

Oppdragsgiver: Øyer kommune

Oppdragsnr.: 5176668 Dokumentnr.: N02

Til: Øyer kommune
Fra: Katherine Aurand
Dato 2021-11-29

► Vurdering av flomforhold i Søre Brynsåa

Dette notatet svarer ut følgende punkt ifb. med reguleringsplanen for Trodalen og åpning av Trodalsbekken:

- 1) Hvorfor masseavlagringsbassenget oppstrøms Kongsvegen utgår.
- 2) Hvordan ny bru i Gamlevegen påvirker massetransporten i Søre Brynsåa.
- 3) Hvordan åpning av Trodalsbekken påvirker flomsituasjonen i Søre Brynsåa.

En ny hydraulisk modell er opprettet for å vurdere hvordan åpning av Trodalsbekken påvirker flomsituasjonen i Søre Brynsåa. Detaljer om modellen er presentert i slutten av notatet (seksjon 4).

Konklusjonene er:

- 1) Det er ikke hensiktsmessig med massebasseng rett oppstrøms Kongsvegen. Bassenget blir for bratt og smalt til å være effektivt. Det er et stort og kostbart inngrep som vil hindre fiskeoppgang. Bassengets opprinnelige funksjon var å beskytte den planlagte barnehagen som lå lavt over Søre Brynsåa, men barnehagen er nå tatt ut av reguleringsplanen.
- 2) Ny bru for Gamlevegen vil føre til at man unngår oppstuvning oppstrøms, og at masse som før ville blitt avsatt rett oppstrøms den gamle brua isteden transporteres forbi, slik at massetransporten øker noe. Utforming av elveløpet, bruk av terskler eller massebasseng kan redusere transporten.
- 3) Åpning av Trodalsbekken har lite påvirkning på flomsituasjon i Søre Brynsåa.

1. Masseavlagringsbasseng oppstrøms Kongsvegen

Flomkapasiteten under Kongsvegen påvirket den planlagte barnehagen som lå lavt over Søre Brynsåa. Formålet med et masseavlagringsbasseng oppstrøms Kongsvegen var å beskytte barnehagen. Barnehagen er nå tatt ut av reguleringsplanen.

1.1 Flomkapasitet under Kongsvegen

To uavhengige vurderinger ble tidligere utført for å vurdere dagens flomkapasitet for brua under Kongsvegen (Norconsult, 2019 og Skred, 2020). Begge vurderingene benyttet en konstant flomvannføring lik 200-årsflom med 40% klimapåslag, som er beregnet til 50 m³/s i Søre Brynsåa (Norconsult, 2018a). Brua har en lysåpning på ca. 12,5 m².

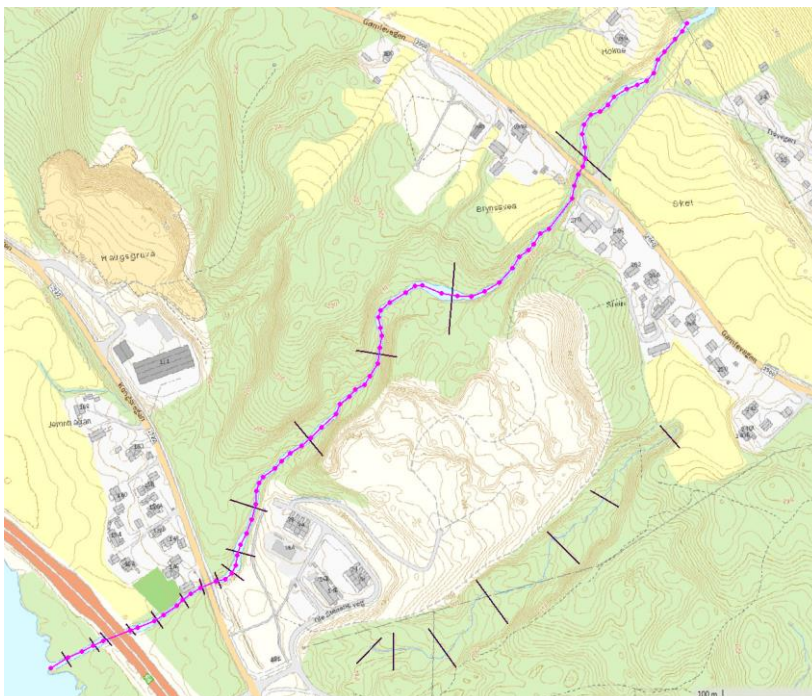
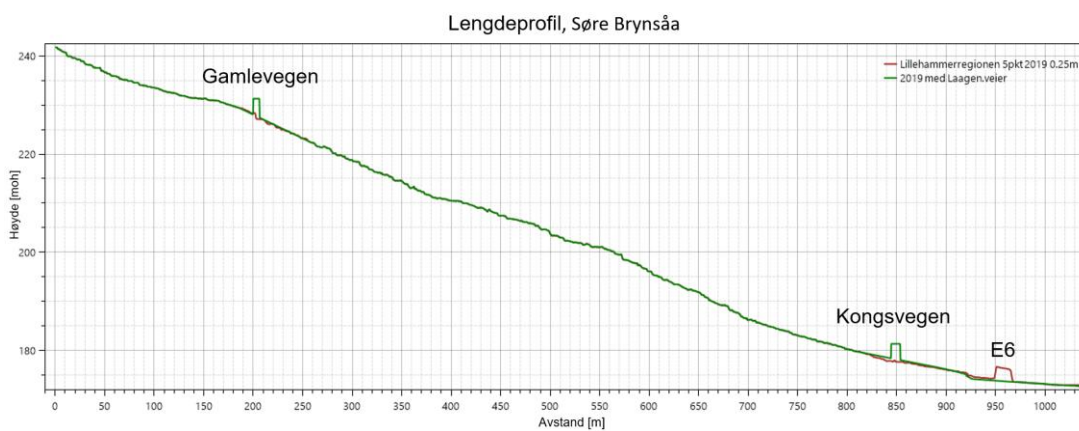
Begge rapportene konkluderte med at det ikke er tilstrekkelig kapasitet til å lede 200-årsflommen med 40% klimapåslag under Kongsvegen. Skred (2020) konkluderte at det er tilstrekkelig kapasitet til å lede bort 200-årsflommen uten klimapåslag, som er 35 m³/s ifølge Norconsult (2018a).

Selv om brua har for liten kapasitet, er det ingen flomfare for boligene i Trodal boligfelt. De laveste boligene ligger over 185,0 moh, mens flomvannstanden er ca. 181,5 moh. direkte oppstrøms Kongsvegen.

1.2 Forhold som fører til masseavlagring oppstrøms Kongsvegen

Det er påvist masseavlagring rett oppstrøms Kongsvegen. Her flater elvegradienten ut fra ca. 10 % til ca. 5 %. Lengdeprofilet til Søre Brynsåa, fra oppstrøms Gamlevegen til nedstrøms Kongsvegen, er vist i Figur 1. Når elven flater ut blir transportkapasiteten mindre slik at masse avlagres.

Rapporten fra Skred (2020) konkluderte at masse kan avsettes i partiet oppstrøms bruene under flom, fordi bruene fører til oppstuvning og lavere vannhastighet. Skred (2020) anbefalte et masseavlagringsbasseng hovedsakelig for å sikre barnehagetomta somvar plassert rett ved Søre Brynsåa, direkte oppstrøms brua under Kongsvegen, i en tidligere versjon av reguleringsplanen.



Figur 1 Lengdeprofil, Søre Brynsåa.

1.3 Arealbegrensninger til massebassenget

For å lage et effektivt avlagringsbasseng så må det etableres et stort volum med lav vannhastighet. I bratte og smale elver er det svært vanskelig å få til uten store inngrep. Rett oppstrøms Kongsvegen er det for bratt og smalt til å få effektiv oppfangning av massene.

Det blir også vanskelig å tilpasse en velfungerende løsning og tar hensyn til fiskevandring grunnet forhold direkte oppstrøms Kongsvegen.

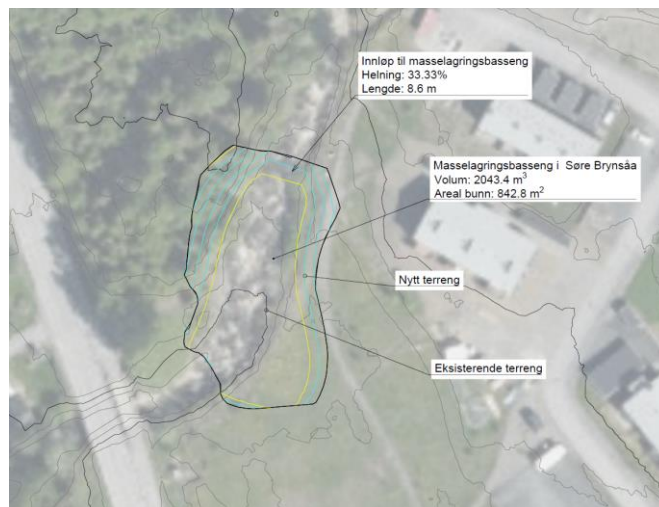
Det er tidligere vurdert plassering av et massebasseng oppstrøms Kongsvegen (Norconsult, 2019b), se Figur 2A. Tilgjengelig areal ble beregnet til ca. 2 000 m², og det ble anbefalt å senke Søre Brynsåa ned til kote 178,5 moh., som er ca. 0,5 m over elvebunnen i innløpet under bru Kongsvegen. En tørrmur må etableres mot Kongsvegen, og bunn og sider må plastres med stor sprengstein for å hindre erosjon. Dette er et omfattende tiltak, og man oppnår kun et lite bassengvolum.

Ib. med åpning av Trodalsbekken har Norconsult vurdert muligheten for å øke arealet til massebassenget, se Figur 2B. Etablering av et nytt samløp med Trodalsbekken gir begrensninger for hvor terskelen og dermed nedstrøms enden av bassenget kan plasseres. Bunnarealet er derfor redusert til ca. 840 m² med et volum på ca. 2 000 m³. Overgangen mellom elveløpet og bassenget blir svært bratt, og vil hindre fiskeoppgang. Det bratte innløpet gir høy vannhastighet inn i bassenget og lite effektiv oppfangning av masse under stor flom. Bunn og sider må plastres med stor stein.

A)



B)



Figur 2. Vurderte plasseringer til massebassenget oppstrøms Kongsvegen. A) fra Norconsult, 2019b; B) fra Norconsult, ny vurdering ifb. med åpning av Trodalsbekken.

1.4 Alternative løsninger

Slik det er i dag skaper brua oppstuvning, slik at vannhastigheten synker oppstrøms, som igjen fører til noe masseavlagring. Dersom strømningsarealet gjennom brua økes, vil vannet holde høyere hastighet gjennom brua, slik at massene lettere transporteres forbi brua. Lenger nedstrøms avtar elvas helling, og her kan det avsettes masse.

Økning av kapasiteten under Kongsvegen er et mindre inngrep i vassdrag enn å etablere et masseavlagringsbasseng. Dette vil heller ikke hindre fiskevandringen i Søre Brynsåa.

Hvis det likevel er ønskelig med tiltak for å redusere massetransporten, er nytt massebasseng oppstrøms Gamlevegen en bedre løsning. Norconsult (2019b) vurderte tre forskjellige plasser til masseavlagringsbasseng mellom Gamlevegen og Kongsvegen, og konklusjonen er at massebasseng oppstrøms Gamlevegen egne seg best.

1.5 Konklusjoner

- 1) Utgangspunktet for massebasseng var å beskytte barnehagetomten. Den begrunnelsen har nå falt bort, og det tilsier at basseng utgår.
- 2) Det er for bratt og smalt til å få effektiv oppfangning av masse i et basseng rett oppstrøms Kongsvegen.
- 3) Trodalen boligfelt påvirker ikke massetransporten.
- 4) Overføring av Trodalsbekken til Søre Brynsåa øker flomvannføringen oppstrøms Kongsvegen, men massetransporten fra Trodalsbekken stanses i et eget basseng oppstrøms Ole Stenens veg, før samløpet med Søre Brynsåa.
- 5) Ny bru i Gamlevegen kan øke massetransport noe. Dette er vurdert i seksjon to nedenfor.

2. Påvirkning av ny bru i Gamlevegen på massetransporten i Søre Brynsåa

2.1 Kapasiteten til dagens bru

Det er planlagt å bygge en ny bru i Gamlevegen for å få tilstrekkelig kapasitet. I en tidligere vurdering (Norconsult, 2019b) ble det konkludert at brua går full ved en vannføring på ca. 17,5 m³/s, og Gamlevegen overtoppes ved en vannføring på ca. 19,0 m³/s. Til sammenlikning er 200-års flom med 40 % klimatillegg 50 m³/s.

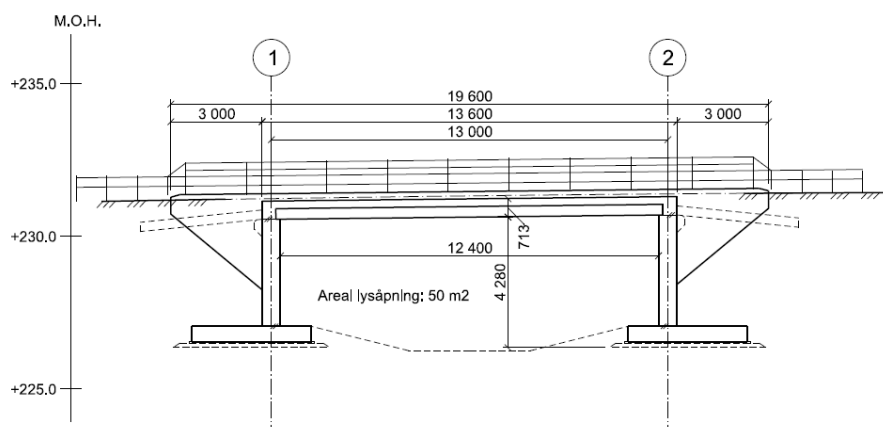
Dagens bru er en gammel hvelvbru av stein med en lysåpning på ca. 3,6 m i bunnen og en høyde på ca. 2,0 m på det høyeste (Norconsult, 2019b).

2.2 Vurderte tiltak for å øke flomkapasitet

Norconsult vurderte om det er mulig å beholde dagens hvelvbru og supplere med et stort rør på siden (Norconsult, 2019b). Konklusjonen fra vurderingen er gjentatt her: «Beregningen i HY-8 viste at selv med et nytt rør av størrelse Ø3000, så vil veien overtoppes ved en vannføring på omtrentlig 43 m³/s. Dette er en vannføring som tilsvarer omtrentlig 200-årsflom med et klimapåslag på 20%. Et så stort rør vil ha bunnen lavere enn bunnen til eksisterende bru. Det medfører at enten så må vannføringen til vanlig gå gjennom nytt rør, slik at eksisterende bru blir et reserveløp for flom, eller så må det etableres en terskel foran røret som regulerer når vann renner inn i røret. En slik terskel kan imidlertid begrense kapasiteten til vannføringen gjennom røret. Dersom det i stedet for et rør legges en rektangulær plass-støpt betongkulvert, vil den være av en slik størrelse at man da ender opp med to bruer. Det vil sannsynligvis være en bedre løsning å ha en ny lengre bru som erstatter den eksisterende.»

For bru Gamlevegen er det gjort beregninger i programmet HY-8 for å estimere nødvendig lysåpning for ny bru av Norconsult (2019b). Beregningene viser at for å avlede en 200-årsflom er det nødvendig med en lysåpning på ca. 9 x 2,9 m (bredde x høyde), noe som betyr at bunnen i Søre Brynsåa må senkes noe. I og med at Søre Brynsåa er såpass bratt er det ikke et altfor stort inngrep å senke elva, da det blir kun lokalt rundt brua at det må gjøres tiltak. Dette er tilstrekkelig til å avlede 200-årsflom med 40 % klimapåslag,

samtidig som at et fribord på 0,5 m opprettholdes. En foreløpig skisse av planlagt bru i Gamlevegen over Søre Brynsåa er vist i Figur 3.



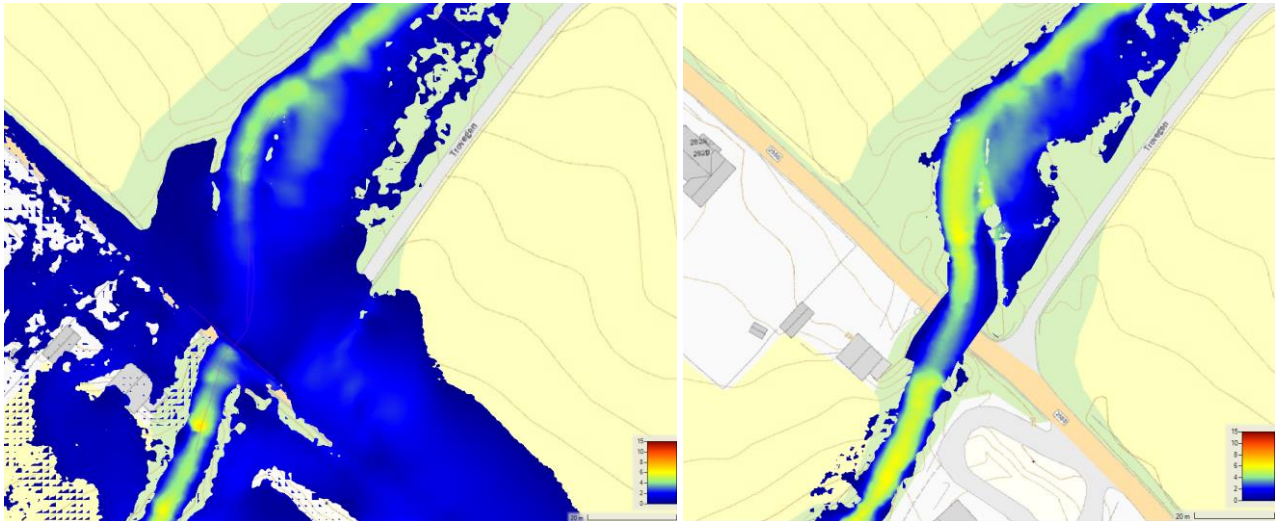
Figur 3. Skisse av planlagt bru i Gamlevegen over Søre Brynsåa.

2.3 Flomsone og vannlinje som følger av etablering av ny bru i Gamlevegen

Flomsone og vannhastighet for 200-årsflom med 40% klimapåslag med eksisterende bru er vist i Figur 4A. Flomsone og vannhastighet med ny bru er vist i Figur 4B. Etablering av ny bru vil ha positiv effekt. Det blir mindre oppstuvning og dermed et mindre areal med lav vannhastighet oppstrøms brua. Vannlinjen oppstrøms brua blir brattere (Figur 5).

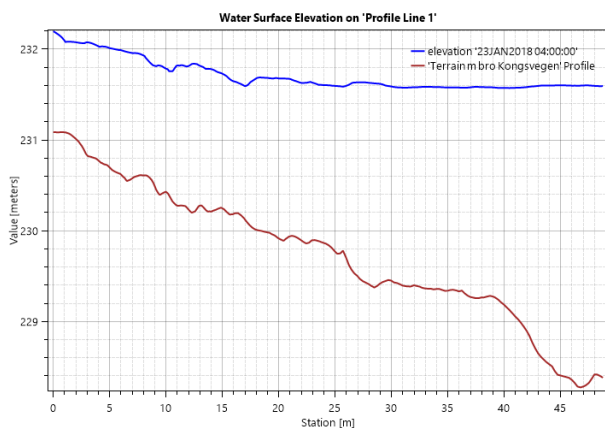
A)

B)

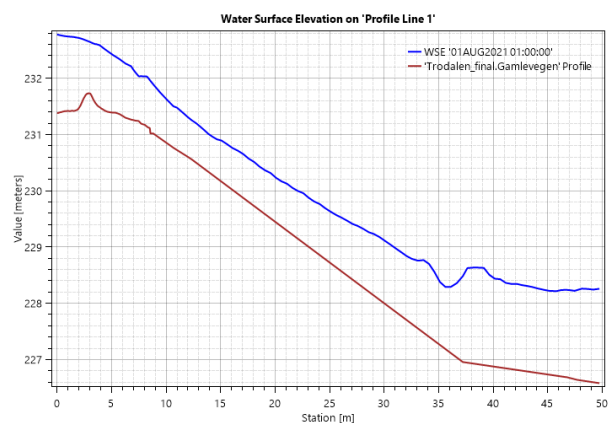


Figur 4. Oversvømmelse fra 200-årsflom med 40% klimapåslag med A) dagens bru og B) ny bru i Gamlevegen.

A)



B)



Figur 5. Vannlinje oppstrøms Gamlevegen A) med dagens bru, B) med ny bru og senkning av elvebunnen.



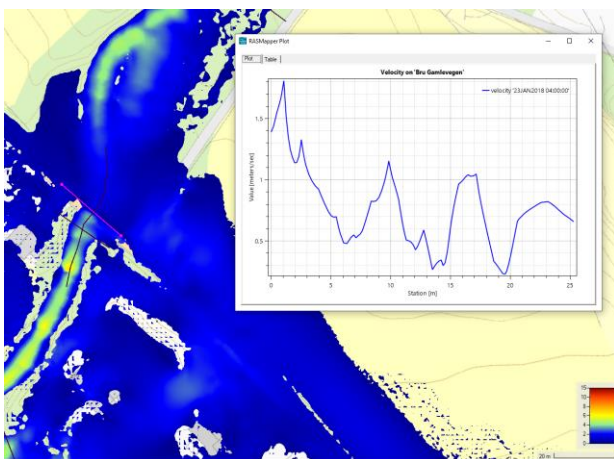
Figur 6. Plassering av vannlinjen i Figur 5.

2.4 Virkning på massetransporten i Søre Brynsåa

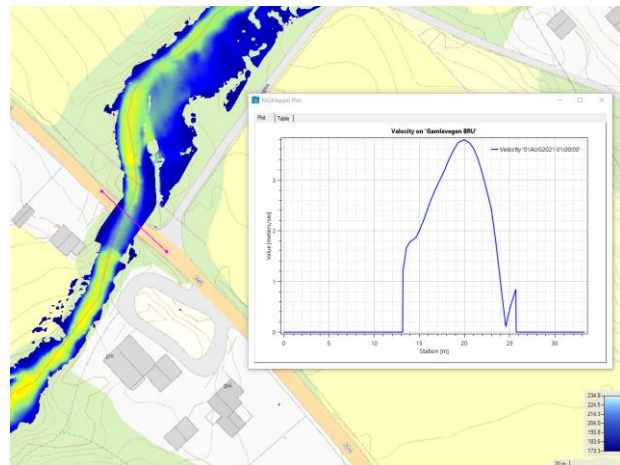
Ny bru i Gamlevegen kan øke massetransporten fordi oppstuvning blir mindre og vannlinjen oppstrøms blir brattere. Vannhastigheten øker slik at transportkapasiteten også øker (Figur 7), men dette gjelder bare fra brua og inntil 50 m oppover. Videre oppstrøms og nedstrøms vil ikke brua påvirke vannhastigheten. På strekningen med økt hastighet må bunnen sikres for å hindre erosjon. Masse som blir avlagret i oppstuvingsområdet til dagens bru, vil passere den nye brua. Ny bru fører altså ikke til mer massetransport, men gjør det lettere for masse å passere videre.

Når vannet holdes innenfor elveløpet, som det vil gjøre med etablering av ny bru, reduseres erosjon som vil skje når vannet tar ny avvei utenfor elveløp pga. dårlig kapasitet under Gamlevegen.

A)



B)



Figur 7. Vannhastighet ved bru under Gamlevegen A) dagens bru og B) ny bru.

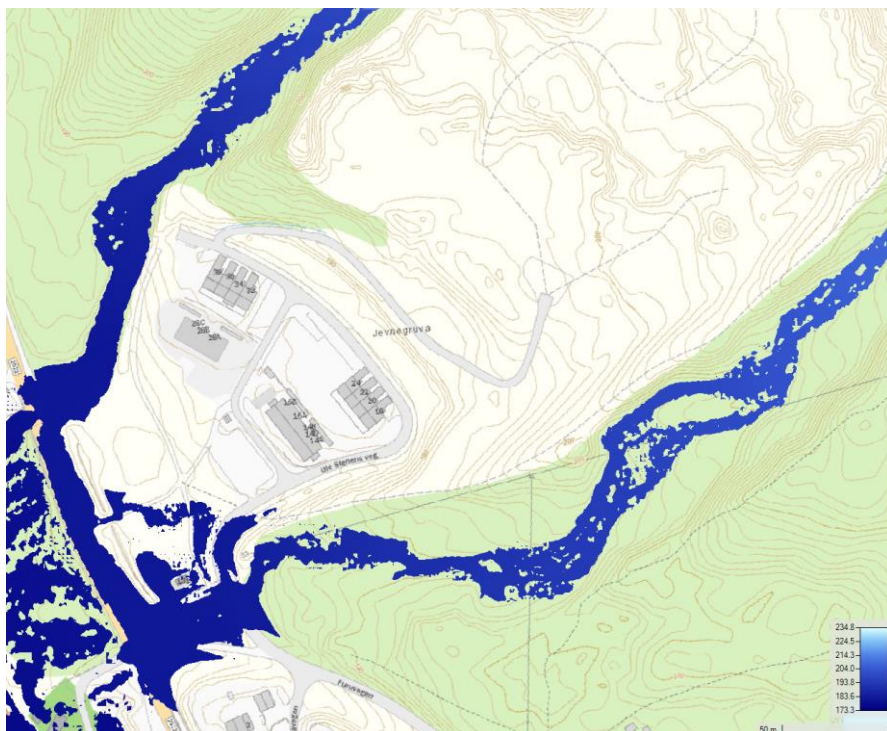
2.5 Konklusjoner

- 1) En ny bru er den beste løsningen for å øke kapasiteten under Gamlevegen.
- 2) En ny bru øker ikke massetransporten totalt, men vil gjøre det lettere for masse å passere brua. Vannlinjen blir brattere med etablering av ny bru, og oppstuvningseffekten blir fjernet. Dette kan føre til at masse som kunne bli avsatt oppstrøms Gamlevegen lettere blir transportert videre nedover elven.
- 3) Når vannet holdes innenfor elveløpet, som det vil gjøre med ny bru, reduseres erosjonen som ville ha skjedd hvis vannet tok nye løp pga. dårlig kapasitet under Gamlevegen.
- 4) Hvis det likevel er ønskelig å redusere massetransporten, bør et masseavlagringsbasseng etableres oppstrøms Gamlevegen heller enn oppstrøms Kongsvegen.

3. Overføring av Trodalsbekken – virkningen på flom i Søre Brynsåa

3.1 Dagens flomsituasjon

Flomsituasjon for 200-årsflom med 40% klimapåslag i Søre Brynsåa og Trodalsbekken samtidig er beregnet for et scenario med ny bru i Gamlevegen men ingen tiltak i Trodalsbekken, se Figur 8.

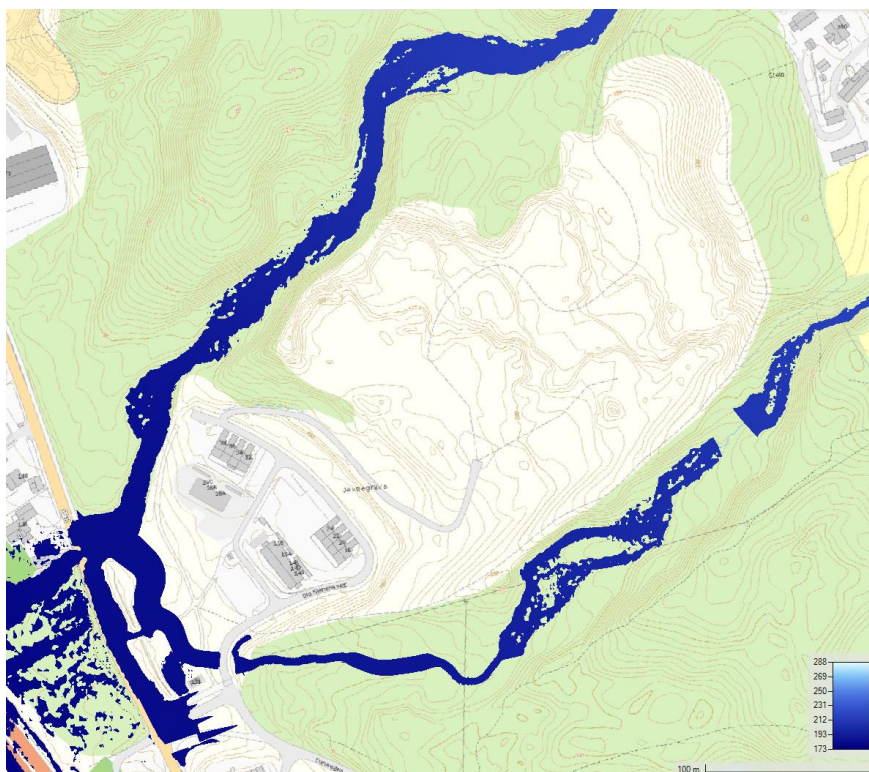


Figur 8. Flomsituasjon for 200-årsflom med 40% klimapåslag med ny bru i Gamlevegen men ingen tiltak i Trodalsbekken.

3.2 Tiltak i Trodalsbekken og ny flomsonekart

I dag føres Trodalsbekken til Søre Brynsåa gjennom en lang stikkrenne med dimensjon 600 mm. Utløpet er på oppstrøms side av Kongsvegen. Stikkrenna har en estimert kapasitet på 0,45 m³/s (Norconsult, 2019b). Dette er ikke tilstrekkelig til å lede bort dimensjonerende flom på 5,2 m³/s i Trodalsbekken, noe som fører til oversvømmelse av Ole Stenens veg og videre nedover mot Lågen (se Figur 8).

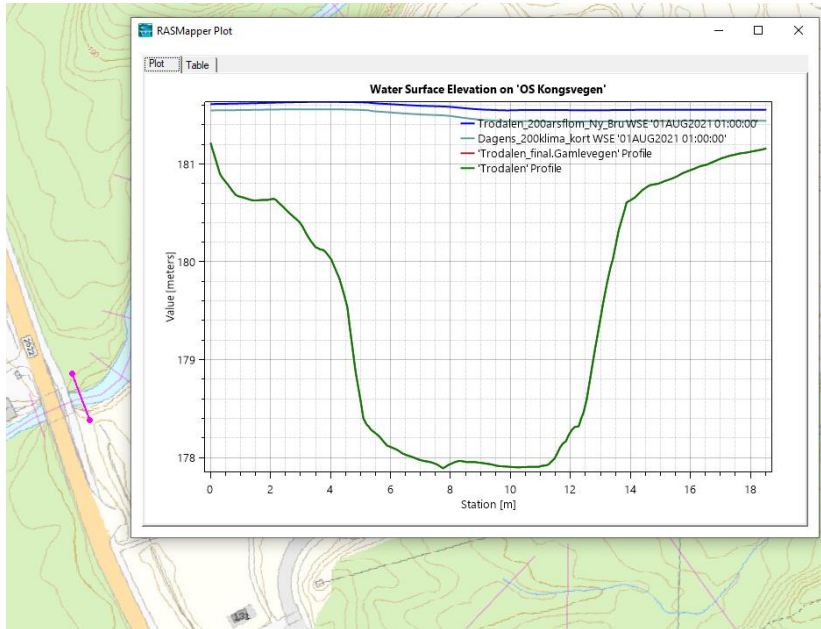
Trodalsbekken skal åpnes og føres fram til samløp med Søre Brynsåa oppstrøms Kongsvegen. Tiltak inkluderer erosjonssikring og etablering av et masseavlagringsbasseng i Trodalsbekken. Et nytt flomsonekart er beregnet i forbindelse med planlagte tiltak (Figur 9).



Figur 9. Flomsone for 200-årsflom med 40% klimapåslag i både Søre Brynsåa og Trodalsbekken med planlagte tiltak.

Flomvannstanden direkte oppstrøms Kongsvegen er beregnet for et scenario med ny bru i Gamlevegen og ingen tiltak i Trodalsbekken. Dette er vurdert mot flomvannstanden for et scenario med ny bru i Gamlevegen og åpning av Trodalsbekken, se Figur 10.

Åpning av Trodalsbekken fører til en ca. 10 cm økning i flomvannstand oppstrøms Kongsvegen. Dette forutsettes at flomtopping inntreffer samtidig i begge elvene, men det er usannsynlig. Trodalsbekken har et mye mindre felt enn Søre Brynsåa, og reagerer raskere på nedbør, slik at flomtoppene blir forskjøvet og økningen i flomvannstand mindre enn beregnet. Totalt sett blir flomsituasjonen forbedret fordi man unngår oversvømmelse over Ole Stenens veg og Kongsvegen fra Trodalsbekken, noe som vil bli tilfelle dersom en flom oppstår med dagens geometri (Figur 8).



Figur 10. Flomvannstand for 200-årsflom med 40% klimapåslag oppstrøms Kongsvegen (tverrprofil markert i rosa).

3.3 Håndtering av massetransporten i Trodalsbekken

Massetransporten i Trodalsbekken blir håndtert i et massebasseng oppstrøms Ole Stenens veg. Det blir erosjonssikring nedover bekkeløpet fra massebassenget til samløpet med Søre Brynsåa.

3.4 Konklusjon

- 1) Åpning av Trodalsbekken har liten påvirkning på flomsituasjon i Søre Brynsåa.

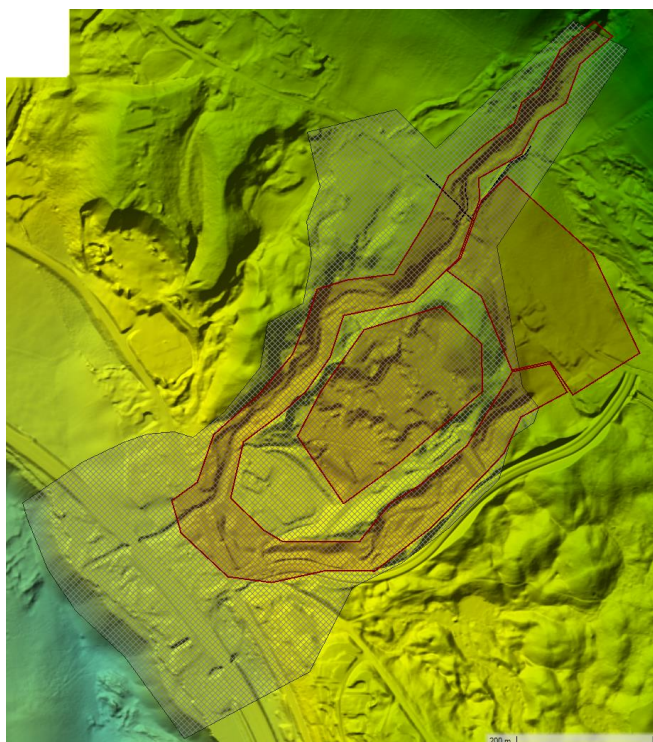
4 Ny hydraulisk modell med åpning av Trodalsbekken

En ny hydraulisk modell er opprettet for å beregne virkningen av tiltakene i Trodalsbekken. Resultatene er presentert i seksjon 3 ovenfor. Inngangsparametere til modellen er presentert nedenfor for dokumentasjon.

4.1 Modellstrekning og modellparametere

Strekningen i Søre Brynsåa som er simulert har lengde ca. 1,1 km og går fra ca. 320 m oppstrøms fv.2560 Gamlevegen til Lågen, se Figur 11. Trodalsbekken er også simulert fra ca. utløp rør under Gamlevegen til nytt samløp med Søre Brynsåa.

Det er benyttet 2 x 2 m cellestørrelse langs Søre Brynsåa og Trodalsbekken. Ellers er det benyttet cellestørrelse 5 x 5 m. Beregningstidsskritt er 0,1 sek., noe som holder Courant tallet under 1,0. HEC-RAS v6.0 er benyttet med full momentum (SWE-ELM) likningssett.



Figur 11. Modelloppsett for ny hydraulisk modell med åpning av Trodalsbekken.

4.2 Terrengmodell

Terrengmodellen for dagens situasjon er basert på LiDAR (laserscann fra fly) opptak fra prosjektet Lillehammerregionen 5pkt 2019 oppmålt av Terratec AS. Opptaket er tatt 15.06.2019. Batymetri i Lågen er basert på innmålinger fra prosjektet «NVE Gudsbrandsdalslågen 2016» oppmålt av Terratec AS. Bestilt punkt tetthet er 8 pkt/m². Oppløsning for den samlede terrengmodellen er 0,25 m x 0,25 m. Høydesystemet er NN2000. Terrengmodellen for planlagte tiltak er utarbeidet av Norconsult.

4.3 Grensebetingelser

Oppstrøms grensebetingelser i modellen er satt til konstant vannføring lik kulminasjonsverdien for en 200-årsflom + et anbefalt 40% klimapåslag. Dette er beregnet til 50,0 m³/s i Søre Brynsåa og 5,2 m³/s i Trodalsbekken (Norconsult, 2018a). Nedstrøms grensebetingelse er satt til konstant vannstand lik 173,4 moh. i Lågen, som er estimert fra flyfoto fra 2013-flommen.

4.4 Ruhet

Ruhetsverdien benyttet i modellen tilsvarer Mannings $n = 0,05$ ($M = 20$).

4.5 Øvrige forutsetninger

Effekten av is, tilstopping eller masseavlagring som hever elvebunn er ikke vurdert.

4.6 Resultater

Flomsonen som følger av 200-årsflommen med 40% klimapåslag i både Søre Brynsåa og Trodalsbekken samtidig med planlagte tiltak er vist i Figur 9.

5 Referanser

Norconsult, 2018a. Flomberegning for Søre Brynsåa. Notat 5177632-1-B01. 19.10.2018.

Norconsult, 2019a. Flomsone Søre Bryhnsåa nedstrøms Kongsvegen. Notat 5177632. 23.05.2019.

Norconsult, 2019b. Flomsikring Søre Brynsåa. Notat 5177632-D02. 04.11.2019.

Skred, 2020. Uavhengige vurderinger relatert til flom og overvann for Trodal Boligfelt. Rapport 20173-01-3. 19.10.2020.

J01	2021-11-29	For bruk	Katherine Aurand	Lars Jenssen	Ole Bjørn Bringa
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. 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.