

VIKEN FYLKESKOMMUNE

FLOMVURDERING GS- BRU OVER SANDAKERELVA

ADRESSE COWI AS
Karvesvingen 2
Postboks 6412 Etterstad
0605 Oslo
TLF +47 02694
WWW cowi.no

NOTAT

OPPDRAGSNR.

A250477

DOKUMENTNR.

VERSION

2.0

UTGIVELSESDATO

02.01.2023

BESKRIVELSE

Flomberegning Bru

UTARBEIDET

Stefan Perzyna

KONTROLLERT

Erik Mølmann

INNHOLD

1	Innledning	1
2	Flomberegninger	1
3	Sandaker bru	2
4	Hydraulisk analyse	3
4.1	Oppbygging av modellen	3
4.2	Forutsetning for analysen	4
4.3	Dagens situasjon	4
4.4	Alternativ 1, vest	6
4.5	Alternativ 2 side vest, langs veien	9
4.6	Alternativ 3 side øst	10
5	Konklusjon	12
6	Kilder	12

1 Innledning

I forbindelse med ny GS-vei som skal krysse Sandakerelva ved eksisterende Sandaker bru er det behov for en nærmere vurdering av konsekvensene den nye brukonstruksjonen kan medføre for flomforholdene i elva. COWI er i denne anledning engasjert til å utføre en hydraulisk analyse av elva. Analysen omfatter eksisterende Sandaker bru og planlagt GS-bru.

Størrelsen på flommen er hentet fra tidligere flomanalyse for Sandakerelva utført av Norconsult i 2017.

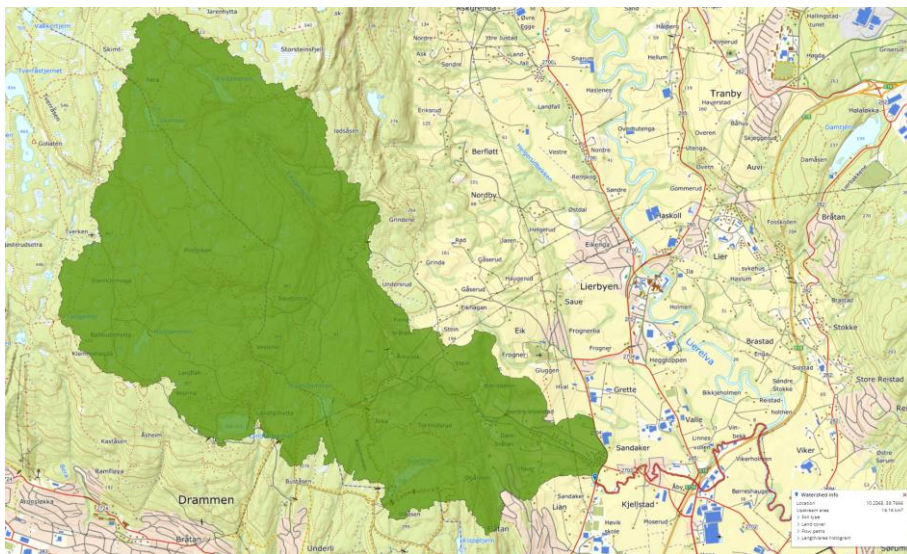
Det ble utarbeidet en hydraulisk modell for beregning av flomvannstander og kapasitet til den eksisterende og prosjekterte brua. Beregningen baserer seg på en terrengmodell etablert ved hjelp av laserscannede data (LIDAR).

Dagens bru og de ulike alternativene for GS-bru er modellert ved bruk av HEC-RAS sitt brumodelleringsverktøy for 2D.

2 Flomberegninger

Vannstanden er beregnet med stasjonær flomvannføring for 200-års hendelsen (Q200) med 20 % klimapåslag.

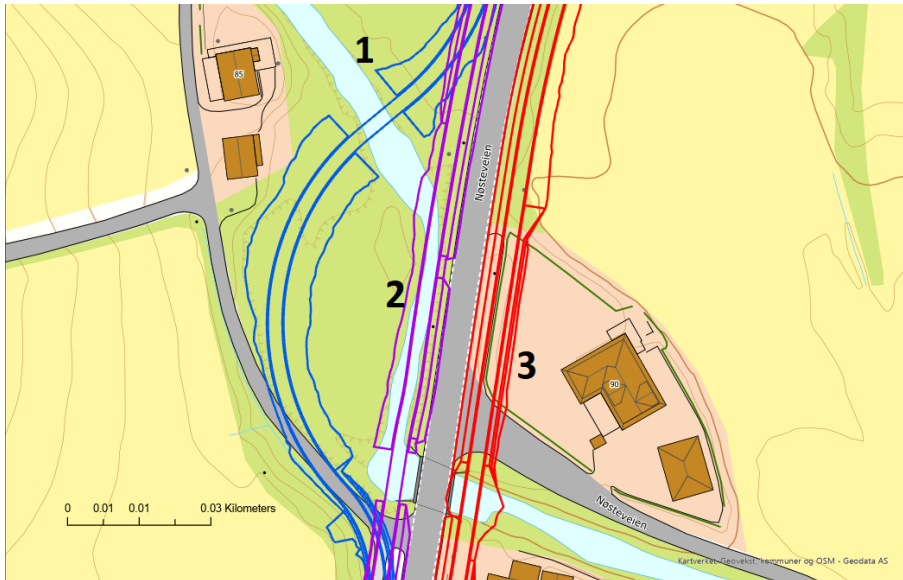
Flomvannføringen er hentet fra 2018 rapporten „Flomsonekartlegging Sandakerelva og Grobruelva“ av Norconsult. Her oppgis nedbørfeltet «Nedstrøms samløp med bekk 1» som ligger like ved Sandaker bru, til 16.1 km² og Q200 er beregnet til 18.9 m³/s. Det gir for dette feltet en spesifikk avrenning på 1170 l/(s·km²). I NVE-rapporten 81-2016 ”Klimaendring og framtidige flommer i Norge” er det gitt anbefalinger om hvordan man skal ta hensyn til ventet klimautvikling frem til år 2100 ved beregning av flommer med forskjellige gjentaksintervall. Ut fra avsnitt 6.6 Østlandet i nevnte rapport, er det valgt å benytte en faktor på 1.2 (20 % økning) for å anslå klimaendringers effekt på flommer med forskjellige gjentaksintervall.



Figur 1. Størrelsen på nedbørsfelt til Sandakerelva ved undersøkt bru hentet fra SCALGO.

3 Sandaker bru

Tre ulike alternativ for plassering av gang/sykkelvei er vurdert. Alt. 1 i en bue vest for dagens vei, og alt. 2 og 3 parallelt enten oppstrøms eller nedstrøms dagens vei og bru. Figuren under viser dette.



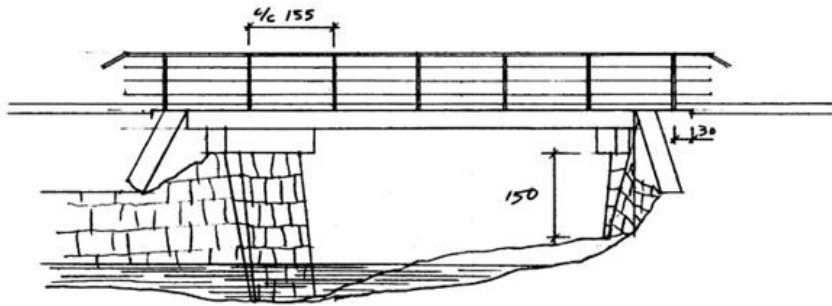
Figur 2- Plassering av Sandaker bru og planlagt GS-bru.

Avledningskapasiteten i vassdraget er begrenset av profilet på elveleiet og lysåpningen på den eksisterende brua. Sistnevnte har en bredde og høyde på henholdsvis 6.75 m og 1.65 m. Figurene under viser dette.

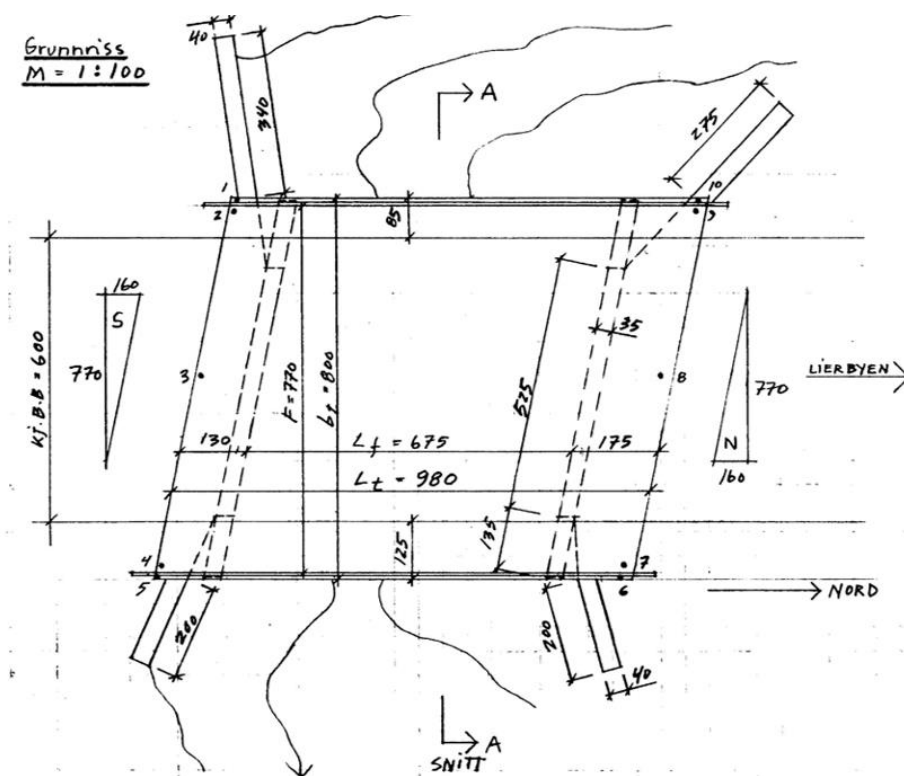


Figur 3- Sandaker bru sett fra nedstrøms side.

Geometrien til eksisterende bru er vist Figur 4 og Figur 5.



Figur 4- Geometri Sandaker bru, tverrsnitt.



Figur 5- Geometri, Sandaker bru sett fra oven.

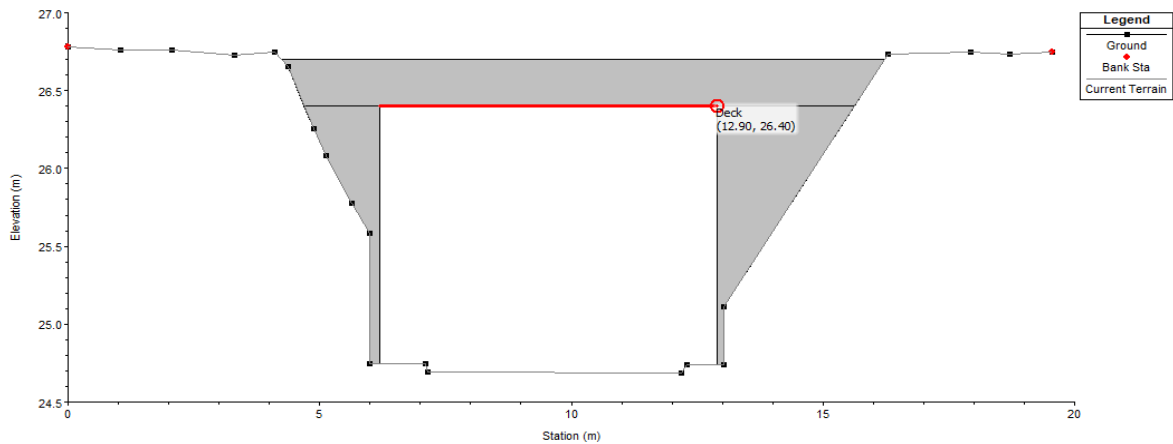
4 Hydraulisk analyse

4.1 Oppbygging av modellen

Vannlinjeberegningene er gjennomført ved bruk av dataprogrammet Hec-Ras 6.3. Modellen er kjørt i 2D med fullt moment som tar hensyn til hastighetsendringer langs den modellerte strekningen.

I prosjektet er det brukt vertikalt datum NN2000, horisontalt datum EUREF89 og projeksjon UTM32N. Terrengmodellen er konstruert ved bruk av laserdata (terrengmodell med 0.25 m x 0.25 m oppløsning) prosjekt NDH Lier 5pkt 2017. Disse er lastet ned fra www.hoydedata.no.

Grensebetingelsen nedstrøms er satt til normaldybde og er plassert slik at den ikke påvirker vannivå oppstrøms. Ruhet i elva er satt til Mannings n lik 0.04. Dagens bru og de ulike alternativene for GS-bru er modellert ved bruk av HEC-RAS brumodelleringsverktøy for 2D.



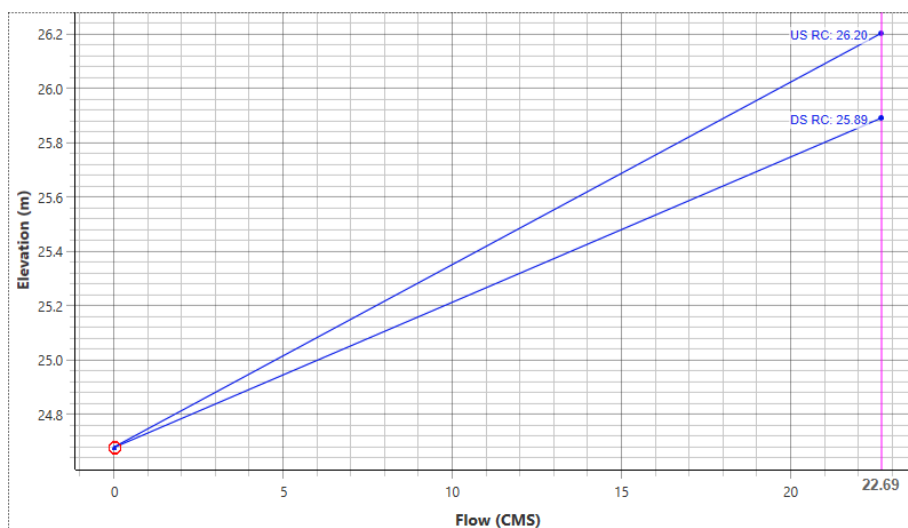
Figur 6- Sandaker bru modellert i HEC-RAS.

4.2 Forutsetning for analysen

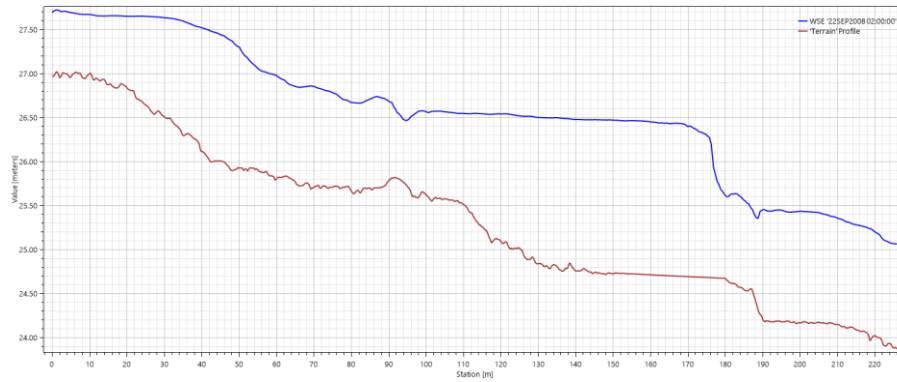
Ifølge SVV håndbok N400 kap. 4.2.4 "Fri høyde over vassdrag", skal fri høyde over vassdrag bestemmes slik at det er minst 0.5 m klaring mot overbygningen ved beregnet vannstand for 200-års flom.

4.3 Dagens situasjon

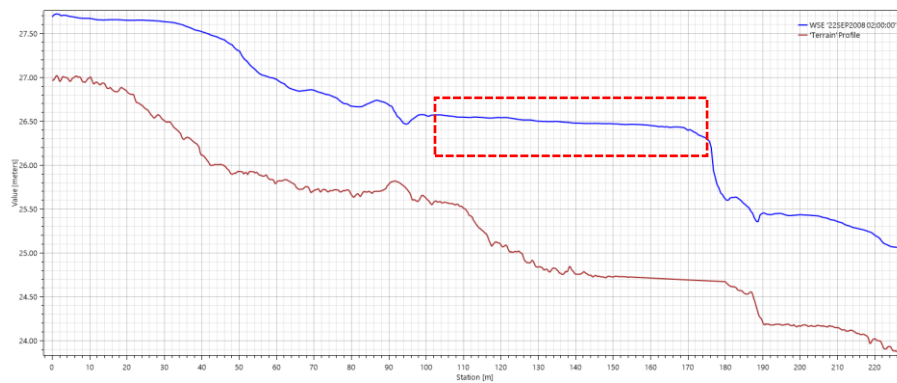
Analysen viser at dagens bru har tilstrekkelig kapasitet til å lede en dimensjonerende flom, og at bruåpningen ikke vil gå full ved en slik flomhendelse. Likevel oppfyller ikke dagens bru kravet om 0.5 m fribord over dimensjonerende flomvannstand. Bruas underside ligger på ca kt. 26.4 m. Beregnet flomnivå ligger på kt. 26.2 m oppstrøms (tilsvarer 1.5 m dybde) og 25.9 m nedstrøms (tilsvarer 1.3 m dybde). Samlet gir dette 0.3 m med oppstuvning i brutversnittet. Figuren under viser vannføring på x-aksen og nødvendig kote på y-aksen for begge linjene (oppstrøms og nedstrøms).



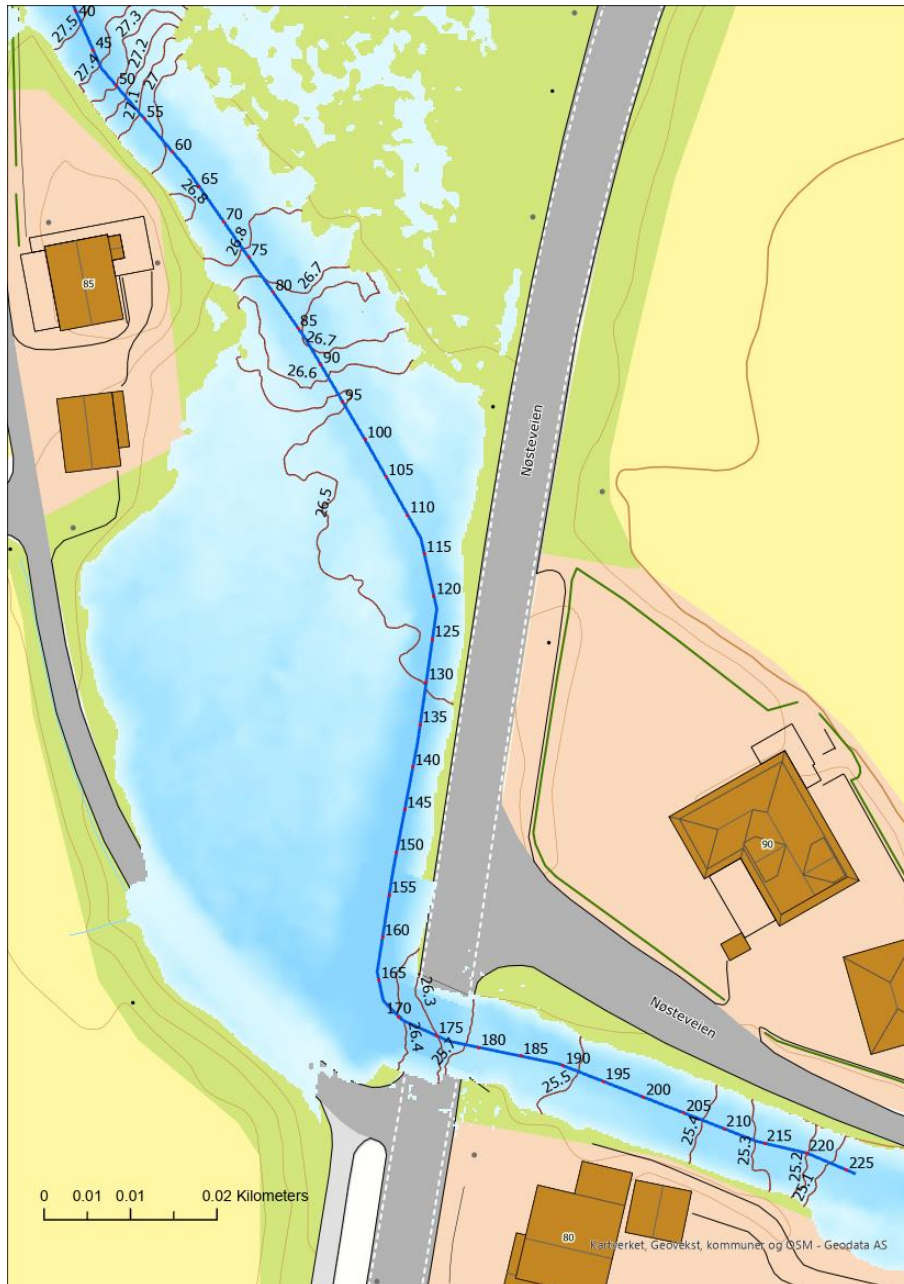
Figur 7- Vannføringskurve Sandaker bru for oppstrøms og nedstrøms profil.



Figur 8 viser beregnet vannlinje som et lengdeprofil. Firkanten i rød stiplet linje viser oppstuvningseffekten på oppstrøms side. Figur 9 visert utbredelse av flommen og høydelinjer for dimensjonerende flom Q200.



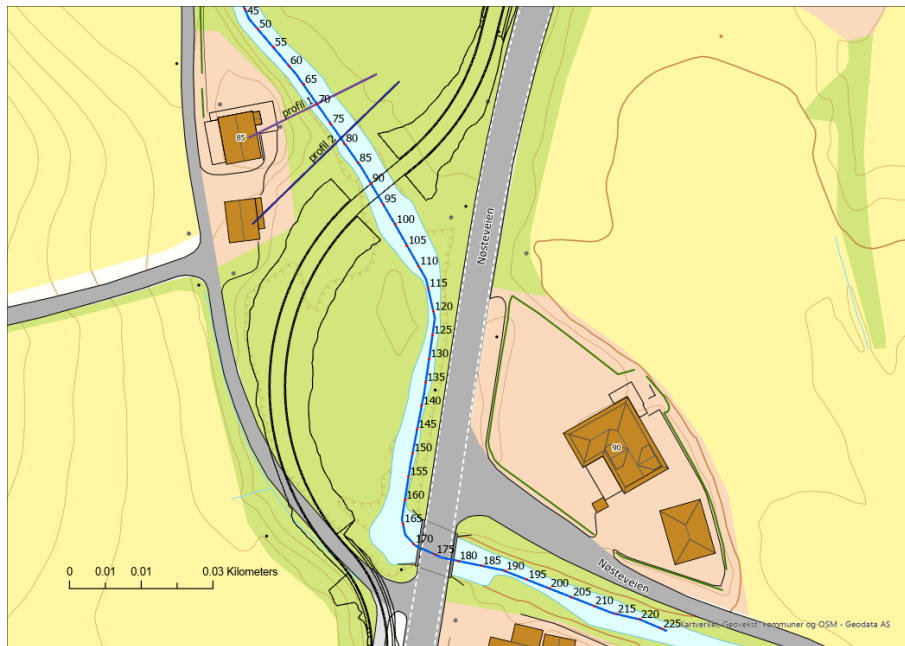
Figur 8-Beregnet flomvannstand og terreng, dagens bru ved Q dim. Plassering av brua er mellom st. 170 og 178.



Figur 9-Utbredelse av flommen og flomnivå rundt Sandaker bru. Den blå linjen viser nummereringen av lengdeprofilene som det vises til, st. 175 er for eksempel rett under brua.

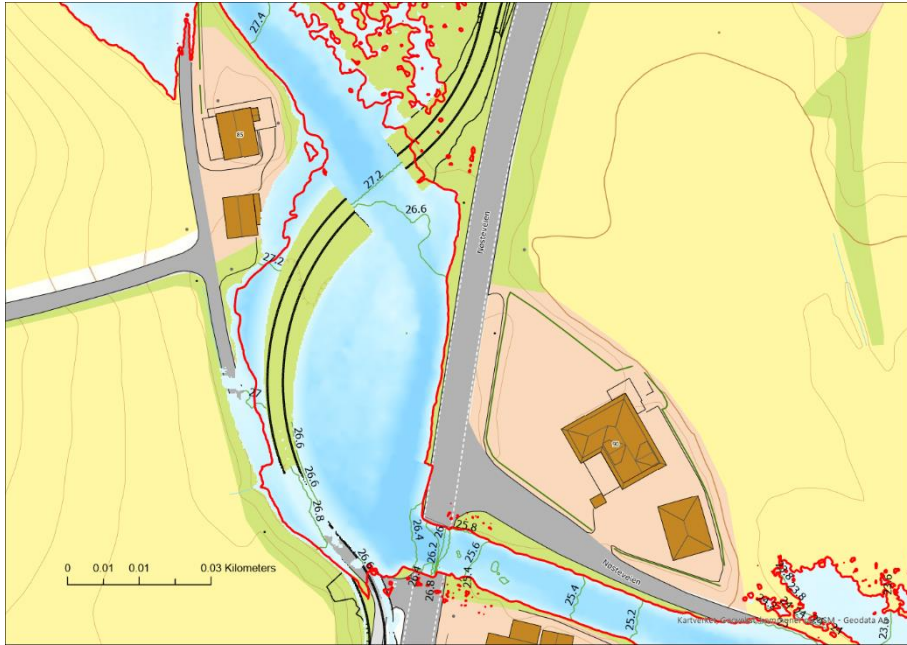
4.4 Alternativ 1, vest

Figuren under viser plassering av GS-brua og avstand langs elven som øker fra oppstrøms til nedstrøms. Analysen er utført for ulike bredder for 8, 9, 10, og 11 meter for å undersøke hvilken betydning bruåpningen har for flomsituasjonen.



Endring i vannlinjen langs elven i Figur 11 viser en betydelig endring i flomlinjen oppstrøms for alle undersøkte bruåpninger. På strekning fra st. 94 m (GS-bru) og oppstrøms til st. 50 m forventes det en økning i flomnivå, i forhold til dagens situasjon, fra 0.5 m (11 m åpning) til 0.9 m (8 m åpning).

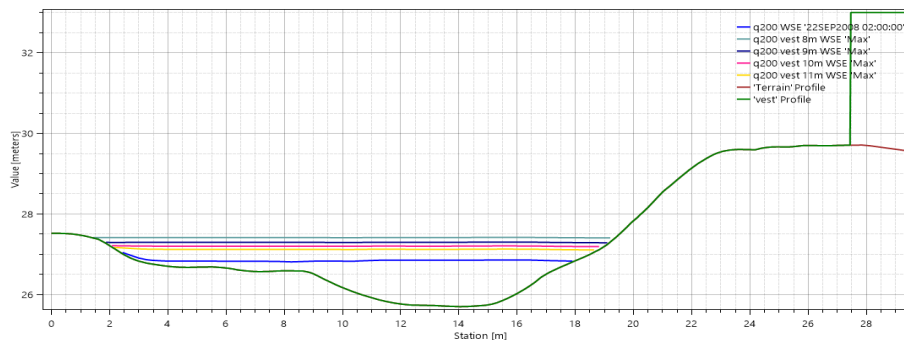
Fra utbredelsen av flommen i Figur 12 viser modellberegningene at innsnevring i elveløpet som følge av brua fører til ytterligere oversvømmelse oppstrøms.



Figur 12- Utbredelse av flommen for dagens situasjon (rød linje) og etter utbygging for 8 m åpning (blå området).

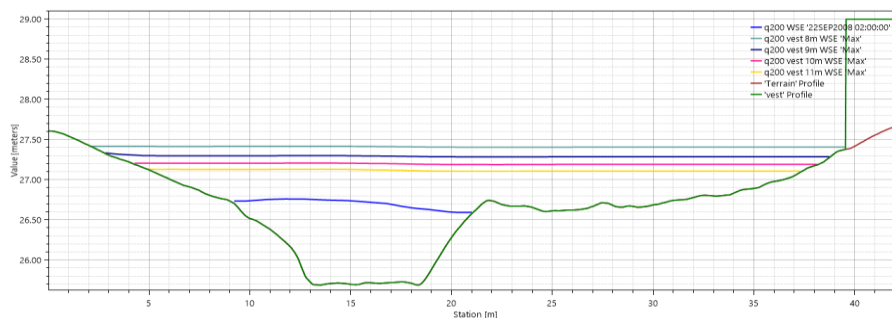
For byggene på vestsiden av elven i profil 1 og 2 i Figur 10 viser analysen i Figur 13 og 14 at flomsituasjonen for disse endres som følger:

Bygg i profil 1 – vannstrømmen holder seg i elveprofilet og bygget påvirkes ikke av økning i vannstand etter utbygging.



Figur 13- Beregnet flomnivå dagens situasjon og etter utbygging, profil 1 fra Figur 12.

Bygg i profil 2 – høyeste beregnet vannstand når opp til grunnmur og kan derfor medføre oversvømmelse og store konsekvenser.

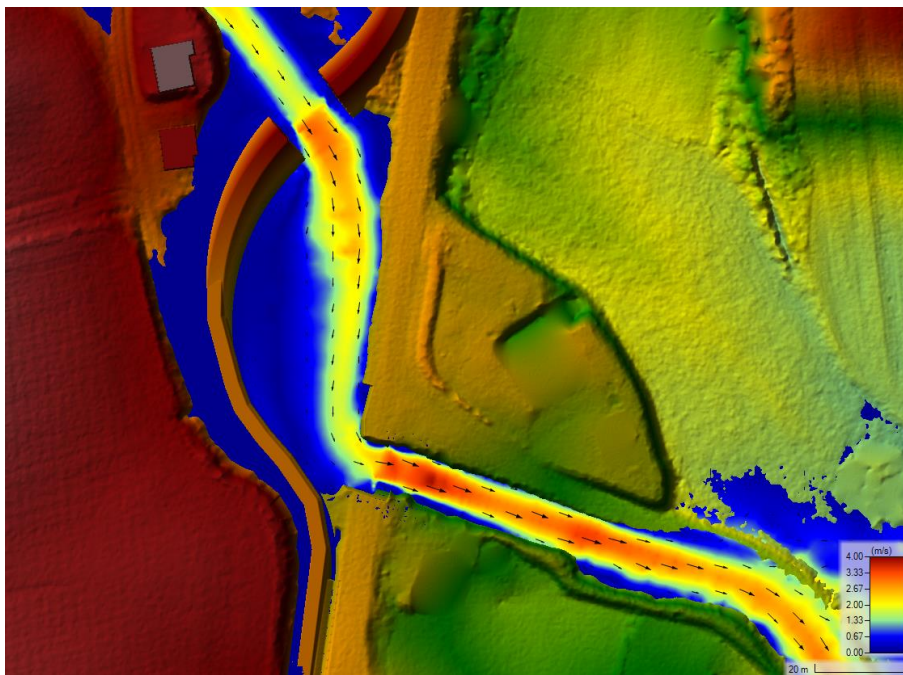


Figur 14- Beregnet flomnivå dagens situasjon og etter utbygging, profil 2 fra Figur 12.

Ut fra resultatene over kan det konkluderes at minste høyde på underkant bru bør ligge på kt. 27.9 m for 8 m bredde og på kt. 27.6 m for 11 m bredde. Kravet stilt i SVVs håndbok N400 for brubygging om 0.5 m fribord over Qdim blir dermed tilfredsstilt.

Beregnet hastighet i GS-brutversnittet varierer mellom 3 m/s for 8 m bredde og 2.6 m/s for 11 m bredde. Hastighetsfordeling i elva for alternativet med 8 m bredde er vist i Figur 15. Verdiene er såpass betydelige at sikring mot erosjon langs brukarene bør vurderes.

Endring i flomnivå kan reduseres ved å bygge GS-veien lavere enn flomnivå og tillate oversvømmelse av veien ved større flomhendelser. Dette må dog ikke gjøres uten at sikkerhetstiltak iverksettes for å unngå ulykker i forbindelse med flom.



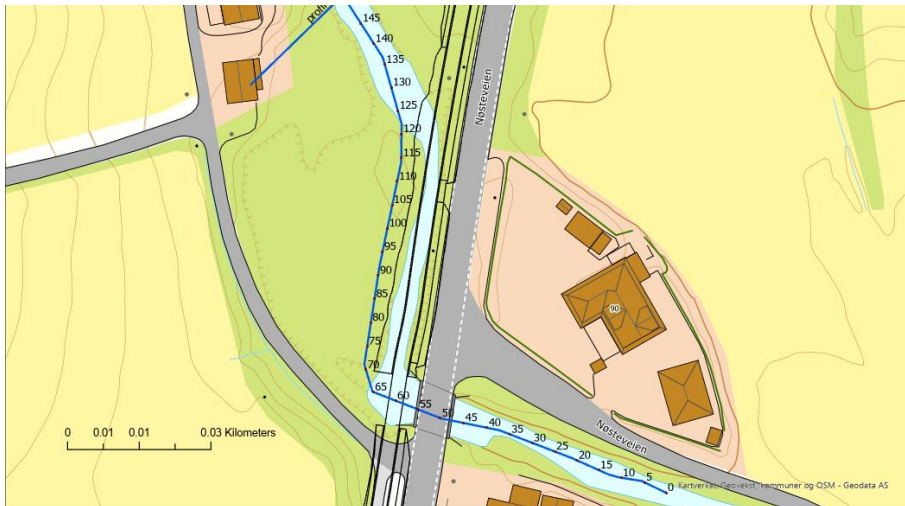
Figur 15- Beregnet hastighetsfordeling i elva, ny GS-vei vest (8 m åpning).

4.5 Alternativ 2 side vest, langs veien

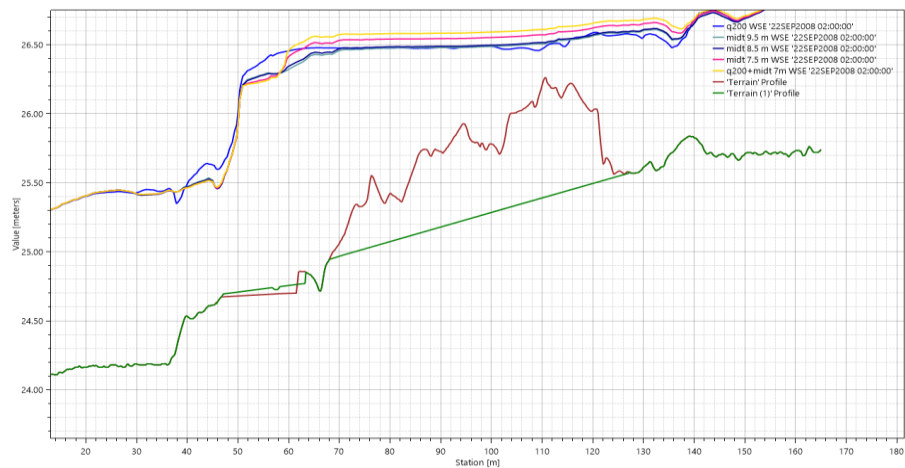
Denne analysen vurderer alternativet der GS-brua etableres på vestsiden av dagens Sandakers bru, langs eksisterende vei. Dette alternativet forutsetter flytting av bekkeløpet på en ca. 60 m strekning. Bredden på den nye brua er satt til ulike størrelser 7, 7.5, 8.5 og 9.5 m for å undersøke effekten på flomforholdene.

Analysen i Figur 16 og 17 på motstående side viser at plassering av GS-brua på den vestlige siden langs eksisterende vei, vil ha hovedsakelig en lokal effekt rundt den nye brua. For bredde over 8.5 m blir flomforholdene i elva oppstrøms fra brua, uendret. For en bredde på 7 m er det forventet en vannstandstigning på ca. 10 cm på strekningen fra brua og ca. 80 m oppstrøms (lok. 60- 140 m). Minste høyde på underkant bru bør ligge på kt. 27 m. Kravet stilt i SVVs håndbok N400 for brubygging om 0.5 m fribord over Qdim blir dermed tilfredsstilt.

Sammenlignet med figurene for alt. 1 er nummereringen av lengdeprofilet det motsatte. Profilene for flomvannstand blir derfor speilvendt.



Figur 16-Planlagt plassering av GS-bru, side vest, lengdeprofil vist med blå linje. Alternativ 2.



Figur 17-Beregnet flomlinje i lengdeprofil, dagens situasjon og etter utbygging av planlagt GS-bru side vest.

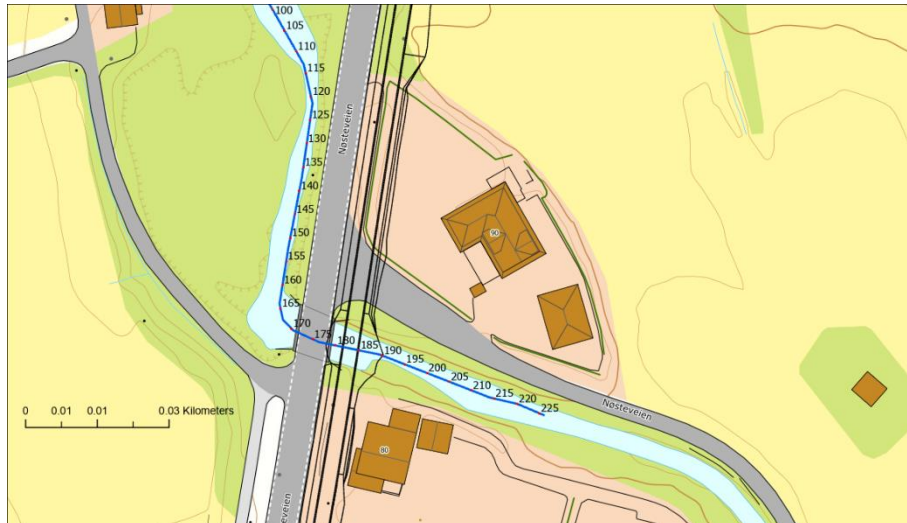
4.6 Alternativ 3 side øst

I denne analysen er det sett på GS-bru plassert på den østlige siden av dagens Sandakers bru. Bredden på den nye brua er satt til 7 m.

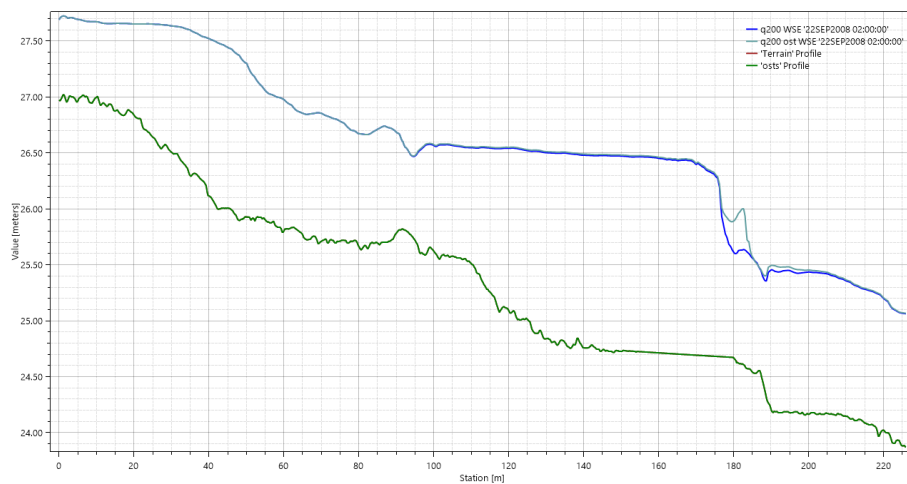
Analysen viser en lokal endring i flomlinjen ved brutversnittet av den ny planlagte GS-brua. Flomforholdene oppstrøms og nedstrøms blir påvirket i neglisjerbar grad. Dette er vist i Figur 19, men forutsetter at den nye GS-brua har en åpning som er minst like stor som dagens Sandaker bru. Brua bør plasseres tett mot eksisterende bru og med lik orientering for å påvirke strømningsmønsteret i minst mulig grad.

Minste høyde på underkant bru bør ligge på kt. 26.5 m. Kravet stilt i SVVs håndbok N400 for brubygging om 0.5 m fribord over Qdim blir dermed tilfredsstillt.

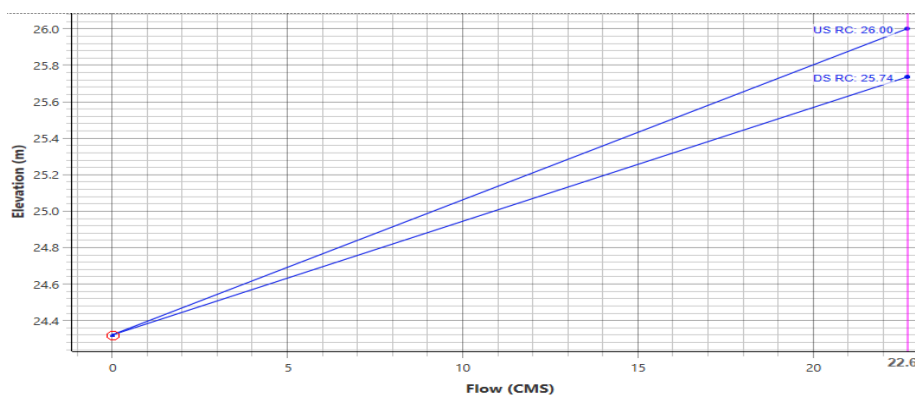
Beregnet hastighet i GS-brutversnittet vist i Figur 21 er lik 3.2 m/s. Verdien vurderes som betydelig, sikring mot erosjon langs brukarene bør derfor vurderes.



Figur 18-Planlagt plassering av GS-bru, side øst. Lengdeprofil vist med blå linje. Alternativ 3.



Figur 19- Beregnet flomlinje i lengdeprofil, dagens situasjon i blått og etter utbygging av planlagt GS-bru side øst i turkist.



Figur 20-Vannføringskurve planlagt GS-bru side øst, oppstrøms og nedstrøms profil.

5 Konklusjon

Denne rapporten resultatene av hydrauliske modellberegninger for 3 ulike plassering av ny gang/sykkelvei med bru over Sandakerelva. Alt. 1 er i en bue på oppstrømsside (vest), Alt. 2 er oppstrøms parallelt med dagens bru og vei, Alt. 3 er samme som Alt 2, men på motsatt (nedstrømsside) av veien.

Alt. 1 er klart den løsningen som fører til mest flom. Oppstuvning er veldig avhengig av tverrsnitt på den nye brua.

Alt. 2 er noe bedre, men fordi vannhastigheten på oppstrøms side er mye lavere enn på nedstrøms side så blir det fortsatt noe oppstuvning oppstrøms.

Alt 3 er best, men man pga. høye vannhastigheter bør brukar sikres mot erosjon. Så lenge ikke tverrsnitt er mindre enn den eksisterende brua så vil ikke flomforholdene oppstrøms endre seg.

Forskjeller i utbredelse av flom i denne rapporten i forhold til tidligere rapporter fra Norconsult og Rambøll kan sannsynligvis forklares ved at forutsetningene i de hydrauliske modellene som er brukt. Det kan være ruhet, høyder, tverrsnitt etc.

Det anbefales at Alt. 3 er foretrukket med tanke på konsekvens av flom.

6 Kilder

[1] NVE Retningslinjer 04-2011: Retningslinjer for flomberegninger til §i forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg.

[2] Lawrence, Deborah 2016. Klimaendring og framtidige flommer i Norge. NVE rapport 81 2016.

[3] HEC-USACE, 2016: HEC-RAS River Analysis System, Hydraulic Reference Manual, US, Army Corps of Engineers, Hydraulic Engineering Center (HEC), Davis, CA, USA.

[4] Statens vegvesen: Bruprosjektering. Håndbok N400. Vegdirektoratet, Oslo 2015

[5] Statens vegvesen: Vegbygging. Håndbok N200. Vegdirektoratet, Oslo 2018

[6] Statens vegvesen: Vannhåndtering. Håndbok V240. Vegdirektoratet, Oslo 2020