

Detaljprosjektering av sikringstiltak – Lia mellom veg 230 og 228

PROSJEKTERINGSRAPPORT FOR
SNØSAMLESKJERM OG AVSKJÆRENDE
GRØFT/VOLL

DOK.NR. 20170299-01-R
REV.NR. 0 / 2018-05-16

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 snøsamleskjerm og avskjærende grøft/voll
Dokumentnr.: 20170299-01-R
Dato: 2018-05-16
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, og utarbeidelse av teknisk del av konkurransegrunnlag. Underveis i tidlig prosjektfase kom ønske fra Longyearbyen Lokalstyre (LL) om å prosjektere dremskanal 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 dremskanal og snøsamleskjerm som første fase, og støtteforbygninger og fangvoll som fase to. Denne rapporten beskriver detaljprosjektering av dremskanal og snøsamleskjerm.

Dremskanal og voll

Behovet for dremskanal (grøften) er bl.a. begrunnet med at det kan bli vesentlig større snøfonn i lia enn vanlig pga. snøsamleskjermen, og i smelteperioden bør smeltevannet kunne ledes bort. Det er også forventet at en slik dremskanal kan stoppe eller redusere små flomskred som kan løsne i fjellsiden ovenfor. Premissene for dremskanal og voll er at den skal lede overflatevann fra vest (litt øst for planlagte støtteforbygninger) mot øst, inn til den lille bekken som er på østsiden av høydebassenget. Dremskanal/voll er rundt 430 m lang og i tillegg kommer grøft rund snuplass ved støtteforbygningene. I tillegg til dremskanal/voll skal det bygges en adkomstvei ved høydebassenget. Vollen bygges delvis av stedlige masser og delvis av grusmateriale hentet fra Longyearelva.

Snøsamleskjerm

Plassering av snøsamleskjermen er tenkt noe inne på flaten mellom Gruvedalen og Lia, fra ca. kote +100 og oppover. Høyden er satt til 4 m og gjennomsnitts bakkeklaring på ca. 15% av total høyde. Det er foreslått å vurdere resultatet av fonndannelse følgende vinter for å se hvor stor effekt bakkeklaringen vil ha. Underveis i prosjekteringen ønsket oppdragsgiver å dele skjermen i to slik at framtidig skiheis kunne gå mellom snøsamleskjermene, og området kunne brukes som skibakke.

Det er besluttet å bygge snøsamleskjermen av galvanisert stål for å ivareta ønsket levetid.

Innhold

1	Innledning	7
2	Grunnlag for arbeidet	8
2.1	Tidligere arbeid med sikringstiltak	8
2.2	Sikringsløsninger	8
2.3	Krav til sikkerhet	8
2.4	SAK 10 krav – Tiltaksklasse	9
2.5	Klassifisering av prosjektet	10
2.6	Georeferanse	12
3	Topografi og grunnforhold	12
4	Klima	15
5	Prosjektering	20
5.1	Drenskanal og voll	20
5.2	Snøsamleskjerm	22
5.3	Korrosjon, forvitring og bestandighet	28
5.4	Solar studie	30
6	Referanser	31

Tabell

Tabell 2-1.	Valg av sikkerhetsklasser for sikringsmålene.	11
Tabell 4-1.	Vindroser for Svalbard Lufthavn (99840) for ulike tidsperioder som viser antall målinger for ulike værkriterier (TA = lufttemperatur, FF = vindhastighet, RR = nedbør siste 24t).	16
Tabell 4-2.	Geografisk posisjon og perioder for tilgjengelig data for værstasjoner rundt Longyearbyen.	17
Tabell 4-3.	Oversikt over de viktigste værelementene fra Svalbard Lufthavn som er relevant for skredfarevurderingene i Lia. Stasjonen er i drift fra 1964 – til i dag (*Normalen er tatt fra met.no sine klimatologiske normaler 1961-1990, alle andre verdier er beregnet for hele perioden 1975 til i dag)	19
Tabell 5-1.	Inngangsverdier for dimensjonering av snøsamleskjerm.	27

Figur

Figur 1-1.	Oversiktskart av området ved veg 228 og 230. Bakgrunnsbilde: Norsk polarinstitutt.	7
Figur 3-1.	Helningskart av Sukkertoppen og området rundt. Drenskanal/voll er vist med hvit farge og snøsamleskjerm er vist med rød farge ovenfor grøften. Eksponering er mot nord. Helningsskalaen er vist til høyre.	13
Figur 3-2.	Berg i ravine sør for anleggsområdet, omtrent samme høyde, ovenfor vei 228 bygninger 6-10. Foto: Øyvind Armand Høydal, 2017.	14
Figur 3-3.	Terrengoverflate ved planlagt snøsamleskjerm. Foto: Arni Jonsson, 2017.	14

Figur 4-1. Kartet som viser de åtte værstasjonene rundt Longyearbyen. Seks av åtte er fortsatt i drift.	17
Figur 4-2. Vindrose for den demonterte værstasjonen ved UNIS. Data fra denne stasjonen er tilgjengelig for perioden august 1998 til april 2002.	18
Figur 4-3. Værobservasjoner ved Svalbard Lufthavn i dagene før skredet 21.02.2017.	19
Figur 5-1. Skjematisk figur av tverrsnitt i grøft og voll.	20
Figur 5-2. Figuren viser plassering av dremskanal og snøsamleskjerm (blå flater). Skredfaresoner/flater er vist med gul (1:5000), gulbrun (1:1000) og rød (1:100).	22
Figur 5-3. Plassering av snøsamleskjerm ovenfor bebyggelsen (hvite linjer). Gule og røde flater viser terreng brattere enn 26°. Flybilde: Norsk polarinstitutt.	23
Figur 5-4. Skjematiske figurer av snøsamleskjermer på 15° terrenghelning. Tre mulige løsninger av utførelse.	24
Figur 5-5. Skjematisk figur av snøsamleskjerm. X_1 er bakkeklaring, X_2 er skjermhøyde og p_N er trykket.	25
Figur 5-7. Vindfelt rundt Sukkertoppen drapert på terrengmodell. Grønn pil viser vindretningen 130° ut Adventdalen. Basis vindhastighet er 20 m/s i ca. 700 m høyde, men fargene på terrenget viser vindhastighet i 5 m høyde over terrenget. Blå linjer viser plassering av sikringstiltakene. Skalaen til høyre viser vindhastighet i m/s.	26
Figur 5-8. Figuren viser vindfeltene rundt sikringstiltakene. Spisshusene vises på figuren nederst til høyre. Vindhastighetsskala er vist på Figur 5-6.	26
Figur 5-9. Solareksponering av Sukkertoppen og Lia i perioden fra 15. mai til 15. sept. 2017. Enhet er antall timer i perioden. Svarte områder viser plassering av sikringstiltakene.	30
Figur 5-10. Solinnstråling på Sukkertoppen og Lia i perioden fra 15. mai til 15. sept. 2017. Enhet er kilowatt-timer pr. m ² . Svarte områder viser plassering av sikringstiltakene.	30

Tegning

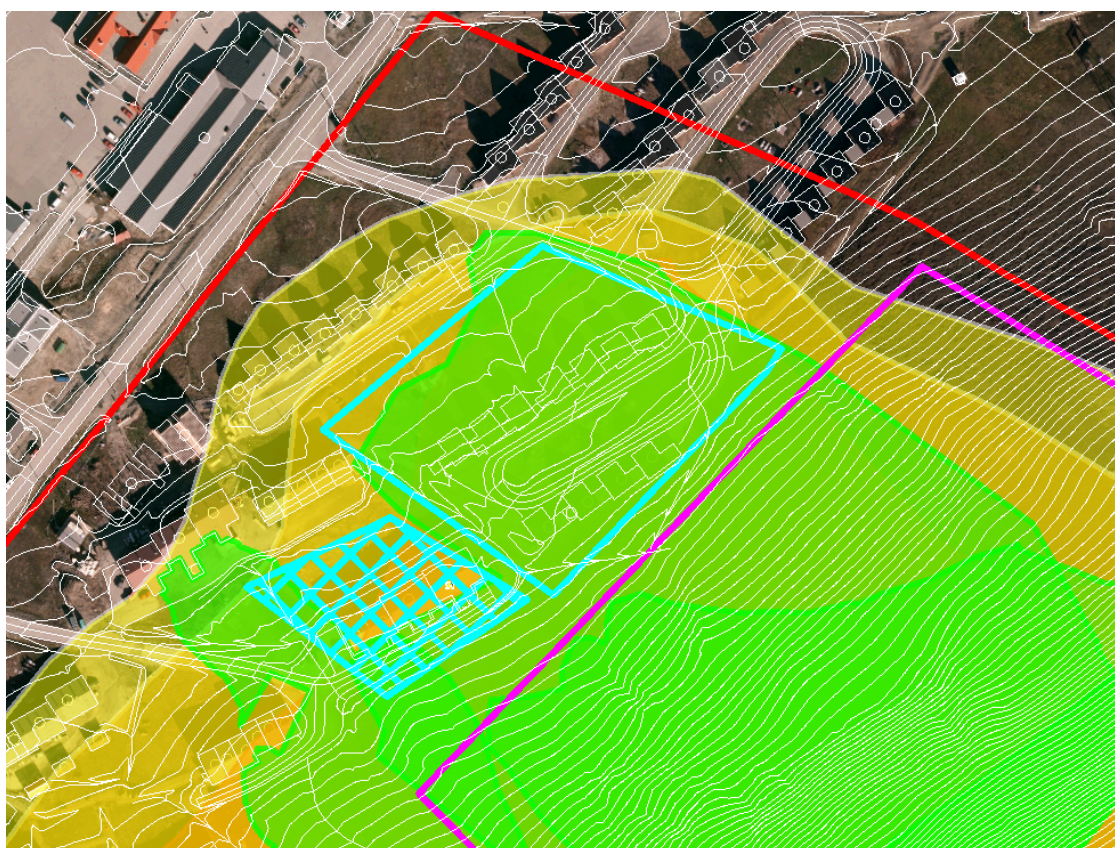
A001	Sikringstiltak, Snøsamleskjerm og dremskanal/voll. Oversikt over anleggsområde
A002	Sikringstiltak, Snøsamleskjerm og dremskanal/voll. Helningskart (HMS)
A003	Sikringstiltak, Snøsamleskjerm og dremskanal/voll. Riggområde, adkomstvei, begrensninger
A004	Sikringstiltak. Snøsamleskjerm og dremskanal/voll. Oversikt over kulturminne og ledninger
B100	Sikringstiltak, Snøsamleskjermer. Plan- og profil: 3100 og 3101
C110	Sikringstiltak; Dremskanal/voll. Plan- og profil 6200, del 1
C111	Sikringstiltak; Dremskanal/voll. Plan- og profil 6200, del 2
C112	Sikringstiltak; Dremskanal/voll. Høydekurver
C113	Sikringstiltak; Dremskanal/voll. Prinsippskisse avskjærende grøft og voll

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

NVE skal bygge sikringstiltak i Longyearbyen ved veg 228 og 230. I den sammenheng har NVE lyst ut oppdrag med 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 kart over området ved veg 228 og 230. Grønne områder viser skredene som gikk i desember 2015 og februar 2017. Det gule området viser faresonerer utført av Multiconsult AS i 2016. Lyseblå og lilla linjer er områder definerte av NVE som skal sikres (lyseblå) og område der sikringstiltak kan bygges (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 dreumkanal i lia ovenfor vei 232, med 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 ikke var mulig å prosjektere dremskanal, snøsamleskjerm, støtteforbygninger og fangvoll samtidig slik at alt kunne lyses ut før høsten 2017. Oppdragsgiver besluttet derfor å dele prosjektet opp i dremskanal og snøsamleskjerm som første fase, og støtteforbygninger og fangvoll som fase to. På grunn av kort tidsrom ble det besluttet å prioritere konkurransegrunnlaget framfor detaljprosjekteringsrapporten.

Denne rapporten beskriver detaljprosjektering av dremskanal og snøsamleskjerm.

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 snøsamleskjerm på ryggen ovenfor Spisshusene og støtteforbygninger i utløsningsområdet. Total kostnad er estimert til kr. 14 mill.kr.

NGI bruker dette opplegget som utgangspunkt i prosjekteringen beskrevet i følgende kapitler.

I tillegg til ovennevnte tiltak har NGI vurdert det slik at det er behov for en lav voll ovenfor tidligere Spisshus for å stoppe eventuelle flomskred og våtsnø/sørpeskred. I tillegg vil vollen fange opp overflatevann fra fjellsiden og lede det bort til eksisterende grøft ved vei 230.

2.3 Krav til sikkerhet

Dette prosjektet er en del av et større prosjekt som NVE jobber med i Longyearbyen med 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 sikringstiltakene (snøsamleskjem og avskjærende kanal/voll for flomskred/overflatevann) 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 betong-elementer*).
- *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 ansvarsrett for de geotekniske tiltakene i prosjektet er som følger:

Drenskanal og voll:

Utarbeidelse av dimensjoneringskriterier for kanal/volldesign er et eget fagområde som ikke er dekket av norske standarder. Fagområdet kan være komplisert, men for kanal/voll ovenfor vei 232 er et lite og enkelt tiltak planlagt. Geoteknisk design anses derfor å ikke å være krevende eller komplisert, men det må tas hensyn til grunnforhold/geoteknikk i permafrost.

For avskjærende drenskanal og voll foreslås tiltaksklasse:

PRO 1

KPR ≥ 1 .

Snøsamleskjerm:

Utarbeidelse av dimensjoneringskriterier for snøsamleskjerm er relativt enkel og kan stort sett følge standarder. Dog er det viktig med forståelse for sterke vinder og vindkast. Fundamentering av snøsamleskjerm er generelt ikke en komplisert oppgave. Størrelser på krefter som overføres til grunnen er dels avhengig av konstruksjonens geometri. I planlagt område skal konstruksjonen plasseres i skrått terreng (omtrent parallelt på falllinje), noe som innebærer at sig i grunnen kan føre til stor belastning på ankerfeste. Frostjekking vil også kunne ha stor effekt. Feil vil først og fremst ha kostnadmessige konsekvenser.

For snøsamleskjermen foreslås tiltaksklasse:

PRO 2

KPR ≥ 2 .

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 snøsamleskjerm som har som formål å redusere snømengder i utløsningsområder for snøskred, og dimensjonering og prosjektering av drengkanal for flomskred og overvann. 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 boligfelt ved vei 232 og redusere transport av snø til utløsnings-området i Lia der skredet gikk i desember 2015.

For dremskanal og voll mot små flomskred er det vollen som skal hindre at flomskred kan påføre bygninger og folk skader. Dremskanal og voll blir derfor utsatt for andre typer belastninger enn *vanlige* byggverk.

Vollkonstruksjonen er bygget av stedlige masser, omtrent 1 m høy fra kanalbunn til topp. Erfaring fra lignende prosjekter i Longyearbyen er brukt som grunnlag for designen, men stabilitet er også sjekket (Norges geotekniske institutt NGI, 2018).

Foreslåtte sikkerhetsklasser er vist i Tabell 2-1.

Tabell 2-1. Valg av sikkerhetsklasser for sikringsmålene.

Sikringsmål	Sikkerhetsklasse
Dremskanal/voll: Boligområde	S2
Snøsamleskjerm: Utløsningsområde oven for boligområde	S2

2.5.3 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.

2.5.4 Funksjonskrav

Kapittel 2.3 i Eurokode 0 gir veiledning om valg av dimensjonerende brukstid. I henhold til tabell 2.1 i standarden vil dimensjonerende brukstidskategori være 4, altså 50 års brukstid for drengkanal/voll og snøsamleskjerm.

Kapittel 2.4 i Eurocode 0 informerer om krav til bestandighet.

Det er ikke lang erfaring med drengkanal/voll og/eller snøsamleskjerm i permafrost-områder slik at bestandighet er ukjent. Det kan forventes at sig i det aktive laget vil kunne føre til vedlikehold av drengkanal i større grad enn på fastlandet hvor det ikke er permafrost. Likeledes er det ukjent hvor stor påkjenning snøsamleskjermen blir utsatt for i det bratte terrenget pga. sig i det aktive laget, og hvor stor påvirkning vil bli av ev. 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.

2.5.5 Kvalitetssikring

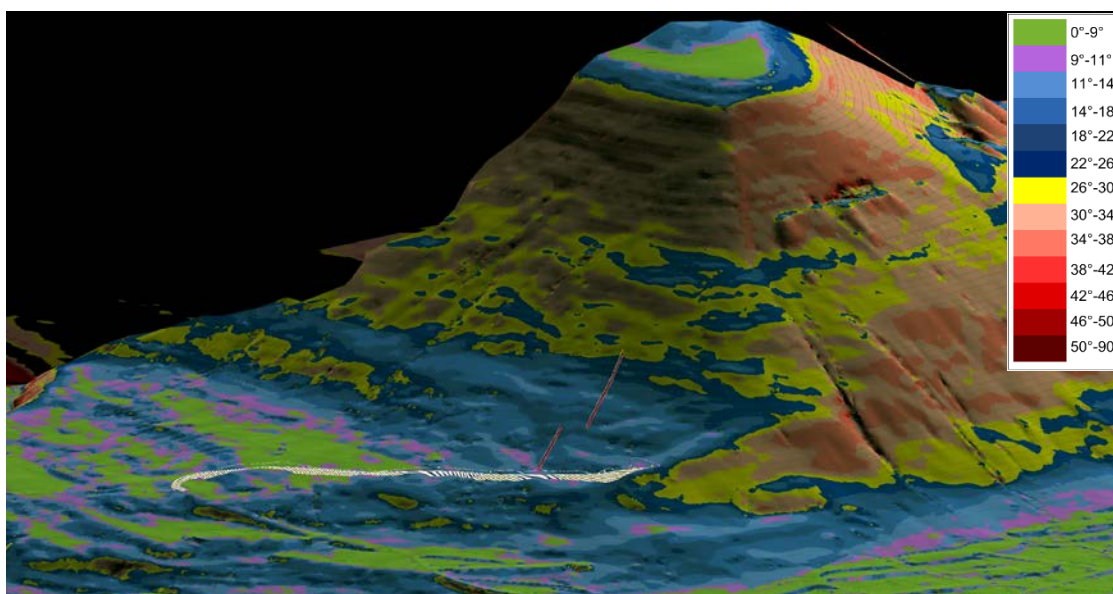
Eurocode 0 krever at kvalitetssystem skal være tilgjengelig. NGI er sertifisert av BSI i henhold til Kvalitetssystem ISO 9001:2015 og Miljøsystem ISO 14001:2015 for Forskning og utvikling, rådgivning og tjenester innen geofagene.

2.6 Georeferanse

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

3 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 4. 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 fremtidig arbeid som NVE har i Longyearbyen. Det foreligger også teknisk notat om geotekniske vurderinger (Norges geotekniske institutt NGI, 2018).



Figur 3-1. Helningskart av Sukkertoppen og området rundt. Drenskanal/voll er vist med hvit farge og snøsamleskjerm er vist med rød farge ovenfor grøften. Eksponering er mot nord. Helningsskalaen er vist til høyre.

Terrenghelningen i tiltaksområdet varierer mellom ca. 7° og 26°, se helningskart i Figur 3-1. Terrenget er slakest nede ved høydebassenget hvor det er planlagt å etablere en drenskanal/voll. I fjellsiden, altså fra ca. kote +100 og oppover, varierer terrenghelningen mellom ca. 10° og 26°, brattest ved øvre enden på snøsamleskjermen.

For nærmere beskrivelse av grunnforholdene er henvist (Norges geotekniske institutt NGI, 2018). Figur 3-2 og Figur 3-3 viser forholdene i nærheten av området.



Figur 3-2. Berg i ravine sør for anleggsområdet, omtrent samme høyde, ovenfor vei 228 bygninger 6-10. Foto: Øyvind Armand Høydal, 2017.



© Árni Jónsson

Figur 3-3. Terrengoverflate ved planlagt snøsamleskjerm. Foto: Arni Jonsson, 2017.

4 Klima

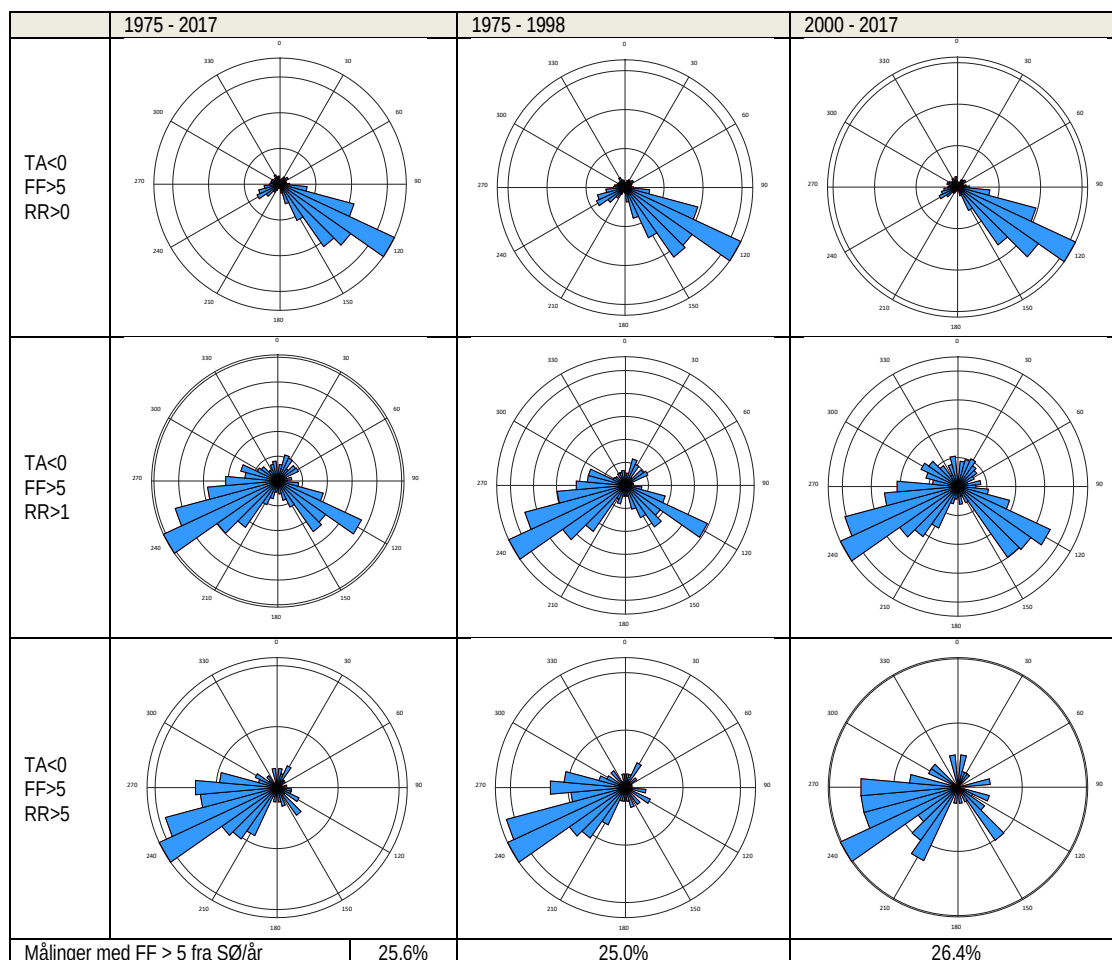
Longyearbyen ligger i et av de tørreste områdene på øya Spitsbergen. Observert normal nedbør er kun 300 mm i året for perioden 1961 – 1990. Vinden i området er dominert av to viktige dalstrøk, Adventdalen og Longyeardalen.

De senere årene har klimaet endret seg betydelig i dette området. Isfjorden var sist helt islagt i 1998 og har vært åpen om vinteren siden. Den åpne vannflaten og generelt høyere temperaturer fører til at mer fuktighet er tilgjengelig, noe som kan føre igjen til mer nedbør. En analyse utført av Vikhamar-Schuler, Førland, & Hisdal, (2016) viser at temperaturen på Svalbard har steget ca. 3 °C siden 1900. De siste 50 årene har temperaturen steget mest om vinteren, ca. 2–3 °C per tiår, dvs. totalt omtrent 10 °C. Også nedbøren har økt med ca. 20–30 % i Longyearbyen-området fra 1900 til i dag.

Klimaprognoser med et høyt utslippsscenario (RCP8.5) tyder på en vintertemperaturstigning på over 10 °C fram mot slutten av århundret. Nedbøren forventes å fortsette å øke, kanskje opptil 50 % mot slutten av århundret (svært stor usikkerhet) og en økt andel av framtidig nedbør vil falle som regn i stedet for snø.

For å studere effekten av åpent hav, høyere temperaturer og mer nedbør på vindklimaet i Longyearbyen har vi utført analyser av vindretninger med og uten nedbør for alle observasjonsårene før 1998 og fra 2000 til i dag (Tabell 4-1). Generelt virker det å være en liten økning av vind fra sørøst ved minusgrader. Resultatet viser også flere tilfeller med minusgrader og nedbør fra sørøst, når vinden kommer ut av Adventdalen. Slike situasjoner er spesielt kritiske til skredfaresituasjonen siden de fører til ansamling av snø i utløsningsområdene.

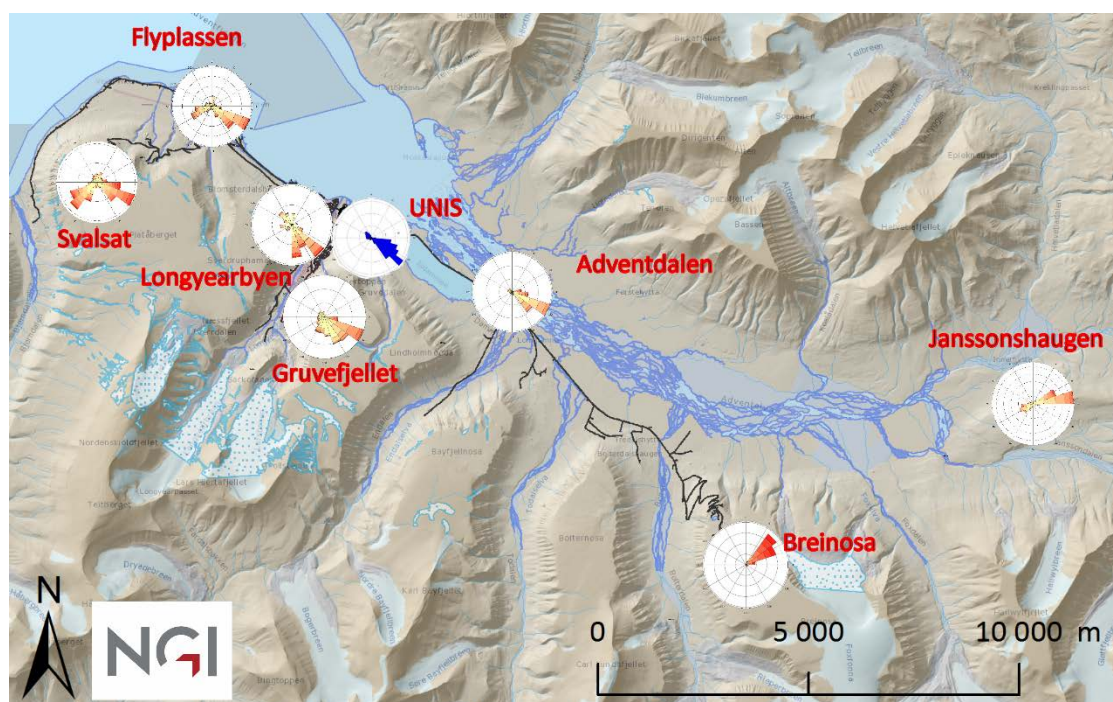
Tabell 4-1. Vindroser for Svalbard Lufthavn (99840) for ulike tidsperioder som viser antall målinger for ulike værkriterier (TA = lufttemperatur, FF = vindhastighet, RR = nedbør siste 24t).



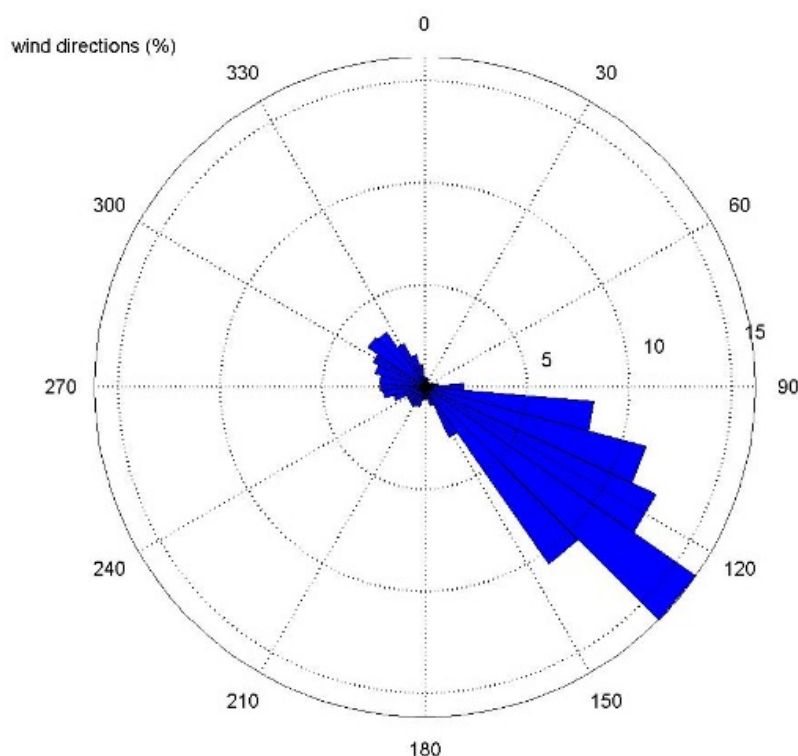
For vurderingen av snømengdene i Lia er det spesielt viktig med en analyse av de lokale vindforholdene. Det finnes flere værstasjoner i området som kan brukes for en slik analyse. Dessverre har disse stasjonene forskjellige driftsperioder, slik at de ikke kan sammenlignes direkte. Kartet i Figur 4-1 viser stasjonene med sine vindroser. Tabell 4-2 viser perioden der data er tilgjengelig for analysene.

Tabell 4-2. Geografisk posisjon og perioder for tilgjengelig data for værstasjoner rundt Longyearbyen.

Navn	Øst (33)	Nord (33)	Data fra	Data til
Adventdalen	518518	8681128	09-2015	05-2017
Breirosa	523894	8675015	Kun to dager des. 2015	
Gruvefjellet	514253	8680811	11-2006	05-2017
Janssonhaugen	531309	8678781	05-2000	05-2005
	531309	8678781	05-2011	05-2017
Longyearbyen	514241	8683277	08-1911	07-1977
Platåfjellet	511405	8685794	01-2006	03-2017
Svalbard Lufthavn	508998	8683962	04-1972	05-2017
UNIS	514850	8683299	08-1998	04-2002
Svalsat	508998	8683962	02-2005	06-2015



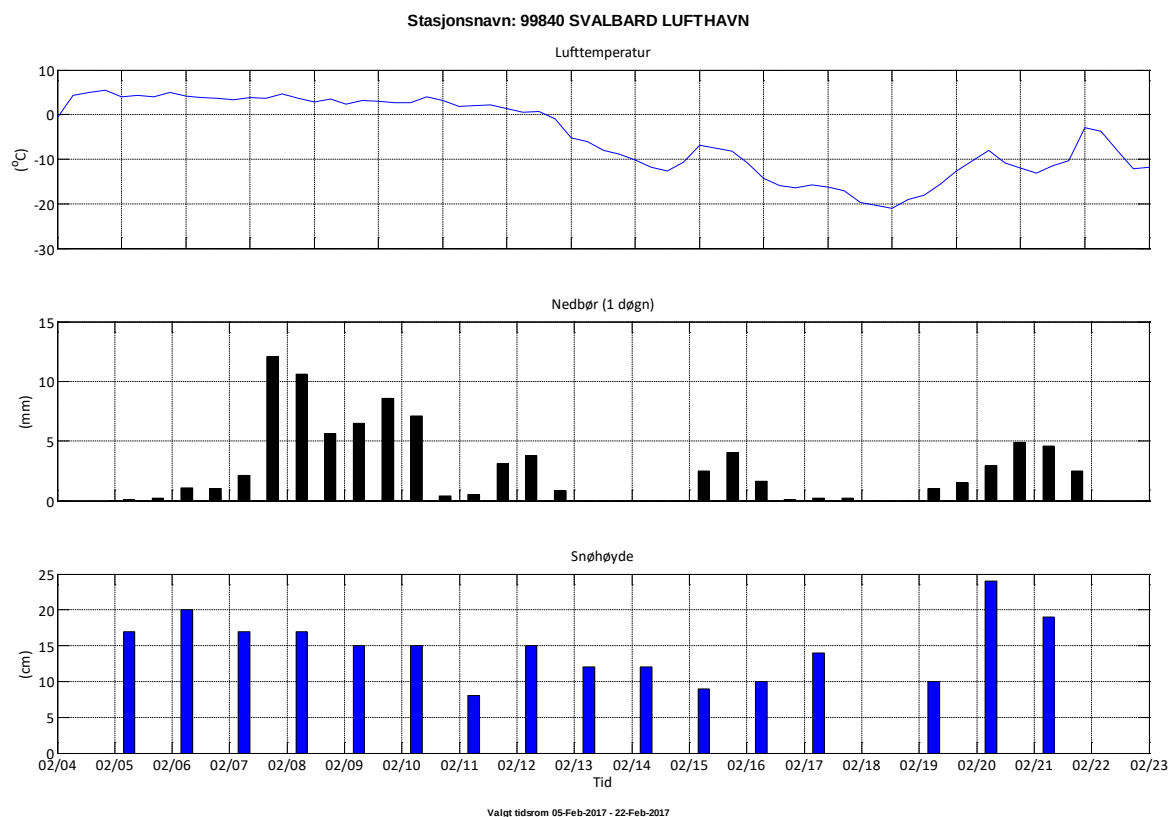
Figur 4-1. Kartet som viser de åtte værstasjonene rundt Longyearbyen. Seks av åtte er fortsatt i drift.



Figur 4-2. Vindrose for den demonterte værstasjonen ved UNIS. Data fra denne stasjonen er tilgjengelig for perioden august 1998 til april 2002.

Skredhendelsene i Lia i desember 2015 ble analysert i detalj i Jaedicke et al. (2016). Studien viser at det kom 18 mm nedbør (offisiell måling fra Flyplassen, uoffisielle målinger tyder på 30 mm) fra sørøst under stormen som førte til skredet. Går man gjennom målingene fra 1972 – 2017 ved søke etter dager med vind over 10 m/s og nedbør over 10 mm finner man totalt 22 dager med slike forhold, hvorav de fleste med vind fra sørvest. Kun to tilfeller viser vind fra sørøst, den ene 2006-11-04 og den andre i den fatale stormen 2015-12-19. Nedbørmengder på 18 mm var aldri før observert med vind fra sørøst.

Situasjonen i 2015 var til en viss grad sammenlignbar slik som dokumentert i NVE rapporten etter hendelsen i februar 2017 (NVE, 2017). I perioden 05.02 – 12.02 var det et kraftig mildvær i området og det kom ca. 28 mm nedbør, stort sett som regn. Nedbøren gikk over til sludd og kram snø den 12.02 og den våte snøen på overflaten ble utsatt for sterk kulde i perioden 13.02 – 19.02 (laveste lufttemperatur den 18.02 med -21,1 °C). Når den "varme" snøen utsettes for en periode med stor kulde vil den omvandles, slik at det kun ligger et svakt lag med kantkornet snø igjen på overflaten. Dette laget ble så dekket over av lett og løs nysnø i perioden 19.02. – 21.02 og en kraftig økning i vindhastigheten om ettermiddagen den 20.02. Sterkest vind fra sektor øst og sørøst i perioden 05.02-22.02 (Figur 4-2). Dette førte til at det var store mengder lett snø tilgjengelig som ble blåst inn på et svakt lag på det gamle snødekket og skredet utløst kun i nysnøen fra de siste dagene.



Figur 4-3. Værobservasjoner ved Svalbard Lufthavn i dagene før skredet 21.02.2017.

Hovedfunnene for vurdering av skredfare i Lia er samlet i Tabell 4-3.

Tabell 4-3. Oversikt over de viktigste værelementene fra Svalbard Lufthavn som er relevant for skredfarevurderingene i Lia. Stasjonen er i drift fra 1964 – til i dag (*Normalen er tatt fra met.no sine klimatologiske normaler 1961-1990, alle andre verdier er beregnet for hele perioden 1975 til i dag)

Værelement	Enhet	Normal*	Sommer 1975-2017	Vinter 1975- 2017	Min	Maks	Estimert 300 års ekstremverdi
Nedbør	mm	190	90	107		43 (05/08/1981)	50
Vind	m/s					27 (02/03/1979)	29,5
Temperatur	°C	-6,7			-44 (03/03/1986)	19,2 (16/07/1979)	
Snøhøyde	cm					56 (24/04/1986)	85

5 Prosjektering

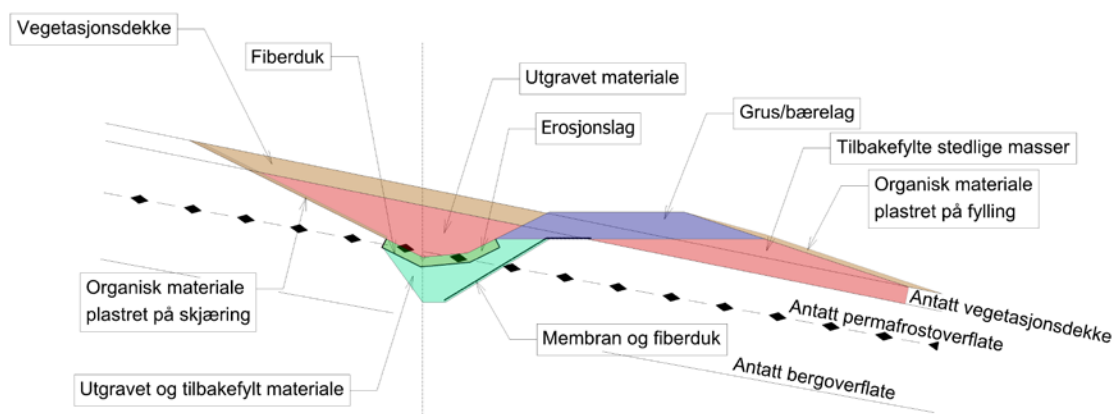
5.1 Drenskanal og voll

Tidlig i arbeidet ønsket oppdragsgiver å utvide oppdraget ved at NGI designet og prosjekterte drenskanal og voll i lia ovenfor vei 232 fra omtrent planlagte støtteforbygninger inn til høydebassenget. Behovet for grøften ble bl.a. begrunnet med at det kan bli vesentlig større fonn i lia enn vanlig og i smelteperioden bør smeltevannet kunne ledes bort. Det er også forventet at en slik drenskanal kan stoppe eller redusere vesentlig små flomskred som kan løsne i fjellsiden ovenfor.

Det foreligger ikke studie av skredproblemene eller andre forhold i dette området som kan bli brukt som grunnlag for prosjektering av drenskanal og voll, men LL bygger nå lignende drenskanaler andre steder i området rundt Longyearbyen og design fra de tiltakene har blitt brukt som grunnlag for designen av grøften i Lia ovenfor vei 232.

Premissene for drenskanal og voll er at den skal lede overflatevann fra vest (litt øst for planlagte støtteforbygninger) mot øst, inn til den lille bekken som er på østsiden av høydebassenget. I dette området er taubanen, ett kulturminne som ikke må skades.

Drenskanal/voll er rundt 430 m lang og i tillegg kommer grøft rundt snuplass. Bunnbredden på grøften er satt til 1 m og helning på skjæring fra grøft til terrengoverflater vil variere i henhold til dybde på grøften, fra 1:2 til 1:3, slakest ved liten grøft. Figur 5-1 viser skisse av tverrsnitt i grøft og voll.



Figur 5-1. Skjematisk figur av tverrsnitt i grøft og voll.

Helning fra grøft til volltopp er satt til 1:2. Bredde på volltopp er satt til 3 m og den skal være kjørbær for anleggsmaskiner og framtidig vedlikehold. Øverste laget i vollen (bærelaget) skal være minst 0,6 m tykt lag med grus fra Longyearelva. Tykkelsen vil kunne variere etter tilgang til brukbart stedlig materiale.

Fundamentet skal være av bæredyktige stedlige masser fra grøften, tykkelse vil variere etter grunnforhold og terreng. Alt organisk materiale skal fjernes før fundamentet bygges, her er antatt at tykkelsen kan være 0,2-0,3 m. Organisk materiale kan mellom-lagers på nedsiden av vollfyllingen for så å bli lagt på fyllingen ved ferdigstilling.

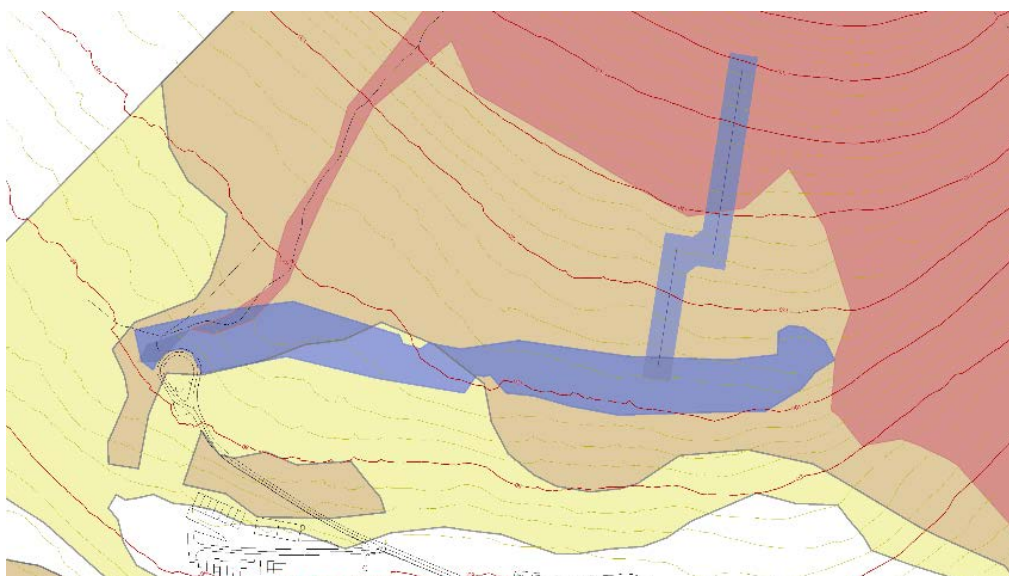
Det er lagt opp med minimums 2% helning på grøften mot øst. Det skal graves dremskanal ned fra kanalbunnen, minimum 2 m under bunnen, og minst 1 m ned i permafrostlaget. Det skal legges en membran i avskjærende grøften på nedsiden av vegggrøften og opp på planum i vollfyllingen eller opp til 0,6 m under volltopp. Det er viktig å sikre at membranen ikke blir skadd ved utlegging eller i brukstiden, derfor skal dekke membranen med fiberduk på begge sider. Det er også viktig å fjerne alt skarpkantet materiale for å hindre skader på fiberduk og membran.

Det skal bygges en adkomstvei som starter på nordsiden av høydebassenget og svinger rundt bygningen i god nok avstand slik at dagens vei rundt bygningen ikke blir berørt. Adkomstveien fører opp til vollen sør for høydebassenget. Maks helning på adkomstveien er drøyt 12% øst for høydebassenget. Bredden på adkomstveien er den samme som på vollen, dvs. 3 m. Helning på veifylling er satt til 1:2. Veien bygges opp på samme måte som vollen, dvs. ca. 0,6 m bærelag av grus fra Longyearelva og bæredyktige stedlige masser.

Veifyllingen øst for høydebassenget kan delvis fungere som voll mot små skredhendelser i bekkeløpet, men for å få fullstendig sikring for høydebassenget bør ytterligere skredfarevurderinger og prosjektering utarbeides.

På nordsiden av høydebassenget er vannledninger og ev. kabler som er viktig å ta hensyn til i anleggsfasen.

Det bør bemerkes at dremskanal/voll i dette området ligger innenfor faresoner som ble utarbeidet for NVE i 2016 (Multiconsult AS, 2016). Omtrent $\frac{3}{4}$ deler ligger innenfor 1/1000 sone og resten er i 1/5000 sone, se Figur 5-2.



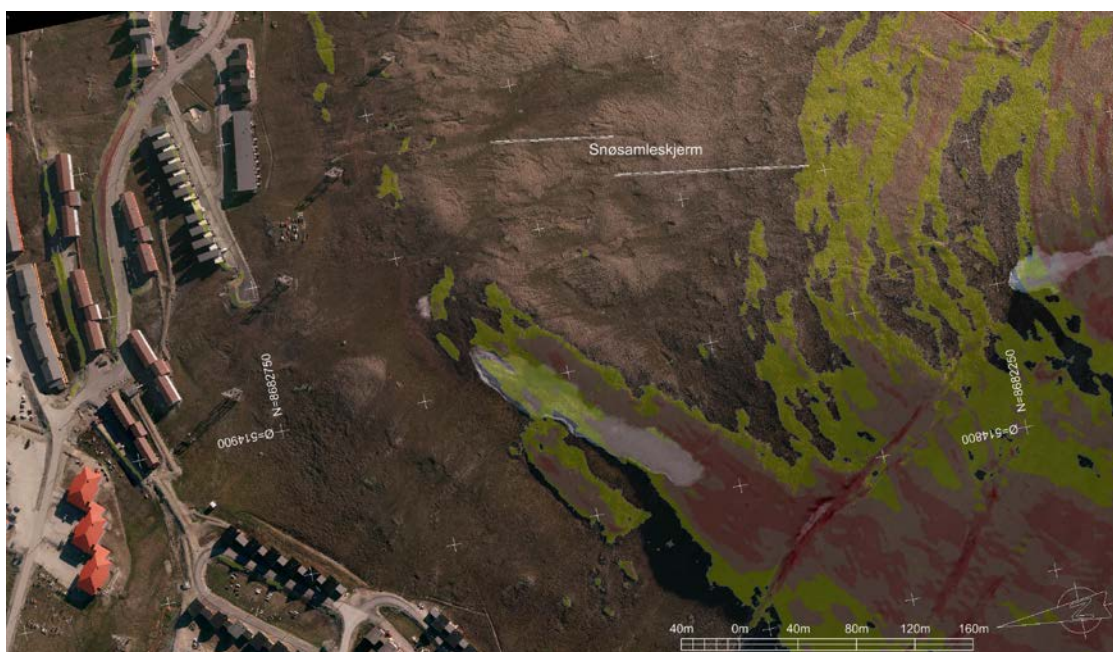
Figur 5-2. Figuren viser plassering av dremskanal og snøsamleskjerm (blå flater). Skredfaresoner/flater er vist med gul (1:5000), gulbrun (1:1000) og rød (1:100).

5.2 Snøsamleskjerm

Total høyde på snøsamleskjerm er foreslått lik 4 m i kompendiet (Larsen, 2016), og NGI mener dette er fornuftig høyde. Kapasiteten av slik skjerm er bl.a. avhengig av bakkeklaring og frekvensen av hoved vindretning versus motsatt vindretning. Vindretninger uten nedbør (se Figur 4-1 og Figur 4-2) viser at hovedvindretningen er fra SØ og frekvensen av motsatt vindretning er lav i observasjonsperiodene. Foreløpig er det ikke grunn til å tro at det blir endring på disse forholdene. Det er derfor gått utfra at motsatt vindretning (fra vest) har liten effekt på kapasiteten på snøsamleskjermen.

Det er fare for at den høye frekvensen av lave vindhastigheter ikke vil danne fonn ved snøsamleskjermen på forvinteren hvis bakkeklaring er rundt 20% av total skjermhøyde. Snøen kan i stedet samles i utløsningsområdet. Mindre bakkeklaring vil fange opp mer av snøen tidlig vinter, men da kan også kapasiteten bli redusert pga. skavlens form ved skjermen seinere på vinteren.

Plassering av snøsamleskjermen er tenkt noe inne på flaten mellom Gruvedalen og Lia. Kompendiet (Larsen, 2016) viser snøsamleskjermen ganske nært til fjellkanten ovenfor Spisshusene, men pga. fare for at snøsamleskjermen samler snø i områder som er bratte nok (gule og røde områder på Figur 5-3) for mulig utløsning av snøskred ned mot Spisshusene har den blitt flyttet lengre inn på flaten slik at fonnen ikke kommer inn i mulige utløsningsområde.



Figur 5-3. Plassering av snøsamleskjerm ovenfor bebyggelsen (hvite linjer). Gule og røde flater viser terreng brattere enn 26°. Flybilde: Norsk polarinstitutt.

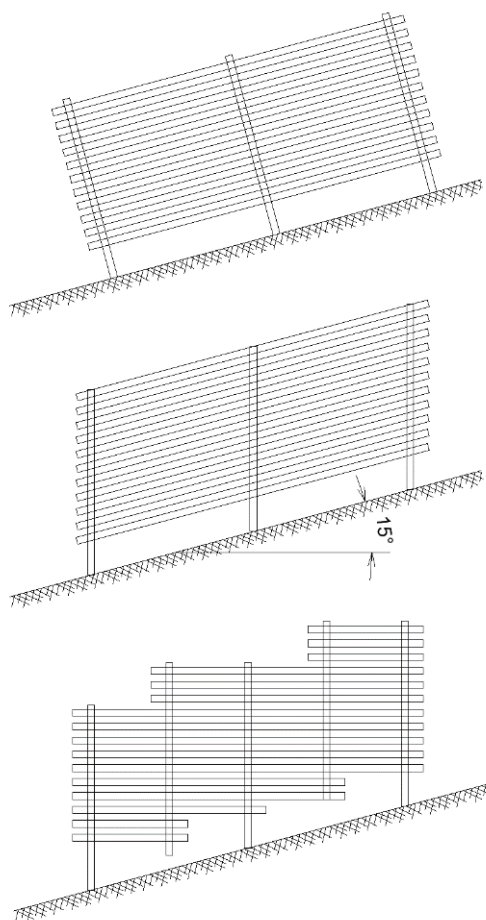
Det bør bemerkes at snøsamleskjerm i dette området ligger innenfor faresoner som ble utarbeidet for NVE i 2016 (Multiconsult AS, 2016). Ca. halve skjermen ligger innenfor 1/100 sone og resten er i 1/1000 sone, se Figur 5-2. Dette betyr at snøsamleskjermen kan bli utsatt for skader i leveperioden og det er noe som NVE bør bemerke seg.

Underveis i prosjekteringen ønsket NVE å dele skjermen i to slik at framtidig skiheis kunne gå mellom snøsamleskjermene, og området kunne brukes som skibakke.

Det er foreslått å bygge 4 m høy snøsamleskjerm med gjennomsnitts bakkeklaring på ca. 15% av total høyde og vurdere resultatet følgende vinter for å se hvor stor effekt bakkeklaringen vil ha. Ved behov er det mulig å fjerne nederste bordet hvis erfaring med fonndannelse viser at kapasiteten er ikke god nok.

Form på snøsamleskjermene i terrenget kan variere, se Figur 5-4. Ved små terrenghelninger er formen på de to øvre illustrasjonene i Figur 5-4 den naturlige formen. I bratt terreng kan man vurdere å bygge snøsamleskjermen med trappeform som vist på nedre delen av figuren. Bratteste og øverste delen av skjermene har en terrenghelning på rundt 25° og nederste delen en terrenghelning på rundt 10°.

Ut fra estetikk mener NGI at det er fordelaktig å holde samme form på skjermen over hele strekningen, derfor er det foreslått å bruke bordkledning som ligger tilnærmet parallelt med terrengoverflaten, som vist på de to øverste illustrasjonene i Figur 5-4.



Figur 5-4. Skjematiske figurer av snøsamleskjermer på 15° terrenghelning. Tre mulige løsninger av utførelse.

Det finnes flere mulige typer byggemateriale for snøsamleskjermer. Vanligste typen i Norge er snøsamleskjermer laget av tre, type NGI og type Statens vegvesen (SVV). Disse to typene er like. På markedet er også snøsamleskjermer av stål, skjermer som bl.a. har blitt brukt i alpelandene og en ble bygget i Hammerfest i 2017. Enda en type er stolper av stål eller tre og skjermmateriale av spesial plast. Slik skjerm har blitt brukt på Island for skjerming av vei i vindutsatt område (Jónsson and others, 2014).

Angående skjermer av stål vil det være nødvendig å galvanisere stålet før bygging for å ivareta levetiden.

5.2.1 Vindlaster og vindfelt

Vindlast er beregnet fra informasjon gitt i kapittel 4.1.2 i (Larsen, 2016). Her er

$$p_N = K \times \rho_{luft} \times v_{vind}$$

der:

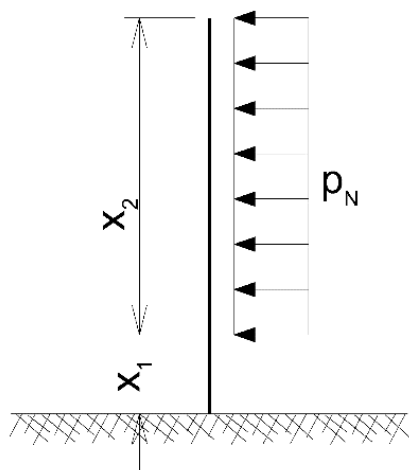
p_N er vindtrykk,

K er formfaktor for snøsamleskjem, her satt til 0,7

ρ_{luft} er luftens densitet i drivsnø ved bakken ca. 1,5-2,0 kg/m³, her valgt 1,5

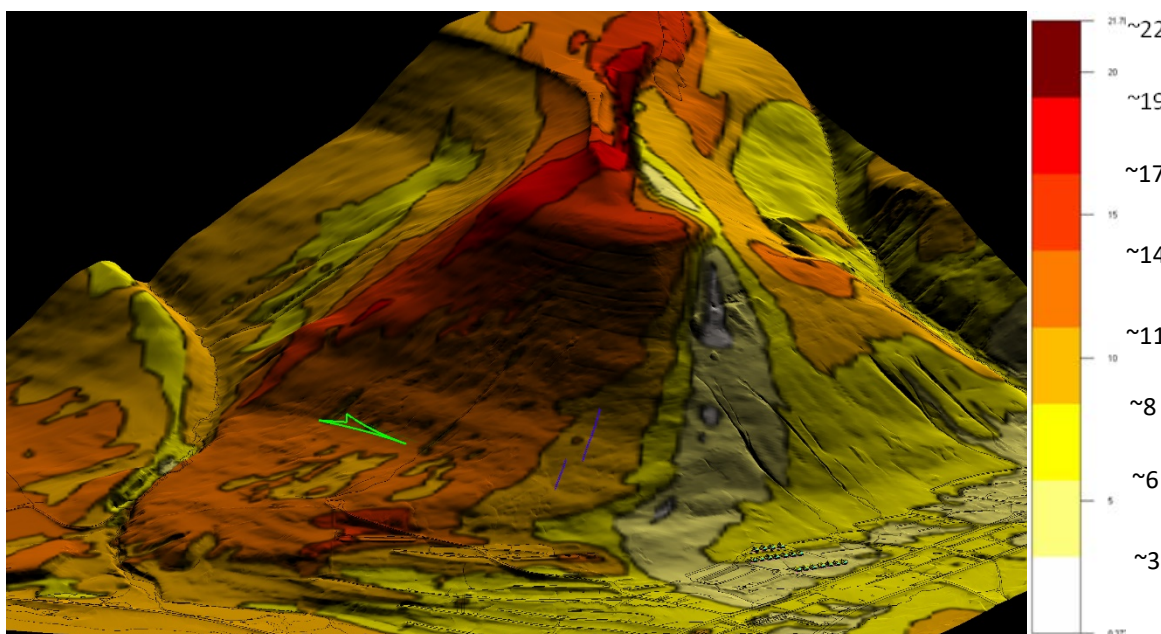
v_{vind} er vindhastighet i vindkast på konstruksjonsstedet. Det er gått utfra at basis vindhastighet er 40 m/s og vindkastfaktor er 1,5, dvs dimensjonerende vindhastighet er 60 m/s.

Figur 5-5 viser forenklet figur av lastfordeling på snøsamleskjem. Snøsamleskjemmer har ulike form og statisk system og det er derfor ikke mulig å angi krefter på fundamentene eller selve skjermen.

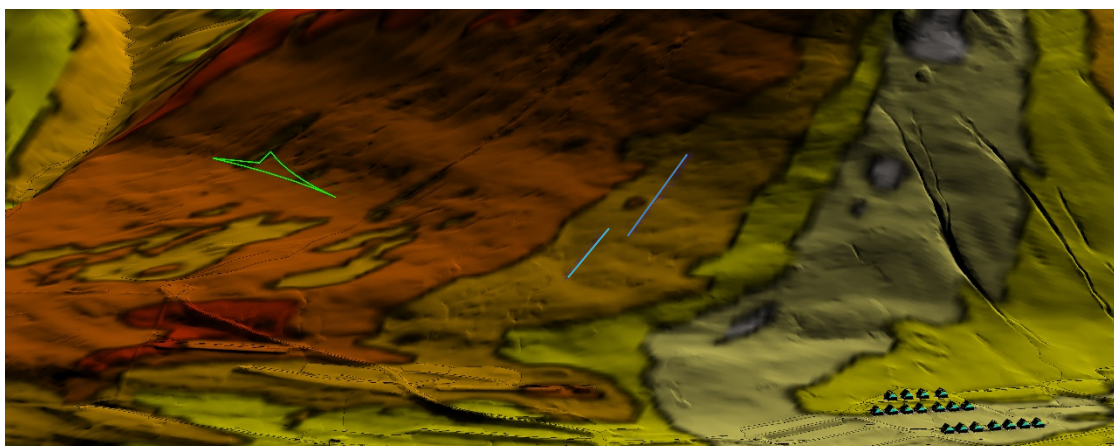


Figur 5-5. Skjematisk figur av snøsamleskjem. X_1 er bakkeklaring, X_2 er skjermhøyde og p_N er trykket.

Det har blitt utført vindsimuleringer for området rundt Sukkertoppen, Figur 5-6 og Figur 5-7. Oppløsningen i beregningsmodellen er 30 m. Det interessante i figurene er hvor stor endring det er i vindhastighet der snøskredet gikk i desember 2015. Gradienten er større på den nordlige delen enn på den sørlige delen. Den store endringen i gradienten tyder på at vindens bæreevne minsker kraftig og snø felles ut/lagres i leområdet. Foto tatt like etter skredet i desember 2015 og utførte observasjoner dagen etter skredet bekrefter vesentlig mindre snøhøyde i bruddkanten på den sørlige delen enn på den nordlige delen.



Figur 5-6. Vindfelt rundt Sukkertoppen drapert på terrenngmodell. Grønn pil viser vindretningen 130° ut Adventdalen. Basis vindhastighet er 20 m/s i ca. 700 m høyde, men fargene på terrenget viser vindhastighet i 5 m høyde over terrenget. Blå linjer viser plassering av sikringstiltakene. Skalaen til høyre viser vindhastighet i m/s.



Figur 5-7. Figuren viser vindfeltene rundt sikringstiltakene. Spisshusene vises på figuren nederst til høyre. Vindhastighetsskala er vist på Figur 5-6.

5.2.2 Snøsig og glidning langs bakken

I håndboken til EU-prosjektet SATSIE (Jóhannesson and others, 2009), kapittel 14, er det redegjort for laster på smale konstruksjoner pga. statisk snøtrykk. Det finnes

begrenset informasjon om slike laster, det meste som finnes er empiriske metoder for beregning av snøsig og glidning av snø på bakken på konstruksjoner, bl.a. støtteforbygninger i utløsningsområder for snøskred og bygninger i skrått terreng (Margreth, 2007). Formelen gir kraft pr. løpemeter tvers på en konstruksjon for snøsig og glidning.

$$S'_N = \rho \times g \times \frac{H_k^2}{2} \times K \times N \quad (\text{kN/m})$$

der:

ρ er snøens densitet

g er tyngdeakselerasjonen,

H_k er høyde på snødekket (målt vertikalt),

K er Haefeli's krypfaktor og N er glidefaktor, se verdier i Tabell 5-1.

En stolpe i skjermkonstruksjon kan betraktes som en smal konstruksjon der snøen delvis kan sige/gli rundt.

Tabell 5-1. Inngangsverdier for dimensjonering av snøsamleskjerm.

Parametre	Verdi	Enh.	Kommentarer
ρ	300	kg/m ³	Antatt verdi for vintersnø
g	~10	m/s ²	Gravitasjonsakselerasjon
H_k	2	m	Snøhøyde målt vertikalt på konstruksjon
$K/\sin 2\psi$	0,78		Krypfaktor
N	1,2		For permafrost området i Longyearbyen mener NGI at faktoren skal være lav.

5.2.3 Fundamentering

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

5.2.4 Vannføring pga fonndannelse på lesiden av skjermene

De store snømengdene som kan samles mellom snøsamleskjerm og planlagte støtteforbygninger betyr at snøsmeltingen tar lengre tid på våren og forsommeren. Det vil bety at det kan være større mengder vann 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 oppstå erosjon som kan erodere vannveier ned fjellsiden.

Omfang av dette er ukjent, her er foreslått å avvente og vurdere smeltingen i smelteperiodene etter bygging av skjermen. Planlagt avskjæringsgrøft og voll har bl.a. som formål å fange opp smeltevannet.

5.3 Korrosjon, forvitring og bestandighet

NGI har ikke kjennskap til hvor fort stålmateriale korroderer i det maritime og arktiske klimaet i Longyearbyen. Dette gjelder korrosjonshastighet av *svart stål* og stål som er *korrosjonsbeskyttet* med zink eller aluzink. NGI har heller ikke kjennskap til hvor fort trevirke impregneret/ikke impregneret forvitrer/råtner i Longyearbyen, slik informasjon har ikke blitt levert inn i prosjektet.

NVE/LL har under arbeidet kommet fram med ønske om en brukstid på konstruksjonene på 50 år, ref. kapittel 2.5.4. 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, samt 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 en del erfaring med snøsamleskjermer av tre på fastlandet. Skjermer som er uten tilsyn og vedlikehold blir fort i dårlig forfatning, og det er bl.a. av den grunn at NVE har besluttet å bygge snøsamleskermene av stål fra anerkjente leverandører. Det er også viktig poeng at leverandører bør ha velfungerende kvalitetssystem og ISO 9001 godkjenning.

Alt stålmateriale skal ha minimums krav S235J2G4 etter NS-EN 10025-2:2004 (eller S235J2G3 og S235J2G4 i henhold til EN 10025:1990 + A1:1993). 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 iht. S355J2H eller S440J2H 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 leveres med minimum godstykkelse på 8,0 mm.

5.3.1 Prøving og kontroll

Det er viktig at entreprenøren som skal bygge snøsamleskjermen kan dokumentere at forankringsløsninger som han velger oppfyller de krav om belastning som leverandør av snøsamleskjermen 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. På fastlandet har det blitt praktisert å bore 2 m i berg av god kvalitet og det har blitt foreskrevet 3 m i dårlig berg. Dette gjelder for støtteforbygninger som generelt har en del større strekkrefter enn snøsamleskjerm.

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

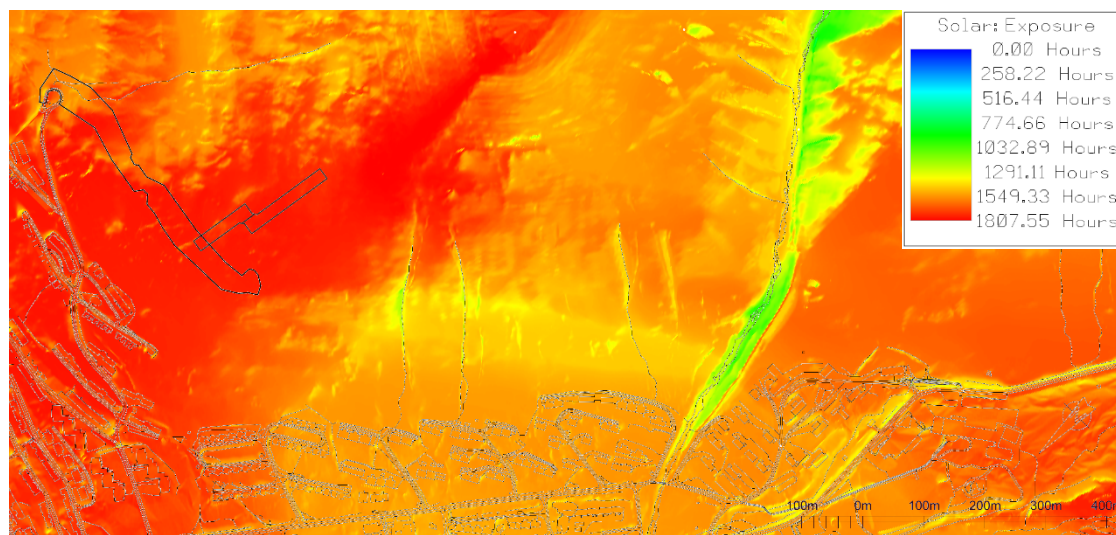
Følgende skal loggføres ved boring:

- ↗ Nummer borehull
- ↗ Ev. (element)nummer fra leverandør
- ↗ Dato og time/tid på dagen; start og slutt boring (boretime)
- ↗ 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

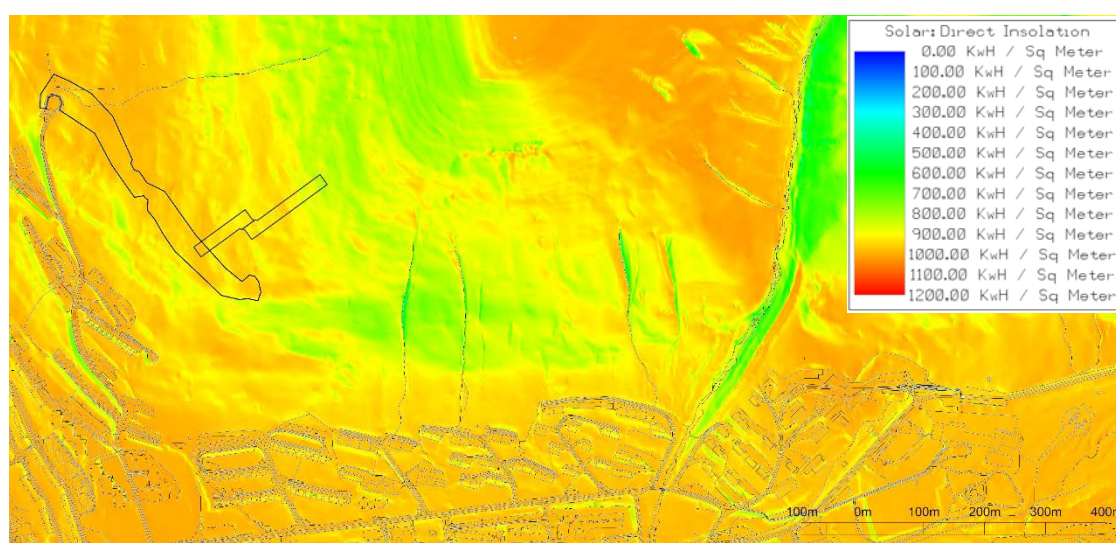
Det er også viktig at entreprenøren fører logg under gysearbeidet. Loggen skal inkludere:

- ↗ 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
- ↗ Gysemetode
- ↗ Gyse-Mikser; hastighet ut/trykk ut
- ↗ Mengde
- ↗ Merknad
- ↗ Ansvarlig person for gysing og signatur

5.4 Solar studie



Figur 5-8. Solareksponering av Sukkertoppen og Lia i perioden fra 15. mai til 15. sept. 2017. Enhet er antall timer i perioden. Svarte områder viser plassering av sikringstiltakene.



Figur 5-9. Solinnstråling på Sukkertoppen og Lia i perioden fra 15. mai til 15. sept. 2017. Enhet er kilowatt-timer pr. m². Svarte områder viser plassering av sikringstiltakene.

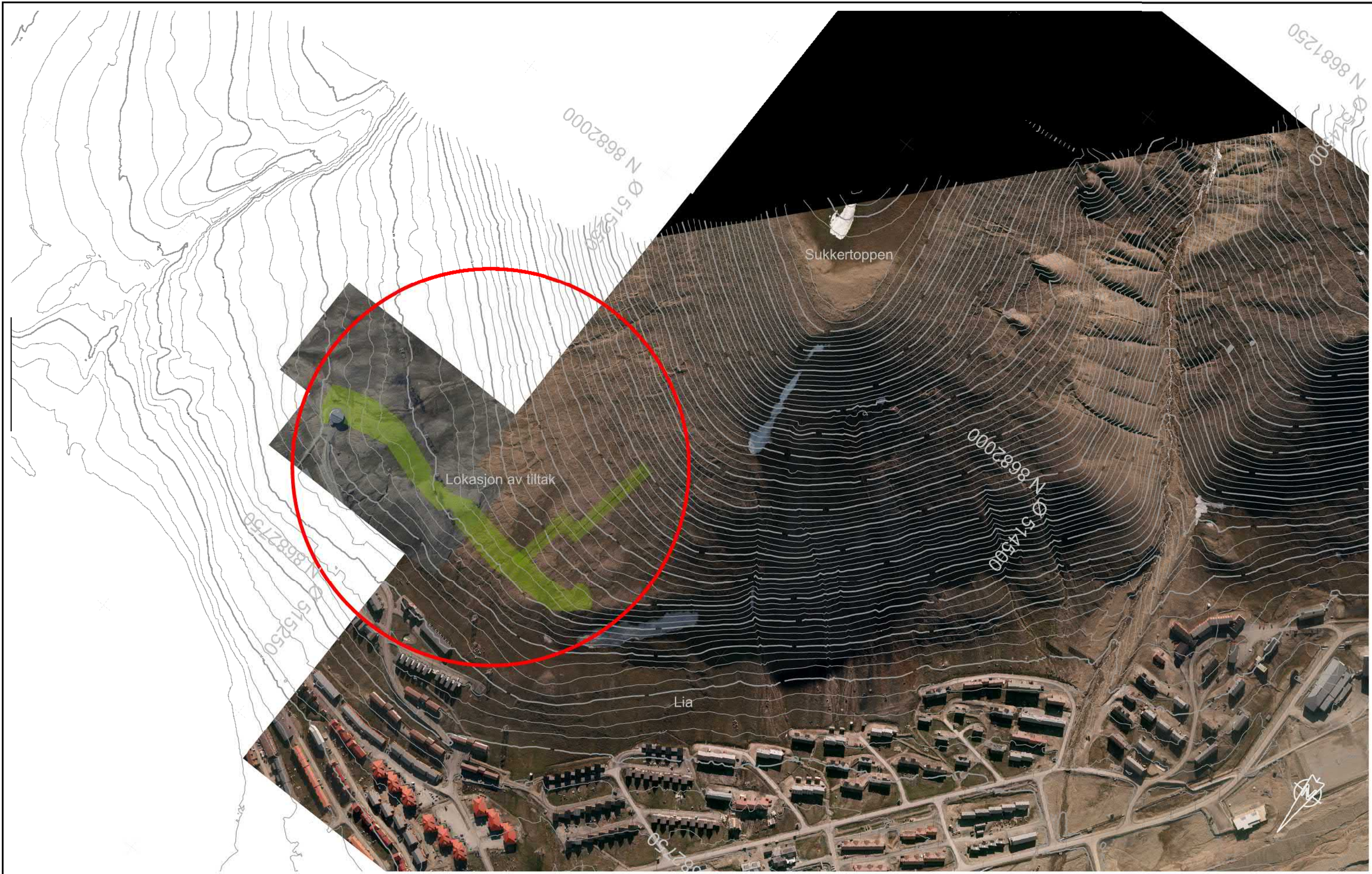
En enkel studie av mulig påvirkning av solen på områdene ved planlagte sikringstiltak vises på Figur 5-8 og Figur 5-9. På Figur 5-8 vises eksponeringen og det er tydelig at snøsamleskjermen har en høy eksponering i denne perioden, men drengskanal og voll har noe varierende eksponering høyest i vest. Når vi ser på mengder energi som terrengoverflaten blir påført (Figur 5-9) ser vi at drengskanal og voll får noe mer energi enn

snøsamleskjermen. Inngangsverdiene for mengde energi er konstant intensitet med verdi på 1000 watt-timer/m².

Det er foreløpig uklart hvor stor påvirkning dette vil ha på permafrosten i disse områdene fordi det er flere faktorer som påvirker tiningen av permafrosten, men dette gir indikasjon på solpåvirkningen.

6 Referanser

- Byggesaksforskriften (SAK10) (2010) Norge
- Jóhannesson T, Gauer P, Issler D and Lied K (2009) *The design of avalanche protection dams*. European Commission
- Jónsson Á, Árnason I and Thoroddsen EB (2014) Snow drift challenges at Klettsháls mountain road pass in Iceland. *ISSW 2014 Proceedings*. Reykjavík
- 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 snøsamleskjerm og drenekanal-adkomstvei. 20170299-02-TN-Rev1. Oslo
- Plan- og bygningsloven, teknisk forskrift (TEK 17) (2017) Norge
- Sintef (2017) Snøsamleskjerm og dreneringskanal ovenfor spisshusene i Longyearbyen. Feltrapport - Grunnundersøkelser. Trondheim
- Vikhamar-Schuler D, Førland EJ and Hisdal H (2016) Short overview over climate change and consequences on Svalbard.



FORKLARING:

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

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.

50m0m50m100m150m200m

1:5000

1	Ny adkomstvei og endring på kanal/voll	2017-11-14	ajo	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn	Korr.	Godk.

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)
Longyearbyen

Sikringstiltak
Snøsamleskjem og drenekanal/voll
Oversikt over anleggsområdet

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
Postboks 5830 Ljenvå, Slottet, 0830 OSLO O
Bucstrøveten 72
Tlf. 22 02 30 00 Fax. 22 25 04 48
www.ngi.no

L200
2017-10-02

Opparbeid
20170299

Konstr. i og utst
njo

Tegning
A001

Godk. av
-

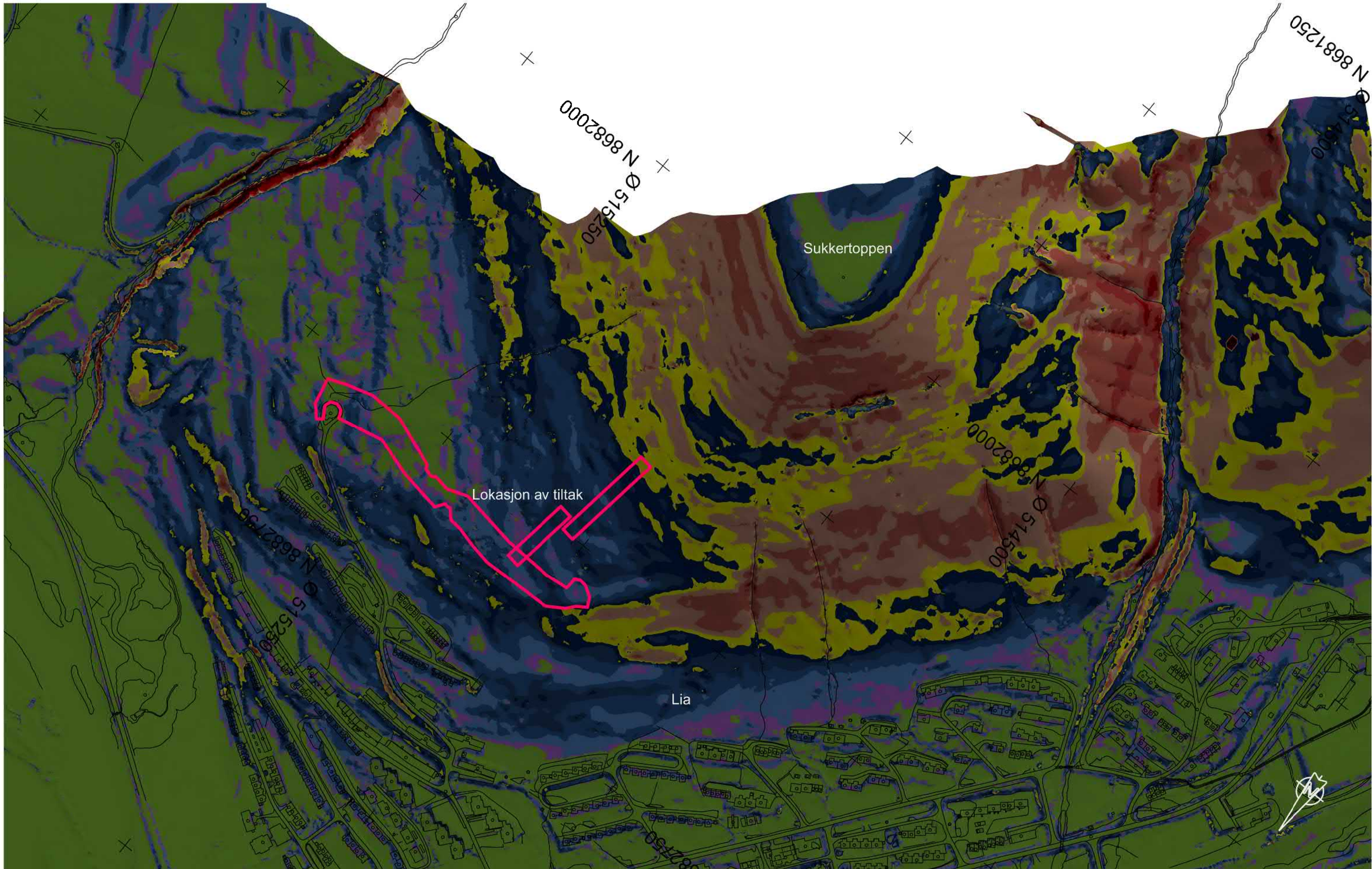
Godk. av
-

1:5000

Rev.
1

NGI

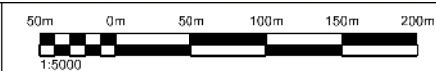
NGI



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

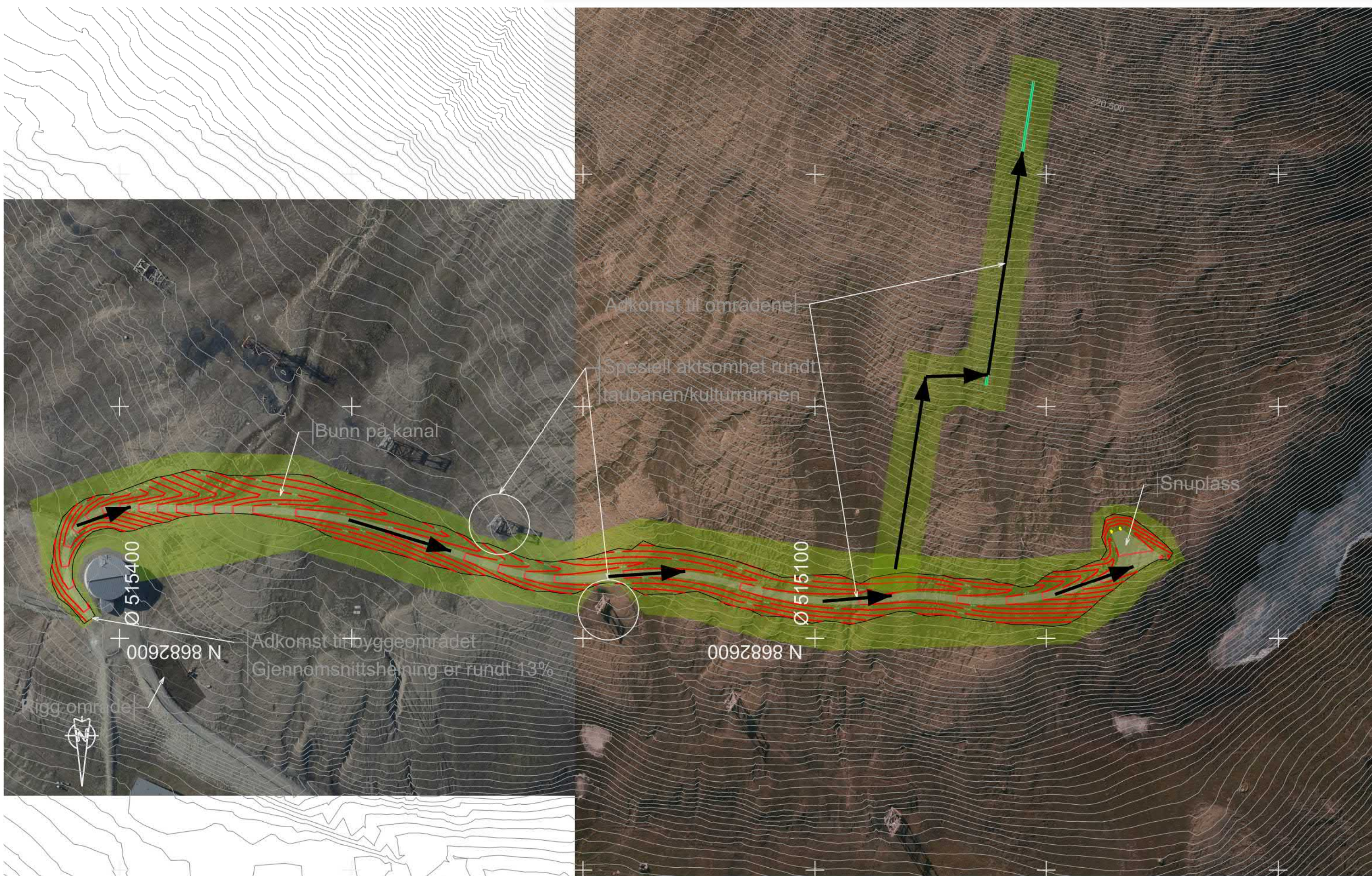
Helningsskala

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. Not withstanding 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.



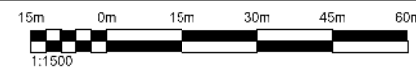
1	Ny adkomstvei og endring på kanal/voll	2017-11-14	ajo	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Korr.	Gedk.

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)			Konkurransegrunnlag		
Longyearbyen			A3		
Sikringstiltak Snøsamleskjem og drenekanal/voll Helningskart (HMS)			1:5000		
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT Postboks 5330 Ljenvå, Storlien, 0401 OSI O Sveinveien 72 Tlf. 22 02 30 00 Fax. 22 25 04 48 www.ngi.no			Lazo 2017-10-02 Opparbeidning 20170299	Konstr. i og ut ajo Tegning A002	Godk. av - Rev. 1



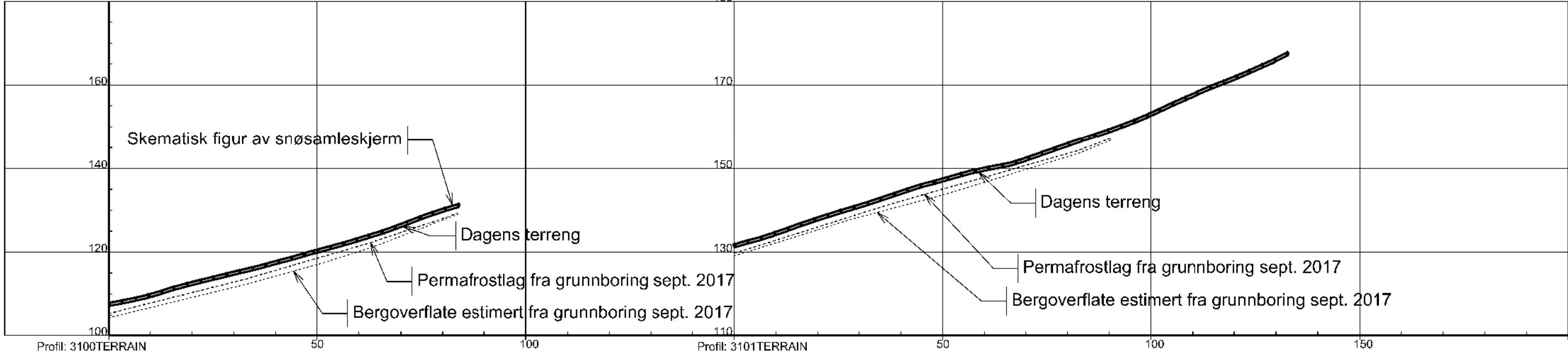
FORKLARING: Kartdata: EPSG:32633 - ETRS89/UTM zone 33N
Kartdata: Norsk polarinstitutt
Terrengmodell: NGI
Høydekurver: 1m avstand

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.

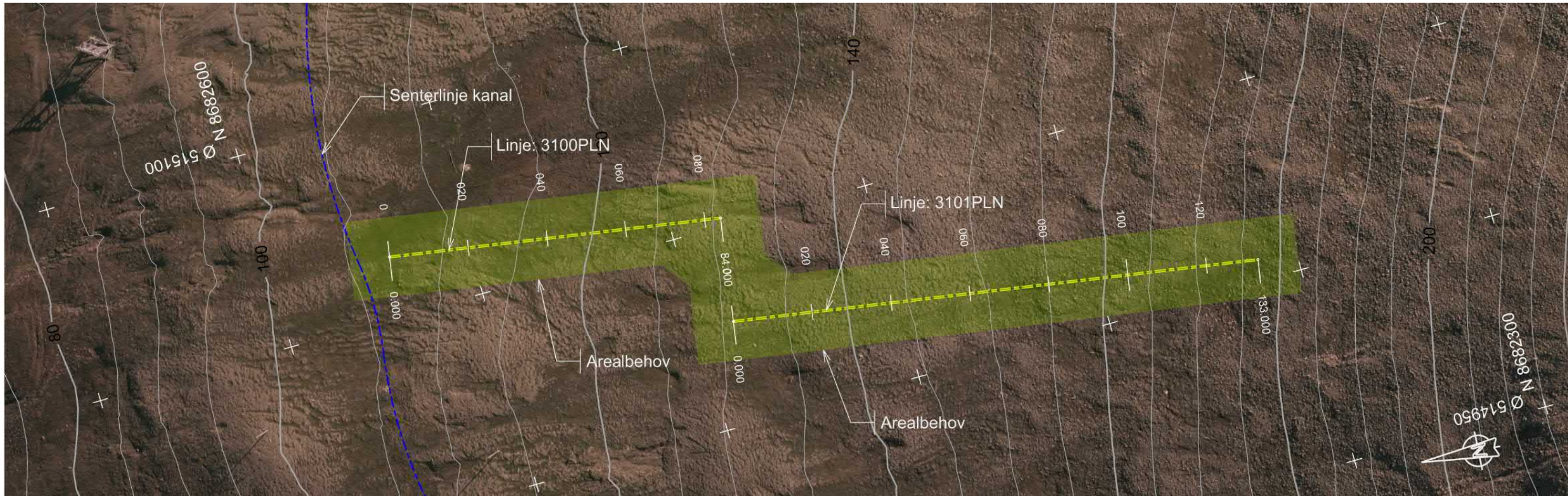


1	Endring på adkomstvei, kanal/voll og riggområde	2017-11-14	ajo	-	-
Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Korr.	Godt.

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) Longyearbyen			Konkurransegrunnlag A3		
Sikringslillek Snøsamleskjerm og drenekanal/voll Riggområde, adkomstvei, begrensninger			1:1500		
NORGES GEOTEKNIKE INSTITUTT Postboks 9350, Lufthavn Sletta, 1086 Oslo O Sognsvangen 72 Tlf: 22 02 30 03 Fax: 22 23 04 48 www.ngi.no			Dato: 2017-10-02 Oppdragsnr.: 20170299	Konstr./Tegner: ajo Teknisk kontroll: A003	Rev.: 1



Høyde differanse	
Kote på trasé	
Kote på terreng	



FORKLARING:

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

Trasé: 3100PLN				Trasé: 3101PLN			
Pei	X_Koordinat	Y_Koordinat	Retning	Pei	X_Koordinat	Y_Koordinat	Direksjon
0,000	515065,191	8682570,143	261,0000	0,000	515026,174	8682491,112	261,0000
84,000	515052,051	8682487,177	261,0000	133,000	515005,369	8682359,749	261,0000

10m 0m 10m 20m 30m 40m

1:1000

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Longyearbyen

Sikringstiltak
Snøsamleskjerner
Plan- og profil: 3100 og 3101

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
Postboks 5000 Ljenvik, Stordalen, 0401 Oslo O
Bucruvelen 72
Tlf. 22 02 30 00 Fax 22 25 04 48
www.ngi.no

2017-10-23
20170299

Konstr. i og ut
B100

Kontrollert
-

1:1000

NGI

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

20m 0m 20m 40m 60m 80m
1:2000

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)
Longyearbyen

Sikringstiltak
Snøsamleskjem og drenekanal/voll
Oversikt over kulturminne og ledninger

NGI

Dislaimer:

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. Not withstanding 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.

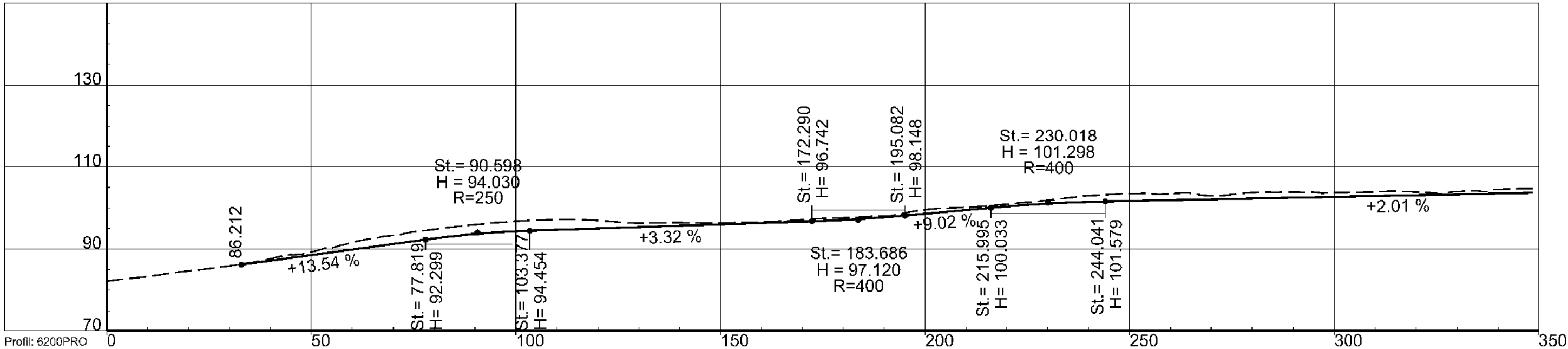
1	Endring på adkomstvei, kanal/voll og byggeområde	2017-11-14	ajo	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn	Korr.	Godk.

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
Postboks 5330 Ljenvik Station, 0830 OSI O
Sveinveien 72
Tlf. 22 02 30 00 Fax. 22 25 04 48
www.ngi.no

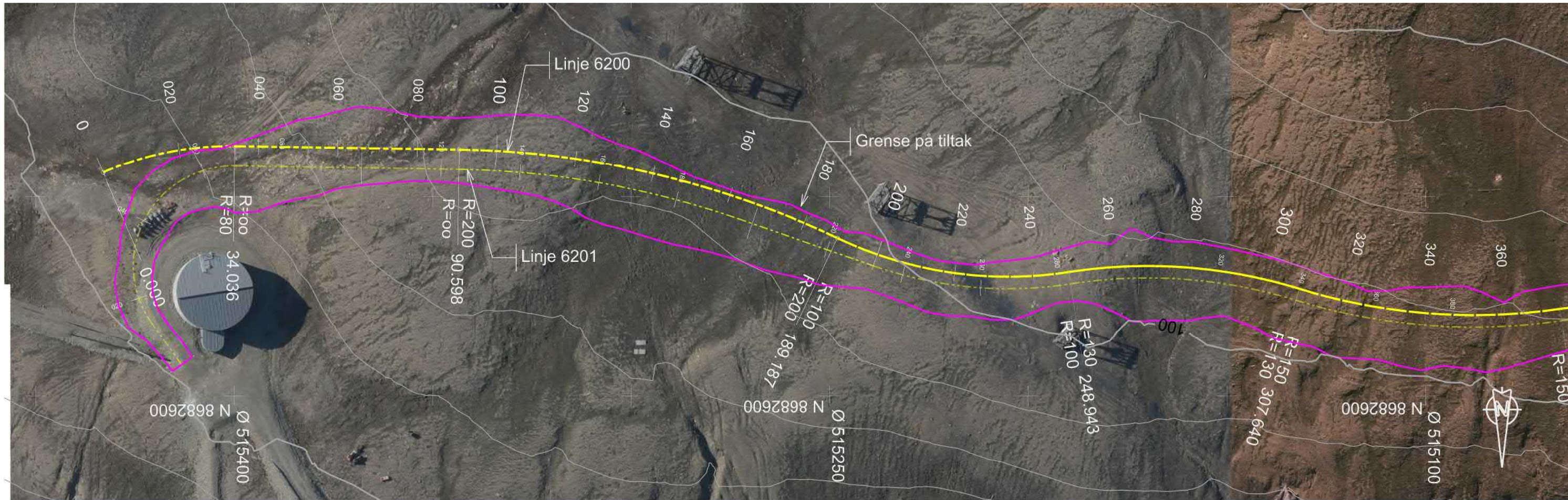
Linn
2017-10-02
Oppdragsnr.
20170299

Konstr. i og ut
ajo
Tegning
A004

Kontrollert
-
Rev.
1



Høyde differanse	
Kote på trasé	
Kote på terreng	



FORKLARING:

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

10m 0m 10m 20m 30m 40m
1:1000

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)
Longyearbyen

Sikringstiltak
Drenskanal/voll
Plan- og profil 6200, del 1

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
Postboks 5330 Luleå, Station, 0830 OSLO
Sveinveien 72
Tlf. 22 02 30 00 Fax 22 25 04 48
www.ngi.no

Linn
2017-10-02
Oppdragsnr.:
20170299

Konstr. i og ut
bjo
Tegning
C110

Kontrollert
-
Rev.
1

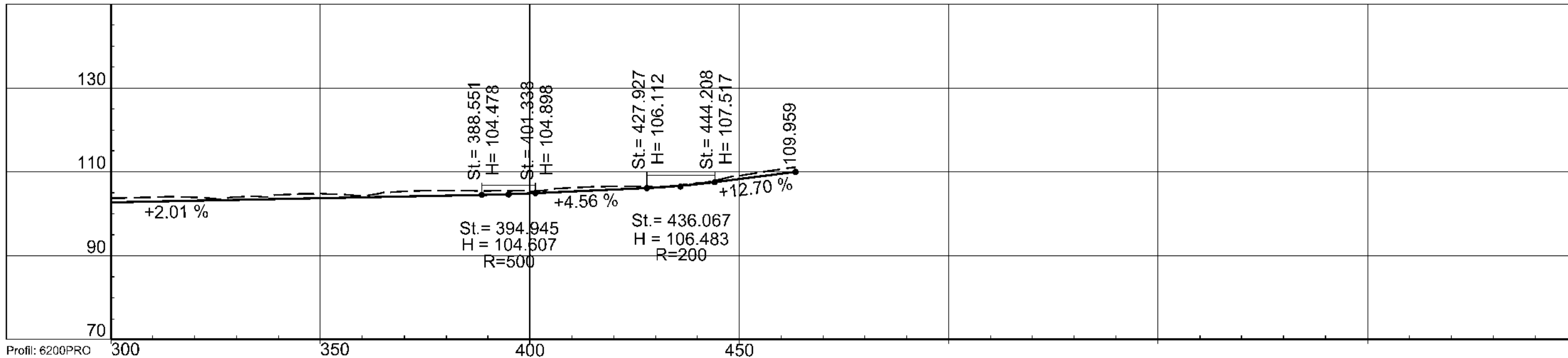
NGI

Disclaimer:

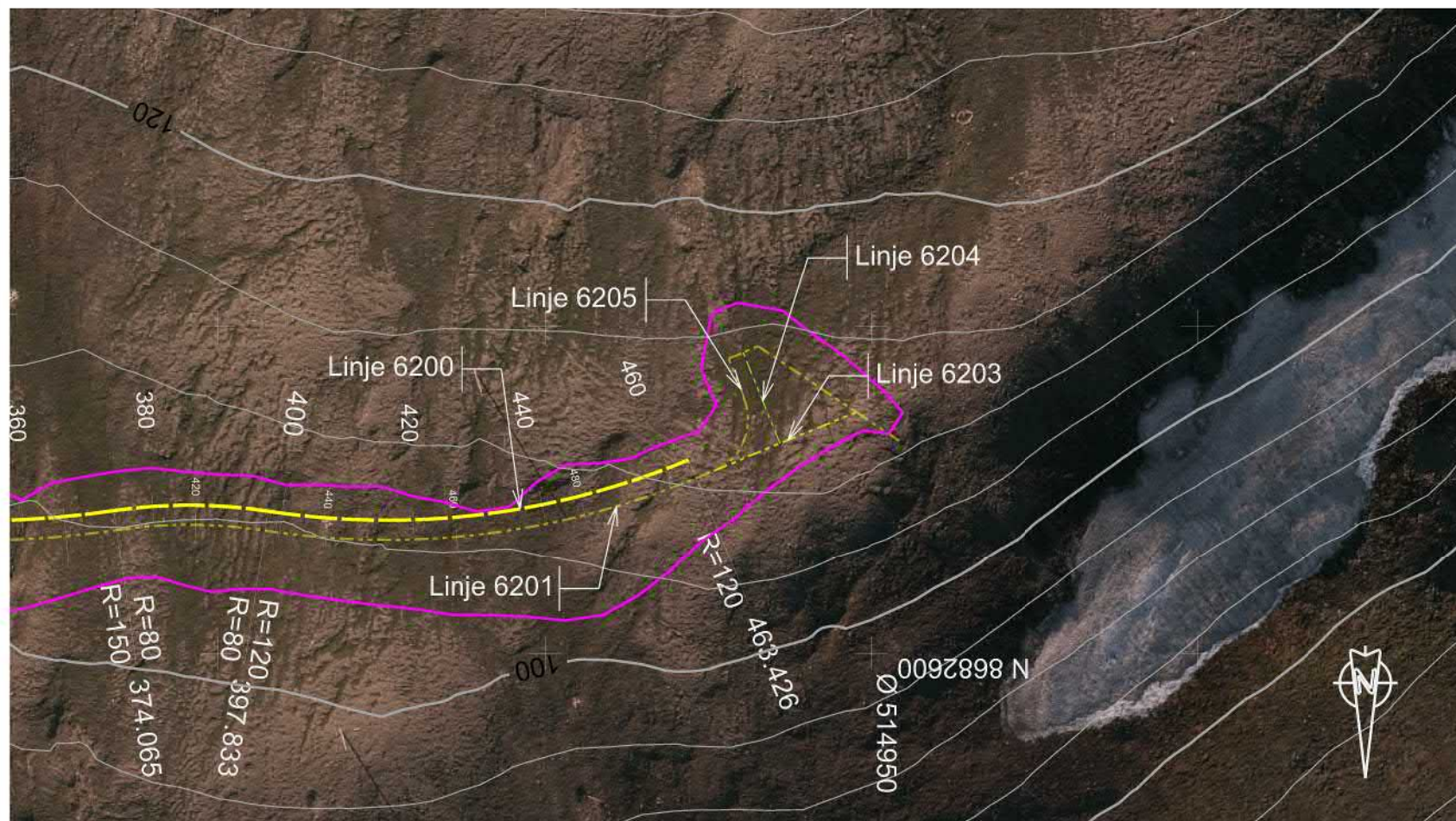
Contains confidential and/or proprietary information to NGI which shall not be used, disclosed or reproduced in any format by any non-NGI Party without NGI's prior written permission. Notwithstanding the above, NVE has the right to use the information contained in this document pursuant to Prime Contract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

1 Adkomstvei, endring på geometri ved høydebasseng 2017-11-13 ajo - -

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Korr.	Godk.
------	-------------	------	-------	-------	-------



Høyde differanse	
Kote på trasé	
Kote på terreng	

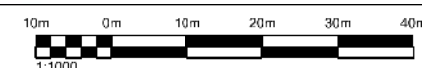


Koordinatliste

Linje: 6200PLN				Linje: 6204PLN			
Pel	Radius	X_Koord	Y_Koord	Pel	Radius	X_Koord	Y_Koord
0,000	80,0000	515432,995	8682543,808	0,000	0,0000	514963,975	8682567,790
34,036	0,0000	515399,871	8682537,181	15,000	0,0000	514969,646	8682553,903
90,598	230,0000	515343,316	8682538,045				
189,187	-100,0000	515248,048	8682560,311				
248,943	130,0000	515189,795	8682568,825				
307,640	-150,0000	515131,747	8682573,019				
374,065	80,0000	515066,056	8682578,051				
397,833	-120,0000	515042,376	8682578,135				
463,426	0,0000	514978,071	8682570,305				
				Linje: 6205PLN			
				Pel	Radius	X_Koord	Y_Koord
				0,000	0,0000	514976,937	8682573,082
				3,000	-8,5000	514974,160	8682571,948
				16,351	0,0000	514969,503	8682560,865
				22,851	0,0000	514971,960	8682554,848
				27,851	0,0000	514967,332	8682552,958
				45,941	0,0000	514952,300	8682563,022
Linje: 6201PLN							
Pel	Radius	X_Koord	Y_Koord				
0,000	80,0000	515432,995	8682543,808				
34,036	0,0000	515399,871	8682537,181				
90,598	230,0000	515343,316	8682538,045				
189,187	-100,0000	515248,048	8682560,311				
248,943	130,0000	515189,795	8682568,825				
307,640	-150,0000	515131,747	8682573,019				
374,065	80,0000	515066,056	8682578,051				
397,833	-120,0000	515042,376	8682578,135				
463,426	0,0000	514978,071	8682570,305				
Linje: 6203PLN							
Pel	Radius	X_Koord	Y_Koord				
0,000	0,0000	514976,937	8682573,082				
30,000	0,0000	514949,163	8682561,741				

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

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



Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)
Longyearbyen

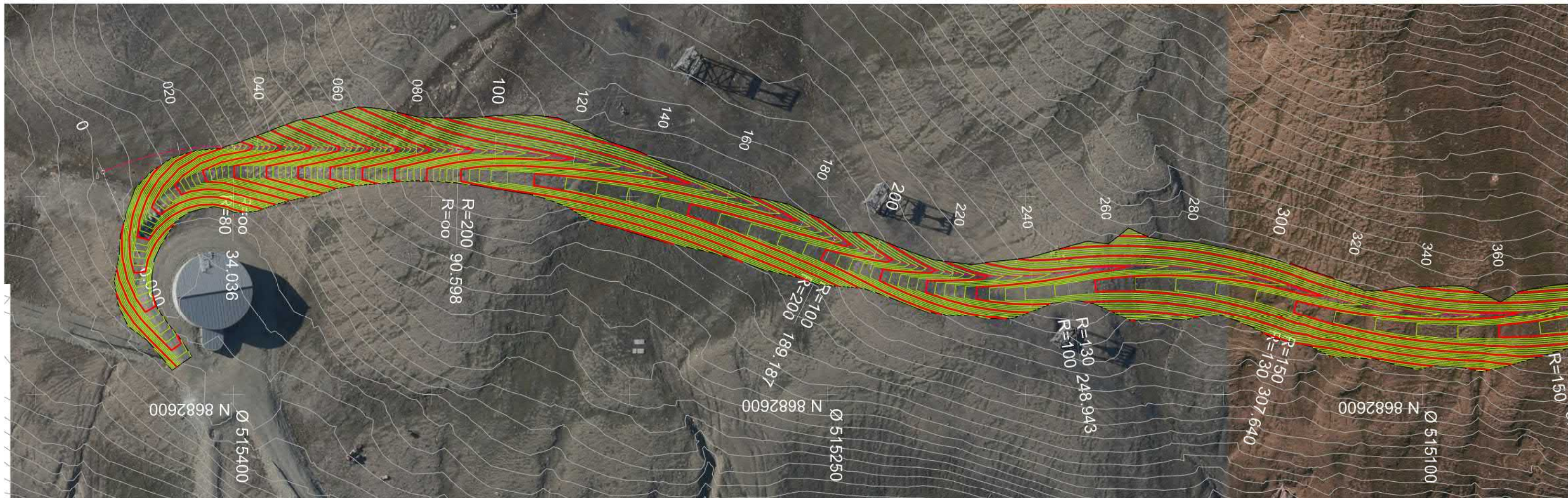
Størrelse	Konkurransegrunnlag
Original format	A3
Tegningens farge	

Sikringstiltak
Drensgroft og voll
Plan- og profil 6200, del 2



NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
Postboks 5830 Ullenvå, Stadion, 0806 OSLO
Sugrovveien 72
Tlf. 22 02 30 02 Fax. 22 23 04 48
www.ngi.no

Lazo	Konstr. Logarit	Kontrol erl	Gadik ont
2017-10-02	a jo	-	
Opdragenr.	Tegningnr		Rev.
20170299	C111		1



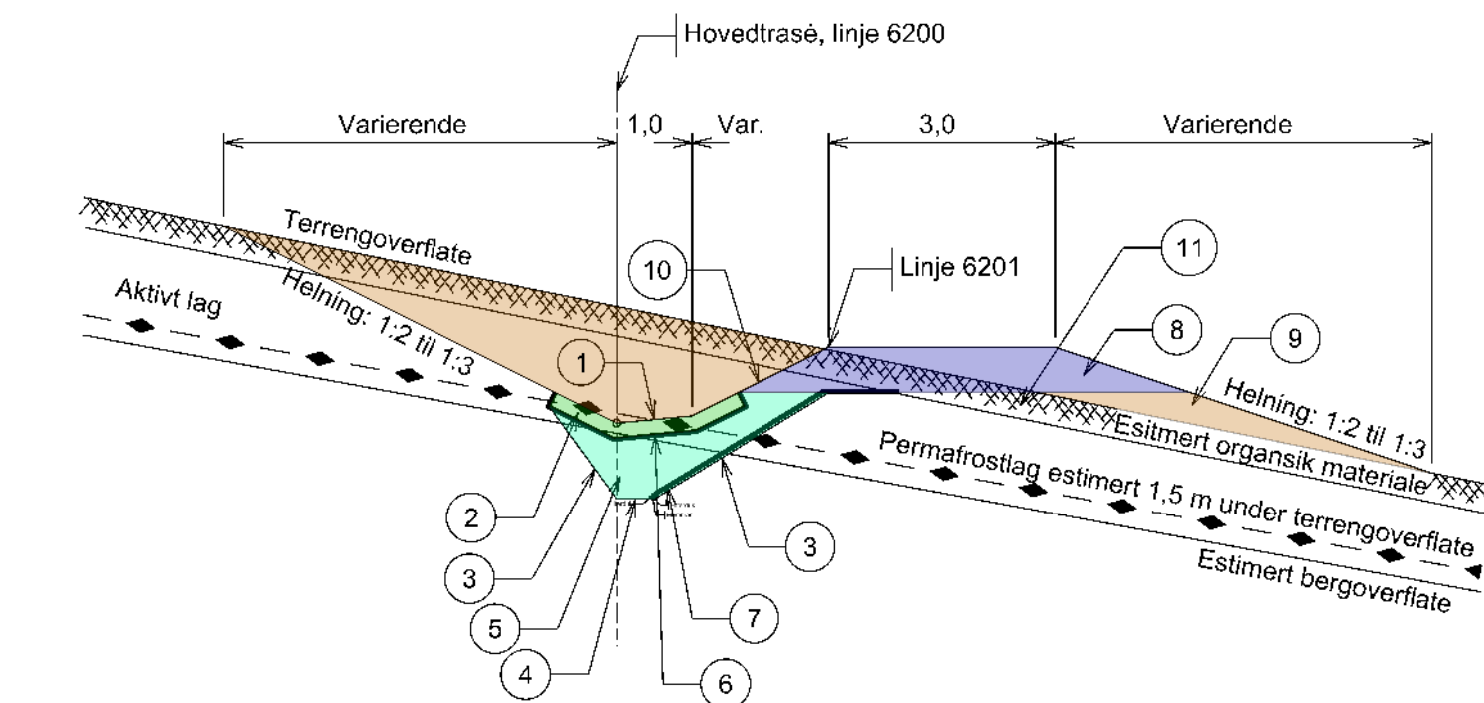
FORKLARING: Kartdata: EPSG:32633 - ETRS89/UTM zone 33N
Kartdata: Norsk polarinstitutt
Terrengmodell: NGI
Høydekurver: 1 m avstand i terreng, 0,2 m avstand i kanal/voll

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.

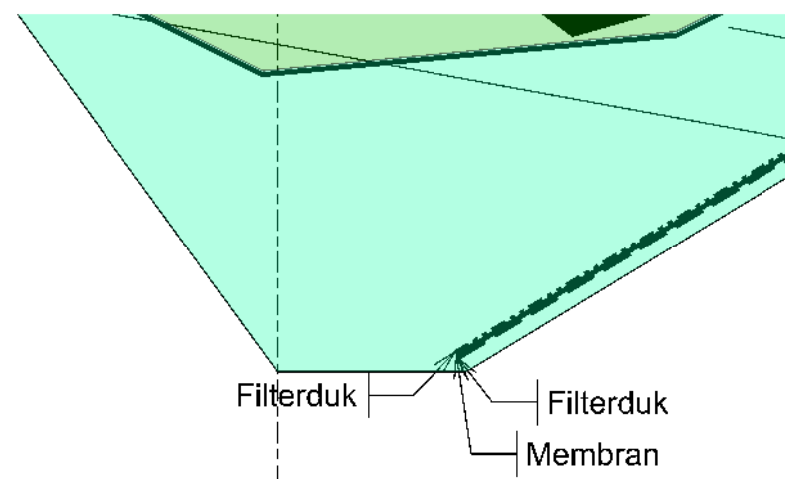


1	Endring på adkomstvei og kanal/voll	2017-11-14	ajo	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn	Korr.	Godk.

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)		Konkurransegrunnlag	
Longyearbyen		A3	
Sikringstiltak Drenskanal/voll Høydekurver		1:1000	
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT Postboks 5330 Ljenvik, Station, 0830 Oslo O Sveinveien 72 Tlf. 22 02 30 00 Fax. 22 25 04 48 www.ngi.no		Linn 2017-10-02 Opparbeidning	Geoteknikk 11/14/2017
20170299		C112	
1		1	



M - 1:100



M - 1:20

Forklaring

1. Bunnbredde 1 m. Helning fra voll -10%.
2. Erosjonslag, 0,2 m tykt. Steinstørrelse: $20 < d < 150$ mm. Høyde over kanalbunn: 0,3 m.
3. Varierende helning.
4. Dybde på grøft: 1 m ned i permafrostlag. Varierende grøftedybde fra kanalbunn. Bunnbredde: 0,5 m. Det kan være behov for pigging av berg.
5. Tilbakefylte stedlige masser.
6. Filterduk av geotekstil. Duken skal ha poreåpning: $O90 < 10d50$ og $O90 < 2d90$. Brukskrav: Bruksklasse 3.
7. Vanntett membran som må tåle frost. Glide/beskyttelsesbelegg (fiberduk) over og under membran. Filterduk under membran legges på skjæringsskråningen og fyllingen. Skarpe kanter i skjæringen skal jevnes ut og/eller bruke sand for å minimere risiko for skader på filterduk og membran. Membran skal være minst 0,5 m under topp på voll og nå 1 m horisontelt inn i fyllingen. Membran føres ca. 1 m ned i permafrostlaget. Filterduk og membran skal overlappes/skjøtes minst 0,5 m nedstrøms. Fiberduk skal minst ha CBR-verdi 9 kN, ca. 800 gr/m². Membran skal være av PP minst 1,5 mm tykk. Levetid skal være minst 30 år.
8. Grusmateriale fra Longyearelva, tykkelse min. 0,6 m. Tykkelse avhenger av kvaliteten på grunnen/fundamentet
9. Stedlige masser uten organisk materiale.
10. Helning 1:2. Høyde er varierende over kanalbunn, de første ca. 100 m er 2 m og fra ca. 140 er høyden 1 m.
11. Estimert tykkelse på organisk materiale ~0,2 m. Alt materialet skal gjenbrukes på vollfyllingen/nedsiden for revegitasjon.



FORKLARING:

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 Primo Contract between NGI and NVE. All rights reserved.

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)
Longyearbyen

Sikringsstiltak
Drenskanal/voll
Prinsippkisse avskjærende grøft og voll

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
Postboks 3330 Lysås Station, 0404 OSLO
Tlf: 22 02 30 00 Fax: 22 25 04 45
www.ngi.no

2017-10-02
Oppdragsnr.:
20170299

Konstr.: Tegnet
BJO
Tegningssk.:
C113

Kontrollert
-
Rev.:
0

Stab:
Konkurransegrunnlag
Oransjefarvet
A3

Tegningens format
21x30 cm
1:20
1:100

NGI

Dokumentinformasjon/ <i>Document information</i>		
Dokumenttittel/<i>Document title</i> Prosjekteringsrapport for snøsamleskjerm og avskjærende grøft/voll		Dokumentnr./<i>Document no.</i> 20170299-01-R
Dokumenttype/<i>Type of document</i> Rapport / Report	Oppdragsgiver/<i>Client</i> Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)	Dato/<i>Date</i> 2018-05-16
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/<i>Proprietary rights to the document according to contract</i> NGI		Rev.nr.&dato/<i>Rev.no.&date</i> 0 /
Distribusjon/<i>Distribution</i> BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/<i>Keywords</i> Longyearbyen, sikringstiltak, Lia, Svalbard		

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

Dokumentkontroll/ <i>Document control</i>					
Kvalitetssikring i henhold til/ <i>Quality assurance according to NS-EN ISO9001</i>					
Rev/ Rev.	Revisjonsgrunnlag/ <i>Reason for revision</i>	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	2018-04-06 Arni Jonsson	2018-05-16 Einar John Lande	-	-

Dokument godkjent for utsendelse/ <i>Document approved for release</i>	Dato/<i>Date</i> 22. mai 2018	Prosjektleder/<i>Project Manager</i> 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.

www.ngi.no

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

