



## **Kilsbakken, Moss**

### **18302 Rapport nr.2 Områdestabilitet - Områdestabilitet og faresoneevaluering**

Prosjektnr:	18302	Dato:	20.11.2018	Saksbehandler:	Tiv
Kundenr:	10801	Dato:	20.11.2018	Kollegakontroll:	Slta
Fylke:	Østfold	Kommune:	Moss	Sted:	Kambo
Adresse:	Kilsbakken	Gnr:	3	Bnr:	3142

Tiltakshaver: -  
Oppdragsgiver: Bakke AS v/ Nicholai Røhmer  
Oppdragsgivers referanse:

Rapport: 18302 Rapport nr.2 Områdestabilitet  
Rapporttype: Geoteknisk rådgivning  
Stikkord: Kvikkleire, områdestabilitet  
Euref UTM: Sone 32V – Ø0595500, N6593500

<b>Revisjon</b>	<b>Grunnlag</b>	<b>Dato</b>
0	Original	20.11.2018
1	Revidert kap. 7.2 og 7.3	05.12.2018

### **Sammendrag**

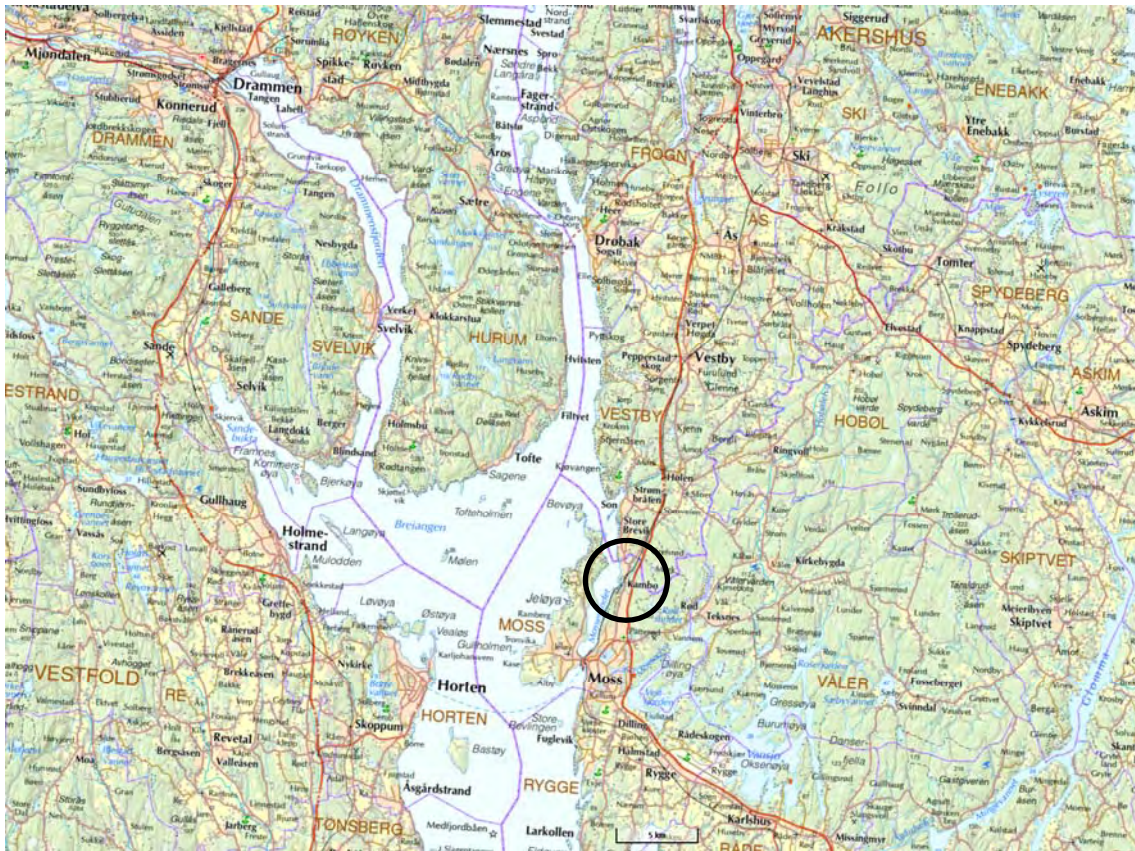
I forbindelse med etablering av et nytt boligfelt ved Kilsbakken på Kambo i Moss kommune har Løvlien Georåd fått i oppdrag å utføre geotekniske grunnundersøkelser samt gjøre en utredning av områdestabiliteten. Foreliggende rapport omhandler utredning av områdestabilitet med hensyn til etablering av veg og kommunal infrastruktur. En vurdering som omfatter bebyggelsen vil foreligge på et senere tidspunkt.

Det er utredet to faresoner som griper inn på den aktuelle tomten.

I den nordre faresonen skal det i utgangspunktet ikke gjøres tiltak som kan påvirkes av et eventuelt skred, og det vurderes dermed at det ikke er krav om å dokumentere tilfredsstillende stabilitet. Det må likevel utvises aktsomhet i forbindelse med anleggsarbeider slik at ikke det lagres masser eller etableres anleggsveger i faresonen. I tillegg må sprengningsarbeider i nærhet til sonen utføres meget forsiktig for å ivareta områdestabiliteten. Planlagt vegfylling i sonen må unngås.

I den søndre faresonen skal det etableres adkomstveg til tomten samt legges kommunal infrastruktur (VA-anlegg). Områdestabiliteten for disse tiltakene vurderes som tilfredsstillende. Det må ikke foretas endringer i veggeometri eller planlegges andre tiltak i faresonen som kan påvirke områdestabiliteten (fyllinger/skjæringer) uten at dette godkjennes av geotekniker.

## Oversiktskart



Figur 1.1: Oversiktskart. Tiltaksområde markert med sort sirkel

## Tegninger

<u>Situasjonsplaner og borpunkt-/koordinatlist</u>	<u>A</u>
Situasjonsplan m/ profiler og faresone nord	A1
Situasjonsplan m/ profil og faresone sør	A2
<u>Beregninger</u>	<u>B</u>
Tolket udrenert skjærstyrke CPTU pkt 2	B1
Tolket udrenert skjærstyrke CPTU pkt 4	B2
Tolket udrenert skjærstyrke CPTU pkt 10	B3
Tolket udrenert skjærstyrke CPTU pkt 11	B4
Profil A-A for vurdering avgrensning løsneområde sør	B5
Profil B-B Stabilitet dagens situasjon ADP-analyse	B6
Profil B-B Stabilitet dagens situasjon AFI-analyse	B7
Profil B-B Stabilitet med veg ADP-analyse	B8
Profil B-B Stabilitet med veg AFI-analyse	B9
Profil C-C Stabilitet dagens situasjon ADP-analyse	B10
Profil C-C Stabilitet dagens situasjon AFI-analyse	B11
Profil D-D Stabilitet med veg ADP-analyse	B12
Profil D-D Stabilitet med veg AFI-analyse	B13

## Vedlegg

1. Avgrensning løsneområde profil A-A
2. Skjema for faregradsklassifisering faresone nord
3. Skjema for faregradsklassifisering faresone sør

## Innholdsfortegnelse

1	Innledning .....	5
1.1	Bakgrunn.....	5
2	Grunnlag.....	5
2.1	Eksisterende faresoner .....	5
2.2	Grunnundersøkelser .....	5
2.3	Erosjon.....	6
3	Terreng og grunnforhold .....	7
3.1	Kartgrunnlag .....	7
3.2	Topografi .....	7
3.3	Grunnforhold .....	8
4	Soneavgrensning og klassifisering.....	8
4.1	Løsneområder .....	8
4.2	Utløpsområde.....	8
4.3	Faregradsklassifisering før evt. tiltak.....	8
5	Sikkerhetskrav.....	9
5.1	Tiltak sone nord .....	9
5.2	Tiltak sone sør.....	9
6	Grunnlag for stabilitetsvurderinger.....	9
6.1	Kritiske snitt og skredmekanismer.....	9
6.2	Tolkning av lagdeling .....	10
6.3	Grunnvannstand og poretrykksforhold .....	10
6.4	Materialparametere .....	10
7	Stabilitetsvurderinger .....	11
7.1	Dagens situasjon (før tiltak).....	11
7.2	Midlertidig situasjon/byggefase.....	11
7.3	Ferdig situasjon med veg for sone i sør .....	12
8	Referanser .....	14

## 1 Innledning

### 1.1 Bakgrunn

I forbindelse med planlegging av nytt boligfelt ved Kilsbakken ved Kambo i Moss kommune har Løvlien Georåd AS fått i oppdrag å bistå med geotekniske grunnundersøkelser og vurderinger.

Foreliggende rapport omhandler vurdering av områdestabiliteten i henhold til NVEs kvikkleireveileder 7/2014 [1].

## 2 Grunnlag

### 2.1 Eksisterende faresoner

Det er i henhold til NVEs Atlas ikke tidligere kartlagt faresoner for kvikkleireskred i nærområdet.

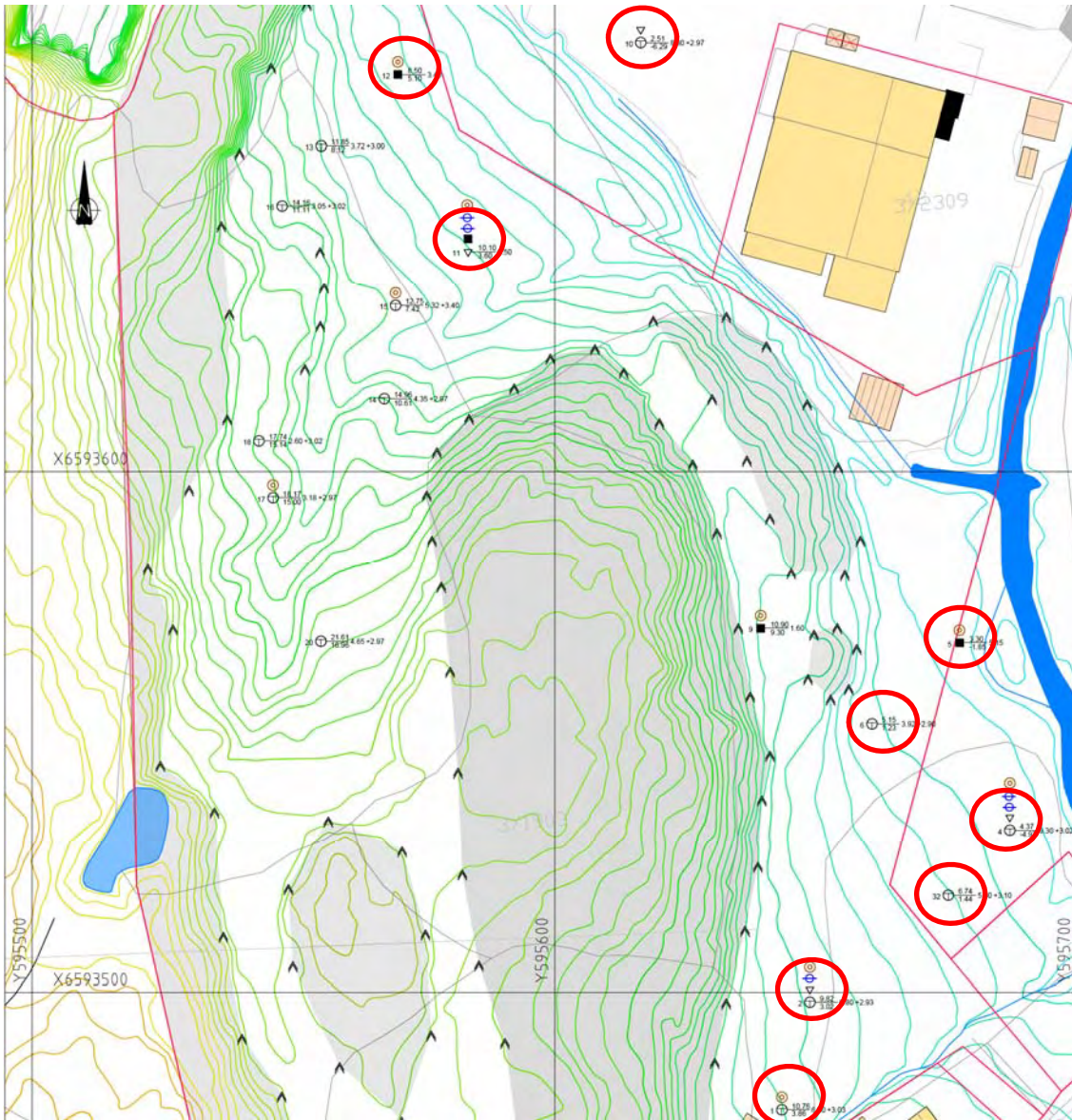
### 2.2 Grunnundersøkelser

Løvlien Georåd AS har utført geotekniske grunnundersøkelser i forbindelse med det aktuelle oppdraget, se *18302 Rapport nr.1 Geoteknisk Datarapport* [2] for detaljer. Følgende er hentet fra sammendraget i rapporten:

*«De utførte undersøkelsene indikerer generelt at løsmassene i området består av opptil 2,5 m tørrskorpeleire over leire til berg. Leiren er stedvis middels fast og lite sensitiv, og stedvis bløt og meget sensitiv (kvikkleire).*

*Dybde til registrert berg i borpunktene varierer mellom ca. 1,6 og 9,3 m. Det er i tillegg observert mye berg i dagen i området.*

*Det er registrert noe poreovertrykk i et av borpunktene.»*



Figur 2.1: Utførte grunnundersøkelser i området. Rød ring markerer borpunkt der det er registrert eller antatt forekomst av sprøbruddmateriale/kvikkleire.

### 2.3 Erosjon

Geotekniker Tor-Ivan Granheim utførte befaring i området den 26.10.2018. Det ble i den anledning undersøkt om det er aktiv erosjon i vassdrag som kan påvirke områdestabiliteten. Det ble observert noe aktiv erosjon langs bekken som går nordøst for eiendommen. Siden bekken er forholdsvis grunn samt at det er forholdsvis tett skog langs bekken, antas det likevel at det ikke er særlig risiko for at det kan utløses skred naturlig på grunn av erosjon her. Det er for øvrig to mindre bekkeløp som går gjennom tomten, men disse bekkene har såpass lite vannføring at det vurderes at eventuell erosjon her vil være såpass begrenset at det ikke er noen risiko for naturlig utløste skred her heller. Ved lokal lukking av bekkeløp med stikkrenner eller lignende må det likevel påses at det ikke oppstår erosjon nedstrøms av stikkrennene som kan påvirke områdestabiliteten.

### 3 Terreng og grunnforhold

#### 3.1 Kartgrunnlag

I henhold til kvartærgeologisk kart ligger hele området under marin grense. Ifølge samme kart forventes tykk havavsetning og berg i dagen, stedvis tynt dekke i området.



Figur 3.1: Kvartærgeologisk kart fra [www.ngu.no](http://www.ngu.no). Tiltaksområdet omtrentlig markert med sort sirkel.

#### 3.2 Topografi

Terrenget i området er preget av en bergknaus som går fra sør mot nord omtrent midt på tomten med gnr/bnr 3/3412. Terrenget på toppen av bergknausen ligger omtrent på kote +28. På østsiden av bergknausen faller bergoverflaten forholdsvis bratt ned mot ca. kote +13.

Sørøst for bergknausen faller terrenget videre mot nordøst ned til en bekk. Bunnen av bekken er ikke innmålt, men antas å ligge på ca. kote +2. Gjennomsnittlig helning på terrenget her er ca. 1:7.

Nordøst for bergknausen er det registrert ytterligere berg i dagen helt ned mot ca. kote +5.

Vest for bergknausen er det en bekkedal der det er registrert løsmasser. Terrenget faller her mot nordøst med gjennomsnittlig helning ca. 1:6. Toppen av bekkedalen ligger på ca. kote +26, mens bunnen ligger omtrent på kote +2,5. Vest for bekkedalen er det igjen registrert berg i dagen.

Sørvest for bergknausen er det registrert mye berg i dagen.

### 3.3 Grunnforhold

De utførte undersøkelsene indikerer generelt at løsmassene i området består av opptil 2,5 m tørrskorpeleire over leire til berg. Leiren er stedvis middels fast til fast og lite sensitiv, og stedvis bløt og meget sensitiv (kvikkleire). I punkt 15 er det i tillegg registrert et fastere lag med ca. 1,5 m mektighet mellom leire og berg. Dette laget antas å være morene eller forvitret berg.

Det er boret 3 m i berg for bergkontroll i alle totalsonderingene. Det er i tillegg registrert berg visuelt i 5 av 6 av prøvesjakter. Dybde til registrert berg i borpunktene/sjaktene varierer mellom ca. 1,6 og 9,3 m. Bergpåvisningen er noe usikker i borpunkt 15. Her kan det være forvitret berg eller morene.

Det er for øvrig observert mye berg i dagen i området. Berg i dagen er registrert visuelt i forbindelse med befaring og er vist på situasjonsplanene på figur 2.1 samt på tegning A1 og A2.

## 4 **Soneavgrensing og klassifisering**

### 4.1 Løsneområder

Med bakgrunn i de kartlagte grunnforhold og topografi, vurderes det at det er to uavhengige løsneområder i tiltaksområdet. Det ene ligger nordvest for den tidligere nevnte bergknausen, mens det andre ligger sørøst for denne.

Potensielle løsneområder er vurdert blant annet ved hjelp av NIFS-rapport 14/2016 [3]. I henhold til denne metoden blir maksimal løsnedistanse fra skredfot i profil A-A beregnet til ca. 74 m.

For øvrig er løsneområdene avgrenset enten mot berg eller med helning 1:2 der hvor det er tørrskorpeleire/lite sensitiv leire helt ned til faste masser eller berg.

Se situasjonsplanene på tegning A1 og A2 samt vedlegg for nærmere detaljer.

### 4.2 Utløpsområde

Utløpsområdet for sonen i nord, vurderes å være ut på det åpne arealet på nabotomtene i nordøst. I verste fall kan et eventuelt skred ramme næringsbyggene på tomtene.

For sonen i sør, vurderes utløpsområdet i hovedsak å være ut i bekken som renner øst for tomten. Det må også antas at noe utløpsmasser kan ramme jordet på østsiden av bekken. For øvrig ligger fv. 311 på ca. kote +5,5 nordøst for det nevnte jordet. Det vurderes at det er for lite potensiell energi i et eventuelt skred til å nå inn på veggen.

Utløpsområdene er ikke inntegnet på kart.

### 4.3 Faregradsklassifisering for evt. tiltak

Evaluerings av faregrad utføres iht. [4]. Se vedlagte skjema for faregradsklassifisering for nærmere detaljer rundt vurderingene.



Faresonen i nord vurderes til faregrad *lav* og konsekvensklasse *alvorlig* for dagens situasjon.

Faresonen i sør vurderes til faregrad *middels* og konsekvensklasse *alvorlig* for dagens situasjon.

## 5 Sikkerhetskrav

### 5.1 Tiltak sone nord

I sonen i nord er det på nåværende tidspunkt ikke planlagt noen tiltak. Tiltaksklasse for eventuelle tiltak som kan påvirke stabiliteten eller bli påvirket av et eventuelt skred i sonen i nord må vurderes på et senere tidspunkt hvis aktuelt.

### 5.2 Tiltak sone sør

I sonen i sør er det planlagt adkomstveg og kommunal infrastruktur med vann- og avløp. Disse tiltakene plasseres i henhold til ref. [1] i tiltakskategori K2.

NB! Det kan også bli aktuelt med boliger i denne sonen, men dette er ikke vurdert i denne rapporten.

Følgende krav til sikkerhet mot kvikkleireskred er gjeldende for tiltakskategori K2 og faregrad lav iht. [1];

- Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet  $F \geq 1,4$  eller
- Ikke forverring
- Kvalitetssikring av sidemann (kontrollomfang er angitt i [1]).

Eventuelle skjærflater som i hovedsak går gjennom planlagte fyllinger og/eller skjæringer vurderes generelt som lokalstabilitet og skal oppfylle sikkerhetskrav i henhold til NS-EN 1997-1-1 tabell NA.A.4 (sett M2):

- $F \geq 1,4$  for totalspenningsanalyser
- $F \geq 1,25$  for effektivspenningsanalyser

## 6 Grunnlag for stabilitetsvurderinger

### 6.1 Kritiske snitt og skredmekanismer

Selv om det i utgangspunktet ikke skal gjøres tiltak i sonen i nord, er likevel stabiliteten vurdert i ett profil her (profil C-C) for å ha et bedre beslutningsgrunnlag med hensyn til planlegging og anleggsgjennomføring.

I sonen i sør er stabiliteten beregnet i to antatte kritiske profil (profil B-B og D-D). Det er vurdert tre forskjellige faser; dagens situasjon, midlertidig situasjon med graving for VA-anlegg samt fremtidig permanent situasjon med adkomstveg og kommunal infrastruktur.

Se situasjonsplanene på tegning A1 og A2 for profilenes plassering.

## 6.2 Tolkning av lagdeling

Lagdeling er tolket lokalt i borpunktene, og interpolert lineært mellom disse. Unntaket er tørrskorpelaget som er antatt 2,5 m under terrengnivå. Følgende prioritering ligger til grunn i tolkningen av lagdeling:

- 1) Prøveserie
- 2) Prøvegraving
- 3) CPTU
- 4) Totalsondering

## 6.3 Grunnvannstand og poretrykksforhold

Det er registrert poretrykk ved hjelp av hydrauliske poretrykksmålere i tre av borpunktene. I borpunkt 4, som ligger øst for bergknausen som går gjennom tomten, er det registrert et poreovertrykk som ligger ca. 10 % over hydrostatisk vanntrykk. I borpunkt 11, som ligger vest for bergknausen, er det antatt hydrostatisk fordelt poretrykk basert på målingene.

## 6.4 Materialparametere

Leiras prekonsolideringsnivå antas i hovedsak å være lavt. I tolkningen av trykksonderingene er det lagt til grunn et OCR-profil som er tolket fra spissmotstanden i sonderingene. Profilene er valgt slik at tolkningen av skjærstyrke basert på spissmotstand og poretrykk samsvarer i størst mulig grad. I tillegg er verdiene vurdert opp mot tolket skjærstyrke fra vingeboringer med håndholdt utstyr og konusforsøkene utført på prøver som er vurdert å ha høy kvalitet. Dimensjonerende skjærstyrkeprofiler ( $s_u$ ) er presentert i tegning B1-B4.

Tyngdetetthet for bruk i stabilitetsberegningene er i vurdert ut fra målte verdier på opptatte prøver, samt fra erfaringsverdier i ref. [5]. Se stabilitetsberegningene for benyttet tyngdetetthet.

Det er utført trykksonderinger (CPTU) i fire av borpunktene. Udrenert skjærstyrke er i hovedsak bestemt basert på disse. Utførte trykksonderinger tilfredsstillende følgende anvendelsesklasser iht. [6]:

Borpunkt	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
2	1	1	2
4	1	1	1
10	1	1	2
11	1	1	2

Tabell 1: Anvendelsesklasser for trykksonderinger (CPTU).

På grunn av at det i tillegg til trykksonderingene er et omfattende grunnlag av prøvetaking, samt at unøyaktigheten i målt spissmotstand er liten, vurderes det at et noe høyt nullpunktsavvik for målt poretrykk i tre av de fire sonderingene ikke har noen betydningsfull konsekvens for tolkningen av skjærstyrke.

For å ta høyde for anisotropi i udrenert skjærstyrke, avhengig av spenningsretning benyttes følgende forholdstall mellom aktiv, direkte og passiv udrenerte skjærstyrke;

$$s_u^A = 1,0s_u \quad \text{for leire med } s_u^r \geq 2,0 \text{ kPa}$$

$$s_u^A = 0,85s_u \quad \text{for leire med } s_u^r < 2,0 \text{ kPa}$$

$$s_u^D / s_u^A = 0,63$$

$$s_u^P / s_u^A = 0,35$$

Effektiv skjærstyrke er i hovedsak bestemt basert på anbefalte verdier fra Håndbok V220, ref [5]. Følgende parametere er lagt til grunn:

Materiale	Friksjonsvinkel, $\phi$ [-]	Kohesjon, $c$ [kPa]
Vegfylling	42	0
Tørskorpeleire	30	0
Leire	24	2
Kvikkleire	20	2
Morene	35	10

Tabell 2: Effektivspenningsparametere for stabilitetsberegninger

## 7 Stabilitetsvurderinger

### 7.1 Dagens situasjon (før tiltak)

For sonen i sør (profil B-B), er beregnet stabilitet for dagens situasjon tilfredsstillende.

Når det gjelder sonen i nord (profil C-C), er vår vurdering at så lenge de planlagte tiltak ikke skjer innenfor faresonen som vist på tegning A1, så er det ikke noe som tilsier at prosjektet må utbedre stabiliteten i denne sonen. Likevel, så er beregnet stabilitet på totalspenningsbasis lav, og det må blant annet påses at det ikke utføres midlertidige tiltak i anleggsperioden i faresonen som kan forringe stabiliteten (f.eks. masselagring, etablering av anleggsveger etc.). I tillegg må sprengningsarbeider i nærheten av sonen utføres meget forsiktig, slik at ikke salver bryter ut i leirmassene. Det må også påses at utkast av sprengningsmasser over bakkenivå ikke lander på og belaster terrenget i faresonen. I tillegg må salveopplegget ved sprengning tilpasses slik at resulterende rystelser fra sprengning ikke overskrider 25 mm/s der bølgene når frem til kvikkleireforekomsten. Dette må dokumenteres med treaksial måling. Det kan bli aktuelt å sette enda lavere rystelseskrav, dette må vurderes nærmere i forbindelse med detaljprosjektering.

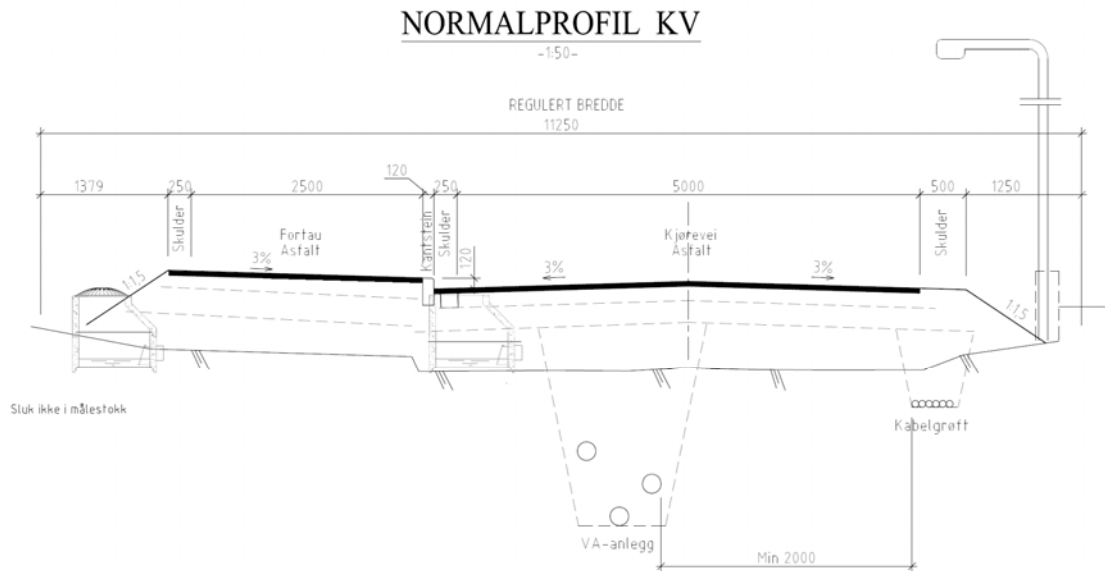
Tegningsnr.	Profil	Beregningsmet.	Beregnet F	Krav F	Vurdering
B6	B-B (Sør)	ADP	1,62	1,4	Ok
B7	B-B (Sør)	AFI	1,38	1,4	Ok
B10	C-C (Nord)	ADP	1,14	-	Ikke ok hvis tiltak
B11	C-C (Nord)	AFI	1,75	-	Ok

Tabell 3: Beregnede sikkerhetsfaktorer for antatt kritiske profiler

### 7.2 Midlertidig situasjon/byggefase

I forbindelse med etablering av VA-anlegg gjennom sonen i sør er det behov for gravearbeider. Normalprofil for veg og VA er vist i Figur 7.1. Det kan oppstå utfordringer med geoteknisk stabilitet i forbindelse med graving av dype grøfter hvis det graves gjennom laget med tørskorpeleire/lite sensitiv leire og ned i den underliggende bløte kvikkleiren. I tillegg vil det være ønskelig rent anleggsteknisk å unngå å måtte arbeide i kvikkleire. Det er derfor, etter avtale med oppdragsgiver, bestemt av traubunn i

grøft for VA-anlegg ikke skal ligge såpass dypt at det blir behov for graving gjennom tørrskorpeleiren. Mektigheten av tørrskorpeleire/lite sensitiv leire i området der VA-traseen er planlagt antas basert på grunnundersøkelsene å være ca. 2 m. Alternativt kan VA-rør installeres med styrt boring såfremt boringen utføres skånsomt uten poretrykksoppbygning som kan forverre stabiliteten i skråningen.



Figur 7.1: Normalprofil adkomstveg og gang- og sykkelveg

### 7.3 Ferdig situasjon med veg for sone i nord

På oversendte plantegninger er det antydnet behov for at vegfyllingen slår inn i den nordre kvikkleiresonen ca. i området ved profil 150-210. Siden prosjektet ønsker å unngå å måtte definere tiltak i denne sonen som vil føre til krav om forbedring, bør denne vegfyllingen unngås. I sted kan for eksempel vegen fundamenteres til berg vha. støttemur.



Figur 7.2: Antydnet vegfylling som må unngås

#### 7.4 Ferdig situasjon med veg for sone i sør

Den planlagte adkomstvegen gjennom sonen i sør vil bli liggende på fylling. Løvlien Georåd har mottatt tverrprofiler som viser planlagt veg fra profil 0- 80. Tegningen med profilene er datert 13.08.2018. Den endelige situasjonen er beregnet for to stabilitetsprofiler. Stabiliteten i profil B-B er noe lav ( $F = 1,34$ ) for skjærflaten som går fra vegfyllingen og ned i bekken på totalspenningsbasis. Det er derfor regnet et ekstra profil D-D som ligger nord for profil B-B. Stabiliteten for tilsvarende skjærflate i dette profilet er vesentlig høyere ( $F = 1,53$ ) enn i profil B-B. I tillegg ligger vegfyllingen lavere i terrenget om man ser på området sør for profil B-B, noe som gjør det sannsynlig at stabiliteten også her er over kravet ( $F = 1,4$ ). Løvlien Georåd vurderer dermed at stabiliteten for den lange skjærflaten ned mot bekken for sonen som helhet er tilfredsstillende. I tillegg er også stabiliteten for en mindre skjærflate noe lav i profil D-D ( $F=1,35$ ), men siden det ikke er lagt inn noe økt styrke i tørrskorpeleiren i «trykksonen», antas det likevel at stabiliteten også for denne skjærflaten er tilfredsstillende.

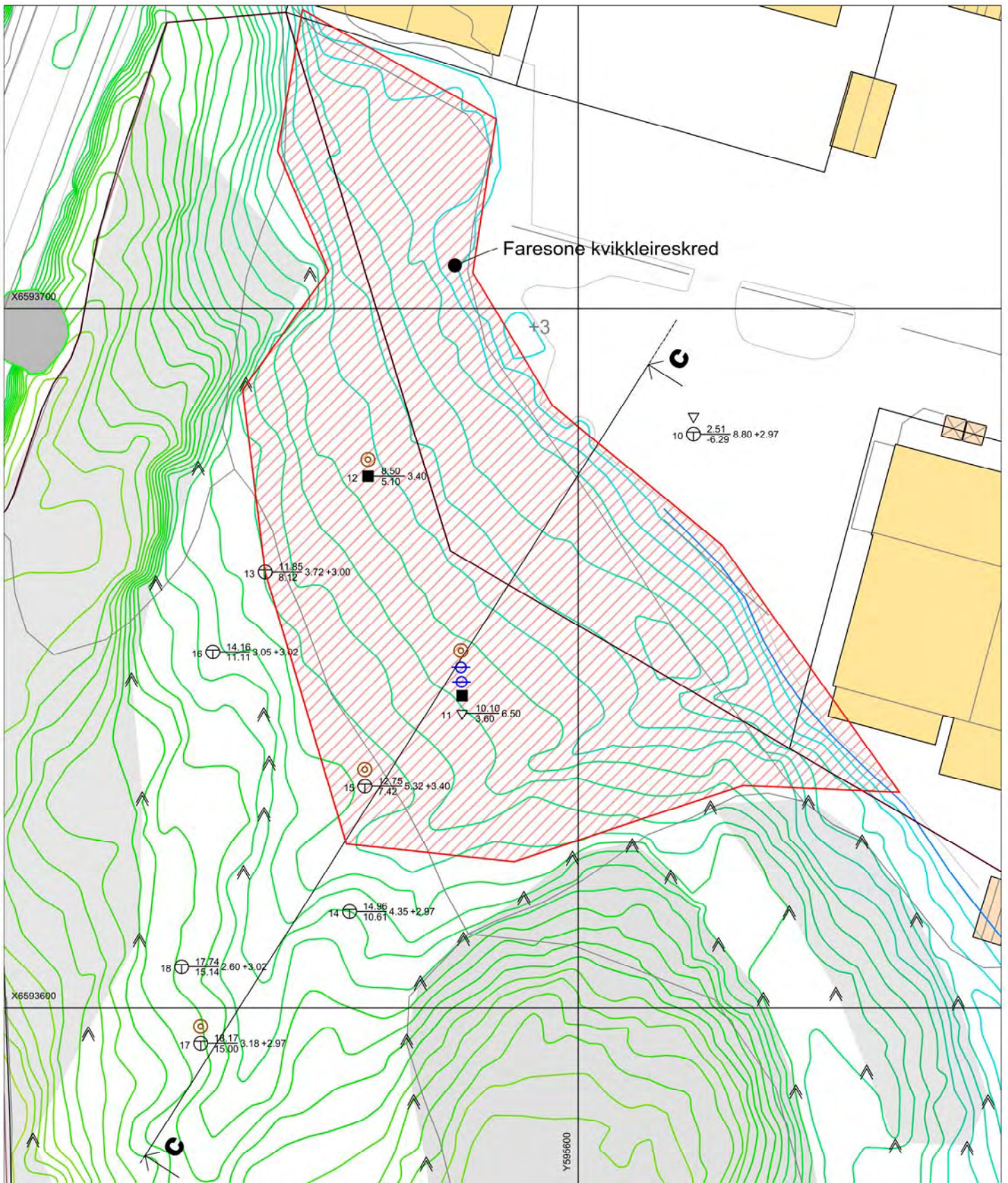
Det gjøres oppmerksom på at veggeometri ikke må endres uten at geotekniker kontaktes for vurdering av geoteknisk stabilitet.

Tegningsnr.	Profil (sone)	Beregningsmet.	Beregnet F	Krav F	Vurdering
	B-B (Sør)	ADP	1,34	1,4	Ok
	B-B (Sør)	AFI	1,40	1,4	Ok
	D-D (Sør)	ADP	1,35/1,53	1,4	Ok
	D-D (Sør)	AFI	1,40	1,4	Ok









Tabell 4: Beregnede sikkerhetsfaktorer for antatt kritiske profiler

## 8 Referanser

- [1] Norges vassdrags- og energidirektorat, «Veileder 7-2014: Sikkerhet mot kvikkleireskred,» 2014.
- [2] Løvlien Georåd AS, «18302 Rapport nr.1 Geoteknisk datarapport,» 2018.
- [3] NIFS, «Rapport nr. 14-2016: Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred,» 2016.
- [4] Norges Geotekniske Institutt, «Program for økt sikkert mot leirskred,» 2008.
- [5] Statens vegvesen, «Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging,» 2014.
- [6] Norges Geotekniske Forening (NGF), «NGF melding 5: Veiledning for utførelse av trykksondering,» 1982, rev. 3 2010.



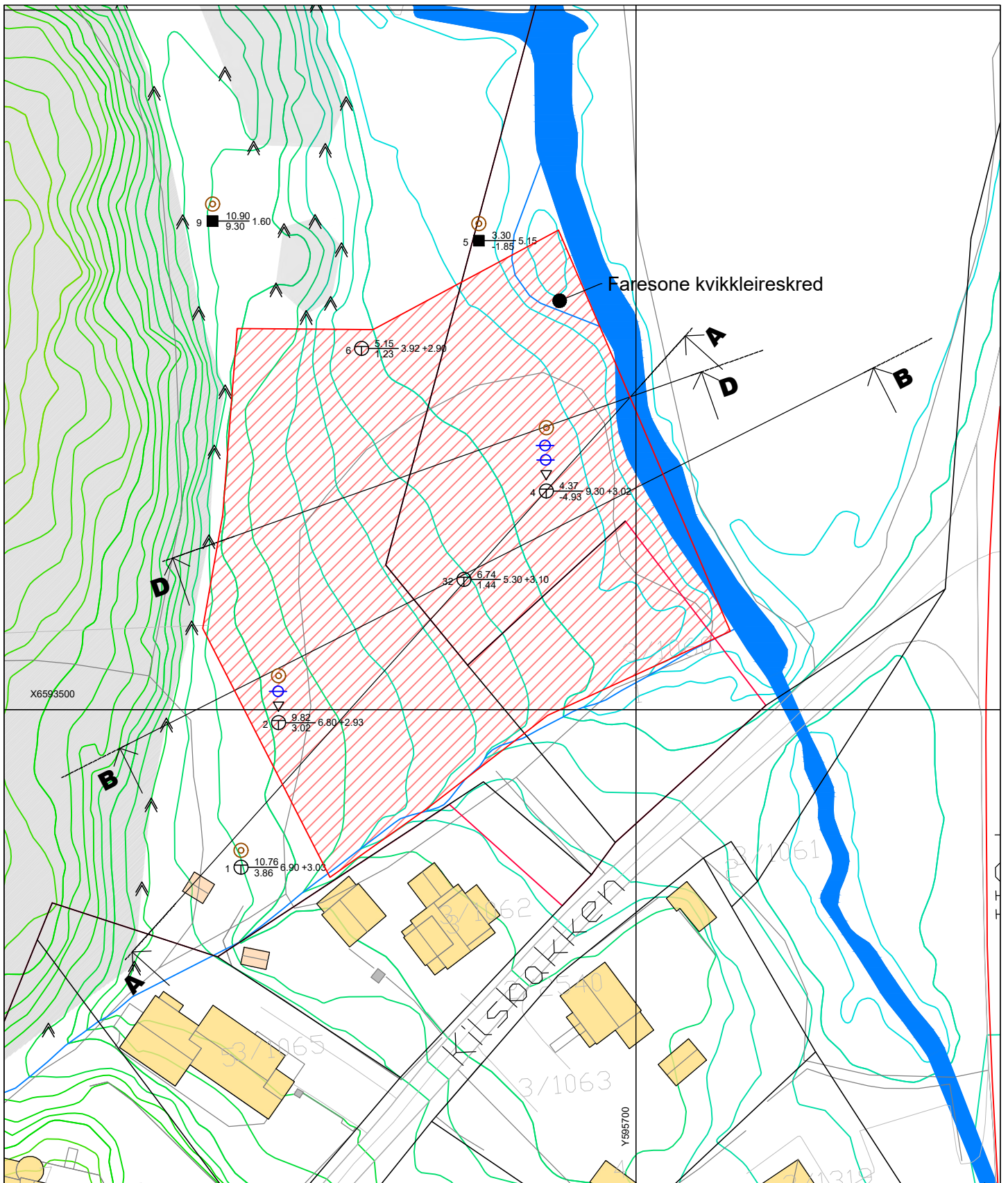
**FORKLARINGER:**

- PKT.NR.  
 TOTALSONDERING  TERRENGNIVA  BERGNIVA  BORDYBDE+BORET I BERG  
 PRØVESERIE   
 CPTU   
 PIEZOMETER   
 PRØVEGROP   
 BERG I DAGEN 



Elvesletta 35  
 2323 Ingeberg  
 Telefon: 95 48 50 00  
 E-post: post@georaad.no

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	19.11.2018	TIG	SKA
Tiltakshaver		Tegning nr.		
-		R02A1		
Oppdragsgiver		Prosjekt nr.		
Bakke AS		18302		
Prosjekt		Format / Målestokk		
Kilsbakken, Moss		A4 / 1:750		
Tegningstittel		Status		
Situasjonsplan /m profiler og faresone nord				



**FORKLARINGER:**

- PKT.NR.  
 TOTALSONDERING  $\odot$  TERRENGNIVA BORDYBDE+BORET I BERG  
 BERGNIVA  
 PRØVESERIE  $\odot$   
 CPTU  $\nabla$   
 PIEZOMETER  $\oplus$   
 PRØVEGROP  $\blacksquare$   
 BERG I DAGEN  $\blacktriangle$   $\square$



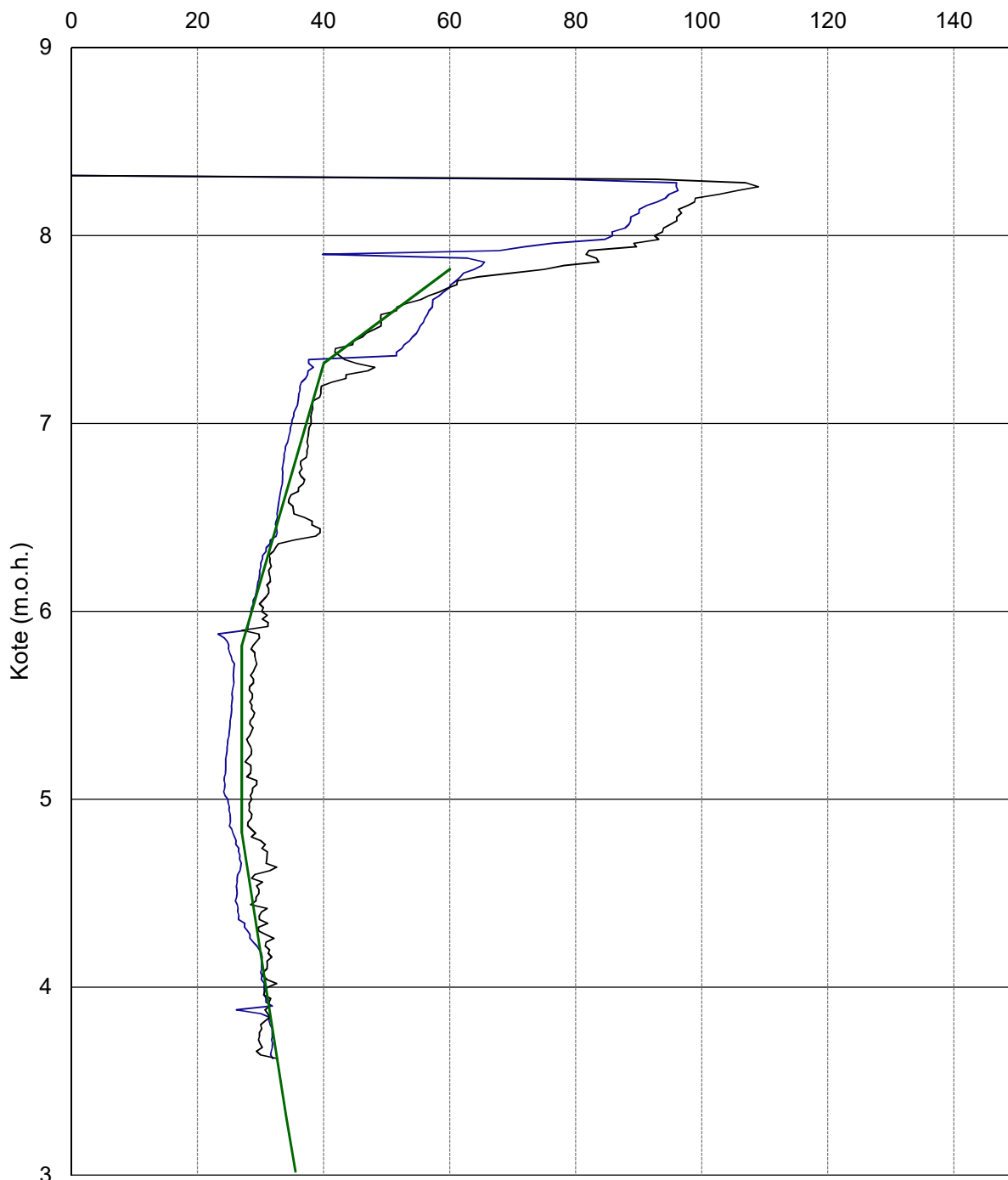
Elvesletta 35  
 2323 Ingeberg  
 Telefon: 95 48 50 00  
 E-post: post@georaad.no

00	Original	19.11.2018	TIG	SKA
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
Tiltakshaver			Tegning nr.	
-			R02A1	
Oppdragsgiver			Prosjekt nr.	
Bakke AS			18302	
Prosjekt			Format / Målestokk	
Kilsbakken, Moss			A4 / 1:750	
Tegningsstittel			Status	
Situasjonsplan /m profiler og faresone sør				



# Udrenert skjærstyrke

$s_u$  (kPa)



- $s_u, N\Delta u$
- - -  $s_u A, \text{Shansep: OCR tidligere terreng}$
- $s_u A, NC$
- - - Direkte skjærstyrkeprofil
- ▼ Målt fra konus
- - -  $s_u, Nke$
- $s_u, Nkt$
- - -  $s_u A, \text{Shansep: OCR trend}$
- Valgt aktivt skjærstyrkeprofil
- × Målt fra treaks
- Målt fra enaks

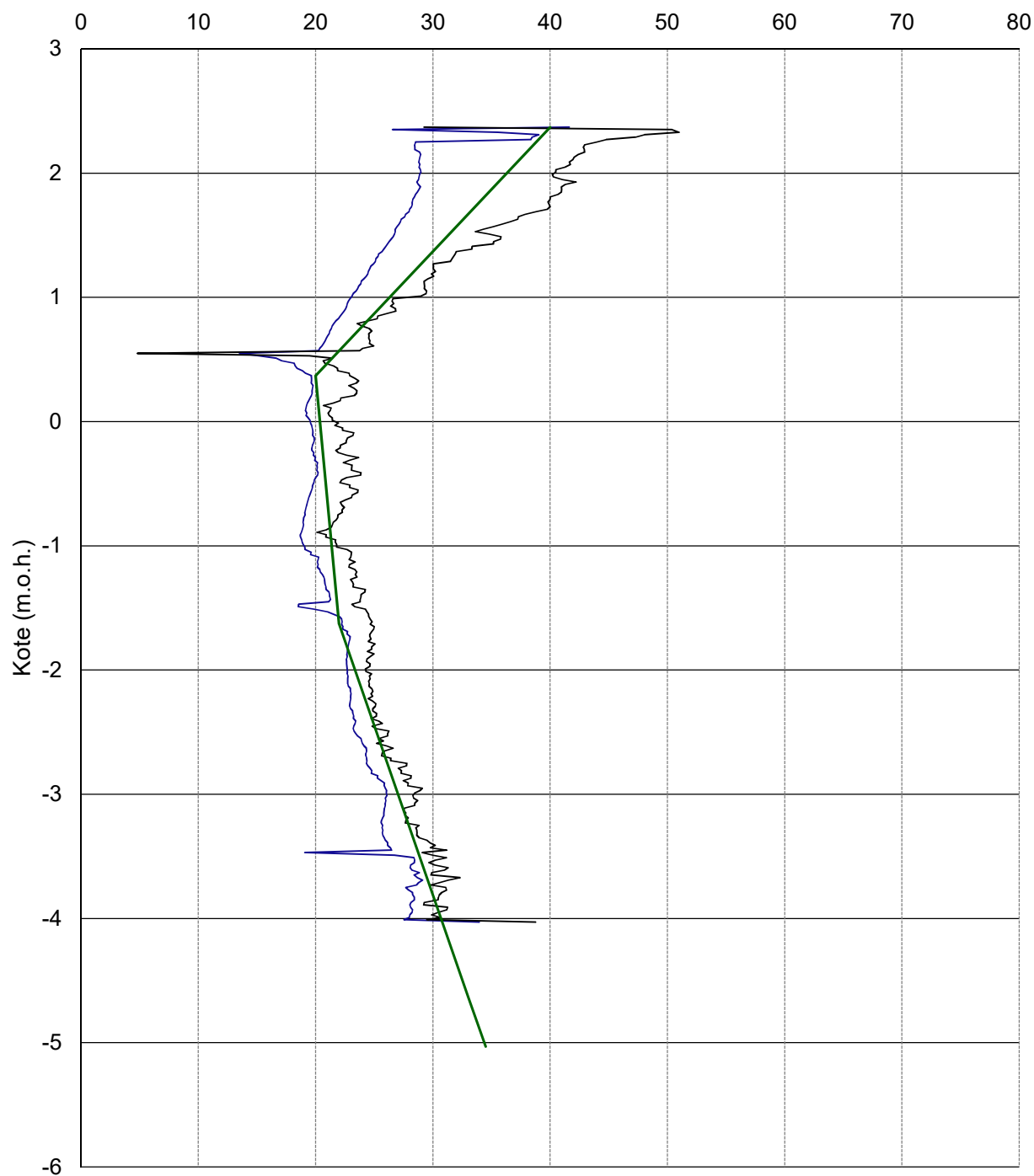


**LØVLIEN GEORÅD**  
 Geoteknikk og Jordbæringslære  
 1999

Oppdragsgiver Bakke AS	Prosjekt nr. 18302	Tegning nr. R02B1
Prosjekt Kilsbakken, Moss	Dato: 29.10.18	Borpunkt 2
Tittel Tolkning udrenert skjærstyrke, $s_u$	Ansvarlig TIG	Kontrollert SKA

# Udrenert skjærstyrke

$s_u$  (kPa)



—  $s_u, N\Delta u$

- - -  $s_u A_{Shansep}$ : OCR tidligere terreng

—  $s_u A, NC$

- - - Direkte skjærstyrkeprofil

▼ Målt fra konus

- - -  $s_u, N_{ke}$

—  $s_u, N_{kt}$

- - -  $s_u A_{Shansep}$ : OCR trend

— Valgt aktivt skjærstyrkeprofil

× Målt fra treaks

○ Målt fra enaks



**LØVLIEN GEORÅD**  
Geoteknikk og grunnforskning

Oppdragsgiver

Bakke AS

Prosjekt

Kilsbakken, Moss

Tittel

Tolkning udrenert skjærstyrke,  $s_u$

Prosjekt nr.

18302

Dato:

29.10.18

Ansvarlig

TIG

Tegning nr.

R02B02

Borpunkt

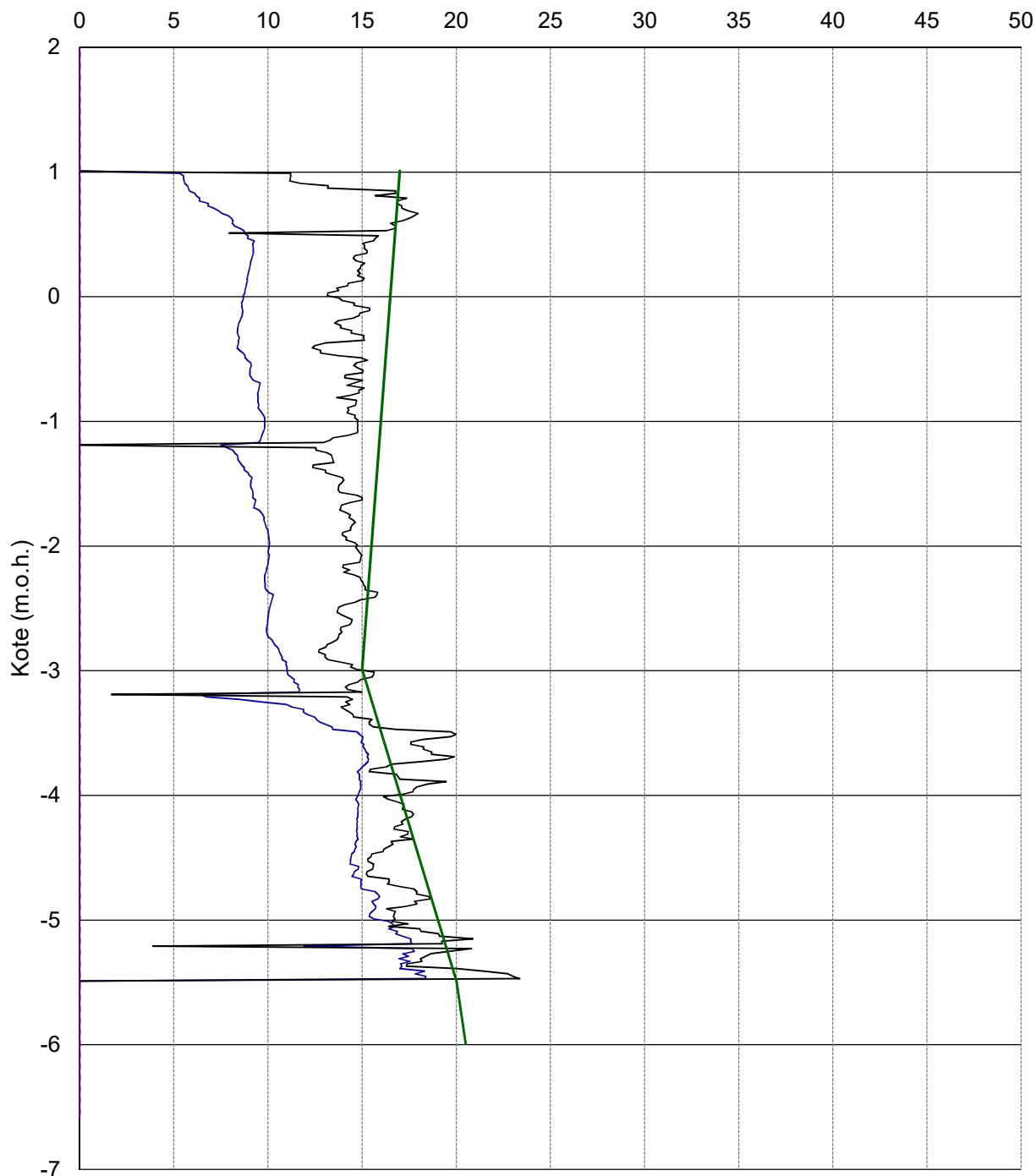
4

Kontrollert

SKA

# Udrenert skjærstyrke

$s_u$  (kPa)



—  $s_{u,N\Delta u}$

- - -  $s_{uA,NC}$ : OCR tidligere terrenng

—  $s_{uA,NC}$

- - - Direkte skjærstyrkeprofil

▼ Målt fra konus

- - -  $s_{u,Nke}$

—  $s_{u,Nkt}$

- - -  $s_{uA,NC}$ : OCR trend

— Valgt aktivt skjærstyrkeprofil

× Målt fra treaks

○ Målt fra enaks



**LØVLIEN GEORÅD**  
Geoteknikk og Jordbæringsmekanikk

Oppdragsgiver

Bakke AS

Prosjekt

Kilsbakken, Moss

Tittel

Tolkning udrenert skjærstyrke,  $s_u$

Prosjekt nr.

18302

Dato:

30.10.18

Ansvarlig

TIG

Tegning nr.

R02B03

Borpunkt

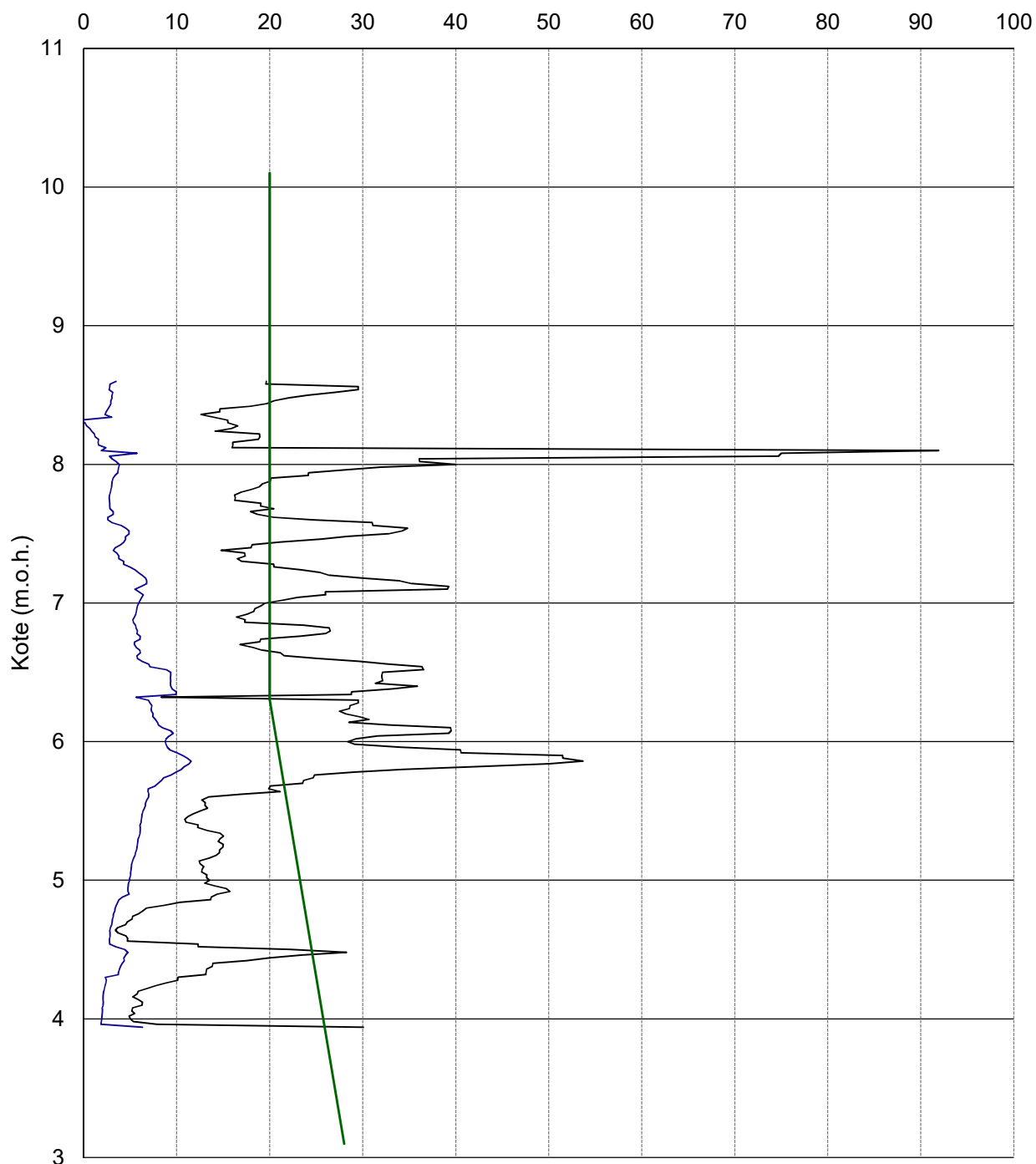
10

Kontrollert

Ska

# Udrenert skjærstyrke

$s_u$  (kPa)



—  $s_u, N\Delta u$

- - -  $s_u A$ shansep: OCR tidligere terreng

—  $s_u A, NC$

- - - Direkte skjærstyrkeprofil

▼ Målt fra konus

- - -  $s_u, Nke$

—  $s_u, Nkt$

- - -  $s_u A$ shansep: OCR trend

— Valgt aktivt skjærstyrkeprofil

× Målt fra treaks

○ Målt fra enaks



**LØVLIEN GEORÅD**  
Geoteknikk og Jordbæringslære

Oppdragsgiver

Bakke AS

Prosjekt

Kilsbakken, Moss

Tittel

Tolkning udrenert skjærstyrke,  $s_u$

Prosjekt nr.

18302

Dato:

12.10.18

Ansvarlig

TIG

Tegning nr.

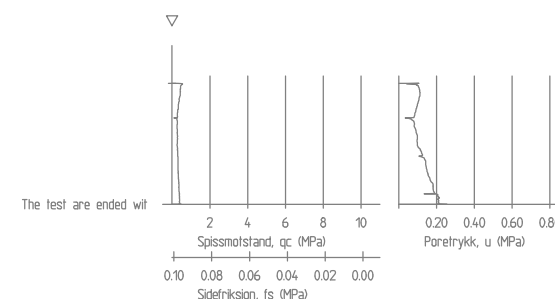
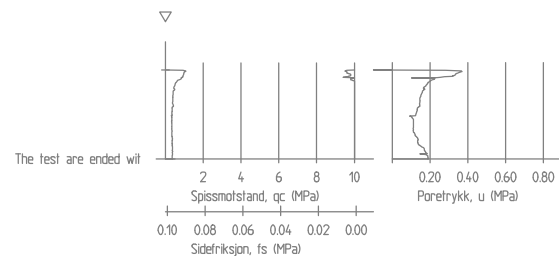
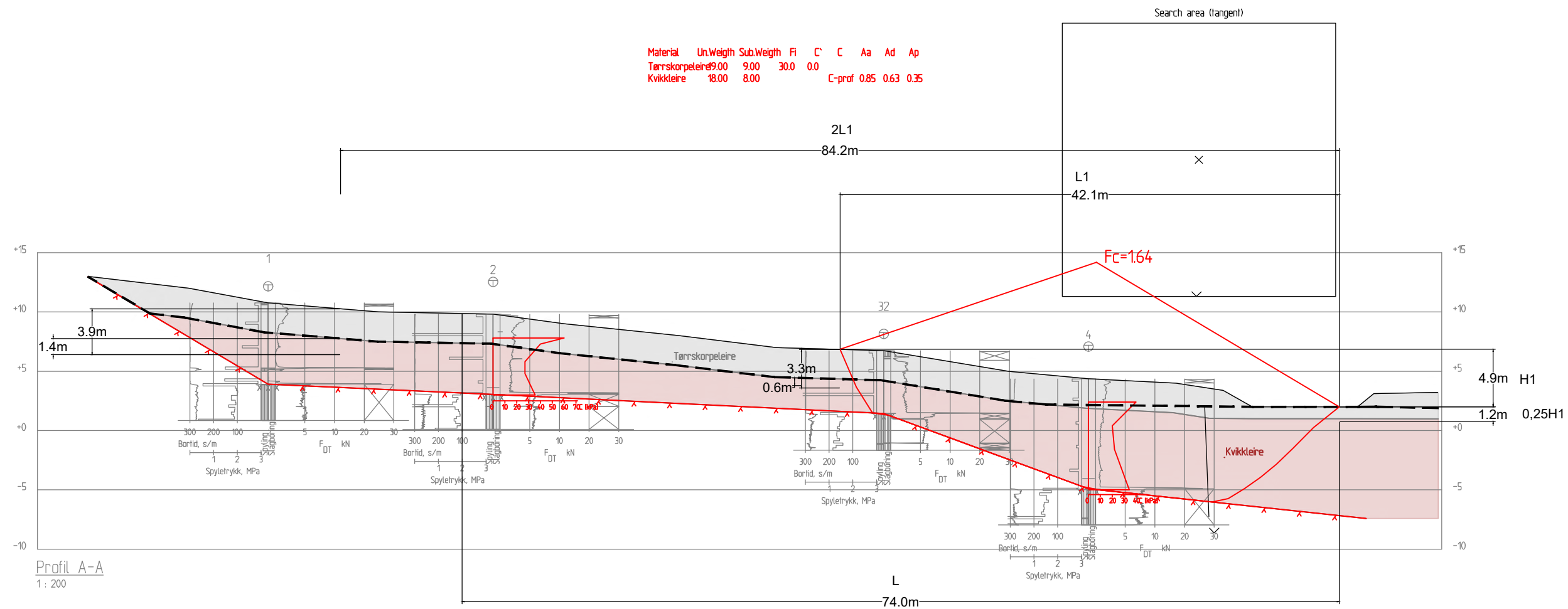
R02B04

Borpunkt

11

Kontrollert

Ska



**MERKNADER:**

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

-

**BESTEMMELSER:**

-

**FORKLARINGER:**

-

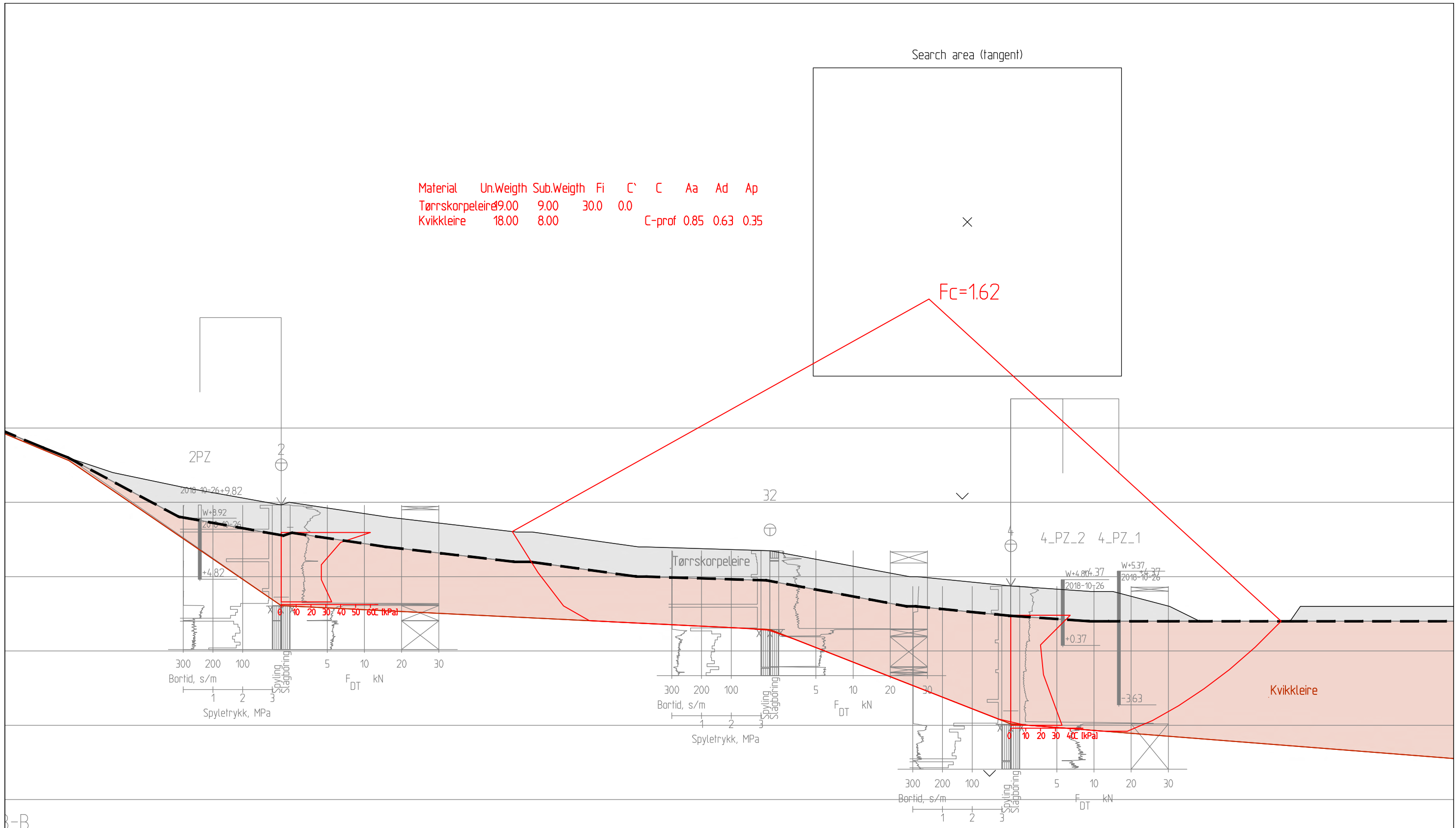
**HENVISNINGER:**

-



Elvesletta 35  
2323 Ingeberg  
Telefon: 95 48 50 00  
E-post: post@georaad.no

00	Original	19.11.2018	TIG	SKA
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
-	Tiltakshaver	-	Tegning nr.	R02B5
-	Oppdragsgiver	Bakke AS	Prosjekt nr.	18302
-	Prosjekt	Kilsbakken, Moss	Format / Målestokk	1:400
-	Tegningstittel	Profil A-A for vurdering av avgrensning løseomr.	Status	



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørskorpeleire	9.00	9.00	30.0	0.0				
Kvikkleire	18.00	8.00			C-prof	0.85	0.63	0.35

Search area (tangent)

$F_c=1.62$

B-B

**MERKNADER:**  
 Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000  
 -

**BESTEMMELSER:**  
 -

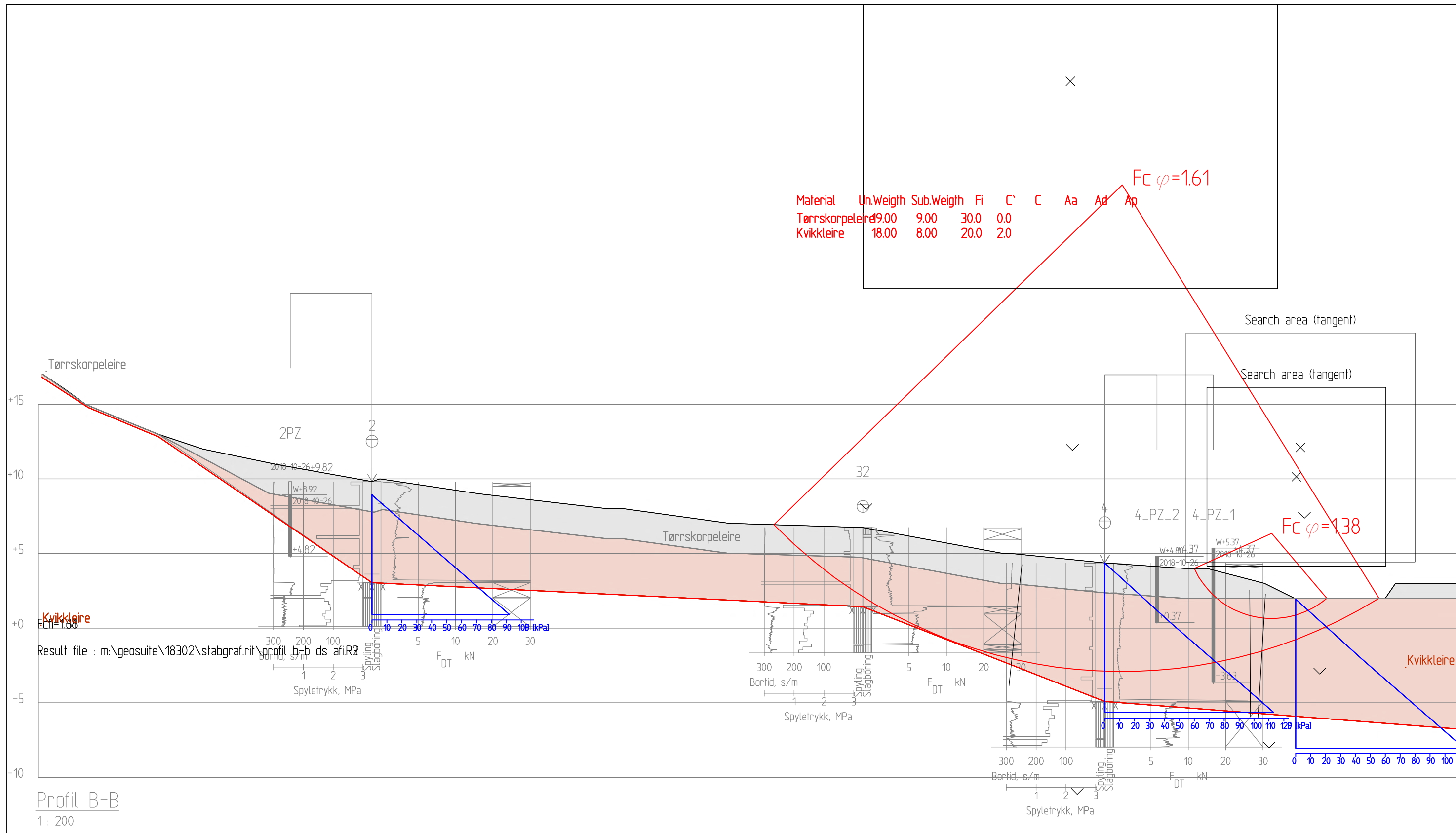
**FORKLARINGER:**  
 -

**HENVISNINGER:**  
 -



Elvesletta 35  
 2323 Ingeberg  
 Telefon: 95 48 50 00  
 E-post: post@georaad.no

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	19.11.2018	TIG	SKA
Tiltakshaver				
				Tegning nr. R02B06
Oppdragsgiver Bakke AS				Prosjekt nr. 18302
Prosjekt Kilsbakken, Moss				Format / Målestokk 1:250
Tegningsstittel Profil B-B Dagens situasjon ADP-analyse				Status



Profil B-B  
1 : 200

**MERKNADER:**

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

-

**BESTEMMELSER:**

-

**FORKLARINGER:**

-

**HENVISNINGER:**

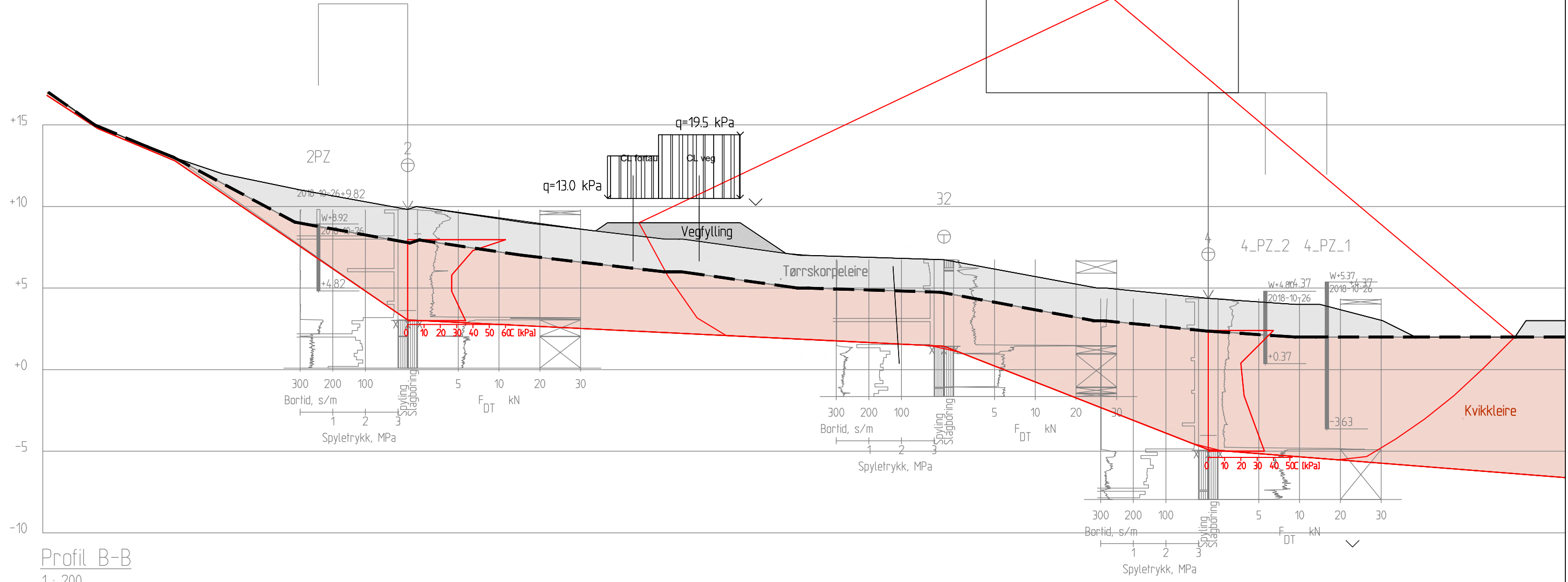
-



Elvesletta 35  
2323 Ingeberg  
Telefon: 95 48 50 00  
E-post: post@georaad.no

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	19.11.2018	TIG	SKA
-	Tiltakshaver			Tegning nr. R02B07
-	Oppdragsgiver Bakke AS			Prosjekt nr. 18302
-	Prosjekt Kilbakken, Moss			Format / Målestokk 1:250
-	Tegningstittel Profil B-B Dagens situasjon AFI-analyse			Status

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Vegfylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørrskorpeleire	19.00	9.00	30.0	0.0				
Kvikkleire	18.00	8.00			C-prof 0.85	0.63	0.35	



Profil B-B  
1 : 200



- MERKNADER:**  
Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000  
-
- BESTEMMELSER:**  
-
- FORKLARINGER:**  
-
- HENVISNINGER:**  
-



Elvesletta 35  
2323 Ingeberg  
Telefon: 95 48 50 00  
E-post: post@georaad.no

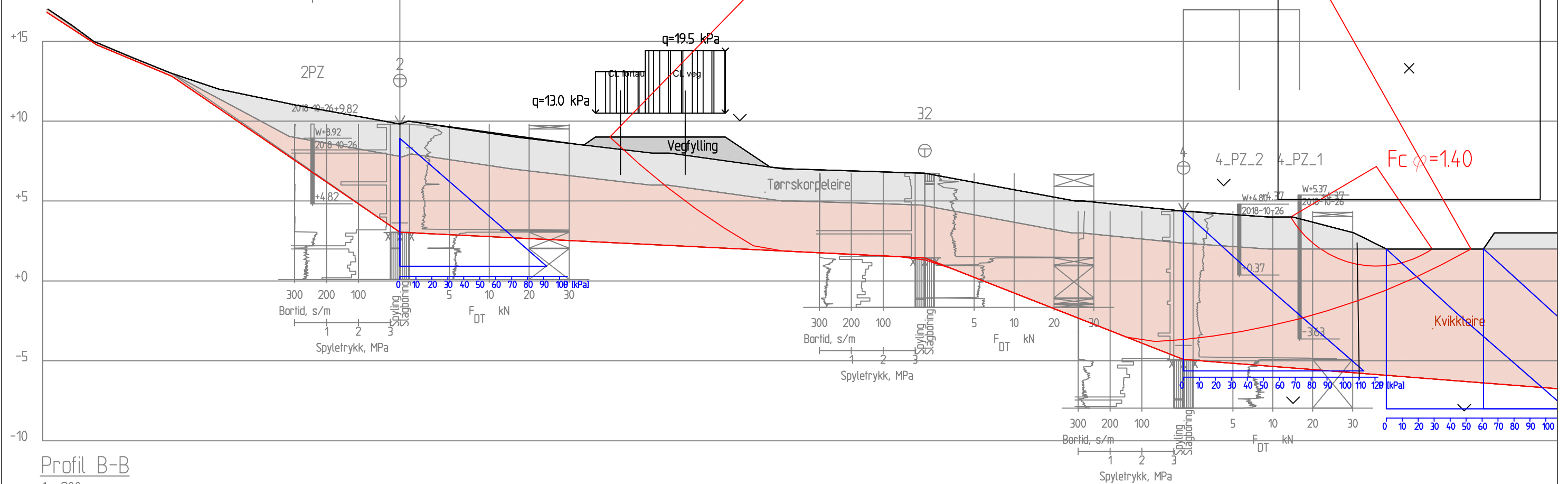
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	19.11.2018	TIG	SKA
Tiltakshaver				
Oppdragsgiver			Tegning nr.	
Bakke AS			R02B08	
Prosjekt			Prosjekt nr.	
Kilsbakken, Moss			18302	
Tegningstittel			Format / Målestokk	
Profil B-B Med veg ADP-analyse			1:250	
			Status	



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Vegfylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørreskorpeleire	9.00	9.00	30.0	0.0				
Kvikkleire	18.00	8.00	20.0	2.0				

$F_c \varphi = 1.48$

Search area (tangent)



Profil B-B

**MERKNADER:**

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

-

**BESTEMMELSER:**

-

**FORKLARINGER:**

-

**HENVISNINGER:**

-

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	19.11.2018	TIG	SKA

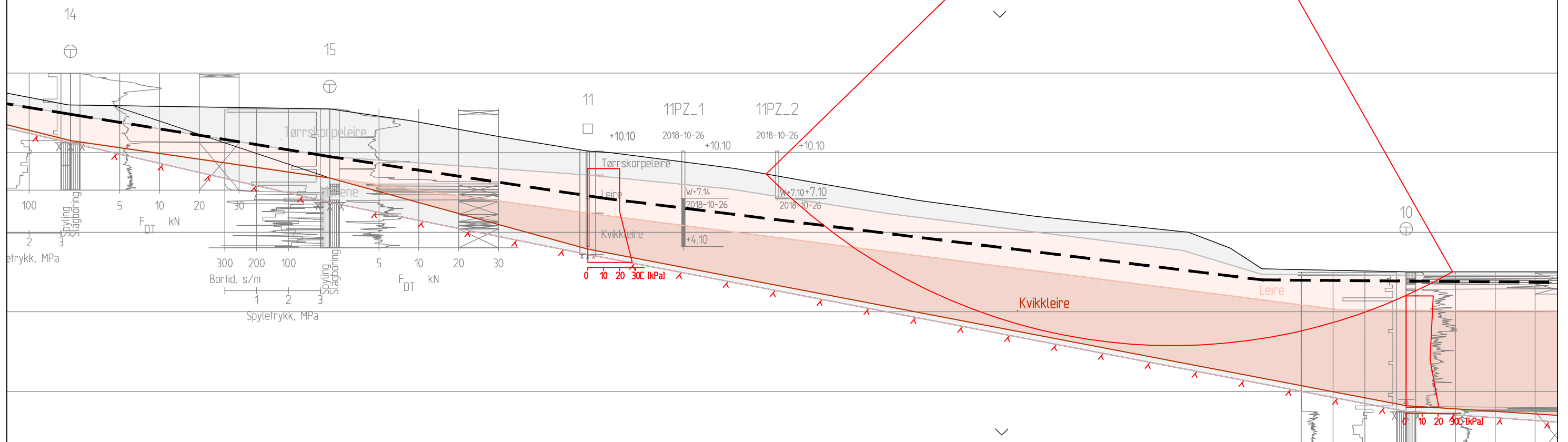


Elvesletta 35  
2323 Ingeberg  
Telefon: 95 48 50 00  
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver		Tegning nr.	R02B09
Oppdragsgiver	Bakke AS	Prosjekt nr.	18302
Prosjekt	Kilbakken, Moss	Format / Målestokk	1:250
Tegningstittel	Profil B-B Med veg AFI-analyse	Status	

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	9.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	18.00	8.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Mørene	20.00	10.00	35.0	10.0				

$F_c = 1.14$



**MERKNADER:**

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

-

**BESTEMMELSER:**

-

**FORKLARINGER:**

-

**HENVISNINGER:**

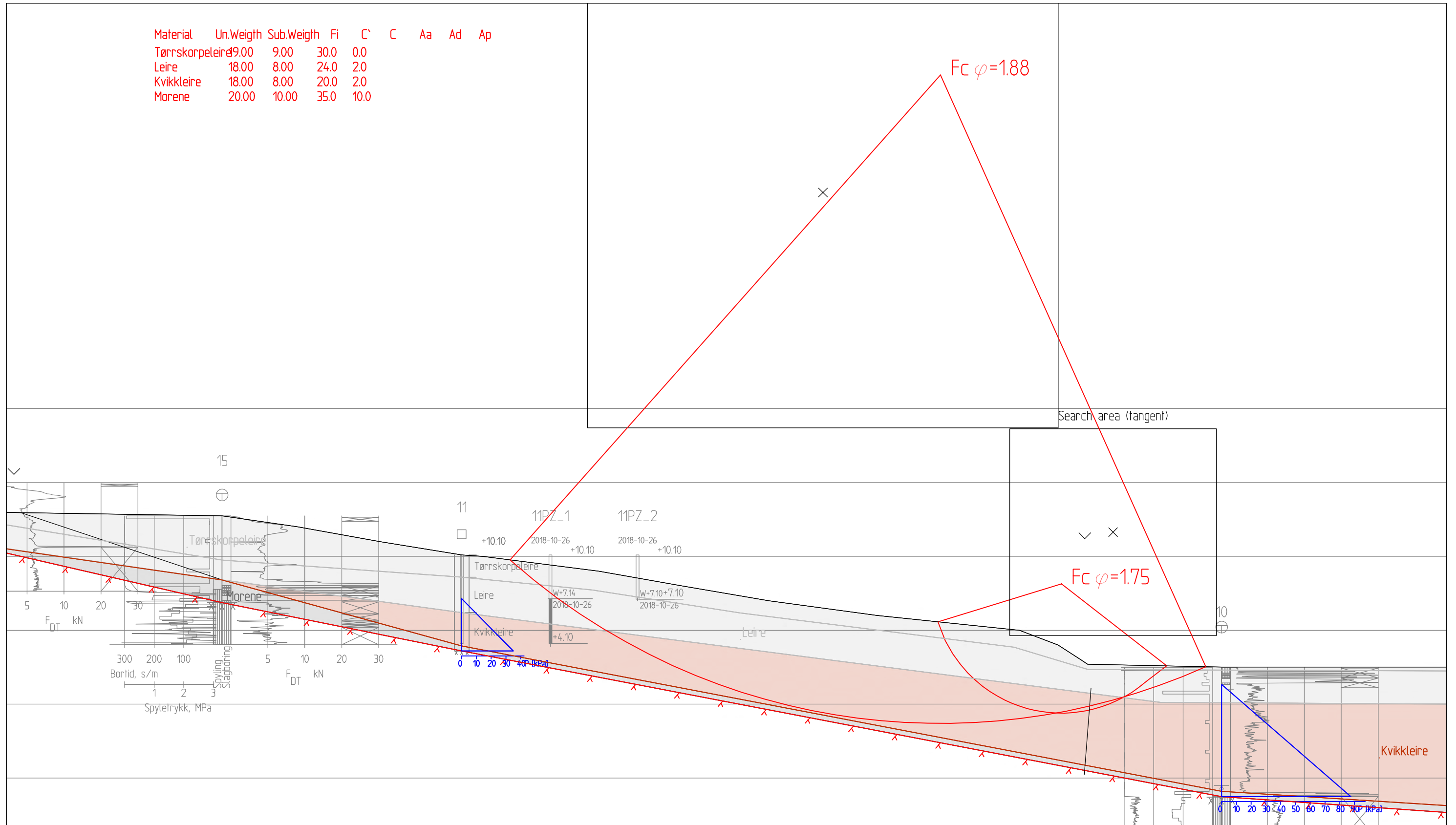
-



Elvesletta 35  
2323 Ingeberg  
Telefon: 95 48 50 00  
E-post: post@georaad.no

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	19.11.2018	TIG	SKA
-	Tiltakshaver			Tegning nr. R02B010
-	Oppdragsgiver Bakke AS			Prosjekt nr. 18302
-	Prosjekt Kilsbakken, Moss			Format / Målestokk 1:250
-	Tegningstittel Profil C-C Dagens situasjon ADP-analyse			Status

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpeleir	9.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	18.00	8.00	24.0	2.0				
Kvikkleire	18.00	8.00	20.0	2.0				
Morene	20.00	10.00	35.0	10.0				



**MERKNADER:**

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

-

**BESTEMMELSER:**

-

**FORKLARINGER:**

-

**HENVISNINGER:**

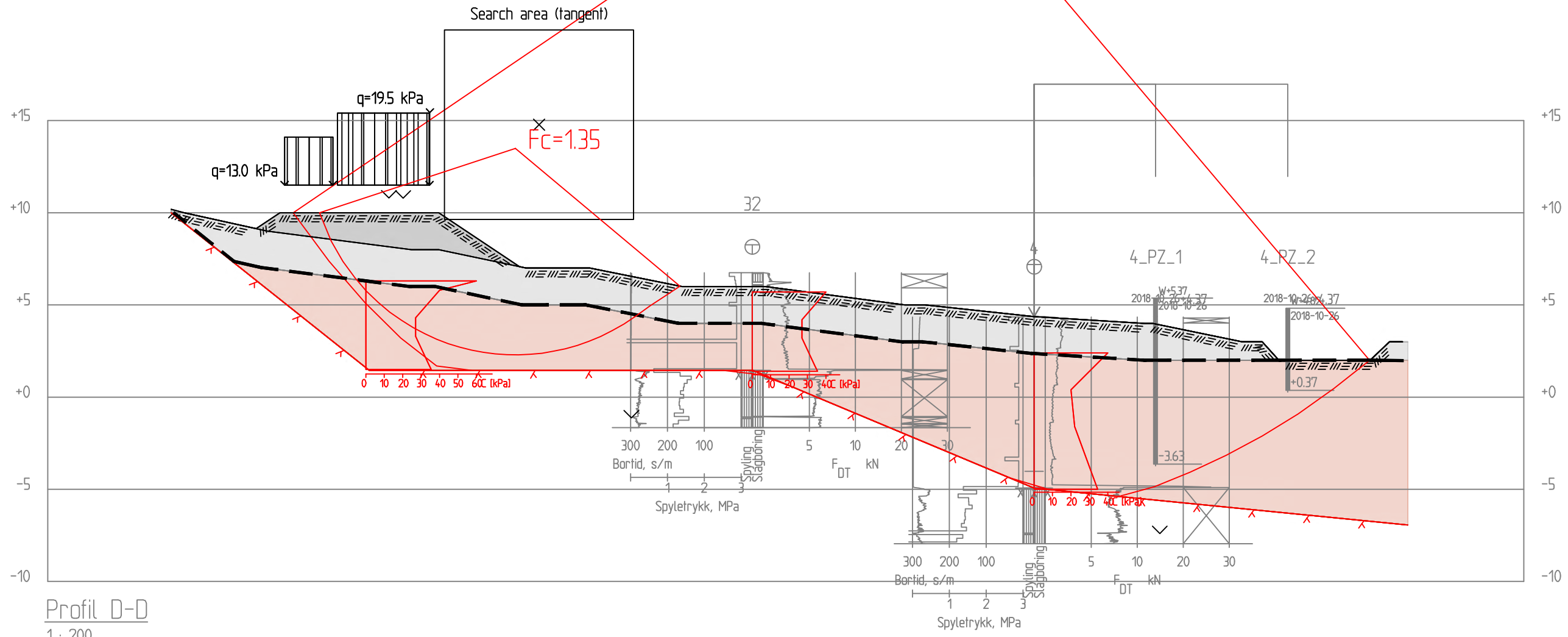
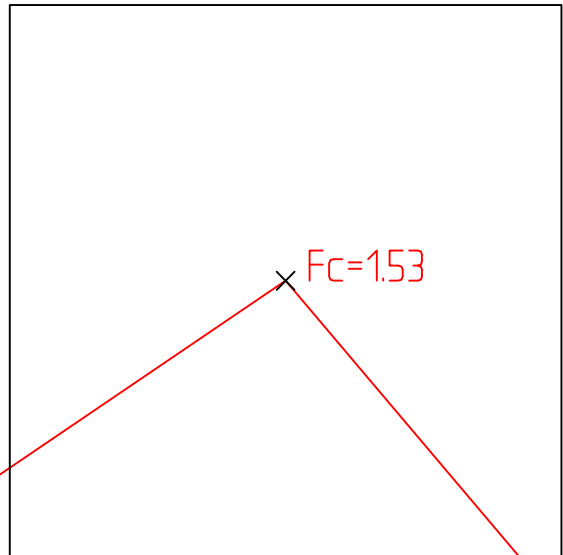
-



Elvesletta 35  
2323 Ingeberg  
Telefon: 95 48 50 00  
E-post: post@georaad.no

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	19.11.2018	TIG	SKA
-	Tiltakshaver			Tegning nr. R02B11
-	Oppdragsgiver Bakke AS			Prosjekt nr. 18302
-	Prosjekt Kilsbakken, Moss			Format / Målestokk 1:250
-	Tegningstittel Profil C-C Dagens situasjon AFI-analyse			Status

Material	Un.Weighth	Sub.Weighth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Vegfylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørrskorpeleire	9.00	9.00	30.0	0.0				
Kvikkleire	18.00	8.00						
					C-prof	0.85	0.63	0.35



Profil D-D  
1 : 200

- MERKNADER:**  
Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000  
-
- BESTEMMELSER:**  
-
- FORKLARINGER:**  
-
- HENVISNINGER:**  
-

**LØVLIEN GEORÅD**  
Geoteknikk - Geoteknisk laboratorium  
www.georaad.no

Elvesletta 35  
2323 Ingeberg  
Telefon: 95 48 50 00  
E-post: post@georaad.no

00	Original	19.11.2018	TIG	SKA
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
Tiltakshaver			Tegning nr. R02B12	
Oppdragsgiver Bakke AS			Prosjekt nr. 18302	
Prosjekt Kilbakken, Moss			Format / Målestokk 1:250	
Tegningstittel Profil D-D Med veg ADP-analyse			Status	

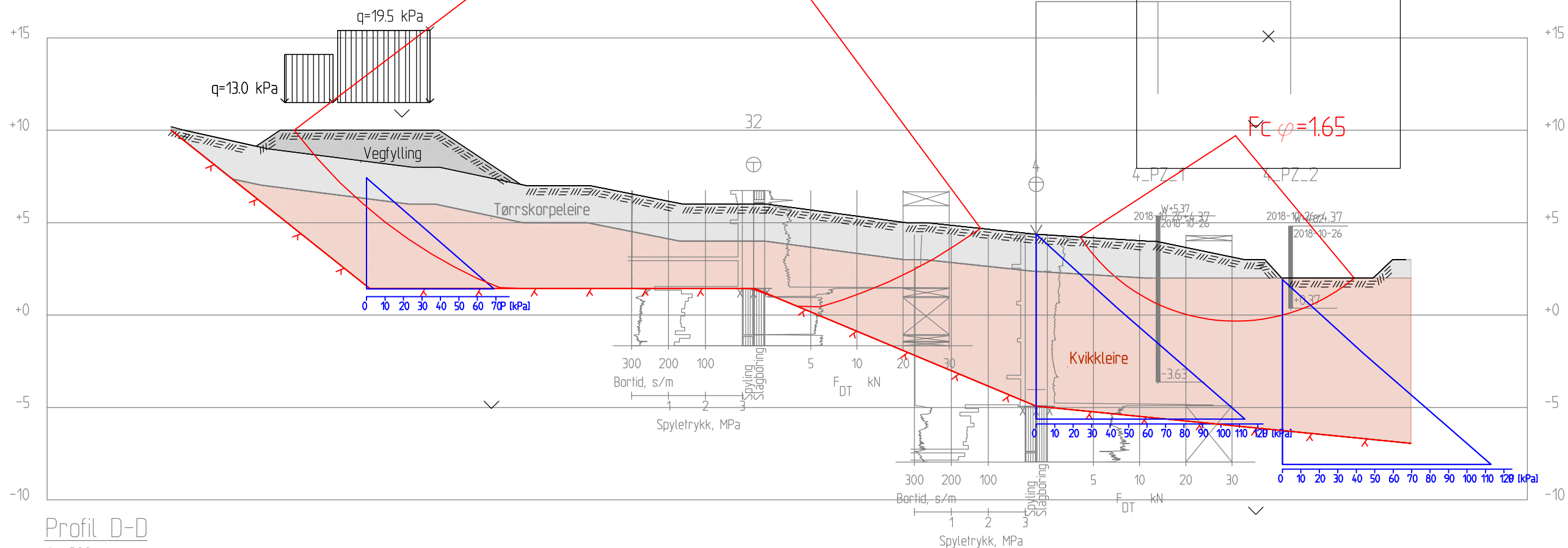
Search area (tangent)

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Vegfylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørrskorpeleire	9.00	9.00	30.0	0.0				
Kvikkleire	18.00	8.00	20.0	2.0				

$F_c \varphi = 1.40$

Search area (tangent)

$F_c \varphi = 1.65$



**MERKNADER:**

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

-

**BESTEMMELSER:**

-

**FORKLARINGER:**

-

**HENVISNINGER:**

-

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	19.11.2018	TIG	SKA
-	Tiltakshaver			Tegning nr. R02B13
-	Oppdragsgiver Bakke AS			Prosjekt nr. 18302
-	Prosjekt Kilsbakken, Moss			Format / Målestokk 1:250
-	Tegningstittel Profil D-D Med veg AFI-analyse			Status



Elvesletta 35  
2323 Ingeberg  
Telefon: 95 48 50 00  
E-post: post@georaad.no



Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium  
www.georad.no

### Vurdering av løсне- og utløpsområde iht. NIFS-rapport 14/2016

Indikator	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	Konsekvens, score			
				3	2	1	0
b/D ved $L_1$	1	1	1	>0,5	0,25-0,5	$\leq 0,25$	0
b/D ved $3L_1$ (evt. $2L_1$ )*	2	2	4	>0,5	0,25-0,5	$\leq 0,25$	0
Avstand fra skråningsfot til kvikkleirelomme	3	1	3	$x_1 < L_1$	$x_1 \approx L_1$	$x_1 > L_1$	-
Forhold ved skredporten	2	2	4	Stor elv eller dal	Bekkedal/ravine med bredde av samme størrelse som skredport	Flere hindringer og/eller veldig trang ravine	-
Tidligere skredhendelse**	1	1	1	$L/H > 10$	$5 < L/H < 10$	$L/H \leq 5$	-
$s_u/\gamma D$	1	1	1	$s_u/\gamma D < 0,1$	$0,1 \leq s_u/\gamma D \leq 0,25$	$s_u/\gamma D > 0,25$	-
Sum			14	24	16	8	5

\*For veldig slake skråninger (dvs.  $< 1:5$ ) vil vurderingen ved  $3L_1$  være for langt unna den initiale glideflate og det anbefales å gjøre vurderingen av b/D ved  $2L_1$

\*\*Anbefales satt til middels hvis ukjent

% av maksimal poengsum	58 %
<b>Løснеområde</b>	<b>Middels</b>
<b>Potensiell utbredelse, L/H</b>	<b>8,75</b>

Høydeforskjell skredfot og toppen av skredkant, H	8,5	(m)
Løsnedistanse	74	(m)
Utløpsdistanse retrogressivt skred i kanalisert terreng	223	(m)
Utløpsdistanse retrogressivt skred i åpent terreng	112	(m)
Utløpsdistanse for flakskred eller rotasjonsskred, alle typer terreng	37	(m)

Avgrrensning av løsnakeområde	Oppdragsgjver	Bakke AS
	Prosjekt	Kisbakken, Moss
Tittel	Dato	19.11.2018
	Ansvarlig	TIG
Vedlegg nr.	Prosjekt nr.	18302
	Profil	A-A
Kontrollert	SKA	



**LØVLIEN GEORÅD**  
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium  
www.georad.no

Oppdragsgiver:	Bakke AS	Vedlegg: 2	Prosjekt nr:
Prosjekt:	Kilbaken, Moss	Dato:	13.11.2018
Tekst:	Klassifisering av faresoner, kvikkleire	Ansvarlig:	TIG
		Bortull:	18302
		Kontrollert:	

Skadekonsekvens Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	Konsekvens, score			
				3	2	1	0
Boligheter, antall	0	4	0	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	3	9	>50	10 - 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	0	1	0	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	0	2	0	>5000	1001 - 5000	100 - 1000	Ingen
Toglinje, baneprioritet	0	2	0	1 - 2	3 - 4	5	Ingen
Kraftnett	0	1	0	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning, flom	0	2	0	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
<b>Sum</b>			<b>9</b>	<b>45</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>0</b>

% av maksimal poengsum 20 %

**Konsekvensklasse Alvorlig**

Evaluering av faregrad Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	Faregrad, score			
				3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	1	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	0	2	0	> 30	20 - 30	15 - 20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	3	2	6	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	>2,0
Poretrykk	0	3	0	> +30, >-50	10 - 30, -(20 - 50)	0 - 10, -(0 - 20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	2	4	>H/2	H/2 - H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	3	1	3	>100	30 - 100	20 - 30	<20
Erosjon	1	3	3	Aktiv/glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep	0	3	0	Stor	Noe	Liten	Ingen
<b>Sum</b>			<b>17</b>	<b>51</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>0</b>

% av maksimal poengsum 33 %

**Faregrad Lav faregrad**

Risikoverdi (skadekons. x faregrad)	153	<b>Aktuell risikoklasse</b>	<b>1</b>
Risikoklasse 1	0	170	X
Risikoklasse 2	171	630	
Risikoklasse 3	631	1900	
Risikoklasse 4	1901	3200	
Risikoklasse 5	3201	10000	



**LØVLIEN GEORÅD**  
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium  
www.georad.no

Oppdragsgiver:	Bakke AS	Vedlegg: 3	Prosjekt nr:
Prosjekt:	Kilbaken, Moss	Dato:	13.11.2018
Tekst:	Klassifisering av faresoner, kvikkleire	Ansvarlig:	TIG
		Bortull:	18302
		Kontrollert:	SKA

Skadekonsekvens Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	Konsekvens, score			
				3	2	1	0
Boligheter, antall	1	4	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	0	3	0	>50	10 - 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	1	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	1	2	2	>5000	1001 - 5000	100 - 1000	Ingen
Toglinje, baneprioritet	0	2	0	1 - 2	3 - 4	5	Ingen
Kraftnett	1	1	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning, flom	1	2	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
<b>Sum</b>			<b>10</b>	<b>45</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>0</b>

% av maksimal poengsum 22 %

**Konsekvensklasse Alvorlig**

Evaluering av faregrad Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	Faregrad, score			
				3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	1	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	0	2	0	> 30	20 - 30	15 - 20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	3	2	6	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	>2,0
Poretrykk	1	3	3	> +30, >-50	10 - 30, -(20 - 50)	0 - 10, -(0 - 20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	2	4	>H/2	H/2 - H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	3	1	3	>100	30 - 100	20 - 30	<20
Erosjon	1	3	3	Aktiv/glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep	0	3	0	Stor	Noe	Liten	Ingen
<b>Sum</b>			<b>20</b>	<b>51</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>0</b>

% av maksimal poengsum 39 %

**Faregrad Middels faregrad**

Risikoverdi (skadekons. x faregrad) 200 **Aktuell risikoklasse 2**

Risikoklasse 1	0	170
Risikoklasse 2	171	630 X
Risikoklasse 3	631	1900
Risikoklasse 4	1901	3200
Risikoklasse 5	3201	10000