

Til: NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat
v/ Jaran Wasrud
Kopi til: Enebakk kommune v/ Kjersti Øiseth
Dato: 2020-02-20
Rev.nr. / Rev.dato: 2 / 2020-03-13
Dokumentnr.: 20200133-01-TN
Prosjekt: Skred i kvikkleiresone 712 Tobøl, Enebakk
Prosjektleder: Einar John Lande
Utarbeidet av: Marit Skaug Løyland, Einar John Lande, Bjørn Kalsnes og José Cepeda
Kontrollert av: Bjørn Kalsnes, Håkon Heyerdahl

Geoteknisk vurdering av skred ved Lillestrømveien 906

Innhold

1	Innledning	2
2	Hendelsesforløp	2
3	Topografi og grunnforhold	4
3.1	Kvartærgeologisk kart og kvikkleiresoner	4
3.2	Utførte grunnundersøkelser i 2020	5
3.3	Tidligere vurderinger og grunnundersøkelser i området	6
4	Stabilitetsvurdering	6
4.1	Beregningsforutsetninger	6
4.2	Resultater	7
5	Anbefalt sikring av skråning	8
6	Forslag til soneendringer	10
7	Konklusjon	12
8	Referanser	13

Tegninger

Tegning 010 Borplan, utførte grunnundersøkelser og plassering av snitt

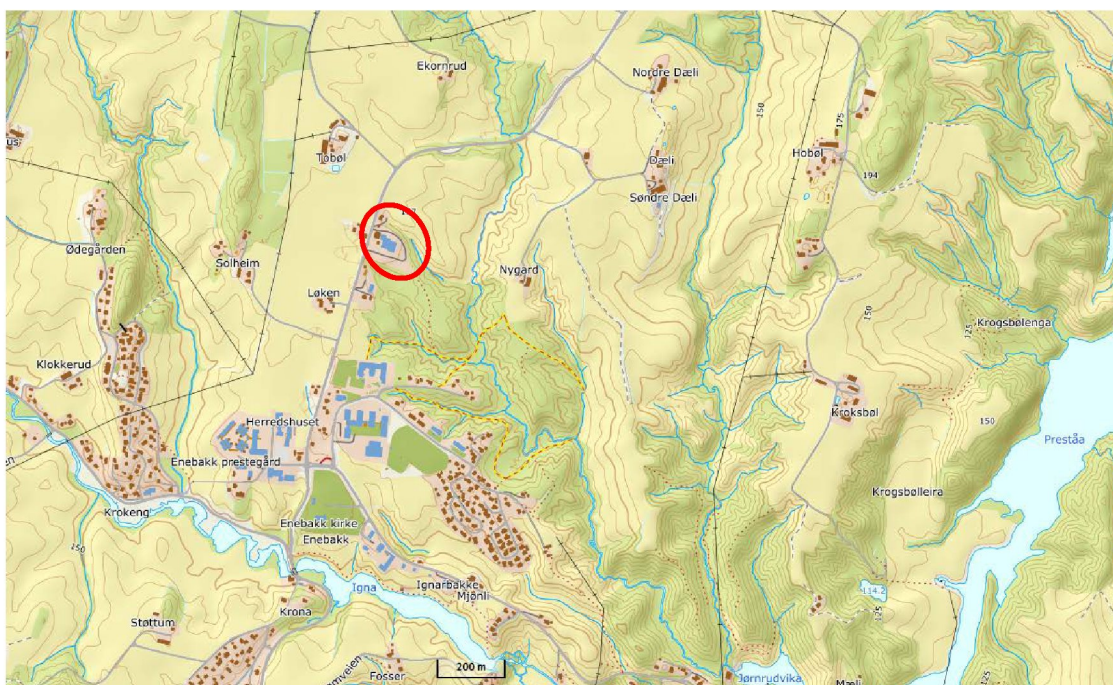
Vedlegg

Vedlegg A Tolkning av trykksonderinger
Vedlegg B Stabilitetsberegninger
Vedlegg C Faktaark soner Tobøl nord og Tobøl sør

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Norges Geotekniske Institutt (NGI) er engasjert av Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE) for å bistå i forbindelse med skred ved Lillestrømveien 906 i Enebakk kommune natt til 1. februar 2020. Skredområdet ligger innenfor kvikkleiresone 712 Tobøl, og er markert med rød sirkel i Figur 1. Foreliggende notat gir innledningsvis en kort redegjørelse av hendelsesforløp. Videre følger en oppsummering av utførte grunnundersøkelser og tolkning av grunnforhold, samt geoteknisk vurdering av skred og forslag til tiltak for sikring av skredkant. Revisjon 2 inkluderer en revurdering av utbredelse og klassifisering av kvikkleiresone Tobøl basert på informasjon fra utførte grunnundersøkelser.



Figur 1. Oversiktskart med markering av skredområdet.

2 Hendelsesforløp

Natt til lørdag 1. februar 2020 ble det meldt om skred ved Lillestrømveien 906. NGI v/ Håkon Heyerdahl ble oppringt ca. klokken 03:30 av politiet. Skredet ble anslått å ha en bredde på 100-150 m og hadde løsnet på området til Enebakk bussterminal, eid av Sporveien. Bildet i Figur 2 er tatt med drone og viser omfanget av skredet. Siden skredet ligger innenfor kvikkleiresone 712 Tobøl ble det besluttet å evakuere alle innenfor kvikkleiresonen. Dette innebar evakuering av 8 boliger, lokalene til Norsk Epoxy og Enebakk bussterminal. Fylkesvei 120 ble også avsperrert i det aktuelle området.

NGI v/ Håkon Heyerdahl stilte ved området ca. klokken 07:00. Skredet hadde ikke berørt bygg eller busser annet enn en enkel bod/sjøppelcontainer som stod ved skredkanten. Det var heller ikke meldt om noen personer som var tatt av skredet. Grunnet usikkerhet rundt grunnforhold i området, samt det faktum at skredområdet ligger innenfor en kvikkleiresone, ble det besluttet at man opprettholdt evakuering til nærmere geotekniske undersøkelser var utført og tolket.



Figur 2. Bilde av skredet tatt med drone (kilde: Follo brannvesen).

Boremannskap fra NGI startet arbeidet på området søndag 2. februar. Det ble utført sonderboring til antatt berg i fem punkter ved Fv 120. Boringene viste at det var relativt grunt til antatt berg og lite sannsynlig at det var kvikkleire i dette området. På bakgrunn av dette ble det besluttet allerede søndag 2. februar å åpne Fv120 med forutsetning om at det var stoppforbud på evakuert område, samt at det var en skredvakt på området.

Grunnundersøkelsene fortsatte frem til onsdag 5. februar. Det ble boret i fire nye punkter og tatt opp prøveserier i to av disse punktene. Prøveseriene ble tatt opp på nordsiden og sørsiden av verkstedet ved Lillestrømveien 906. Prøvene ble tatt fra dybder der sonderingene kunne antyde sprøbrudd eller kvikkleire. Undersøkelser i NGIs laboratorium viste at det ikke var sprøbruddsmateriale eller kvikkleire i de opptatte prøvene. Det ble dermed besluttet å oppheve evakueringen av husene tirsdag 4. februar,

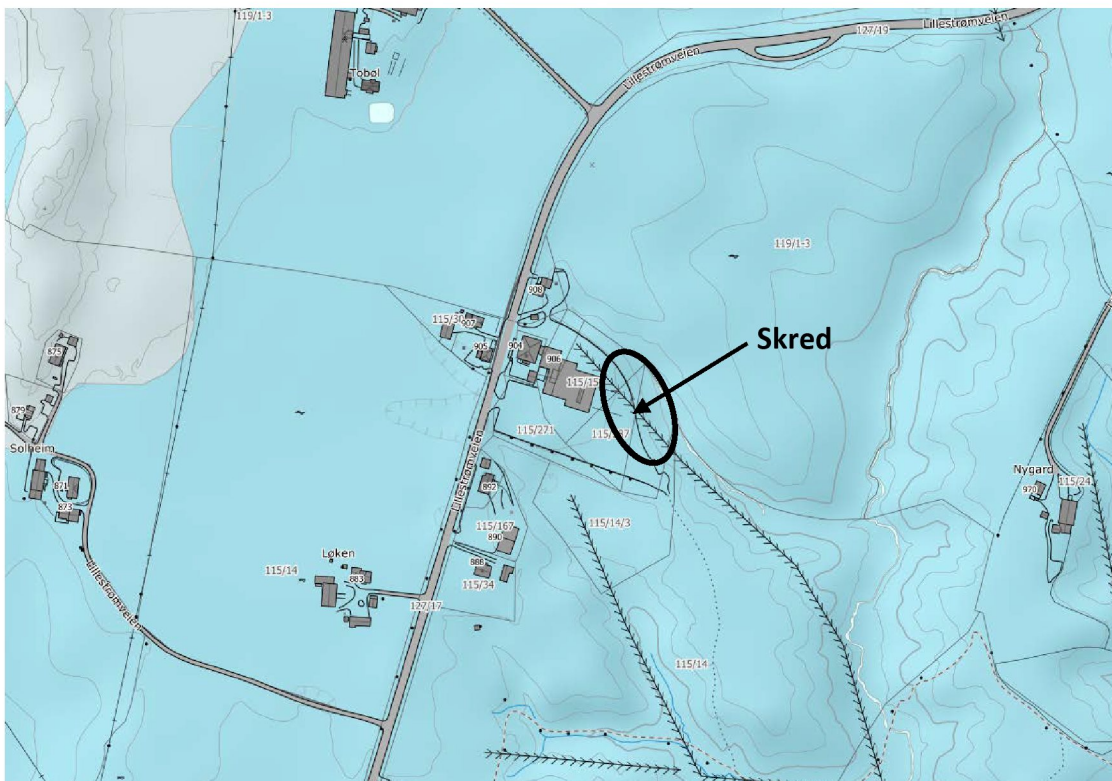
da faren for videre skredutvikling helt tilbake til husene anses minimal uten at det er kvikkleire til stede.

3 Topografi og grunnforhold

3.1 Kvartærgeologisk kart og kvikkleiresoner

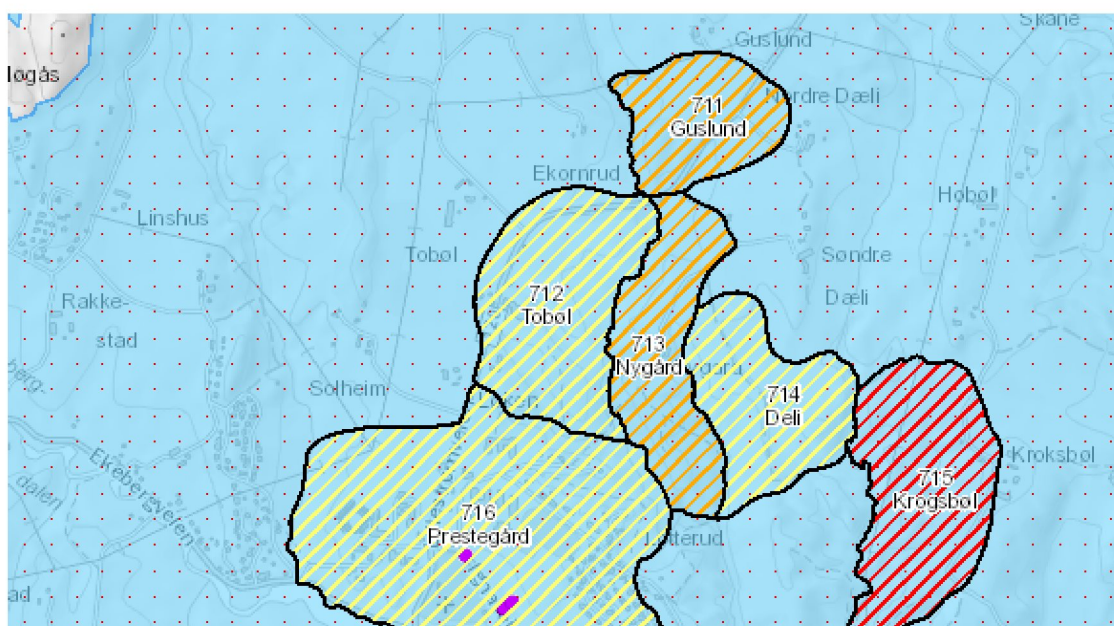
Lillestrømvegen 906 ligger på en rygg mellom to ravinedaler. Eiendommen brukes i dag til bussparkering og verksted. Plataet er fylt ut og planert slik at plassen ligger tilnærmet flatt på kote +165. Mot ravinen på nordsiden av eiendommen skrår terrenget nedover med en helning på ca. 1:2. Bunnen av ravinen skrår slakt ned mot øst med en helning på ca. 1:18,5. Høydeforskjellen mellom plataet og bunnen av ravinen i skredområdet er mellom 10 og 15 m.

Kvartærgeologisk løsmassekart fra NGU, vist i Figur 3, viser at området består av tykk havavsetning (blå) med noe tynn havavsetning (lyseblå) på østsiden ved Solheim gård. Dette er avsetninger som potensielt kan inneholde kvikkleire. På vestsiden av fylkesveien er terrenget relativt flatt. Ved befaring av området er det påvist berg i dagen ved Solheim gård.



Figur 3. Utsnitt av kvartærgeologisk løsmassekart (kilde. www.ngu.no).

Skredområdet ligger i kvikkleiresone 712 Tobøl, se Figur 4. Kvikkleiresonen er vurdert å ha lav faregrad, men middels konsekvensklasse, resulterende i risikoklasse 3 (middels prioritet). Kvikkleiresonen er basert på to boringer i form av dreketrykksonderinger, én boring plassert nordøst for skredområdet, og én sørøst for skredområdet. Fra disse boringene er det tolket kvikkleire på ca. 20 m dybde, tilsvarende kvikkleire på ca. kote 145. Det er ikke foretatt prøvetaking for eventuell påvisning av kvikkleire ved laboratorieforsøk i forbindelse med kvikkleirekartleggingen.



Figur 4. Oversikt over kvikkleiresoner i området.

3.2 Utførte grunnundersøkelser i 2020

I forbindelse med vurdering av skredfare, behov for sikring av området og mulighet for å lette på evakueringen ble det besluttet å utføre grunnundersøkelser for å kartlegge lagdeling og utbredelse av kvikkleire, og for å skaffe til veie styrkeparametere i leiren. Det ble utført dreietrykksonderinger i ni borpunkter, trykksondering (CPTU) i tre punkter, totalsondering i ett punkt for sikker bergpåvisning, samt tatt opp uforstyrrede prøver i to punkter. Borplan er vist på Tegning 010. Grunnundersøkelsene er oppsummert i NGI-rapport 20200133-01-R *Datarapport grunnundersøkelser* /1/.

Boringene foretatt langs fylkesvei 120 viser begrensede dybder til berg, mellom 10 og 15 m under terreng. Sonderinger nærmere skredkanten inne på bussterminalen viser at berget skråer nedover mot øst, og borpunkt 8_2020 og 9_2020 viser en løsmassemekthet på opptil 20 m. Inne på bussterminalen består løsmassene av et øvre lag med 2-4 m med fyllmasser og tørrskorpe. Videre i dybden er det middels fast leire ned til berg. Det var ikke kvikkleire eller sprøbruddmateriale i prøveserier fra borpunkt 4 og 7. Sonderingene viser imidlertid antydning til sprøbruddmateriale fra ca. 16 m

dybde og ned til antatt berg i borpunkt 8 og 9. Det er ikke opptatt prøver fra disse borpunktene.

3.3 Tidligere vurderinger og grunnundersøkelser i området

Noteby-rapport 50575-1 *Ras i busselskapets anlegg i Enebakk, Grunnundersøkelser og geoteknisk utredning /2/* oppsummerer grunnundersøkelser som ble utført i forbindelse med et skred i 1993. Skredet den gangen gikk i ravinen sør for bussterminalen. Det ble foreslått å fylle igjen deler av ravinen som et tiltak for å bedre stabiliteten. Sammenligning med dagens topografi tilsier at gjenfylling av ravinen ble utført i henhold til anbefalingene.

Grunnundersøkelsene som ble utført av Noteby ligger stort sett nede i den sørlige ravinen, med unntak av ett punkt på bussparkeringsen. Prøveserier tatt opp i dalbunnen viser tørrskorpe de øverste 2,5 m. Videre i dybden har leiren en skjærstyrke på ca. 20 kPa. Den omrørte styrken til leiren er målt til ca. 2 kPa. Dette tyder på at leiren er sensitiv og må betraktes som et sprøbruddsmateriale, men den er ikke kvikk.

Utførte vingeboringer viser at leirens skjærstyrke øker med avstanden fra bekken. Boringen som er utført på parkeringsplassen viser skjærstyrke på 30 – 40 kPa og lite sensitiv leire. Dette stemmer godt overens med boringer utført av NGI i 2020.

4 Stabilitetsvurdering

I etterkant av skredet i 2020 er det utført stabilitetsberegninger av skråningen i tre profiler, se beliggenhet i tegning 010. Det er regnet både på opprinnelig skråning og for situasjon etter skredet.

4.1 Beregningsforutsetninger

Jordparametere

Valg av jordparametere i de øvre fyllmassene og for tørrskorpelaget er basert på erfaring med tilsvarende materialer. Romvekt, γ , er valgt til 19 kN/m³ og drenert friksjonsvinkel, ϕ' , valgt lik 30°. Det er ikke antatt kohesjon i disse massene.

Styrkeparametere i leire er valgt basert på tolkning av trykksonderinger i borpunkt 3_2020, 4_2020 og 7_2020. Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet, $c_{u,A}$, er også lagt ved i vedlegg A. Trykksonderingen i 7_2020 antyder noe høyere skjærfasthet enn for de to andre trykksonderingene. Basert på resultater fra sonderinger i bunnen av den sørlige ravinen er skjærfastheten noe redusert i ravinebunnen. Leiras anisotropiforhold er erfaringsmessig valgt til $c_{u,D}/c_{u,A} = 0,63$ og $c_{u,P}/c_{u,A} = 0,35$.

I beregningene er det i den østre delen av området ut mot ravinen antatt å være et lag med sprøbruddsmateriale/kvikkleire under ca. kote +151 og ned til berg. I dette laget er aktiv skjærfasthet ($c_{u,A}$) redusert til 85% av opprinnelig verdi for å ta hensyn til effekt av sprøbruddsmateriale/kvikkleire.

Grunnvann

Det er ikke utført poretrykkmålinger eller måling av grunnvannsnivå i det undersøkte området. I beregninger er det (antatt noe konservativt) antatt at grunnvann ligger omtrent i lagdeling mellom fyllmasser og naturlig leire (ca. 3-4 m dybde) inne på bussterminalens område. Grunnvann følger dermed skråning ned til bunn av skråning hvor det ligger omtrent i terrengnivå. Det er antatt hydrostatisk poretrykkøkning med dybde.

4.2 Resultater

Resultater av utførte stabilitetsberegninger for opprinnelig skråning og for situasjon etter skredet er vist i vedlegg B. Beregningene viser at opprinnelig tilstand av skråningen hadde en sikkerhetsfaktor mot brudd (F_c) like over 1,0 (tegning B01 og B04) i udrenert tilstand. Dette gir en god indikasjon på at tolket skjærfasthet i leira og materialparametere for øvrig er rimelige. Beregningene antyder en labil situasjon, og det må ikke nødvendigvis ha vært en større "trigger" som har utløst skredet.

NVE utførte den 03.02.2020 innmåling av terreng med drone. Disse viser at terrenget i bunnen av ravinen har hevet seg opptil 4-5 m enkelte steder etter utglidningen. Disse massene virker stabiliserende og sannsynligheten for videreutvikling av større skred vurderes derfor som lite sannsynlig, særlig ut fra at det ikke er påvist kvikkleire i området bakenfor skredkanten. Beregningene dekker imidlertid dype skjærflater, og det kan foregå bevegelser i skredmassene og langs skredkant, som fortsatt er meget bratt ned fra platået med bussoppstillingsplass/verksted. Aktiviteter i skredområdet må derfor ikke foretas uten nøye vurderinger.

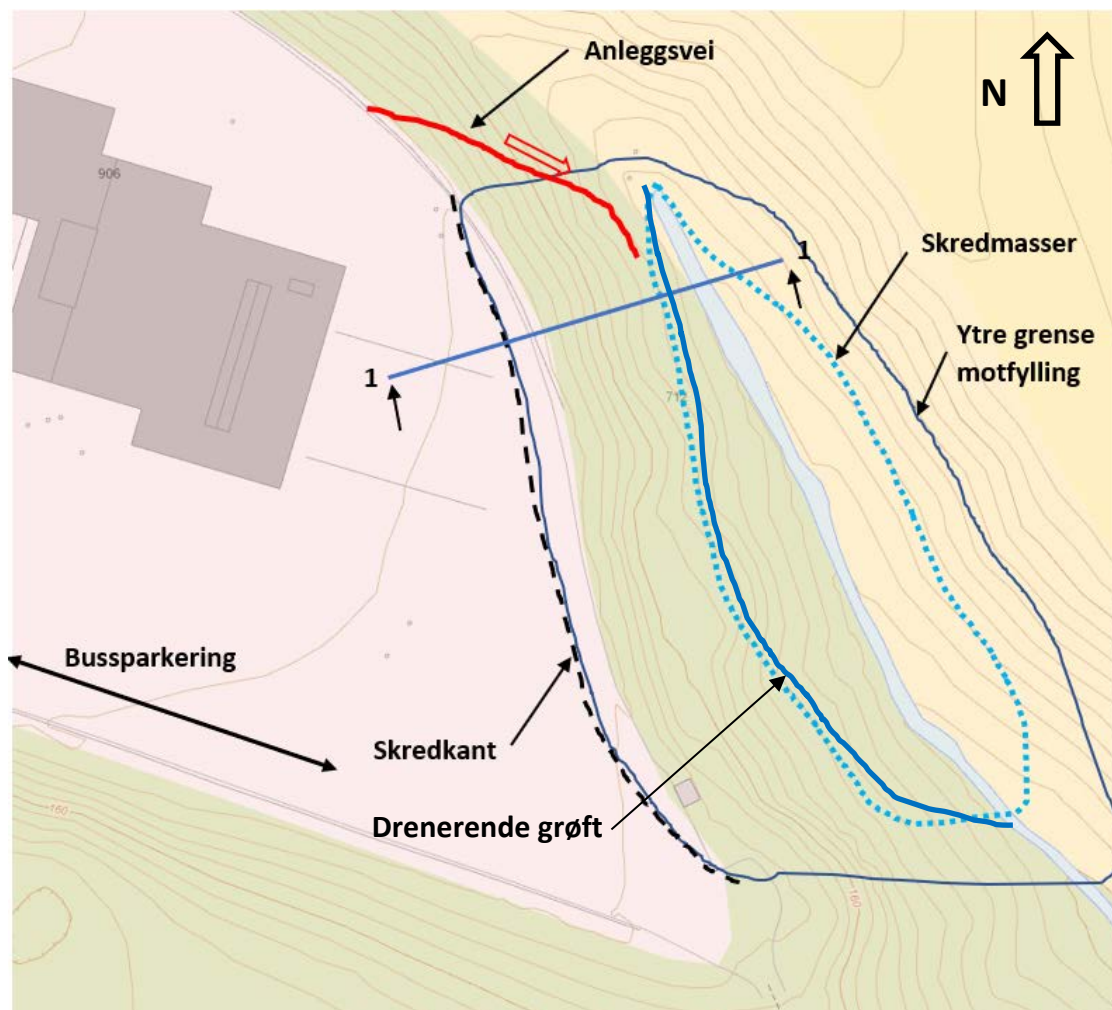
Beregninger av stabiliteten av skråning etter skredet viser at det er nødvendig med en sikkerhetsavstand på ca. 30 m fra skredkant (tegning B02 og B05). Skråningen må derfor utbedres og sikres før det kan tilrådes full utnyttelse av bussparkeringen. Dette ble kommunisert til grunneier Sporveien den 07.02.2020. Selve skredkanten står med meget bratt helning, og det er delvis overheng under asfaltlaget. Skredkant er derfor ustabil og utgjør en fare for mennesker som eventuelt skulle gå nede i skredgropen eller på kanten av bakre skredkant.

Det er i tillegg utført beregninger i profil A-A og B-B for å bestemme nødvendig omfang av permanent sikring med oppfylling i bunn av ravinen (tegning B06-B07). I disse beregningene er det benyttet en jevnt fordelt trafikklaster inne på parkeringsområdet for bussene, $q_d = 13$ kPa inkludert lastfaktor, $\gamma_f = 1,3$. Oppfylling i ravinen er forutsatt utført med sprengstein. Beregningene viser at det er nødvendig å fylle opp til ca. kote +157 i bunn av ravinen for å oppnå sikkerhetsfaktor, $F_c > 1,4$.

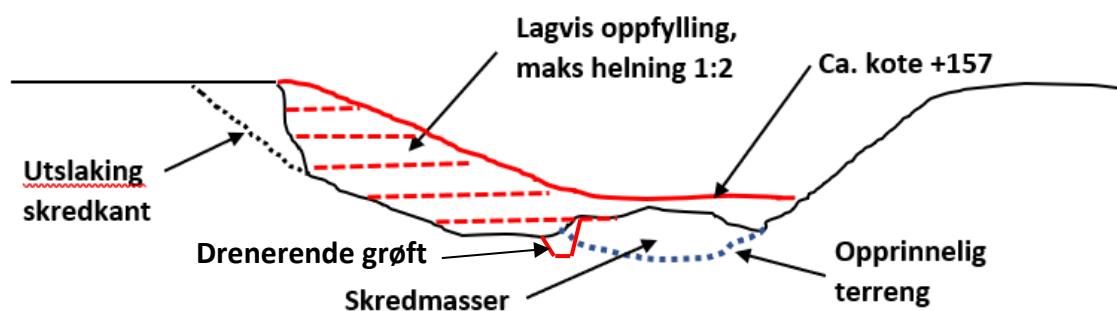
5 Anbefalt sikring av skråning

NGI gir i det påfølgende en kort beskrivelse av anbefalt permanent sikring av skråning:

- I forkant av oppfylling må skog, inkludert nedfall, i bunn av ravinen hogges og fjernes. Dette må trolig utføres manuelt uten bruk av tyngre kjøretøyer (traktor) nede i selve ravinen siden skredmassene må forventes å være bløte og ikke bæredyktige. Alternativt kan det utføres maskinelt på bæredyktig anleggsvei som suksessivt bygges for etablering av motfylling. Skogsvirke kan vinsjes opp på østsiden av ravinen.
- Arbeid med sikring av skråning bør starte på nordsiden av verkstedet ca. 10 m fra enden av skredet, illustrert i Figur 5. Der kan det bygges en stabil anleggsvei ned gjennom skråning som kan benyttes for videre seksjonsvis etablering av stabil arbeidsplattform for gravemaskin og inntransport av steinmasser.
- Etter hvert som man jobber seg nedover ravinen langs skråning må skredkant fortløpende graves av og slakes ut slik at det ikke er fare for ras ned på maskiner, se prinsippskisse i Figur 6.
- Skråningen sikres permanent ved å etablere en motfylling med sprengstein. Det skal ikke benyttes stein med større diameter enn 500 mm. Oppfylling må utføres lagvis fra bunn av ravinen opp til samme nivå som parkeringsplass til bussterminal, se skisse i Figur 6. Massene komprimeres lett med gravemaskin for hvert lag. Det skal ikke benyttes vibrerende komprimeringsutstyr. For å unngå oppdemming av vann i ravinen ovenfor skredmassene skal det graves en liten grøft i bunn av ravinen (ca. 1 m dybde og bredde) som fylles med drenerende stein, se Figur 5 og Figur 6. Grøften bør graves i seksjoner med maks lengde lik 10 m med fortløpende oppfylling med stein før neste seksjon graves ut.
- Grense for oppfylling i ravinen (motfylling) i sør er der bunn ravine ligger på ca. kote +150. Fylling legges opp med maksimal helning 1:3 retning nord opp til ca. kote +157. I den nordre enden avsluttes motfylling mot eksisterende terreng på ca. kote +156.



Figur 5. Skisse anbefalt plassering av anleggsvei for etablering av motfylling fra bunn av ravine.

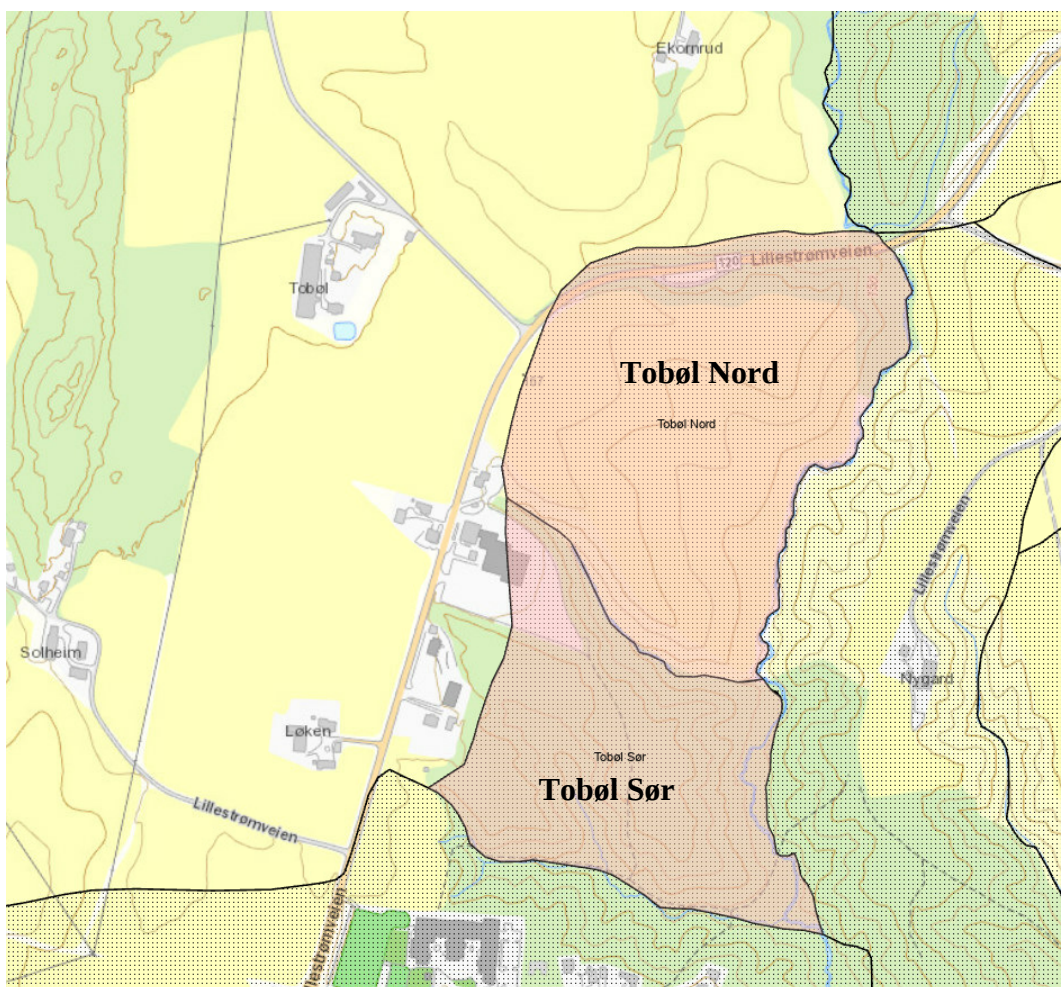


Figur 6. Profil 1-1, prinsippskisse lagvis oppfylling med sprengstein for sikring av skråning.

6 Forslag til soneendringer

Skredet gikk i eksisterende kvikkleiresone 712 Tobøl. Denne sonen var i praksis basert på to dreietrykksonderinger utført innenfor sonen som ledd i kvikkleirekartlegging på 1980-tallet. I forbindelse med vurdering av sikkerheten for området etter skredet 1. februar 2020, ble det gjennomført omfattende grunnundersøkelser (ref. /1/). Resultatene fra grunnundersøkelsene gir grunnlag for å justere kvikkleiresonens utbredelse og revurdere faregrad av sonen. De viktigste konklusjoner fra den nye grunnundersøkelsen med hensyn til soneendringer er som følger:

- Den eksisterende kvikkleiresonen 712 Tobøl foreslås delt i to, med nytt soneskille i ravinen der skredet gikk. Sonen nord for denne ravinen foreslås kalt Tobøl Nord. Sonen sør for denne ravinen foreslås kalt Tobøl Sør.
- Grunnundersøkelsene antyder at det ikke er kvikkleire/sprøbruddmateriale over kote 145. Det er ikke påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale i de boringene som er utført i 2020 (se Tegning 010), men det er fortsatt indikasjon på kvikkleire/sprøbruddmateriale på stor dybde i enkelte sonderinger. Grunnforholdene medfører at sonegrensene i vest kan endres noe.
- Med bakgrunn i det ovennevnte kan sonegrensene i vest også justeres. Foreslåtte nye sonegrenser i vest er vurdert med utgangspunkt i resultater fra stabilitetsberegningene (se vedlegg B), samt helninger 1:2.5 gjennom jordlag over kvikkleire/sprøbruddmateriale (dvs over kote 145m). Det medfører for sone Tobøl Sørs vedkommende at Lillestrømveien kommer utenfor sonen, samt det meste av bebyggelsen. Deler av kontor/lagerlokale for Vy blir derimot fremdeles innenfor sonen. For sone Tobøl Nord er det bare mindre endringer (Lillestrømveien kommer utenfor sonen i den søndre delen, samt noe justering i den vestre sonegrensen).
- Figur 7 viser forslag til de nye sonene med revidert soneutbredelse.



Figur 7. Forslag til nye soner, Tobøl Nord og Tobøl Sør.

Det er også foretatt nye faregradsevalueringer for begge sonene på grunnlag av topografiske, geomorfologiske, geotekniske og hydrogeologiske kriterier gitt i ref. /3/, se Tabell 1. Denne evalueringen gir faregrad "Lav" for begge sonene. Faktaark med fare- og konsekvensvurdering er gitt i Vedlegg C. Fareevalueringen er vurdert til å være lik for de to sonene. Konsekvensevalueringen er derimot vurdert forskjellig. Begge sonene er likevel vurdert til å ha mindre alvorlig konsekvens.

Tabell 1 Evaluering av faregrad Tobøl Nord og Tobøl Sør

Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score				Tobøl Nord og Sør	Tobøl Nord og Sør vektet
		3	2	1	0		
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	2	2
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15	1	2
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	1	2
Poretrykk Overtrykk, kPa:	3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk	0	0
	-3	> - 50	-(20 – 50)	-(0 – 20)			
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	1	2
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3
Inngrep: Forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	1	3
	-3	Stor	Noe	Liten			
Sum		51	34	16	0		16
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		31%

7 Konklusjon

I forbindelse med skred i Lillestrømveien 906 i Enebakk innenfor kvikkleiresonen 712 Tobøl natt til lørdag 1. februar 2020 har NGI utført akuttbistand, geotekniske grunnundersøkelser og vurderinger på oppdrag fra NVE. Det er ikke påvist sprøbruddmateriale eller kvikkleire i det undersøkte området inne på bussterminalens område eller langs Fv 120 innenfor sonen. Dette gir grunnlag for å revidere gjeldende soneutbredelse for kvikkleiresone 712 Tobøl.

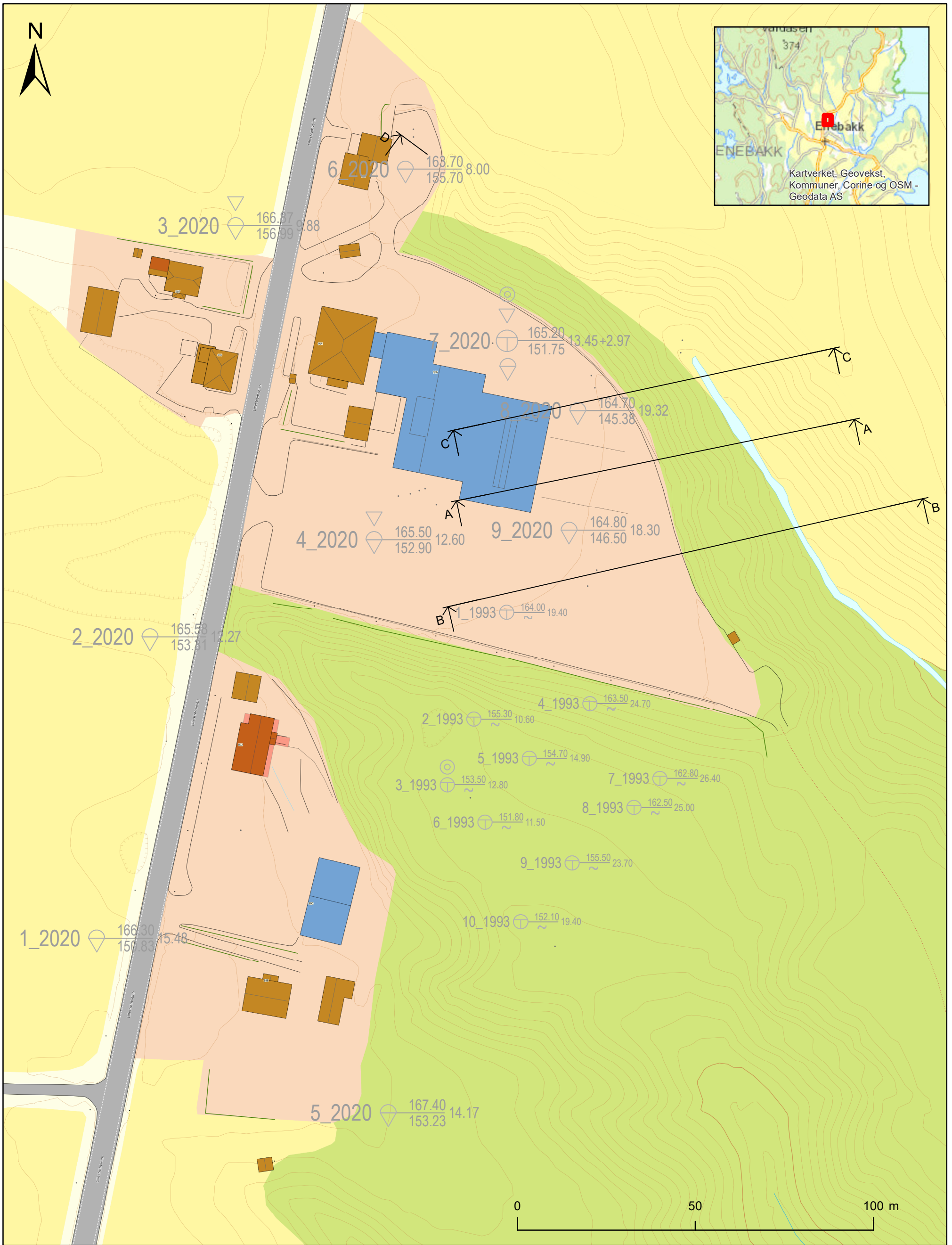
Basert på tolkning av grunnundersøkelser er det utført stabilitetsberegninger i tre profiler (A-C). Det er utført beregninger for terreng før skredet inntraff for å kontrollere de valgte styrkeparametere. Beregningene viser svært lav sikkerhetsfaktor for profil A og B før skredet skjedde. Det er også sett på situasjon etter skred for å vurdere nødvendige sikringstiltak og sikkerhetsavstand til skredkant. Før eventuell sikring er utført bør det ikke være trafikk/aktivitet nærmere enn ca. 30 m fra skredkant.

Det er anbefalt en permanent sikring av skråning ved å etablere en motfylling med sprengstein fra bunn av ravinen. Motfyllingen må legges opp lagvis og ikke ha brattere helning enn 1:2 opp mot sideterrenget, samt i fyllingsfront. For å unngå oppdemming av vann i ravinen ovenfor skredmassene skal det graves en liten grøft i bunn av ravinen (ca. 1 m dybde og bredde) som fylles med drenerende stein.

Før arbeid med sikring av skråning igangsettes skal tiltakshaver melde fra til NVE, Fylkeskommunen og Fylkesmannen.

8 Referanser

- /1/ Norges geotekniske institutt (NGI)
20200133-01-R Datarapport grunnundersøkelser
Datert 14.02.2020
- /2/ Noteby
50575-1 Ras i busselskapets anlegg i Enebakk, Grunnundersøkelser og
geoteknisk utredning
Datert 29.06.1993
- /3/ Norges Geotekniske Institutt (2008).
Program for økt sikkerhet mot leirskred – Metode for kartlegging og
klassifisering av faresoner, kvikkleire. Rapport 20001008-2, Revisjon 3, datert
8. oktober 2008.



Forklaringer:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen
- Miljøprøve

Borpunkt 1-10_1993 er utført i 1993 og er presentert i Noteby-rapport 50575-1

Målestokk (A3): 1:1 000 Datum: ETRS89, Kartprojeksjon: UTM32

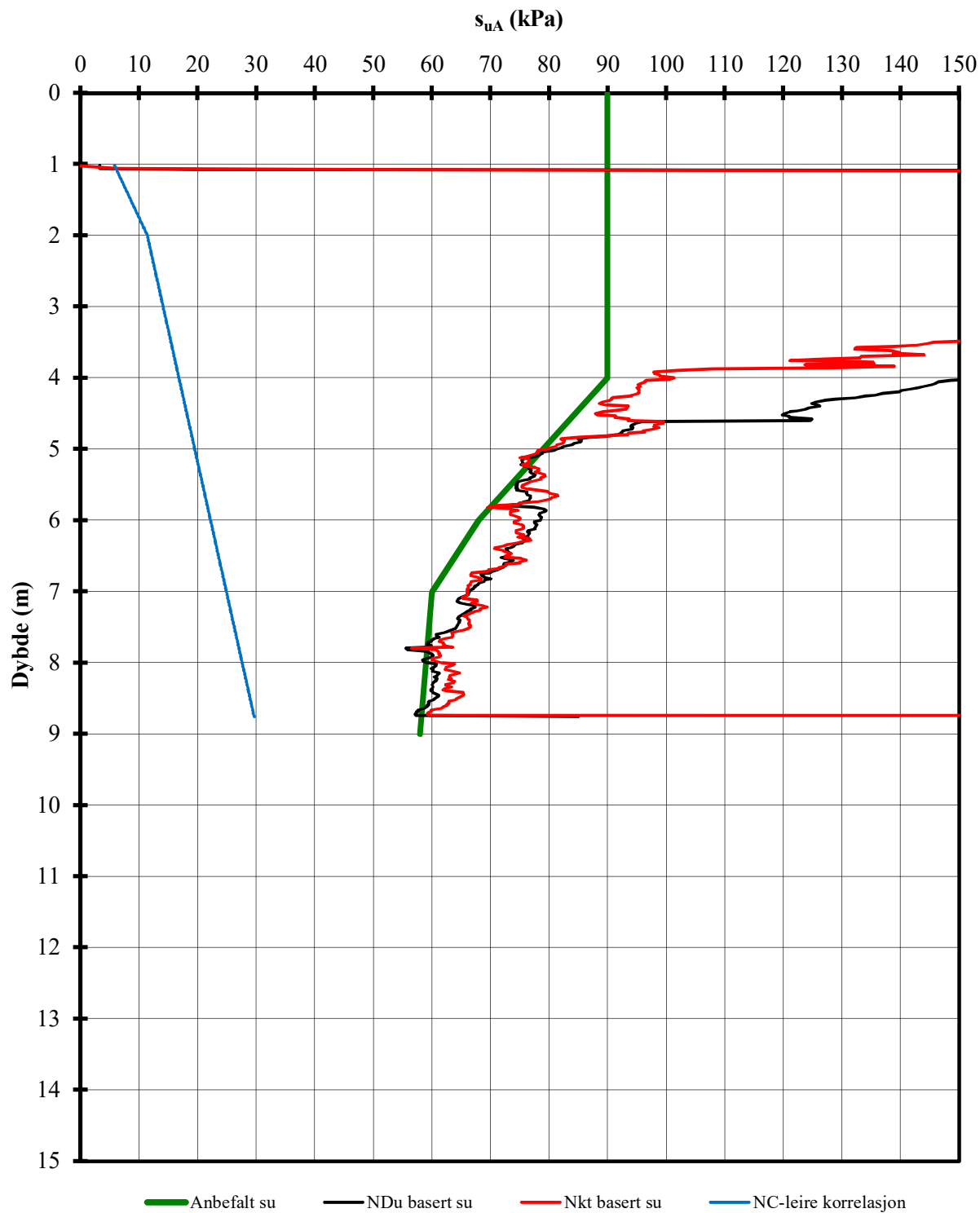
Skred i kvikkleiresone 712 Tobøl, Enebakk		
Borplan	Prosjektnr. 20200133	Tegning nr. 010
Utførte grunnundersøkelser og snitt til beregning av stabilitet	Utført MLd	Dato 18.02.2020
	Kontrollert BGK	Godkjent EJL
NGI		

Vedlegg A

TOLKNING AV TRYKKSONDERINGER

Innhold

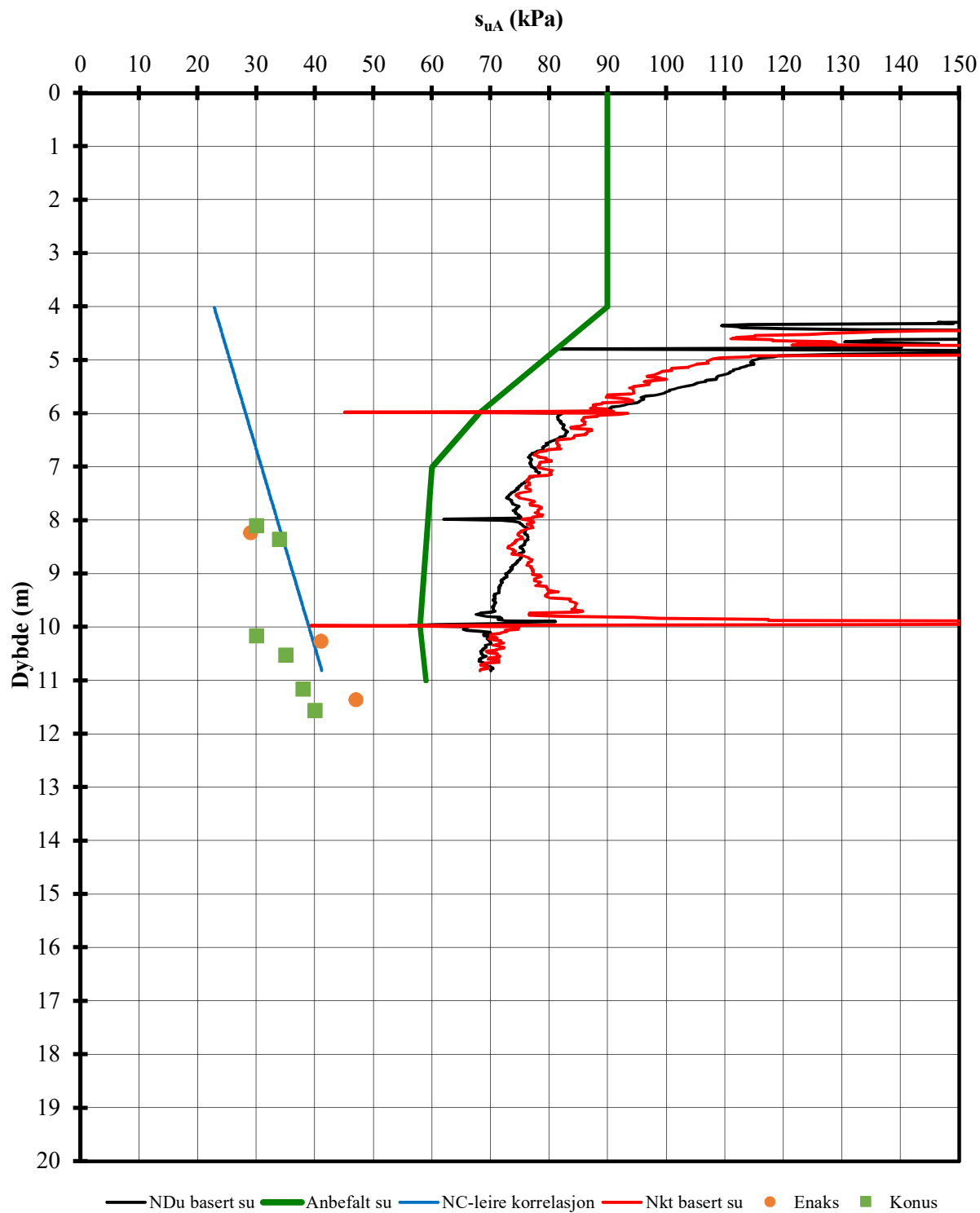
Figur A-1 CPTu borhull 3_2020	2
Figur A-2 CPTu borhull 4_2020	3
Figur A-3 CPTu borhull 7_2020	4



Terrengkote : 165 m


P:\2020\01\20200133\Calculations\CPT tolk\CPT 3_2020.xlsm\sua profil

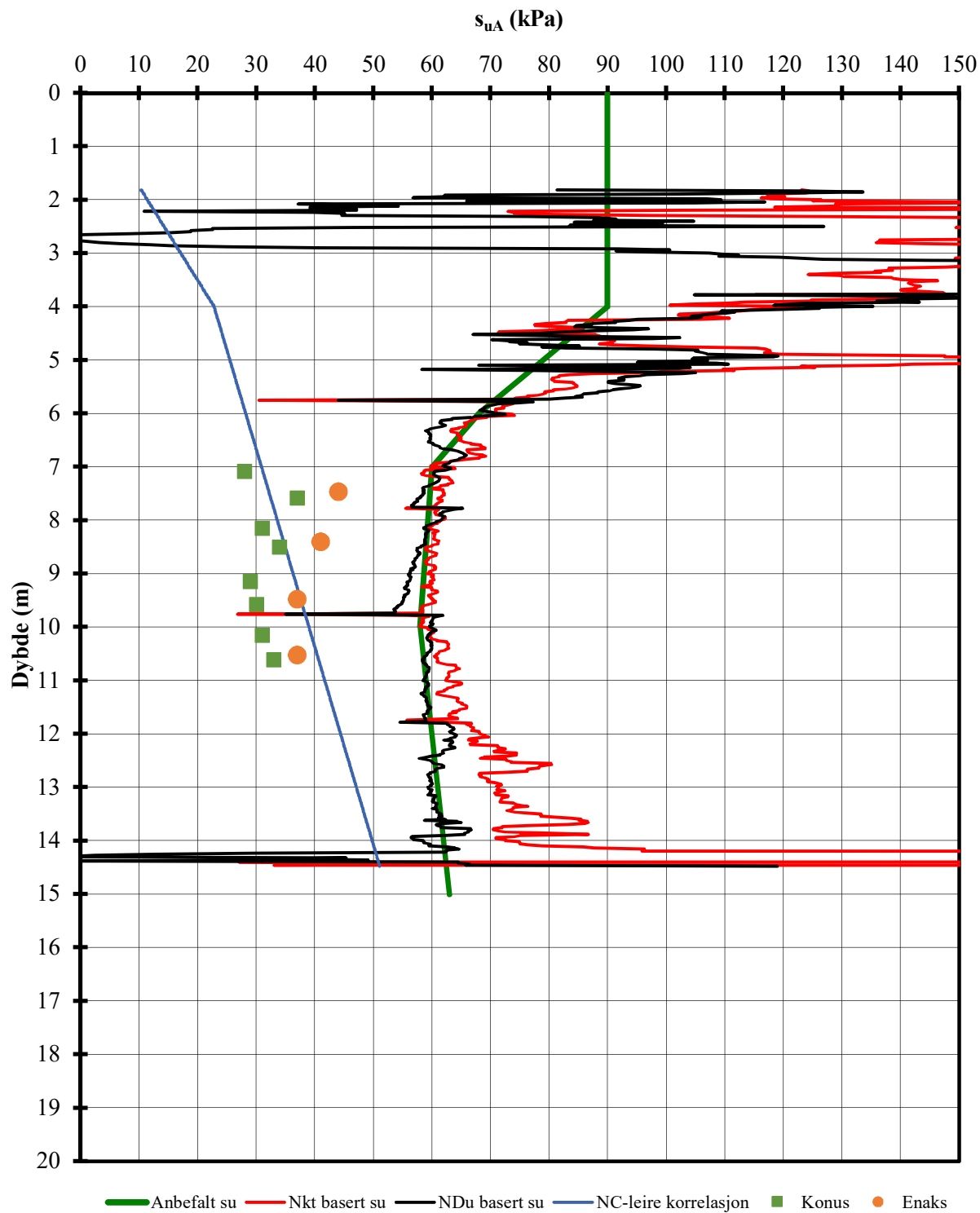
Skred Enebakk	Rapport nr. 20200133	Figur nr. A-1
	Tegner MLd	Dato 17.02.2020
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.	Kontrollert BGK	
Borhull3_2020	Godkjent EJL	



Terrengkote : 165 m


P:\2020\01\20200133\Calculations\CPT tolk\CPT 4_2020.xlsm\sua profil

Skred Enebakk	Rapport nr. 20200133	Figur nr. A-2
	Tegner MLd	Dato 17.02.2020
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull4_2020	Kontrollert BGK	
	Godkjent EJL	



Terrengkote : 165 m

P:\2020\01\20200133\Calculations\CPT tolk\CPT 7_2020.xlsm\sua profil

Skred Enebakk Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull7_2020	Rapport nr. 20200133	Figur nr. A-3
	Tegner MLd	Dato 17.02.2020
	Kontrollert BGK	
	Godkjent EJL	

Vedlegg B

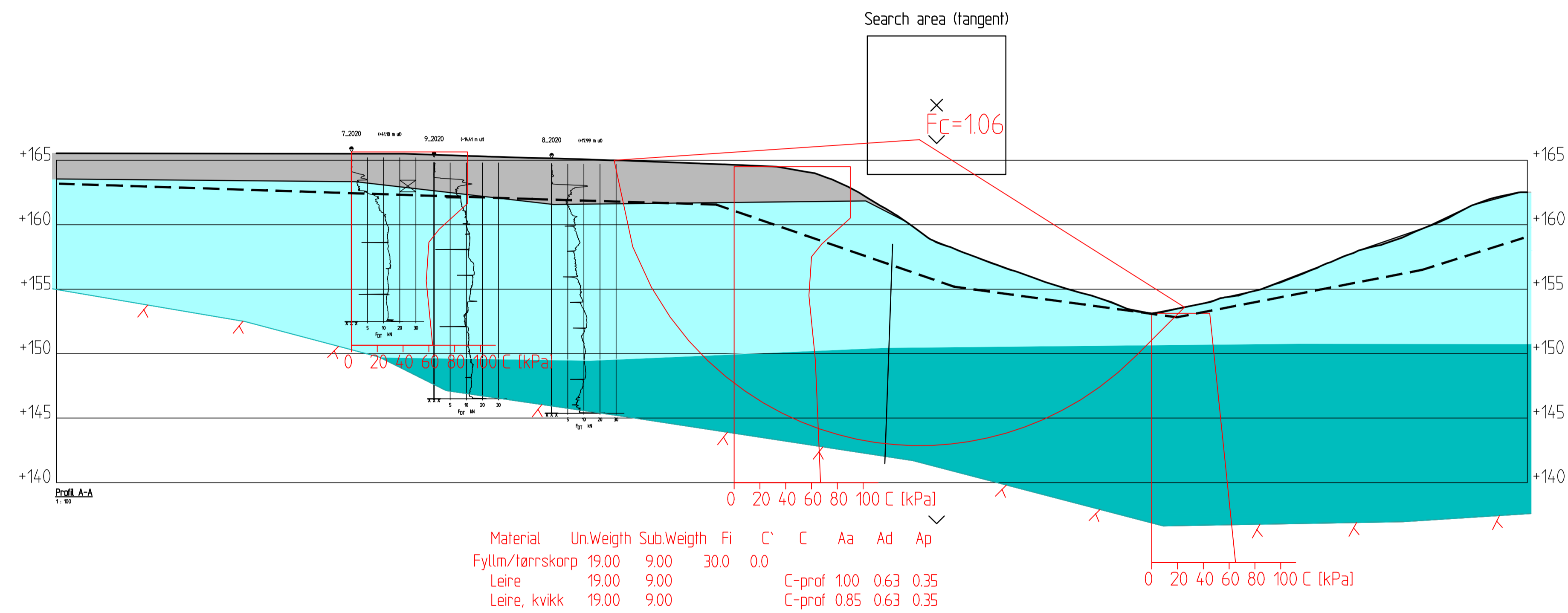
STABILITETSBEREGNINGER

Innhold

Tegning B01 Snitt A-A, opprinnelig terreng	2
Tegning B02 Snitt A-A, etter skred	3
Tegning B03 Snitt A-A, etter sikring	4
Tegning B04 Snitt B-B, opprinnelig terreng	5
Tegning B05 Snitt B-B, etter skred	6
Tegning B06 Snitt B-B, etter sikring	7
Tegning B07 Snitt C-C, opprinnelig terreng	8

FORKLARINGER:

- Tørrskorpe/Fyllmasser
- Leire
- Kvikkleire

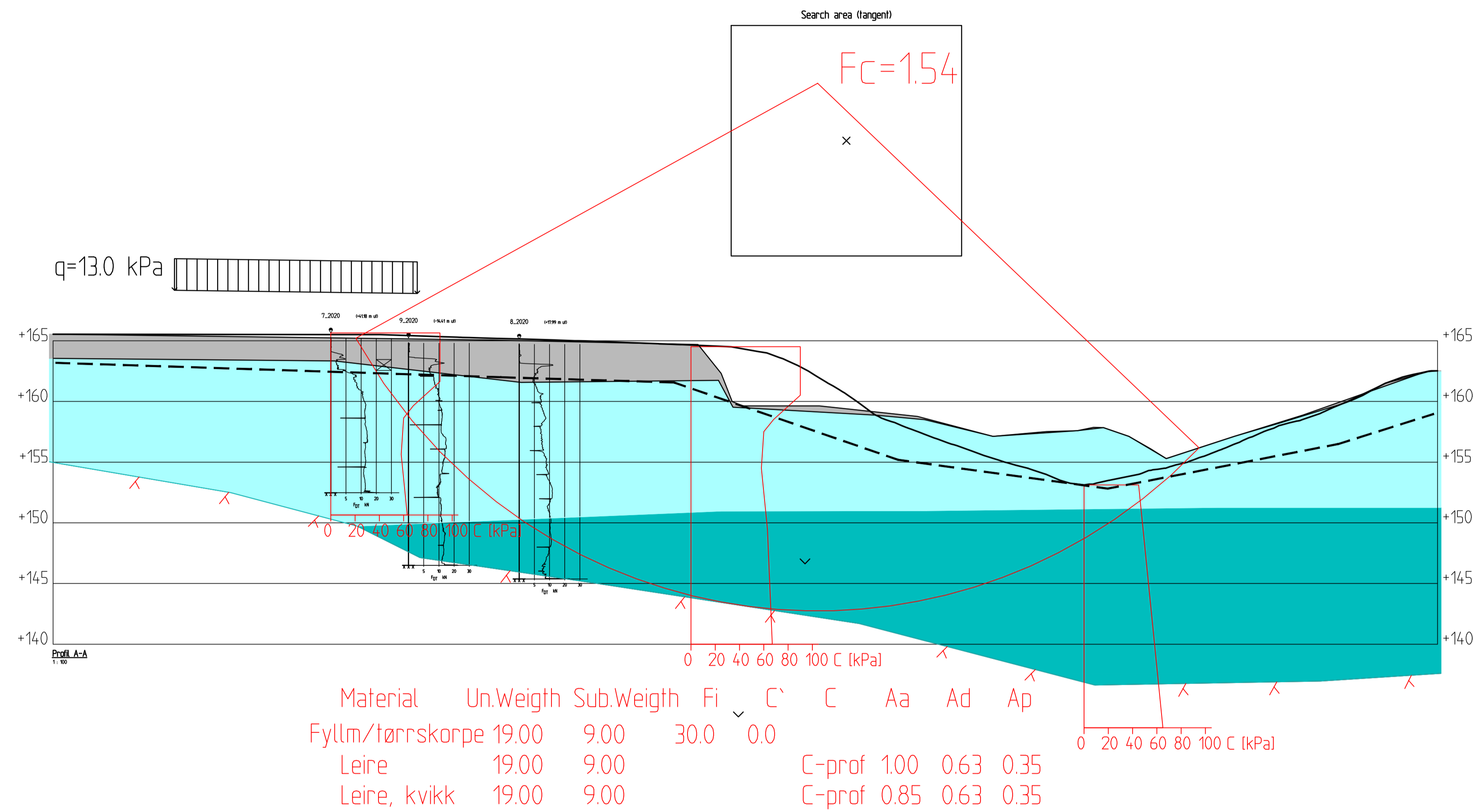


Tegningstittel:	Tegningssk:	Rev:
Original	B01	0

0	Original	18.02.2020	MLd	BGK	EJL
Rev:	Beskrivelse	Dato	Tegn:	Kont:	Godk:
Skred i kvikkleiresone 712 Tobøl, Enebakk		Status	Original format		
Snitt A		Bløstak	1:250 (A1)		
Vurdering av stabilitet av opprinnelig terreng		Bløstak	1:500 (A3)		
Udrenert analyse		NGI			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lilleveit 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
		18.02.2020	MLd	BGK	EJL
		Oppdragsnr:	Tegningssk:	Rev:	
		20200133	B01	0	

FORKLARINGER:

- Tørrskorpe/Fyllmasser
- Leire
- Kvikkleire

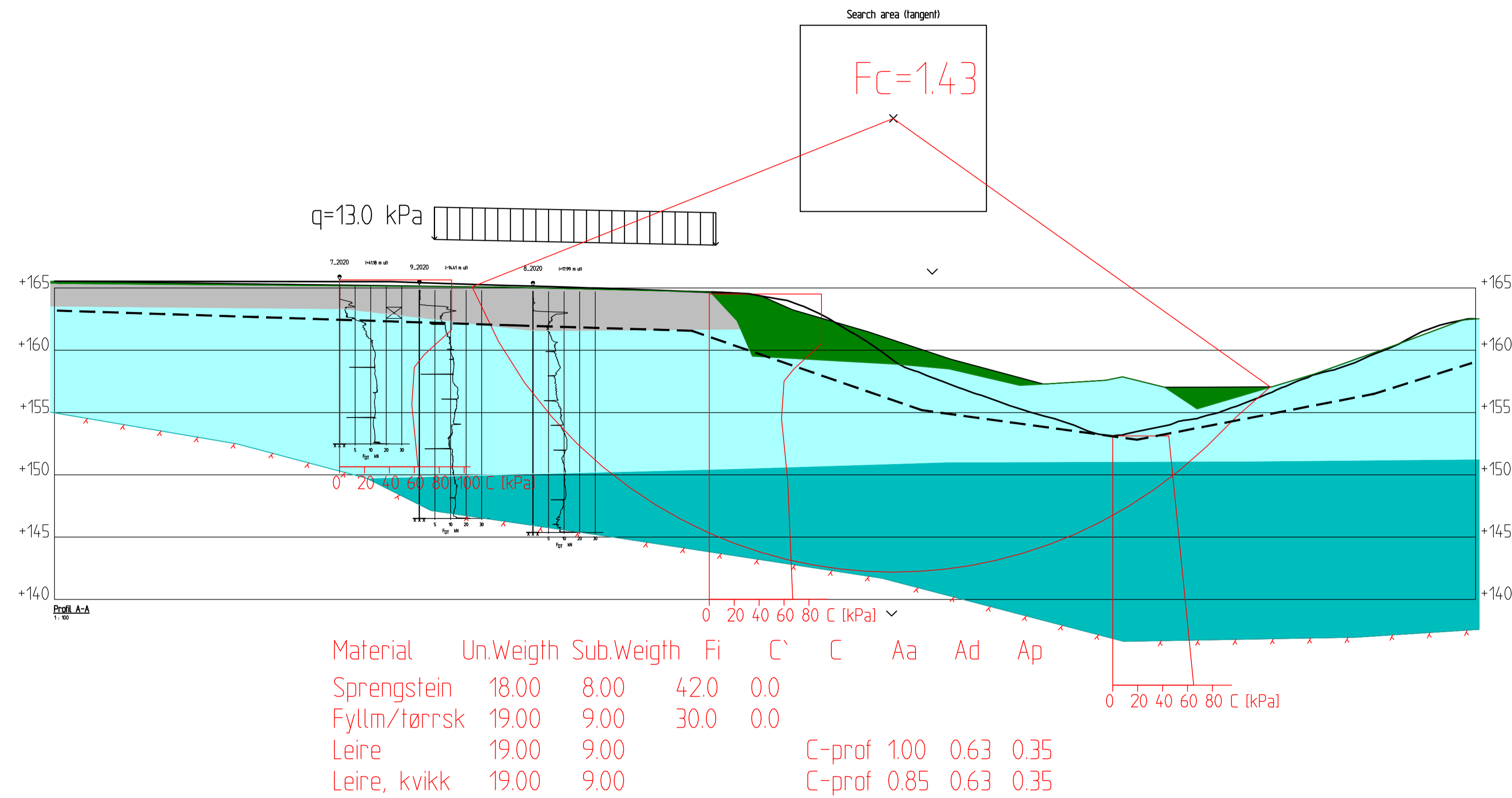


Tegningstittel: Original	Tegningsnr.: B02	Rev.: 0
-----------------------------	---------------------	------------

0	Original	18.02.2020	MLd	BGK	E.JL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Skred i kvikkleiresone 712 Tobøl, Enebakk		Status			
Snitt A		Original format			
Vurdering av stabilitet etter utglidning		Tegningens linje			
Udrenert analyse		Målestokk			
		1:250 (A1)			
		1:500 (A3)			
NGI					
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lillelvi Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no					
20200133		18.02.2020		0	
Oppdragsnr.		Dato		Rev.	
Tegning:		Konstr./Tegnet		Godkjent	
B02		MLd		E.JL	
		Kontrollert		MLd	
		BGK		BGK	

FORKLARINGER:

- Tørrskorpe/Fyllmasser
- Leire
- Kvikkleire
- Sprengstein

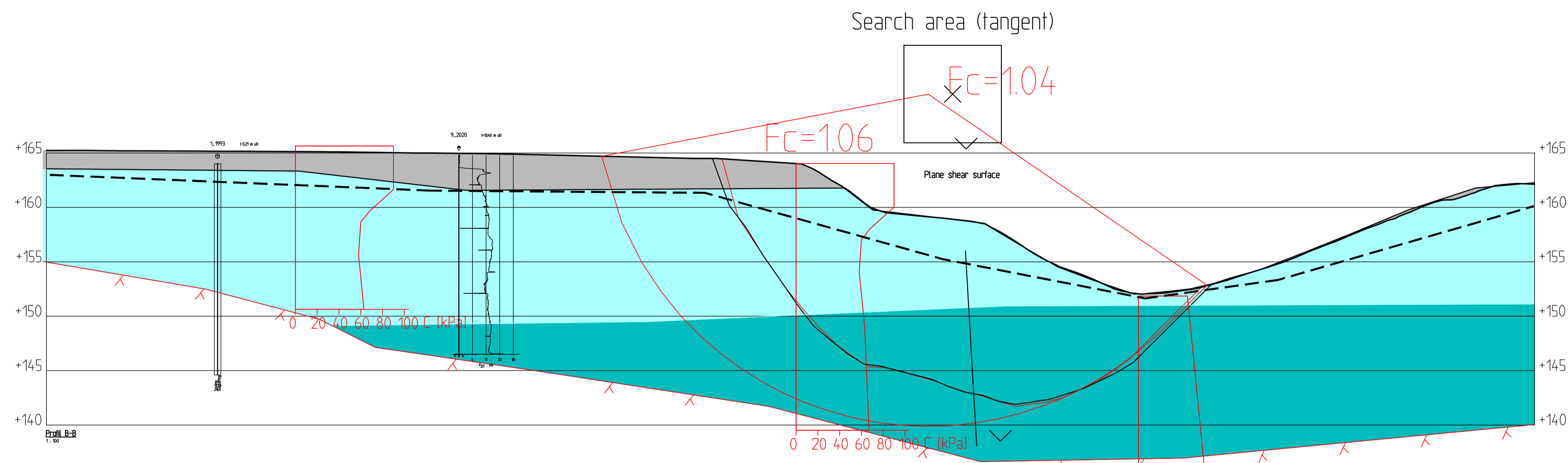


Tegningstittel: Original	Tegningsnr.: B03	Rev.: 0
-----------------------------	---------------------	------------

Skred i kvikkleiresone 712 Tobøl, Enebak	Status Original format	
Snitt A Vurdering av stabilitet etter tiltak Udrenert analyse	Målestokk 1:250 (A1) 1:500 (A3)	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lilleveit Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato: 18.02.2020 Oppdragsnr: 20200133	Karstr./Tegnet: MLd Tegningsnr: B03 Kontrollert: BGK Godkjent: E.JL Rev.: 0

FORKLARINGER:

- Tørrskorpe/Fyllmasser
- Leire
- Kvikkleire



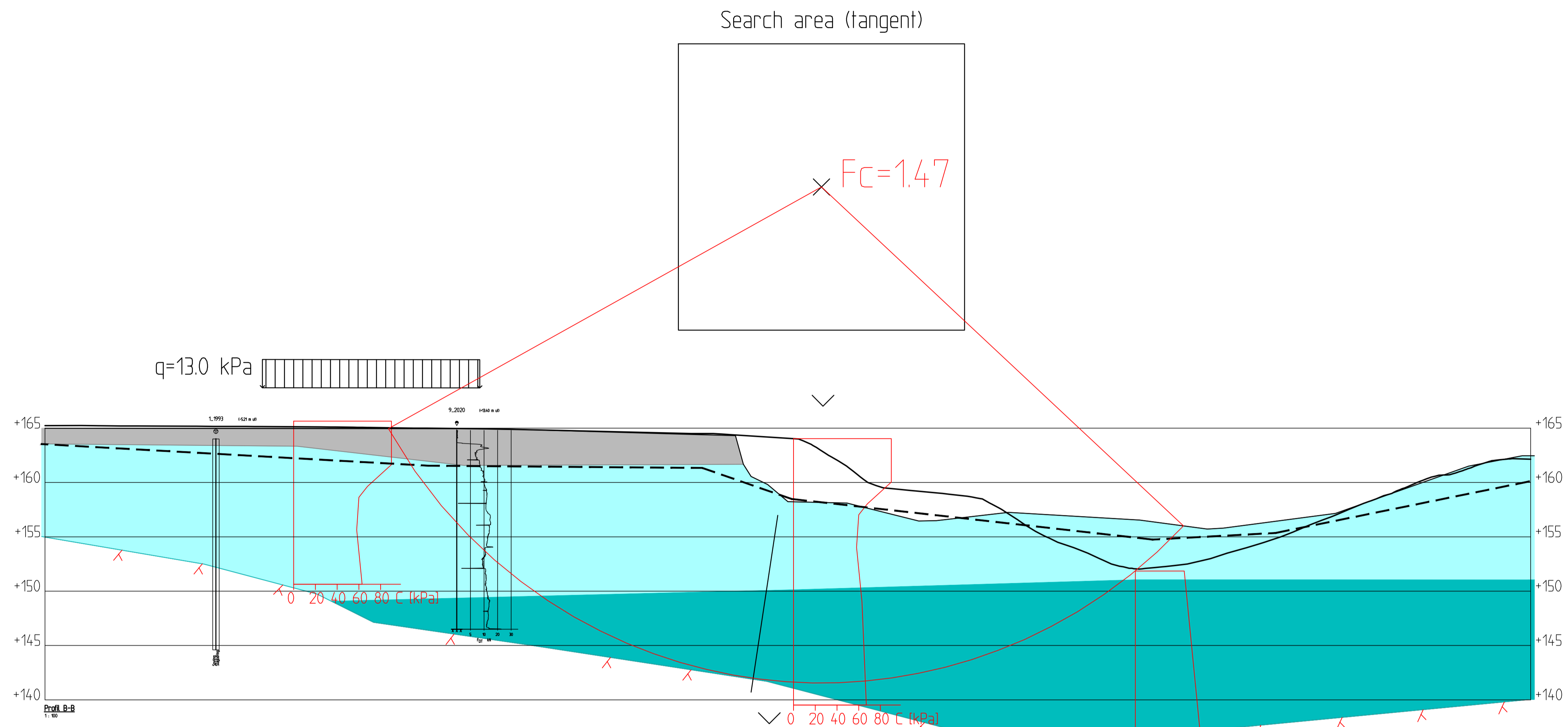
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllm/tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Leire, kvikk	19.00	9.00			C-prof	0.85	0.63	0.35

Tegningstittel:	Tegningnr:	Rev:
Original	B04	0

0	Original	18.02.2020	MLd	BGK	EJL
Rev:	Beskrivelse	Dato	Tegn:	Kont:	Godk:
Skred i kvikkleiresone 712 Tobøl, Enebakk		Status	Original format		
Snitt B		Målestokk	1:250 (A1) 1:500 (A3)		
Vurdering av stabilitet av opprinnelig terreng		NGI			
Udrenert analyse					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lilleveit 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
Oppdragsnr:		18.02.2020	MLd	BGK	EJL
Tegningnr:		20200133	B04	0	

FORKLARINGER:

- Tørrskorpe/Fyllmasser
- Leire
- Kvikkleire



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllm/tørrskorp	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Leire, kvikk	19.00	9.00			C-prof	0.85	0.63	0.35

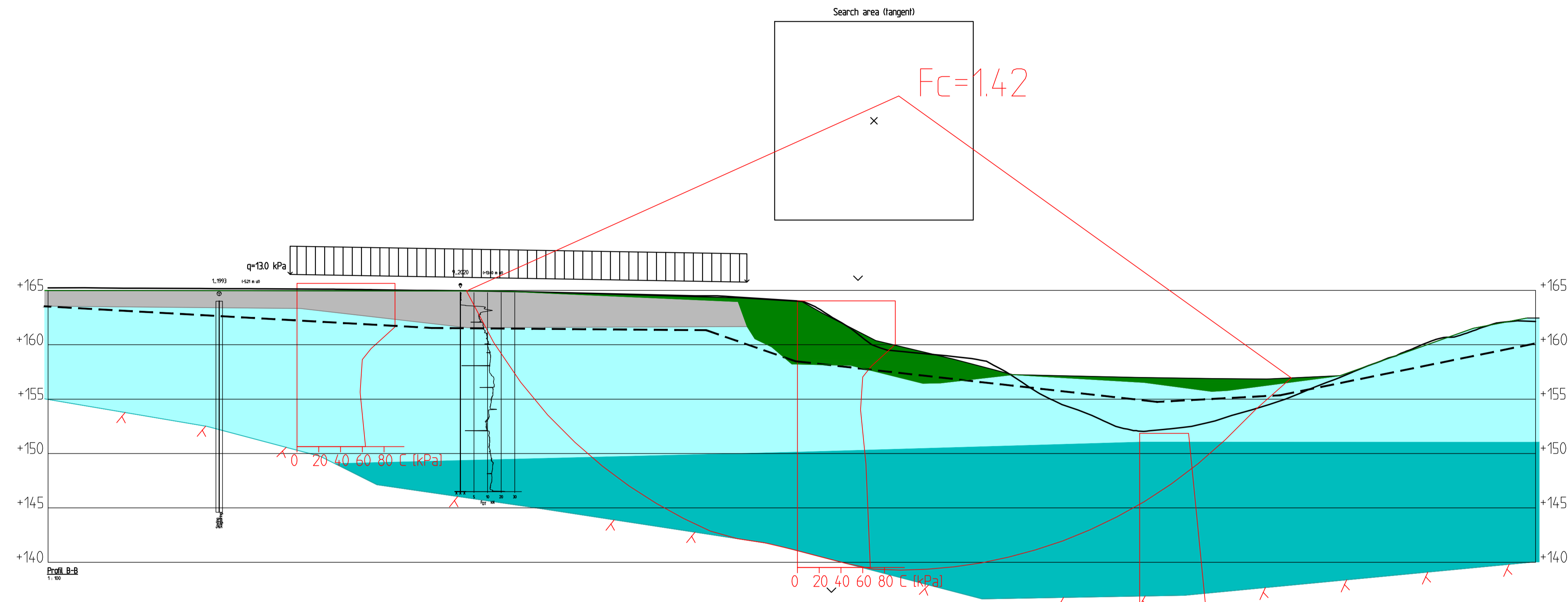
0 20 40 60 80 C (kPa)

Tegningstittel:	Tegningnr:	Rev:
Original	B05	0

0	Original	18.02.2020	Mld	BGK	EJL
Rev:	Beskrivelse	Dato	Tegn:	Kont:	Godk:
Skred i kvikkleiresone 712 Tobøl, Enebakk		Status	Original format		
Snitt B		Målestokk	1:250 (A1) 1:500 (A3)		
Vurdering av stabilitet etter utglidning		NGI			
Udrenert analyse					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lilleveit Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjert
Oppdragsnr:		18.02.2020	MLd	BGK	EJL
20200133		Tegningnr:	B05	Rev:	0

FORKLARINGER:

- Tørrskorpe/Fyllmasser
- Leire
- Kvikkleire
- Sprengstein



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sprengstein	18.00	8.00	42.0	0.0				
Fyllm/tørrskorp	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Leire, kvikk	19.00	9.00			C-prof	0.85	0.63	0.35

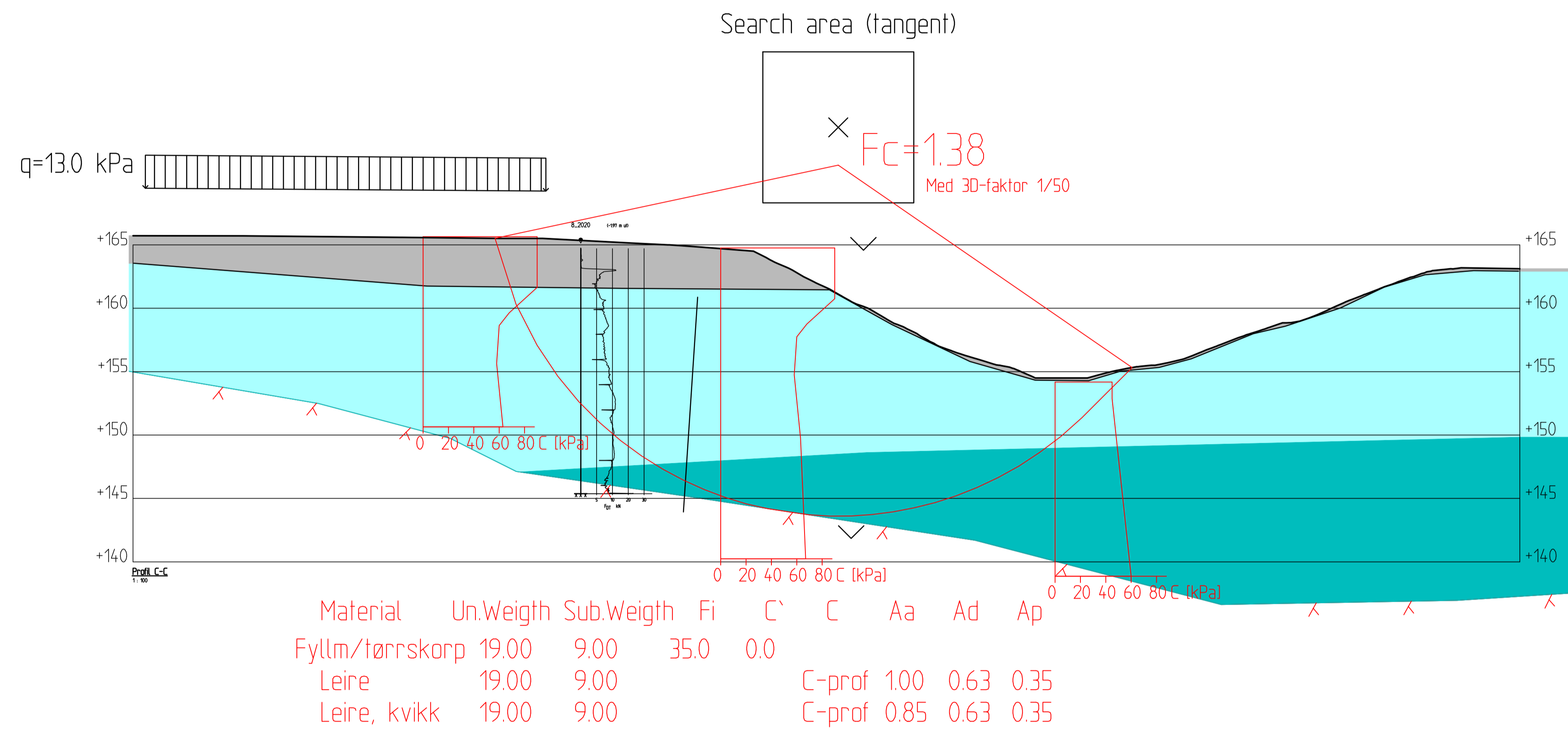
Tegningstittel:	Tegningnr:	Rev:
Original	B06	0

0	Original	18.02.2020	Mld	BGK	EJL
Rev:	Beskrivelse	Dato	Tegn:	Kont:	Godk:
	Original format				
	Tegningens linjenum				
	Skred i kvikkleiresone 712 Tobøl, Enebakk				
	Snitt B				
	Vurdering av stabilitet etter tiltak				
	Udrenert analyse				
	NGI				
	Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lilleveit 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	
	18.02.2020	MLd	BGK	EJL	
	Oppdragsnr:	Tegningnr:	Rev:		
	20200133	B06	0		

0	Original	18.02.2020	Mld	BGK	EJL
Rev:	Beskrivelse	Dato	Tegn:	Kont:	Godk:
	Original format				
	Tegningens linjenum				
	Skred i kvikkleiresone 712 Tobøl, Enebakk				
	Snitt B				
	Vurdering av stabilitet etter tiltak				
	Udrenert analyse				
	NGI				
	Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lilleveit 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	
	18.02.2020	MLd	BGK	EJL	
	Oppdragsnr:	Tegningnr:	Rev:		
	20200133	B06	0		

FORKLARINGER:

- Tørrskorpe/Fyllmasser
- Leire
- Kvikkleire



Tegningstittel:	Tegningnr:	Rev:
Original	B07	0

0	Original	18.02.2020	MLd	BGK	EJL
Rev:	Beskrivelse	Dato	Tegn:	Kont:	Godk:
Skred i kvikkleiresone 712 Tobøl, Enebakk		Status	Original format		
Snitt C		Tegningens linje	1250 (A1)		
Vurdering av stabilitet av opprinnelig terreng		1500 (A3)		NGI	
Udrenert analyse					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lillelvi 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
Oppdragsnr:		18.02.2020	MLd	BGK	EJL
20200133		Tegningnr:	B07	0	

Vedlegg C

FAKTAARK SONE 712 TOBØL NORD OG
2456 TOBØL SØR

Kvikkleiresone: 712 Tobøl Nord

Enebakk kommune

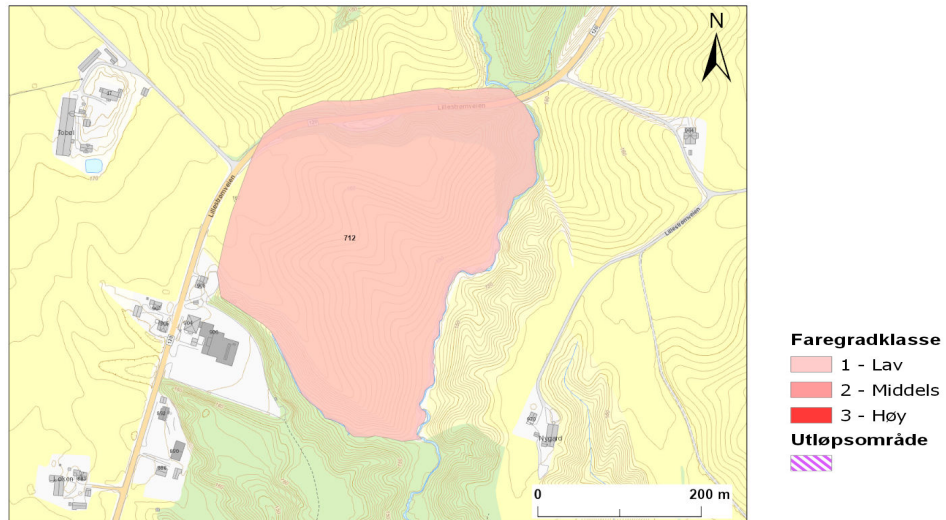
Faregradklasse 1 - Lav

Konsekvensklasse 1 - Mindre alvorlig

Risikoklasse 2 - Lav prioritet

Opprettet: 2020-03-06 Beregnet: 2020-03-06

Supplerende undersøkelser / stabilitet



Bemerkninger/supplerende undersøkelser:

None

Referanser:

NGI (2020) Geoteknisk vurdering av skred ved Lillestrømveien 906. Skred i kvikkleiresone 712 Tobøl, Enebakk. Dok. nr. 20200133-01-TN Rev. 2 datert 13-03-2020.

Fareberegning

Faktorer	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekttall	Poeng
Skredaktivitet	Skred med sensitive masser februar 2020.	Noe	2	1	2
Skråningshøyde,m	Stort sett slake skråninger fra ravinen.	15 - 20	1	2	2
Skjærstyrke: su/p0 eller OCR	Basert på skjærfasthetsprofil.	1,5 - 2,0	1	2	2
Poretrykk	Ikke målt, antatt nøytralt (konservativt).	Hydrostatisk	0	3	0
Kvikkleiremektighet	Under kote145, dvs. under 15-20 m dybde.	H/4	1	2	2
Sensitivitet	Ikke målt, men antatt høy pga. høy intakt su.	30 - 100	2	1	2
Erosjon	Liten bekk, i liten grad vannførende.	Lite	1	3	3
Inngrep: Forverring Forbedring	Antatt noe forverring pga. landbrukstiltak.	Liten forverring	1	3	3

Totalt 16 poeng. 31.4% av maksimum

Sist oppdatert 2020-03-06 av JMC

Konsekvensberegning

Faktorer	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekttall	Poeng
Boligheter	Ingen boliger i sonen.	Ingen	0	4	0
Næringsbygg	Ingen	Ingen	0	3	0
Annen bebyggelse	Ingen.	Ingen	0	1	0
Veier	Lillestrømveien	1001 - 5000	2	2	4
Toglinje	Ingen.	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Ingen	Ingen	0	1	0
Oppdemning	Ingen	Ingen	0	2	0

Totalt 4 poeng. 8.9% av maksimum

Sist oppdatert 2020-03-06 av JMC

Risiko

Poeng: 280

Prosent av maksimum: 2.8 %

Skrevet ut 2020-03-13

Kvikkleiresone: 2456 Tobøl Sør

Enebakk kommune

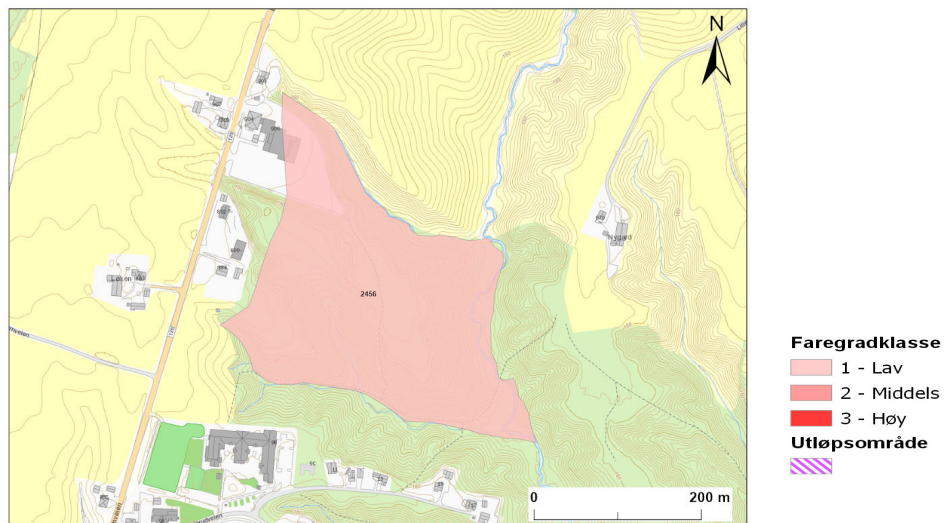
Faregradklasse 1 - Lav

Konsekvensklasse 1 - Mindre alvorlig

Risikoklasse 2 - Lav prioritet

Opprettet: 2020-03-06 Beregnet: 2020-03-06

Supplerende undersøkelser / stabilitet



Bemerkninger/supplerende undersøkelser:

None

Referanser:

NGI (2020) Geoteknisk vurdering av skred ved Lillestrømveien 906. Skred i kvikkleiresone 712 Tobøl, Enebakk. Dok. nr. 20200133-01-TN Rev. 2 datert 13-03-2020

Fareberegning

Faktorer	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekttall	Poeng
Skredaktivitet	Skred med sensitive masser februar 2020, samt i ravine sentralt i 1993.	Noe	2	1	2
Skråningshøyde,m	Relativt bratte skråninger fra ravinen.	15 - 20	1	2	2
Skjærstyrke: su/p0 eller OCR	Basert på skjærfasthetsprofil.	1,5 - 2,0	1	2	2
Poretrykk	Ikke målt, antatt nøytralt (konservativt).	Hydrostatisk	0	3	0
Kvikkleiremektighet	Under kote 145, dvs. under 15-20 dybde.	H/4	1	2	2
Sensitivitet	Ikke målt men antatt høy pga. høy intakt su.	30 - 100	2	1	2
Erosjon	Liten bekk, i liten grad vannførende.	Lite	1	3	3
Inngrep: Forverring Forbedring	Noe forverring pga. utfylling industritomt, utfyllt ravine sentralt etter skred 1993.	Liten forverring	1	3	3

Totalt 16 poeng. 31.4% av maksimum

Sist oppdatert 2020-03-06 av JMC

Konsekvensberegning

Faktorer	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekttall	Poeng
Boligenheter	Ingen boliger i sonen	Ingen	0	4	0
Næringsbygg	Vy Buss AS	Under 10	1	3	3
Annen bebyggelse	Bussparkering og bygg.	Begrenset	1	1	1
Veier	Ingen	Under 100	0	2	0
Toglinje	Ingen	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Ingen	Ingen	0	1	0
Oppdemning	Ingen	Ingen	0	2	0

Totalt 4 poeng. 8.9% av maksimum

Sist oppdatert 2020-03-06 av JMC

Risiko

Poeng: 280

Prosent av maksimum: 2.8 %

Skrevet ut 2020-03-13

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Geoteknisk vurdering av skred ved Lillestrømveien 906		Dokumentnr./Document no. 20200133-01-TN
Dokumenttype/Type of document Teknisk notat / Technical note	Oppdragsgiver/Client NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat	Dato/Date 2020-02-20
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/Proprietary rights to the document according to contract NGI		Rev.nr. & dato/Rev.no. & date 2 / 2020-03-13
Distribusjon/Distribution BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/Keywords Skred, kvikkleiresone 712, Enebakk, grunnundersøkelser, stabilitetsberegninger, sikring		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Norge, Viken	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Enebakk	Felt navn/Field name
Sted/Location Lillestrømveien 906 i Kirkebygda	Sted/Location
Kartblad/Map	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: 32 Øst: 620768 Nord: 6627674	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	2020-02-20 Marit Skaug Løyland og Einar John Lande	2020-02-18 Bjørn Kalsnes		
1	Inkludert beskrivelse av drenggrøft i bunn ravine, krav til varsling av tiltak	2020-02-24 Marit Skaug Løyland og Einar John Lande	2020-02-24 Bjørn Kalsnes		
2	Inkludert forslag til soneendringer (kapittel 6 og vedlegg C)	2020-03-10 Bjørn Kalsnes, José Cepeda	2020-03-12 Håkon Heyerdahl		

Dokument godkjent for utsendelse/Document approved for release	Dato/Date 13. mars 2020	Prosjektleder/Project Manager Einar John Lande
---	-----------------------------------	--

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

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

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

www.ngi.no

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

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

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

www.ngi.no

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller 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.

