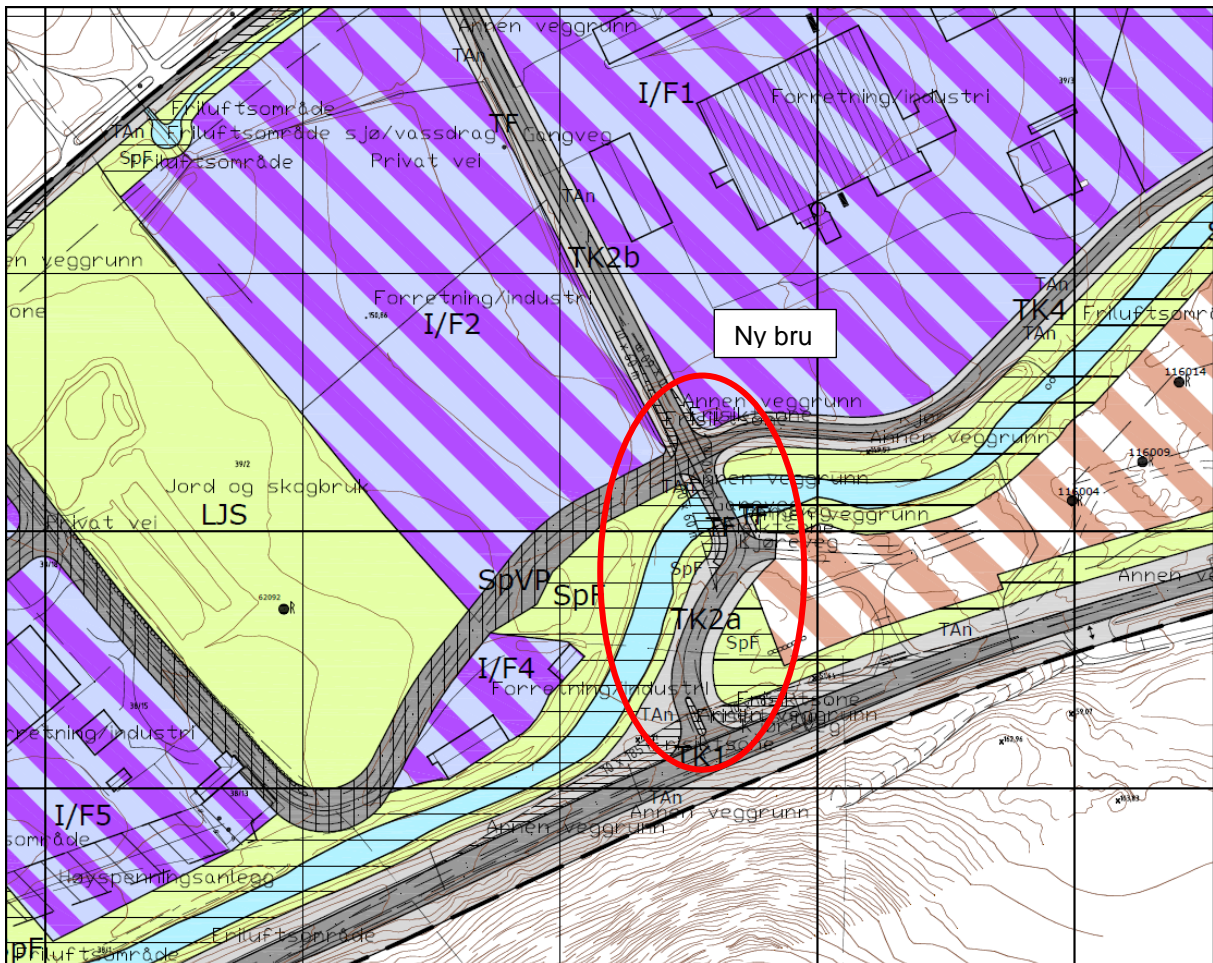


Flomnivå ved Nordbygda

Sammendrag/konklusjon

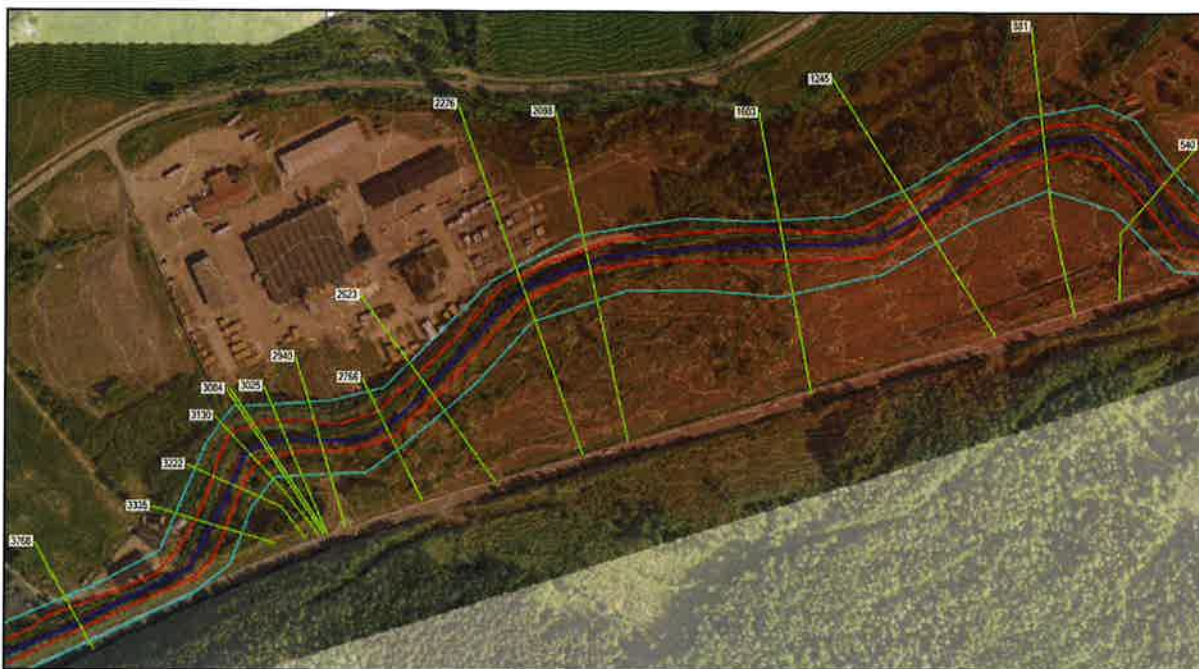
Det er beregnet 2- til 500-års flomstørrelser for Bygdaråi langs Nordbygdvegen, samt 200-års klimakorrigert flomstørrelse med tilhørende vannlinje. Beregningen er utført ifb. med at det skal bygges ny bru fra E134 og inn til eiendommen Nordbyvegen 178, Gnr/Bnr 39/3. Flomstørrelsene ble først beregnet ved hjelp av NVEs beregningsverktøy NEVINA, og deretter korrigert for avvik mellom NEVINA og målt vannføring i tre målefelt i området. Det ble lagt til grunn et klimapåslag på 20%. Vannlinjeberegningen ble gjort ved hjelp av det hydrauliske simuleringsprogrammet HEC-RAS.



Tabellen under viser flomstørrelsene som ble funnet for nedbørfeltet ned til brupunktet.

Nedbørfelt Bygdaråi Areal = 50,6 km ²	Normalv.f. Q _N (m ³ /s)	Middelflom Q _M (m ³ /s)	5-års Q ₅	10-års Q ₁₀	20-års Q ₂₀	50-års Q ₅₀	100-års Q ₁₀₀	200-års Q ₂₀₀	500-års Q ₅₀₀	200-års klima
NEVINA -NIFS kulminasjon (m ³ /s)	1.04	18.45	23.4	27.9	32.85	40.2	46.5	53.85	64.95	64.6

Figuren og tabellen under viser plasseringen til tverrsnittprofilene som ble brukt i den hydrauliske modellen, og vannstands nivåene som ble funnet for disse profilene ved 200-årsflom med 20% klimapåslag.



Tverrsnittsprofil	Bunnivå (moh)	Vannstand ved 1,2 x Q200 = 64,6 m ³ /s (moh)	Vannstand ved energihøyde (moh)
3768	151.54	153.14	153.80
3335	149.19	150.60	151.16
3222	148.33	149.61	150.32
3130 ovf. bru	147.82	149.21	149.75
3084 bru	147.55	148.99	149.38
3076 bru	147.47	148.76	149.29
3025 ndf. bru	146.65	147.96	148.87
2940	146.11	147.71	148.27
2766	144.92	146.65	147.24
2623	144.26	146.05	146.44
2276	142.47	144.41	144.90
2098	142.00	143.12	143.80

Konklusjon:

200-årsflom med 20% klimapåslag er funnet til 64,6 m³/s. Ved oppstrøms kant av den planlagte brua, tverrsnittsprofil 3084, er vannstanden for denne vannføringen beregnet til 148,99 og energihøyden til 149,38. Energihøyden er den høyden vannnivået kan nå opp til på sidene der strømningshastigheten er liten, eller der strømmingen går mot hindringer som f.eks. brukar eller pilarer.

Underkant av bru bør dermed ikke ligge lavere enn energihøyden, dvs. kote 149,38.

2020-05-14 Sign.

Trond Rinde *Henrik Opaker* *Trude Myken*

1 2020-05-14 Flomnivå Nordbygda

Trond Rinde Henrik Opaker

Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
---------	------	-------------	------------	----------------	----------

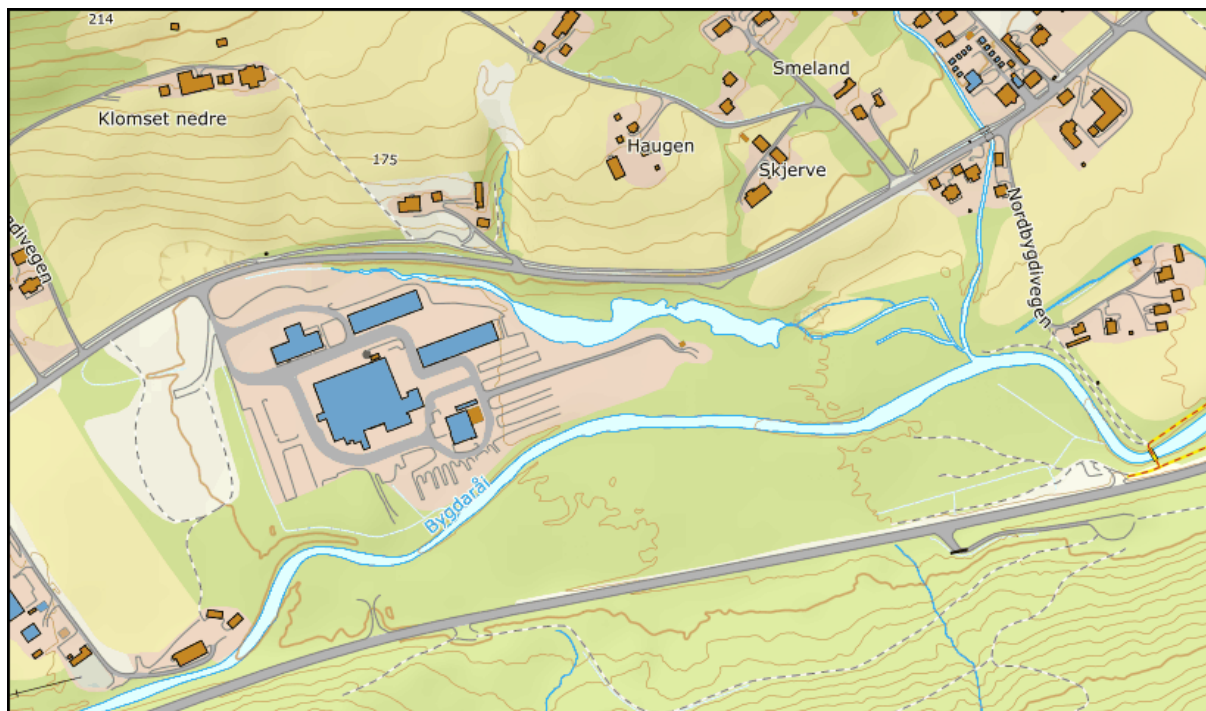
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet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

1 Innledning

I denne rapporten er beregnet 200-års flomstørrelse og tilhørende vannlinje langs en elvestrekning i Bygdaråi ved Nordbygda i Seljord. Beregningen er utført ifb. med byggingen av ny bru over elva, fra E134 og inn til eiendom Nordbyveggen 178, Gnr/Bnr 39/3.

2 Elvestrekningen

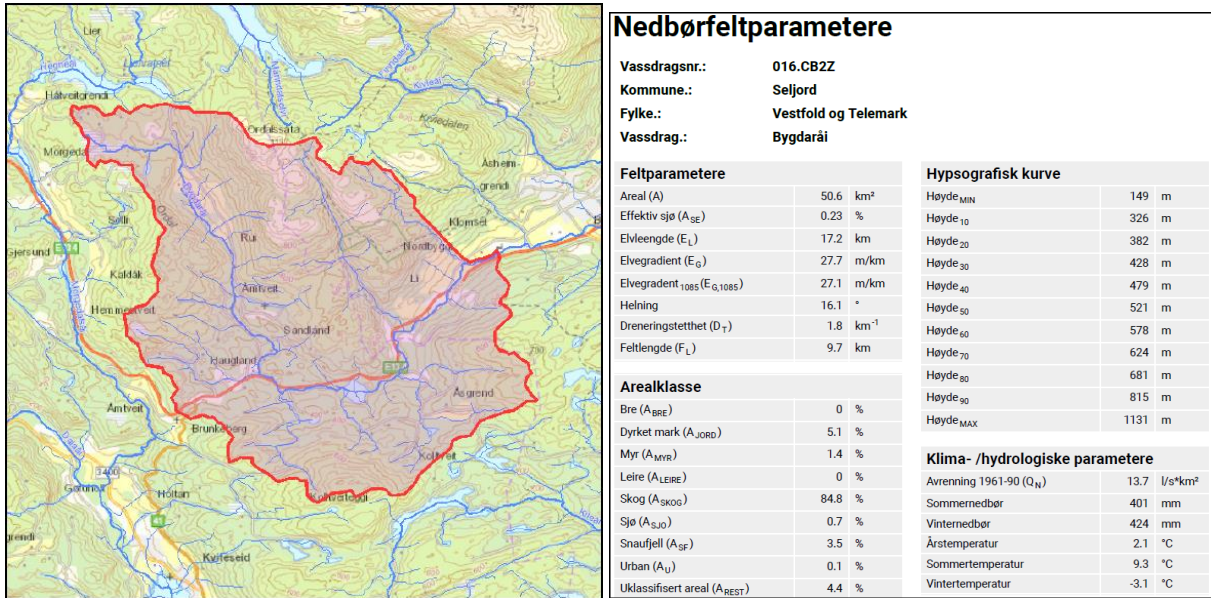
Figur 1 viser elvestrekningen. Elveløpet består av stein/grus og har jevn helning på 1,7% langs hele strekningen. Kantene inntil elva er begrodd med krattskog, mens det innenfor er en del åpne og lavtliggende områder som kan oversvømmes ved stor flom. Slik oversvømmelse er ikke inkludert i de hydrauliske beregningene. Ruhetstall for elveløp og sidebanker er ellers satt litt konservativt, som for grov stein i elveløpet og tett skog på sidene.



Figur 1 Elvestrekning.

3 Nedbørfeltet

Nedbørfeltet til Bygdaråi og karakteristiske størrelser er vist i figuren nedenfor.



Figur 2 Nedbørfelt.

4 Flomberegning

Karakteristiske flomstørrelser ble beregnet ved hjelp av NVEs nettverktøy NEVINA. NEVINA-verktøyet benytter NIFS¹ regionale flomindeks for små felt og gir kulminasjonsvannføringer for nedbørfeltet direkte. Tabellen under viser flomstørrelsene for nedbørfeltet beregnet av NEVINA.

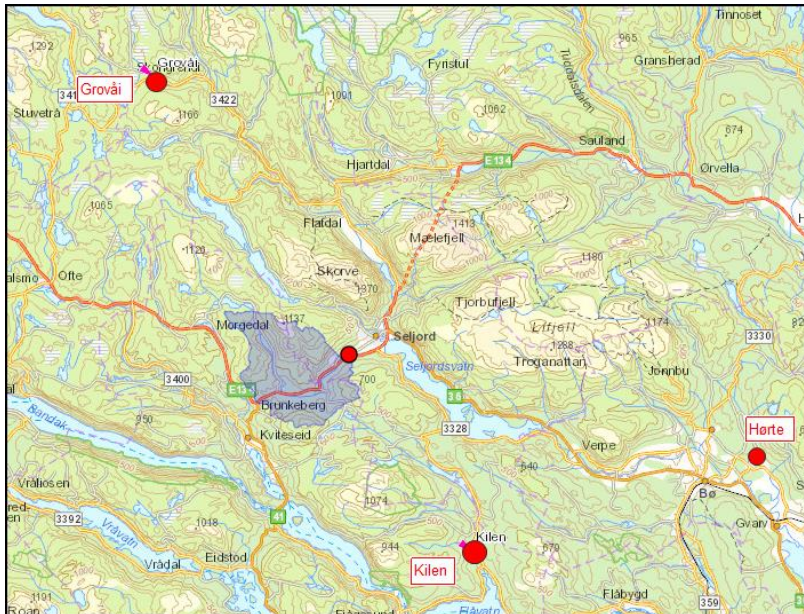
RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.2	1.41	1.62	1.89	2.10	2.31	2.59	2.81
Flomverdier, m ³ /s	10.3	12.4	14.5	16.6	19.4	21.6	23.8	26.7	29.0
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	18.2	22.4	26.9	31.5	37.9	43.2	47.5	53.4	57.9
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	5.8	6.8	7.9	8.8	10.0	10.8	11.9	13.3	14.5
NIFS (kulminasjon)									
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.27	1.52	1.78	2.18	2.53	2.92	3.53	4.06
Flomverdier, m ³ /s	12.3	15.6	18.6	21.9	26.8	31.0	35.9	43.3	49.9
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	21.8	28.3	34.5	41.4	52.2	62.1	71.8	86.7	99.9
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	6.9	8.6	10.1	11.6	13.7	15.5	17.9	21.7	25.0

¹ Naturfare, infrastruktur, flom og skred.

I NIFS-ligningen som benyttes i NEVINA beregnes middelflom som:

$$Q_M = 18.97Q_N^{0.864} e^{-0.251\sqrt{A_{SE}}}$$

I ligninga inngår effektiv sjøprosent (A_{SE}) og spesifikk middelavrenning (q_N). A_{SE} er det normalt liten usikkerhet ved, men q_N som i NEVINA hentes fra NVEs avrenningskart for perioden 1961-90, kan enkelte steder avvike mye fra observert avrenning ved målestasjoner. q_N påvirker flomverdiene i NIFS beregninga sterkt, og NEVINA-verdien for q_N i området er derfor dobbeltsjekk mot målt avrenning i de uregulerte målefelta Grovåi, Kilen og Hørte (se kart).



	Målefelt	Areal	Ase	qn NVE-kart (l/skm ²)	qn observert (l/skm ²)	NIFS middelflom beregnet med NVEs qn (m ³ /s)	NIFS middelflom beregnet med observert qn (m ³ /s)	
16.122.0.1001.1	Grovåi	42	0.39	19.2	27.9	13.47	18.60	138 %
16.193.0.1001.0	Kilen	119	0.88	15.7	21.0	25.72	33.07	129 %
16.194.0.1001.0	Hørte	157	0.29	15.6	31.4	35.93	65.76	183 %
	Bygdaråi v/Nordbygda	50.6	0.23	13.7		12.25	18.37	150 %

Kontrollen viste at NVEs avrenningskart undervurderer middelavrenningen (q_N) i området.ift. det som observeres ved målestasjoner. Byttes NVEs middelavrenning ut med observert middelavrenning i NIFS-ligninga, fås i gjennomsnitt 50% høyere flomverdier for de tre kontrollfelta enn det NEVINA beregner. Flomverdiene for Bygdaråi er derfor også økt med 50%. Flomstørrelsen for 200-års gjentakintervall ble i tillegg økt med 20% for å hensynta framtidig klimaendringer.

Endelige flomstørrelser for Bygdaråi ved Nordbygda ble dermed:

NIFS-Kulminasjon	QM	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500	Q200-klima
Flomverdier NEVINA (m ³ /s)	12.3	15.6	18.6	21.9	26.8	31.0	35.9	43.3	43.1
Flomverdier korrigert (m ³ /s)	18.5	23.4	27.9	32.9	40.2	46.5	53.9	65.0	64.6

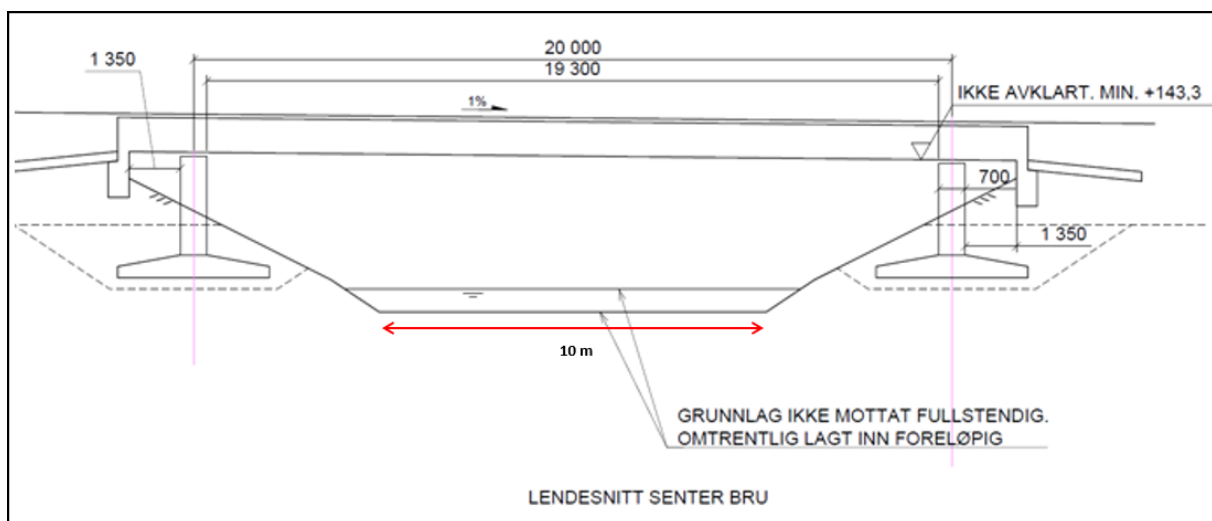
Verdien for 200-års klimakorrigert (+20%) flom ble funnet som $Q_{200} = 53,9 \times 1,2 = 64,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

5 Hydraulisk beregning

Sammenhengen mellom vannføringer og vannstand ble beregnet med den hydrauliske modellen HEC-RAS.

Tverrsnittprofiler for elveløpet ble etablert på grunnlag nasjonal høydemodell med 1,0 meters oppløsning (DTM1). Elveløpets bunntopografi er ikke målt opp slik at elveløpets reelle bunnivå på det dypeste kan være noen centimeter lavere enn hva som er lagt til grunn i modellen. Dette antas dog å være av liten betydning.

Ved stedet for den nye brua ble tverrsnittprofilene for oppstrøms og nedstrøms brukant modifisert iht. tegning over planlagt bru-utforming.

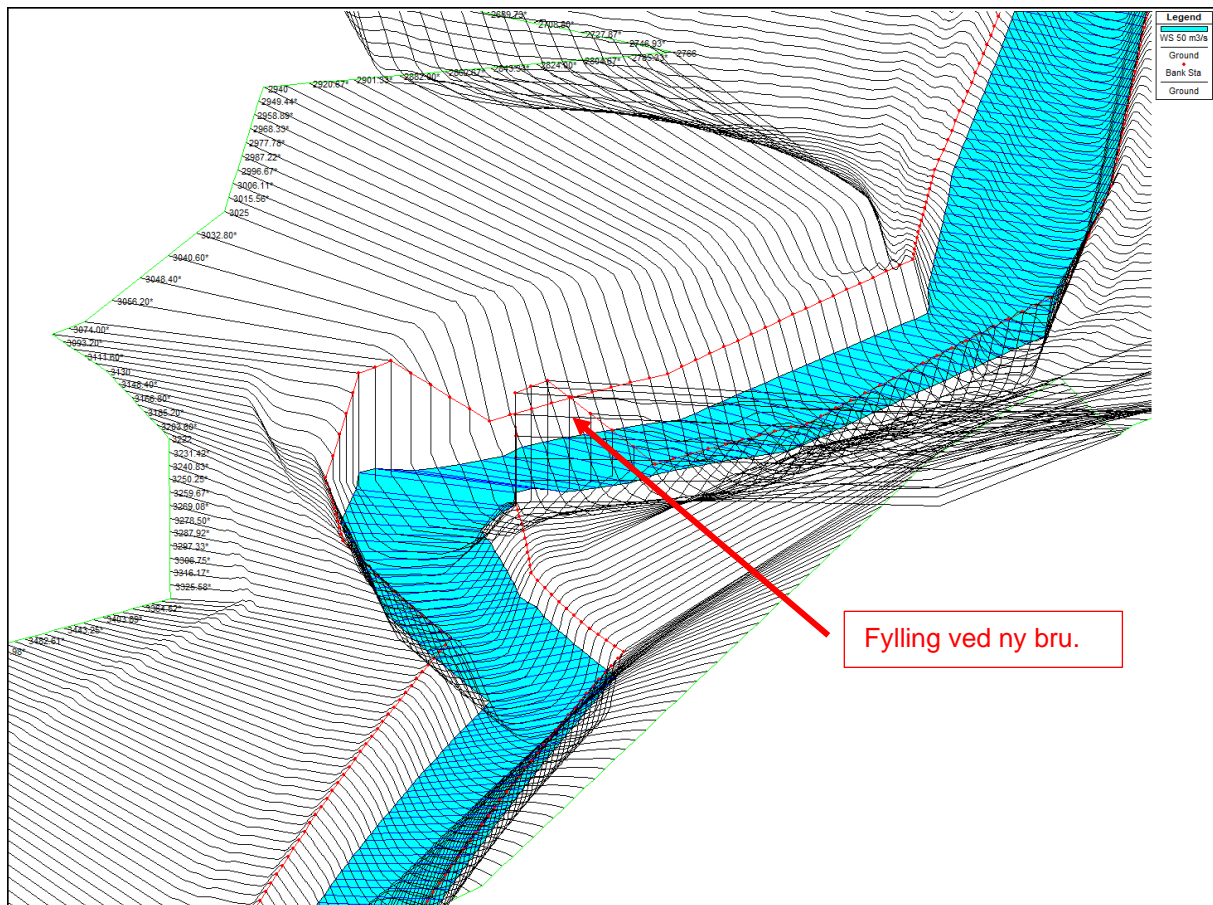


Figur 3 Tegning bru.

Som ruhestall (Manningstall) ble brukt standardverdier for lignende elveløp og terreng hentet fra litteratur, men for å være konservativ ble det brukt verdier for litt grovere stein i elveløpet og litt tettere skog på kantene enn det som synes å være tilfellet sett i fra flyfoto. Ruhetsfaktor (mannings n) ble satt til $n=0,045$ for sjølve elveløpet og til $n=0,10$ for kantene til side for elveløpet. 0,04 oppgis i HEC-RAS manualen som et midlere erfaringstall for bekkefar av grus og stein, mens 0,11 er et tilsvarende erfaringstall for områder med tett skog.

I beregningene ble det heller ikke tatt hensyn til at deler av de lavtliggende områdene på sidene vil oversvømmes. Reell vannstand vil dermed sannsynligvis være noe lavere enn beregnet, men forskjellen antas å være liten.

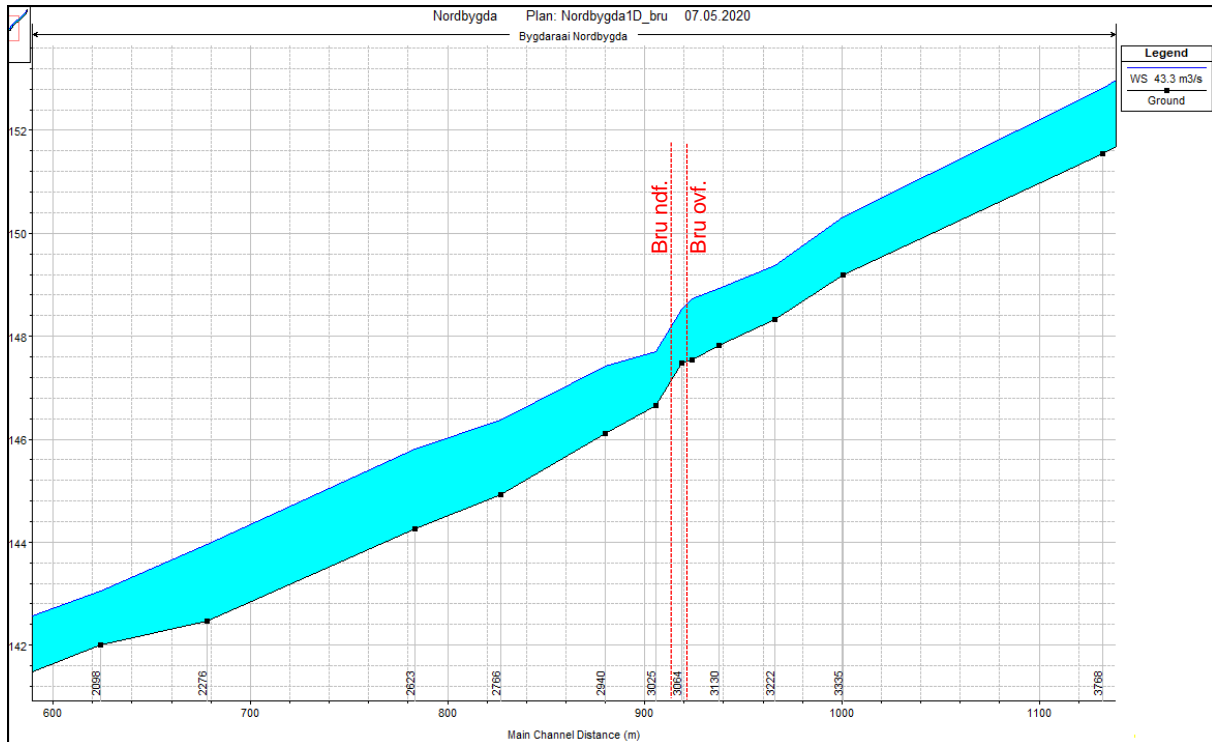
Figuren nedenfor viser utsnitt av geometrien benyttet i den hydrauliske modellen.



Figur 4 HEC-RAS oppsett.

6 Resulterende Vannlinjer

Figuren og tabellen under oppsummerer resultatene av vannlinjeberegningene for 200-årsflom med 20% klimapåslag.



Figur 5 Vannlinjer.

Tabell 1 Vannstander ved tverrsnittprofilene.

Tverrsnittsprofil	Bunnivå (moh)	Vannstand ved 1,2 x Q200 = 64,6 m ³ /s (moh)	Vannstand ved energihøyde (moh)
3768	151.54	153.14	153.80
3335	149.19	150.60	151.16
3222	148.33	149.61	150.32
3130 ovf. bru	147.82	149.21	149.75
3084 bru	147.55	148.99	149.38
3076 bru	147.47	148.76	149.29
3025 ndf. bru	146.65	147.96	148.87
2940	146.11	147.71	148.27
2766	144.92	146.65	147.24
2623	144.26	146.05	146.44
2276	142.47	144.41	144.90
2098	142.00	143.12	143.80

7 Konklusjon

200-årsflom med 20% klimapåslag er funnet til 64,6 m³/s. Ved oppstrøms kant av den planlagte brua, tverrsnittsprofil 3084, er vannstanden for denne vannføringen beregnet til 148,99 og energihøyden til 149,38. Energhøyden er den høyden vannnivået vil nå opp til på sidene der strømningshastigheten er lav, eller der strømmingen går mot hindringer, som f.eks. brukar eller pilarer.

Underkant av bru bør dermed ikke ligge lavere enn energihøyden, dvs. kote 149,38.