



RAPPORT

# Detaljprosjektering av sikringstiltak – Lia mellom veg 230 og 228

PROSJEKTERINGSRAPPORT FOR  
STØTTEFORBYGNINGER

DOK.NR. 20170299-05-R  
REV.NR. 0 / 2018-05-24

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.

## Prosjekt

Prosjekttittel: Detaljprosjektering av sikringstiltak – Lia mellom veg 230 og 228  
Dokumenttittel: Prosjekteringsrapport for støtteforbygninger  
Dokumentnr.: 20170299-05-R  
Dato: 2018-05-24  
Rev.nr. / Rev.dato: 0 /

## Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)  
Kontaktperson: Stian Bue Kanstad  
Kontraktreferanse: Kontrakt dato 2017-05-02 (Sign. NGI)

## for NGI

Prosjektleder: Ulrik Domaas  
Utarbeidet av: Arni Jonsson, Peter Gauer, Christian Jaedicke, Ørjan Nerland  
Kontrollert av: Ulrik Domaas, Einar John Lande

## Sammendrag

NVE skal bygge sikringstiltak i Longyearbyen ved veg 228 og 230. I den sammenheng har NVE lyst ut detaljprosjektering av sikringstiltak av typen snøsamleskjerm og støtteforbygninger, samt utarbeidelse av teknisk del av konkurransegrunnlag. Underveis i tidlig prosjektfase kom ønske fra Longyearbyen Lokalstyre (LL) om å prosjektere drengkanal i lia ovenfor vei 232, med formål å hindre små flomskred og overflatevann å nå bebyggelsen ved vei 232. Oppdragsgiver besluttet å dele prosjektet opp i drengkanal og snøsamleskjerm som første fase, og støtteforbygninger og fangvoll som fase to. Denne rapporten beskriver detaljprosjektering av støtteforbygninger.

Det er tenkt å bygge tre rader med støtteforbygninger i Lia ovenfor Spisshusene. Total lengde er 468 m og høyde er satt til  $D_k = 5$  m. Første rad er planlagt ca. på kote +98 og har en lengde på 228 m, andre rad er ca. på kote +112 og har en lengde på 184 m, og tredje raden er ca. på kote +126 og har en lengde på 56 m.

Det er åpnet for at støtteforbygningene kan være av snønett eller stive stålbroer.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Grunnlag for arbeidet</b>	<b>7</b>
2.1	Tidligere arbeid med sikringstiltak	7
2.2	Sikringsløsninger	7
2.3	Krav til sikkerhet	7
2.4	SAK 10 krav – Tiltaksklasse	8
2.5	Klassifisering av prosjektet	9
2.6	Geoteknisk kategori, pålitelighetsklasse og kontrollklasse	11
2.7	Funksjonskrav	11
2.8	Georeferanse	11
<b>3</b>	<b>Topografi og grunnforhold</b>	<b>12</b>
3.1	Topografi og grunnforhold	12
<b>4</b>	<b>Klima</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>Prosjektering</b>	<b>15</b>
5.1	Støtteforbygninger	15
5.2	Prøving og kontroll	19
5.3	Dimensjoner og valg av konstruksjon	20
<b>6</b>	<b>Referanse</b>	<b>21</b>

## Tabell

Tabell 2-1.	Tabell om begrunnelse for tiltaksklasse.	9
Tabell 5-1.	Inngangsverdier for beregning av snølaste på støtteforbygninger.	17

## Figur

Figur 1-1.	Oversiktskart av området ved veg 228 og 230. Bakgrunnsbilde: Norsk polarinstitutt.	6
Figur 3-1.	Helningskart av Sukkertoppen og området rundt. Områdene for støtteforbygninger er vist som lysgrønne områder. Helningsskalaen er vist til høyre.	12
Figur 3-2.	Figuren til venstre viser den omtrentlige plasseringen/høyden av utløsningsområdene for tørre snøskred. Figuren til høyre viser aspektet av utløsningsområdet.	13
Figur 3-3.	Berg i ravine sør for anleggsområdet, omtrent samme høyde, ovenfor vei 228 bygninger 6-10. Foto: Øyvind Armand Høydal, 2017.	13
Figur 3-4.	Eksempel på terrengoverflate ved planlagte støtteforbygninger. Foto: Jürgen Scheibz, 2017.	14
Figur 5-1.	Prinsippskisse støtteforbygninger	15
Figur 5-2.	Skissen viser prinsipp av hvordan snøhøyde i utløsningsområdet ble bestemt ut fra foto tatt av Tommy Markussen noen minutter før utløsningen av skredet. Sirklene viser nøkkelpunkter ved de geometriske bestemmelsene.	16

## Tegning

Følgende tegninger ble inkludert i konkurransegrunnlaget:

Nr.	Tegningstittel
-----	----------------

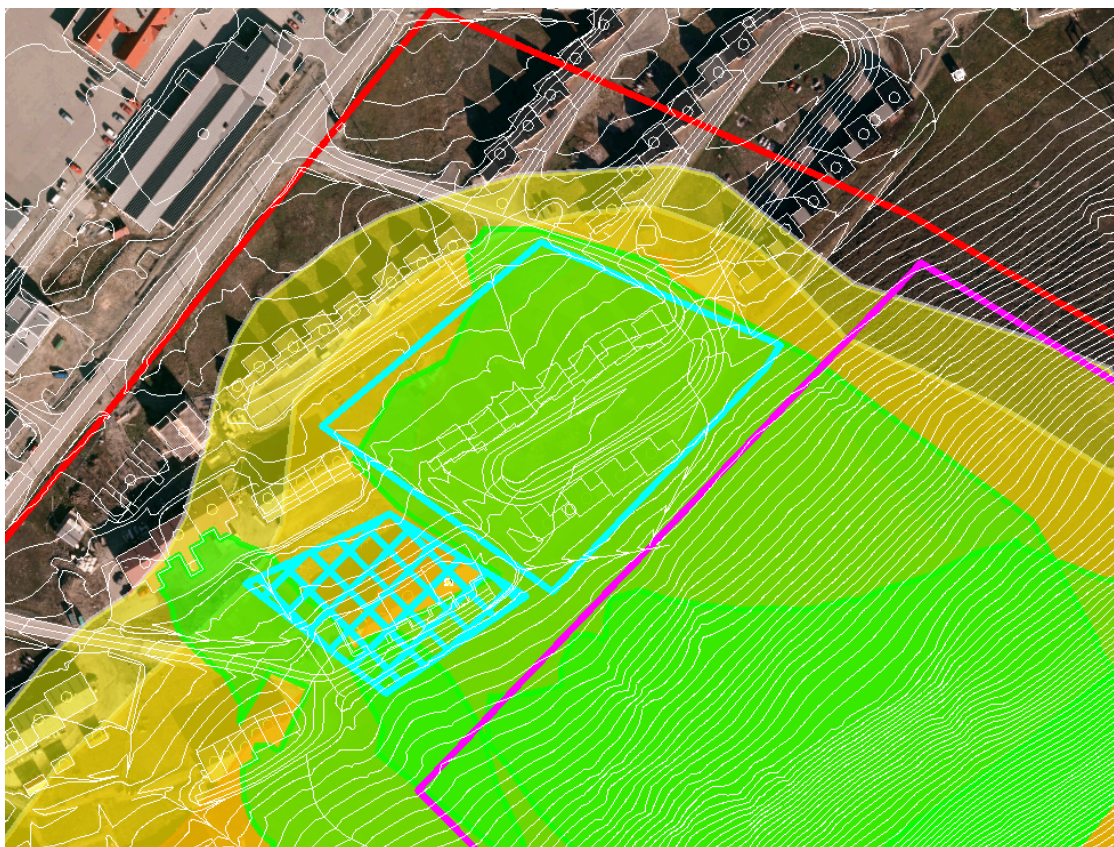
D001	Sikringstiltak. Støtteforbygninger. Oversikt over anleggsområdet
D002	Sikringstiltak. Støtteforbygninger. Helningskart (HMS)
D003	Sikringstiltak. Støtteforbygninger. Adkomst og riggplass
E100	Sikringstiltak. Støtteforbygninger. Plan: 2001PLN, 2002PLN og 2003PLN

## Kontroll- og referanseside

# 1 Innledning

NVE skal bygge sikringstiltak i Longyearbyen ved veg 228 og 230. I den sammenheng har NVE lyst ut detaljprosjektering av sikringstiltak av typen snøsamleskjerm og støtteforbygninger, samt utarbeidelse av teknisk del av konkurransegrunnlag. I utlysningen er det bl.a. henvist til skredfarekartlegging som har blitt utført for Longyearbyen (Multiconsult AS, 2016) og til mulighetsstudie av sikringstiltak utført av Jan Otto Larsen (Larsen, 2016). Foreslåtte tiltak bygger bl.a. på nevnte dokumenter.

Figur 1-1 viser kartutsnitt over området ved veg 228 og 230. Grønne områder viser skredene som gikk i desember 2015 og februar 2017. Det gule området viser faresonering utført av Multiconsult AS i 2016. Lyseblå og lilla linjer er områder definerte av oppdragsgiver som område som skal sikres (lyseblå) og omtrentlig område der sikringstiltak kan bygges på (lilla). Rød linje viser område omtalt i konkurransegrunnlaget.



Figur 1-1. Oversiktskart av området ved veg 228 og 230. Bakgrunnsbilde: Norsk polarinstitutt.

Underveis i tidlig prosjektfase kom ønske fra Longyearbyen Lokalstyre (LL) om å prosjektere dreiskanale i Lia ovenfor vei 232 som har som formål å hindre små flomskred og overflatevann å nå bebyggelsen ved vei 232.

Fremdrift har vært ett stort tema i prosjekteringen og det ble etter hvert klart at det var ikke mulig å prosjektere dreumkanal, snøsamleskjerm, støtteforbygninger og fangvoll samtidig slik at alt kunne lyses ut før høsten 2017. Oppdragsgiver besluttet derfor å dele prosjektet opp i dreumkanal og snøsamleskjerm som første fase, og støtteforbygninger og fangvoll som fase to. Seinere ble fase to delt opp i utlysning av støtteforbygninger og fangvoll som fase tre.

På grunn av kort tidsrom ble det besluttet å prioritere konkurransegrunnlaget framfor rapport for detaljprosjektering og derfor er deler av rapporten skrevet etter utlysning av støtteforbygninger. Denne rapporten beskriver detaljprosjektering av støtteforbygninger.

## 2 Grunnlag for arbeidet

### 2.1 Tidligere arbeid med sikringstiltak

NGI har foreslått sikringstiltak i Lia i tidligere rapporter bl.a. i rapport fra 1992 (Norges geotekniske institutt NGI, 1992). Forslag til sikring er også foreslått i kompendium utarbeidet av Jan Otto Larsen (Larsen, 2016), se nærmere i kapittel 2.2.

### 2.2 Sikringsløsninger

I utlysningssdokumentene for dette prosjektet er det referert til forslag til sikringstiltak i kompendiet *Skredsikring og fundamentering i permafrost* utarbeidet av Jan Otto Larsen i 2016 (Larsen, 2016). Der er bl.a. forslag om støtteforbygninger i utløsningsområdet i Lia ovenfor Spisshusene. NGI har benyttet dette opplegget som utgangspunkt i prosjekteringen beskrevet i følgende kapitler.

I tillegg til ovennevnt har NGI vurdert det slik at det er behov for en lav fangvoll ovenfor tidligere Spisshus for å stoppe eventuelle flomskred og våtsnø/sørpeskred, og for å fange opp overflatevann fra fjellsiden og lede det bort til eksisterende grøft ved vei 230. Fangvollen blir beskrevet i egen rapport.

### 2.3 Krav til sikkerhet

Dette prosjektet er en del av større prosjekt som NVE jobber med i Longyearbyen som har som formål å sikre befolkningen mot naturskader som snøskred, flomskred og sørpeskred. I konkurransegrunnlaget ble følgende krav satt:

*Sikringstiltaket skal dimensjoneres slik at det sikrer til minimum farenivå 1/1000 – dvs med støtteforebygninger vil årlig sannsynlighet for at skred løsner være sjeldnere enn 1/1000. Dersom leverandøren mener at det sikringstiltaket de foreslår også vil innebære sikring til 1/5000, må dette fremgå av detaljprosjekteringen.*

Årlig nominell sannsynlighet for skred 1/1000 er sikkerhetsklasse S2 i henhold til Plan- og bygningsloven (Plan- og bygningsloven, teknisk forskrift (TEK 17), 2017). NVE og LL har bestemt at Plan og bygningsloven skal gjelde i dette prosjektet på Svalbard.

## 2.4 SAK 10 krav – Tiltaksklasse

Bygging av støtteforbygningene kan etter SAK 10 (Byggesaksforskriften (SAK10), 2010) §9-4 og §13-5 oppdeles på følgende måte:

- ↗ *Geoteknikk* (Utarbeidelse av grunndata og fundamentering med eventuelt sikringstiltak for bygg, anlegg eller konstruksjon).
- ↗ *Konstruksjonssikkerhet* (Dimensjonering av bæreevne og stabilitet av bygg, anlegg eller konstruksjoner).
- ↗ *Montering av bærende metall- og betongkonstruksjoner* (Montering av bærende konstruksjoner av stål-, aluminium- eller prefabrikkerte betongelementer).
- ↗ *Innmåling og utstikking av tiltak* (Overføring av tiltakets plassering med utstikking av punkter fra koordinatfestet situasjonsplan til terrenget samt høydeplassering).

Følgende områder er satt opp:

- ↗ SØK. Ansvarlig søker,
- ↗ PRO. Ansvarlig prosjekterende,
- ↗ KPR. Ansvarlig kontrollerende for prosjekteringen,
- ↗ UTF. Ansvarlig utførende
- ↗ KUT. Ansvarlig kontrollerende for utførelsen.

Foreslått tiltaksklasse for de ulike elementene knyttet til bygging av støtteforbygning er beskrevet i Tabell 2-1:



Tabell 2-1. Tabell om begrunnelse for tiltaksklasse.

<b>Tiltakstype</b>	<b>Støtteforbygninger</b>
Geoteknikk: PRO, KPR	Utarbeidelse av dimensjoneringskriteria for støtteforbygninger krever kunnskap om snøens egenskaper, noe som ikke er omtalt i norske standarder. Dette er et eget fagområde. Fundamentering av støtteforbygninger er generelt ikke en komplisert oppgave, men svikt (i stor skala) kan ha fatale konsekvenser. I Longyearbyen kompliserer permafrost geoteknisk design og utførelse av fundamenteringen. For støtteforbygninger foreslås derfor tiltaksklasse: PRO 3 KPR 3.
Konstruksjons- sikkerhet: PRO, KPR	Utarbeidelse av dimensjoneringskriteria for støtteforbygninger krever kunnskap om snøens egenskaper, noe som ikke er omtalt i norske standarder. Dette er et eget fagområde. Feil vurdering av dimensjonsverdier kan ha alvorlige konsekvenser. Design blir utført av leverandør i henhold til konstruksjonens geometri. PRO og KPR bør ikke være lavere enn 2. Her er foreslått at tiltaksklassene settes til: PRO 3 KPR 3.
Montering av bærende metall- og betongkonstruksjoner	Rett montering av støtteforbygninger er svært viktig. NGI har erfart at beskrevet krav ofte ikke er fulgt som kan føre til skader og i verste tilfeller brudd på støtteforbygningsfundamentene. Det er derfor viktig at det blir utført kontroll på utførelse. NGI foreslår følgende tiltaksklasser: UTF 2 KUT $\geq 2$ .
Innmåling og utstikking av tiltak	Innmåling og eller utstikking er ikke spesielt krevende, men krever uansett dokumentert kunnskap om landmåling. Det er foreslått at tiltaket tilhører tiltaksklasse: UTF 1 KUT $\geq 1$ .

## 2.5 Klassifisering av prosjektet

### 2.5.1 Standarder og regelverk

Det er en rekke forskrifter, veiledninger, standarder og annet som kan brukes til hjelpemiddel for dimensjonering og prosjektering av skredsikring. Standarden NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurocode 0) og NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016, Del 1 Allmenne regler (Eurocode 7), som fastsetter prinsipper og krav for konstruksjoners sikkerhet, brukbarhet og bestandighet, skal brukes. En av merknadene i standarden er at prosjektering (og så vidt også dimensjonering) av spesielle byggverk kan kreve andre tiltak enn de som standarden omfatter. Dette gjelder bl.a. dimensjonering og prosjektering av støtteforbygninger som har som formål å hindre utløsning

av snøskred. Slike tiltak er ikke beskrevet i standarden. Standarden gir også mulighet til å bruke andre veiledninger, standarder og/eller forskrifter hvis de finnes. I dette fagfeltet har mye blitt dokumentert i Alpelandene og veiledninger og standarder derfra er benyttet i stor grad i Norge.

Gjeldende regelverk legges til grunn for prosjekteringen, og for geoteknisk prosjektering gjelder dermed:

- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurocode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner),
- NS-EN 1991-1:2002 + NA:2008 (Eurokode 1),
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016, Del 1 Allmenne regler (Eurocode 7: Geoteknisk prosjektering),
- NS-EN 1997-2:2007+NA:2008 (Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver)
- NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 (Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger),
- NS-EN 1998-5:2004+NA:2014 (Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 5: Fundamenter, støttekonstruksjoner og geotekniske forhold),
- TEK 17, §7. Sikkerhet mot naturpåkjenninger (§7-3. Sikkerhet mot skred) og §10. Konstruksjonssikkerhet.

I tillegg er følgende dokumenter benyttet:

- Skredsikring og fundamentering i permafrost. Case: Arktiske strøk - Longyearbyen, Svalbard. Kompendium: 2016-12 (Larsen, 2016).
- Margreth, S., 2007: Defense structures in avalanche starting zones. Technical guideline as an aid to enforcement. Environment in Practice no. 0704. Federal Office for the Environment, Bern; WSL Swiss Federal Institute for Snow and Avalanche Research SLF, Davos. 134 pp.

## 2.5.2 Sikkerhet mot naturpåkjenninger iht. TEK17

I henhold til TEK17 (Plan- og bygningsloven, teknisk forskrift (TEK 17), 2017) § 7, *Sikkerhet mot naturpåkjenninger* skal byggverkene plasseres, dimensjoneres eller sikres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo og skred). Planlagte sikringstiltak har som formål å sikre eksisterende boliger nedenfor Lia.

Støtteforbygninger skal hindre at snøskred kan påføre bygninger og folk skader, de blir derfor utsatt for andre typer belastninger enn vanlige byggverk.

Foreslått sikkerhetsklasse S2 er definert i anbudsgrunnlaget fra NVE, se også tekst i 2.3.

## 2.6 Geoteknisk kategori, pålitelighetsklasse og kontrollklasse

I henhold til kapittel 2 i Eurokode 7 skal det i dette prosjektet benyttes geoteknisk kategori 2. Det er valgt konsekvens- og pålitelighetsklasse CC/RC 2, kontrollklasse for prosjektering, PKK 2 og utførelse UKK 2 i henhold til Eurokode 0.

Basert på pålitelighetsklassen fastsettes kontrollklasse og kontrollform for prosjektering og utførelse etter tabell NA.A1 (902) og tabell NA.A1 (903) i Eurokode 0. Pålitelighetsklasse 2 krever egenkontroll, intern systematisk kontroll og utvidet kontroll.

Det er lite eller ukjent hvor stor påkjenning støtteforbygningene blir utsatt for i det bratte terrenget pga. sig i det aktive laget og hvor stor påvirkning vil bli av klimaendringer.

Det bør settes opp plan for kontroll og vedlikehold under brukstiden. Det påpekes at foretak/personer som skal utføre kontroll bør ha dokumentert kunnskap om konstruksjonene og de problemer som kan oppstå under brukstiden.

## 2.7 Funksjonskrav

### 2.7.1 Levetid

Alle løsninger og konstruksjoner skal planlegges og dimensjoneres for en levetid på minst 50 år, noe som er i tråd med dimensjonerende brukstidskategori 4 i tabell 2.1 i kapittel 2.3 i Eurokode 0.

Kapittel 2.4 i Eurocode 0 informerer om krav til bestandighet.

### 2.7.2 Kvalitetssikring

Eurocode 0 krever at kvalitetssystem skal være tilgjengelig. NGI er sertifisert av BSI i henhold til Kvalitetssystem ISO 9001:2015 og Miljøsystem ISO 14001:2015 for Forskning og utvikling, rådgivning og tjenester innen geofagene.

## 2.8 Georeferanse

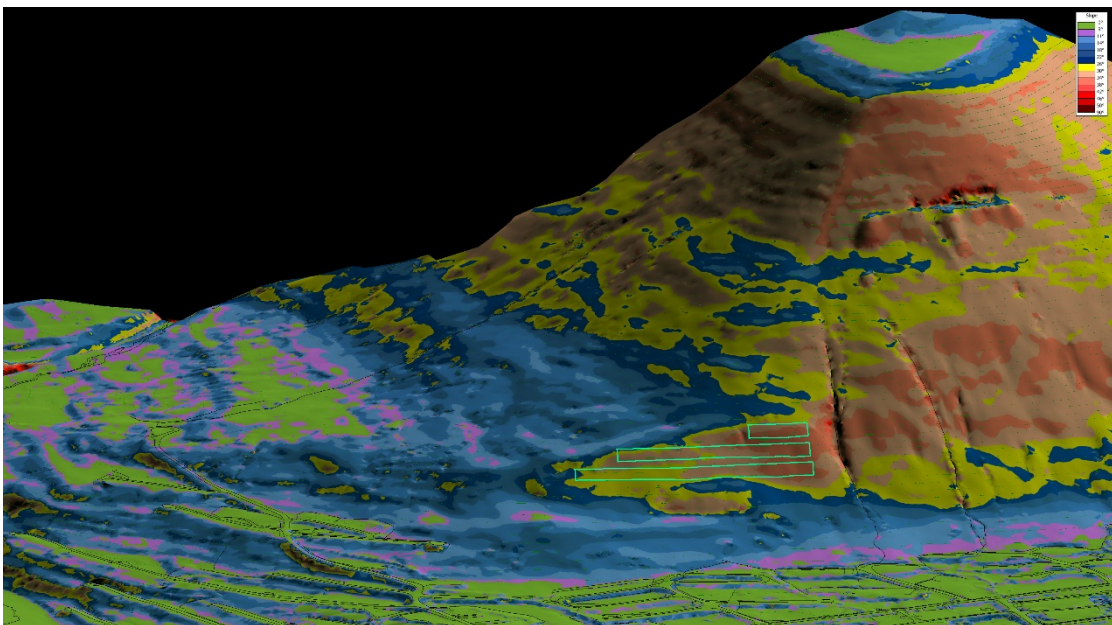
Dokumentene er utarbeidet i UTM33 og høydesystem er "Longyearbyen lokal".

### 3 Topografi og grunnforhold

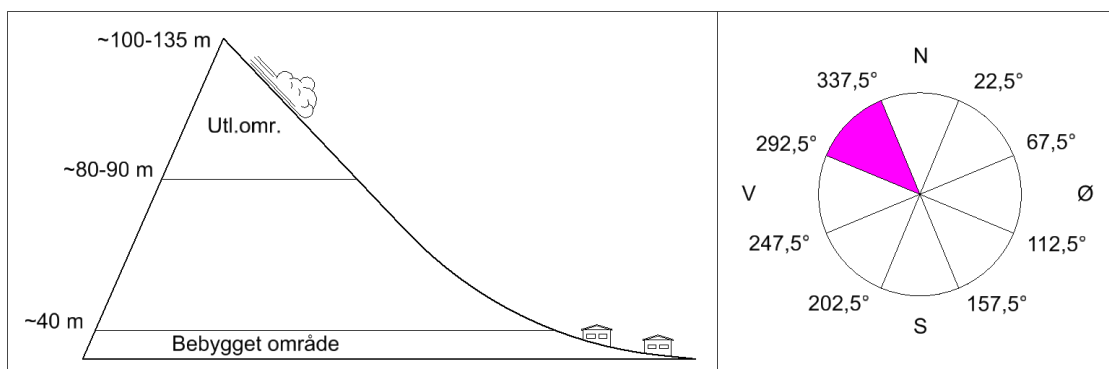
#### 3.1 Topografi og grunnforhold

Det finnes mange rapporter fra grunnundersøkelser på Svalbard som NGI har utført i gjennom årene, rapportene finnes hos LL og noen er vist i referanselisten i kapittel 6. Høsten 2017 ble det utført grunnundersøkelser av Sintef (Sintef, 2017) og NGI (Norges geotekniske institutt NGI, 2017) som var delvis del av dette prosjektet, men også for videre arbeid som NVE har fram for seg i Longyearbyen. Det foreligger også teknisk notat om geotekniske vurderinger (Norges geotekniske institutt NGI, 2018).

Terrenghelningen i tiltaksområdet varierer mellom ca. 25° og 36°, slakest på nordøstsiden, se Figur 3-1. Illustrasjon av omtrentlig plassering/høyde av utløpsområdene for tørre snøskred er vist Figur 3-2.



Figur 3-1. Helningskart av Sukkertoppen og området rundt. Områdene for støtteforbygninger er vist som lysgrønne områder. Helningsskalaen er vist til høyre.



Figur 3-2. Figuren til venstre viser den omtrentlige plasseringen/høyden av utløsningsområdene for tørre snøskred. Figuren til høyre viser aspektet av utløsningsområdet.

Etter utlysning av støtteforbygninger ble oppdragsgiver og NGI kjent med at Statsbygg hadde utarbeidet dokumenter om «Bygging og forvaltning på Svalbard i et langsiktig klimaperspektiv». Forskjellen fra det som allerede er beskrevet i konkurransegrunnlaget er at det er forventet at aktive laget vil bli rundt 3 m i 2100, som er omtrent 1 m tykkere enn det som ble beskrevet i konkurransegrunnlaget. År 2100 ligger en del utenfor forventet (krevet) levetid, men likevel ble 3 m valgt som grunnlag for forankring av snøsamleskjerm som nå er i anleggsfase. Tilbydere ble informert om disse dokumentene før frist for innlevering av tilbud.

For nærmere beskrivelse av grunnforholdene vises det til NGI notat 20170299-03-TN (Norges geotekniske institutt NGI, 2018). Figur 3-3 og Figur 3-4 viser bilder av grunnforholdene i nærheten av anleggsområdet.



Figur 3-3. Berg i ravine sør for anleggsområdet, omtrent samme høyde, ovenfor vei 228 bygninger 6-10. Foto: Øyvind Armand Høydal, 2017.



*Figur 3-4. Eksempel på terrengoverflate ved planlagte støtteforbygninger. Foto: Jürgen Scheibz, 2017.*

## 4 Klima

For informasjon om klima er henvist til NGI rapport 20170299-01-R.

## 5 Prosjektering

### 5.1 Støtteforbygninger

#### 5.1.1 Typer støtteforbygninger

På markedet finnes det en del forbygninger som har som formål å holde snøen på plass i utløsningsområde for snøskred. Figur 5-1 viser tre prinsipløsninger som bl.a. er brukt i Norge.

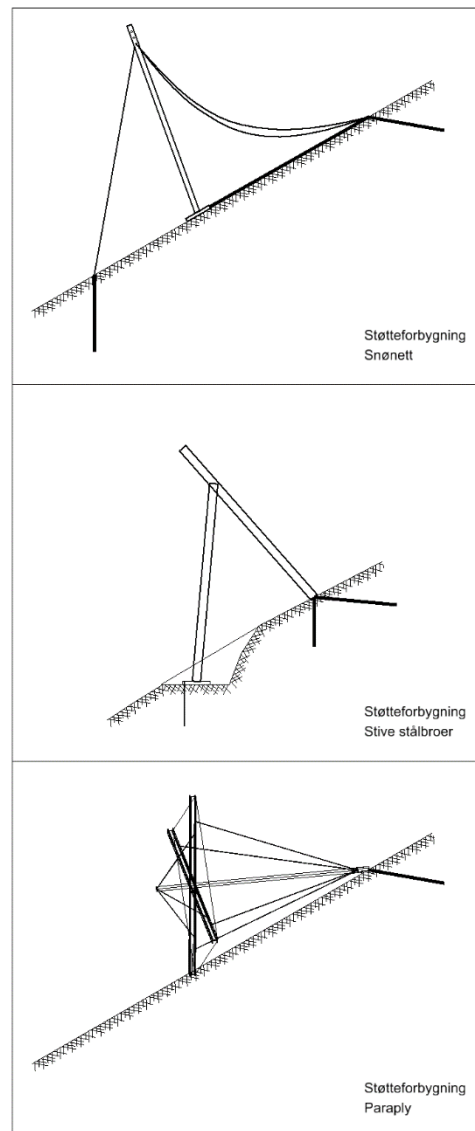
Snønett består av stolpe og nett som holder snøen, og barduner som har som formål å holde rett form på konstruksjonen. Denne typen har blitt bygget noen steder i Norge.

Stive stålbroer er støtteforbygninger av stålbejelker som danner stiv konstruksjon. Mest har blitt bygget av den «Østerrikske typen» som består av hovedelementer med lengde 4 m og fundamentavstand 2760 mm. Hvert hovedelement består av 2 bærebjelker og 2 støtter samt horisontale bjelker mellom bærebjelkene. Konstruksjonen festes til anker (øvre fundament) og fotplate på støttene (nedre fundament). Andre typer nedre fundament kan forekomme. Senteravstand mellom de horisontale bjelkene kan variere, men er oftest 460 mm.

Paraplyforbygning er relativt ny type støtteforbygning som ser ut som paraply liggende på bakken. Den består av en sentral akse som overfører kreftene i grunnen og skjerm som består av bærende bjelker og nett. Denne typen har blitt brukt for sikring av veier, men foreløpig ikke for bebyggelse. Det begrunnes med at SLF<sup>1</sup> i Sveits ikke har godkjent denne typen for slikt formål.

#### 5.1.2 Laster

Kjennskap om snøhøyde er en av de primære faktorene som er nødvendige for plassering og dimensjonering av støtteforbygninger i utløsningsområder.

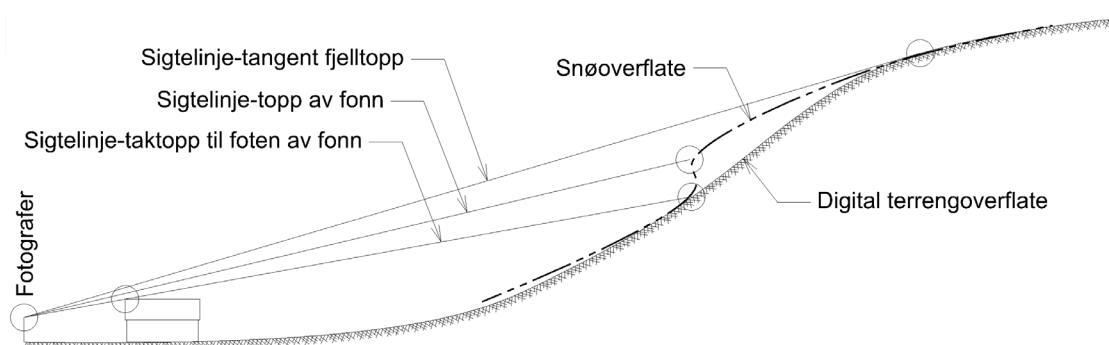


Figur 5-1. Prinsippkisse støtteforbygninger

<sup>1</sup> SLF er verdensledende forskningsinstitutt innom bl.a. snøproblematikken, og er i Davos Sveits.

NGI har ikke fått tilgang til annen snøhøydedata i utløsningsområdet i Lia enn det som tidligere NGI ansatte har fortalt om når de jobbet bl.a. med vurdering av snøskredfare i Lia. De nådde ikke ned til terrengoverflaten med en 3 m lang sonderingsstang fra en ca. 1,5 m dyp sjakt, som kan tyde på at dimensjonerende snøhøyde kan være mellom 5 og 6 m.

Snøhøyde i utløsningsområdet i Lia før skredet i desember 2015 er ikke kjent, men bilder som ble tatt like før snøskredet av Tommy Markussen gir mulighet til å vurdere snøhøyde og plasseringen av kanten av fonnen som hadde bygget opp like før snøskredet gikk.



Figur 5-2. Skissen viser prinsipp av hvordan snøhøyde i utløsningsområdet ble bestemt ut fra foto tatt av Tommy Markussen noen minutter før utløsningen av skredet. Sirklene viser nøkkelpunkter ved de geometriske bestemmelsene.

Det er først og fremst på den nordlige delen av området som det går å måle snøhøyde ut fra foto fordi der er snøfonnen ganske velmarkert. Lengre mot sør ligger fonnen i fjellsiden uten velmarkerte *bruddlinjer* i fonnen.

Den geometriske studien viser at fonnen kan ha vært mellom 5 og 6 m høy på det høyeste, men ved bruddkanten ved toppen kan den ha vært ca. 2–4 m. Denne metoden innebærer noe usikkerhet som først og fremst er knyttet til valgt høyde på Spisshusene. Det er derfor forsøkt å teste plasseringen av foten av fonnen ved å senke høyden på Spisshusene med 0,5 m. Resultatet ble at fonnen flyttet seg ca. 10 m lengre ned fjellsiden, og snøhøyden ble til de tidligere nevnte 5–6 m på den nordlige siden. Ut fra fjellformasjon har NGI antatt at høyden på fonnen er noe lavere på den sørlige delen.

Vindretning langs det flate området til det bratte utløsningsområdet gir begrensede muligheter for oppbygging av fonn i utløsningsområdet.

NGI er klar over at informasjonen om snøhøyde som er brukt i dette arbeidet innebærer usikkerhet, men vurderer det som best tilgjengelig informasjon per i dag. Ut fra denne informasjonen har det blitt laget digital modell av snøoverflaten som er brukt for å vurdere plassering og høyde på støtteforbygningene i terrenget.



For å beregne belastningen på støtteforbygninger er Sveitsiske retningslinjer for nettforbygninger brukt (Margreth, 2007). Det påpekes at det ikke finnes formelle anbefalte verdier for Norge for snøparametere for design av sikringstiltak som støtteforbygninger. For å bestemme design kriterier for beregningene er det brukt verdier som anses å være for norske forhold.

For lasttilfelle 1 forutsettes det at forbygningen er helt fylt opp av tørr vintersnø, mens for lasttilfelle 2 er forbygningen fylt  $0,77 \times$  vertikal høyde med tung vårsnø. Verdier som er benyttet i dimensjonering er vist i Tabell 5-1.

Tabell 5-1. Inngangsverdier for beregning av snølaste på støtteforbygninger.

Parametre	Verdi	Enh.	Kommentarer
N	1,8		Glidefaktor for vintersnø i permafrostområde
N	2,2		Glidefaktor for vårsnø i permafrostområde
P <sub>1</sub>	400	kg/m <sup>3</sup>	Snøens midlere densitet
P <sub>2</sub>	600	kg/m <sup>3</sup>	Snøens midlere densitet
K/sin2ψ	0,83		Verdi for vintersnø
K/sin2ψ	1,05		Verdi for vårsnø
a <sub>c</sub>	0,3		Snøfaktor vintersnø
a <sub>c</sub>	0,2		Snøfaktor vårsnø
f <sub>c</sub>	1,0		Høydefaktor etter (Margreth, 2007). Er satt til 1,0 for Norge
f <sub>s</sub>	1,2		Foreslått verdi er 0,8 (Margreth, 2007), men pga. at retningslinjene bruker annen densitet øker vi tallet med forholdet mellom densitetene i NO og CH, dvs. ca. 1,5.
D <sub>k</sub>	5,0	m	Snøhøyde, vinkelrett på terreng
ψ	35	°	Terrenghelning varierer noe. Her er gitt verdier som er tilnærmet gjennomsnittshelning på terreng

Ut fra disse verdiene og Sveitsiske retningslinjer (Margreth, 2007) er det beregnet at snøtrykk S<sub>N</sub> kan bli ca. 105 kN/m for stive stålbroer, og ca. 81 kN/m for snønett.

### 5.1.3 Fundamentering

Her er det henvist til geoteknisk rapport (Norges geotekniske institutt NGI, 2018).

Det finnes flere mulige løsninger på fundamentering av støtteforbygninger. Nedenfor er beskrevet to mulige løsninger:

- Forslag 1. Stolpene festes til platefundament som igjen er festet med wire til øvre bardun/nettanker. Platen bør være såpass stor at den ikke lett synker ned i terrenget i smelteperioden om sommeren.
- Forslag 2. I henhold til informasjon fra teknisk avdeling hos Longyearbyen lokalstyre har de erfart at peler (ikke for svære) som bores ned i fast/berg for å få god innspenning har stått imot sig i topplaget, det siger rundt pelen og forbi.

Det kan være fordel å bygge pel som går over til stolpe og har samme dimensjon, men det finnes også andre muligheter, og leverandøren kan komme med forslag.

#### 5.1.4 Vannføring pga. fonndannelse ved støtteforbygningene

De store snømengdene som kan samles ved støtteforbygninger betyr at snøsmeltingen vil kunne ta lengre tid på våren og forsommeren. Det betyr at det kan være større mengder vann og/eller over lengre tid som kan komme ned i smeltetiden, men det er antatt at det ikke har betydelig effekt på erosjon ved sakte eller moderat smelting. Ved kraftig smelting og kanskje sammen med regn kan det muligens oppstå erosjon som kan erodere vannveier ned fjellsiden og føre til små flomskred. Omfang av dette er ukjent, her er foreslått å avvente og vurdere smeltingen i smelteperiodene etter bygging av støtteforbygningene. Planlagt fangvoll på nedsiden har bl.a. som formål å fange opp smeltevannet og mulige flomskred.

#### 5.1.5 Korrosjon, forvitring og bestandighet

NGI har ikke kjennskap til hvor fort stålmaterialer korroderer i det maritime og arktiske klimaet i Longyearbyen. Dette gjelder korrosjonshastighet av svart stål og stål som er korrosjonsbeskyttet med zink eller aluzink.

NVE/LL har under arbeidet kommet fram med ønske om en brukstid på konstruksjonene på 50 år, ref. kapittel 2.7. Det kan anses som fornuftig å velge brukstid av sikringskonstruksjonene lik forventet brukstid av de bygninger som skal sikres, som her antas å være rundt 50 år. Neste brukstidskategori er 5 som gir veiledende dimensjonerende brukstid på 100 år som NGI anser å være urimelig høyt når mulige endringer i sikkerhetskrav og reguleringsplan er tatt i betraktning og forventet levetid av bygninger i Longyearbyen. NGI refererer til endringer i sikkerhetskrav fra 1980 tallet til dagens krav som resonnement for ikke for lang brukstid.

Alle sikringskonstruksjonene som er planlagte er sammensatte konstruksjoner dvs. de består av ulike deler/materialer med ulike egenskaper som f. eks. forventet levetid. Forventet brukstid vil derfor gjelde de deler/materialer som har den korteste brukstiden/levetiden.

Det finnes lang erfaring med støtteforbygninger på fastlandet, men det er lite eller ingen kontroll med dem slik at det er ukjent om de oppfyller de kravene som opprinnelig ble stilt. Støtteforbygninger som er uten tilsyn og vedlikehold kan fort bli i dårlig forfatning. I Longyearbyen vil det bli permafrosten og bevegelser i grunnen som vil bli den største utfordringen.

Alt materiale i støtteforbygningene skal være uten skade og oppfylle alle krav om styrke og klassifisering. Alt stål materialet skal være S235J2G3, S275J2G3 og/eller S355J2G3

etter NS-EN 10025-2:2004. Likeledes skal alle konstruksjonsdeler være korrosjonsbeskyttede i henhold til kravene i NS-EN ISO 1461:2009 Varmforsinkede belegg på fabrikkerte jern- og stålprodukter. Spesifikasjoner og prøvingsmetode (ISO 1461:2009) og NS-EN ISO 14713 del 1 og del 2. Miljøklasse/korrosjonsklasse skal være C4 i henhold til tabell 1 i samme standard. Minimums gjennomsnittlige tykkelse på zink laget skal være 85 µm for ståltykkelse >6 mm (tabell 2 i standarden).

For anker/peler skal stålqualität være S355J2H iht. NS-EN 10210-1:2006 Varmformede hulprofiler av ulegerte og finkornbehandlede konstruksjonsstål - Del 1: Tekniske leveringsbetingelser. Pelen skal gyses fast med sulfatbestandig sement i både løsmassene og i forankringssonen i berg. Hver enkelt pel skal være godt merket og levert med verkstedssertifikat for dokumentasjon av stålqualität. Pelene skal dimensjoneres med korrosjonsmonn, og skal leveres med en minimum godstykkelse på 8,0 mm.

## 5.2 Prøving og kontroll

Det er viktig at entreprenøren som skal bygge støtteforbygningene kan dokumentere at forankringsløsninger som han velger oppfyller de krav om belastning som leverandør av støtteforbygningene spesifiserer. Dette kan gjøres med prøvebelastning. Det er ikke ønskelig å utføre prøvetrekking på aktuelle anker/fundamenter, men ved siden i ett område som anses å kunne være representativt. Valg av punkter bør gjøres i samarbeid med byggherren og entreprenøren.

Formålet med prøvetrekking er å undersøke kvaliteten på berggrunnen og den belastningen som den kan bli påført. Dette gjelder først og fremst strekkprøve på ankerstang, men boring skal også gi informasjon om grunnforhold på stedet. På fast-landet har det blitt praktisert å bore 2 m i berg av god kvalitet og det har blitt foreskrevet 3 m i dårlig berg.

Det skal utarbeides protokoll for hver eneste pel/anker i støtteforbygningene der bl.a. følgende skal loggføres:

- ↗ Nummer borehull.
- ↗ Ev. (element)nummer fra leverandør
- ↗ Dato og time/tid på dagen; start og slutt boring (boretid)
- ↗ Retning på borehull
- ↗ Dybde på borehull
- ↗ Dybde til fjell
- ↗ Dybde til grunnvann
- ↗ Diameter Ø, borekrone og type
- ↗ Foringsrør; type og lengde
- ↗ Beskrivelse av boring og borhastighet
- ↗ Beskrivelse av geologi (løsmasse og berg), sprekker m.m.
- ↗ Ansvarlig person for boring og signatur

Det er også viktig at entreprenøren fører logg under gysarbeidet. Loggen skal inkludere:

- ↗ Nummer hull
- ↗ Ev. (element)nummer fra leverandør
- ↗ Dato og time/tid på dagen; start og slutt gysing (time)
- ↗ Temperatur v. terrenget
- ↗ Nedbør (J/N), og form av nedbør
- ↗ Type gysemasse
- ↗ Gysemetod
- ↗ Gyse-Mikser; hastighet ut/trykk ut
- ↗ Mengde
- ↗ Merknad
- ↗ Ansvarlig person for gysing og signatur

### 5.3 Dimensjoner og valg av konstruksjon

Normalt bygges det ikke høyere støtteforbygninger en 4,5 m til 5 m, i spesielle tilfeller kan de være høyere. Det er forventet at snøsamleskjermen vil ta en stor del av snø som kan transporteres på flaten ovenfor utløsningsområdet slik at det ikke vil bli behov for maksimal høyde på støtteforbygningene. Derfor er det valgt å bygge støtteforbygninger som har  $D_k = 5$  m.

Pga. av utfordringene rundt permafrosten, som mulig sig eller deformasjon, har NGI og oppdragsgiver kommet fram til at foretrukken løsning er snønett. Entreprenøren har imidlertid muligheten til å velge andre løsninger hvis det kan påvises med beregninger og eksempler at annen type forbygninger som modifiserte steinsprang-gjerder eller stive stålbroer vil kunne fungere etter hensikten.

Oppdragsgiver er kjent med at 5 m høye snønett ikke er et standardprodukt fra anerkjente leverandører, men det er åpnet for spesielt designet konstruksjon produsert av anerkjente leverandører.

Etter diskusjon med oppdragsgiver og erfaring fra tidligere anbud ble det besluttet å sette min boring for anker som 7 m.

## 6 Referanse

Byggesaksforskriften (SAK10) (2010) Norge

Larsen JO (2016) Skredsikring og fundamentering i permafrost. Case: Arktiske strøk - Longyearbyen, Svalbard. Kompendium: 2016-12. Drammen

Margreth S (2007) *Defense structures in avalanche starting zones - Technical guideline as an aid to enforcement. Environment in Practice no. 0704*. Federal Office for the Environment, Bern; WSL Swiss Federal Institute for Snow and Avalanche Research SLF, Davos, Switzerland

Multiconsult AS (2016) Skredfarekartlegging i utvalgte områder på Svalbard. .713416-RIGberg-RAP-001. Multiconsult AS, Tromsø

Norges geotekniske institutt NGI (1992) Lia, Longyearbyen: Vurdering av snøskredfare og tiltak for å hindre ulykker ved veg 226-230. 904025-1. Norges Geotekniske Institutt, Oslo

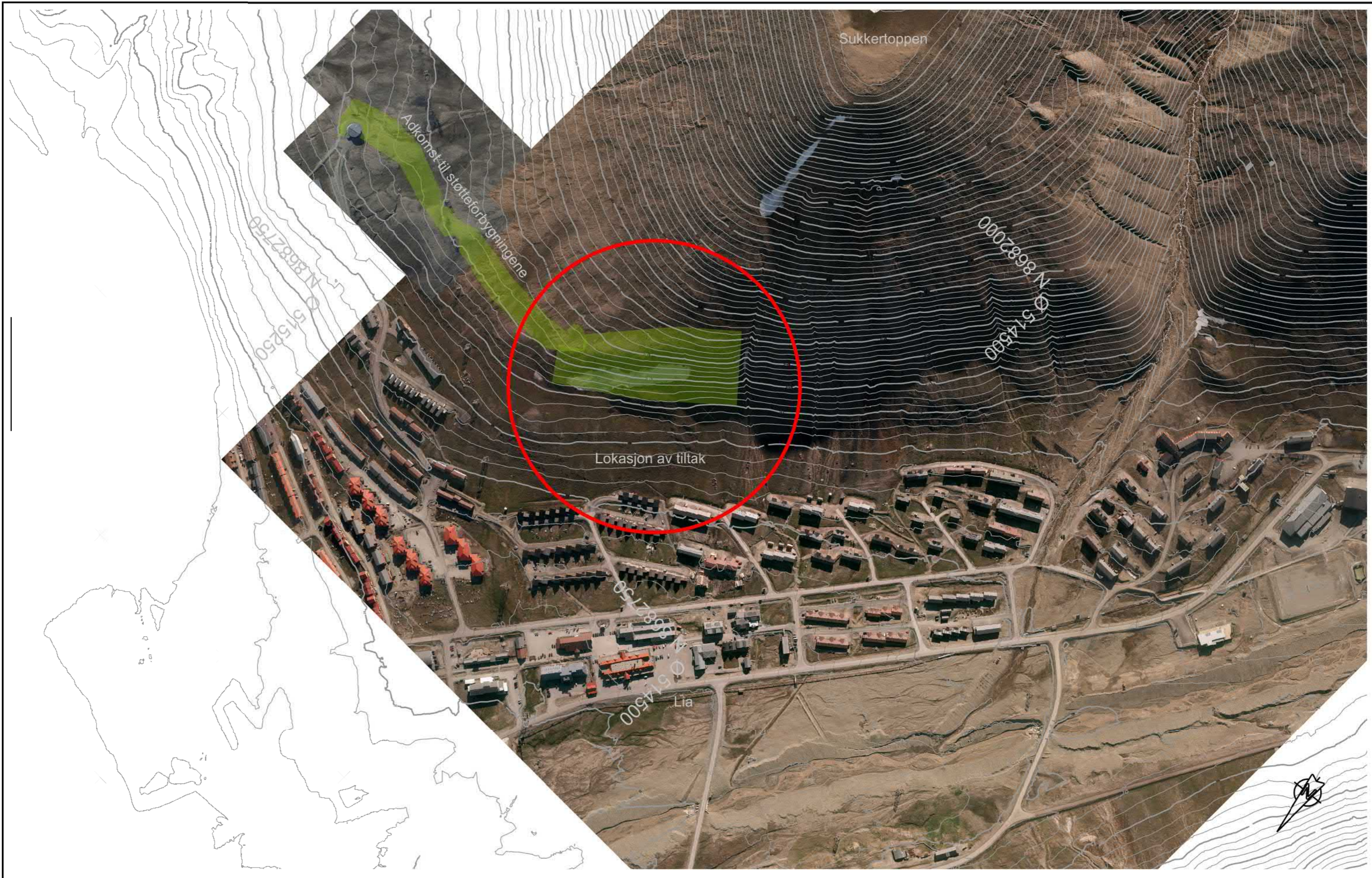
Norges geotekniske institutt NGI (2017) Detaljprosjektering sikringstiltak -Lia mellom veg 228 og 230. Geofysisk kartlegging av permafrost og dybde til berg ved hjelp av ERT og Georadar. 20170299-03-R. Norges Geotekniske Institutt NGI, Oslo

Norges geotekniske institutt NGI (2018) Detaljprosjektering av sikringstiltak – Lia mellom veg 230 og 228. Geotekniske vurderinger av støtteforbygning. 20170299-03-TN. Oslo

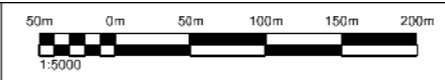
Plan- og bygningsloven, teknisk forskrift (TEK 17) (2017) Norge

Sintef (2017) Snøsamleskjerm og dreneringskanal ovenfor spisshusene i Longyearbyen. Feltrapport - Grunnundersøkelser. Trondheim

NGI-rapport 20170299-01-R. Detaljprosjektering av sikringstiltak – Lia mellom veg 230 og 228. Prosjekteringsrapport for snøsamleskjerm og avskjærende grøft/voll



**FORKLARING:**  
 Kartdata: EPSG:32633 - ETRS89/UTM zone 33N  
 Kartdata: Norsk polarinstitutt  
 Terrengmodell: NGI  
 Høydekurver: 5m avstand



Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)  
 Longyearbyen

Sikringstiltak  
 Støtteforbygninger  
 Oversikt over anleggsområdet

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT  
 Postboks 5330 Ljenvåg, Stortorv, 0403 Oslo  
 Tlf. 22 02 30 00 Fax. 22 25 04 48  
 www.ngi.no

Utvalgt konkurransegrunnlag  
 Oransjefarvet  
 A3  
 Tegningsnummer: 20170299-C-T.dgn  
 Adressetekst

1:5000

NGI

2018-01-11  
 20170299  
 D001

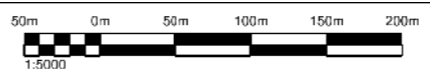
Rev. 0

**Disclaimer:** Contains confidential and/or proprietary information to NGI which shall not be used, disclosed or reproduced in any format by any non-NGI Party without NGI's prior written permission. Notwithstanding the above, NVE has the right to use the information contained in this document pursuant to Prime Contract between NGI and NVE. All rights reserved.





**FORKLARING:**  
 Kartdata: EPSG:32633 - ETRS89/UTM zone 33N  
 Kartdata: Norsk polarinstitutt  
 Terrengmodell: NGI  
 Høydekurver: 5m avstand



Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)  
 Longyearbyen

Sikringstiltak  
 Støtteforbygninger  
 Adkomst og riggplass

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT  
 Postboks 5330 Ljenvik, Slottsen, 0601 Oslo O  
 Sognsveien 72  
 Tlf. 22 02 30 00 Fax. 22 25 04 48  
 www.ngi.no



**Disclaimer:** Contains confidential and/or proprietary information to NGI which shall not be used, disclosed or reproduced in any format by any non-NGI Party without NGI's prior written permission. Notwithstanding the above, NVE has the right to use the information contained in this document pursuant to Prime Contract between NGI and NVE. All rights reserved.

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kor.	Godk.

Utvalgt konkurransegrunnlag  
 Oransjefarvet  
 A3  
 Tegningsformat  
 20170299-C-T.dgn  
 Arkivstrek

1:5000

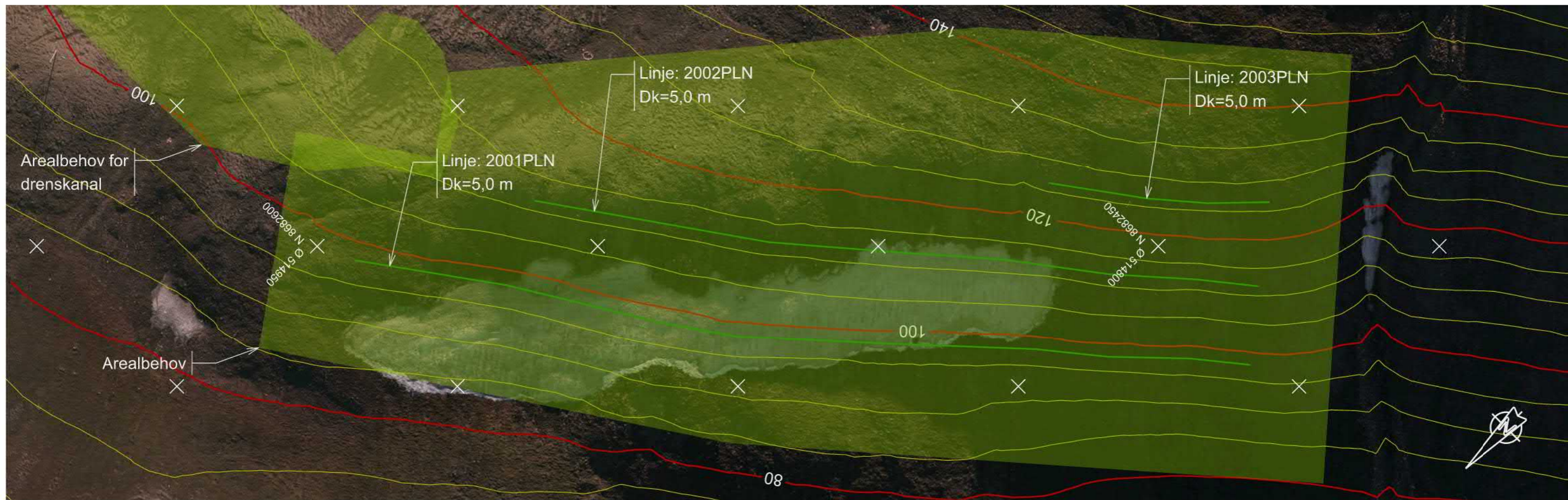
**NGI**

2018-02-12  
 20170299  
 D003

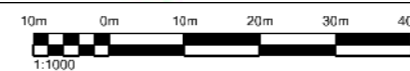
0



Trasé 2001PLN				Trasé 2002PLN				Trasé 2003PLN			
PeI	X_Koordinat	Y_Koordinat		PeI	X_Koordinat	Y_Koordinat		PeI	X_Koordinat	Y_Koordinat	
0.000	514940.785	8682595.779		0.000	514919.388	8682553.194		0.000	514830.806	8682458.340	
228.016	514762.444	8682454.783		184.003	514775.108	8682439.318		55.996	514788.058	8682422.395	



FORKLARING: Kartdata: EPSG:32633 - ETRS89/UTM zone 33N  
Kartdata: Norsk polarinstitut  
Terrengmodell: NGI  
Høydekurver: 5m avstand



Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)  
Longyearbyen

Utvalgt konkurransegrunnlag  
Oransjefarvet  
A3

Sikringstiltak  
Støtteforbygninger  
Plan: 2001PLN, 2002PLN og 2003PLN

1:1000  
NGI

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT  
Postboks 5330 Ljølveå Station, 0603 CSJ O  
Burgveien 72  
Tlf. 22 02 30 02 Fax. 22 25 04 46  
www.ngi.no

L200	2018-01-11	Konstr.: Logstl	Konstr.: Logstl	Rev.
Oppdragsnr.:	20170299	Prosjekt:	E100	0

Disclaimer: Contains confidential and/or proprietary information to NGI which shall not be used, disclosed or reproduced in any format by any non-NGI Party without NGI's prior written permission. Notwithstanding the above, NVE has the right to use the information contained in this document pursuant to Prime Contract between NGI and NVE. All rights reserved.

<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>		
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Prosjekteringsrapport for støtteforbygninger		<b>Dokumentnr./Document no.</b> 20170299-05-R
<b>Dokumenttype/Type of document</b> Rapport / Report	<b>Oppdragsgiver/Client</b> Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)	<b>Dato/Date</b> 2018-05-24
<b>Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ Proprietary rights to the document according to contract</b> NGI		<b>Rev.nr.&amp;dato/Rev.no.&amp;date</b> 0 /
<b>Distribusjon/Distribution</b> BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
<b>Emneord/Keywords</b> Longyearbyen, sikringstiltak, Lia, Svalbard, støtteforbygninger, permafrost		

<b>Stedfesting/Geographical information</b>	
<b>Land, fylke/Country</b> Norge, Svalbard	<b>Havområde/Offshore area</b>
<b>Kommune/Municipality</b> Longyearbyen	<b>Felt navn/Field name</b>
<b>Sted/Location</b> Longyearbyen	<b>Sted/Location</b>
<b>Kartblad/Map</b>	<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> Sone: 33 Øst: 514750 Nord: 8682650	<b>Koordinater/Coordinates</b> Projeksjon, datum: Øst: Nord:

<b>Dokumentkontroll/Document control</b> Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/ Self review by:	Sidemanns- kontroll av/ Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/ Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/ Inter- disciplinary review by:
0	Originaldokument	2018-05-24 Arni Jonsson	2018-05-24 Ulrik Domaas/Einar John Lande	-	-

<b>Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release</b>	<b>Dato/Date</b> 24. mai 2018	<b>Prosjektleder/Project Manager</b> Ulrik Domaas
--	----------------------------------	--

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

