

NOTAT

Oppdrag **1350022403-001 Endring nr. E002**
 Kunde **Longyearbyen Lokalstyre**
 Notat nr. **G-not-001 Detaljprosjektering**
 Dato **2018/05/30**
 Til **Longyearbyen Lokalstyre v/Marianne Hegle**
 Fra **Rambøll Norge AS v/ Marit Bratland Pedersen**
 Kopi **Jo Gytri, Stefan Degelmann, Inger Lise Sollie**

1. Innledning

Longyear energiverk har engasjert Rambøll Norge til å vurdere behovet for skredsikring av eksisterende energiverk i Longyearbyen. Vurdering ble utført i forkant av at deler av uteområdet til energiverket ble asfaltert i august 2017.

I forprosjektet anbefalte Rambøll at det utføres sikringstiltak mot steinsprang fra skjæringen bak energiverket. Andre skredtyper er vurdert som ikke relevante. På bestilling fra Longyearbyen lokalstyre (Endring nr. E002), har Rambøll detaljprosjektert anbefalte sikringstiltak. Dette notatet gir beskrivelse for utførelse av tiltakene, og er ment som grunnlag for å gi pris på utførelsen og et arbeidsdokument for entreprenør. Notatet omtaler resultater fra grunnundersøkelser som er utført for å bestemme dybden til permafrost i skjæringen hvor tiltak skal etableres, detaljprosjektering av sikringstiltak, fastsettelse av geoteknisk kategori for tiltaket og ansvarlig søker.

2. Prosjekteringsforutsetninger

2.1 Regelverk og retningslinjer

Det legges til grunn at prosjekteringen skal utføres etter gjeldende norske standarder, lover og forskrifter. Følgende dokumenter legges til grunn:

- NVE retningslinjer nr. 2/2011 Flaum- og skredfare i arealplaner (revidert 22. mai 2014) (NVE, 2014)
- Byggteknisk forskrift TEK 10 §7-3 (Direktoratet for byggkvalitet, 2016)
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler (Standard Norge, 2016)
- NS-EN 1990:2002++A1:2005+NA:2016 Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner (Standard Norge, 2016)

Dato 2018/05/30

Rambøll
 Sjøhagen 6
 Pb 3063
 N-4095 Stavanger

T +47 97 42 80 00
 www.ramboll.no

Ref. 1350022403-001_G-not-001_SkredsikringLongyearEnergiverk_Detaljprosjektering_eksisterende_anlegg

Utført av	ILIS
Kontrollert av	SDEKRS
Godkjent av	MBPTRH

- Byggesaksforskriften (SAK 10) §9-4 (Direktoratet for byggkvalitet, 2016)
- Relevante lokale lover og forskrifter, deriblant Svalbardmiljøloven

2.1.1 Sikkerhetsklasse for skred iht. TEK 10 og plan- og bygningsloven

Krav til sikkerhet mot skred er gitt i Veiledning om tekniske krav til byggverk (TEK10, § 7-3), som inngår i plan- og bygningsloven. Det er definert sikkerhetsklasser basert på konsekvenser for liv og helse, samt økonomiske verdier. For asfaltert uteområde skal det legges til grunn krav for sikkerhetsklasse S1. For sikkerhetsklasse S1 tillates det at største nominelle årlige sannsynlighet for skred er 1/100.

2.1.2 Geoteknisk kategori iht. Eurokode 7

I henhold til Eurokode 7: NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 (Standard Norge, 2016) skal det for hvert prosjekt sette en geoteknisk kategori basert på risiko. Dette kan være basert på risiko i grunnen/grunnforhold og prosjektets vanskelighetsgrad. Som et hjelpemiddel kan veilederen for bruk av Eurokode 7 fra Norsk Bergmekanikkgruppe benyttes (Norsk Bergmekanikkgruppe, 2011). Her anbefales det at geoteknisk kategori bestemmes basert på vanskelighetsgrad og pålitelighetsklasse. Geoteknisk kategori er bestemmende for undersøkelser, kontroll og oppfølging.

Tabell 1: Definisjon av geoteknisk kategori etter Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering iht. Veileder fra Norsk Bergmekanikk gruppe (NBG).

Pålitelighetsklasse	Vanskelighetsgrad		
	Lav	Middels	Høy
CC/RC1	1	1	2
CC/RC2	1	2	2/3
CC/RC3	2	2/3	3
CC/RC4*	*	*	*

* vurderes særskilt

Prosjektet vurderes å ha en **pålitelighetsklasse CC/RC 2** og middels vanskelighetsgrad. Dette plasserer prosjektet i geoteknisk kategori 2, se tabell.

2.1.3 Prosjekterings- og utførelseskontroll iht. Eurokode 0

Eurokode 0: NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Standard Norge, 2016) stiller krav til graden av prosjekterings- og utførelseskontroll (kontrollklasse) hver for seg, avhengig av pålitelighetsklasse. I henhold til tabell NA.A1(902) og NA.A1(903) i Eurokode 0 settes prosjekteringskontroll til **PKK2** og utførelseskontroll av geotekniske arbeider til **UKK2**.

2.1.4 Tiltaksklasse iht. SAK10 og krav om uavhengig kontroll

I henhold til tabell 2 «Kriterier for tiltaksklasseplassering for prosjektering» i «Veiledning om byggesak» (SAK10 § 9-4) (Direktoratet for byggkvalitet, 2016), vurderes sikringsarbeidene å kunne plasseres i **tiltaksklasse 2**. Dette med bakgrunn i at prosjektet er plassert i pålitelighetsklasse 2. Tiltakene vurderes å omfatte konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamenter uten unormale risikoer. For geoteknikk i tiltaksklasse 2 er det krav om uavhengig kontroll av prosjektering og utførelse, i henhold til SAK10 § 14-2 punkt c.

2.2 Dimensjonerende brukstid (levetid)

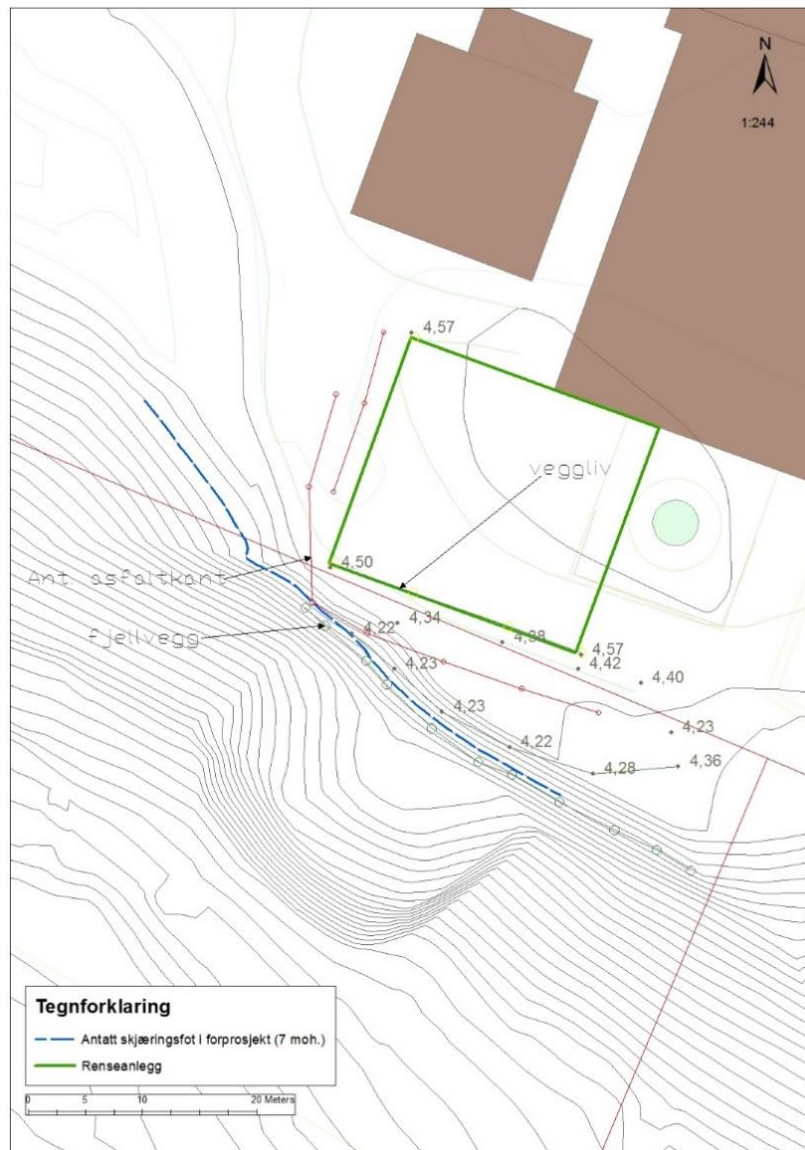
Det legges til grunn at sikringstiltak skal ha en levetid (dimensjonerende brukstid) på 20 år. Dette tilsvarer dimensjonerende brukstidskategori 2 i Eurokode 0: NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (ref. tabell 2.1) (Standard Norge, 2016).

På grunn av stor usikkerhet angående framtidig klimautvikling og opptining av permafrost, anbefales kontinuerlig måling av dybden til det aktive laget og temperaturprofilen i skjæringen. I tillegg anbefales jevnlig kontroll og vedlikehold (anbefalt hvert 5. år) av sikringskonstruksjonene. Eventuelle skader på sikringskonstruksjonene må utbedres fortløpende. Etter 15 år anbefales det at gjenværende levetid til konstruksjonene vurderes.

3. Grunnlagsmateriale

3.1 Korrigert terreng (innmåling februar 2018)

I forprosjektet ble det oppdaget at det er avvik mellom gjeldende kartgrunnlag mottatt fra Longyearbyen lokalstyre og det faktiske terrenget bak energiverket. Avviket skyldes sannsynligvis terrenginngrep i forbindelse med oppføringen av renseanlegget, utført i 2015. I forprosjektet ble det lagt til grunn et antatt terrengnivå basert på en grov innmåling av terrenget. I forbindelse med denne detaljprosjekteringen der det gjort en nøyaktig innmåling av terrenget bak energiverket, utført av Johan Martin Tiller fra Rambøll 2. februar 2018. Figur 1 viser innmålt terrengdata. Innmålingen viste at det er avvik mellom terrengnivå som ble lagt til grunn i forprosjektet og faktisk terrengnivå. I forprosjektet ble det antatt at bakkenivå var på 7 moh. Den nye innmålingen viser at bakkenivået er omtrent på 4 moh., og at skjæringfoten ligger noe lenger inn enn det som tidligere er antatt.

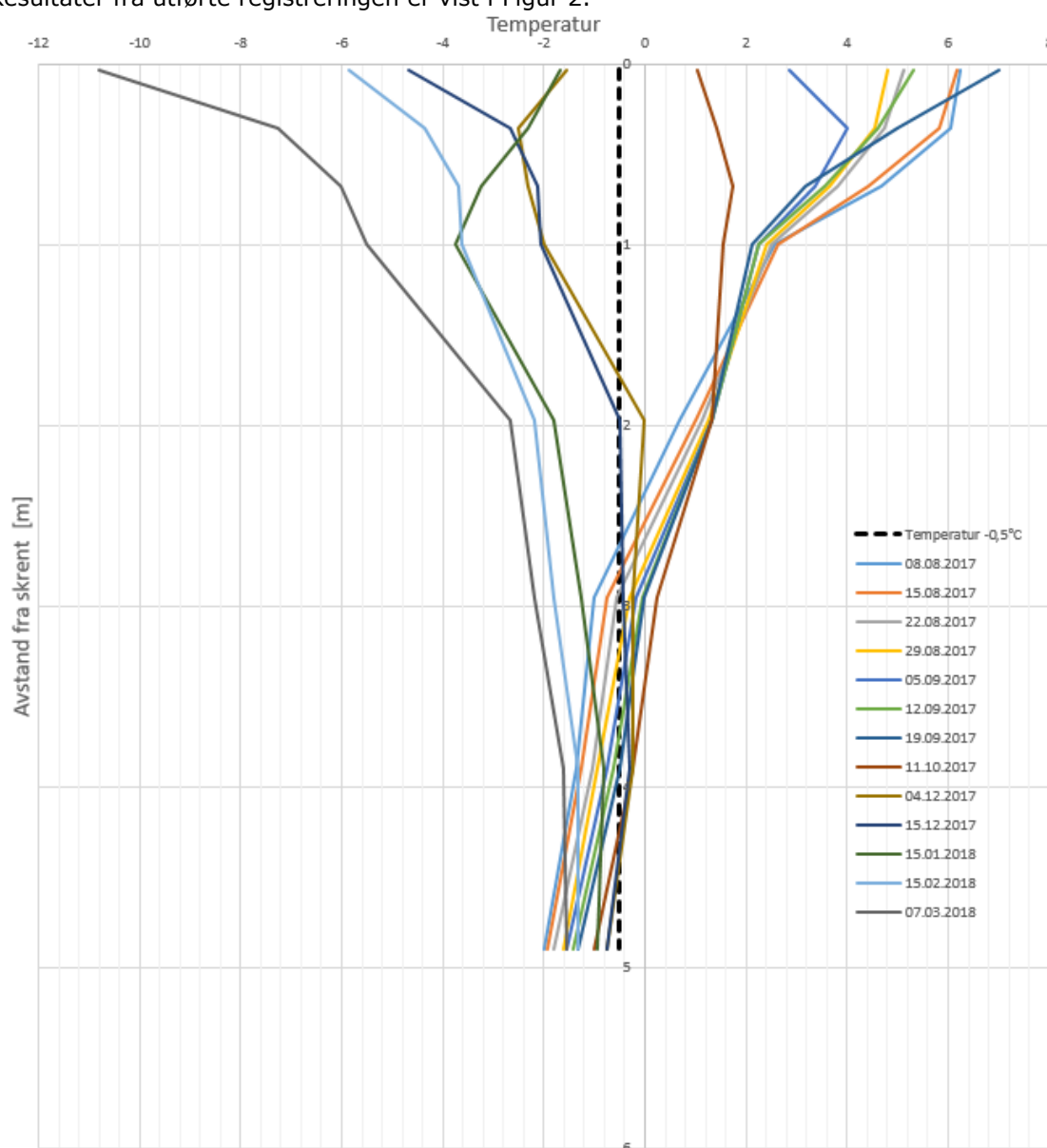


Figur 1: Innmålt terreng og asfaltert område bak energiverket. Asfaltert område er også målt inn (røde linjer). Blå linje viser antatt skjæringsfot i forprosjektet. I forprosjektet ble det antatt at bakkenivå var 7 moh. Den nye innmålingen viser at bakkenivået er omtrent på 4 moh., og at skjæringfoten ligger noe lenger inn enn det som tidligere er antatt.

3.2 Utførte grunnundersøkelser

I juli 2017 ble det installert en termistor (levert av GeoPresicion) i bergskjæringen hvor tiltak skal etableres. Formålet var å måle dybde av det aktive laget og temperaturprofil, og er grunnlag for vurdering av nødvendig forankringslengder. Termistoren er 8 meter lang, og skulle optimalt sett vært installert normalt på fronten av skrenten. Etter at installasjonen var utført viste det seg at den var installert med vinkel, og at innerste målepunkt ligger 4,9 meter vinkelrett inn i skrenten. Termistoren er plassert i det bergartslaget som er tettest oppsprukket, som er vurdert som best egnet til forankring.

Resultater fra utførte registreringer er vist i Figur 2.



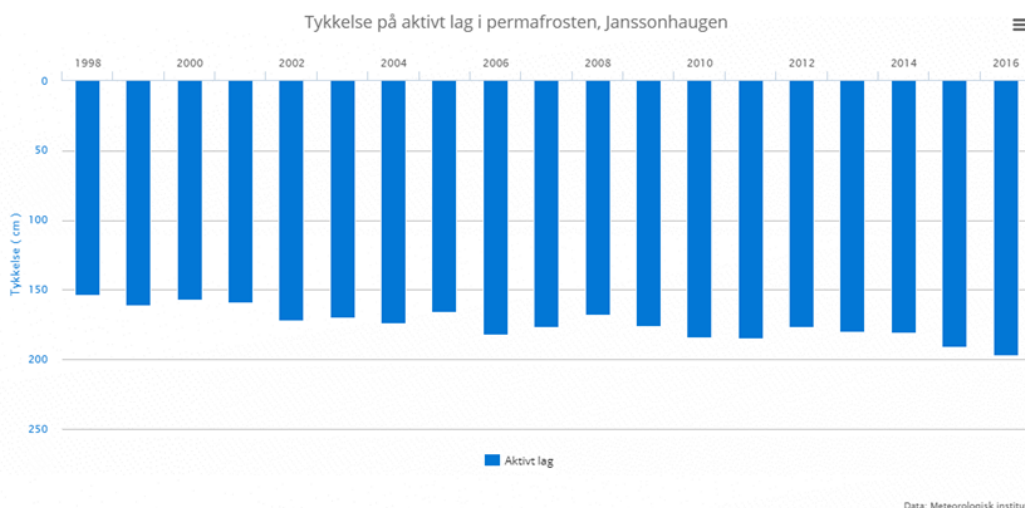
Figur 2: Registrert temperaturmåling fra installert termistor i perioden august 2017-mars 2018. -0,5°C nivå er framhevet med stiplet linje.

Normalt er maksimal tinedybde på Svalbard i løpet av september eller oktober.

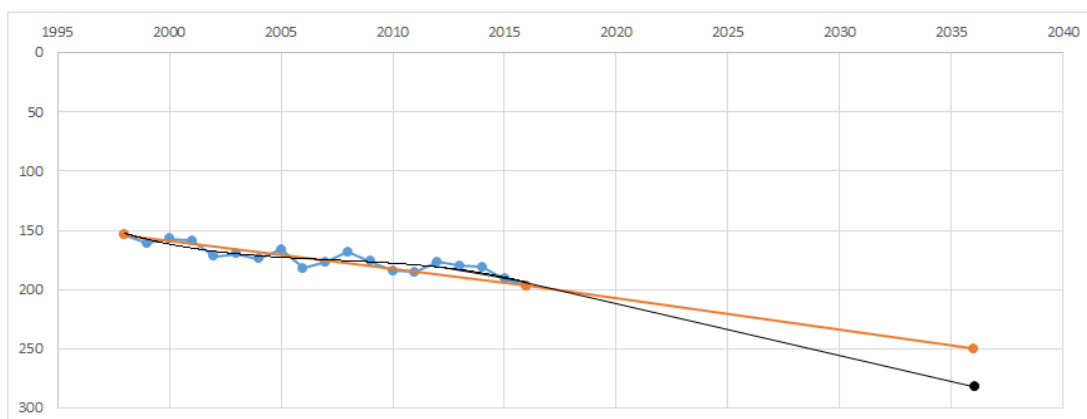
Resultat av målingen fra august 2017 til mars 2018 viser maksimal dybde til - 0,5°C på omtrent 4,5 m inn i skjæringen.

3.3 Klima: Prognoser for framtidig tinedybde

Med utgangspunkt i statistikken fra Miljøovervåking Svalbard og Jan Mayen MOSJ sin undersøkelse (<http://www.mosj.no/no/klimate/land/permafrost.html>) er det mulig å tolke opptiningen videre over de neste 20 år. Et lineært forløp ville føre til en maksimal opptiningsdybde (aktivt lag) av knapt over 50 cm utover dagens verdi. En annen mulighet er et polynomisk forløp med rekkefølge 3, noe som fører til en opptiningsdybde av ca. 80 cm utover dagens verdi (se Figur 3).



Data: Meteorologisk institutt



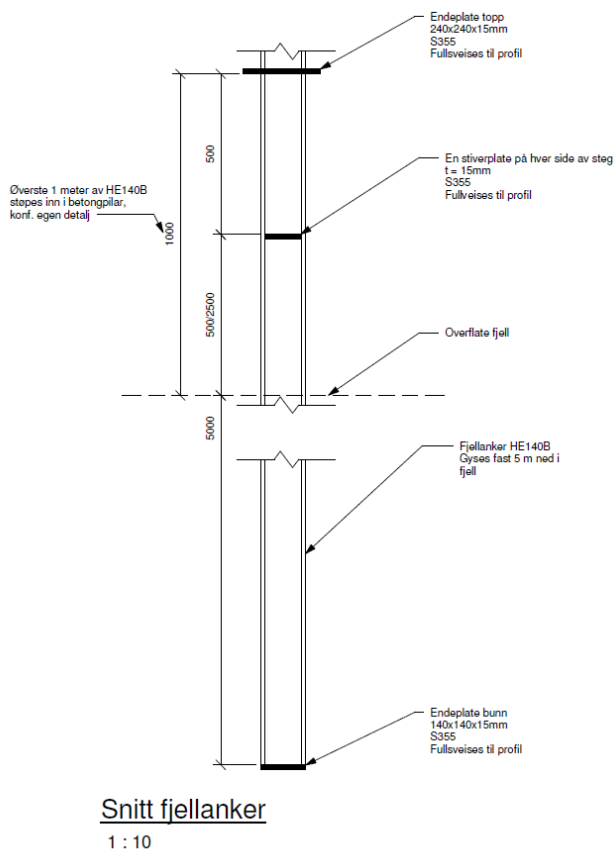
Figur 3: Øverst: Statistikk fra Miljøovervåking Svalbard og Jan Mayen MOSJ på grunnlag av data fra Meteorologisk institutt. (<http://www.mosj.no/no/klimate/land/permafrost.html>). Nederst: Vår tolkning for fremtiden, lineært og polynomisk.

3.4 «Som bygget»-tegninger for renseanlegget

Som grunnlag for etablering av sikringstiltak på bakkenivå, har Rambøll sett på «Som bygget»-tegninger (Sweco, 2014) av renseanlegget. Prosjekteringen av renseanlegget ble utført av Sweco i 2014. Følgende tegninger er mottatt fra Longyearbyen Lokalstyre:

- 11972GA42010-A (Dato 23.05.14)
- 11972GA42011-A (Dato 03.06.14)
- 11972GA42013-A (Dato 05.06.14)
- 11972GA42019-A (Dato 05.06.2014)
- 11972GA42020-A (Dato 06.05.2014)
- 11972GA42023-A (Dato 23.05.2014)

I henhold til tegningsgrunnlaget er renseanlegget fundamentert direkte på berg med 6 m lange fjellanker, hvor 5 m er forankret i berg, se Figur 4.



Tegningstittel: Fjellanker - plan		Dokumentnummer: 10150001-RIB-B_F_005-Z			
Tegningstatus: SOM BYGGET					
Rev. Nr.	Endring	Utøst	Kont.	Ansvar	Revisjon Dato
		MLA	MLA	ANR	23.05.2014
LNS Spitsbergen AS LYB Energiverk Renseanlegg		Målestokk: As indicated		Format: A1	
Fjellanker - plan		Oppdragsleder: Marius Larsen			
		Oppdragsnr.: 10150001			
SWECO		Design:	RIB	Tegningnummer: B_F_005	Status: Z
<small>Sweco Norge AS Follesjøen 11, 1371 Lysest 4119 Bævre</small>		<small>C:\Users\longyear\Desktop\10150001_LYB_Energiverk_Renseanlegg_Duohd\01 28.08.2014 08:23:39</small>			

Figur 4: Dimensjoner på fjellanker benyttet til fundamentering av renseanlegget. Utklipp av «Som bygget»-tegning 11972GA42023-A (Sweco, 2014). Det er benyttet 6 m lange fjellanker, hvor 5 m er forankret i berg.

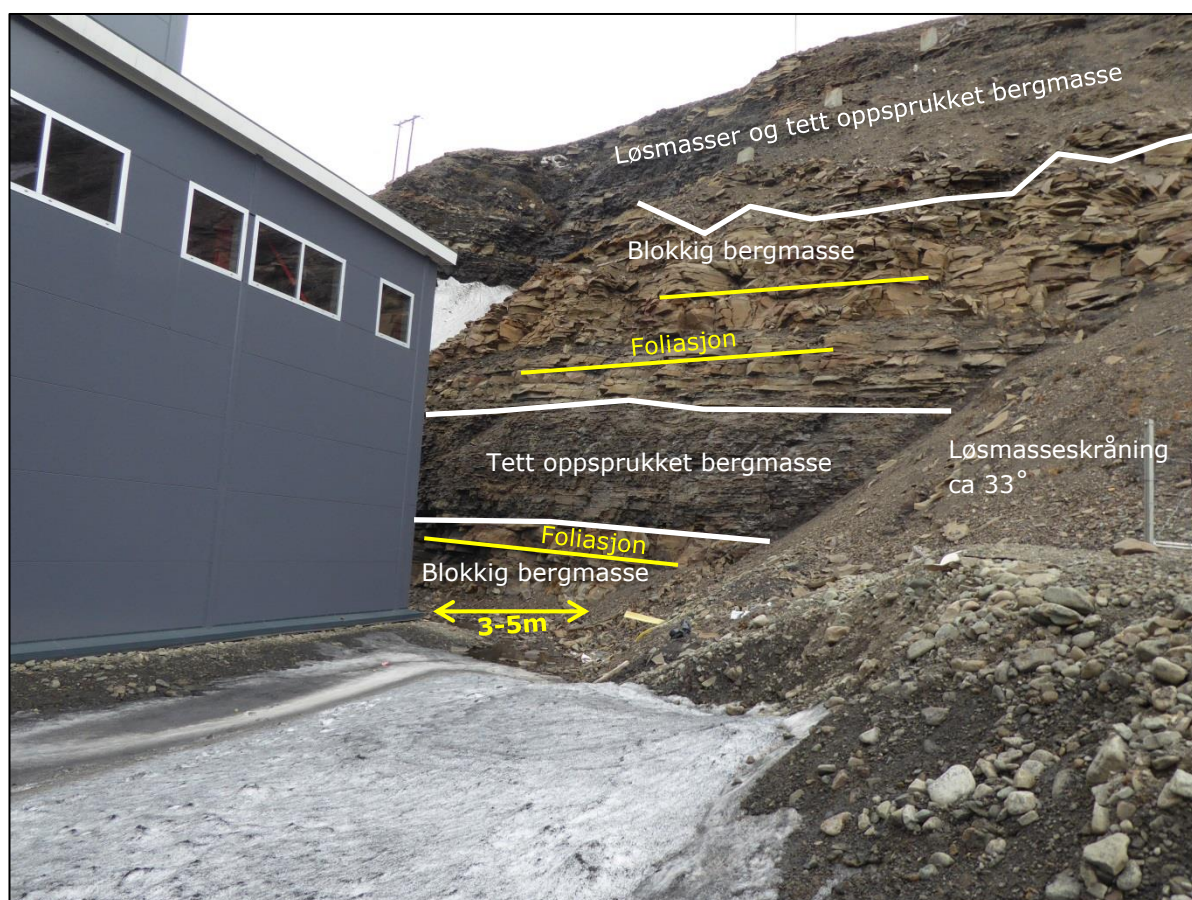
4. Beskrivelse av prosjektområdet

4.1 Områdebeskrivelse og grunnforhold

Figur 5 viser bilde tatt på vestsiden av energiverket før asfaltering. Grønt bygg er eksisterende energiverk, og grått bygg er renseanlegg som ble oppført i 2015. Bak energiverket og området som er asfaltert er det en vertikal skjæring av sterkt oppsprukket bergmasse som skal sikres mot nedfall/steinsprang, se Figur 6.

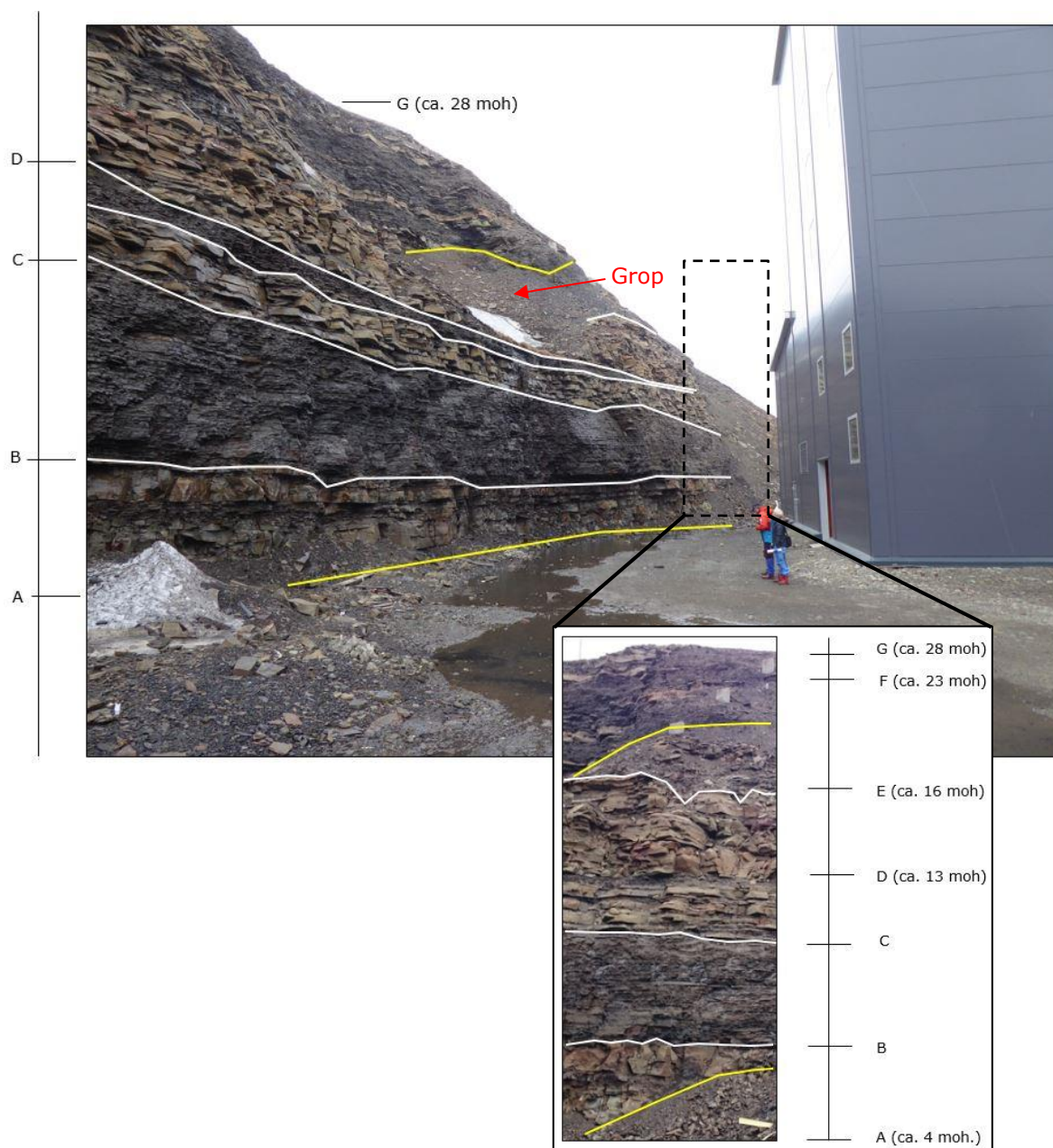


Figur 5: Området vest for eksisterende energiverk før asfaltering.



Figur 6: Bergmassen i skjæringen er sterkt oppsprukket med utpreget lagdeling. Foliasjonen (lagdelingen) er horisontal (gul linje). Hovedsprekkesett er langs foliasjonene og normalt på foliasjonen, som fører til avløsning av blokker. I øvre del er det løsmasser/forvittringsmateriale. Til høyre i bildet er det en løsmasseskråning og fangdam.

Figur 7 viser området bak renseanlegget før asfaltering. Avstanden mellom renseanlegget og skjæringen er omtrent 12 m ved østre hjørne og omtrent 3 m ved vestre hjørne. Bergskjæringen er tilnærmet steil opp til omtrent 13-16 moh. I deler av skjæringen er det en grop fra 13 moh. Over den steile skjæringen flater terrenget gradvis av fra 30°-45° og er slakere videre opp til LNS-tankanlegget som ligger på kote 42.



Figur 7: Lagdeling i skjæringen bak renseanlegget. Omtrentlige koter er basert på innmålt terreng i februar 2018.

Bergmassen består av sandstein med utpreget lagdeling (foliasjonsoppsprekking) av varierende oppsprekingsgrad og kvalitet, se Figur 7. I foten av skjæringen er det blokkig bergmasse. Fra B til C er det et lag der bergmassene er tett oppsprukket og forvitret. I dette beltet er skjæringen tilnærmet vertikal. Fra C til E (ca. 16 moh) er bergmassen oppsprukket i større blokker. Hovedsprekkesett er langs den horisontale foliasjonen og tverropsprekking normalt på foliasjonen. Skjæringen er steil. Observerte dominerende blokkstørrelser i skjæringen er i størrelsesorden 10 – 100 kg. Fra E (ca. 16 moh.) til G (ca. 28 moh.) er terrenghelningen 45-60°. Her er det tynt løsmassedekke i nedre del. Omtrent

ved F (ca. 23 moh.) er det framstikkende bergmasse som er foliert og oppsprukket, hvor dominerende blokkstørrelser er anslått å være størrelsesorden 10 – 100 kg.

Basert på temperaturmålingen i skjæringen, målt siden august 2017, antas tykkelsen på det aktive laget å være 4.5 m (se kapittel 3.2).

4.2 Tidligere vurdert skredfare

Rambøll har vurdert at det må påregnes at det flere ganger årlig kan forekomme steinsprang i området bak renseanlegget. Det innebærer at årlig nominell sannsynlighet for nedfall vurderes å være større enn 1/100, og at gjeldende krav for sikkerhetsklasse S1 i TEK 10 ikke er ivarettatt.

Det er vurdert at området har tilfredsstillende sikkerhet mot andre skredtyper (jordskred, flomskred, snøskred og sørpeskred).

4.2.1 Supplerende steinsprangsimulering

I forprosjektet ble det utført beregninger av utløpslengder og energinivå ved simulering i programvaren Rocfall (Rocscience Inc., 2017). Det ble tatt ut fire terrengprofil fra skjæringen bak energiverket, og definert modeller som best mulig representerer de faktiske forholdene. Det ble simulert med steinblokker i størrelsesorden 800 kg. På bakgrunn av avviket mellom terrengnivået antatt i forprosjektet og de faktiske forholdene som er målt inn i forbindelse med denne detaljprosjekteringen, se kapittel 3.1, har det vært behov for å revidere modellene for å verifisere tidligere simuleringresultat.

Resultat av supplerende steinsprangmodelleringer er vist i Vedlegg 1. Det er revisjon av modellen for ett profil (Profil 1). Modellen er tilpasset innmålt terrengnivå, og det er definert materialer i modellen som best mulig representerer de stedlige forholdene. Det er satt tilsvarende løснеområder som ved tidligere beregninger (14. moh) og (28 moh.), og blokkstørrelse 800 kg (størrelsesorden 3 m³).

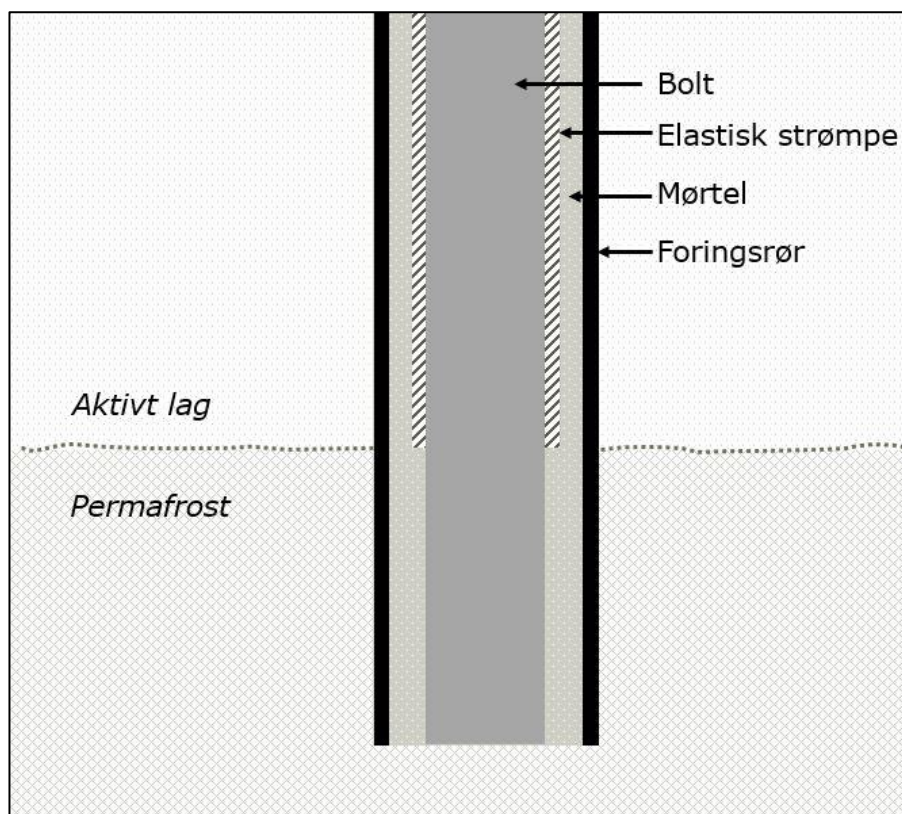
Resultatet indikerer at maksimalt energinivået er i størrelsesorden 110-120 kJ før blokkene treffer bakken, se Figur 3 i Vedlegg 1. Registrert energinivå ved målepunktet i skjæringen, omtrent 16 moh., er ca. 30 kJ, se Figur 4 i Vedlegg 1. Målepunktet tilsvarer skissert plassering av steinspranggjerdet i forprosjektfasen. Registrert energinivå ved målepunktet på bakkenivå, omtrent 4 moh., er ca. 20 kJ, se Figur 5 i Vedlegg 1. Målepunktet tilsvarer skissert plassering av steinspranggjerdet i forprosjektfasen. De nye simuleringresultatene gir fallbaner som treffer bakkenivået 3,5-4 m ut fra skjæringsfoten, som er 1-1,5 m lengre utløp enn ved tidligere simuleringer langs Profil 1.

5. Skredsikringstiltak (detaljprosjektering)

5.1 Forankring/fundamentering

Sikringskonstruksjoner anbefales fundamentert med minimum 6,3 m forankringslengde under terrengoverflaten. 6,3 m forankringslengde framkommer av 4,5 m målt dybde til $-0,5\text{ °C}$ i skjæringen, prognose på 0,8 m tining i løpet av 20 års levetid basert på tolkning av målingene ved Janssonhaugen, samt eget erfaringstall med 1 m innfesting i god bergmassekvalitet. God bergmassekvalitet vil i dette tilfellet være i permafrost.

6,3 m forankringslengde forutsetter at boltene ikke utsettes for jekking som følge av gjentatte tine-fryse prosesser. For å unngå jekking må boltene mekanisk frigjøres over boltelengden som er i det aktive laget. Dette kan oppnås ved at boltene får et elastisk overtrekk/strømpe over boltelengden i det aktive laget (5,3 m), se Figur 8. Boltene skal forankres minimum 1 m inn i permafrosten (i berg), og det skal ikke være strømpe over denne boltelengden. Installasjonen gjennomføres med ODEX boring $\text{Ø}90$ og foringsrør, eller tilsvarende metode. Det skal være foringsrør langs hele fundamenteringslengden (6,3 m). Videre installeres boltene i borhullet uten at den påføres krefter fra berggrunnen. Det gyses mellom boltene og foringsrøret. Mørtelen velges etter stedlige behov, hvor det er viktig å ta hensyn til temperaturen i bruksområdet ved valg av type mørtel og additiver. Det forutsettes bruk av ekspanderende mørtel. Det skal dokumenteres at innfestingen er tilfredsstillende ved å utføre prøvetrekking.

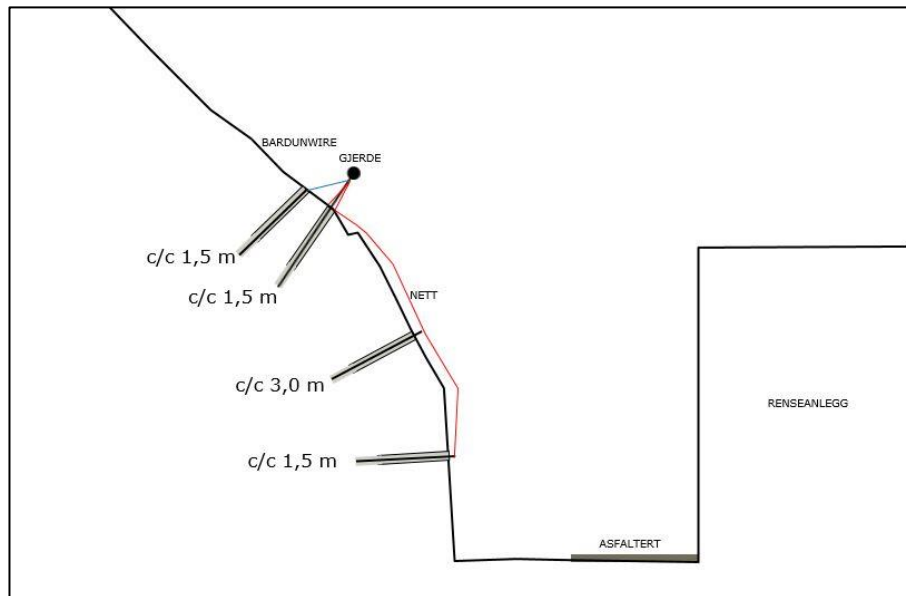


Figur 8: Prinsippkisse av forankring med bolt og foringsrør. Foringsrøret installeres under boring med ODEX over hele borhullets lengde. Boltene har elastisk strømpe over lengde i det aktive laget for å mekanisk frigjøre boltene mot jekking. Boltene fundamentes i permafrostlaget. Det gyses med ekspanderende mørtel.

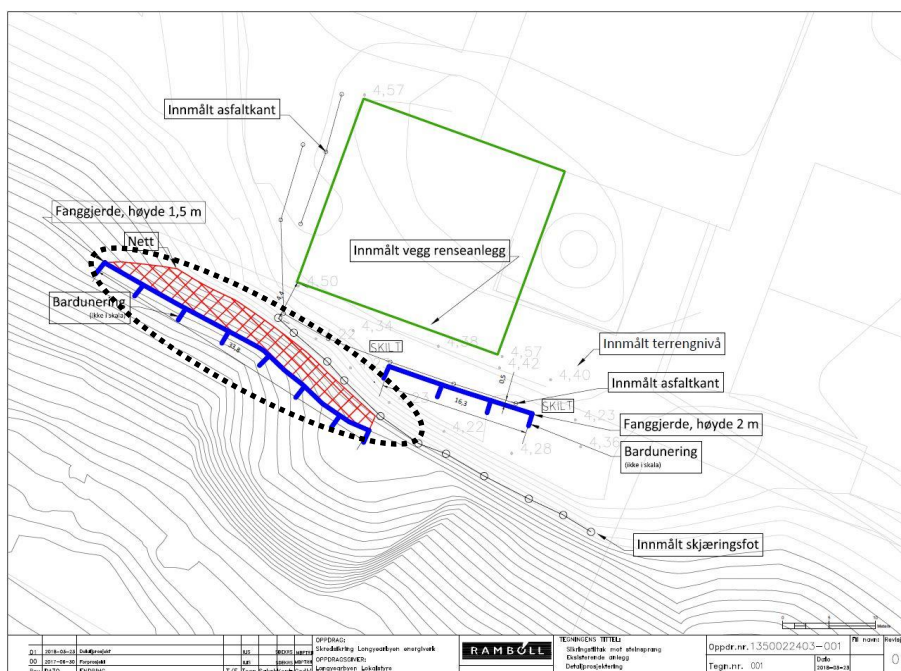
5.2 Steinsprangnett og gjerde i skjæringen

5.2.1 Utførelse

I vestre del av skjæringen skal det sikres med steinsprangnett som avsluttes på toppkant slik at det fungerer som et fanggjerd, se prinsippskisse i Figur 9 og Figur 10. Figur 10 er også vedlagt denne rapporten (Vedlegg 2).



Figur 9: Prinsippskisse av steinsprangnett kombinert med steinspranggjerde.



Figur 10: Plantegning over sikringstiltak som skal utføres. Nett kombinert med fanggjerdet i skjæringen er omringet med svart stiplet linje.

Nederst anbefales det at nettet forankres i lagdelingen mellom B og C avmerket på Figur 7, da bergmassen i denne lagdelingen vurderes som best egnet til forankring. Det skal legges nett opp til lagdelingen avmerket E, ca. 16 moh. På ca. 16 moh. installeres bolter med ekstra lengde over bergoverflaten (1,5 m over bergoverflaten + 6,3 m forankringslengde), slik at nettet kan strekkes videre fra bergoverflaten og langs boltene, og på denne måten utgjøre et fanggjerd. Fanggjerdets høyde blir 1,5 m. Nettet strekkes opp og over boltene, slik at gjerdet består av dobbelt nett. Fanggjerdet barduneres med wire langs hele lengdeutrekningen.

Nettet skal monteres med omtrent 20-25 cm avstand fra bergoverflaten. Dette for at nedfall skal ledes ned mellom nettet og bergoverflaten til bunnen av nettet, samtidig som det vil fungere som isnett som motvirker nedfall av is. I bunnen monteres nettet slik at nedfall samles i nettet, og slik at det enkelt kan jevnlig tømmes kontrollert for materiale som samles opp. Tømming må utføres manuelt ved behov, slik at kapasiteten av nettet opprettholdes. Nettet må derfor kontrolleres for steiner som eventuelt samler seg over tid, første gang senest etter 3 år.

Nettet/fanggjerdets lengdeutstrekning må tilpasses ved oppfølging av ingeniørgeolog/geoteknikker under utførelsen. Ved østre ende skal det være 2 m overlapp mellom nett/fanggjerd og fanggjerd på bakkenivå. Fanggjerdet på bakkenivå er omtalt i kapittel 5.3. For å oppnå 2 m overlapp skal østre ende av nett/fanggjerdet avsluttes i gropen i skjæringen. Fanggjerdet i gropen skal plasseres 1 m innenfor terrenkant.

5.2.2 Beskrivelse

Nett: Det anbefales steinsprangnett Maccaferri PA 6 på grunn av bedre egenskaper i henhold til temperatursvingninger enn vanlig PVC-belagt nett. Alternativt tilsvarende kvalitet fra andre leverandører. Det benyttes wire i toppen, anbefalt av typen Ø 10 mm Zink Aluminium A. I tillegg alle nødvendige festemidler i tilsvarende kvalitet. I tillegg skal det benyttes wire som nettførsterkning, som legges på kryss fra hvert ytterst hjørne. Det sørges for at nettet er godt tilpasset skrentens forløp, og med 20-25 cm avstand fra bergoverflaten. I bunnen av nettet benyttes fjellbånd.

Steinsprangnettet fundamenteres øverst på omtrent 16 moh. ved å benytte øyebolter i dimensjon ca. 30 mm, som installeres med bolteavstand (c/c) 1,5 m. Det anbefales glassfiberbolter type DSI CS32-560 eller tilsvarende. Boltene utstyres for montasje av netting inkl. wire. Minimum boltelende skal være i 7,8 m, der 6,3 m er forankringslengde i berg og 1,5 m er fanggjerde over bergflaten. Wire Ø10 mm strekkes bak med 45° vinkel for å bardunere gjerdet, og festes med øyebolter av dimensjon 25 mm og type DSI CS25-350 glassfiberbolt eller tilsvarende. Steinsprangnettet fundamenteres nederst med bolter i dimensjon ca. 25 mm type DSI CS25-350 glassfiberbolt eller tilsvarende, som installeres med bolteavstand (c/c) 1,5 m.

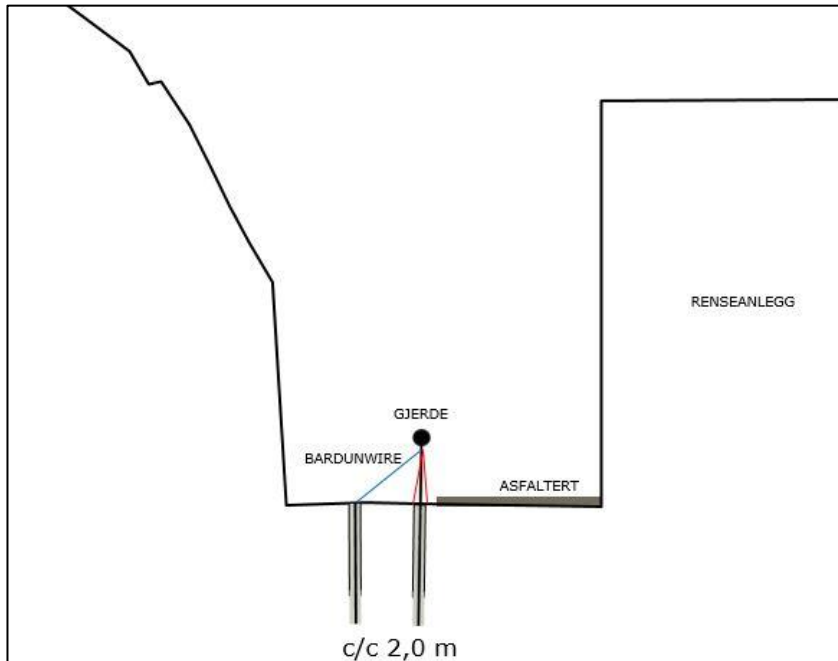
Nettinginnfesting: Det benyttes festebolter av dimensjon 25 mm, som installeres med bolteavstand (c/c) 3 m. Det velges fortrinnsvis i glassfiber type DSI CS25-350 eller tilsvarende. Glassfiber foretrekkes på grunn av lavere temperaturredeevne enn stål ved samtidig flere fordeler angående miljø og arbeidssikkerhet. Alternativt kan det tilbys stålbolter med minimum like styrke og kvalitet B500NC i henhold til kravene i NS 3576-3. Stålboltene varmfor-sinkes minst 65 µm i henhold til NS-EN ISO 1461. For alle bolter leveres det produktblader og kontrolldokumenter. Minimum lengde for festebolter er 6,5 meter, der 6,3 m er forankringslengde i berg og 20 cm er avstand over bergoverflaten. Boltene utstyres for montasje av netting i minst 20 cm avstand over bergoverflaten.

Til fundamentering av bolter benyttes ODEX 90 mm boring og foringsrør over hele fundamenteringslengde (6,3 m). Boring utføres vinkelrett mot bergoverflaten. Videre føres bolte med elastisk strømpe inn i foringsrøret. Det skal være strømpe over boltelengde som går i det aktive laget. Dett gyses mellom bolt og foringsrør. For nærmere beskrivelse se kapittel 5.1.

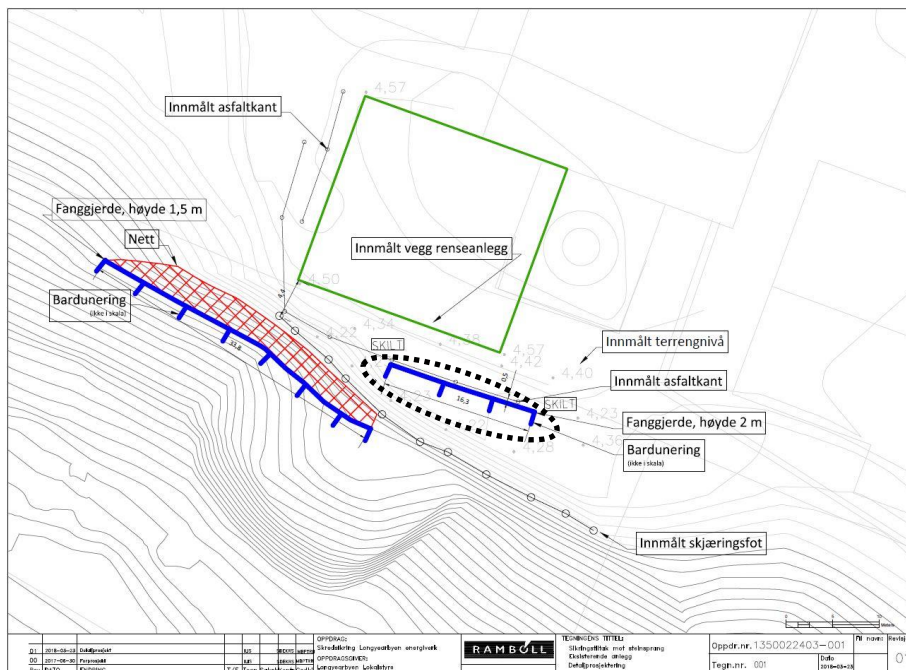
5.3 Steinspranggjerde på bakkenivå

5.3.1 Utførelse

Der det er tilstrekkelig med plass, skal det sikres med fanggjerde på bakkenivå, se prinsipp-skisse i Figur 11. Det er gjort nye beregninger av sannsynlige utløpslengder på bakgrunn av innmålt terrengnivå, og basert på dette må fanggjerdets plassering justeres i forhold til skis-sert plassering i forprosjektet. Fanggjerdets plassering er vist i Figur 12. Plankartet i Figur 12 er også vedlagt dette notatet. Fanggjerdet skal plasseres minimum 4,5 m fra skjærings-fot vest for gropen i skjæringen og minimum 6,5 m fra skjæringsfot i området under gro-pen. Gjerdet monteres 0,5 m fra asfaltkant. Fanggjerdet på bakkenivå og nettet/fanggjerde i skjæringen (omtalt i kapittel 5.2) må overlappe omtrent 2 meter. Østre ende skal gjerdet avsluttes 2 m utenfor asfaltkant.



Figur 11: Prinsippskisse for steinspranggjerde på bakkenivå.



Figur 12: Plantegning over sikringstiltak som skal utføres. Fanggjerdet på bakkenivå omringet med svart stiptet linje.

Effektiv høyde på gjerdet skal være 2 m.

For å opprettholde kapasiteten til gjerdet må nedfall som fanges renskes ved behov og eventuelle skader på nette må utbedres umiddelbart.

5.3.2 Beskrivelse

Det skal installeres 16 m langt fanggjerde på bakkenivå. For gjerdet anbefales det steinsprangnett Maccaferri PA 6 på grunn av bedre egenskaper i henhold til temperatursvingninger enn vanlig PVC-belagt nett. Alternativt tilsvarende kvalitet fra andre leverandører. Det skal være 2 lag inkludert wire Ø 10 mm Zink Aluminium A både for toppwire og bunnwire. I tillegg alle nødvendige festemidler i tilsvarende kvalitet.

Gjerdet forankres med øyebolter av dimensjon ca. 30 mm, som installeres med bolteavstand (c/c) 2 m. Boltene utstyres for montasje av netting og for wire til bardunering. Minimum boltelende skal være i 8,3 m, der 6,3 m er forankringslengde i bakken og 2 m er fanggjerde over terreng. Det velges fortrinnsvis i glassfiberbolter type DSI CS32-560 eller tilsvarende. Glassfiber foretrekkes på grunn av lavere temperaturledeevne enn stål ved samtidig flere fordeler angående miljø og arbeidssikkerhet. Alternativt kan det tilbys stålbolter med minimum like styrke og kvalitet B500NC i henhold til kravene i NS 3576-3. Stålboltene varmforsinkes minst 65 µm i henhold til NS-EN ISO 1461. For alle bolter leveres det produktblader og kontrolldokumenter. Wire Ø10 mm strekkes bak med minst 45° vinkel for å bardunere gjerdet, og festes med bolter av dimensjon 25 mm og type DSI CS25-350 glassfiberbolt eller tilsvarende.

Til fundamentering av bolter benyttes ODEX 90 mm boring og foringsrør over hele fundamenteringslengde (6,3 m). Boring utføres vertikalt mot terrengoverflaten. Videre føres boltene med elastisk strømpe inn i foringsrøret, og det gyses mellom bolt og foringsrør. For nærmere beskrivelse se kapittel 5.1.

5.4 Skilt

Det anbefales å sette opp skilt som viser til forbud for adgang mellom steinspranggjerde og skjæringen. Dette på begge endene av gjerdet.

5.5 Grøft ved løsmasseskråning mot vest

I forprosjektet ble det anbefalt å etablere grøft mot løsmasseskråningen ved adkomst vegen ved vestre hjørne av renseanlegget. Dette tiltaket er ikke inkludert i dette detaljprosjektet. Rambøll mener det vil være mest hensiktsmessig at behovet for grøft vurderes på nytt og tilpasses på stedet til sommeren, når plassbehovet er klart.

5.6 Riggområde

Forslag til riggområdet er avklart med Longyearbyen lokalstyre og er vist i vedlegg 4.

5.7 Andre forutsetninger for utførelsen

Det vises til teknisk beskrivelse BOK0.

Det understrekes at:

- Entreprenøren må gjøre seg kjent med de stedlige forhold, med bergmassekvaliteten og ikke minst med klimaforholdene på stedet.

- Det er åpent for at entreprenør kan foreslå andre sikringsløsninger, dersom de mener det finnes andre løsninger som er fordelaktig framfor det som er beskrevet.
- Det anbefales detaljplanlegging underveis i utførelsesfasen med oppfølging av ingeniørgeolog/geoteknikker.
- Entreprenøren angir utførelsestidspunkt

6. Mengdebeskrivelse

Tabell som angir mengder av sikringstiltakene beskrevet i dette notatet er vedlagt (Vedlegg 5).

7. Restrisiko

Det kan være utfordrende å oppnå tilfredsstillende fundamentering med de stedlige grunnforholdene. Det kan være vanskelig å bore i denne typen sandstein med så stek grad av oppsprekking og forvitring, samt at det må forventes det kan være is og mye smeltevann i sprekkene i bergmassen.

Det er stor usikkerhet angående forventet klimaendringer og opptining av permafrosten. Det tas forbehold om at utført skredfarevurdering og nødvendig forankringslengde er basert på tolkning av utvalgte klimaprognoser. Det anbefales jevnlig kontroll av temperaturutviklingen i skjæringen, anbefalt hvert 5. år.

8. Referanser

Direktoratet for byggkvalitet. (2016). *Byggesaksforskriften (SAK 10)*.

Direktoratet for byggkvalitet. (2016). *Byggteknisk forskrift (TEK 10) per 15.07.2016. MERK! Det nyeste regelverket er TEK 17.*

Norsk Bergmekanikkgruppe. (2011). *Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering.*

NVE. (2014). *Retningslinjer nr. 2/2011 Flaum- og skredfare i arealplaner (revidert 22. mai 2014).*

Rocscience Inc. (2017). *Statistisk 2D analyseprogram Rocfall. Versjon v4.0 benyttet i forprosjekt og versjon v6.0 benyttet ved detaljprosjektering. .*

Standard Norge. (2016). *Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016.*

Standard Norge. (2016). *Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner, NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016.*

Sweco. (2014). *"Som bygget"-tegninger LYB Energiverk Renseanlegg. Tegningsnr: 11972GA42010-A (Dato 23.05.14).*

9. Vedlegg**Vedlegg 1: Resultat av supplerende steinsprangsimulering****Vedlegg 2: Situasjonsplan_Plantegning for sikringstiltak mot steinsprang per 2018-03-23 (Rambøll)****Vedlegg 3: Prinsippskisser****Vedlegg 4: Riggområde for utførelse****Vedlegg 5: Tabell for mengdebeskrivelse**

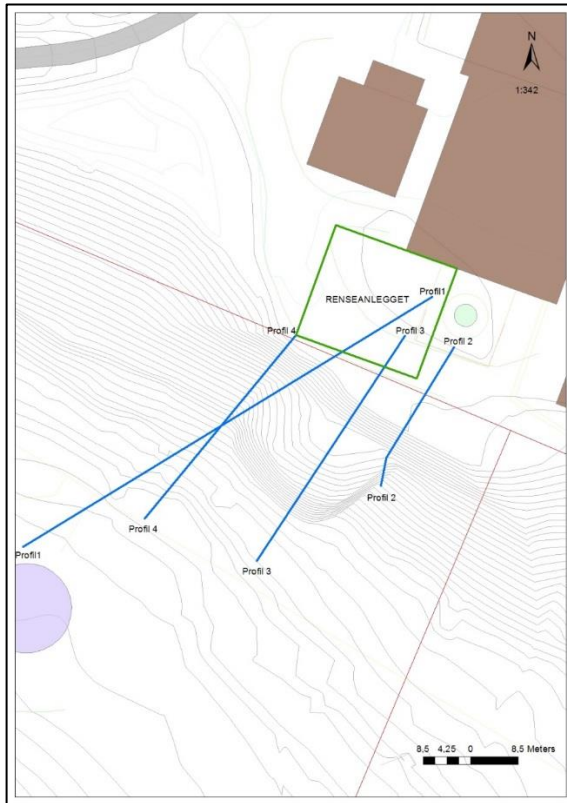
VEDLEGG

RESULTATER FRA STEINSPRANGSIMULERING I ROCFALL 6.0 (ROCSCIENCE)

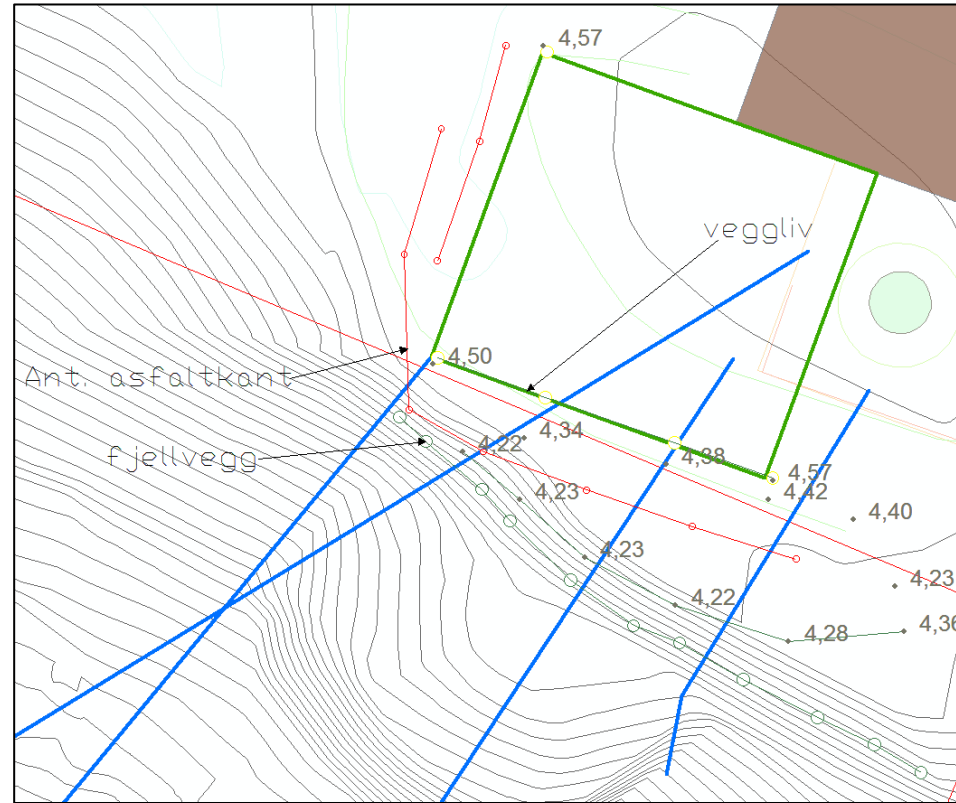
Oppdrag **1350022403**
Kunde **Longyearbyen Lokalstyre**
Notat nr. **G-not-001**

Dato **2018-03-23**

I forbindelse med detaljprosjekteringen er det gjort innmåling av terrenget bak energiverket. Innmålingen ble utført av Johan Martin Tiller fra Rambøll 02. februar 2018. Innmålingen viste at det var avvik mellom faktisk terreng og terrengnivå som ble lagt til grunn i forprosjektet. Det er derfor utført supplerende steinsprangsimulering i RocFall 6.0, dette for å kontrollere tidligere beregninger av fallbaner og energi til steinsprang mot asfaltert område. Det er gjort supplerende simuleringer langs Profil 1, se Figur 1. Terrengprofilen er modifisert etter innmålt terreng februar 2018, se Figur 2. Modelloppsettet er oppsummert i Tabell 1.



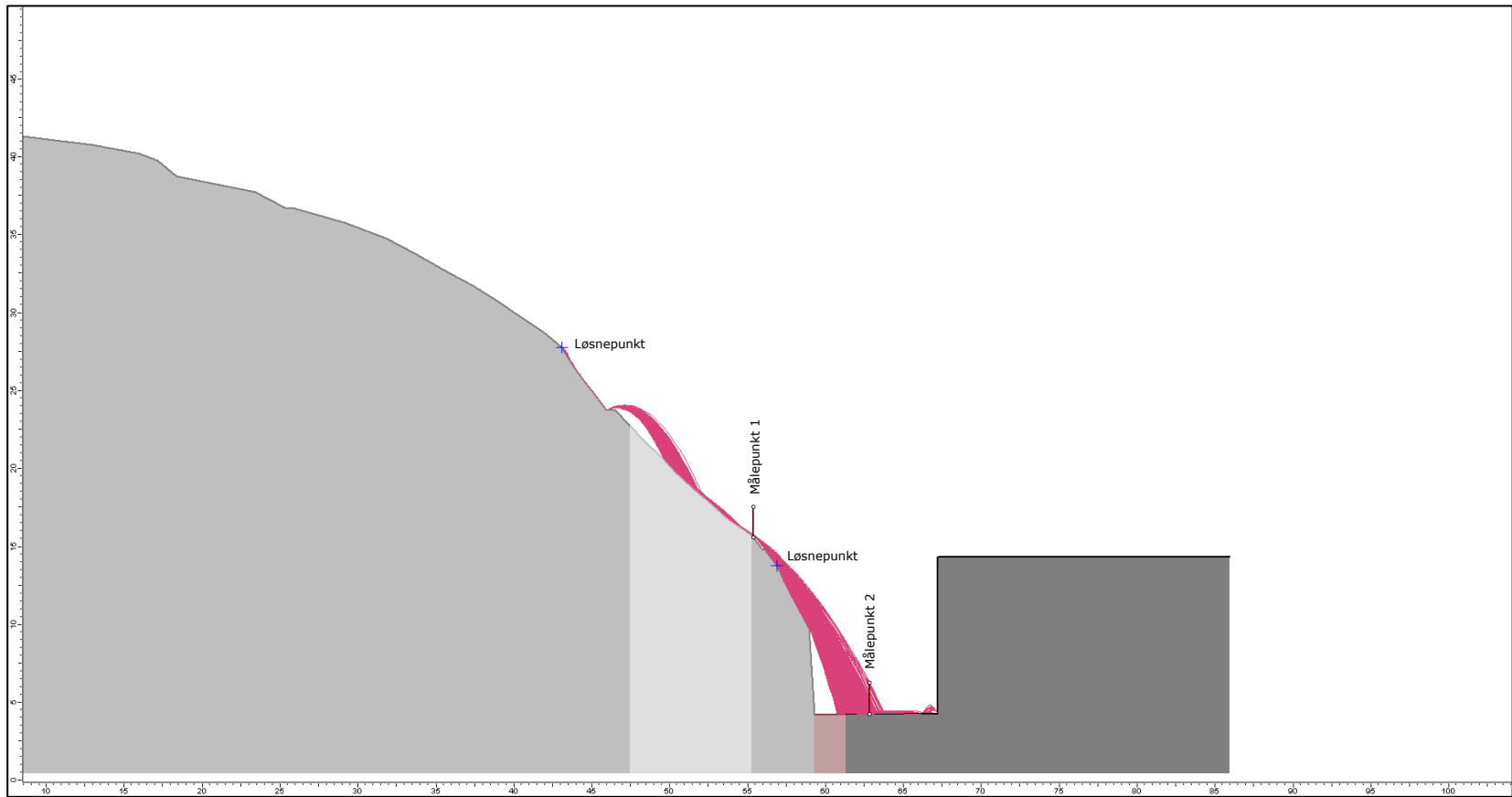
Figur 1: Blå linjer viser hvor det er tatt ut terrengprofil for simulering i RocFall i forprosjektet. I forbindelse med detaljprosjekteringen er det gjort supplerende simuleringer for modellen av Profil 1. Terrengprofilet er modifisert etter innmålt terreng februar 2018.



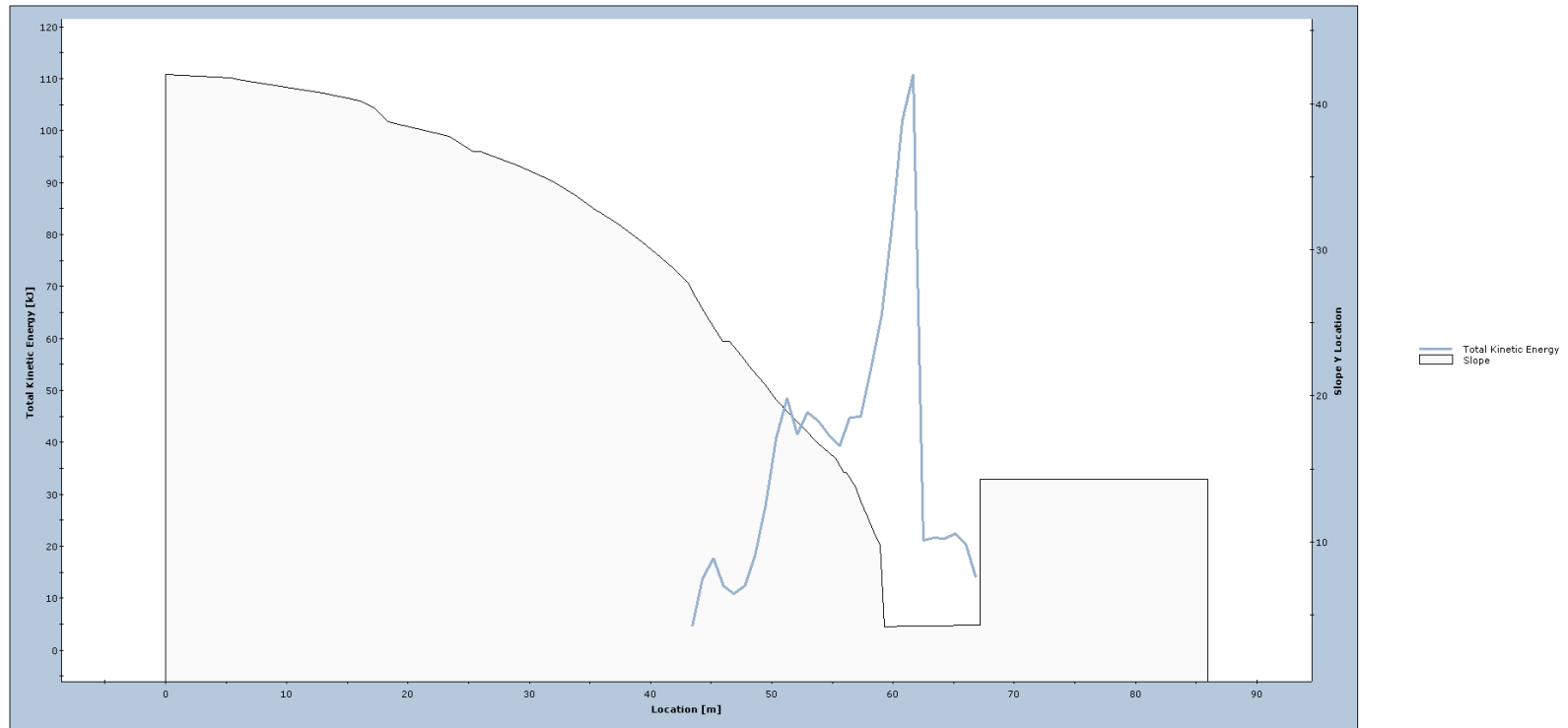
Figur 2: Innmålt terreng februar 2018.

Tabell 1: Modelloppsett for Profil 1

Innstillinger	Valgt verdig
Materialer	Mørk grå: Bart berg ved løsnepunktene. Lys grå: Bergblotninger (sterkt forvitret bergmasse med mye finstoff) Brunt: Urmaterialer/nedfall Svart/grå: Asfalt
Demping- og friksjonsprameterere	Forhåndsdefinerte verdier hentet fra tidligere versjon av programvaren (Rocscience 4.0)
Egenvekt bergmasse	2700 N/m ³
Masse blokk	800 kg
Løsnepunkt	14 moh. og 28 moh
Målepunkt	Nr.1:kote 16, 2 m høyde Nr.2:kote 4, 2 m høyde, 3,5 m fra skjæringsfoten

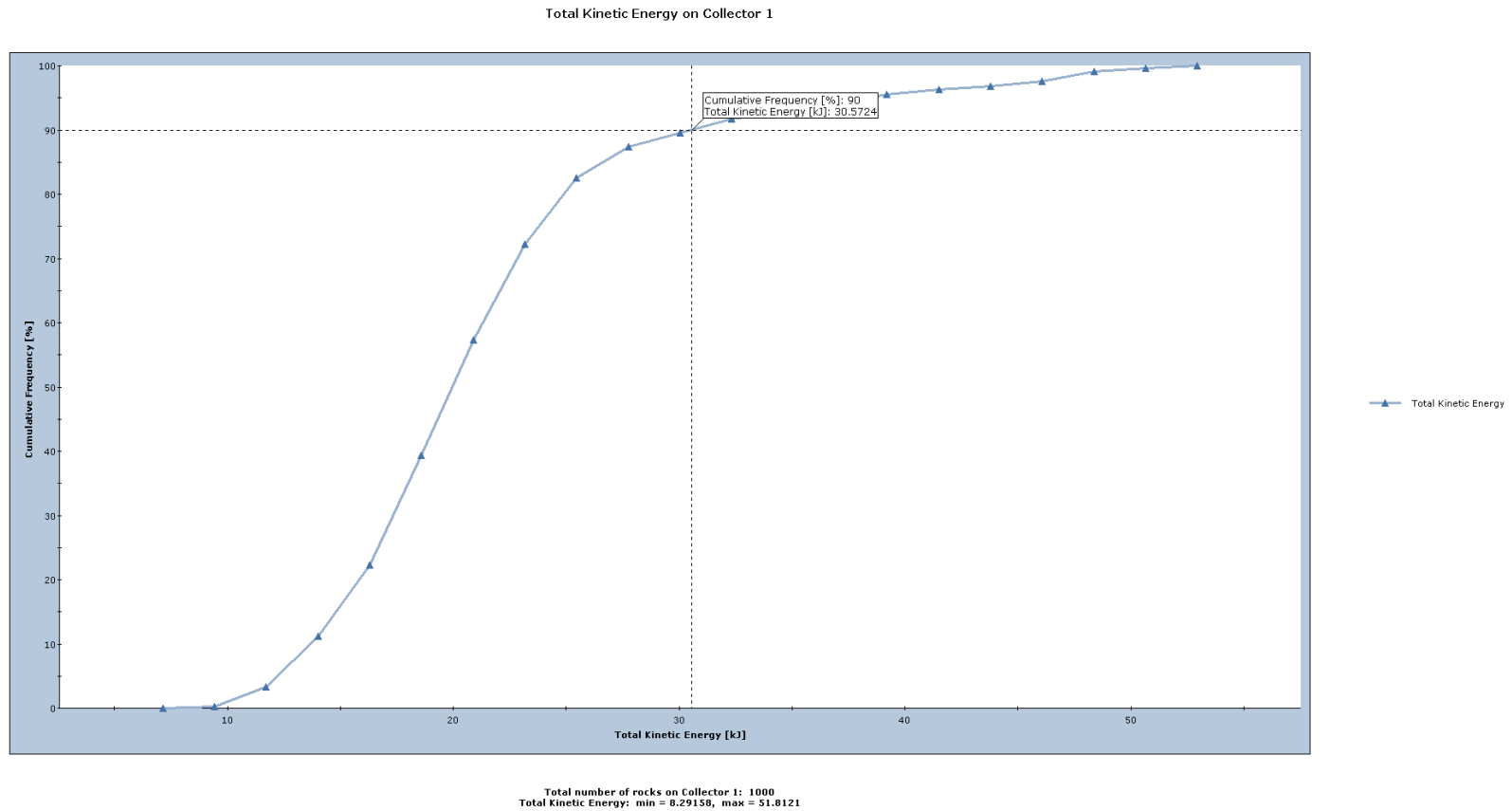


Total Kinetic Energy on Slope
Percentile (95 %)

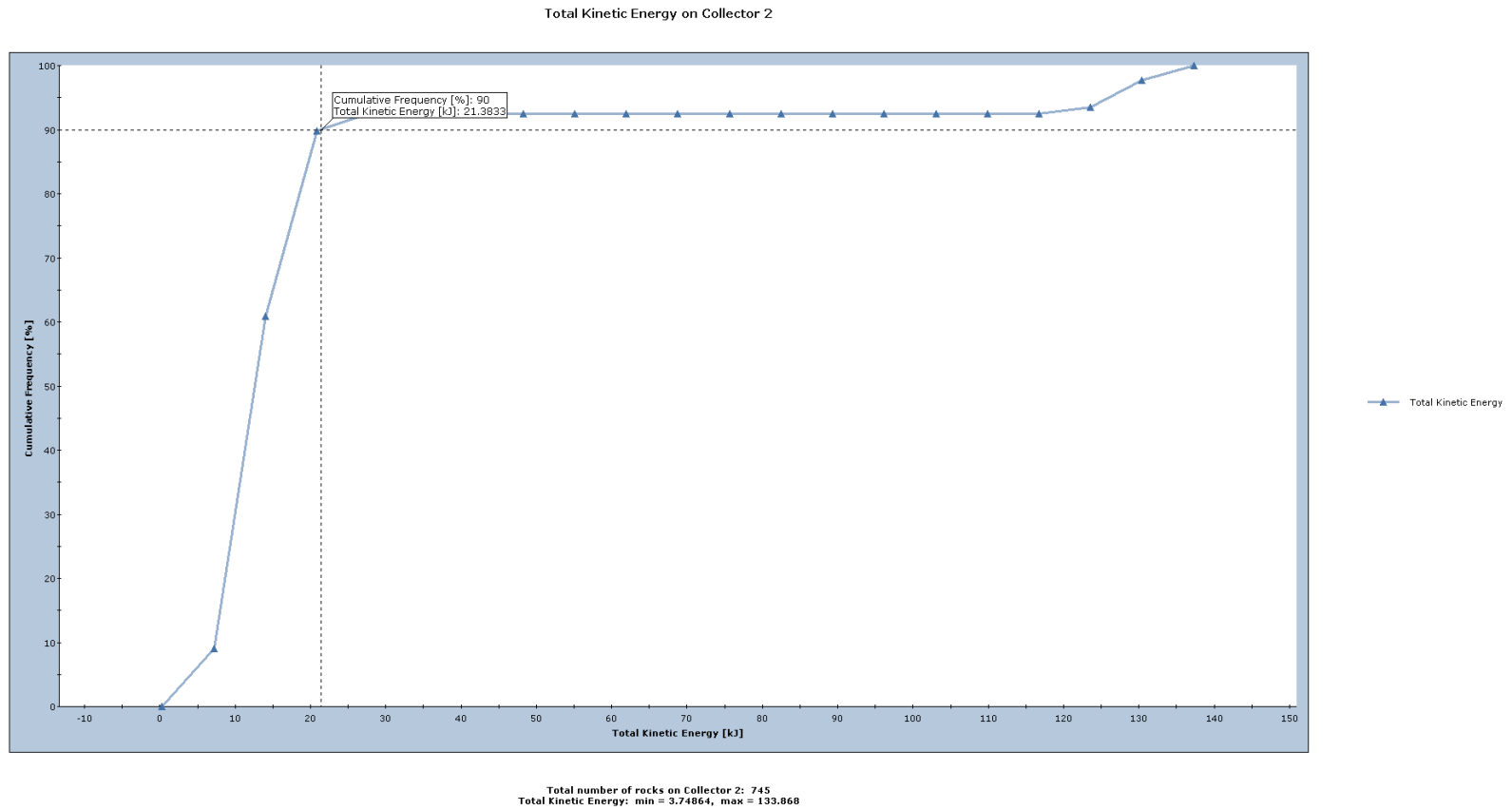


Total number of rock paths: 2000

Figur 3: Simulert total kinetisk energi [kJ] langs profilet. Største målte verdi er i størrelsesorden 110-120 kJ før blokker treffer bakken.



Figur 4: Målt total kinetisk energi [kJ] ved målepunkt i skjæringen, ca. 16 moh. Beregnet verdi er i størrelsesorden 30 kJ. Plassering av målepunktet tilsvarer skissert plassering av steinspranggjerdene/nett i forprosjektfasen.

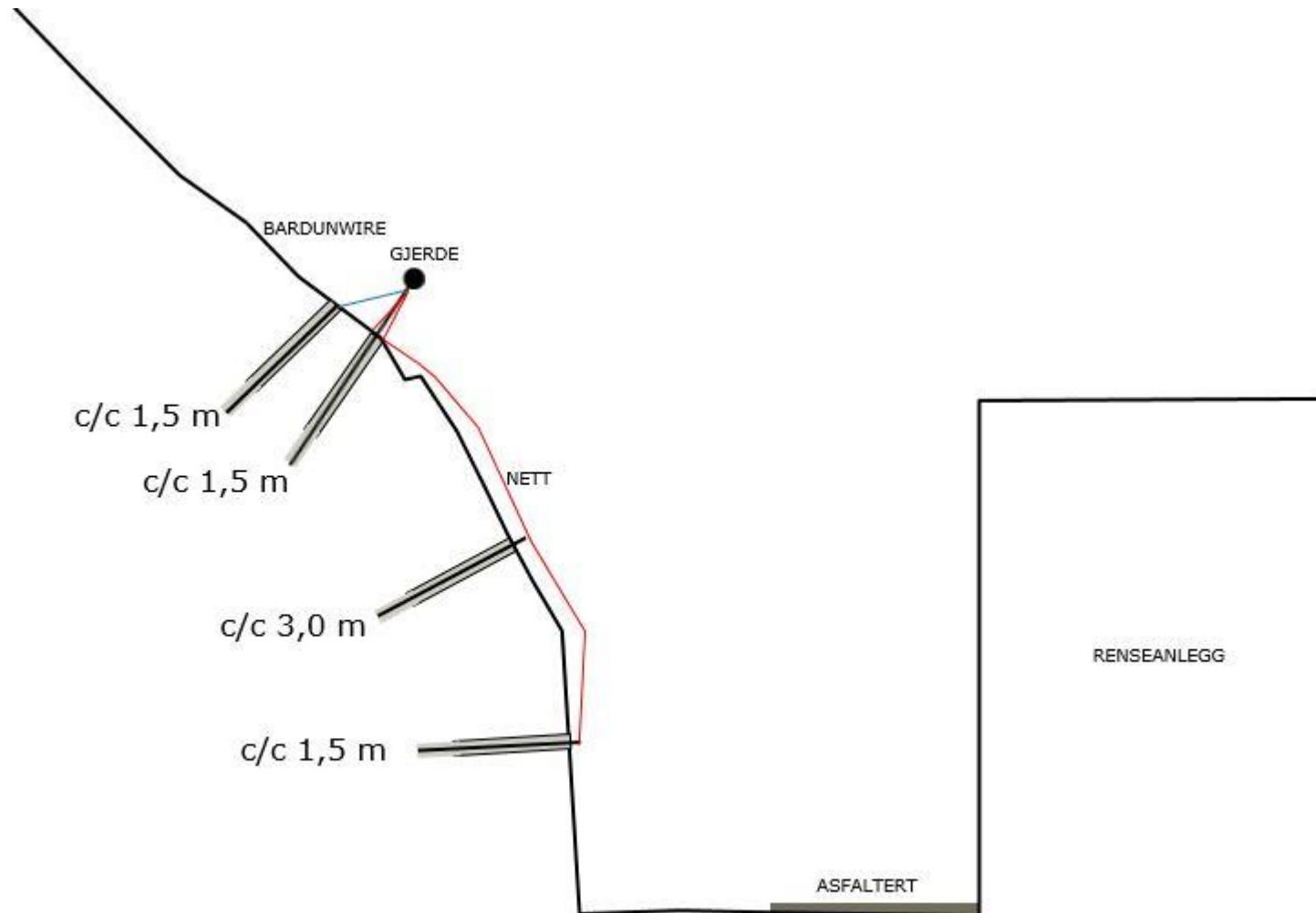


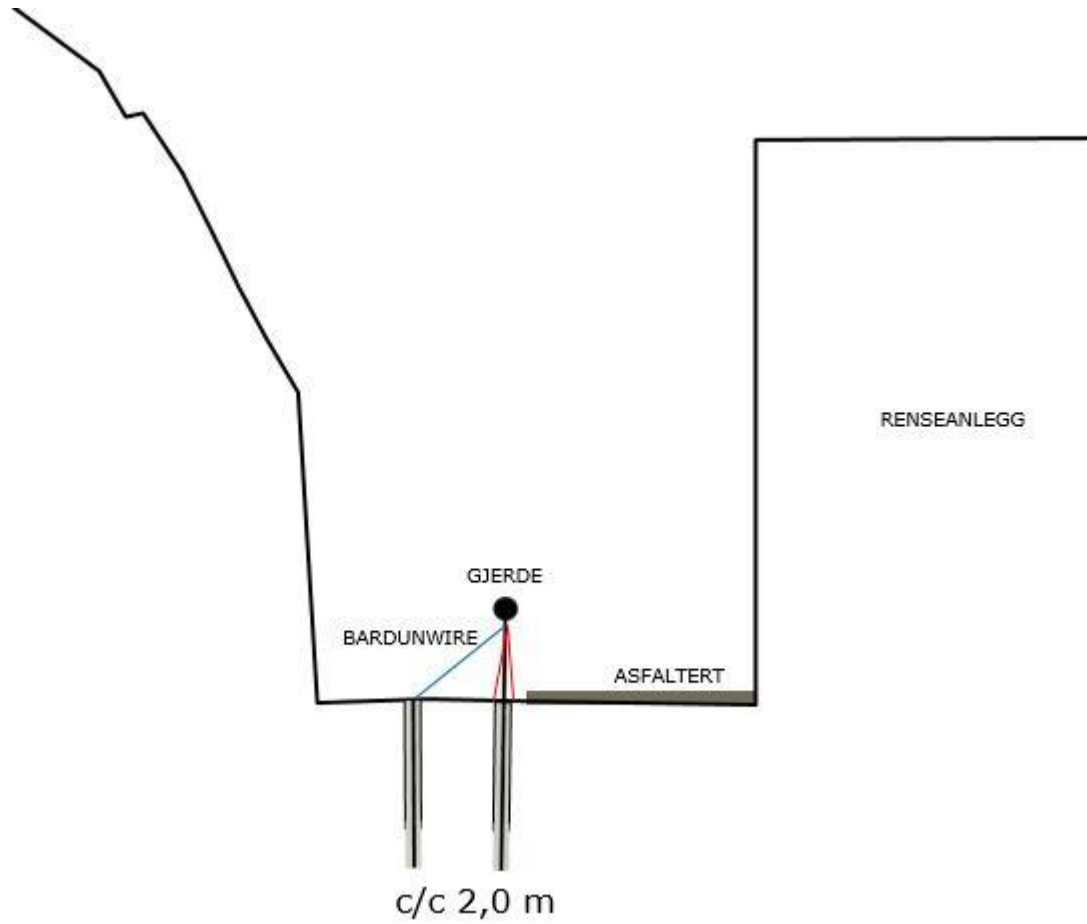
Figur 5: Figur 4: Målt total kinetisk energi [kJ] ved målepunkt på bakkeplan, ca. 4 moh. Beregnet verdi er i størrelsesorden 20 kJ. Plassering av målepunktet tilsvarer skissert plassering av steinspranggjerdje i forprosjektfasen.

VEDLEGG: PRINSIPPSKISSER

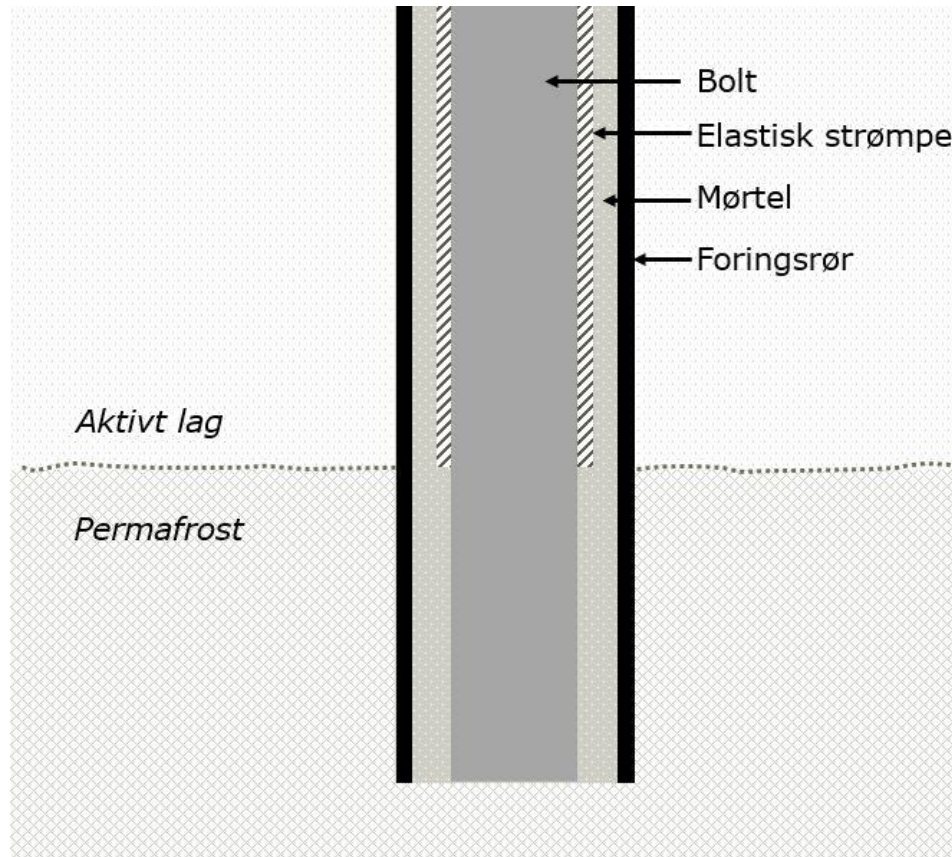
Oppdrag **1350022403**
Kunde **Longyearbyen Lokalstyre**
Notat nr. **G-not-001**

Dato **2018-03-23**





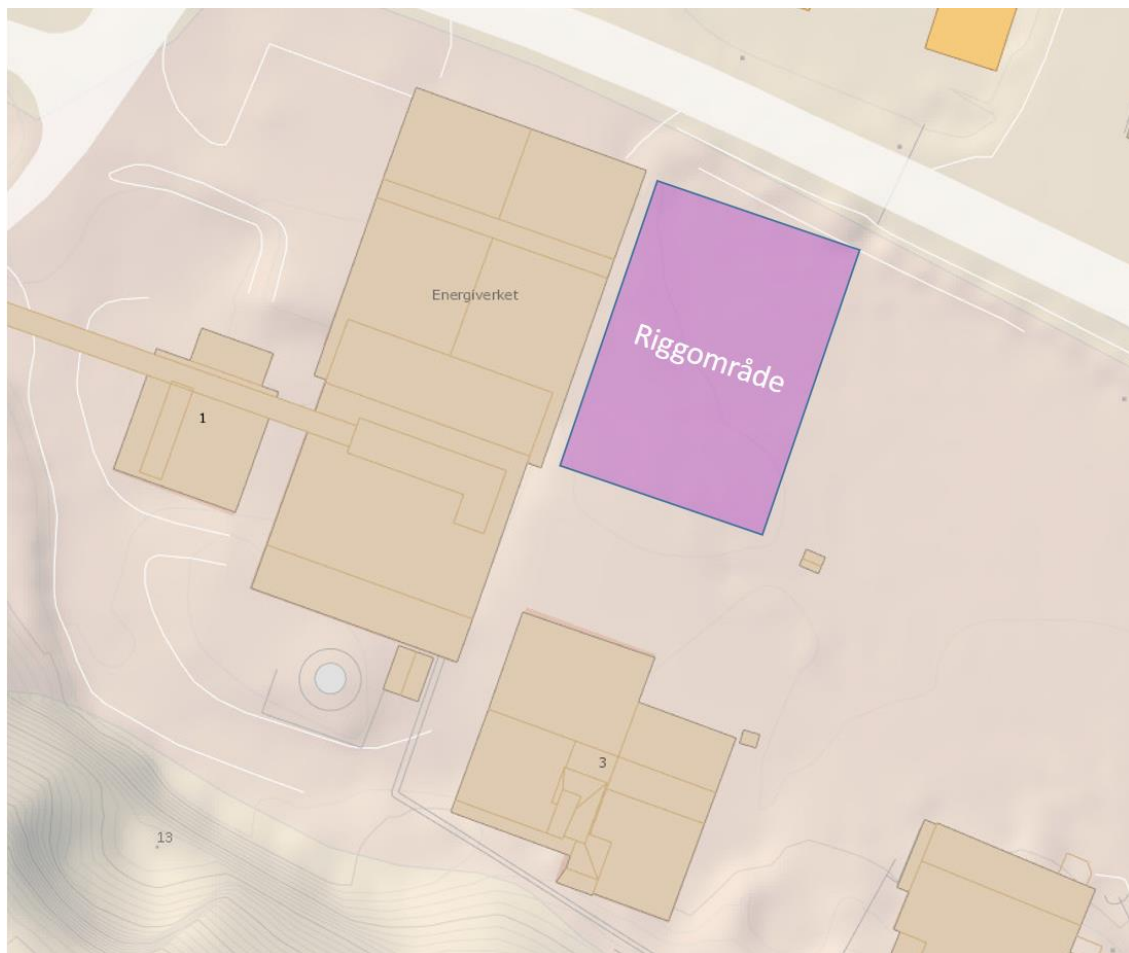
Boring med ODEX og foringsrør. Bolt forankres uten strømpe i permafrost, minimum 1 m innfesting.



VEDLEGG: RIGGOMRÅDE

Oppdrag **1350022403**
Kunde **Longyear Lokalstyre**
Notat nr. **G-not-001**
Dato **25/05/2018**

Forslag til riggområde mottatt fra Longyear Lokalstyre 16.05.2018





Mengdebeskrivelse

Dato: 2018-03-23

MERK. Alle poster skal inkludere anskaffelse, frakt, evt mellomlagring og montering.

Post	Enhet	Beregnet mengde	Pris per enhet	Pris totalt
Rigg og drift. Inkluderer alt av opprigging, nedrigging, transport og annet som ikke er nevnt i andre poster.	R.S.			
Timearbeid per lag. Inkl. samarbeid med geolog	tim	20		
Steinsprangnett og gjerde i skjæringen				
Nett med alle nødvendige festemidler	m2	284		
Øyebolter steinsprangnett for bardun	stk	24		
Øyebolter for barduninnfesting	stk	24		
Festebolter nett med mutter, halvkule og underlagsplate	stk	20		
ODEX-boring og foringsrør	stk	68		
Mørtel for bolter, tilpasset stedlige behov	stk	68		
Prøvetrekking	stk	7		
Fjellbånd for bunninnfesting	m	34		
Wire 10 mm for bardunering og nettforsterkning	m	173		
Steinspranggjerde på bakkenivå				
Øyebolter for gjerdet	stk	9		
Festebolter med mutter, halvkule og underlagsplate for barduninnfesting	stk	9		
ODEX-boring og foringsrør	stk	18		
Nett med alle nødvendige festemidler	m2	64		
Mørtel for bolter, tilpasset stedlige behov	stk	18		
Prøvetrekking	stk	2		
Wire 10 mm for bardunering og topp- og bunnwire	m	59		
Skilt				
Varselsskilt	stk.	2		
Timepriser tilleggsarbeider				
Borerigg med fører	time	15		
Gravemaskin med fører, inntil 8 tonn	time	15		
Gravemaskin med fører, inntil 20 tonn	time	5		

Skredsikringstiltak for Longyear energiverk

Hjullaster med fører, inntil 8 tonn	time	5		
Hjullaster med fører, inntil 15 tonn	time	5		
Lift	time	20		
Anleggsarbeider	time	20		