

# Geoteknisk vurdering av stabiliteten ved Holmejordet

Notat RIG-N01 rev01



# Revisjonshistorikk

Rev:	Dato:	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Kontrollert av
00	17.12.2021	Utkast for kommentarer	NONARS	NOKSTE
01	27.01.2022	Første leveranse justert for kommentarer	NONARS	NOKSTE

## Sammendrag

Larvik kommune har engasjert Sweco Norge AS for å prosjektere oppgraderingen av overvannskulvert på to punkter ved Holmejordet mellom Larvik og Stavern. Økningen i dimensjon ved Stavernsveien vil medføre økt vannføring i bekkeravinen syd for Holmejordet. Med bakgrunn i at området ligger i en kjent kvikkleiresone, er det blitt utført supplerende geotekniske grunnundersøkelser og vurderinger av stabilitetsforholdene langs bekkeravinen.

Bekkeravinen ligger langs en eksisterende kvikkleiresone (1266 Jordet) og løsmassene i området består av 2,0 til 2,5 m tørrskorpe over større mektigheter av kvikkleire.

Stabilitetsvurderingene indikerer at bekkeravinen stedvis har lav stabilitet og vil være sårbar for ytre påkjenninger (pålasting og/eller erosjon). Tiltaket er vurdert til tiltakskategori K1 etter NVEs veileder 1/2019 *Sikkerhet mot kvikkeleireskred* [1]. Dermed stilles det krav til erosjonssikring der erosjon kan medføre skred. Det er vurdert at erosjonssikringen bør utføres som en 2 meters heving av bekken med erosjonssikre masser for deler av bekkeravinen. Bekkehevingen vil også fungere som en motfylling for bekkeravinen noe som bidrar til å øke skråningsstabiliteten.

Dette notatet gir en oppsummering av de geotekniske vurderingene som er beskrevet i rapport 10224184-RIG-R01\_rev00 [2].

Det henvises til kapittel 1.1 for forklaring vedrørende terminologi benyttet i notatet.

**Prosjekt:** Detaljprosjektering Holmejordet  
**Prosjektnummer:** 10224184  
**Kunde:** Larvik Kommune  
**Rev:** 01  
**Dato:** 27.12.2021  
**Opprettet av:** André Nårstad  
**Kontrollert av:** Kjersti Marie Stensrud  
**Godkjent av:** Eirik Vee Natvik  
**Dokumentreferanse** \\nolysfs001\oppdrag\31122\10224184\_detaljprosjektering\_holmejordet\000\_detaljprosjektering\_holmejordet\05 arbeidsmapper\geoteknikk\05 notater\n01 geoteknisk vurdering stabilitet\rig-n01\_rev01 geoteknisk vurdering av stabilitet.docx

# Innholdsfortegnelse

1	Innledning .....	4
1.1	Terminologi.....	4
2	Topografi og grunnforhold .....	4
2.1	Topografi .....	4
2.2	Grunnforhold.....	5
2.3	Faresone for kvikkleire .....	5
2.3.1	Kvikkleire .....	6
3	Erosjonsskader i bekkeravine .....	6
3.1	Erosjonsrisiko .....	7
3.2	Tidligere skredhendelser .....	7
4	Stabilitetsberegninger.....	8
4.1	Drenert og udrenert situasjon.....	8
4.2	Metode for vurdering av skråningsstabilitet.....	8
4.3	Utførte stabilitetsberegninger langs bekkeravine .....	8
5	Tiltak for økt sikkerhet .....	9
6	Referanser.....	11

# 1 Innledning

Larvik kommune har engasjert Sweco Norge AS for prosjektering av endring av kulvertstørrelser ved Stavernsveien og Støperiveien, på Holmejordet i Larvik kommune. Hensikten med økning av kulvertstørrelse er for å forhindre oppdemming av overvann vest for Stavernsveien.

Som en del av arbeidet har skråningsstabiliteten langs bekkeravinen langs sydsiden av Holmejordet blitt vurdert. Det har blitt utført supplerende geotekniske grunnundersøkelser for å kunne vurdere grunnens styrkeegenskaper nærmere.

Dette notatet har som hensikt å trekke frem de geotekniske vurderingene knyttet til skråningsstabiliteten langs bekkeravinen sør for Holmejordet som er beskrevet i geoteknisk rapport *10224184-RIG-R01 Geoteknisk rapport [2]*.

## 1.1 Terminologi

**Erosjon:** løsmassetransport som følge av rennende vann.

**Geoteknikk:** Vitenskapelig ingeniørfag som omhandler jordegenskaper i byggetekniske problemstillinger.

**Kulvert:** Nedgravd tunnel laget for gjennomføringer av eksempelvis vann, trafikk, tekniske installasjoner, trafikanter, etc.

**Overvann:** Samlebetegnelse på nedbør og smeltevann som renner av på tette overflater.

**Ravine:** En mindre dal med bratte sider, dannet i løsmasseavsetninger.

**Sikkerhetsfaktor, F:** Sikkerhetsfaktoren angir forholdet mellom stabiliserende krefter og drivende krefter langs en potensiell glideflate.

**Silt:** Kornstørrelse mellom leire og sand (0,002 til 0,063 mm)

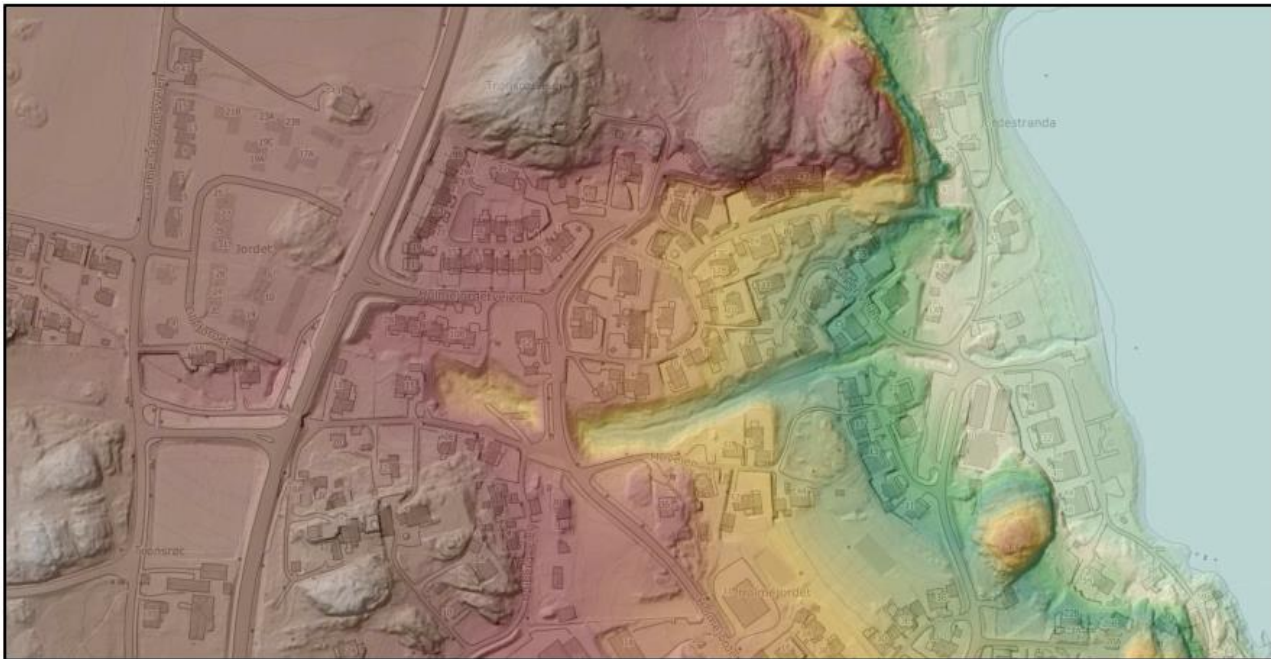
# 2 Topografi og grunnforhold

## 2.1 Topografi

Generelt faller terrenget østover fra Stavernsveien mot sjøen som vist i Figur 1. Langs sydsiden av Holmejordet renner det en bekk fra vest mot øst i en bekkeravine. Sett fra Stavernsveien i vest ned mot Jordestranda i øst er høydeforskjellen ca. 41 meter og terrengfallet lik 1:12.

Dybden på bekkeravinen er mellom 8,0 til 2,3 meter relativt mot nordsiden. Dybden avtar fra vest mot øst som vist i Figur 1.





Figur 1 Kartutsnitt som viser de topografiske forholdene over Holmejordet. Rød/hvit indikerer høyere enn gul/grønn.  
Kilde: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/> (NDH Larvik 5pkt 2017).

## 2.2 Grunnforhold

Det er utført flere geotekniske grunnundersøkelser med borerigg for å kartlegge grunnforholdene i området Holmejordet. Det har som en del av dette prosjektet også blitt utført supplerende grunnundersøkelser. Det er i den sammenheng også tatt opp prøver som er behandlet i laboratorium for å vurdere materialets deformasjons- og styrkeegenskaper. Disse grunnundersøkelsene, sammen med tidligere grunnundersøkelser, danner grunnlaget for de geotekniske vurderingene som er utført.

Grunnundersøkelsene viser at området består av et topplag på ca. 2,0 til 2,5 meter med tørrskorpelag. Under tørrskorpelaget består grunnen av kvikkleire med varierende mektighet mellom 5 til 18 meter. Stedvis under kvikkleiren er det berg, sand eller faste morenemasser. Lenger øst i faresona viser undersøkelsene lag med sand eller faste morenemasser under kvikkleira.

Som en del av grunnundersøkelsene i 2013 og 2021 har det blitt satt ned poretrykksmålere for å observere grunnvannstanden i området. Registrert grunnvannstanden varierer mellom 1 til 3 meter under terreng, hvor dybden til grunnvannstanden øker lengre vest i området.

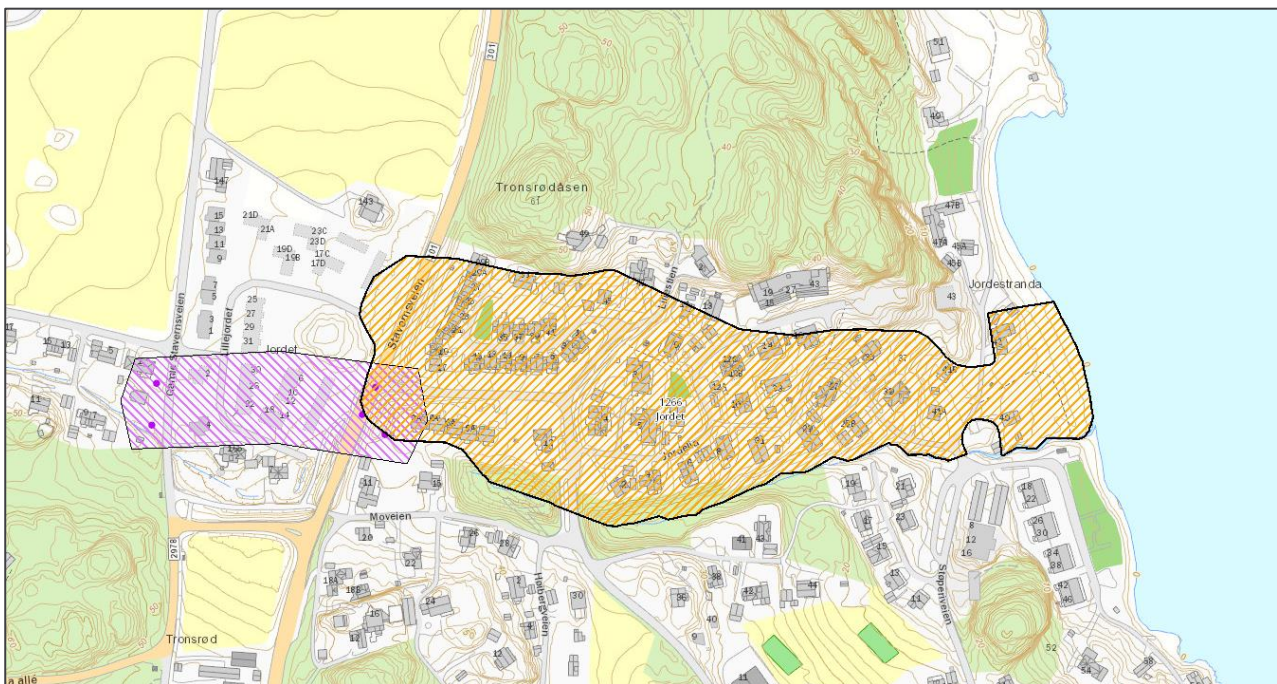
## 2.3 Faresone for kvikkleire

Det ble i 2001-2006 gjennomført en evaluering av NGI (Norges Geotekniske Institutt) for å vurdere faren for kvikkleireskred i Larvik kommune på oppdrag for NVE (Norges Vassdrags- og energidirektorat) [3].

NGI gjennomførte i 2013 nye vurderinger basert på supplerende geotekniske grunnundersøkelser. Det ble også i denne sammenhengen utført stabilitetsberegninger i 4 profiler [4]. Faresonen 1266 *Jordet* er vist i Figur 2.

Sonen ble i 2013 vurdert til: faregrad = middels, Konsekvens = Alvorlig og risikoklasse 3.

Som en del av NGIs vurdering i 2013 ble erosjonssikring av bekkeravinen beskrevet som et forholdsvis enkelt tiltak for å redusere muligheten for utløsning av skred. Med grunnlag i supplerende geotekniske grunnundersøkelser er Sweco enig i sonevurderingen til NGI fra 2013.



Figur 2 Faresonen 1266 Jordet er markert i oransje skravur. Lillaskravur er området hvor Statens vegvesen har kartlagt kvikkleire i grunnen. Kilde: <https://temakart.nve.no/link/?link=faresoner&layer=4&field=fylkesnavn&value=Oslo&buffer=25000>

### 2.3.1 Kvikkleire

Kvikkleire er en benevnelse for et leiremateriale som ved omrøring får en stor reduksjon i skjærfasthet (materialets styrke), omtalt som omrørt skjærfasthet. Leire med omrørt skjærfasthet lavere enn 1,27 kPa (kilopascal = måle-enhet for trykk) omtales av NVEs kvikkleireveileder som jordart med *sprøbruddsegenskaper* [1]. Dersom den omrørte skjærfastheten er lavere enn 0,33 kPa benevnes det som *kvikkleire* etter ISO 17892-2:2017. I praksis vil dette si at leiren blir flytende ved omrøring/overbelastning.

Sprøbruddsegenskaper /  
kvikkleire

Det er ved to punkter i Holmejordet tatt opp prøver som i laboratorium viser omrørte skjærfastheter lavere enn 0,33 kPa. Omkringliggende borer i Holmejordet indikerer også kvikkleire utenfor de områder hvor det er tatt opp prøver.

## 3 Erosjonsskader i bekkeravine

Bekkeravinen ble befart 1. juni 2021 hvor representant fra Larvik kommune, VA-rådgivere og geotekniker fra Sweco Norge AS deltok under befaringen. Hensikten med befaringen var å kartlegge erosjonsforholdene langs bekken og vurdere eksisterende vann- og avløpsanlegg. En tilleggsbefaring for å vurdere



erosjon i bekken og behov for sikringstiltak ble utført av hydrolog 26. august 2021.

Det ble under første befaring observert *litt erosjon* (se vedlegg A i rapport [5] for beskrivelse av erosjonsforhold) nord i bekkens yttersving nord for Støperiveien 21 som vist i Bilde 1. Det ble også under tilleggsbefaringen observert noen erosjonsskader ved kulvertutløpene, samt enkelte andre plasser. Erosjon ved kulvertutløp er ganske typisk, da dette er områder med spesielt høy vannhastighet. Dette er oppsummert i [6].



Bilde 1 Bildet er tatt i nordøstlig retning hvor fotograf står nord for Støperiveien 21. Bildet viser litt erosjon i yttersvingen av bekken. Foto: Sweco Norge AS.

### 3.1 Erosjonsrisiko

Faren for erosjon er størst i de områdene det allerede er påvist erosjon. Disse områdene korrelerer også godt med identifiserte kritiske områder i vannlinjemodellen, og det er derfor ingen spesielle grunner til å være bekymret for andre områder langs bekken. Bekken er også delvis godt vegetert, som i seg selv beskytter skråninger mot erosjon. Erosjon er prosesser som utvikler seg over lang tid, og det er ingenting tilsier at noen av disse områdene er spesielt utsatte for plutselige erosjonsskader i dag. Ved åpning av flaskehalsene i bekken vil imidlertid erosjonsfaren øke, og det vil være viktig å gjennomføre erosjonssikringstiltak for å hindre skader i fremtiden. Disse tiltakene er skildret i [6].

### 3.2 Tidligere skredhendelser

17. september 1994 sør for Støperiveien 29 og 31 gir det et skred. NOTEBY AS ble engasjert for å vurdere skredhendelsen og komme med forslag til tiltak som beskrevet i rapport [7]. Det ble utført sikringstiltak lokalt i det aktuelle området.

Det ble den gangen konkludert med at skredet gitt som følge av mye nedbør som økte poretrykket i grunnen (økt grunnvannstand) som presset mot en skråning med lav stabilitet.

Overnevnt rapport rapporterer også om tidligere skredhendelser på nordsiden av bekkeravinen i 1987.

## 4 Stabilitetsberegninger

### 4.1 Drenert og udrenert situasjon

Løsmasser er en samlebetegnelse for oppdelte masser som ligger over berg. Løsmasser vil kunne være grus, sand, silt og leire. Forskjellen på de nevnte løsmassene er kornstørrelse. Ulike løsmasser oppfører seg forskjellig avhengig av hvordan de belastes og avlastes. Tid spiller også en stor rolle og er beskrevet under som drenert og udrenert situasjon, henholdsvis kort- og langtidssituasjon.

Grus, sand og grov silt har større permeabilitet (hvor godt massene leder vann) enn finere fraksjoner som leire og fin silt. Det vil si at dersom slike masser belastes vil overskuddsvannet i materialet dreneres raskt ut. Slike tilfeller kaller man *drenert* situasjon.

Drenert situasjon

For leire og fin silt vil vannet i massene under belastning bruke lengre tid på å dreneres ut og massene oppfører seg *udrenert*. Over tid vil vannet trenge ut, og situasjonen endres fra udrenert til drenert.

Udrenert situasjon

Skråninger som består av leire og fin silt skal kontrolleres for en drenert og udrenert situasjon. Det vil si at man vet hvilken sikkerhet skråningen har ved korttids- og langtidssituasjon.

### 4.2 Metode for vurdering av skråningsstabilitet

For å kunne vurdere stabiliteten til en skråning benyttes grunnlag av topografi, grunnens lagdeling/beskaffenhet, grunnens styrkeegenskaper, og grunnvannsforholdene (poretrykksforhold). Forutsetningene som legges til grunn har stor betydning på beregningene, og det er viktig at grunnforholdene er godt kartlagt for å kunne fastsette rimelige forutsetninger.

Det utføres faglige skjønn på hvilke skråninger som bør vurderes med beregninger. Typisk vil bratte skråninger og/eller skråninger med stor høyde være aktuelle å vurdere.

Den beregnede sikkerheter med skred beskrives som en sikkerhetsfaktor. Den angir forholdet mellom styrke og belastning og er som følger:

$$F = \frac{\Sigma \text{Stabiliserende moment}}{\Sigma \text{Drivende moment}} = \frac{\text{Styrke}}{\text{Belastning}}$$

Sikkerhetsfaktor

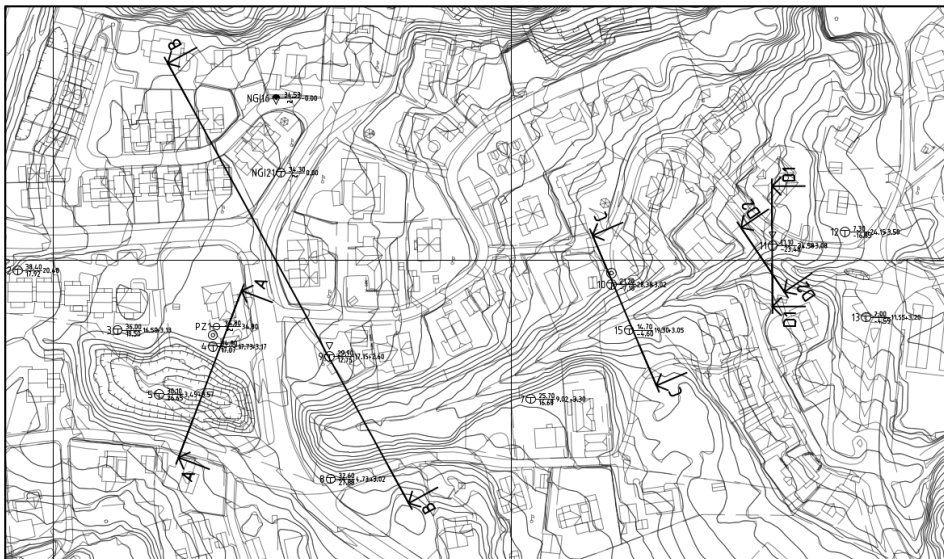
Sikkerhetsfaktorer lik og større enn 1 vil i utgangspunktet betyr at skråningen er stabil.

### 4.3 Utførte stabilitetsberegninger langs bekkeravine

Som del av den geotekniske prosjekteringen som har blitt utført høsten 2021 har det blitt utført nye stabilitetsberegninger langs bekkeravinen, i 4 profiler. Plasseringen av de forskjellige profilene er vist i Figur 3.



Det er spesielt ett profil, profil B-B, som viser lav sikkerhetsfaktor for både udrenert og drenert situasjon. Grunnundersøkelsene viser kvikkleire i relativt stor mektighet. Dette innebærer at skråningen er sårbar for endringer som for eksempel økt belastning på toppen av skråningen eller erosjon eller utgraving i bunnen av skråningen.



Figur 3 Utklippet viser profilinjene for utførte stabilitetsberegninger langs bekkeravinen. Utklippet er hentet fra tegning 10224184-RIG-TEG-010-A00 som ligger vedlagt rapport 10224184-RIG-R01\_rev00 [2].

Selv om stabiliteten i skråningen er lav, er det ikke registrert pågående erosjon i skråningsfot av den kritiske skråningen og hydrologiske beregninger tilsier heller ikke at området er spesielt erosjonsutsatt. Det er heller ingenting som tilsier umiddelbar fare for utglidning. Vi anbefaler likevel at skråningen stabiliseres for å gjøre den mer robust og mindre sårbar for endringer.

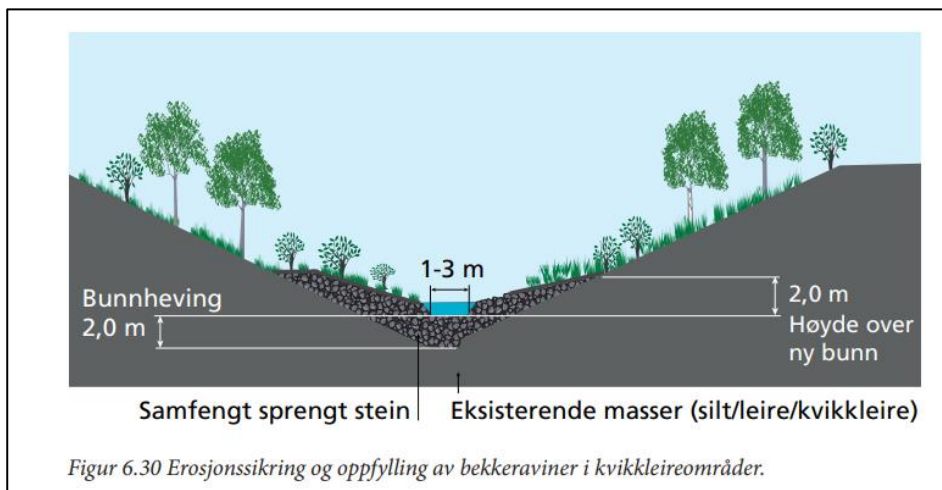
## 5 Tiltak for økt sikkerhet

Tiltaket ved oppgradering av kulvertstørrelser ved henholdsvis Stavernsveien og Støperiveien vil medføre økt vannmengde i bekken ved større nedbørshendelser. Tiltakskategorien for arbeidene er vurdert til K1 (lokalt vann- og avløpsanlegg). Tiltaket forverrer ikke stabiliteten til skråningene, men kvikkleireveilederen stiller krav til at «erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges».

Beregningen i profil B-B viser at stabiliteten av skråningen er sårbar for erosjon. Dette sammen med at det er kjent tidligere (mindre utglidninger langs bekken) som tilsier at bekken må erosjonssikres. En vanlig metode er å grave ut masser i langs bekken for deretter å plastre med grovere, erosjonssikre masser. Dette vil ikke være en egnet metode langs bekken på Holmejordet fordi det vil innebære en midlertidig forverring av stabiliteten. Det anbefales derfor en løsning der bekken heves og blir liggende i en fylling med friksjonsmasser (sand/grus/stein). Denne fyllingen vil i tillegg fungere som en motfylling og dermed også bedre stabiliteten i skråningen.

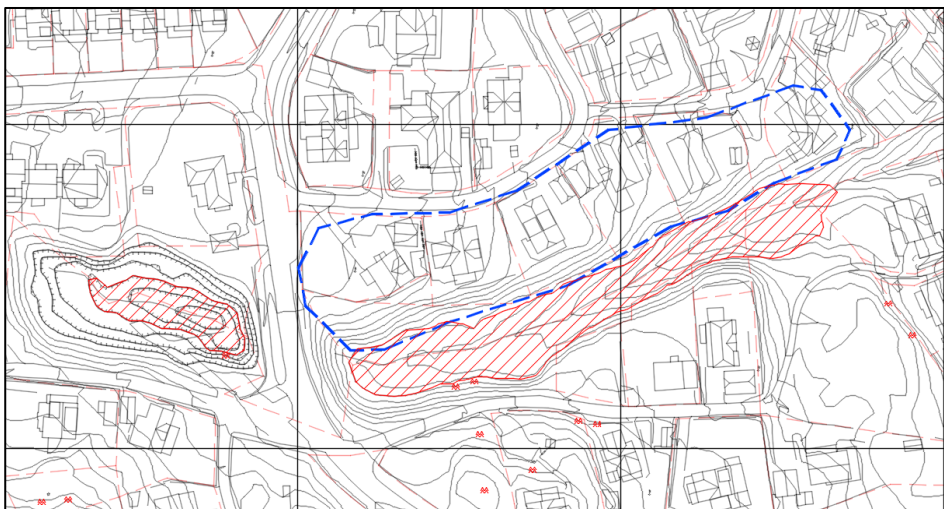
For et K1-tiltak stilles det i utgangspunktet ikke krav til forbedring av sikkerheten til skråningen utover å sikre bekken mot erosjon. For å gjøre skråningen mer

robust og dermed mindre sårbar mot endringer, er det valgt å legge opp til en forbedring av stabiliteten. For et K3-tiltak, det vil si tiltak som f.eks oppføring av enebolig, vill det være stilt krav til en økning av sikkerhetsfaktoren på >10%. Dette vil tilsvare en bekkeheving på ca. 2 m fra eksisterende terreng i ravinebunnen i det mest utsatte området. Dette vil gjøre skråningen mindre sårbar for endringer for dagens situasjon, men er ikke ment å gi rom for økt utnyttelse (bygging av hus) eller tiltak som innebærer oppfylling på toppen av skråningen. Eksempel på hvordan en slik bekkeheving kan se ut er vist i Figur 4.



Figur 4 Eksempel på erosjonssikring ved bekkeheving. Kilde: Vassdragshåndboka, s. 285 [8].

Figur 5 viser tiltenkt omfang av bekkeheving i ravinedalen. Som en del av bekkehevingen blir det behov for å heve eksisterende kulvert som går under fyllingen hvor Holmejordetveien krysser bekkeravinen.



Figur 5 Utklippet viser omfanget (rød skravur) av bekkeheving på 2 meter i bekkeravinen. Bekkehevingen vil avta i høyde/mektighet mot øst fra Holmejordetveien. Blå stiplet linje viser skråningen som vil få økt robusthet som følge av bekkehevingen.

## 6 Referanser

- [1] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Veileder nr. 1/2019, Sikkerhet mot kvikkleireskred,» Oslo, 2020.
- [2] Sweco Norge AS, «Geoteknisk prosjekteringsrapport, detaljprosjektering Holmejordet, rapportnr.: 10224184-RIG-R01 rev00.,» Oslo, 2021.
- [3] Norges geotekniske institutt (NGI), «Evaluering av risiko for kvikkleireskred Larvik kommune,» Oslo, 2006.
- [4] Norges Geotekniske Institutt (NGI), «Utredning av kvikkleiresoner i Larvik kommune, 20110548-01-R rev00,» 2013.
- [5] Norges vassdrags- og energidirektorat, «Ekstern rapport nr. 9/2020, Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred,» Oslo, 2020.
- [6] Sweco Norge AS, «Holmejordet - Vannlinjeberegning og erosjonssikring, 10224184,» Oslo, 2022-01-26: rev. 1.
- [7] NOTEBY AS, «Ras på Holmejordet, Brunlanes,» 1994.
- [8] T. Fergus, K. A. Hoseth og E. Sæterbø, Vassdragshåndboka, Trondheim: Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), 2010.