

Rørosbanen, (Koppang) - Tynest, Hanestad, KU Underbygning, km 282,749-287,107, Hydrologisk rapport

00	Tilbudstegninger	27.06.2025	NS	ASN	ØE
Revisjon	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av
Tittel: Rørosbanen, (Koppang) - Tynest, Hanestad, KU Underbygning, km 282,749-287,107, Hydrologisk rapport		Antall sider:			
		Produsent:		Multiconsult	
		1. Prod.tegn.nr.:	2.	3.	4.
		Erstatning for:		5.	
		Erstattet av:		6.	
Prosjektnr.: 973052 Parsell: 00		Dokument-/tegningsnummer: POM-00-A-05702		Revisjon: 00	
		FDV-dokument-/tegningsnummer:		FDV-rev.:	



Rapport

Rørosbanen, (Koppang) - Tynest, Hanestad, KU Underbygning, km 282,749-287,107, Hydrologisk rapport

OPPDRAAGSGIVER

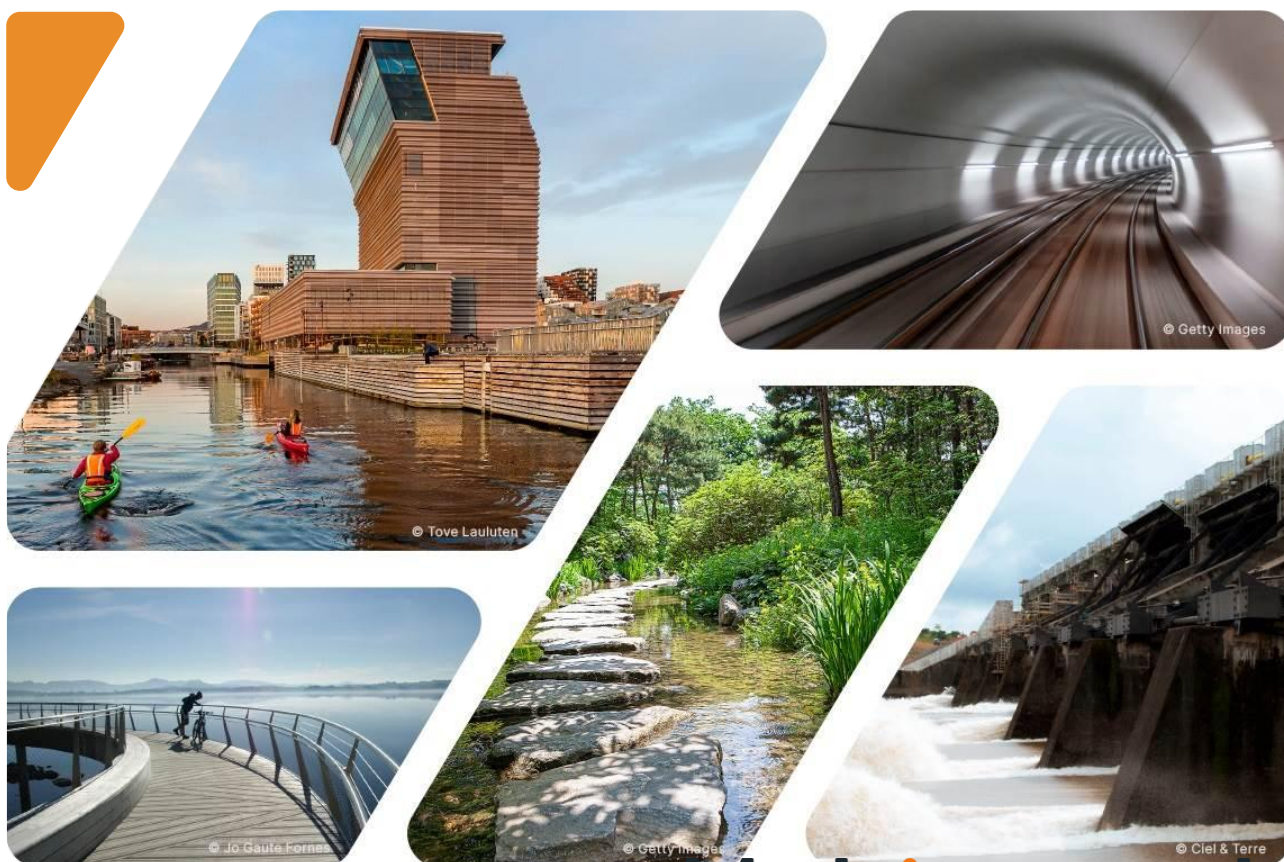
Bane NOR

EMNE

Flomfarevurdering

DATO / REVISJON: 27. Juni 2025 / 00

DOKUMENTKODE: 10252587-100 -RIVASS -NOT-001



Multiconsult



Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt i den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult med mindre annet følger av norsk lov. Multiconsult påtar seg intet ansvar for bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn det som er godkjent skriftlig av Multiconsult. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter med mindre annet følger av norsk lov.



Rapport

OPPDRAAG	Sanering og Sikring av Planoverganger - Hanestad	DOKUMENTKODE	10252587-100 -RIVASS -RAP-001
EMNE	Flomfarevurdering	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Bane NOR	OPPDRAAGSLEDER	Ørjan Edvardsen
KONTAKTPERSON		UTARBEIDET AV	Nisal Senarathna
KOORDINATER		ANSVARLIG ENHET	10234051 Vannkraft Midt
GNR./BNR./SNR.			

SAMMENDRAG

Som en del av Bane NORs arbeid med å forbedre sikkerheten og fjerne planoverganger, er det gjennomført en vurdering av hydraulisk kapasitet og erosjonssikring for den nye brua over elva Kiva i Rendalen kommune, Innlandet fylke. Ifølge Norges vassdrags- og energidirektorats (NVE) aktsomhetskart ligger reguleringsplanen for prosjektet innenfor et flomutsatt område, noe som krever en detaljert flomfarevurdering.

Flomberegningene er utført for 20-, 50- og 200-års gjentaksintervall. Det er benyttet tre ulike metoder: flomfrekvensanalyse (FFA), regional flomfrekvensanalyse fra 2018 (RFFA-2018), og NIFS-formelen. Dimensjonerende flom er justert for både klimaendringer og sikkerhetsmarginer.

For å vurdere vannstander og strømningsforhold ble det utviklet en todimensjonal (2D) hydraulisk modell. Simuleringsresultatene viser at underkant av den nye brua må settes til minimum kote 379,25 moh (NN2000) for å kunne håndtere en 200-års flom. Dette inkluderer en fri høyde på minst 0,5 meter, i tråd med gjeldende krav. Strømningshastighetene i bruseksjonen forventes å holde seg under 2 m/s under dimensjonerende forhold.

Erosjonssikringen er dimensjonert etter Maynords metode. Anbefalt steinstørrelse for plastringen er $D_{50} = 0,05$ meter, med et lagtykkelse på 0,3 meter.

00	27.06.2025	Flomfarevurdering for Hanestad	Nisal Senarathna	Amalie S. Nyheim	Ørjan Edvardsen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



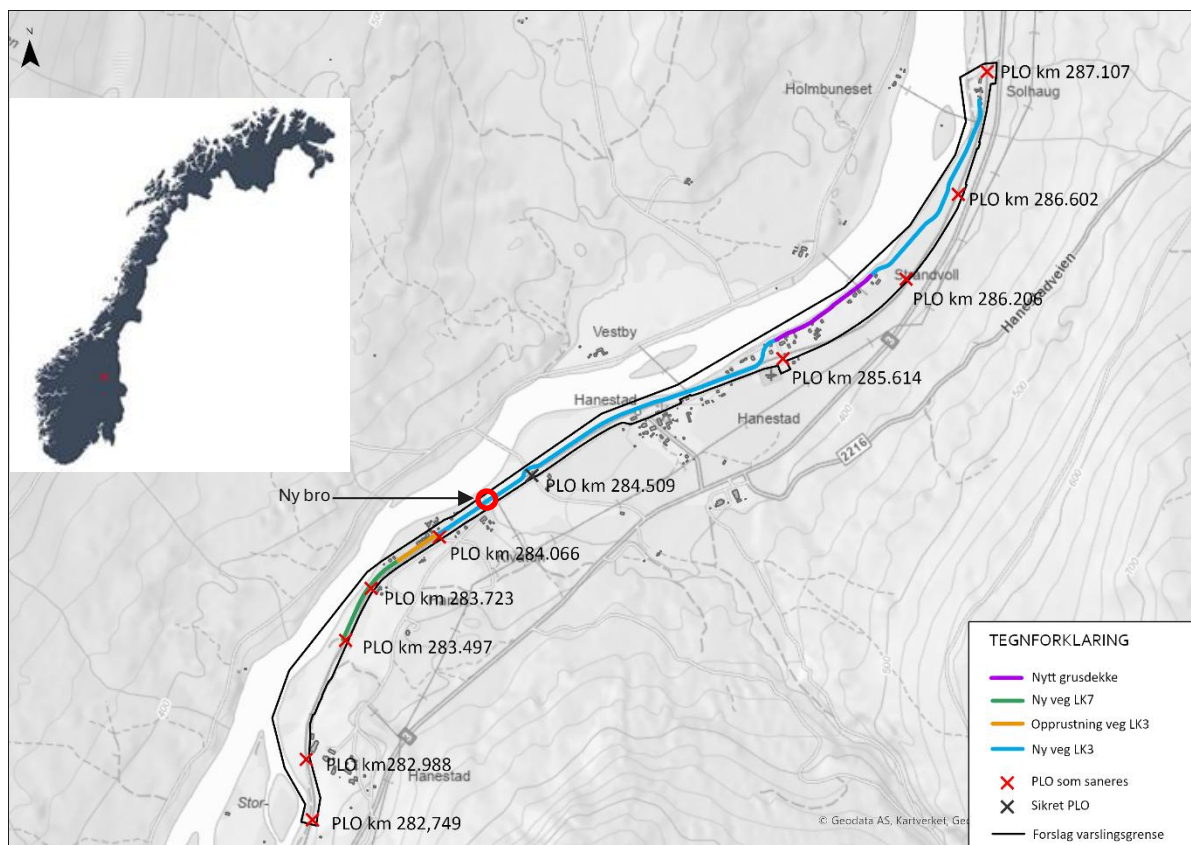
INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	6
1.1	Bakgrunn	6
1.2	Forutsetninger for beregningene	8
2	Vurdering av flomfare i plan- og byggesak.....	8
2.1	Sikkerhet mot saktevoksende flom	9
2.2	Fare for 3.part	9
2.3	Erosjonsfare	9
2.4	Sikkerhetskrav for offentlig veier og bruer	10
2.5	Sikkerhetskrav for kulverter	12
3	Flomberegning.....	12
3.1	Beskrivelse av vassdraget.....	12
3.2	Naturfare – infrastruktur, flom og skred (NIFS)	13
3.3	Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)	13
3.4	Flomfrekvensanalyse	14
3.4.1	Glomma	14
3.4.2	Kiva	16
3.5	Klimapåslag	17
3.6	Usikkerhetspåslag	17
3.7	Sammenligning med tidligere flomberegninger	17
3.8	Valgte flomverdier	18
4	Hydraulisk modellering.....	18
4.1	Terrengmodell.....	19
4.2	Modelloppsett.....	19
4.3	Friksjonsforhold	20
4.4	Grensebetingelser.....	20
4.5	Eksisterende hydrauliske konstruksjoner	20
5	Resultat.....	21
5.1	Ny vei	21
5.2	Ny bro	22
5.3	Ny vei – Revidert design	24
5.4	Sensitivitetsanalyse	25
6	Erosjonssikring	26
6.1	Krav i N200 og N400	26
6.2	Valg av erosjonssikringstype	26
6.3	Beregning av steinstørrelse.....	27
6.4	Anbefalt Steinstørrelse.....	29
6.5	Omfang av Erosjonssikring	29
7	Konklusjon.....	32
8	References	33
9	Vedlegg	34
9.1	Vedlegg 1 – NEVINA	34
9.2	Vedlegg 2 – Scalgo.....	35

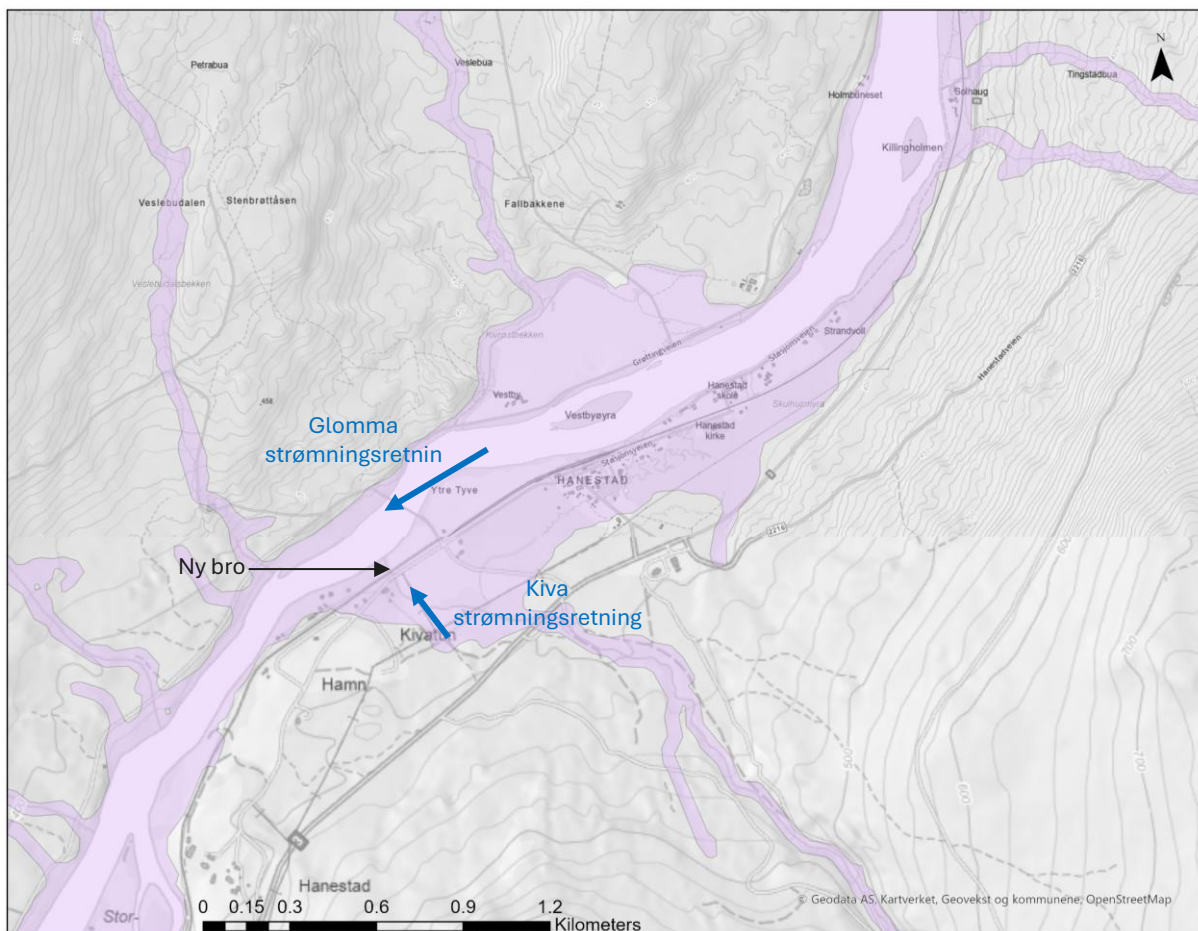
1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med prosjektet Sikring og sanering av planoverganger for Bane NOR, er Multiconsult bedt om å gjennomføre en vurdering av flomstørrelsen, nødvendig hydraulisk kapasitet og erosjonssikring for den nye broen og veien over Kiva elv, i Rendalen kommune, Innlandet fylke, se Figur 1-1. NVEs aktsomhetssone for flom viser at tiltaket ligger innenfor aktsomhetssonen og flomfaren må derfor utredes, se Figur 1-2.



Figur 1-1: Kartutsnitt av ny vei med plasseringen av den nye broen ved Hanestad.



Figur 1-2: Plasseringen av den nye broen ligger innenfor NVEs aktsomhetskart.

For å vurdere flomrisikoen ble det utviklet en 2D hydraulisk modell som dekker hele interesseområdet. Denne modellen gir en omfattende fremstilling av flomutbredelse og vannstrømmenes retning rundt broen og andre relevante områder. Hydrauliske simuleringer ble utført basert på ulike flomscenarier for å beregne vannstand og vurdere flomrisikoen i det hele området.

Kapasiteten til den nye broen over Kiva vil påvirkes av flom fra både Glomma og Kiva. En lignende situasjon vil oppstå lenger nord, hvor kulvertene vil bli påvirket av flom fra både Glomma og dens sideelver. Flomhendelser i Kiva og Glomma har ulike varigheter og utløses av forskjellige mekanismer, noe som gjør det usannsynlig at en 200-årsflom vil oppstå samtidig i begge vassdragene. De to sideelvene lengre oppstrøms har lignende hydrologisk regime som Kiva.

Det ble følgende flomscenarier analysert:

- En 200-årsflom (Q200) i Glomma, som oppstår samtidig med en middelflom (QM) i Kiva og de nordlige sideelvene.
- En 50-årsflom (Q50) i Glomma, som oppstår samtidig med en middelflom (QM) i Kiva og de nordlige sideelvene.
- En 20-årsflom (Q20) i Glomma, som oppstår samtidig med en middelflom (QM) i Kiva og de nordlige sideelvene.
- En midlere flom (QM) i Glomma, som opptrer samtidig med en 200-årsflom (Q200) i Kiva og en 50-årsflom (Q50) i de nordlige sideelvene.

- En middelflom (QM) i Glomma, som oppstår samtidig med en 50-årsflom (Q50) i Kiva og de nordlige sideelvene.
- En 200-årsflom (Q200) i Glomma, som opptrer samtidig med en 200-årsflom (Q200) i Kiva og en middelflom (QM) i de nordlige sideelvene.

Selv om det er lite sannsynlig at en Q200-flom i Glomma inntreffer samtidig med en Q200-flom i Kiva, ble dette scenariet også simulert for å sikre at alle mulige situasjoner ble vurdert.

Disse scenariene ble modellert ved hjelp av 2D HEC-RAS 6.6-modellen for å nøyaktig vurdere vannstandsfluktuasjoner, flomforplantning og potensiell oppstuvning ved sammenløpet av Glomma og Kiva. Resultatene av denne analysen vil danne grunnlaget for broens dimensjonering, valg av erosjonsbeskyttelsestiltak og vurdering av nødvendige avbøtende tiltak for å beskytte omkringliggende områder mot økt flomrisiko.

1.2 Forutsetninger for beregningene

Denne vurderingen er en del av arbeidet med fjerning og sikring av planoverganger på Rørosbanen for Bane NOR. Resultatene presentert i denne rapporten er spesifikke for dette prosjektet og kan kun benyttes til andre formål på brukerens eget ansvar og risiko.

Flomberegningene er utført i samsvar med *Veileder for flomberegninger* (NVE, 1/2022). Analysen er basert på følgende hovedforutsetninger:

- Det er ikke tatt hensyn til klimavirkning på de beregnede flomstørrelsene i Glomma, ettersom nåværende klimaprognoser ikke indikerer en vesentlig økning eller reduksjon i flomstørrelser for store nedbørfelt i innlandet (NVE, 2016).
- Klimaproeksjoner for flommer i sideelvene inkluderer en 40 % klimajustering.
- Parametere for nedbørfeltene er hentet fra NEVINA (NEVINA, 2025), Scalgo Live (Scalgo, 2025) og delvis gjennom analyser i ArcGIS Pro.
- Grunnlagsdata for disse beregningene, inkludert hydrologiske og terrengdata, vil endre seg over tid. Beregningene gjelder derfor for dagens situasjon og for det scenarioet som er forutsatt i denne rapporten. Dersom det gjøres vesentlige endringer i vassdraget eller nedbørfeltet som påvirker vannføring eller elvehydraulikk, må beregningene oppdateres.
- Alle høydeangivelser er referert til høydesystemet NN2000.

De hydrauliske beregningene forutsetter stabile elvebunnsforhold uten profilendringer og rent vann. Modellen tar derfor ikke hensyn til faktorer som sedimenttransport, erosjon, endringer i elvebunnen, isdannelse eller oppsamling av drivgods.

2 Vurdering av flomfare i plan- og byggesak

Kravene for sikker byggegrunn, inkludert flomsikring, er fastsatt i Plan- og bygningsloven (pbl) §§ 28-1 og 29-5, samt i Byggteknisk forskrift (TEK17) kapittel 7, med tilhørende veiledning (DIBK, 2017). Generelle sikkerhetskrav mot naturfarer er spesifisert i TEK17 § 7-1, mens spesifikke krav knyttet til flom og stormflo er beskrevet i §§ 7-2. Disse reguleringene styrer arealplanleggingen og krever at tilstrekkelig flomsikring dokumenteres gjennom en lovpålagt Risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS), i henhold til pbl § 4-3, i forbindelse med reguleringsplaner.

Sikkerhetskravene i TEK17 gjelder også for tiltak som ikke krever tillatelse, samt for detaljregulering og byggesøknadsprosesser i områder hvor flomfare tidligere ikke har blitt vurdert. Norges vassdrags- og

energidirektorat (NVE) anbefaler at flomfarevurderinger tar hensyn til framtidige klimaendringer i samsvar med pbl § 3-1 g.

NVE gir veiledning om flomfarevurderinger i NVE-veileder nr. 3 – 2022: *Sikkerhet mot flom - Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak*. Veilederen forutsetter at alle vassdrag opplever gradvis flom, og at det ikke foreligger umiddelbar livstruende flomfare.

2.1 Sikkerhet mot saktevoksende flom

For bygg i flomutsatte områder langs saktevoksende vassdrag uten fare for liv, gjelder sikkerhetsklasse F1–F3 i TEK17 § 7-2, se Tabell 2-1. Fra bestemmelsen i forskriften fremgår det at byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen ikke overskrides. Hvilken sikkerhetsklasse et byggverk tilhører, er blant annet avhengig av funksjonen og konsekvensen ved flom.

Tabell 2-1: Sikkerhetsklasser for byggverk i flomutsatt område i TEK17.

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	liten	1/20
F2	middels	1/200
F3	stor	1/1000

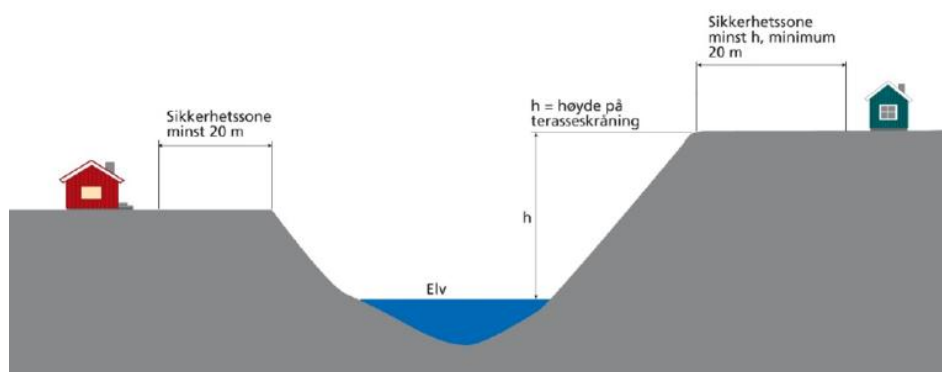
Det er gjennomført en flomfarevurdering for Glomma og Kiva med utgangspunkt i en 200-årsflom. I henhold til byggt teknisk forskrift (TEK17 § 7-2) tilsvarer dette sikkerhetsklasse F2, som representerer middels konsekvensnivå. Det er ikke utført vurderinger knyttet til risiko for tap av liv.

2.2 Fare for 3.part

Byggt teknisk forskrift åpner for at en kan gi tillatelse til tiltak i faresonen for flom, dersom en kan dokumentere at sikkerheten for tiltaket er ivarettatt. Regelverket krever imidlertid også at tiltaket ikke skal medføre økt fare for 3.part, jf. TEK17 § 7-1, 2.ledd. Alle tiltak i faresoner for flom vil medføre en endring av flomforholdene, enten i form av økte vannhastigheter eller økt vanndybde. Dette kan ofte best visualiseres i form av dybdehastighetskart (DV-kart), som viser produktet av vannhastighet og vanndybde. Det er kommunen som plan- og byggesaksmyndighet som fastsetter hva som er akseptabel forverring av flomfare som følge av tiltak.

2.3 Erosjonsfare

Byggt teknisk forskrift stiller krav om at byggverk skal plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Den preaksepterte løsningen er å plassere byggverk i sikker avstand fra erosjonsutsatt skråning. Der skråningen er erosjonsutsatt, må den sikres mot erosjon før tiltaket kan gjennomføres. Avstanden til erosjonsutsatt elvekant må være minst like stor som høyden på kanten (målt fra toppen av skrent til normalvannstand i elv eller bekk), og ikke under 20 meter selv om høyden er mindre enn dette (se Figur 2-1). Avstanden kan være mindre dersom elven eller bekken sikres mot erosjon, og bør være større der elvekanten består av lett eroderbare masser, jf. TEK17, § 7-2, 4.ledd.



Figur 2-1: Sikkerhetssone mot erosjon (Direktoratet for byggkvalitet, 2017).

2.4 Sikkerhetskrav for offentlig veier og bruer

I henhold til Statens vegvesens håndbøker N200 Vegbygging (Statens Vegvesen, 2024) og N400 Bruprojektering (Statens Vegvesen, 2024), er riktig fastsettelse av sikkerhetsklasse avgjørende for dimensjonering og utførelse av bruer og tilhørende konstruksjoner. N200 kapittel 2.3 Sikkerhet mot flom klassifiserer veier basert på (årsdøgntrafikk (ÅDT)) og omkjøringsmuligheter, som igjen bestemmer konsekvensklasse og dimensjonerende returperiode for flomhendelser, se Tabell 2-2 og Tabell 2-3.

Tabell 2-2: Sikkerhetsklasser for veg ved flom (Statens Vegvesen, 2024).

Vegkategori	Sikkerhetsklasse for veg	
	Med omkjøringsmulighet	Uten omkjøringsmulighet
ÅDT: 0-500	V1	V2
ÅDT: 501-4000	V2	V3
ÅDT: >4000	V3	V3
Adkomstveger til kritisk infrastruktur i sikkerhetsklasse F3 i TEK 17 (uavhengig av ÅDT)	V3	V3
Gang-/sykkelveger ^a	Settes til samme klasse som for veg i samme trasé	Settes til samme klasse som for veg i samme trasé

^a Gang-/sykkelveg regnes å være i samme trasé som vegen når de begge krysser samme vassdrag og ev. flomskader vil berøre dem begge. Der hvor gang-/sykkelvegen ikke ligger i samme trasé som vegen, velges sikkerhetsklassen ut fra lokale forhold, inkl. faren for følgeskader på veger og øvrig infrastruktur.

Tabell 2-3: Valg av dimensjonerende returperiode for flom (Statens Vegvesen, 2024).

Sikkerhetsklasse	Konsekvens	Dimensjonerende returperiode for flom (år)
V1	Liten	50
V2	Middels	100
V3	Stor	200

Statens Vegvesen sin håndbok N400 definerer alle bærende konstruksjoner med spennvidde større enn 2,5 m og som bærer trafikklaste som bruer. Brua må i henhold til N400, dimensjoneres for en flom med 200 års returperiode, hvilket tilsier sikkerhetsklasse V3 med stor konsekvens. Som en del av

flomberegningene krever N200 at det inkluderes en klimafaktor og en sikkerhetsfaktor for å ta høyde for fremtidige klimaendringer og usikkerhet i beregningene:

Klimafaktoren (F_k) tar hensyn til fremtidige klimaendringer og velges basert på fylket der vegtiltaket skal etableres, jf. Tabell 2.3.1.1-1 i N200 (Statens Vegvesen, 2024).

Sikkerhetsfaktoren (F_s) justerer for usikkerheter i flomberegningene og bestemmes ut fra sikkerhetsklassen til vegen som påvirkes av flom samt kvaliteten på den hydrologiske databasen, se Tabell 2-4 og Tabell 2-5.

Tabell 2-4: Sikkerhetsfaktor for håndtering av usikkerhet ved flomberegninger – F_s (Statens Vegvesen, 2024).

Sikkerhetsklasse av veg påvirket av flom	Kvalitet på det hydrologiske datagrunnlaget		
	Klasse 1	Klasse 2 eller 3	Klasse 4 eller 5
V1	1,0	1,1	1,2
V2	1,1	1,2	1,3
V3	1,2	1,3	1,4

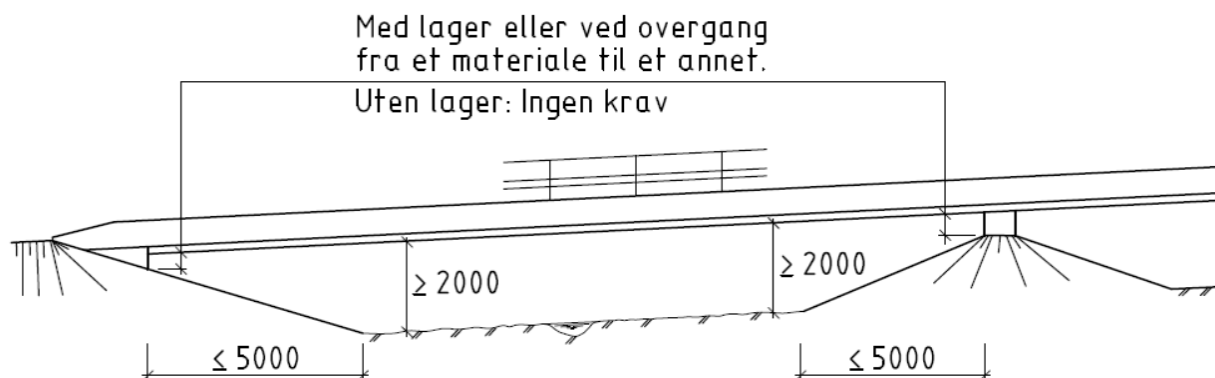
Tabell 2-5: Klasse og klassifiseringskriterier for hydrologisk datagrunnlag (Statens Vegvesen, 2024).

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

Viktige krav til broer er blant annet:

Krav 3.6.2—1 → For vassdrag skal det være klaring $\geq 0,5$ meter til overbygningen ved dimensjonerende vannføring med returperiode på 200 år. For buede overbygninger skal det vurderes spesielt hvor stor del av overbygningen kravet skal gjelde for.

Krav 3.6.2—4 → Fri avstand fra terreng til underkant bru skal være $\geq 2,0$ meter. For krav til fri avstand ved landkar eller søyle med lager eller ved overgang fra et materiale til et annet, skal avstanden være i henhold til kapittel 3.3.2 (Statens Vegvesen, 2024), se Figur 2-2.



Figur 2-2: Fri høyde målt vertikalt fra terrengnivå til underkant bru (Statens Vegvesen, 2024).

2.5 Sikkerhetskrav for kulverter

Stikkrenner og kulverter kalles med en fellesbetegnelse for gjennomløp, og håndterer både vannstrømning og massetransport. Stikkrenner har lysåpning mindre eller lik 1000 mm, mens kulverter har lysåpning større enn 1000 mm og opp mot ca. 2400 mm.

Dimensjonerende hydraulisk kapasitet av gjennomløp skal være større eller lik dimensjonerende flomvannføring, og dimensjonerende spesifikk energihøyde foran kulverten skal ikke være så høy at vannet skader vegen eller tredjepart. Av hensyn til drift og vedlikehold skal det ikke benyttes mindre dimensjoner for gjennomløp enn de som er angitt i Tabell 2-6.

Tabell 2-6: Minimumsdimensjoner for gjennomløp av hensyn til drift og vedlikehold.

Vegtype	Minimumsdimensjon - Dmin (mm)
Veger og gater	600 ^a
Adkomstveger og gang- og sykkelveger	400 ^a
Adkomstveger og gang- og sykkelveger der det bygges felles gjennomløp med nærliggende veg eller gate	600 ^a
Avkjørsler	300 ^a

^aSom avvik godtas inntil 5 % mindre diameter fra oppgitte verdier forutsatt at hydraulisk kapasitet er oppfylt.

3 Flomberegning

Flomberegningen er utført med RFFA-2018, NIFS og flomfrekvensanalyse av målestasjoner i vassdraget. Kapasiteten til den nye brua i sideelva Kiva vil påvirkes av flom både i Glomma og i sideelven Kiva. Flom i Kiva og i Glomma har ulik varighet og flomskapende mekanismer. Det vurderes derfor som usannsynlig at det skal forekomme en 200-årsflom i begge vassdragene samtidig. For å ta hensyn til dette ble ulike samtidigheter av flom undersøkt; 200-årsflom (Q200) i Kiva samtidig med middelflom (QM) i Glomma og omvendt. For å vurdere de nordlige sideelvene må det beregnes en 50-årsflom (Q50) i sideelvene samtidig med middelflom (QM) i Glomma og vice versa. Til slutt ble det vurdert et scenario hvor en 200-årsflom (Q200) i Glomma inntreffer samtidig som en 200-årsflom (Q200) i Kiva for å sikre at alle potensielle situasjoner har blitt undersøkt.

3.1 Beskrivelse av vassdraget

Hovedelven Glomma og sideelven Kiva samt, de nordlige sideelvene Horntjønnbekken 1 (elvID: 002-34-14772) og Horntjønnbekken 2 (elvID: 002-34-14593) ligger i Glommavassdraget.

Glomma sitt nedbørfelt ved samløpet med Kiva dekker et stort område på 6850 km² og drenerer sørover. Til sammenligning er Kiva et mye mindre nedbørfelt på omtrent 40,2 km², mens Horntjønnbekken 1 og Horntjønnbekken 2 er enda mindre, med arealer på henholdsvis 4,41 km² og 2,30 km². Området er omgitt av slakt skrånende åser og lave fjell. Flom oppstår vanligvis i sommermånedene, særlig mellom mai og juli, når snøsmelting og sesongbasert nedbør bidrar til økte vannføringer.

Nevina klarte ikke å avgrense nedbørfeltet korrekt for de to minste vassdragene. Derfor ble feltparametere for Glomma og Kiva hentet fra Nevina, mens parametere for Horntjønnbekken 1 og Horntjønnbekken 2 ble hentet fra Scalgo. Scalgo gir imidlertid ikke verdier for årlig avrenning. For å løse dette ble shapefilen hentet fra Scalgo og importert til ArcGIS Pro, hvor en landsdekkende rasterfil for årlig avrenning (1990–2020) ble benyttet til å beregne den årlige avrenningen for de to minste nedbørfeltene. Tabell 3-1 nedenfor gir en oversikt over feltparametrene.

Tabell 3-1: Oversikt over feltparametrene.

Felt	Feltareal [km ²]	Årsavrenning (QN) [l/s/km ²]	Eff.sjø [%]	Snaufjell [%]	Høydefordeling (min-med-maks) [m.o.h.]
Glomma	6850	15,7	0,1	36,9	376-960-1848
Kiva	40,2	13,7	0,6	3,9	375-830-969
Horntjønnbekken 1 (elviD: 002-34-14772)	4,41	13,26	0,98	0,061	379-804-943
Horntjønnbekken 2 (elviD: 002-34-14593)	2,30	13,08	0,001	0,003	380-719-838

3.2 Naturfare – infrastruktur, flom og skred (NIFS)

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har utviklet regresjonsligninger for å estimere kulminasjonsverdier for små nedbørfelt (NVE, 2015). Ligningsettet er gyldig for nedbørfelt med et areal på 0–53 km², en spesifikk avrenning (qN) på 9–163 l/s/km² og en effektiv innsjøprosent på 0–21 %. De nødvendige inndataene inkluderer nedbørfeltets areal, normalavrenning og effektiv innsjøprosent.

NIFS-metoden var egnet for Kiva, Horntjønnbekken 1 og Horntjønnbekken 2, da de er mindre enn 53 km². En oversikt over de estimerte kulminasjonsvannføringene for disse nedbørfeltene ved sammenløpet til Glomma er vist i Tabell 3-2.

Tabell 3-2: Beregnede flomverdier med NIFS.

Felt	Feltareal [km ²]	Årsavrenning (QN) [l/s/km ²]	QM_Kulm [m ³ /s]	Q10_Kulm [m ³ /s]	Q20_Kulm [m ³ /s]	Q50_Kulm [m ³ /s]	Q100_Kulm [m ³ /s]	Q200_Kulm [m ³ /s]
Kiva	40,2	13,7	9,33	4,17	16,66	20,40	23,67	27,39
Horntjønnbekken 1 (elviD: 002-34-14772)	4,41	13,26	1,27	1,94	2,28	2,80	3,25	3,77
Horntjønnbekken 2 (elviD: 002-34-14593)	2,30	13,08	0,91	1,39	1,63	1,99	2,31	2,67

3.3 Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)

RFFA-2018 formelrammeverket inkluderer ligninger for beregning av medianflom (QM), vekstkurver (forhold mellom medianflom QM og flommer med høyere gjentakintervall QT), og forholdet mellom kulminasjonsflom (Q_{mom}) og døgnmiddelflom (Q_{døgn}) (kulminasjonsfaktor) i umålte nedbørfelt. Selv om dette rammeverket kan brukes for nedbørfelt av alle størrelser, anbefales det å bruke RFFA-NIFS for å beregne flom i små nedbørfelt (<60 km²) med gjentakintervall til og med 200 år. Inndata som nedbørfeltetegenskaper og klimatiske forhold, som kan utledes fra kart og nasjonale datasett, benyttes til å beregne medianflom, vekstkurver og kulminasjonsfaktor. RFFA-2018 formelrammeverket er implementert i NEVINA nedbørfeltanalyseprogram, med de underliggende analysene og anbefalingene er beskrevet i (Engeland, et al., 2020).

RFFA-2018 var egnet for Glomma, men ikke for de mindre nedbørfeltene. En oversikt over de beregnede toppvannføringsverdiene for Glomma er vist i Tabell 3-3 nedenfor.

Tabell 3-3: Beregnede flomverdier med RFFA-2018.

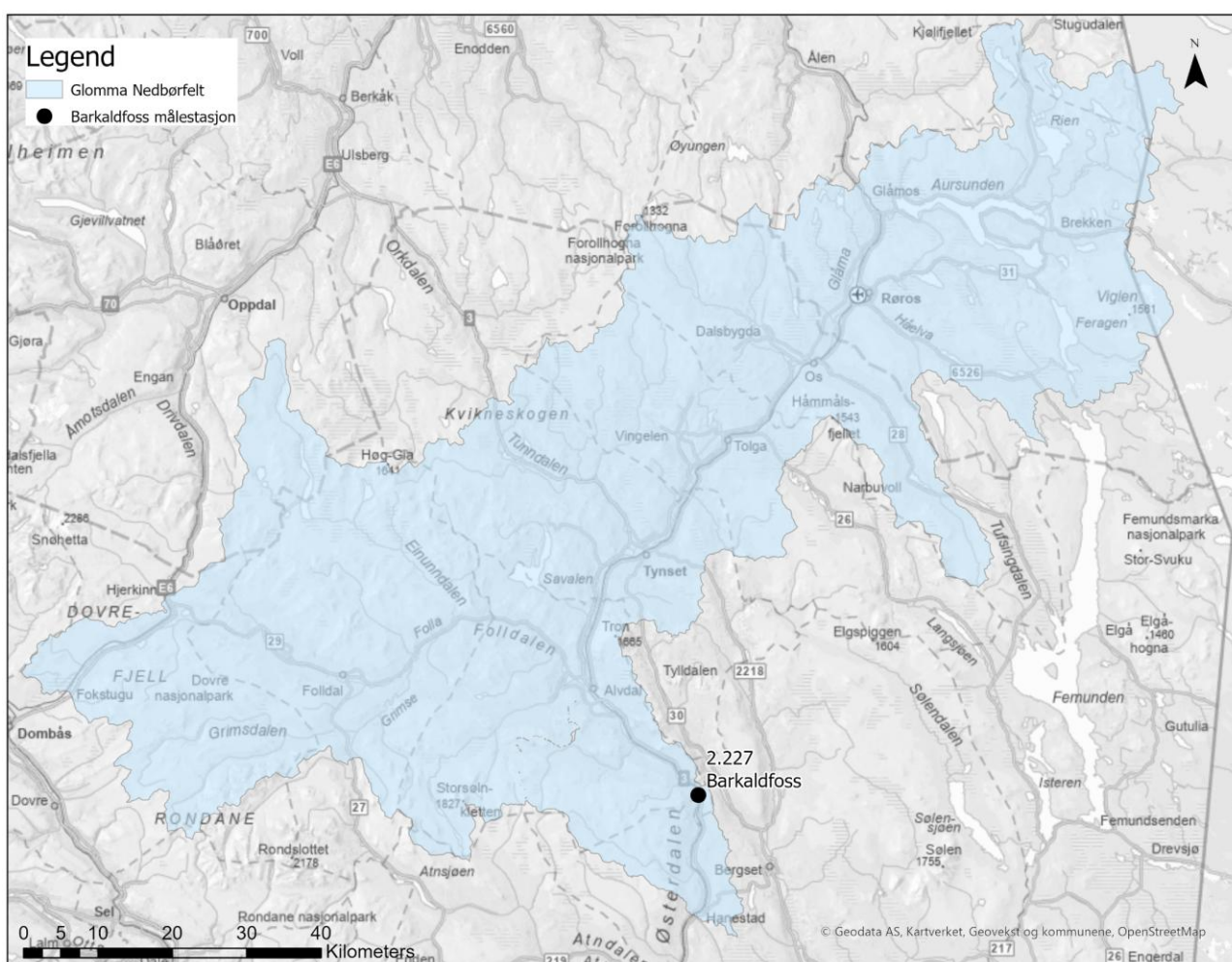
Felt	Feltareal [km ²]	Årsavrenning (QN) [l/s/km ²]	Kulminasjonsfaktor	QM_Kulm [m ³ /s]	Q20_Kulm [m ³ /s]	Q50_Kulm [m ³ /s]	Q200_Kulm [m ³ /s]
Glomma	6850	15,7	1,05	665,3	1101,3	1230,7	1402,2

3.4 Flomfrekvensanalyse

Flomfrekvensanalysene ble utført i Hydra II-programmet FLOM_ANALYSE på årsflommer. I henhold til gjeldende anbefalinger i NVEs veileder (NVE, 1/2022), er det brukt GEV-fordeling med *full lokal + regional analyse (FLR)* for alle vannmerkene tilknyttet Glomma, Kiva, Horntjønnbekken 1 og Horntjønnbekken 2.

3.4.1 Glomma

For flomfrekvensanalysen av Glomma nedbørfelt ble én enkelt målestasjon (Barkaldfoss) benyttet. Denne stasjonen ble ansett som tilstrekkelig, da den er meget representativ for Glomma ved samløpet med Kiva og de to andre sideelvene. Barkaldfoss ligger 16 km nord for studieområdet, i Glommavassdraget. Målestasjonens feltkarakteristikker og årsavrenning samsvarer svært godt med det undersøkte området. Et kart som viser stasjonens plassering i forhold til interesseområdet, der sideelvene renner ut i Glomma, er vist nedenfor i Figur 3-1.



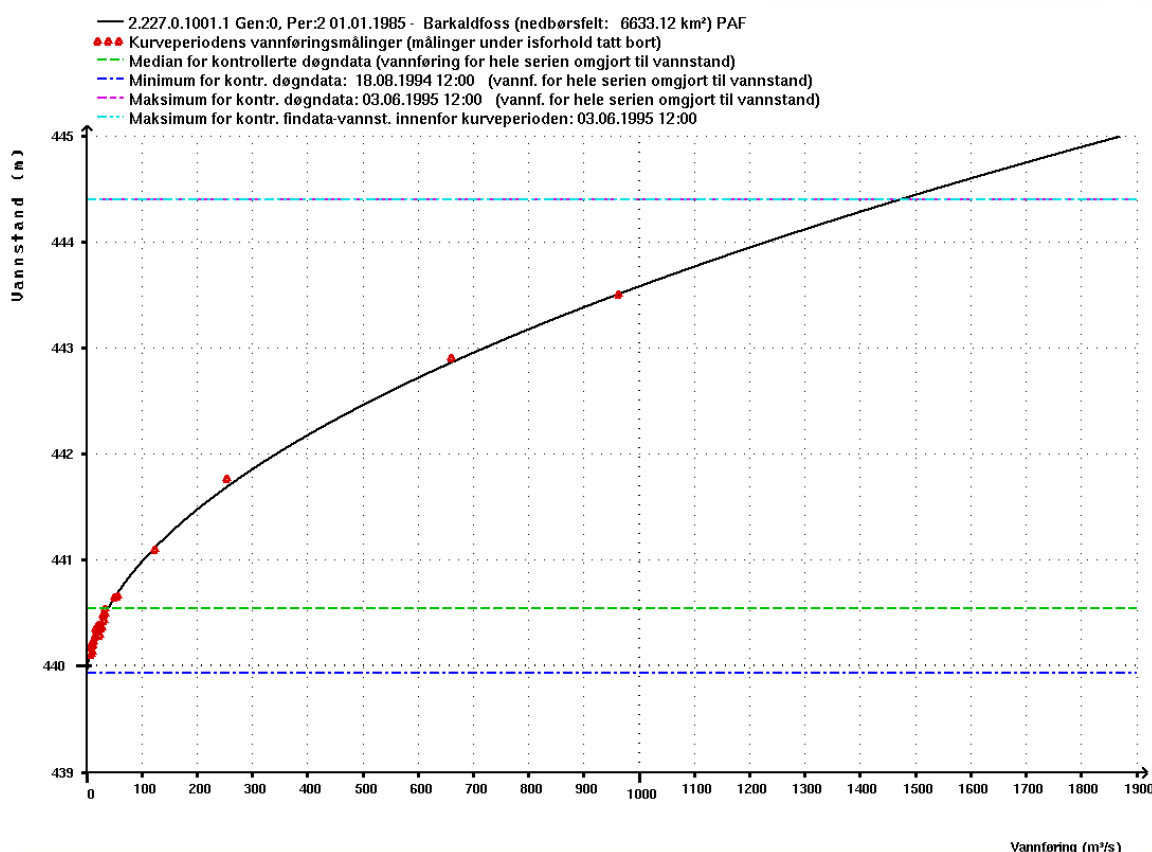
Figur 3-1: Målestasjonen ved Barkaldfoss og Glomma-nedbørfeltet ved det aktuelle området.

En oversikt over feltkarakteristikker tilhørende målestasjonen brukt for FFA-beregningene er oppsummert nedenfor i Tabell 3-4.

Tabell 3-4: Målestasjon vurdert i FFA-beregningene for Glomma.

St. nr.	Navn	Periode	Antall år	Feltareal [km ²]	Årsavrenning (QN) [l/s/km ²]	Snaufjell [%]	Eff. Sjø [%]	Avstand [km]	Fordeling
2.227	Barkaldfoss	1985-2023	37	6569	14,104	37,71	0,13	16	GEV-FLR

Vannføringskurven for Barkaldfoss-stasjonen har vært i bruk siden 1. januar 1985 og er fortsatt gyldig den dag i dag (se Figur 3-2). Multiconsult anser denne vannføringskurve som pålitelig, da den dekker et bredt spekter av vannføringer – fra lave til høye.



Figur 3-2: Vannføringskurve for stasjon 2.227 Barkaldfoss med for perioden 1985–d.d.

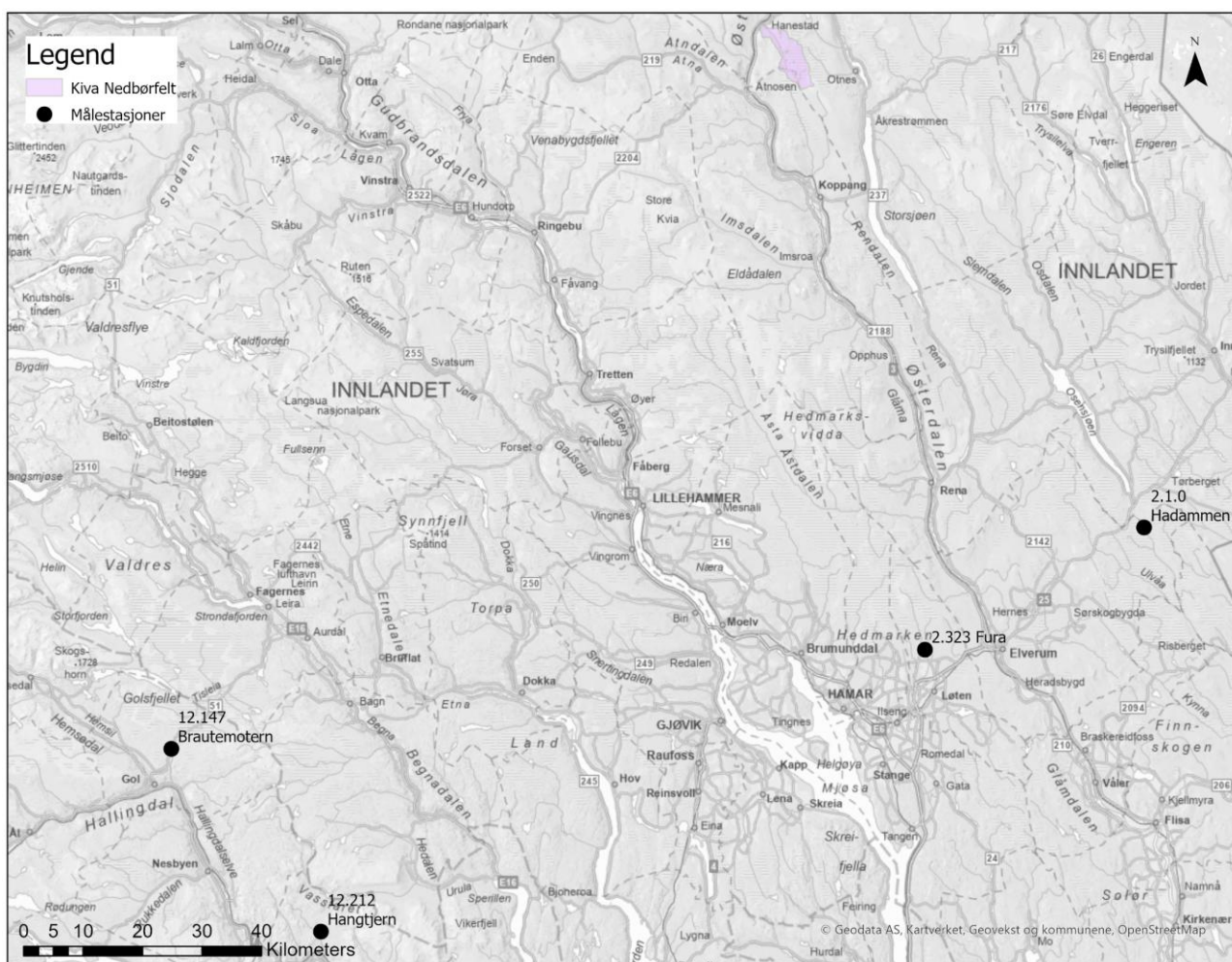
Resultater fra flomfrekvensanalysen, basert på daglige vannføringsdata for Glommavassdraget ved samløpet med Kiva, er presentert i Tabell 3-5. Dette inkluderer estimater for middelårsflom (Q_m) og 200-årsflom (Q_{200}) ved målestasjon 2.227 Barkaldfoss.

Tabell 3-5: Resultater fra flomfrekvensanalyser for døgndata for vannmerker vurdert i Glomma-vassdraget.

St. nr.	Navn	Periode	Antall år	Data	QM Døgn (m³/s)	qM (l/s/km²)	Vekstfaktor Q200/ QM	Q200 Døgn (m³/s)	q200 (l/s/km²)
2.227	Barkaldfoss	1985-2023	37	Døgn	572	87	2,1	1203	183
	Glomma felt ved sammenløpet			Døgn	596	87	2,1	1254	183

3.4.2 Kiva

Flomfrekvensanalysen for Kiva ble basert på observerte flomdata fra fire målestasjoner: 2.1.0 Hådammen (nedbørfelt 37,9 km²), 2.323 Fura (36,4 km²), 12.147 Brautemotjern (58,5 km²) og 12.212 Hangtjern (11,0 km²). Selv om disse stasjonene ikke ligger innenfor samme elvesystem som Kiva, deler de lignende kjennetegn når det gjelder spesifikk avrenning, høyde over havet og alpine områder. På grunn av disse likhetene anses stasjonene som rimelig sammenlignbare. En oversikt over stasjonsplasseringene i forhold til Kiva-nedbørfeltet er vist i Figur 3-3. En oppsummering av feltkarakteristikkene til målestasjonene er gitt i Tabell 3-6.



Figur 3-3: Målestasjoner og Kiva nedbørsfelt.

Tabell 3-6: Målestasjon vurdert i FFA-beregningene for Kiva.

St. nr.	Navn	Periode	Antall år	Feltareal [km ²]	Årsavrenning (QN) [l/s/km ²]	Snaufjell [%]	Eff. Sjø [%]	Avstand [km]	Fordeling
2.1.0	Hådammen	2002-2016	15	37,85	20,638	0	0,81	106,24	GEV-FLR
2.323	Fura	1971-2023	53	36,41	11,280	0	0	108,42	GEV-FLR
12.147	Brautemotjern	1956-1982	24	58,47	16,777	10,17	0,18	66,57	GEV-FLR
12.212	Hangtjern	1986-2023	37	11,02	22,113	4	0,7	168,9	GEV-FLR

Vannføringskurvene for de fire målestasjonene er presentert i vedlegg 3 til referanse.

Resultater fra flomfrekvensanalysen, basert på døgndata for Kiva nedbørfelt, er presentert i Tabell 3-7.

Tabell 3-7: Resultater fra flomfrekvensanalyser for døgndata.

St. nr.	Navn	Periode	Antall år	Data	Fordeling	QM (m ³ /s)	qM (l/s/km ²)
2.1.0	Hådammen	2002-2016	15	Døgn	GEV-FLR	9	247
2.323	Fura	1971-2023	53	Døgn	GEV-FLR	14	377
12.147	Brautemotjern	1956-1982	24	Døgn	GEV-FLR	11	191
12.212	Hangtjern	1986-2023	37	Døgn	GEV-FLR	3	228
	Kiva					10,5	261

Som nevnt tidligere (3.2), ble NIFS-metoden ansett som mer egnet for de mindre nedbørfeltene (Kiva, Horntjønnbekken 1 og Horntjønnbekken 2), da de nevnte stasjonene ikke tilhørte samme vassdragssystem og var plassert relativt langt unna disse nedbørfeltene. I tillegg, som vist i vannføringskurvene, fanget ikke alle stasjonene høyvannsforhold (50- og 200-årsflommer), noe som innebærer at dataene for disse forholdene er noe ekstrapolerte.

3.5 Klimapåslag

Hanestad ligger i Innlandet fylke, tidligere en del av Hedmark fylke, i den nordlige delen av regionen. Ifølge klimaprofilen for Hedmark (Norsk klimaservicesenter, 2022), forventes det en vannføringsøkning på minst 20 % i flomvannføringer. Særlig må en være observant på muligheten for at mindre elver og bekker kan endre løp. Selv om den anbefalte klimajustering for flomvannføring langs hovedkanalen i Glomma er 0 % ifølge NVE (Lawrence, 2016), anbefaler Statens Vegvesen håndbok N200 at en klimajustering på 40 % skal benyttes for nedbørfelt mindre enn 60 km² (Statens Vegvesen, 2024). Derfor benyttes et påslag på 40% i denne vurderingen for å sikre en konservativ tilnærming.

3.6 Usikkerhetspåslag

I henhold til Statens Vegvesen håndbok N200, må en sikkerhetsfaktor (Fs) benyttes for infrastruktur med en levetid på mer enn 50 år for å håndtere usikkerheter i flomestimatene. Sikkerhetsfaktoren bestemmes basert på veiens sikkerhetsklasse og kvaliteten på de hydrologiske dataene. For denne vurderingen ble en sikkerhetsmargin på 10 % benyttet.

3.7 Sammenligning med tidligere flomberegninger

Flomberegningene som er utført i denne studien er sammenlignet med resultatene fra Multiconsult-rapporten "Utredning og prosjektering av sikringstiltak i Glomma – Rena sentrum," som inkluderer flomberegninger for Glomma ved Rena.

Sammenligning av funn fra den tidligere rapporten og funn fra denne undersøkelsen viser godt samsvar mellom valgte metoder og verdier. I begge tilfeller ble FFA-metoden valgt som grunnlag for den endelige vurderingen for Glomma. Vekstfaktoren (Q200/Qm) brukt i Multiconsult-rapporten ved Rena var 2,2, noe som samsvarer godt med verdien beregnet ved Kiva (2,1). På samme måte var kulminasjonsfaktoren for Glomma ved Rena estimert til 1,3, mens den tilsvarende verdien ved Kiva var noe høyere på 1,4.

Når det gjelder spesifikke avrenningsverdier ved Kiva, var verdien noe lavere sammenlignet med vurderingen ved Rena. Multiconsult-rapporten angir en spesifikk avrenning på 228 l/s/km² ved Rena, mens den beregnede verdien ved Kiva var 202 l/s/km². Til tross for at nedbørfeltet ved samløpet ved Rena er betydelig større enn ved Kiva, viser de to nedbørfeltene tydelig ulike hydrologiske egenskaper og tilhører forskjellige hydrologiske regimer. Dette kan forklares med en rekke faktorer, inkludert variasjoner i topografi, arealbruk, jord- og

geologiske forhold, nedbørsmønstre og snøsmeltingsdynamikk – alle forhold som påvirker tidspunkt, størrelse og karakter på avrenningen i hvert enkelt nedbørfelt.

Den 2. juni 1995 registrerte NVE høyeste flomnivå i Glomma, like oppstrøms samløpet med Kiva, til 378,45 moh (NN1954). Basert på vannføringsmålinger ved stasjon VM 2.117 Stai, anslås flommen i 1995 å tilsvare en 175-årsflom, og 200-årsflomnivået er beregnet til å være omtrent 0,1 meter høyere. Dermed er 200-årsflomnivået i Glomma ved samløpet med Kiva vurdert til 378,75 moh (NN2000) (Norconsult, 2019). Dette vannivået ble senere brukt til kalibrering av modellen.

3.8 Valgte flomverdier

Resultatene fra flomberegningene ved bruk av ulike metoder er oppsummert i Tabell 3-8 og Tabell 3-9 for Glomma, Kiva, Horntjønnebekken 1 og Horntjønnebekken 2. For Glomma ble verdiene fra flomfrekvensanalysen (FFA) benyttet, mens toppverdiene (3.2) for de tre mindre nedbørfeltene ble hentet fra NIFS-metoden. Utvalgte verdier er markert med grønt i Tabell 3-9.

For å ta hensyn til klimafremskrivninger frem mot år 2100 ble det lagt til et klimapåslag på 0% for Glomma, og 40% for de øvrige tre nedbørfeltene.

Tabell 3-8: Valgte dimensjonerende flomverdier for Q200 og Q50.

Navn	Q _{T,mom}						Klimafaktor	Sikkerhetsfaktor	Q _{dim,T} (m ³ /s)	
	FFA		RFFA		NIFS					
	50 år	200 år	50 år	200 år	50 år	200 år			F _k	F _s
Glomma	1140	1316	1230	1402			1	1,1	1254,0	1447,6
Kiva	24,4	30,3	16	19,5	20,4	27,39	1,4	1,1	31,4	42,2
Horntjonnbecken 1	3,7	4,6	2,4	3	2,8	3,77	1,4	1,1	4,3	5,8
Horntjonnbecken 2	2,1	2,6	1,4	1,7	1,99	2,67	1,4	1,1	3,1	4,1

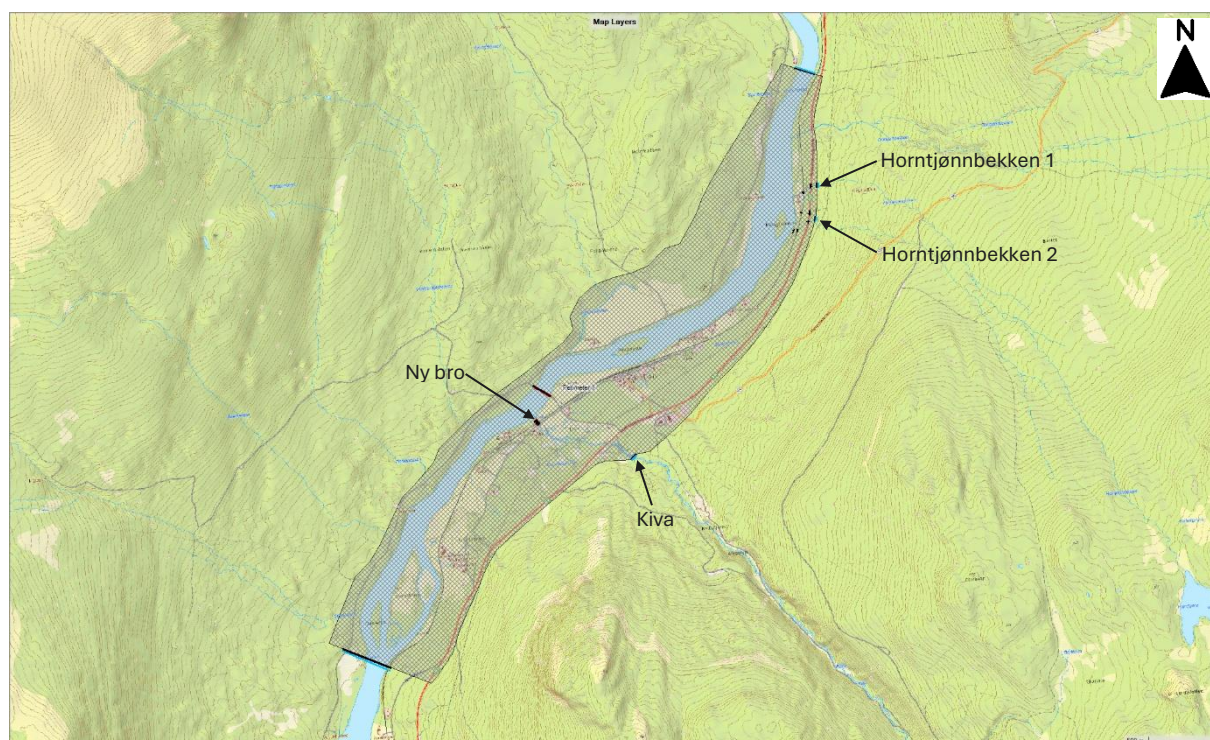
Tabell 3-9: Valgte dimensjonerende flomverdier for Q_m.

Navn	Q _m			Klimafaktor	Sikkerhetsfaktor	Q _{dim,T} (m ³ /s) Q _m (2 år)
	FFA	RFFA	NIFS			
Glomma	625,7	665,3		1	1,1	688,3
Kiva	12,3	7,5	9,33	1,4	1,1	14,4
Horntjønnebekken 1	1,9	1,1	1,27	1,4	1,1	2,0
Horntjønnebekken 2	1,1	0,6	0,91	1,4	1,1	1,4

4 Hydraulisk modellering

De hydrauliske simuleringene ble utført i HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System) v.6.6, utviklet av USACE (U.S. Army Corps of Engineers) (Brunner, et al., 2023). Programvaren er fritt tilgjengelig for offentlig bruk, men er ikke åpen kildekode. Beregningene kan utføres i 1D, 2D eller en kombinasjon av begge. 1D-modeller kan være i steady-state, som beregner vannivåer basert på energiligningen med antagelse om energibevaring, eller unsteady-state, basert på de 1D Saint-Venant-ligningene, som sikrer bevaring av momentum og masse (kontinuitet). 2D-modeller løser Saint-Venant-ligningene, også kjent som *shallow water equations*.

Som en del av flomrisikovurderingen for den nye broen på Hanestad ved Kiva, ble en 2D hydraulisk modell utviklet i HEC-RAS for å evaluere flomvannstandene studieområdet. En oversikt over modellen er presentert nedenfor i Figur 4-1.



Figur 4-1: Oversikt over modellområdet for hydraulisk modell.

4.1 Terrengmodell

En eksisterende terrengmodell ble hentet fra høydedata.no, basert på NDH Atna 5pkt 2016-prosjektet utført av Terratec AS, med en oppløsning på 0,25 m. Høydedataene er referert til NN2000 høydesystem og benytter EUREF89 UTM32 koordinatsystem. Siden terrengmodellen inkluderer vannoverflaten, er det usikkerhet knyttet til elvebunnens høyde. For å håndtere dette ble modellen kalibrert basert på tidligere studier (Norconsult, 2019) for å oppnå sammenlignbare vannstander. Terrengmodellen inkluderer ikke eksisterende bygninger.

For å gjenspeile planlagte veitilpasninger ble terrengmodellen oppdatert ved å integrere veien som en TIF-fil. Denne TIF-filen ble generert fra en DWG-fil i ArcGIS Pro som inneholdt høydedata fra veimodellen. Denne prosessen sikret en nøyaktig representasjon av veien i den hydrauliske modellen. Brodetaljene ble hentet ut fra BIM-modellen og lagt inn i HEC-RAS-modellen ved hjelp av Geometric Editor.

4.2 Modelloppsett

Sikkerheten til broen og veien var hovedfokuset. Gitt det relativt flate terrenget, ble en 2D HEC-RAS-modell vurdert som mest egnet for å representere området. Modellen ble kjørt med grunntvannsligningene (Shallow Water Equations) ved bruk av Eulerian-Lagrangian Method (SWE-ELM), som er bedre egnet for flate elvesystemer enn Diffusion Wave-metoden, og gir mer detaljert og presis hydrodynamisk modellering.

Det grunnleggende beregningsnettet benyttet celler på 20 m × 20 m. For å forbedre modellens nøyaktighet ble bruddlinjer og finere celledimensjoner brukt langs kritiske konstruksjoner og utvalgte deler av elvebreddene. Videre ble en Courant-tallverdi benyttet for å optimalisere simuleringen, med sikte på kortere kjøretid uten å gå på bekostning av kvalitet, samt for å sikre numerisk stabilitet. Figur 4-2 under viser det overordnede modelloppsettet, inkludert 2D-nettet, bruddkantene (i rødt) og grensebetingelsene (i blått).



Figur 4-2: Modelloppsett med terrengkonturer, 2D-nett og brytelinjer.

4.3 Friksjonsforhold

En n -verdi på 0,030 ble vurdert som passende for denne modellen. Dette er i samsvar med friksjonsverdiene som er brukt i tidligere hydrauliske studier, inkludert vurderingen utført for jernbanebroen over Kiva i 2019 (Norconsult, 2019).

4.4 Grensebetingelser

De beregnede vannføringene, inkludert klimapåslag og sikkerhetsfaktor som beskrevet i kapittel 3.5 og 3.6, ble benyttet som oppstrøms grensebetingelser i modellen. Verdiene ble lagt inn som en vannføringshydrograf. For å minimere numeriske ustabiliteter og unngå urealistiske strømningsmønstre, ble vannføringen gradvis økt i flere trinn, slik at systemet kunne etablere en stabil løsning på naturlig vis. Denne fremgangsmåten forbedrer modellens stabilitet, realisme og pålitelighet.

Normaldybde ble benyttet som nedstrøms grensebetingelse. For å bruke denne metoden må friksjonshelningen—som representerer energilinjehelningen—estimeres på forhånd ved å måle bunnhelningen i elven. Med friksjonshelning, vannføring, n -verdi og tverrprofil kjent, kan HEC-RAS beregne vannstand ved hjelp av Mannings ligning. Nedstrøms grensebetingelse ble plassert tilstrekkelig langt nedstrøms, slik at eventuelle unøyaktigheter ikke påvirker resultatene innenfor studieområdet (se Figur 4-2).

4.5 Eksisterende hydrauliske konstruksjoner

Flere eksisterende konstruksjoner langs elvene er inkludert i denne 2D-modellen. Dette inkluderer veibroen over Glomma og vei- og jernbanebroene over Kiva. De to broene over Kiva er plassert like oppstrøms for den planlagte nye broen. Videre mot nord krysser vei og jernbane de to mindre elvene Horntjønnbekken 1 og Horntjønnbekken 2. Kulvertene ved disse kryssingene er også inkludert i modellen. Dimensjonene til kulvertene for vei- og jernbanekryssingene er hentet fra (Statens Vegvesen, 2025) og (Bane NOR, 2025).

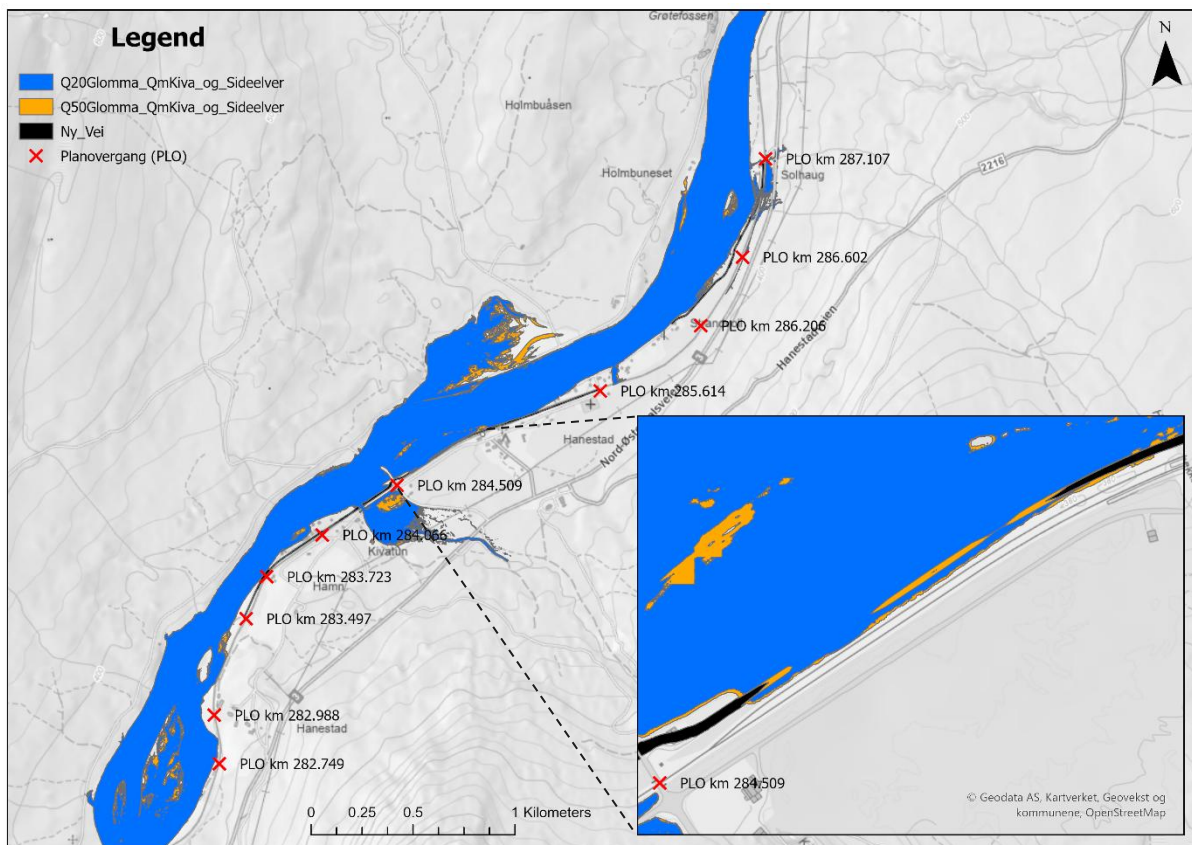
5 Resultat

Flomanalyser ble gjennomført for ulike scenarioer, som beskrevet nedenfor:

- En 200-årsflom (Q200) i Glomma samtidig med en middelflom (QM) i Kiva og de nordlige sidebekkene.
- En 50-årsflom (Q50) i Glomma samtidig med en middelflom (QM) i Kiva og de nordlige sidebekkene.
- En 20-årsflom (Q20) i Glomma samtidig med en middelflom (QM) i Kiva og de nordlige sidebekkene.
- En middelflom (QM) i Glomma samtidig med en 200-årsflom (Q200) i Kiva og en 50-årsflom (Q50) i de nordlige sidebekkene.
- En middelflom (QM) i Glomma samtidig med en 50-årsflom (Q50) i Kiva og de nordlige sidebekkene.
- En 200-årsflom (Q200) i Glomma samtidig med en 200-årsflom (Q200) i Kiva og en middelflom (QM) i de nordlige sidebekkene.

5.1 Ny vei

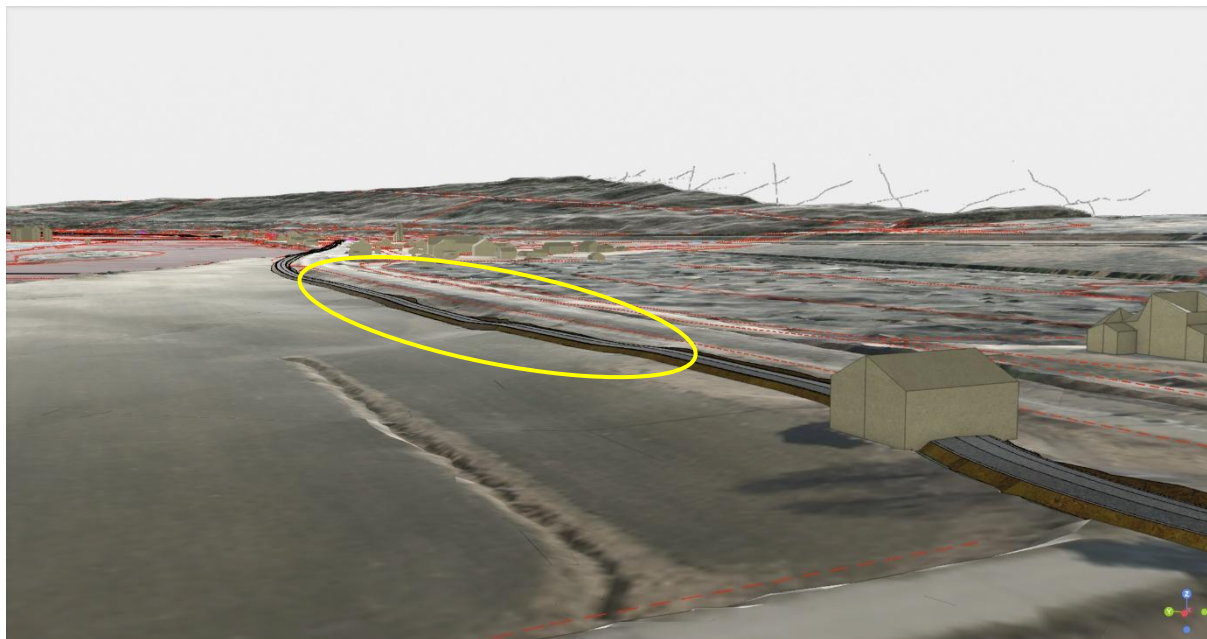
Analysen viste at den nye brua og veistrekningen mellom PLO km 284.066 og PLO km 284.509 er sikre under alle scenarioer. Den nye veistrekningen mellom PLO km 284.509 og PLO km 285.614 blir imidlertid oversvømt (se Figur 5-1). Denne strekningen blir påvirket selv ved en 20-årsflom i Glomma, mens resten av den nye veien forblir upåvirket i alle scenarioer.



Figur 5-1: Flomkart som viser utbredelse for Q20 og Q50-scenarioer.

Årsaken til at denne delen oversvømmes ved flommer med relativt korte gjentakintervall, er en lavere vei høyde i området — på det laveste punktet synker vei høyden til under 378 moh (se Figur 5-2). For å forhindre oversvømmelse bør vei høyden i denne delen heves til omtrent 379,20 moh ved en 50-årsflom.

Når det gjelder kulvertene på den nye veien over Horntjønnbekken 1 og Horntjønnbekken 2, kan disse ha samme dimensjoner som kulvertene lenger oppstrøms langs eksisterende vei og jernbane, ettersom kapasiteten til disse eksisterende kulvertene er vurdert som tilstrekkelig.



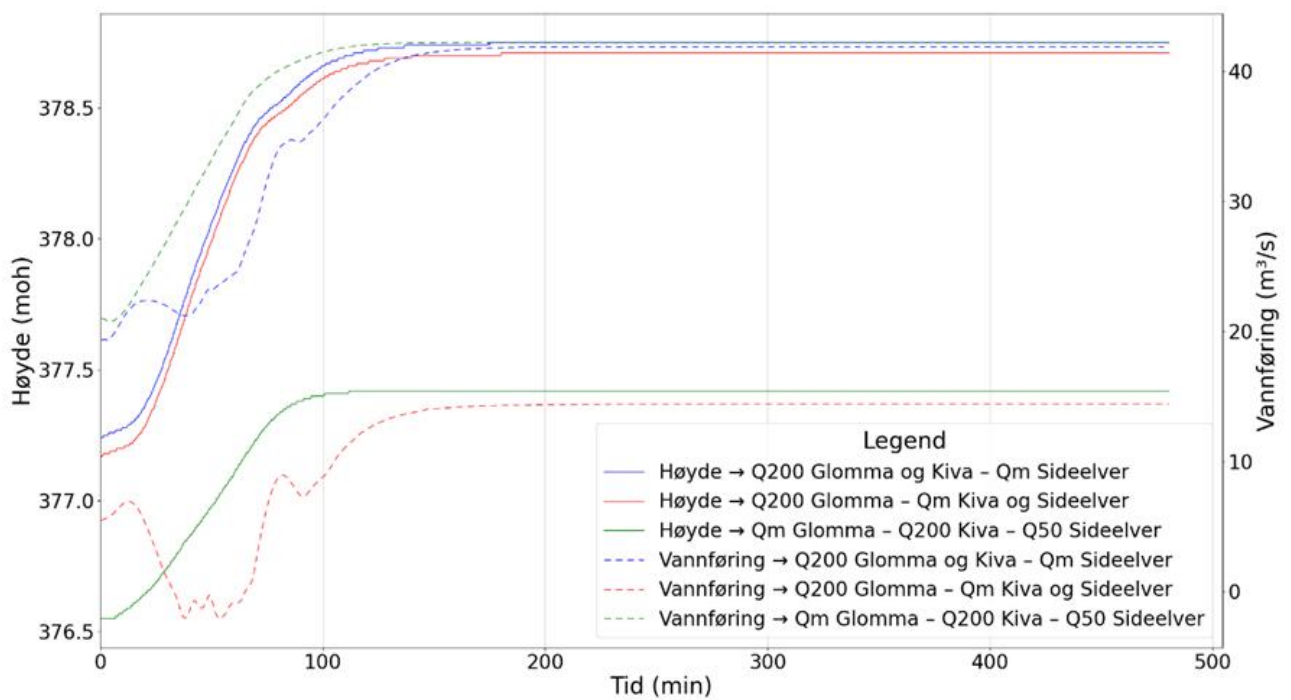
Figur 5-2: BIM-modell som viser veistrekning med lavere høyde.

5.2 Ny bro

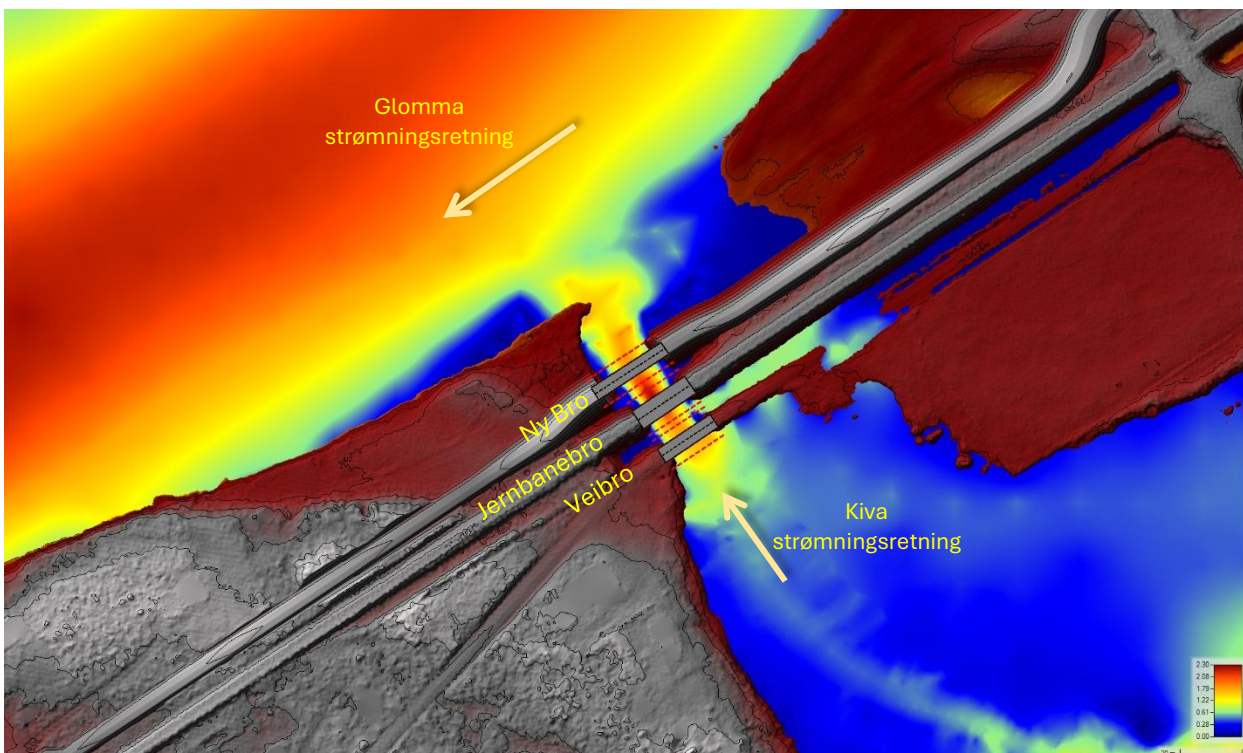
Den høyeste vannstanden observert ved den nye brua over Kiva var 378,75 moh. Dette skjedde under et scenario der både Glomma og Kiva samtidig opplevde en 200-årsflom (Q200). Ytterligere simuleringer ble gjennomført for å vurdere ulike kombinasjoner, inkludert Q200 i Glomma med middelvannføring (Qm) i Kiva, og omvendt.

Simuleringene viste at vannstanden i Glomma er den dominerende faktoren som påvirker vannstanden ved den nye brua. Derimot ble de høyeste vannhastighetene registrert når Glomma hadde en middelvannføring (Qm) og Kiva opplevde en 200-årsflom (Q200). Dette skyldes en redusert oppstuvningseffekt fra Glomma, som gjør at vannet fra Kiva lettere kan strømme ut i hovedelva. Figur 5-3 viser variasjonen i vannstand og vannføring ved den nye brua over Kivaelva.

Ettersom den høyeste vannstanden og den høyeste vannhastigheten oppstod under ulike flomscenarier, ble erosjonssikringen vurdert som tilstrekkelig for begge forhold (se 6 Erosjonssikring).



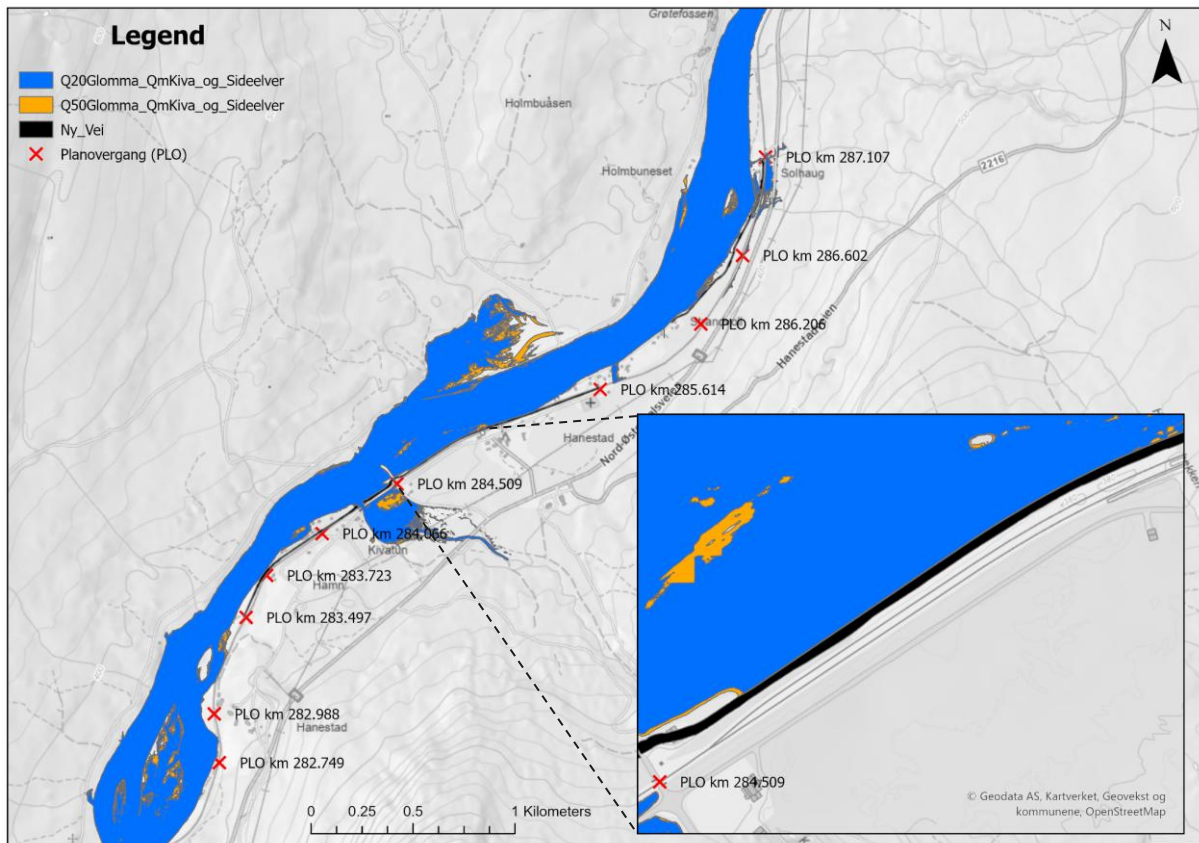
Figur 5-3: Variasjon i vannstand og vannføring ved den nye brua over Kiva.



Figur 5-4: Kart over vannhastigheter ved den nye brua over Kiva (Qm Glomma og Q200 Kiva).

5.3 Ny vei – Revidert design

Basert på den hydrauliske analysen er vegstrekningen mellom PLO km 284,509 og PLO km 285,614 blitt endret, og vegens høyde er hevet for å forhindre oversvømmelse ved både 20-årsflom og 50-årsflom. Som et resultat av disse justeringene overstiger høyden i denne delen nå 379,00 moh. Figur 5-5 viser det oppdaterte flomkartet, som illustrerer at den reviderte strekningen ikke lenger er i faresonen.



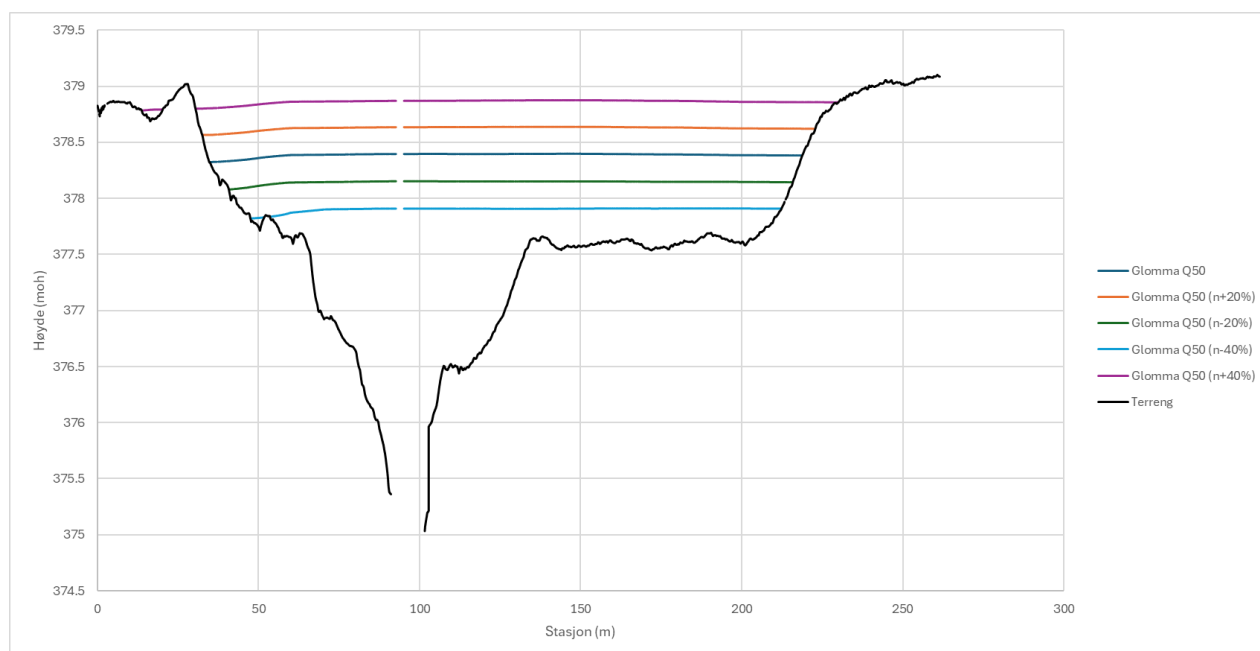
Figur 5-5: Flomkart som viser utbredelse for Q20 og Q50-scenarier - Revidert design.

5.4 Sensitivitetsanalyse

En sensitivitetsanalyse ble gjennomført for å vurdere effekten av variasjoner i Manning's n på den simulerte vannoverflatenivået (WSE). Grunnsimuleringen, som brukte den nominelle n -verdien (0.03), resulterte i et vannoverflatenivå (WSE) på 378,40 meter over havet (moh) ved samløpet mellom elvene Glomma og Kiva for en 50-årsflom (Q50). Endringer i n -verdien med $\pm 20\%$ og $\pm 40\%$ ga følgende resultater (Tabell 5-1):

Tabell 5-1: Variasjon i vannoverflatenivå (WSE) som følge av endringer i Manning-verdien.

Scenarier	Vannhøyde (moh)
Basisscenario n	378,40
Basisscenario $n+20\%$	378,63
Basisscenario $n-20\%$	378,15
Basisscenario $n+40\%$	378,87
Basisscenario $n-40\%$	377,91



Figur 5-6: Tverrsnitt ved samløpet mellom Glomma og Kiva.

Disse resultatene (Figur 5-6) viser en tydelig følsomhet i modellen for endringer i overflateruhet. WSE varierte med opptil $\pm 0,47$ meter i forhold til grunnsenarioet, noe som viser viktigheten av å velge passende verdier for Manning's n .

6 Erosjonssikring

Brobyggingen innebærer utgraving og masseutskifting i forbindelse med fundamentering og plassering av landkar. For å hindre erosjon rundt landkarene, bør erosjonssikring etableres både oppstrøms og nedstrøms for konstruksjonen.

Erosjonssikringen er prosjektert i henhold til anbefalingene i Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein (NVE, 2009). Den største flomhendelsen medfører ikke nødvendigvis den høyeste belastningen på erosjonssikringen. Oppstuvningseffekter under store flommer kan føre til oversvømmelse av strykstrekninger, noe som gir lavere vannhastigheter enn det man ser ved mindre flommer. Ved fastsettelse av dimensjonerende vannhastighet er det derfor viktig å ta hensyn til både mulig framtidig utvikling av elva og ulike flomscenarier.

Ved denne lokaliteten ga en samtidig Q200-hendelse i Glomma og Kiva de høyeste vannstandene, men de høyeste vannhastighetene ble registrert i scenarioet med Qm i Glomma og Q200 i Kiva. Erosjonssikringen ble vurdert for begge scenariene, men det sistnevnte viste seg å være dimensjonerende og krevde større steinstørrelser for å sikre mot erosjon.

6.1 Krav i N200 og N400

I henhold til kravene skal alle inngrep i elveprofilen inkludere en vurdering av behovet for erosjonssikring - N200, kapittel 2.9.2 (Statens Vegvesen, 2024). Dimensjonering av erosjonssikring skal baseres på en vannføring med 200 års gjentaksintervall, i tråd med krav 1.1.6—3 i N400 (Statens Vegvesen, 2024).

Videre sier krav 2.5.1—3_1 i N200 (Statens Vegvesen, 2024) at det ved bruk av stein til erosjonssikring hvor beregningsmetoden gir en kritisk steinstørrelse, skal denne størrelsen multipliseres med en sikkerhetsfaktor på minimum 1,2 for å bestemme nødvendig stabil steinstørrelse.

Minimum tykkelse for beskyttelseslaget av stein ($t_{min,s}$) skal oppfylle følgende krav:

- $t_{min,s} \geq 300 \text{ mm}$
- $t_{min,s} \geq D_{max,s}$
- $t_{min,s} \geq 1,5 \times D_{50,s}$

I tillegg skal sorteringen (gradering) av steinmaterialet tilfredsstille følgende betingelse: $1,5 \leq D_{85,s} / D_{15,s} \leq 7$

6.2 Valg av erosjonssikringstype

Det finnes mange typer erosjonssikring med ulike fordeler og ulemper. Utfordringen ligger i å velge den metoden som er best egnet for de spesifikke forholdene på stedet, samtidig som hensyn til ytre miljø og allmenne interesser ivaretas. Valg av metode avhenger av flere faktorer, som fysiske påkjenninger, tilgjengelighet på masser, arealbegrensninger, hydromorfologiske prosesser og mer.

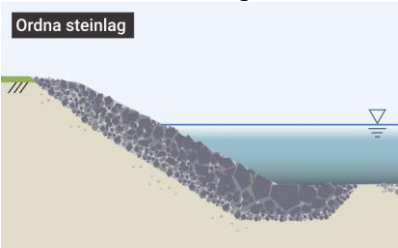
Hovedprinsippet ved valg av miljøvennlig erosjonssikring er å bevare elvas naturlige morfologi så langt det lar seg gjøre. Ved prosjektering av sikringstiltak anbefales det å følge følgende prioritert tilnærming:

- Bevar kantvegetasjon som en naturlig form for erosjonssikring. Dette styrker stabiliteten langs elver og bekker.
- Benytt gamle sideløp, flomflater og overløpsområder for å skape miljømessig variasjon og samtidig redusere erosjonsrisikoen.

- Plasser erosjonssikringstiltakene så langt inn i terrenget som mulig. Øk overflateruheten og bruk naturlig elvesingel og småstein foran sikringstiltaket. Dette er gunstig både for miljø og stabilitet.
- Velg grove og ru overflater fremfor glatte skråninger med sprengt stein, for å oppnå bedre miljøtilpasning og erosjonsmotstand.

I henhold til *Sikringshåndboka* (NVE, 2024) er dette området (under den nye broen) klassifisert som belastningsnivå 2 ($v = 1\text{--}3$ m/s, med lav til moderat belastning fra is og drivgods). For områder med denne klassifiseringen er anbefalte sikringstyper vist i Tabell 6-1 (*Modul F2.001: Beregning og valg av steinstørrelse i erosjonssikringer*). Den valgte sikringsløsningen består av lagvis plaststøpt stein med bruk av blandet sprengstein.

Tabell 6-1: Anbefalte sikringstiltak basert på vannhastighet.

Veiledende belastning	Sikringsmetode (anbefalt/best egnet)	Valg av steinstørrelse
Belastningsnivå 2: • $v = 1\text{--}3$ m/s. Liten til moderat belastning fra is/drivgods. • $v = 1\text{--}2$ m/s. Stor belastning fra is/drivgods.	1. Ordna steinlag. 2. Bunnforsterkning/terskler. 3. Plastringslag av ensgradert kantet stein som legges kant i kant med god innbyrdes kontakt. Kan legges med kortaksen innover i bakken (flatplastring) hvis steinen dimensjoneres tilstrekkelig stor, forutsatt slak helning. Sikrer sider og bunn. 	1. Teoretisk beregning av stabil steinstørrelse – Maynords formel anbefales. 2. Kontroll av beregning med annet formelverk, f. eks. Shields eller HEC-metoden. 3. Vurdere tillegg i steinstørrelsen/tykkelsen pga. ekstra belastning fra, strømningskonsentrasjoner m.m. 4. Ev. filterlag dimensjoneres etter størrelsen på hulrom mellom steinene og massene i underlaget. 5. Praktisk vurdering av steinstørrelsen mtp. utførelse og nytte/kost.

Sprengt stein eller pukk er det mest brukte byggematerialet for erosjonssikring. Fordelen med dette materialet er at steinen er fast, kantet, tung og slitesterk. I prinsippet er stein også et miljøvennlig byggemateriale. Velgradert (blandet) sprengstein inneholder en høy andel finstoff og har en bred gradering (stein i ulike størrelser). Dette gjør at velgradert stein kan fungere både som dekkende lag og som filter, slik at et separat filterlag mot underliggende jord ikke er nødvendig.

Gjennom slitasje og erosjon vil de finere materialene i dekkelaget slites bort, og de gjenværende grove steinfraksjonene kan oppnå tilstrekkelig stabilitet. Grunnvann og overflatevann vil vaske ut de fineste fraksjonene i underlaget, og de gjenværende overgangsmassene vil etter hvert fungere som et filterlag. I denne prosessen kan dekkelaget få noe ujevn setning, men det vil likevel oppnå tilstrekkelig stabilitet (*Modul F2.201: Ordna steinlag, sidesikring – Prosjektering*) (NVE, 2023).

6.3 Beregning av steinstørrelse

For å fastsette nødvendig steinstørrelse og tykkelse på sikringslaget ble to metoder benyttet: Maynords metode og Barkdolls metode. Begge metodene er grundig beskrevet i *Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein* (NVE, 2009). En oppsummering av resultatene er presentert i Tabell 6-3 og Tabell 6-2.

Tabell 6-3: Steinstørrelse og lagtykkelse for erosjonssikring: Maynords metode.

Erosjonssikring Maynords formel, slake elver, fall mindre enn 2 %			$GQ_{200} - KQ_{200}$	$GQ_{111} - KQ_{200}$
Sikkerhetsfaktor	S_f		1.2	1.2
Bunnhelning	S_0		0.5 %	0.5 %
Midlere vannhastighet	V	m/s	0.8	1.4
Vanndybde	y_0	m	3.73	2.45
Bredde av hovedløp	W	m	7.5	7.5
Kurveradius	R	m	500	500
Stabilitetskoeffisient	C_s		0.3	0.3
Relativ radius	R/W		66.67	66.67
	C_v kurve		1.00	1.00
Koeffisient for vertikal hastighetsfordeling	C_v		1.00	1.00
Koeffisient for sikringstykkelse	C_t		1	1
Steinvekt	W_s	kg/m ³	2650	2650
	U	m/s	0.9	1.7
	y_{0ss}	m	2.98	1.96
	U_{ss}	m/s	0.8	1.4
	d_{30}		0.007	0.03
	d_{30} side		0.006	0.03
	d_{50}	m	0.01	0.05
	d_{50} side	m	0.01	0.04

Tabell 6-2: Steinstørrelse og lagtykkelse for erosjonssikring: Barkdolls metode.

Landkar, beregning etter Barkdoll 2007			$GQ_{200} - KQ_{200}$	$GQ_{111} - KQ_{200}$
Vanndybde ved landkar	y	m	3.73	2.45
Innrykk	L_i	m	0	0
Innrykksforhold	IF	-	0	0
Karakteristisk hastighet	V_{kar}	m/s	0.76	1.38
Spesifikk tetthet	s	-	2.6	2.6
Froudetall	Fr	-	0.12	0.28
$Fr \leq 0.8$				
Formfaktor	K	-	1.02	1.02
Dimensjonerende steinstørrelse	D_{50}	m	0.04	0.12
$Fr > 0.8$				
Formfaktor	K	-	0.69	0.69
Dimensjonerende steinstørrelse	D_{50}	m	0.90	0.74

Basert på resultatene ble Maynords metode valgt. Denne metoden er bedre egnet for elver med slake fall, det vil si mindre enn 2 %. I tillegg er det en fleksibel metode som gir mulighet for å beregne bunnsikring, skråningssikring og sikring i elvesvinger. Metoden inkluderer også en innebygd sikkerhetsfaktor, noe som gjør den mer robust. Barkdolls metode er derimot svært følsom for Froudetallet og bedre egnet for høyhastighetsstrømmer. I tillegg er formlene i Barkdolls metode basert på modellforsøk som i 90 % av tilfellene gir en overdimensjonering av steinstørrelsen (NVE, 2009).

6.4 Anbefalt Steinstørrelse

De anbefalte steinstørrelsene er presentert i Tabell 6-4. For å forenkle byggeoperasjonene, vil én steinfaktor bli brukt både til bunn- og sidesikring. Det er viktig å merke seg at den beregnede steinstørrelsen er basert på en spesifikk steintetthet på minst 2650 kg/m³ (typisk tetthet for steiner som granitt og kvartsitt). Hvis det benyttes stein med lavere tetthet, må steinstørrelsen økes tilsvarende for å oppnå samme stabilitet – og omvendt, dersom en tettere stein benyttes, kan en mindre størrelse være tilstrekkelig. Det anbefales også at de valgte steinstørrelsene godkjennes av byggeleder på steinbruddet før transport til byggeplassen.

Tabell 6-4: Sammendrag av anbefalte steinstørrelser.

Steinstørrelse	Valgte verdier (m)
D _{30, side}	0,04
D _{50, side}	0,05
D _{MAKS, side}	0,07
Tykkelse erosjonssikring	0,30

6.5 Omfang av Erosjonssikring

For landkar med vertikal front som ligger på flomsletta, må erosjonssikringen strekke seg over en bredde på $W = 2y$, hvor y er vanddypet ved landkaret. Imidlertid bør W være minst 5 meter (se Figur 6-1). Basert på denne retningslinjen er det nødvendige omfanget av beskyttelse oppsummert i Tabell 6-5.

Tabell 6-5: Utbredelse og omfang av erosjonssikring.

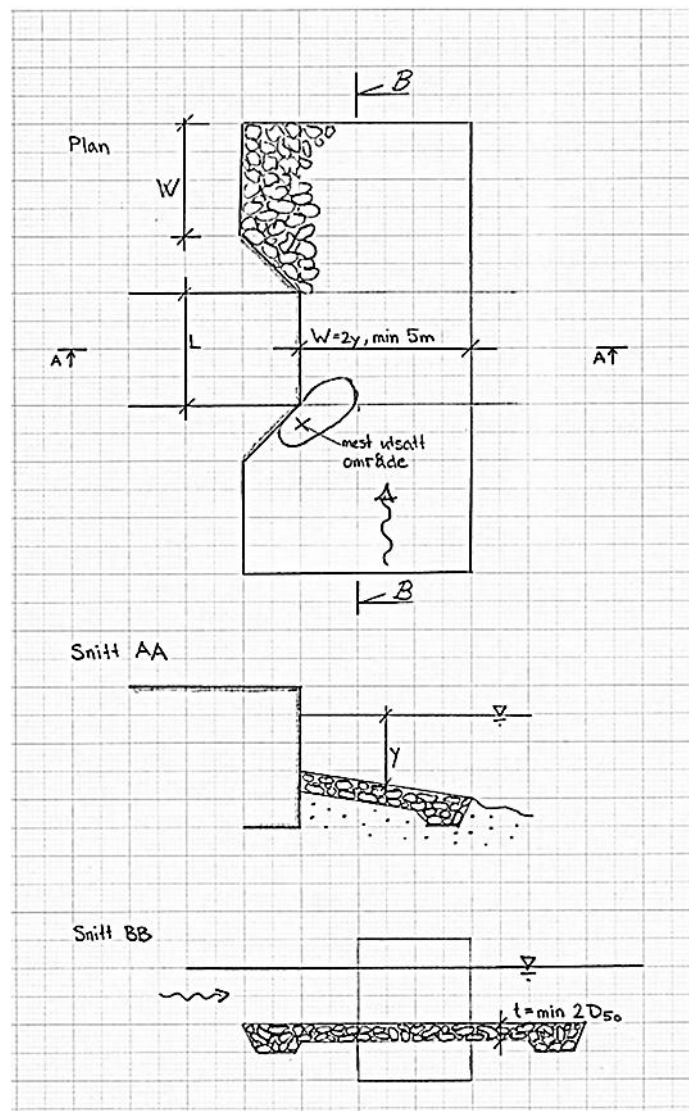
Sikring rundt landkar med vertikal front		GQ ₂₀₀ _KQ ₂₀₀	GQ _m _KQ ₂₀₀
Erosjonssikring langs elva	(m)	5	5
Erosjonssikring på tvers av elva	(m)	5	5

Denne anbefalingen representerer minimum beskyttelsesområde som kreves for å sikre landkaret. Utenfor eller langs kanten av det beskyttede området kan det dannes erosjonshull. Hvis dette anses som uakseptabelt, bør beskyttelsen utvides for å dekke et større område.

Merk:

GQ₂₀₀_KQ₂₀₀ – Representerer en 200-årsflom i både Glomma og Kiva.

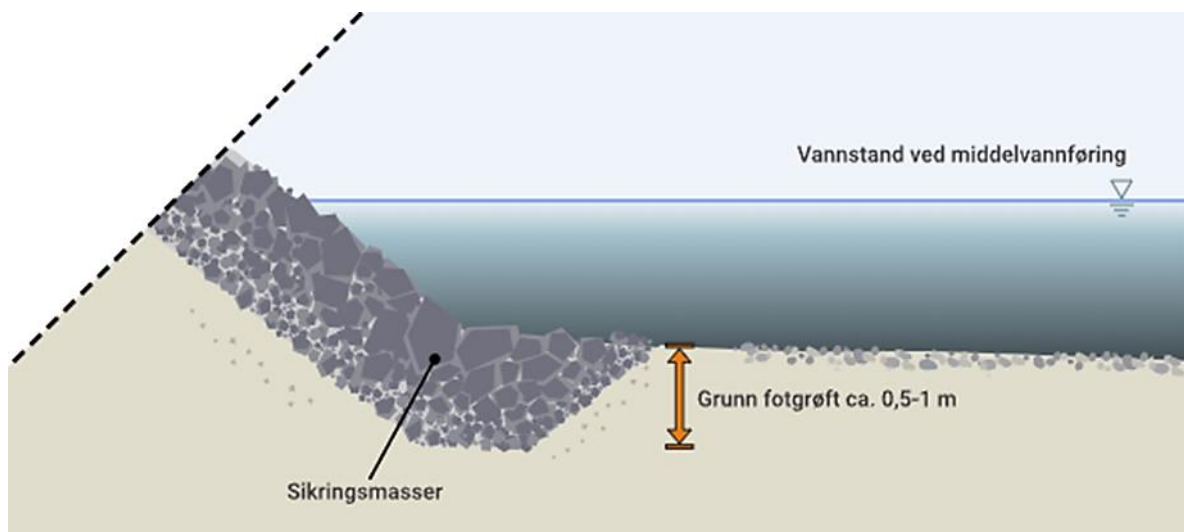
GQ_m_KQ₂₀₀ – Representerer en middelflom i Glomma og en 200-årsflom i Kiva.



Figur 6-1: NVE-veileder for erosjonssikring ved landkar.

Det bemerkes også at jernbanebrua ligger litt over 8 meter oppstrøms den nye brua. Derfor vil det være gunstig å integrere erosjonssikringen med nedstrøms kant av jernbanebrua. Generelt bør beskyttelsen strekke seg godt utenfor det erosjonsutsatte området og avsluttes der den hydrauliske belastningen er lav. Ideelt sett bør den avsluttes mot ueroderbare områder. Det er viktig at beskyttelsen avsluttes på en måte som naturlig smelter inn i det omkringliggende landskapet. Området bør befares for å identifisere egnede avslutningspunkter.

Avslutningen bør graves inn i terrenget slik at erosjonssikringen ligger i flukt med den naturlige grunnflaten. En grunn fotgrøft på omtrent 0,5 meter dyp anbefales (se Figur 6-2), da dette gir en sterk forbindelse mellom beskyttelsen og elvebunnen. De groveste steinfraksjonene bør plasseres i bunnen og langs de ytre kantene, hvor de hydrauliske belastningene på beskyttelsen forventes å være høyest.



Figur 6-2: Grunn fotgrøft.

Isdannelse er ikke vurdert i denne rapporten, da dette krever en stedsspesifikk og erfaringsbasert vurdering. Slike vurderinger gjennomføres typisk i tett samarbeid med Bane NOR, som kan ha relevant historikk og driftserfaring knyttet til lokale forhold ved den aktuelle kryssingen. Det er kjent at isdannelse har forekommet i området tidligere (Figur 6-3), og dette kan derfor ikke utelukkes i fremtiden. Siden den nye bruene ikke medfører innsnevring av elvens tverrprofil, og fordi den nye erosjonssikringen vil redusere dagens hydrauliske ruhet, forventes det heller ikke økt isdannelse sammenlignet med dagens situasjon.



Figur 6-3: Isgangen ved Kiva s for Hanestad isen går helt opp til jernbanebroen 1928 (DigitaltMuseum, 2014).

7 Konklusjon

Flomberegningene som presenteres i denne rapporten er utført i samsvar med NVEs Retningslinjer for flomberegninger (NVE, 2022). Dimensjonerende flomverdier er justert for å ta høyde for både klimaendringer og usikkerhetsmarginer. Konkret er det benyttet et klimapåslag på 40 % og et sikkerhetspåslag på 10 % for alle nedbørfelt, med unntak av Glomma, der kun et sikkerhetspåslag på 10 % er anvendt. De endelige dimensjonerende flomverdiene som er brukt for Glomma, Kiva, Horntjønnbekken 1 og Horntjønnbekken 2 er oppsummert i Tabell 7-1 (se 3.8 Valgte flomverdier).

Tabell 7-1: Sammendrag av valgte dimensjonerende flomverdier.

Navn	Valgte Verdier ($Q_{T,mom}$)			Klimafaktor	Sikkerhetsfaktor	Valgte Verdier ($Q_{dim,T}$)		
	20 år	50 år	200 år			20 år	50 år	200 år
Glomma	625,7	1140	1316	1	1,1	688,3	1254,0	1447,6
Kiva	16,66	20,4	27,39	1,4	1,1	25,7	31,4	42,2
Horntjønnbekken 1	2,28	2,8	3,77	1,4	1,1	3,5	4,3	5,8
Horntjønnbekken 2	1,63	1,99	2,67	1,4	1,1	2,5	3,1	4,1

Hovedformålet med undersøkelsen var å vurdere flomsikkerheten for den foreslåtte nye brua og tilhørende veiinfrastruktur. For å supplere denne vurderingen ble det utviklet en to-dimensjonal hydraulisk i HEC-RAS versjon 6.6.

Analysen viser at underkant av bro på den foreslåtte nye brua må settes til minimum 379,25 m for å ivareta sikkerheten og oppnå nødvendig fri høyde på 0,5 m, slik det er angitt i regelverket (Bane NOR, 2025) .

Den opprinnelige veihøyden anses som trygg for både 20- og 50-årsflommer, med unntak av en kort strekning mellom PLO km 284.509 og PLO km 285.614. For å forhindre oversvømmelse i denne delen i en flomsituasjon måtte veien heves. Basert på anbefalingene fra den hydrauliske analysen ble veiens høyde revidert, og de foreslåtte nivåene anses som trygge for både 20- og 50-årsflommer.

Basert på resultatene fra den hydrauliske modelleringen og i tråd med anbefalingene i NVE sine retningslinjer, ble nødvendige steinstørrelser for erosjonssikring fastsatt. Utformingen ble opprinnelig vurdert ved bruk av både Maynords og Barkdolls metoder. Maynords metode ble imidlertid valgt, da den ble vurdert som mest egnet. Det ble konkludert med at middelsteinsdiameteren (D_{50}) bør være minst 0,05 m, bestående av sprengt eller brutt stein med en tetthet på minst 2650 kg/m³. Denne tettheten er typisk for materialer som granitt eller kvartsitt.

Erosjonssikringen bør utføres som et ordna steinlag med en minimumstykkelse på 0,3 m. Dette laget må forankres i elvebunnen for å opprettholde nødvendig vannføringsareal under brua. I tillegg bør det etableres rutiner for regelmessig inspeksjon og vedlikehold for å sikre erosjonssikringens funksjon og holdbarhet over tid.

8 References

- Bane NOR, 2025. *Banekart*. [Internett]
Available at: <https://banekart.banenor.no/kart/>
[Funnet Februar 2025].
- Bane NOR, 2025. *Bruer og konstruksjoner – Prosjektering og bygging: Generelle tekniske krav*. [Internett]
Available at:
https://trv.banenor.no/wiki/Bruer_og_konstruksjoner/Prosjektering_og_bygging/Generelle_tekniske_krav
[Funnet Mai 2025].
- Brunner, G. W., Ackerman, C. T. & Goodell, C. R., 2023. *HEC-RAS User's Manual*, Davis, CA: Hydrologic Engineering Center.
- DIBK, 2017. *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*, Oslo: Direktoratet for byggkvalitet.
- Direktoratet for byggkvalitet, 2017. *Byggteknisk forskrift (TEK17)*, s.l.: DiBK.
- Engeland, K. et al., 2020. *Lokal og regional flomfrekvensanalyse*, s.l.: NVE.
- Lawrence, D., 2016. *Klimaendring og framtidige flommer i Norge*, s.l.: NVE.
- Multiconsult, 2020. *10204851-51 Sund, Vannlinjeberegninger ved Os*, Trondheim: Multiconsult Norge As.
- NEVINA, 2025. *Nedbørfelt- og vannlinjeanalyse*. [Internett]
Available at: <https://nevina.nve.no/>
[Funnet 30 Januar 2025].
- Norconsult, 2019. *Hydraulisk beregning av jernbanebru Kivåa + Flomberegning Kivåa*, s.l.: Bane NOR.
- Norsk klimaservicesenter, 2022. *Klimaprofil Hedmark*. [Internett]
Available at: <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/hedmark>
[Funnet 27 Februar 2025].
- Norsk Klimaservicesenter, 2022. *Klimaprofil Nord-Trøndelag - Eit kunnskapsgrunnlag for klimatilpassing, April 2022*, s.l.: Norsk Klimaservicesenter.
- NVE, 1/2022. *Veileder for flomberegninger*, Oslo: Norges vassdrag og energidirektorat.
- NVE, 2/2022. *Flomberegning for dammer: veileder til damsikkerhetsforskriften*, s.l.: NVE.
- NVE, 2009. *Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein*, Oslo: NVE.
- NVE, 2015. *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*, s.l.: Glad, Per Alve; Stenius, Seija; Væringstad, Thomas; Wang, Thea Karoline, NVE.
- NVE, 2016. *Klimaendring og framtidige flommer i Norge*, Oslo: NVE.
- NVE, 2022. *Veileder nr. 1/2022: Veileder for flomberegninger*, Oslo: NVE.
- NVE, 2022. *Veileder Nr. 3/2022 Sikkerhet mot flom: utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak*, Oslo: NVE.
- NVE, 2023. *Sikringshåndboka*. [Internett]
Available at: <https://veiledere.nve.no/sikringshandboka/moduler/modul-f2-201-ordna-steinlag-sidesikring-prosjektering/>
[Funnet April 2025].
- NVE, 2023. *Sikringshåndboka: Modul F2.201: Ordna steinlag, sidesikring – Prosjektering*, Oslo: NVE.
- NVE, 2024. *Sikringshåndboka*, Oslo: NVE.
- Scalgo, 2025. *Scalable algorithms for geospatial data*. [Internett]
Available at: <https://scalgo.com/>
[Funnet 20 Februar 2025].
- Statens Vegvesen, 2024. *N200 Vegbygging*, s.l.: SVV.
- Statens Vegvesen, 2024. *Vegnormal N400 Bruprosjektering*, s.l.: SVV.
- Statens Vegvesen, 2025. *Vegkart*. [Internett]
Available at: <https://vegkart.atlas.vegvesen.no/>
[Funnet Februar 2025].
- USACE, 2024. *HEC-RAS User's Manual*. [Internett]
Available at: <https://www.hec.usace.army.mil/confluence/rasdocs>
[Funnet 2023].

9 Vedlegg

9.1 Vedlegg 1 – NEVINA



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 282511 E
6862932 N

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

Nedbørfeltparametere

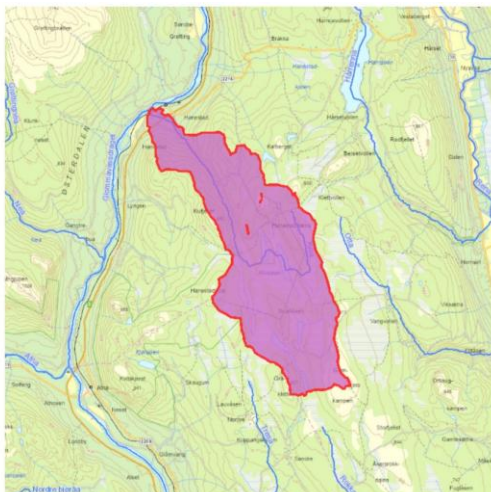
Vassdragsnr.: 002.M40
Kommune.: Rendalen
Fylke.: Innlandet
Vassdrag.: Glommavassdraget

Feltparametere	
Areal (A)	6850 km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0.1 %
Elvleengde (E _L)	203.6 km
Elvegradient (E _G)	2.4 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	1.6 m/km
Helning	7.5 °
Dreneringstetthet (D _T)	1.5 km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	130.7 km

Arealklasse	
Bre (A _{BRE})	0 %
Dyrket mark (A _{JORD})	2.7 %
Myr (A _{MYR})	8.3 %
Leire (A _{LEIRE})	0 %
Skog (A _{SKOG})	40.1 %
Sjø (A _{SJO})	4 %
Snaufjell (A _{SF})	36.9 %
Urban (A _U)	0.1 %
Uklassifisert areal (A _{REST})	7.9 %

Hypsografisk kurve	
Høyde _{MIN}	376 m
Høyde ₁₀	758 m
Høyde ₂₀	799 m
Høyde ₃₀	860 m
Høyde ₄₀	908 m
Høyde ₅₀	960 m
Høyde ₆₀	1006 m
Høyde ₇₀	1069 m
Høyde ₈₀	1177 m
Høyde ₉₀	1286 m
Høyde _{MAX}	1848 m

Klima- /hydrologiske parametere (1991-2020)	
Årlig middellavrenning (Q _N)	15.7 l/s*km ²
Årlig middellavrenning	496 mm
Usikkerhet middellavrenning	2.2 %
Nedbør juni - august	260 mm
Nedbør desember - februar	146 mm
Årstemperatur	-0.9 °C
Sommertemperatur	8.9 °C
Vintertemperatur	-7.9 °C



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 282472 E
6862779 N

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

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 002.M3A
Kommune.: Rendalen
Fylke.: Innlandet
Vassdrag.: Kiva

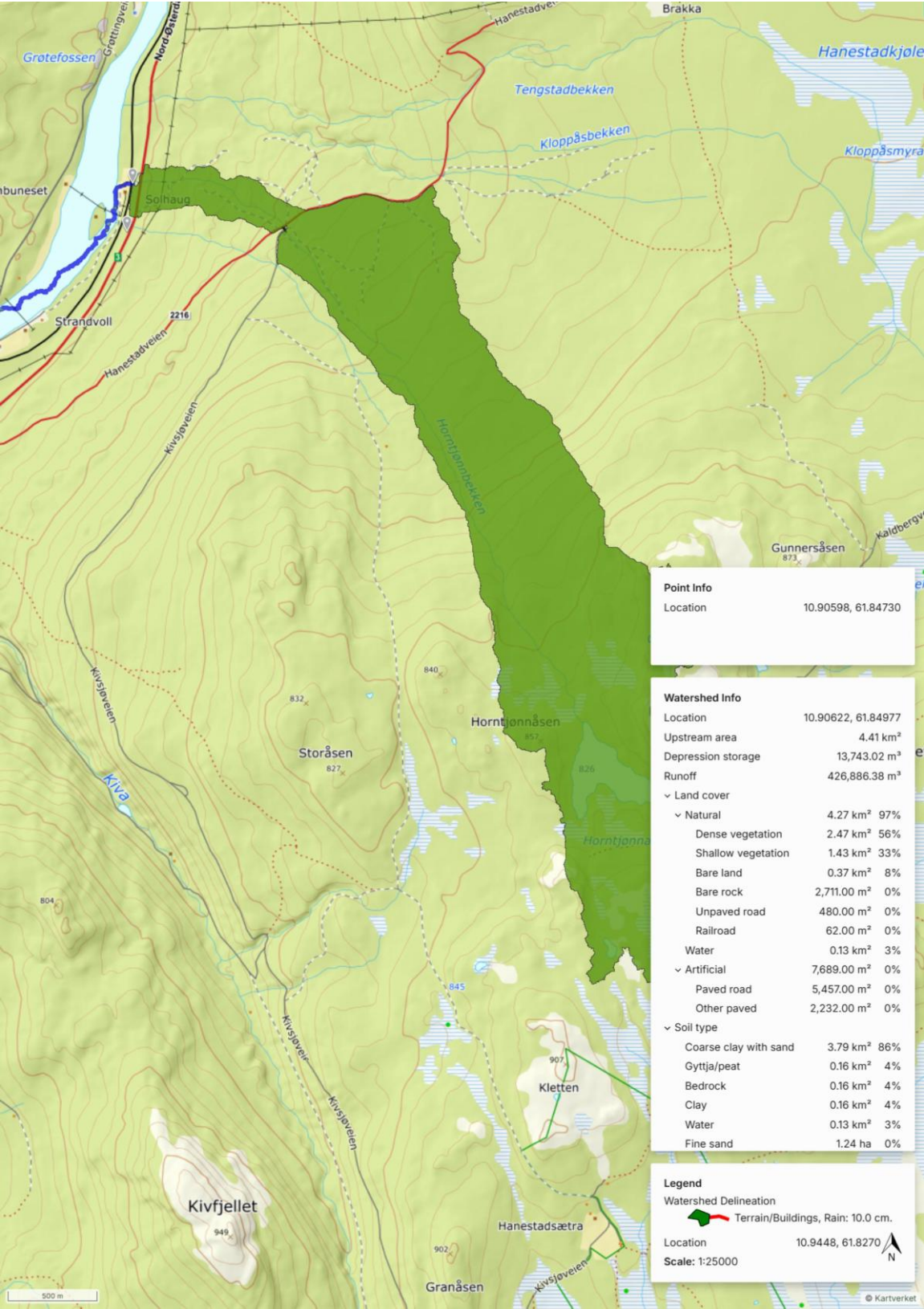
Feltparametere	
Areal (A)	40.2 km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0.6 %
Elvleengde (E _L)	15.3 km
Elvegradient (E _G)	31.1 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	34.6 m/km
Helning	6.5 °
Dreneringstetthet (D _T)	0.9 km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	14 km

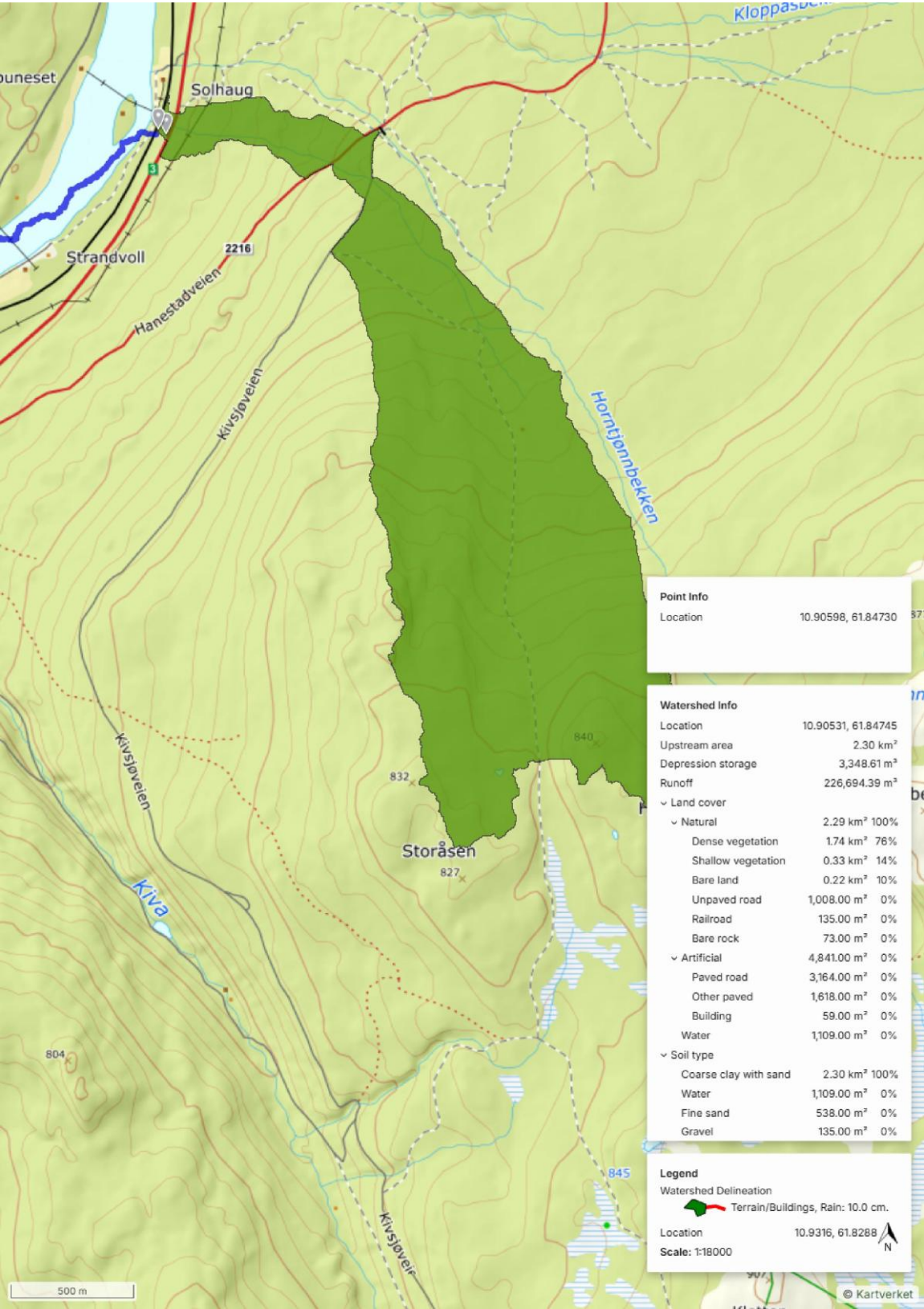
Arealklasse	
Bre (A _{BRE})	0 %
Dyrket mark (A _{JORD})	0.2 %
Myr (A _{MYR})	25.4 %
Leire (A _{LEIRE})	0 %
Skog (A _{SKOG})	62.5 %
Sjø (A _{SJO})	3.2 %
Snaufjell (A _{SF})	3.9 %
Urban (A _U)	0 %
Uklassifisert areal (A _{REST})	4.8 %

Hypsografisk kurve	
Høyde _{MIN}	375 m
Høyde ₁₀	680 m
Høyde ₂₀	787 m
Høyde ₃₀	816 m
Høyde ₄₀	821 m
Høyde ₅₀	830 m
Høyde ₆₀	846 m
Høyde ₇₀	857 m
Høyde ₈₀	875 m
Høyde ₉₀	900 m
Høyde _{MAX}	969 m

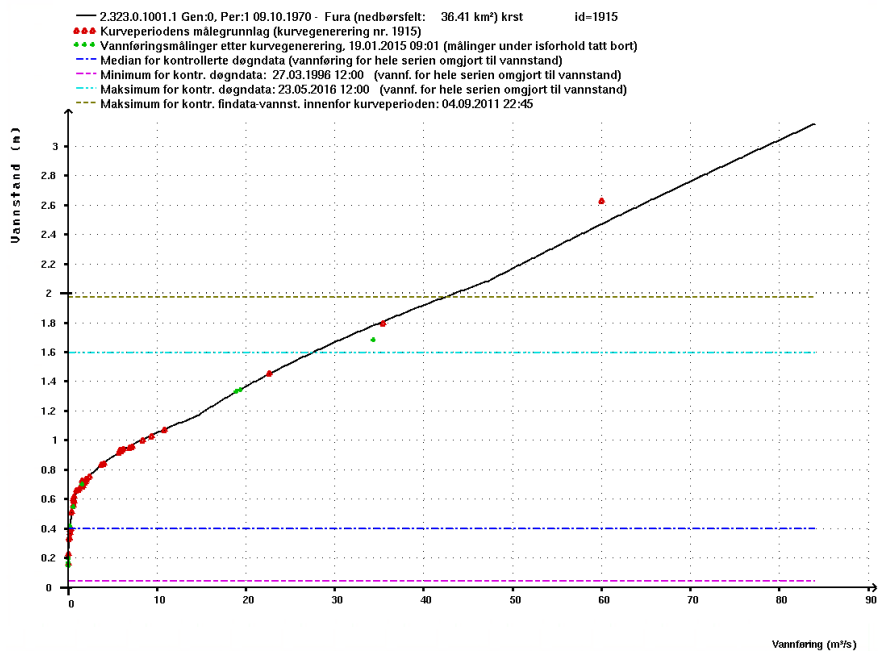
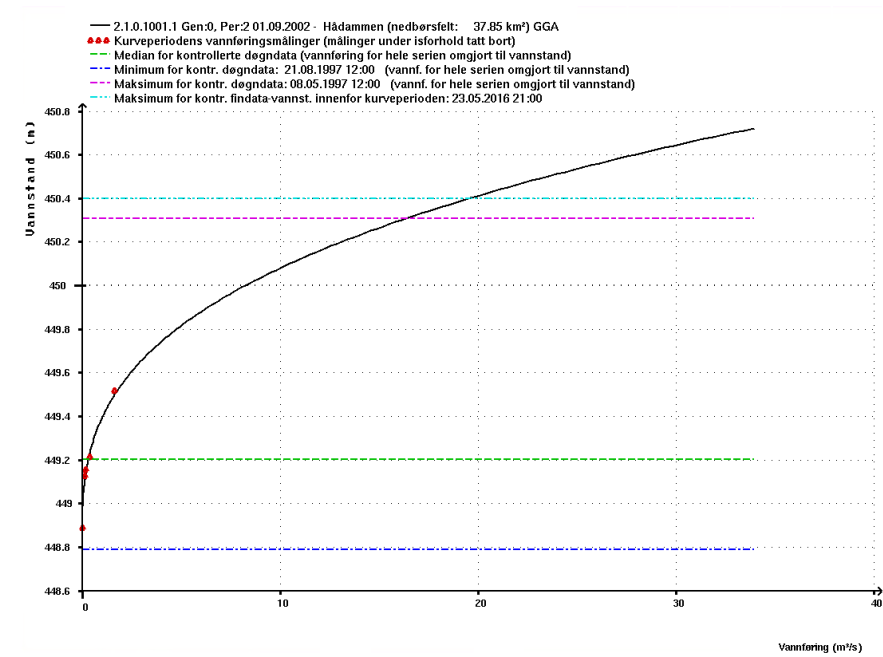
Klima- /hydrologiske parametere (1991-2020)	
Årlig middellavrenning (Q _N)	13.7 l/s*km ²
Årlig middellavrenning	431 mm
Usikkerhet middellavrenning	12.9 %
Nedbør juni - august	277 mm
Nedbør desember - februar	129 mm
Årstemperatur	-0.4 °C
Sommertemperatur	10.2 °C
Vintertemperatur	-8.0 °C

9.2 Vedlegg 2 – Scalgo





9.3 Vedlegg 3 – Vannføringskurver (Hydra II)



Sanering og Sikring av Planoverganger
Hanestad
Flomfarevurdering

