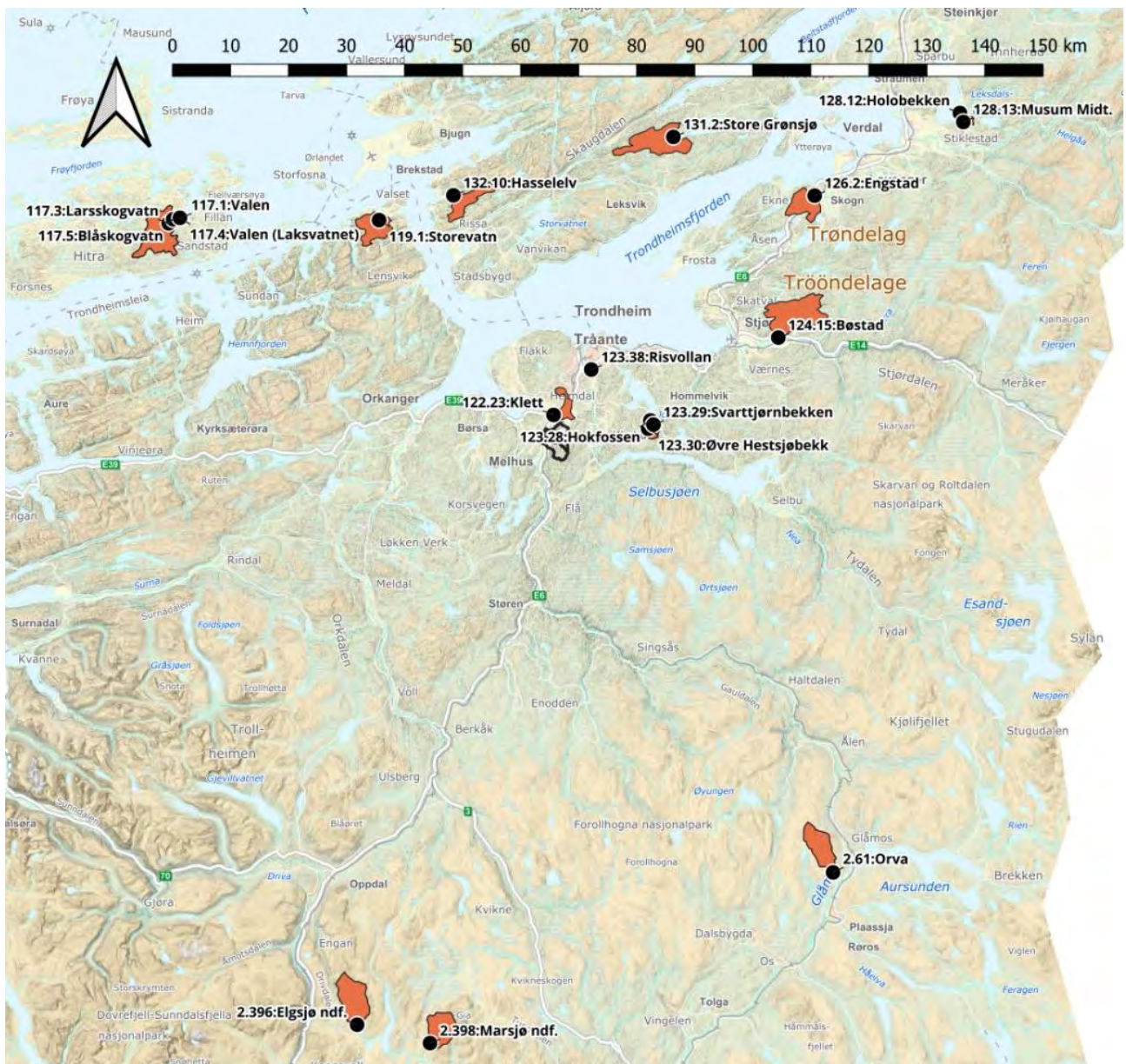
Tabell 2 gir en oversikt over utvalgte stasjoner og tilhørende feltparametere. De 19 utvalgte målestasjonene dekker et bredt spenn i feltstørrelse og middelavrenning innenfor de fastsatte kriteriene. Nedbørfeltarealet varierer fra 0,2 km² (Risvollan) til 48,42 km² (Børstad), med et gjennomsnittlig areal på 20,53 km². Årlig middelavrenning ($Q_{N,1920}$) varierer fra 19,8 l/s/km² (Marsjø ndf.) til 46,68 l/s/km² (Store Grønsjø), med en gjennomsnittsverdi på 32,69 l/s/km².

Datagrunnlaget varierer mellom stasjonene både med hensyn til lengde, kontinuitet og tidsoppløsning. Flere av stasjonene har i tillegg tidsserier med avbrudd eller måleperioder fordelt på flere intervaller. Dette tyder på at datagrunnlaget samlet sett vurderes som begrenset.

Tabell 2 viser utvalgte målestasjoner med tilhørende nedbørfelt og datagrunnlag brukt i flomberegningene.

Nr.	Navn	Areal	$Q_N, 1920$	Avstand	Datagrunnlag	
		(km ²)	(l/s/km ²)		Døgnmiddel	Timemiddel
117.1	Valen	39.85	44.35	69.9	1934-1939; 1952-1962; 1964-2025	1982-2006; 2008-2025
117.3	Larsskogvatn	12.71	43.42	69.9		
117.4	Valen (Laksvatnet)	39.81	44.35	69.9	1934-1939; 1952-1962; 1964-2025	1982-2006; 2008-2025
117.5	Blåskogvatn	38.46	44.43	69.9		
119.1	Storevatn	22.07	41.15	42.8		
122.23	Klett	9.65	24.44	0.4		
123.28	Hokfossen	8.06	29.18	12.3	1970-1993; 2003-2020;2023	2003-2005; 2007; 2012; 2015-2020;2025
123.29	Svarttjørbekken	3.43	29.11	13.8	1971-1993; 1995-2025	1995-2004;2006; 2008-2025
123.30	Øvre Hestsjøbekk	1.77	29.73	12.6	1972-1993; 2007-2013; 2015-2016; 2024-2025	
123.38	Risvollan	0.2	26.94	10.0	1988-2000; 2025	1988-2000; 2025
124.15	Børstad	48.42	29.81	38.6	1992-2025	1992-1997; 1999- 2000; 2002-2003; 2005- 2010; 2012-2025
126.2	Engstad	20.15	24.85	52.3	1992-2011; 2013-2025	1992-1993; 1995; 1997; 2000; 2003-2006; 2013-2025
128.12	Holobekken	1.06	28.71	86.6		
128.13	Musum Midt.	1.76	28.09	86.0		
131.2	Store Grønsjø	40.88	46.68	46.9	1979-1988; 2013-2025	2013-2025
132.10	Hasselelv	19.2	45.71	38.9		
2.396	Elgsjø ndf.	33.8	20.46	97.5	1980-1983; 1986-1989; 2002-2004; 2010; 2014-2022;	
2.398	Marsjø ndf.	23.47	19.8	98.8	1981-1984;1986-1992; 2002-2004; 2010	
2.61	Orva	25.41	19.85	76.2	1996-1998; 2000; 2003-2025	1997-1998; 2000; 2003; 2005; 2007-2008; 2010-2025

De utvalgte målestasjonene er imidlertid geografisk fordelt rundt de aktuelle nedbørfeltene og ligger i ulike retninger fra disse, som vist i Figur 3. De representerer dermed et regionalt nedbørfeltbilde hvor målestasjonene samlet fanger opp geografiske variasjoner i avrenningsforhold. Flomberegningene er derfor basert på en samlet vurdering av flere stasjoner, snarere enn på enkeltstasjoner alene.



Figur 3 viser utvalgte representative stasjoner med tilhørende nedbørfelt.

4.1.2 FFA av døgnmiddelsdata

Tabell 3 viser beregnede døgnmiddelverdier for flom uttrykt som spesifikk vannføring (l/s/km^2) for nedbørfelt med arealer fra 0,2 til 48,4 km^2 . Q_M varierer fra 179 til 1160 l/s/km^2 . Medianverdien er 309 l/s/km^2 for Q_M og 1029 l/s/km^2 for Q_{1000} , mens gjennomsnittsverdiene er noe høyere. Dette skyldes i hovedsak nedbørfelt 123.38, som har relativt høye spesifikke flomverdier og dermed trekker opp gjennomsnittet. Stasjonene 117.4 og 117.1 ligger i samme vassdrag, og har tilnærmet likt feltareal og svært like flomverdier, noe som indikerer god konsistens i datagrunnlaget.

Analysen er gjennomført ved bruk av et bayesiansk modellsnitt som kombinerer GEV (Full lokal+regional), GEV (Bayesiansk) og Gumbel (Bayesiansk). Denne tilnærmingen gir en robust estimering av flomstørrelser ved å ta hensyn til usikkerhet knyttet til valg av fordelingsfunksjon.

Variasjonen mellom feltene vurderes som moderat. For videre analyser er medianverdiene, eksklusive 123.38, lagt til grunn som endelige valgte flomstørrelser for døgnmiddelflom.

Tabell 3 viser spesifikk døgnmiddelflom for ulike nedbørfelt og gjentakintervall (l/s/km²). Endelige valgte flomstørrelser er markert med uthevet skrift.

Nr.	Areal (km ²)	Q _M	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₁₀₀₀
123.38	0.2	1160	2250	2550	3000	3300	3600	4250
123.30	1.8	391	644	740	876	983	1090	1373
123.29	3.4	291	475	548	644	720	796	988
123.28	8.1	256	409	470	551	612	674	828
126.2	20.2	430	695	800	936	1038	1142	1390
2.61	25.4	179	267	303	350	387	424	516
117.4	39.8	226	379	435	511	571	633	789
117.1	39.9	225	378	434	509	569	631	786
131.2	40.9	327	542	619	719	796	875	1069
124.15	48.4	398	698	812	960	1072	1189	1478
Median	22.8	309	509	583	682	758	836	1029
Gjennomsnitt	22.8	388	674	771	906	1005	1105	1347
Median*	25.4	291	475	548	644	720	796	988
Gjennomsnitt*	25.3	303	499	573	673	750	828	1024

* Eksklusiv 123.38

4.1.3 Kulminasjonsfaktor

Figur 4 viser sammenhengen mellom døgnmiddelflom og kulminasjonsfaktor beregnet fra observerte måleserier ved utvalgte målestasjoner. Kulminasjonsfaktoren er bestemt som forholdet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring, og benyttes for å omregne døgnmiddelflommer til kulminasjonsflommer.

Verdiene i datasettet varierer betydelig, fra om lag 1,0 til 2,88, noe som gjenspeiler variasjon i feltrespons og flomforløp. For enkelte stasjoner foreligger flere måleserier (angitt som ulike versjoner i NVEs flomdatabase), og alle tilgjengelige serier er inkludert i figuren. Avvik større enn 0,1 mellom ulike versjoner er markert. Stasjonene 117.1 og 117.4 har tilnærmet identiske data, og punktene faller derfor sammen i figuren.

Figuren indikerer en økende kulminasjonsfaktor med økende døgnmiddelflom, men med relativt stor spredning i observasjonene. Det er tilpasset to lineær funksjon gjennom punktene (125; 1) og (500; 2) eller (500; 1,75), gitt ved:

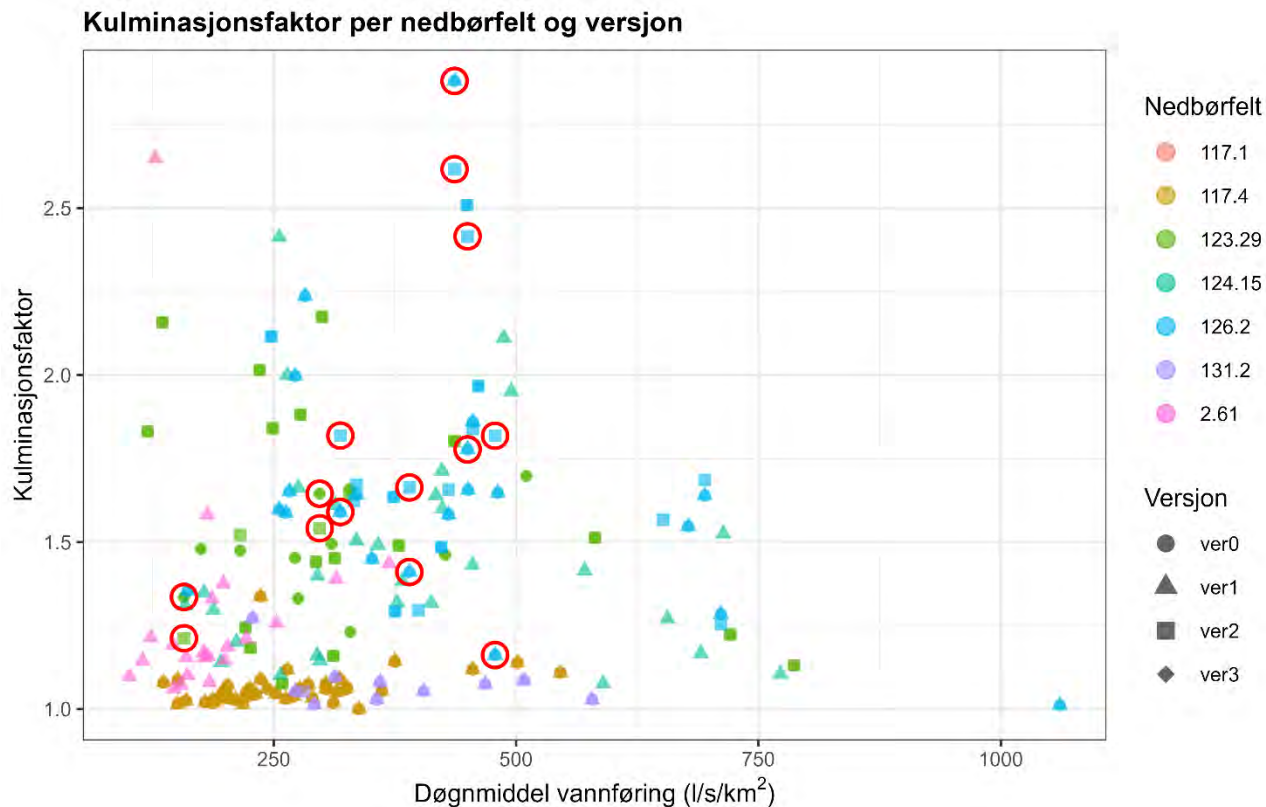
$$\text{Formel 1: } y = 0,002667x + 0,666667$$

eller

$$\text{Formel 2: } y = 0,002x + 0,75$$

som er benyttet til å estimere kulminasjonsfaktorer for ulike gjentakintervall. Beregnede verdier fremgår av Tabell 4.

Kulminasjonsfaktoren øker fra 1,44 for Q_M til 3,30 for Q_{1000} ved bruk av formel 1 og 1,33 til 2,73 ved bruk av formel 2. Det er vurdert at formel 1 gir for stor kulminasjonsfaktor og formel 2 er valgt for videre bruk.



Figur 4 viser kulminasjonsfaktor som er beregnet på grunnlag av observerte måleserier fra utvalgte målestasjoner. Rød sirkel markerer verdier som er beregnet fra ulike versjoner av flomdata, der avviket overstiger 0,1.

Tabell 4 viser kulminasjonsfaktor beregnet for døgnmiddelflom med ulike gjentakintervall. Endelige valgte kulminasjonsfaktorer er markert med uthevet skrift.

	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{1000}
Døgnmiddelflom (l/s/km ²)	291	475	548	644	720	796	988
Formel 1	1.44	1.93	2.13	2.38	2.59	2.79	3.30
Formel 2	1.33	1.70	1.85	2.04	2.19	2.34	2.73

4.1.4 FFA av kulminasjonsdata

Analysen er basert på kulminasjonsvannføringer fra totalt 7 målestasjoner. Resultatene er beregnet fra timeoppløste vannføringsdata ved de aktuelle stasjonene.

Analysen er gjennomført ved bruk av et bayesiansk modellsnitt som kombinerer GEV- og Gumbel-fordelinger. Denne tilnærmingen gir en robust estimering av flomstørrelser ved å ta hensyn til usikkerhet knyttet til valg av fordelingsfunksjon.

Nedbørfeltene som inngår i analysen varierer i størrelse, fra 3,4 km² til 48,4 km², med et gjennomsnittlig areal på 31,1 km² og en medianverdi på 39,8 km². Langbekken og Loddbekken, som analysen skal representere, har til sammenligning et feltareal på om lag 10 km², og ligger dermed i den nedre delen av arealspannet til referansestasjonene.

Det er også variasjon i de beregnede flomstørrelsene mellom stasjonene. For eksempel varierer Q_{100} mellom om lag 640 l/s/km² og 1704 l/s/km². Tilsvarende variasjon observeres for øvrige gjentakintervall.

Basert på analysen er det beregnet både median- og gjennomsnittsverdier på tvers av stasjonene. Forskjellen mellom disse er liten, noe som indikerer at datasettet ikke er sterkt skjevt. Gjennomsnittsverdiene er derfor lagt til grunn som representative flomstørrelser i videre vurderinger. Valget av gjennomsnitt bidrar også til å ivareta variasjonen i datasettet, inkludert bidrag fra stasjonen med minst nedbørfelt (stasjon nr. 123.29, med et areal på 3,4 km²).

Tabell 5 viser resultat av kulminasjonsflom (l/s/km²) beregnet fra time vannføringsdata ved målestasjonene. Endelige valgte flomstørrelser er markert med uthevet skrift.

Nr.	Areal (km ²)	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{1000}
123.29	3.4	496	834	968	1149	1289	1440	1843
126.2	20.2	704	1056	1200	1396	1554	1723	2196
2.61	25.4	215	411	480	574	649	731	961
117.4	39.8	258	409	472	563	640	728	1005
117.1	39.9	257	408	472	563	641	729	1009
131.2	40.9	366	590	683	815	927	1053	1443
124.15	48.4	665	1090	1272	1514	1704	1902	2404
Median	39,81	366	590	683	815	927	1053	1443
Gjennomsnitt	31,14	423	685	792	939	1058	1187	1551

4.2 Formelverk RFFA-2018

Flomberegninger etter RFFA-2018 er utført i NVEs verktøy NEVINA. Metoden er basert på regionale flomfrekvensanalyser av observerte vannføringsserier fra målestasjoner i Norge.

Landet er delt inn i hydrologisk homogene regioner. Flomstørrelser estimeres ved å kombinere regional middelflom (Q_M) med tilhørende vekstkurver for ulike gjentakintervall. Beregningene tar utgangspunkt i nedbørfeltets karakteristika, som areal og klimatiske forhold.

Metoden er utviklet for uregulerte og hydrologisk naturlige nedbørfelt. Den er best egnet for små til mellomstore felt (nedbørfeltstørrelse innenfor intervallet 2–60 km²) og forutsetter at analysefeltet er sammenlignbart med feltene i datagrunnlaget.

Resultatene fra RFFA-2018 er vist i Tabell 6 (døgnmiddel) og Tabell 7 (kulminasjonsverdier).

4.3 Formelverk RFFA-NIFS

Flomberegninger etter RFFA-NIFS er utført i NVEs verktøy NEVINA. Metoden er en videreutvikling av RFFA-2018 og bygger på et oppdatert datagrunnlag med flere og lengre vannføringsserier.

Metoden gir forbedret beskrivelse av store flommer og kulminasjonsverdier gjennom oppdaterte regionale analyser og frekvenskurver. Den er særlig bedre tilpasset estimering av flommer med lange gjentakintervall.

Som for RFFA-2018 forutsetter metoden at nedbørfeltet er hydrologisk sammenlignbart med referansefeltene.

Resultatene fra RFFA-NIFS er vist i Tabell 6 (døgnmiddel) og Tabell 7 (kulminasjonsverdier).

4.4 Endelig valg av flomstørrelse

Et samlet grunnlag for vurdering av flomstørrelser er vist i Tabell 6 og Tabell 7. Sammenligning av metodene viser følgende hovedpunkter:

1. RFFA-2018 og RFFA-NIFS gir gjennomgående sammenlignbare resultater, og forskjellene mellom feltene er i hovedsak konsistente med arealforskjellen. RFFA-NIFS gir imidlertid systematisk høyere flomstørrelser enn RFFA-2018, og de relative forskjellene øker med økende gjentakintervall.
2. De ulike metodene viser betydelig forskjellig økning i flomstørrelse med gjentakintervall. RFFA-2018 gir en relativt moderat vekst, mens RFFA-NIFS og FFA basert på kulminasjonsdata gir en mer moderat til brattere utvikling. FFA basert på døgnmiddelverdier med kulminasjonsfaktor gir derimot en klart sterkere økning enn øvrige metoder.
3. FFA basert på døgnmiddelverdier med kulminasjonsfaktor gir høye flomverdier for store gjentakintervall. Sammenlignet med øvrige metoder vurderes denne oppskaleringen å kunne medføre overestimering av ekstreme flommer.
4. FFA basert på kulminasjonsdata (direkte kulminasjonsanalyse) gir en konsistent og moderat utvikling i flomstørrelse og ligger nivåmessig mellom RFFA-2018 og RFFA-NIFS for de fleste gjentakintervall.

På bakgrunn av en samlet faglig vurdering er FFA basert på kulminasjonsdata (direkte kulminasjonsanalyse) valgt som dimensjonerende grunnlag for videre vannlinjeberegninger. Metoden vurderes å gi et realistisk nivå for både moderate og store flommer, uten den sterke oppskaleringen som fremkommer ved bruk av kulminasjonsfaktor.

Tabell 6 viser sammenligning av beregnede flomstørrelser (l/s/km²) basert på døgnmiddel for ulike metoder.

Metode	Q _M	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₁₀₀₀
FFA	291	475	548	644	720	796	988
RFFA-2018 for Langbekken	239	367	413	477	523	569	688
RFFA-2018 for Loddbekken	308	462	526	615	679	744	897

Tabell 7 viser en sammenligning av beregnede flomstørrelser (l/s/km²) ved kulminasjon. For RFFA-2018 er kulminasjonsflommene beregnet ved å skalere døgnmiddelflommen med en kulminasjonsfaktor fra NEVINA, henholdsvis 1,46 for Langbekken og 1,61 for Loddbekken.

Metode	Q _M	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₁₀₀₀
FFA basert på døgnmiddelsdata	388	807	1012	1312	1577	1864	2693
FFA basert på kulminasjonsdata	423	685	792	939	1058	1187	1551
RFFA-2018 for Langbekken	348	536	603	697	763	830	1005
RFFA-NIFS for Langbekken	422	624	734	899	1037	1193	1651
RFFA-2018 for Loddbekken	495	743	846	991	1094	1197	1445
RFFA-NIFS for Loddbekken	577	846	987	1192	1372	1577	2179

4.5 Klimapåslag

Klimaprofil for Trøndelag anbefaler minst 20 % klimapåslag for små elver og bekker.

I NVE-rapport nr. 23/2025 er det gitt spesifikke verdier for Gaula vassdraget. Gaula og større sideelver har 20 % klimapåslag. Mindre sideelver og bekker har 40 % klimapåslag.

Det høyere påslaget for små vassdrag er begrunnet med kort responstid og forventet økning i korttids ekstremnedbør.

Det legges til grunn 40 % klimapåslag for de aktuelle små vassdragene. Endelige flomstørrelser fremgår av Tabell 8.

Tabell 8 viser flomverdier (m^3/s) for ulike gjentakintervall inkl. klimapåslag for utvalgte gjentakintervall.

Nedbørfelt	Q_M	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{1000}	$Q_{200\text{klima}}$	$Q_{1000\text{klima}}$
Langbekken	4.6	7.5	8.6	10.2	11.5	12.9	16.9	18.1	23.7
Loddbekken	3.3	5.3	6.2	7.3	8.3	9.3	12.1	13.0	16.9

4.6 Sammenligning med tidligere arbeid

Beregnete flomverdier for Langbekken og Loddbekken er sammenlignet med små sidevassdrag i NVE-rapport nr. 23/2025. Disse vassdragene (bl.a. Brautbekken, Kvennbekken og Gryta) har tilsvarende nedbørfelt og er beregnet med regionalt formelverk basert på feltegenskaper fra NEVINA.

Spesifikk middelflom (Q_M) for de aktuelle bekkene ligger innenfor samme nivå som NVE sine små vassdrag (ca. 400–600 l/s/km²). Vekstkurven (Q_{200}/Q_M) i NVE-rapporten er typisk rundt 2,3–2,5, mens de beregnede bekkene har noe høyere verdier (om lag 2,8). Dette er i tråd med forventninger for små nedbørfelt med rask flomrespons.

Sammenligning av flomverdier (m^3/s) viser at både Q_M og flommer for høyere gjentakintervall (Q_{10} – Q_{1000}), inkludert klimapåslag, ligger i samme størrelsesorden som tilsvarende små sidevassdrag i NVE-rapporten.

Resultatene vurderes samlet sett som konsistente med NVE sine beregninger for små vassdrag.

4.7 Klassifisering av hydrologisk grunnlag

Klassifiseringen er basert på sammenligning av flere metoder for flomberegning. Det foreligger ikke vannføringsmålinger i det aktuelle vassdraget, og vurderingene er derfor basert på representative målestasjoner. Disse stasjonene viser en viss variasjon i hydrologiske forhold og flomrespons.

Resultatene viser generelt god konsistens mellom metodene, men med systematiske forskjeller i nivå og vekst med økende gjentakintervall.

Datagrunnlaget vurderes samlet som begrenset, og klassifiseres derfor i klasse 4.

5 Samtidighet av Gaula og sidevassdragene

Formålet med vurderingen av samløpsproblematikk er å gjenspeile den realistiske flomsituasjoner der to eller flere elver møtes. Det å anta at elver og bekker kulminerer samtidig, vil sannsynligvis gir et konservativt estimat i flomvannstand. Vurderingen er viktig i tilfeller der det er stor forskjell i vannstand ved ulike kombinasjoner av gjentakintervaller.

Tidsanalyse av vannføringsdata anses i utgangspunktet som den mest pålitelige metoden for å vurdere samtidighet mellom flomtoppene i ulike vassdrag. Det foreligger imidlertid ingen tilgjengelige vannføringsmålinger for verken Langbekken eller Loddbekken som kan benyttes direkte i en slik analyse.

Som et alternativ kan samtidigheten vurderes basert på konsentrasjonstid. En slik tilnærming forutsetter at nedbøren er relativt jevnt fordelt både i tid og rom innenfor nedbørfeltet. Dette er ofte ikke tilfelle under reelle nedbørhendelser, og metoden innebærer derfor betydelig usikkerhet.

Konsentrasjonstiden for sidevassdragene kan estimeres på bakgrunn av nedbørfeltenes morfologiske egenskaper. Ifølge NVEs formelverk for naturlige nedbørfelt, basert på parameterverdier fra NEVINA, er konsentrasjonstiden beregnet til henholdsvis 125 minutter for Langbekken og 115 minutter for Loddbekken.

Til sammenligning vil konsentrasjonstiden for hovedvassdraget Gaula være vesentlig lengre, som følge av det betydelig større nedbørfeltet. Ved utløpet i Gaulosen utgjør det totale nedbørfeltet om lag 3600 km², noe som gir en langt tregere hydrologisk respons.

Nedbørforholdene har betydning for graden av samtidighet mellom flomhendelser i hovedvassdraget og sidevassdrag. Figur 5 til Figur 8 viser døgnverdier for nedbør og snøsmelting for utvalgte flomhendelser der det foreligger data fra observerte flommer i NVEs rapport 23/2025.

Kartgrunnlaget er basert på døgnoopløsning, noe som medfører at det ikke er mulig å fastsette eksakt tidspunkt for flomtopp i Langbekken og Loddbekken. Analysen indikerer likevel at nedbøren varierer innenfor nedbørfeltet, og at flomforholdene i de nedre delene påvirkes av romlige forskjeller i nedbørsmønsteret.

Figurene viser videre at det ofte opptrer flere nedbørsentre innenfor nedbørfeltet til Gaula. I flere av de analyserte hendelsene sammenfaller ikke periodene med høy nedbør i Langbekken og Loddbekken med tidspunktet for maksimal nedbør i Gaula.

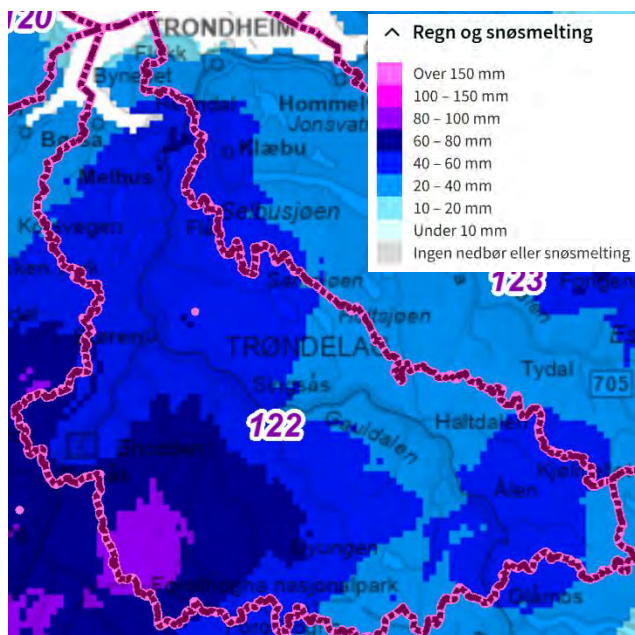
Avrenningsdata fra NEVINA viser at maksimal avrenning i Langbekken og Loddbekken typisk forekommer i april og mai, mens maksimal vannføring i Gaula vanligvis inntreffer i slutten av mai (jf. Figur 5 i NVEs rapport 23/2025).

I NVEs rapport 23/2025 vurderes sannsynligheten for samtidige flomhendelser i sidevassdragene generelt som lav til middels. Kun Gaua, med et nedbørfelt på 565 km², er vurdert å ha høy sannsynlighet for samtidighet. Vurderingene er basert på korrelasjon mellom vannføringen i Gaula på tidspunkt for årsflom og vannføringen i sidevassdragene, enten observert eller simulert ved hjelp av den hydrologiske modellen DDD.

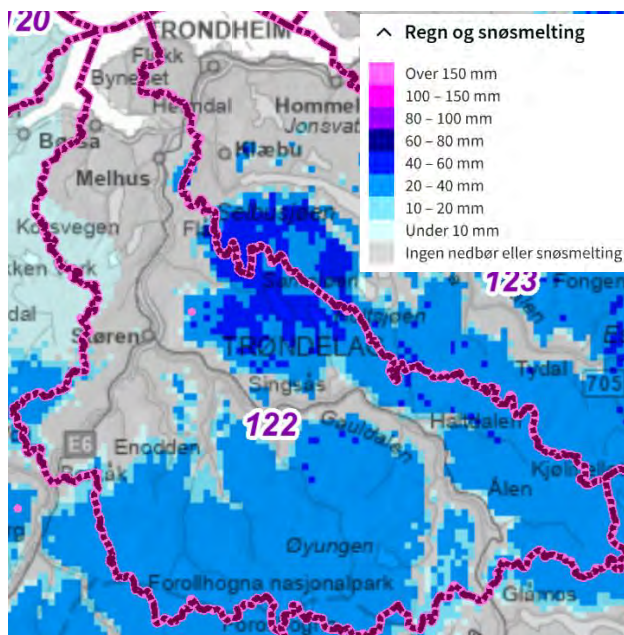
På bakgrunn av dette vurderes det som lite sannsynlig at flomtopper i Gaula og i Langbekken og Loddbekken inntreffer samtidig.

Videre er flommene i Gaula vesentlig større enn i sidevassdragene. Det samlede nedbørfeltarealet for Langbekken og Loddbekken utgjør mindre enn 1 % av nedbørfeltet til Gaula ved utløpet. Dette innebærer at sidevassdragene har svært begrenset betydning for flomsituasjonen i hovedvassdraget.

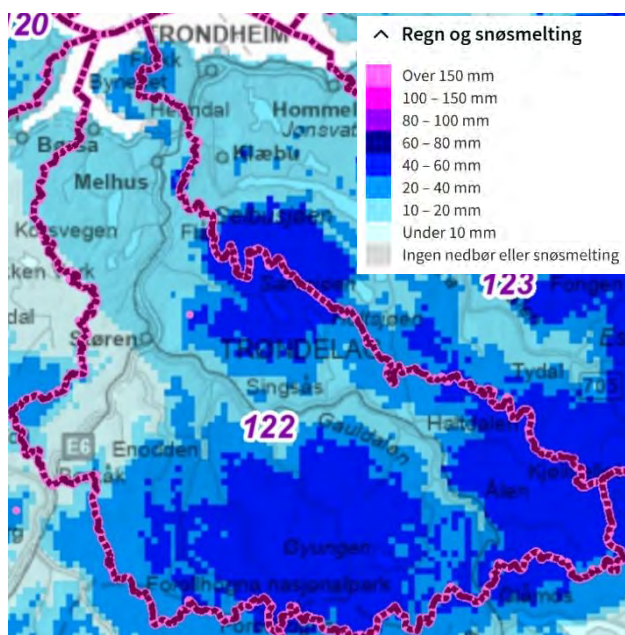
Relevante kombinasjoner av flomscenarier er likevel undersøkt i de hydrauliske beregningene, jf. kapittel 6.2.3 Initial- og grensebetingelser.



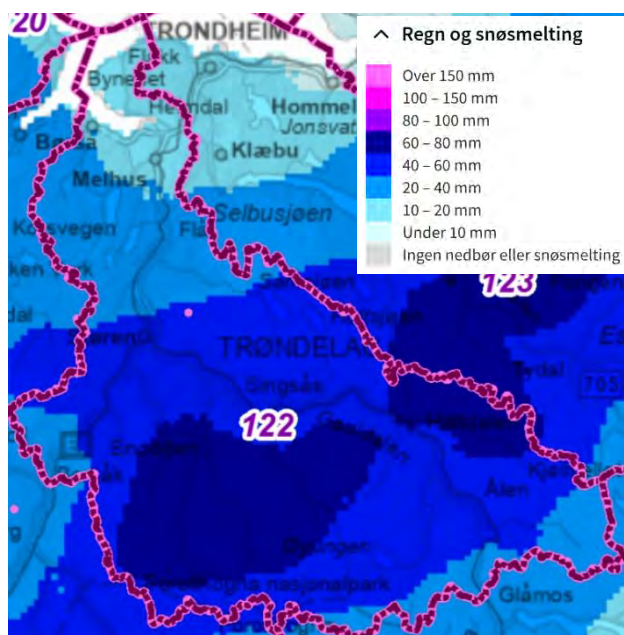
Figur 5 viser utklipp fra SeNorge viser døgnnedbør og snøsmelting den 18.06.2010. Flomtopp ved målestasjon 122.9 Gauffoss inntre dagen etter. Kilde: SeNorge (2026).



Figur 6 viser utklipp fra SeNorge viser døgnnedbør og snøsmelting den 07.06.1997. Flomtopp ved målestasjon 122.9 Gauffoss inntre dagen etter. Kilde: SeNorge (2026).



Figur 7 viser utklipp fra SeNorge viser døgnnedbør og snøsmelting den 02.06.1995. Flomtopp ved målestasjon 122.9 Gauffoss inntre samme dagen. Kilde: SeNorge (2026).



Figur 8 viser utklipp fra SeNorge viser døgnnedbør og snøsmelting den 21.08.2023. Flomtopp ved målestasjon 122.9 Gauffoss inntre dagen etter. Kilde: SeNorge (2026).

6 Vannlinjeberegning

6.1 Grunnlagsdata

6.1.1 Tidligere utredninger

Det foreligger i begrenset grad tidligere detaljerte flomfaglige utredninger for Langbekken og Loddbekken. I den nasjonale flomsonekartleggingen fra 2001 (NVE) var hovedfokus rettet mot Gaula som hovedvassdraget, hvor både flomberegninger og hydrauliske analyser ble gjennomført. Mindre sidevassdrag som Langbekken og Loddbekken inngikk imidlertid ikke i disse beregningene.

Den oppdaterte flomberegningen fra NVE i 2025 (Flomberegning for Gaula og sideelver i Trøndelag fylke (122.Z), rapport nr. 23/2025) gir et oppdatert hydrologisk grunnlag for Gaula vassdraget. Denne omfatter imidlertid kun flomberegninger (hydrologi), og inkluderer ikke hydrauliske modellberegninger for mindre sidevassdrag som Langbekken og Loddbekken.

Grunnlaget for analysene i dette prosjektet er derfor basert på egne hydrologiske og hydrauliske beregninger, supplert med relevant metodikk og erfaringstall fra tilsvarende prosjekter.

6.1.2 Observerte flommer og kalibreringsdata

Det foreligger ikke kjente måleserier for vannstand eller vannføring i Langbekken og Loddbekken. Mangelen på samtidige målinger av vannføring og vannstand innebærer at modellene ikke kan kalibreres mot observerte flomhendelser. Dette er vanlig for mindre sidevassdrag, hvor datagrunnlaget ofte er begrenset, og beregningene derfor må baseres på indirekte metoder og faglige vurderinger.

Det er ikke gjennomført kalibrering av modellene for disse sidevassdragene. Friksjonsforholdene i modellen er i stedet fastsatt med utgangspunkt i tidligere arbeid fra flomsonekartleggingen av Gaula (*Gaula fra Gaulfossen til utløp i fjorden*, rapport nr. HYD-RAPP-001). Nærmere beskrivelse av grunnlaget for friksjonsvalg og kalibrering fremgår av kapittel 3.2.3 (Kalibreringsdata), 4.3 (Friksjonsforholdene) og 4.4 (Kalibrering av vannlinjemodell).

6.1.3 Befaring

Det ble gjennomført befaring i området som del av oppdraget. Befaringen fant sted 23.–25. mars 2025 og ble utført av Stefan Perzyna og Kjartan Orvedal. Under befaringen ble relevante hydrauliske forhold registrert i de undersøkte vassdragene, herunder Langbekken, Loddbekken, Lundesokna og Gaua. Registreringene omfattet blant annet bekkeløp, kulverter, bruer og øvrige konstruksjoner som kan påvirke vannføringen.

En nærmere beskrivelse av befaringen er gitt i befaringsnotatet «Befaringsnotat Gaula og sidevassdrag», utarbeidet av Stefan Perzyna.

6.1.4 Terrenggrunnlag

Det er benyttet to datasett som grunnlag for terrengmodellen: «NDH Melhus–Orkland 5 pkt Øst 2022» (terrengdata basert på lidar) og «NVE Gaula 2016» (elvebunnsdata). Begge datasettene er i høydesystem NN2000 og er hentet fra Høydedata.

Elvebunnsdataene («NVE Gaula 2016») stammer fra prosjektet «Kartlegging av Gaula», gjennomført av Terratec på oppdrag fra NVE i 2016. Datagrunnlaget er etablert ved en kombinasjon av laserskanning fra fly og målinger med multistråleekkolodd fra båt i områder der laserskanning ikke gir tilstrekkelig bunnreff. Målingene er utført med en punkttetthet på minimum 5 punkt per kvadratmeter på land og 4 punkt per kvadratmeter på elvebunnen. Kvaliteten er kontrollert ved hjelp av innmålte kontrollflater og profiler med GNSS.

Dataene dekker hovedvassdraget Gaula fra Gaulosen til Almås i Gauldalen. For sidevassdragene er dekningen mer begrenset. For Langbekken finnes det kun bunnmålinger i den nedre delen av det modellerte området, mens Loddbekken i større grad er dekket av tilgjengelige data.

Elvebunnsdata fra Gaula er innarbeidet i terrengmodellen der dette er tilgjengelig. Den digitale terrengmodellen utenfor elveløpene er basert på lidar-data fra «NDH Melhus–Orkland 5 pkt Øst 2022». Områder med høy usikkerhet, mangelfulle data eller urealistiske sprang er manuelt korrigert basert på tilgjengelige kontrollmålinger og faglige vurderinger. Bygninger er inkludert i modellen basert på FKB-bygning.

I Langbekken er det bygget en voll som stenger det tidligere elveløpet, slik at vannføringen ledes til kulvert 1 (diameter 2 m). Dersom vollen overtoppes, vil vannet renne i det gamle løpet mot kulvert 2 (diameter 1,6 m). Vollkrona ble innmålt under befaringen til mellom 9,26 og 9,88 moh. Konstruksjonen er nyere enn laserdataene fra 2022 og er derfor lagt i modellen som en terrengendring. Tiltaket er dokumentert med innmåling og foto i befaringsnotatet, som følger leveransen.



Figur 9 Voll med spuntvegg som stenger det tidligere elveløpet i Langbekken, med konstruksjon rundt innløpet til kulvert 1. Foto fra befaringen, se befaringsnotatet.



Figur 10 Voll med spuntvegg som stenger det tidligere elveløpet i Langbekken, med konstruksjon rundt innløpet til kulvert 1. Foto fra befaringen, se befaringsnotatet. Sett bakfra.

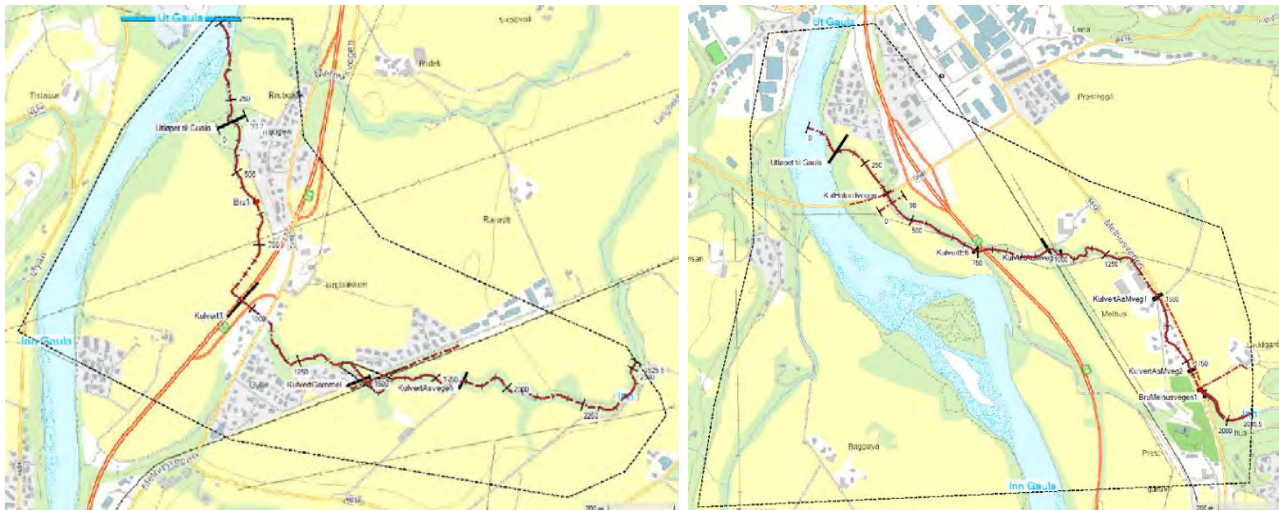
6.2 Hydrauliske beregninger

For å beregne vannstand og flomutbredelse i Langbekken og Loddbekken er det etablert en todimensjonal hydraulisk modell. Modelleringen er basert på digital terrengmodell, hydrauliske konstruksjoner og hydrologiske inngangsdata, og er gjennomført i tråd med metodikk benyttet i øvrige delprosjekter i Gaula vassdraget.

6.2.1 Modellgeometri

For å beregne vannstand og flomutbredelse i Langbekken og Loddbekken er det etablert en todimensjonal hydraulisk modell. Modelleringen er basert på digital terrengmodell, hydrauliske konstruksjoner og hydrologiske inngangsdata, og er gjennomført i tråd med metodikk benyttet i øvrige delprosjekter i Gaulavassdraget.

Det er gjort enkelte modelltilpasninger, blant annet justering av cellestørrelse for simulering av 1000-årsflom med klimapåslag. Filnavnene i HEC-RAS-modellen følger et fast mønster som er forklart i dokumentet FILNAVN_FORKLARING.txt, som ligger sammen med modellfilene i leveransen. Der er også alle planer, geometrier og strømningsfiler listet med tilhørende simuleringsvindu.



Figur 11 viser oppsett av HEC-RAS-modellen for Langbekken (venstre) og Loddbekken (høyre). Figuren viser 2D-beregningsområder, breaklines, initial- og grensebetingelser, samt kulverter og bruer. Utløp til Gaula og elvenes senterlinje er også vist.

Beregningsnett

Det er etablert et todimensjonalt beregningsnett (2D mesh) i HEC-RAS for modellområdene henholdsvis for Langbekken og Loddbekken. Modellen er satt opp i HEC-RAS 2D med «Diffusion Wave», hvor strømmingen beskrives som en balanse mellom helningskrefter og friksjon. Metoden er godt egnet for flomberegninger i mindre vassdrag og gir en robust og effektiv beregning av vannstand og flomutbredelse.

Beregningsnettet er generert med variabel celledørrelse, tilpasset terreng og hydrauliske forhold i modellen. I selve bekkeløpene og i områder med komplekse strømningsforhold er det benyttet en relativt fin oppløsning, med celledørrelser på 1 meter. Rundt hydrauliske konstruksjoner som kulverter og bruer er nettet ytterligere fortettet for å sikre god representasjon av lokale innsnevring og oppstuvningseffekter.

I flomsone utenfor bekkeløpene, der terrenget er mindre variert og strømningsforholdene enklere, er det benyttet noe større celler, typisk i størrelsesorden 5 meter, for å redusere beregningstiden uten vesentlig tap av nøyaktighet.

For å sikre korrekt representasjon av strømming er det lagt inn føringslinjer (breaklines) langs viktige terrengformasjoner, med celledørrelser på 1 meter, som bekkekanter, veier, kulverter og andre infrastrukturelementer.

Konstruksjoner

Eksisterende kulverter og bruer er inkludert i modellen, da disse sannsynligvis kan påvirke vannføring og kan gi oppstuvning ved flom. Konstruksjonene er modellert som åpninger eller hydrauliske elementer i tråd med tilgjengelig informasjon fra befaring og kartgrunnlag.

Tabell 9 gir en oversikt over inkluderte kulverter og bruer i modellen.

Tabell 9 viser kartlagte kulverter og bruer med tilhørende egenskaper.

Nedbør felt	Navn	Type	Width (m)	Overkant (bru) /Oppstrøm (kulvert) (moh.)	Underkant (bru) /Nedstrøm (kulvert) (moh.)	Form, Størrelse (m)
Langbekken	Bru1	Bru	4	4.55	4.21	-
	Kulvert1	Kulvert	5	3.54	2.66	Sirkel, 2
	KulvertAsvegen	Kulvert	5	6.55	6.36	Sirkel, 2
	KulvertGammel	Kulvert	5	6.5	5.4	Sirkel, 1.6
	KulvertNy	Kulvert	5	7.2	6	Sirkel, 2
Loddbekken	BruMelhusvegen1	Kulvert	8	18.7	18.6	Firkant, 6.5*1.5
	BruMelhusvegen2	Bru	8	20.05	19.85	-
	KulHolondvegen	Kulvert	6	6.84	6.35	2 Sirkel, 1.4
	KulvertAaMveg0	Kulvert	6	10.56	10.17	Sirkel, 2
	KulvertAaMveg1	Kulvert	10	15.22	15.15	Firkant, 3.9*1.3
	KulvertAaMveg2	Kulvert	8	16.73	16.72	Firkant, 3.9*2
	KulvertE6	Kulvert	6	6.57	6.55	2 Sirkel, 1.4
	KulvertJernbane	Kulvert	6	10.36	9	ConSpan-bue, 2*3

6.2.2 Ruhetsverdier

Ruhetsverdiene benyttet i modellene er ikke fastsatt gjennom stedsspesifikk kalibrering for Langbekken og Loddbekken. Verdiene er i stedet basert på vurderinger og erfaringstall fra arbeidet med hovedvassdraget Gaula, som er gjennomført parallelt med denne analysen.

Modelloppsettet bygger dermed på de samme friksjonsforholdene som er lagt til grunn i flomsonekartleggingen av Gaula (*Gaula fra Gaulfossen til utløp i fjorden*, rapport nr. HYD-RAPP-001), hvor ruhetsverdiene er etablert gjennom en kombinasjon av tilgjengelig datagrunnlag og faglige vurderinger. En nærmere redegjørelse for grunnlaget for friksjonsvalg og metodisk tilnærming fremgår av kapittel 3.2.3 (Kalibreringsdata), 4.3 (Friksjonsforhold) og 4.4 (Kalibrering av vannlinjemodell).

6.2.3 Initial- og grensebetingelser

Modellen er etablert med definerte initial- og randbetingelser som beskriver tilsig fra sidevassdragene Langbekken og Loddbekken, samt hydrauliske forhold i hovedvassdraget Gaula.

For Langbekken og Loddbekken er vannføringer for ulike gjentakintervall lagt til grunn som øvre randbetingelser. For Gaula inngår både vannføring og vannstand som randbetingelser, og disse er benyttet som henholdsvis oppstrøms og nedstrøms grensebetingelser i modellen. Verdiene er basert på resultater fra flomsonekartleggingen av hovedvassdraget.

Samtidighet av Gaula og Langbekken og Loddbekken

Det er gjennomført analyser av samtidighet der vannføring og vannstand i Gaula er satt til henholdsvis medianflom og 200-årsflom.

Figur 13 viser vanddybde for scenario med median vannføring i Gaula, samt oversvømte arealer for scenario med 200-årsflom i Gaula innenfor strekning 1050–1600.

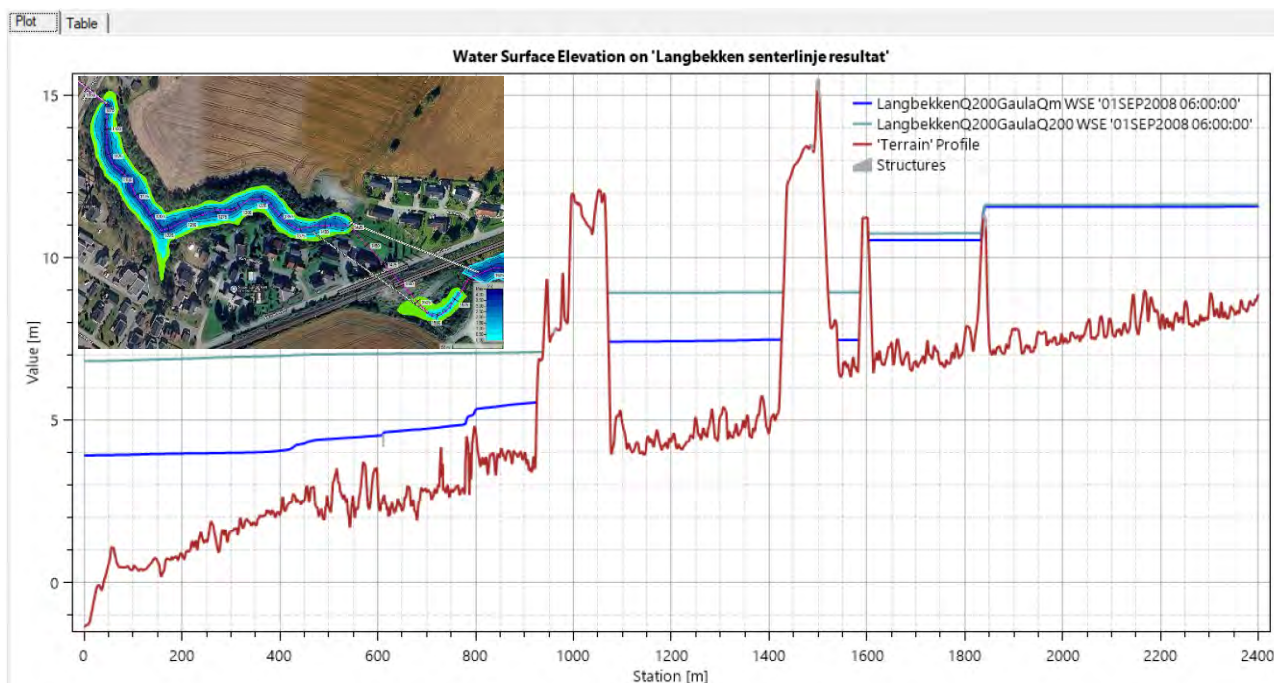
I den samlede flomsonekartleggingen er flomsoneene for Gaula og sidevassdragene sammenslått. For strekningen 0–1000 er det 200-årsflom i Gaula som er dimensjonerende. Det oppstår differanser i vannstand i

området pel 1050–1600, der 200-årsflom i Gaula gir om lag 1,4 m høyere vannstand sammenlignet med medianflom.

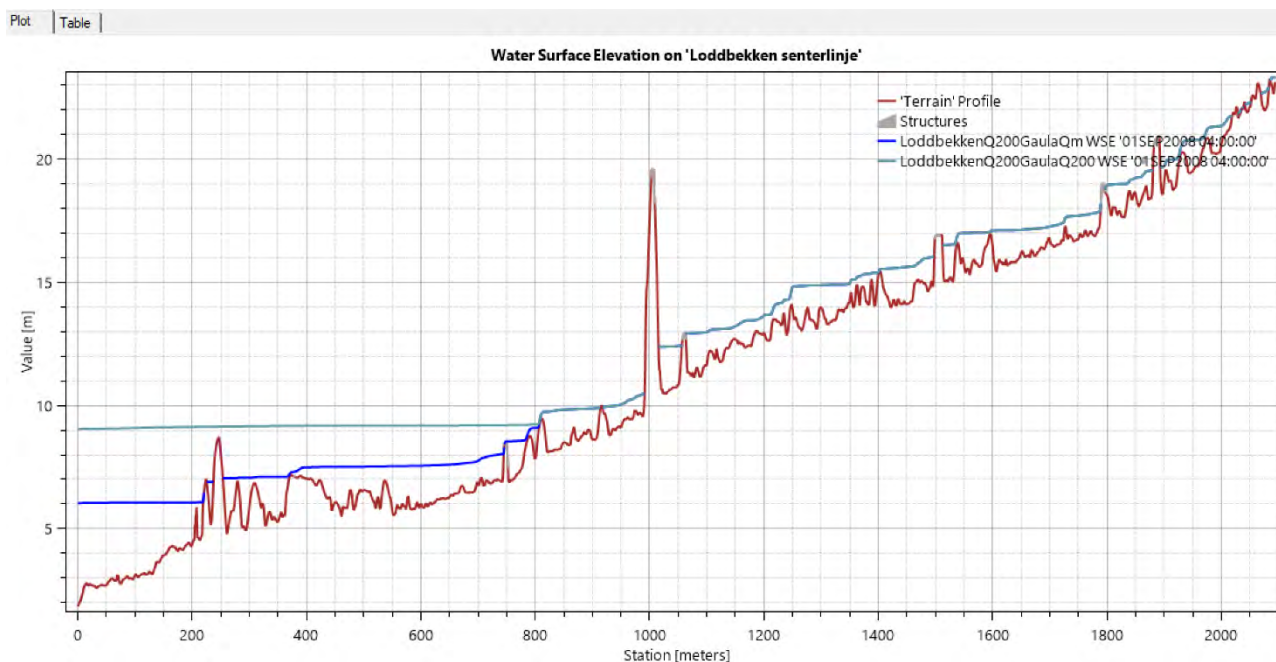
Vannstanden i disse områdene er i stor grad påvirket av kapasiteten i kulverter, samt flomstørrelse og varighet. Dersom kapasiteten i kulvertene er lavere enn tilført vannføring, kan dette føre til oppstuvning og potensiell tilstopping.

Det er vurdert som mest hensiktsmessig å benytte medianflom i Gaula som randbetingelse for sidevassdragene, ettersom modellen er kjørt med konstante, dimensjonerende flomstørrelser over flere timer. Selv om forskjellen i vannstand mellom scenarioene er ikke ubetydelig, er endringen i flomutbredelse begrenset. Dette skyldes at de berørte områdene i hovedsak ligger langs elvekantene med relativt bratte skråninger. Det er heller ikke identifisert berørt bebyggelse innenfor de aktuelle områdene.

Figur 13 viser en tilsvarende sammenligning for Loddbekken. På strekningen fra 0 til 500 medfører betingelsen med medianflom i Gaula lavere vannstand i Gaula. Denne randbetingelsen gir imidlertid ingen påvirkning oppstrøms for kulverten. Det innebærer at vannstanden i Gaula ikke påvirker flomsonekartleggingen i Loddbekken, ettersom flomsonekartene for Gaula og sidevassdragene sammenstilles.



Figur 12 viser beregnet vannstand i Langbekken med median eller 200-årsflom i Gaula. Den øvre figuren viser strekningen 1050–1600 vanndybde (blå farge med kotelinjer per meter) ved medianflom i Gaula, mens oversvømte arealer (grønn farge) ved 200-årsflom i Gaula.



Figur 13 viser beregnet vannstand i Lodbekken med median eller 200-årsflom i Gaula.

Endelig betingelser for flomsonekartleggingen

Tabell 10 viser endelig benyttede initial- og grensebetingelser i flomsonekartleggingen. Vannføring i Gaula er satt til medianflom, 961 m³/s i tråd med flomsonekartleggingen. Tilhørende vannstand ved modellens nedstrøms ende er satt til kote 3,91 moh. for Langbekken og kote 5,65 moh. for Lodbekken. Flomvannstanden i Gaula er hentet fra flomsonekartlegging for strekningen fra Gaulfossen til utløp i fjorden.

Tabell 10 viser vannføringer (m³/s) i Langbekken og Lodbekken. Vannføring i Gaula er satt til 961 m³/s. Tilhørende vannstand ved modellens nedstrøms ende er satt til kote 3,91 moh. for Langbekken og kote 5,65 moh. for Lodbekken.

Betingelse	Q _M	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200klima}	Q _{1000klima}
Langbekken	4.6	7.5	8.6	10.2	11.5	12.9	16.9	18.1	23.7
Lodbekken	3.3	5.3	6.2	7.3	8.3	9.3	12.1	13.0	16.9

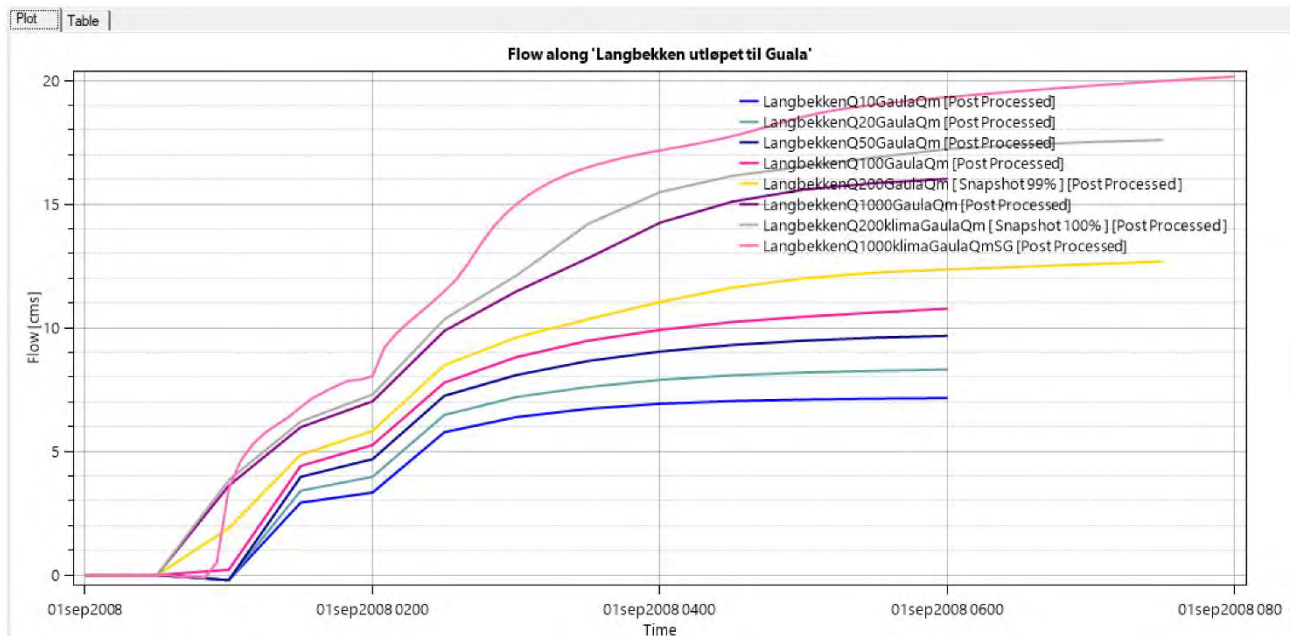
6.3 Resultat

Dette delkapitlet gir en overordnet presentasjon av resultatene fra flomsonekartleggingen. Hovedresultatet er tilgjengelig som flomsonekart publisert på NVEs nettsider, og det legges derfor vekt på å beskrive og tolke de viktigste funnene og sammenhengene.

6.3.1 Langbekken

Figur 14 viser beregnet vannføring ved utløpet av Langbekken i Gaula. Det er ikke observert tilstopping i kulvertene ved jernbanen eller Melhusvegen, og vannføringen ved utløpet øker derfor over lengre tid i takt med økende vannstand oppstrøms.

Modellene for Langbekken er kjørt til stasjonær tilstand, og resultatene fra siste tidssteg er benyttet som grunnlag for flomsonekartleggingen. Simuleringsvinduet er 10 timer for gjentakintervallene til og med 1000-årsflom, 16 timer for 200-årsflom med klimapåslag og 32 timer for 1000-årsflom med klimapåslag. Ved simuleringsslutt er endringen i vannstand under 0,007 m/t i samtlige plan. For store flommer, som 1000-årsflom med klimapåslag, øker vannføringen gradvis videre, mens vannstanden endrer seg i liten grad.



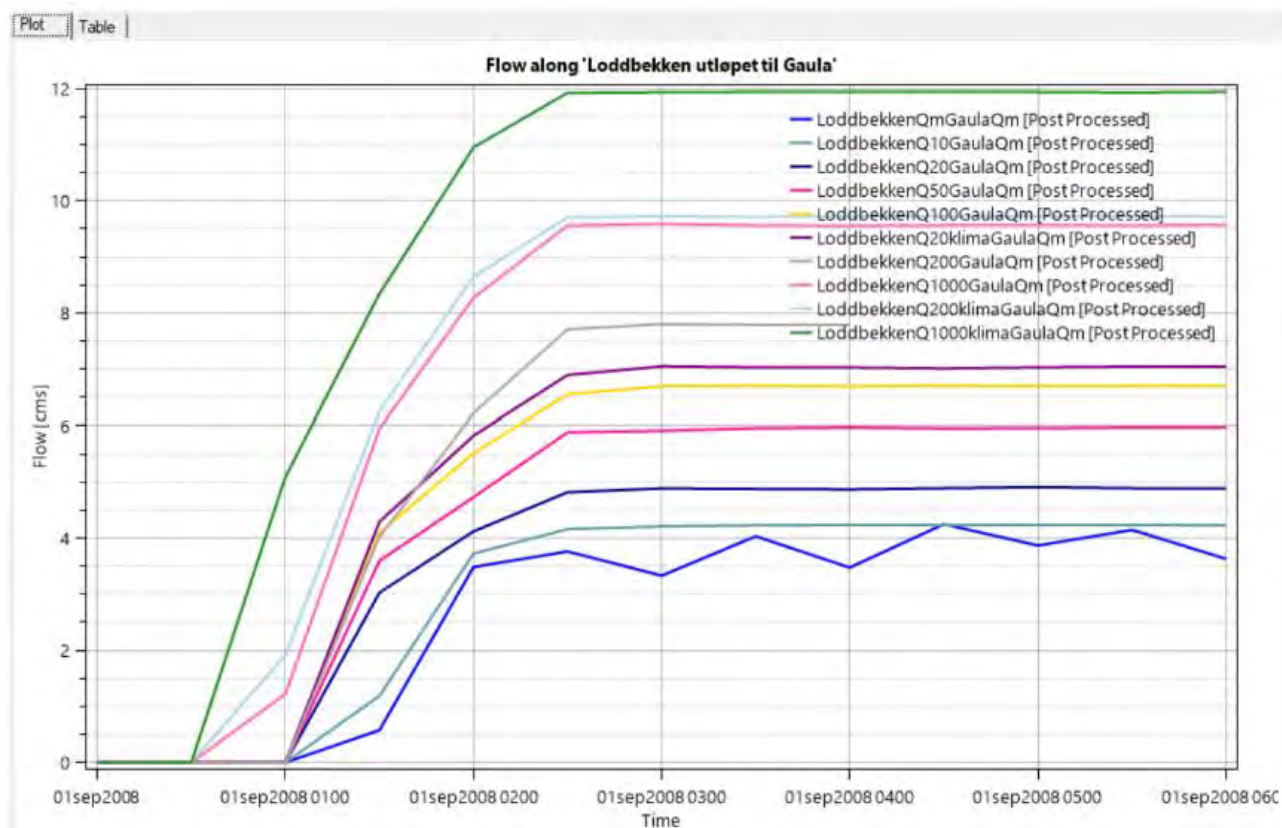
Figur 14 viser tidsserie av vannføring ved utløpet av Langbekken til Guala (plassering av profil er vist i Figur 11).

Ved flommer mindre enn 200-års gjentakintervall holder vannet seg hovedsakelig innenfor elveløpet. For større flommer dreneres vannet i økende grad mot nordøst, med utbredelse mot jordbruksarealer langs jernbanesporet. Det er ikke identifisert oversvømmelse i nærliggende boligområder.

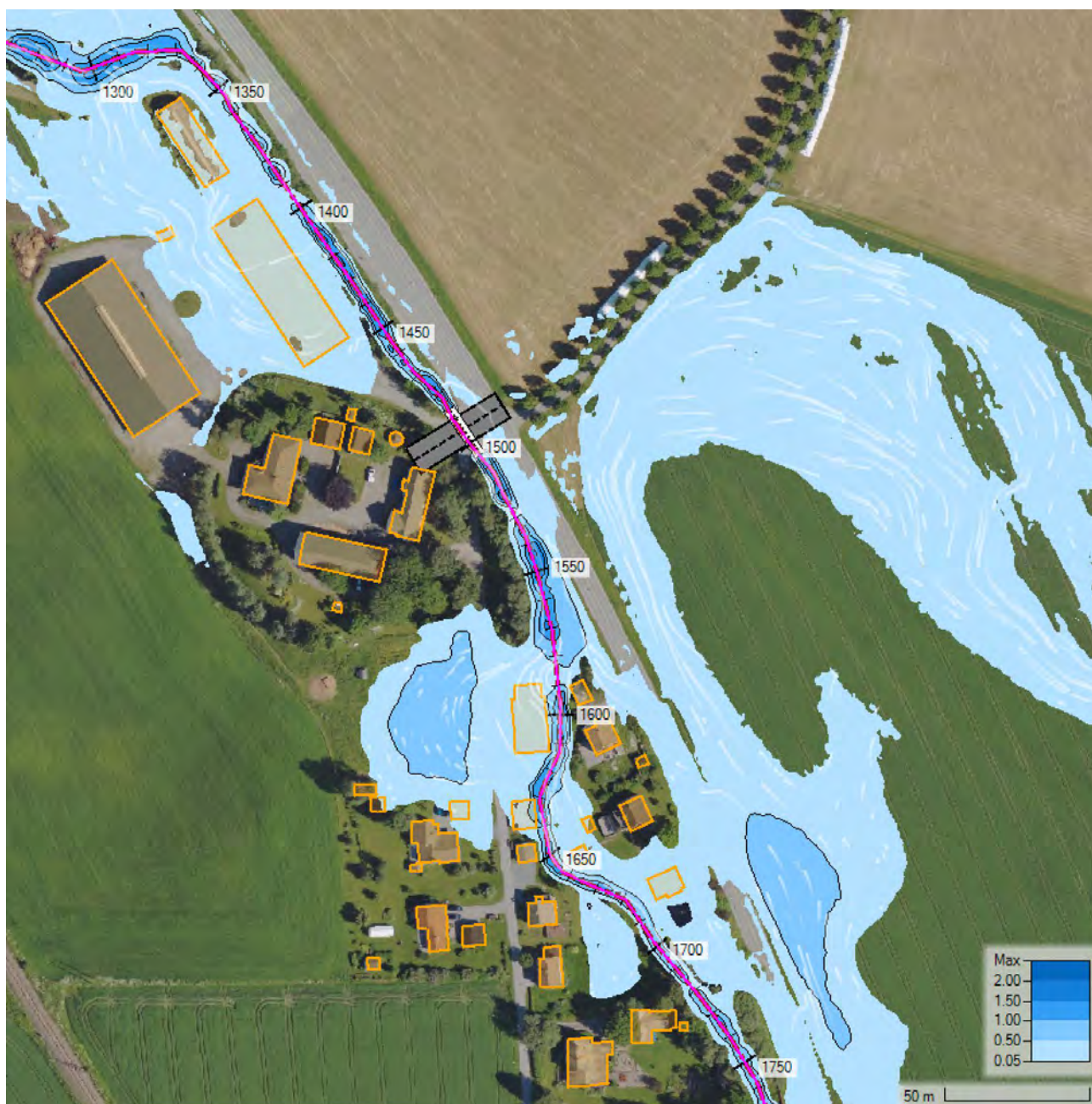
6.3.2 Loddbekken

I Figur 15 viser det tidsserie for vannføring ved utløpet av Loddbekken til Guala (se plassering i Figur 11). For Loddbekken er det benyttet resultater etter 6 timers simulering, og etter 4 timer for 200-årsflommen. Ved simuleringsslutt er den gjenstående endringen i vannstand under 0,016 m/t, og en framskriving av den observerte utflatingen tilsvarer under 0,04 m ytterligere heving.

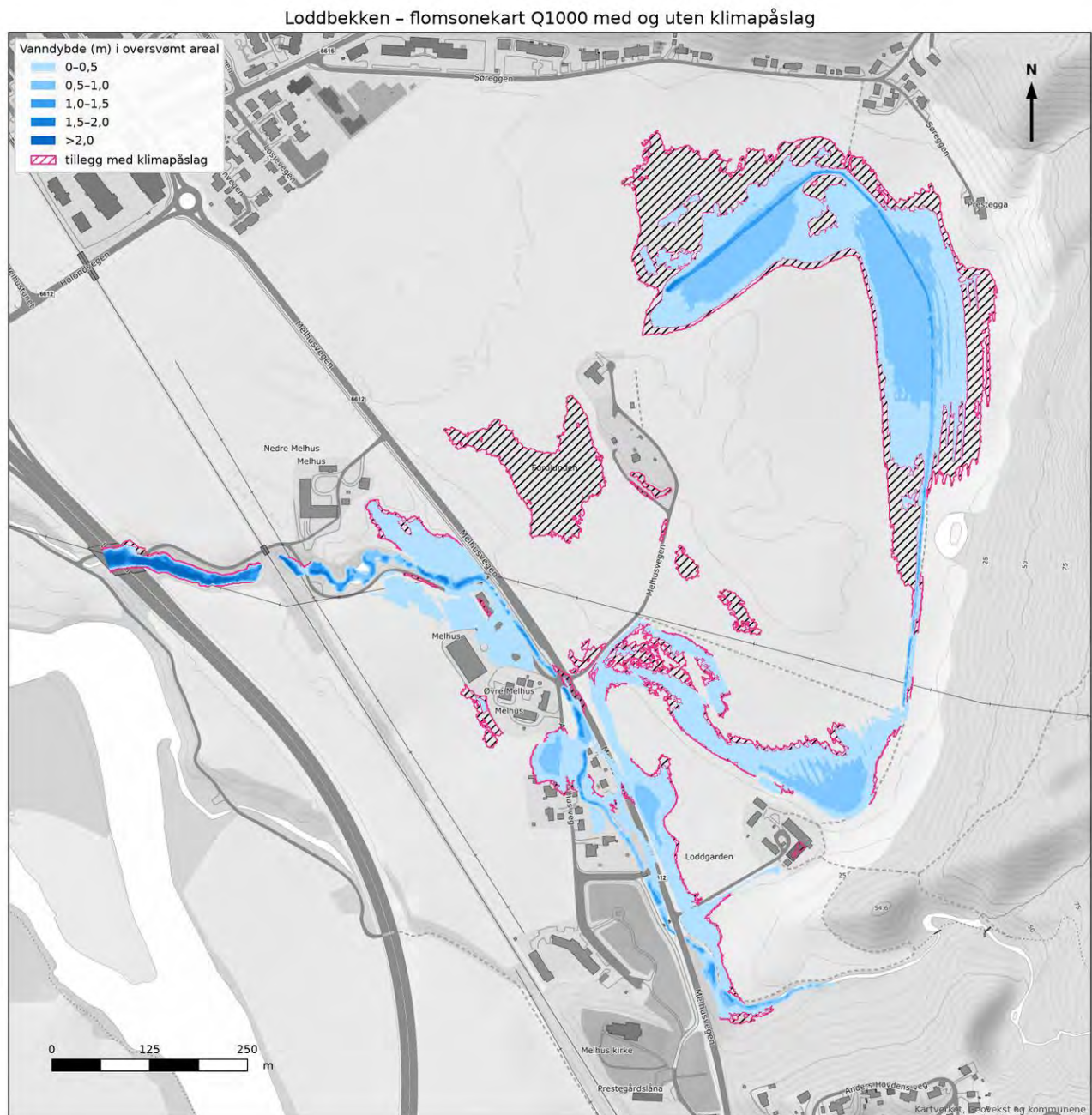
Figur 16 viser beregnet vanndybde langs bekkens senterlinje (se senterlinje i Figur 11). Resultatene viser blant annet en strekning der fire boliger er utsatt for flomfare ved 200-årsflom med klimapåslag. Flomvannet brer seg i dette området hovedsakelig nordover og ut på tilstøtende jordbruksarealer.



Figur 15 viser tidsserie for vannføring ved utløpet av Loddbekken. Se plassering av utløpet i Figur 11. Resultatet etter 4 timer er lagt til grunn som representativt tidspunkt for flomsonekartlegging.

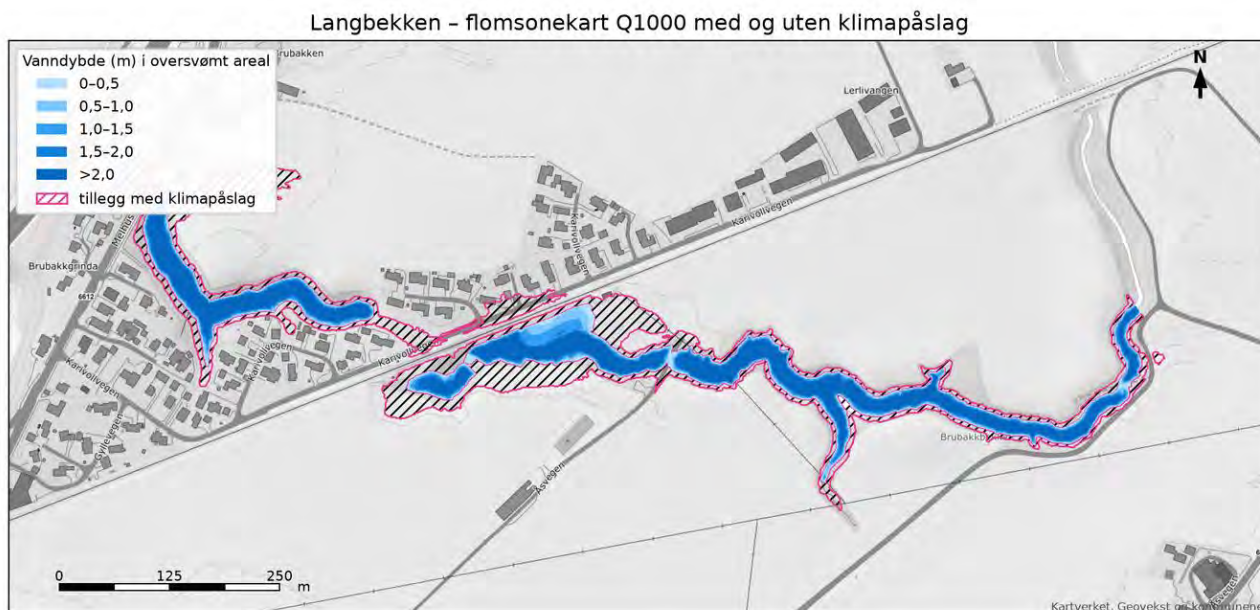


Figur 16 viser beregnet vanddybde (m) ved Melhusvegen. Se plassering av senterlinje i Figur 11. Ved 200-årsflom med klimapåslag ($t = 4$ timer) er fire boliger berørt.



Figur 17 Loddbekken, flomsonekart for 1000-årsflom med og uten klimapåslag.





Figur 19 Langbekken, flomsonekart for 1000-årsflom med og uten klimapåslag.



Figur 20 Langbekken, flomsonekart for 200-årsflom med og uten klimapåslag. Vanndybde i NVEs fargeskala; skravert areal viser tillegget med klimapåslag.

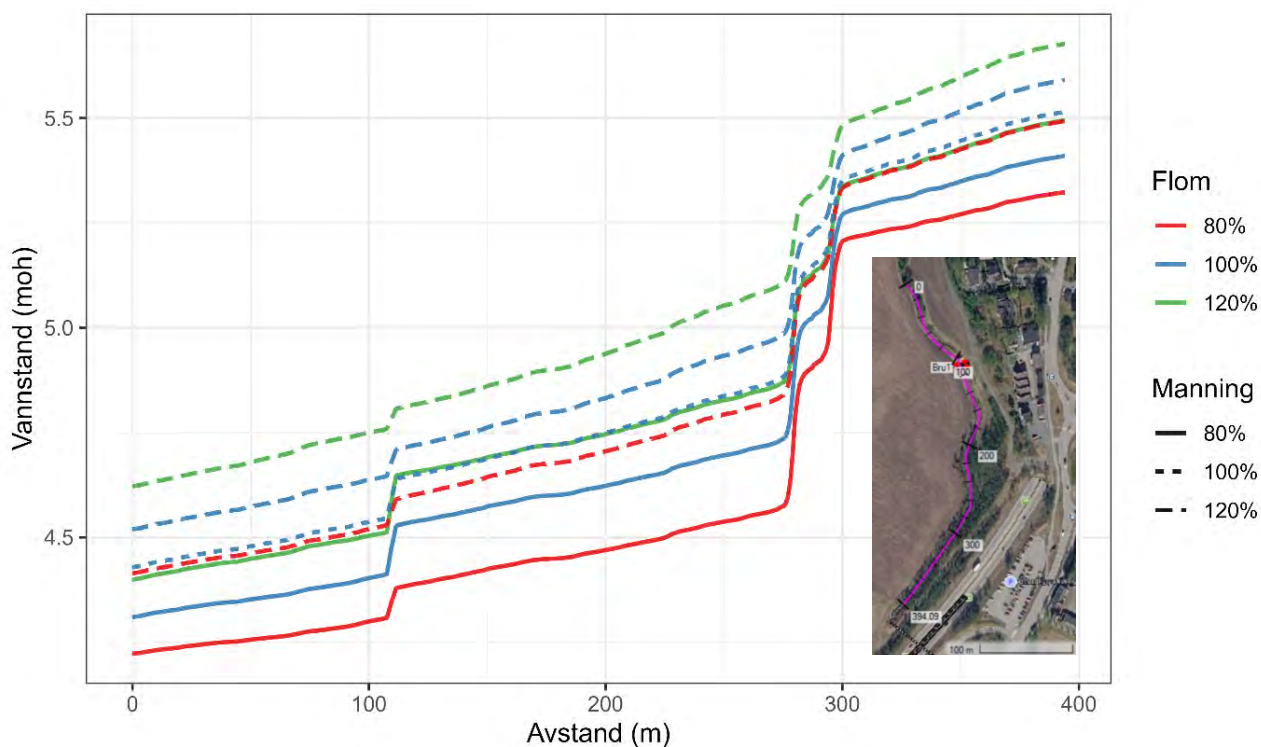
6.4 Klassifisering av hydraulisk modell

Følsomhetsanalyse kan benyttes for å vurdere robustheten i hydrauliske beregninger, særlig i tilfeller der kalibreringsdata mangler. Den tradisjonelle tilnærmingen har imidlertid begrenset nytteverdi i dette tilfellet, ettersom strømning og vannstand i viss grad styres av kapasiteten i kulvertene.

I henhold til kapittel 10.3 i NVEs veileder nr. 03/2022 er det gjennomført en følsomhetsanalyse for å fastsette et anbefalt sikkerhetspåslag.

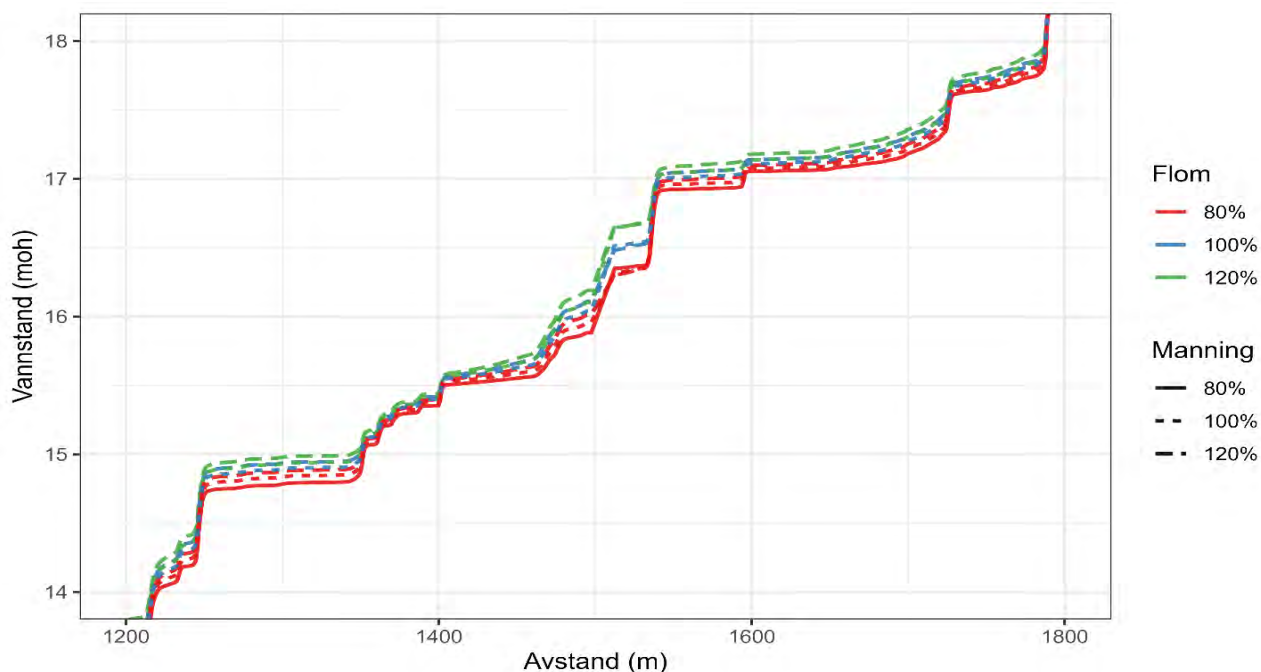
Figur 21 viser resultater fra analysen for Langbekken, der både flomstørrelser og ruhet er variert med $\pm 20\%$. Analysen er utført for en strekning nær utløpet til Gaula, hvor vannstanden i mindre grad påvirkes av kulvertene.

Resultatene viser en variasjon i vannstand på om lag 0,45 m mellom høyeste og laveste beregnede nivå. På dette grunnlaget klassifiseres den hydrauliske modellen for Langbekken som klasse D.



Figur 21 viser følsomhetsanalyse for Langbekken. Vannstand er beregnet ved variasjon i flomstørrelse og ruhet på $\pm 20\%$. Differansen mellom høyeste (Flom 120% Manning 120%) og laveste vannstand (Flom 80% Manning 80%) er om lag 0,45 m.

Videre viser Figur 22 tilsvarende analyse for Loddbekken, for en strekning mellom pel 1200 og 1800, hvor fire boliger er utsatt for flomfare ved 200-årsflom med klimapåslag (se Figur 16). Også her er flomstørrelser og ruhet variert med $\pm 20\%$. Resultatene viser en variasjon i vannstand på om lag 0,20 m mellom høyeste og laveste nivå. Den hydrauliske modellen for Loddbekken klassifiseres derfor som klasse D.



Figur 22 viser følsomhetsanalyse for Loddbekken. Vannstand er beregnet ved variasjon i flomstørrelse og ruhet på $\pm 20\%$. Differansen mellom høyeste (Flom 120% Manning 120%) og laveste vannstand (Flom 80% Manning 80%) er om lag 0,2 m.

7 Sikkerhetspåslag

Med klassifisering av hydrologisk grunnlag i klasse 4 og hydraulisk modell i klasse D, tilsier NVEs veileder (nr. 03/2022) et sikkerhetspåslag på vannføring på 50 %. Dette innebærer at dimensjonerende 200-årsflom med klimapåslag øker til 27,2 m³/s for Langbekken og 19,5 m³/s for Loddbekken. Disse verdiene overstiger nivået for 100-årsflom med klimapåslag, og representerer dermed en betydelig økning.

Valg av sikkerhetspåslag innebærer imidlertid en faglig skjønnsvurdering. Klassifiseringen av flomsonekartleggingen gir et viktig grunnlag for denne vurderingen, men må sees i sammenheng med øvrig.

Etter en samlet vurdering anbefales det å benytte et sikkerhetspåslag tilsvarende 30 cm på vannstandene ved praktisk bruk av resultatene. Anbefalingen er basert på eksisterende datagrunnlag. Det understrekes at endringer i kulverter og andre hydrauliske konstruksjoner kan ha betydning for vannstander og flomutbredelse.

8 Usikkerheter

8.1 Flomberegning

Flomberegningene er beheftet med usikkerhet knyttet til datagrunnlag og metodevalg. Det finnes ingen direkte vannføringsmålinger fra Langbekken og Loddbekken, og beregningene er derfor basert på data fra representative målestasjoner i nærliggende nedbørfelt. Dette medfører usikkerhet knyttet til hvor godt disse stasjonene gjenspeiler hydrologiske forhold i analyseområdet.

Datagrunnlaget fra målestasjonene varierer med hensyn til lengde, kontinuitet og kvalitet. Flere av tidsseriene har avbrudd eller begrenset datadekning, noe som påvirker robustheten i frekvensanalysen.

Videre er det knyttet usikkerhet til valg av statistisk fordelingsfunksjon i flomfrekvensanalysen. Bruken av bayesiansk modellsnitt bidrar til å håndtere noe av denne usikkerheten, men beregnede flomverdier vil fortsatt ha et tilhørende usikkerhetsintervall som øker med økende gjentakintervall.

Forholdet mellom døgnmiddel- og kulminasjonsvannføring representerer en ytterligere usikkerhet. Analysene viser at kulminasjonsfaktoren øker med økende flomstørrelse, noe som indikerer at responsen i vassdragene varierer med vannføringen. Samtidig er datagrunnlaget for estimering av kulminasjonsfaktorer begrenset, særlig for høye vannføringer. Bruk av ulike kulminasjonsfaktorer for forskjellige gjentakintervall innebærer derfor en usikker tilpasning, og det er usikkerhet knyttet til fastsettelsen av kulminasjonsfaktoren på hvert nivå.

De endelige valgte flomstørrelsene ligger imidlertid innenfor intervallet som fremkommer fra de ulike beregningsmetodene. Dette indikerer god konsistens mellom metodene og bidrar til å styrke tilliten til de valgte verdiene som et representativt og faglig forsvarlig grunnlag for videre analyser.

8.2 Terrengmodell

Den hydrauliske modelleringen er basert på en digital terrengmodell etablert fra to datasett: lidar-data («NDH Melhus–Ørkland 5 pkt Øst 2022») og elvebunnsdata («NVE Gaula 2016»), hvor sistnevnte er om lag 10 år gammelt. Begge datasettene er i høydesystem NN2000.

Elvebunnsdataene er innarbeidet der disse er tilgjengelige. For Loddbekken foreligger det relativt god dekning av elvebunnen, mens datagrunnlaget for Langbekken er mer begrenset, og bunntopografi er i større grad basert på lidar-data.

Lidar-dataene har generelt god kvalitet, men i områder med tett vegetasjon eller lav punkttetthet kan terrengmodellen inneholde unøyaktigheter.

Videre representerer modellen en idealisert situasjon og tar ikke hensyn til eventuelle endringer etter datainnsamling, som erosjon, sedimentasjon eller menneskelige inngrep. Områder med mangelfulle data eller urealistiske sprang er justert basert på faglige vurderinger.

Samlet vurderes terrenggrunnlaget som tilfredsstillende for formålet, men det knytter seg usikkerhet til representasjonen av elvebunnen, særlig i Langbekken og i områder med begrenset datadekning.

8.3 Vannlinjemodell

Den hydrauliske modellen er beheftet med usikkerhet knyttet til modelloppsett og parametersetting. Særlig gjelder dette valg av ruhetsverdier (Manning-tall). De benyttede ruhetsverdiene er basert på kalibrering fra hovedvassdraget Gaula og er ikke kalibrert spesifikt mot lokale forhold i Langbekken og Loddbekken. Selv om verdiene har fysisk forankring og er valgt i samsvar med arealbruk og terrengforhold, kan forskjeller mellom hovedvassdraget og mindre sidevassdrag medføre avvik i de hydrauliske beregningene.

Videre er modellen basert på forenklete forutsetninger, herunder antakelse om stasjonær strømming samt at prosesser som tilstopping, sedimenttransport og isgang ikke er inkludert. Slike forhold kan lokalt ha betydelig

innvirkning på vannstander og flomforløp, og fraværet av disse prosessene bidrar derfor til økt usikkerhet i beregningene.

I tillegg er modellen etablert på et begrenset datagrunnlag, der det i hovedsak kun foreligger oppmålt geometri (dimensjoner) samt høyder ved innløp og utløp. Andre viktige hydrauliske parametere, som ruhetskoeffisienter, lokale tap og detaljerte randbetingelser, er ikke målt og er derfor basert på forutsetninger og erfaringsverdier. Dette medfører ytterligere usikkerhet knyttet til beregnede vannstander og strømningsforhold, særlig under situasjoner der kapasitet er avgjørende.

9 Andre farer

I forbindelse med flomsonekartlegging vurderes også andre faremomenter i vassdraget. Disse inngår imidlertid ikke direkte i flomberegningene. Eksempler på slike forhold er flom fra sidebekker, isgang, massetransport, erosjon og tilstopping av konstruksjoner.

Formålet er å synliggjøre kjente forhold som kan påvirke flomsituasjonen, uten at disse analyseres i detalj.

9.1 Tilstopping

Tilstopping av kulverter, bruer eller andre innsnevringar kan oppstå ved transport av drivgods, vegetasjon eller masser. Dette kan redusere kapasiteten i vassdraget og føre til lokale oppstuvninger.

For de aktuelle bekkeløpene vurderes sannsynligheten for tilstopping som begrenset under normale forhold, blant annet som følge av moderat vannføring og vegetasjonsforhold.

Ved større flomhendelser kan det imidlertid ikke utelukkes at økt vannføring fører til transport av kvister, trær eller masser som kan gi delvis blokkering av konstruksjoner og redusert kapasitet.

9.2 Erosjon og massetransport

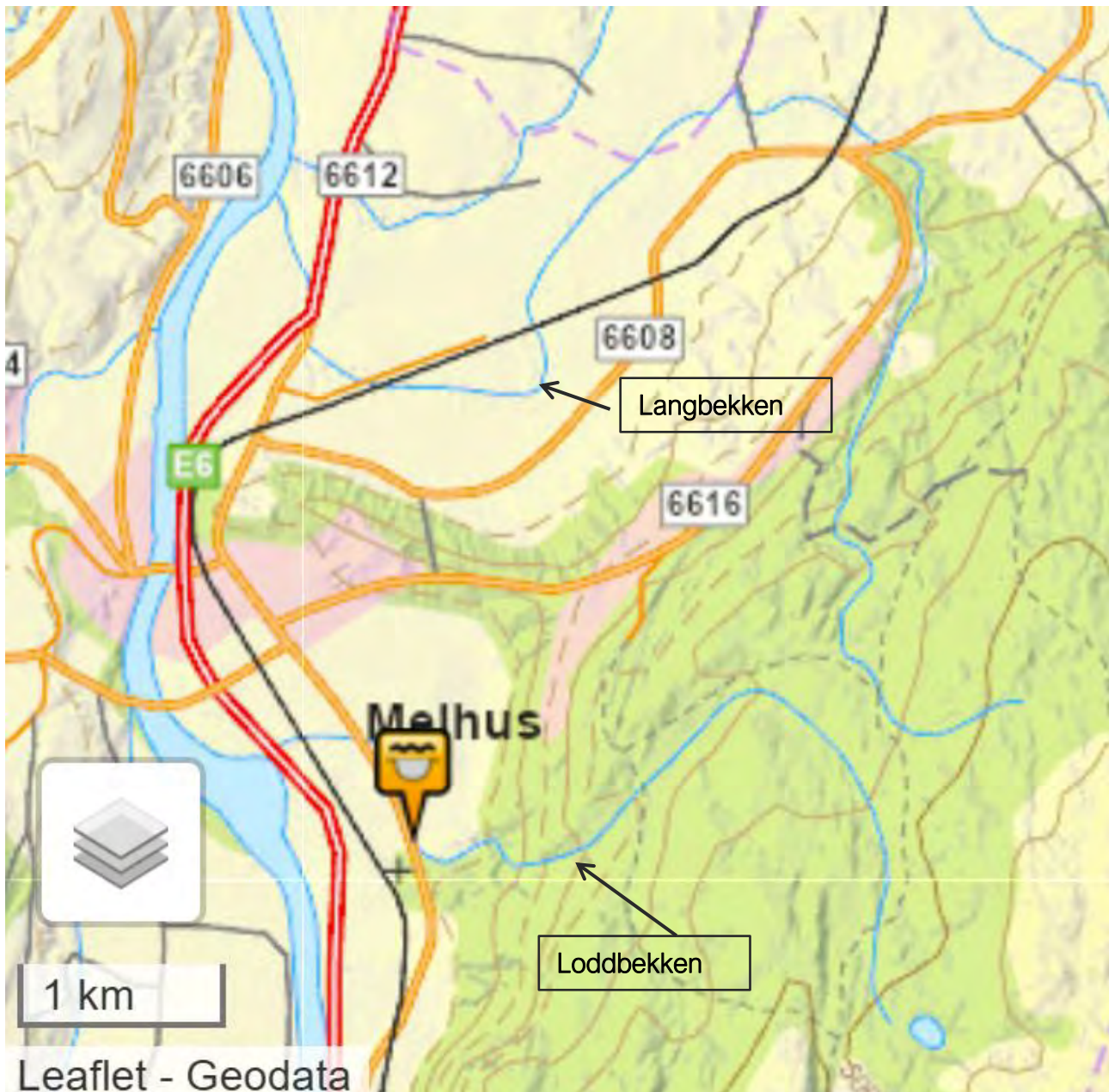
Grunnforholdene i området består av løsmasser i form av fluviale avsetninger samt hav- og fjordavsetninger, som generelt kan være erosjonsutsatte.

Det er imidlertid ikke observert høye vannhastigheter i bekkeløpene. Flyfoto viser at både Langbekken og Loddbekken har godt utviklet vegetasjon langs løpene, med trær som bidrar til å stabilisere kantene. På denne bakgrunn vurderes erosjon og massetransport som begrenset under dagens forhold.

Det er heller ikke registrert sikringstiltak i NVE Atlas, noe som understøtter vurderingen.

Det knytter seg likevel usikkerhet til vurderingen ved større flomhendelser. Økte vannføringer kan gi høyere strømhastigheter og dermed økt erosjon og massetransport, særlig i partier med svakere masser eller mindre vegetasjonsdekket.

9.3 Isproblemer



Figur 23 viser utklipp fra iskart.no viser registrerte isproblemer. Kilde: NVE, 2026.

Det er ikke registrert isproblemer i Langbekken. I Loddbekken er det derimot observert isrelaterte utfordringer, ved krysset under Melhusvegen. Ifølge omtale i Trønderbladet (01.02.2011) førte isoppbygging i dette området til oppstuvning av vann og lokale problemer knyttet til avledning av vannføringen.

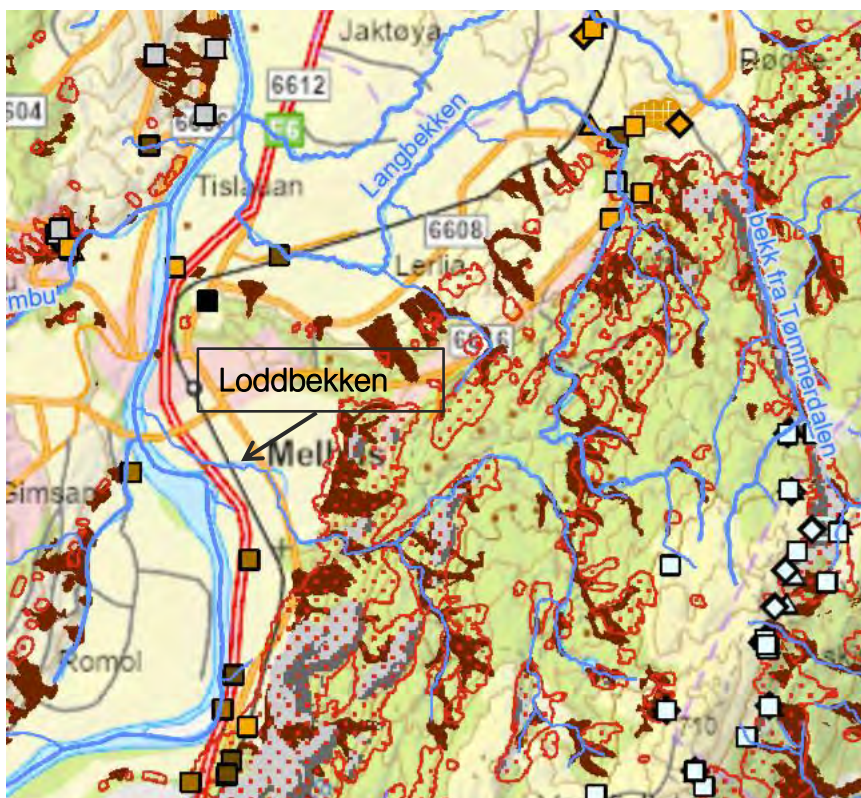
Hendelsen viser at innsnevringar som kulverter kan være utsatte punkter for isproppdannelse, noe som kan redusere kapasiteten og gi økt vannstand oppstrøms.

9.4 Skred

Figur 24 viser et utdrag fra NVE Atlas med registrerte skredhendelser og aktsomhetsområder for skred i bratt terreng. Kartgrunnlaget indikerer at det er registrert flere skredhendelser i området, og at deler av nedbørfeltet ligger innenfor aktsomhetsområder.

Skredhendelser kan potensielt påvirke vassdraget dersom masser avsettes i elveløpet. Dette kan føre til endringer i bekkeløpets geometri og redusert hydraulisk kapasitet.

Den modellerte strekningen for Langbekken og Loddbekken ligger imidlertid utenfor identifiserte skredområder. På dette grunnlaget vurderes påvirkning fra skred som begrenset for den analyserte strekningen, men det kan ikke utelukkes indirekte effekter ved større hendelser.



Figur 24 viser utklipp fra NVE Atlas som viser skredhendelser og aktsomhetsområder. Kilde: NVE, 2026.

9.5 Områder utenfor flomsone

Også utenfor de kartlagte flomsone kan det oppstå flomrelaterte skader. Dette kan skyldes blant annet økt grunnvannstand under flom, tilbakeslag i avløpssystemet eller at overvannssystemet ikke har tilstrekkelig kapasitet, slik at vann finner nye avrenningsveier.

Forhøyet grunnvannstand kan også medføre vanninntrenging i kjellere, uavhengig av direkte oversvømmelse fra vassdraget.

Slike forhold er ikke inkludert i flomsonekartleggingen. Nærmere vurdering krever mer detaljerte analyser av blant annet grunnforhold og avløpssystem, og ligger utenfor prosjektets rammer.

10 Veiledning for bruk

10.1 Unngå bygging på flomutsatte arealer

Stortinget har forutsatt at sikringsbehovet langs vassdragene ikke skal øke som følge av ny utbygging. Derfor bør ikke flomutsatte områder tas i bruk om det finnes alternative arealer. Krav til sikkerhet mot flom er gitt i byggt teknisk forskrift (TEK17) § 7-2. Hvilke krav som gjelder for de ulike byggverkene og tiltakene, er avhengig av mulige konsekvenser ved en flom. NVEs veileder Sikkerhet mot flom (NVE, 3/2022) beskriver hvordan sikkerhetskravene i TEK17 kan oppfylles i arealplanlegging og byggesaksbehandling.

10.2 Bruk av flomsoner i arealplanlegging og byggesaker

I forbindelse med kommuneplan kan en bruke flomsonene direkte for å identifisere områder som ikke bør bebygges uten nærmere vurdering av faren og mulige tiltak. Flomsonene skal avsettes som hensynssoner på plankartet, jf. pbl §§ 11-8 og 12-6. Ved detaljplanlegging og byggesaksbehandling, må kommunen ta hensyn til at flomsonekartene har begrenset nøyaktighet. En må kontrollere terrenghøyden i felt mot de beregnede vannstandene.

En sikkerhetsmargin bør legges til ved praktisk bruk av vannstandene.

I elvas utløpsområde må en i tillegg vurdere sikkerhet mot stormflo. Det er den vannstanden som er høyest av flom i elva og stormflo, som må legges til grunn ved detaljplanlegging og byggesaksbehandling. Vannstander for stormflo og framtidig havnivå, samt tilhørende kart, finnes på Kartverkets hjemmesider. Veilederen Havnivåstigning og høye vannstander i samfunnsplanlegging (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, 2024) beskriver hvordan man skal ta hensyn til stormflo og havnivåstigning ved planlegging.

10.3 Bruk av flomsoner ved flomvarsling og beredskap

www.varsom.no er kilde til varsler om naturfarer i Norge. NVE har ansvaret for den nasjonale flomvarslingstjenesten som overvåker den hydrologiske tilstanden i vassdrag over hele landet, og vurderer faren for flom for de nærmeste dagene på regionalt nivå (fylkesnivå, ev. en eller flere kommuner). Formålet er å unngå tap av liv og verdier som følge av flom. Et flomvarsel utstedes når beregnet vannføring i en elv eller vannstand i en innsjø tilsier så stor vannføring eller høy vannstand at det kan forårsake oversvømmelser og/eller erosjonsskader. Varslingsnivåene for flom er basert på en antakelse om at store vannføringer som opptrer sjelden forårsaker store skader. NVE bruker gjentakintervall for den beregnede vannføringen til å bestemme varslingsnivået. Varsel på gult nivå er vannføring mellom middelflom (2 til 3-årsflom) og 5-årsflom. Oransje nivå for vannføring mellom 5- og 50 årsflom, og rødt nivå for vannføring større enn en 50-årsflom. Flomsonekart viser hvilke områder som blir oversvømt. Beredskapsmyndighetene bør innarbeide denne informasjonen i sine planer. Kobling mot adresseregistre kan gi lister over berørte eiendommer. På dette grunnlaget vil de beredskapsansvarlige bedre kunne planlegge evakuering, omkjøringsveier, bygging av voller og andre krisetiltak.

11 Referanse

Lovdata. (2008). Plan- og bygningsloven (PBL).

Direktoratet for byggkvalitet (DiBK). (2017). Byggteknisk forskrift (TEK17).

NOU (1996:16). Tiltak mot flom.

Kommunal- og arbeidsdepartementet. (1997). St.meld. nr. 42 (1996–1997): Tiltak mot flom.

NVE. (2001). Flomsonekart – Delprosjekt Melhus.

NVE. (2022). Sikkerhet mot flom.

NVE. (2025a). Veileder for flomberegninger.

NVE. (2025b). Flomberegning for Gaula og sideelver.

NVE. (2026). Karttjenester (NVE Atlas og Iskart).

NVE. (2026). NEVINA – Nedbørfelt–Vannføring–Indeks–Analyse.

Meteorologisk institutt & NVE. (2026). SeNorge / Varsom SeNorge.

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0310 Oslo

Telefon: (+47) 22 95 95 95

<https://www.nve.no>