

---

RAPPORT

---

Ingeniørgeologisk rapport – Strekning 1 (pel 965-1390)



Kunde: Bergen kommune

Prosjekt: Løvtien etappe 4, del 2

Prosjektnummer: 26481005

Dokumentnummer: 26481005\_Ing.geo\_R01\_A01 Rev.: 11.12.2019

## Sammendrag:



Sweco Norge AS er engasjert av Bergen kommune for å etablere etappe 4 del 2 av Løvtien langs Løvtakken i Bergen kommune. Etappe 4 del 2 ligger på østsiden av Løvtakken, og vil kobles på Løvtien etappe 4 del 1 i sør ved Fredlundsvingen og i nord ved Løvtakklien og Grønnlien.

Denne rapporten vil tar for seg ingeniørgeologiske utfordringer for etablering av Løvtien etappe 4 del 2 strekning 1.

Strekningen går fra pel nr. 965 - pel nr. 1390. Veggen skal bygges på konvensjonelt vis ved å legge den inn i terrenget. Her vil det etableres skjæringer, murer og fyllinger. Det vil bli dannet bergskjæringer som må boltesikres ved behov. I tillegg er det enkelte området som må sikres for å unngå nedfall på veggen og på bebyggelse under. Fra pel 964-980 skal berget wiresages.

## Rapporteringsstatus:

- Endelig
- Oversendelse for kommentar
- Utkast

<b>Utarbeidet av:</b> Roger Sørstø Andersen	<b>Sign.:</b>  Roger Sørstø Andersen (13 dec 2019)
<b>Kontrollert av:</b> Brit Vatne	<b>Sign.:</b> 
<b>Prosjektleder:</b> Ib Mikkelsen	<b>Prosjekteier:</b> Arne Nilssen

## Revisjonshistorikk:

Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av
	11.12.2019	Ingeniørgeologisk rapport	NOROAN	NOVATN
	16.11.2017	Ingeniørgeologisk rapport	NOROAN	NOVATN

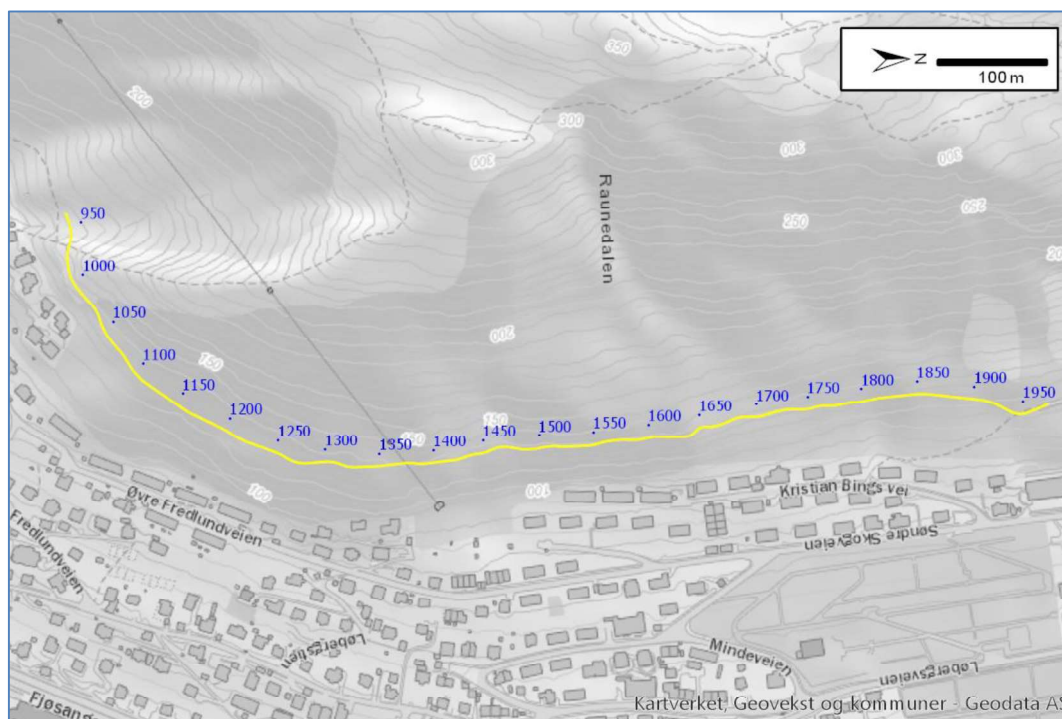
## Innholdsfortegnelse

1	Innledning .....	4
1.1	Grunnlag.....	4
1.2	Regelverk og sikkerhetsklasser .....	5
1.3	Geoteknisk kategori .....	5
1.4	Prosjekteringskontroll.....	5
1.5	Tiltaksklasse.....	6
1.6	Befaring .....	6
2	Områdebeskrivelse .....	6
2.1	Løsmasser.....	7
2.2	Berggrunn og sprekker.....	7
2.3	Skredfare.....	7
2.4	Klima .....	8
3	Generelle prinsipp for hele Løvtien del 2 .....	8
3.1	Støttemurer på oversiden av vegen .....	8
3.2	Sprengning og rystelser .....	8
4	Beskrivelse strekning 1 pel 965 - 1400 .....	9
4.1	Wiresaging pel 964 – 980 .....	9
4.2	Sikring av naturlig terreng .....	9
4.3	Sikring av bergskjæringer .....	10
4.4	Sikringstiltak under anleggsarbeider .....	10
4.4.1	Oppsummert sikringsbehov .....	11
5	Referanser .....	11

# 1 Innledning

Turveien Løvtien etappe 4 del 2 strekker seg fra oversiden av øvre bebyggelse i Fredlundsvingen (pel 965) til Grønlien (pel 1970) (Figur 1).

Fjellsiden er østvendt, og stedvis svært bratt. I dette notatet er det fokusert på geologiske problemstillinger knyttet til vegbygging i ulike partier langs linjen.



Figur 1: Oversikt over Løvtien etappe 4 – del 2.

De tre strekningene for Løvtien etappe 4 del 2, er omtalt i tre forskjellige rapporter. Første rapport er for strekningen fra pel nr. 965 - pel nr. 1400 der vegen skal bygges på konvensjonelt vis ved å legge den inn i terrenget. Her vil det etableres skjæringer, murer og fyllinger.

Rapport 2 omhandler midtpartiet som på grunn av svært bratt terreng og store utfordringer for sikkerhet og skredsikring, vil bli bygget som en konstruksjon. Konstruksjonen vil starte med brokar på ca. pel 1400 og avsluttes med brokar ved ca. pel 1780.

Rapport 3 omtaler strekningen nord for konstruksjonen. Vegen vil etableres som første del på konvensjonelt vis ved å legge vegen inn i terrenget. Det etableres skjæringer, murer og fyllinger. Vegen strekker seg her fra ca. pel 1780 til pel nr. 2000.

## 1.1 Grunnlag

Rapporten bygger på følgende grunnlag:

- Plan- og bygningslovens tekniske forskrift TEK 10 §7-3 ([www.lovdata.no](http://www.lovdata.no))
- Veileder til kartlegging av flom- og skredfare i arealplaner fra NVE ([www.nve.no](http://www.nve.no))
- Berggrunns- og løsmassekart fra NGU ([www.ngu.no](http://www.ngu.no))
- Laser-skannede kartdata som grunnlag for terrengmodell, helningskart og skyggekart
- Skredfarekartlegging i Bergen kommune (Eidsvåg 2012)
- Befaringer utført i perioden 2016-2017.

## 1.2 Regelverk og sikkerhetsklasser

Det er ikke definert sikkerhetsklasse for prosjektet i henhold til Plan- og bygningslovens tekniske forskrift, men det vil være naturlig å plassere prosjektet i sikkerhetsklasse S1 der krav om største nominelle årlige sannsynlighet for skred skal være mindre enn 1/100.

Kommunen har gjort klart at det skal være fokus på at skredfaren mot nedenforliggende bebyggelse ikke skal økes verken i byggefase eller i tiden etter prosjektet er ferdigstilt. Stedvis vil prosjektet øke sikkerheten mot skred for underliggende bebyggelse i forbindelse med etablering av turvegen.

## 1.3 Geoteknisk kategori

Eurokode 7 angir prinsipper for fastsettelse av geoteknisk kategori for prosjektering. For konstruksjoner på/i berg, herunder bergskjæringer, byggegrop, tunneler og bergrom vurderes disse prinsippene som ikke relevante for alle forhold, da Eurokode 7 er basert på geotekniske fundamenteringsforhold. Som utgangspunkt for fastsettelse av geoteknisk kategori anbefaler Norsk Bergmekanikkgruppe at prosjektets pålitelighetsklasse (CC/RC) (ref. NS-EN 1990) vurderes i tillegg til grunnforholdenes kompleksitet.

Geoteknisk kategori (GK) har betydning for utførelse under planlegging, bygging og drift av prosjektet. Geoteknisk kategori er en funksjon av vanskelighetsgrad og pålitelighetsklasse, og er gitt av

Bergskjæringene i forbindelse med utsprenkning av vegen vil få en høyde på opp mot 6 meter. Prosjektet er valgt som «Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i enkle og oversiktlige forhold» fra tabell NA.A1(901) i Eurokode 0. Bakgrunnen for dette er lave skjæringshøyder. Vanskelighetsgraden er vurdert å være lav- middels av samme grunn. Dette gir ifølge Tabell 1 geoteknisk kategori 2.

Tabell 1: Definisjon av geoteknisk kategori.

Pålitelighetsklasse	Vanskelighetsgrad		
	Lav	Middels	Høy
CC/RC 1	1	1	2
CC/RC 2	1	2	2/3
CC/RC 3	2	2/3	3
CC/RC 4*	*	*	*

\* Vurderes særskilt

## 1.4 Prosjekteringskontroll

Kravet til prosjekteringskontroll knyttes opp mot valgt pålitelighetsklasse. Pålitelighetsklasse 2 medfører egenkontroll, intern systematisk kontroll samt utvidet kontroll (Tabell 2).

Tabell 2: Prosjekteringskontrollklasse og krav til kontrollform ved prosjektering

Valg av prosjekteringskontrollklasse		Krav til Kontrollform		
Pålitelighetsklasse	Minste prosjekteringskontrollklasse	Egenkontroll	Intern systematisk kontroll	Utvidet kontroll
1	PKK1	kreves	kreves ikke	kreves ikke
2	PKK2	kreves	kreves	kreves
3	PKK3	kreves	kreves	kreves
4	Skal spesifiseres	kreves	kreves	kreves

## 1.5 Tiltaksklasse

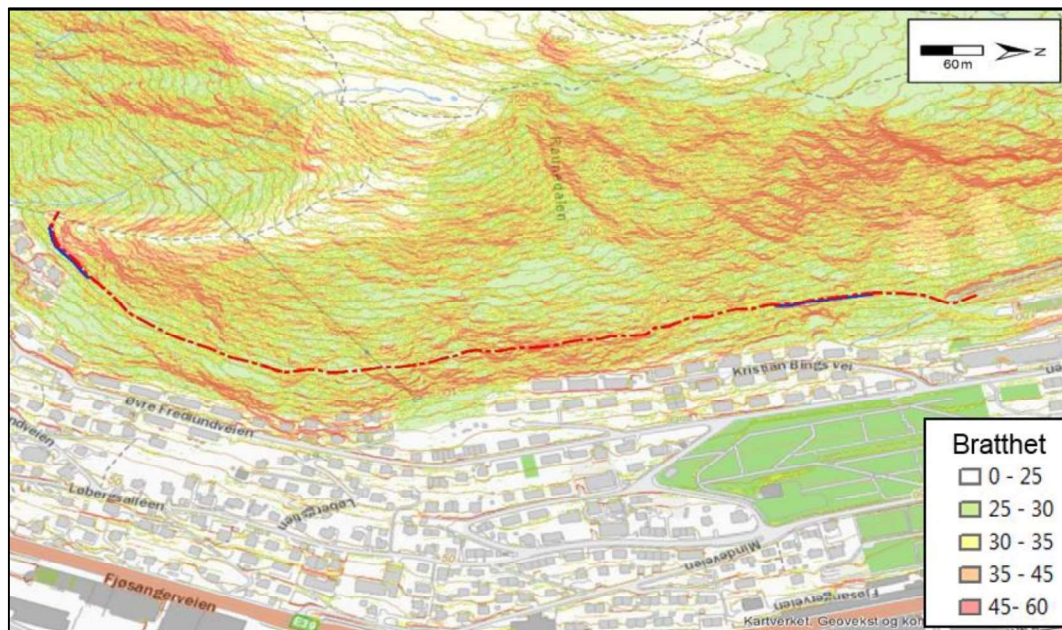
Prosjektet er vurdert å ligge i tiltaksklasse 2 på bakgrunn av middels vanskelighet og konsekvenser. Tiltaksklasse 2 medfører at det skal utføres uavhengig kontroll av prosjekteringen, samt utførelse.

## 1.6 Befaring

Det har i 2016 og 2017 blitt utført en rekke befaringer i Løvstien. De geologiske og geotekniske befaringene er utført av Roger S. Andersen, Brit Vatne, Marianne Borge og Krishna Aryal fra Sweco Norge AS. I tillegg har det blitt utført droneflygning med filming og foto av området, dette ble utført av Tord Are Meisterplass.

## 2 Områdebeskrivelse

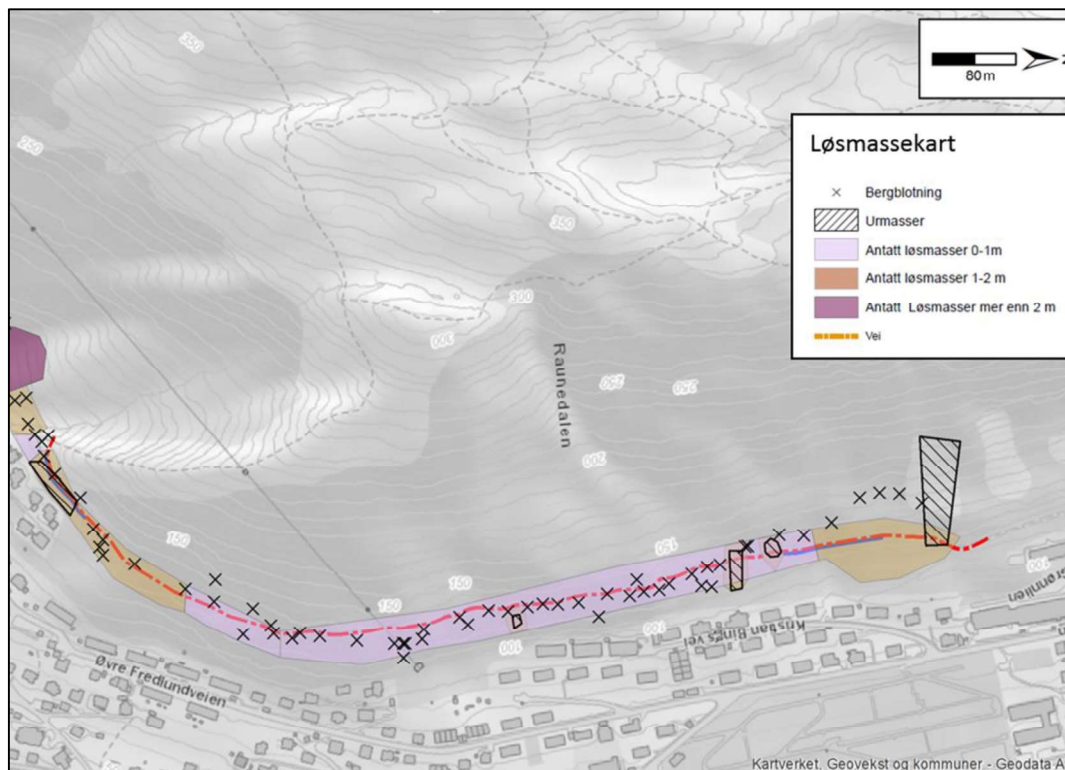
Terrenget er i sentrale deler av området preget av bratte, tilnærmet vertikale skrenter som danner løснеområder for steinsprang. Foruten skrentene varierer terrenghelningen i området over og under disse fra ca. 30-50° (se helningskart i Figur 2). Terrenget er i stor grad bevokst med barskog, stedvis er det klynger med gran.



Figur 2: Helningskart.

## 2.1 Løsmasser

Det ligger en del løsmasser i terrenget med varierende mektighet fra noen få cm til opptil flere meter tykkelse. Terrenget hvor løsmassene ligger er i noen tilfeller bratt nok til at det kan løsne løsmasseskred, særlig dersom en utfører terrenginngrep i området. Det ligger urer flere steder i traseen. Terrenginngrep må planlegges nøye, samt drenering av vann må ivaretas slik at drenering følger de naturlige dreneringsveiene i størst mulig grad. Beskrivelse av inngrep i bratt løsmasseterrang og urer, oppbygging av natursteinmurer er beskrevet i eget geoteknisk notat (26481002-Geoteknikk-RIG-R01-A01). Løsmassekart er vist i Figur 3.



Figur 3: Løsmassekart med antatt løsmassetykkelse kartlagt på befaringer.

## 2.2 Berggrunn og sprekker

Berggrunnen i området er av NGU kartlagt som øyegneis til flasergneis, for det meste granittisk, rød, biotittrik.

Strøk og fall målinger og observasjoner viser at foliasjonen i berget faller ut mot øst med 30-50°. Et annet sprekkesett har vertikalt fall og stryker ØSØ-VNV. Det finnes også et sprekkesystem som har strøk tilnærmet N-S med tilnærmet vertikalt fall.

Sprekkesystemene viser at det i nyetablerte skjæringer vil det kunne dannes avgrensede blokker med fall ut mot vegen som avgrenses på sidene og i bakkant.

## 2.3 Skredfare

Det er tidligere utført skredfarekartlegging av fjellsiden [1]. Resultatene fra denne kartleggingen viser at store deler av turvegen vil gå i områder der nominell årlig sannsynlighet for skred er større enn 1/1000 og 1/5000. I området ovenfor Kristian Bings veg er skredfaren anslått å være større enn

1/100. Det er hovedsakelig steinsprang som er den dimensjonerende skredtypen. Snøskred ansees som mindre sannsynlig på bakgrunn av klima og at terrenget er av en ru karakter uten typiske løснеområder for snøskred.

Løsmassene i området er hovedsakelig morenemateriale, og stedvis ur. Områder der løsmassene ligger bratt ( $>27^\circ$ ) er potensielle løснеområder. En vanlig løsnemekanisme ved jordskred er høyt vanninnhold i massene, eller undergraving i bunn. Ved inngrep i slike skråninger må det enten etableres stabile graveskråninger, eller det må settes opp mur for å hindre utglidning av masser. Det må også forsøkes i den grad det er mulig å bevare naturlige dreneringskanaler.

## 2.4 Klima

I følge senorge.no ligger årsnedbøren i Bergen på ca. 2400 mm. Størst andel av nedbøren kommer om høsten og tidlig vinter.

## 3 Generelle prinsipper for hele Løgstien del 2

### 3.1 Støttemurer på oversiden av vegen

I områder hvor det skal etableres bergskjæringer med løsmasser på toppen, kan det være fare for utrasing eller nedfall av steiner og løsmasser. I slike tilfeller anbefales det å etablere sognemur. Det må foretas fortløpende vurderinger av hvor det er nødvendig å etablere mur. Det anbefales å kontakte en geotekniker eller geolog for vurdering av plassering av sognemur. Sognemur etableres ved å bore og gyse fast varmforsinket kamstålbolter  $\text{Ø}32$  mm ca. 1,5- 2 m inn i fast berg, og med senteravstand 0,5 m. Deretter stables det liggende plank 98mm\*48mm mellom boltene. Sognemurer er vurdert å være ca 0,5-1 meter høy. Antall meter med sognemur langs hele strekningen er estimert å være ca 250 meter. Det er viktig at vann kan drenere gjennom sognemuren. Eksempel på sognemur er vist i Figur 4.



Figur 4: Eksempel på sognemur.

### 3.2 Sprengning og rystelser

All sprengning i området skal utføres forsiktig. Endelig skjæring skal sprenges med kontur  $c/c = 0,5$  m. Rystelser skal ikke overstige 25 mm/s. Det skal utføres rystelsesmåling på bygninger



fundamentert på berg innenfor en radius på 100 meter og bygninger fundamentert på løsmasser innenfor en radius på 50 m iht. NS 8141. Omfang av rystelsesmålinger kan tilpasses av geolog i byggefasen.

## 4 Beskrivelse strekning 1 pel 965 - 1400

Området går igjennom terreng som stort sett er dekket av løsmasser. Det er en god del oppstikkende bergknauser i løsmassene. Mektigheten varierer fra noen få cm til et par meter. Stedvis er det noen urer som kan ha større mektighet. Urene skal i hovedsak ikke gås igjennom, men det skal flyttes litt på stein i toppen og vegen legges over urene.

### 4.1 Wiresaging pel 964 – 980

Ett parti fra pel 964 til pel 980 er det planlagt å bruke wiresaging, mellom pel 964-980 skal det sages dobbeltsidig skjæring. Skjæringen vil på det høyeste bli opptil 7 meter høy.

Wiresaging er et annet alternativ der berget avløses tilnærmet uten rystelser og med mindre støvproblematikk enn ved sprengning. Metoden kan gjennomføres normalt ved såkalt "blind cut" eller å bore et horisontal og et vertikalt styrehull der man fører en sagewire gjennom. Wiresag monteres på skinnegang, ev. en egen rigg, og drar wiren bortover skjæringen. En fordel med denne metoden er at man kan sage flere hundre kvadratmeter i ett snitt, så det vil kunne utføres i én sageoperasjon å etablere skjæringsveggen i dette tilfellet. Sagingen tar likevel en del tid mht. tilrigging. Metoden produserer til dels mye slam som må tas hånd om. utfordringer kan også oppstå med å få plass til ansett for styrehullene og at det ofte må brukes store borkronediametere, da særlig ved blind cut.

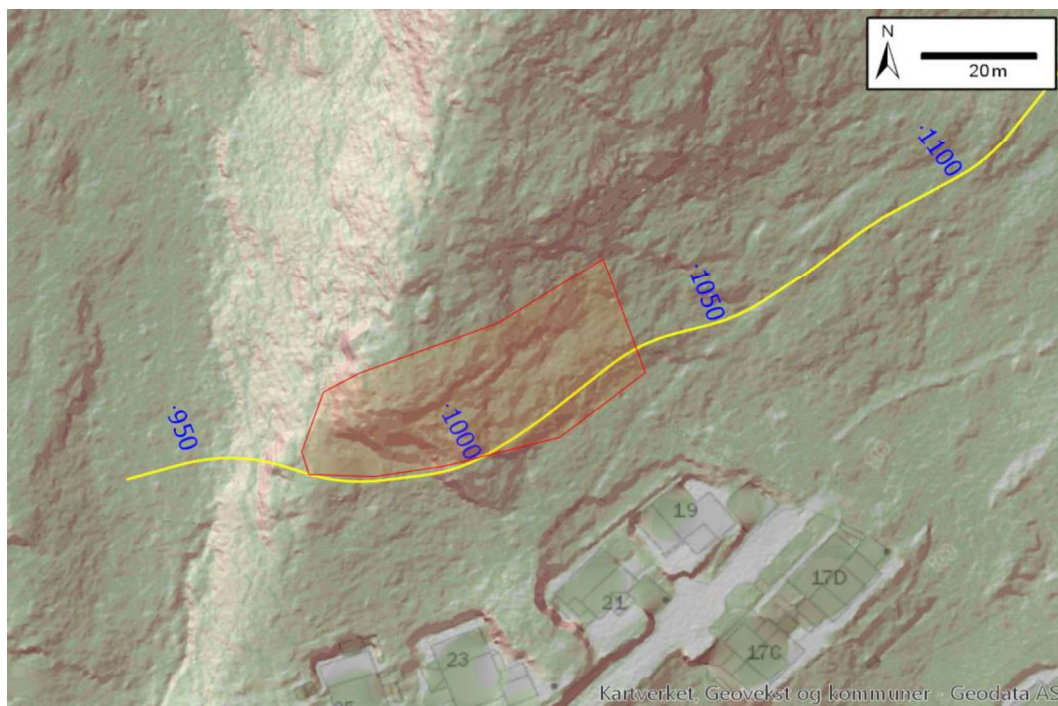
Sprekkesystemer i berget tilsier at det må sikres med bolter i den sagete skjæringen. Grunnet bratte utgående sprekkesystemer kan det i tillegg være aktuelt med forbolter for å hindre at det raser ut berg. Geolog vil fortløpende bestemme sikringsopplegg, bolter, fanggjerd og evt. forbolting.

### 4.2 Sikring av naturlig terreng

Ved ca. pel 965-1040 er det avgrenset berg tett over vegtraseen som må sikres med fjellbolter (Figur 5). Det anslås ca. 20 bolter til dette punktet. Det skal benyttes endeforankrede bolter med diameter Ø20 mm og en lengde på 3 meter. Boltene skal forankres minimum 1 meter inn i fast fjell. Markering av boltesikringen utføres av geolog i felt.

Sporadisk vil det utover dette punktet kunne bli behov for sikring av enkelte mindre partier og avgrensede blokker langs traseen. Boltebehovet er vurdert til å være ca. 40 stk.

Totalt sikringsbehov i naturlig terreng er vurdert til å være 60 stk. fjellbolter for denne delen av traseen.



Figur 5: Avgrensede blokk over traseen ca. ved pel nr. 965 - 1030, De første ca 100 meterene renskes for avgrensede blokk i berget innmerket med rødt m/ oransje, blokk som ikke går ned skal vurderes sikres med bolter. Her kan det bli aktuelt med fanggjerde under arbeidene med rensk/sikring og wiresaging.

### 4.3 Sikring av bergskjæringer

De planlagte utsprengte skjæringene langs vegen på denne strekningen, har høyde opptil 4-5 meter. Sprekkesystemene i området viser et sprekkesett som har fall ca. 25-50° ut mot den planlagte vegtraseen. Grunnet dette sprekkesettet kan det sporadisk bli behov for forbolting. Forbolting utføres med fullt innstøpte bolter  $\varnothing=32$ . Lengde tilpasses på stedet i samråd med geolog. Det anslås behov for ca 50 forbolter.

Det må påregnes bergsikring i de ferdig utsprengte/sagete skjæringene. Det er estimert et sikringsbehov på ca. 1 fjellbolt pr 5 m<sup>2</sup> skjæring. Skjæringsarealet er på denne strekningen av Løvstien anslått til å være ca. 700 m<sup>2</sup> som gir et boltebehov på 140 bolter. Detaljprosjektering av boltesikring (lengde og plassering) må utføres av geolog på stedet i ferdig utsprengte skjæringer.

### 4.4 Sikringstiltak under anleggsarbeider

Utsprengning av skjæringer må planlegges nøye. Det må fortløpende vurderes på kritiske punkter om det er behov for bruk av midlertidig fanggjerde for å ivareta sikkerheten til bolighusene under. Dette for å unngå at stein som løsner fra skjæring og terreng under sprengning, når bebyggelsen. Det må også vurderes om det skal brukes to lag med sprengningsmatter.

Fanggjerde skal settes ut i kritisk/bratte området hvor det er bebyggelse under og rekkevidden til steinsprang er vurdert av geolog i byggefasen til å nå bebyggelsen.

Høyde på gjerdet skal være 3.0 m. Gjerdet må tåle minimum 1000 kJ. Gjerdet fjernes etter at arbeidets utførelse på stedet er avsluttet. Det kan evt. gjenbrukes på anlegget dersom det ikke er skadet.

Områder som gjøres spesielt oppmerksom på er fra pel nr. 965-1040 og fra pel nr. 1210 til pel nr. 1290. Her skal geolog som følger arbeidet avgjøre om det er behov for steinsprangnett.

**Antatt sikringsbehov fanggjerde:**

Estimert behov for midlertidig fanggjerde er ca 150 meter.

#### 4.5 Oppsummert sikringsbehov

Fjellbolter til sikring skjæring/naturlig terreng:	140 stk.
Forbolter:	50 stk.
Bergbånd:	30 meter
Estimert behov for midlertidig fanggjerde:	100-150 meter.
Sognemurer:	150 meter

## 5 Referanser

[1] E. Eidsvåg, Skredfarekartlegging i Bergen kommune, Bergen: Universitetet i Bergen, 2012.









# 26481005\_Ing.geo\_R01\_A01

Slutgiltig revideringsrapport

2019-12-13

Skapad:	2019-12-13
Av:	Roger Sørstø Andersen (roger.andersen@sweco.no)
Status:	Signerat
Transaktions-ID:	CBJCHBCAABAAJ3YscM2ZsG8Wh4sHjUDIAizNntWKfbsl

## "26481005\_Ing.geo\_R01\_A01" – historik

-  Dokumentet skapades av Roger Sørstø Andersen (roger.andersen@sweco.no)  
2019-12-13 - 09:16:40 GMT – IP-adress: 85.19.65.84
-  Dokumentet skickades med e-post till Brit Vatne (Brit.Vatne@sweco.no) för signering  
2019-12-13 - 09:17:20 GMT
-  E-postmeddelandet har visats av Brit Vatne (Brit.Vatne@sweco.no)  
2019-12-13 - 09:18:08 GMT – IP-adress: 85.19.65.84
-  Dokumentet har e-signerats av Brit Vatne (Brit.Vatne@sweco.no)  
Signaturdatum: 2019-12-13 - 09:18:57 GMT – Tidskälla: server – IP-adress: 85.19.65.84
-  Dokumentet skickades med e-post till Roger Sørstø Andersen (roger.andersen@sweco.no) för signering  
2019-12-13 - 09:18:59 GMT
-  E-postmeddelandet har visats av Roger Sørstø Andersen (roger.andersen@sweco.no)  
2019-12-13 - 09:19:36 GMT – IP-adress: 85.19.65.84
-  Dokumentet har e-signerats av Roger Sørstø Andersen (roger.andersen@sweco.no)  
Signaturdatum: 2019-12-13 - 09:19:47 GMT – Tidskälla: server – IP-adress: 85.19.65.84
-  Signerat dokument har skickats med e-post till Brit Vatne (Brit.Vatne@sweco.no) och Roger Sørstø Andersen (roger.andersen@sweco.no)  
2019-12-13 - 09:19:47 GMT