



Notat

OPPDRAAG	Detaljprosjektering erosjonssikring i kvikkleiresoner - Gjerdrum	DOKUMENTKODE	10266634-02-RIG-NOT-001
EMNE	Anleggsgjennomføring	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Gjerdrum kommune	OPPDRAAGSLEDER	Marit Isachsen
KONTAKTPERSON	Ken Wiik	UTARBEIDET AV	Jakob Drage Roti
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10101080 Geoteknikk S&I

SAMMENDRAG

Foreliggende notat beskriver føringer for etablering av erosjonssikring i raviner med kvikkleire ved Vangsbekken og Løkenbekken i Gjerdrum kommune. Tiltaket omfatter etablering av erosjonssikring langs bekkeløpene, for å redusere erosjonen i ravinene. Dette fordi erosjonen kan utløse kvikkleireskred, som kan ramme eksisterende bebyggelse.

Det skal legges vekt på sikker utførelse. Stabiliteten skal ikke forverres, verken i midlertidig eller permanent fase. Det understrekes at all graving og mellomlagring skal skje i samråd med geotekniker, og at en SHA-plan med risikovurdering skal utarbeides. Det forutsettes tett dialog mellom prosjekterende og utførende.

Det er lagt vekt på å tilpasse sikringen til terreng og kulvertkryssninger, samt å gjenskape naturlige forhold i bekkene for å redusere vannhastighet og erosjonskrefter. Sikringen utføres med samfengt stein som legges i bekkibunnen og langs skråningene, supplert med dekklag og stedegne vekstmasser for revegetering. For å opprettholde vannspeilet i bekken, foreslås tiltak som innblanding av naturgrus og etablering av tetteribber, selv om det ikke kan garanteres full effekt.

Notatet gir retningslinjer for forberedende arbeider, inkludert vegetasjonsrydding, mellomlagring av vekstmasser og varsling av grunneiere. Det beskriver etablering av adkomst- og anleggsveier, krav til komprimering, og sikkerhetsrutiner for arbeid i kvikkleireområder. Videre omfatter notatet prinsipper for sikring av sideraviner, håndtering av snø og vann under anleggsfasen, samt reetablering av kulvert og tilpasning av sikring mot innløp og utløp. Mengdeberegninger for masser er inkludert, og det anbefales oppfølging av tiltaket etter bygging, særlig i perioder med kraftig nedbør før vegetasjonen er gjenetablert.

00	12.12.2025	Utarbeidet	JDR	TGJ	MI
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	3
2	Sikringstiltaket.....	4
3	Sikker anleggsutførelse	5
3.1	Kritiske punkt.....	6
4	Naturmiljø	6
5	Forberedende arbeider	7
5.1	Mellomlagring av masser.....	7
5.2	Innmåling av terreng.....	8
5.3	Vinterarbeid.....	8
5.4	Bevaring av vegetasjonsdekket	8
6	Adkomstveger.....	9
7	Erosjonssikring	10
7.1	Utforming	10
7.2	Sikringsmasser	12
7.2.1	Mengdeberegninger.....	13
7.3	Rekkefølge utførelse	14
7.3.1	Anleggsveger i ravinene og utlegging av sikringsmasser	14
7.3.2	Utforming sidesikring og etablering av nytt bekkeløp	15
7.3.3	Tilrettelegging for naturlig revegetering	16
7.3.4	Sideraviner og avslutting av sikringstiltaket	17
7.3.5	Snø- og vannhåndtering	17
7.4	Komprimering.....	18
7.5	Vannspeil i bekken - Tetteribber	18
7.6	Avslutning og tilbakeføring.....	18
7.7	Overgang til kulvertåpninger	18
8	Reetablering av kulvert i Vangsbekken	19
8.1	Lukking/tetting av eksisterende kulvert	21
8.2	Utforming av ny kulvert.....	21
8.2.1	Høyder og fall	21
8.2.2	Grøftetverrsnitt	21
8.2.3	Sikring av innløp/utløp	22
8.3	Anleggsutførelse og gravearbeider	22
9	Oppfølging etter bygging.....	23
10	Kontrollplan.....	23
11	Referanser	25

Tegninger:

10266634-02-RIG-TEG-	001	Oversiktsplan
	002-005	Situasjonsplaner
	600-603	Lengdeprofiler
	610-613	Tverrprofiler
	613	Prinsippsnitt erosjonssikring
	620-621	Kulvert Vangsbekken
	622	Utforming av kulvertinnløp- og utløp

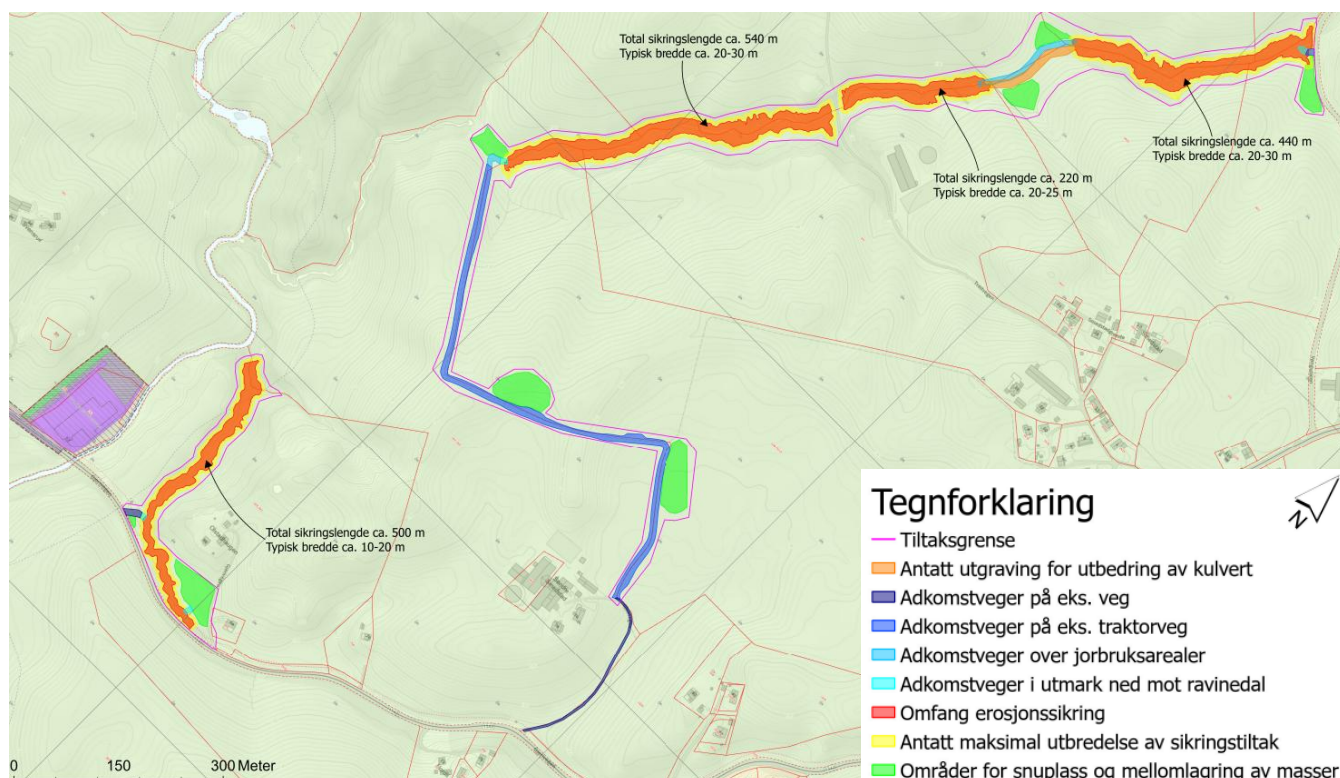
1 Innledning

Multiconsult Norge AS er engasjert av Gjerdrum kommune for detaljprosjektering av erosjonssikringstiltak for kvikkleiresonene 3102 Smedstad Nordre, 101 Nafstad og 96 Løken. Tiltaket innebærer etablering av erosjonssikring langs Vangsbekken og langs et navnløst vassdrag (heretter kalt Løkenbekken) nedenfor Olstadhaugen på østsiden av Gjermåa. Begge vassdragene ligger i bunnen av raviner, hvor det i dag observeres aktiv erosjon. Områdene som skal sikres samt oversikt over hvor adkomstveier og mellomlagringsplasser kan etableres er vist på Figur 1-1.

Dette notatet beskriver føringer for anleggsarbeidene. For prosjekteringsforutsetninger og prosjekteringsrapport henvises det til RIG-RAP-001 og RIG-RAP-002 [1] [2].

Foreliggende notat omfatter føringer for hvordan erosjonssikringen skal etableres, herunder anleggsvei til og i ravinen. Formålet er å gi entreprenør tilstrekkelig grunnlag for å kunne etablere sikringstiltaket som prosjektert. Det legges opp til tett samarbeid mellom entreprenør og prosjekterende geotekniker, da mye av tiltakene må «prosjekteres» underveis. Notatet omhandler også informasjon til byggherre, blant annet knyttet til drift og vedlikehold. Notatet omhandler ikke detaljer knyttet til rigg og drift av anlegget, sperring av anleggsområdet osv. Dette forutsettes ivarettatt av byggherre og entreprenør.

Prosjektet er plassert i tiltaksklasse 2 med utførelseskontroll UKK2. Kontrollklasse for utførelse, UKK2, innebærer at det skal utføres *egenkontroll*, *intern systematisk kontroll* samt en *utvidet kontroll* fra et annet foretak.



Figur 1-1: Utklipp av RIG-TEG-001, Oversiktsplan over sikringsområdet.

2 Sikringstiltaket

Utforming og utførelse av sikringstiltaket er beskrevet i kapittel 7. En overordnet beskrivelse av planlagt tiltak er gjengitt her for å gi en overordnet forståelse for hva som skal bygges.

Sikringstiltaket er et stort naturinngrep og vil ha permanent negativ påvirkning på den rødlistede naturtypen ravinelandskap. Derfor er det viktig at det ved utførelse legges vekt på å utføre sikringen og etablere nytt bekkeløp så naturlig som mulig. Bekker har naturlig svinger, terskler, kulper og varierende fall, og entreprenør skal tilstrebe tilsvarende også ved etablering av nytt bekkeløp. Et eksempel på utført sikring er vist i Figur 2-1.



Figur 2-1: Bilde av ferdig anlegg med steingrupper. Stedegne masser er lagt tilbake for å revegetere. Legg merke til variasjon i bekkeløp. Foto: Multiconsult

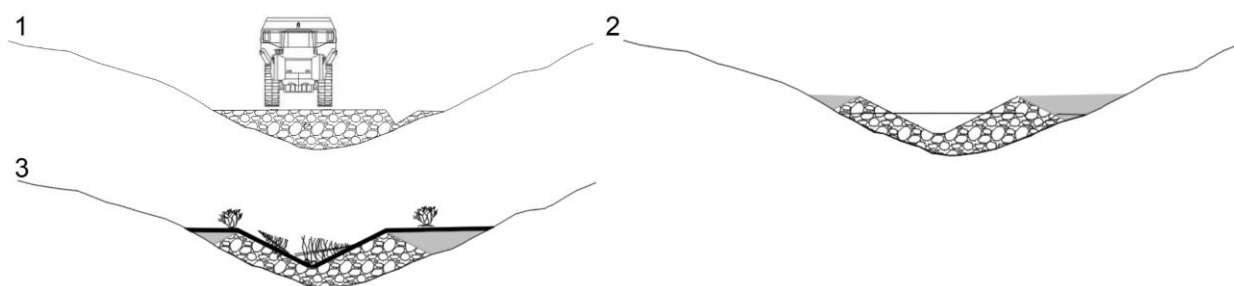
En skisse over arbeidsgangen er vist i figur 2-2 under og eksempel på ferdig utførelse i figur 2-1. Detaljer knyttet til logistikk skal planlegges av entreprenør. Følgende overordnet arbeidsgang er planlagt:

- 1) Det skal etableres en anleggsvei i ravinene. Vegetasjonsdekket ryddes fortløpende etter hvert som veifyllingen etableres og vekstjord med frø, røtter og buskas fjernes suksessivt og lagres for utlegging etter endt sikring. Alle trær som felles i forbindelse med tiltaket skal senere legges tilbake som dødved. Massene som benyttes i anleggsveien vil inngå som bunnhevingen i sikringstiltaket, og vil i stor grad komprimeres av kontinuerlig trafikk og innkjøring av masser. Anleggsveien kan etableres med noe større mektighet enn permanent bunnheving for å sørge for at det er tilstrekkelig masser også til å etablere sidesikring og etablere nytt bekkeløp. Det er viktig at denne fyllingen blir så tett som mulig for å hindre at vannet vil renne i fyllingen i permanent tilstand, og utleggingen av masser er nærmere beskrevet i kap. 7. I midlertidig fase kan bekken legges om i sikret grøft på siden av anleggsveien.
- 2) Nytt bekkeløp skal etableres, samtidig skal det sørges for tilstrekkelig sidesikring. Dette arbeidet må utføres i retning oppstrøms til nedstrøms. Dette fordi plassering av tetteribber for å beholde vannspeilet må vurderes underveis, se nærmere beskrivelse i avsnitt 7.5. Det skal



etableres terskler der det etableres tetteribber. Det må påregnes tetteribber hver 10–50 m. Dette skal utføres i tett samarbeid med prosjekterende. Dette arbeidet bør utføres i sesong uten tele, frost eller snø. Grovere stein legges i øvre del av sikringen, opp til normalvannstand, som et dekklag. Tilsvarende vurderes i yttersvinger i samråd med prosjekterende. Det bør kun benyttes anleggsmaskiner som kan kjøre ut igjen i endelig bekkeløp, da adkomst for deler av sikringstiltaket er oppstrøms.

- 3) Når anleggsmaskinene trekkes ut av ravinen, skal det samtidig legges ut vekstjord i ca. 20 cm mektighet i hele profilet. Vekstjorden skal inneholde røtter, frø og buskas for rask revegetering. Samtidig skal det suppleres med flere større steiner til et dekklag for å bremse vannhastighetene og beskytte erosjonssikringen. Dødved skal legges uordnet og naturlig i bekkeløpet.



Figur 2-2: Overordnet arbeidsgang sikringstiltak. Steg 1: etablere anleggsvei. Steg 2: Utforme sikringstiltak. Steg 3: Utplassere vegetasjonsdekke.

3 Sikker anleggsutførelse

Arbeid i områder med kartlagt kvikkleire og dårlig stabilitet kan være utfordrende og krever spesiell oppmerksomhet fra den utførende med hensyn på sikkerhet gjennom anleggsperioden. Det er viktig at arbeidet utføres på en slik måte at stabiliteten i området ikke på noe tidspunkt forverres. I prosjekteringen av tiltaket er det lagt vekt på å plassere veier og omlastingsplass på trygge områder. Det er viktig at planen ikke fravikes uten godkjenning fra geotekniker. Det er lagt opp til tett dialog mellom utførende og prosjekterende. Entreprenør skal ikke ta egne avgjørelser som kan påvirke stabiliteten. Det skal ikke mellomlagres masser i topp av skråning eller graves i bunn av skråning uten dialog med geotekniker.

Det skal ikke utføres noen form for graving uten avtale med ansvarlig geotekniker. Unntaket er midlertidig fjerning av vekstjord og matjord ved selve sikringstiltaket og anleggsveier/omlastingsplasser. Vekstjord skal fjernes suksessivt etter hvert som fyllingen/anleggsveien legges i ravinedalene, og er begrenset til ca. 20-30 cm gravedybde.

Det må utarbeides en egen SHA-plan for tiltaket som inkluderer risikovurdering med beskrivelse av hvordan identifiserte risikoforhold i prosjektet skal håndteres. Byggherren er ansvarlig for utarbeidelsen av SHA-planen i henhold til byggherreforskriften. Entreprenør er pliktig å implementere punktene og planlegge risikoreduserende tiltak i sin HMS-oppfølging.

Innspill til SHA-plan med oversikt over risikoer for utførelsen er beskrevet i 10266634-02-SHA-RAP-001.

I prosjekteringen er det valgt løsninger som bidrar til å redusere risiko for de som skal utføre arbeidet (jfr. Byggherreforskriften).

3.1 Kritiske punkt

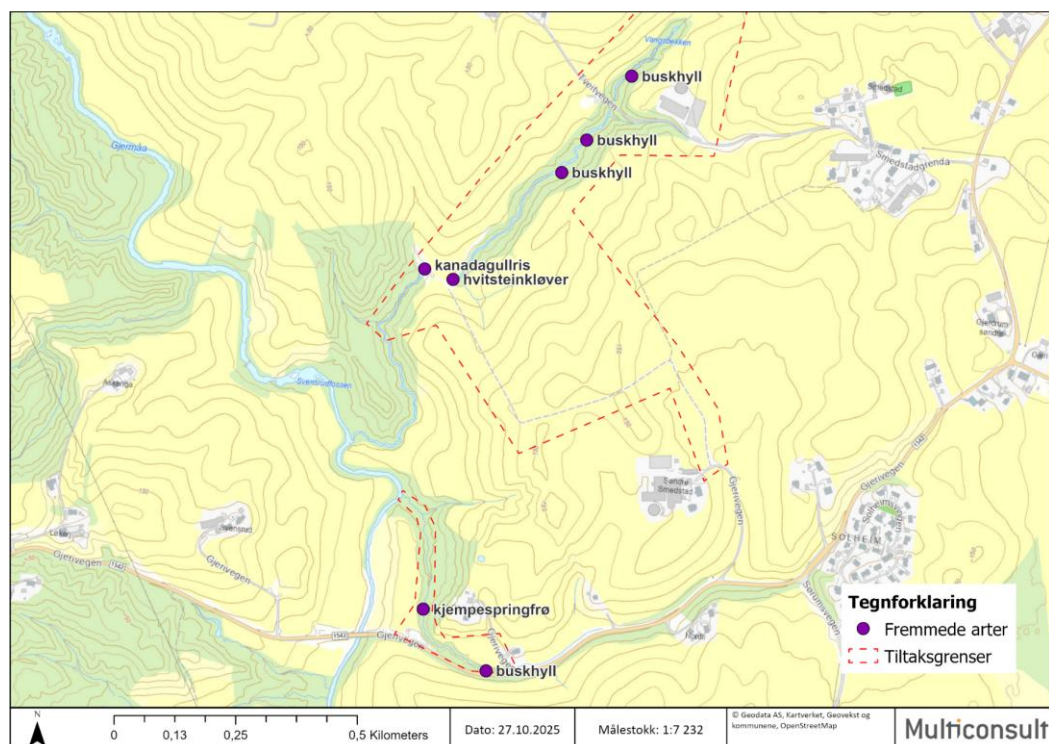
- Det må ikke graves eller avsettes masser utenfor angitte plasser uten godkjenning av prosjekterende geotekniker.
- Det må ikke graves i ravinebunn utover suksessiv fjerning av vegetasjonsdekket.
- Det skal utføres risikovurderinger ut fra værforhold. Det må fortløpende vurderes om arbeidene midlertidig skal stanses, som følge av intens nedbør eller høy vannføring som påvirker faren for utglidninger. Det skal ikke utføres arbeider i bunn av større, ferske utglidninger etter kraftig nedbør. Det bør også fortløpende vurderes kontinuerlig overvåkning av aktive utglidninger mens det utføres arbeid i nærheten av disse.

4 Naturmiljø

Det er funnet forekomster av den rødlistede arten Mandelpil langs vassdragene. For å bevare mandelpil (NT) i Vangsbekken bør rotstokker mellomlagres og stiklinger tas før hogst og anleggsarbeid. Rotstokker lagres best i plastposer med lokal jord og vanning. Stiklinger fra eldre trær tas tidlig vår og dyrkes i planteskole én sesong før utplanting.

Det er også funnet fremmede arter med svært høy økologisk risiko: kanadagullris, hvitsteinkløver, kjempespringfrø og buskhyll. Kjempespringfrø sprer seg via vann og finnes i Løkenbekken, mens kanadagullris og hvitsteinkløver er registrert langs Vangsbekken. Tiltak, som vask av anleggsmaskiner, må gjennomføres for å hindre spredning under anleggsarbeid, men tiltak mot buskhyll vurderes som lite hensiktsmessig. Oversikt over områder med fremmedarter er vist på Figur 4-1.

Se for øvrig punkt om vegetasjonsrydding og fjerning og mellomlagring av vegetasjonsdekke under kapittel 5 for ytterligere tiltak som omhandler naturmiljø samt avsnitt 7.6 for tiltak vedrørende avsluttende arbeider.



Figur 4-1: Kart over fremmede arter funnet i tiltaksområdene Løken- og Vangsbekken. Alle artene har svært høy økologisk risiko. Figur er hentet fra RIM-RAP-002 [3].



5 Forberedende arbeider

Før oppstart av sikringstiltaket skal det gjennomføres en rekke forberedende arbeider i tiltaksområdet:

- **Vegetasjonsrydding**
Skog og annen vegetasjon i området skal ryddes. Ryddingen skal utføres så skånsomt som mulig, slik at det kun fjernes det som er nødvendig for å gjennomføre sikringstiltaket. Der det er praktisk gjennomførbart skal trær med 1-2 m størrelse plantes om i skråningen ovenfor det som blir berørt av tiltaket, og plantes tilbake ved ferdigstilling av anlegget.
Vegetasjonsrydding skal utføres utenfor hekkesesong.
For ytterligere detaljer om avbøtende tiltak knyttet til revegetering, se kapittel 5 i rapport 10266634-02-RIM-RAP-002 [3].
- **Fjerning og mellomlagring av vegetasjonsdekke**
Etter rydding skal det øverste vegetasjonsdekket i ravinen (inntil ca. 15-30 cm) fjernes, mellomlagres og legges tilbake etter anleggsfasen. Laget skal inneholde frø, røtter og buskas. Fjerningen skal utføres suksessivt i forbindelse med etablering av anleggsveier.
- **Håndtering av masser fra utglidninger**
Eventuelle masser fra mindre utglidninger i ravineskråningene som hindrer etablering av anleggsveier, skal fjernes. Dersom det blir behov for utgraving under vegetasjonsdekket, skal dette avklares med geotekniker. Det skal ikke fjernes masser under vegetasjonsdekket ved bekkebunnen, da dette kan ha destabiliserende effekt.
- **Varsling og dokumentasjon**
Berørte grunneiere skal varsles og orienteres om oppstart i samarbeid med kommunen.
Ravinen skal skannes med LIDAR før arbeidet starter for å dokumentere terrengforholdene.

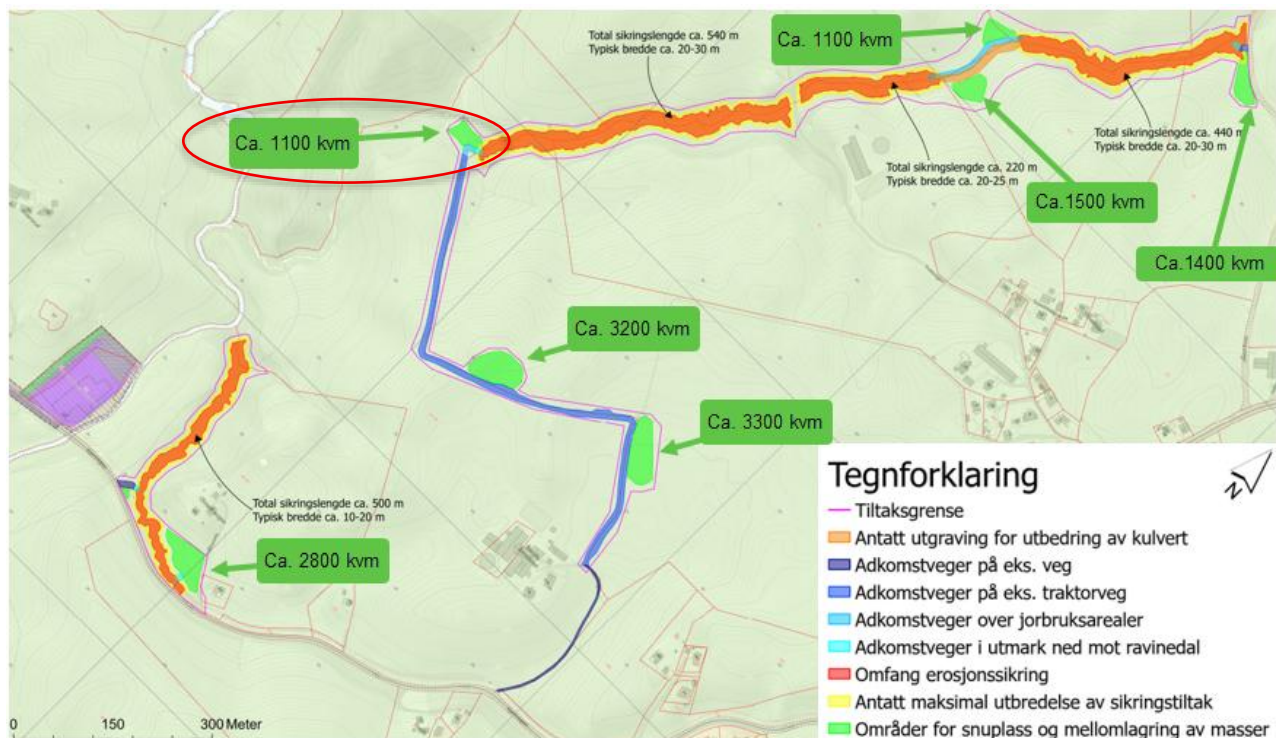
5.1 Mellomlagring av masser

Mellomlagring i områder med kvikkleire innebærer risiko og skal alltid avklares med geotekniker. Mulige områder for omlasting og mellomlagring er skissert på Figur 5-1 og vist på tegning RIG-TEG-001 – 005. I praksis vil kapasiteten for mellomlagring av masser være redusert som følge av behov for parkeringsarealer for maskiner, snuplass, lagring av kantvegetasjon som skal reetableres, og lignende, men det burde være tilstrekkelig areal skissert opp for mellomlagring.

Krav til mellomlagring:

- Maksimal lagringshøyde skal ikke overstige 3,5 m.
- Mellomlagringsområder i overkant av skråning skal ha avstand større enn 2 x skråningshøyden til underliggende skråning [4] for å unngå negativ påvirkning på skråningen.

Arealet nederst ved Vangsbekken, markert med rød ring på Figur 5-1, er infisert med fremmede arter. Derfor må eventuelle overskuddsmasser fra dette området kjøres til egnet deponi. Det må også legges ut duk over original grunn som tiltak for å forhindre spredning.



Figur 5-1: Disponibelt areal for mellomlagring.

5.2 Innmåling av terreng

Det skal dokumenteres at utført sikring samsvarer med lagtykkelsene som er prosjektert. Det anbefales at det benyttes LiDAR til dette. Det må da utføres en skann før sikringsarbeidene i ravinene påbegynnes.

Entreprenøren kan vurdere behovet for hyppigheten av skanninger, men det må gjøres på et tidspunkt hvor det fortsatt er praktisk mulig å korrigere tiltaket, med tanke på mektigheter av steinmassene, og senest utføres før utlegging av vegetasjonsdekket. Skanningene må ha en oppløsning som er hensiktsmessig for å vurdere lagtykkelser. Minimum anbefalt punktetthet på 50 punkt/m².

5.3 Vinterarbeid

Entreprenør må sørge for god anleggsdrift under vinterforhold. Det skal ikke innarbeides snø og is i sikringstiltaket som smelter og danner synkehull ved våren. Praktisk gjennomføring av brøyting og/eller tildekking av masser styres at utførende. Lagring av snø på skråningstopp skal unngås. Det er lagt opp til en viss grad av sortering av massene på stedet. Mellomlagrede masser med tele forhindrer praktisk gjennomføring av sorteringen. Etablering av selve bekkeløpet bør om mulig utføres i sommerhalvåret, når det ikke er snø, frost og tele.

5.4 Bevaring av vegetasjonsdekket

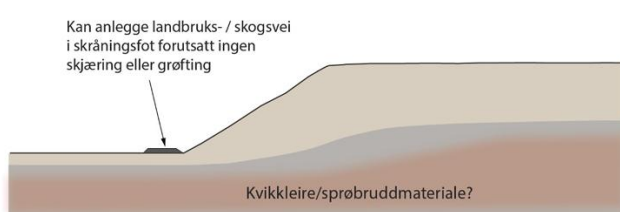
Suksessivt som anleggsveien drives nedover ravinene skal vegetasjonsdekket (ca. øverste 20 cm) fjernes og lagres i ranker i siden av ravinene, eller på omlastingsplassen dersom det ikke er mulig med lokal lagring. Rankehøyden skal ikke overstige 2 meter i høyde, og massene skal lagres løst og ukomprimert. Disse massene skal gjenbrukes til å dekke over sikringstiltaket ved avslutning av utførelse. Det må ikke graves dypere enn 30 cm i bunn av skråning. Dersom det blir behov for utgraving



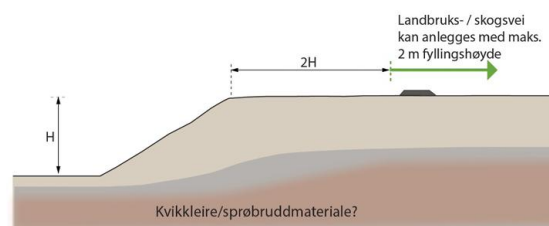
av eksisterende masser i ravinedalene under vegetasjonsdekket, skal dette avklares med geotekniker, da dette kan ha en destabiliserende effekt på ravineskråningene.

6 Adkomstveger

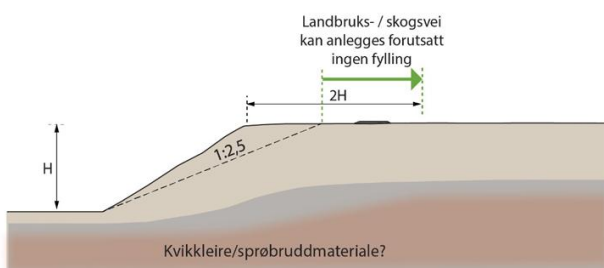
Det er utarbeidet forslag til adkomstveger fra det offentlige vegnettet og inn til sikringsområdene/ravinene, for tilkomst av anleggsmaskiner til bunn av ravinedalene. Etablering av anleggsveger skal ikke medføre negativ påvirkning av stabiliteten. Dette styres av prinsippene i vedlegg 2 i NVE Veileder 1/2019 [4], som vist på Figur 6-1. Trafikklast på anleggsvegen medregnes i vurdering av vegfyllingens belastning på skråningen. De ulike alternativene for adkomst er skissert i plan på RIG-TEG-001.



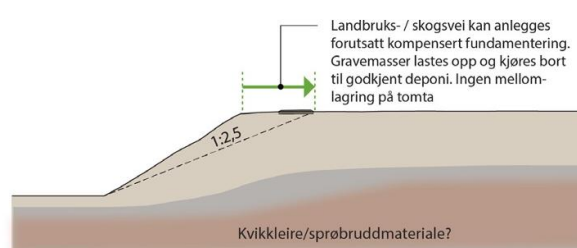
Figur 11 Landbruks-/skogsvei kan plasseres i foten av skråning forutsatt ingen skjæring/graving i skråningsfot



Figur 12 Landbruks-/skogsvei kan plasseres på toppen av skråning bak 2H forutsatt ingen fyllingshøyde < 2 meter



Figur 13 Landbruks-/skogsvei kan plasseres på toppen av skråning bak 1:2.5-linja forutsatt ingen fylling



Figur 14 Landbruks-/skogsvei kan plasseres på toppen av skråning innenfor 1:2.5-linja forutsatt kompensert fundamentering

Figur 6-1 Utklipp fra Vedlegg 2 i Kvikkleireveilederen [4] som viser føringer for etablering av adkomstveger.

Tilkomstvegene utformes av entreprenør basert på behov for anleggsmaskiner. Der eksisterende veier brukes, skal disse etterlates i minst like god tilstand som før anleggsstart. Førtilstand dokumenteres med bilder.

Adkomstveger på jordbruksarealer og ned mot ravinedalene etableres på fylling med separasjonsduk av bruksklasse 5, i henhold til tabell 4.4.3-1 i N200 [5], og eventuelt geonett der det er utfordringer med bæreevne for anleggsmaskiner. Før vegfyllingene legges ut, skal matjorden graves vekk og mellomlagres på godkjent sted til adkomstvegen fjernes og matjorden legges tilbake.

All fjerning av masser under vegetasjonsdekke/matjord, for etablering av anleggsveger i eller på nedsiden av skråninger, skal utføres seksjonsvis med seksjoner på maksimalt 6 m for å unngå forverring.

Kulvertkrysningen under jordbruksarealet mellom den øvre og midtre delstrekningen langs Vangsbekken er synlig skadet, og det er usikkert hvor vannet renner i dette området. Det er også observert et synkehull på jorden rett oppstrøms for utløpet til kulverten, som vist i Figur 8-2. Det kan derfor være risiko for at erosjon rundt det skadete betongrøret har dannet hulrom i grunnen som kan gi svekket bæreevne for anleggstrafikk på terreng.

For anleggsveier i ravinene henvises det til avsnitt 7.3.1.



7 Erosjonssikring

Erosjonssikring skal forhindre erosjon som kan utløse skred. En overordnet beskrivelse av planlagt erosjonssikring og arbeidsgang er gitt i kapittel 2 mens det i dette kapitlet gis føringer for hvordan de ulike trinnene skal utføres og hvordan erosjonssikringen skal utformes for å oppnå ønsket effekt.

7.1 Utforming

Erosjonssikringen er en fullprofilsikring som beskytter både bunnen og sidene mot erosjon. Vannkreftene er ikke så store i små bekker, slik at vegetasjon har en betydelig sikringseffekt. Dermed er det viktig å sørge for at stedege vekstmasser legges tilbake på erosjonssikringen, for å tilrettelegge for rask revegetering av kantvegetasjonen. Vekstmassene skal legges tilbake i ca. 15 - 30 cm tykkelse i hele tverrsnittet helt ned til bunnen av bekkeløpet og dekke erosjonssikringen. Det kan suppleres med gytegrus i selve bekkeløpet, selv om det ikke er registrert fisk i vassdragene som skal sikres. Det kan også blandes inn noe grus/stein for å holde vekstjorden på plass.

Utformingen av bekkeløpet har stor betydning for erosjonskreftene. Ved å samle bekkeløpet i et rett løp («kanal») med jevnt fall får vannet større hastigheter, slik at kreftene fra vannet konsentreres og erosjonsfaren øker. Et naturlig vassdrag har en rekke små fall og kulper, som er med på å både bremse vannhastigheten og drepe energi. Det er svært viktig at disse forholdene i vassdraget gjenskapes i så stor grad som mulig, som i figur 7-3.

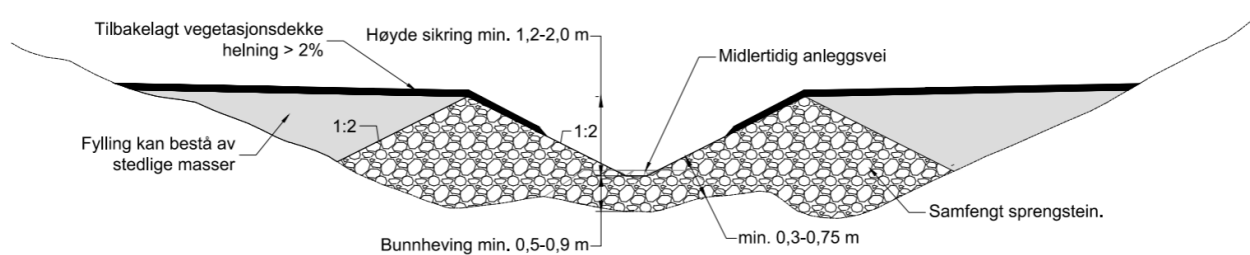
På toppen av sikringsmassene skal det legges et dekklag, tilsvarende den naturlige erosjonshuden i vassdraget. Dekklaget består av større steiner, og skal legges uordnet. Hensikten er å beskytte erosjonssikringen og bremse vannhastighetene. Bekkebunnen skal utformes med en innsnevring for å samle vann ved lav vannføring.

Sideskråninger som ikke inngår i den funksjonelle sikringen, kan etableres med andre masser, gjerne leire. Disse bør være kompakte og ha helning inn mot bekkeløpet for å forhindre alternativt bekkeløp i sideskråningene, se figur 7-2. Fra et bærekraftsperspektiv bør det tilstrebes bruk av lokale masser om mulig.

Hvis aktuelt, skal det etableres motfyllinger tilpasset opprinnelig terreng i større utglidninger i samråd med prosjekterende geotekniker. Dette skal utføres fortløpende etter hvert som anleggsveien legges frem til utglidningene. Anleggsveien skal ikke passere utglidningene uten at dette er utført.

Sikringen tilpasses ved kulvertkrysninger, se 7.7 for nærmere beskrivelse. Ved avslutning av sikringen i Løkenbekken, må fallet i bekken kontrolleres for å unngå økt vannhastighet og erosjon nedstrøms. Steinlegging bør avsluttes på en rett, slak strekning, ikke før en bratt yttersving. Fallet utjevnes typisk over 20–50 m ned mot eksisterende terreng.

For detaljer om dimensjoner og steinstørrelser, se tegninger RIG-TEG-600–614 og Tabell 7-1.



Figur 7-1: Prinsipptegning av sikringstiltaket. Se RIG-TEG-600–614 og Tabell 7-1 for hvor de ulike dimensjonene gjelder.



Figur 7-2: Bilde av ranke med erosjonssikring, der det fylles opp med leire/tette masser til høyre i profilet, slik at en får et jevnt fall mot bekken for at overflatevann vil drenere mot bekken. Bekken skal være laveste punkt i profilet slik at en ikke får etablert et nytt løp på siden. Foto: Multiconsult



Figur 7-3: Bilde av et ferdig anlegg med en kulp med noen steingrupper og tømmerstokker/røtter som er festet i bunnen. Foto: Multiconsult.

7.2 Sikringsmasser

Det skal benyttes sprengstein/samfengte masser. Massene bør sorteres grovt under utlegging slik at de finere massene kommer som et tettende lag i bunn av fyllingen og store stein i toppen. De største steinene kan legges til side og brukes som dekklag. Det er viktig at steinene som legges på toppen legges sporadisk, eller stikker opp fra tette sikringsmasser under. Ferdig sikring skal ikke fremstå som en steinrøys, og det skal ikke være fare for at vilt setter fast bein imellom større steiner eller at vannet forsvinner mellom steinene i topplaget.

Det må brukes rene masser, for å sørge for god vannkvalitet, og for å forhindre forurensing nedover i vassdraget. Tunnelstein med mye plastavfall fra skyteledninger, og bindemiddel i betong, kan ikke benyttes.

Det er utført mengdeberegninger for å vurdere nødvendig massevolum for etablering av erosjonssikringen. Dette er kun grove estimater. Se kapittel 7.2.1.

Sikringen skal ha en vid gradering der $2,5 < D_{85}/D_{15} < 5,0$ og det skal ikke være gap i graderingskurven. Steinen skal være bestandig mot frost og andre belastninger.

I Tabell 7-1 er det summert opp gjeldende dimensjoner og steinstørrelser for de ulike delstrekningene. Disse dimensjonene fremkommer også på RIG-TEG-614. Ved revidering av dimensjoner og steinstørrelser vil dette fremkomme av siste revisjon av arbeidstegning RIG-TEG-614.



Tabell 7-1 Oppsummering av dimensjoner og steinstørrelser for sikringstversnittene for Vangsbekken og Løkenbekken. Alle mål er oppgitt i meter. Målsatte tversnitt er vist på tegning RIG-TEG-614. Ved revidering av dimensjoner og steinstørrelser vil dette fremkomme av siste revisjon av arbeidstegning RIG-TEG-614.

Beskrivelse	Vangsbekken				Løkenbekken
	Øvre delstrekning		Midtre delstrekning	Nedre delstrekning	
	Område 1	Område 2			
Dimensjoner					
Minimum bunnheving	0,85				0,50
Minimum bunnbredde ¹	0,50				
Skråningshelning	1:2				
Minimum tykkelse skråning	0,85				0,50
Minimum tykkelse skråning i yttersving	0,85 ²				1,20
Minimum høyde sikring	1,50	1,70	1,90	1,90	1,20
Steinstørrelser ³					
D ₅₀					
Bunn	0,35				0,20
Skråninger					0,25

7.2.1 Mengdeberegninger

Det er utført mengdeberegninger for å vurdere nødvendig massevolum for etablering av erosjonssikringen og anleggsveger. Usikkerhet ved mengdeoverslagene er diskutert i RIG-RAP-002.

¹ Bunnbredden kan variere opptil 2,0 m, men det skal generelt etterstrebes å holde kanalen smalest mulig for å holde på vannspeilet i bekken.

² Samme krav til minimumstykkelse som for skråninger generelt. Tilpasses eventuelt under utførelse. Se beskrivelse i kapittel **Error! Reference source not found..**

³ Steinstørrelse referer til lengste tverrmål.



Tabell 7-2 Beregnet massevolum for erosjonssikring av Vangsbekken og Løkenbekken. Beregningene er avrundet opp til nærmeste hundre. Alternative masser utenfor sikringsvoll tilsvarende «stedlige masser» som vist på Figur 7-1.

Ravinedal	Erosjonssikring		Delmengder av erosjonssikring: anleggsveier i ravinene ⁴	Adkomstveier fra offentlig vegnett ned til ravinebunn
	Samfengt sprengstein	Alternative masser utenfor sikringsvoll		
Vangsbekken	18 000 pam ³	8 900 pam ³	5 900 pam ³	2 800 pam ³
Øvre	5 500 pam ³	3 100 pam ³	2 700 pam ³	100 pam ³
Midtre	3 600 pam ³	1 600 pam ³	1 100 pam ³	800 pam ³
Nedre	8 900 pam ³	4 200 pam ³	2 100 pam ³	1 900 pam ³
Løkenbekken	2 900 pam ³	500 pam ³	1 900 pam ³	- pam ³
Totalt	20 900 pam³	9 400 pam³	7 800 pam³	2 800 pam³

7.3 Rekkefølge utførelse

Anleggsvei etableres i hele ravineløpet fra adkomstveiene til der sikringstiltaket avsluttes. Selve sikringstiltaket etableres oppstrøms mot nedstrøms (fra nord mot sør). Dette er for å sikre at vannspeilet i bekken blir ivaretatt. Det vises generelt til figur 2-2.

7.3.1 Anleggsveger i ravinene og utlegging av sikringsmasser

Formålet med anleggsveien er å sikre tilkomst til ravinen for gjennomføring av sikringstiltaket. Veien skal muliggjøre transport av masser inn og ut av ravinen ved bruk av anleggsmaskiner med størrelser tilpasset formålet. Anleggsveien vil inngå som en del av sikringstiltaket, og krav til masser og oppbygging er derfor tilsvarende som for sikringstiltaket. Massene skal komprimeres (se kap. 7.4) for hver 30 cm, og den totale lagtykkelsen skal være ca. 1 meter for kjøring og kan reduseres til angitt minimumsnivå (minimum bunnheving) i Tabell 7-1 i neste trinn i arbeidsprosessen. For å ha tilstrekkelig med masser for å etablere nytt bekkeløp, kan det stedvis være behov for noe høyere anleggsvei, se avsnitt 7.3.2.

Anleggsveien skal etableres suksessivt fra tilkomstpunktet og frem til enden av det planlagte sikringstiltaket, med en total lengde i Vangsbekken på ca. 1200 meter og ca. 500 m i Løkenbekken. Bekken kan midlertidig legges om i sikret grøft på siden av veien, se figur 7-4.

Det bør legges opp til snuplasser og møteplasser der det er tilstrekkelig bredde i ravinen.

⁴ Som beskrevet i kapittel 7.3.1, forutsettes det at anleggsvegene i ravinedalene etableres slik at massene brukt til fylling for anleggsvegen kan brukes som en del av erosjonssikringen. I tabellen inngår derfor også mengder for anleggsveger i de totale mengdene som er oppgitt for erosjonssikring med samfengt sprengstein.



Figur 7-4: Eksempel på anleggsvei i ravine og midlertidig omlagt bekk i sikret grøft. Legg merke til steingruppene i elva som er med på å bremse vannhastighetene. Foto: Multiconsult

7.3.2 Utforming sidesikring og etablering av nytt bekkeløp

For deler av sikringstiltaket, der adkomsten er oppstrøms, bør inntransportering av nødvendige masser for å etablere sideskråninger og etablere nytt bekkeløp utføres før arbeidene i dette trinnet utføres. Dette gjelder også masser til dekklag, vekstjord og dødved. Til sikringen må det benyttes maskiner som kan kjøre i endelig utformet bekkeløp.

Utformingen av sikringstiltaket og nytt bekkeløp må utføres oppstrøms til nedstrøms. Dette for å kunne tilpasse plasseringer av tetteribber, se avsnitt 7.5, og iverksette tiltak for å opprettholde vannspeilet. Etter hvert som nytt bekkeløp utformes, skal det følges med på om vannet renner i tiltenkt løp, eller om det forsvinner ned i fyllingen/tar andre veier. Ved tendenser til at vannet forsvinner, skal det utføres vurderinger knyttet til antatt årsak. Dersom vannet forsvinner ned i fyllingen, skal det etableres tetteribber. Dersom vannet forsvinner ut i sideskråninger må det også her forsøkes å tette slik at vannet renner tilbake i tenkt bekkeløp. Som tidligere beskrevet, skal nytt bekkeløp utformes så naturlig som mulig, med kulper, terskler og svinger. Eksempel på terskel vist i figur 7-5 og kulp vist i figur 7-3.

I yttersvinger må det vurderes behov for å legge noe større stein som et dekklag eller tykkere sidesikring.

Utforming av bekkeløp skal utføres i tett samarbeide med prosjekterende geotekniker og vassdragstekniker. Arbeidene bør utføres i sommerhalvåret.



Figur 7-5: Utløpet av en kulp som sikrer vann i bekken i perioder med lavt tilsig i bekken. Utløpet av kulpen legges det ned en tetteribbe som dekkes med et dekklag (noe større stein). Ved utløpet av kulpen får en større vannhastigheter og større erosjonskrefter. Foto: Multiconsult.

7.3.3 Tilrettelegging for naturlig revegetering

Før siste utkjøring må det påses at vegetasjonslaget er tilbakeført over sprengsteinen, helt ned i bekkebunn. Vekstlaget ble tatt vare på fra start av utførelse og skal være ca. 15 - 30 cm tykt. Det skal også legges ut et dekklag hvor det benyttes større stein i størrelsesorden 30 – 40 cm opp til ca. normal vannstand. Se eksempel i figur 2-1. Steinen skal legges uordnet.

I tillegg skal det utplasseres dødved i ravineløpet for rask tilbakekomst av dyremangfold, se Figur 7-6. Alle større trær som er felt i forbindelse med anleggsgjennomføringen, skal legges tilbake som dødved. Dette skal legges ut uordnet og naturlig.



Figur 7-6: Eksempel på ferdig utført sikring og godt utlagt dødv ved. Foto: Multiconsult

7.3.4 Sideraviner og avslutning av sikringstiltaket

Heving av bunnivået i hovedbekken vil føre til at vannspeilet stiger i ravinedalene. Avhengig av fallforhold kan dette påvirke sideravinene ca. 5–20 meter oppstrøms fra samløpet. Det er viktig at en definerer elveløpet i sideravinen slik at vannet føres kontrollert inn i bekken. Formålet er å sikre fall inn til hovedløpet og unngå økt erosjon der bekker møtes. Utforming av sideraviner må tilpasses stedet og gjøres i samråd med prosjekterende.

Generelt kan man si at det anbefales å heve bekkebunnen i sideravinene til minst halvparten av bunnhevingen i hovedbekken ved samløpet. Sikringstiltaket ved sideravinene bør utføres slik at det tilsvarer nivået langs hovedløpet og kan utføres ved etablering av en terskel.

Avslutningen av tiltaket må tilpasses på stedet i samråd med prosjekterende vassdragstekniker og geoteknikk. Det må tilpasses slik at vannhastigheten ikke økes nedstrøms for tiltaket som fører til økt erosjon i dette området.

7.3.5 Snø- og vannhåndtering

Snø kjøres vekk fra anlegget til snødeponi eller lagres på stedet i samråd med prosjekternde geotekniker.

Ved store nedbørsmengder, styrtregn eller andre hendelser som kan gi flomtilstander må entreprenøren sørge for at vannet har en fri og sikker passasje forbi arbeidsområdet. Oppdemming av vann eller is i ravinedalene eller inntak skal ikke forekomme. Entreprenør skal ha tilgjengelige ressurser for sikring av evt. utilsiktet erosjon i bekk eller skråninger under anleggsarbeidene. Påbegynt



sikringsarbeid i hver enkelt ravedal skal fullføres før lengre perioder uten arbeid, for å sikre at vannet ikke begynner å grave på nye steder.

7.4 Komprimering

Komprimering av massene gir en mer kompakt sikring med bedre stabilitet. Dette gjelder også anleggsveger i ravinene, siden disse inngår i sikringen. Komprimering skal utføres som lett komprimering og utføres slik det er praktisk mulig ved bruk av grabb og belting/transport over massene. Rystelser fra komprimering skal begrenses for å redusere risiko for påvirkning på undergrunnen. Vekstjord skal ikke komprimeres.

7.5 Vannspeil i bekken - Tetteribber

I dag består bekkebunn i stor grad av leire som i praksis er helt tett. En erosjonssikring av samfengt sprengt stein er svært permeabel, noe som medfører at det er svært krevende å få vannet tilbake til overflaten av bekken etter ferdig utført erosjonssikring. Ingen av de avbøtende tiltakene en i dag har erfaring med, gir noen form for garanti for at vannet kommer tilbake.

Det er ønskelig å beholde vannspeilet i bekken. For å få vannspeilet opp til overflaten av bekken ved tiltaksområdene, skal det etableres tetteribber. Disse bygges som tverrgående barrierer med svak vinkel mot strømrretningen. Tetteribben skal bygges med naturgrus eller masser med høy finstoffandel (0-60 mm med $D_{50} \approx 10$ mm). Det skal etableres et dekklag over tetteribben for å hindre utvasking av massene. Massene komprimeres lagvis for å sikre god tetting. Ribbene skal etableres mot ren, tett leire, tverrsnittet må skrapes rent før det fylles på.

Avstanden mellom ribbene tilpasses fallforholdene og ved behov (gjennomsnittlig på 10–50 m). Etablering av tetteribber må utføres samtidig som bekkeløpet utformes, og etter etablering av en tetteribbe må det observeres om vannet kommer tilbake eller ikke, for å vurdere behovet for ytterligere ribber/tettere intervaller. (Se NVEs video for utførelse av tetteribber: <https://youtu.be/I3sw46xgHHw?si=9NvTRKUqmlzIKg4c>)

Ved bygging bør de største steinene sorteres ut og legges langs ytterbredden og øverst i bekken som et dekklag for å redusere erosjonsfaren.

7.6 Avslutning og tilbakeføring

Ved avslutningen av anleggsarbeidene skal anleggsområdet ryddes og eventuelle skader på terrenget utbedres. Det skal legges stor vekt på å ivareta miljøverdiene i vassdraget. Kantvegetasjonen reetableres raskt og effektivt ved utlegging av stedegne vekstmasser, og ved flytting eller planting av stedegne trær.

Adkomstveger og anleggsveger utenfor det sikrede området skal fjernes, og eventuelle overskuddsmasser som ikke kan inngå i sikringen, deponeres på et velegnet sted. Dersom massene har vært i områder med fremmedarter må de kjøres til godkjent deponi.

Anleggsmaskiner som har vært i områder med uønskede fremmedarter må spyles og renskes før bortkjøring.

7.7 Overgang til kulvertåpninger

Sikringen skal tilpasses inn mot kulvertenes innløp og utløp, og omfatter følgende kulverter i Vangsbekken:



- Innløpet til kulverten i nedre delstrekning
- Innløpet og utløpet til kulverten mellom midtre og nedre delstrekning

Ved utløpet etableres en vingemur som kobles til eksisterende rør (Ø1000), ev. ny rørdel. Nedstrøms vingemuren sikres bekkebunnen med gabioner. Siden graving under bekkebunnen ikke er aktuelt, legges gabionene direkte på bunnen. Toppen av gabionene vil derfor ligge noe høyere enn bunnen ved utløpet, men for å minimere påvirkning på kapasiteten skal høyden ikke overstige 30-40 cm over bunnen til vingemuren.

Ved kulvertinnløp⁵ etableres også en vingemur. Vingemuren og gabionene tilpasses terreng og erosjonssikring. Erosjonssikring må tilpasses vingemurens høyde.

For beskrivelse av utforming av kulvertutløpet og -innløpet vises det til RIG-TEG-622.

Kulverten mellom den øvre og midtre delstrekningen langs Vangsbekken skal skiftes ut. Se kapittel 8.

8 Reetablering av kulvert i Vangsbekken

Kulverten som ligger under jordbruksarealet mellom øvre og midtre delstrekning av Vangsbekken ligger i et område som opprinnelig var en del av ravineformasjonen, men som er gjenfylt og planert for å etablere nytt jordbruksareal. Kulverten er skadet og må skiftes ut. I praksis må derfor kulverten heves i forhold til dagens nivå for å hensynta bunnhevingen i vassdragene. Kulvertstrekningen under jordet er ca. 140-150 m lang.

Kulverten bør etableres etter at erosjonssikringen er lagt ut for den midterste delstrekningen, da anleggstrafikk og arbeider på jordbruksområdet vil medføre uakseptable setninger dersom kulverten er lagt før erosjonssikringsarbeidene begynner. I tillegg vil kulvertutløpet kunne tilpasses bedre mot sikringen.

⁵ Eksisterende vingemur ved innløpet til kulverten i nedre delstrekning berøres ikke.



Figur 8-1 Skadet innløp til kulvert nederst i den øvre delstrekningen. Bilde fra befarig 19.08.2025.

Det er observert et stort synkehull på jorden, over kulverten, mellom den øvre og midtre delstrekningen, som vist på Figur 8-2. Det kan derfor være risiko for at det er erodert hulrom i fyllingen under jorden.



Figur 8-2 Synkehull over kulvertkrysning mellom øvre og midtre delstrekning langs Vangsbekken, antagelig forårsaket av erosjon langs den skadede kulverten under jorden. Bilde fra befarig 13.05.2025.



8.1 Lukking/tetting av eksisterende kulvert

Før oppstart av arbeidene skal det eksisterende røret inspiseres ved kamerakjøring for å vurdere tilstanden. Røret skal deretter fylles med masser for å redusere risiko for fremtidig drenasje gjennom røret og eventuell rørkollaps. Alternativer for tetting kan diskuteres med entreprenør før utførelse.

Innløpet og utløpet til eksisterende kulvert fylles med betongpropp for å hindre at vannet renner gjennom det ødelagte røret, og bidrar til erosjon som kan skade det nye røret. Det bemerkes at gravearbeidene og fundamentering for den nye kulverten kan preges av sviktende grunn på grunn av erosjon rundt eksisterende kulvert. Eventuelle erosjonsveger rundt eksisterende kulvertinnløp og -utløp må tettes, eksempelvis med leirpropp.

Matjord skal fjernes og mellomlagres i ranker med maksimalt 2 m høyde på godkjente mellomlagringsområder. Ranker skal være brede og avrundet på toppen, ikke spisse.

8.2 Utforming av ny kulvert

Den hydrauliske modelleringen for erosjonssikring av Vangsbekken har lagt til grunn at den nye kulverten har en diameter på 1 000 mm. Den nye kulverten må derfor ha en diameter på Ø1000 eller større.

Når det gjelder materialvalg, er det vurdert både betong og plast som aktuelle alternativer. PE-rør vurderes som det mest gunstige valget på grunn av lav vekt, enklere håndtering, større fleksibilitet og god motstand mot korrosjon, mens betong gir høy stivhet og robusthet ved stor overdekning. Røret må være et dobbeltvegget anleggsrør som tåler opptil ca. 5 m overdekning.

Ekstra krav til skjøting må vurderes for å hindre at røret glir fra hverandre fra setninger og overlagingstrykk på røret.

8.2.1 Høyder og fall

Den nyetablerte ledningen må legges med tilstrekkelig fall. Det forutsettes behov for minimumsfall på 10 promille for å sikre selvreis [6].

Sikringstiltaket oppstrøms og nedstrøms må tilpasses inn mot kulvertåpningene for å ikke risikere at vannet får anledning til å grave på utsiden av kulverten. Det modellerte tiltaket har satt kulvertinnløpet nederst i den øvre delstrekningen til ca. kote +122,3, mens kulvertutløpet på andre siden av jorbruksplaneringen, øverst i den midterste delstrekningen, ligger på ca. kote +121,2. Dette utgjør noe mindre fall enn 10 promille, men det antas at dette kan tilpasses under utførelse.

8.2.2 Grøftetverrsnitt

Det forutsettes behov for masseutskifting med friksjonsmasser til 300 mm under UK kulvert, dersom grunnforholdene rundt den eksisterende kulverten ikke er ugunstige.

Fundamentet under røret skal være minimum 300 mm tykt, bestående av ensgraderte masser med maksimal kornstørrelse 32 mm. Sidefyllingen rundt røret og beskyttelseslaget over røret skal være ensgraderte masser med maksimal kornstørrelse 32 mm. Beskyttelseslaget skal være minimum 300 mm tykt. Det skal legges separasjonsduk av bruksklasse 3, i henhold til tabell 4.4.3-1 i N200 [5], rundt hele grønftetverrsnittet. Se tegning RIG-TEG-621.

Gjenfyllingen over ledningssonen kan gjøres med stedlige masser. Tipping fra lasteplan skal ikke gjøres før overdekningen med ferdig utlagte masser er minst 0,7 m, og det skal ikke kjøres med anleggsmaskiner over ledningene før overdekningen er minst 1,0 m.



For sidefyllingsmassene, beskyttelseslag og gjenfylling er det tilstrekkelig med lett komprimering iht. NS 3458:2004 [7]. Maksimal lagtykkelse for komprimering av sidefylling er 200 mm. Fundamentet komprimeres iht. krav til normal komprimering i NS3458:2004. Det skal ikke komprimeres rett over røret.

For å redusere risiko for drenasje rundt den nye kulverten skal det etableres tettepropper med leire for hver 12 m (annenhver grøfteseksjon).

8.2.3 Sikring av innløp/utløp

Innløp og utløp fra kulverten skal sikres med en betongvingemur og rist. Risten må utformes slik at den kan renses jevnlig, spesielt etter flomhendelser, og det må være god adkomst til innløpet i driftsfasen. Spalteåpningene i risten bør være min. 100 mm, og det bør være fri åpning 100–200 mm mellom kanalbunn og rist.

Vingemuren tilpasses terreng og erosjonssikring. Vanntrykket antas å være begrenset, slik at murtykkelse eller armeringsbehov ikke er kritisk.

Bak muren benyttes frostsikre masser som skal hindre utvasking. Det benyttes grusfilter med tykkelse 0,3–0,4 m. Bak muren ved innløpet legges en leirpropp for å hindre strømning rundt kulverten.

Utløpet sikres på samme måte beskrevet for eksisterende kulverter i kapittel 7.7. Se også RIG-TEG-622. Siden kulverten skiftes ut og legges høyere enn dagens nivå, skal toppen av gabionene ikke overstige bunnen av vingemuren, men ligge på samme nivå. Tykkelsen på laget med gabioner skal derfor være lik tykkelsen på laget med samfengt sprengstein.

8.3 Anleggsutførelse og gravearbeider

Grøftarbeidene skal utføres i henhold til «Veileder for grøftarbeider» [8].

Basert på forutsetningen om jevnt fall på kulverten, er det vurdert hvilke gravedybder en vil få langs traseen over jorden for å etablere den nye kulverten. Modellen indikerer gravedybder på ca. 4,0-5,5 m. Røret må derfor tåle opptil 5 m overdekning. Dersom gravedybdene blir større enn dette, må geotekniker vurdere eventuelle tiltak. Det er en viss risiko for at det må utføres dypere masseutskifting på grunn av utvasking rundt det eksisterende røret under grøftebunn for det nye røret.

Siden området er fylt igjen for opparbeiding av jordbruksarealer, forventes det at det kun graves i oppfylte masser over den opprinnelige bekkebunnen og den ødelagte kulverten. Det er viktig at arbeidene ikke påvirker området mer enn nødvendig. De oppfylte massene er ikke kjent, og kan bestå av alt fra leire- til sand. Det forventes ikke at det er benyttet grovere fraksjoner enn sand i oppfyllingen.

Kulverten bør plasseres vekk fra skråningsfot for å redusere utgravingsmengden og påvirkning på skråningsstabiliteten. Grøftebredden skal ivareta min. 0,5 m arbeidsrom på hver side av røret.

Grøftegravingen skal gjøres seksjonsvis, med grøftekasser, for å redusere påvirkning av stabiliteten i området. Det vises til tegning RIG-TEG-621. Det forutsettes at det kan etableres midlertidige graveskråninger i grøftens lengderetning med helning 1:2 eller slakere for hver seksjon mellom grøftekassene. Seksjonslengde kan tilpasses rørlengder, men skal ikke overstige 6 m i bunn av grøften (ikke inkludert graveskråninger). Utgravinger skal ikke stå åpne over helg eller perioder med ferieavvikling på anleggsplassen

Utgravingen skal utføres med grøftekasser med innvendig avstivning inntil 3 m grøftedybde. Der utgravingen blir dypere enn 3 m sikres de nederste 3 m med avstivede grøftekasser, og terrenget avlastes minimum 2 m på utsiden av grøftekassene med graveskråningshelning 1:2 eller slakere.



Grøfttekassene må tåle et totalt jordtrykk som vist i Tabell 8-1. Det forutsettes karakteristisk anleggslast på 15 kPa på terreng bak grøfttekassene.

Rene overskuddsmasser fra grøftegravingen kan mellomlagres og brukes til oppfylling i erosjonssikringstverrsnittet, i området utenfor sikringsvollen av samfengt sprengstein, som vist på tegning RIG-TEG-614.

Tabell 8-1 Beregnet dimensjonerende jordtrykk mot grøftekasser med 3 meter høyde. Jordtrykket opptrer som en trapeslast med jevn økning mot dybden.

Dybde [m]	Dimensjonerende jordtrykk [kPa]	Kraftresultant [kN/m]
0	16,0	120,0 ved ca. 1,8 m dybde
3	65,0	

Det må påregnes i anleggsfasen at det vil være behov for å midlertidig pumpe vann mellom øvre og midtre delstrekning i Vangsbekken forbi kulverten for å redusere utfordringer med vann i grøften.

9 Oppfølging etter bygging

Det er viktig at de utførte tiltakene holdes under tilsyn og vedlikeholdes slik at den stabiliserende effekten ikke svekkes over tid. Strekninger med flom- og erosjonssikring skal jevnlig inspiseres, og eventuelle svakheter skal utbedres ved tilførsel av nye steinmasser.

Tilsyn med vassdragsanlegg er beskrevet i *Forskrift om kommunalt tilsyn med anlegg for sikring mot flom, erosjon og skred* med hjemmel i Vannressursloven § 53. Forskriften gjelder for tiltaket, da den gjelder tiltak som er delvis finansiert av NVE sine støtteordninger. Det anbefales derfor at tilsynsrutiner som er definert i forskriftens bestemmelser legges til grunn, slik at behov for vedlikehold og utbedringer kan vurderes på en systematisk måte. Kommunen vil ha ansvar for forvaltning (tilsyn), drift og vedlikehold av anlegget.

10 Kontrollplan

Innspill til kontrollplan er gitt i tabell 10-1.

Tabell 10-1: Innspill til kontrollplan.

Kontrollpunkt for utførelse	Omfang/beskrivelse	Ansvarlig/utføres av	Dokumentasjon
Prinsipper for etablering av adkomst veier inn til ravinene	• Separasjonsduk benyttes og geonett etter behov	Entreprenør	Sjekkliste og foto Sjekkliste og foto
	• Masseutskifting i maks. 6 meter seksjoner	Entreprenør	
Etablering av sikringstiltak	• Fjerning og mellomlagring av vegetasjonsdekke	Entreprenør	Sjekkliste og foto Terrenस्कanningsfil
	• LIDAR-skanning for kontroll av tilstrekkelig bunnheving og sikringsmektighet/høyder	Entreprenør	



	- Kontroll av tilkjørte masser: Kontroller at fyll- og erosjonssikringsmaterialet består av egnet materiale iht. 10266634-02-RIG-NOT-001 - Kontroll av ønsket effekt fra etablerte tetteribber	Entreprenør	Foto, sjekkliste
		Entreprenør	Foto, sjekklister
Mellomlagring av masser	- Mellomlagring skal kun foregå ved anvist mellomlagringsområde. - Alle overskuddsmasser skal fraktes ut fortløpende, ev. til plassering anvist av geotekniker.	Entreprenør	Innmåling, foto
		Entreprenør	Sjekklister
Kulvertarbeider ved Vangsbekken	- Ny kulvert etableres i henhold til krav: Diameter $\geq \varnothing 1000$ mm, fall ≥ 10 ‰, fundament og sidefylling iht. krav. - Kontroller ved sikring ved innløp/utløp: Vingemur og gabioner tilpasset terreng, rist med spalteåpning ≥ 100 mm. - Grøftekasser dimensjonert i henhold til beskrivelse i 8.3. Installerer seksjonsvis. - Kontroller graveskåningshelninger som prosjektert, se avsnitt 8.3. - Massene skal komprimeres som beskrevet i 8.2.2.	Entreprenør	Innmåling, foto, sjekkliste.
		Entreprenør	Foto og sjekkliste.
		Entreprenør	Foto, sjekkliste og produktblad.
		Entreprenør	Foto og sjekkliste.
		Entreprenør	Foto og sjekkliste.
Avslutning og tilbakeføring	- Sikringstiltaket dekkes med vegetasjonsdekket - Død ved legges ut/tilbake i ravinen - Større stein/grupper plasseres i bekkeløpet. - Adkomstveger fjernes og omlastingsplass ryddes - Områder der vekstjord er fjernet tilbakeføres.	Entreprenør	Foto, sjekkliste
		Entreprenør	Foto, sjekkliste
		Entreprenør	Foto, sjekkliste
		Entreprenør	Foto, sjekkliste
		Entreprenør	Foto, sjekkliste
Oppfølging	Årlig inspeksjon og kontroller av erosjon og vegetasjon etter kraftig nedbør.	Byggherre	Rapport med foto



11 Referanser

- [1] Multiconsult, «10266634-02-RIG-RAP-001 Prosjekteringsforutsetninger,» 2025.
- [2] Multiconsult, «10266634-02-RIG-RAP-002 Geoteknisk prosjekteringsrapport,» 2025.
- [3] Multiconsult, «10266634-02-RIM-RAP-002,» 2025.
- [4] Norges vassdrags- og energidirektorat, «Veileder nr. 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred,» NVE, Oslo, 2020.
- [5] Statens vegvesen, «N200 Vegbygging,» Statens vegvesen, 2024.
- [6] Gjerdrum, Nittedal, Lillestrøm, Lørenskog, Rælingen, Enebakk, Aurskog-Høland, Flateby vannverk SA, Kirkebygden og Ytre Enebakk vannverk SA, «VA-norm for Nedre Romerike,» Gjerdrum kommune, 2019.
- [7] Standard Norge, «NS 3458:2004 Komprimering - Krav og utførelse,» 2004.
- [8] Regionale verneombud i bygge- og anleggsbransjen, «Veileder for grøftearbeid,» RVO, 2022.
- [9] Norges vassdrags- og energidirektorat, «Sikringshåndboka,» 2023. [Internett]. Available: <https://veiledere.nve.no/sikringshandboka/>. [Funnet 10 2025].
- [10] Norges vassdrags- og energidirektorat, «Veileder nr. 4/2009 Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein,» NVE, 2009.