

Til: Nittedal kommune  
v/ Gunnar Prøis  
Kopi til:  
Dato: 2019-10-03  
Rev.nr. / Rev.dato: 1 / 2019-10-21  
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

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Anleggsteknisk gjennomføring</b>	<b>2</b>
2.1	Rekkefølgebestemmelser for sikring av skråning	3
2.2	Punkter som må kontrolleres	5
2.3	Utførelse av grunnundersøkelser i skredgropa	5
<b>3</b>	<b>Mengdeberegninger</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Risikovurdering</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Referanser</b>	<b>8</b>

### Tegning

Tegning nr. 001	Oversikt over utførte grunnundersøkelser
Tegning nr. 010	Oversikt, Avlasting
Tegning nr. 011	Oversikt, Stabilisering for motfylling
Tegning nr. 012	Oversikt, Motfylling
Tegning nr. 013	Oversikt, Stabilisering for fjerning av masser i elva
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.

*Endringer i notatet etter første revisjon (rev. 1) utføres i kursiv.*

## 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/semement.

*Nødvendig dybde for stabilisering antas å være minimum 5 meter basert på glideflatens beliggenhet. For å verifisere at man kalk/semement-stabiliserer til riktig dybde må det utføres grunnundersøkelser i skredgropa (dette er beskrevet mer detaljert i avsnitt 2.3).*

Det benyttes en innblanding på  $100 \text{ kg/m}^3$  i blandingsforholdet 75% brentkalk og 25% sement.

Kalk/sement-stabilisering utføres gjennom skredmassene etter at overflaten er rensket for vegetasjon. Arbeidet utføres suksessivt i seksjoner på  $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ , 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 (*dersom dette ikke er utført allerede*), 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.

*Tredje trinn med KS-stabilisering utføres som vist med gul farge på tegning 013, etter at forberedende arbeider som vist på tegning 011 er utført.*

#### 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 012 og 013). *Fyllingen skal være ca. 10 m bred (normalt på skråningen), 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. Det vil si at materialet ikke skal ha så høyt innhold av finstoff at steinen ikke ligger stein mot stein.*

Når støttefyllingen er etablert, reetableres skråningen som vist på tegning 100 (*profil*). *Fjerde trinn med motfylling er markert med grønn farget på tegning 013 (oversikt).*

#### 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 veggen.

Dette vil også omfatte reetablering av all infrastruktur som ligger i veggen og som er skadet, evt. blir skadet som følge av sikringsarbeidet. 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 andre som har infrastruktur her).
- c) Støttefylling avsluttes med steinplastring som erosjonssikring mot elva.
- d) Evt. utføres plastring av elveløpet. *Steinstørrelse må vurderes ut fra maksimal strømningshastighet.*
- e) *Evt. stabilisering lokalt ute i elva der ledningene p.t. ligger (det vil være lettere å vurdere dette etter supplerende grunnundersøkelser iht. avsnitt 2.3)*

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 *skal være* 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. Kontrollerer at endelig terrengnivå stemmer med prosjekterte nivåer.
- vii. *Det skal ikke utføres komprimering med vibrerende utstyr (vibrovals el.) Hard komprimering av massene er ikke nødvendig, det er i utgangspunktet tilstrekkelig med overfarter med maskiner.*

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 *under elvenivå. Hensikten med undersøkelsene er å forsøksvis kartlegge dybden av glideflate, og derved gi grunnlag for å vurdere nødvendig stabiliseringsdybde.*

Resultatene fra sonderinger vil indikere dybde av *bruddsonen og grad av omrørhet* til materialet 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 001*) i nedre del av skråning. Denne vil følges opp under anleggsarbeidene slik at man hindrer at poretrykk bygger seg opp i anleggsfasen. Det vil vurderes i byggefasen om det er behov for å installere flere poretrykksmålere lenger ut i skredgropa for å overvåke poretrykkutviklingen. Tett oppfølging av dette i tidlig fase av installasjonsarbeidene vil være avgjørende for å kunne vurdere mulig fremdrift av arbeidene.

### 3 Mengdeberegninger

#### Trinn 1

Overslagsmessige mengdeberegninger utført av NGI tilsier at foreslått avlastning på toppen av skråningen tilsvarer et volum avlastet materiale er ca. 1100 m<sup>3</sup>, ref. trinn 1. 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.

#### Trinn 3

Kalk/semestabilisering vil skje i ribber (K/S-ribber), *slik det fremgår av tegning 013*. Mengder kalksemest iht. trinn 3 er estimert til 2700 m<sup>3</sup> basert på følgende regnestykke:

- *Gittermønster i nedre del av skråningsfot (dekningsgrad 36 % på tegning 012):*  
 $1000 \text{ m}^2 * 5 \text{ m} * 0,36 = 1800 \text{ m}^3$
- *Ribber (c/c 5 m) i skråning (dekningsgrad 10 % på tegning 012):*  
 $500 \text{ m}^2 * 5 \text{ m} * 0,10 = 250 \text{ m}^3$
- *Ribber (c/c 5 m) og gittermønster mot elva (dekningsgrad 20 % på tegning 013):*  
 $650 \text{ m}^2 * 5 \text{ m} * 0,20 = 650 \text{ m}^3$

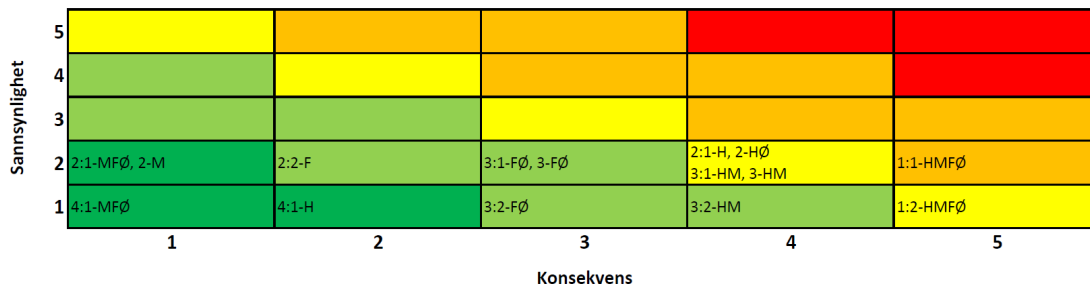
Anleggsveg av stein iht. trinn 3 (*grønn farge på tegning 100*) er grovt beregnet til 900-1200 m<sup>3</sup> (*tykkelse av anleggsveg antatt nødvendig på rundt 60 – 80 cm*).

#### Trinn 4

*Det er ikke utført detaljerte volumberegninger av støttefylling iht. trinn 4. Muligens kan en del lokale masser gjenbrukes, og det antas at det ikke er nødvendig med store volumer tilført masse. Sandige/siltige masser anses mindre egnet. Evt. avlastet tørrskorpe fra trinn 1 kan brukes som dekkmasser (så fremt det er over flomnivå).*

## 4 Risikovurdering

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



Figur 1 Risikoevaluering

Risikomatriksen 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.	Risikonivå før tiltak	Prosess	Årsak til uønsket hendelse/ kilde til usikkerhet	Konsekvens-type	Tiltak
1:1 og 1.2	Middels-høy Middels	Prosjektering og planlegging	Feil i prosjekteringsgrunnlag	Grunnbrudd, kvikkleireskred	Befare området, supplerende grunnundersøkelser i byggefasen
2:1	Middels	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	Middels	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	Middels	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	Middels	Grunnforsterkning (K/S-stabilisering)	For lite K/S-stabilisert areal	Ikke oppnådd tilstrekkelig styrkeøkning - brudd	Kontrollere K/S-stabilisert område, følge opp arbeidene

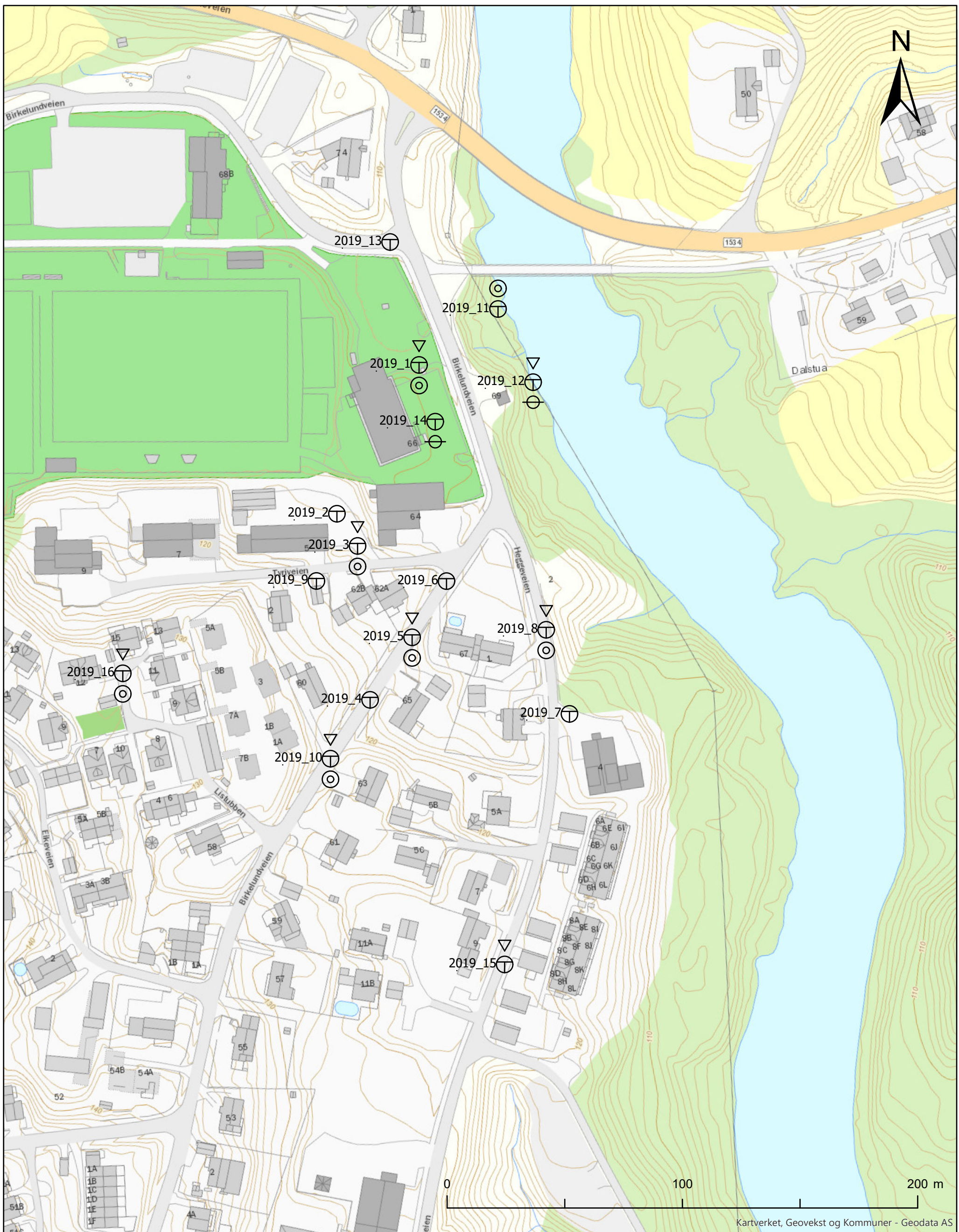
I tillegg til de konkrete risikoreduserende tiltakene som er blitt belyst ifm. risikomatriksen i vedlegg A legges det til følgende:

- ↗ 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.





Kartverket, Geovekst og Kommuner - Geodata AS

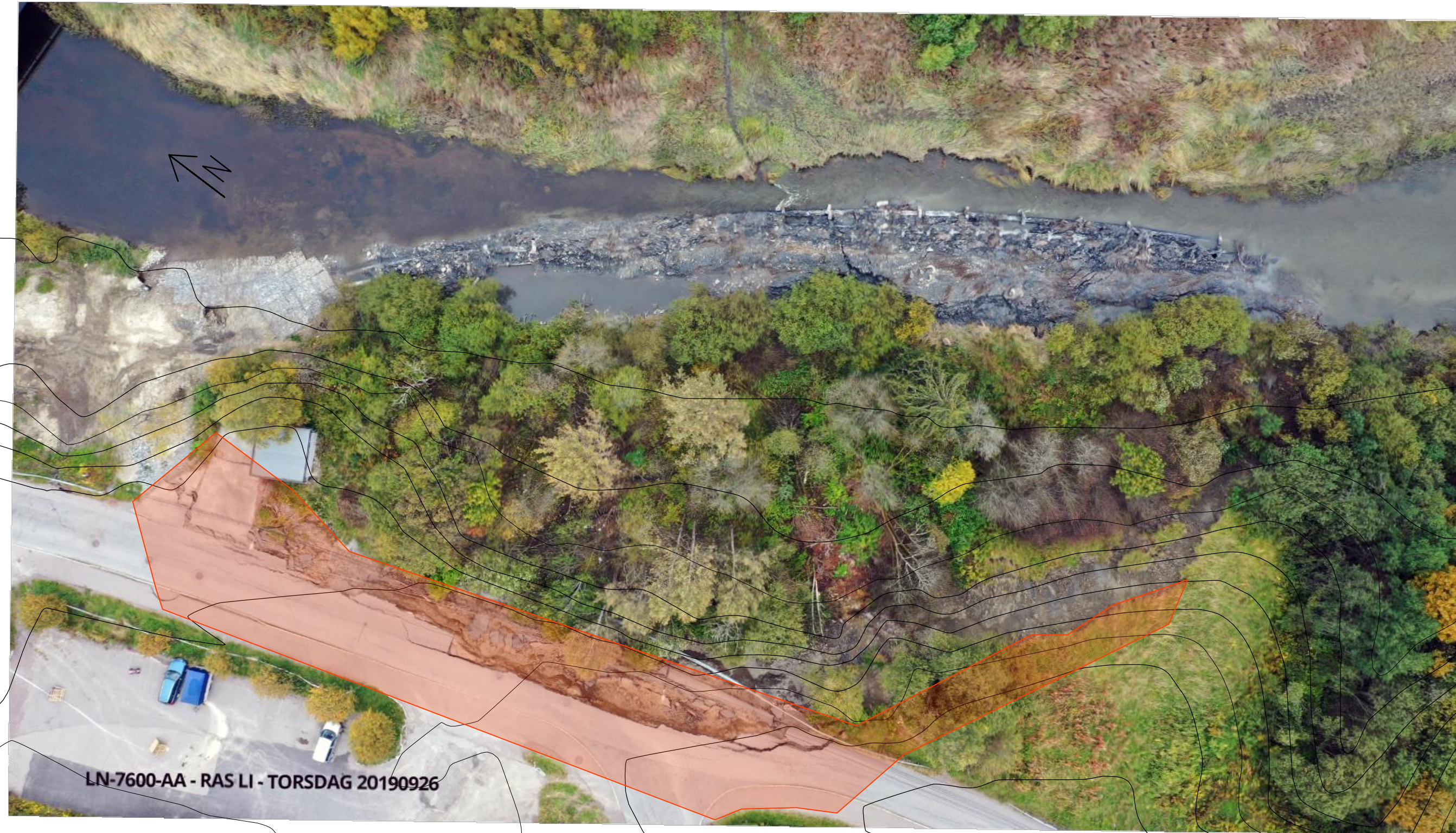
**Tegnforklaring:**

- Driesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⊖ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊕ Fjell i dagen
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring

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

<b>Nittedal kommune</b>			
<b>Skred på Li, Nittedal</b>			
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	001	00	
<b>NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT</b> <small>Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO          Sognsveien 72          Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48          www.ngi.no</small>			





### FORKLARINGER:

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

### BESTEMMELSER:

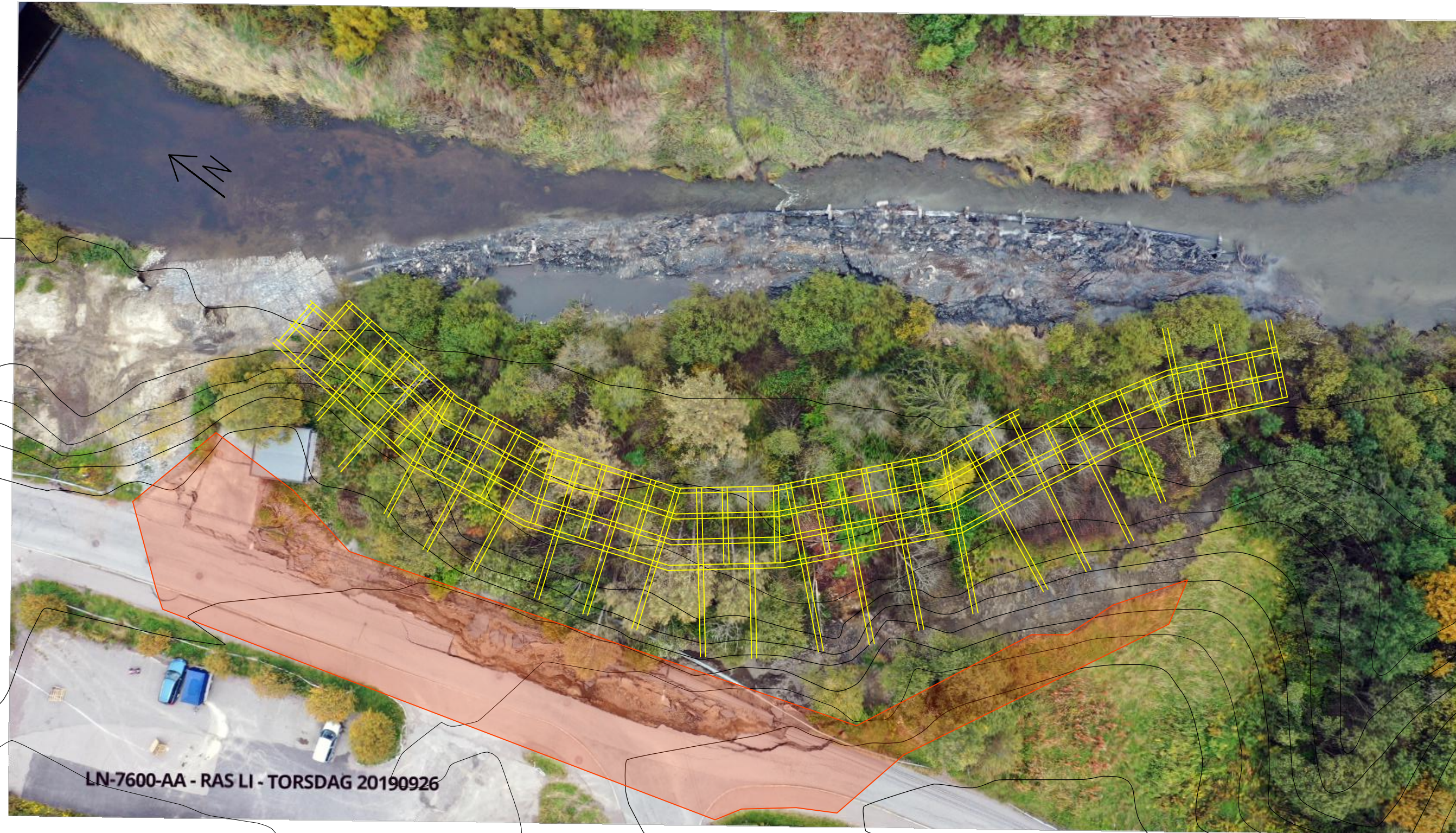
- Avlastning av masser på topp skråning skal gjøres suksessivt fra en av sidene. maksimal tillatt skråningshelning er 1:1,5. Avlastede masser transporteres ut av området. Lokal tilpasning rundt kabler/kummer tillates. Størrelse på gravemaskin bør ikke overskride 16 tonn.
- Massestabilisering med kalk og sement gjøres med en innblanding på 100 kg/m<sup>3</sup> i blandingsforholdet 75% brennkalk og 25 sement. Nødvendig dybde for stabilisering antas å være 5-6 meter. Dybde kan kartlegges ved boring i forkant av stabilisering etter avlastning er utført.
- Motfylling utføres med friksjonsmasser 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.	
						<b>Skred Nittedal</b> <b>Omfang tiltak</b>
						Status Original format A3.1 Tegningens filnavn T_V_Plan skredsikring.dwg Målestokk 1:400
						Oversikt Avlasting
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 Oppdragsnr. <b>20190746</b>	Konstr./Tegnet BKB Tegningsnr. <b>010</b>	Kontrollert MMS	Godkjent HHe	Rev. -





### FORKLARINGER:

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

### BESTEMMELSER:

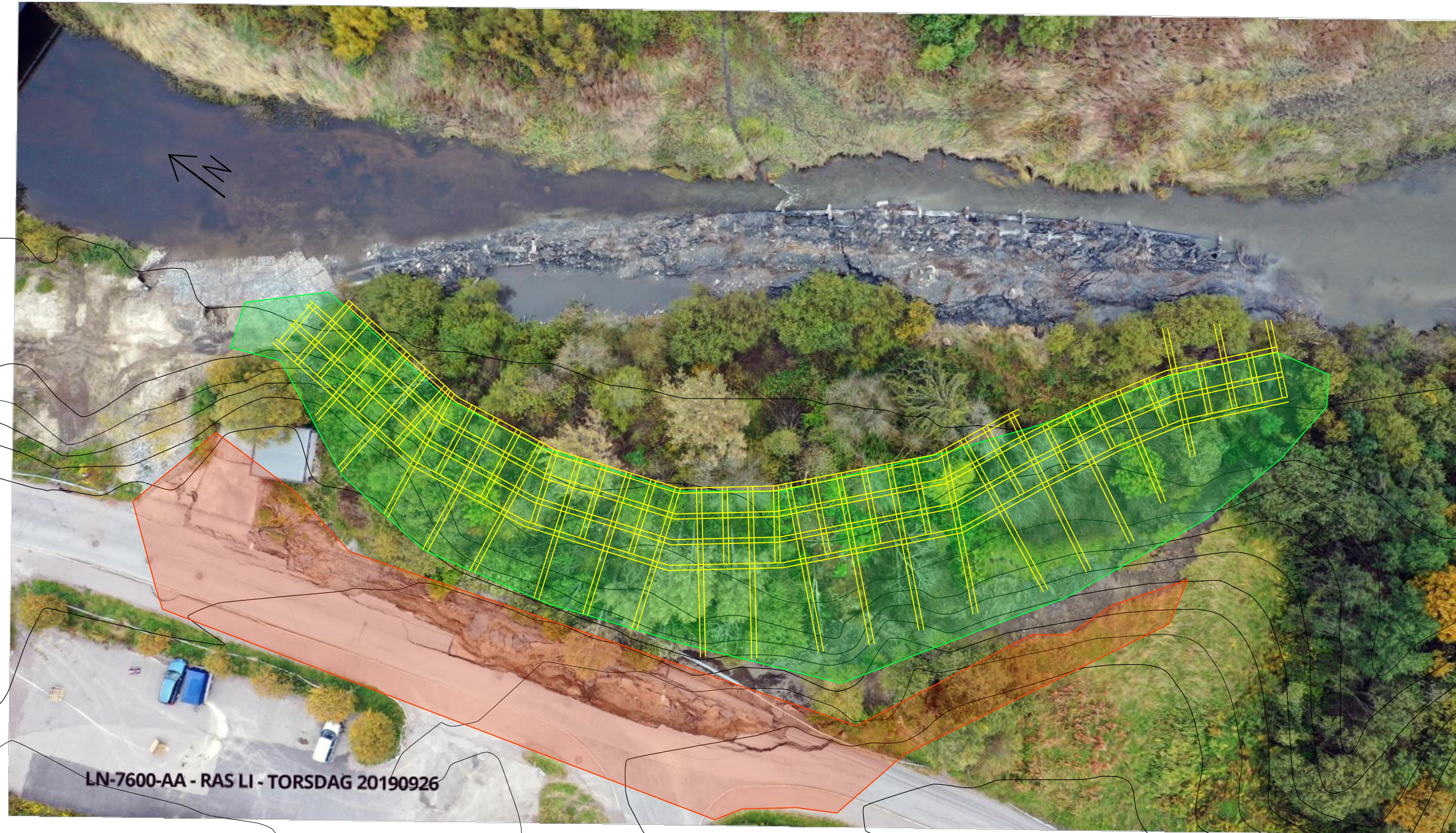
- Avlastning av masser på topp skråning skal gjøres suksessivt fra en av sidene. maksimal tillatt skråningshelning er 1:1,5. Avlastede masser transporteres ut av området. Lokal tilpasning rundt kabler/kummer tillates. Størrelse på gravemaskin bør ikke overskride 16 tonn.
- Massestabilisering med kalk og sement gjøres med en innblanding på 100 kg/m<sup>3</sup> i blandingsforholdet 75% brennkalk og 25 sement. Nødvendig dybde for stabilisering antas å være 5-6 meter. Dybde kan kartlegges ved boring i forkant av stabilisering etter avlastning er utført.
- Motfylling utføres med friksjonsmasser 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.	
						<b>Skred Nittedal</b> <b>Omfang tiltak</b>
						Status Original format A3.1 Tegningens filnavn T_V_Plan skredskring.dwg Målestokk 1:400
						Oversikt Stabilisering for motfylling
	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 Oppdragsnr. 20190746	Konstr./Tegnet BKB Tegningsnr. 011	Kontrollert MMS	Godkjent HHe	Rev. -





### FORKLARINGER:

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

### BESTEMMELSER:

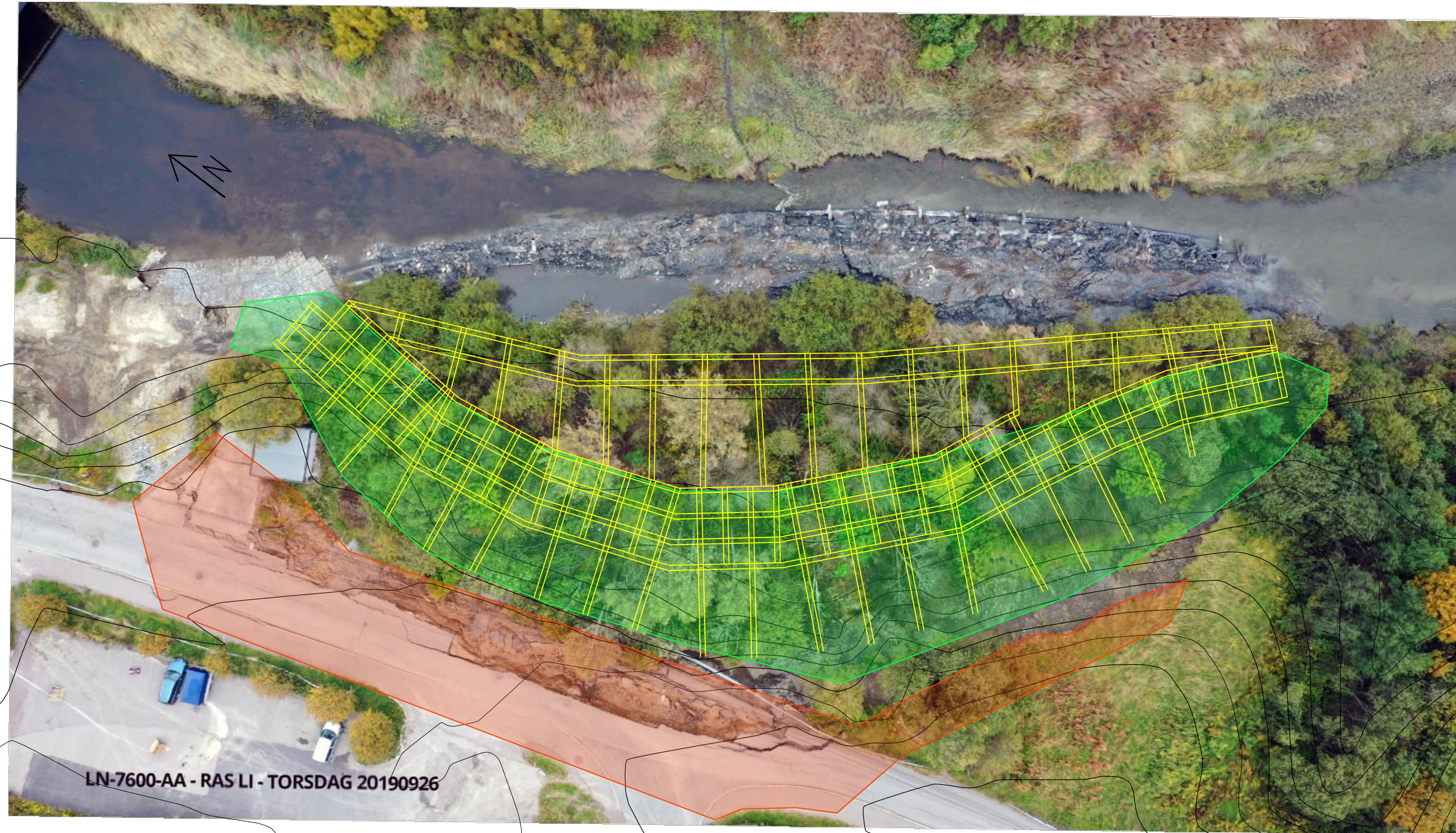
- Avlastning av masser på topp skråning skal gjøres suksessivt fra en av sidene, maksimal tillatt skråningshelning er 1:1,5. Avlastede masser transporteres ut av området. Lokal tilpasning rundt kabler/kummer tillates. Størrelse på gravemaskin bør ikke overskride 16 tonn.
- Massestabilisering med kalk og sement gjøres med en innblanding på 100 kg/m<sup>3</sup> i blandingsforholdet 75% brennkalk og 25 sement. Nødvendig dybde for stabilisering antas å være 5-6 meter. Dybde kan kartlegges ved boring i forkant av stabilisering etter avlastning er utført.
- Motfylling utføres med friksjonsmasser 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.		
		<b>Skred Nittedal</b> <b>Omfang tiltak</b>		Dato Status Original format Tegningens filnavn Målestokk			
		Oversikt Motfylling		1:400			
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 Oppdragsnr. <b>20190746</b>	Konstr./Tegnet BKB Tegningsnr. <b>012</b>	Kontrollert MMS	Godkjent HHe	Rev. -	





### FORKLARINGER:

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

### BESTEMMELSER:

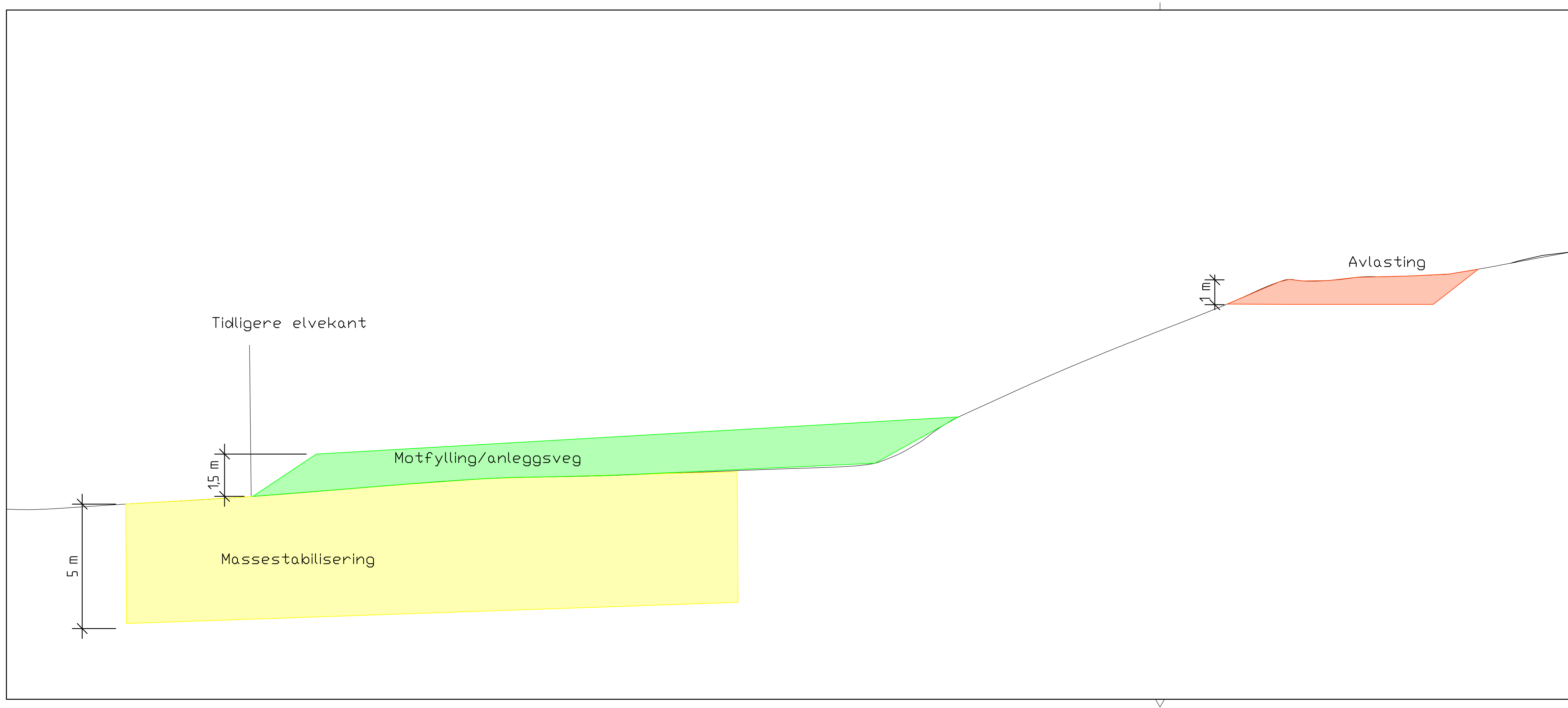
- Avlasting av masser på topp skråning skal gjøres suksessivt fra en av sidene, maksimal tillatt skråningshelning er 1:1,5. Avlastede masser transporteres ut av området. Lokal tilpasning rundt kabler/kummer tillates. Størrelse på gravemaskin bør ikke overskride 16 tonn.
- Massestabilisering med kalk og sement gjøres med en innblanding på 100 kg/m<sup>3</sup> i blandingsforholdet 75% brennkalk og 25 sement. Nødvendig dybde for stabilisering antas å være 5-6 meter. Dybde kan kartlegges ved boring i forkant av stabilisering etter avlasting er utført.
- Motfylling utføres med friksjonsmasser 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.	
						<b>Skred Nittedal</b> <b>Omfang tiltak</b>
						<small>Status</small> — <small>Original format</small> A3.1 <small>Tegningens filnavn</small> T_V_Plan skredskring.dwg <small>Målestokk</small> 1:400
						<b>Oversikt</b> <b>Stabilisering for fjerning av masser i elva</b>
	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	<small>Dato</small> 30.09.2019 <small>Oppdragsnr.</small> <b>20190746</b>	<small>Konstr./Tegnet</small> BKB <small>Tegningsnr.</small> <b>013</b>	<small>Kontrollert</small> MMS	<small>Godkjent</small> HHe	<small>Rev.</small> -






FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

<b>Skred Nittedal</b> <b>Sikringstiltak</b>		Status — Original format A3.1 Tegningens filnavn T_V_Plan skredsikring B	
Prinsippskisse profil		Målestokk <b>1:100</b>	
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 02.10.2019 Oppdragsnr. <b>20190746</b>	Konstr./Tegnet BKB Tegningsnr. <b>100</b>
		Kontrollert MMS	Godkjent HHe Rev. <b>00</b>

## 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**

Beskrivelse sannsynlighet
< 0.1% per år
0.1-1% per år
1-3% per år
3-10% per år
> 10% per år

Alvorlighetsklasse	Beskrivelse konsekvensklasser				(NS5815 adjektiver konsekvens)
	Liv og helse	Miljø	Fremdrift	Økonomi	
1	Skader uten frava	Små miljøskader	Forsinkelse < 1 u	<20 000 kr	(K1 = Ufarlig)
2	Fravær < 10 dager	Miljøskader. Rest	Forsinkelse på 1 u	20-100 000 kr	(K2 = Farlig)
3	Fravær > 10 dager	Betydelig. Rest tid	Forsinkelse på 3 r	100-500 000 kr	(K3 = Kritisk)
4	Alvorlige skader	Alvorlig. Rest tid	Forsinkelse på 3 r	500 000-1 mill kr	(K4 = Meget kritisk)
5	Dødsfall	Rest tid > 10 år	Forsinkelse > 1 år	> 1 mill kr	(K5 = Katastrofal)

Nr	Prosjektprosess	Nr	Årsak til uønsket hendelse / kilde til usikkerhet	Usikkerhetstype					Sannsynlighet	Beskrivelse konsekvens	Konsekvens				Tiltak
				M	D	U	N	E			Liv og helse	Miljø	Fremdrift	Økonomi	
1	Prosjektering og planlegging	1	Feil i prosjekteringsgrunnlag		x				2	Grunnbrudd, kvikkleireskred	5	5	5	5	Befare området, supplerende grunnundersøkelser
		2	Feil i prosjektering		x				1	Grunnbrudd, kvikkleireskred	5	5	5	5	
2	Forberende arbeider	1	Rensking av trær (anleggsvegen)			x			2	Personskade	4	1	1	1	Følg HMS regler. Skredvakt med direkte kontakt til maskinfører.
		2	Avlasting - for nær skråningskant, brudd			x			2	Maskineri ned i grop, personskade	4	1	2	4	Maskineri med lang arm, ikke for tungt utstyr. Skredvakt. Arbeidet starter i området uten deformasjoner.
3	Grunnforsterkning (K/S-stabilisering)	1	For liten K/S-stabilisert dybde		x	x			2	Ikke oppnådd tilstrekkelig styrkeøkning - brudd	4	4	3	3	Utføre sonderinger etter første seksjon med K/S-stabilisert leire for å verifisere dybde
		2	Feil innblandingsforhold		x				1	Ikke oppnådd tilstrekkelig styrkeøkning - brudd	4	4	3	3	
		3	For lite K/S-stabilisert område		x	x			2	Ikke oppnådd tilstrekkelig styrkeøkning - brudd	4	4	3	3	
4	Reeatblering av skrånning	1	Feil i endelig terrengnivå			x			1	For bratt skrånning kan føre til dårligere stabilitet	2	1	1	1	Kontrollere endelig terrengnivå
5	Erosjonssikring langs Nitelva	1	Ikke god nok sikring	x	x	x			2	Feil steinstørrelse, vann eroderer vekk tilført masse	3	2	1	1	Følg beskrivelse og tilpass geometri til terreng og vann.



**Fase 3: Risikoanalyse og Fase 4: Risikoevaluering**

Sannsynlighet	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
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

Nr	Prosess
1	Prosjektering og planlegging
2	Forberende arbeider
3	Grunnforsterkning (K/S-stabilisering)
4	Reeatblering av skråning
5	Erosjonssikring langs Nitelva

Plot = x
x
x
x
x

Kode	Usikkerhetstype	Plot = x	Kode
M	Material	x	H
D	Design	x	M
U	Utførelse	x	F
N	Naturlaster	x	Ø
E	Eksterne faktorer	x	

Konsekvenstype	Plot = x
Liv og helse	x
Miljø	x
Fremdrift	x
Økonomi	x

**Konsekvens**

Risikoevaluering	Valg = x
Trapp	x
Konstant risiko	
Konsekvensaversjon	
Risikooversjon	Valg = x
Lav	
Middels	x
Høy	

<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>		
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Anleggsteknisk gjennomføring - sikring av skredgrop		<b>Dokumentnr./Document no.</b> 20190746-01-TN
<b>Dokumenttype/Type of document</b> Teknisk notat / Technical note	<b>Oppdragsgiver/Client</b> Nittedal kommune	<b>Dato/Date</b> 2019-10-03
<b>Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/Proprietary rights to the document according to contract</b> Oppdragsgiver / Client		<b>Rev.nr. &amp; dato/Rev.no. &amp; date</b> 1 / 2019-10-21
<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> Kvikkleire, skred, Li, Nittedal		

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

<b>Dokumentkontroll/Document control</b>					
<b>Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001</b>					
<b>Rev/Rev.</b>	<b>Revisjonsgrunnlag/Reason for revision</b>	<b>Egenkontroll av/Self review by:</b>	<b>Sidemanns-kontroll av/Colleague review by:</b>	<b>Uavhengig kontroll av/Independent review by:</b>	<b>Tverrfaglig kontroll av/Inter-disciplinary review by:</b>
0	Originaldokument	2019-10-02 Marius M. Søvik	2019-10-03 Håkon Heyerdahl		
1	Kalk/semest-strategi detaljert ytterligere	2019-10-18 Marius M. Søvik	2019-10-20 Håkon Heyerdahl		

<b>Dokument godkjent for utsendelse/Document approved for release</b>	<b>Dato/Date</b> 21. oktober 2019	<b>Prosjektleder/Project Manager</b> 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](http://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](http://www.ngi.no)

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 tredjemand 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.

