

Oppdragsgiver:	Indre Østfold kommune
Oppdragsnavn:	Riiser bru
Oppdragsnummer:	639033-03
Utarbeidet av:	Jon Zeigler
Oppdragsleder:	Øystein Seljegard
Dato:	15.02.2024
Tilgjengelighet:	Åpent

Notat Flomberegning Riiser bru

Sammendrag

1. Innledning

1.1. Bakgrunn

2. Forutsetninger

2.1. Overordnet/regelverk

2.2. Flomberegning

2.3. Hydrauliske beregninger

2.3.1. Kalibrering

2.4. Terrengmodell

3. Flomberegning

3.1. Nedbørfelt

3.2. Vannføringsdata

3.3. Nedbørsdata

3.4. Beregning av 200-årsflom

3.4.1. Frekvensanalyse kulminasjonsdata

3.4.2. PQRUT

3.4.3. Klimapåslag

3.4.4. Oppsummering og endelig estimat

3.4.5. Flomforløp

4. Hydraulisk beregning

4.1. Programvare/modelltype

4.2. Modelloppsett

4.2.1. Terrengmodell/analyseområde

4.2.2. Hydraulisk ruhet/kalibrering

4.2.3. Grensebetingelser

4.2.4. Øvrige modellparametere

4.2.5. Beregningsscenarioer

4.3. Resultater

4.4. Følsomhetsanalyse

4.5. Sikkerhetspåslag

5. Konklusjon og anbefaling

6. Referanser

Vedlegg

Versjonslogg:

00	15.02.24	Utkast til kommunens gjennomsyn	JZ	MMO
VER.	DATO	BESKRIVELSE	AV	KS

Sammendrag

Det er utført hydraulisk 2D-modellering av Hobølelva forbi Riiser bru. Beregnet 200-årsflom (Q200) inkludert klimapåslag 20 % ble **182,4** m³/s. Beregnet vannstand for Q200 med klimapåslag 20 % blir **+56,04** oppstrøms bruområdet. Gradienten på vannflaten ved flom er tilnærmet flat i flere kilometer nedstrøms brua. Maks vannhastighet i brugjennomløpet er inntil 1,2 m/s, men hovedsakelig under 1 m/s. Om en skulle forholdt seg strengt til veilederne måtte brua anlegges med underkant overbygning over kote **+57,32**. Da øvrig veinett uansett vil være oversvømt ved 200-årsflom er det trolig bedre samfunnsøkonomi å søke dispensasjon fra veilederne, og anlegge brua på lavere kote. Det forutsettes i så fall at brua dimensjoneres for å tåle oversvømmelse.

1. Innledning

1.1. Bakgrunn

Eksisterende Riiser bru skal erstattes med ny, og det må i den forbindelse utredes flomsituasjon. Brua krysser Hobølelva vest for Riser gård i Indre Østfold (gamle Hobøl kommune). Hobølelva har oppstrøms nedbørfelt på 285 km² (Figur 1-2), og tilnærmet null fall på denne strekningen. Brua ble rammet av flom under uværet «Hans» høsten 2023, men beslutningen om å fornye brua var fattet lenge før dette. Bilde fra flommen er vist i Figur 1-1.



Figur 1-1. Riiser bru under flom høsten 2023 (Foto: Indre Østfold kommune)



Figur 1-2. Nedbørfelt for Riiser bru, med bruplassering i rødt

2. Forutsetninger

2.1. Overordnet/regelverk

I henhold til TEK17 skal bruer som hovedregel dimensjoneres for å tåle 200-årsflom i fremtidens klima. I henhold til Statens vegvesens bruprojekteringsveileder V400 bør det også være minst 0,5 m fribord mellom dimensjonerende flomnivå og underkant bruoverbygning. I de tilfellene der dette er umulig søkes det normalt fravik fra håndbok, eller dispensasjon om det er kommunal vei.

2.2. Flomberegning

Flomberegning utføres for et punkt rett nedstrøms bruområdet. Der det er nødvendig å modellere et lengre strekk av elva, estimeres tilleggsvannmengder ved skalering av feltstørrelse. Det er ikke funnet tidligere flomberegninger for elva/området. Nedbørfelt og feltparametere beregnes med NVE-applikasjonen NEVINA, og flomberegningene baseres på NVE-veileder nr. 1/2022.

2.3. Hydrauliske beregninger

Hydrauliske beregninger utføres med todimensjonal hydraulisk modell i HEC-RAS v.6.4.1.

Selve *brukonstruksjonen* for nye Riiser bru legges ikke inn i modellen da denne ikke er endelig landet. Også fordi målet med beregningen er å finne dimensjonerende flomhøyde som brua ideelt sett skal legges over. Brugjennomløp modelleres i praksis som om det ikke er bru på stedet. Så snart brukonstruksjon er landet kan det kjøres beregninger som viser oppstuvningseffekten av den gitte geometrien/konstruksjonen ved dimensjonerende flom. Konsekvensen av dette antas å være liten, fordi det ved flom blir nærmest stillestående vann rundt brua, og dermed liten oppstuvningseffekt oppstrøms.

Nedstrøms bruer (2 stk på Holoveien, langt nedstrøms) tas ikke med i modellen. Disse vil trolig uansett ikke stuve vann helt tilbake til Riiser ved flom. (Beregningene gir svar på dette).

2.4. Terrengmodell

Terrengmodell utarbeides med utgangspunkt i Nasjonal høydemodell NDH fra Kartverkets laserinnsynstjeneste, med en meters ruteoppløsning. Terrengmodellen er supplert med innmålinger utført av Follo oppmåling den 18.10.2023.

Det forutsettes for øvrig at elveløpet ikke endrer seg under flom.

3. Flomberegning

3.1. Nedbørfelt

Nedbørfelt er generert med Nevina, og vises i Figur 1-2. Nedbørfeltkarakteristikk vises i Tabell 3-1.

Tabell 3-1. Nedbørfeltkarakteristikk fra Nevina

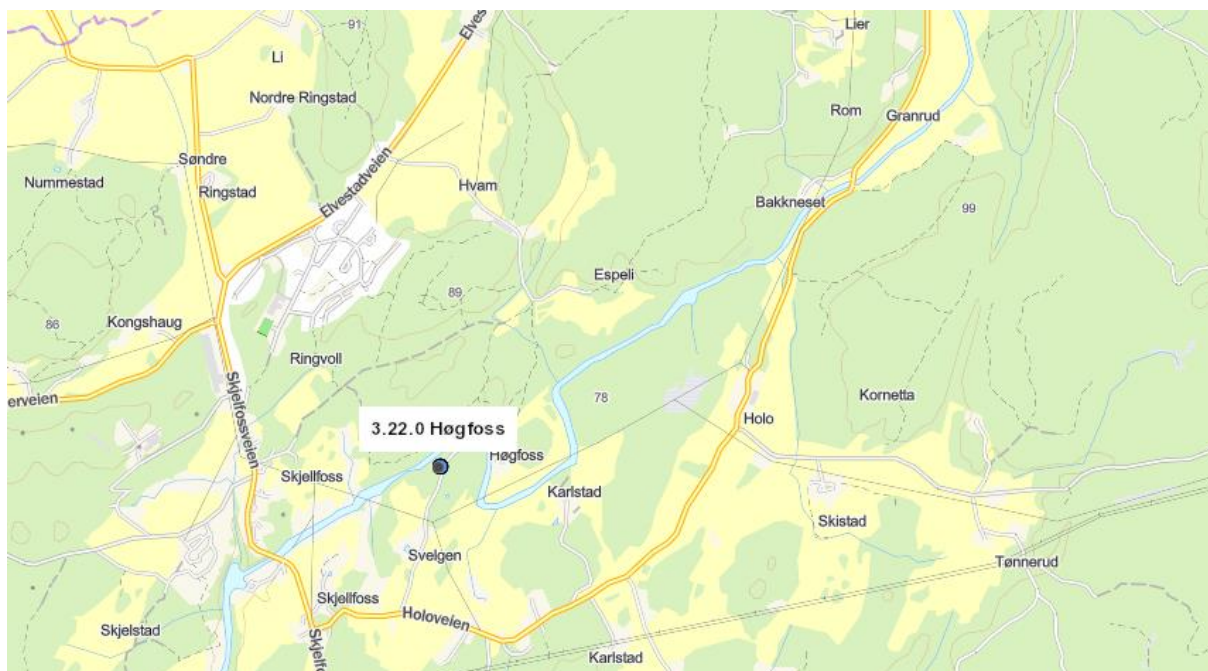
Nedbørfeltparametere fra NEVINA			
Feltparametere			
Areal	(A)	[km ²]	285
Effektiv sjø	(A _{SE})	[%]	0.62
Elvelengde	(E _L)	[km]	56.1
Total elvelengde uten sjø	(E _{TL, NET})	[km]	445.2
Elvegradient	(E _G)	[m/km]	3.7
Elvegradient ₁₀₈₅	(E _{G,1085})	[m/km]	3.5
Helning		[°]	6.1
Dreneringstetthet	(D _T)	[km ⁻¹]	1.8
Feltlengde	(F _L)	[km]	29.6
Arealklasse			
Bre	(A _{BRE})	[%]	0.0
Dyrket mark	(A _{JORD})	[%]	19.7
Myr	(A _{MYR})	[%]	1.3
Skog	(A _{SKOG})	[%]	70.6
Sjø	(A _{SJO})	[%]	2.5
Snaufjell	(A _{SF})	[%]	1.6
Urban	(A _U)	[%]	1.6
Uklassifisert	(A _{REST})	[%]	4.3

Leire	(A _{LEIRE})	[%]	41.5
Hypsografisk kurve			
Høyde min	(H _{min})	[moh]	50
Høyde 10	(H ₁₀)	[moh]	100
Høyde 20	(H ₂₀)	[moh]	115
Høyde 30	(H ₃₀)	[moh]	127
Høyde 40	(H ₄₀)	[moh]	141
Høyde 50	(H ₅₀)	[moh]	157
Høyde 60	(H ₆₀)	[moh]	173
Høyde 70	(H ₇₀)	[moh]	187
Høyde 80	(H ₈₀)	[moh]	204
Høyde 90	(H ₉₀)	[moh]	229
Høyde maks	(H _{max})	[moh]	347
Høyde 25	(H ₂₅)	[moh]	121
Høyde 75	(H ₇₅)	[moh]	196
Klimatiske og hydrologiske parametere			
Avrenning 1961-90	(Q _{N, 61-90})	[l/s·km ²]	18.1
Sommernedbør	(N _S)	[mm]	384
Vinternedbør	(N _V)	[mm]	418
Utledelede parametere			
Relieff forhold	(H _L)	[m/km]	2.5
Høydeforskjell	(D _H) / (H)	[m]	297
Årsnedbør	(N _A)	[mm]	802

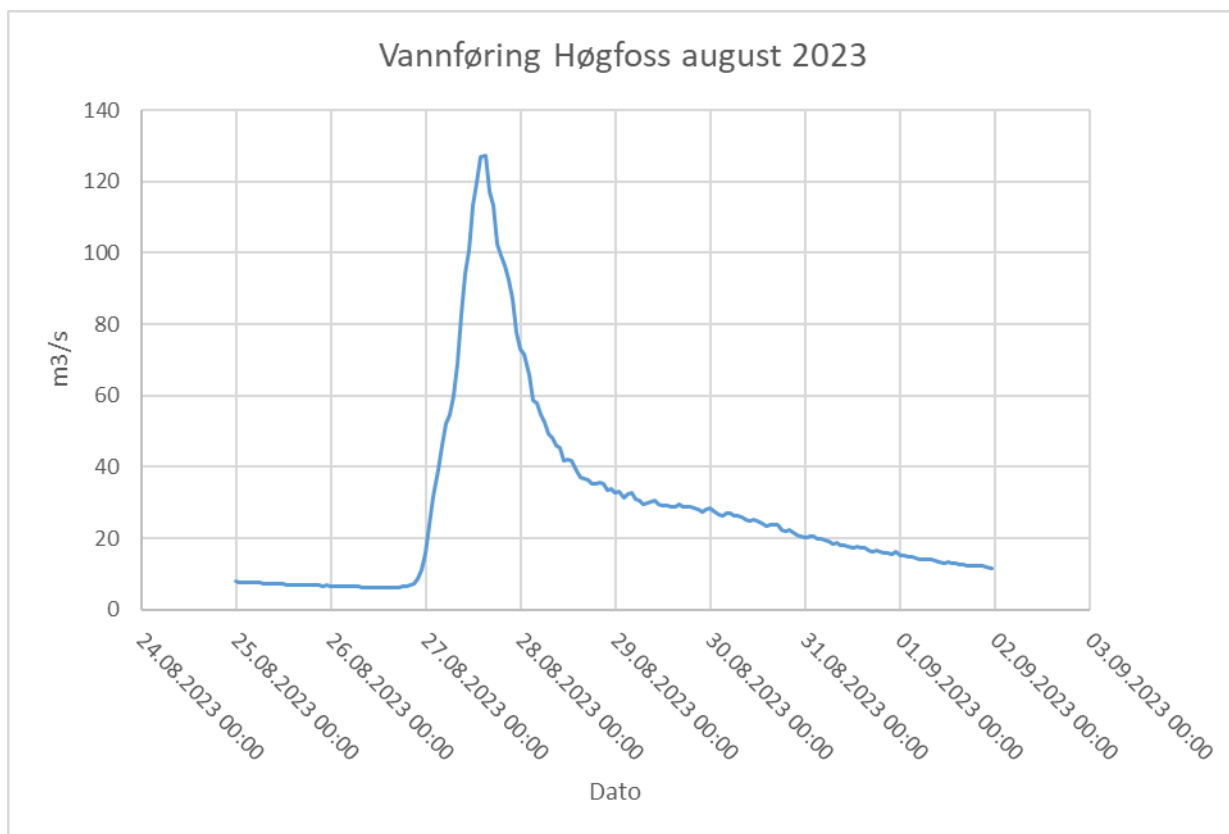
3.2. Vannføringsdata

Målestasjon Høgfoss ligger ca. 6,6 km nedstrøms Riiser bru i Hobøelva (Figur 3-1). Den har et nedbørfeltareal på 299,6 km², og 45 år data. Kurvekvalitet for flom er klassifisert som «Bra». Serien i Hydra II inneholder riktignok ikke kontrollerte data fra flommen i august 2023 (Hans). Fra de ukontrollerte sanntidsdataene finner vi at kulminert flom den 07.08.2023 var på 129,8 m³/s, med døgnverdi på 84 m³/s. Dette datapunktet (dog ukontrollert) kan dermed legges manuelt inn i serien og på den måten inkluderes i videre analyser. Flomforløpet fra Høgfoss vises i Figur 3-2.

¹ Kulminasjonsverdien har i ettertid blitt justert i Hydra II, og ligger den 09.02.2024 inne som 131,6 m³/s (HYTRAN/ukorrigert). HYKVAL-serien mangler samtidig selve kulminasjonen.



Figur 3-1. Målestasjon 3.22.0 Høgfoss (Fra NVE Seriekart)



Figur 3-2. Vannføring som målt på Høgfoss under flommen i august 2023. (Ukontrollerte data).

3.3. Nedbørsdata

Nærmeste aktuelle IVF-kurver er Askim II og Ås - Rustadskogen. Plassering er vist i Figur 3-3, og selve kurvene i Tabell 3-2 og Tabell 3-3.



Figur 3-3. Nærmeste IVF-kurver: Askim II og Ås Rustadskogen. Riiser bru befinner seg ca. midt mellom disse.

Tabell 3-2. Dimensjonerende nedbør (mm) for målestasjon Askim II.

Askim II (SN3810),																	
Antall sesonger: 38																	
		Regnvarighet [min]															
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
Gjentaksintervall [år]	2	1.4	2.5	3.4	4.7	6.8	8.0	8.9	10.2	11.6	12.7	14.5	16.1	18.3	23.8	29.6	38.1
	5	2.1	3.5	4.8	6.6	9.4	10.9	12.1	14.1	16.3	17.8	19.9	21.3	24.0	31.5	38.2	48.5
	10	2.5	4.2	5.8	8.0	11.1	13.0	14.5	17.1	20.1	21.8	24.0	25.4	28.4	36.9	44.0	55.5
	20	2.9	5.0	6.8	9.3	12.8	15.2	17.1	20.3	24.2	26.1	28.4	29.9	33.3	42.5	49.9	62.4
	25	3.0	5.2	7.2	9.8	13.4	16.0	17.9	21.4	25.7	27.5	29.8	31.5	35.0	44.3	51.7	64.5
	50	3.5	5.9	8.3	11.2	15.2	18.3	20.6	24.9	30.6	32.6	34.6	36.7	40.7	50.1	57.6	71.5
	100	3.9	6.7	9.4	12.7	17.0	20.7	23.7	28.8	35.9	38.3	40.0	42.8	47.4	56.3	63.9	78.2
	200	4.3	7.5	10.5	14.2	18.8	23.3	27.1	33.0	42.2	44.6	46.1	49.7	54.4	62.9	70.3	85.4

Tabell 3-3. Dimensjonerende nedbør (mm) for målestasjon Ås - Rustadskogen

Ås - Rustadskogen (SN17870)																	
Antall sesonger: 41																	
		Regnvarighet [min]															
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
Gjentaksintervall [år]	2	1.6	2.8	3.7	5.2	7.6	9.3	10.4	12.0	13.6	14.8	17.1	18.3	20.8	26.8	33.6	41.5
	5	2.2	3.9	5.2	7.3	10.9	13.0	14.3	16.3	18.3	20.2	24.1	25.5	28.7	36.0	44.9	54.8
	10	2.5	4.6	6.2	8.8	13.0	15.5	17.0	19.4	21.6	23.9	29.2	30.9	34.6	42.7	52.8	64.1
	20	2.9	5.3	7.2	10.1	15.2	18.0	19.7	22.4	24.9	27.7	34.5	36.4	40.8	49.8	61.1	73.5
	25	3.0	5.5	7.5	10.6	15.9	18.8	20.5	23.4	25.9	28.9	36.2	38.3	42.9	52.3	63.7	76.7
	50	3.3	6.2	8.5	12.0	18.1	21.3	23.0	26.7	29.4	32.9	41.9	44.5	50.0	59.9	72.7	86.2
	100	3.6	6.8	9.6	13.4	20.4	23.8	25.7	30.2	33.1	37.0	48.2	51.4	57.8	68.3	81.7	96.5
	200	3.9	7.4	10.5	14.9	22.7	26.3	28.4	33.8	37.0	41.3	54.7	59.1	66.4	77.3	91.6	106.6

Før bruk vil nedbørsverdiene justeres ved hjelp av arealreduksjonsfaktor.

3.4. Beregning av 200-årsflom

For beregning av 200-årsflom benyttes følgende metoder:

- Flomfrekvensanalyse med utgangspunkt i målestasjon Høgfoss
- Nedbør-avløpsmodell PQRUT

Fordi nedbørfeltet er stort ($>60 \text{ km}^2$) og det finnes målinger i samme vassdrag anses det som unødvendig å bruke flere metoder. PQRUT vil derfor kun brukes som en kontroll av frekvensanalysen.

3.4.1. Frekvensanalyse kulminasjonsdata

For frekvensanalysen benyttes kulminasjonsdata fra stasjon Høgfoss direkte i programmet FlomAnalyse i Hydra II fra arkivet ICECORR_HYKVAL. Kulminasjonsverdien som målt 27.08.2023 ($129,8 \text{ m}^3/\text{s}$) suppleres manuelt. Fordi serien er kortere enn 50 år benyttes Gumbel-kurvetilpasning. Resulterende verdier for Hobøelva ved Riiser bru vises i Tabell 3-4. Flomverdi blir **151,9** m^3/s .

Tabell 3-4. Resultat fra frekvensanalyse på kulminasjonsdata

Felt	Middelflom (kulminasjon)		200-årsflom (kulminasjon)	
	[l/s·km ²]	[m ³ /s]	[l/s·km ²]	[m ³ /s]
Hobøelva	200	56.96	533	151.9

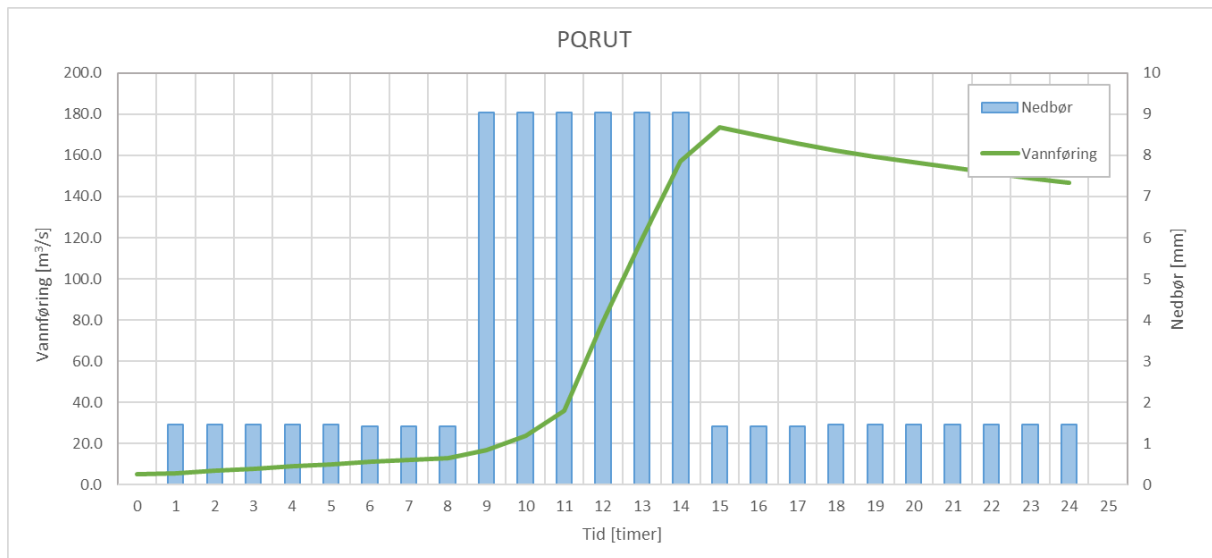
3.4.2. PQRUT

Som kontroll av frekvensanalysen settes det opp PQRUT-modell basert på nedbørsdata nevnt i 3.3. Metoden er nærmere beskrevet i NVE-veileder 01/2022. Modellparametere utledes fra feltegenskaper. Endelige parametere er vist i Tabell 3-5. Konsentrasjonstid settes til 1 t.

Tabell 3-5. Modellparametere for bruk i PQRUT

Felt	K ₁ [1/time]	K ₂ [1/time]	T [mm]
Hobøelva	0.066	0.010	37.52

Det kjøres beregninger med både Askim- og Ås-nedbørsserien, og forskjellige nedbørsforløp basert på disse. Til slutt velges den antatt beste nedbørsserien/nedbørsforløpet, eller den som gir høyest beregnet flom. Serien som gir høyeste verdier er Ås – Rustadskogen, men denne gir flomverdier langt over tallene fra Høgfoss. Askim II, med nedbørsforløp som vist i Figur 3-4 gir verdier som samsvarer bedre. Resultatene fra Askim II legges derfor til grunn for videre bruk. Resulterende 200-årsflomverdi fra PQRUT blir **173,5** m^3/s .



Figur 3-4. Nedbørsserie og simulert vannføring fra PQRUT

3.4.3. Klimapåslag

Klimapåslag settes til 20 % fordi dette er et stort ($>60 \text{ km}^2$) felt på Østlandet, iht. NVE-veileder 01/2022.

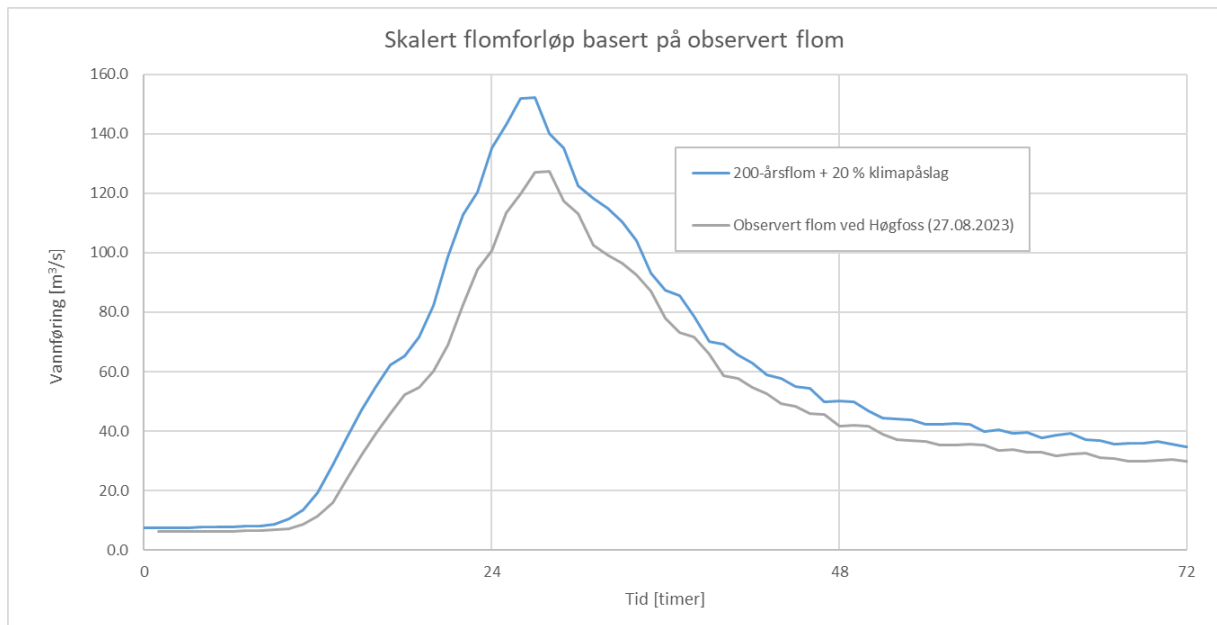
3.4.4. Oppsummering og endelig estimat

Måledata fra vassdraget bør som hovedregel vektes høyest, særlig hvis måleserien har god lengde og kvalitet. PQRUT-beregningen kan tyde på at om en skal justere flomtallet, bør en vurdere en økning. Samtidig må frekvensanalysen vektlegges. Vi velger derfor å runde verdien fra frekvensanalysen opp til **152** m^3/s og bruker dette som endelig flomtall.

Med 20 % klimapåslag blir verdien **182,4** m^3/s .

3.4.5. Flomforløp

Flomforløp settes opp på grunnlag av observert flomforløp ved Høgfoss 27. august 2023. Forløpet skaleres slik at det får lik form som det målte, men med kulminasjonsverdi som beregnet i avsnitt 3.4.4. Forløpet er vist i Figur 3-5.



Figur 3-5. Konstruert flomforløp (uten klimapåslag) for 200-årsflom basert på observert flomforløp på Høgfoss.

4. Hydraulisk beregning

4.1. Programvare/modelltype

Modell settes opp i HEC-RAS v.6.4.1 som ren 2D-beregning. Dette pga. lite fall på elvestrekningen, og stort flomsletteareal, som gjør at vannet kan strømme i forskjellige retninger utenom elveløpet, avhengig av terrenget.

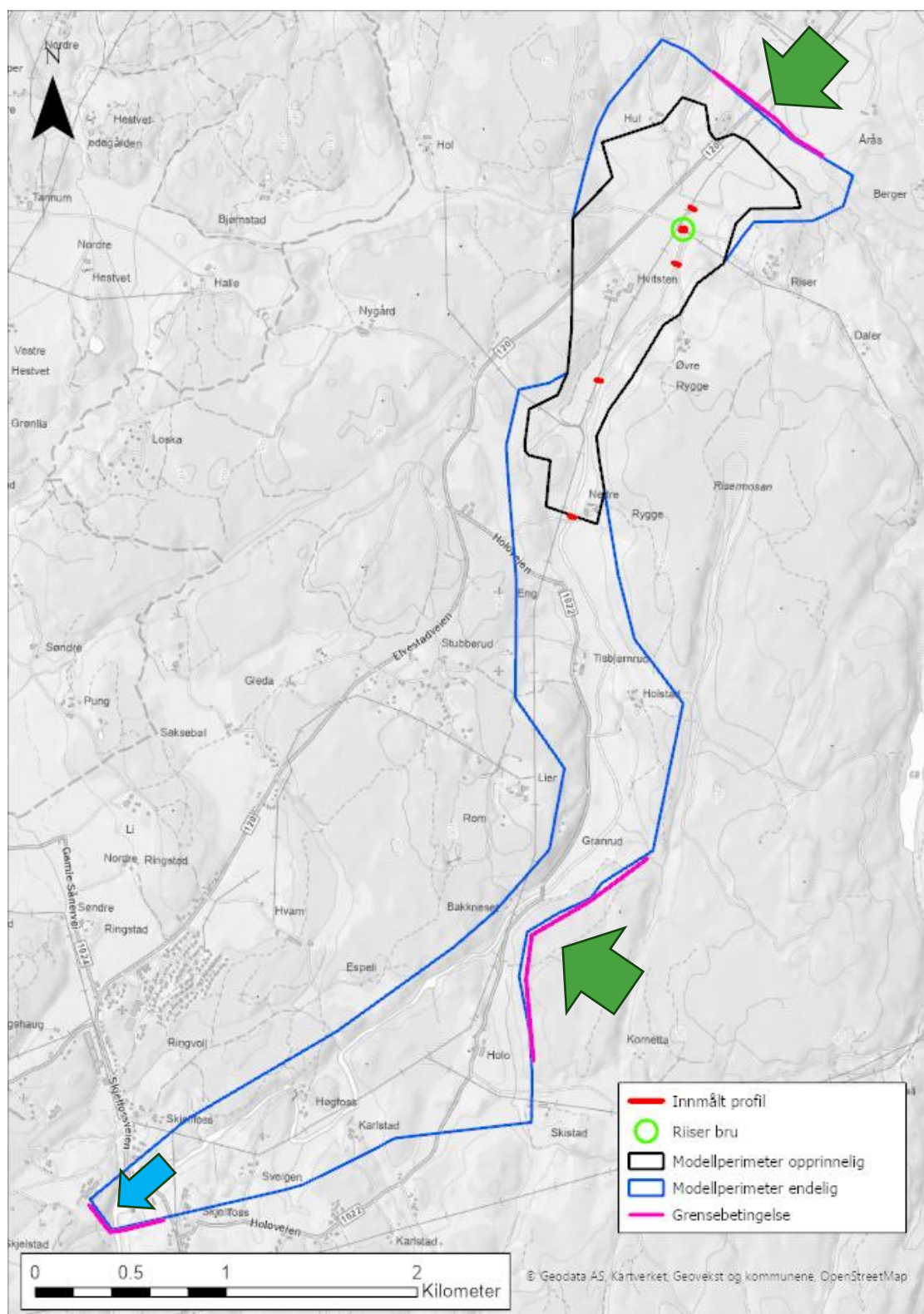
4.2. Modelloppsett

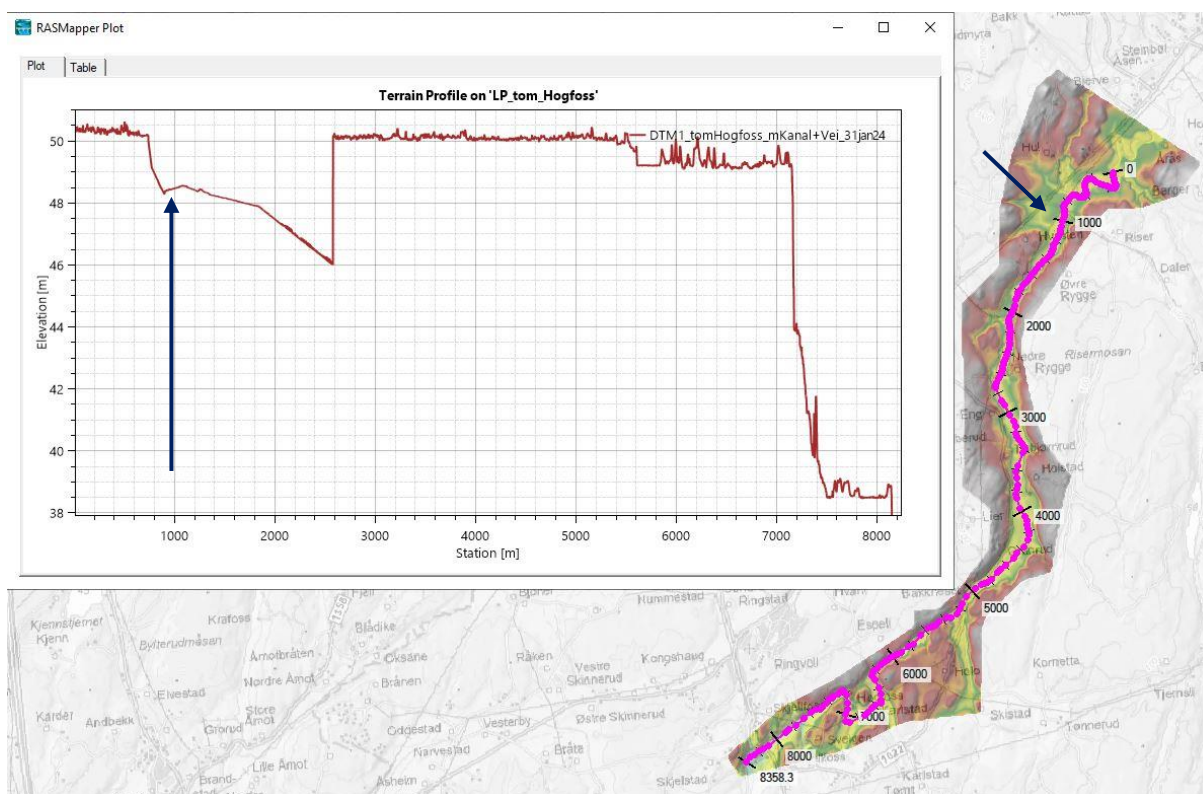
4.2.1. Terrengmodell/analyseområde

Det ble målt opp bunnprofiler og vannstand den 18.10.2023, utført av Follo Oppmåling AS. Oppmålte profiler vises i Figur 4-1. Innmålingene ble så innarbeidet i terrengmodell med ruteoppløsning 1 meter. Prosjektert vei innarbeides også i terrenget.

Prøveberegninger indikerte at man kunne forvente en nedgang i flomvannstanden ca. midt mellom Øvre Rygge og Nedre Rygge gård, der elva får en innsnevring. Nedre grense for modellen (og måleprofil) ble dermed satt ca. 30 m oppstrøms Holoveiens krysning med elva ved Nedre Rygge gård. Imidlertid viste det seg at modellen var veldig følsom for endringer i nedstrøms grensebetingelse (normalstrømning med definert lengdefall). Dette medførte selv at en liten endring i modellparameter for nedstrøms lengdefall ga stor endring i beregnet vannstand ved Riiser bru. Det ble derfor besluttet å utvide modellen til nedstrøms Høgfoss for å komme utenom denne problemstillingen. Opprinnelig og endelig modellområde vises i samme figur (Figur 4-1). Utvidelsen medførte at kun første del av elvestrekningen hadde innmålt bunn, mens terrengmodellen for resten av strekket benyttet laserscannet overflate, i praksis vannoverflaten på scanningstidspunktet.

Det ble gjort en sammenligning mot en terrengmodell helt uten innmålinger innarbeidet, og funnet at konsekvensen av dette var minimal. Dette fordi overgangen fra innmålt bunn til laseroverflate skjer langt nok nedstrøms til at vannet ikke stuves bakover i modellen. Lengdeprofil med endelig terrengmodell er vist i Figur 4-2, og viser overgangen fra innmålt bunn til laseroverflate.





Figur 4-2. Lengdeprofil av endelig terrengmodell. Lengst nedstrøms bunninnmåling ble gjort ca. ved stasjon 2500. Elva har tilnærmet null fall på hele strekket før Høgfoss (ca. stasjon 7500). Riiser bru ligger ved ca. stasjon 900 (vist med pil).

4.2.2. Hydraulisk ruhet/kalibrering

Det ble gjort en overordnet arealklassifikasjon i GIS basert på ortofoto. Denne er så tilordnet verdier for hydraulisk ruhet (Mannings n). Verdiene er satt på bakgrunn av standardverdier fra Vassdragshåndboka (Fergus, Hoseth, & Sæterbø, 2010).

Innenfor elveløpet er det forsøkt gjort en kalibrering basert på målt vannføring fra Høgfoss på oppmålingstidspunktet. Dette viste seg tidkrevende pga. usikkerhet i nedstrøms bunnforhold, som hadde stor innvirkning på beregnet vannstand oppstrøms. Kalibrering mot normal/lav vannføring ($1,13 \text{ m}^3/\text{s}$) har også sterkt begrenset nytteverdi ved flomsituasjon, da vannet er garantert å flyte utover selve elveløpet. Det ble derfor besluttet å heller benytte en lav standardverdi for ruhet innenfor elveløpet. Det er også utført følsomhetsanalyse med den endelige modellen for å få et mål på usikkerheten. Dette er beskrevet i kap. 4.4. Ruhetsverdier er listet i Tabell 4-1.

Tabell 4-1. Benyttede verdier for hydraulisk ruhet (Mannings n)

Arealtype	Mannings n
Jorde/dyrket mark	0.04
Skog	0.1
Kantsone	0.077
Kantsone med skog	0.1
Vei	0.02
Kantsone ytre (gress)	0.05
Elveløp	0.03

4.2.3. Grensebetingelser

Oppstrøms betingelse er vannføringsserie/flomforløp som beskrevet i 3.4.5 (kulminert flom 182,4 m³/s inkludert 20 % klimapåslag). Nedstrøms betingelse er normalstrømning med lengdefall 0.001, men dette har i praksis ingen innvirkning oppstrøms. Fordi modellområdet ble utvidet må også resterende vann som kommer til nedstrøms Riiser bru tas med. Denne restvannmengden føres inn langs modellens sørøstre grense, vist i samme figur. Restvannmengden er satt til **9,6** m³/s, som tilsvarer restvannmengden om en hadde gjort frekvensanalyse med Høgfoss (299,6 km²) som beregningspunkt.

4.2.4. Øvrige modellparametere

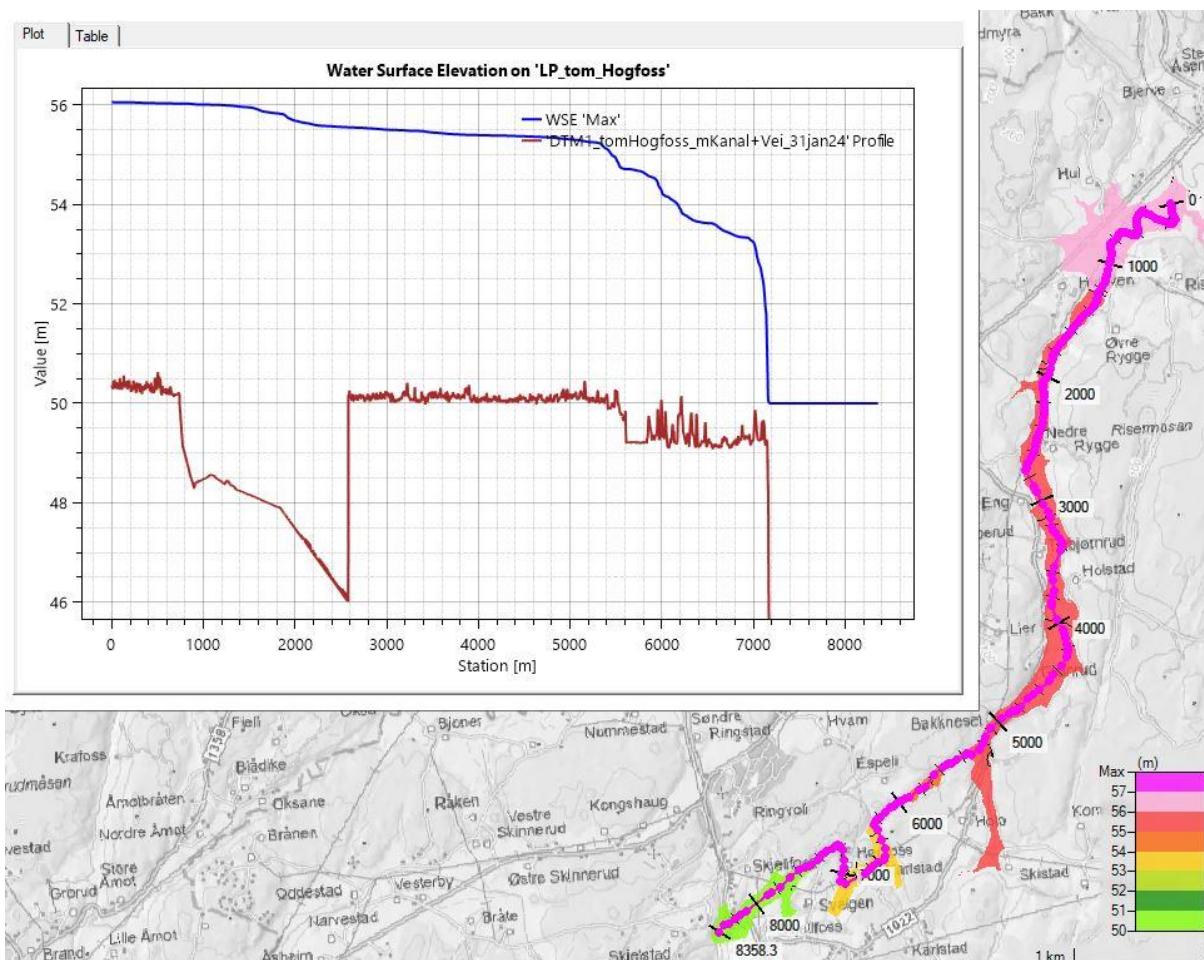
Det benyttes SWE-ELM bølgeligning (full momentum) med 2-4 sekunders tidssteg. Beregningsforløp er satt til 52 timer, for å få med flomtoppen.

4.2.5. Beregningsscenarioer

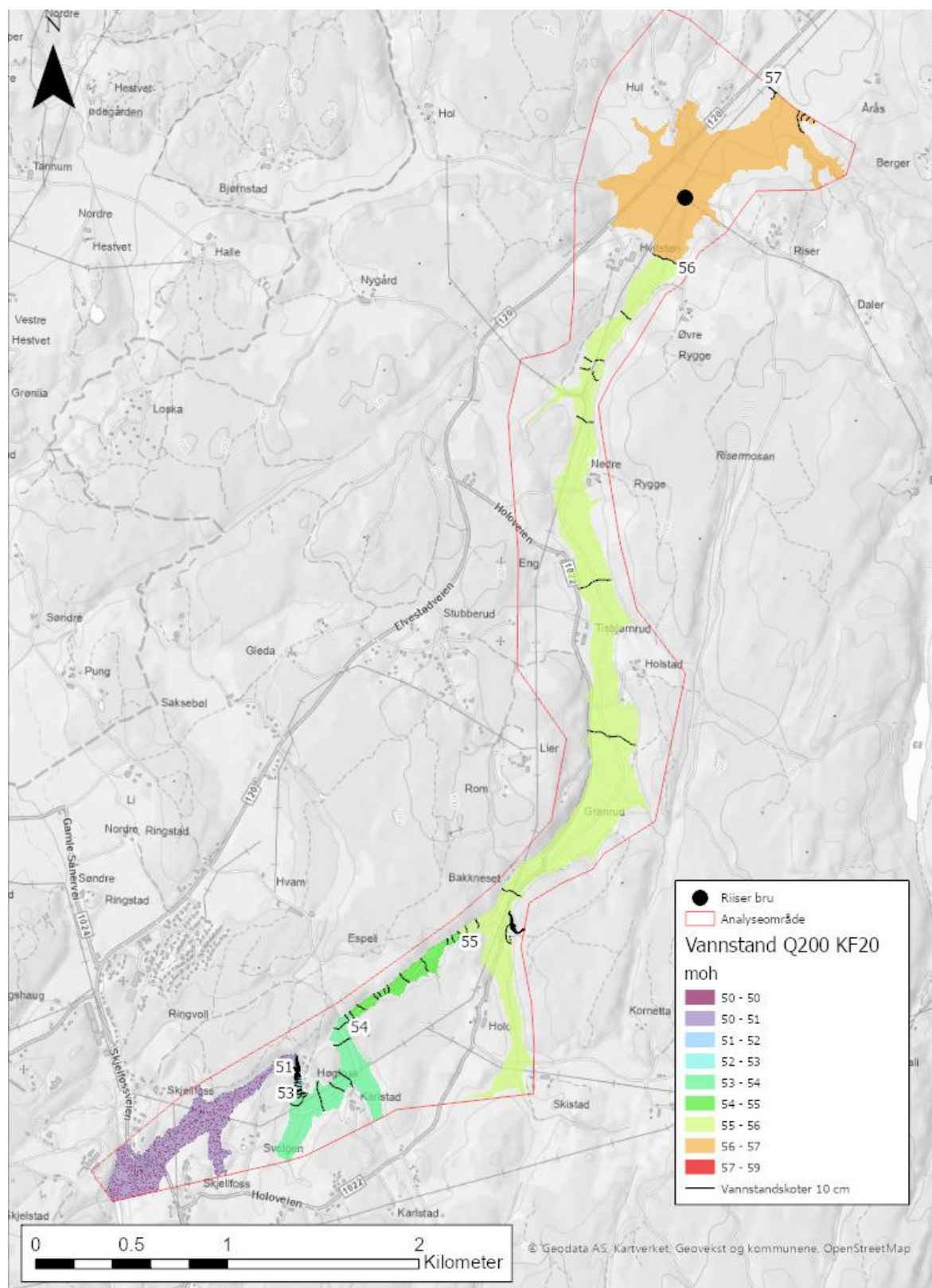
Det beregnes kun for ny situasjon der prosjektert veifylling er lagt oppå eksisterende terreng. Bruoverbygning er ikke lagt inn da dette ikke var endelig avklart på beregningstidspunktet. Brua antas heller ikke å innvirke vesentlig på flomsituasjonen ved 200-årsflom, da vannet uansett vil flyte ut på flomslettene og rundt brua.

4.3. Resultater

Lengdeprofil med resulterende vannstand langs senter elv for hele strekningen vises i Figur 4-3. Vannstandsplott fra beregningen vises i Figur 4-4. Beregnet vannstand oppstrøms brua er ca. kote **+56,04**. Figurene viser at vannstanden er nærmest konstant i ca. en km nedstrøms brua, hvor den så synker med ca. 0,5 m og holder seg rundt +55,4 de neste 3 km. Beregnet gradient på vannflaten her blir 0.0000952 m/m (0,0952 ‰, ca. 1:10500). Neste signifikante nedgang i vannstand skjer mellom Bakkneset og Espeli, mellom stasjon 5000 og 6000.



Figur 4-3. Lengdeprofil/vannstandsplott for Q200 KF20. Riiser bru ved ca. profil 900.



Figur 4-4. Vannstandsplott for Q200 KF20 for situasjon med ny veifylling

4.4. Følsomhetsanalyse

Da modellen ikke er kalibrert mot oppmålt vannlinje ved flom er det foretatt følsomhetsanalyse for å anslå usikkerheten i beregningen. Dette gjøres ved å øke henholdsvis vannføring og Manningverdier med 20 %. Resultatet av dette blir en vannstandsøkning oppstrøms Riiser bru på ca. 22 cm for ruhetsøkningen, og ca. 40 cm for vannføringsøkningen.

4.5. Sikkerhetspåslag

I henhold til NVE-veileder 3/2022 settes flomberegningen til klasse 1 (beste) da vi har målinger i vassdraget av god kvalitet og med tilstrekkelig serielengde. Den hydrauliske modellen settes til klasse E (mest usikre), fordi følsomhetsanalysen gir vannstandsøkninger over 30 cm. I sum ender vi da på 40 % sikkerhetspåslag på vannføringen. Beregning med dette påslaget resulterer i en vannstand umiddelbart oppstrøms bruområdet på **+56,82**. Med frihøydekravet på 0,5 m over beregnet vannstand betyr dette at underkant bruoverbygning ideelt sett burde ligge over kote **+57,32**. Altså nesten 1,3 m over beregnet vannstand inkl. klimapåslag.

5. Konklusjon og anbefaling

Beregnet vannstand for Q200 med klimapåslag 20 % blir **+56,04** oppstrøms bruområdet. Om en skulle forholdt seg strengt til veilederne måtte brua anlegges med underkant overbygning over kote **+57,32**. Ved 200-årsflomsituasjon vil riktignok øvrig veinett rundt brua allerede være oversvømt. Å anlegge brua på denne høyden vil dermed gi liten eller ingen gevinst ved flomsituasjon, og vil fordyre og komplisere prosjektet. Det er trolig derfor bedre samfunnsøkonomi å søke dispensasjon fra frihøydekravet, og heller sikre brua slik at den tåler oversvømmelse/overtopping. Vannhastighet i gjennomløpet ved 200-årsflom blir i størrelsesorden 1 m/s (maks 1,2), så risikoen fra drivgods vil trolig være minimal. Gjeldende forslag for ny vei til brua har topp vei ca. kote **+55,5** på østsiden og **+55,8** på vestsiden av elva.

6. Referanser

Bakken, M., Bjerke, P., Bønsnes, T., Eggen, I., Flatøy, A., Herje, F., . . . Væringstad, T. (2022). *Sikkerhet mot flom, veileder 3/2022*. NVE.

Fergus, T., Hoseth, K., & Sæterbø, E. (2010). «*Vassdragshåndboka*». . Tapir akademisk forlag.

Glad, P. A., Stenius, S., Leine, A.-L. Ø., Væringstad, T., Holmqvist, E., Mads-Peter Jakob, D., & Trondsen, E. (2022). *NVE Veileder nr. 1/2022. Veileder for flomberegninger*. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE).

Nettkilder:

- NVE Seriekart, lastet oktober 2023
<https://temakart.nve.no/>
- Høydedata, Statens kartverk, lastet oktober/november 2023
<https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>
- TEK17
<https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-2>
- Nevina (NVE), lastet oktober 2023
<https://nevina.nve.no/>
- PQRUT, benyttet oktober 2023
<https://pqrout.nve.no/>
- HEC-RAS
<https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>
- Statens vegvesen håndbok V400 Bruprosjektering
<https://viewers.vegnorm.vegvesen.no/product/859986/nb>