

Flomsonekart – Delprosjekt Sarpsborg

RAPPORT NR 38 / 2026

SKREVET AV Ole Fjellstad Holt

FLOMSONEKART – DELPROSJEKT SARPSBORG

RAPPORT NR. 38 / 2026

Utgitt av:	Norges vassdrags- og energidirektorat
Forfattere:	Ole Fjellstad Holt
Forsidefoto:	Glengshølen under ekstremværet Hans, 15. aug. 2023. Foto: Simon Oldani/NVE
ISBN:	978-82-410-2588-4
ISSN:	2704-0305
Saksnummer:	202606062

Sammendrag: Det er kartlagt flomsoner for elven Glomma. Det kartlagte området strekker seg fra Finnestad til Sarpefossen i Sarpsborg kommune. Det er utarbeidet flomsonekart for 10-, 20-, 50-, 100-, 200- og 1000-årsflom.

Emneord: Flom, flomsonekartlegging, Sarpsborg, Glomma, Sarpefossen

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

I NVE bruker vi kunstig intelligens til bearbeiding av tekst og analyse av data. Innholdet er kvalitetssikret av forfatteren og NVE står ansvarlig.

Oktober 2026

Innhold

1 Kort om kartleggingen 4

1.1 Rapporten dokumenterer flomsonekartet 4
1.2 Hva er kartlagt, og hva er ikke kartlagt? 4
1.3 Hvorfor kartlegges det nå? 5
1.4 Sikkerhetspåslag 5
1.5 Klimaendringer 5
1.6 Prosjektgjennomføring 5

2 Resultater 6

2.1 Flomsonekart 6
2.2 Kapasiteten på bruene 10
2.3 Endringer fra tidligere kart 11

3 Datagrunnlag 12

3.1 Datagrunnlaget til modellen 12
3.2 Befaring 12

4 Hydraulisk modell 13

4.1 Terrenggrunnlaget og beregningsnettet 13
4.1.1 Terreng utenfor elveløpet 13
4.1.2 Terreng i elveløpet 13
4.1.3 Beregningsnettet 13
4.2 Grensebetingelser 14
4.2.1 Øvre grensebetingelse - flomberegning 14
4.2.2 Nedre grensebetingelse - kapasitetskurve 15
4.3 Ruheter 15
4.4 Broer 16
4.4.1 Nipa bru 16
4.4.2 Opsund bru 17
4.5 Grøte bru 17

5 Kalibrering 18

5.1 Hans (2023) 18
5.2 Vesleofsen (1995) 18
5.3 Resultater fra kalibreringen 18

6 Følsomhetsanalyse og sikkerhetspåslag 21

6.1 Følsomhetsanalyse 21
6.1.1 Vannføring 21
6.1.2 Ruhet 22
6.1.3 Kapasitetskurve 22
6.2 Sikkerhetspåslag 23
6.2.1 Klassifisering av flomberegningen 23
6.2.2 Klassifisering av hydraulisk modell 23
6.2.3 Anbefalt sikkerhetspåslag 24

7 Referanser 25

1 Kort om kartleggingen

1.1 Rapporten dokumenterer flomsonekartet

NVE har oppdatert flomsonekartet for Sarpsborg. Flomsonekartet er hovedproduktet fra kartleggingen, mens denne rapporten presenterer resultatene og dokumenterer metodene og datagrunnlaget som er benyttet.

Flomsonene er tilgjengelige på atlas.nve.no. Veiledning i hvordan flomsonekartene skal leses og brukes, finnes på nve.no.

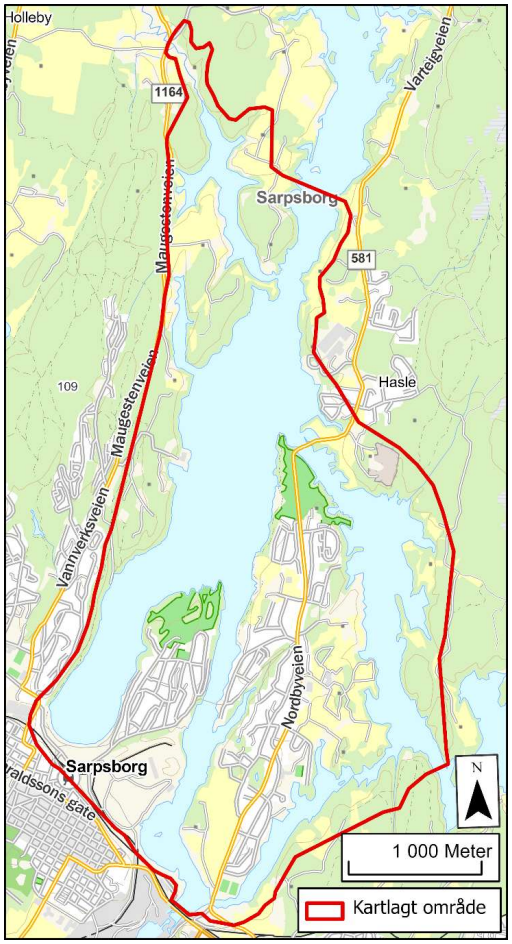
1.2 Hva er kartlagt, og hva er ikke kartlagt?

Det er kartlagt flomsoner for elven Glomma. Det kartlagte området ligger i Sarpsborg kommune og strekker seg fra Finnestad og ned til Sarpefossen. På denne strekningen deler elven seg i to løp rundt Hafslundøy. Hovedløpet går vest for øya, mens på østsiden går det et mindre løp, Nipa. De to løpene møtes like oppstrøms Sarpefossen. Det kartlagte området er vist i figur 1.

Det er utarbeidet flomsoner for gjentaksintervallene 10-, 20-, 50-, 100-, 200- og 1000-årsflom

Flere bekker renner ut i Glomma på den kartlagte strekningen. Det utarbeides ikke flomsoner for disse. Dette inkluderer Nipa, vest for Nord-Tangen. De utarbeidende flomsonene gir derfor ingen informasjon om flomfare som følge av flom i sidebekkene.

Det er flom som følge av høy vannføring som kartlegges i prosjektet. Andre vassdragsrelaterte faremomenter som erosjon er ikke analysert.



Figur 1: viser det flomsonekartlagte området

1.3 Hvorfor kartlegges det nå?

Flomsonekartlegging utføres ved bruk av hydraulisk modelleringsverktøy, med grunnlagsdata som flomberegning, terrengdata, bunnkartlegging og kalibreringsdata. Både modelleringsverktøy og grunnlagsdata endres over tid. De flomsonekartene som er ferdig kartlagt, har derfor størst pålitelighet i starten når kartet er nytt. Dette er bakgrunnen for at NVE, i sin veileder «Sikkerhet mot flom» (NVE, 2022), beskriver at et flomsonekart som er eldre enn 15 år bør kontrolleres av en fagkyndig. NVE utarbeidet i 2006 et flomsonekart for Sarpsborg (NVE, 2006). Siden den gang har datagrunnlaget både endret seg og blitt supplert med mer detaljerte data. Dette har ført til et behov for å utarbeide et nytt kart som i større grad representerer forholdene i elva. På bakgrunn av dette har NVE nå laget et nytt flomsonekart, som presenteres i denne rapporten.
NVE har en plan som viser når flomsonekartlene planlegges oppdatert.

1.4 Sikkerhetspåslag

Det vil alltid være usikkerhet i både den hydrauliske modellen og i flomberegningen. Derfor anbefaler vi å legge til et sikkerhetspåslag på de beregnede flomvannstandene. For dette flomsonekartet er det anbefalt et sikkerhetspåslag på 60 cm.

1.5 Klimaendringer

Generelt er det forventet at ekstremnedbør og regnflommer kommer til å øke i hele landet, mens snøsmelteflommer i de større vassdragene vil minske i de fleste tilfellene. Resultatet av dette er økte flomstørrelser i alle vassdrag på Vestlandet, langs kysten og i små bratte vassdrag i hele landet. Også sideelver i små, bratte nedbørsfelt vil få økt flomstørrelse, selv om flomfaren i hovedelva blir redusert. I store vassdrag på Østlandet, i innlandet i Midt-Norge, Troms og Finnmark forventes en reduksjon eller liten endring. I elvenes munningsområder forventes havnivåstigning å føre til høyere vannstander.

Effekt av klimaendringer på flom er kategorisert i tre nivåer: 0, 20 og 40 %. For Glomma på den kartlagte strekningen anbefales et klimapåslag på 0% på flomvannføringene (NVE, 2016). Grunnet anbefalt klimapåslag på 0 % er det ikke utarbeidet klimajusterte flomsoner.

1.6 Prosjektgjennomføring

Flomsonekartleggingsprosjektet har blitt ledet av NVE. I 2024 ble elvebunnkartlegging av elven utlyst, denne ble tildelt Field Geospatial AS, som fullførte kartleggingen i 2026. Flomberegningen for vassdraget ble oppdatert av Sunniva Nordeide i NVE i 2026. Selve flomsonekartleggingen ble utført i 2026 av Ole Fjellstad Holt, som også har ledet prosjektet. Torsten Starkloff utførte kvalitetssikringen av flomsonekartleggingen.

2 Resultater

2.1 Flomsonekart

Flomsonekartene viser flomutbredelsen ved ulike gjentaksintervaller, basert på de høyeste beregnede vannstandene. Flomsonene er fremstilt som flater (polygoner) som angir hvilke arealer som oversvømmes.

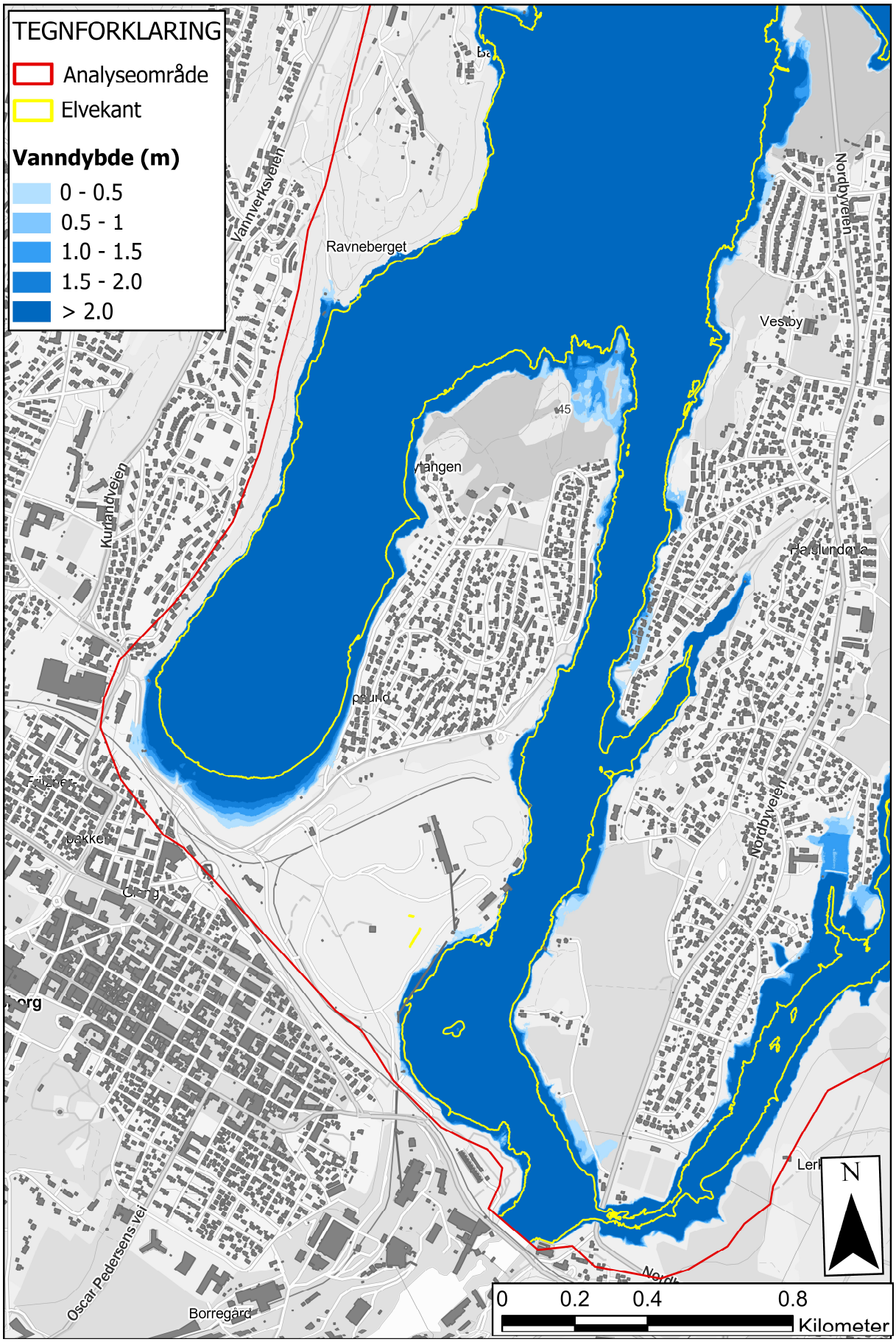
Resultatene viser at relativt få bygninger er utsatt for oversvømmelse ved en 200-årsflom. Ett område skiller seg imidlertid ut som særlig flomutsatt. Dette ligger oppstrøms Opsund bru, hvor flere bygninger langs veien Svingen berøres av flom, som vist i figur 2. Beregningene viser at flere boliger i dette området også rammes ved en 100-årsflom.



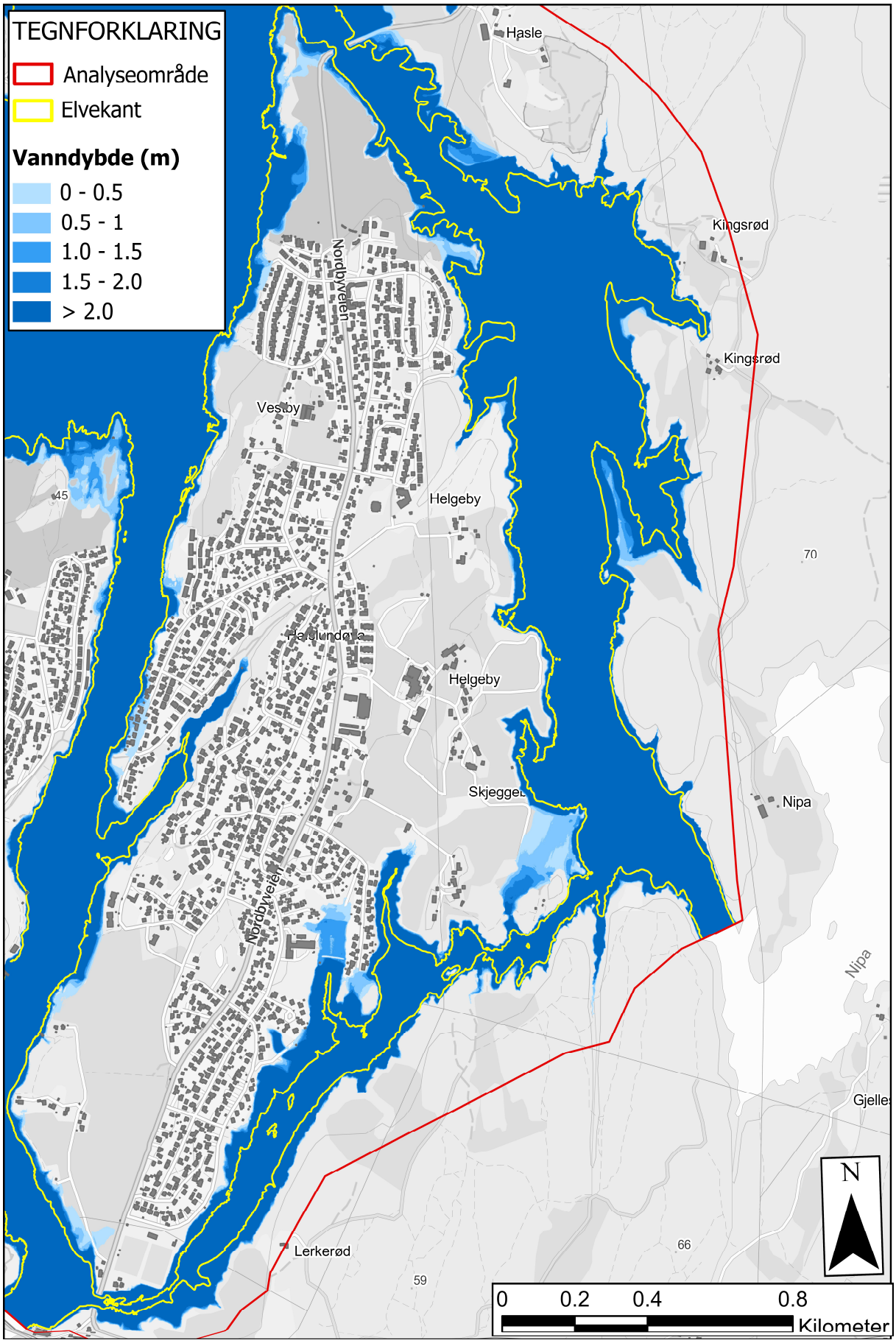
Figur 2: Flomutbredelse ved en 200-årsflom i området rett oppstrøms Opsund bru.

Ved de lavere gjentaksintervallene, 10-, 20- og 50-årsflom, er det få eller ingen bygninger som berøres av flom.

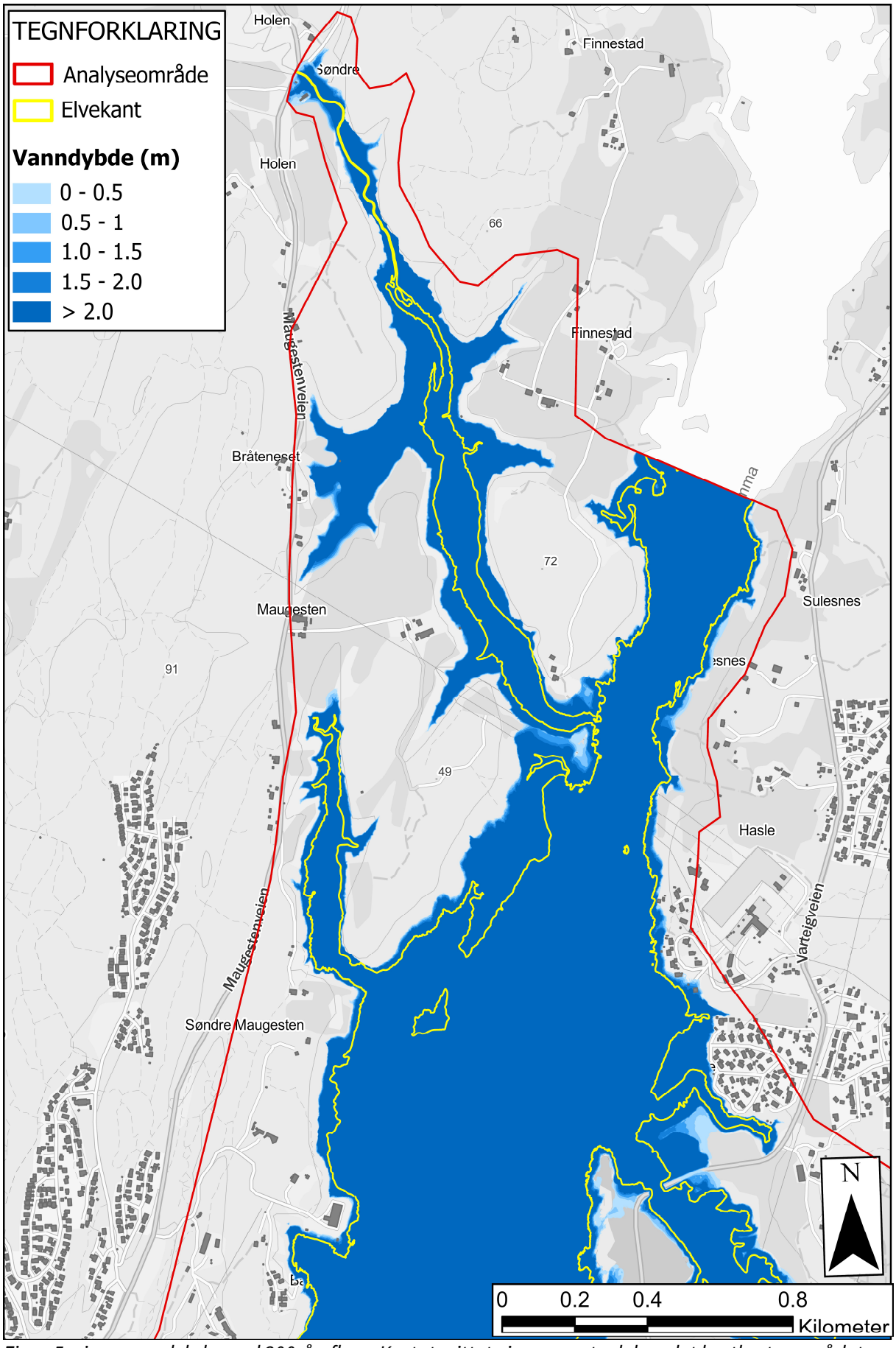
Figur 3 - 5 viser beregnet flomutbredelse og vanndybde ved en 200-årsflom for det kartlagte området.



Figur 3: Vanndybder ved 200-årsflom. Kartutsnittet viser Glengshølen og nedre del av hovedløpet.



Figur 4: viser vanndybder ved 200-årsflom. Kartutsnittet viser det østlige løpet via Nipa.



Figur 5: viser vanndybder ved 200-årsflom. Kartutsnittet viser øverste del av det kartlagte området.

2.2 Kapasiteten på bruene

Dersom bruer langs et vassdrag har for lav kapasitet, kan dette føre til oppstuing og økte oversvømmelser under flom. Lave lysåpninger gjør også bruene sårbare for tilstopping, noe som kan gi større oversvømmelser enn det som er beregnet. Tabell 1 viser kapasiteten til broene på den kartlagte strekningen.

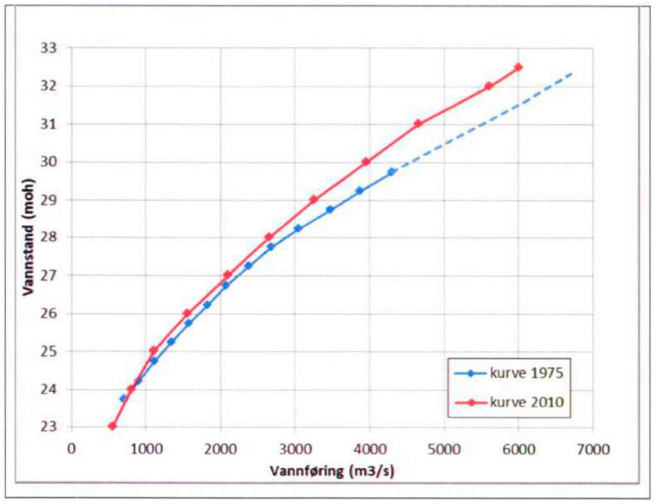
Tabell 1: viser bruenes underkant og beregnet vannstand rett oppstrøms bruene for ulike gjentaksintervall. Tabellen gir en indikasjon på hvilke bruer som har tilstrekkelig kapasitet for ulike flomhendelser. Rød farge indikerer at underkanten av brudekket ligger lavere enn simulert vannstand. Gul farge indikerer at deler av brudekket ligger lavere enn simulert vannstand. Grønn farge indikerer at simulert vannstand ligger under underkanten av brudekket.

Bru	Underkant bru (moh.)	10-årsflom (moh.)	20-årsflom (moh.)	50-årsflom (moh.)	100-årsflom (moh.)	200-årsflom (moh.)	1000-årsflom (moh.)
Nipa bru	30,27	28,44	28,93	29,52	29,96	30,40	31,40
Opsund bru	30,56 – 33,23	28,31	28,79	29,37	29,81	30,23	31,17
Grøte bru	30,20 – 30,37	27,67	28,17	28,78	29,24	29,69	30,80

2.3 Endringer fra tidligere kart

Det nye flomsonekartet bygger på et betydelig forbedret datagrunnlag sammenlignet med det tidligere kartet fra 2006. Terrengmodellen er mer detaljert, hvor datagrunnlaget for elvebunnen er vesentlig forbedret. Flomberegningen er også oppdatert, noe som har gitt noe endrede dimensjonerende vannføringer, for eksempel har 200-årsflomvannføringen økt med 2%. I tillegg er det benyttet en mer detaljert modelleringsmetodikk enn ved utarbeidelsen av det tidligere kartet.

En annen vesentlig endring er kapasitetskurven som er benyttet for Sarpefossen. I kartleggingen fra 2006 ble det benyttet en kapasitetskurve fra 1975, mens den nye kartleggingen bygger på en kurve utarbeidet i 2010. Begge kurvene er utarbeidet ved NTNU. Kapasitetskurven fra 2010 gir høyere vannstander enn kurven fra 1975 ved samme vannføring. En sammenligning av kurvene er vist i figur 6.



Figur 6: Eksempel på forskjeller mellom kapasitetskurvene fra 1975 og 2010. Merk at kurvene ikke gjenspeiler de faktiske forutsetningene om kraftverksdrift som er lagt til grunn i de respektive flomsonekartleggingene (Norconsult AS, 2012).

Det er også gjort endringer i forutsetningene om kraftverksdrift. I kartleggingen fra 2006 ble det lagt til grunn at Sarp kraftverk ikke var i drift, mens det i den nye kartleggingen er forutsatt at kraftverket er i drift. Dette bidrar isolert sett til lavere vannstander ved de dimensjonerende vannføringene.

Tabell 2 sammenligner vannstandene til det nye kartet og kartet fra 2006. Resultatene viser at vannstandene til det nye kartet ligger rundt 20 cm lavere enn det tidligere kartet. Merk at for det nye kartet varierer vannstanden over hvert tverrprofil.

Tabell 2: Sammenligning av beregnede vannstander for 200-årsflommen ved tverrprofilene fra NVE (2006). I den nye kartleggingen kan vannstanden variere langs den enkelte tverrprofilen.

Profil nr. fra 2006-rapport	Flomsonekart 2006 (moh.)	Flomsonekart 2026 (moh.)
6 (Ulvetangen – Saltskjær))	30,64	30,47
5 (Gåsemoa - Hasle)	30,64	30,47
4 (Baterød)	30,63	30,47
3 (Opsund N.tupp–Hafslundøy)	30,56	30,39
2 (Huken)	30,29	30,02
1	29,92	29,51
0 (Vannmerke Sarpefossen)	28,98	28,97

3 Datagrunnlag

En flomsonekartlegging bygger på et omfattende datagrunnlag fra ulike kilder. Eksisterende data innhentes fra ulike aktører, og nye data bestilles i forkant av kartleggingen. For denne kartleggingen ble flomberegningen og deler av bunnkartleggingen bestilt på forhånd. Datagrunnlaget suppleres ved behov med oppmåling under befaring.

3.1 Datagrunnlaget til modellen

Tabell 3: datagrunnlaget benyttet i den hydrauliske modellen.

Type data	Kilde	Navn på datasett
DTM	Høydedata.no	«Viken laser – Østfold 5 pkt del1 2022», «Viken laser – Østfold 5 pkt del2 2022» og «Viken laser – Østfold 5 pkt del3 2022»
Elvebunnsdata	NVE	«ALB Nedre Glomma 2025»
	NVE	«Oppmåling i felt»
Arealtypekart	SCALGO Live	Landcover
Flomberegning	NVE rapport 24/2026	
Kapasitetskurve Sarpefossen	Guttormsen og Belete (2014)	
Brutegninger	Sarpsborg kommune	
	Statens vegvesens «Brutus»	
	NVE	«Oppmåling i felt
Kalibreringsdata	Norgeibilder.no	«Nedre Glomma øst – Viken flom 2023»
	NVE rapport 7/2006	

3.2 Befaring

En befaring av området ble gjennomført 10. og 11. juni 2026. Befaringen ble utført av Ole Fjellstad Holt, Amund Frogner Borge og Torsten Starkloff. Under befaringen ble problematiske steder befart, samt ble broer og kalibreringspunkter oppmålt. Det ble også utført enkel bunnkartlegging via ekkolodd.

4 Hydraulisk modell

Flomsonene blir utarbeidet via en hydraulisk modell. Modellen benytter grunnlagsdata som vannføringsdata og terrengdata, og beregner flomvannstander for ulike vannføringer. Modellen kalibreres deretter mot historiske flommer.

Det er satt opp en hydraulisk modell i programmet HEC-RAS, versjon 7.0.1. Modellen er to-dimensjonal og baserer seg på detaljerte terrengdata. Til sammenligning ble det benyttet en en-dimensjonal modell basert på tverrprofiler når det tidligere flomsonekartet ble laget i 2006. Den nye modellen benytter ligningssettet «SWE-ELM».

4.1 Terrenggrunnlaget og beregningsnettet

4.1.1 Terreng utenfor elveløpet

Datasettene «Viken laser – Østfold 5 pkt del1 2022», «Viken laser – Østfold 5 pkt del2 2022» og «Viken laser – Østfold 5 pkt del3 2022» er benyttet for å konstruere terrenget utenfor elveløpet. For datasettene var det ulik vannstand ved billedtaking, og de er satt sammen hvor lav vannstand prioriteres. Datasettet er lastet ned med en oppløsning på 0,5 m x 0,5 m og er en digital terrengmodell (DTM). Siden en DTM ikke inkluderer bygninger må disse legges inn i modellen. I stedet for å heve terrenget i bygningsavtrykkene er det valgt å øke ruheten her i stedet. Dette er gjort for å unngå «hull» i flomsonekartet.

4.1.2 Terreng i elveløpet

Terrenggrunnlaget for elveløpet er hovedsakelig basert på kartlegging utført av Field Geospatial AS med underleverandør i 2025 og 2026, og av Styvehavn AS i 2023. Kartleggingene er utført med multistråleekkolodd (MBES). Datasettet er lastet ned med en oppløsning på 0,5 × 0,5 m.

Store deler av elveløpet er ikke dekt av kartleggingene omtalt ovenfor. NVE har derfor gjennomført supplerende oppmålinger med ekkolodd. Resultatene er benyttet til å justere terrenggrunnlaget i områder som ikke er dekt av kartleggingene til Field Geospatial AS og Styvehavn AS.

4.1.3 Beregningsnettet

Modellen er bygd opp med et rektangulært beregningsnett orientert i nord–sør-retning. I elveløpet er cellene i hovedsak orientert langs strømningsretningen, med unntak av området der elveleiet er svært bredt. Cellestørrelsen er hovedsakelig 5 × 5 m, men i den smaleste delen av Nipa er det benyttet et finere beregningsnett med celler på 3 × 3 m. Bruddlinjer er lagt inn for å tilpasse beregningsnettet slik at det bedre representerer strømningsforholdene.

4.2 Grensebetingelser

Vann tilføres modellen gjennom én øvre grensebetingelse av typen «strømningshydrograf», plassert ved Finnestad.

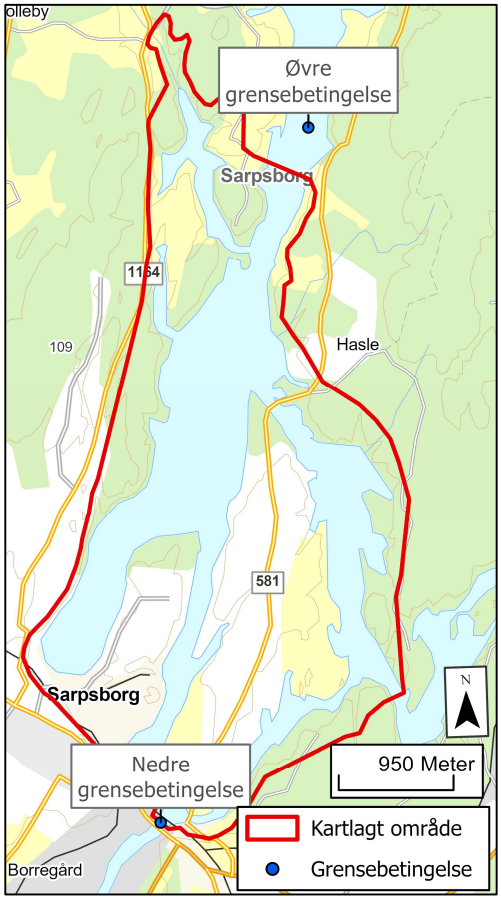
Sarpefossen ligger i nedstrøms ende av kartleggingsområdet og utgjør modellens nedre grensebetingelse. Her holdes vannstanden konstant ved bruk av grensebetingelsen «konstant vannhøyde».

Grensebetingelsenes plassering er vist i figur 7.

4.2.1 Øvre grensebetingelse - flomberegning

En flomberegning er en statistisk analyse som estimerer hvor store flommer man kan forvente i et gitt vassdrag, og gir vannføringsverdier for ulike gjentaksintervall.

I 2026 utførte NVE (2026) en flomberegning for den kartlagte elvestrekningen. Vannføringene som er benyttet i denne flomsonekartleggingen er hentet fra denne flomberegningsrapporten. Vann føres inn i modellen på ett sted, ved Finnestad. Tabell 4 viser de dimensjonerende vannføringene.



Figur 7: Figuren viser plasseringen til grensebetingelsene benyttet i den hydrauliske modellen.

Det tidligere flomsonekartet fra 2006 baserte seg på flomberegningen: NVE rapport 15/2002 (NVE, 2002). Verdiene i den nye flomrapporten skiller seg noe fra verdiene i rapporten fra 2002. 50-årsflommen er uendret, mens lavere gjentaksintervall har lavere vannføring i 2026-rapporten. For gjentaksintervall over 50 år er derimot vannføringene høyere i 2026-rapporten. For 200-årsflommen har vannføringen økt med tilnærmet 2 %.

Anbefalt klimapåslag på vannføringene i elven er 0 %. Det er derfor ikke beregnet klimajusterte flomsoner.

Tabell 4 gir en oversikt over vannmengden som tilføres modellen.

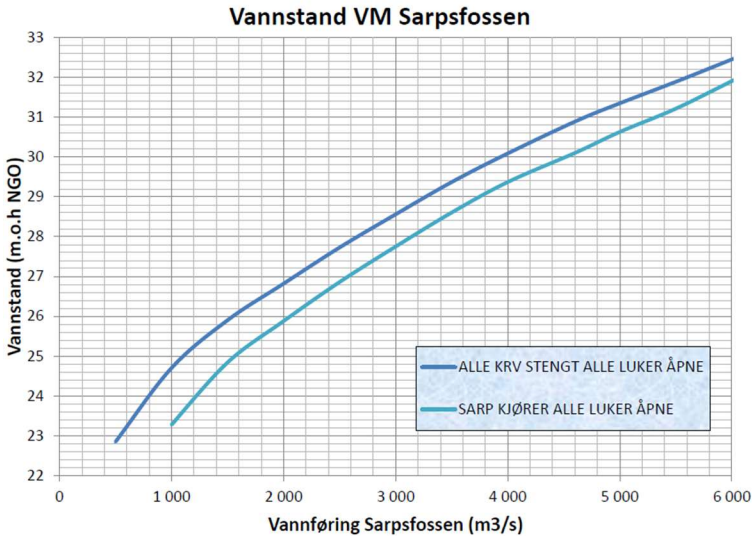
Lokasjon	Q10 (m^3/s)	Q20 (m^3/s)	Q50 (m^3/s)	Q100 (m^3/s)	Q200 (m^3/s)	Q1000 (m^3/s)
Finnestad	2580	2835	3160	3405	3640	4230

4.2.2 Nedre grensebetingelse - kapasitetskurve

Modellens nedre grensebetingelse er plassert ved Sarpefossen, der vannstanden holdes konstant for hvert gjentaksintervall. Vannstandene er bestemt ut fra dammens kapasitetskurve, utarbeidet av Guttormsen og Belete (2014) ved Vassdragslaboratoriet ved NTNU.

Kapasitetskurven som er benyttet, forutsetter at alle luker er åpne, og at Sarp kraftverk er i drift. Kraftverket har en slukeevne på 425 m^3/s. I den tidligere flomsonekartleggingen ble det lagt til grunn at kraftverket ikke var i drift. Denne forutsetningen er vurdert som for konservativ i den foreliggende kartleggingen.

Figur 8 viser kapasitetskurvene med og uten Sarp kraftverk i drift. Vannstandene som er benyttet som nedre grensebetingelse for de ulike gjentaksintervallene, er oppgitt i tabell 5.



Figur 8: Kapasitetskurver for Sarpefossen med og uten Sarp kraftverk i drift (Guttormsen & Belete, 2014).

Tabell 5: Vannstander ved modellens nedre grensebetingelse, avlest fra kapasitetskurven.

Gjentaksintervall (år)		10	20	50	100	200	1000
Vannstandshøyde (moh.)		27,13	27,60	28,15	28,57	28,97	29,79

4.3 Ruheter

For å tildele ruhetsverdier i modellen er arealkartet til SCALGO Live benyttet. Ruhetsverdiene for de de ulike arealklassene er basert på verdier i Fergus et. al. (2010) og MSB (2014), og er vist i tabell 6. Bygninger er i modellen inkludert ved å øke ruhetsverdi i bygningsavtrykket. Ruhetsverdien er satt til et Mannings M-tall på 0,01, som i praksis gir ingen gjennomstrømning gjennom bygningene. Ruhetsverdiene til vassdraget er presentert i delkapittel 5.3.

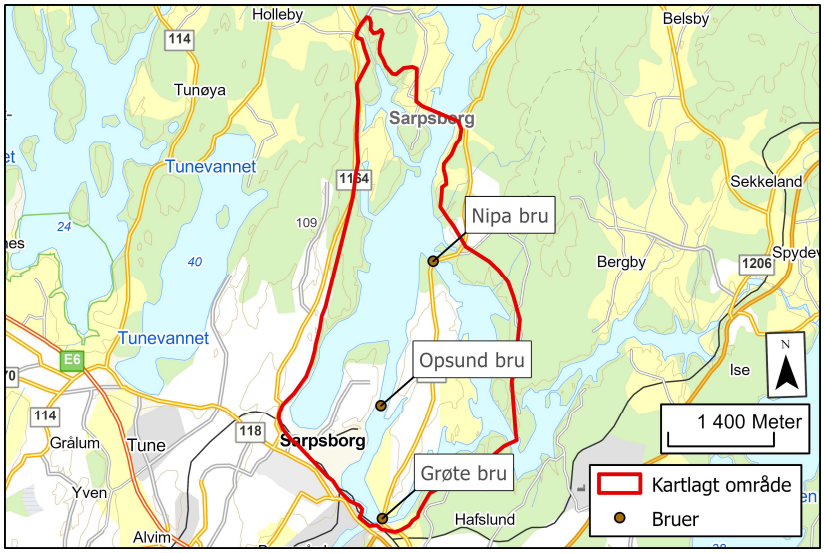
Tabell 6: viser valgte ruhetskoeffisienter for de ulike arealtypene.

Arealtype	Mannings n ($s/m^{1/3}$)	Kilde:
Dekket veg	0,02	MSB (2014)
Dekket område	0,02	MSB (2014)
Jord	0,03	Fergus et. al. (2010)

Tykk vegetasjon	0,14	Fergus et. al. (2010)
Tynn vegetasjon	0,034	Fergus et. al. (2010)
Fjell	0,04	Fergus et. al. (2010)
Udekket veg	0,02	MSB (2014)
Åker	0,03	Fergus et. al. (2010)
Jernbane	0,02	
Bygninger	100	

4.4 Broer

På strekningen er det tre broer som krysser elveløpet, disse er lagt inn i modellen. Informasjon om broene er hentet fra brotegninger og oppmåling i felt. Figur 9 viser plasseringen til broene. De tre broene er vist i de påfølgende delkapitlene.



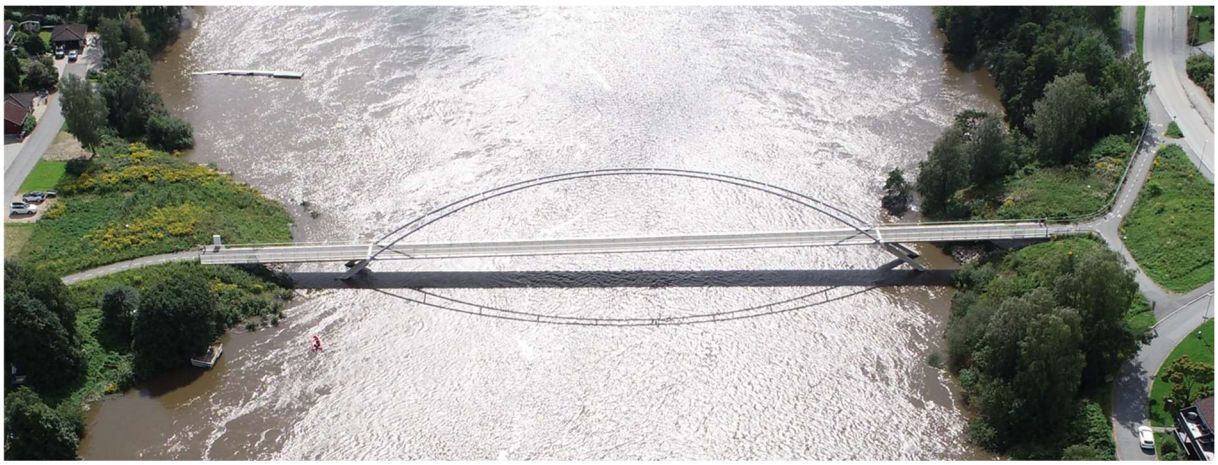
Figur 9: Figuren viser broene som krysser elven i det kartlagte området.

4.4.1 Nipa bru



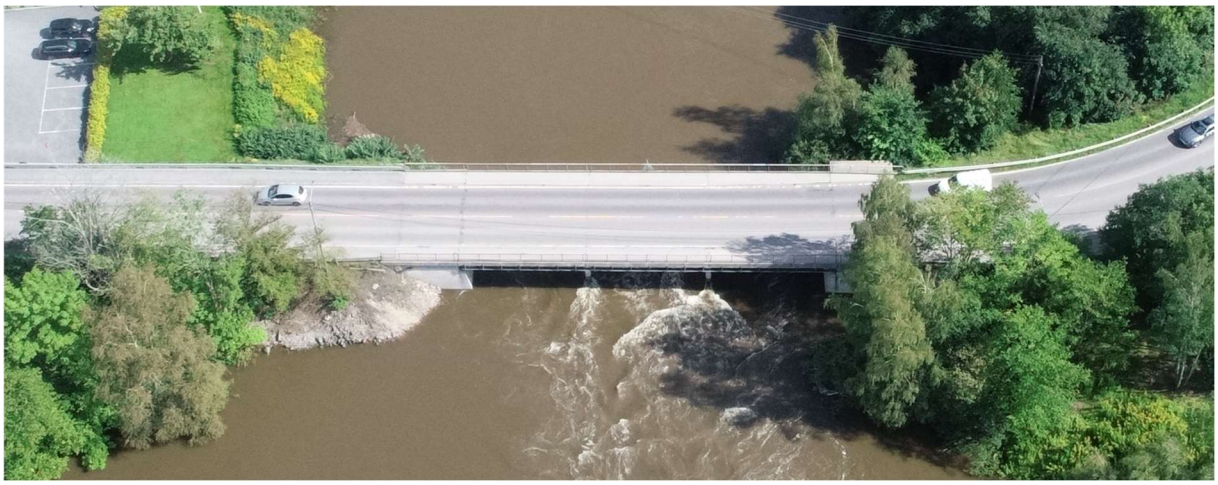
Figur 10: Viser Nipa bru. Foto: Ole Fjellstad Holt/2026

4.4.2 Opsund bru



Figur 11: viser Opsund bru under Hans. Foto: Simon Oldani

4.5 Grøte bru



Figur 12: viser Grøte bru under Hans. Foto: Simon Oldani



Figur 13: viser Grøte bru. Foto: Ole Fjellstad Holt/2026

5 Kalibrering

En hydraulisk modell bør kalibreres mot en eller flere flommer i vassdraget for å sikre at den korrekt gjenspeiler forholdene i elva. Under kalibreringen brukes verdier for vannstand og vannføring som kobles til samme tidspunkt. Modellen kjøres med vannføring lik den som ble målt under flommen, og kalibreres slik at de simulerte vannstandene samsvarer i størst mulig grad med de observerte vannstandene.

De to største flommene i nedre Glomma etter 1960-tallet er flommene i 1995 (Vesleofsen) og 2023 (Hans). For begge disse flommene ble det registret vannstandsobservasjoner.

5.1 Hans (2023)

Under Hans ble det gjennomført flyfotografering av flommen i det kartlagte området. Flybildene er tilgjengelige via norgeibilder.no under kartlaget «Nedre Glomma øst – Viken flom 2023». Flybildene er av høy kvalitet, noe som gjør det mulig å fastsette vannstanden relativt nøyaktig på flere lokasjoner. Dette er gjort ved å knytte bildene opp mot terrengdata og/eller oppmåling i felt. De observerte vannstandene er vist i tabell 8.

Kartlaget fra norgeibilder.no består av bilder tatt på ulike tidspunkt. For lokasjonen benyttet i kalibreringen er bildene tatt rundt klokken 0900, 15. august. For å kalibrere modellen er det nødvendig å benytte vannføringer lik det som forekom på tidspunktet for vannstandsobservasjonene. Vannføringen som er benyttet i kalibreringen er basert på en døgnverdiserie mottatt fra Hafslund, der vannføringen gjennom Sarpefossen er beregnet med utgangspunkt i målinger ved Solbergfoss. Vannstand for nedre grensebetingelse er hentet fra målestasjon på samme lokasjon. Vannføringen i elva og ved den nedre grensebetingelsen er vist i tabell 7.

Vannføringen da flybildene ble tatt under Hans tilsvarte omtrent en 10-årsflom i det kartlagte området.

Tabell 7: Vannføringer og vannstand benyttet ved kalibrering av Hans-flommen.

Tidspunkt og dato	Vannføring (m^3/s)	Vannstand ved nedre grensebetingelse (moh.)
Kl. 09:00, 15. aug.	2669	27,03

5.2 Vesleofsen (1995)

Vannstandsobservasjonene fra 1995-flommen er hentet fra den tidligere flomsonekartrapporten, NVE rapport 7/2006. Rapporten oppgir fem vannstandsobservasjoner, gjengitt i tabell 9. Vannføringen på observasjonstidspunktet var på 3280 m^3/s (NVE, 2006). Dette tilsvarer en flom med et gjentaksintervall på mellom en 50 og 100 år. Den nederste vannstandsobservasjonen er benyttet som nedre grensebetingelse i modellen og inngår derfor ikke som et kalibreringspunkt.

5.3 Resultater fra kalibreringen

Kalibreringen er hovedsakelig basert på Hans-flommen, ettersom dette er en nyere hendelse og datagrunnlaget vurderes som mindre usikkert enn for Vesleofsen. Kalibreringen resulterte i en Manning´s n-verdi på 0,039 og 0,029 for elveløpet. Nedstrøms Hukelund og i Nipa er det benyttet en ruhet på 0,029, de resterende delene har en ruhet på 0,039. Tabell 8 og 9 viser observerte og modellerte vannstander og avvikene mellom disse.

For Hans-flommen er det relativt godt samsvar mellom observerte og modellerte vannstander. Avvikene ligger innenfor ± 24 cm. De største negative avvikene forekommer i øvre del av modellen, mens de modellerte vannstandene i nedre del ligger noe høyere enn de observerte. Ytterligere justering av ruhetsverdiene kunne redusert avvikene, men på grunn av usikkerheter i datagrunnlaget er det valgt å ikke justere ruhetsverdiene ytterligere. Usikkerhetene gjelder både vannføringen, som er basert på målinger ved Solbergfoss, og de observerte vannstandene, som er funnet via flybilder.

For Vesleofsen er det generelt godt samsvar mellom observerte og modellerte vannstander. Det største avviket er på 16 cm. Det er imidlertid usikkerhet knyttet til den nøyaktige plasseringen av vannstandsobservasjonene i de aktuelle profilene. For flere av profilene er det betydelig variasjon i vannstanden over profilet, noe som utgjør en usikkerhet i sammenligningen mellom observerte og modellerte vannstander.

Tabell 8: Sammenligning av modellert og observert vannstand for Hans-flommen etter kalibrering.

Strekning	Stedsnavn	Koord.	Observert vannstand (moh.)	Modellert vannstand (moh.)	Avvik (m)
Hovedløp før utvidelse	Finnestad	E622392, N6578333	28,5	28,53	0,03
	Høyspentlinjer vest	E622250, N6577459	28,75	28,51	-0,24
Glengshølen til Hasle	Øya Goldpark vest	E622300, N6575965	28,59	28,5	-0,09
	Tjueklo	E620996, N6575338	28,61	28,5	-0,11
	Glengshølen parkeringsplass	E620592, N6574067	28,58	28,5	-0,08
Hovedløp etter innsnevring	Oppsundveien nord	E621768, N6574818	28,44	28,34	-0,1
	Oppsundveien	E621551, N6574194	28,46	28,32	-0,14
	Ukjent2	E621368, N6573630	27,66	27,89	0,23
	Ukjent1	E621212, N6573490	27,75	27,89	0,14
	St. Maries Gate	E621378, N6573121	27,67	27,88	0,21
Nipa	Nedstrøms Nipa bru	E622550, N6576317	28,37	28,43	0,06
	Øya golfpark øst	E622504, N6576042	28,34	28,43	0,09
	Trindborg	E622870, N6575143	28,19	28,43	0,24
	Forballbane HIF	E621880, N6572917	27,66	27,84	0,18

Tabell 9: Sammenligning av modellert og observert vannstand for Vesleofsen etter kalibrering. Se NVE (2006) for profilplassering.

Stedsnavn	Observert vannstand (moh.)	Modellert vannstand (moh.)	Avvik (m)
Profil 0	28,01		
Profil 1	28,55	28,54	-0,01
Profil 2	29,06	29,13	0,07
Profil 3	29,34	29,5	0,16
Profil 4	29,52	29,59	0,07

6 Følsomhetsanalyse og sikkerhetspåslag

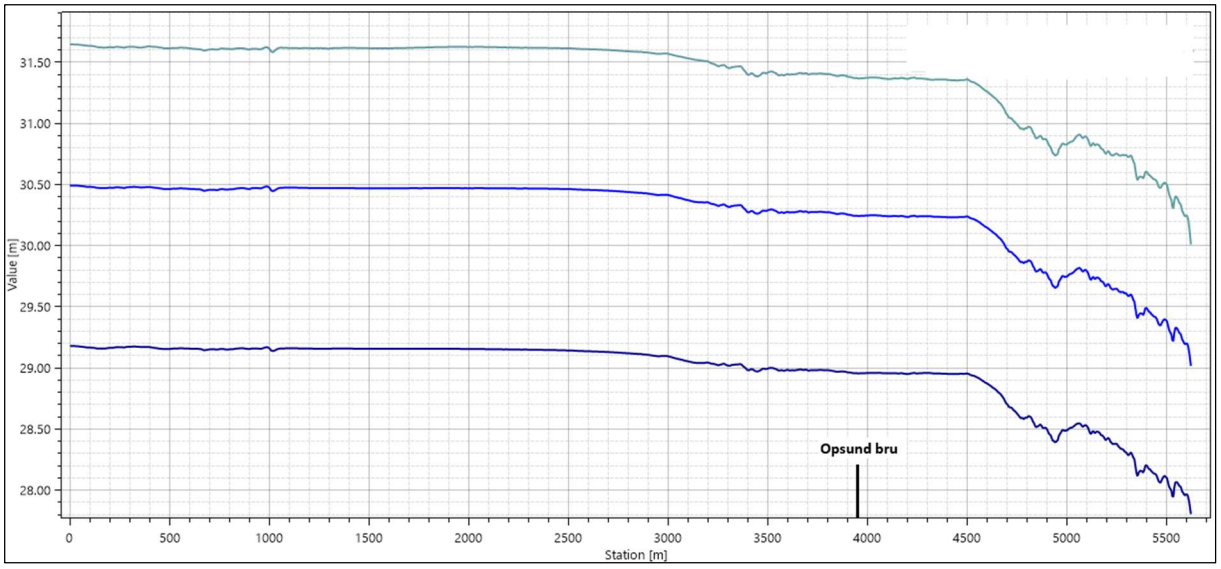
6.1 Følsomhetsanalyse

Det finnes flere ulike metoder for å estimere sensitiviteten til en modell. Ved å justere ulike variabler og sammenligne resultatene, får man et robust bilde på sensitiviteten. For denne modellen er det utført en følsomhetsanalyse på vannføringen, ruheten til elvebunnen og benyttet kapasitetskurve. Følsomhetsanalysen fokuserer på hovedløpet i Glomma, det vil si at den tar ikke høyde for det østlige løpet via Nipa. Effekten av vannføringsendring er derimot undersøkt i Nipa.

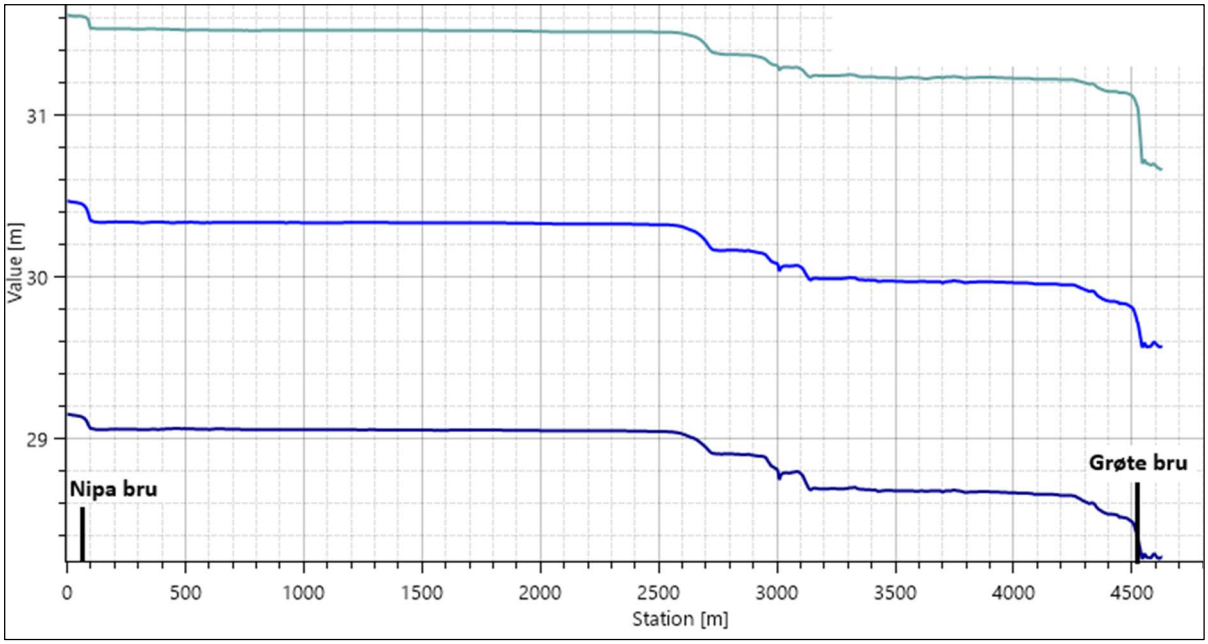
6.1.1 Vannføring

Følsomhetsanalysen for vannføring er utført på 200-årsflom. For hovedløpet medfører en økning i vannføringen på 20 % en gjennomsnittlig vannstandsheving på 113 cm langs elveprofilet. Endringen er relativt lik langs hele elvestrekningen. En reduksjon av vannføringen på 20 % fører til at vannstanden i gjennomsnitt synker med 130 cm. Figur 14 viser hvordan vannstanden endrer seg i hovedløpet når vannføringen økes og reduseres med 20 %, figur 15 viser tilsvarende for sideløpet Nipa.

I figur 14 ligger profilene fra kartleggingen i 2006 ved følgende løpemeter: profil 0 ved 5625 m, profil 1 ved 5425 m, profil 2 ved 4700 m, profil 3 ved 3050 m, profil 4 ved 2000 m, profil 5 ved 1250 m og profil 6 ved 900 m.



Figur 14: Følsomhetsanalyse for hovedløpet ved justeringen av vannføring med +/- 20 %. Den midterste linjen viser beregnet 200-årsflom, den øverste linjen viser 200-årsflom med 20% økt vannføring, og den nederste linjen viser 200-årsflom med 20 % redusert vannføring. Y-aksen viser vannstand i moh., x-aksen viser antall meter nedstrøms fra øvre grense av det kartlagte området.



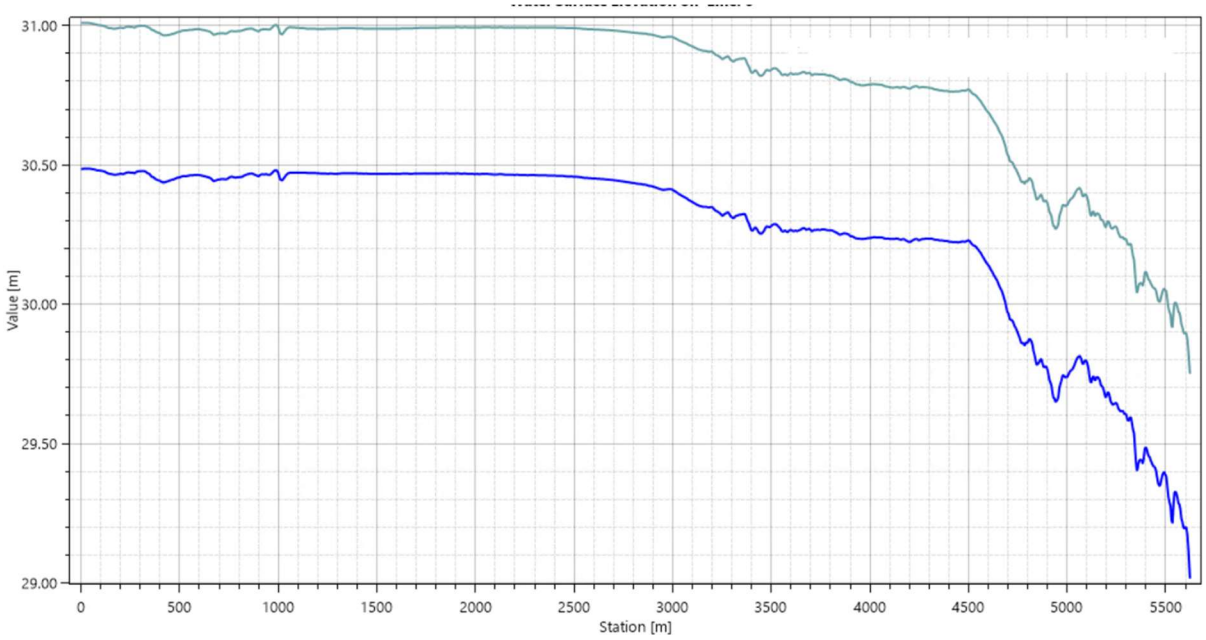
Figur 15: viser følsomhetsanalysen for Nipa ved justeringen av vannføring med +/- 20 %. Den midterste linjen viser beregnet 200-årsflom, den øverste linjen viser 200-årsflom med 20 % økt vannføring, og den nederste linjen viser 200-årsflom med 20 % redusert vannføring.

6.1.2 Ruhet

Følsomhetsanalysen på ruheten er også gjennomført på 200-årsflommen. En økning av ruheten på 20 % medfører en gjennomsnittlig endring i vannstanden på 9 cm, men en reduksjon på 20 % senker vannstanden med i snitt med 9 cm. Endringen er størst i de øvre delene, mens det er tilnærmet ingen endring i områdene rett oppstrøms Sarpefossen.

6.1.3 Kapasitetskurve

Flomsonekartene er utarbeidet med en kapasitetskurve som forutsetter at Sarp kraftverk er i drift. For å undersøke betydningen av denne forutsetningen er det utført en følsomhetsanalyse av vannstandene i hovedløpet med og uten kraftverket i drift. For 200-årsflommen viser analysen at vannstanden i gjennomsnitt er 55 cm høyere når kraftverket ikke er i drift. Figur 16 viser beregnede vannstander for 200-årsflommen med og uten Sarp kraftverk i drift.



Figur 16: Beregnede vannstander for 200-årsflommen med og uten Sarp kraftverk i drift. Den nederste kurven viser vannstander med kraftverket i drift, mens den øverste viser vannstander uten drift.

Ved flom vil det bli forsøkt å opprettholde driften av Sarp kraftverk. Det kan likevel oppstå hendelser som fører til driftsstans, og sannsynligheten for dette øker med økende vannføring. Under Vesleofsen var kraftverket i drift gjennom hele flomhendelsen. En 1000-årsflom vil ha vesentlig høyere vannføring enn under Vesleofsen, og det foreligger derfor ikke driftserfaring fra tilsvarende vannføringer.

Beregningene viser at vannstanden ved en 1000-årsflom i gjennomsnitt er 56 cm høyere i det kartlagte området dersom Sarp kraftverk ikke er i drift. Usikkerheten knyttet til kraftverkets drift inngår i vurderingen av anbefalt sikkerhetspåslag.

6.2 Sikkerhetspåslag

I henhold til kap. 10.3 i NVEs veileder 3/2022 (NVE, 2022) er det gjennomført en analyse for å finne anbefalt sikkerhetspåslag. For å finne sikkerhetspåslaget må både den hydrauliske modellen og flomberegningen klassifiseres.

6.2.1 Klassifisering av flomberegningen

Flomberegningen er klassifisert i klasse 1 (NVE, 2026).

6.2.2 Klassifisering av hydraulisk modell

Klassifiseringen av den hydrauliske modellen er basert på tabell 10-1 i NVE veileder 3/2022. Modellen er kalibrert mot flommen Hans i 2023. På tidspunktet for vannstandsobservasjonene tilsvarte vannføringen omtrent en 10-årsflom, noe som etter tabell 10-1 tilsier klasse C.

Modellen er også sammenlignet med vannstandsobservasjoner fra Vesleofsen, da vannføringen på observasjonstidspunktet tilsvarte en flom med gjentaksintervall mellom 50 og 100 år. Sammenligningen viste små avvik mellom beregnede og observerte vannstander, noe som etter tabell 10-1 tilsier klasse B. Selv om kalibreringen hovedsakelig er utført mot Hans-flommen, er modellen samlet sett vurdert til klasse B på bakgrunn av det gode datagrunnlaget og samsvaret med observasjonene for Vesleofsen.

6.2.3 Anbefalt sikkerhetspåslag

I henhold til tabell 10-3 i veileder 3/2022 gir kombinasjonen av klasse B for den hydrauliske modellen og klasse 1 for flomberegningen et anbefalt prosentvis påslag på vannføringen på 10%. En økning i vannføring på 10 % for 200-årsflommen gir en gjennomsnittlig vannstandsheving på 58 cm. Vannstandshevingen er relativt lik langs hele det kartlagte elvestrekket.

Ut ifra en helhetsvurdering anbefales det et sikkerhetspåslag på 60 cm på de beregnede flomvannstandene.

7 Referanser

DSB (2024). *Havnivåstigning og høye vannstander i samfunnsplanlegging*. Hentet fra: dsb.no/siteassets/rapporter-og-publikasjoner/veileder/veileder-havnivastigning-og-hoye-vannstander/

Fergus, T., Hoseth, K.A., Sæterbø, E. (2010). *Vassdragshåndboka*. Hentet fra: https://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/G19-00801/2724146/

Guttormsen, O., & Belete, K. (2014). *Modellforsøk Sarpsfossen: Sarpsfossen I – Flomavledningskapasitet, vannstander og vannhastigheter i dagens situasjon* (Rapport B1-2014-2). Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Institutt for vann- og miljøteknikk.

MSB. (2014). *Kartlägging av skyfalls påverkan på samhällsviktig verksamhet: Framtagande av metodik för utredning på kommunal nivå*. MSB694. https://rib.msb.se/filer/pdf/27365.pdf

Norconsult AS. (2012). *Flomberegning Nedre Glomma* (oppdragsnr. 5121001, rev. 01). Utarbeidet for Hafslund Energi AS.

NVE. (2002). *Flomberegning for Nedre Glomma*. Rapport 15/2002. Hentet fra: https://publikasjoner.nve.no/dokument/2002/dokument2002_15.pdf

NVE (2006). *Delprosjekt Fredrikstad og Sarpsborg*. Rapport 7/2006. Hentet fra: https://publikasjoner.nve.no/flomsonekart/2006/flomsonekart2006_07.pdf

NVE. (2016). *Klimaendring og framtidige flommer i Norge*. Rapport 81/2016. Hentet fra: https://publikasjoner.nve.no/rapport/2016/rapport2016_81.pdf

NVE. (2022). *Sikkerhet mot flom*. Veileder 3/2022. https://publikasjoner.nve.no/veileder/2022/veileder2022_03.pdf

NVE (2026*). Flaumutrekning for Glomma nedstraums Øyeren.* Rapport 24/2026. Hentet fra: NVE Rapport 24/2026: Flaumutrekning for Glomma nedstraums Øyeren. Flaumutrekning for flaumsone Sarpsborg og Fredrikstad

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0310 Oslo

Telefon: (+47) 22 95 95 95

https://www.nve.no