

Til: Nittedal kommune
v/ Gunnar Prøis
Kopi til:
Dato: 2019-10-03
Rev.nr. / Rev.dato: 0 /
Dokumentnr.: 20190746-01-TN
Prosjekt: Akuttbistand, skred i Heggeveien, Nittedal
Prosjektleder: MMS
Utarbeidet av: BKB, JSL, MMS
Kontrollert av: HHe, VG

Anleggsteknisk gjennomføring - sikringstiltak

Innhold

1	Innledning	2
2	Anleggsteknisk gjennomføring	2
2.1	Rekkefølgebestemmelser for sikring av skråning	2
2.2	Punkter som må kontrolleres	5
2.3	Utførelse av grunnundersøkelser i skredgropa	5
3	Mengdeberegninger	6
4	Risikovurdering	6
5	Referanser	7

Tegning

Tegning nr. 010	Oversikt over sikringstiltak
Tegning nr. 011	Oversikt over utførte grunnundersøkelser
Tegning nr. 100	Profil av skredgrop med skisse av sikring

Vedlegg

Vedlegg A	Risikovurdering
-----------	-----------------

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

I forbindelse med skred i Nittedal mandag den 16. september 2019 ble NGI bedt om å bistå kommunen med geoteknisk kompetanse for å håndtere den akutte situasjonen og påfølgende arbeid med å vurdere det berørte området.

Mandag morgen 16. september 2019 gikk et skred ved vegkrysset Heggeveien/Birkelundveien. NGI v/Øyvind A. Høydal ble kontaktet i 10-tiden samme dag og NGI v/Trond Vernang og Marius Mathisen Søvik møtte beredskapsetatene på stedet. Skredet gikk innenfor kvikkleiresone 2192 Heggeveien. Basert på erfaring med kvikkleireskred, utbredelsen av skredgropa og topografien i nærliggende område ble et område omkring skredet avgrenset og vurdert som potensielt utsatt, og dermed anbefalt evakuert. Formelt sett tar politiet avgjørelser om evakuering. Cirka 80 beboere ble deretter evakuert fra området av politiet i samarbeid med kommunen.

Samme dag ble det satt i gang geotekniske grunnundersøkelser for å kartlegge utbredelsen av kvikkleire i området og informasjon om tidligere grunnundersøkelser ble innhentet. Grunnundersøkelsene bekrefter at det er mye kvikkleire i grunnen. Basert på utførte grunnundersøkelser, kartlegging av kvikkleiras beliggenhet og erfaringsbaserte vurderinger av hvor stort et evt. kvikkleireskred kan bre seg ble evakueringsområdet anbefalt noe justert ved en mindre innskrenkning 30. september.

Ytterligere innskrenking av evakueringsområdet kan ikke tilrådes før skredgropa er sikret, og boligene innenfor evakuert område må derfor anses som ubeboelige inntil videre.

Dette notatet gir forslag til sikringstiltak og anleggsteknisk gjennomføring av disse.

Notatet vil revideres etter hvert som løsningene detaljeres videre.

2 Anleggsteknisk gjennomføring

Gjennomføring av sikringstiltak er delt i seks steg: i) Avlastning på toppen av skråningen, ii) trefelling, iii) stabilisering i bunnen av skredgrop og etablering av anleggsveg, iv) motfylling/støttefylling i skredgropa, v) reetablering av veg og vi) arbeider i elva.

Tegning 010 viser oversikt over området. I det følgende oppsummeres rekkefølge for anleggsteknisk gjennomføring.

2.1 Rekkefølgebestemmelser for sikring av skråning

1) Avlastning på toppen av skråningen

Første trinn er avlastning bakenfor skredkanten, markert innenfor rødt område på tegning 010.

Gravemaskin benyttes til å avlaste 1 m fra toppen av skråningen, hovedsakelig asfalt/fyllmasser fra vegen.

- a) Det er fordelaktig med lang rekkevidde for å unngå arbeid nær skråningskanten.
- b) I hovedsak antas det at vegfylling må fjernes i sin helhet (vegbane og fortau), blant annet ut fra observasjon av evt. sprekker i leirmasser under vegfundamentet. En vurdering av nødvendig dybde for avlastning gjøres underveis av en geotekniker.
- c) Infrastruktur i grunnen i avlastet område må fjernes evt. omlegges i samarbeid med aktuelle etater/infrastruktureiere.
- d) Helning mot sideterreng på innsiden av avlastningen (dvs. mot vest) skal ikke være brattere enn 1:1,5 for skråning inntil 1 m, 1:2 for høyere skråning.
- e) Avlastede masser kjøres ut av området fortløpende til godkjent deponi, og skal ikke mellomlagres innenfor kvikkleiresonen.

2) Vegetasjonsrydding/trefelling og rensk: Trær, busker, kratt fjernes i skredgropa.

Etter at toppen er avlastet skal skredområdet ryddes for vegetasjon. Store trær må fjernes før en skal inn med maskineri for å sikre skredgropen. Dersom det er mulig å komme til fra toppen av skråningen, er det trolig lettest å utføre trefelling derfra. Om en ikke kommer til fra toppen er det nødvendig med trinnvis trefelling i nedre del av skråningen ved Nitelva. Dette er i stor grad avhengig av entreprenørens utstyr for slikt arbeid. Med rivningsutstyr kan trefelling utføres på god avstand og med akseptabel risiko.

3) Stabilisering i bunnen av skredgrop og etablering av anleggsveg

Etter hogst/vegetasjonsrydding begynner arbeidet med å sikre ustabile skredmasser og etablere en anleggsveg i bunnen av skråningen. Massene i skredgropa antas å være delvis omrørt, og utlegging av fyllmasser uten slike tiltak vil ikke være mulig. Leira må derfor stabiliseres til under antatt dybde for omrørte masser. Stabilisering utføres med kalk/semment.

Det benyttes en innblanding på 100 kg/m³ i blandingsforholdet 75% brentkalk og 25% semment. Nødvendig dybde for stabilisering antas å være minimum 5-6 meter basert på glideflatens beliggenhet.

Kalk/semment-stabilisering utføres gjennom skredmassene etter at overflaten er rensket for vegetasjon. Arbeidet utføres suksessivt i seksjoner på 10 m x 10 m, avhengig av rekkevidde for valgt utstyr. Etter at området umiddelbart foran riggen er sikret, kan det legges ut masser til anleggsveg så snart tilstrekkelig styrke av stabilisert område er oppnådd. Erfaringsmessig oppnås en tilstrekkelig styrkeøkning raskt med denne

sikringsteknikken. Fjerning av vegetasjon, stabilisering av grunnen og utlegging av anleggsveg utføres deretter suksessivt, slik at skråningen sikres gradvis fra nord mot sør.

Anleggsveg/bærelag legges først ut i tilstrekkelig tykkelse til at man i neste trinn (steg 4) kan transportere masser inn til utlegging av mot-/støttefylling.

4) Motfylling/støttefylling langs skråningsfoten

Anleggsvegen i bunnen av skredgropen brukes for å legge ut en motfylling i foten av skråningen (grønt område på tegning 011 og tegning 100). Motfyllingen, eller støttefyllingen, skal være ca. 10 m bred (fra skråningskant mot elva), 1,5 m tykk og ca. 100 m lang (fra nord til sør). Skråningshelning i støttefyllingen skal ikke være brattere enn 1:2. Det anbefales bruk av samfengt sprengstein med lite finstoff som fyllingsmateriale.

Når støttefyllingen er etablert, reetableres skråningen som vist på tegning 100. Reetablert skråning Steg 3 og 4 kan gjøres fortløpende etter kalksementstabilisering.

5) Reetablering av veg

Når grunnforsterkning (KS-stabilisering) og støttefylling er fullført, kan reetablering av veg utføres. Det kan være aktuelt å benytte lette masser (f.eks. lettklinker) som fyllmateriale i vegen.

Dette vil også omfatte reetablering av all infrastruktur som ligger i vegen og som er skadet, evt. vil bli skadet som følge av sikringsarbeidet (Steg 1: avlastning). Reetablering av veg vil i prinsippet kunne pågå samtidig som området er bebodd, dersom øvrige arbeidsprosesser med betydning for skråningsstabiliteten er avsluttet.

6) Arbeider i elva

- a) Skredmasser i elva fjernes (gravemasser kjøres ut av området uten mellomlagring).
- b) Ledninger i elva må legges om, dette må beskrives nærmere i dialog med NRV (og evt. som har infrastruktur her).
- c) Støttefylling avsluttes med steinplastring som erosjonssikring mot elva.
- d) Evt. utføres plastring av elveløpet.

Endelig utforming mot elva må gjøres i samråd med NVE. Det anbefales at Nittedal kommune arrangerer et møte med NVE snarest, slik at denne prosessen settes i gang i en tidlig fase av arbeidet.

2.2 Punkter som må kontrolleres

Følgende punkter må kontrolleres underveis/etter arbeidene:

- i. Gravemelding og kabelpåvisning må utføres før prosjekt oppstart.
- ii. Alle strømførende kabler, vann- og avløpsledninger må kobles ut.
- iii. Tykkelse anleggsveg/bærende lag i nedre del av skråning er i tråd med tegning 100.
- iv. Steinfyllingen (anleggsvegen/bærelaget) må ha finstoffinnhold i leirfraksjonen maksimum 5 %.
- v. Ingen mellomlagring av masser skal forekomme innenfor kvikkleiresonen (gjelder både gravemasser og steinmasser til fylling). Fyllmasser kjøres vekk fortløpende etter utgraving, mens inntransporterte masser legges rett ut i fylling.
- vi. Kontrollere at endelig terrengnivå stemmer med prosjekterte nivåer.

HMS-ansvaret for arbeidene må koordineres for alle aktører som arbeider i skredområdet. Dette vil normalt bety at én entreprenør tillegges hovedansvaret for HMS på anlegget, og at evt. andre entreprenører underordnes denne i HMS-sammenheng.

2.3 Utførelse av grunnundersøkelser i skredgropa

Det anbefales utført grunnboringer; totalsondering og trykksondering (CPT); etter at første del av anleggsvegen/bærelaget er etablert (antatt 10 m ut i skredgropa fra nord). Sonderinger utføres til en dybde på minimum 10 m. Resultatene fra sonderinger vil indikere dybde og styrke til materialet i bruddsonen i skredgropa. Dette vil blant annet vise om antagelsen knyttet til K/S-stabilisert dybde er riktig vurdert, samt gi verdifull informasjon til etterberegninger.

Ved grunnforsterkning ved KS-stabilisering vil poretrykk (grunnvannstrykk) i grunnen normalt øke noe, for deretter å avta. Dette gir potensielt en svekkelse av grunnen lokalt, før man får en betydelig styrkeøkning. Poretrykket i grunnen må derfor overvåkes i installasjonsfasen ved KS-stabilisering.

Det er fra før installert en poretrykksmåler i borpunkt 2019_12 (tegning 011) i nedre del av skråning. Denne vil følges opp under anleggsarbeidene slik at man hindrer at poretrykk får tid til bygge seg opp i byggefasen. Det vil vurderes i byggefasen om det er behov for å installere flere poretrykksmålere lenger ut i skredgropa for å overvåke poretrykksutviklingen. Tett oppfølging av dette i tidlig fase av installasjonsarbeidene vil være avgjørende for å kunne vurdere mulig fremdrift av arbeidene.

3 Mengdeberegninger

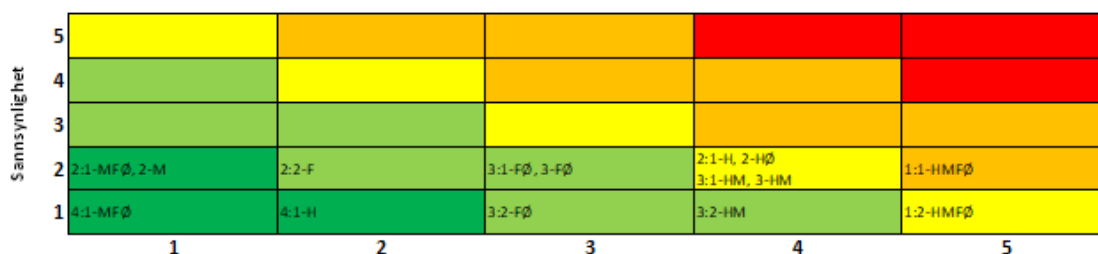
Overslagsmessige mengdeberegninger utført av NGI tilsier at foreslått avlastning på toppen av skråningen tilsvarer et volum avlastet materiale er ca. 1100 m³, ref. trinn 0. Dette materialet vil i stor grad bestå av masser fra vegfylling, og trolig en del tørrskorpeleire, men neppe kvikkleire, da kvikkleira basert på grunnundersøkelsene ikke ligger så grunt at avlastning vil komme ned i dette laget.

Kalk/ement-stabilisert volum er grovt beregnet til rundt 9500 m³. Stabilisering vil skje i ribber (K/S-ribber), og ikke som én blokk (blokkstabilisering). Det undersøkes i hvilken grad det er mulig å redusere totalt stabiliseringsvolum med brentkalk/ement og samtidig opprettholde tilstrekkelig sikkerhet ved K/S-ribber i stedet for blokkstabilisering. Dette vurderes fortløpende.

Anleggsveg/motfylling av stein (gul veg på tegning 011) er grovt beregnet til 2500 m³.

4 Risikovurdering

Det er utført en geoteknisk risikovurdering av prosjektet i Vedlegg A. Resultatet av analysen er oppsummert i risikomatrisen i Figur 1.



Figur 1 Risikoevaluering

Risikomatrisen indikerer at én aktivitet ligger i risikonivå middels-høy (oransje), og at fem aktiviteter ligger i risikonivå middels (gul). Ingen aktiviteter er vurdert å ligge i risikonivå høy, siden beskrevet rekkefølge i utgangspunktet skal gi en kontinuerlig forbedring av stabiliteten i området. Det er likevel anbefalt at tiltak iverksettes for hendelsene vurdert som middels-høy (oransje) og middels risiko (gul):

Tabell 1 Risiko reduserende tiltak

Nr.	Prosess	Årsak til uønsket hendelse/ kilde til usikkerhet	Konsekvens-type	Tiltak
1:1 og 1.2	Prosjektering og planlegging	Feil i prosjekteringsgrunnlag	Grunnbrudd, kvikkleireskred	Befare området, supplerende grunnundersøkelser i byggefasen

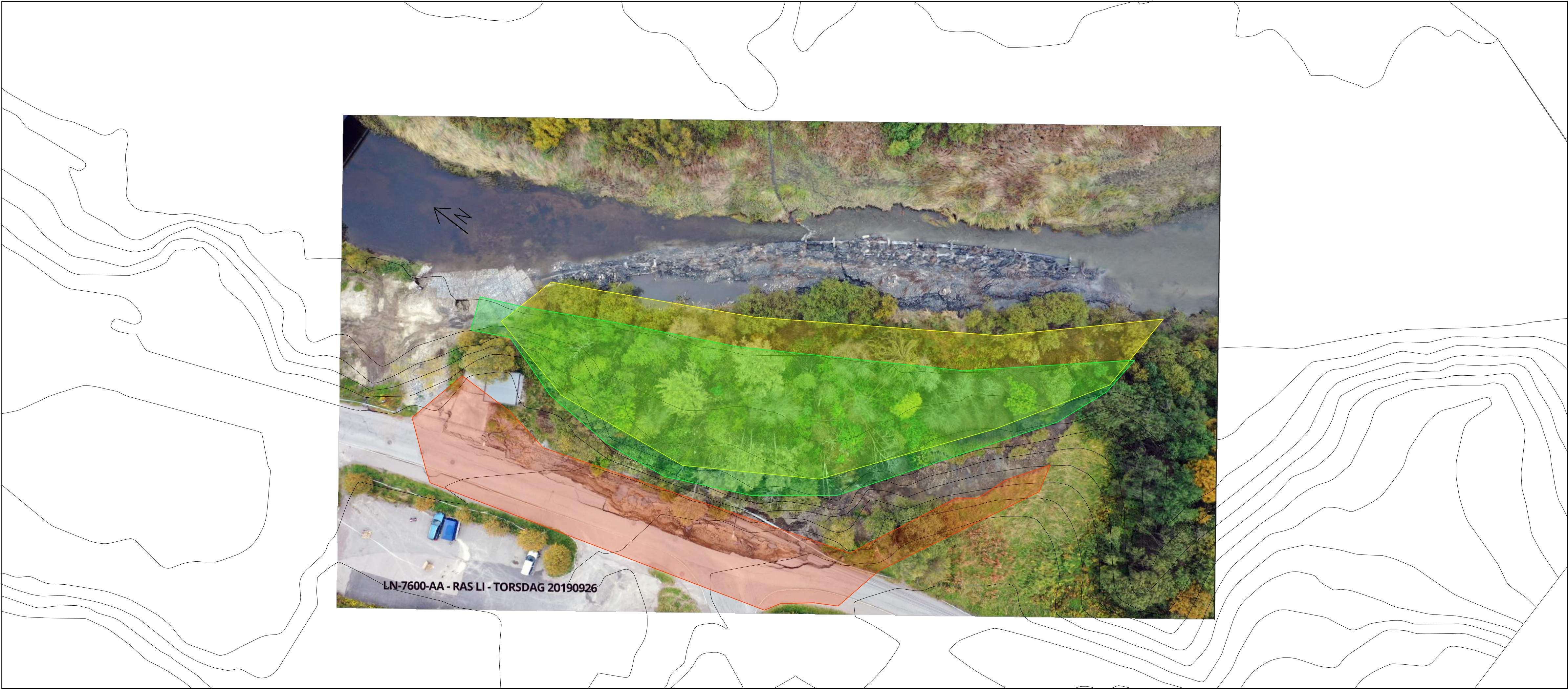
2:1	Forberedende arbeider	Felling av trær i skredgropa	Personskade	Følg HMS regler. Entreprenør må ha spesielle metoder, diskuteres i forkant av arbeidene. Fordelaktig med bruk av rivningsutstyr som kan arbeide på avstand. Trær fraktes vekk fra området.
2:2	Forberedende arbeider	Avlasting - for nær skråningskant, brudd	Maskineri ned i grop, personskade	Følg HMS regler. Gravemaskin maksimum 16 tonn og lang rekkevidde. Gravearbeidene starter der bakken ikke har deformasjoner (sør). Løpende vurderinger og inspeksjon av traubunn etter graving.
3:1	Grunnforsterkning (K/S-stabilisering)	For liten K/S-stabilisert dybde eller for liten styrkeøkning	Ikke oppnådd tilstrekkelig styrkeøkning - brudd	Utføre sonderinger etter første seksjon med K/S-stabilisert leire for å verifisere dybder og oppnådd styrkeøkning, jf. avsnitt 2.3.
3:3	Grunnforsterkning (K/S-stabilisering)	For lite K/S-stabilisert areal	Ikke oppnådd tilstrekkelig styrkeøkning - brudd	Kontrollere K/S-stabilisert område, følge opp arbeidene

I tillegg til de konkrete risikoreduserende tiltakene som er blitt belyst ifm. risikomatrisen i vedlegg A legges det til følgende:

- To skredvakter overvåker arbeid med direktekontakt til de som arbeider i området.
 - Skredvakt 1 står på gangbru over Nitelva for å overvåke evt. bevegelser i skredmassene i elva.
 - Skredvakt 2 skal stå på vegen der gangbrua møter Birkelundvegen (nord for skredet) for å overvåke evt. bevegelser i øvre del av skredgropa.
- Rømningsveier og prosedyrer ved evt. skredutvikling skal defineres før oppstart av alle arbeider.
- Koordinering av HMS-ansvar i prosjektet må koordineres slik at det gjelder for alle som er involverte i arbeidene.

5 Referanser

NGI har i etterkant av skredet den 16. september 2019 utført grunnundersøkelser i totalt 16 borpunkter (resultatene foreligger, men det er ikke ferdigstilt en datarapport per nå). I tillegg har NGI også mottatt datagrunnlag fra andre firmaer via kommunen.



FORKLARINGER:

- Terrengavlasting, ca. 1,0 meter
- Massestabilisering av skredmasser med kalksement til 5-6 meters dyp
- Motfylling, fyllingshøyde ca. 1,5 meter.

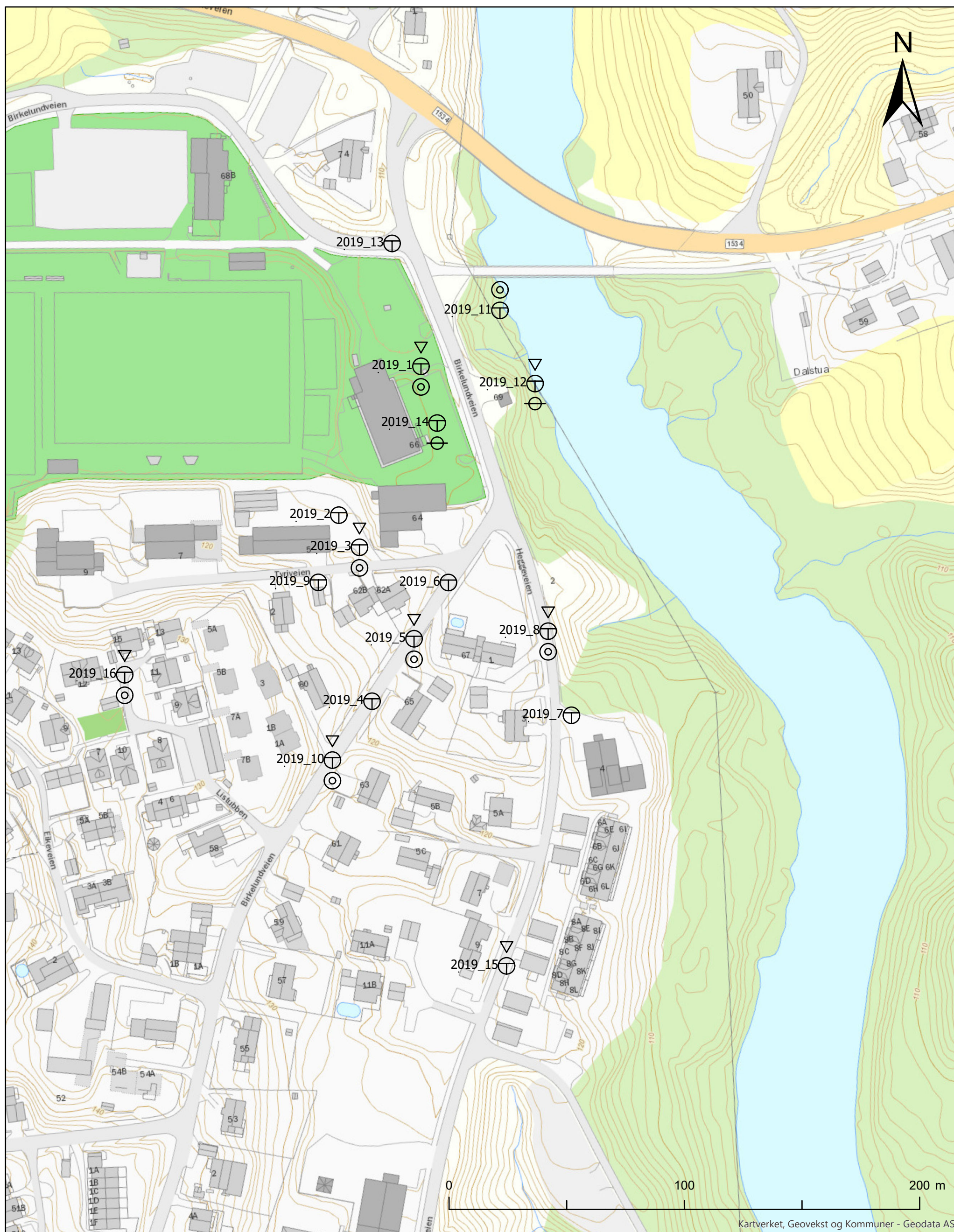
BESTEMMELSER:

- Avlasting av masser på topp skråning skal gjøres suksessivt fra en av sidene. Maksimal tillatt skråningshelning er 1:1,5. Avlastede masser transporteres ut av området. Lokal tilpasning rundt kabler/kummer tillates. Størrelse på gravemaskin bør ikke overskride 16 tonn.
- Massestabilisering med kalk og sement gjøres med en innblanding på 100 kg/m³ i blandingsforholdet 75% brentkalk og 25 sement. Nødvendig dybde for stabilisering antas å være 5-6 meter.
- Motfylling utføres med friksjonsmasser (ideelt sett samfengt sprengstein) og maksimal fyllingshelning lik 1:2. Masser tillates ikke lagt ut direkte fra tipp, men skal legges ut med gravemaskin. Fyllingen bør plastres for å hindre erosjon fra elva.
- Massestabilisering og motfylling utføres suksessivt i seksjoner på maksimum 10 meter.

HENVISNINGER:

-

-	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Skred Nittedal Omfang tiltak		Status			
		Original format			
		Tegningens filnavn			
		T - V Plan skredsikring.dwg			
Oversikt		Målestokk	1:400		NGI
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 30.09.2019	Konstr./Tegnet BKB	Kontrollert MMS	
Oppdragsnr. 20190746		Tegningsnr. 010		Rev.	HHe 00



Tegnforklaring:

- Driesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊖ Poretrykksmåling
- ☆ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreiestrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⚡ Fjell i dagen
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Nittedal kommune

Skred på Li, Nittedal

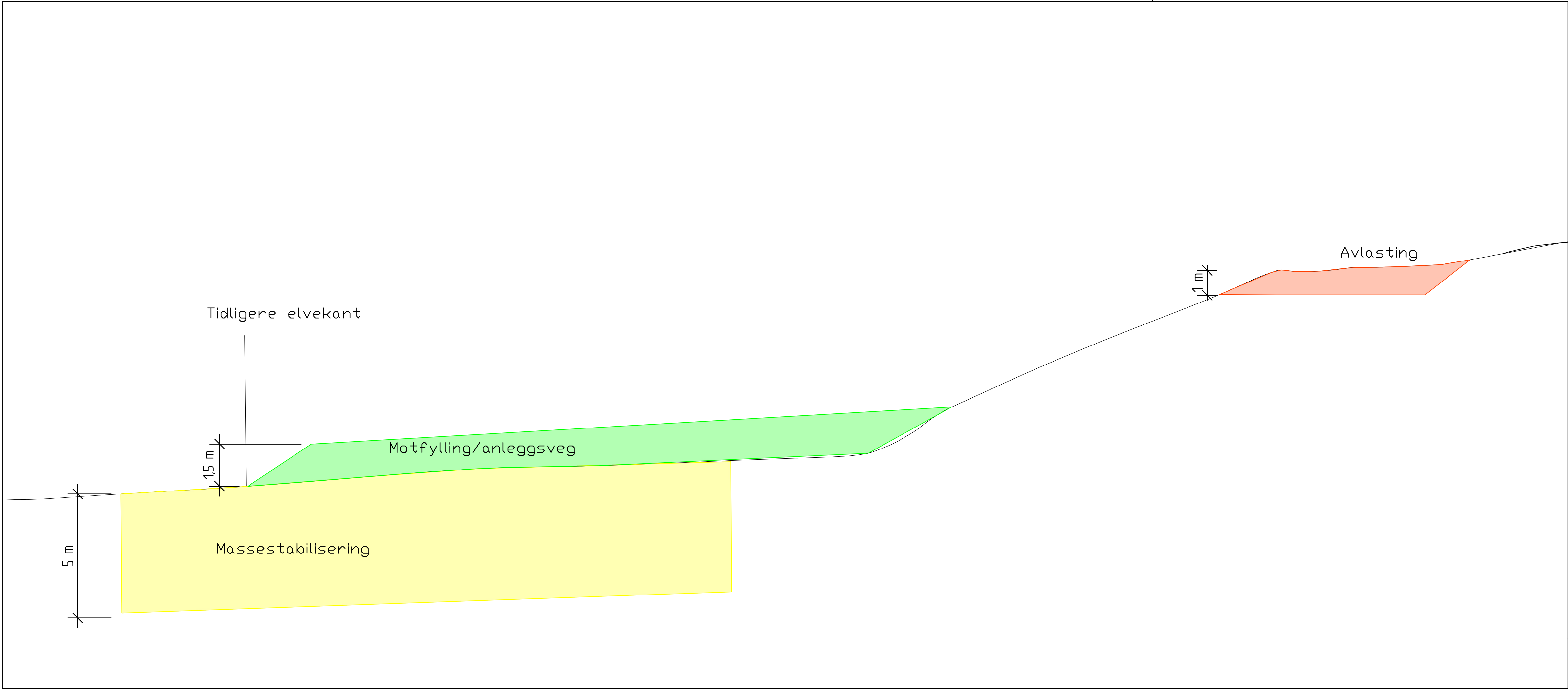
Utførte grunnundersøkelser etter skred den 16. september

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2019-10-01	MMS	HHe	MMS
Original format og målestokk		Kartprojeksjon	
A3 1:1 500		ETRS 1989 UTM Zone 32N	
Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.	
20190746	011	00	

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO
Sognsveien 72
Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48
www.ngi.no





FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

-	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Skred Nittedal Sikringstiltak Prinsippskisse profil		Status			
		Original format			
		A3.1			
		Tegningens filnavn			
		T V Plan skredsikring B			
		Målestokk			
		1:100			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		02.10.2019	BKB	MMS	HHe
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
		20190746	100		00

Fase 1: Etablering av grunnlag

Usikkerhetstype

Nr	Kode	Beskrivelse
1	M	Material
2	D	Design
3	U	Utførelse
4	N	Naturlaster
5	E	Eksterne faktorer
6		
7		
8		
9		
10		

Konsekvenstyper

Nr	Kode	Beskrivelse
1	H	Liv og helse
2	M	Miljø
3	F	Fremdrift
4	Ø	Økonomi
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Fase 2: Risikoidentifikasjon

[illegible]

Fase 3: Risikoanalyse og Fase 4: Risikoevaluering

5					
4					
3					
2	2:1-MFØ, 2-M	2:2-F	3:1-FØ, 3-FØ	2:1-H, 2-HØ 3:1-HM, 3-HM	1:1-HMFØ
1	4:1-MFØ	4:1-H	3:2-FØ	3:2-HM	1:2-HMFØ
	1	2	3	4	5

[illegible]

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Anleggsteknisk gjennomføring - sikring av skredrop		Dokumentnr./Document no. 20190746-01-TN
Dokumenttype/Type of document Teknisk notat / Technical note	Oppdragsgiver/Client Nittedal kommune	Dato/Date 2019-10-03
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/Proprietary rights to the document according to contract Oppdragsgiver / Client		Rev.nr. & dato/Rev.no. & date 0 /
Distribusjon/Distribution BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/Keywords Kvikkleire, skred, Li, Nittedal		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Akershus	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Nittedal	Feltnavn/Field name
Sted/Location Li	Sted/Location
Kartblad/Map 045S	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: 32 Øst: 6653765 Nord: 607632	Koordinater/Coordinates Projeksjon, datum: Øst: Nord:

Dokumentkontroll/Document control 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	2019-10-02 Marius M. Søvik	2019-10-03 Håkon Heyerdahl		

Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release	Dato/Date 3. oktober 2019	Prosjektleder/Project Manager Marius M. Søvik
--	-------------------------------------	---

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 datterselskap 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 laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autensiteteten 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.

