

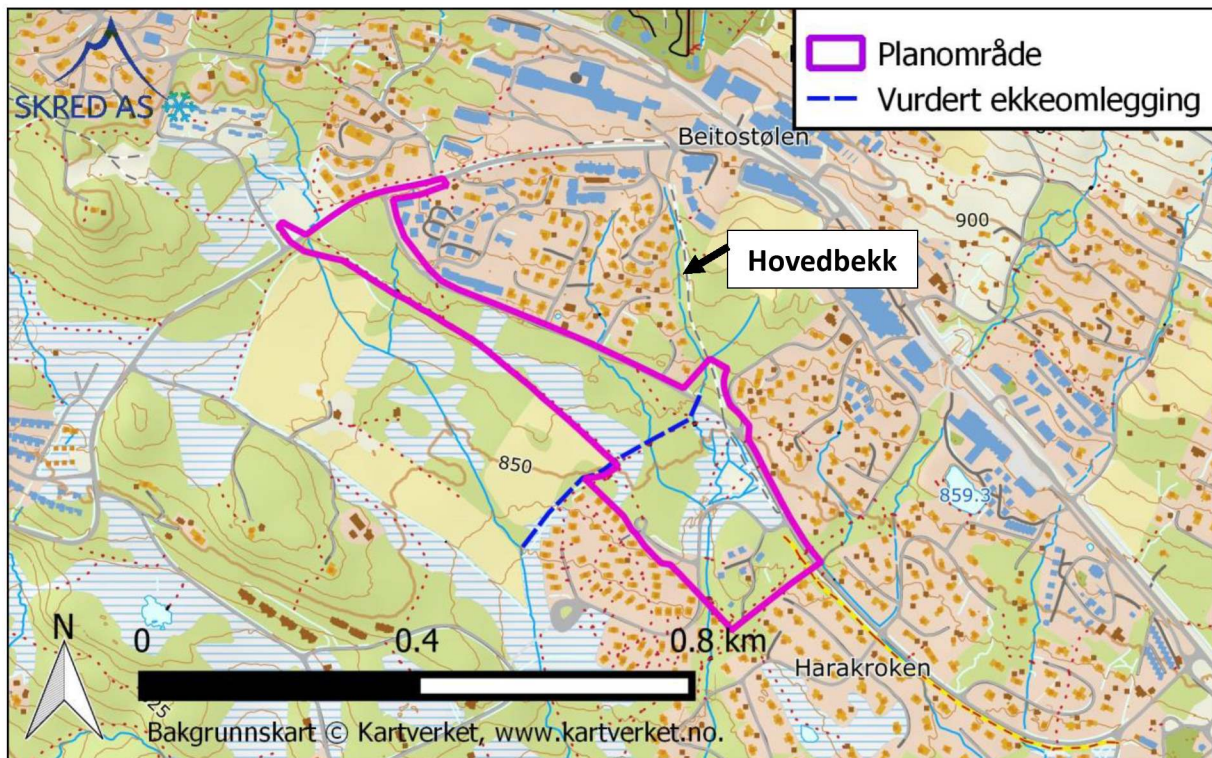
Oppdragsgiver	Navn Areal + AS	Kontaktperson Erik Sollien
Oppdrag	Nummer og navn 20277 Øystre Slidre, Beitostølen – Innspill til bekkeomlegging	Oppdragsleder Petter Reinemo
Dokument	Nummer 20277-01-3 Utført av Petter Reinemo	Dato 2020-11-19 Kontrollert av Lars Staver Eid

Vurdering av planlagt bekkeomlegging

Versjon 1:	Første versjon av dokument	10.09.2020
Versjon 2:	Utvidet vurdering av bekker	06.10.2020
Versjon 3:	Oppdatert basert på juster plan.	19.11.2020

1 Bakgrunn

Ifm. reguleringsplan for Finntøpplie ved Beitostølen i Øystre Slidre kommune ønskes det å legge om et bekkeløp som skjærer gjennom området. Nødvendig plassbehov, krav til dimensjoner og påvirkning på vannmengde på nærliggende bekkeløp ønskes vurdert. Figur 1 viser planområdet og ca. trase til planlagt omlegging av hovedbekk. Kun de hydrologiske aspektene ved omlegging blir vurdert.



Figur 1: Planområde og ca. trase til vurdert bekkeomlegging.

2 Lowerk

2.1 TEK17

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-2 definerer krav til sikkerhet mot flom og stormflo for nybygg. Paragrafen gjelder for saktevoksende flommer som normalt ikke medfører fare for menneskeliv. Sannsynligheten i tabell 1 angir største årlige sannsynligheten for flom. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres i henhold til aktuell sikkerhetsklasse. I veilederen til TEK17 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for flom (DiBK, 2018).

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2018).

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	Liten	1/20
F2	Middels	1/200
F3	Stor	1/1000

Sikkerhetsklasse F1 omfatter byggverk der oversvømmelse har liten konsekvens, både økonomisk og samfunnsmessig. Det innebærer byggverk med lite personopphold som garasjer og lagerbygninger.

Sikkerhetsklasse F2 omfatter tiltak der flom vil føre til middels konsekvenser. Dette innebærer de fleste byggverk beregnet for personopphold som bolighus, hytter, kontorer,

skoler og barnehager. Det kan tillates større økonomiske konsekvenser, men kritiske samfunnsfunksjoner skal ikke påvirkes.

Sikkerhetsklasse F3 omfatter tiltak der flom vil føre til store konsekvenser. Sårbare samfunnsfunksjoner og byggverk der oversvømmelse kan påføre omgivelsene stor forurensning ligger innenfor sikkerhetsklassen. Sykehjem, beredskapsfunksjoner, kritisk infrastruktur og avfallsdeponier er nevnt som eksempler.

I paragrafens fjerde ledd er det gitt at byggverk skal plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Avstanden til erosjonsutsatt elvekant bør være minst like stor som høyden på elvekanten og ikke under 20 meter. Dersom vassdraget sikres mot erosjon kan avstanden være mindre.

2.2 Aktuelle krav

I retningslinjene til TEK17 er det gitt ulike eksempler, beskrevet på forrige side, på hva slags bebyggelse som ligger innenfor de ulike sikkerhetsklassene mot flom. Basert på planlagt bebyggelse vurderes det hensiktsmessig å dimensjonere mulig bekkeomlegging for en 200-årsflom (tilsvarende sikkerhetsklasse F2).

3 Overvannsplan for Beitostølen og dimensjonerende vannmengder

3.1 Eksisterende overvannsplan for sentrum og relevans for planområdet

Rambøll utarbeidet i 2017 en overvannsplan for Beitostølen sentrum (Rambøll, 2017). Dette inkluderte et område oppstrøms Finntøpplie, som vil være premissgivende for planlagt bekkeomlegging. I Rambøll-rapporten følger det noen anbefalinger som kan ha betydning for vannføringen i vurderte bekker, og som legges til grunn her. Det inkluderer i hovedsak følgende:

- Dimensjonerende vannmengde (200-årsflom) i bekken som planlegges omlagt er beregnet til 3,21 m³/s, tilsvarende en spesifikk vannmengde på ca. 3100 l/s*km².
- Feltgrensene i flomberegningen er satt noe konservativt ved antagelse om at full vannmengde i vestlig nabofelt avskjæres mot bekken.
- Planlagte grøfter/flomveier i tilknytning til sentrumsområdet vil kunne øke det naturlige nedbørfeltet til bekken.
- Det foreslås å etablere nye kulverter oppstrøms planområdet med dimensjoner på henholdsvis 1400 og 1600mm. Dette vil øke dagens flomvannføring i bekken mot planområder da tidligere stikkrenner har hatt mindre kapasitet der flomvann som sikkrennene ikke har hatt kapasitet for har blitt ledet i flomvei østover og vekk fra bekken.
- Lokalfeltet til østre del av Beitostølen sentrum foreslås ledet mot skiheisen og den nye 1400-kulverten under Bygdinvegen (feltareal på 0,064 km²).
- Det er anbefalt at overvann i sentrum for ny bebyggelse håndteres på en slik måte at dimensjonerende 200-årsflom ikke øker.

3.2 Verifikasjon av dimensjonerende vannmengder i bekken

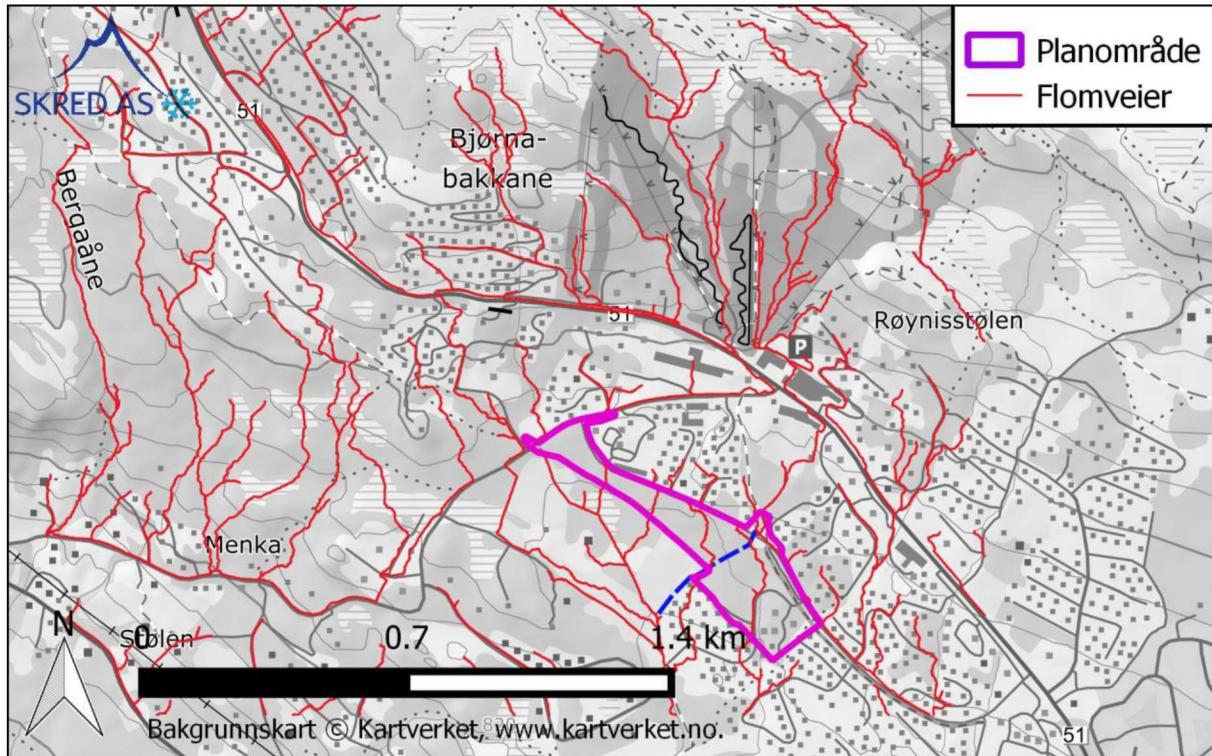
De dimensjonerende vannmengde for bekken beregnet i Rambøll (2017) er verifisert gjennom analyse av feltgrener fra ny terrengmodell og NVE sitt flomformelverk for små nedbørfelt.

3.2.1 Feltgrenser

Usikkerhet i feltgrensene til bekken er i hovedsak relatert til Bygdinvegen sin avskjærende effekt, inkludert kapasitet på stikkrenner. For å verifisere feltgrensene fra tidligere flomberegning er det etablert en ny terrengmodell med oppløsning på 1 x 1 meter basert på laserdata fra 2019. Fra modellen er det utført en GIS-analyse av flomveier der det tas utgangspunkt i en situasjon med tette stikkrenner og enkel-flytanalyse. Metoden er blant annet beskrevet i Bratlie (2015). Et mindre nedbørfelt som drenerer mot østre del av Beitostølen sentrum er nå også ledet mot bekken, noe som ikke fremkommer av flytanalysen.

Resultater fra analysen er illustrert i Figur 2. Fra analysen vurderer vi at feltgrensene i tidligere flomberegning synes troverdige. Da feltgrensene blant annet tilsvarer en situasjon der full vannmengde fra bekken i Bjørnebakkane overføres, må de anses konservative.

Mellom sentrum og planområdet får bekken et ekstra bidrag i feltareal på ca. 0,075 km². I tillegg vil det være et ekstra bidra fra sentrum øst. Ved planområdet gir det et totalt feltareal på 1,17 km².



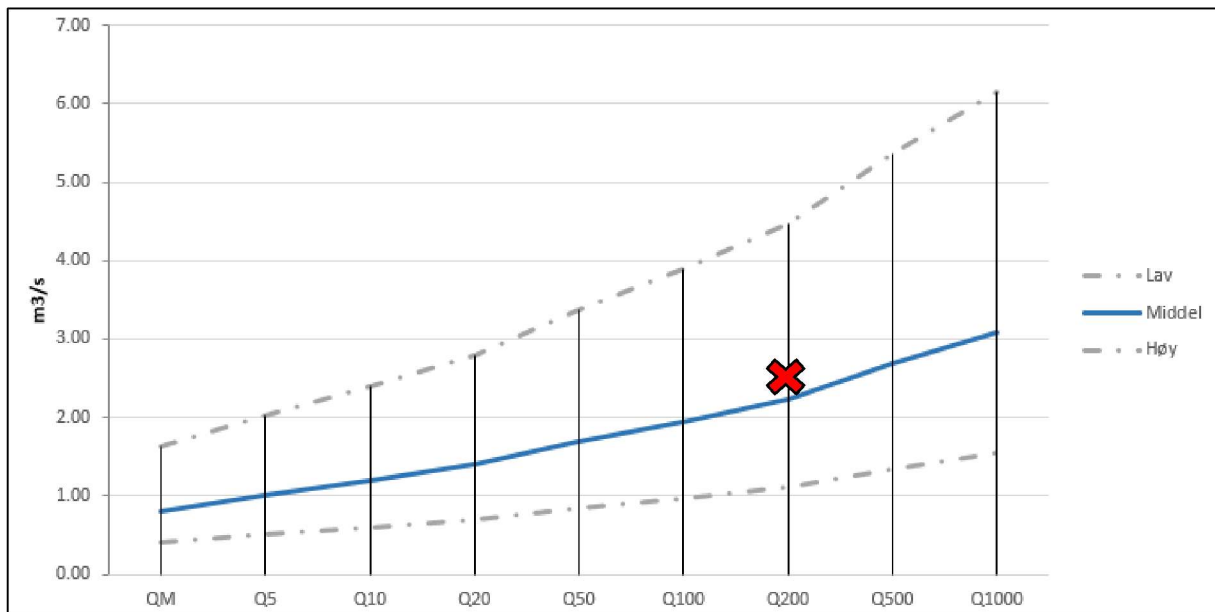
Figur 2: Illustrasjon fra analyse av drensveier for en situasjon med tette stikkrenner.

3.2.2 Vurdering av flomvannføring

I NVE (2015) presenteres et nasjonalt formelverk for flomberegninger i nedbørfelt der feltareal er mindre enn 50 km². Inngangsparameterne til formelen er feltareal, midlere avrenning og effektiv sjøprosent. Den største usikkerheten i formelverket er estimat av middelflom, og resulterende vekstkurve vurderes som robust. Det betyr at et godt estimat av middelflom vil redusere usikkerheten i beregningene betraktelig.

Middelavrenning fått fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-1990 er på ca. 25 l/s*km². Med en effektiv sjøprosent på null og et feltareal på 1,04 km² gir formelverket en fordeling som illustrert i Figur 3.

200-årsflom (uten klimapåslag) i hovedbekken beregnet med NVE sitt formelverk er vist i Figur 3. Tidligere beregnet 200-årsflom ligger noe over middelestimatet som på bakgrunn av liten og bratt feltkarakteristika synes realistisk.



Figur 3: Grafisk visning av resultater fra NVE sitt formelverk for små nedbørfelt. Rødt kryss viser resultatet fra tidligere flomberegning.

3.2.3 Klimapåslag

Et klimapåslag på 40% synes hensiktsmessig basert på foreliggende anbefalinger gitt i NVE (2016) og klimaprofil for Oppland (klimaservicesenteret, 2017). Foreliggende anbefalinger er ikke entydige og kan tolkes ulikt innen et spekter på 20 til 50 %.

3.2.4 Dimensjonerende vannmengder i hovedbekken ved planområde

Et justert feltareal til 1,17 km² og en spesifikk 200-årsflom inkludert klimapåslag på 3100 l/s*km² gir en dimensjonerende vannmengde i hovedbekken på 3,6 m³/s.

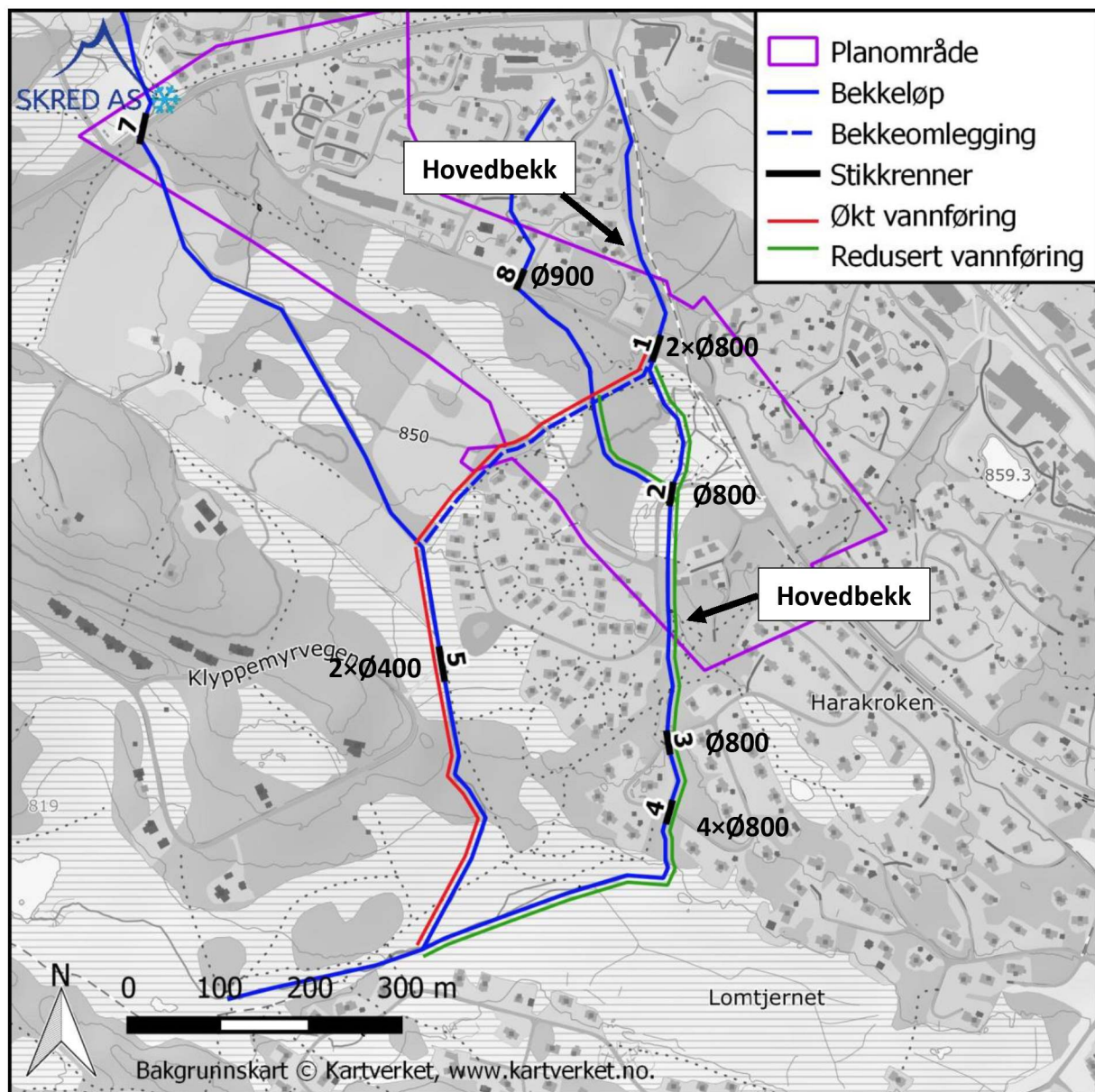
4 Vurdering av planlagt bekkeomlegging

4.1 Beskrivelse av situasjon

Det ønskes å legge om hovedbekken i tilknytning til planområdet. Det er et forslag å avskjære bekken gjennom planområdet mot nabobekk, som rett nedstrøms renner inn på hovedbekken igjen. Dette er i hovedsak ønskelig basert på følgende punkter:

- Hovedbekken kommer i konflikt med planlagt hyttebebyggelse.
- En omlegging kan bedre flomsituasjonen for nedstrøms hyttefelt der bekken både renner tett mot eksisterende hytter og krysser flere stikkrenner med mindre dimensjon. Flomveisanalysene indikerer også diffuse forhold her.
- Ved økt dimensjon av oppstrøms stikkrenner (som anbefalt i Rambøll sin overvannsplan) vil flomvannføringen i bekken øke. Dagens bekkeløp og stikkrenner nedstrøms planområdet har ikke kapasitet for å ta unna for denne økningen.

Foreslått trase, nærliggende bekker, eksisterende stikkerenner samt hvilke bekkestrekninger som vil få økt og redusert vannmengde som følge av omleggingen er illustrert i Figur 4.



Figur 4: Oversikt over dagens og endret situasjon med tanke vannføring etter ønsket bekkeomlegging.

Figur 5 viser bilde av utløpet til stikkrenne 1 rett oppstrøms planområdet, mens Figur 6 viser stikkrenne 5 som vil få betydelig økt flomvannføring etter utbygging. Figur 7 viser et karakteristisk bilde av eksisterende grøft i tilknytning til planlagt omlegging.



*Figur 5: Utløp til stikkrenne 1 rett oppstrøms planområdet (2*800mm).*



*Figur 6: Stikkrenne nedstrøms planområdet som vil få økt flomvannføring (2*400mm).*



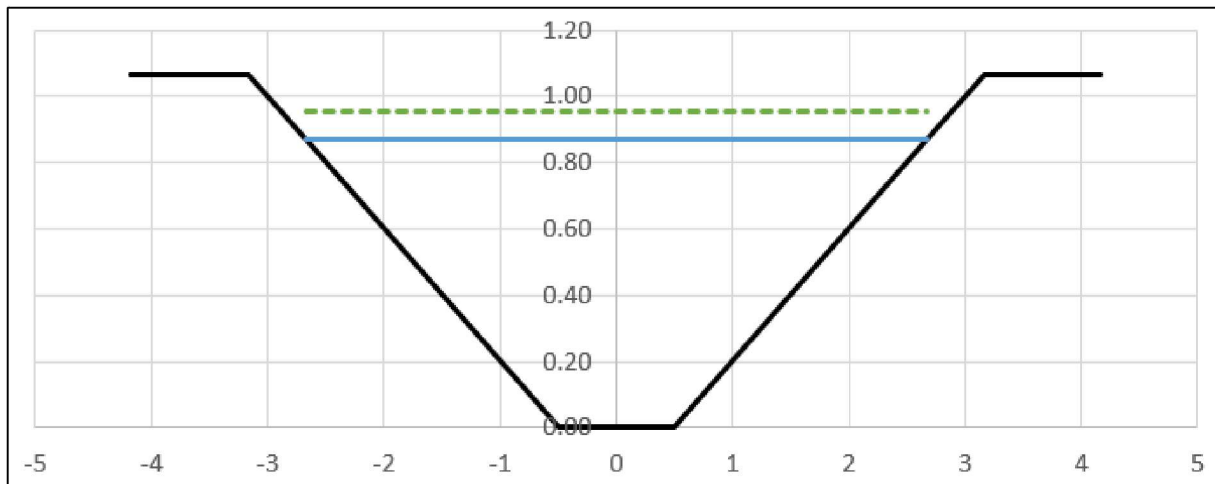
Figur 7: Karakteristisk bilde av eksisterende grøft ved planlagt bekkeakse.

4.2 Nødvendig tverrsnitt og plassbehov til omlagt bekk

Nødvendig dimensjon og plassbehov til foreslått bekkeomlegging er vurdert. Kapasitet til nytt bekkeløp er estimert ved bruk av Mannings formel og antagelse om normalstrømning basert på følgende forutsetninger:

- Det er regnet på en bekkegeometri med bunnbredde = 1,0 meter og sidekanter = 1:2,5.
- Gjennomsnittlig fall på skissert trase gjennom planområdet er 2,4%. I beregningene benyttes et fall på 2,0 %.
- Det benyttes et Manningstall (ruhet) på 15.
- Dimensjonerende vannføring (Q200 inkl. klimapåslag) = 3,6 m³/s.

Beregningene gir en dybde på 0,9 meter. Vi anbefaler en ekstra sikkerhetsmargin på 0,2 meter som gir en nødvendig dybde på minimum 1,1 meter. Illustrasjon av resulterende vannlinje og anbefalt tverrsnitt er vist i Figur 8.



Figur 8: Illustrasjon av resulterende vannlinje og anbefalt tverrsnitt til bekkeomlegging.

Basert på resultatene anbefales det å sette av et belte til bekken med en bredde på minimum 10 meter i reguleringsplanen.

Dersom det ønskes å benytte andre geometrier må disse verifiseres hydraulisk. Nytt bekkeløp må også sikres tilstrekkelig erosjonssikkerhet, samt at det anbefales sterkt å opprettholde/reetableres et vegetasjonsbelte langs begge sider av bekkeløpet. Miljømessige aspekter, som f.eks. tiltak mot potensiell drenering av myrer, bør vurderes som del av detaljplanleggingen.

4.3 Avbøtende tiltak

4.3.1 Eksisterende hovedbekk

Stikkrenne 2, 3 og 4 med tilhørende bekkeløp (ref. Figur 4), vil alle få redusert både normal- og flomvannføring betydelig. Basert på nomogrammer for innløpskontrollerte kulverter, blant annet gitt i SINTEF (1992), anslås det at kapasitet av hver Ø800-kulvert er på ca. 750 l/s. Det betyr at hverken stikkrenne 2, 3 eller 4 har kapasitet for en fremtidig 200-årsflom og flomvann kan bli ledet på avveie om det ikke er etablert trygge flomveier. Med tanke på flomsikkerhet vurderes det ikke å være behov for avbøtende tiltak i eksisterende hovedbekk, og situasjonen vil bedres mellom stikkrenne 1 og 4.

4.3.2 Nedstrøms bekkeomleggingen

Stikkrenne 5 med tilgrensende bekkeløp vil få en økning i normal- og flomvannføring fra utløpet av bekkeomleggingen og til samløpet med opprinnelig bekkeløp i nedstrøms myrområde. Ved samløpet vil ekstra bidrag i feltareal (i forhold til flomberegningen) kun være på ca. 0,4 km² ettersom store deler av feltet oppstrøms Bygdinvegen allerede er medregnet i flomberegningen grunnet vegen sin avskjærende effekt. Det gir et totalt feltareal på ca. 1,5 km² og en 200-årsflom inkl. klimapåslag på 4,6 m³/s. Som avbøtende tiltak bør stikkrenne 5 skiftet ut mot større dimensjoner, i tillegg til at det må etableres en trygg flomvei som leder vannet tilbake til bekkeløp dersom kapasitet overskrides eller stikkrenne går tett. Det anbefales å etablere et definert lavbrekk på vegbanen. Nødvendige

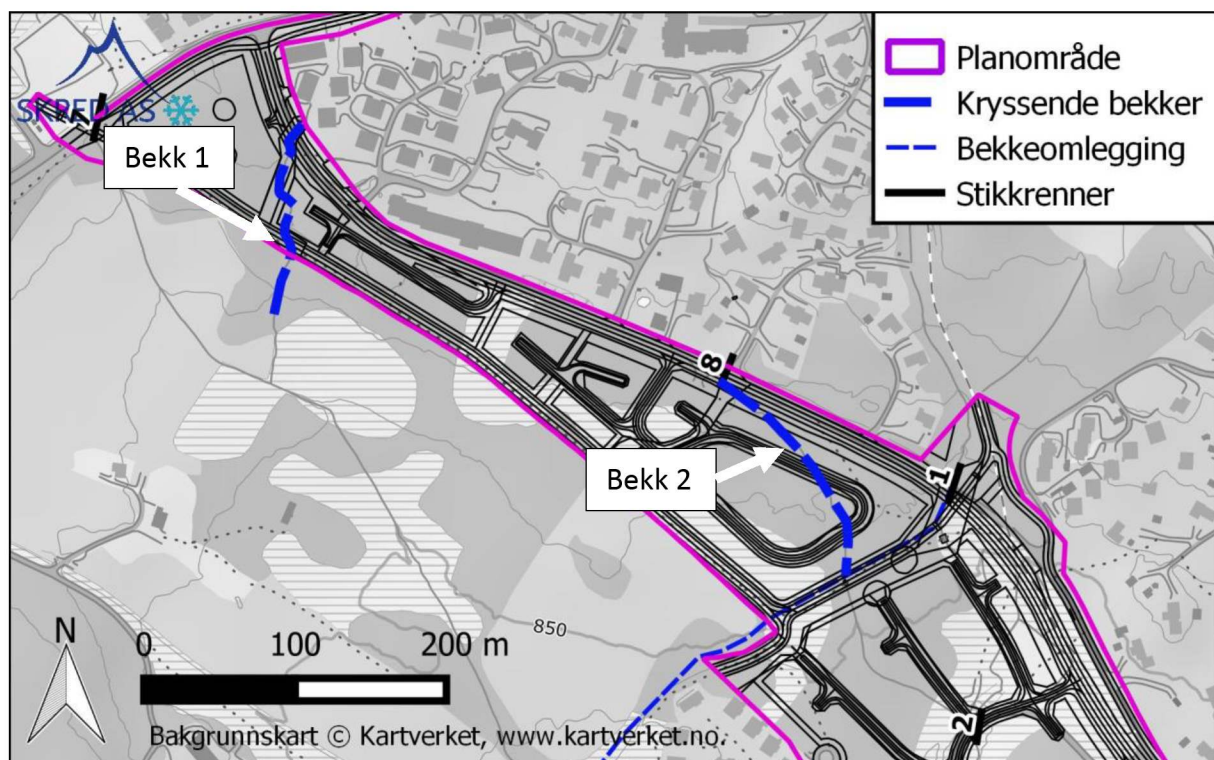
dimensjoner på stikkrenner vil avhenge av hvor ofte man kan akseptere at flomveien blir aktivert. Som et minimum anbefales det rørdimensjon på 1200 mm, 2×1000 mm eller 3×800 mm som legges innløpskontrollert.

Fra utløpet av bekkeomleggingen til stikkrenne 5 må det sikres at bekkeløp har tilstrekkelig kapasitet uten at eksisterende bebyggelse øst for bekken får redusert flomsikkerhet. Nedstrøms stikkrenne 5 renner bekken i et definert søkk til samløpet med hovedbekk hvor det vurderes å ikke være behov for avbøtende tiltak grunnet bekkens gode kapasitet.

5 Vurdering av bekk som kommer på midt i området

5.1 Bekker

Det krysser i dag to mindre bekker gjennom planområdet oppstrøms bekkeomleggingen. Feltarealet til de to bekkene er i utgangspunktet begrenset, men de kan få tilført vann fra nabofelt avhengig av tilstand på stikkrenner og drensveier. Utbedring av grøfter og oppdimensjonering av kulverter i oppstrøms områder sikrer at vann fra oppstrøms områder i stor grad ledes til hovedbekken (til bekkeomleggingen). Utbedringen forventes å ha redusert normal- og flomvannføring i de to bekkene. Det forventes derfor at vannet i de to bekkene i hovedsak inkluderer overvann fra omliggende hytteområder. For å ta hensyn til restrisiko anbefales det uansett å sikre at kapasitet for en større vannmengde enn kun lokalfeltene. Lokasjon av de to bekkene er vist på Figur 9.



Figur 9: Lokasjon av to mindre bekker som krysser gjennom planområdet.

5.2 Dimensjonerende vannmengder

Lokalfeltet til de to bekkene er til sammen estimert til ca. 0,08 km² basert på analysen av drensveger. Delfelt mellom Beitostølvegen og Bygdinvegen ledes i utgangspunktet vestover, men for å ta hensyn til restrisiko inkluderes dette arealet i feltareal ved dimensjonering av bekkeløp og kulverter (ca. 0,08 km²). Det gir til sammen et feltareal på 0,16 km² som med en dimensjonerende spesifikk vannmengde på 3100 l/s*km² (200-årsflom inkl. klimapåslag) gir en vannmengde på 0,5 m³/s.

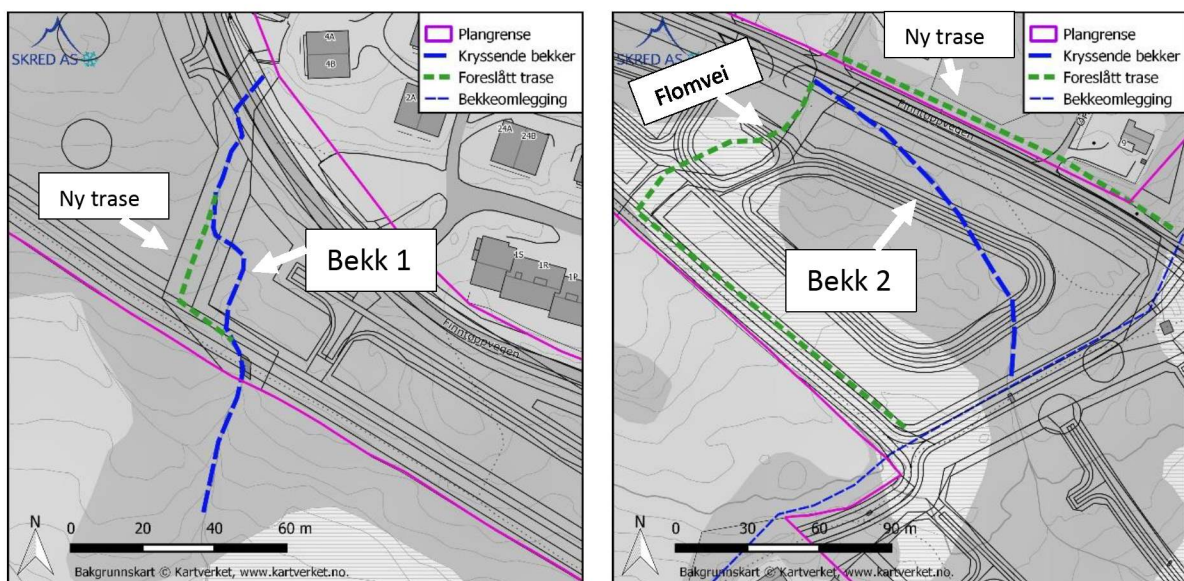
Bekk 1 vil i realiteten ha et noe mindre feltareal enn Bekk 2, men grunnet usikkerhet i feltgrensene settes 0,5 m³/s som dimensjonerende i begge bekker.

5.3 Dimensjoner og foreslått trase

Det anbefales å benytte rørkulverter med diameter på 800 mm ved alle kryssinger, som legges innløpskontrollert. Kulvertene vil da også ha en restkapasitet, som er gunstig med tanke på usikkerhet i feltgrenser og fare for tilstopping.

Generelt bør det tilstrebes å opprettholde eksisterende bekkeløp. Ved eventuell omlegging må det blant annet sørges for tilstrekkelig kapasitet, erosjonssikkerhet og at bekk ikke drenerer omliggende myrområder. Det bør sikres en bredde på minimum 4-5 meter til bekkeløpene i reguleringsplanen (basert på betraktninger med Mannings formel), samt plass til et vegetasjonsbelte langs bekkstrengen.

Ved Bekk 1 foreslås det å lede bekket i eksisterende trase, med en justering i midtre del for å unngå konflikt med en planlagt hyttetomt. For Bekk 2 foreslås det å legge den nord for Finntøppvegen og inn mot hovedbekken. For å ta høyde for restrisiko ved overskridelse av kapasitet av stikkrenne under Finntøppvegen etableres det en flomvei gjennom planområdet og videre langs skiløype mot hovedbekken. Skisserte traseer er vist på Figur 10.



Figur 10: Foreslåtte traseer for håndtering av mindre bekker gjennom området.

6 Konklusjon

Ifm. reguleringsplan for Finntøpplie ved Beitostølen i Øystre Slidre kommune ønskes det å legge om et bekkeløp som skjærer gjennom området. De hydrologiske aspektene ved omlegging med tanke på plassbehov, krav til dimensjoner og påvirkning på nærliggende bekkeløp er vurdert.

Dimensjonerende 200-årsflom inkludert klimapåslag for bekkeomleggingen er estimert til 3,6 m³/s. Basert på hydrauliske betraktninger anbefales det å sette av et belte til bekken med en bredde på minimum 10 meter i reguleringsplanen. Nytt bekkeløp må også sikres tilstrekkelig erosjonssikkerhet, samt at det anbefales å opprettholde/reetablere et vegetasjonsbelte langs begge sider av bekkeløpet. Det bør sikres at omleggingen ikke drenerer omliggende myrer.

Stikkrenne 5 (ref. Figur 4) med tilgrensende bekkeløp vil få en økning i normal- og flomvannføring fra utløpet av bekkeomleggingen og til samløpet med opprinnelig bekkeløp i nedstrøms myrområde. Som avbøtende tiltak bør stikkrenne 5 skiftet ut mot større dimensjoner, i tillegg til at det må etableres en trygg flomvei som leder vannet tilbake til bekkeløp dersom kapasitet overskrides eller stikkrenne går tett. Det anbefales å etablere et definert lavbrekk på vegbanen. Nødvendige dimensjoner på stikkrenner vil avhenge av hvor ofte man kan akseptere at flomveien blir aktivert. Som et minimum anbefales det rørdimensjon på 1200 mm, 2×1000 mm eller 3×800 mm som legges innløpskontrollert. Fra utløpet av bekkeomleggingen til stikkrenne 5 må det videre sikres at bekkeløp har tilstrekkelig kapasitet uten at eksisterende bebyggelse øst for bekken får redusert flomsikkerhet.

Det krysser også to mindre bekker gjennom planområdet. Det er gitt anbefalinger hvordan disse kan håndteres tilstrekkelig i reguleringsplanen med tanke på flomsikkerhet.

7 Referanser

- DiBK, 2018 Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK17)
- Bratlie, 2015 Beregning av flomveier med eksempler på bruk i kommunal forvaltning. Kart og plan 1-2015
- Norsk Klimaservicesenter, 2017. Klimaprofil Oppland. Januar 2017. URL:
<https://cms.met.no/site/2/klimaservicesenteret/klimaprofiler/klimaprofilopp/and/attachment/12035?ts=15d9d3c1d03>
- NVE, 2015a Veileder for flomberegninger i små nedbørfelt. NVE veileder 7-2015.
- NVE, 2015b Anbefalte metoder for flomberegninger i små uregulerte nedbørfelt. NVE rapport 97-2015.
- Rambøll, 2017 Overvann, avrenning og flom – aktsomhetsområder. Reguleringsplan for Beitostølen sentrum.
- SINTEF, 1992 Flomberegning og kulvertdimensjonering. STF60 A92101