

NVE Region Øst

► Vurdering av åpen og lukket løsning for Kleivrudbekken

Flomsikring av Otta sentrum

Oppdragsnr.: 52303409 Dokumentnr.: FFAG-RAPP-001 Revisjon: C04 Dato: 2024-09-18



Oppdragsgiver: NVE Region Øst
Oppdragsgivers kontaktperson: Grete H. Aalstad
Rådgiver: Norconsult Norge AS
Oppdragsleder: Ingrid Buvarp Aardal
Fagansvarlig: Carolina Uribe, Jørn Willassen, Kine Svendby, Vilde Mürer, Øyvind Høydal
Andre nøkkelpersoner: Anne Veia, Rune Lunde, Ida Hammerborg, Clara Sena, Steinar Myrabø

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
C04	2024-09-18	For kommentar fra eksterne parter	I.B. Aardal K. H. Svendby	J. Willassen S. Myrabø	I.B. Aardal
B03	2024-07-02	For godkjenning av oppdragsgiver	I.B. Aardal K. H. Svendby C.F. Uribe	J. Willassen B. Vatne A. Veia	I.B. Aardal
B02	2024-04-29	Oppdatert etter kommentar fra oppdragsgiver	C.F. Uribe V. Mürer I.B. Aardal C. Sena I. Hammerborg	A. Veia R. Lunde J. Willassen K. H. Svendby	I.B. Aardal
B01	2024-02-05	For kommentar fra oppdragsgiver	I.H. Kirkreit C.F. Uribe S. Myrabø J. Willassen	I. Hammerborg A. Veia I.B. Aardal	I.B. Aardal

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult 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.

Sammendrag

Norconsult prosjekterer, på oppdrag fra NVE, flomsikring av Otta sentrum. Kleivrudbekken, som ligger innenfor planlagt tiltaksområde for flomsikring, kommer ned fra dalsiden vest for Øya industriområde. Kapasiteten til Kleivrudbekken i dagens situasjon er ikke tilstrekkelig, og bekken bidrar derfor til oversvømmelser i sentrum. Dr. Blasy - Dr. Øverland foreslo i sin mulighetsstudie å legge bekken i rør frem til pumpestasjon som leder bekken ut i Lågen (Dr. Blasy - Dr. Øverland, 2020). NVE har bedt om at det gjøres en overordnet vurdering av hvorvidt bekken helt eller delvis kan åpnes.

Åpne bekker over lengre, flate områder vil generelt kunne være robuste og klimatilpassede løsninger med en positiv effekt på fordrøyning og flomdemping. Åpne løsninger kan også tilføre positive landskapsmessige kvaliteter, samt forbedre vilkårene for naturmiljøet i et område.

Denne rapporten dokumenterer de ulike faglige vurderingene som ligger til grunn for de anbefalte løsningene for Kleivrudbekken. Fem åpne traséer er utredet, hvorav en ble forkastet tidlig. I tillegg er en lukket løsning foreslått. Samtlige alternativ vil i større eller mindre grad legge beslag på jordbruksareal.

Med unntak av for ett alternativ, der det ikke er behov for pumpestasjon, krever alle traséene minst en pumpestasjon ved Lågen med tilhørende drifts- og vedlikeholdsbehov. Ett av alternativene forutsetter to pumpestasjoner.

To av de vurderte bekketraséene går nordover fra Kleivrud, og utenfor plangrensa til reguleringsplanen. For å oppnå tilstrekkelig fall, må traséene gå gjennom skredfarlig terreng, og fordrer derfor skredsikring med tilhørende store landskapsendringer. Nye positive verdier i form av god fordrøyning og blågrønne områder med viktige miljø- og naturverdier veier ikke opp for ulempene som alternativene medfører. Alternativene er derfor ikke anbefalt videre utredet.

Mulighetene for en åpen bekkeløsning mot sør, som potensielt kan tilføre positive landskapsmessige tilleggskvaliteter til et grått område, er også vurdert. Alternativet har vesentlige ulemper blant annet med hensyn til arealbruk og relative kostnader, og er vurdert som den minst bærekraftige løsningen. Sørgående trasé er derfor ikke anbefalt videre utredet.

Ut fra en samlet vurdering, er det to alternativer som anbefales videre utredet. Det første, alternativ 1, er en løsning med åpen bekk. Traséen er den samme som den lukkede løsningen i mulighetsstudiet til Dr. Blasy - Dr. Øverland. Dersom bekken utformes mest mulig naturlig og i kontakt med grunnvannet, vil den relativt raskt kunne tilføre gode landskaps- og naturverdier til et grått område som i dag brukes til parkering. Løsningen legger til rette for noe fordrøyning og oppsamling av overvann.

Som et alternativ til den lukkede løsningen presentert i mulighetsstudien til Dr. Blasy - Dr. Øverland, har Norconsult foreslått en bekkeinntaksløsning (alternativ 5) med trykksatt rør som ikke krever pumpestasjon. Denne løsningen medfører ingen positive natur- og landskapsmessige effekter, men vil være mindre sårbar med hensyn til strømstans enn de øvrige alternativene. Løsningen vil ha mindre materialforbruk og drifts- og vedlikeholdsbehov enn alternativene, men er vurdert å inneha noe større risiko for tilstopping som følge av flomskred.

Innhold

1	Innledning	5
2	Bakgrunn, hensikt og mål	6
2.1	Bakgrunn for vurderingen	6
2.2	Mål for en eventuell bekkeåpning	6
3	Sentrale myndighetskrav og veiledningsmateriell	7
4	Grunnlag	8
4.1	Opprinnelig bekk - Naturlig tilstand	8
4.2	Dagens trasé	8
4.3	Forholdet til kommuneplan og reguleringsplaner	10
4.4	Naturmiljø	14
4.5	Skredfare	14
4.6	Hydrologi	16
4.6.1	Feltegenskaper og normalvannføring	16
4.6.2	Flomvannføring	17
4.7	Grunnvann og infiltrasjon	20
4.8	Bekkeprofil	23
5	Forutsetninger	25
5.1	Generelle forutsetninger	25
5.2	Innløp og tilhørende vannføring	27
5.3	Utløp i Lågen	28
6	Vurdering av ulike alternativer for åpen/lukket bekk	31
6.1	Felles for de vurderte alternativene	31
6.2	Alternativ 0: Lukket løsning som beskrevet i Dr. Blasy - Dr. Øverlands mulighetsstudie	31
6.3	Alternativ 1: Åpen løsning i samme trasé som beskrevet av Dr. Blasy - Dr. Øverland	32
6.4	Alternativ 2: Åpen løsning over jorde	35
6.5	Alternativ 3: Nordover, øst for Selsvegen	40
6.6	Alternativ 4: Åpen løsning sørover	41
6.6.1	Alternativ 4.1	43
6.6.2	Alternativ 4.2	45
6.7	Alternativ 5: Alternativ lukket løsning – bekkeinntak og trykksatt rør	47
6.8	Kostnadsvurdering	48
6.9	Samlet evaluering	49
7	Konklusjon	50
8	Anbefalinger for videre arbeid	52
9	Eksempler på bekk	53

Referanser	54
Vedlegg	55
Vedlegg 1. Bilder av Kleivrudbekken – dagens trasé	56
Vedlegg 2. Sammenstillingsmatrise	64

1 Innledning

Norconsult prosjekterer, på oppdrag fra NVE, flomsikring av Otta sentrum. Bakgrunnen for oppdraget er at store deler av Øya industriområde og Otta sentrum er flomutsatt. Dr. Blasy – Dr. Øverland har vært engasjert for å gjennomføre en mulighetsstudie og foreslå en helhetlig løsning for sikring av Otta sentrum.

Mulighetsstudien, også kalt «*Flomsikring Otta – Konsept for sikringstiltak*» lå til grunn for NVEs tiltaksplan som var på høring våren 2021 (Dr. Blasy - Dr. Øverland , 2020). Det skal gjennomføres flomsikringstiltak mot Gudbrandsdalslågen (Lågen) og mot elva Otta. I mulighetsstudien er dette blant annet foreslått løst med heving og oppgradering av eksisterende flomsikring og noe ny sikring.

Kleivrubekken kommer ned fra dalsiden nordvest for Øya industriområde. Bekken renner først i åpen kanal mot Otta sentrum og deretter lukket under Øya industriområde og ned til Lågen. Mellom Midtre Kleivrud og Lågen krysser bekken flere veger og jernbanen. Bilder av bekken er vist i Vedlegg 1. I mulighetsstudien er bekken foreslått lagt i rør frem til en pumpestasjon som leder bekken ut i Gudbrandsdalslågen (Lågen).

Løsningen for Kleivrubekken i Dr. Blasy – Dr. Øverlands mulighetsstudie er ikke begrunnet. Det er heller ikke presentert andre alternativer til bekketrasé.

NVE har bedt om en vurdering av om det er mulig å bringe Kleivrubekken åpen eller delvis åpen ut i Lågen. Denne rapporten inneholder beskrivelse av mulige løsninger for bekkeåpning, med tilhørende konsekvenser.

2 Bakgrunn, hensikt og mål

2.1 Bakgrunn for vurderingen

Åpning av bekk som i dag er lagt i rør representerer i utgangspunktet en mer bærekraftig løsning med hensyn til flom- og overvannshåndtering enn de lukkede systemene, og kan dermed være et godt klimatilpasningstiltak. Bekkeåpninger kan avlaste eksisterende, gamle rørsystem for overvann, og forsterke blågrønne strukturer. Slike tiltak innebærer stor grad av flerfaglighet, og er en omfattende prosess.

NVE mener det vil være positivt dersom man i prosjektet kan bidra til en mer naturlig løsning for Kleivrudbekken, og har derfor bedt om at det gjøres en overordnet vurdering av hvorvidt bekken helt eller delvis kan åpnes. Traseer utenfor reguleringsplangrensen kan også vurderes. NVE har bedt om en kort beskrivelse av alternativer for mulige løsninger, samt at positive og negative konsekvenser belyses. I den grad de undersøkte traseene vurderes å ikke være gjennomførbare, ønskes dette begrunnet.

Vurderingene som gjøres av Norconsult i denne rapporten vil danne grunnlag for valg av løsning/trasé i henhold til Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning (Kommunal- og distriktsdepartementet, 2018).

2.2 Mål for en eventuell bekkeåpning

Løpet for Kleivrudbekken må som et minstekrav ha kapasitet til å lede vekk dimensjonerende flom.

Vellykkede naturrestaureringstiltak tar sikte på å tilbakeføre mot en naturtilstand. I utbygde områder er dette en utfordring, men det er viktig å danne seg et bilde over hvordan området var, eller ville vært uten menneskelig påvirkning, som et utgangspunkt å strekke seg etter. Vassdragsnatur er endringsnatur styrt av naturlige prosesser som de stedegne artene er tilpasset. For at naturtypene som naturlig hører hjemme skal etablere seg, er det avgjørende å skape rom for at de naturlige prosessene som skaper dem, kan få gå sin gang.

En åpen løsning gjør det mulig å gjenskape naturverdier knyttet til flommarksvegetasjon, å skape og styrke landskapsøkologiske sammenhenger og økologiske funksjonsområder for fugl, flaggermus og insekter, som gjerne bruker vassdragene som spredningskorridorer inn i landskapet.

Åpne bekker har ofte fordeler knyttet til fordrøying i forhold til bekker lagt i rør. Åpne løsninger vil kunne samle opp overvann og redusere risiko for vann på avveie, og tilhørende erosjon og massetransport. Vedlikehold og klimatilpasning av åpne bekkeløsninger er enklere enn for bekker lagt i rør.

Slik sikringskonseptet for Otta sentrum foreligger, med flomvoller med spunt, drengroft og pumpestasjoner, vil det være en del begrensninger knyttet til løsningene som kan presenteres for en fremtidig bekkeåpning. En full restaurering av bekken til naturlig tilstand anses som urealistisk for fisk, på grunn av sikringskonseptet med pumper og ventiler som vandringshinder.

Der det er praktisk mulig, bør det strebes etter det å etablere det som er mest naturlig og som svarer til formålet og målesystemet i vannforskriften om god eller bedre økologisk tilstand, og forvaltningsmål for arter og naturtyper i naturmangfoldloven. Bekken bør også ha kontakt med grunnvannsspeil og våtmark for å korrespondere med de naturlige prosessene og årsrytmen til systemene som restaureres og etableres. Videre vil infrastruktur og bebyggelse i urbane strøk være begrensende for hvor naturlige løsninger kan bli. De landskapsmessige og fordrøyningsmessige verdiene en urban bekkeåpning medfører, vil kunne forsvare en mindre naturlig tilnærming til bekkeåpningen.

3 Sentrale myndighetskrav og veiledningsmaterieil

Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning (Kommunal- og distriktsdepartementet, 2018) blir generelt lagt til grunn for kommunenes, fylkeskommunenes og statens planlegging, virksomhets- og myndighetsutøvelse. Planretningslinjene slår fast at bevaring, restaurering eller etablering av naturbaserte løsninger (slik som eksisterende våtmarker og naturlige bekker eller nye grønne tak og vegger, kunstige bekker og basseng mv.) bør vurderes. Videre at dersom andre løsninger velges, skal det begrunnes hvorfor naturbaserte løsninger er valgt bort. Planretningslinjene omtaler også naturfarer som flom og skred som viktige hensyn i planleggingen.

Klima 2050 Rapport nr. 25, Bekkeåpning som klimatilpasningstiltak, er en veileder som gir en overordnet oversikt over hvilke forhold som må undersøkes og løses i ulike faser i en bekkeåpningsprosess og gir eksempler på kilder og verktøy en kan støtte seg på i arbeidet (SINTEF, 2021). Anvisningen i veilederen synliggjør også hvilke fagkompetanser som er relevante å bringe inn i prosessen.

I rapporten finner man flere fyldige sjekklister for bekkeåpningstiltak for ulike faser som er ment som en hjelp til å fange opp de hensyn og avklaringer som må tas.

NVE Veileder nr. 1/2021: Veileder til vannressursloven og NVEs behandling av vassdrags- og grunnvannstiltak gir en oversikt over vannressursloven generelt, og særlig de reglene som gjelder for vassdragstiltak og grunnvannstiltak som ikke er vannkraftproduksjon (NVE, 2021). Videre gir den en oversikt over en del andre lover som kan være relevante for tiltakshavere med vassdrags- og grunnvannstiltak. Målgruppen er den offentlige forvaltningen, og de som planlegger og utfører vassdrags- og grunnvannstiltak.

Om bekkeåpninger sier veilederen følgende: «Åpning av tidligere lukkede vassdrag vil normalt være positivt for de allmenne interessene, og vil derfor sjeldent utløse konsesjonsplikt. Ifølge vannressursloven § 14 kan vassdragsmyndigheten (NVE) med seks måneders varsel foreta en gjenåpning av et lukket vassdrag. Grunneier har da rett til erstatning for tap som skyldes gjenåpningen.»

NVE Veileder nr. 4/2022: Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar. Korleis ta omsyn til vassmengder? Veileder nr 4/2022 gjelder håndtering av overvann i arealplaner, og bekkeåpninger omtales i veilederen da slike tiltak kan være en del av en overvannsstrategi: «I Noreg er det ei politisk nasjonal forventning om å opne lukka bekke- og elvestrekningar. Kommunen bør ha ein strategi for dette (NVE, 2022). Opning av lukka bekker og elvar er viktig som del av klimatilpassinga, gjer byar attraktive og kan auke naturmangfaldet. Bekkeopning kan vere ein blågrøn premiss ved byutvikling og kjem planforventningane i møte. Opning av bekker vil bidra til Noregs arbeid med å nå FN's berekraftsmål, FN's restaureringstiår 2021–2030 og arbeidet med vassforskrifta og regionale vassforvaltningsplanar. Det sistnemnde er i utgangspunktet ikkje eit verktøy for å handtere vassmengder, men har som formål å betre den økologiske tilstanden i vatn og vassdrag. Begge formåla kan støttast ved å opne lukka bekker. Opning av vassdrag krev areal. Om det er vanskeleg å opne heile bekkestrekningar, kan delvis opning av bekken vere ein god start. Opning av bekker bør skje gjennom plan etter plan- og bygningslova. Dersom kommunen manglar forankring i plan til å gjennomføre bekkeopning og rettshavaren motset seg dette, kan vassdragsmyndigheita (NVE) med heimel i vassressurslova § 14 krevje ei opning av bekken (...). Grunneigaren har da rett til erstatning for tap som gjenopninga er årsak til. Bekkeopning bør utførast som restaurering tilbake til mest mogleg opphavleg naturtilstand. Ein bør sjå på mindre påverka delar av vassdraget og prøve å gjenskape dette miljøet, samtidig som ein prøver å oppnå ønskt hydraulisk kapasitet. Ei bekkeopning vil ofte betre flaumtilhøva, men kan òg gi endra og forverra flaumforhold nedstraums. Som ein del av planlegginga må dette greiast ut.»

4 Grunnlag

4.1 Opprinnelig bekk - Naturtilstand

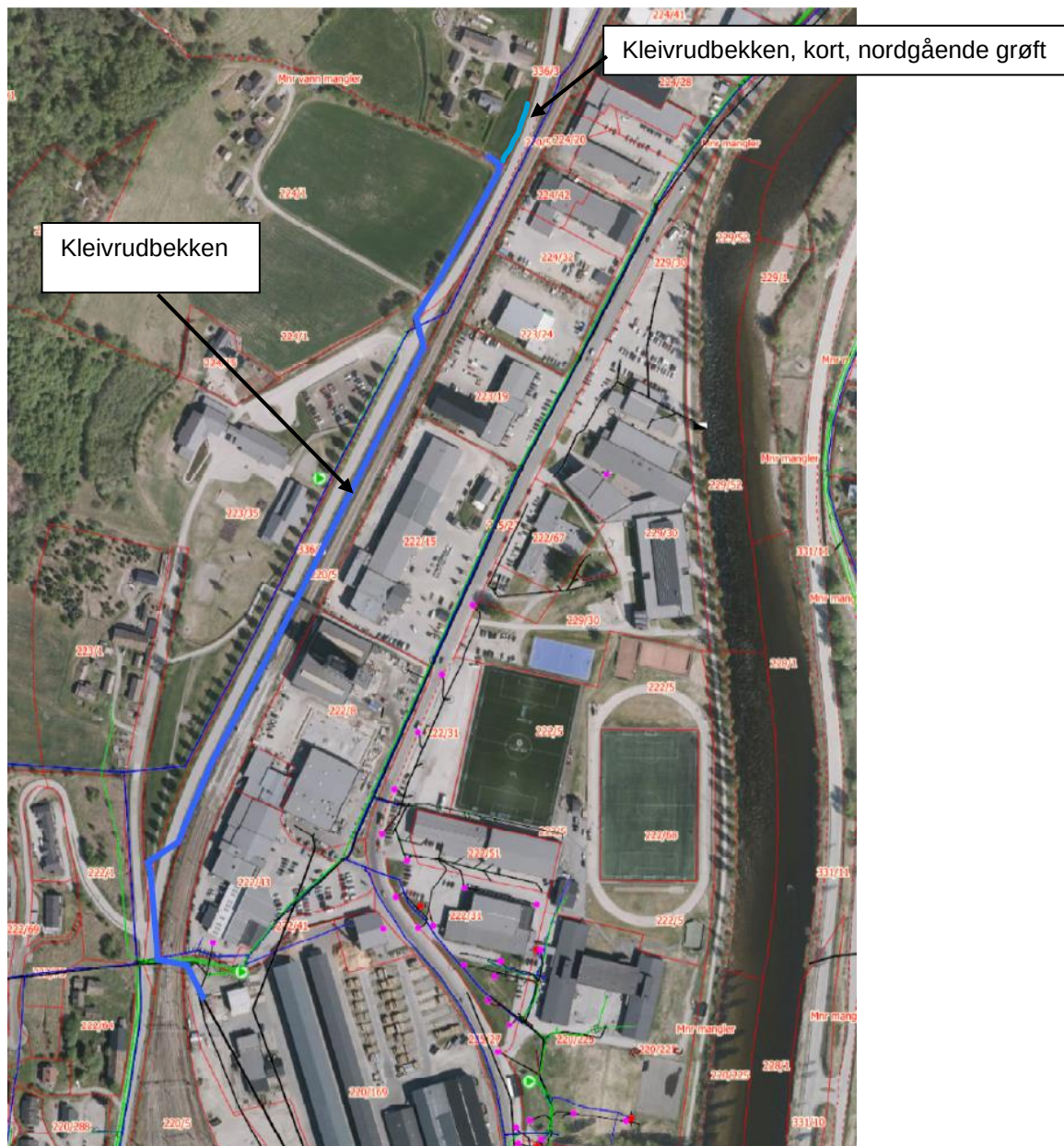
Kleivrudbekken er et skreddominert sideløp med utløp på en rasvifte. Opprinnelig møtte bekken tett flommarksvegetasjon på elvesletta, før den rant ut i sideløpet. Grovere masser som kom ned bekken fra skred ble avsatt i de øvre delene og har skapt rasvifta som ligger der i dag, mens finmassene ble ført lenger med vannet og ble avsatt i flommarksvegetasjonen eller ført videre med elva. Nedbørfeltet er for lite til å gi sikker vannføring til de øvre delene, der det ikke er kontakt med grunnvannsspeilet. Gjennom flomsesongen har akvatiske arter fra hovedelva trukket inn i de oversvømte områdene, i og rundt bekkene. På elveflaten kom bekken i kontakt med flomvann og grunnvannet (årssikker vannføring), og ga rom for flerårige akvatiske arter av insekter og fiskeyngel. Etter hvert som fiskeyngel vokste, kunne fisken slippe seg ned i hovedelva under lav vannføring.

Bekken har hatt mange ulike løp som følge av skred og flommer opp gjennom tiden, også før den ble kanalisert for jordbruk, og etter hvert lagt i rør, i takt med at Otta sentrum ble gjenstand for menneskelig påvirkning i form av kanalisering, gjenfylling av flomløp og lukking av sideløp.

4.2 Dagens trasé

Kleivrudbekken renner ned en bratt fjellside før den når bebygde områder med dyrket mark. Selv om fjellsiden for en stor del er trekledd, er det tynt med løsmasser og lite fordrøyning av vannet før det kommer ned til jorder og bebyggelse ved Kleivrud.

Fra Kleivrud går bekken i et naturlig bekkeløp mot Selsvegen nord for Otta sentrum. Når den kommer ned til Selsvegen går den i en åpen grøft parallelt med Selsvegen. Rett før innkjøringen til gardsvegen opp mot Søre Kleivrud, krysser den under Selsvegen og går videre mellom Selsvegen og jernbanen, se Figur 4-1. Rett sør for avkjøringen opp mot Nordligard krysser den jernbanen i en stor kulvert/bru. Kulverten under jernbanen er fylt med mye sedimenter og har begrenset kapasitet. Kleivrudbekken er åpen kun noen meter på østsiden av jernbanesporene før den går lukket i et gammelt 1000 mm rør videre mot Lågen. Under Sagtomta er det gamle 1000 mm betongrøret blitt erstattet av et nytt rør med samme dimensjon i forbindelse med bygging av ny Kiwi-butikk. På strekningen mellom Sagtomta og utløpet i Lågen er det gamle røret ikke erstattet. Det er gjort kamerakjøringer og inspeksjon i røret og det viser seg at tilstanden til røret er dårlig. Dette gir begrenset kapasitet på noen strekker, og oppsprukne rør. Bilder av dagens trasé med kryssinger under vei og jernbane er vist i kapittel Vedlegg 1.

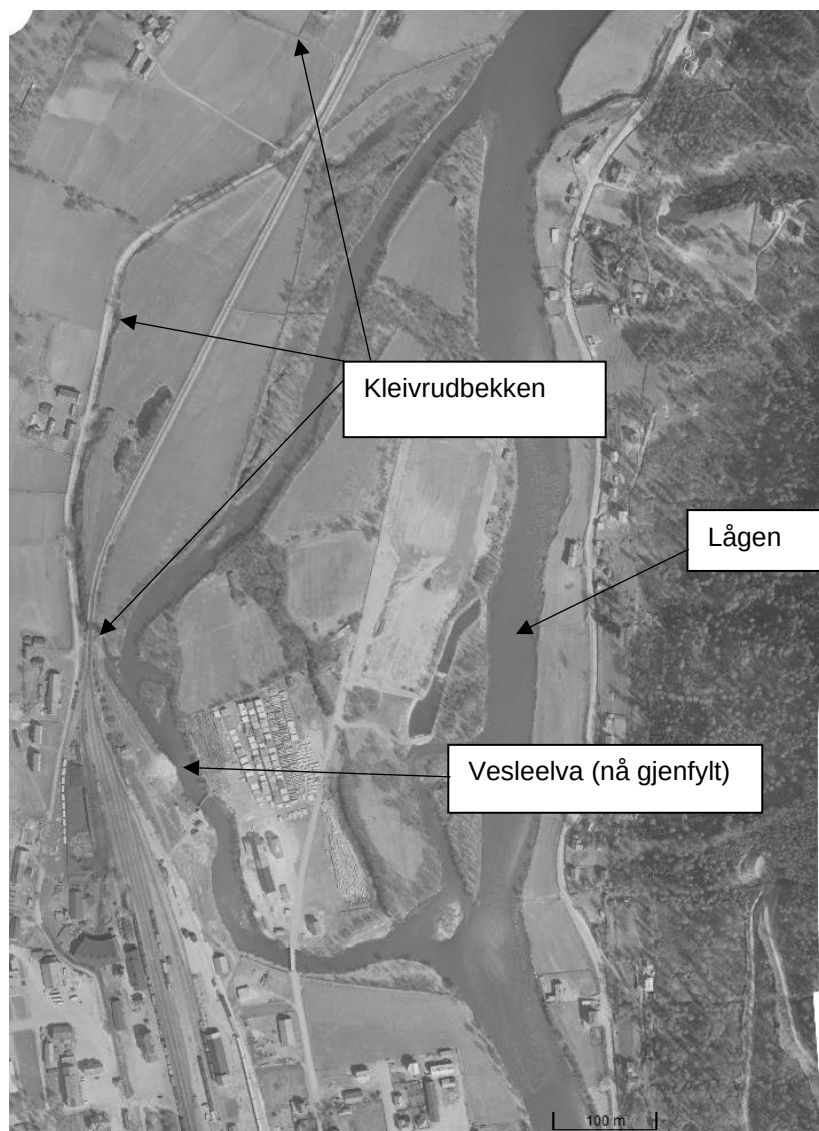


Figur 4-1. Dagens trasé (med tykk blå linje) for Kleivrubekken, fra der den kommer ned mot Selsvegen i nord til den i sør går lukket videre etter å ha krysset under jernbanen.

Norconsult foretok feltbefaring i oktober 2023, og med bakgrunn i denne, nedbørfeltets størrelse og andre feltegenskaper, vurderes det at bekkeløpets kapasitet ikke er tilstrekkelig for dagens dimensjonerende vannmengde (200-års flom inkludert 40 % klimapåslag ved Søre Kleivrud er beregnet til ca. 7 m³/s). Dette gjelder både der bekken går åpen og lukket. I tillegg er det flere sårbare stikkrenner uten gode inntak og/eller i dårlig tilstand. Bekkeinntakene vil ikke ha tilstrekkelig kapasitet og vil kunne tette seg ved kombinasjon av stor vannføring og massetransport ved store flomsituasjoner.

Da området mellom Selsvegen og Lågen er en gammel elveslette, er terrenget så å si flatt. Kleivrubekken rant tidligere ut i Vesleelva, et sideløp til Lågen som nå er fylt igjen, se Figur 4-2. Det kan på grunn av

terrengforholdene bli utfordrende å oppnå nok fall på ny trasé for Kleivrubekken. Kryssing av veg og jernbane vil være nødvendig uansett trasévalg. I en flomsituasjon vil vannstanden i Lågen være høyere enn store deler av den nedre traseen til Kleivrubekken, og vannet fra Lågen vil gi oppstuvning av vann i Kleivrubekken.



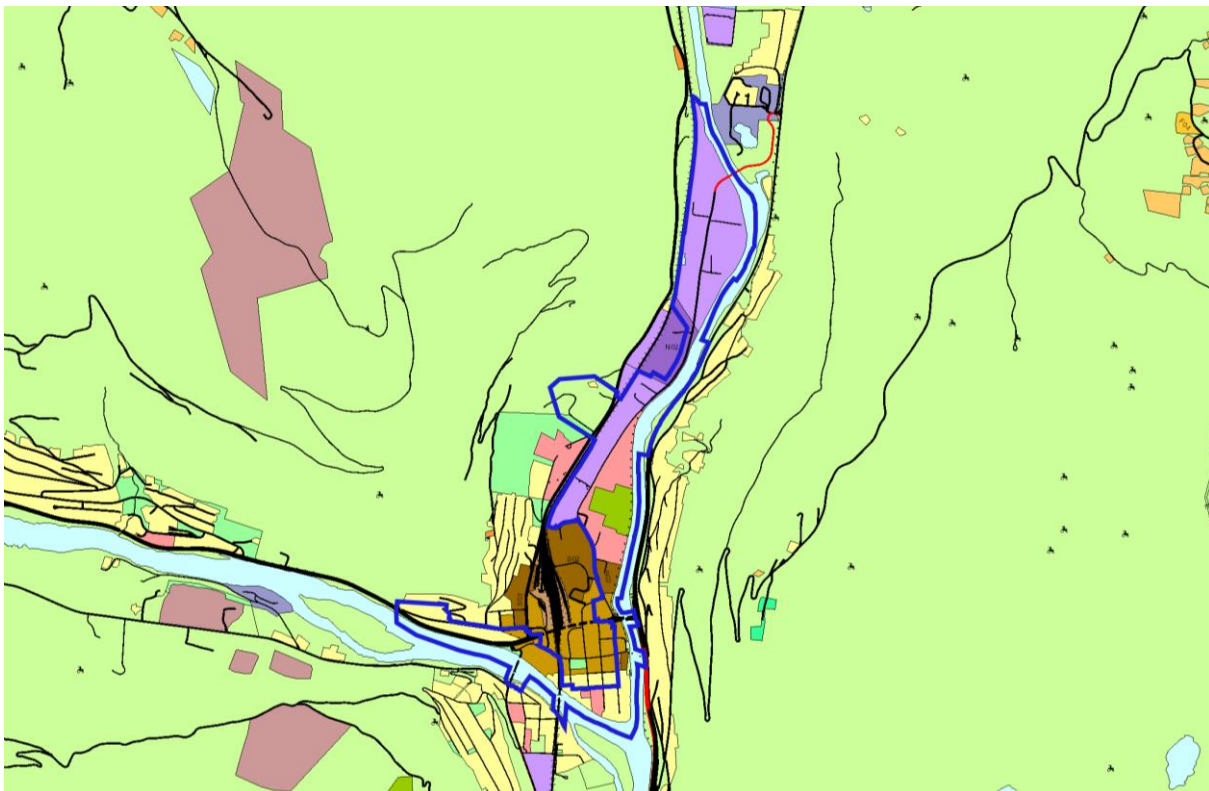
Figur 4-2. Historisk flyfoto fra 1954 som viser Kleivrubekken og Vesleelva, hvorav sistnevnte nå er fylt igjen (Finn.no)

4.3 Forholdet til kommuneplan og reguleringsplaner

Parallelt med prosjektering av flomtiltaket, pågår et arbeid med utarbeidelse av ny reguleringsplan for flomsikringsprosjektet. Planområdet for reguleringsplanen har en størrelse på ca. 780 daa, og strekker seg fra nord i Øya-området til kjørebru over Ottaelva i sør/vest. Planområdet omfatter deriblant samløpet mellom elva Otta og Gudbrandsdalslågen. Planavgrensningen strekker seg over nesten 4 km langs elveløpene.

Plangrensen for reguleringsplanen følger i hovedsak eiendomsgrenser eller tilgrensende plangrenser til eksisterende reguleringsplaner i elvene, og omfatter tilhørende sidearealer til elvene, samt de arealer som er vurdert som nødvendig for tiltak.

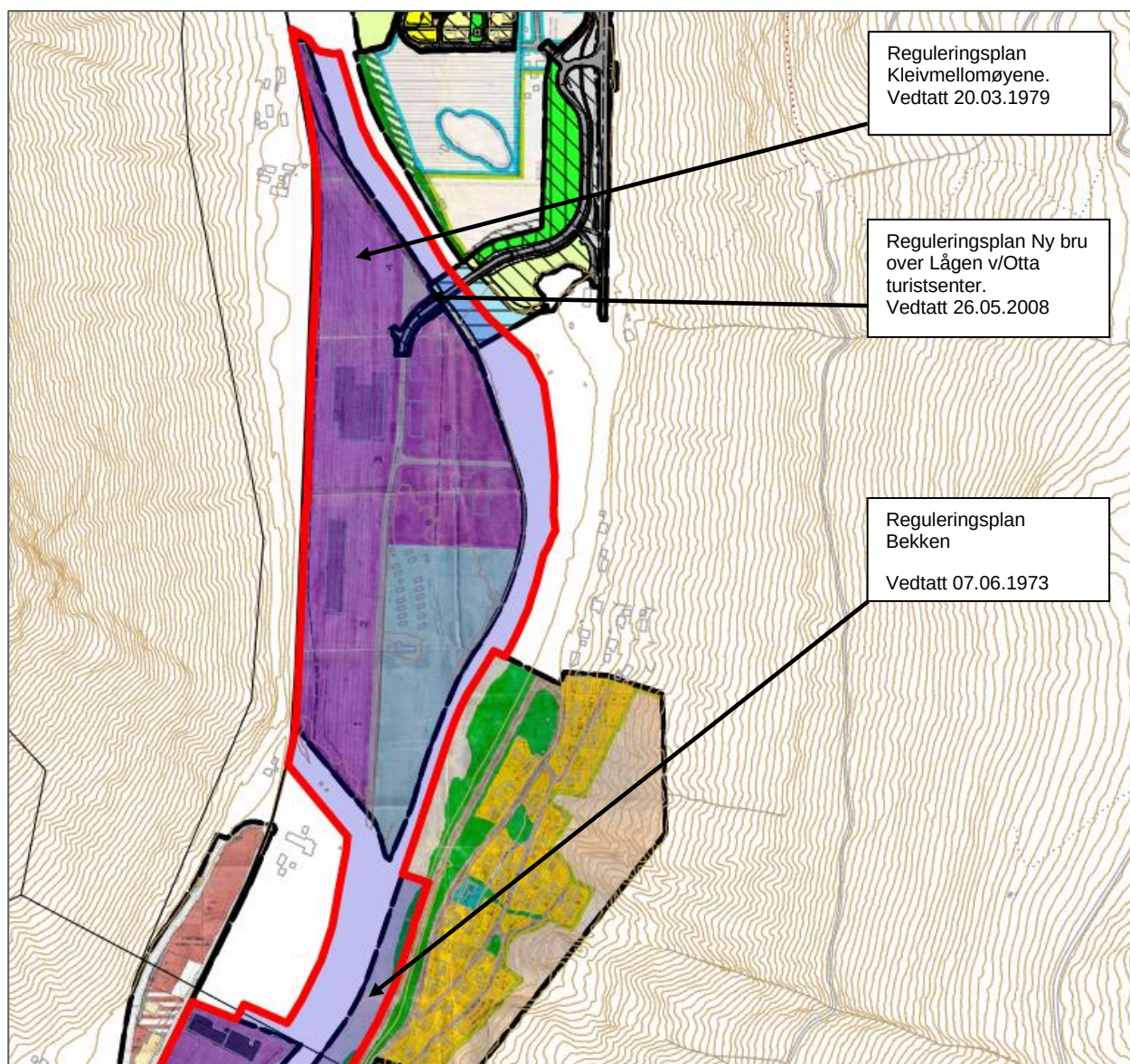
Kommuneplanen ble vedtatt 20.06.16 og angir på et overordnet nivå arealbruken, se Figur 4-3. Innenfor planområdet er det bl.a. avsatt areal til næringsvirksomhet, offentlig eller privat tjenesteyting, sentrumsformål, idrettsanlegg, boligbebyggelse, jernbane, grønnstruktur og LNFR-areal. Det er samtidig angitt fareområde for flom i området.



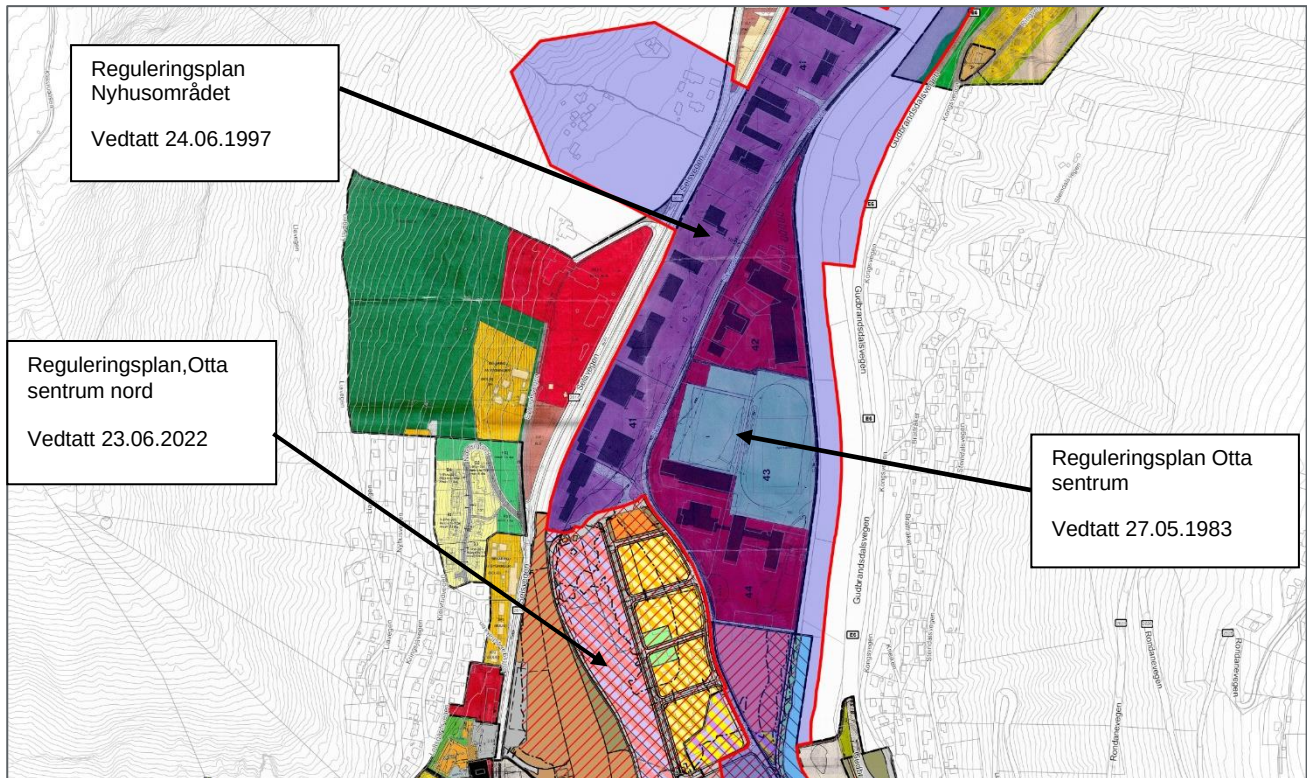
Figur 4-3. Kartutsnittet viser kommuneplanens arealdel. Plangrense er angitt med blå heltrukken strek (Sel kommune, 2023).

Der ny reguleringsplan overlapper med eksisterende reguleringsplaner, vil denne etter vedtak erstatte det området hvor planene er sammenfallende.

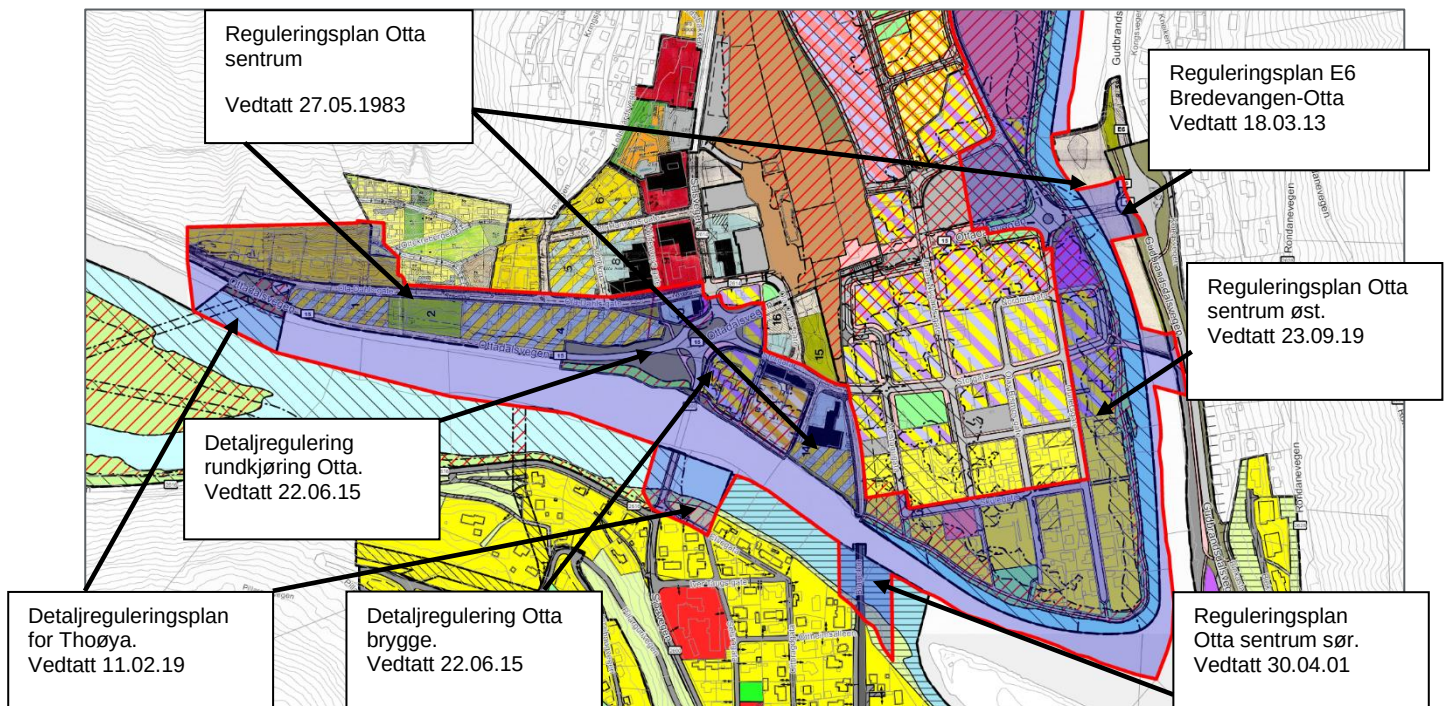
Reguleringsplaner som varslet plangrense/reguleringsplanområde kommer i berøring med, er vist i Figur 4-4, Figur 4-5 og Figur 4-6. (foreslått plangrense er angitt med rød strek og planområdet med svak blå-farge):



Figur 4-4. Vedtatte reguleringsplaner i området (Sel kommune, 2023).



Figur 4-5. Vedtatte reguleringsplaner i området for nordlige del av Otta (Sel kommune, 2023).



Figur 4-6. Vedtatte reguleringsplaner i området for sørlige del av Otta (Sel kommune, 2023).

4.4 Naturmiljø

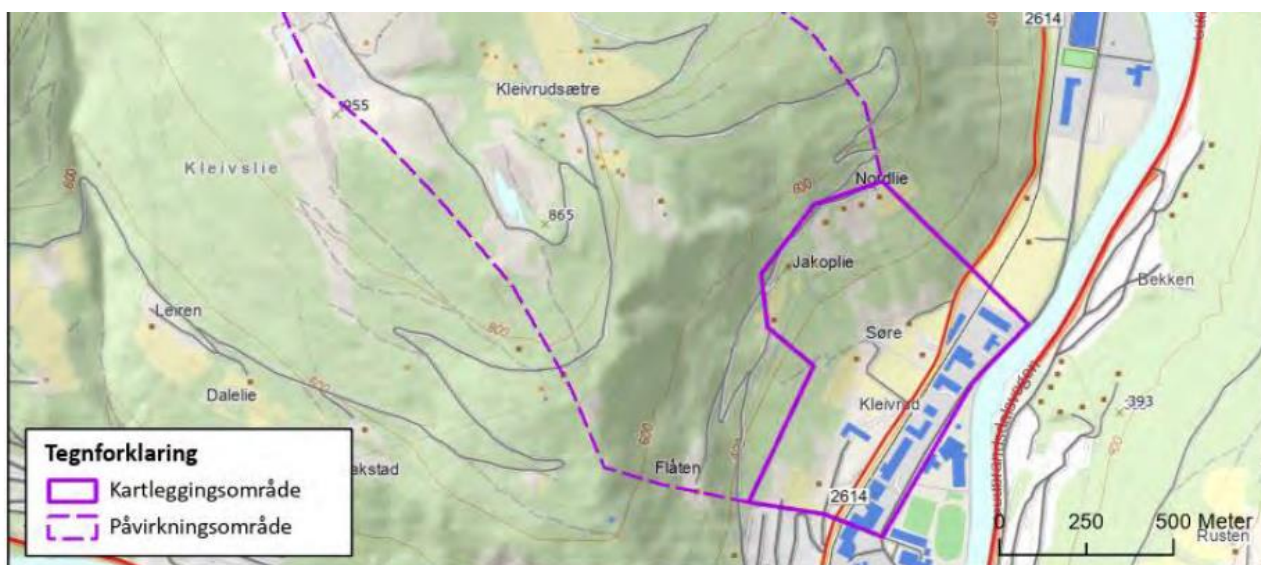
Første del av Kleivrudbekken går i en bratt lisode ned fra fjellet. Partiet er stort sett steinsatt. Nordøstlig side av kantsonen grenser til et gammelt kulturlandskap og naturtypen naturbeitemark med kalkrikt terreng og tilknyttet en rekke rødlistede kulturmarksarter. I konsekvensutredning av naturmangfold er delområdet verdisatt til svært stor KU-verdi med bakgrunn i rødlistestatus sårbar og sterkt truet art. På denne siden er kantsonen utformet med en mosaikk av høgstaudevegetasjon i fuktigere søkk og tørrere bakker på eksponerte og grunnlendte partier. Kantsonen er delvis tresatt. På vestsiden av bekken har skogen vokst frem siden 80-tallet og består av boreale lauvtrær med bjørk og gråor i hogstklasse 3-4. Feltsjiktet har høgstaudevegetasjon med arter som tyrihjel, vendelrot, mjødukt og enghumleblom. Området rett ved bekken er svært bratt med vertikale fjellvegger før det går over i leiresubstrat og høgstaudevegetasjon i nedre del mot gården.

På strekningen fra gården og til vegen er bekken tidligere kanalisert mellom jordene. Bekken er en typisk landbruksbekk med begrenset vegetasjonsutforming i kantsonen. Denne innehar småvokste enkeltrær med bjørk, gråor, selje og vier-arter, og er ellers graskledt. Der bekken renner videre sørover er kantsonen gresskledt.

Bekken er uten forbindelse til fiskesamfunnene i Lågen og har derfor ingen verdi for fisk i sin nåværende form. Det er ingen rødlistede insektsarter registrert i området som har livsfase i ferskvann. Bekken er ikke sannsynlig levested for rødlistede akvatiske dyr, men det forventes at det er vanlige akvatiske insekts- og amfibiearter for området, i og i tilknytning til bekken.

4.5 Skredfare

Ekstern NVE rapport nr. 4/2024 "Faresoneutredning skred i bratt terreng – Otta sentrum nord, Sel kommune", datert februar 2024, omhandler deler av tiltaksområdet (Norconsult Norge AS, 2024). I rapporten er skredtypene snø, sørpe, stein, jord- og flomskred kartlagt. Figur 4-7 viser kartleggingsområdet for faresoneutredningen.

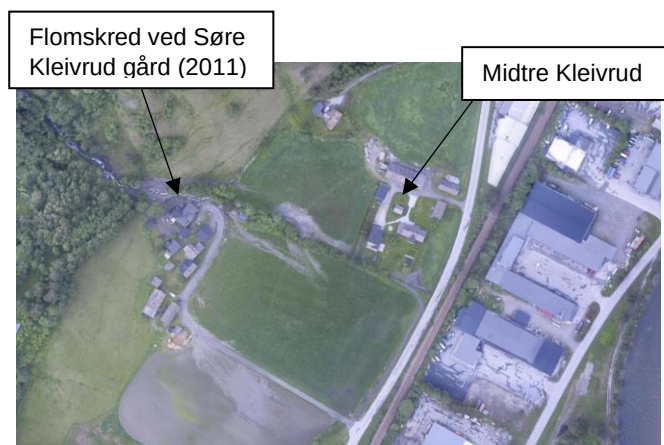


Figur 4-7. Kartlegging- og påvirkningsområde faresoneutredning i tiltaksområdet (Norconsult Norge AS, 2024).

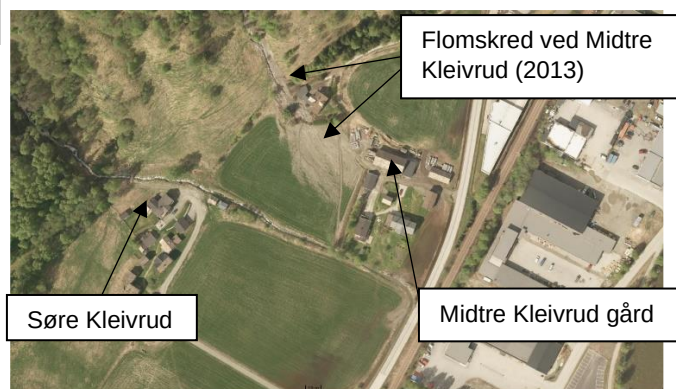
Det er flere kjente nyere hendelser med flomskred ved Kleivrud; blant annet i 2011 og 2013. I 2011 fraktet Kleivrudbekken store mengder masser fra et flomskred helt inn til bygningene ved Søre Kleivrud gård (Norconsult Norge AS, 2024). I 2013 var det et flomskred fra en mindre bekk ca.90 meter nord for Kleivrudbekken som medførte skredmasser inn mot bebyggelsen over Midtre Kleivrud gård. Etter hendelsen i 2013 ble det bygget en rasvoll bak den nedre bebyggelsen som ligger ved Selsvegen. Figur 4-8 og Figur 4-9 viser hvordan skredene rammet Kleivrudgårdene i henholdsvis 2011 og 2013.

Det er kartlagt flere områder langs fjellsiden med potensiale for forskjellige skredhendelser. Det er særskilt jord- og flomskred som vil kunne være kritiske for inntak og åpne bekkeløsninger. Ved vurdering av alternative løsninger, og plassering av inntak etc., må skredfaren hensyntas og avbøtende tiltak omtales for både åpne og lukkede løsninger.

Figur 4-10 viser en samlet oversikt over faresoner for de ulike dimensjonerende skredtypene for ulike gjentaksintervall. Ved vurdering av løsninger er det valgt å ta hensyn til hendelser med gjentaksintervall 1:100 og 1:1000.



Figur 4-8. Flyfoto som viser gårdene på Kleivrud i 2011, og flomskred ved Søre Kleivrud (Finn.no, 2023).



Figur 4-9. Flyfoto som viser gårdene på Kleivrud i 2013, og flomskred ved Midtre Kleivrud (Finn.no, 2023).



Figur 4-10. Samlede faresoner for dagens situasjon med dimensjonerende og aktuelle skredtyper (Norconsult Norge AS, 2024).

4.6 Hydrologi

4.6.1 Feltegenskaper og normalvannføring

Kleivrudbekken ligger i Gudbrandsdalen mellom Jotunheimen i vest og Rondane i øst. Bekken renner fra Kleivrudtjønne (966 moh.), bratt ned lia til gården Søre Kleivrud, og videre i grøft langs Selsvegen. Ved Søre Kleivrud er nedbørfeltet 1,63 km². Nøkkeldata for nedbørfeltet er vist i Tabell 4-1.

Tabell 4-1 Nøkkeldata for nedbørfeltet.

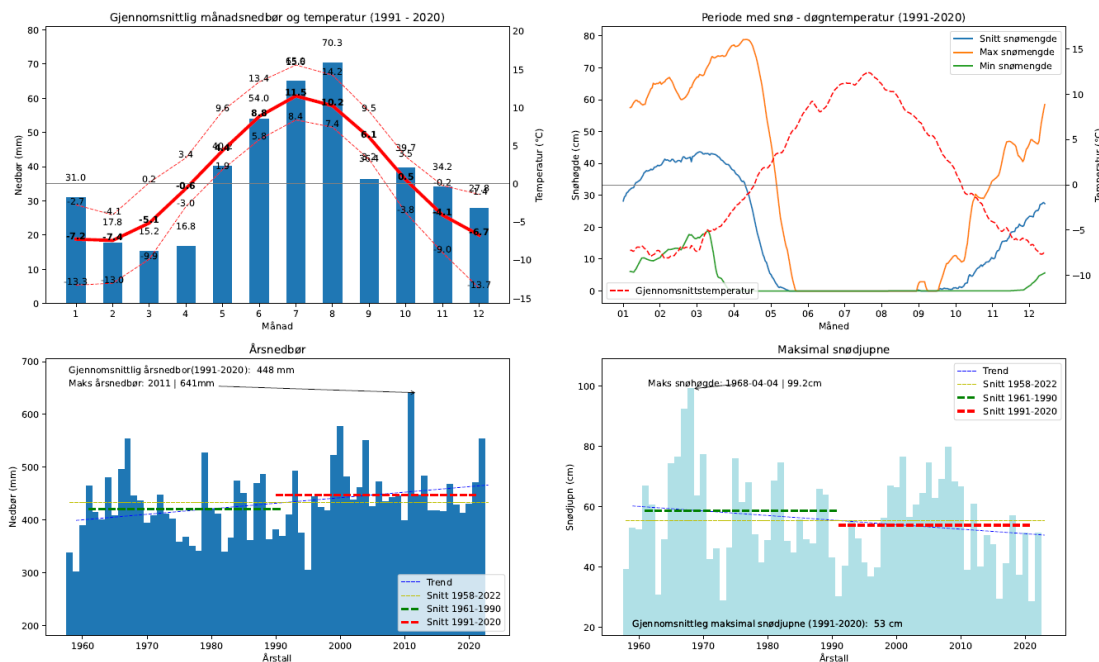
Felt	Areal (km ²)	Eff.sjøandel %	Høyde (moh.)	Normalavrenning 1991-2020 (l/s/km ²)
Kleivrudbekken v/ Søre Kleivrud	1,63	0,11	289-868-1000	8,3

Ifølge opplysninger fra Nevina ligger feltet i klimaregion øst med lavvannsperiode om sommeren. Sommernedbør er oppgitt til 255 mm, mens vinternedbør er oppgitt til 178 mm. 5-persentil avrenning om sommeren (01/05-30/09) er 0,4 l/skm² (tilsvarende 0,65 l/s), og 5-persentil avrenning om vinteren (01/10-30/04) er 1,0 l/skm² (tilsvarende 1,63 l/s).

Figur 4-11 viser gjennomsnittlig månedsnedbør og temperatur, perioder med snø, årsnedbør og maksimal snødybde beregnet med nett-appen AV-Klima (AV-Klima. Enkel webapp for klimaanalyser basert på grid klimadata, 2024). Det kommer mest nedbør i perioden juni – august, og de tørreste måneder er februar, mars og april.

I øvre delen av nedbørfeltet ligger Kleivrudtjønne, som bidrar med konstant tilsig til bekken. Ifølge opplysninger fra lokalkjente er det kun i veldig tørre perioder at det ikke er noe tilsig til bekken.

Klimaoversikt for Kleivrudåsen (905 moh.)



Figur 4-11 Klimaoversikt for Kleivrudåsen, beregnet med AV-Klima (AV-Klima. Enkel webapp for klimaanalyser basert på grid klimadata, 2024)

4.6.2 Flomvannføring

I rapport RIH-RAPP-003 «Flomberegning for Kleivrudbekken» (Norconsult Norge AS, 2024) er det utført flomberegninger for Kleivrudbekken. Beregningene er utført i henhold til gjeldende praksis for denne typen flomvurderinger, og NVEs Veileder for flomberegninger fra 2022 (NVE, 2022). Enkelte tidligere NVE-publikasjoner er i tillegg benyttet som supplement der det har vært hensiktsmessig.

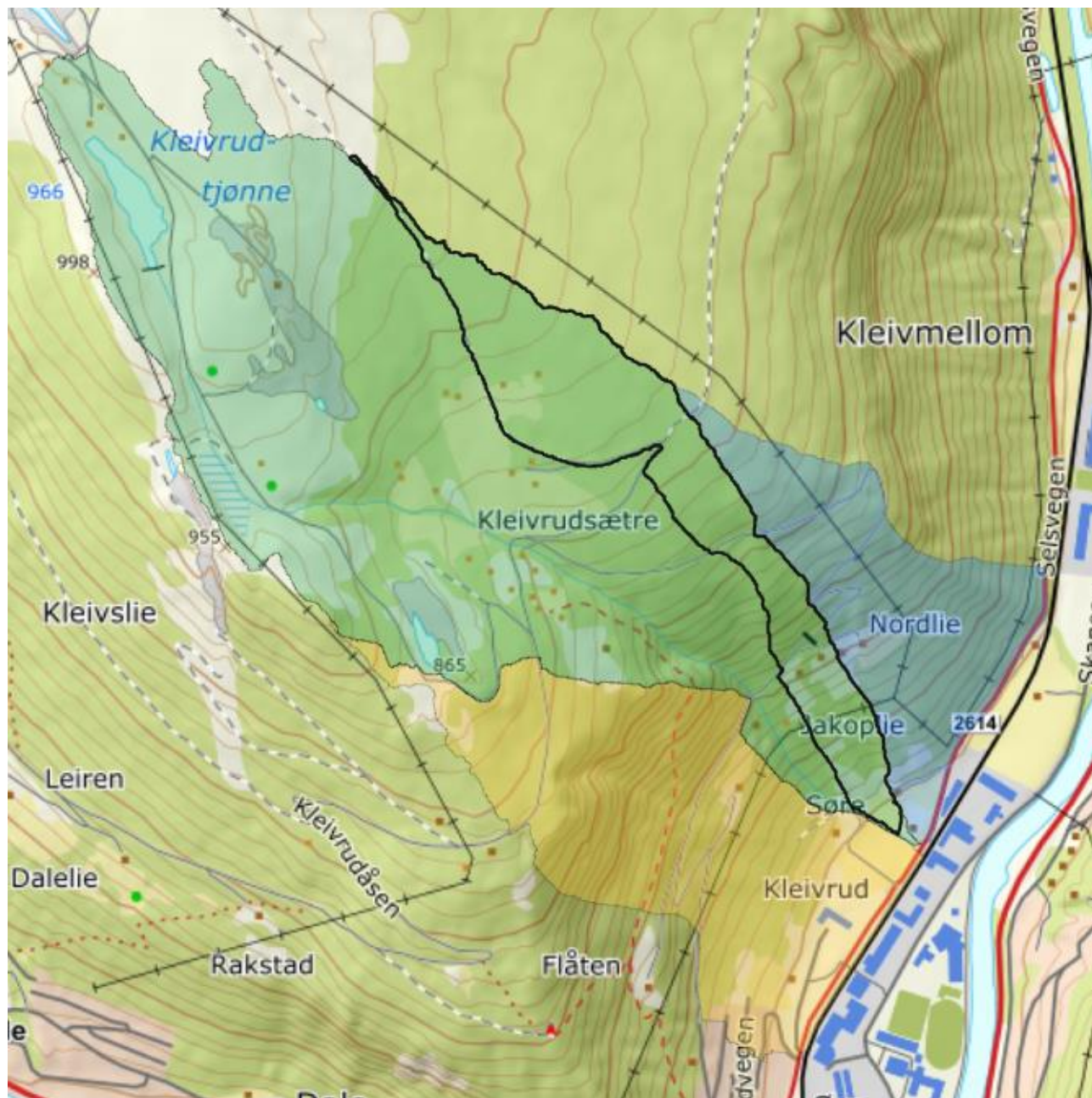
Beregnete flomverdier er vist i Tabell 4-2. Flomverdiene er beregnet for gjentakintervall fra 5 til 1000 år, samt med og uten 40% klimapåslag.

Tabell 4-2 Flomverdier for Kleivrudbekken v/ Søre Kleivrud, kulminasjonsverdier

	Q ₅ (m ³ /s)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₂₀ (m ³ /s)	Q ₂₀₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀₀ (m ³ /s)
Kleivrudbekken v/ Søre Kleivrud					
Uten klimapåslag	2.1	2.5	2.9	4.9	6.1
Inkl. 40% klimapåslag	2.9	3.5	4.1	6.8	8.6

Beregnet 200-årsflom for Kleivrudbekken er på 6,8 m³/s ved Søre Kleivrud og 8,1 m³/s hvis sidefeltet ved Midtre Kleivrud tas med (blått felt i Figur 4-12). Begge flomverdiene er kulminasjonsverdier og inkluderer 40% klimapåslag.

Sørover kommer det i tillegg vannføring fra et felt mellom Kleivrudbekken og kryssingen under jernbanen (gult felt i Figur 4-12). Dette feltet drenerer til dagens trasé av Kleivrudbekken, og er ca. 0,58 km², som er en tredjedel av Kleivrudbekkens nedbørfelt ved Søre Kleivrud.

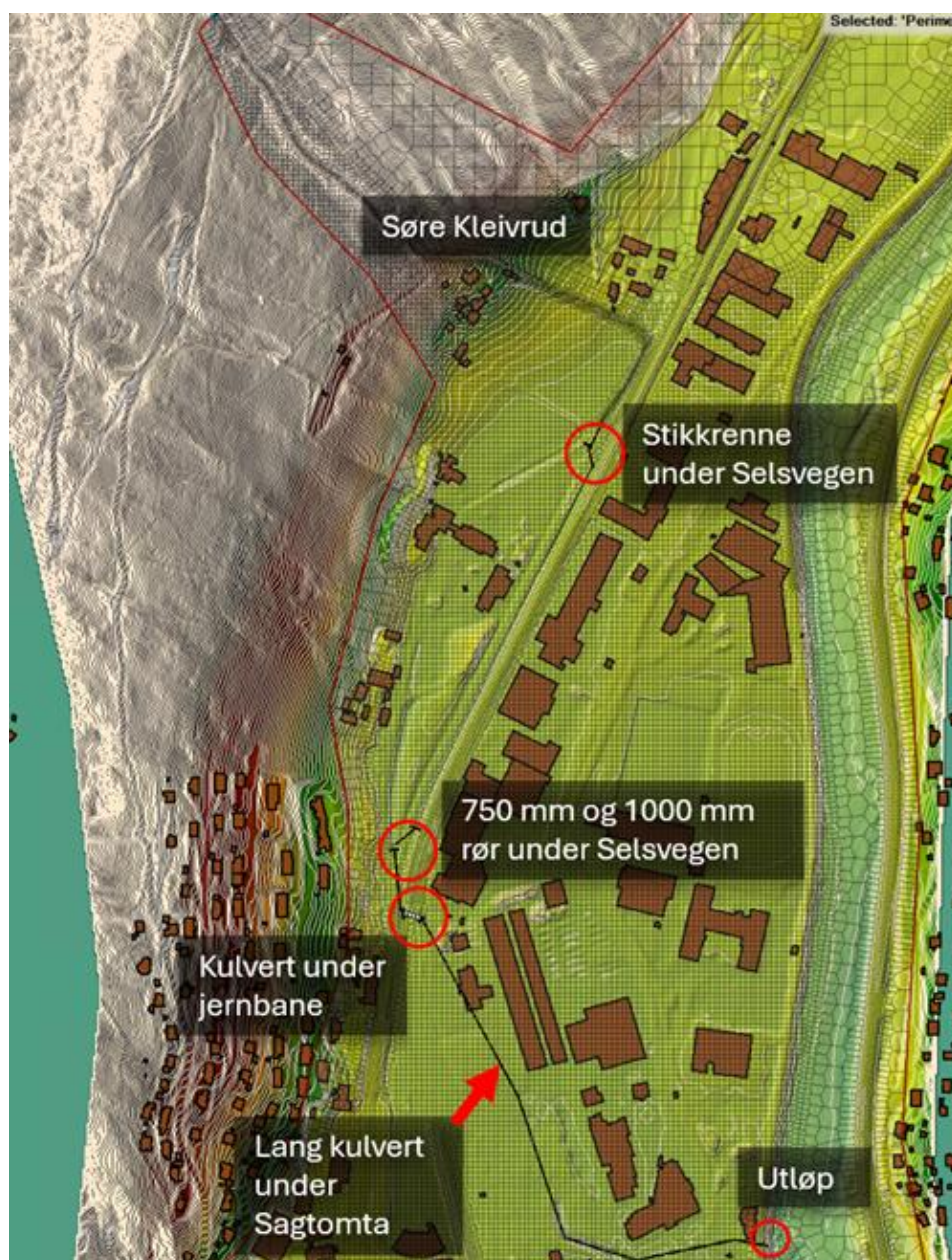


Figur 4-12 Nedbørfelt for Kleivrudbekken ved Søre Kleivrud (grønt), sidefelt ved Midtre Kleivrud (blått) og nedbørfelt mellom søre Kleivrud og lukking under jernbanen (gult). Delen av det grønne nedbørfeltet med svart omriss er nedbørfeltet som kommer innpå Kleivrudbekken rett oppstrøms Midtre Kleivrud.

Kulminasjonsfaktoren $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$ er i «Flomberegning for Kleivrudbekken» (Norconsult Norge AS, 2024) vurdert til ca. 3, som gir 200-års døgnmiddelflommer på ca. 2,3 m³/s for Kleivrudbekken ved Søre Kleivrud og 2,7 m³/s hvis sidefeltet ved Midtre Kleivrud tas med.

Flomsonekartlegging for nedre del av Kleivrudbekken i dagens situasjon er under arbeid. Foreløpige resultater av flomsonekartleggingen og vurdering av avledningskapasiteten til alle kulvertene i dagens trasé viser at bekken ikke har nok kapasitet til å avlede en 200-års flom. Resultater fra flomsonekartleggingen vil i tillegg belyse om bekken kan ta nye veier, og om det kan forventes andre faremomenter tilknyttet massetransport. Figur 4-13 viser plassering av kulvertene fra Søre Kleivrud til Kleivrudbekkens utløp i Lågen.

En overordnet vurdering av avrenningen fra det gule feltet (Figur 4-12) ved 1000 mm-røret under Selsvegen (Figur 4-13), viser at kapasiteten til røret ikke er tilstrekkelig til å avlede klimajustert 100 årsregn ($5,3 \text{ m}^3/\text{s}$) fra feltet. Dette gjelder også for øvrige rørkryssinger med tilsvarende eller mindre diameter.

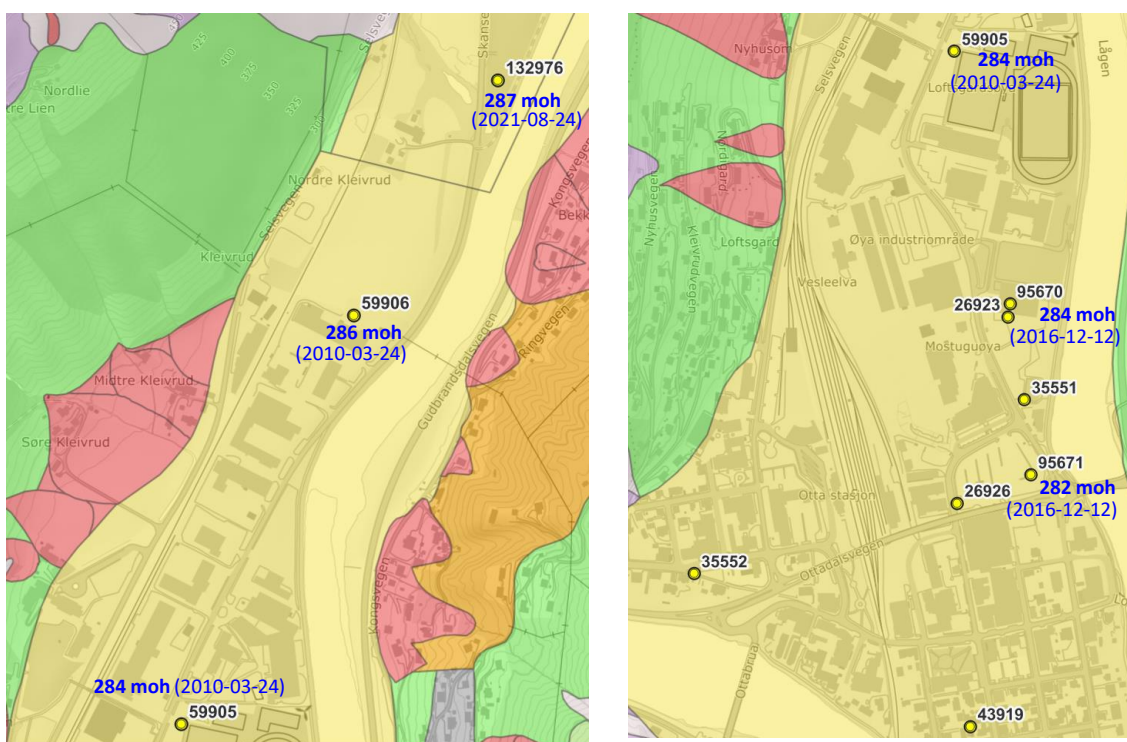


Figur 4-13 Kulvertplasseringer vist på detaljkart av mesh, fra flomsonekartlegging, fra Søre Kleivrud til Kleivrudbekkens utløp i Lågen.

4.7 Grunnvann og infiltrasjon

Grunnen i tiltaksområdet består av elve- og bekkeavsatt sand og grus med tykkelse på minst 25-30 meter. Det er påvist få innslag av finere masser. Ved Midtre og Søre Kleivrud er løsmassene skredavsatt.

Boringer registrert i NGUs nasjonale grunnvannsdatabase (NGU, 2024) i området ved Kleivrudbekken, viser at grunnvannstanden etter boring lå 3 meter under terreng ved nødstrøms ende av Kleivrudbekken, og 3,5 meter under terreng i Otta sentrum (Tabell 4-3). Figur 4-14 kombinerer informasjonen fra NGUs løsmassekart (NGU, 2024) med grunnvannsnivå for grunnvanns- og energibrønner i området, samt dato for innmåling.



Tegnforklaring

Tynn morene (12)	Bresjøtapning (53-55)
Tykk morene (11,13, 16-17)	Flomavsetning (56-57)
Avsmeltingsmorene (14)	Vindavsetning (60)
Randmorene/-sone (15)	Forvittringsmateriale (70-73)
Breelavsetning (20-23)	Skredmateriale (80-82, 301-318, 321)
Bresjø-/innsjøavsetning (30-31, 35-36)	Steinbreavsetning (88)
Hav- og fjordavsetning, tykt dekke (> 0,5 m) (40-41)	Torv og myr (90)
Hav-, fjord- og strandavsetning, tynt dekke (< 0,5 m) (43)	Tynt humus-/torvdekke (100-101)
Marin strandavsetning (42, 44)	Fyllmasse (120-122)
Elve- og bekkeavsetning (50-52)	Bart fjell, stedvis tynt løsmassedecke

Eksisterende brønner (med ref. i GRANADA):

- i fjell
- i løsmasse

Verdiene i blå: kote grunnvannsspeilet i meter over hav, og dato målt grunnvannsspeilet

Figur 4-14 Løsmassekart og variasjoner i grunnvannsnivå for grunnvanns- og energibrønner i tiltaksområdet (NGU, 2024)

Tabell 4-3 Oppsummert informasjon hentet fra Nasjonal grunnvannsdatabase GRANADA (NGU, 2024).

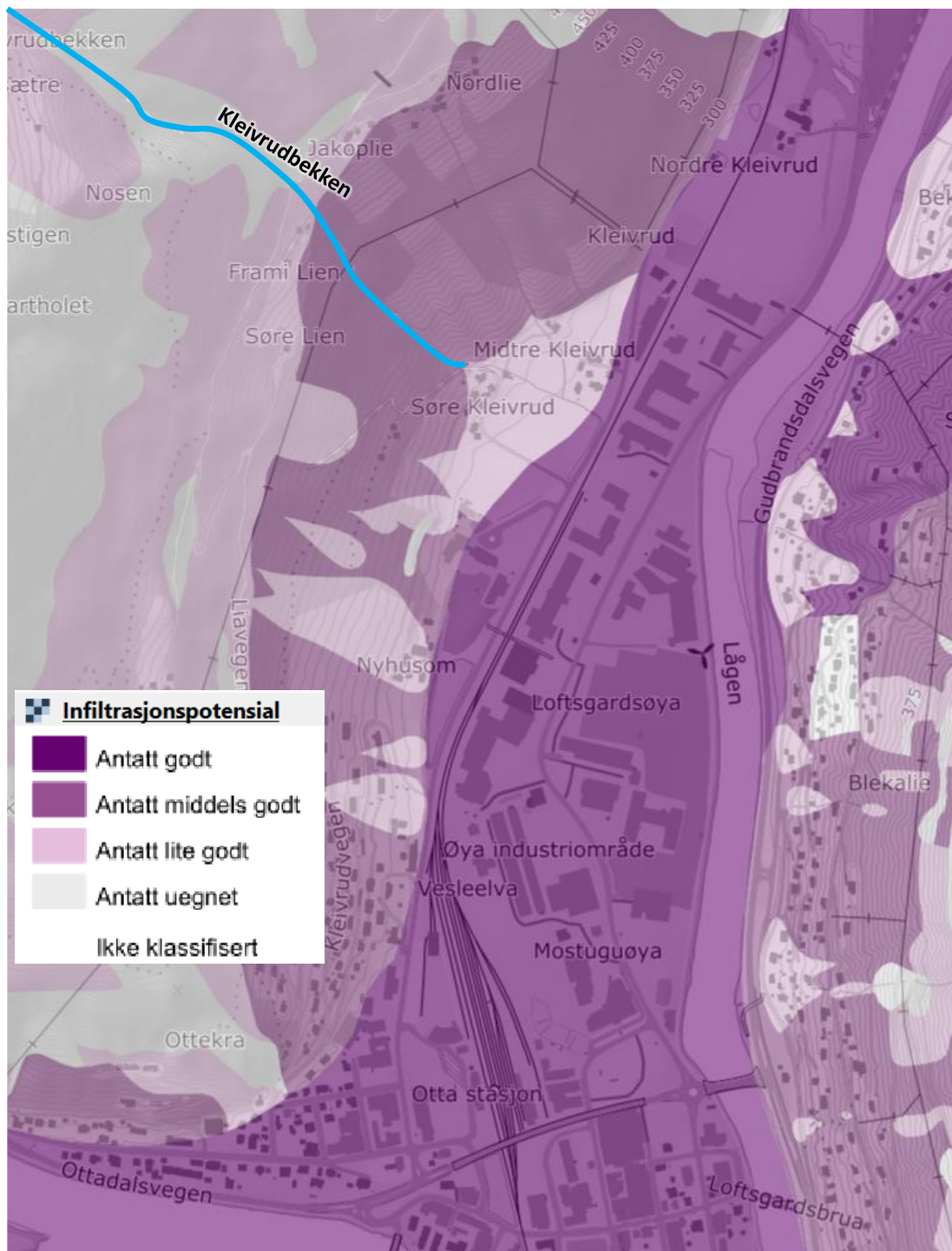
Område	Boringer i GRANADA med dybde til grunnvannstand etter boring (meter under terreng, mut)	Borede masser
Ved nedstrøms ende av Kleivrudbekken	59905 (3,0)	Sandig silt
Otta sentrum	35551 (ikke målt) 26926 (ikke målt) 95671 (3,5)	Grus, grusig sand (delvis hardpakket), Sandig grus med stein

NGU-rapport “Kartlegging og overvåking av typelokaliteter for grunnvann med antropogen belastning” (NGU, 2017), synliggjør variasjonen i grunnvannsnivå gjennom året for to brønner i nærheten av Kleivrudbekken. Rapporten viser at grunnvannstanden i elveavsetningene hovedsakelig bestemmes av vanstander i Lågen og Otta. Oppsummert statistikk for grunnvannsstandstidsserien er vist i Tabell 4-4.

Tabell 4-4 Oppsummert statistikk for grunnvannsstandstidsserien til overvåkningsbrønnene etablert av NGU i 2016 i Otta (NGU, 2017). Tidsserien er fra 2016-12-13 til 2018-11-02.

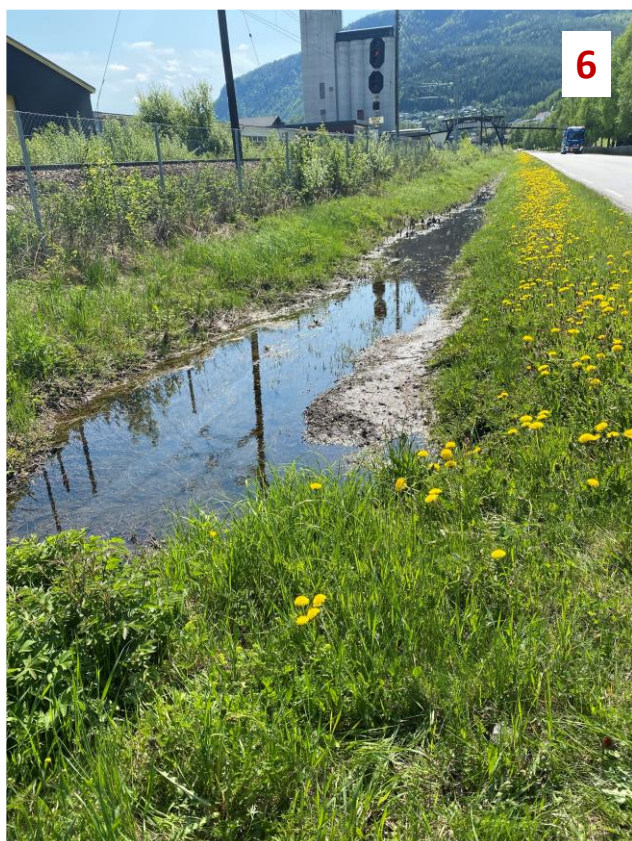
Brønnlokalitet	Ref. GRANADA	Min. grunnvannsnivå (moh)	Midlere grunnvannsnivå (moh)	Maks. grunnvannsnivå (moh)	Amplitude (m)
Ved parkering	95671	282,0	282,7	285,6	3,6
Ved ungdomsskolen (tidl. omsorgssenteret)	95670	283,3	283,7	285,9	2,7

I områdene der Kleivrudbekken i dag ligger i rør, og der det vurderes alternativer for åpning av bekken, har NGU kartlagt løsmasser med antatt godt infiltrasjonspotensial, som vist i Figur 4-15.



Figur 4-15 Kart med infiltrasjonspotensial i tiltaksområdet, hentet fra NGUs løsmassekart (NGU, 2024).

Under befaring den 8. juni 2023 ble det observert at vannet forsvant fra bekketraseen i grøften langs jernbanen, nedstrøms den første kryssingen under Selsvegen, se Figur 4-16. Grøften så ut til å ha noe motfall, men det ble ikke innmålt. Flere bilder av bekketraseen er vist i kapittel Vedlegg 1.



Figur 4-16 Kleivrudbekken i grøft langs jernbanen. Bildet til venstre er tatt rett nedstrøms kulvertene under Selsvegen, mens bildet til høyre er tatt ca. 40 meter nedstrøms.

Ved etablering eller utvidelse av nye åpne grøfter og bekkeløp, er det ønskelig å opprettholde den naturlige infiltrasjonen fra bekken ned i grunnen som skjer i dag. Dette vil kunne medføre at det tidvis ikke er vannspeil i bekkeløpene.

4.8 Bekkeprofil

Fallet i dagens og vurderte traséer varierer fra over 10% ved Søre Kleivrud til nesten flate partier nærmere Lågen. Det er disse flate partiene som kan være utfordrende for åpning av bekken, og det er derfor beregnet hydrauliske parametere ved forskjellige utforminger av bekkeprofil og lite fall (0,5 % og 1,0 %). De ulike beregningene har som formål å vise variasjonen i arealbeslag og å angi minste bekkehøyde for ulike fall- og breddeforhold. I beregningene er det antatt normal strømning i bekken, dvs. det antas ingen påvirkning av nedstrøms forhold (høy vannstand eller trange partier). I beregningene er det benyttet en skråningshelning

på 1:2 (V:H), og toppbredden kan justeres ved å endre bekkens sidehelning (se eksempler i kapittel 5).
 Resultater av beregningene er vist i Tabell 4-5.

Tabell 4-5 Hydrauliske parametere ved forskjellige utforminger av bekkeprofil. Vanndybde, hastighet og toppbredde er oppgitt for vannføringer ca. 6,8-8,1 m³/s.

Bunnbredde (m)	Sideskråning (V:H)	Fall (%)	Vanndybde (m)	Hastighet (m/s)	Toppbredde (m)
1,5	1:2	0,5	1,05 - 1,25	1,4 - 1,6	6 - 6,5
2,0	1:2	0,5	1,0 - 1,15	1,5 - 1,6	6 - 6,6
3,0	1:2	0,5	0,85 - 1,0	1,4 - 1,5	6,4 - 7,0
1,5	1:2	1,0	0,9 - 1,05	1,9 - 2,0	5 - 5,7
2,0	1:2	1,0	0,8 - 0,95	1,8 - 2,0	5 - 5,8
3,0	1:2	1,0	0,7 - 0,85	1,8 - 2,0	5,8 - 6,4
5,0	10:1	0,5	0,9 - 1,0	1,5 - 1,6	5,0
7,0	10:1	0,5	0,7 - 0,8	1,4 - 1,5	7,0

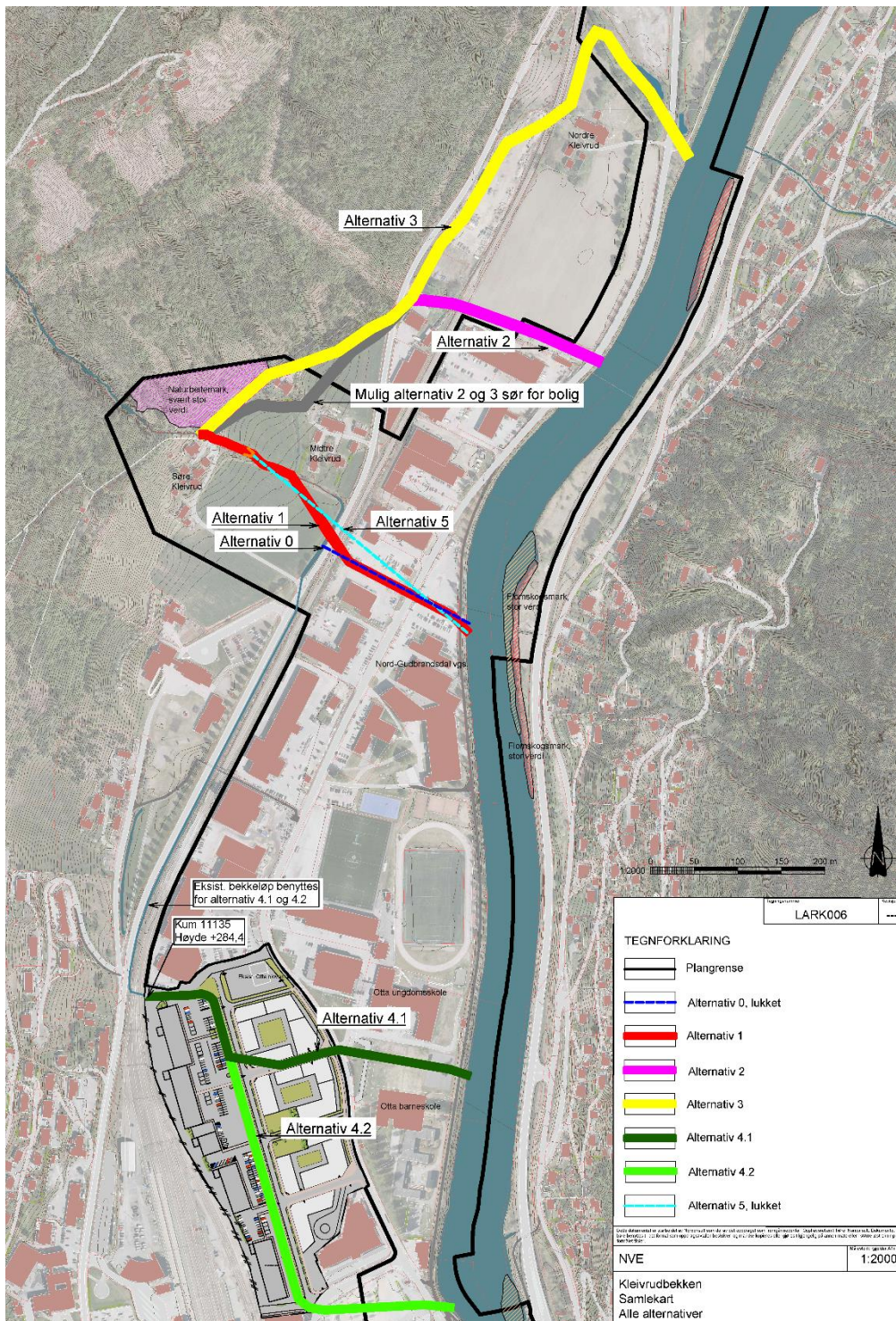
5 Forutsetninger

5.1 Generelle forutsetninger

Det forutsettes at det må gjøres tiltak med Kleivrudbekken, fordi dagens situasjon er underdimensjonert for å la bekken gå gjennom sentrum av Otta. Det første kriteriet for valg av traseer til videre vurdering har vært fallforhold på stedet, for å oppnå tilstrekkelig fall til å gjennomføre tiltaket. Fallforholdene sett sammen med eksisterende bebyggelse og infrastruktur har resultert i noen mulige traseer som vurderes tverrfaglig i de påfølgende kapitlene. Traseene er inntegnet på Figur 5-1.

Norconsult har sett på alternativer hvor bekken føres nordover, og muligheter for åpning av bekken sørover. I tillegg har man sett på om bekken kan åpnes i den allerede foreslåtte traseen i mulighetsstudien til Dr. Blasy - Dr. Øverland. Man har også vurdert om bekken kan tas inn lengre oppe og føres på selvføll i lukket løsning ut i Lågen.

Denne rapporten er ment som et utgangspunkt for NVE og Sel kommune i vurderingen av om man ønsker å gå videre med ett eller flere av alternativene som presenteres. Det gjøres oppmerksom på at vurderingene er holdt på et overordnet nivå, og at det derfor er flere forhold som ikke er vurdert i denne rapporten. En del avklaringer vil måtte tas i en eventuell neste fase. Samtlige alternativer berører arealer som i dag er i aktiv bruk til andre formål, enten offentlige eller private, og det er mange hensyn å ta for alle alternativer.



Figur 5-1. Oversiktskart som viser vurderte alternativer.

5.2 Innløp og tilhørende vannføring

Plasseringen til bekkeinnløpet vil være bestemmende for hvorvidt og hvor stor andel av nedbørfeltene vist i Figur 4-12 som tas inn i den nye bekketraséen, og hvor mye som må gå i eksisterende bekketrasé. Det er utført overslagsberegninger av vannmengdene som vil gå i dagens trasé etter at vann fra hovedbekkeløpet (grønt felt i Figur 4-12) er avledet til Lågen (for alternativ 1 og alternativ 5). Dette er sammenlignet med en overordnet kapasitetsvurdering av kulvertene i de samme områdene (avledningskapasiteten til bekkeløpet er ikke beregnet). Beregningene viser at jernbanekulverten (se Figur 5-2) er den eneste kryssingen som har nok kapasitet til å avlede en 200-års flom med klimapåslag. Tallverdiene er oppgitt i Tabell 5-1.

Overslagsberegningene for vannmengdene er beregnet ved den rasjonelle metode som er beskrevet i NVEs Veileder for flomberegninger fra 2022 (NVE, 2022). Det er benyttet IVF-kurve for Lillehammer som beskrevet i rapport RIH-RAPP-003 «Flomberegning for Kleivrudbekken» (Norconsult Norge AS, 2024). Det er benyttet avrenningsfaktor for feltene på 0,4.



Figur 5-2. Steder lang Kleivrudbekkens trasé der flomvannføringer for ulike alternativer er sammenlignet med kapasiteten til dagens trasé.

Tabell 5-1 Kapasitet og tilhørende flomvannføring ved 200-års flom med klimapåslag ved utvalgte lokaliteter for alternativ 1 og 5 og tilhørende delfelt vist i Figur 4-12. Lokalisering er vist i Figur 5-2. Kapasitetsberegning og flomberegning er overslagsberegninger.

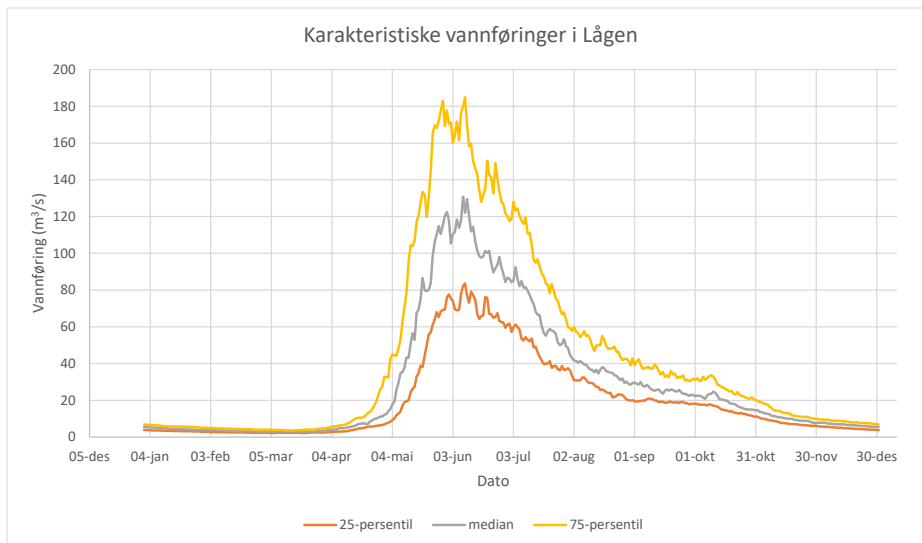
Rørplassering	Feltbeskrivelse	Rør- kapasitet (m ³ /s)	Q200+40 % klimapåslag (m ³ /s)	Relevant alternativ
Tredje kryssing av Selsvegen (rett oppstrøms jernbanekulvert).	Gult felt i Figur 4-12.	2,2	4,3*	Alternativ 1
Første og andre kryssing av Selsvegen.	Blått felt + del av grønt felt som renner nedstrøms planlagt inntak for alternativ 5.	1,0/ 1,2	4,7	Alternativ 5
Tredje kryssing av Selsvegen (rett oppstrøms jernbanekulvert) og lang kulvert under Øya industriområde.	Gult felt + blått felt + del av grønt felt som renner nedstrøms planlagt inntak for alternativ 5.	2,2/ 1,2	5,7*	Alternativ 5

*100 årsregn er vurdert til ca. 90 % av verdien av 200 årsflom, og rørkapasiteten er heller ikke tilstrekkelig for dette scenariet.

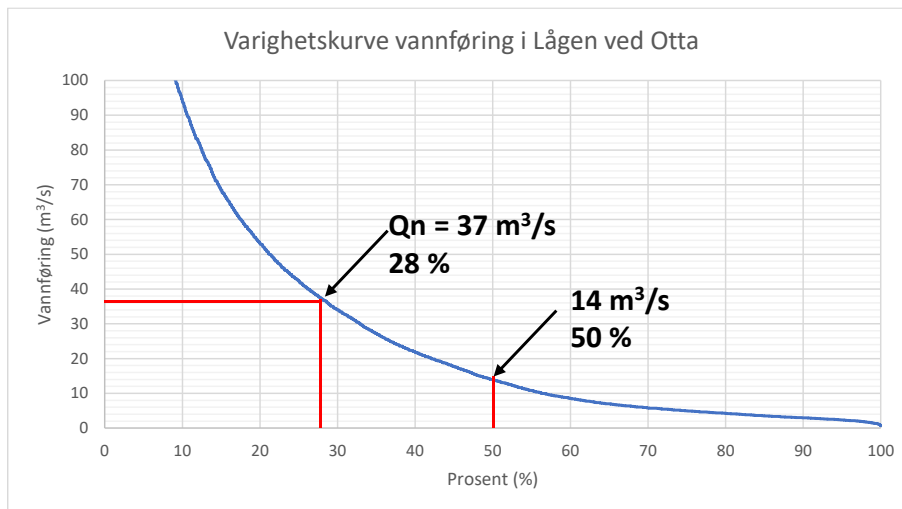
5.3 Utløp i Lågen

For å vurdere mulige utløp av Kleivrudbekken i Lågen, er det hentet vannføringsstatistikk i Lågen ved målestasjon 2.1235 Rosten i perioden 1918-2017 (Rosten kraftverk ble satt i drift i 2018). Det er benyttet døgndata som er oppskalert i forhold til areal med faktor på 1,128 for å representere vannføring i Lågen ved Otta. Hydrologiske data er presentert som karakteristiske vannføringsverdier (25-persentil, median og 75-persentil) og varighetskurve, se Figur 5-3 og Figur 5-4.

Fra september til ca. midten av april er vannføringen i Lågen vanligvis (75-persentil) under 40 m³/s. Vårflommen forventes i perioden fra midten av mai til midten av juli. Varighetskurven vist i Figur 5-4 viser at median vannføring i hele registreringsperioden er 14 m³/s og at vannføring i Lågen for 70 % av dagene er under normalvannføring på 37 m³/s (Q_n).



Figur 5-3. Karakteristiske vannføringsverdier i Lågen ved Otta sentrum, basert på målestasjon 2.1232 Rosten i perioden 1918-2017.



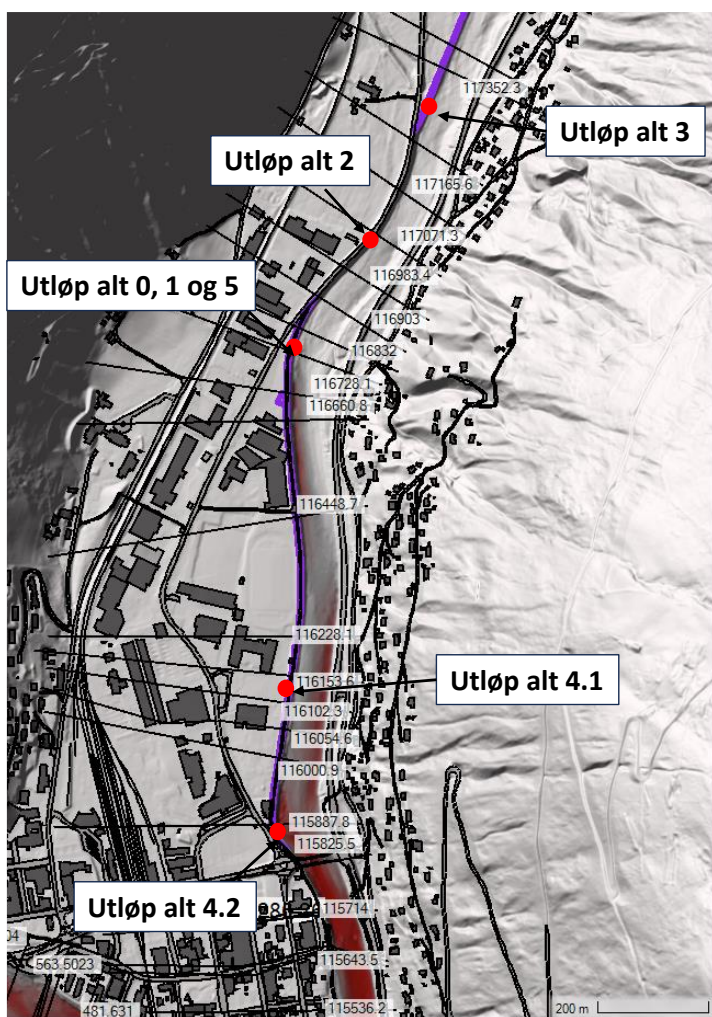
Figur 5-4. Varighetskurve for vannføring i Lågen ved Otta sentrum, basert på målestasjon 2.1232 Rosten i perioden 1918-2017.

For å vurdere vannstanden i Lågen ved de mulige alternative utløpene av Kleivrudbekken, er det benyttet resultater fra den 1D-hydrauliske modellen utarbeidet av Dr. Blasy - Dr. Øverland i 2017 (Dr. Blasy - Dr. Øverland). Resultater fra simuleringene av dagens situasjon ved normalvannføring ($Q = 37 \text{ m}^3/\text{s}$) er hentet ut. Resultatene fra Dr. Blasy – Dr. Øverland-modellen er kontrollert med en simulering utført av Norconsult med normaltilsig i elvene på $38,5 \text{ m}^3/\text{s}$ i Lågen og $120,6 \text{ m}^3/\text{s}$ i Otta.

En oversikt over de mulige utløpene og tverrprofilene benyttet i modellen er vist i Figur 5-5. Vannstandene ved normalavrenning er presentert i Tabell 5-2. Disse vannstandene betegnes videre i rapporten som normalvannstand.

De beregnede vannstandene i Lågen er sammenlignet med Kleivrudbekkens bunnivå ved utløpet i Lågen. Dette brukes for overordnet å vurdere forholdene ved utløpet i en normalsituasjon. Ved vannstand over en

viss høyde i Lågen vil det være behov for pumping. Tidspunktet for når utløpet av bekken må stenges og vannet må pumpes ut i Lågen er avhengig av om det ligger sårbar infrastruktur langs bekken som vil være oversvømt av vann fra Lågen, og hvilket vannivå i Lågen som forårsaker uønsket oversvømmelse langs det nye bekkeløpet.



Figur 5-5. Oversikt over mulige utløpssteder og tverrprofiler i Hec-Ras modell fra 2017 (Dr. Blasy - Dr. Øverland).

Tabell 5-2 Vannstand i Lågen ved $Q_n = 38,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (NN2000)

Sted	Tverrprofil	Vannstand 1D-2017/ Norconsult (moh.)
Utløp alternativ 3	117310,7 117165,6	286,3/ 286,1/ 286,4
Utløp alternativ 2	116983,4	285,9/ 286,1
Utløp alternativ 0, 1 og 5	116728,1	285,0/ 285,0
Utløp alternativ 4.1	116153,6 116102,3	283,9/284,2
Utløp alternativ 4.2	115887,8	283,1/ 283,4

6 Vurdering av ulike alternativer for åpen/lukket bekk

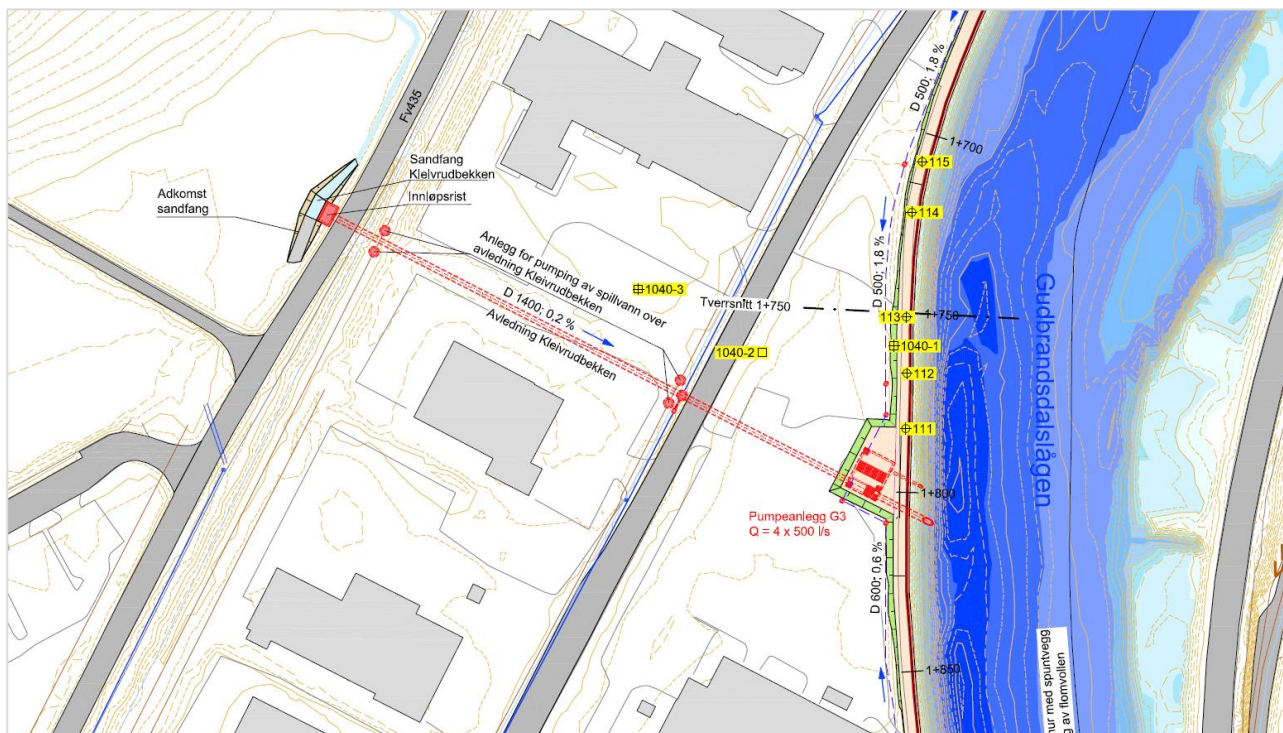
6.1 Felles for de vurderte alternativene

En samling av flere eller alle nedbørsfelt til samme bekkeløp vil medføre en økt konsentrert vannføring og flomavledning og tilhørende uheldige konsekvenser ved tilstopping av bekkeløp eller svikt i pumpeanlegg, i forhold til dagens situasjon. De åpne løsningene over lengre, flate områder, vil kunne ha en flomdempende effekt som sannsynligvis vil kompensere en god del for det økte bidraget fra flere områder. Som vist i rapporten *Overvann fra lia ved flomsikring av Otta sentrum* (Norconsult Norge AS, 2024), er det for alle alternativ mulig å fordrøye og avlede overvann vekk fra Otta sentrum i andre åpne traseer.

Det totale pumpebehovet for flomsikringen av Otta sentrum vil være uavhengig av valg av løsning. De enkelte pumpestasjoners plassering og kapasitetsbehov vil imidlertid variere med de ulike løsningene. Plassering av pumpestasjoner for håndtering av vann i Kleivrudbekken skal også ses i sammenheng med øvrige planlagte pumpestasjoner for helhetlig sikring av Otta sentrum for håndtering av drensvann og overvann.

6.2 Alternativ 0: Lukket løsning som beskrevet i Dr. Blasy - Dr. Øverlands mulighetsstudie

Alternativet er en lukket løsning som krever pumpestasjon ved Lågen, beskrevet i mulighetsstudien til Dr. Blasy - Dr. Øverland (Figur 6-1). Dr. Blasy - Dr. Øverland har ikke grunngitt valg av løsning eller vist til alternativer. Løsningen forutsetter at det gjøres tiltak på eksisterende, sørgående trasé for å håndtere vann fra nedbørfelt sør for Søre Kleivrud.



Figur 6-1. Lukket løsning som beskrevet av Dr. Blasy - Dr. Øverland.

Siden oppdatert flomberegning viser at vannmengdene ved dimensjonerende flom er betydelig høyere enn lagt til grunn i mulighetsstudien, vil det være behov for større rør enn foreslått, eventuelt flere rør, økt pumpekapasitet, og foreslått løsning i mulighetsstudien er derfor underdimensjonert. Det er en viss fare for at det i flomepisoder kan bli massetransport inn i inntaket, selv om dette er søkt hensyntatt med sandfang. Lite fall på rørene gir økt sårbarhet ved slike hendelser. Det krever jevnlig ettersyn, drift og vedlikehold. Traséalternativet krever kryssing under to veger, jernbane, lagerområdet til byggevarekjeden Byggern, og parkeringsplassen til den videregående skolen.

Traseen er, i likhet med alternativ 1 og 5, korteste mulige strekning for å lede vann bort kontrollert, men behovet for større rørdimensjoner enn tidligere antatt vil medføre en viss anleggsbredde i utførelsesfasen. Nedgravde rør vil kreve god overdekning med løsmasser, noe som vil medføre graving av en dyp grøft og håndtering av store mengder løsmasser i anleggsfasen. Det er liten mulighet for fordrøyning av flomvann for denne løsningen.

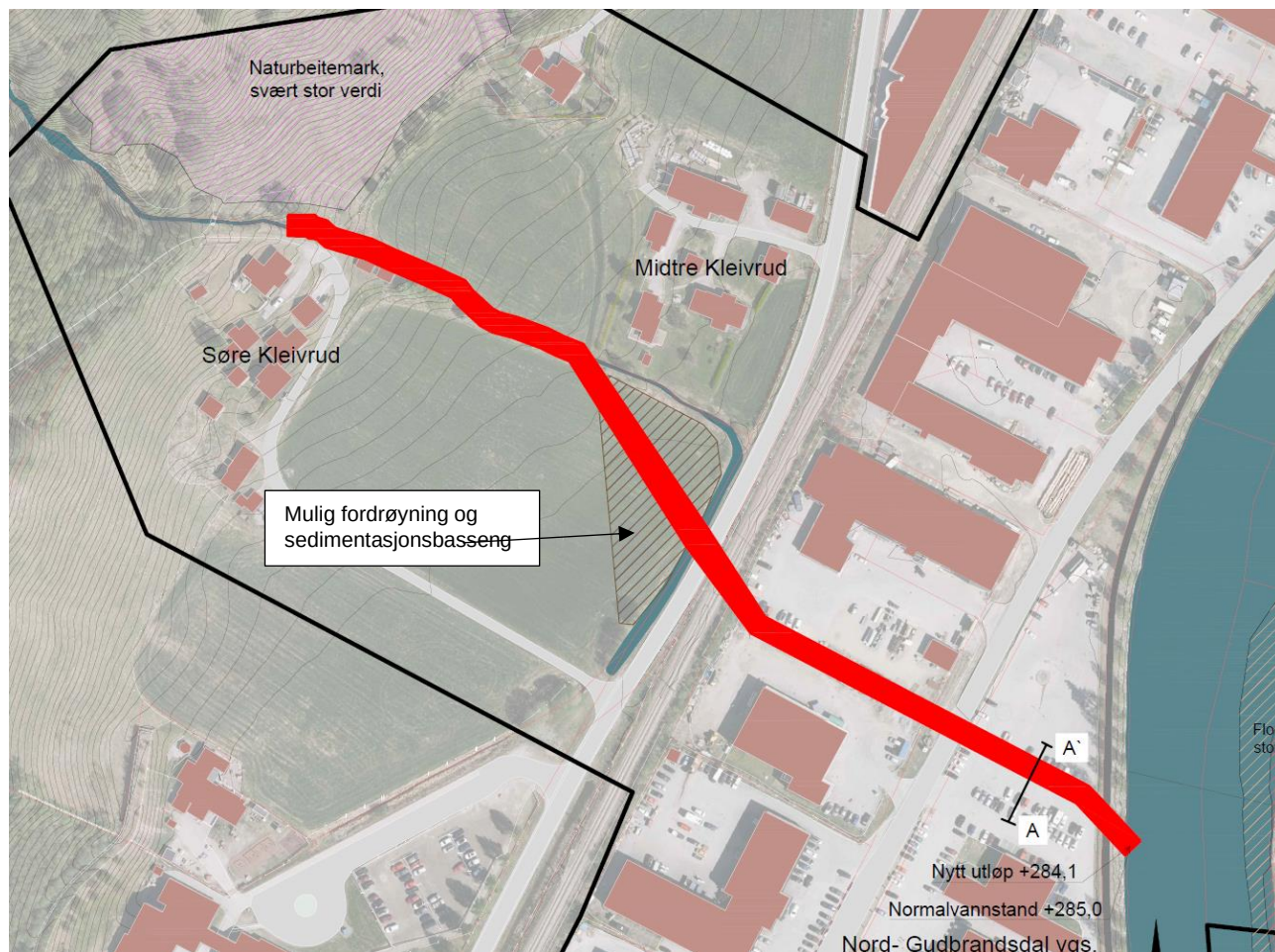
Selv om dyp grøft og grove rørdimensjoner gir behov for bredt gravebelte i anleggsperioden, vil tiltaket i driftsfasen ikke være synlig med unntak av et pumpeanlegg ut mot Lågen. Når det gjelder landskapsvirkning vil dermed grå flater bli værende grå som i dag og gi uendret landskapsmessig situasjon. Man får ved lukket løsning ikke utnyttet bekken som positivt landskapselement. Løsningen med lukket bekk gir ingen positive tilleggs effekter for naturmangfold.

6.3 Alternativ 1: Åpen løsning i samme trasé som beskrevet av Dr. Blasy - Dr. Øverland

Alternativ 1 er åpen løsning i omtrent samme trasé som Dr. Blasy - Dr. Øverland la til grunn for sin lukkede løsning (alternativ 0), se Figur 6-2. Det er lagt til grunn at ny åpen bekk skal ha et fall på minimum 0,5 %. Løsningen krever pumpeanlegg på lik linje med lukket løsning, og vil måtte krysse flomvollen med tilbakeslagsventil. En utfordring er lite fall på strekningen mellom Selsvegen og Lågen. På grunn av dette blir bekken liggende forholdsvis dypt (utløp i Lågen på kote + 284,1) i forhold til normalnivå på elva (kote +285 ved utløpet). Den kritiske vannstanden for igangsetting av pumpe er avhengig av om det ligger sårbar infrastruktur langs bekken, og hvor høyt den ligger. Sandfanget/sedimentasjonsbassenget fra alternativ 0, lokalisert på jordet før kryssing av Selsvegen, er også lagt til grunn av Norconsult for alternativ 1. I området for mulig sandfang er det også mulig med fordrøyning, se skissert areal i Figur 6-2.

Alternativet forutsetter ny kulvert under Selsvegen og jernbanen. Kulverten vil bli lokalisert innenfor faresone for skred med nominell årlig sannsynlighet større enn eller lik 1/5000 (Figur 4-10), noe som øker sårbarheten for veg og jernbane i forhold til dagens situasjon.

Alternativet tar inn overvann fra Kleivrudbekken og sidefeltet midtre Kleivrud, vist med henholdsvis grønn og blå farge i Figur 4-12. Det tar ikke inn overvann sør for Søre Kleivrud. Avrenning fra det gule feltet i Figur 4-12 vil dermed fortsatt gå i dagens trasé for dette alternativet. Overordnede vurderinger viser at 1000 mm-røret under Selsvegen (Figur 4-13) ikke har tilstrekkelig kapasitet til å avlede klimajustert 100 årsregn fra det gule feltet i Figur 4-12. Alternativet forutsetter dermed at kapasiteten til dagens bekketrasé og rørkryssinger vist i Figur 4-13 økes.

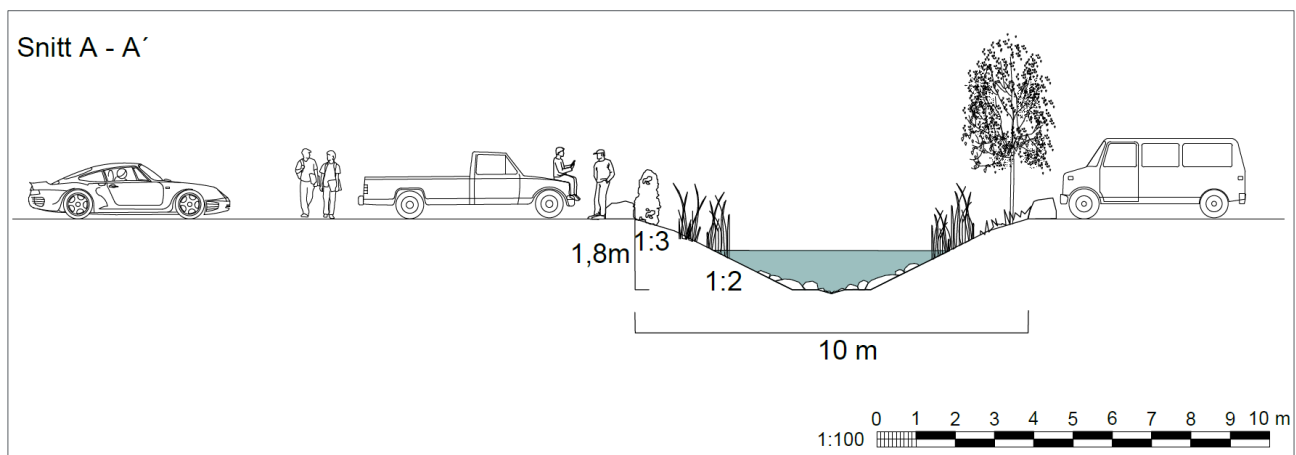


Figur 6-2. Alternativ 1, åpen bekk, mulig bredde vist med rød strek og mulig område for fordrøyning og oppsamling av rasmasser vist med brun skravur. Sort linje er foreslått reguleringsplangrense for flomtiltaket. Tiltaket ligger innenfor plangrensen med denne løsningen.

En åpen bekk vil legge beslag på arealer som i dag er i bruk til lager og parkering, se Figur 6-3. Dersom det tilgjengelige arealet til åpen bekk er begrenset, vil dette ha negativ påvirkning på bekkens kvaliteter knyttet til naturmangfold, men de landskapsmessige kvalitetene kan likevel være til stede. Dersom det settes av et 10 meter bredt belte til bekk, kan den utformes som vist i Figur 6-4. Randsone's bredde kan med fordel økes dersom arealet gjøres tilgjengelig. Bekkebunnen anbefales plassert under normalt grunnvannsnivå. Vannstanden i bekk ved normalvannstand i Lågen vil kunne bli lavere enn framstilt i Figur 6-4. Fra et anleggsteknisk perspektiv vil det ikke være behov for å grave like dypt som ved lukket løsning, da man kan etablere kulverter under veg og jernbane, og dermed ikke trenger like mye overdekning. Drift- og vedlikehold er mindre krevende for en åpen enn for en lukket løsning. En åpen løsning vil også være bedre enn alternativ 0 med tanke på å samle opp overvann og eventuelt avskjære grunnvannstrømning fra nord mot sentrum. Hele strekningen er tenkt utformet mest mulig naturlig med steinsatt bekkbunn og kantsone. Skråningene er tenkt vegetert med stedegen vegetasjon og gjerne ved bruk av overskuddsmasser fra andre deler av Otta. Bekkebunnen utformes med en svak v-form med formål å etablere en dypål der vannet samles ved små vannføringer.

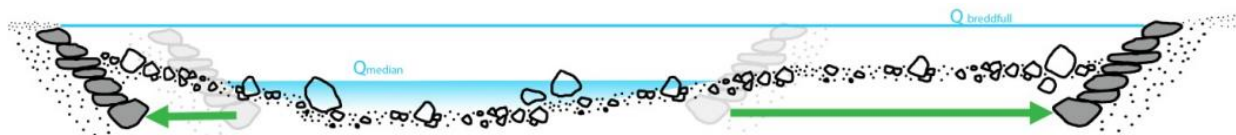


Figur 6-3. Alternativ 0 og 1, henholdsvis lukket og åpen løsning, vil begge komme ned fra Kleivrud (i bakgrunnen) og over dette området. På siste del krysser traseen parkeringsplassen til den videregående skolen.



Figur 6-4. Snitt A - A' viser mulig utforming av bekk over parkeringen til videregående skole. Den viste vannføring i bekken representerer en situasjon med stor vannføring i Lågen og høyt grunnvannsspeil. Ved normalvannføring vil vannstanden kunne være lavere.

For å etablere en mer naturlig bekk i en flommarkskog, er det mulig å benytte seg av prinsipper om tilbaketrukket flomsikring (Figur 6-5). En slik løsning for Kleivrudbekken vil kreve en bredde på bekkebunnen på ca. 20 meter. Det etableres en flate mellom sikringsvoller som bekken kan renne gjennom, og som tidvis oversvømmes. Flaten etableres med kontakt med grunnvannet, og de store arealene innenfor sikringen og vegetasjonen gjør at vannhastigheten reduseres og gjør at partikler avsettes lokalt, samtidig som at vannet fordrøyes noe. Flommarksnatur er endringsnatur og vil etablere seg relativt raskt om forholdene ligger til rette for det.



Figur 6-5 Tverrsnittet viser et eksempel på en bekk med tilbaketrukket erosjonssikring med rom for en bredere elveseng med mer plass til flomvann og mindre oppstuvningseffekt. Bunnbredden i bekken er ca. 20 m (Pulg, Stranzl, & Olsen, 2017).

Det er positivt om bekken utformes mest mulig naturlig, med kantsoner med stedegen vegetasjon. Man bør forsøke å videreføre artene som finnes langs Kleivrudbekken i dag, se kapittel 4.4. Øst for jernbanen blir bekkebunnen liggende ca. 0,5 m dypere enn grunnvannsnivået (estimert til ca. kote +285 basert på brønn 59906 og 59905, vist i Figur 4-14 Løsmassekart og variasjoner i grunnvannsnivå for grunnvanns- og energibrønner i tiltaksområdet), som kan tyde på at bekken er sikret vannføring ved normalt grunnvannsnivå. Kantvegetasjon vil kunne bidra til å holde på vannet i perioder med lav vannføring/uttørking. Forutsatt at bekken er sikret vannføring på grunn av grunnvannsnivået, gir det muligheter for akvatisk biologi og vannlevende insekter i nedre del av traseen.

Fra et landskapsperspektiv vil åpen bekk i dette området kunne tilføre blågrønne kvaliteter i et ellers grått miljø. Særlig ved den videregående skolen og kulturhuset vil det være plass til kantvegetasjon og tilrettelegging for kontakt med vannet ved hjelp av trapper eller lignende. Bekken kan i tillegg integreres i elvepromenaden langs Lågen. Den kan tilføre estetiske kvaliteter, læringsmuligheter for skoler i nærheten og rekreasjonsmuligheter. Tiltaket vil dele opp en parkeringsplass og et lagerområde/parkeringsområde, men med god detaljplanlegging kan man løse dette ved hjelp av broer som binder områdene sammen. Det er vedlagt flere eksempler på ulike utforminger av bekk i kapittel 9 i denne rapporten.

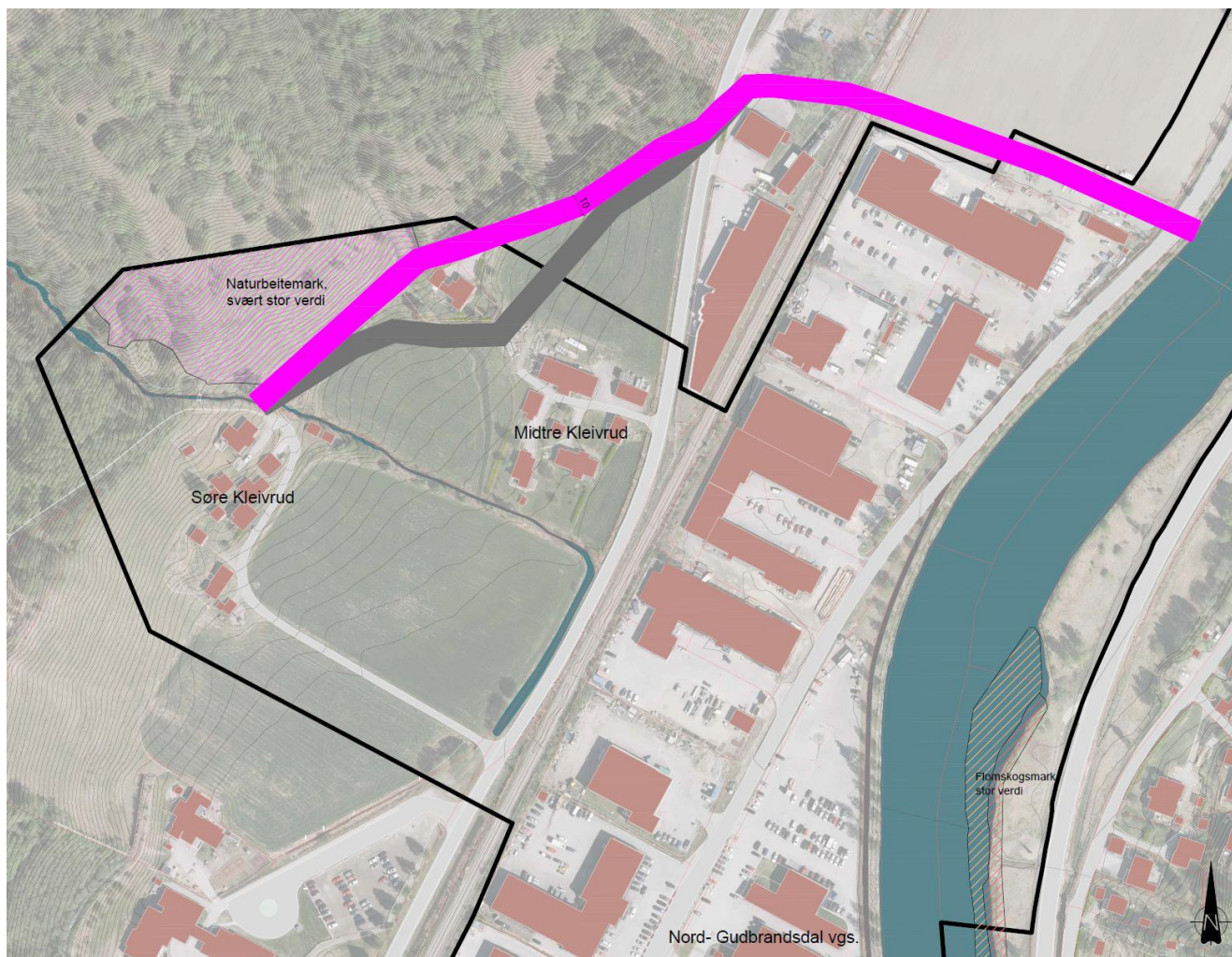
6.4 Alternativ 2: Åpen løsning over jorde

På oppstartsbefaringen med NVE høsten 2023 kom det opp et forslag om en mulig åpen bekketrasé: Om Kleivrudbekkens korte, nordgående bekkeløp langs Selsvegen (Figur 6-6, og Figur 4-1) kunne føres videre nordover og deretter østover over et jorde før den nådde Lågen. Første del av en slik løsning viste seg å være umulig å få til fordi terrenget faller i motsatt retning.



Figur 6-6. Grøft som renner inn i Kleivrudbekken fra nord, med Midtre Kleivrud i bakgrunnen. Bildet er tatt den 8/8-23, under ekstremværet «Hans».

Dersom man skal kunne føre bekken nordover, må man hente høyde fra dalsiden ovenfor, se Figur 6-7. Ved å føre Kleivrudbekken nordøstover allerede fra området over Søre Kleivrud, vil det gi tilstrekkelig fall på bekken. Den øverste delen av bekken vil dermed skrå diagonalt nordøst over Midtre Kleivrud før den når Selsvegen og kan føres videre over jordet. Muligheten for å legge traseen nedenfor den øverste eneboligen på Kleivrud er vurdert (grå streker på Figur 6-7) men man anser trasé i dagens veg som en bedre anleggsteknisk løsning, da terrenget nedenfor huset stedvis har fall i motsatt retning. Alternativet består derfor av en trasé i dagens veg, alternativt parallelt med vegen, på nedsiden. En løsning med bekkeløp i dagens vegtrasé betinger at vegen flyttes ut og blir liggende parallelt med nytt bekkeløp. Dagens vegtrase er vist i Figur 6-8. Etter at bekken har skrådd over Midtre Kleivrud som beskrevet over, føres den ned på flaten over et næringsområde og deretter gjennom dyrka mark. Bekken bør utformes mest mulig naturlig (Figur 6-5), alternativt utformes med kantsone og steinsatt bekkebunn dersom det tilgjengelige arealet er begrenset (Figur 6-4).



Figur 6-7. Alternativ 2, åpen bekk over jorde vist i rosa. Sort strek er foreslått reguleringsplangrense for flomtiltaket. Denne løsningen vil kreve at plangrensen utvides. Merk at siste del av traseen kan tilpasses og legges lenger ut på jorden.



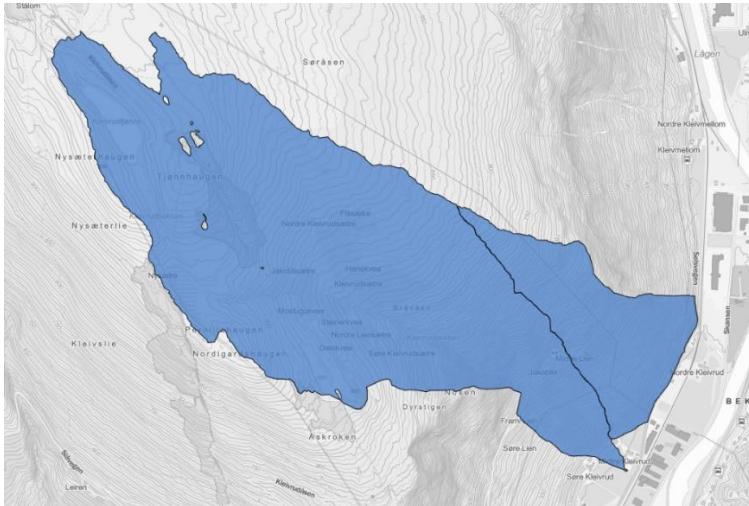
Figur 6-8. Gårdsvegen ovenfor Midtre Kleivrud. Det vil være teknisk utfordrende å plassere bekken i skråningen til venstre i bildet, så man har heller vurdert å benytte gårdsvegen, eller marka nedenfor gårdsvegen som foreslått trasé.

Denne åpne løsningen vil måtte krysse flere skredpunkter, omtalt i den nylig utførte skredfarevurderingen (Norconsult Norge AS, 2024), og vist i Figur 4-10. Jord- og flomskred er dominerende og dimensjonerende skredtyper i området. En eventuell åpen bekk vil måtte krysse bekken som kommer ned mot Midtre Kleivrud, der det i 2013 var en registrert hendelse med flomskred. Alternativet vil betinge en form for skredsikring for å unngå at den nye bekketraseen blir delvis eller helt blokkert ved en skredhendelse. Trolig vil en «åpen løsning» i tillegg måtte tilpasses skredsikringen for å unngå vann på avveie, og ved enkelte punkter gå i lukket løp, med tilhørende reduksjon av de positive effektene av bekkeåpningen. Etablering av tradisjonell ledevoll i det bratte terrenget ovenfor bekken anses videre å være utfordrende.

Summen av skredsikring på flere steder, opparbeidelse av bekk i dagens gårdsveg og flytting av gårdsvegen vil være et betydelig inngrep lokalt, som hovedsakelig vil berøre én grunneier. Eksisterende kulturlandskap vil bli betydelig endret. Tiltaket krever også betydelig inngrep i naturtypen naturbeitemark som er vurdert til svært stor verdi på grunn av størrelse og forekomst av flere rødlistede arter (Figur 6-7). Selv om bekken foreslås utformet mest mulig naturlig, er de negative konsekvensene for naturtypen overveiende. Opplevelseskvalitetene som en naturlig bekk kan gi vil også være lite tilgjengelig slik traseen må ligge for å oppnå tilstrekkelig fall.

Alle alternativer over jordene på Kleivrud vil kreve kulturminneundersøkelser/utgraving i forkant, basert på informasjon fra Sel kommune i samhandlingsmøte mellom Sel kommune, NVE og Norconsult 02.11.2023.

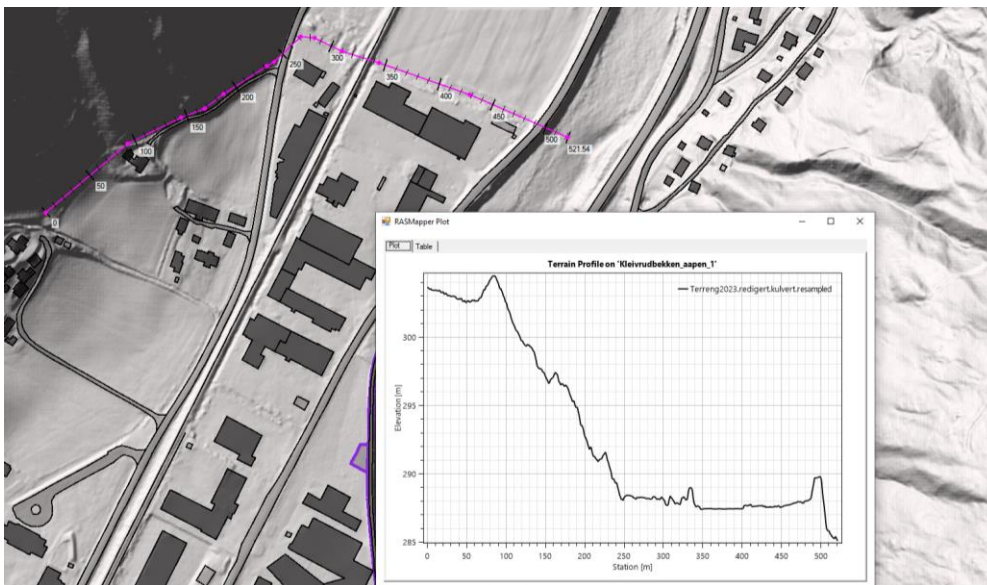
Med tanke på flom- og overvannshåndtering vil en såpass lang bekkeåpning gi stor grad av fordrøyning av overflatevann (omtrent 520 meter totalt; men merk at deler av bekken som allerede går åpen i dag legges om). Otta sentrum vil bli avlastet for overvann fra et ca. 1 km² stort nedbørfelt i nordvest, som i dag har flomveg til Otta sentrum (Figur 6-9). Her er det muligheter for naturbaserte løsninger som bruker eller restaurerer eksisterende naturtyper og økosystemer, eller som involverer naturhermende løsninger for å fordrøye overvann. Over jordet på nederste del vil det være plass til fordrøyning av vann. Dette vil legge beslag på dyrka mark som tidvis legges under vann ved flomhendelser, men vil sannsynligvis kunne utformes som et areal som fortsatt vil kunne benyttes til dyrking.



Figur 6-9. Figuren viser nedbørfelt for vann som vil drenere sørover mot Otta i dagens situasjon og som vil avskjæres i alternativ 2 og 3, som er omtalt i henholdsvis kapittel 6.4 og 6.5.

Det vil være nødvendig med en pumpestasjon ved utløpet som går når vannstanden i Lågen er så høy at sårbar infrastruktur langs bekken blir oversvømt. (Eksakt kotehøyde for utløpet i Lågen er ikke beregnet). Mye oppsamling av overflatevann fra nord mot sentrum vil være positivt for overvannssituasjonen på nedstrøms områder. Dette kan medføre at pumping reduseres på nedstrøms pumpestasjoner som uten tiltak vil motta overvannet fra nord, samtidig som kapasitetsbehovet på den planlagte pumpestasjonen ved utløpet fra alternativ 2 økes betydelig på grunn av Kleivrudbekken og overvann fra området. Det bemerkes at tiltak for overvann i området ikke er avhengig av dette alternativet, men også kan etableres på andre måter enn via ny trase for Kleivrudbekken, ved for eksempel egne avskjærende grøfter.

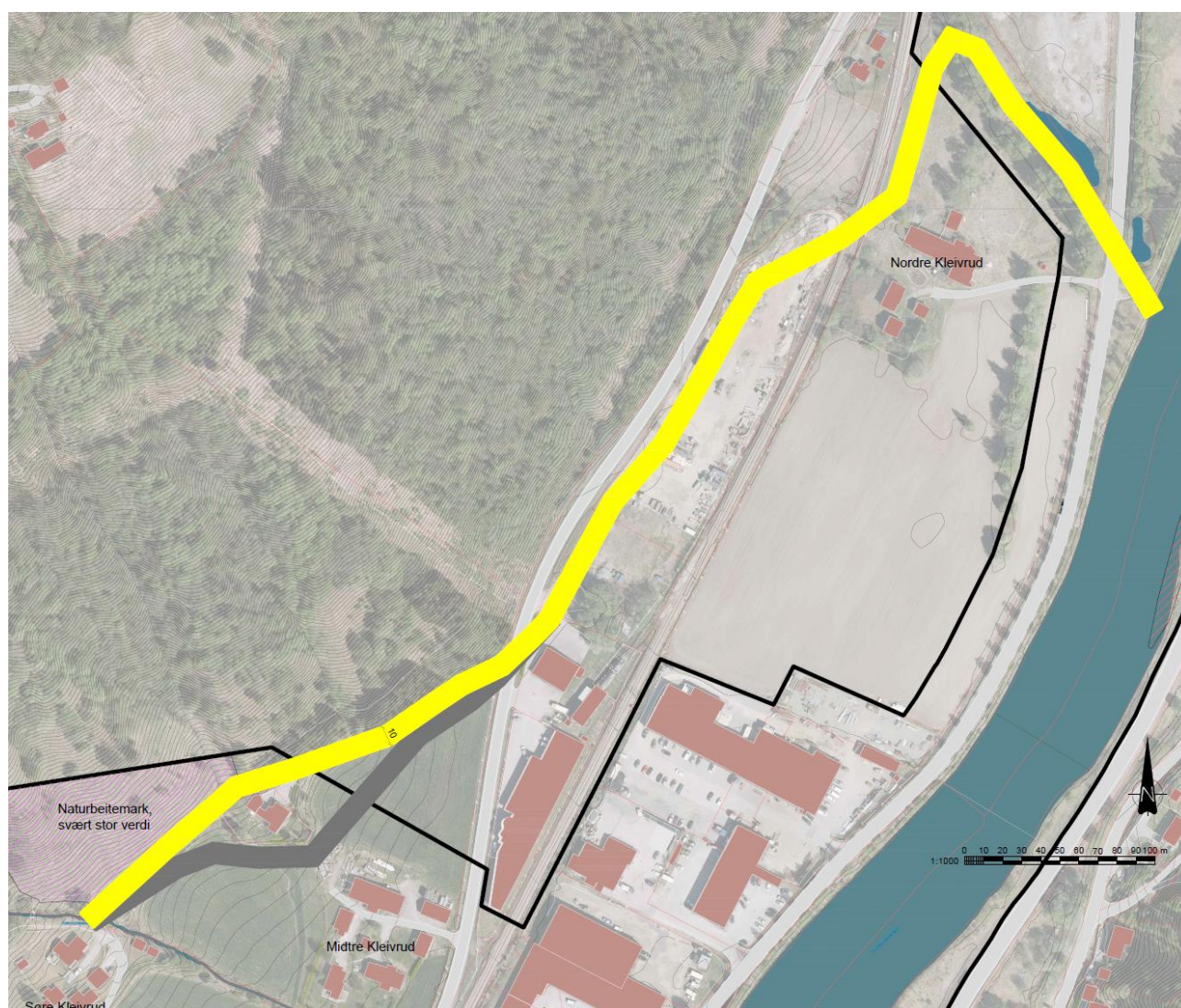
Figur 6-10 viser terrengprofil for alternativ 2.



Figur 6-10. Terrengprofil for alternativ 2 åpen bekk over jorde. Kotehøyden på bekken ved utløpet i Lågen er ikke detaljberegnet.

6.5 Alternativ 3: Nordover, øst for Selsvegen

For å oppnå økt fordrøyning og mer oppsamling av overflatevann, er det et alternativ å føre en åpen bekk nordover, øst for Selsvegen, og videre ut i tidligere elveleie som nå er sumpområde, se Figur 6-11. Dette vil bidra til å fordrøye vannet som føres hit. Her er det en kulvert som leder ut i Lågen i dag, som mest sannsynlig vil måtte få økt kapasitet og tilbakeslagsventil. Det må etableres en pumpestasjon for pumping av vannet ved høy vannstand i Lågen.

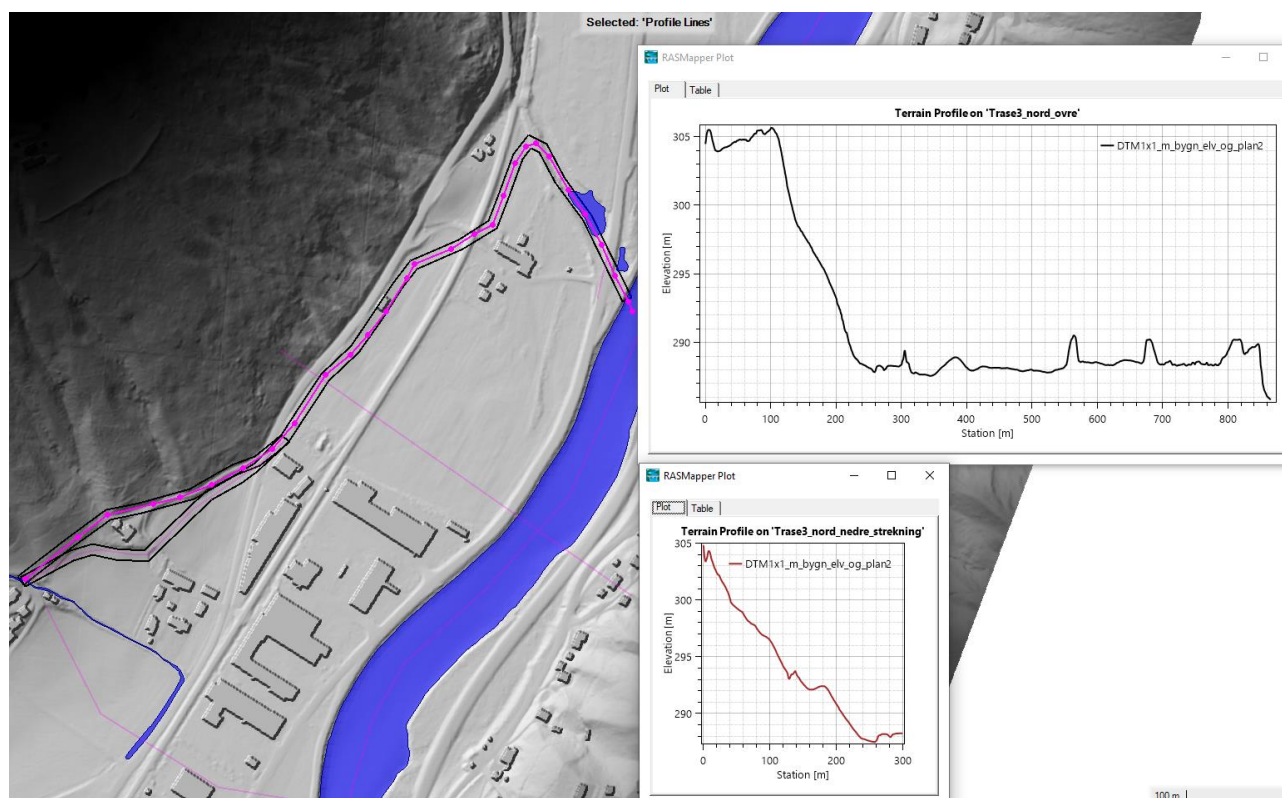


Figur 6-11. Alternativ 3, åpen bekk nordover vist med gul linje. Svart strek er foreslått reguleringsplangrense for flomsikringstiltaket. Denne løsningen vil kreve at plangrensen utvides.

Samtidig som en lang trasé kan være positivt for overvannssituasjonen i Otta sentrum, vil dette gi behov for betydelig økt kapasitet på den planlagte pumpestasjonen. Pumping vil kunne reduseres ved andre steder dit overvannet drenerer i dag, samt at det kan bli betydelig fordrøyning i den lange åpne traseen. Bekken foreslås utformet mest mulig naturlig, tilsvarende alternativ 1 og 2.

For dette alternativet gjelder de samme utfordringene som beskrevet for alternativ 2 med hensyn på skredhendelser, og tap av kulturlandskap og naturtypen vurdert til svært stor verdi. Alternativet gir derimot litt bedre mulighet for å oppleve den åpne bekken fra Selsvegen. Arealbruken vil kunne komme i konflikt med dagens bruk øst for Selsvegen. Løsningen legger beslag på noe dyrka mark, og vil kreve kulturminneundersøkelser i terreng slik som for alternativ 2. Det er vedlagt flere eksempler på ulike utforminger av bekk i kapittel 9 i denne rapporten.

Figur 6-12 viser terrengprofil for alternativ 3. Eksakt høyde på bekkens utløp i Lågen er ikke modellert.



Figur 6-12. Terrengprofil for alternativ 3. Øverste profilet viser hele traseen (vist med gul farge i Figur 6-11), mens nederste profilet viser delstrekning som går mellom byggene (vist med grå farge i Figur 6-11). Kotehøyden på bekken ved utløpet i Lågen er ikke detaljberegnet.

6.6 Alternativ 4: Åpen løsning sørover

Skansen er i dag en gjennomfartsåre med mer grå asfalt enn grønne innslag. Mulighetene for å øke de blågrønne kvalitetene i området, der Kleivrudbekken føres sørover med naturlig fall parallelt med Lågen, er derfor vurdert. Overvann fra et over 1 km² stort nedbørfelt i nordvest som i dag har flomvei til Otta sentrum, samt et tilleggsareal på begge sider av traseen, vil kunne bli avskåret og ledet ut til Lågen sammen med Kleivrudbekken. En lang trasé vil medføre fordrøyning, da traseen blir slak og hastighet på vannet bremses. Fra et landskapsperspektiv gir de mulighet til å tilføre naturmangfold og et blågrønt innslag i et ellers grått område, og vil samtidig kunne tiltrekke mennesker, og gi mer liv i bybildet. To underalternativer er vurdert; alternativ 4.1 ledes gjennom Sagtomtas øvre del, før bekken føres ut i rør eller delvis i rør mellom barne- og

ungdomsskolen. Alternativ 4.2 ledes gjennom hele Sagtomta med utløp i Lågen via rør under Amfi-parkeringen. Ønsket om lokal medvirkning var grunnen til at to alternativer ble vurdert, da nettopp bruken av arealer og mulig konflikt rundt dette, kan være avgjørende for videre arbeid.

Det hefter flere utfordringer ved alternativene. Det mest innlysende er konflikter med eksisterende infrastruktur i bakken. Videre krever løsningene avståelse av areal fra flere grunneiere, og endring av nylig godkjente planer. Sagtomta er godkjent reguleringsplan utarbeidet av Norconsult sammen med privat utbygger. En omlagt trasé for Kleivrudbekken (nytt 1000 mm betongrør) er allerede prosjektert. Det nye røret er lagt langs vestre grense for utbyggingsområdet mot jernbanen, og strekker seg fra inntaket ved jernbanekulverten/Sulland i nord til Johan Nygårds gate i sør. Det er i tillegg prosjektert ny overvannsledning i hovedgata fra nord til sør i utbyggingsområdet. Denne overvannsledningen tilknyttes eksisterende overvannsledning (450 mm betongrør) fra Skansen i nord ved Sulland. Sør på Sagtomta er det planlagt at ny overvannsledning fra Skansen tilknyttes det nye 1000 mm overvannsrøret.

Løsningene legger ellers beslag på noe dyrka mark på den øverste strekningen. Når det gjelder behov for pumping av vann ut til Lågen, vil det være nødvendig med mer pumping for denne traséen, enn for alternativ 1. Det skyldes at bekken ender på et lavere nivå, og får tilført mer vann fra nedbørfeltene som drenerer til bekken på strekningen mellom Kleivrud nedbørfelt og til etter kryssingen av jernbanen ved kum 11135 (Se Figur 6-13). Mens mye oppsamling av overflatevann til en åpen bekkeløsning kan være positivt, vil det samtidig gi behov for betydelig økt kapasitet på planlagt pumpestasjon. Pumping vil dog reduseres ved andre steder hvor overvannet drenerer i dag.

Det er tre hensyn som har vært av særlig betydning ved plassering av sørgående åpen bekk. Det ene er konfliktpotensialet over og under bakken, det andre er fallet på terrenget, og det tredje er normal grunnvannstand i området.

Det er lagt til grunn at ny åpen bekk skal ha et minimumsfall på 0,5 %. Det fører til at bekken, på det meste, blir liggende 3- 5 m under eksisterende terreng. For å få til en dyp bekk med gode kvaliteter, og som kommer i minst mulig konflikt med omkringliggende infrastruktur og arealbruk, anbefales det å utforme den som en kanal. Kanalen bør ha bunnbredde 7 m og rette vegger, slik at den er nesten dobbelt så bred som den er dyp. En bred kanal vil være mer oversiktlig og attraktiv å oppholde seg i og den vil få mer sol- og dagslys. Det er ikke ønskelig med en smal, dyp og mørk kanal.

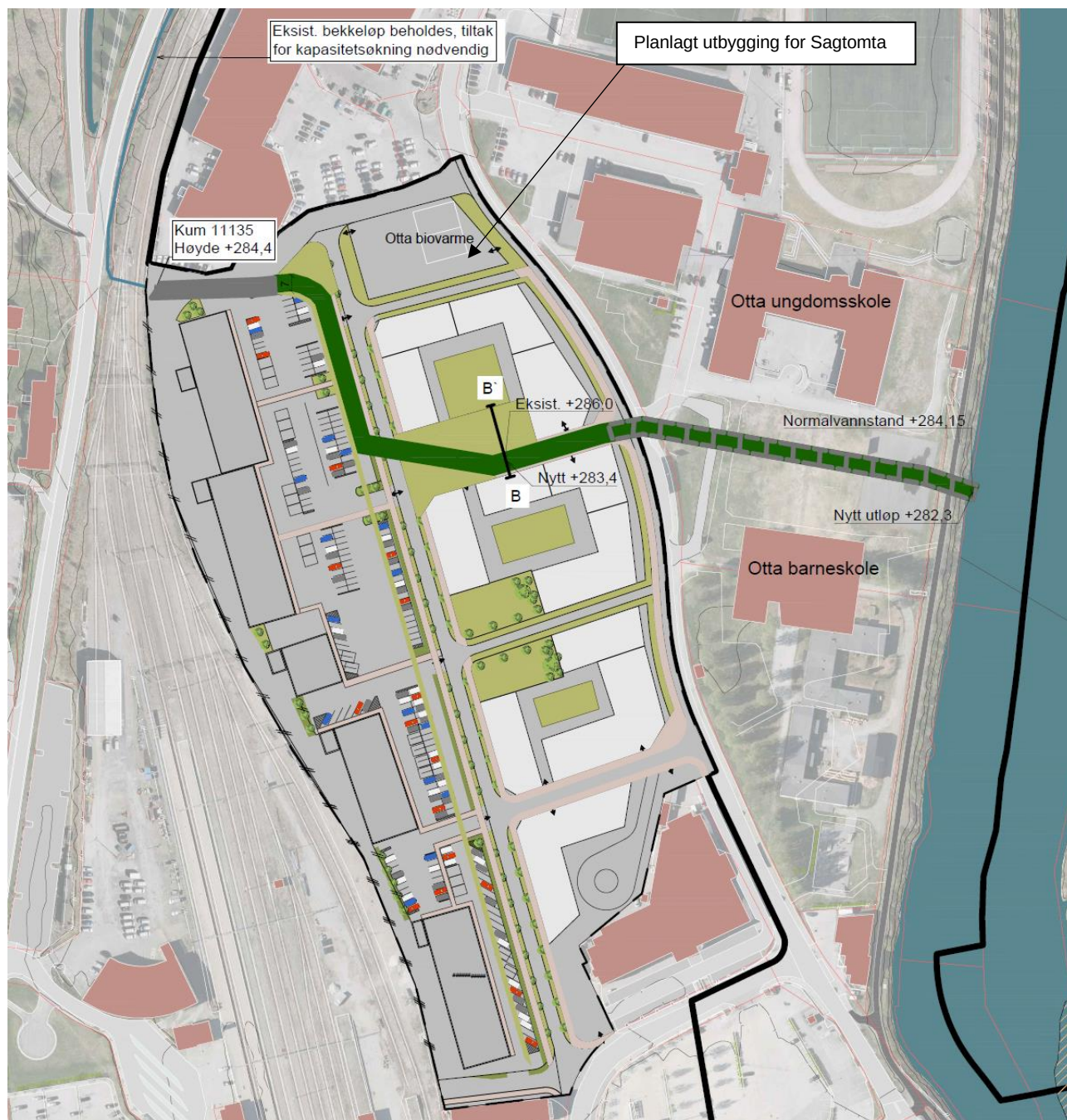
Det er krevende å balansere tilrettelegging for menneskelig opphold i kanalen med biologisk mangfold, fordi akvatisk biologi trives best uten menneskelig påvirkning. Til tross for dette vurderes det som helt nødvendig å tillate opphold i kanalen fordi det kan tilføre bylivet i Otta så mye positivt.

Av landskapskvaliteter kan kanalen gi estetiske verdier, kontakt med vann, rekreasjonsmuligheter og et blågrønt innslag i ellers grå omgivelser. Det knyttes større usikkerhet til hva kanalen kan tilføre av biologisk mangfold, og det må påregnes noe skjøtsel og vedlikehold, samt mulige tilpasninger like etter at kanalen er etablert. Slakt fall og generelt lav vannføring vil gjøre at vannet blir relativt stillestående. Det vil være begrensede muligheter for naturlig utforming. Det kan gjøres tiltak som å legge ut bunnsstrat og ru steiner i kanalen for å tilrettelegge for bunndyr og begroingsalger, og sistnevnte kan virke positivt inn på vannøkosystemet. Videre må en forsøke å få inn så mye vegetasjon som mulig i og langs kanalen. Vegetasjon vil gi skygge, og dermed lavere vanntemperatur, i kanalen, og det vil tilføre organisk materiale. Bed med stauder, busker og trær, i og langs kanalen må derfor gis så mye plass som mulig. Kanalens betongvegger kan også forblendes med skifer for å skape en ru overflate der insekter og planter vil trives bedre. Nødvendige pumpetiltak ved utløpet i Lågen begrenser mulighetene for fiskevandring.

Alternativet er det klart mest kostnadskrevende av de vurderte alternativene. Da flomavledningskapasiteten er begrenset på den lange strekningen, forutsettes det for alternativ 4 at løsningen kombineres med alternativ 0 (som foreslått i mulighetsstudien av Dr. Blasy - Dr. Øverland), eller med alternativ 1 som

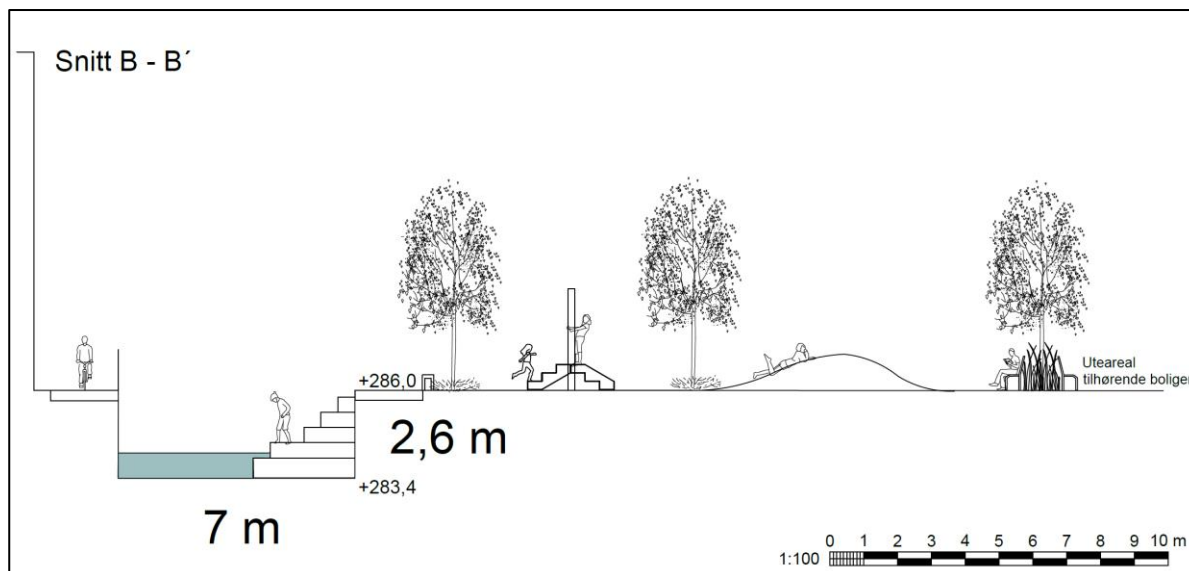
beskrevet tidligere, begge med etablering av en ekstra pumpestasjon. I tillegg må det gjøres tiltak for å øke kapasiteten til eksisterende bekketrasé fram til kryssingen under jernbanen.

6.6.1 Alternativ 4.1



Figur 6-13. Alt 4.1. Planlagt utbyggingsløsning for Sagtomta er vist på illustrasjonen. Kleivrubekken føres åpen i dagens trasé langs Selsvegen, i rør et kort strekke og deretter åpen gjennom øvre del av Sagtomta. Forbi ungdomsskolen føres

den i rør eller delvis åpen fram til planlagt pumpe i mulighetsstudien (grønn strek=åpen bekk, heltrukken grå strek=rør, stiplet grønn strek=delvis åpen eller i rør).

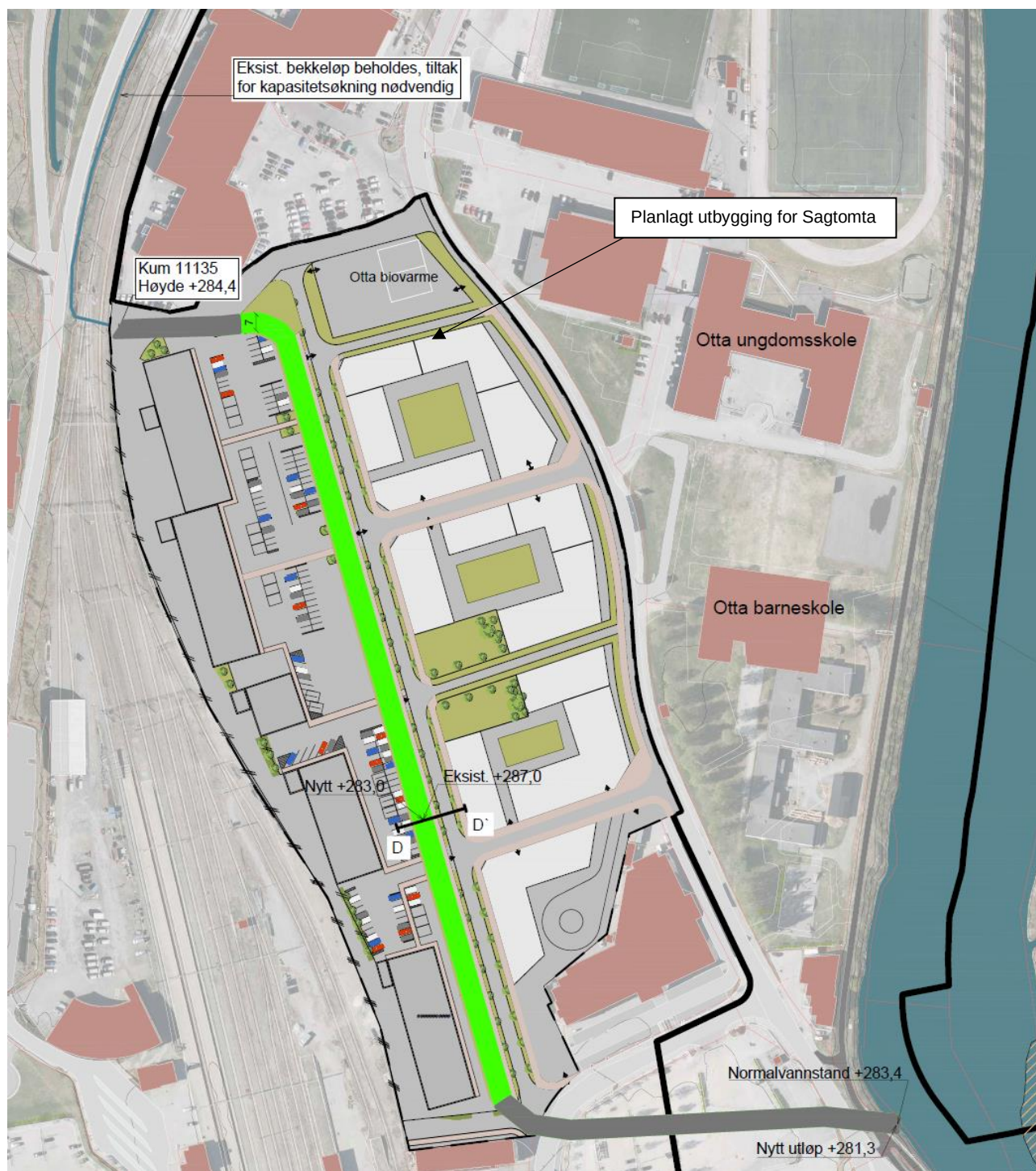


Figur 6-14. Prinsippsnitt, mulig utforming av alt. 4.1 der kanalen svinger mot øst på Sagtomta. Snittet viser hvordan en park kan integreres med kanalen og utbyggingsplanene for Sagtomta. Snittplassering er merket på Figur 6-13.

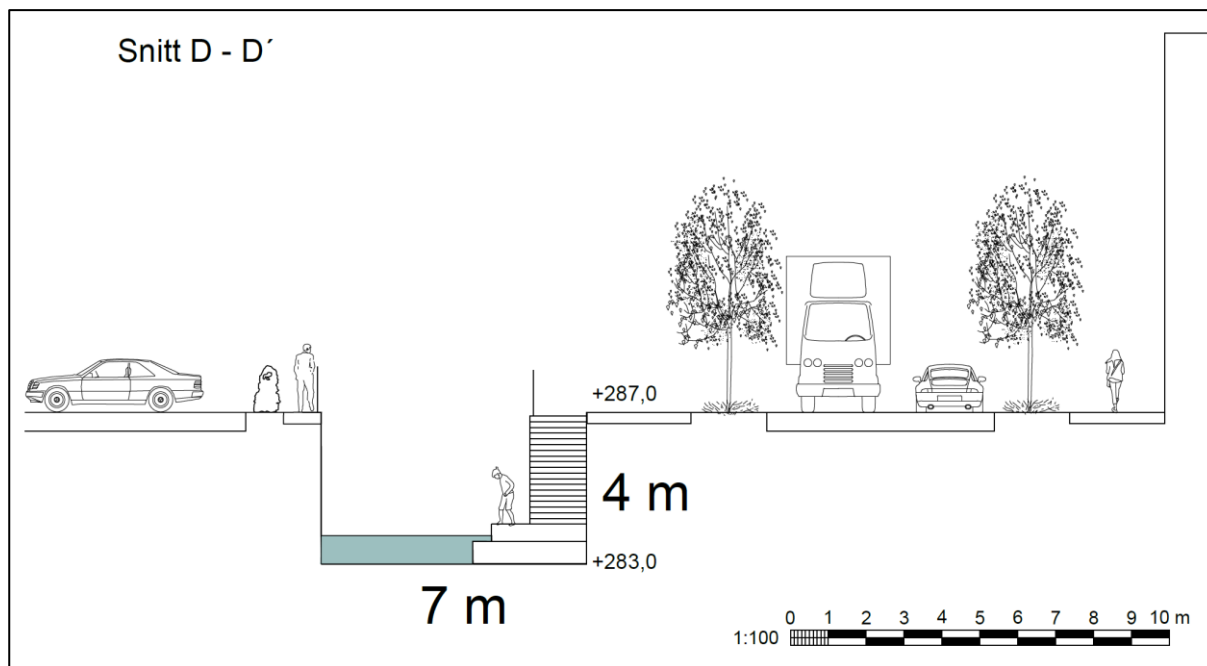
I dette alternativet ser man for seg å beholde dagens bekkeløp frem til kum 11135 ved jernbanen, se Figur 6-13. men det må gjøres tiltak for å øke kapasiteten til dagens løp. Fra kulverten går traséen først i rør et kort stykke frem til adkomstvegen som er planlagt på Sagtomta. Herfra åpnes bekken i en kanal på vestsiden av vegen i et kvartal med en liten lommepark (et lite grøntområde i et urbant rom) før den svinger østover mot ungdomsskolen. Det anbefales at det settes av noe plass til grøntstruktur idet kanalen svinger østover. Over ungdomsskolen foreslås det enten lukket bekk, eller delvis lukket bekk, da man på det siste stykket må ha en stengningsanordning og nedgravd pumpeanlegg for at bekken skal kunne krysse flomvollen. Ved utløp av bekken er vannstanden i Lågen ved normalavrenning beregnet til kote + 284,15 og traseen har utløp på kote + 282,3. Figur 6-14 viser prinsippsnitt av alternativ 4.1 utformet som en urban kanal.

Grunnvannsnivået i området varierer gjennom året, med minimumsnivå på kote +283,3 og midlere nivå på kote +283,7 (Figur 4-14 og Tabell 4-4). Bekken blir dermed liggende på samme nivå eller lavere enn grunnvannsnivået fra bekkeåpningen nord på Sagtomta til utløpet. Forutsatt at bekken er sikret tilsig fra grunnvann, gir det muligheter for akvatisk biologi og vannlevende insekter, men utformingen vil sette begrensninger for naturfangfold som beskrevet i kapittel 6.6. En relativt kort strekning med åpen kanal vil gi plass til få tiltak for å fremme akvatisk biologi.

6.6.2 Alternativ 4.2



Figur 6-15. Alternativ 4.2. Kleivrudbekken føres åpen gjennom Sagtomta (planlagt utbyggingsløsning for Sagtomta vist på illustrasjonen), og i rør det siste stykket over Amfi-parkeringen (grå strek=rør, grønn strek=åpen bekk).



Figur 6-16. Prinsippsnitt D-D' som viser alternativ 4.2. Snittplassering er merket på Figur 6-15.

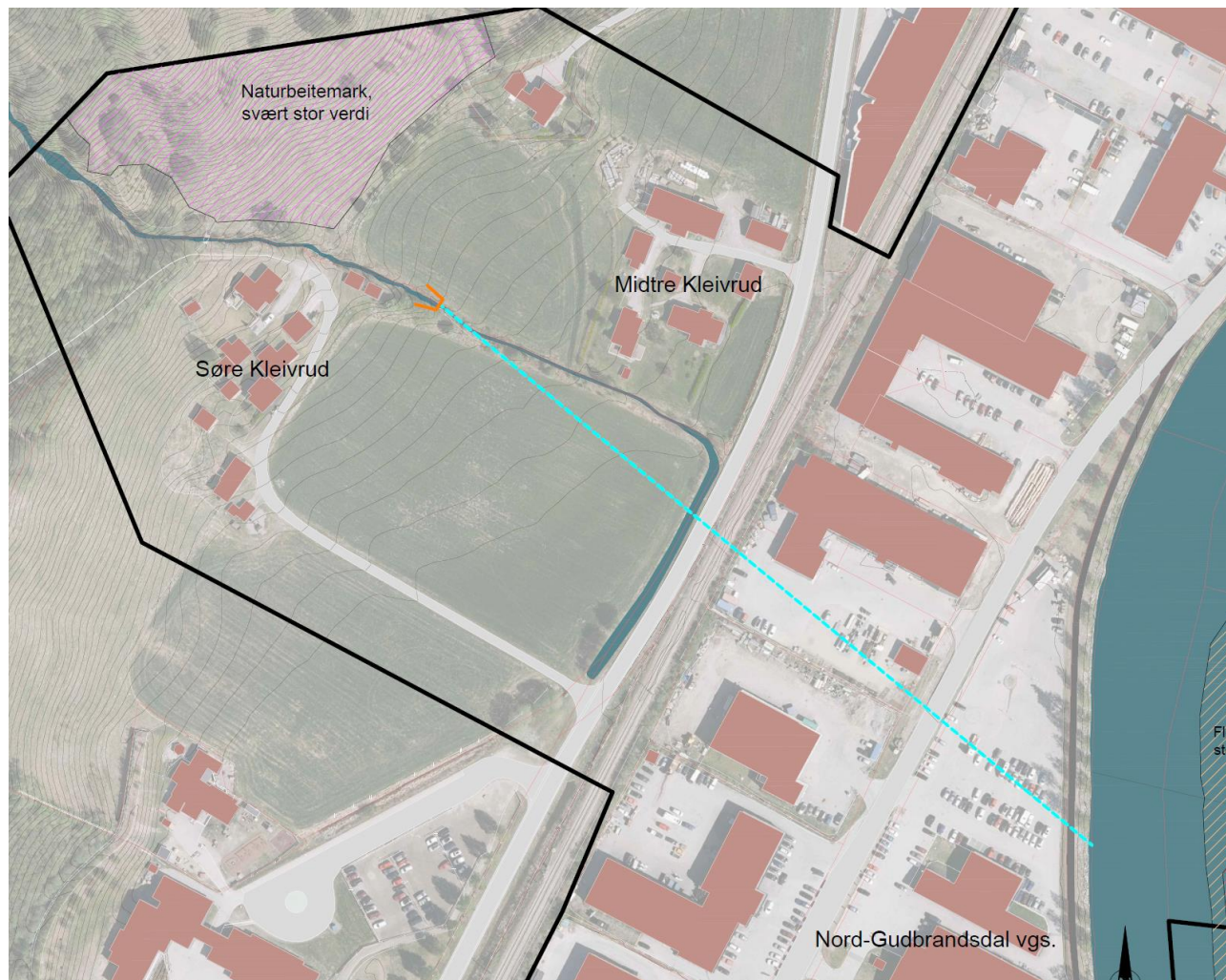
Det er også sett på et Alternativ 4.2, der den åpne kanalen blir lengre og orienteres parallelt med Lågen, med formål å øke de landskapsmessige kvalitetene og effekten av fordrøyning. Som for alternativ 4.1 er det forutsatt at de øverste, stort sett åpne delene av Kleivrudbekken helt fram til kum 11135 ved jernbanen går som i dag, inkludert tiltak for å øke kapasiteten, som omtalt i dagens situasjon i kapittel 4.2 og 6.6. Ved kanalens utløp etableres det en pumpestasjon som pumper vannet gjennom flomvollen.

Fra kum 11135 føres bekken i rør noen meter slik at adkomsten til industri/næring som er planlagt langs jernbanen opprettholdes. Fra den planlagte adkomstvegen gjennom Sagtomta føres bekken ut i dagen. Figur 6-15 viser Sagtomta slik den er planlagt og godkjent per i dag, men med forslag om åpen bekk langs vegen påtegnet med grønn strek. En liten lommepark foreslås i forbindelse med bekkeåpningen i nord. Det vil være behov for minst to bruer for å binde sammen øst- og vestsiden av Sagtomta. Bekkeutløpet er lokalisert like nord for Lågen kjørebros, på ca. kote +281,3. Normalvannstanden i Lågen ved utløpet er beregnet til kote +283,4. Figur 6-16 viser prinsippsnitt av alternativ 4.2 utformet som en urban kanal. Kanalen vil ha en maksimal dybde på omtrent 4,5 meter. Dypere kanaler anbefales ikke, da dette vil redusere kanalens landskaps- og opplevelseskvaliteter.

Grunnvannsnivået er forventet å ligge over ca. kote +283,3 i nordre del av Sagtomta og over kote +282 ved utløpet (min. grunnvannsnivå for områdene er oppgitt i Tabell 4-4 og Figur 4-14). Bekkebunnen blir liggende over midlere grunnvannsnivå på bare deler av strekningen. Nord for snittlinje D (Figur 6-15) er det risiko for at det bare er kontakt med grunnvannet når grunnvannsnivået er høyere enn gjennomsnittet (ved flom). Omtrent fra snittlinje D og sørover, vist på Figur 6-15, vil bekken trolig ha vannføring også ved midlere grunnvannsnivå. På tross av begrensningene knyttet til kontakt med grunnvannsspeilet, anbefales det likevel ikke å senke kanalen ytterligere. Den reelle, og begrensede effekten av kanalen, medfører at alternativet ikke tas med videre til evalueringsmatrisa.

6.7 Alternativ 5: Alternativ lukket løsning – bekkeinntak og trykksatt rør

Alternativ 5 er en lukket løsning som Norconsult mener kan fungere bedre enn alternativ 0 fra mulighetsstudien, se Figur 6-17. Alternativ 5 legger til grunn et bekkeinntak med trykksatt rør slik at man unngår pumping. Løsningen legger beslag på noe dyrka mark på den øverste delen av strekningen.



Figur 6-17. Mulig løsning ved lukket trykksatt ledning som viser trase i blå og bekkeinntak i oransje.

Alternativ 5 forutsetter et inntak oppe ved Søre Kleivrud, der flomvann tas inn i en lukket overvannsledning. Inntaket ligger så høyt at vannet vil renne på selvfall ut i Lågen også i perioder med flomvannstand i Lågen. Inntaket er tenkt utformet som en standard bekkeinntaksløsning som benyttes ved bekkeinntak for kraftverk. Alt vannet ledes over en selvrensende skråstilt rist inn i et inntakskammer, der flomvannet føres videre inn på en overvannsledning. Fra det samme inntakskammeret ledes det noe vann tilbake til bekkeløpet rett nedstrøms inntaket. Bekkeinntaket vil danne et lite vannspeil rett oppstrøms den skråstilte risten. Om vinteren vil vannet tas rett inn i inntakskammeret uten at vannet renner over risten, for å hindre tilstopping som følge av iskjøving.

Det er tenkt at det alltid skal slippes en viss vannmengde forbi inntaket for å opprettholde bekken slik den fremstår i dag. Denne vannmengden kan tenkes regulert med en ventil over året, eller at man slipper en fast vannmengde for eksempel tilsvarende midlere avrenning til bekken. I flomperioder kan slipping av vann til bekken stenges for å avlaste overvannssystemet og pumpeanlegg.

Løsningen blir mye lik den som er beskrevet i mulighetsstudien med kryssing av Selsvegen og jernbanen. Alternativ 5 utelukker imidlertid behov for en pumpestasjon for håndtering av vann fra Kleivrudbekken i en normal- og flomsituasjon og ved flomvannstand i Lågen.

Som følge av at inntaket må legges høyt for å få selvføll, vil vann fra 0,31 km² av nedbørfeltet til Kleivrudbekken ikke tas inn i røret, men vil måtte gå i eksisterende bekketrasé. Det vil fortsatt komme vann til dagens trasé av Kleivrudbekken nedstrøms inntaket (blått felt og en del av det grønne feltet i Figur 4-12). Dagens rør og kryssinger (Figur 4-13) har ikke nok kapasitet til å avlede klimajustert 100 årsregn eller klimajustert 200 årsflom. Alternativet forutsetter dermed at kapasiteten til dagens bekketrasé og rørkryssinger økes.

Med tanke på landskapsvirkningen vil denne løsningen være nøytral sett opp mot alternativ 0, og den tilføyer ingen ekstra kvaliteter. Man unngår imidlertid bygging av en større pumpestasjon for pumping av vannet ut i Lågen.

Ved flomskred vil det være en risiko for at inntaket og lukkingen blir utsatt for tilstopping, selv om ristene dimensjoneres for å kunne avverge dette, ved at sedimentene som kommer gjennom ristene spyles ut pga. høy hastighet. Det forutsettes at det legges opp til kjørbær adkomst frem til bekkinntaket slik at sedimenter kan fjernes fra kulpen oppstrøms inntaket og løv på ristene kan renskes. Ved denne løsningen er det ikke behov for fordrøyning da alt vann går rett ut i Lågen. Men løsningen må dimensjoneres for større vannføring enn de åpne løsningene og er mer sårbar og vanskeligere å tilpasse med hensyn til økte klimaendringer.

Det er utført overslagsberegninger av rørdimensjon med forutsetningene listet nedenfor:

- Vannstandsforskjell mellom inntak og utløp i Lågen på 7 m (294 – 287 moh.)
- Rørlengde: 350 m
- Manningstall M: 80 m^{1/3}/s (sveiset stål) og 100 m^{1/3}/s (glatt plast)
- Innløpstapskoeffisient lik 1
- 200-års flom + 40 % klimapåslag ved Søre Kleivrud : 6,8 m³/s

Nødvendig rørdimensjon er beregnet til 1,4 m i diameter ved bruk av stålrør og 1,3 m ved bruk av glatt plastrør. Dersom man vil bruke to rør er nødvendig rørdimensjon beregnet til 1 m i diameter (plastrør) og 1,05 m (stålrør).

6.8 Kostnadsvurdering

Alternativene er ikke kostnadsberegnet. Det er gjort en overordnet vurdering av den relative kostnaden mellom alternativene. Ved differensiering mellom alternativene er det vektlagt lengde på tiltakene, omfang av grunnarbeid, kompleksitet, omfang på berørt infrastruktur, pumpeanlegg og behov for betongkonstruksjoner for pumpeanlegg eller bekkinntak. Siden bekkens bunnbredde ennå ikke er detaljert, er arealkonsekvensene behandlet på overordnet og kvalitativt nivå. Vesentlige kostnader for alle alternativ vil være kryssing under Selsvegen, jernbanen og vegen Skansen. I tillegg vil fire av alternativene ha vesentlige kostnader med etablering av pumpeanlegg, hvorav ett av alternativene har to pumpeanlegg, og ett av alternativene har kostnader med en bekkinntakskonstruksjon.

Driftsutgifter er ikke vurdert. En vurdering av driftstid (timer) og nødvendig pumping (m^3/s) vil være en funksjon av vannstanden i Lågen, nivå på utløp i Lågen og tilsig fra Kleivrudbekken, samt en vurdering av kritisk infrastruktur langs bekken.

Kostnader for erverv av grunn er ikke vurdert. Det bør forventes noe høyere kostnader til erverv av grunn for alternativ 4 som i større grad berører urbane strøk, og det forventes større kostnader for industriareal enn enn for areal avsatt til landbruksformål.

Det gjøres oppmerksom på at vannet fra Kleivrudbekken må håndteres i både en normalsituasjon og i en flomsituasjon i forbindelse med flomsikring av Otta. En slik håndtering av vannet fra bekken vil uavhengig av valg av løsning medføre vesentlige tiltak og kostnader. De alternativene med lavest kostnad må anses som kostnader som uansett måtte påventes for håndtering av vann fra Kleivrudbekken i forbindelse med flomsikring av Otta.

6.9 Samlet evaluering

For å differensiere mellom de ulike alternativene, er det gjennomført en evaluering av alternativene med hensyn til fagtemaene *naturfare, naturmangfold, landskap, overvannshåndtering, arealbruk, SHA, drift og vedlikehold, usikkerhet, anleggsgjennomføring, klimafotavtrykk og relative kostnader*. Det er benyttet fargekoder (grønn, gul, grå, oransje og rød) som hjelp i evalueringen. Grønn farge er tildelt der alternativet medfører fordeler for det enkelte fagtema. Rød farge er tildelt der alternativet medfører endringer med vesentlige ulemper for det enkelte fagtema. Dersom løsningen medfører ubetydelige endringer for fagtemaet, er grå farge benyttet.

Det er ikke gjort en vurdering av vekten av de ulike evalueringskriteriene, da noe kan adresseres i en medvirkningsprosess, og noe er styrt av oppdragsgivers målsetninger og rammer. Det forutsettes likevel at regelverk og retningslinjer i kap. 2.2 legges til grunn ved beslutning av om - og hvordan - Kleivrudbekken skal åpnes.

Det understrekes at det for alle fagtema er gjennomført en overordnet, kvalitativ evaluering. Det er ikke gjennomført ROS-analyse av tiltakene. Det er heller ikke gjennomført klimagassberegning, men utslippene er vurdert kvalitativt ut fra kompleksitet, anleggsfase (varighet, omfang, løsning), materialforbruk og utslipp i driftsfase.

Evalueringen er samlet i en sammenstillingsmatrise i Vedlegg 1.

7 Konklusjon

Kapasiteten til Kleivrudbekken i dagens situasjon er ikke tilstrekkelig, og bekken bidrar derfor til oversvømmelser i Otta sentrum. I forbindelse med flomsikring av Otta sentrum, må det gjøres tiltak for å kunne avlede klimajustert 200 årsflom fra Kleivrudbekken. Norconsult har gjennomført en overordnet vurdering av om det er mulig å bringe Kleivrudbekken åpen eller delvis åpen ut i Gudbrandsdalslågen, da åpne løsninger er mer robuste med hensyn til klimatilpasning, og vil kunne ha miljø- og landskapsmessige fordeler. Fem åpne traséer er utredet, hvorav en ble forkastet i tidligfase, i tillegg til en lukket løsning. Positive og negative konsekvenser er beskrevet.

Alternativ 2, 3, og 4.1 er åpne løsninger over lengre, flate områder. Traséene vil kunne ha en flomdempende effekt som sannsynligvis vil kompensere en god del for det økte bidraget fra flere nedbørfelt. For alle alternativ er det mulig å fordrøye og avlede overvann fra nedbørfelt fra lia, vekk fra Otta sentrum i andre åpne traséer.

Samtlige alternativ vil i større eller mindre grad legge beslag på jordbruksareal.

Med unntak av alternativ 5, vil alle alternativer måtte ha minst en pumpestasjon (alternativ 4 forutsetter to pumpestasjoner) som pumper vann ut i Lågen i en flomsituasjon. Det må etableres tilbakeslagsventil ved pumpestasjonene for å forhindre innstrømning av vann fra Lågen. Pumpestasjon påvirker kostnaden for alternativene, både i etablerings- og driftsfasen.

Alternativ 2 og 3 går nordover fra Kleivrud, og utenfor plangrensa til reguleringsplanen. For å oppnå tilstrekkelig fall, må traséene gå gjennom skredfarlig terreng, og fordrer derfor skredsikring med tilhørende store landskapsendringer. Nye positive verdier i form av god fordrøyning og blågrønne områder med viktige miljø- og naturverdier veier ikke opp for ulempene som alternativene medfører, som restrisiko tilknyttet skred og vann på avveie, kostnader, drift- og vedlikehold, og konsekvenser for arealbruk. Disse alternativene anbefales ikke utredet nærmere.

Alternativ 4.1 er en åpen bekkeløsning (kanal) mot sør, som ble vurdert fordi den potensielt kan tilføre positive landskapsmessige tilleggskvaliteter til et grått område. En slik bekkeåpning ville vært positivt for skolene i området, men har samtidig mange negative konsekvenser. En utfordring med alternativet er konflikter med infrastruktur under bakkenivå, og tilhørende kostnader, da løsningen i tillegg krever flomavledning direkte ut i Lågen, tilsvarende alternativ 0, 1 eller 5. For å ivareta kontakten med grunnvannsnivået og redusere risikoen for tørr bekk, er løsningen relativt kort, med tilhørende begrenset mulighet for fordrøyning. Den rette og dype kanalen gir i realiteten svært begrensede tilleggskvaliteter for naturmiljø. Alternativet er vurdert å være det minst bærekraftige alternativet, og er også vurdert å ha store kostnader i forhold til effektene og usikkerhetene forbundet med tiltaket. Med bakgrunn i de nylig godkjente planene for arealutnyttelse av Sagtomta, vurderes alternativet som lite aktuelt. Ut fra en samlet vurdering anbefales ikke alternativet å utredes videre.

Ut fra en samlet vurdering, er det to alternativer som anbefales videre utredet. Det første, alternativ 1, er en åpen bekk, og er løsningen med flest fordeler. Traséen er den samme som den lukkede løsningen i mulighetsstudiet til Dr. Blasy - Dr. Øverland. Dersom bekken utformes mest mulig naturlig og i kontakt med grunnvannet, vil den relativt raskt kunne tilføre gode landskaps- og naturverdier til et grått område som i dag brukes til parkering. Løsningen legger til rette for noe fordrøyning og oppsamling av overvann.

Som et alternativ til den lukkede løsningen presentert i mulighetsstudiet til Dr. Blasy - Dr. Øverland, har Norconsult foreslått en bekkeinntaksløsning (alternativ 5) med trykksatt rør som ikke krever pumpestasjon. Denne løsningen tilfører ingen positive natur- og landskapsmessige effekter, men vil være mindre sårbar med hensyn til strømstans enn de andre vurderte alternativene. Løsningen vil ha mindre materialforbruk og

drifts- og vedlikeholdsbehov enn de øvrige alternativene, men det er noe restrisiko for tilstopping som følge av flomskred.

Selv om Kleivrudbekken føres direkte ut i Lågen ved en av de anbefalte løsningene (alternativ 1 og 5), og det dermed frigjøres kapasitet i dagens trasé sør for Kleivrud, vil vannføringen likevel overskride dagens kapasitet ved et klimajustert 100 årsregn. Alternativene forutsetter derfor at kapasiteten til dagens rør og kryssinger økes.

Vedlegg 2 inneholder en sammenstillingsmatrise med oversikt over alternativene og de vurderingene som er gjort.

8 anbefalinger for videre arbeid

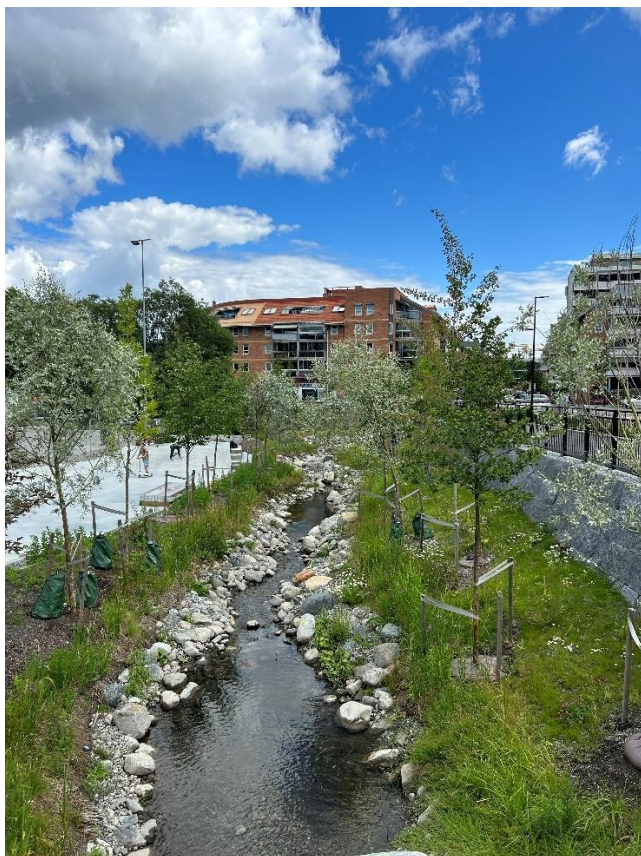
Den endelige løsningen for Kleivrudbekken bør søkes gjennomført med en form for fordrøyning eller demping av flommene. Dette kan ha betydning for kostnader, nødvendig bekketverrsnitt, omfang ved kryssing av veger og jernbane og størrelse på rør og pumpestasjoner. For alternativ 1 anbefales det å måle vannføringen i Kleivrudbekken på forskjellige steder, for å kunne kvantifiserer mengden av vann som infiltreres i grunnen.

Når det gjelder arealbruk, anser Norconsult det som viktig at det utføres en god medvirkningsprosess som belyser lokale ønsker og behov. Detaljerte vurderinger av arealbeslag, massehandtering, samt landskaps- og miljøtilpasninger bør ligge til grunn for dette arbeidet.

Det anbefales at det for alternativ 1 og alternativ 5 gjennomføres beregninger av bygge- og driftskostnader, inkludert hydrauliske vurderinger av pumpetid og -behov, og vurderinger av arealbeslag og tilhørende kostnader.

I forkant av prosjektering, kan det være nyttig å gjennomføre ROS-analyse med alle relevante fagfelt identifisert i sjekklista i Klima 2050 – Bekkeåpning som klimatilpasningstiltak.

9 Eksempler på bekk



Figur 9-1 Drengsrudbekken, Asker (Foto: Norconsult, 2023)



Figur 9-2 Naturlig flommarkskog i Otta (Norconsult, 2023)



Figur 9-3 Horråna i Hå kommune. Innløpskonstruksjon der bekken ledes i lukket system under Vigrestad (Foto: Google maps, 2022).

Referanser

- AV-Klima. Enkel webapp for klimaanalyser basert på grid klimadata. (2024, 04 15). Hentet fra <https://nve-av-klima.azurewebsites.net/>
- Dr. Blasy - Dr. Øverland . (2020). *Flomsikring Otta – Konsept for sikringstiltak*.
- Dr. Blasy - Dr. Øverland, 2. (u.d.). *Hydrauliske beregninger Gudbrandsdalslågen*.
- Finn.no. (2023). *Kart*. Hentet fra Historiske kart: <https://kart.finn.no>
- Kommunal- og distriktsdepartementet. (2018). *Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning*.
- Miljødirektoratet. (2024, februar). *Naturbase*. Hentet fra Kart: <https://geocortex02.miljodirektoratet.no/Html5Viewer/?viewer=naturbase>
- NGU. (2017). *Otta - Kartlegging og overvåking av typelokaliteter for grunnvann med antropogen belastning*.
- NGU. (2024, April 26). *GRANADA - Nasjonal grunnvannsdatabase*. Hentet fra Granada(ngu.no): https://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/
- NGU. (2024, April 26). *Nasjonal løsmassedatabase*. Hentet fra Løsmasser(ngu.no): https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/
- Norconsult Norge AS. (2024). *Faresoneutredning skred i bratt terreng - Otta sentrum nord, Sel kommune. NVE Ekstern rapport 4-2024*. NVE.
- Norconsult Norge AS. (2024). *Flomberegning for Kleivrudbekken*.
- Norconsult Norge AS. (2024). *Overvann fra lia ved flomsikring av Otta sentrum*.
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2021). *Veileder for terrengbehandling ved bygging av vassdrags- og energianlegg*.
- NVE. (2021). *Veileder til vannressursloven og NVEs behandling av vassdrags- og grunnvannstiltak. NVE-veileder 1-2021*.
- NVE. (2022). *Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar. NVE-veileder 4-2022*.
- NVE. (2022). *Veileder for flomberegning*.
- Pulg, U., Stranzl, S., & Olsen, E. (2017). *Mer miljøvennlige erosjonssikringstiltak*.
- Sel kommune. (2023). *Plankart*. Hentet fra Arealplaner: <https://kart.regiondata.no/Content/Main.aspx?layout=s&time=638489587715652888&vwr=asv>
- SINTEF. (2021). *Bekkeåpning som klimatilpasningstiltak - Klima 2050*.

Vedlegg

1. Bilder av Kleivrudbekken – dagens trasé
2. Sammenstillingsmatrise, alle alternativer

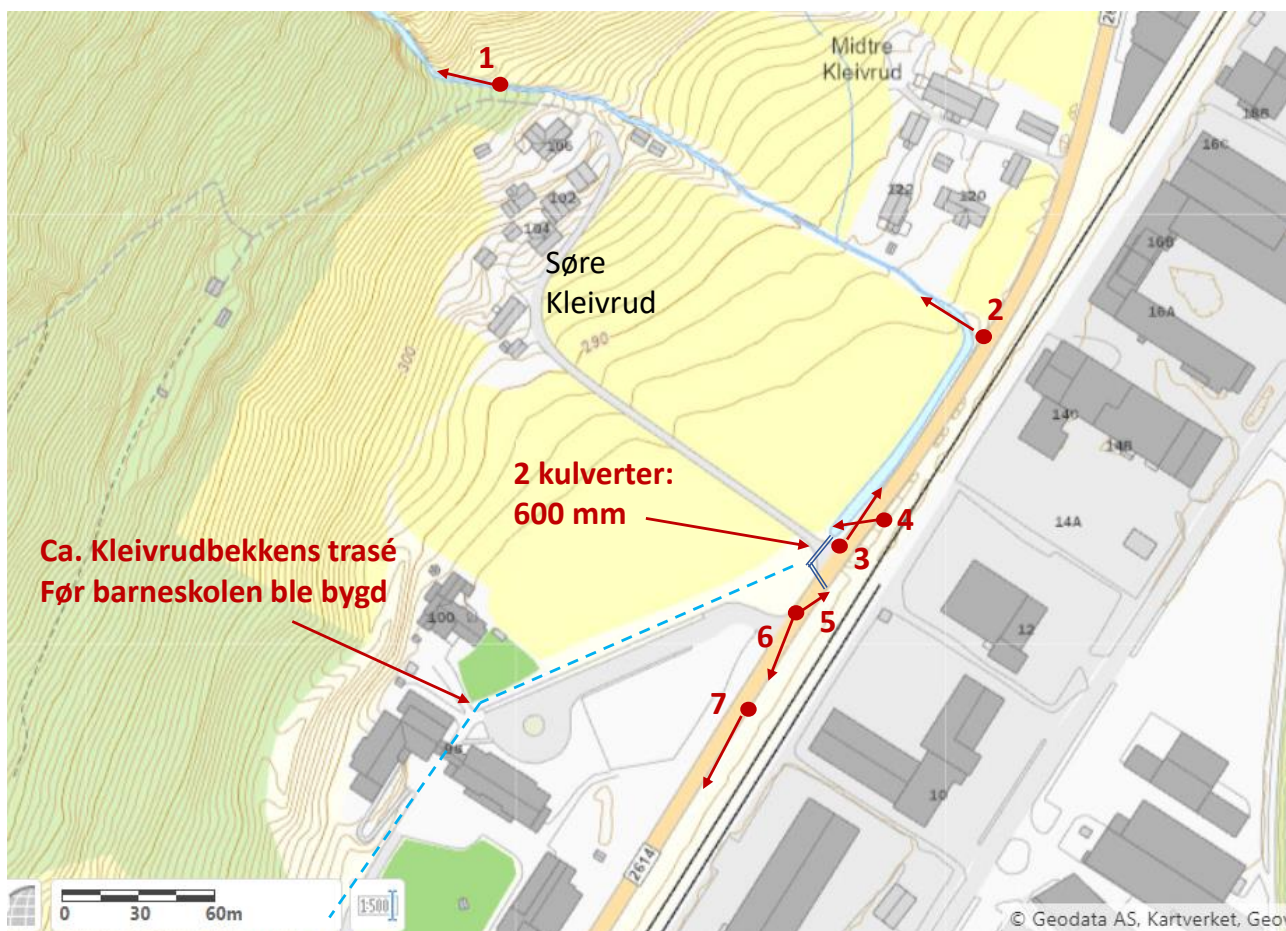
Vedlegg 1. Bilder av Kleivrudbekken – dagens trasé

Figur 0-1 viser Kleivrudbekkens trasé før barneskolen ble bygd. Det er usikkert om bekken i dag er lagt i rør under byggene, eller om den er omlagt til å gå i sin helhet i grøften langs jernbanen. Kart med overvannsledninger mottatt fra kommunen i januar 2024 viser ingen ledning på dette stedet. Under befaringen i juni 2023 ble det observert at grøften langs jernbanen hovedsakelig var tørr, mens det sto vann i det gamle bekkeløpet sør for barneskolen.

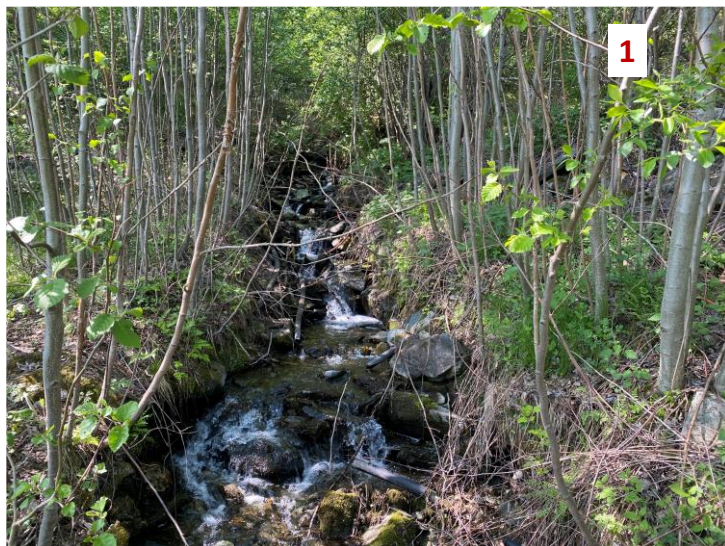
I dette kapitlet presenteres bilder av Kleivrudbekken mellom Søre Kleivrud og innløp til den lukkede strekningen under Sagtomta.



Figur 0-1 Kleivrudbekkens trasé før barneskolen ble bygd mellom 1994 og 2006 (flyfoto er fra 1983, kilde: Norge i bilder)



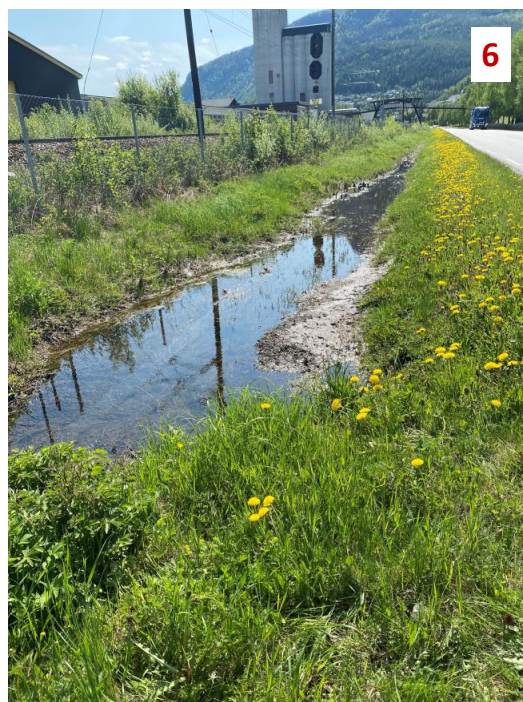
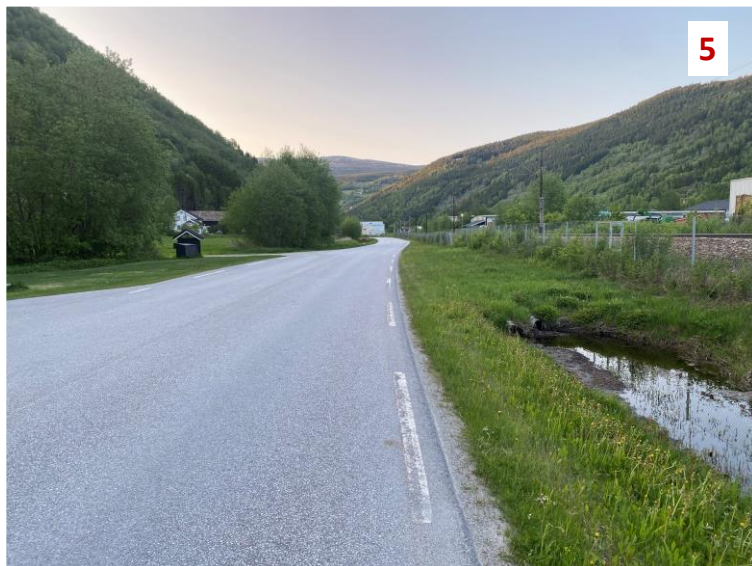
Figur 0-2 Oversikt av steder der bilder av Kleivrudbekken 1 – 7 er tatt fra.



Figur 0-3 Bilder av Kleivrudbekken, 1 og 2 (bilder tatt av Norconsult under befaring i juni 2023)



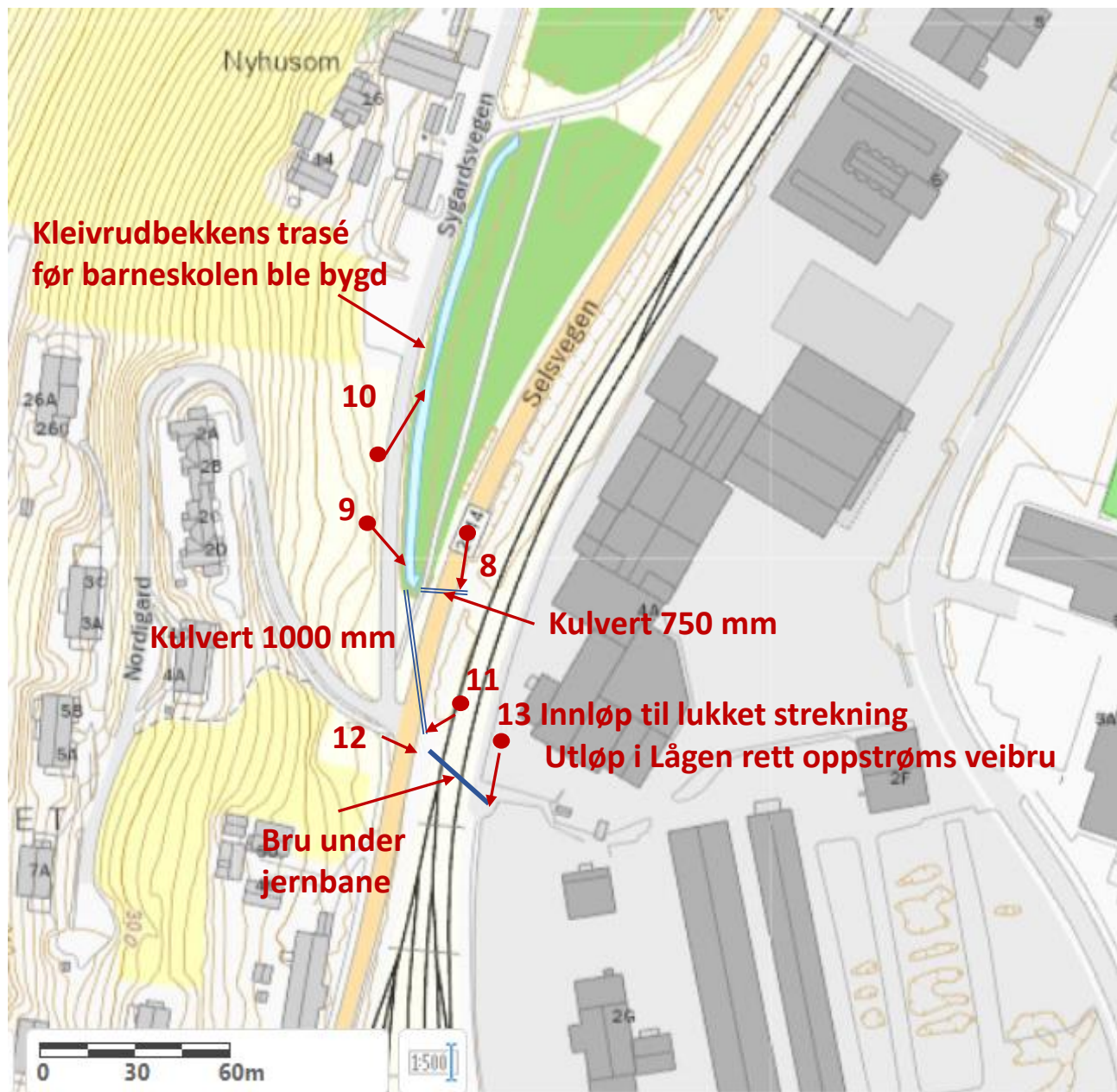
Figur 0-4 Bilder av Kleivrudbekken, 3 og 4 (bilder tatt av Norconsult under befaring i juni 2023)



Figur 0-5 Bilder av Kleivrudbekken, 5 og 6 (bilder tatt av Norconsult under befarings i juni 2023)



Figur 0-6 Bilde av Kleivrudbekken, 7 (bilde tatt av Norconsult under befaring i juni 2023)



Figur 0-7 Oversikt over steder der bilder av Kleivrudbekken 8 – 13 er tatt fra.



Figur 0-8 Bilder av Kleivrudbekken, 8 og 9 (bilder tatt av Norconsult under befaring i juni 2023)



Figur 0-9 Bilder av Kleivrudbekken, 10 og 11 (bildet til venstre tatt av Norconsult under befaring i juni 2023 og bildet til høyre er tatt av Norconsult på befaring i februar 2024)



Figur 0-10 Bilder av Kleivrudbekken, 12 og 13 (bilder tatt av Norconsult under befaring i februar 2024)

Vedlegg 2. Sammenstillingsmatrise

	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5
Beskrivelse	Lukket løsning fra mulighetsstudiet. Lengde 190 m	Åpen løsning i samme trasé som alt. 0. Lengde 190 m	Åpen løsning over jorde. Lengde 520 m	Åpen løsning på østsiden av vei. Lengde 850 m	Åpen løsning sørover fra kum 11135: Alt. 4.1: Åpen/lukket: 210/220 m	Alternativ lukket løsning. Lengde 320 m
Naturfare	Ingen skredtyper med gjentakintervall 1:1000 når inntaket.	Ingen skredtyper med gjentakintervall 1:1000 når inntaket. Åpen løsning gir mindre risiko for vann på avveie.	Minst 3 skredpunkter som kan tette nytt bekkeløp og gi vann på avveie. Etablering av ledevoll anses som utfordrende. Også etter sikring kan løsningen medføre vann på avveie.	Minst 3 skredpunkter som kan tette nytt bekkeløp og gi vann på avveie. Etablering av ledevoll anses som utfordrende. Også etter sikring kan løsningen medføre vann på avveie.	Ingen skredtyper med gjentakintervall 1:1000 når inntaket. Åpen flomkanal reduserer risiko for vann på avveie.	Flomskred i bekken ovenfor inntaket kan medføre tilstopping av inntaket, og vann på avveie.
Naturmangfold	Tilfører ingen positive økologiske funksjoner for biologisk mangfold.	Det er mulig å utforme bekken med nokså slake skråninger slik at kantsone kan etableres. Det gir muligheter for økt biologisk mangfold. Potensielt forurenset avrenningsvann kan filtreres i kantsonen. Naturlik bekk er mer robust mot uttørking i perioder.	Medfører inngrep i naturtypen naturbeitemark med flere rødlistede arter, vurdert til svært stor verdi. På den andre side vil det være mulig å utforme bekken med nokså slake skråninger slik at naturlik kantsone kan etableres, men arealtap av naturtypen veier tyngre.	Medfører inngrep i naturtypen naturbeitemark med flere rødlistede arter, vurdert til svært stor verdi. På den andre side vil det være mulig å utforme bekken med nokså slake skråninger slik at naturlik kantsone kan etableres, men arealtap av naturtypen veier tyngre.	Åpen vannstreng, men med begrenset biologiske faktorer. Noen sumpplanter og insekter kan trolig etablere seg i sør. Potensielt forurenset avrenningsvann kan påvirke biologisk mangfold negativt. Avrenning bør filtreres gjennom feks vegetert områder før det slippes i bekken.	Tilfører ingen positive økologiske funksjoner for biologisk mangfold.
Landskap og opplevelseskvaliteter	Tilfører ingen positive kvaliteter til landskapet.	Tilfører blågrønn struktur til grå områder. Utforming som naturlik bekk gir flere positive kvaliteter: estetikk, rekreasjon, kontakt med vann og natur, og læringsmuligheter for skoler i nærheten. Bruksfrekvens: middels. Brukere: lokale.	Medfører endring av dagens kulturlandskap ved Kleivrud. Utforming av naturlik bekk tilfører flere positive kvaliteter, men det er få som oppholder seg i området og får oppleve kvalitetene. Bruksfrekvens: noe. Brukere: lokale.	Medfører endring av dagens kulturlandskap ved Kleivrud. Utforming av naturlik bekk tilfører flere positive kvaliteter og lokalisering langs Selsvegen gir noen opplevelsesmuligheter for brukere av veien. Bruksfrekvens: noe. Brukere: lokale.	Noen muligheter for grønt innslag og positive kvaliteter: estetikk, rekreasjon og kontakt med vann. Fare for at kanalen oppleves som lite attraktiv pga. dybde, lite vann og vegetasjon. Bruksfrekvens: stor. Brukere: lokale og regionale.	Tilfører ingen positive kvaliteter til landskapet.
Overvannshåndtering, fordrøyning	Bidrar ikke til oppsamling av overvann. Begrenset mulighet for fordrøyning.	Bidrar til oppsamling av overvann. Noe mulighet for fordrøyning.	Bidrar i stor grad til oppsamling av overvann. God mulighet for fordrøyning.	Bidrar i stor grad til oppsamling av overvann. God mulighet for fordrøyning.	Bidrar til oppsamling av overvann. Mulighet for fordrøyning.	Bidrar ikke til oppsamling av overvann. Ingen mulighet for fordrøyning.
Konsekvenser for arealbruk	Beslaglegger noe jordbruksareal.	Beslaglegger noe jordbruksareal, og areal i bruk til andre formål.	Beslaglegger jordbruksareal. Skredsikring vil medføre arealtap.	Beslaglegger jordbruksareal. Skredsikring vil medføre arealtap.	Beslaglegger noe jordbruksareal. Potensielle arealkonflikter.	Beslaglegger noe jordbruksareal.
SHA	Alminnelig risiko ifm. anleggsvirksomhet.	Alminnelig risiko ifm. anleggsvirksomhet.	Alminnelig risiko ifm. anleggsvirksomhet.	Alminnelig risiko ifm. anleggsvirksomhet. Forhøyet risiko enn for alt. løsn. pga. omfang.	Alminnelig risiko ifm. anleggsvirksomhet. Forhøyet risiko enn for alt. løsn. pga. omfang.	Alminnelig risiko ifm. anleggsvirksomhet.
Drift og vedlikehold (relativt omfang)	Drift og vedlikehold av 1 pumpestasjon og lukket løsning.	Drift og vedlikehold av 1 pumpestasjon. Positivt med åpen løsning.	Drift og vedlikehold av 1 pumpestasjon. Ev. rensk etter skred.	Drift og vedlikehold av 1 pumpestasj. Ev. rensk etter skred.	Fordelene med åpen løsning veier ikke opp for ulemper ved drift,og vedlikehold av 2 pumpestasjoner.	Ingen pumpestasjon. Drift og vedlikehold av inntak og lukket rør.
Usikkerheter ved løsningen (ROS analyse ikke utført)	Sårbar for strømbrudd/pumpestopp.	Sårbar for strømbrudd/pumpestopp. Usikkerhet ved arealbruk og eiendomsforhold. Selsvegen/jernbanen sårbar for tilstopping fra 5000 årsskred.	Sårbar for strømbrudd/pumpestopp. Arealbruk og eiendomsforhold.	Sårbar for strømbrudd/pumpestopp. Arealbruk og eiendomsforhold.	Sårbar for strømbrudd/pumpestopp. Krever avklaring av arealbruk på Sagtomta mfl. Usikkerhet rundt infrastruktur.	Uavhengig av strømbrudd. Restrisiko til den tekniske løsningen pga. tilstopping, selv om dette forutsettes løst i prosjekteringen.
Anleggsgjennomføring (varighet og kompleksitet)	Kort anleggsperiode, lite urbant, og behov for få tilpasninger.	Kort anleggsperiode, lite urbant, og behov for få tilpasninger.	Lengre anleggsperiode, lite urban strekning.	Lengre anleggsperiode, lite urban strekning.	Lang anleggsperiode i urbant område.	Kort anleggsperiode, lite urbant, og behov for få tilpasninger.
Klimafotavtrykk og materialforbruk	Kort strekning. Materiale til rør, omfyllingsmasser og 1 pumpestasjon. Lite CO2-utslipp fra anleggsfase. Pumping i driftsfasen.	Kort strekning. Materiale til plastring av bekkedunn og 1 pumpestasjon, samt disponering av overskuddsmasser. Noe mer CO2-utslipp fra anleggsfase enn alt.0. Pumping i driftsfasen.	Middels lang strekning. Materiale og arealbeslag til plastring av bekkedunn, skredvoll og 1 pumpestasjon. Pumping i driftsfasen.	Lang strekning. Materiale og arealbeslag til plastring av bekkedunn, skredvoll og 1 pumpestasjon. Mer CO2-utslipp fra anleggsfase enn alt.2. Pumping i driftsfasen.	Middels lang strekning. Materialer til rør, omfyllingsmasser, plastring av bekkedunn, 2 pumpestasjoner, samt reetablering av fast dekke. Mer CO2-utslipp fra anleggsfase enn alternativene, ved fjerning av fast dekke. 2 pumper i driftsfasen.	Kort strekning. Materialer til rør, inntakskonstruksjon og omfyllingsmasser. Ingen pumpestasjon i driftsfasen.
Byggekostnad (relativ)	Kort strekning, 1 pumpestasjon. Krysser under Selsvegen, jernbanen og Skansen.	Kort strekning, 1 pumpestasjon. Krysser under Selsvegen, jernbanen og Skansen.	1 pumpestasjon. Krysser under Selsvegen, jernbanen og Skansen. Omlegging veg Midtre Kleivrud. Tilpasning til høgspentanlegg.	1 pumpestasjon. Krysser under Selsvegen, jernbanen og Skansen. Omlegging veg Midtre Kleivrud. Tilpasn. til høgspentanlegg.	2 pumpestasjoner. Krysser to ganger under Selsvegen, jernbanen og Skansen. Mye infrastruktur og kompleksitet som må hensyntas.	Kort strekning, inntakskonstruksjon. Krysser under Selsvegen, jernbanen og Skansen.

Det enkelte fags/temas vurdering vist med farger:

Løsning med fordeler for temaet/faget	Overveiende positiv til løsningen, men noen utfordringer	Løsning med ubetydelig endring for temaet/faget	Løsning med flere ulemper	Løsning med vesentlige ulemper for temaet/faget