

Akuttbistand, skred i Heggeveien, Nittedal

OPPSUMMERING SIKRING TRINN I - TRINN IV,
SAMT OMRÅDESTABILITETSVURDERING

DOK.NR. 20190746-03-R
REV.NR. 0 / 2020-05-15

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: Akuttbistand, skred i Heggeveien, Nittedal
Dokumenttittel: Oppsummering sikring trinn i - trinn iv, samt områdestabilitets-
vurdering
Dokumentnr.: 20190746-03-R
Dato: 2020-05-15
Rev.nr. / Rev.dato: 0 /

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Nittedal kommune
Kontaktperson: Tor Kristian Bogstrand
Kontraktreferanse: Kontrakt signert den 15.11.2019 og e-post datert den 07.04.2020

for NGI

Prosjektleder: Marius M. Sjøvik
Utarbeidet av: Marius M. Sjøvik
Kontrollert av: Håkon Heyerdahl

Sammendrag

NGI har tidligere delt opp gjennomføring av sikringstiltak i seks trinn:

- i) Avlasting 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.

Trinnene i) tom. iv) er nå utført, men det gjenstår fortsatt arbeider i området.

Nittedal kommune har etterspurt en rapport som sammenfatter geotekniske vurderinger og undersøkelser, samt gir en samlet beskrivelse av hvilke tiltak som er gjennomført, en revurdering av kvikkleireskredfare i området, samt en drøfting av mulige utfordringer ved videre arbeider. Denne rapporten inneholder:

- ↗ Oppsummering av utført sikringsarbeid per april 2020
- ↗ Oppsummering av geotekniske grunnlagsdata
- ↗ Vurdering av områdestabilitet iht. NVEs kvikkleireveileder (ref. /6/)
- ↗ Drøfting av mulige utfordringer for videre arbeider i området

Basert på foreliggende grunnundersøkelser er utstrekning av kvikkleiresone 2192 Heggeveien revurdert. Eksisterende kvikkleiresone 2192 Heggeveien foreslås delt i to. Visse justeringer i utstrekning av sonene er foreslått, basert på nye data om grunnforholdene. Det henvises til vedlegg B for detaljert beskrivelse av foreslått revidert sone-utstrekning.

Mulige gjenstående utfordringer i området er knyttet til trinn v) reetablering av veg. Dette trinnet omfatter etablering av ny pumpestasjon, gjenoppbygging av veg, legging av nye VA-ledninger, bygging av nytt fordrøyningsanlegg og legging av nye hovedledninger for vann og avløp (Ø500mm).

Innhold

1	Innledning	6
2	Utført arbeid per april 2020	7
2.1	Kronologi (september 2019 – april 2020)	7
2.2	Anleggsarbeider	8
3	Oversikt over geotekniske grunnlagsdata	10
3.1	Topografi	10
3.2	Utførte grunnundersøkelser	10
3.3	Styrkeparametere brukt i prosjekteringen ifm. trinn iii)- iv)	10
3.4	Stabilitetsberegninger	11
4	Vurdering av områdestabilitet	13
4.1	Faregrads- og konsekvensklassifisering	13
4.2	Revidert soneutbredelse (løснеområde)	15
5	Mulige geotekniske utfordringer for videre arbeid	16
5.1	Krav til lokal stabilitet	16
5.2	Krav til områdestabilitet	16
5.3	Planlagte tiltak	16
6	Referanser	20

Tegning

001	Kvikkleiresone Heggeveien, tolkning av sprøbruddmateriale og profiler
002	Oversikt over stabilitetsprofiler
012	Oversikt, grunnforsterkning
013	Oversikt, grunnforsterkning og motfylling
200	Stabilitetsberegning av skredgropa i profil 4
201	Stabilitetsberegning av skredgropa i profil 5
500-503	Profiler med tolkning av sprøbruddmateriale

Vedlegg

Vedlegg A	Tolkning av udrenert skjærfasthet
Vedlegg B	Utredning av områdestabilitet (faktaark med foreløpig endring)

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 og sikre det berørte området. Figur 1 viser et dronebilde tatt et par uker etter skredet.



Figur 1 viser dronebilde tatt den 29. september 2019 av Nittedal kommune.

NGI har foreslått gjennomføring av sikringstiltak delt i seks trinn: 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.

Trinnene i) tom. iv) er nå utført. Trinn v) og vi) gjenstår fortsatt.

Nittedal kommune har etterspurt en rapport som sammenfatter geotekniske vurderinger og undersøkelser, med beskrivelse av hvilke tiltak som er gjennomført. Dessuten ønskes en revurdering av kvikkleireskredfare innenfor den aktuelle kvikkleiresonen, samt en drøfting av mulige utfordringer ved videre arbeider i området. Motivasjonen er å klarlegge forutsetningene for videre arbeider. Denne rapporten vil dermed inneholde:

- Oppsummering av utført sikringsarbeid per april 2020
- Oppsummering av geotekniske data
- Vurdering av områdestabilitet iht. NVEs kvikkleireveileder (ref. /6/)
- Drøfting av mulige utfordringer for videre arbeider i området

2 Utført arbeid per april 2020

2.1 Kronologi (september 2019 – april 2020)

Mandag morgen 16. september 2019 gikk et skred ved vegkrysset Heggeveien/ Birkelundveien på Li i Nittedal kommune. NGI v/Øyvind A. Høydal og Håkon Heyerdahl ble kontaktet i 10-tiden samme dag og NGI v/Trond Vernang og Marius M. Søvik mobiliserte til befaring og møtte beredskapssetatene på stedet. Skredet hadde løsnet innenfor kvikkleiresone 2192 Heggeveien (Figur 3).

Ved akuttbefaringen var om lag halve veibredden utrast over en strekning på ca. 30 m. Det var fortsatt bevegelse i bakkant av skredgropen, med flere mindre utrasinger. Basert på erfaring med kvikkleireskred, utbredelsen av skredgropa og topografien i nærliggende område ble et avgrenset område omkring skredet vurdert som potensielt skredutsatt, og dermed anbefalt evakuert. Formelt sett tok politiet avgjørelsen om evakuering, og cirka 80 beboere ble evakuert fra området i samarbeid med kommunen.

Samme dag mobilisert NGI borrhigg og satte i gang grunnundersøkelser for å kartlegge grunnforholdene, med vekt på utbredelse av kvikkleire i området. Samtidig ble informasjon om tidligere grunnundersøkelser innhentet. Grunnundersøkelsene utført etter skredet bekrefter at det er mye kvikkleire i grunnen. En datarapport for grunnundersøkelser utført av NGI etter skredet er utarbeidet (ref. /1/).

Basert på utførte grunnundersøkelser, kartlegging av kvikkleiras beliggenhet og erfaringsbaserte vurderinger av hvor langt kvikkleireskred kan bre seg, ble evakueringsområdet anbefalt noe justert ved en mindre innskrenkning 30. september 2019. Ytterligere innskrenking av evakueringsområdet ble ikke tilrådet før skredgropa var sikret. Boligene innenfor evakuert område ble derfor ansett som ubeboelige inntil sikringstiltak var gjennomført.

Mulige stabiliserende tiltak for å sikre skredområdet ble gjennomgått i et teknisk notat (ref. /2/). Her ble prinsipløsning for sikring av skredgropa og forslag til anleggsteknisk gjennomføring presentert. Sikring av skredgropa er basert på at hvert nytt trinn i prosessen skal føre til bedre stabilitet enn foregående trinn, og slik skal sikkerheten opprettholdes gjennom anleggsprosessen.

Gjennomføring av sikringstiltaket er delt i seks trinn: i) Avlasting 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.

NGI ga generelle anvisninger for trinn i) og ii). NGI har deretter detaljprosjekttert arbeidene for trinn iii) og iv), ref. /3/. I byggefase har NGI utført uavhengig kontroll av utførelsen (geoteknikk) for trinn iii) og iv), ref. /4/. Bistanden har så langt ikke inkludert vurderinger av årsak til skredet.

Trinnene i) tom. iv) er nå utført.

Torsdag den 19. mars 2020, etter at trinn iv) var ferdigstilt, opphevet Politiet evakueringen av området. Beboere flyttet hjem igjen påfølgende dag.

I det følgende vil utførte arbeider beskrives i større detalj.

2.2 Anleggsarbeider

2.2.1 Avlastet terreng i toppen av skredgropa (trinn i)

Etter at skredet var utløst, ble det antatt at skråningen var labil (hadde lav sikkerhet). Første del av sikringsarbeidene bestod i å forbedre stabilitetsforholdene ved å avlaste toppen av skredgropa (trinn i). Avlastingen ble utført av NVE Anlegg med gravemaskin med 18 m rekkevidde, slik at maskinen kunne stå i god avstand fra selve skredet, og grunntrykket fra maskin på skråningskanten mot skredgropa ble samtidig minimalisert.

Terrenget langs skredkanten ble avlastet til dybde 1-2 m langsetter toppen av skredgropa, med typisk bredde 10 m. Trinn i) ble utført i perioden 15.10.2019 – 01.11.2019.

Totalt ble ca. 2000 m³ med masser avlastet fra toppen av skråningen i denne fasen. Gravemassene ble deponert utenfor kvikkleiresonen.

2.2.2 Forberedende arbeider før grunnforsterkning

2.2.2.1 Trefelling (trinn ii)

Etter utført avlastning av terreng på toppen av skredgropa i trinn i) ble det i trinn ii) utført trefelling for å gjøre klart for anleggsarbeider i nedre del av skredgropa. Trefellingsarbeidene ble utført med gravemaskin av NVE Anlegg i perioden 01.11.2019 – 15.11.2019. Der gravemaskinen ikke kom til ble trær felt manuelt med motorsag. Sistnevnte var aktuelt der 18 m rekkevidde på gravemaskinarm ikke var tilstrekkelig til at maskinell felling kunne skje fra trygg posisjon utenfor skredet.

2.2.2.2 Anleggsveg nord for skredgropa (mellom gangbrua og skredet)

NVE Anlegg har etablert anleggsveg for tilkomst til skredgropa fra nord, med start mellom gangbrua over Nitelva og skredet. Oppbygning av denne er som følger: fiberduk, 20 cm stein i fraksjon 20-120 mm, geonett tilpasset stein, 60 cm stein (fraksjon 20-120 mm), og 10 cm finstoff i toppen (fraksjon 0-20 mm).

2.2.3 Grunnforsterkning (trinn iii)

Det er benyttet grunnforsterkning for å stabilisere leirmassene i skredgropa.

Det er utført enaksielle trykkforsøk på kalksementstabilisert leire fra skredområdet på Li, Nittedal, i NGIs laboratorium, se vedlegg G i ref. /1/. Videre er det utført ni trykksonderinger for å dokumentere skjærfastheten av leira etter utført grunnforsterkning.

NGI tok i detaljprosjekteringen, ref. /3/, utgangspunkt i at massene i skredgropa skulle få en gjennomsnittlig udrenert skjærfasthet på 75 kPa. Basert på utført kontroll ved trykkprøving og trykksonderinger, er grunnforsterkningen er vurdert å ha oppnådd tilstrekkelig styrke, og stabilisert volum er iht. prosjekteringsgrunnlaget. For mer detaljerte beskrivelser av effekten av grunnforsterkning henvises det til vedlegg A i ref. /4/.

I skredgropa er det grunnforsterket med kalksement i ribbemønster, før det er etablert fiberduk og lagt ut 90 cm med stein (fraksjon 20-120 mm).

Grunnforsterkningen (trinn iii) ble utført i perioden 13.01.2020-12.03.2020 av entreprenør YIT.

2.2.4 Støttefylling (trinn iv)

Etter utført grunnforsterkning ble skråningen reetablert med en helning på 1:3 iht. prosjekteringen ref. /3/. Støttefyllingen ble ferdig utlagt av NVE rundt den 18.03.2020.



Figur 2 viser støttefylling med helning 1:3 den 19.03.2020, sett fra sør mot nord. Fyllingen består av sprengstein. Etter at dette bildet ble tatt, er det lagt ut fiberduk og et tynt jordlag på toppen av fyllingen. Bildet er tatt av Nittedal kommune

3 Oversikt over geotekniske grunnlagsdata

3.1 Topografi

Total skråningshøyde ved skredet fra vegen og ned til elvebunn er på det meste 9 m (i profil 5, jf. tegning 002). Lenger fra elva og skredgropa fortsetter terrenget å stige, dog med mindre skråningshelning enn lokalt ved Nitelva. Høydeforskjellen innenfor eksisterende kvikkleiresone Heggeveien er opptil 30 m.

3.2 Utførte grunnundersøkelser

Det er tidligere utført grunnundersøkelser i området i flere omganger, og av flere firmaer. De mest relevante og omfattende grunnundersøkelsene for dette prosjektet er utført av NGI i etterkant av skredet (ref. /1/). Tegning 001 viser oversikt over alle borpunkter som NGI har hatt tilgang til, med tolkning av kvikkleire for alle borpunkter.

3.3 Styrkeparametere brukt i prosjekteringen ifm. trinn iii)- iv)

Dette avsnittet gjengir de styrkeparametere som ble anvendt ved detaljprosjektering av skredsikring for trinn iii) og iv), ref. /3/.

3.3.1 Drenerte styrkeparametere

Drenerte styrkeparametere for leira og kvikkleira er basert på treaksialforsøk utført i borpunkt 2019_8 og 2019_1, se tegning 001. Basert på tolkning fra borpunkt 2019_1 er drenerte styrkeparametere tolket for leira og kvikkleira til:

- Effektiv friksjonsvinkel φ' : 31 grader
- Effektiv kohesjon c : 0 kPa

Øvrige drenerte styrkeparametere er basert på erfaringsverdier, deriblant hentet fra Statens vegvesen Håndbok V200, ref. /13/.

3.3.2 Udrenerte styrkeparametere

Tolkning av udrenert skjærfasthet for leire og kvikkleire er gitt i vedlegg A, ref. /3/. Dette vedlegget er gjengitt i denne rapporten.

Anisotropifaktorer for udrenert skjærfasthet i leire er satt til 1, 0.65, 0.35 for hhv. aktiv, direkte og passiv udrenert skjærfasthet, jf. ref. /14/. Anisotropifaktorer for udrenert skjærfasthet i kvikkleire/sprøbruddmateriale er satt til 0.85 (iht. ref. /6/), 0.65, 0.35 for hhv. aktiv, direkte og passiv udrenert skjærfasthet.

3.3.3 Kalksementstabilisert materiale

Det er benyttet grunnforsterkning med kalksement for å stabilisere massene i skredgropa. Det er prosjektert med utgangspunkt i en gjennomsnittlig oppnådd udrenert skjærfasthet tilsvarende 75 kPa i ref. /3/.

Mer detaljerte beskrivelser knyttet til grunnforsterkning er gitt i avsnitt 3.3 i ref. /3/ og vedlegg A i ref. /4/.

3.3.4 Oppsummering av styrkeparametere

I Tabell 1 oppsummeres styrkeparametere anvendt i stabilitetsberegningene i ref. /3/.

Tabell 1. Oppsummering av materialparametere anvendt i stabilitetsanalyser.

Materiale	Tyngdetetthet [kN/m ³]	Friksjonsvinkel φ [°]	Kohesjon C' [kPa]	Udrenert skjærfasthet s_{uA} [kPa]	Anisotropifaktorer		
					A	D	P
Topplag	19,2	30	2	-	-	-	-
Anleggsveg	20,0	40	1	-			
Leire	19,2	30	0	Vedlegg A	1	0,65	0,35
Kvikkleire	19,2	30	0	Vedlegg A	0,85	0,65	0,35
Motfylling	18,0	30	2	-	-	-	-
Omrørt leire	19,2	-	-	6	1	1	1
K/S-stabilisert leire	19,2	-	-	75	1	1	1
Lettmasser	5,0	25	0	-	-	-	-

3.4 Stabilitetsberegninger

3.4.1 Terrenglaster

Trafikklast (anleggsmaskiner) er idealisert med linjelast 22,5 kPa for alle beregninger (karakteristisk last 15 kPa og lastfaktor 1,5). Lastutstrekning er cirka 4 m og vises på tegning 200 og 201 i ref. /3/ og gjengitt i denne rapporten.

3.4.2 Profiler

Beliggenhet av terrengprofiler er vist på tegning 002 ref. /3/ og gjengitt i denne rapporten. Det er utført stabilitetsberegninger langs profil 4 og 5.

Grunnen ved beregningsprofil 4 antas ikke å være berørt av skredet. Profilet starter på idrettsbanen vest for vegen, og viser et representativt profil av anleggsvegen mellom gangbrua og skredet, like nord for skredgropa.

Profil 5 er profilet med størst høydeforskjell ned mot Nitelva ved skredet, og som har brattest helning videre lenger vekk fra elva. Profilet er vurdert å være dimensjonerende når sikringsarbeidene skal vurderes og stabiliteten dokumenteres.

Profil 1, 2 og 3 er ikke beregnet, da disse profilene vil få noe bedre beregningsmessig stabilitet enn profil 5, som vurderes som det mest kritiske innenfor skredområdet.

Profil 4 er beregnet for å dokumentere stabiliteten nord for skredgrova.

3.4.3 Resultater fra stabilitetsberegningene

3.4.3.1 Beregningsprofil 4

Profilet ligger like nord for skredgrova, se plassering på tegning 002.

Det er utført beregninger med forskjellig vannstand i Nitelva. For udrenert analyse er lav vannstand dimensjonerende, da vannet utgjør en motvekt til utglidning. På tegning 200 vises antatt normalvannstand.

Det er tatt hensyn til en 6 m bred anleggsveg med 90 cm tykkelse (oppfylling), samt dimensjonerende trafikklast på 22,5 kPa. Beregninger vist på tegning 200 viser udrenert materialfaktor på 1,89 og drenert materialfaktor 1,90. Konklusjon er at stabiliteten i profil 4 er tilfredsstillende.

3.4.3.2 Beregningsprofil 5

Plassering av profil 5 fremkommer av tegning 002 og beregningsresultater vist i tegning 201.

Beregninger for profil 5 er oppsummert i Tabell 2.

Tabell 2. Oppsummering av stabilitetsberegning for profil 5.

Beskrivelse, profil 5	Udrenert materialfaktor	Kritisk bruddmekanisme
Etter skredet (udrenert skjærfasthet av omrørt leire tilsvarende 6 kPa gir udrenert materialfaktor 1,00),	1,01	Sammensatt brudd
Etter avlasting	1,01	Sammensatt brudd
Kalk/sementstabilisering (med styrkeøkning i leira etter noen minutters tid)	1,17	Sammensatt/rotasjonsbrudd
Endelig situasjon: KS-stabilisert grunn (etter en måneds tid), motfylling utlagt	1,54	Rotasjonsbrudd

Etter utført trinn iv) er det i prosjekteringen beregnet lokal skråningsstabilitet med kritisk udrenert materialfaktor på 1,54. Det henvises til tegning 201 fra ref. /3/, gjengitt i denne rapporten.

4 Vurdering av områdestabilitet

Utredning av områdestabilitet utføres iht. NVEs kvikkleireveileder (ref. /6/). Dette kan gjøres på flere nivåer, alt fra overordnet kartlegging av faresoner, til detaljert utredning av stabilitetsforhold innenfor sonen. I dette tilfellet er det utført omfattende grunnundersøkelser og også stabilitetsanalyser i den sentrale delen av sonen. Det er også utført noen supplerende grunnundersøkelser i den sørlige delen av sonen. I området nord for skolen/-idrettsbanen er det ikke utført nye undersøkelser, og heller ikke utført nye analyser av stabilitetsforholdene.

4.1 Faregrads- og konsekvensklassifisering

Faregrad for kvikkleirefaresoner klassifiseres med enten lav, middels eller høy faregrad. Konsekvens klassifiseres enten til mindre alvorlig, alvorlig eller meget alvorlig skadekonsekvensklasse. Sonene inndeles iht. ref. /16/ deretter i fem risikoklasser (1-5), avhengig av poengverdiene for faregrad og skadekonsekvens:

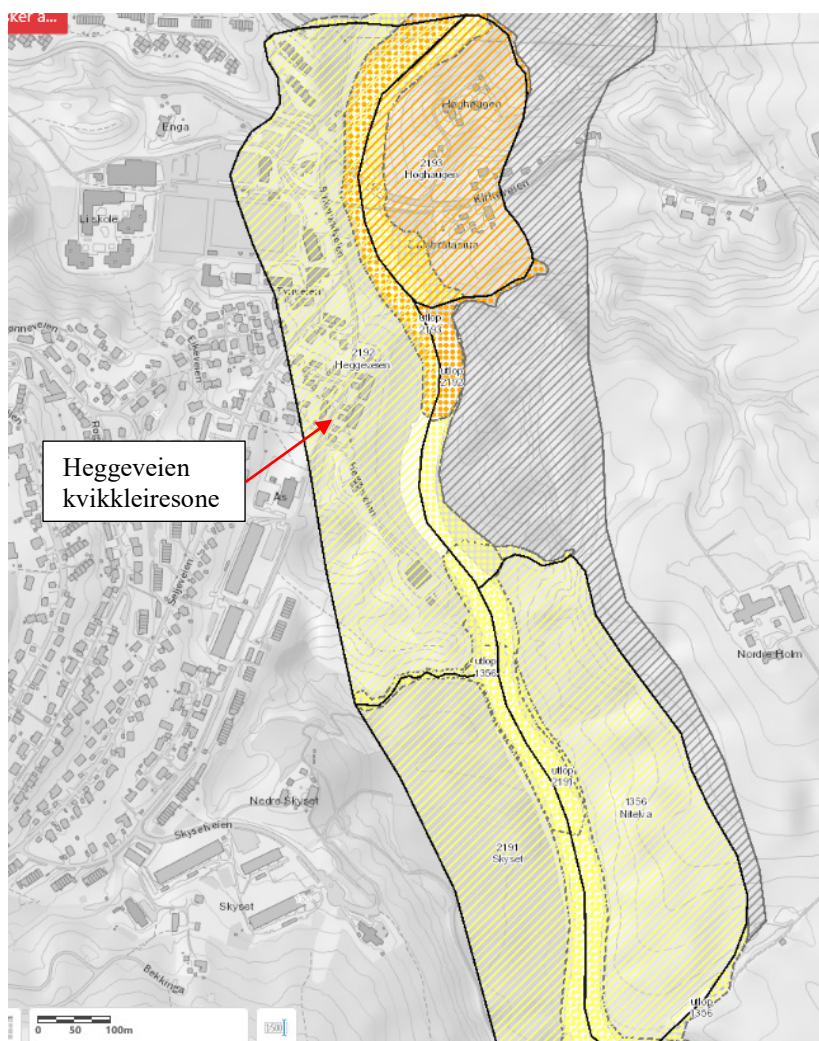
$$\text{Risiko} = \text{Skadekonsekvens\%} \times \text{Faregrad\%}$$

4.1.1 Gjeldende soneklassifisering

Eksisterende kvikkleiresone 2192 Heggeveien er tidligere vurdert i flere omganger. Siste vurdering, med fokus på soneutstrekning, ble utført i 2018 av NGI, ref. /5/. Det ble ikke gjennomført stabilitetsberegninger i forbindelse med denne utredningen. Kvikkleirefaresonen er klassifisert med faregrad "lav", se Tabell 3. Soneutbredelsen for eksisterende sone er vist på Figur 3.

Tabell 3 Dagens soneklassifisering

Sone	Faregradklasse (score)	Konsekvensklasse (score)	Risikoklasse (poeng)
2192 Heggeveien	Lav (16)	Meget alvorlig (25)	3 (1743)



Figur 3 Kvikkleiresoner i skredområdet per april 2020. Kvikkleiresone 2192 Heggeveien vurderes i denne rapporten.

4.1.2 Revidert soneklassifisering

Soneklassifiseringen er vurdert på nytt etter å ha tatt hensyn til utført sikringstiltak i skredområdet og forbedret geoteknisk datagrunnlag. Revidering av soneutstrekningen tar utgangspunkt i NVEs kvikkleireveileder ref. (NVE, 2014).

Sammenlignet med tidligere faregradsklassifisering er følgende faktorer endret: Skredaktivitet er økt til "Høy" grunnet utløst skred den 16. september 2019, overkonsolideringsgrad er økt til "1,2-1,5" basert på nye grunnundersøkelser, kvikkleiremektigheten er økt til ">H/2" basert på nye grunnundersøkelser, og inngrep er endret til "noe forbedring" basert på skredsikringen som er utført etter skredet. Totalt sett er faregradscoren endret fra 16 til 12, altså noe lavere enn tidligere.

Både faregradsklasse, konsekvensklasse og risikoklasse er imidlertid uendret, selv om både faregradsscore og risikoscore er redusert. Oversikt med ny soneklassifisering er vist i Tabell 4. Det henvises også til vedlegg B.

Tabell 4 Revidert soneklassifisering

Sone	Faregradsklasse (score)	Konsekvensklasse (score)	Risikoklasse (poeng)
2192 Heggeveien	<i>Lav</i> (12 poeng, 24% av maks)	Meget alvorlig (25 poeng, 56 % av maks)	3 (1307 poeng, 13% av maks)

4.2 Revidert soneutbredelse (løsneområde)

Tegning 001 viser gjeldende kvikkleiresoneutbredelse med oversikt over utførte grunnundersøkelser i området. For alle boringer er det vist fargekode fortolkning av kvikkleire/sprøbruddmateriale. På tegning 001 vises også beliggenhet av profiler A-A tom. H-H. På tegning 500–503 er det vist tolket lagdeling med utbredelse av kvikkleire/sprøbruddmateriale i fire utvalgte profiler.

Utstrekningen av kvikkleiresone Heggeveien er revurdert:

- Sonen foreslås for det første delt i to, med ny sonegrenser skredsikringen ifm. trinn i) – iv) er utført. Det ansees lite sannsynlig at et evt. skred fra sør kan bre seg nordover på det flate partiet ved krysset Heggeveien/Birkelundsveien eller ved fotballbanen, og tilsvarende anses det lite sannsynlig at et skred som starter nord for sonegrensen skal kunne bre seg forbi det stabiliserte området Følgelig foreslås sonen delt her.
- Sonen er utvidet i vestlig retning mot Listubben, da kvikkleireutbredelsen er større enn antatt tidligere. Det henvises blant annet til tegning 502 og profil G-G (plassering fremkommer av tegning 001).
- Sonen er også utvidet mot vest helt i sør, ved at større deler av ravinen her er med. Sonegrensen følger derfra videre nordover, mer eller mindre som tidligere soneavgrensning. Det påpekes dog at datagrunnlaget i området er noe tynt her, og at terrenget er stedvis bratt.

Vedlegg B viser ny foreslått soneutbredelse.

Utløpsområdet for kvikkleiresonen er også revurdert.

NB: Sonen foreslås delt i to, men området nord for skredgropen, i retning Slattum terrasse er ikke undersøkt eller vurdert i detalj, da det ikke foreligger data for grunnforholdene her.

5 Mulige geotekniske utfordringer for videre arbeid

Ifølge informasjon fra Nittedal kommune planlegges det ny pumpe-stasjon, ny veg-overbygning, nye VA-ledninger, nytt fordrøyningsanlegg og nye hovedledninger for vann og avløp (Ø500mm) forbi skredområdet. I dette kapittelet drøftes utfordringer knyttet til nevnte arbeider.

5.1 Krav til lokal stabilitet

Tilstrekkelig lokal stabilitet dokumenteres med en udrenert og drenert materialfaktor på minimum 1.4 og 1.25 henholdsvis, iht. Eurokode 0 (ref. /7/) og Eurokode 7-1 (ref./9/).

Lokal skråningsstabilitet ned mot elva ansees for dagens situasjon (per mai 2020) å være relativt god, se tegning 200 og 201. Likevel påpekes det at det kan stilles særegne krav (høyere enn de generelle kravene) til sikkerhet for nye tiltak, avhengig av hva som planlegges. Effekten av nye tiltak (vekt, utgraving osv.) må naturligvis også tas med i vurderingen.

5.2 Krav til områdestabilitet

Da videre arbeid utføres i en kvikkleiresone (nær Birkelundsveien og Heggeveien) må områdestabiliteten tas hensyn til. Generelt skal det påses at områdestabiliteten ikke forverres underveis i arbeidene, men mer konkrete krav stilles avhengig av hva som skal bygges. Kvikkleiresonen har faregrad "lav" og krav til nye tiltak må sees i lys av tiltaks-kategori i NVEs kvikkleireveileder avsnitt 5.2 (ref. /6/). Det understrekes imidlertid at faregraden knytter seg til naturlig utløsning av kvikkleireskred. Inngrep og anleggs-arbeider som berører eller påvirker kvikkleireavsetningen vil således kunne påvirke stabiliteten av sonen også om faregraden for naturlig utløste skred er vurdert å være lav.

5.3 Planlagte tiltak

5.3.1 Ny pumpe-stasjon

Det planlegges ny pumpe-stasjon i området. NGI har fått opplyst av Nittedal kommune per e-post den 5. mai at ny pumpe-stasjon trolig vil ligge like sør for eksisterende pumpe-stasjon, omtrentlig ved blått rektangel i Figur 5.

Når evt. geotekniske utfordringer knyttet til ny pumpe-stasjon i området skal diskuteres er det naturlig å trekke frem skredutviklingen. Litt forenklet kan skredutviklingen deles i to omganger med bevegelser hhv. 16. og 17. september 2019.

Utførte grunnundersøkelser og observasjoner i elva indikerer at skredet 16. september gikk under eksisterende pumpe-stasjon (under det store betongfundamentet) og ut i elva. Skredbevegelsen skjedde i form av et rotasjonsbrudd som omfattet ca. 100 m bredde langs vegen og skråningsryggen sør for pumpe-stasjonen.

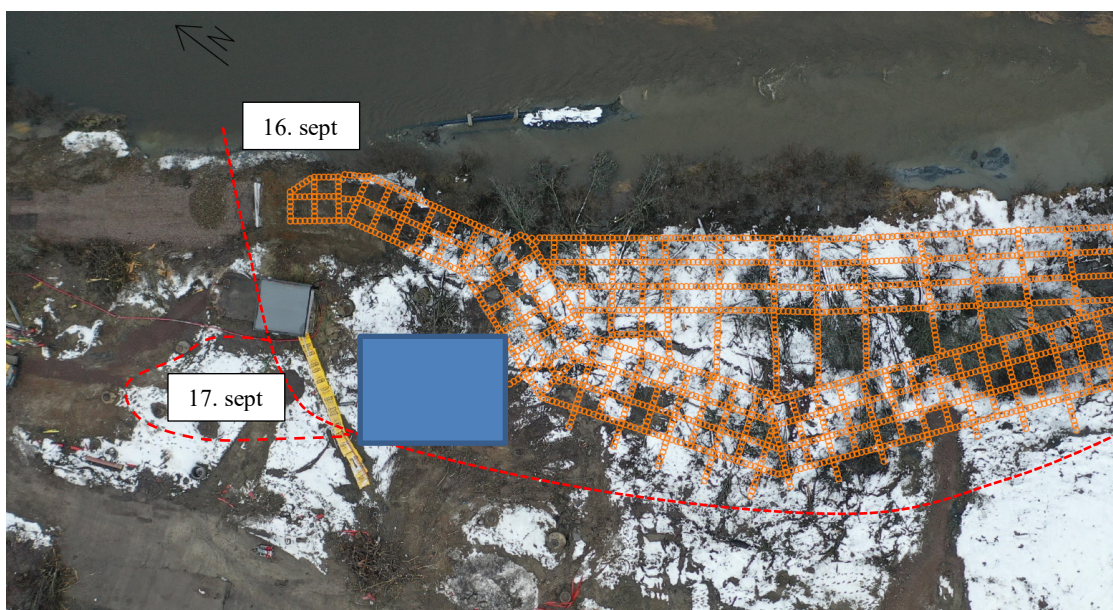
Påfølgende dag, 17. september, sank plutselig terrenget like vest for pumpe-stasjonen en halv meter, og deler av vegen fulgte etter. Deformasjonene forplantet seg videre vestover mot daværende fotgjengerfelt. Det er rimelig å anta at terrenget sank sammen grunnet store deformasjoner i den sensitive leira i grunnen, som følge av hovedskredet 16. september. Følgelig er det rimelig å anta at leira i grunnen her er delvis omrørt. I dette området er det ikke utført grunnforsterkning (KS-stabilisering) av kvikkleira.

Hovedmotivasjonen for å ta opp skredutviklingen i forbindelse med ny pumpe-stasjon, er at ved planlegging av evt. anleggsarbeider i dette området, er det helt vesentlig å være klar over kvikkleireproblematikken i området. Det må fra starten av planleggingen kommuniseres til prosjekterende (RIB og RIG) samt entreprenør at grunnen i området like vest og sør for dagens pumpe-stasjon trolig består av omrørt leire. å

Nittedal kommune opplyser videre i e-post den 5.mai at "*størrelsen på pumpe-stasjonen vil være ca. lik den eksisterende pumpe-stasjonen. [Nittedal kommune] har beregnet at det er ca. 160 m³ med bufferkapasitet ink. sump.*". Dimensjonerende laster for ny pumpe-stasjon antas dermed å være relativt store og grunnarbeider ifm. fundamentering kan bli omfattende. NGI har ikke satt seg inn i krav for ny pumpe-stasjon, men det antas at det er strenge toleransekrav mht. setninger. Dette må tas hensyn til i prosjekteringen av ny pumpe-stasjon.



Figur 4 viser et bilde tatt den 18. september 2019 av NGI. Terrenget i forgrunnen av bildet, mellom (eksisterende) pumpehus og (tidligere) fotgjengerfelt sank plutselig sammen i løpet av 17. september 2019.



Figur 5 viser utklipp fra tegning 012 (ref. /3/). Oransje farge viser prosjektert kalksement-stabilisert område. Blått polygon indikerer mulig plassering av ny pumpestasjon. Rødstiplede linjer viser et forenklet linje for bakkant av skredet (skredbevegelser hhv. den 16. og 17. september 2019).

5.3.2 Nye VA-ledninger

NGI har fått opplyst av Nittedal kommune per e-post den 5.mai at det skal legges nye VA-ledninger i store deler av området. Ledninger skal legges på frostfri dybde, dvs. rundt 2 meters dybde. Videre opplyses det om at for overvannsledninger (disse legges nederst av alle VA-ledningene), er man ofte ned mot 3 meters dybde og noen ganger mer (avhengig av dimensjon og lokale forhold).

Det er etter hvert utført en rekke geotekniske grunnundersøkelser langs området det planlegges nye VA-ledninger, blant annet ref. /1/, og det kvikkleira ligger generelt ved rundt 3-4 m dybde langs hele området der det planlegges ny veg (rundt kote 104 moh.). Dermed kan man treffe på kvikkleira under gravearbeidene.

Kvikkleira i området er generelt fast (udrenert skjærfasthet tolket til rundt 50 kPa etter bare et par meter dybde, se vedlegg A), og under gravearbeidene kan man "bli lurt" til å tro at det ikke er kvikkleire grunnet den relativt høye skjærfastheten i uforstyrret tilstand. Selv om leira er relativt fast i forstyrret tilstand, er den like fullt kvikk (omrørt udrenert skjærfasthet er i flere borpunkter målt til laveste verdi som måles i laboratoriet, dvs. 0,1 kPa). Dette betyr at leira er svært sensitiv, selv til kvikkleire å være.

Lokal skråningsstabilitet etter utført trinn iv) er beregningsmessig relativt god (kritisk udrenert materialfaktor 1,54), og utgraving av nye VA-ledninger antas derfor ikke å være spesielt krevende. Det mest vesentlige i planleggingen av nye VA-ledninger er trolig å ta hensyn til at man kan møte på lett-påvirkelig kvikkleire ved de dypeste utgravingene.

Det vil generelt være mulig å legge ledninger på grunnere nivå dersom man frostisolerer grøftene. Derved kan problemer med dype grøfter reduseres. Dette kan blant annet gjøres ved bruk av lettklinker for overfylling av rør, evt. kunstige isolasjonsmaterialer som XPS. Dette må sees på i forbindelse med detaljprosjektering av VA-ledningene/-grøftene.

5.3.3 Nye hovedledninger for vann og avløp

NGI har fått opplyst av Nittedal kommune per e-post den 5.mai at det skal legges nye hovedledninger for vann og avløp med ca. 500 mm i diameter. Ledningene skal legges ned i området i nærheten av øvrige VA-ledninger, men endelig plassering av hovedledningene er ikke bestemt p.t.

Det opplyses om at det kan bli behov for å grave dypere enn 3 m og man vil trolig kunne møte på sensitiv leire under gravearbeidene.

Se ellers kommentar i forrige avsnitt vedrørende frostsikring av grøfter.

5.3.4 Nytt fordrøyningsanlegg

NGI har fått opplyst av Nittedal kommune per e-post den 5.mai at det skal bygges fordrøyningsanlegg i området. Plasseringen er imidlertid usikker. Basert på mottatt informasjon er antatt plassering trolig mer enn 50 m fra skredgrova. Dette vil i så fall bety at man slipper evt. problematikk med omrørt leire. Også her må det likevel tas hensyn til at kvikkeleira kan påtreffes under gravearbeider.

5.3.5 Ny vegoverbygning

NGI har fått opplyst av Nittedal kommune per e-post den 5.mai at ny veg vil bli gjenoppbygd på strekningen der den er ødelagt. Overbygningen for vegen har tykkelse ca. 80 cm.

Ved beregning av skråningsstabilitet i ref. /3/, se tegning 201, er det antatt brukt lette fyllmasser ved gjenoppbygging av vegen. Geoteknisk prosjekterende for videre arbeid må gå gjennom forutsetningene som er brukt ved prosjektering av sikringstiltak etter skredet (ref. /3/), og gjøre en selvstendig vurdering vedrørende behov for bruk av lette fyllmasser.

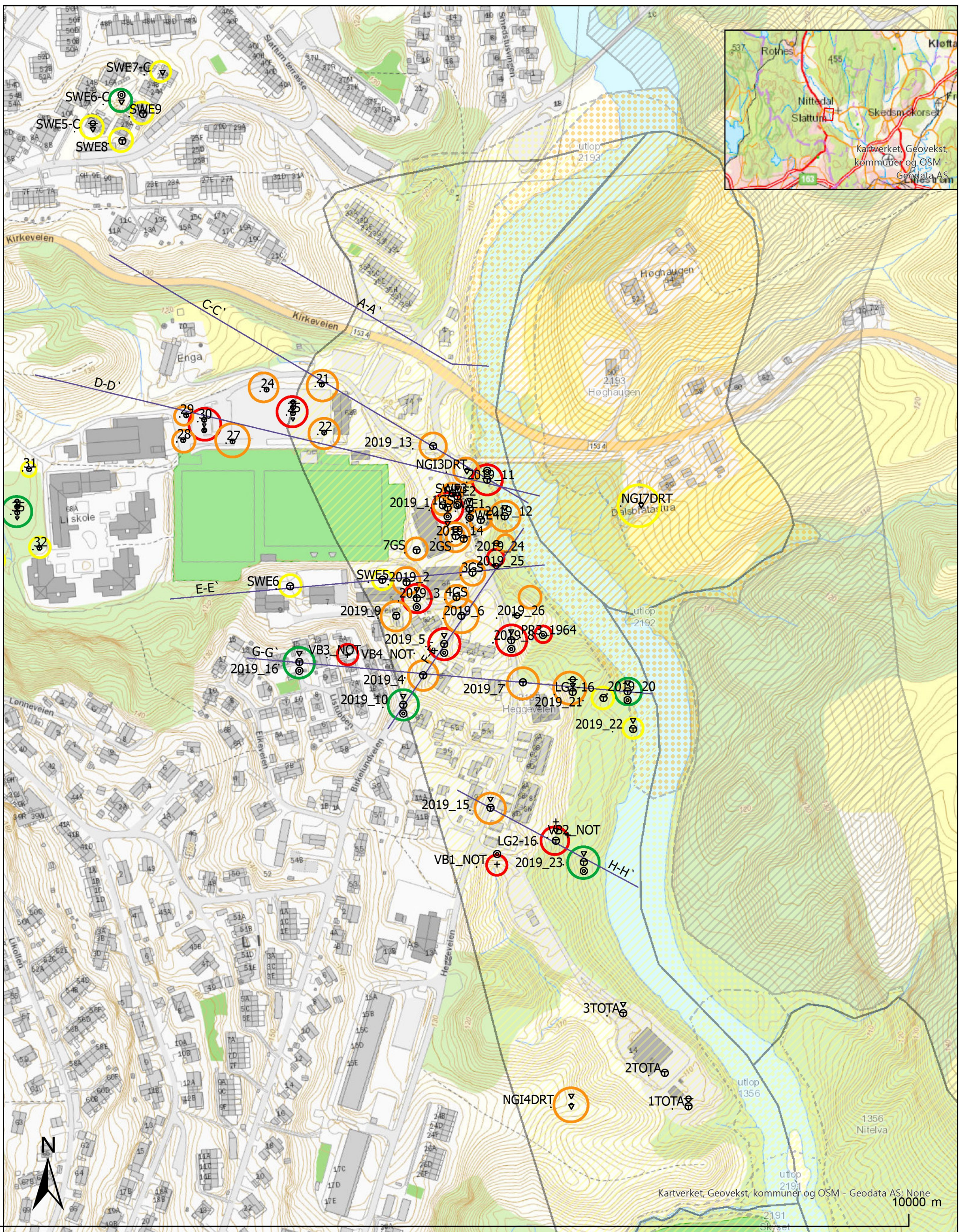
Lette masser må uansett ligge under et lag av konvensjonelle masser. Det kan evt. være aktuelt å masseskifte noe dypere enn dagens avgravde ned og erstatte disse massene med lette fyllmasser.

6 Referanser

- /1/ NGI (2019a)
Geoteknisk datarapport. Akuttbistand, skred i Heggeveien, Nittedal. Dokumentnr. 20190746-01-R revisjon 1, datert 31. oktober 2019. Revisjon 1 datert 18. februar 2020.
- /2/ NGI (2019b)
Anleggsteknisk gjennomføring. Akuttbistand, skred i Heggeveien, Nittedal. Dokumentnr. 20190746-01-TN revisjon 1, datert 21. oktober 2014.
- /3/ NGI (2019c)
Detaljprosjektering av sikringstiltak. Akuttbistand, skred i Heggeveien, Nittedal. Dokumentnr. 20190746-02-R revisjon 2, datert 13. november 2019. Revisjon 2 datert 6. mai 2020.
- /4/ NGI (2020)
Uavhengig kontroll av utførelse geoteknikk ifm. trinn 3 og 4. Akuttbistand, skred i Heggeveien, Nittedal. Dokumentnr. 20190746-02-TN, [utkast datert 11. mai 2020].
- /5/ NGI (2018)
Befaringsrapport, Nitelva. Dokumentnr. 20160784-01-TN, datert 17. juli 2018.
- /6/ NVE (2014)
NVE veileder 7-2014: Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.
- /7/ NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016
Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
- /8/ NS-EN 1991-1-1:2002 + NA:2019
Eurokode 1: Laster på konstruksjoner – Del 1-1; Allmenne laster – Tetthet, egenvekt og nyttelaster i bygninger
- /9/ NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016
Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 1: Allmenne regler
- /10/ NS-EN 1997-2:2007+NA:2008
Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver
- /11/ DIBK (2017)
Byggeteknisk forskrift (TEK17)
<https://dibk.no/byggereglene/byggeteknisk-forskrift-tek17/>
- /12/ DIBK (2010)
Saksforskriften (SAK10)
<https://dibk.no/byggereglersak/3/9/9-4/>
- /13/ Statens vegvesen (2014). Håndbok V220

Geoteknikk i vegbygging

- /14/ NIFS (2014). Rapport nr. 14/2014. En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer. Datert 30.01.2014.
- /15/ NGF (2012). Veiledning for grunnforsterkning med kalksementpeler. Datert 2012.
- /16/ NGI (2001). Program for økt sikkerhet mot leirskred- Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire. Dokumentnr. 20001008-2, datert 31.08.2001. Revisjon 3 datert 08.05.2008.



Tegnforklaring

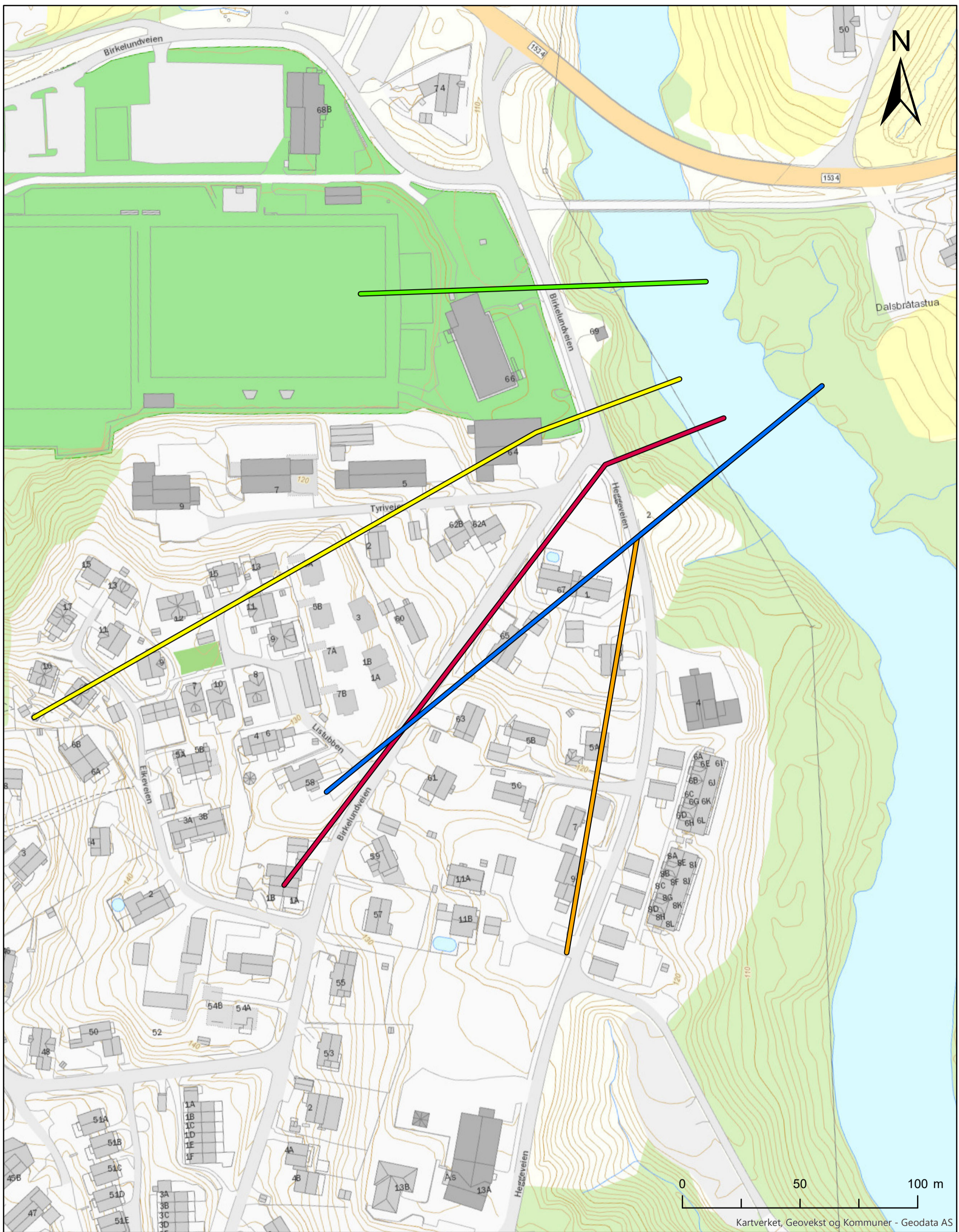
- Profiler
- Påvist ikke kvikkleire
- Antatt ikke kvikkleire
- Antatt kvikkleire
- Påvist kvikkleire

Nittedal kommune

Skred på Li, Nittedal
Tolkning av kvikkleireutbredelse med profiler

Dato 2020-05-13	Utført MMS	Kontrollert HHe	Godkjent MMS
Original format og målestokk A3 1:3 000		Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
Prosjektnr. 20190746	Kartnr. 001	Rev. 0	
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO Sognsveien 72 Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48 www.ngi.no			





Kartverket, Geovekst og Kommuner - Geodata AS

Tegnforklaring

- Profiler**
- Profil 2
 - Profil 4
 - Profil 1
 - Profil 3
 - Profil 5

Nittedal kommune

Skred på Li, Nittedal
Oversikt over profiler

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2019-11-11	MMS	VG	MMS
Original format og målestokk		Kartprojeksjon	
A3 1:1 500		ETRS 1989 UTM Zone 32N	
Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.	
20190746	002	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:

 Stabilisering av skredmasser med kalksement mellom 2 og 9 meter dybde.

BESTEMMELSER:

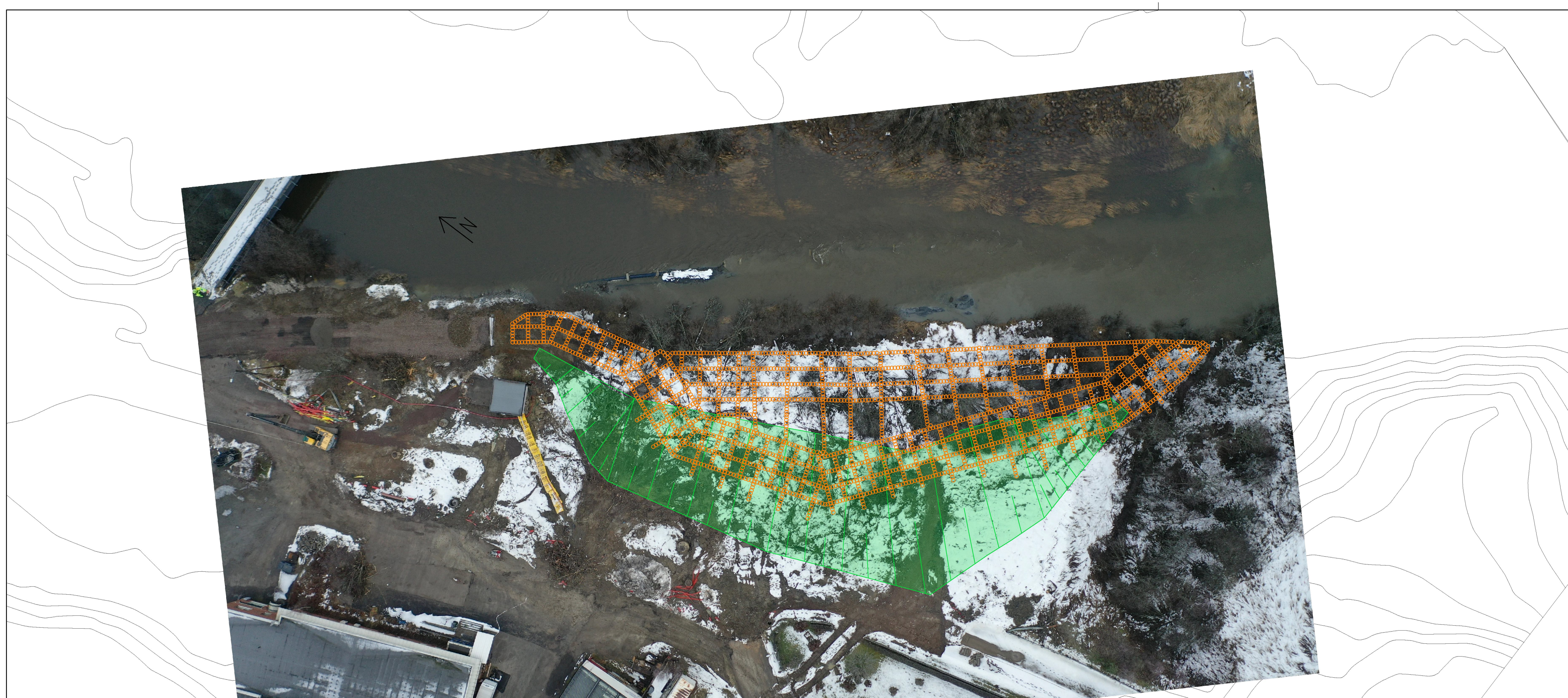
-Stabilisering med kalk og sement gjøres med en innblanding på 75 kg/m³ i blandingsforholdet 75% brentkalk og 25% sement. Nødvendig dybde for stabilisering er mellom 2 og 9 meter.

-Stabilisering og etablering av anleggsveg inn i skredgropa utføres suksessivt i seksjoner på maksimum 10 meter.

HENVISNINGER:

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
2	KS-ribber tilpasset innerste del av skredgrop innmålt med GPS	2019.12.19	MMS	HHe	MMS
1	KS-ribber vist på tegning og litt større omfang nord i skredgropen	2019.11.25	KaR	VG	MMS

Skred Nittedal Omfang tiltak		Status Anbudsgrunnlag Original format A3.1 Tegningens filnavn T_V_Plan skredsikring_v6.dwg Målestokk 1:400		
Oversikt Stabilisering for mofylling og trafikkering i hele skredgropa				
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 12.11.2019 Oppdragsnr. 20190746	Konstr./Tegnet BKB Tegningsnr. 012	Kontrollert MMS Godkjent HHe Rev. 2



FORKLARINGER:

- Stabilisering av skredmasser med kalksement mellom 2 og 9 meter dybde.
- Motfylling

BESTEMMELSER:

- Stabilisering med kalk og sement gjøres med en innblanding på 75 kg/m³ i blandingsforholdet 75% brentkalk og 25% sement. Nødvendig dybde for stabilisering er mellom 2 og 9 meter.
- Stabilisering og etablering av anleggsveg inn i skredgropa utføres suksessivt i seksjoner på maksimum 10 meter.
- Motfylling utføres med friksjonsmasser og maksimal fyllingshelning lik 1:3. Masser tillates ikke lagt ut direkte fra tipp, men skal legges ut med gravemaskin. Fyllingen bør plastres for å hindre erosjon fra elva.

HENVISNINGER:

2	KS-ribber tilpasset innerste del av skredgropp innmålt med GPS	2019.12.19	MMS	HHe	MMS
1	KS-ribber vist på tegning og motfylling 1:3	2019.11.25	KaR	VG	MMS

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

Skred Nittedal Omfang tiltak		Status Anbudsgrunnlag	
Oversikt Motfylling		Original format A3.1	
		Tegningens filnavn T_V_Plan skredsikring_v6.dwg	
		Målestokk 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 12.11.2019	Konstr./Tegnet BKB	Kontrollert MMS	Godkjent HHe
		Oppdragsnr. 20190746	Tegningsnr. 013	Rev. 2	

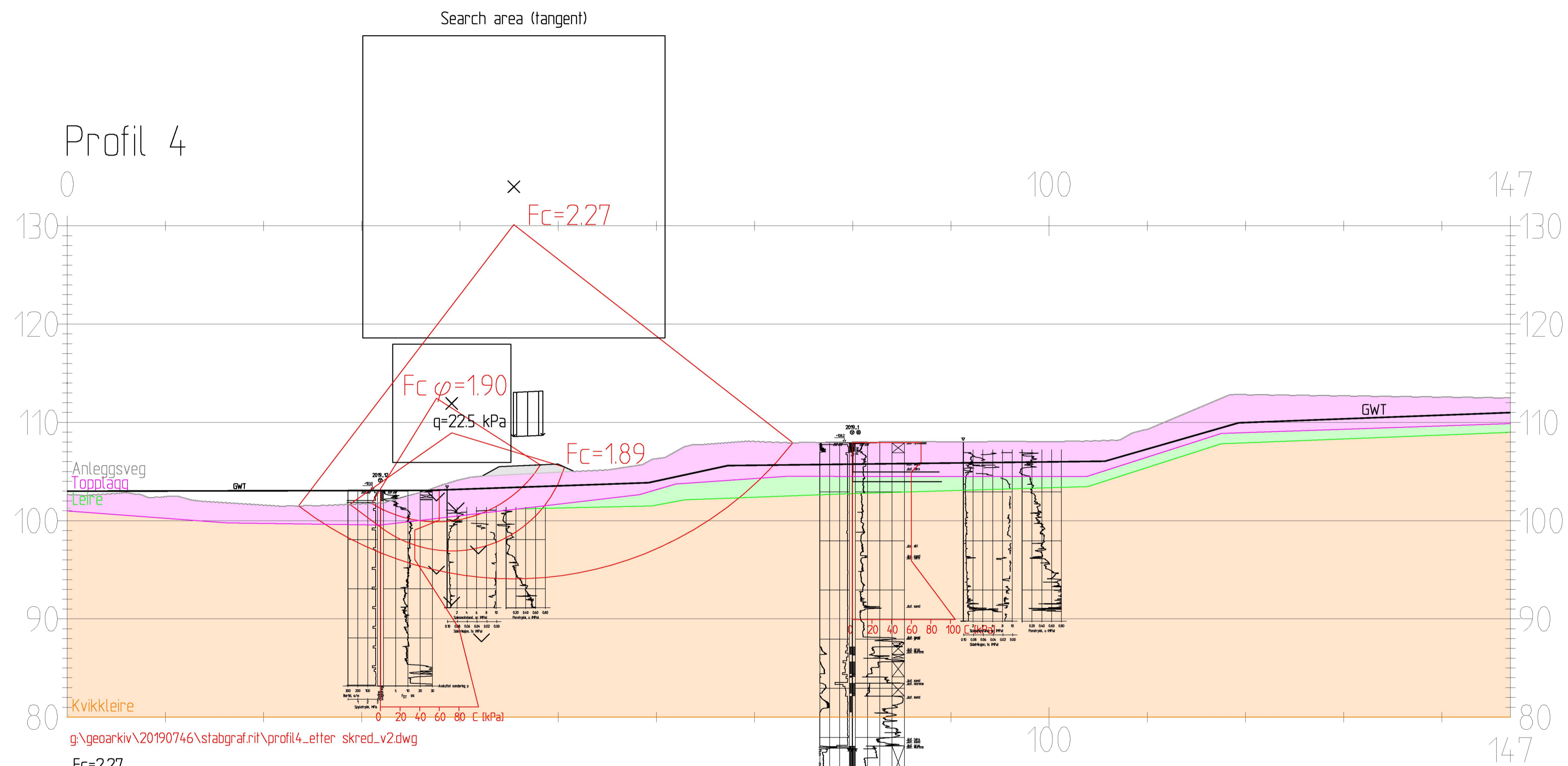
FORKLARINGER:

- Profil tegnet med terrengdata fra hoydedatano (fra 2019) og terrengdata innlest med drone av NVE etter skredet. Bunndata fra Nifelva er antatt basert på observasjoner på beforing og tidligere innmålt elvebunn.

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

- NGI (2019a) datarapport 20190746-01-R



$F_c = 2.27$
udrenert brudd, stort brudd
Result file : g:\geoarkiv\20190746\stabgraf.nit\profil4_etter skred_v2.R7

$F_c = 1.89$
udrenert brudd mot elva
Result file : g:\geoarkiv\20190746\stabgraf.nit\profil4_etter skred_v2.R6

$F_{ci} = 1.90$
drenert brudd ned mot elva
Result file : g:\geoarkiv\20190746\stabgraf.nit\profil4_etter skred_v2.R5

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Anleggsveg	20.00	10.00	40.0	10				
Topplagg	19.20	9.20	30.0	2.0				
Leire	19.20	9.20	30.0	0.0				
Kvikkleire	19.20	9.20	30.0	0.0				

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Anleggsveg	20.00	10.00	40.0	10				
Topplagg	19.20	9.20	30.0	2.0				
Leire	19.20	9.20			C-prof 1.00	0.65	0.35	
Kvikkleire	19.20	9.20			C-prof 0.85	0.65	0.35	

Tegningstittel	Tegningsnr.	Rev.
----------------	-------------	------

1	Økt trafikklast	2019.11.25	MMS	VG	MMS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontroll.	Godkj.
	Nittedal kommune Skred på Li, Nittedal	1300			
	Profil 4 Stabilitetsanalyse nord for skredgroppa Anleggsveg				
	NGI Sognsveien 72 - PO Box 3830 Lillelvi Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 12.11.2019 Oppdragnr. 20190746	Karakt. / Tegnet KaR	Kontrollert VG	Godkjent MMS
			200		1

FORKLARINGER:

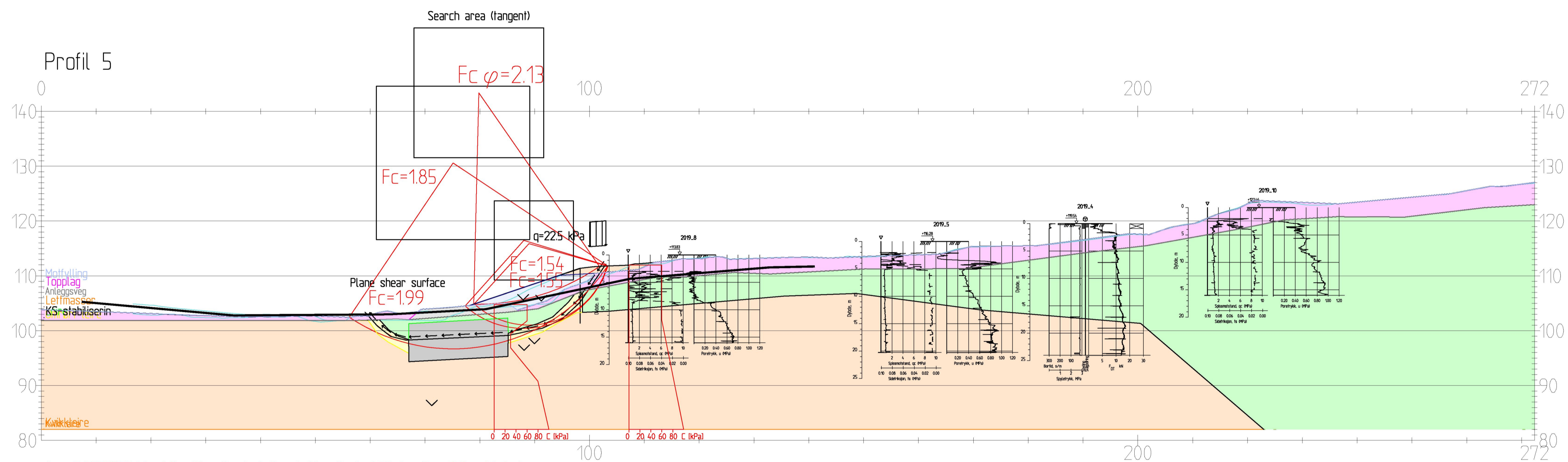
- Profil tegnet med terrengdata fra høydedatano (fra 2019) og terrengdata innlest med drone av NVE etter skredet. Bunndata fra Nifelva er antatt basert på observasjoner på befaring og tidligere innmålt elvebunn.

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

- NGI (2019a) datarapport 20190746-01-R



g:\geoarkiv\20190746\stabgraf.rit\profil5 - etter skred_etter avlastning_etter ks-stabilisering_etter motfylling_v3_ks9m.dwg

Fc=2.13
dreneret brudd
Result file : g:\geoarkiv\20190746\stabgraf.rit\profil5 - etter skred_etter avlastning_etter ks-stabilisering_etter motfylling_v3_ks9m.R50

Fc=1.85
globalt rotasjonsbrudd gjennom KS 1,85
Result file : g:\geoarkiv\20190746\stabgraf.rit\profil5 - etter skred_etter avlastning_etter ks-stabilisering_etter motfylling_v3_ks9m.R49

Fc=1.99
plant brudd med KS 1,99
Result file : g:\geoarkiv\20190746\stabgraf.rit\profil5 - etter skred_etter avlastning_etter ks-stabilisering_etter motfylling_v3_ks9m.R48

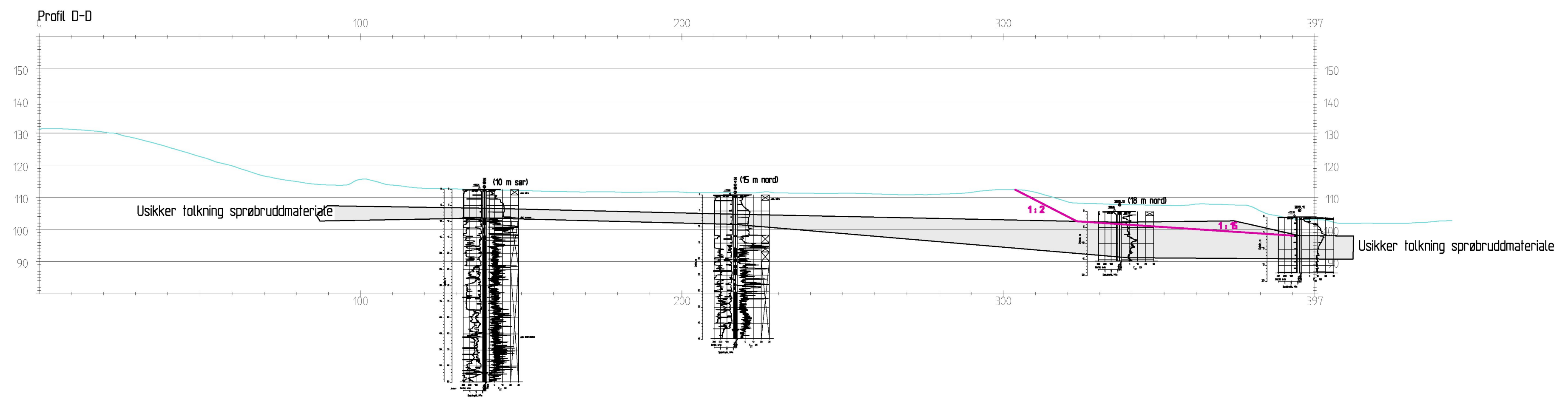
Fc=1.54
lokalt brudd fra veien ned mot gropa 1,54
Result file : g:\geoarkiv\20190746\stabgraf.rit\profil5 - etter skred_etter avlastning_etter ks-stabilisering_etter motfylling_v3_ks9m.R51

Fc=1.55
lokalt brudd ned mot gropa fra veien 1,55
Result file : g:\geoarkiv\20190746\stabgraf.rit\profil5 - etter skred_etter avlastning_etter ks-stabilisering_etter motfylling_v3_ks9m.R52

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Leitmasser	5.00	5.00	25.0	0.0					Leitmasser	5.00	5.00	25.0	0.0				
Motfylling	18.00	8.00	30.0	2.0					Motfylling	18.00	8.00	30.0	2.0				
Topplag	19.20	9.20	30.0	2.0					Topplag	19.20	9.20	30.0	2.0				
Anleggsveg	20.00	10.00	40.0	10					Anleggsveg	20.00	10.00	40.0	10				
Leire	19.20	9.20			C-prof	100	0.65	0.35	Leire	19.20	9.20	30.0	0.0				
KS-stabiliserin	19.00	9.00				75.0	100	100	KS-stabiliserin	19.00	9.00		75.0	100	100	100	
Omrørt leire	19.20	9.20				6.0	100	100	Omrørt leire	19.20	9.20		6.0	100	100	100	
Kvikkleire	19.20	9.20			C-prof	0.85	0.65	0.35	Kvikkleire	19.20	9.20	30.0	0.0				

Tegningstittel	Tegningsnr.	Rev.
----------------	-------------	------

1	Trafikklast, dypere KS-stabilisering og slakere motfylling 13	2019.11.25	MMS	VG	MMS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontrollert	Godkjent
	Nittedal kommune Skred på Li, Nittedal	11.11.2019	KaR	VG	MMS
	Profil 5 Udreneret stabilitetsanalyse Situasjon etter stabilisering	1500			1
	NGI Sognsveien 72 - PO Box 3830 Lillelvi Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	11.11.2019	KaR	VG	MMS
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.		
	20190746	201	1		



FORKLARINGER:

- Dreiesondering ⚙ Fjellkontrollboring ⊙ Prøveserie ⊖ Poretrykksmåling
- Enkel sondering ⚠ Dreietrykksondering □ Prøvegrop ⚒ Fjell i dagen
- ▽ Trykksondering ⊕ Totalsondering + Vingeboring

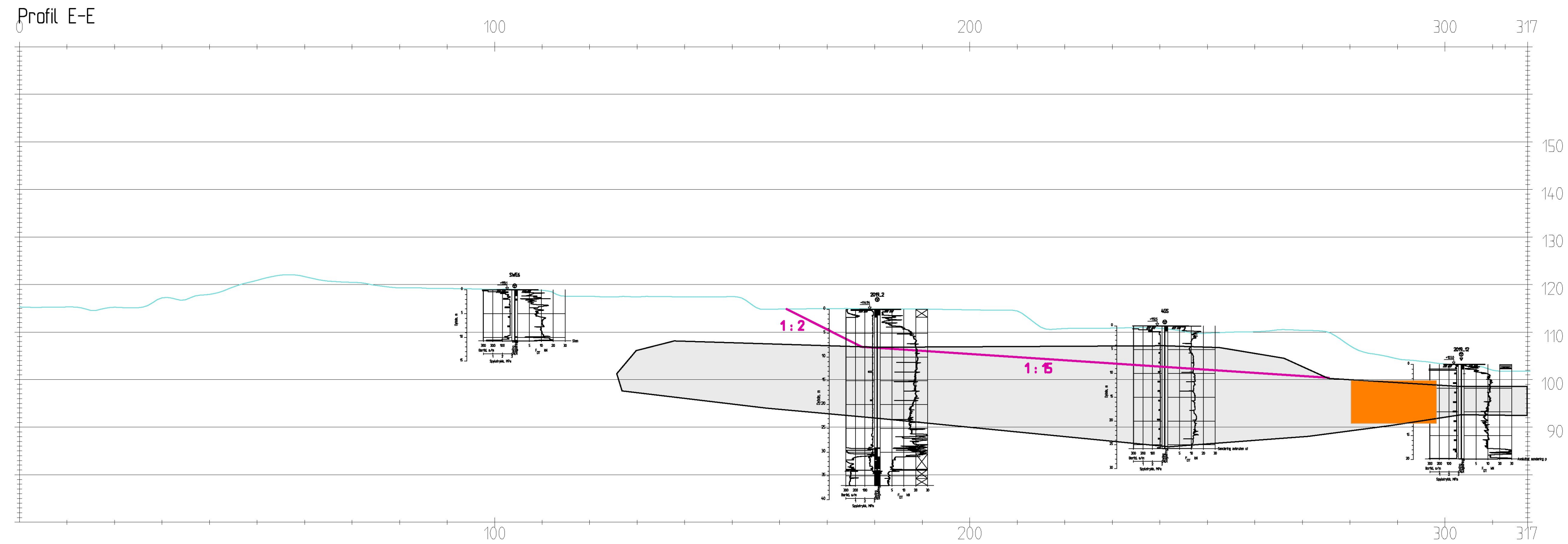
Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Antatt sprøbruddmateriale

HENVISNINGER:

- NGI-datarapport 20190746-01-R rev. 1
- NGI-rapport 20170399-01-R

-	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
<p>Nittedal kommune Utredning av kvikkleiresone Heggeveien</p>		<p>Status —</p> <p>Original format A-3.2</p> <p>Tegningens filnavn Profil A-H_KL-utbredelse_mai2020.dwg</p>			
<p>Profil D-D Tolkning sprøbruddmateriale</p>		<p>Målestokk 1:1000</p>			
<p>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</p>		<p>Dato 13.05.2020</p>	<p>Konstr./Tegnet MMS</p>	<p>Kontrollert HHe</p>	<p>Godkjent MMS</p>
<p>Oppdragsnr. 20190746</p>		<p>Tegningsnr. 500</p>		<p>Rev. 0</p>	



FORKLARINGER:

- Dreiesondering ⚙ Fjellkontrollboring ⊙ Prøveserie ⊖ Poretrykksmåling
- Enkel sondering ⚠ Dreietrykksondering □ Prøvegrop ⚒ Fjell i dagen
- ▽ Trykksondering ⊕ Totalsondering + Vingeboring

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

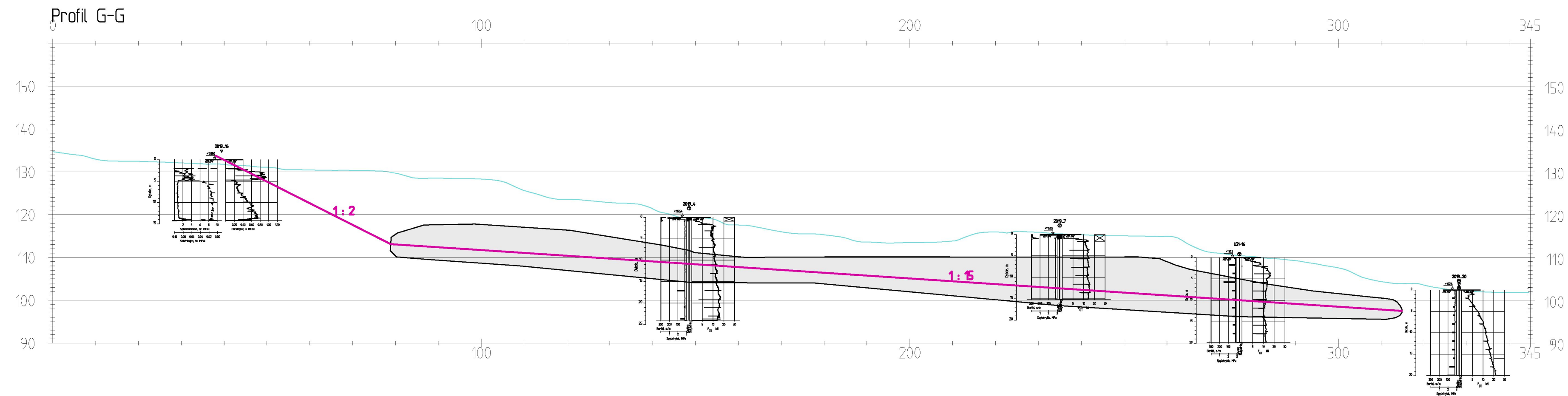
Antatt sprøbruddmateriale

Kalksement

HENVISNINGER:

- NGI-datarapport 20190746-01-R rev. 1
- NGI-rapport 20190746-02-R rev. 2
- Grunnteknikk-datarapport 113446r1

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
-	-	-	-	-
Nittedal kommune Utredning av kvikkleiresone Heggeveien		Status Original format A-3.2 Tegningens filnavn Profiler A-H_KL-utbredelse_mai2020.dwg		
Profil E-E Talkning sprøbruddmateriale		Målestokk 1:750		
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 13.05.2020	Konstr./Tegnet MMS	Kontrollert HHe
		Oppdragsnr. 20190746	Tegningsnr. 501	Godkjent MMS
				Rev. 0



FORKLARINGER:

- Dreiesondering ⚙ Fjellkontrollboring ⊙ Prøveserie ⊖ Poretrykksmåling
- Enkel sondering ⚠ Dreietrykksondering □ Prøvegrop ⚒ Fjell i dagen
- ▽ Trykksondering ⊕ Totalsondering + Vingeboring

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

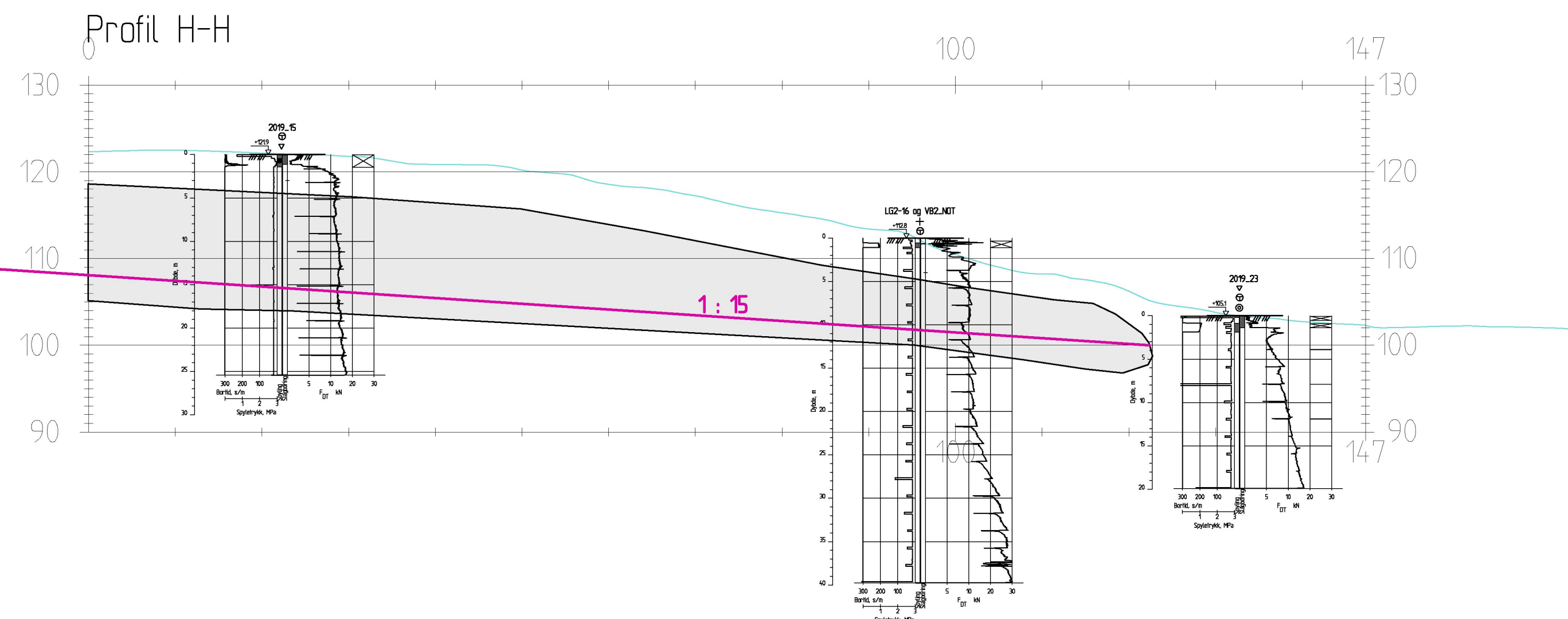
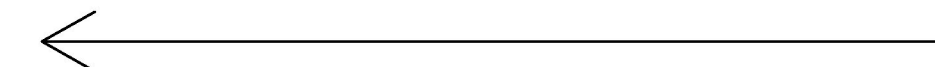
Antatt sprøbruddmateriale

HENVISNINGER:

- NGI-datarapport 20190746-01-R rev. 1
- Løvlien-datarapport 15307 rapport nr. 2

-	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
		Status			
		Original format			
		A-3.2			
		Tegningens filnavn			
		Profiler A-H_KL-utbredelse_mai2020.dwg			
		Målestokk			
		1:750			
Nittedal kommune Utredning av kvikkleiresone Heggeveien					
Profil G-G Tolkning sprøbruddmateriale		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
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		13.05.2020 <small>Oppdragsnr.</small> 20190746	MMS <small>Tegningsnr.</small> 502	HHe	MMS <small>Rev.</small> 0

Usikker tolkning sprøbruddmateriale



FORKLARINGER:

- Dreiesondering ⚙ Fjellkontrollboring ⊙ Prøveserie ⊕ Poretrykksmåling
- Enkel sondering ⚠ Dreietrykksondering □ Prøvegrop ⚒ Fjell i dagen
- ▽ Trykksondering ⊕ Totalsondering + Vingeboring

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

Antatt sprøbruddmateriale

HENVISNINGER:

- NGI-datarapport 20190746-01-R rev. 1
- Løvtien-datarapport 15307 rapport nr. 2
- Nøtby-rapport 11992

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Nittedal kommune Utredning av kvikkleiresone Heggeveien		Status Original format A-3.2 Tegningens filnavn Profiler A-H_KL-utbredelse_mai2020.dwg Målestokk 1500			
Profil H-H Tolkning sprøbruddmateriale					
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
		13.05.2020	MMS	HHe	MMS
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20190746	503	0	

Vedlegg A

TOLKNING AV UDRENERT SKJÆRSTYRKE

Innhold

A1	Profiler for aktiv udrenert skjærfasthet	2
A2	Kommentarer til tolkning av udrenert skjærstyrke	2
A2.1	Borpunkt 2019_1	2
A2.2	Borpunkt 2019_8	2
A2.3	Borpunkt 2019_12	2
A2.4	Borpunkt 2019_17	3
A2.5	Borpunkt 2019_18	3
A3	Referanser	3

A1 Profiler for aktiv udrenert skjærfasthet

Det er utført tolkning av skjærstyrkeprofiler ved trykksondering (CPTU) iht. korrelasjoner i ref. /A1/. Disse er sammenstilt med laboratorieundersøkelser der det er tilgjengelig, supplert av en linje som viser normalkonsolidert skjærfasthet ("NC"-linje) og tolkning basert på "SHANSEP"-metoden som tar hensyn til tidligere historisk belastning, ref. /A2/. Med grunnlag i ovennevnte metoder er det valgt en foreslått designlinje for aktiv udrenert skjærstyrke.

A2 Kommentarer til tolkning av udrenert skjærstyrke

A2.1 Borpunkt 2019_1

Tolkningen av udrenert skjærfasthet er basert på CPT, shansep og rutineundersøkelser fra laboratoriet (ekv. $S_{ua,konus}$ og $S_{ua,enaks}$) og ett treaksialforsøk.

Leira er fast og laboratedata stemmer relativt godt overens med tolkning basert på CPT. Treaksialforsøket har en styrke på litt over 60 kPa, men forsøket er muligens konsolidert litt for høyt, antageligvis rundt 10 kPa, og dette gir muligens en litt for høy c_{uA} . Kompensert for at forsøket da trolig er blitt kjørt på en litt for lav OCR justeres anbefalt c_{uA} justeres ned til 55 kPa. Prøvekvalitet av treaksialforsøket er vurdert til 1 "God", se datarapport 20190746-01-R.

A2.2 Borpunkt 2019_8

Tolkningen av udrenert skjærfasthet er basert på CPT, shansep og rutineundersøkelser fra laboratoriet (ekv. $S_{ua,konus}$ og $S_{ua,enaks}$) og ett treaksialforsøk. Prøvekvalitet av treaksialforsøket er vurdert til 1 "God", se datarapport 20190746-01-R. Leira er fast og laboratedata stemmer relativt godt overens med tolkning basert på CPT.

A2.3 Borpunkt 2019_12

Tolkningen av udrenert skjærfasthet er basert på CPT, shansep og rutineundersøkelser fra laboratoriet (ekv. $S_{ua,konus}$ og $S_{ua,enaks}$).

Det ble forsøkt tatt prøver fra dette borpunktet, men grunnet mye stein var det ikke mulig. Laboratorieforskene er derfor fra borpunkt 2019_11 som ligger i cirka samme kotehøyde, også ved elvebredden til Nitelva.

Den udrenerte skjærfastheten ser ut til å synke vesentlig mellom 4,5 og 6 m dypde. Borpunkt 2019_12 er like ved elvebredden til Nitelva og det er observert at leire er presset opp i elva ift. tidligere elvenivå, etter skredet. Det antas dermed at CPT-

sonderingen er penetrert gjennom et omrørt lag, altså en mulig del av bruddsonen til skredet.

A2.4 Borpunkt 2019_17

Tolkningen av udrenert skjærfasthet er basert på CPT og shansep.

Den udrenerte skjærfastheten ser ut til å synke vesentlig mellom 4,8 og 6,3 m dybde. Det antas dermed at CPT-sonderingen er penetrert gjennom et omrørt lag, altså en del av bruddsonen til skredet.

A2.5 Borpunkt 2019_18

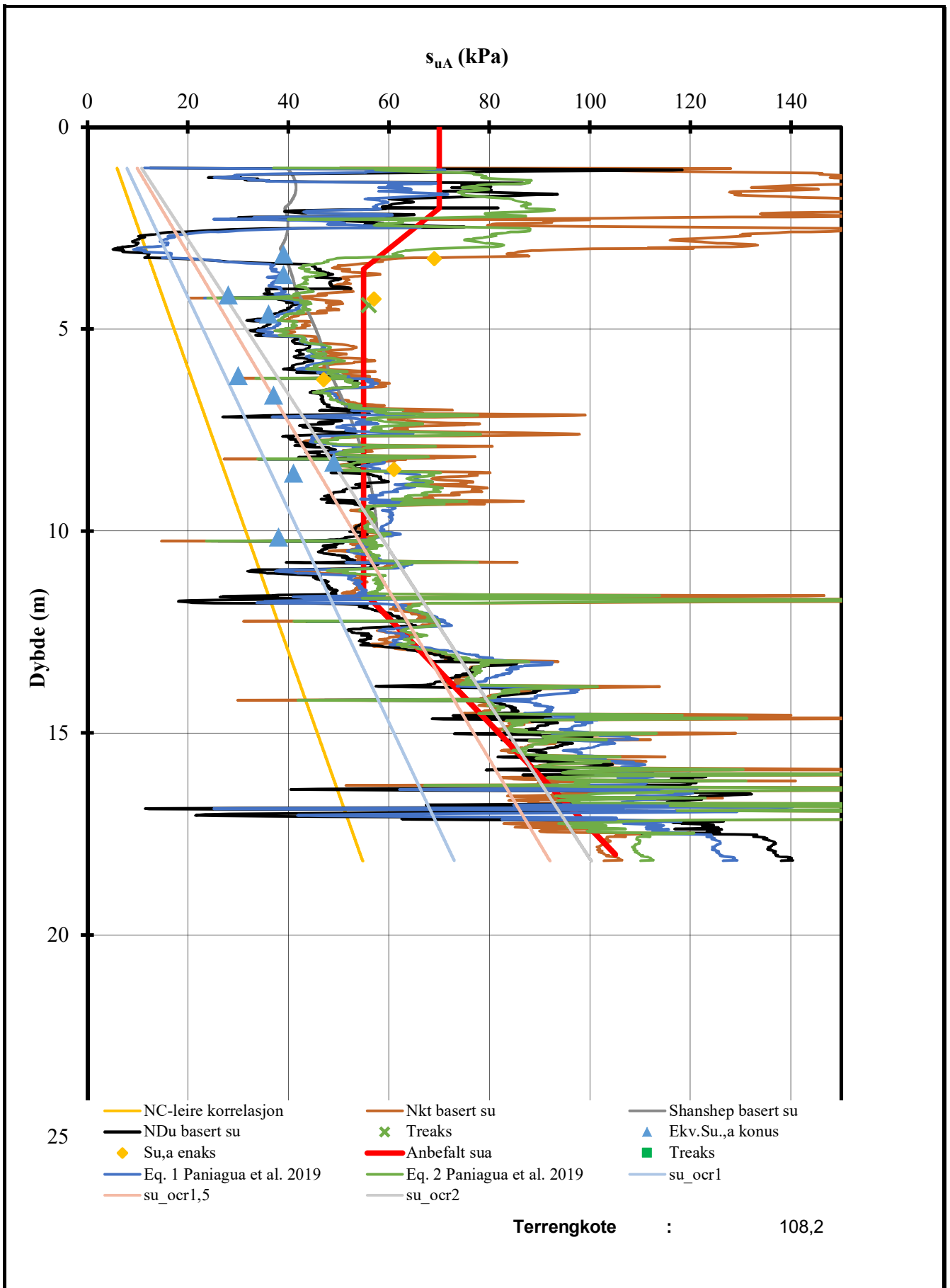
Tolkningen av udrenert skjærfasthet er basert på CPT og shansep.

Den udrenerte skjærfastheten ser ut til å synke vesentlig mellom 6 og 7,5 m dybde. Det antas dermed at CPT-sonderingen er penetrert gjennom et omrørt lag, altså en del av bruddsonen til skredet.

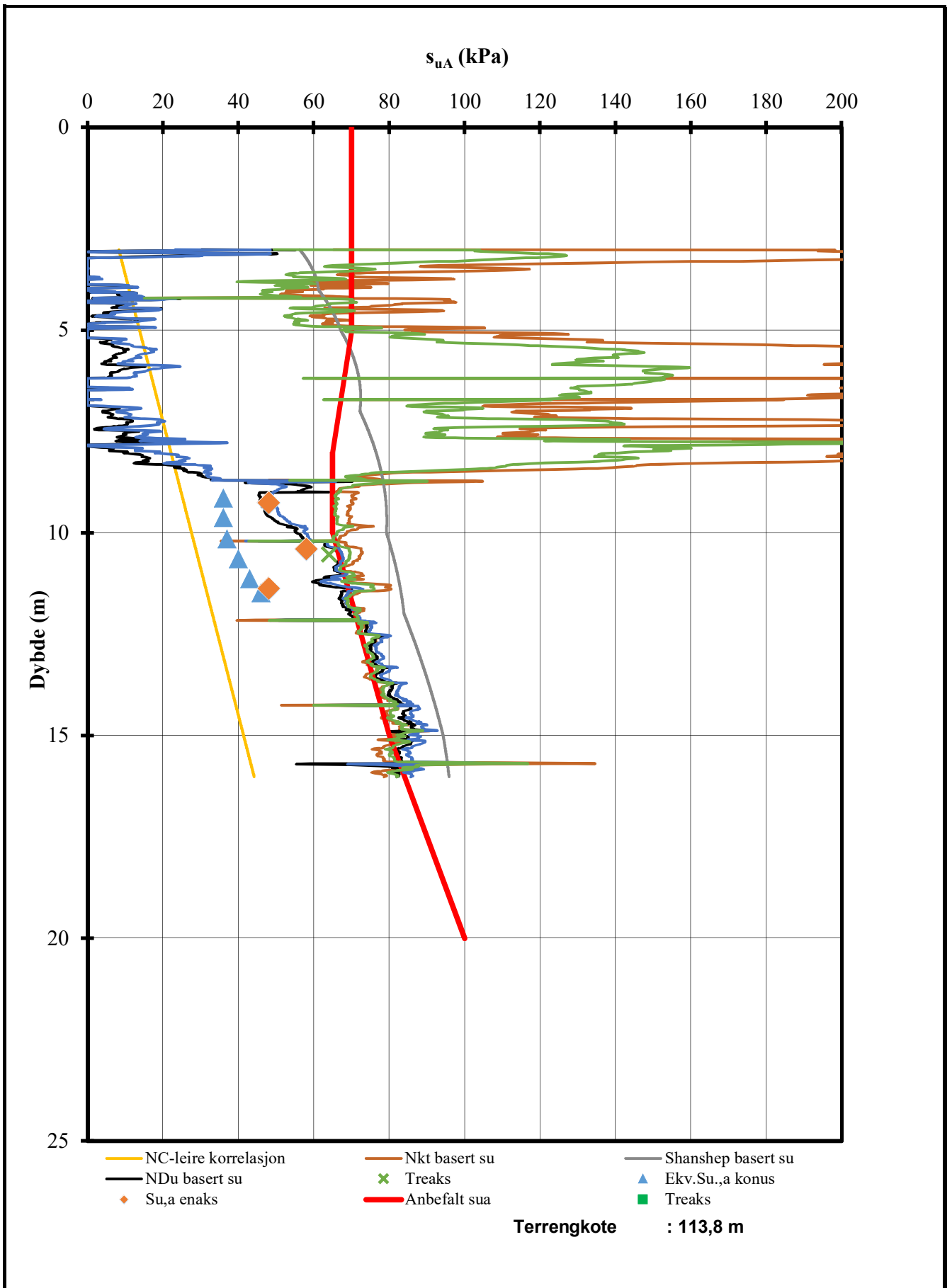
Borpunkt 2019_18 er ute i skredgropa, på nedsiden av pumpehuset. Koordinater og høyde er hittil ikke lest inn, men antatt terrengkote er 102,5 moh.


A3 Referanser

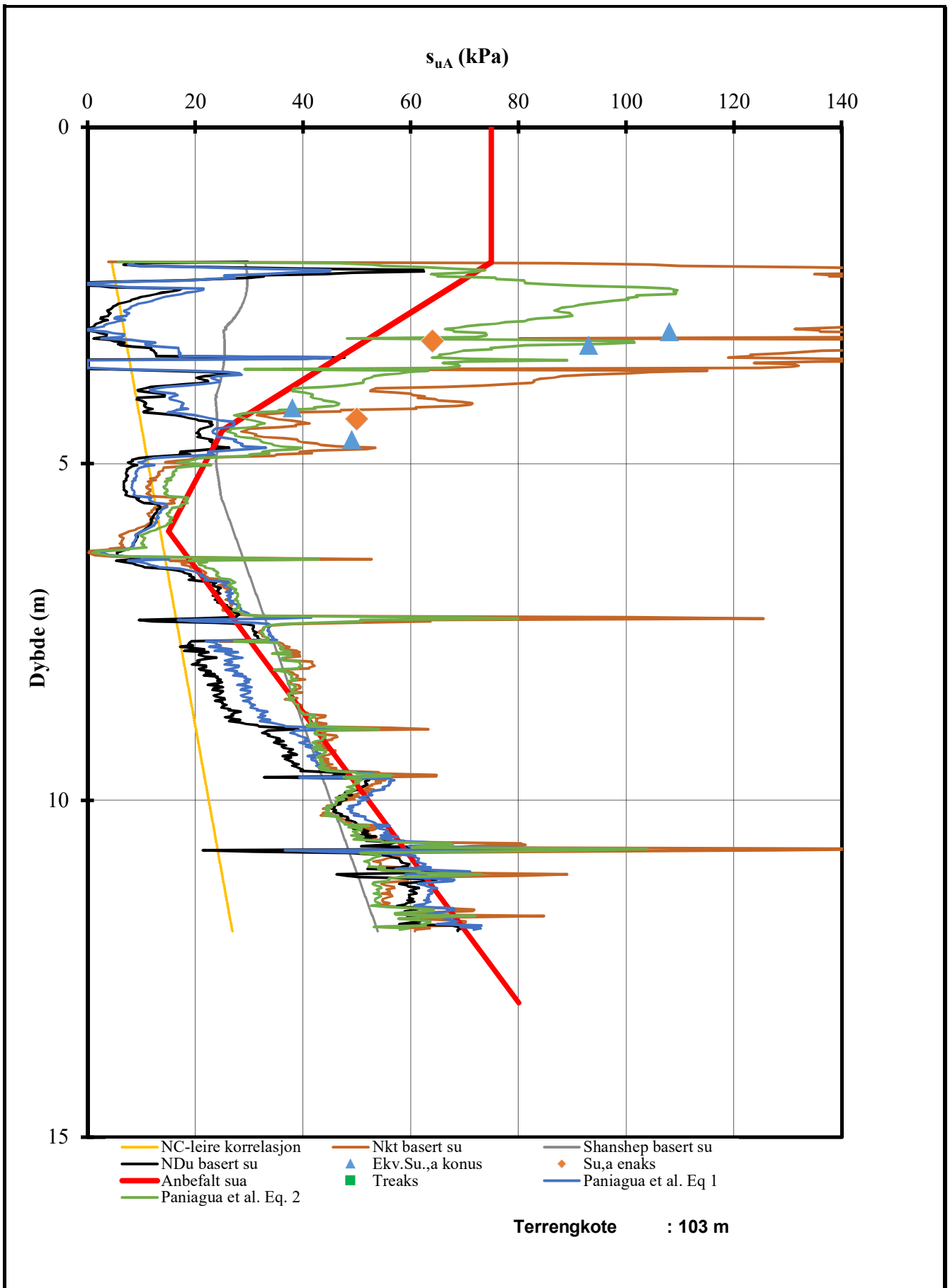
- /A1/ Karlstad, K., Lunne, K., Kort, D.A. and Strandvik, S. (2005): CPTU correlations for clays. Prov. 16th ICSMGE, Osaka, pp. 693-702.
- /A2/ Ladd, C. C. and Foott, R. (1974): New design procedure for stability of soft clays. Journal of the geotechnical engineering division, ASCE, Vol. 100, No. GT7, July, pp. 763-786.



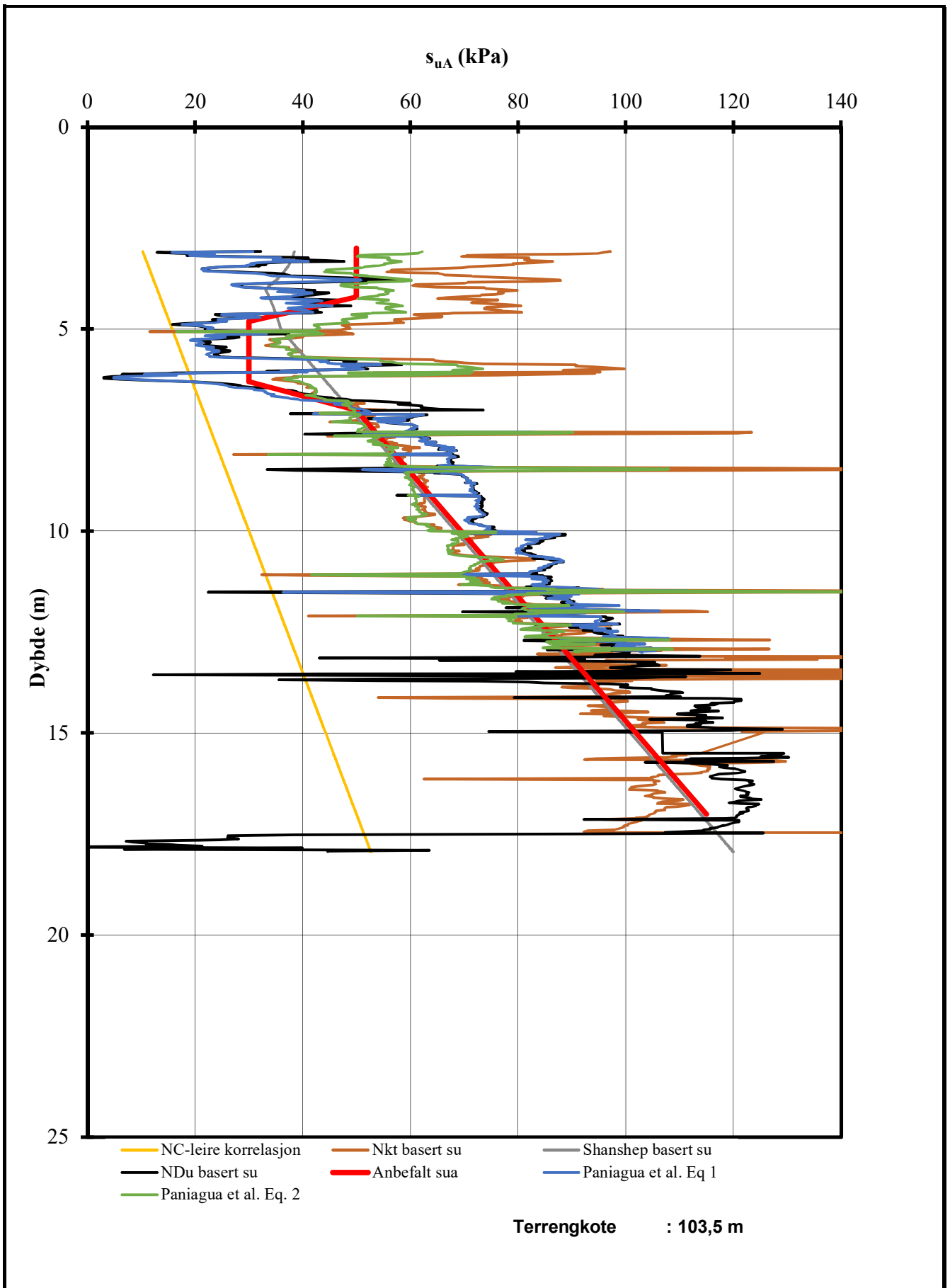
<p>Skred i Nittedal</p> <p>Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering, shanshep og lab.</p> <p>Borhull 2019_1</p>	Rapport nr.	Figur nr.
	20190746	A1
	Tegner	Dato
	KaR	13.11.2019
	Kontrollert	
VG		
	Godkjent	
	MMS	




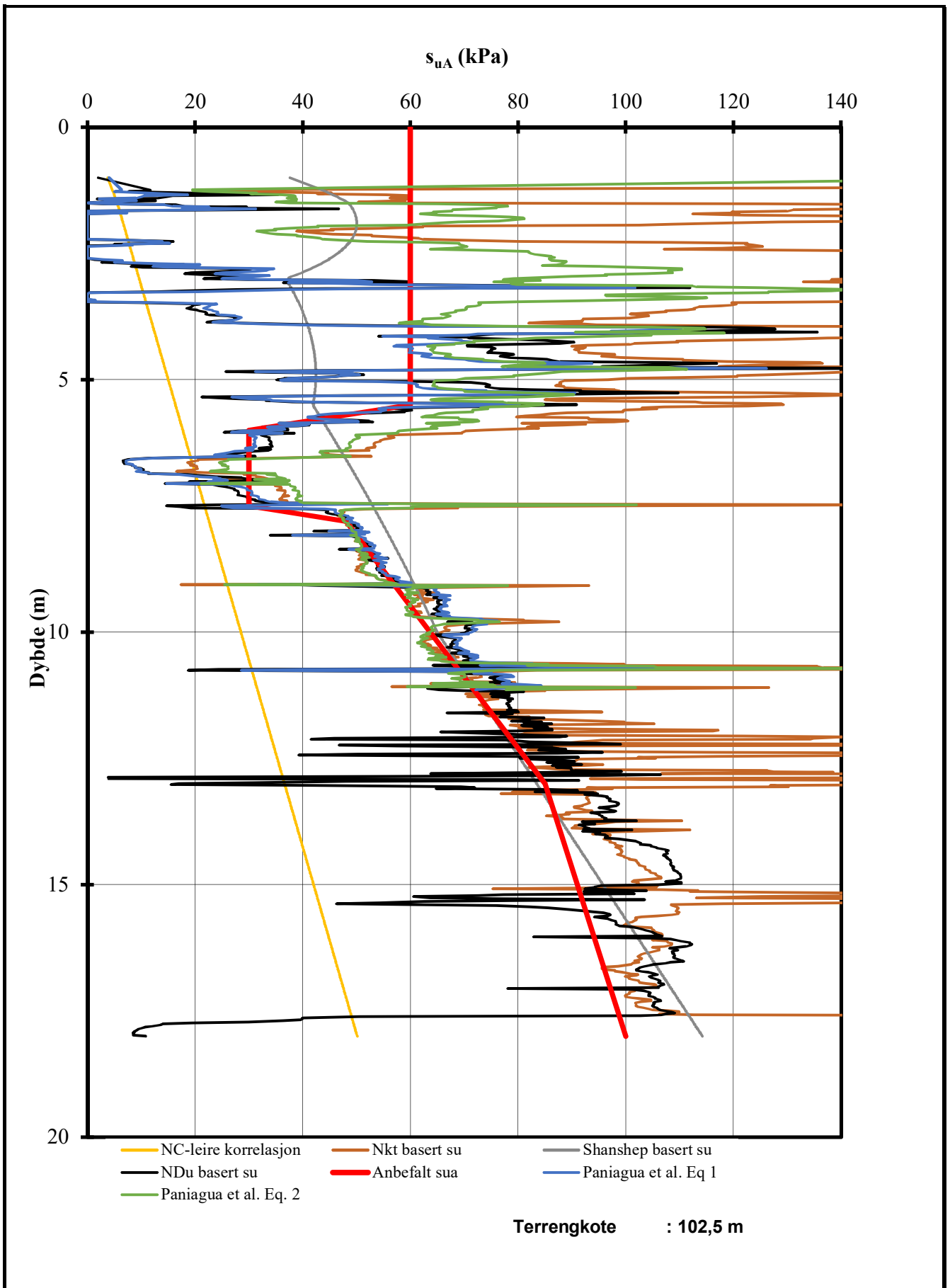
Skred i Nittedal	Rapport nr.	Figur nr.
	20190746	A2
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering, shanshep og lab. Borhull 2019_8	Tegner	Dato
	KaR	13.11.2019
	Kontrollert	
Godkjent		
	MMS	



Skred i Nittedal	Rapport nr.	20190746	Figur nr.	A3
	Tegner	KaR	Dato	13.11.2019
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering, shanshep og lab. Borhull 2019_12	Kontrollert	VG		
	Godkjent	MMS		



Skred i Nittedal	Rapport nr.	Figur nr.
	20190746	A4
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull 2019_17	Tegner	Dato
	MMS	21.11.2019
	Kontrollert	
Godkjent		
	MMS	



Skred i Nittedal	Rapport nr.	Figur nr.
	20190746	A5
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull 2019_18	Tegner	Dato
	MMS	21.11.2019
	Kontrollert	
VG		
	Godkjent	
	MMS	

Vedlegg B

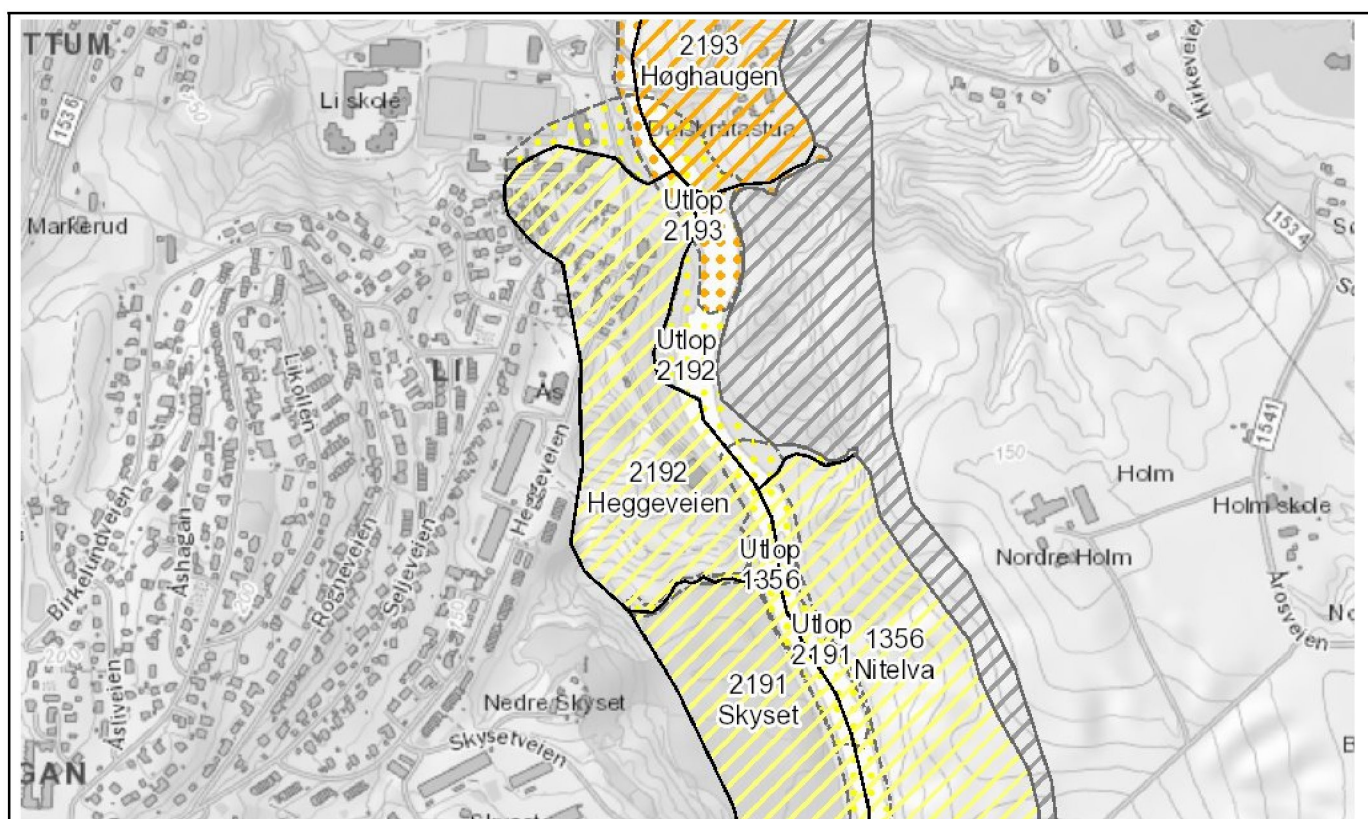
FORESLÅTT (FORELØPIG)
KVIKKLEIRESONE

Innhold

B1 Faktaark knyttet til (foreløpig) sone "Heggeveien"	2
--	----------

Kvikkleiresone 2192: Heggeveien - Kommune: Nittedal

Faregradklasse	Lav
Konsekvensklasse	Meget alvorlig
Risikoklasse	3
Grunnforhold	Kvikkleire påvist, sikkerhetsfaktor > 1,4
Sonestatus	Sikringstiltak utført
Opprettet	3.9.2018
Sist oppdatert	13.5.2020
Sist oppdatert av	STIFTELSEN NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT



Bemerkninger

NGI har på vegne av NVE gjort vurdering av skredfare langs Nitelva i 2009 da det ble gjennomført grunnundersøkelser og kartlegging av berg i dagen for undersøkelse av grunnforhold og mulig revidering av sonens utstrekning. Det ble ikke gjennomført stabilitetsberegninger i 2009, men rapporten viser til tidligere stabilitetsberegninger i samme området.

Sonen er i 2018 oppdatert etter befaring og gjennomgang av tidligere rapporter, og den tidligere sonen er nå inndelt i 4 soner med noe mindre utstrekning enn opprinnelig. Arbeidet er utført av

Bemerkninger

NGI.

Den 16. september 2019 gikk det et skred i krysset mellom Heggeveien og Birkelundsveien på Li. NGI bistod i akutfasen, utførte supplerende grunnundersøkelser og foreslo en sikringsstrategi for skredet. Det ble utført sikring ved avlastning av toppen av skredet, grunnforsterkning av skredgroppen og lagt ut en støttefylling for å reetablere skråningen.

Under "vurdering av grunnforhold og stabilitet i sonen" er det valgt å skrive "Kvikkleire påvist, sikkerhetsfaktor >1,4". Det bemerkes imidlertid at stabiliteten i søndre del av sonen ikke er undersøkt av NGI og at det er noe usikkerhet knyttet til dette.

Basert på tilgjengelig data ble det i april/mai 2020 utført en utredning av områdestabilitet i sonen.

Referanser

Norges Geotekniske Institutt 20160784-TN-01 20160784-TN-01 kvikkleiresone revidering_endelig.pdf datert 17.7.2018

Fareberegning

Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	<p>Historisk sett har det vært høy skredaktivitet på Romerike. Nord og øst for sonen har det gått store skred.</p> <p>Den 16. september 2019 gikk det et kvikkleireskred i krysset mellom Heggeveien og Birkelundsveien på Li. Skredet var over 100 m bredt og gikk ned mot Nitelva.</p>	Høy	3	1	3
Skråningshøyde i meter	Skråningshøyden er opptil 30 meter både nord og sør i sonen.	20-30	2	2	4
Forkonsolidering pga terrengsenkning	<p>Det er ikke utført ødometerforsøk som NGI har kjennskap til ved utredningen i mai 2020.</p> <p>Tolkning av trykksonderinger i borpunkt 1_2019 og 8_2019 (20190746-01-R rev.1) indikerer med empiri-baserte korrelasjoner en OCR over 2. Dette stemmer godt overens med terrenget i området som bærer preg av tidligere skred- og erosjonsaktivitet.</p>	1,5-2,0	1	2	2

Fareberegning					
	Totalt sett antas det representativt med en OCR mellom 1,5 - 2,0 for sonen.				
Poretrykk	<p>Borpunkt 14_2019 helt nord i sonen viser hydrostatisk poretrykk fra to elektriske poretrykksmålere (NGI-rapport 20190746-01-R rev.1).</p> <p>Det er satt ned to poretrykksmålere sør i sonen i borpunkt LG1-15, men NGI hadde ikke tilgang til data fra LG1-15 ved utredning av sonen.</p> <p>Det er satt ned ett hydraulisk vannstandsør i borpunkt LG1-16 cirka midt i sonen (Løvlien-rapport 15307 nr. 2).</p> <p>Totalt sett virker hydraulisk poretrykksfordeling med dybden å være representativt.</p>	Hydrostatisk	0	3	0
Kvikkleiremektighet	Grunnundersøkelsene fra 20190746-01-R (rev. 1) påviser kvikkleire fra rundt 3-4 m dybde og ned til under nivå på Nitelva i den nordlige delen av sonen nær 2019-skredet (skråningshøyde rundt 10 m), og dermed er mektighet over H/2.	>H/2	3	2	6
Sensitivitet	Sensitivitet i borpunkt 1_2019 like nordvest for 2019-skredet ble målt til 56 ved 4 m dybde og 380 ved 10 m dybde.	>100	3	1	3
Erosjon	<p>Ingen erosjon er observert ved befaring i 2018 (NGI-rapport 20160784-01-TN).</p> <p>Det er ikke utført en fullstendig befaring av erosjonsforholdene langs Nitelva ifm. NGIs arbeid i september 2019 - april 2020, men søndre halvdel av sonen er befart og det ikke observert erosjon her.</p>	Ingen	0	3	0

Fareberegning					
	Totalt sett virker ingen erosjon å være representativt for sonen.				
Inngrep	<p>Det er utført en god del bakkeplanering og drenering av raviner og skråninger på begge sider av Nitelva i løpet av 1980-årene, men det er ikke utført i denne sonen.</p> <p>Etter skredet i 2019 ble det utført skredsikring ved bruk av grunnforsterkning med kalksement og det ble deretter lagt ut en støttefylling (lokalstabiliteten ved 2019-skredgropa etter skredsikring har materialfaktor over 1,4 dokumentert i 20190746-02-R rev. 2).</p>	Noe forbedring	-2	3	-6
Total poengsum					12
Prosent av maks					23.53
Sist oppdatert	10.5.2020				

Konsekvensberegning					
Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligenheter	Boligfelt med eneboliger og rekkehus.	Tett > 5	3	4	12
Næringsbygg	Renseanlegg, verksted og pumpestasjon.	<50	2	3	6
Annen bebyggelse	Ingen. Skole utenfor sonen.	Ingen	0	1	0
Veier	Fylkesvei 401 har ÅDT på ca 3000, hentet fra SVVs ÅDT.	1001-5000	2	2	4
Toglinje	Ingen.	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Distribusjonsnett, hentet fra NVE Atlas.	Distribusjon	1	1	1
Oppdemning	Oppdemming av Nitelva vil kun kunne medføre skader på veier/broer.	Liten	1	2	2
Total poengsum					25
Prosent av maks					55.56
Sist oppdatert	6.9.2018				

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Oppsummering trinn i - trinn iv, samt områdestabilitetsvurdering		Dokumentnr./Document no. 20190746-03-R
Dokumenttype/Type of document Rapport / Report	Oppdragsgiver/Client Nittedal kommune	Dato/Date 2020-05-15
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, Nittedal, Li, kalksement, motfylling		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Norge, Viken	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	2020-05-13 Marius M. Søvik	2020-05-15 Håkon Heyerdahl		

Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release	Dato/Date 15. mai 2020	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 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

