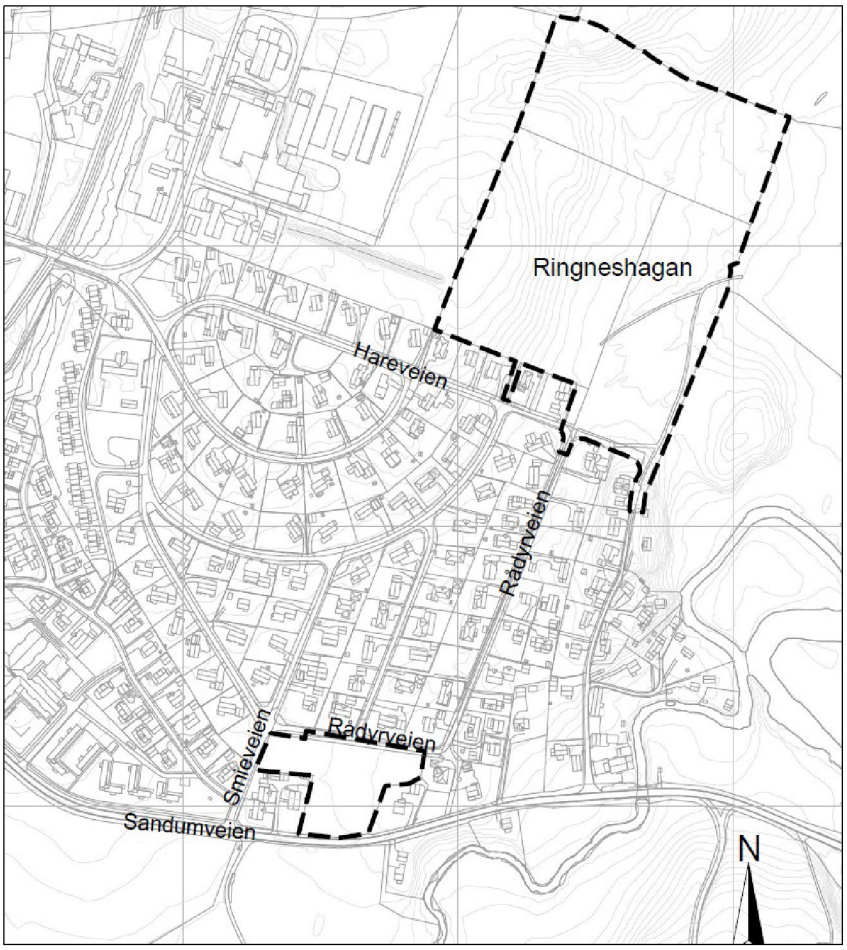
LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Norsk Bolig AS

Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken

19323 Rapport nr. 2 Vurdering av områdestabilitet



Utklipp fra reguleringsplan

Prosjektnr: 19323	Dato: 19.05.2021	Saksbehandler: Stian Kalstad
Kundenr: 11829	Dato: 25.05.2021	Kollegakontroll: Audun Egeland Sanda

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Fylke: Akershus	Kommune: Aurskog-Høland	Sted: Løken
Adresse: Sandumveien 68	Gnr: 32	Bnr: 27, 33 og 37

Tiltakshaver: Norsk Bolig AS
Oppdragsgiver: Norsk Bolig AS v/ Rune Solstad
Oppdragsgivers referanse: Ringneshagan og Rådyrveien

Rapport: 19323 Rapport nr. 2 Vurdering av områdestabilitet
Rapporttype: Geoteknisk rådgivning
Stikkord: Områdestabilitet
Euref UTM: Sone 32V – Ø0639100, N6631500

Revisjon	Grunnlag	Dato
00	Første utgave	17.10.2019
01	Revisjon etter kommentar fra uavhengig kvalitetssikring, samt oppdatert krav til sikkerhet iht. NVE 1/2019	25.05.2021

Sammendrag

I forbindelse med pågående reguleringsplan for planområdene *Rådyrveien* og *Ringneshagan* på Løken i Aurskog-Høland kommune har Løvlien Georåd AS utført grunnundersøkelser for de to planområdene. I den forbindelse er det avdekket forekomster av kvikkleire og sprøbruddmateriale. For å tilfredsstille krav i henhold til Teknisk forskrift (TEK17) §7-3 (2) og NVEs veileder [1] har Løvlien Georåd utført en utredning av områdestabiliteten.

Utredningen viser at det må utføres stabiliserende tiltak for å ivareta områdestabiliteten for deler av planområde *Rådyrveien*. Det kartlagte løsneområdet strekker seg kun delvis inn på det aktuelle planområdet og bygging utenfor løsneområdet kan dermed utføres uten sikringstiltak. Det kartlagte løsneområdet er vist på situasjonsplaner i tegning R02A02 og R02A03 (rød skravur).

Områdestabiliteten for planområde *Ringneshagan* vurderes som tilfredsstillende for dagens situasjon siden det er dokumentert en beregningsmessig sikkerhet på F_{cu} = 1,4 og $F_{c\varphi}$ = 1,94 for de mest kritiske beregningsprofilene. Utvikling av området bør utformes på en måte som gjør at stabilitetsforholdene ikke forverres som følge av tiltaket. Dersom utbyggingen forverrer områdestabiliteten må det gjøres tiltak for å øke beregningsmessig sikkerhet for områdestabilitet til $F_{cu} \geq 1{,}61$ og $F_{c\varphi} \geq 1{,}25$.

Utførte grunnundersøkelser viser generelt at det er forekomster av svært bløt leire innenfor begge planområdene. Laboratorieundersøkelser viser at leiren har et betydelig setningspotensiale dersom den blir belastet ut over dagens situasjon. Bygg og veger bør derfor i så stor grad som mulig tilpasses dagens terreng for å unngå oppfyllinger og at de påvirker stabiliteten negativt. Det bør generelt planlegges at veger og bygg etableres kompensert, enten ved netto avgraving eller ved masseutskiftning med lette masser.

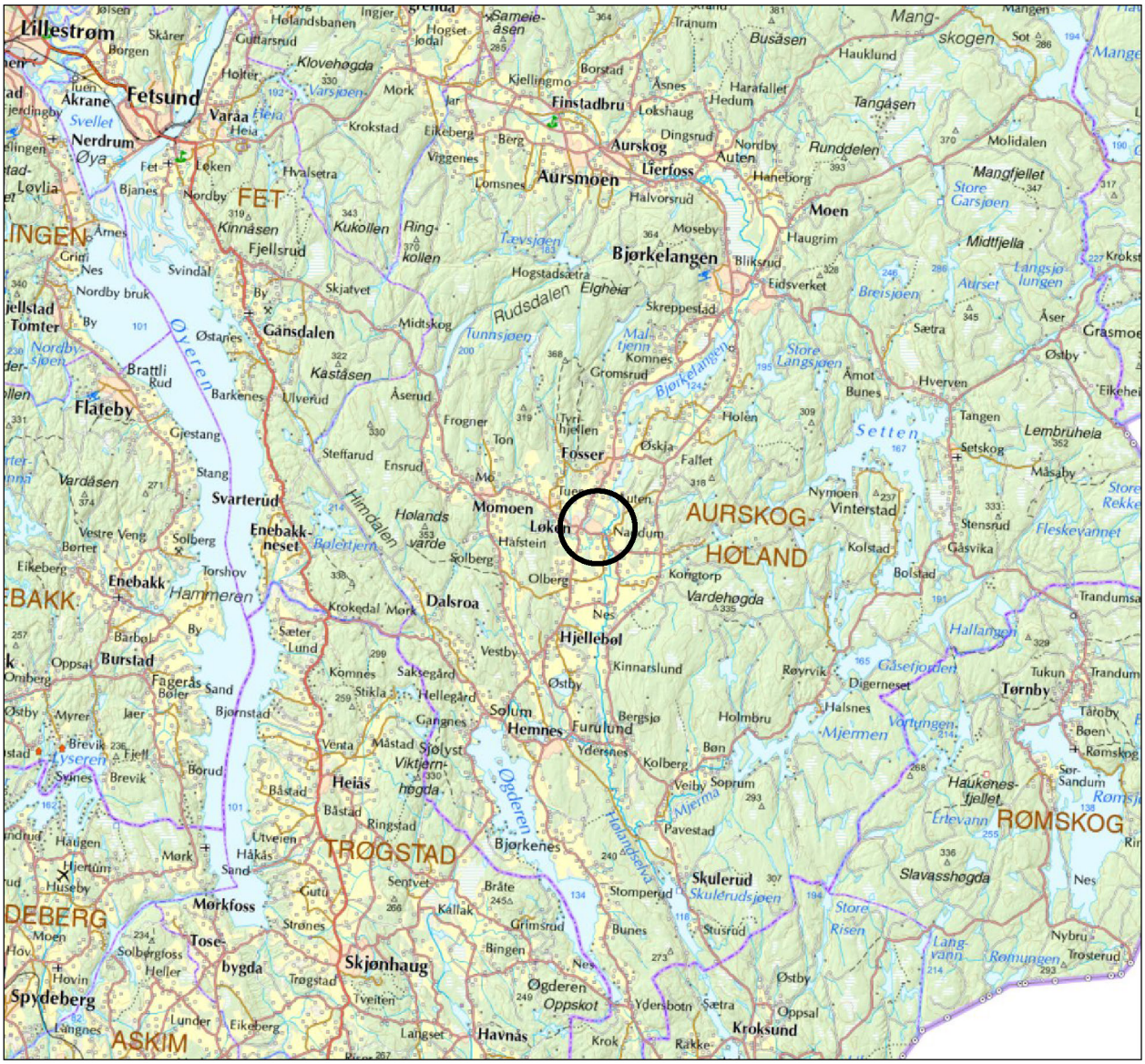
VA-ledninger og annen infrastruktur under bakken bør etableres så grunt som mulig (eventuelt i kombinasjon med frostisolasjon) for å unngå dype utgravinger ned i den bløte leira. Fallforhold for overvann- og avløpsledninger bør vies ekstra oppmerksomhet for å unngå dype grøftetraseer.

Geoteknisk stabilitet må ivaretas i detaljprosjektering.
Utredningen av områdestabilitet i foreliggende rapport må kvalitetssikres av uavhengig foretak før innsendelse av reguleringsplan.

Revisjon 01:
I revisjon 01 er kommentarer fra uavhengig kvalitetssikring utført av DMR Miljø og Geoteknikk, datert 04.03.2021, innarbeidet. Det er opprettet to løsne- og utløpsområder for kvikkleireskred som gjelder for Ringneshagan. I tillegg er rapporten oppdatert med sikkerhetskrav iht. revidert veileder for områdestabilitetsvurderinger fra NVE (Veileder nr. 1/2019).

For faresonen ved Rådyrveien er det etter den nye veilederen påvist tilfredsstillende robusthet av skråningen ned mot elva ($F_{cu} \geq 1{,}20$ og $F_{c\varphi} \geq 1{,}25$). Skråningen ligger utenfor influensområdet til planområdet. Etter den nye veilederen er derfor ikke nødvendig å etablere en støttefylling langs elva for å øke sikkerheten for områdestabilitet. Dersom det er ønskelig å bygge innenfor det kartlagte løsneområdet må det imidlertid utføres erosjonssikring langs elva.

Oversiktskart



Figur 0.1 Oversiktskart (www.norgeskart.no)

Tegninger

Beskrivelse	Tegn. nr.
Situasjonsplan m/ borpunkt og beregningsprofiler	R02A01
Situasjonsplan m/ løsne- og utløpsområde	R02A02
Situasjonsplan m/ sikringstiltak for Rådyrveien	R02A03
Profil A-A: Stabilitetsberegning dagens situasjon ADP og AFI	R02E01
Profil A-A: Stabilitetsberegning m/ stabiliserende tiltak ADP og AFI	R02E02
Profil A1-A1: Stabilitetsberegning dagens situasjon ADP og AFI	R02E03
Profil A1-A1: Stabilitetsberegning m/ stabiliserende tiltak ADP og AFI	R02E04
Profil B-B: Stabilitetsberegning dagens situasjon ADP og AFI	R02E05
Profil C-C: Stabilitetsberegning dagens situasjon ADP og AFI	R02E06
Profil D-D: Stabilitetsberegning dagens situasjon ADP og AFI	R02E07
Profil E-E: Stabilitetsberegning dagens situasjon ADP og AFI	R02E08

Tillegg

1.1 Tolket udrenert skjærstyrke i borpunkt 1 fra CPTU
1.2 Tolket udrenert skjærstyrke i borpunkt 3 fra CPTU
1.3 Tolket udrenert skjærstyrke i borpunkt 9 fra CPTU
1.4 Tolket udrenert skjærstyrke m/ SHANSEP i bunnen av skråning for profil B-B
1.5 Tolkning av treaksialforsøk
1.6 Tolkning ødometerforsøk
1.7 Anvendelsesklasse CPTU borpunkt 1
1.8 Anvendelsesklasse CPTU borpunkt 3
1.9 Anvendelsesklasse CPTU borpunkt 9
1.10 Tolkning av lagdeling fra grunnundersøkelser

Vedlegg

1. Skjema for faregradsklassifisering Rådyrveien
2. Skjema for faregradsklassifisering Ringneshagan

Innholdsfortegnelse

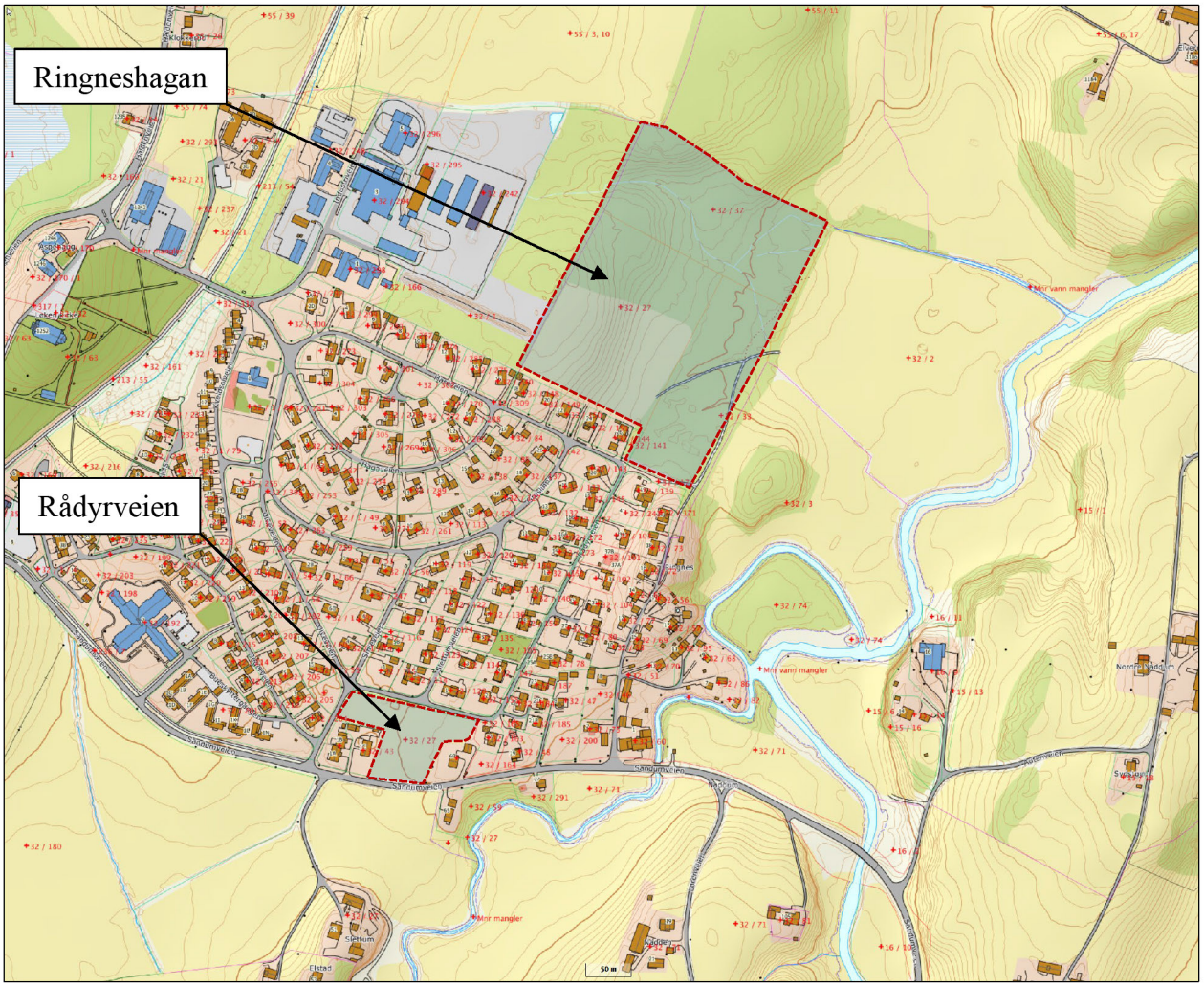
Oversiktskart 4
1 Innledning 7
1.1 Bakgrunn 7
1.2 Rapportens innhold 7
1.3 Tiltakskategori 7
2 TEK17 Kapittel 7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger 8
3 Grunnlag 9
3.1 Definisjoner 9
3.2 Eksisterende faresoner 9
3.3 Grunnundersøkelser 10

3.4 Erosjon ... 11
3.5 Tidligere skredhendelser ... 12
4 Terreng og grunnforhold ... 13
4.1 Kartgrunnlag ... 13
4.2 Topografi ... 13
4.3 Grunnforhold ... 14
4.4 Poretrykksforhold ... 14
5 Soneavgrensning og klassifisering for planområde Rådyrveien ... 15
5.1 Løsneområde ... 15
5.2 Utløpsområde ... 15
5.3 Faregradsklassifisering ... 15
6 Soneavgrensing og klassifisering for planområde Ringneshagan ... 15
6.1 Løsnedistanse ... 16
6.2 Utløpsområde ... 16
6.3 Faregradsklassifisering ... 16
7 Sikkerhetskrav ... 17
7.1 Tiltak ... 17
8 Grunnlag for stabilitetsvurderinger ... 18
8.1 Kritiske snitt og skredmekanismer ... 18
9 Materialparametere ... 18
9.1 Tyngdetetthet ... 18
9.2 Prekonsolidering ... 18
9.3 Udrenert aktiv skjærstyrke (s_u^A) og anisotropi (ADP) ... 18
9.4 Effektive styrkeparametere ... 19
9.5 Tolkning av lagdeling ... 20
10 Stabilitetsanalyser ... 20
10.1 Dagens situasjon (før tiltak) ... 20
10.2 Konklusjon områdestabilitet for planområde Rådyrveien ... 20
10.2.1 Revisjon 01 (Nye krav til sikkerhet etter NVE 1/2019) ... 21
10.3 Konklusjon områdestabilitet for planområde Ringneshagan ... 21
10.3.1 Revisjon 01 (Nye krav til sikkerhet etter NVE 1/2019) ... 21
11 Referanser ... 22

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Norsk Bolig AS planlegger omregulering av to felt, *Ringneshagan* og *Rådyrveien*, på Løken i Aurskog-Høland kommune. Prosjektets beliggenhet er vist på oversiktskart i figur 0.1 og plassering av de to feltene er vist på situasjonsplan i figur 1.1.



Figur 1.1 Situasjonsplan

1.2 Rapportens innhold

Denne rapporten omhandler utredning av områdestabilitet i henhold til NVEs veiledning nr. 1/2019 - *Sikkerhet mot kvikkleireskred*, se ref. [1]. Rapporten bruker geotekniske definisjoner som krever faglig geoteknisk kompetanse.

Utførte grunnundersøkelser er presentert i vår rapport *19323 rapport nr. 1*, se ref. [2].

1.3 Tiltakskategori

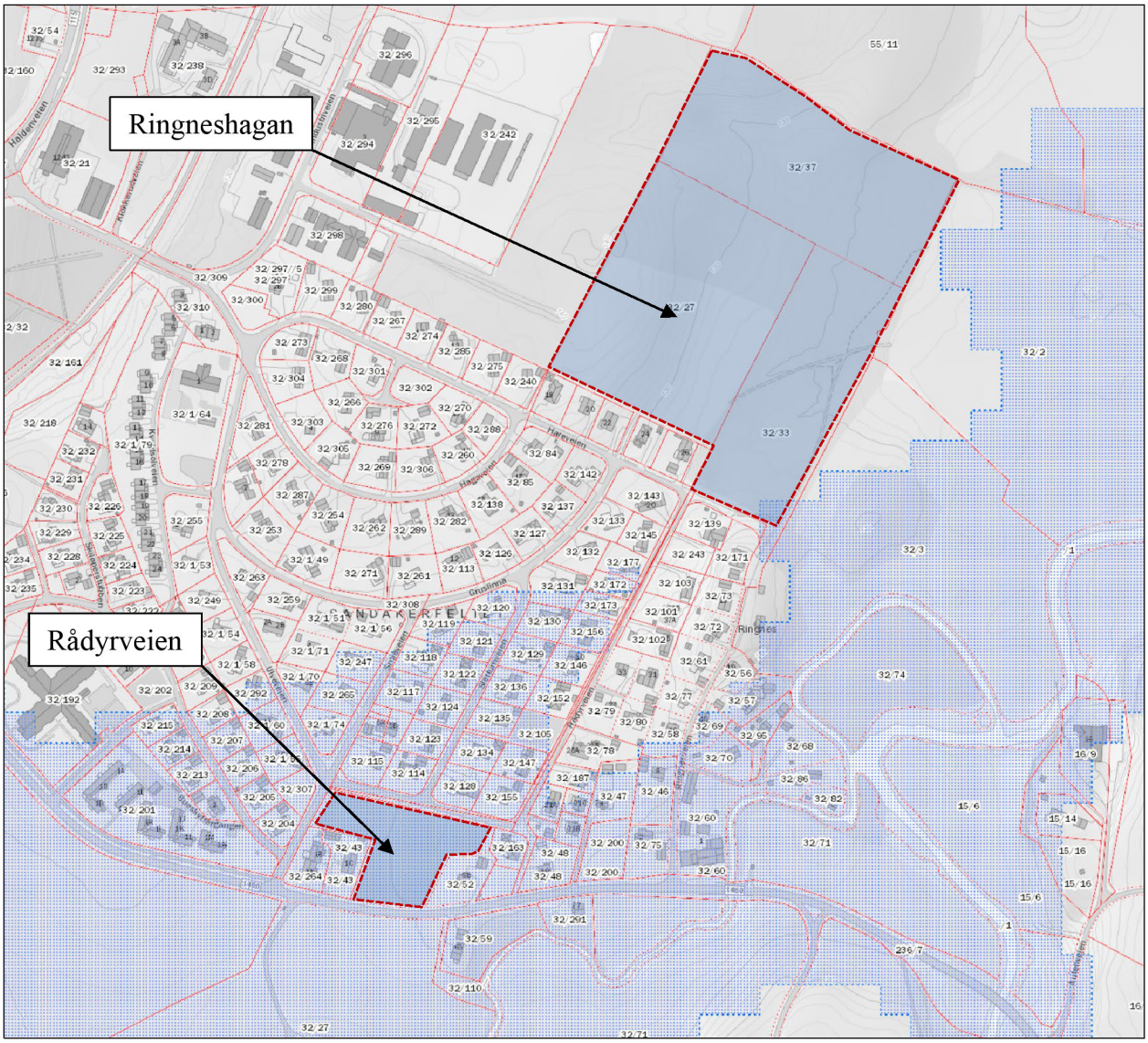
Iht. NVEs veiledning plasseres tiltaket i tiltakskategori K4 da det anses å medføre større tilflytting/personopphold sammenlignet med dagens situasjon.

2 TEK17 Kapittel 7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger

I henhold til TEK17 Kapittel 7 skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo og skred).

Stormflo er ikke en aktuell påkjenning siden prosjektområdet er på innlandet. Ifølge NVE Atlas, se ref. [3], ligger planområde *Rådyrveien* innenfor et kartlagt aktsomhetsområde for flom, se figur 2.1. Sikkerhet mot flom er ikke innenfor Løvlien Georåds kompetanseområde og må vurderes av andre med faglig kompetanse for dette fagområdet.

Det er ifølge NVE Atlas ikke kartlagt aktsomhetsområder knyttet til skred i bratt terreng (snøskred, steinsprang eller jord- og flomskred) i det aktuelle området.



Figur 2.1 Aktsomhetsområde for flom fra NVE Atlas

Områdestabilitet skal utredes i henhold til NVEs veiledning nr. 1/2019 - *Sikkerhet mot kvikkleireskred*, se ref. [1].

3 Grunnlag

3.1 Definisjoner

Kvikkleire: Leire som i omrørt tilstand har skjærfasthet mindre enn 0,5 kPa etter gammel konus-standard (NS8015). Etter ny konus-standard (ISO 17892-6:2017) tilsvarer dette omrørt skjærfasthet på 0,33 kPa.

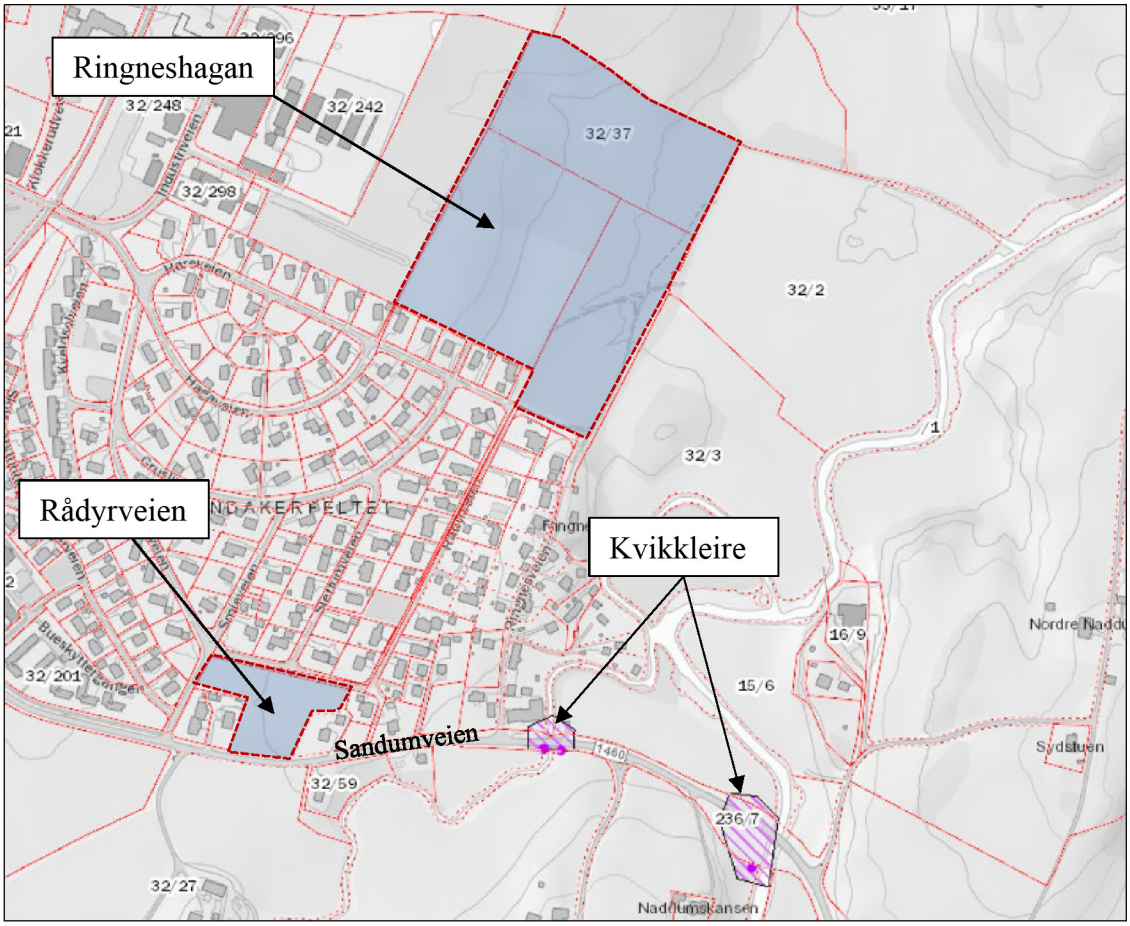
Sprøbruddmateriale: Leire som i omrørt tilstand har skjærfasthet mindre enn 2,0 kPa etter gammel konus-standard (NS8015). Etter ny konus-standard (ISO 17892-6:2017) tilsvarer dette omrørt skjærfasthet på 1,27 kPa. Kvikkleire er en type sprøbruddmateriale

Løvlien Georåd sitt laboratorium tok i bruk den nye konus-standarden fra august 2017, definisjon av kvikkleire og sprøbruddmateriale følger altså de nye verdiene for omrørt skjærfasthet (dvs. $s_r \leq 0{,}33$ kPa og $s_r \leq 1{,}27$ kPa).

I det videre omtales både kvikkleire og sprøbruddmateriale kun som ***sprøbruddmateriale*** siden veilederen ikke skiller mellom de to definisjonene ved utredning av områdestabilitet.

3.2 Eksisterende faresoner

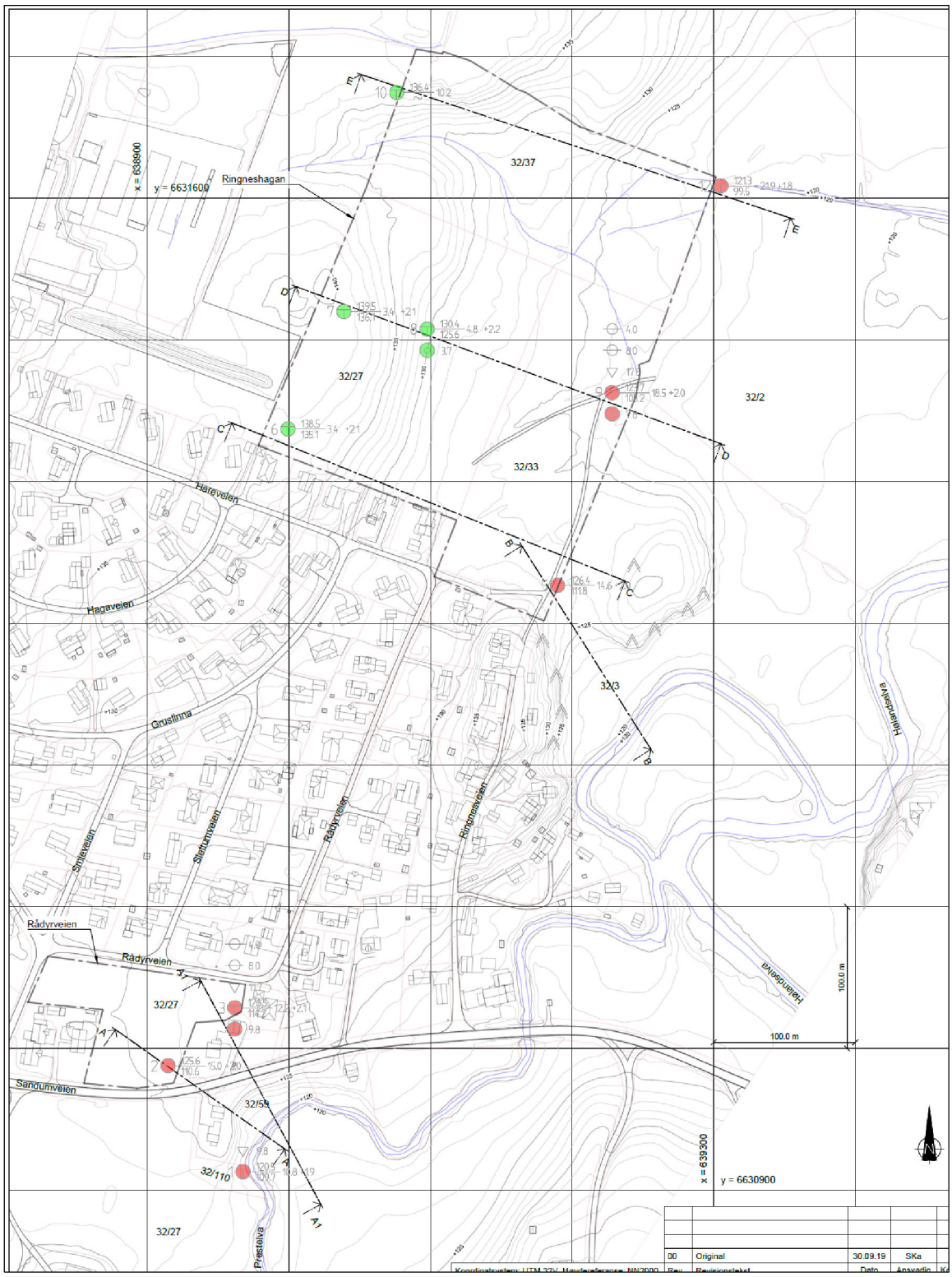
Det er ifølge NVE Atlas, se ref. [3], ikke tidligere kartlagt faresoner for kvikkleireskred i det aktuelle området. Det er imidlertid påvist forekomster av sprøbruddmateriale fra tidligere undersøkelser langs Sandumveien, se figur 3.1.



Figur 3.1 Kvikkleirekart fra NVE Atlas. Rosa skravur viser borpunkt med kartlagt forekomst av sprøbruddmateriale

3.3 Grunnundersøkelser

Løvlien Georåd har utført grunnundersøkelser for prosjektet. Resultatene er presentert i vår rapport *19323 rapport nr. 1*, se ref. [2]. Det er registrert og/eller antatt forekomst av sprøbruddmateriale i 6 av 10 borpunkt. Se figur 3.2 for oversikt over utførte grunnundersøkelser. For nærmere detaljer henvises det til ovennevnte rapport.



Figur 3.2 Utførte grunnundersøkelser fra ref. [2]. Rødt punkt markerer borpunkt der det er registrert eller antatt forekomst av sprøbruddmateriale. Grønne punkt har ikke sprøbruddmateriale.

3.4 Erosjon

Løvlien Georåd utførte befaring den 4. september og 2. oktober i 2019 for å vurdere om det er aktiv erosjon langs vassdrag som kan påvirke områdestabilitet for de to planområdene. Det ble utført befaring langs Prestelva, sør for planområdet *Rådyrveien*.

Langs Prestelva er det observert tegn til aktiv erosjon i yttersvingen mot Sandumveien, se bilde fra befaring i figur 3.3. Trærne langs vannkanten er skjeve, og det er sår langs elvekanten mot Sandumveien.

Figur 3.3 Bilde fra befaring langs Prestelva, tatt 2. oktober 2019

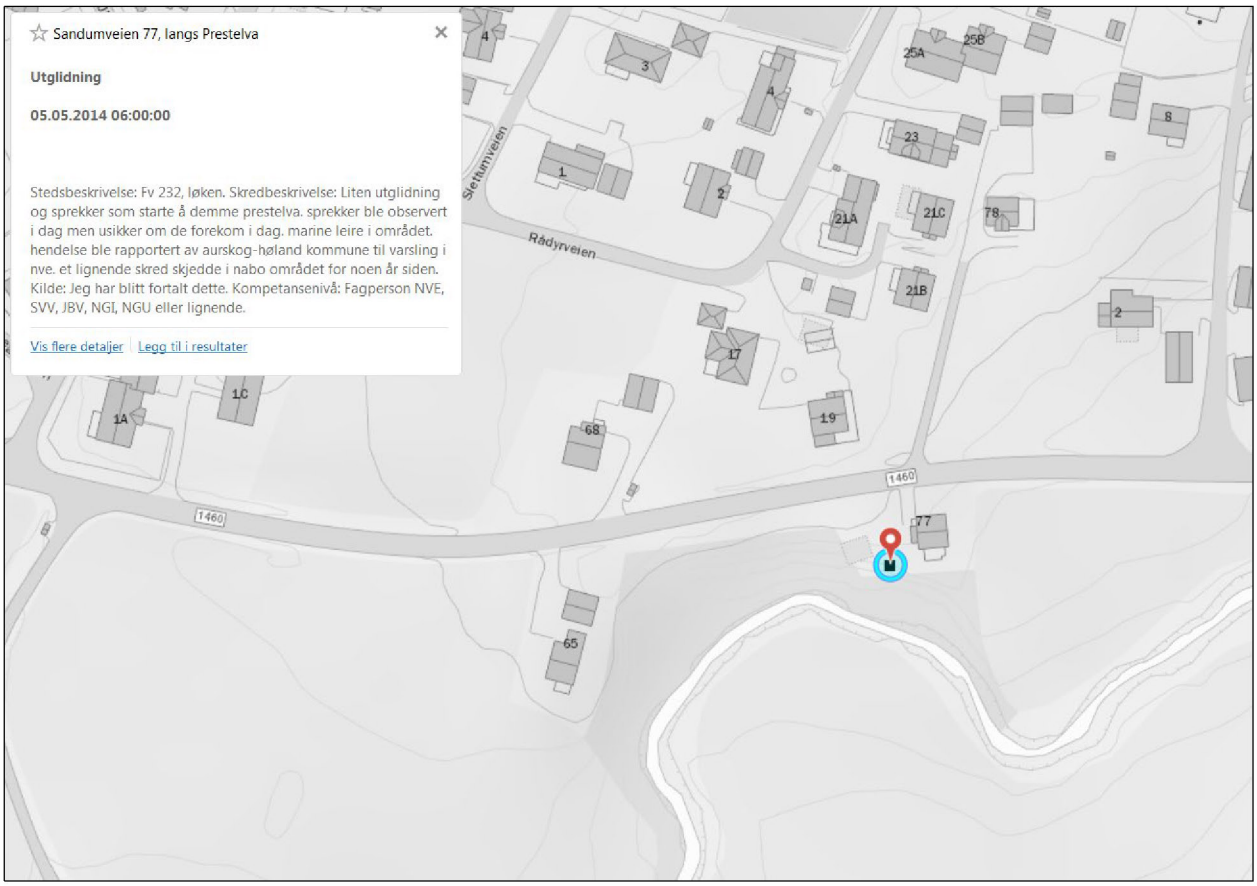
For planområdet *Ringneshagan* vurderes det ikke å være vassdrag med aktiv erosjon som kan påvirke områdestabiliteten. Ca. 100 m sørøst for planområdet går det en bakevje fra Hølandselva rundt en kolle, se bilde fra befaring i figur 3.4. Denne bakevja vurderes å ha tilnærmet stillestående vann der vannstanden følger vannstanden i Hølandselva, se også vurdering av topografien ned mot bakevja for beregningsprofil B-B i kapittel 6.

Figur 3.4 Bilde fra befaring, tatt 2. september 2019. Tatt fra borpunkt 5, mot sørøst.

3.5 Tidligere skredhendelser

Ifølge NVE Atlas, ref. [3], ble det observert en mindre utglidning ned mot Prestelva sør for Sandumveien i 2014, se beskrivelse i figur 3.5. Skredhendelsen skjedde i nærheten av planområdet for *Rådyrveien*. I beskrivelsen står det også at en lignende utglidning har skjedd i naboområdet noen år tidligere. Dette indikerer på at stabiliteten mellom Sandumveien og Prestelva er anstrengt.

For øvrig er det ikke kartlagt tidligere skredhendelser i nærheten av de to planområdene.



Figur 3.5 Tidligere kartlagte skredhendelser i området fra NVE Atlas

4 Terreng og grunnforhold

4.1 Kartgrunnlag

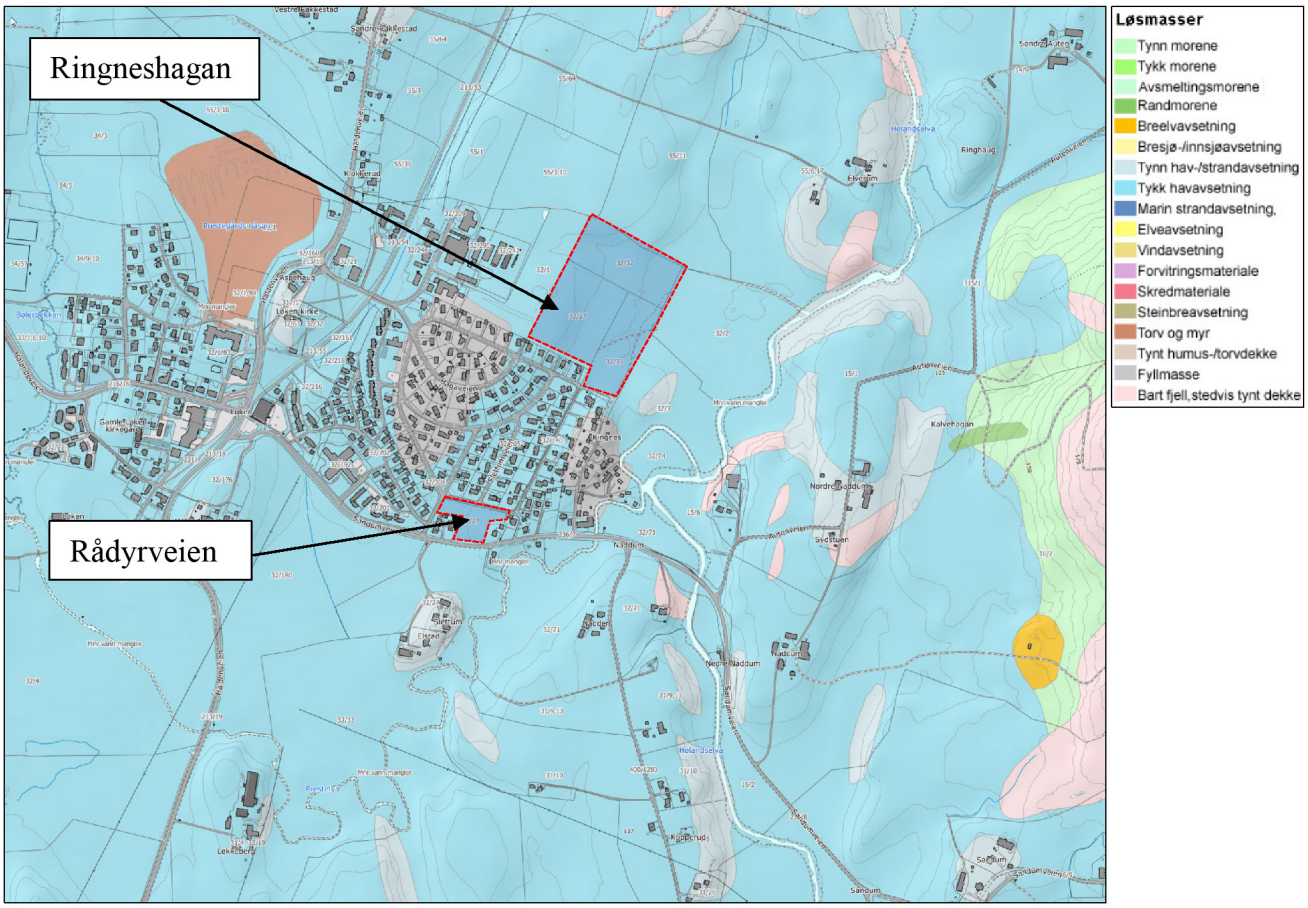
Planområdene ligger i sin helhet under marin grense. Ifølge kvartærgeologisk kart kan det forventes tykk havavsetning (leire og silt) og enkelte partier med berg i dagen og tynt løsmassedekke i det aktuelle området, se figur 4.1.

Topografisk kart for området er lastet ned fra nordeca.com (kartbanken) i 2019.

4.2 Topografi

Terrenget i området faller generelt mot sør og øst, fra en høyderygg som går langs vestre grense av planområdet *Ringneshagan*. Det høyeste punktet i området ligger på kote +140. Terrenget faller ned mot Prestelva og Hølandselva i sør og øst, der vannkanten ligger på ca. kote +119/+120.

Øst for nordre del av *Ringneshagan* er terrenget tilnærmet flatt, mens terrenghelningen i området for øvrig varierer mellom ca. 1:2 til slakere enn 1:20, med enkelte brattere bergskrenter.



Figur 4.1 Kvartærgeologisk kart fra NGU [4].

4.3 Grunnforhold

I de lavereliggende områdene (dvs. området rundt Rådyrveien og østre del av Ringneshagan) består grunnforholdene av marine avsetninger av homogen leire. Mektigheten av leiravsetningene varierer fra ca. 6 m til 19 m i borpunktene. De marine avsetningene er dekket av et topplag av tørrskorpeleire med 1 – 2 m mektighet. Over berg er det påtruffet et lag med sand og grus. I de høyereliggende områdene (dvs. vestre del av Ringneshagan) består grunnforholdene av tørrskorpeleire, sand og grus over berg. Løsmassemektigheten i dette området varierer fra ca. 3,5 m til over 10 m i borpunktene.

Leiren kan hovedsakelig klassifiseres som *bløt* til *middels fast* og *middels* til *meget sensitiv*. Vanninnholdet er målt mellom 40 – 85 %. Leiren er *middels* til *meget plastisk* og leirinnholdet er målt til over 90 % i borpunkt 9. Det er påvist forekomster av kvikkleire og sprøbruddmateriale fra grunnundersøkelsene i begge planområdene.

Det er observert berg i dagen mellom Hølandselva og borpunkt 5. Registrert berg i dagen er markert på situasjonsplanen i tegning R02A01.

4.4 Poretrykksforhold

Det er installert poretrykksmålere i 2 nivåer i borpunkt 3 og i borpunkt 9. Målerne ble installert 11. og 12. september 2019, og ble avlest første gang 2. oktober 2019. Resultat fra avlesningene er oppsummert i tabell 4.1.

I borpunkt 3 er det registret noe lavere enn hydrostatisk poretrykksutvikling mot dybden (poreundertrykk), mens det er registrert noe høyere enn hydrostatisk poretrykksutvikling mot dybden i borpunkt 9 (poreovertrykk).

Tabell 4.1 Oppsummering registrert poretrykk i borpunkt 3 og 9

Punkt	Kote terreng (m.o.h.)	Kote spiss (m.o.h.)	Dybde spiss meter u/terreng	Stigehøyde	
				meter u/terreng	kote (m.o.h.)
3	+126,45	+122,45	4 m	0,84 m	+125,61
3	+126,45	+118,45	8 m	0,92 m	+125,53
9	+123,68	+119,68	4 m	0,96 m	+122,72
9	+123,68	+115,68	8 m	0,01 m	+123,67

5 Soneavgrensning og klassifisering for planområde Rådyrveien

Metode for å vurdere løsnedistanse i foreliggende rapport er basert på å trekke en 1:15-linje fra bunn kritisk glideflate (eller maksimalt 0,5 x høydeforskjellen (H) av kritisk glideflate) bakover i sprøbruddmaterialet til den skjærer ut i ikke-sensitiv leire. Derfra og opp til terrengoverflaten trekkes en 1:3-linje. Krysningspunktet mellom 1:3-linjen og terrengoverflaten vil representere mulig løsnedistanse. I den reviderte kvikkleireveilederen, ref. [1], er 1:15-linja begrenset til 0,25 x høydeforskjellen (H) av kritisk glideflate i platå- eller ravineterreng. Løsnedistansen som er vurdert i foreliggende rapport vil derfor være mer forsiktig sammenlignet med den reviderte veilederen.

5.1 Løsneområde

Potensiell løsnedistanse fra Prestelva og opp mot planområdet for *Rådyrveien* er vurdert i to terrengprofiler. For profil A-A og A1-A1 er mulig løsnedistanse beregnet til henholdsvis ca. 85 m og 100 m for de to profilene (se tegning R02E01 og R02E03). Basert på disse beregningene er det definert et mulig løsneområde som kan påvirke planområde *Rådyrveien* som vist på situasjonsplan i tegning R02A02. Avgrensingen av løsneområdet mot øst og vest langs Prestelva er bestemt på bakgrunn av at høydeforskjellen i skråningen ned mot elva avtar til mindre enn 5 m.

5.2 Utløpsområde

Utløpsområdet vil være langs elva, dvs. langs kanalisert terreng. Utløpsdistansen er bestemt på bakgrunn av NIFS-rapport 14/2016 – *Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred*, se ref. [5]. For kanalisert terreng foreslås det i rapporten å legge til grunn at utløpsdistansen vil være ca. 3 x løsnedistansen, som tilsvarer ca. 300 m. Det er naturlig å anta av skredmassene vil stoppe opp mot kulverten/brua under Sandumveien og at en del av skredmassene derfor vil kunne bre seg oppstrøms for løsneområdet. Vurdert utløpsområde er vist på situasjonsplanen i tegning R02A02.

5.3 Faregradsklassifisering

Skjema for faregradsklassifisering er vist i vedlegg 1.

Faresonen vurderes til faregrad *middels*, konsekvensklasse *meget alvorlig*, samt risikoklasse *2* for dagens situasjon.

6 Soneavgrensing og klassifisering for planområde Ringneshagan

For planområde *Ringneshagan* er forekomst av sprøbruddmateriale kartlagt i lavereliggende del av terrenget, øst i planområdet.

6.1 Løsnedistanse

Fra nordøstre del av planområdet faller terrenget ned mot Hølandselva med gjennomsnittlig terrenghelning slakere enn 1:50, se figur 6.1. Et skred langs elva vil følgelig ikke kunne forplante seg inn til planområdet. I østre del av planområdet tilsier imidlertid topografien at et retrogressivt skred kan oppstå. Mulig løsnedistanse er vurdert langs profil D-D etter de samme kriteriene som for Rådyrveien, se tegning R02E07. For profil C-C og E-E er løsneområdet forsiktig vurdert ut fra kartlagte forekomster av sprøbruddmateriale i lavereliggende terreng.

I sørøstre del av planområdet faller terreng ned mot bakevja med gjennomsnittlig terrenghelning ca. 1:15 mellom oppstikkende berg, se figur 6.1. I profil B-B går 1:15-linja fra bunn elv ca. 4 meter inn på planområdet, se tegning R02E05.

Basert på dette er det definert to mulige løsneområder som vist i tegning R02A02.

6.2 Utløpsområde

Utløpsområde langs profil B-B vil være ned mot Hølandselva og bakevja. For kanalisert terreng er mulig utløpsdistanse vurdert til å være 3 x løsnedistansen.

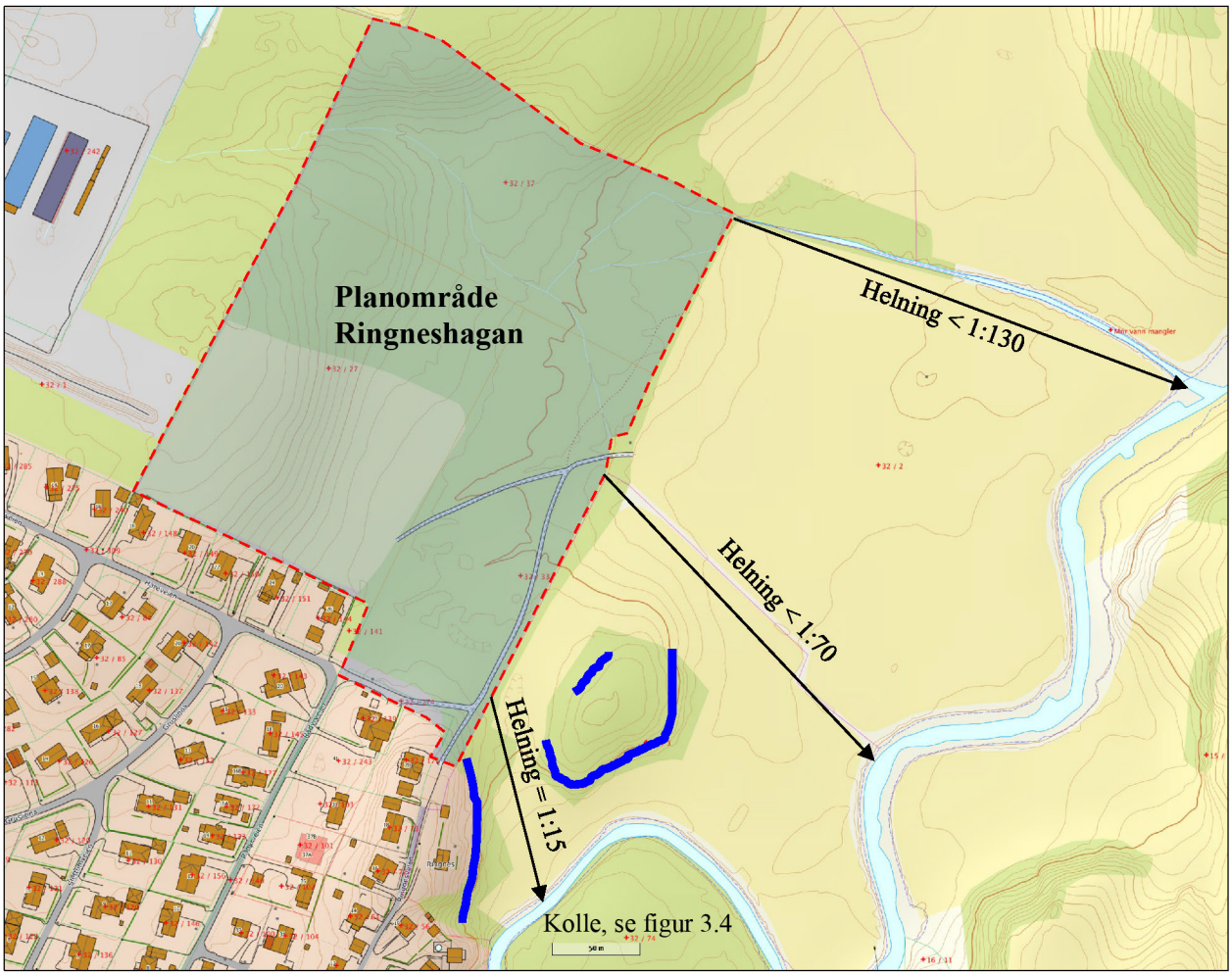
For profil C-C, D-D og E-E vil utløpsområdet være i åpent terreng. Her er utløpsdistansen vurdert å være 1,5 x løsnedistansen iht. ref. [1].

Utløpsområdet er vist i tegning R02A02.

6.3 Faregradsklassifisering

Skjema for faregradsklassifisering er vist i vedlegg 2.

Faresonen vurderes til faregrad *middels*, konsekvensklasse *mindre alvorlig*, samt risikoklasse *1* for dagens situasjon.



Figur 6.1 Situasjonsplan Ringneshagan (blå strek markerer observert berg i dagen)

7 Sikkerhetskrav

7.1 Tiltak

Krav til sikkerhet for områdestabilitet for tiltakskategori K4 og faregrad *middels* iht. NVEs reviderte veileder, ref. [1], er beskrevet nedenfor.

Dersom planlagte tiltak forverrer stabilitetsforholdene skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1{,}61$ og $F_{c\varphi} \geq 1{,}25$.

For tiltak som ikke forverrer stabilitetsforholdene er krav til sikkerhet $F_{cu} \geq 1{,}40$ og $F_{c\varphi} \geq 1{,}25$. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og $F_{c\varphi}$ økes prosentvis.

For skråninger som ligger utenfor influensområdet til tiltaket gjelder krav til sikkerhet $F_{c\varphi} \geq 1{,}25$, samt krav om robushet $F_{cu} \geq 1{,}20$. Ved lavere sikkerhet skal F_{cu} og $F_{c\varphi}$ økes prosentvis.

Utredningen av områdestabilitet skal kvalitetssikres av uavhengig foretak.

Eventuelle skjærflater som i hovedsak går gjennom planlagte fyllinger og/eller skjæringer vurderes generelt som lokalstabilitet og skal oppfylle stabilitetskrav i henhold til NS-EN-1997-1-1 tabell NA.A.4 (Eurokode 7):

- $F_{su} \geq 1{,}40$ for totalspenningsanalyser
- $F_{a\text{-}\varphi} \geq 1{,}25$ for effektivspenningsanalyser

8 Grunnlag for stabilitetsvurderinger

8.1 Kritiske snitt og skredmekanismer

Geoteknisk stabilitet er analysert langs 6 beregningsprofiler med beliggenhet som vist på situasjonsplan i tegning R02A01. Profil A-A og A1-A1 omfatter stabilitetsvurderinger for *Rådyrveien*, mens profil B-B til profil E-E omfatter stabilitetsvurderinger for *Ringneshagan*.

Fra planområde *Rådyrveien* går det en bratt skråning ned mot Prestelva, på nedsiden av Sandumveien. Tolket lagdeling og terrenganalyser viser at et skred ned mot elva potensielt kan forplante seg inn mot planområdet.

For planområde *Ringneshagan* faller terrenget med slak helning ned mot Hølandselva, og tolket lagdeling og terrenganalyser viser at et skred nede ved elva ikke vil kunne bre seg inn på planområdet. Siden det er påvist forekomster av kvikkleire innenfor planområdet vil kravene som er definert i kapittel 7.1 være gjeldende.

9 Materialparametere

9.1 Tyngdetetthet

Tyngdetetthet for bruk i stabilitetsberegningene er i hovedsak bestemt fra målinger på opptatte prøver. Se stabilitetsberegningene for benyttet tyngdetetthet.

9.2 Prekonsolidering

Det er utført 3 ødometerforsøk fra opptatte prøver. Samtlige av ødometerforsøkene viser et relativt markert knekkpunkt for p_c' fra spenning-tøyningskurvene. Basert på dette er OCR tolket å ligge mellom 1,61 – 1,71 i leiren. Tolkning av ødometerforsøkene er vist i tillegg 1.6.

Tolket p_c' fra ødometerforsøkene indikerer at tidligere terrengnivå har vært mellom ca. kote +131 til kote +136 (opprinnelig avsatt sjøbunn fra siste istid). Valgt OCR-profil for tolkning av udrenert skjærstyrke fra CPTU er basert på resultat fra ødometerforsøkene og beregnet OCR-profil fra normalisert spissmotstand fra CPTU (Q_t).

9.3 Udrenert aktiv skjærstyrke (s_u^A) og anisotropi (ADP)

Vurdering av aktiv udrenert skjærstyrke (s_u^A) for leiren er i hovedsak basert på treaksialforsøk fra borpunkt 3 og 9 og trykksonderingene (CPTU) i borpunkt 1, 3 og 9. I tillegg er det benyttet Shansep-korrelasjoner utledet fra antakelse om opprinnelig avsatt sjøbunn for nedre del av beregningsprofil B-B.

Tolkning av treaksialforsøkene er vist i tillegg 1.5, mens tolkning av CPTU-sonderingeringene er vist i tillegg 1.1 til 1.3. Shansep-beregning for nedre del av profil B-B er vist i tillegg 1.4.

CPTU-sonderingen i borpunkt 1 viser generelt en "slapp" poretrykksrespons i hele dybdeintervallet. Tolket skjærstyrkeprofil er dermed valgt på bakgrunn av registrert spissmotstand, se tillegg 1.1.

Ved borpunkt 3 ligger målt skjærstyrke fra treaksialforsøket noe lavere en valgt skjærstyrkeprofil fra CPTU-sonderingen i samme dybde, se tillegg 1.2. Valgt skjærstyrke fra CPTU i denne dybden er 40 kPa, mens målt skjærstyrke fra treaksialforsøket er 33,5 kPa. Siden dette er et sprøbruddmateriale, er tolket skjærstyrkeprofil fra CPTU redusert med 15 % i stabilitetsberegningene, som tilsvarer en skjærstyrke på 34 kPa. Skjærstyrken som er benyttet i beregningsprogrammet og målt skjærstyrke fra treaksialforsøket stemmer dermed godt overens.

Valgt skjærstyrkeprofil CPTU-sonderingen i borpunkt 9 stemmer godt overens med målt skjærstyrke fra treaksialforsøkene i samme borpunkt. I beregningsprogrammet er aktiv skjærstyrke redusert med 15 % pga. sprøbruddoppførsel. Skjærstyrkeprofilet vurderes dermed å være på valg på forsiktig side.

I henhold til prosedyre gitt i NGF melding nr. 5, se ref. [7], vurderes alle CPTU-sonderingene å tilfredsstille anvendelsesklasse 1 for spissmotstand, sidefriksjon og poretrykk, se tillegg 1.7 til 1.9.

Forholdet mellom aktiv, direkte, og passiv skjærstyrke velges på bakgrunn av NIFS-rapport: «*En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer*», ref. [8]. I rapporten er det anbefalt å velge anisotropiforhold på bakgrunn av målt plastisitetsindeks (I_p) som vist i tabell 9.1.

Tabell 9.1 Anbefalt relasjon mellom I_p og ADP-faktorer, ref. [8]

I_p (%)	s_u^D / s_u^A (-)	s_u^P / s_u^A (-)
$I_p \leq 10$ %	0,63	0,35
$I_p > 10$ %	0,63+0,00425·(I_p-10)	0,35+0,00375·(I_p-10)

Basert på laboratorieforsøk er det det valgt å legge til grunn en gjennomsnittlig I_p = 20 % i leira, som gir følgende anisotropiforhold:

- $s_u^D / s_u^A = 0{,}65$
- $s_u^P / s_u^A = 0{,}37$

I tillegg er tolket aktiv skjærstyrke fra CPTU redusert med 15 % i sprøbruddmateriale iht. [6]:

- $s_u^A = 1{,}0 s_u^A$ for leire med $s_u^r > 1{,}27$ kPa
- $s_u^A = 0{,}85 s_u^A$ for leire med $s_u^r \leq 1{,}27$ kPa

9.4 Effektive styrkeparametere

For tørrskorpeleire, leire, kvikkleire og støttefylling/erosjonssikring av steinfylling er det valgt å benytte anbefalte verdier fra vegvesenet, se ref. [9]. For sand/grus-laget over berg er det valgt parametere som ansees som tilstrekkelig til å hindre at skjærflatene søker gjennom dette laget.

Tabell 9.2 Valgte effektivspenningsparametere

Materiale	Friksjonsvinkel, ø (-)	Kohesjon, c' (kPa)
Tørrskorpeleire	30	0,1
Leire	24	4,0
Kvikkleire	20	1,0
Sand/grus	35	0,5
Steinfylling	42	2,0

9.5 Tolkning av lagdeling

Lagdeling er tolket på bakgrunn av utførte felt- og laboratorieundersøkelser. Tolket lagdeling i kritiske borpunkt er vist i tillegg 1.10.

10 Stabilitetsanalyser

Stabilitetsberegningene er utført i GeoSuite Stability og BEAST som beregningsverktøy [10]. Det er utført beregninger for totalspenningsbasis (udrenert tilstand) og effektivspenningsbasis (drenert tilstand). Både sirkulærsylindriske og sammensatte glideflater er kontrollert og presentert i beregningene. Det er ikke tatt hensyn til eventuelle positive bidrag fra geometrieffekter i beregningene (3D-effekter).

10.1 Dagens situasjon (før tiltak)

Beregnet geoteknisk stabilitet for dagens situasjon er oppsummert i tabell 10.1. Krav i tabellen er definert etter den gamle NVE veilederen (1/2014, se ref. [6]). Endringer fra gammel til revidert veileder er beskrevet nærmere i kapittel 10.2.1 og 10.3.1.

For Rådyrveien er det påvist sikkerhetsfaktor for dagens situasjon som er lavere enn kravet i NVEs gamle veileder 1/2014.

Beregnede profiler for Ringneshagan viser tilfredsstillende geoteknisk stabilitet for dagens situasjon.

Tabell 10.1 Oppsummering beregnet geoteknisk stabilitet og krav til stabilitet for dagens situasjon

Tegningsnr.	Profil	Beregningsmet.	Beregnet F	Krav F	Vurdering
R02E01	A-A	ADP / AFI	1,36 / 1,40	1,38 (1,5%)	Ikke OK
R02E03	A1-A1	ADP / AFI	1,21 / 1,30	1,26 (4,5%)	Ikke OK
R02E05	B-B	ADP / AFI	1,61 / 1,94	1,4	OK
R02E06	C-C	ADP / AFI	2,13 / 2,44	1,4	OK
R02E07	D-D	ADP / AFI	2,80 / 2,37	1,4	OK
R02E08	E-E	ADP / AFI	1,40 / 2,14	1,4	OK

10.2 Konklusjon områdestabilitet for planområde Rådyrveien

Utførte beregninger viser at områdestabiliteten for deler av planområd *Rådyrveien* ikke er tilfredsstillende for dagens situasjon. Terrenganalyser og tolket lagdeling viser at et skred langs Prestelva vil kunne bre seg inn på østre del av planområdet.

Dersom det er ønskelig å bygge innenfor det kartlagte løsneområdet (dvs. bygging innenfor området med rød skravur i tegning R02A02 og R02A03), må det etableres en støttefylling langs elva i tillegg til at det sikres mot videre erosjon langs elvekanten. Det er utført stabilitetsberegninger med en slik løsning som vist på tegning R02E02 og R02E04. Resultatene er oppsummert i tabell 10.2. Beregningene viser at det kreves relativt lite oppfylling ned mot elva for å oppnå tilfredsstillende forbedring av geoteknisk stabilitet. En situasjonsplan som viser tiltakets omfang i plan er vist i tegning R02A03.

Bygging utenfor det skraverte løsneområdet på tegning R02A02 og R02A03 (rød skravur) vil imidlertid være mulig uten tiltak da det er beregnet tilfredsstillende geoteknisk stabilitet for glideflater som går inn på eiendommen. Eventuell utbygning bør imidlertid utføres uten tilføring av vekt mot grunnen, dvs. kompensert fundamentering av bygg og veger. Dette vil også være

hensiktsmessig med tanke på risiko for setninger. VA-ledninger og annen infrastruktur under bakken bør etableres så grunt som mulig (eventuelt i kombinasjon med frostisolasjon) for å unngå dype utgravinger ned i sprøbruddmaterialet.

Tabell 10.2 Oppsummering beregnet sikkerhet for geoteknisk stabilitet med sikringstiltak langs elva

Tegningsnr.	Profil	Beregningsmet.	Beregnet F	Krav F	Vurdering
R02E02	A-A Tiltak	ADP/AFI	1,41 / 1,51	1,38	OK
R02E04	A1-A1 Tiltak	ADP/AFI	1,29 / 1,55	1,26	OK

10.2.1 Revisjon 01 (Nye krav til sikkerhet etter NVE 1/2019)

Avstanden fra skråningskanten ned mot elva og inn til planområdet er større en 2 x skråningshøyden, se tegning R02E01 og R02E03. Dette betyr at skråningen ligger utenfor influensområdet til planområdet. Det er påvist tilfredsstillende robusthet av skråningen ($F_{cu} \geq 1{,}20$ og $F_{c\varphi} \geq 1{,}25$). Det er følgelig ikke nødvendig å etablere en støttefylling langs elva for å øke sikkerheten for områdestabilitet. Dersom det er ønskelig å bygge innenfor det kartlagte løsneområdet må det imidlertid utføres erosjonssikring langs elva.

10.3 Konklusjon områdestabilitet for planområde Ringneshagan

Utførte terrenganalyser og tolkning av lagdeling fra grunnundersøkelser viser at planområdet ikke ligger innenfor et potensielt løsneområde for et erosjonsutløst skred langs Hølandselva. Områdestabiliteten vurderes følgelig som tilfredsstillende for dagens situasjon inne på planområdet.

Utførte grunnundersøkelser viser imidlertid at det er forekomster av svært bløt leire i østre del av planområdet som har et betydelig setningspotensiale dersom den blir belastet ut over dagens situasjon. Bygg og veger bør i så stor grad som mulig tilpasses dagens terreng for å unngå oppfyllinger. Det bør generelt planlegges at veger og bygg etableres kompensert, enten ved avgraving eller ved masseutskiftning med lette masser. VA-ledninger og annen infrastruktur under bakken bør etableres så grunt som mulig (eventuelt i kombinasjon med frostisolasjon) for å unngå dype utgravinger ned i sprøbruddmaterialet. Fallforhold for overvann- og avløpsledninger bør vies ekstra oppmerksomhet for å unngå dype grøftetraseer.

I neste planfase bør det utføres supplerende grunnundersøkelser for å kartlegge utbredelsen av de bløte leirmassene innenfor planområdet.

10.3.1 Revisjon 01 (Nye krav til sikkerhet etter NVE 1/2019)

For profil E-E er minste beregningsmessige sikkerhetsfaktor $F_{cu} = 1{,}40$. Dersom planlagte tiltak forverrer stabilitetsforholdene, må beregningsmessig sikkerhet økes til $F_{cu} = 1{,}61$. Det er derfor viktig at det gjøres en geoteknisk vurdering tidlig i neste planfase for å vurdere hvorvidt de planlagte tiltak gir en negativ påvirkning på stabilitetsforholdene. For de øvrige beregningsprofilene er beregnet sikkerhet god.

11 Referanser

[1] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Veileder nr.1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper,» 2020.

[2] Løvlien Georåd AS, «Reguleringsplan for Ringneshagan og Rådyrveien, Løken i Aurskog-Høland kommune. Geoteknisk datarapport 19323 nr. 1,» 08.10.2019.

[3] NVE, «NVE Atlas,» [Internett]. [Funnet 2019].

[4] Norges Geologisk Undersøkelse, «Nasjonal løsmassedatabase,» [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse/.

[5] Norges vassdrags- og energidirektorat, «Rapport nr. 14-2016 Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred,» Norges vassdrags- og energidirektorat, 2016.

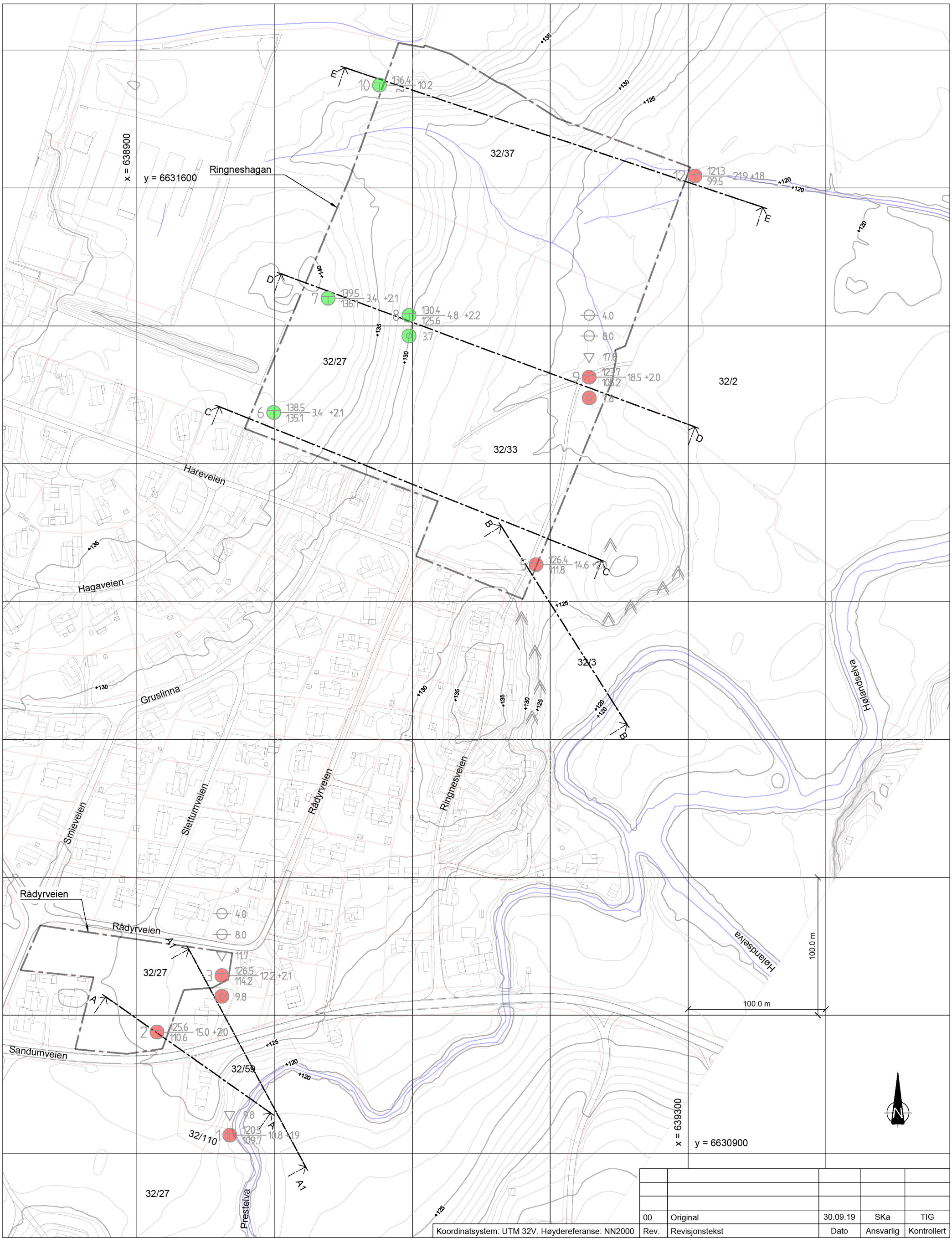
[6] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Veileder nr. 7-2014 Sikkerhet mot kvikkleireskred,» 2014.

[7] Norges Geotekniske Forening (NGF), «NGF melding 5: Veiledning for utførelse av trykksondering,» 1982, rev. 3 2010.

[8] Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire, «Rapport 14-2014 En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer,» 2014.

[9] Statens vegvesen, Vegdirektoratet, «Håndbok V220 - Geoteknikk i vegbygging,» 2018.

[10] Trimble - Novapoint , «BEAST. A Computer Program for Limit Equilibrium Analysis by the Method of Slices. Documentation.,» Report 8302-2, rev. 3. 10. aug. 2000.



Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	30.09.19	SKa	TIG

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

FORKLARINGER:

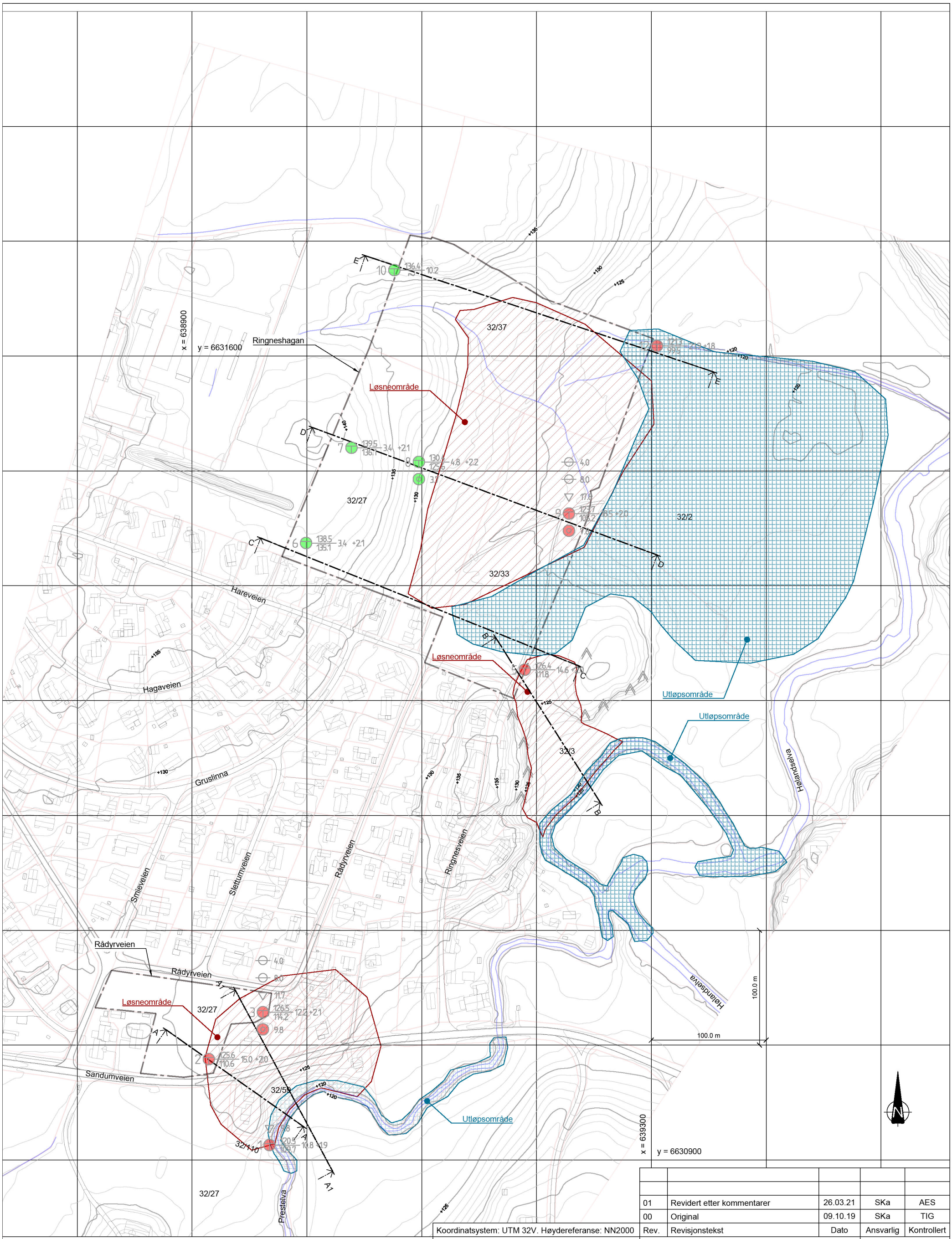
TOTALSONDERING — PKT.NR. / TERRENGNIVÅ / BERGNIVÅ — BORDYBDE+BORET I BERG
CPTU — BORDYBDE
VANNSTANDSRØR — DYBDE SPISS
PRØVESERIE — STØRSTE PRØVEDYBDE
BERG I DAGEN
BORPUNKT MED KVIKKLEIRE/SPRØBRUDD
BORPUNKT UTEN KVIKKLEIRE/SPRØBRUDD

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

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

Tiltakshaver: Norsk Bolig AS	Tegning nr.: R02A01
Oppdragsgiver: Norsk Bolig AS	Prosjekt nr.: 19323
Prosjekt: Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken	Format / Målestokk: A3 / 1:2500
Tegningstittel: Situasjonsplan m/ borpunkt og beregningsprofiler	Status: Områdestabilitet

M:\GEOSUITE\19323\AUTOGRAF.RIT\19323.dwg



Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
01	Revidert etter kommentarer	26.03.21	SKa	AES
00	Original	09.10.19	SKa	TIG

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

FORKLARINGER:

- Løsneområde
- Utløpsområde

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

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

Tiltakshaver Norsk Bolig AS	Tegning nr. R02A02
Oppdragsgiver Norsk Bolig AS	Prosjekt nr. 19323
Prosjekt Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken	Format / Målestokk A3 / 1:3000
Tegningstittel Situasjonsplan m/ løsne- og utløpsområde	Status Områdestabilitet

M:\GEOSUITE\19323\AUTOGRAF.RIT\19323.dwg

Smieveien

Slettumveien

Rådyrveien

x = 639000

y = 6631100

Rådyrveien

Rådyrveien

A1

32/27

Løsneområde

A

Sandumveien

+125

+120

+120

32/59

Erosjonssikring og støttefylling
kfr. tegning R02E02 og R02E04

A

32/110

x = 638900

y = 6630900

A1

32/27

Prestelva

N

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	09.10.19	SKa	TIG

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

FORKLARINGER:

- Løsneområde
- Erosjonssikring og støttefylling av stein

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

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

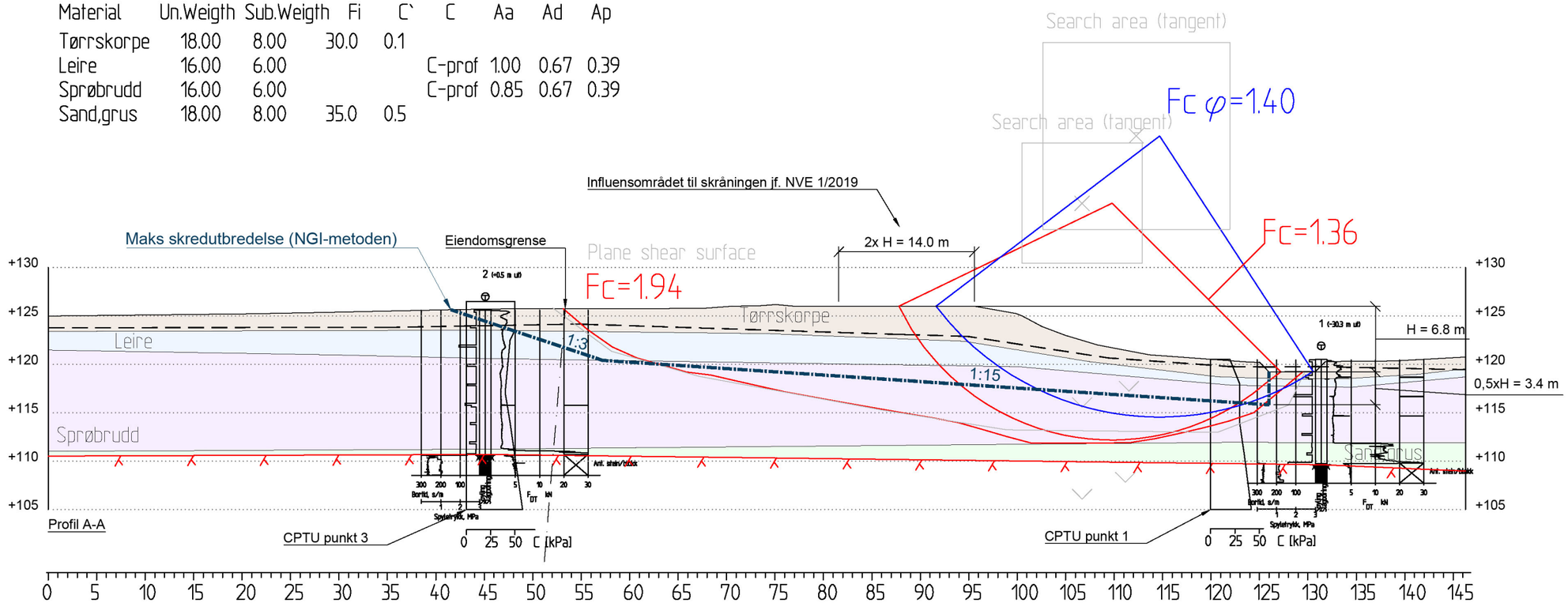
Tiltakshaver Norsk Bolig AS	Tegning nr. R02A03
Oppdragsgiver Norsk Bolig AS	Prosjekt nr. 19323
Prosjekt Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken	Format / Målestokk A3 / 1:1000
Tegningstittel Situasjonsplan m/ sikringstiltak for Rådyrveien	Status Områdestabilitet

M:\GEOSUITE\19323\AUTOGRAF.RIT\19323.dwg

Drenerte parametere

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	0.1				
Leire	16.00	6.00	24.0	4.0				
Sprøbrudd	16.00	6.00	20.0	1.0				
Sand,grus	18.00	8.00	35.0	0.5				

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	0.1				
Leire	16.00	6.00			C-prof	1.00	0.67	0.39
Sprøbrudd	16.00	6.00			C-prof	0.85	0.67	0.39
Sand,grus	18.00	8.00	35.0	0.5				



MERKNADER:

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

BESTEMMELSER:

-

FORKLARINGER:

Røde glideflater: Udrenert analyser
Blå glideflater: Drenerte analyser

HENVISNINGER:

-

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
01	Revidert etter kommentarer	19.05.21	SKa	AES
00	Original	04.10.19	SKa	TIG

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

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

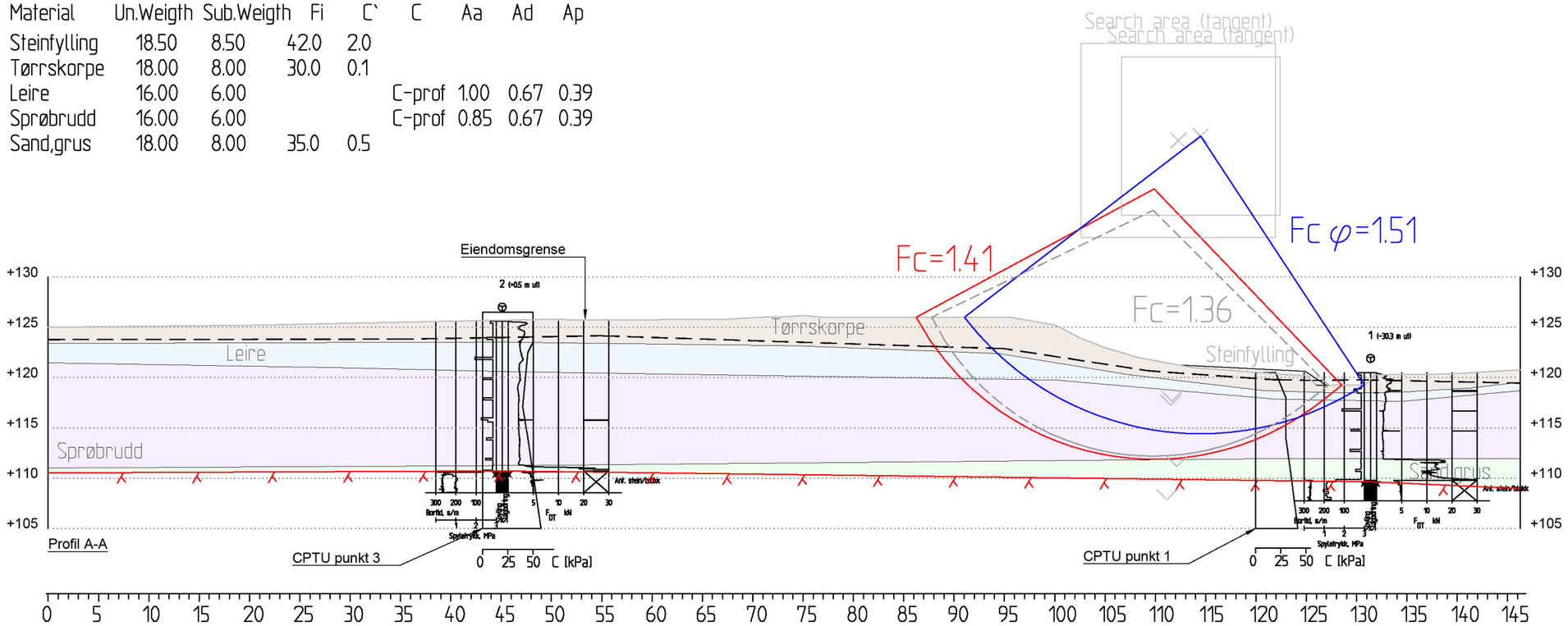
Tiltakshaver: Norsk Bolig AS	Tegning nr.: R02E01
Oppdragsgiver: Norsk Bolig AS	Prosjekt nr.: 19323
Prosjekt: Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken	Format / Målestokk: A3 / 1:500
Tegningstittel: Profil A-A. Dagens situasjon	Status: Stabilitetsberegning

M:\GEOSUITE\19323\AUTOGRAF.RIT\Rapport nr. 2 - Områdestabilitet\19323-R02.dwg

Drenerte parametere

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	18.50	8.50	42.0	2.0				
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	0.1				
Leire	16.00	6.00	24.0	4.0				
Sprøbrudd	16.00	6.00	20.0	1.0				
Sand,grus	18.00	8.00	35.0	0.5				

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	18.50	8.50	42.0	2.0				
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	0.1				
Leire	16.00	6.00			C-prof	1.00	0.67	0.39
Sprøbrudd	16.00	6.00			C-prof	0.85	0.67	0.39
Sand,grus	18.00	8.00	35.0	0.5				



MERKNADER:

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

BESTEMMELSER:

-

FORKLARINGER:

Røde glideflater: Udrenert analyser
Blå glideflater: Drenerte analyser
Grå stiplet glideflate: Dagens situasjon, før tiltak (udrenert)

HENVISNINGER:

-

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

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

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	09.10.19	SKa	TIG

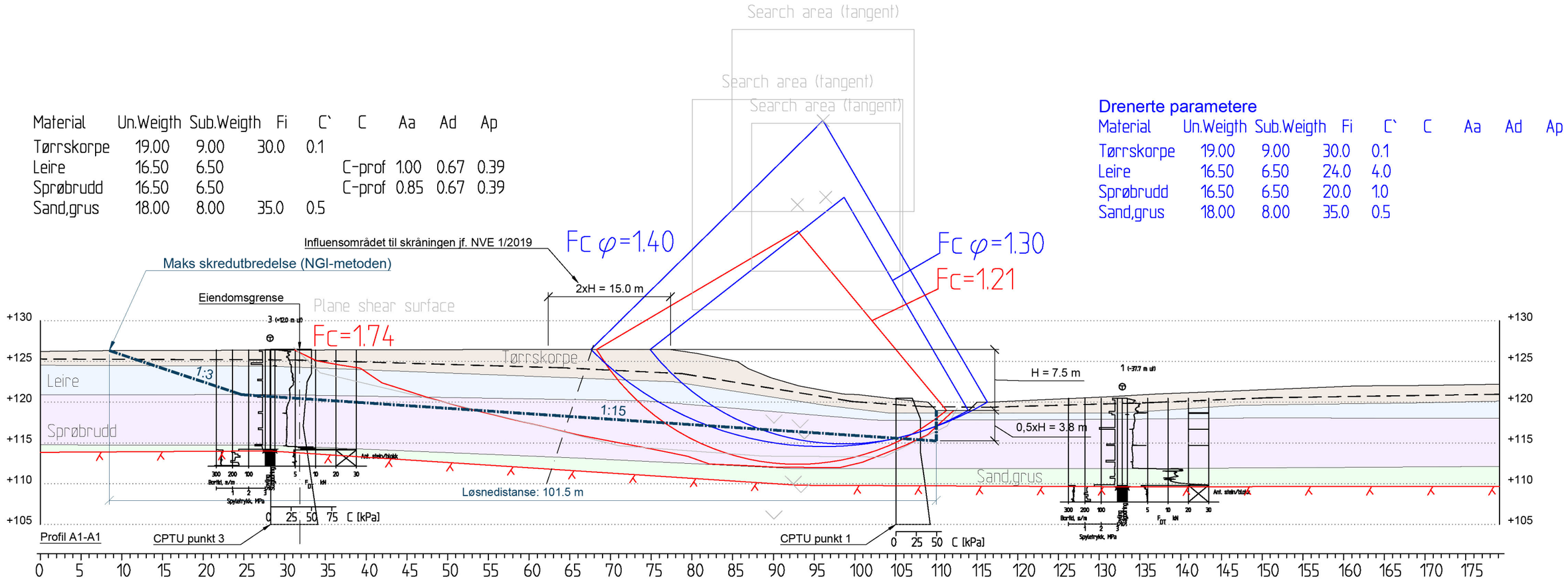
Tiltakshaver: Norsk Bolig AS	Tegning nr.: R02E02
Oppdragsgiver: Norsk Bolig AS	Prosjekt nr.: 19323
Prosjekt: Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken	Format / Målestokk: A3 / 1:500
Tegningstittel: Profil A-A m/ stabiliserende tiltak	Status: Stabilitetsberegning

M:\GEOSUITE\19323\AUTOGRAF.RIT\Rapport nr. 2 - Områdestabilitet\19323-R02.dwg

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.1				
Leire	16.50	6.50			C-prof	1.00	0.67	0.39
Sprøbrudd	16.50	6.50			C-prof	0.85	0.67	0.39
Sand,grus	18.00	8.00	35.0	0.5				

Drenerte parametere

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.1				
Leire	16.50	6.50	24.0	4.0				
Sprøbrudd	16.50	6.50	20.0	1.0				
Sand,grus	18.00	8.00	35.0	0.5				



MERKNADER:

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

BESTEMMELSER:

-

FORKLARINGER:

Røde glideflater: Udrenert analyser
Blå glideflater: Drenerte analyser

HENVISNINGER:

-

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
01	Revidert etter kommentarer	19.05.21	SKa	AES
00	Original	04.10.19	SKa	TIG

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

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

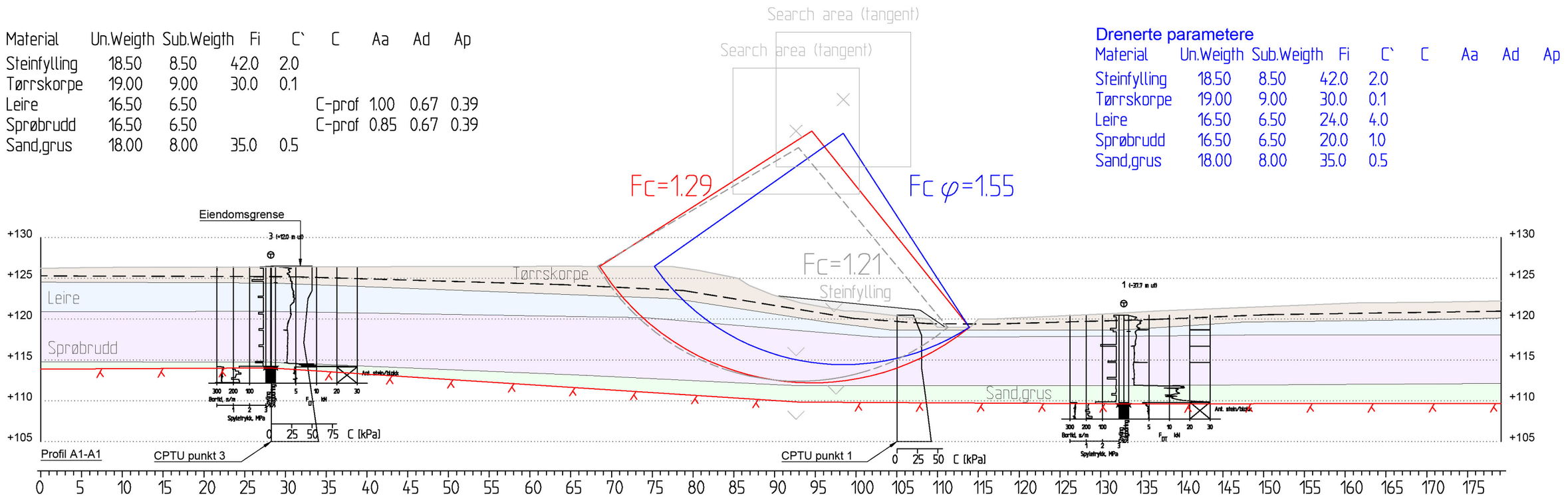
Tiltakshaver Norsk Bolig AS	Tegning nr. R02E03
Oppdragsgiver Norsk Bolig AS	Prosjekt nr. 19323
Prosjekt Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken	Format / Målestokk A3 / 1:500
Tegningstittel Profil A1-A1. Dagens situasjon	Status Stabilitetsberegning

M:\GEOSUITE\19323\AUTOGRAF.RIT\Rapport nr. 2 - Områdestabilitet\19323-R02.dwg

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	18.50	8.50	42.0	2.0				
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.1				
Leire	16.50	6.50			C-prof	1.00	0.67	0.39
Sprøbrudd	16.50	6.50			C-prof	0.85	0.67	0.39
Sand,grus	18.00	8.00	35.0	0.5				

Drenerte parametere

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	18.50	8.50	42.0	2.0				
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.1				
Leire	16.50	6.50	24.0	4.0				
Sprøbrudd	16.50	6.50	20.0	1.0				
Sand,grus	18.00	8.00	35.0	0.5				



MERKNADER:

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

BESTEMMELSER:

-

FORKLARINGER:

Røde glideflater: Udrenert analyser
Blå glideflater: Drenerte analyser
Grå stiplet glideflate: Dagens situasjon, før tiltak (udrenert)

HENVISNINGER:

-

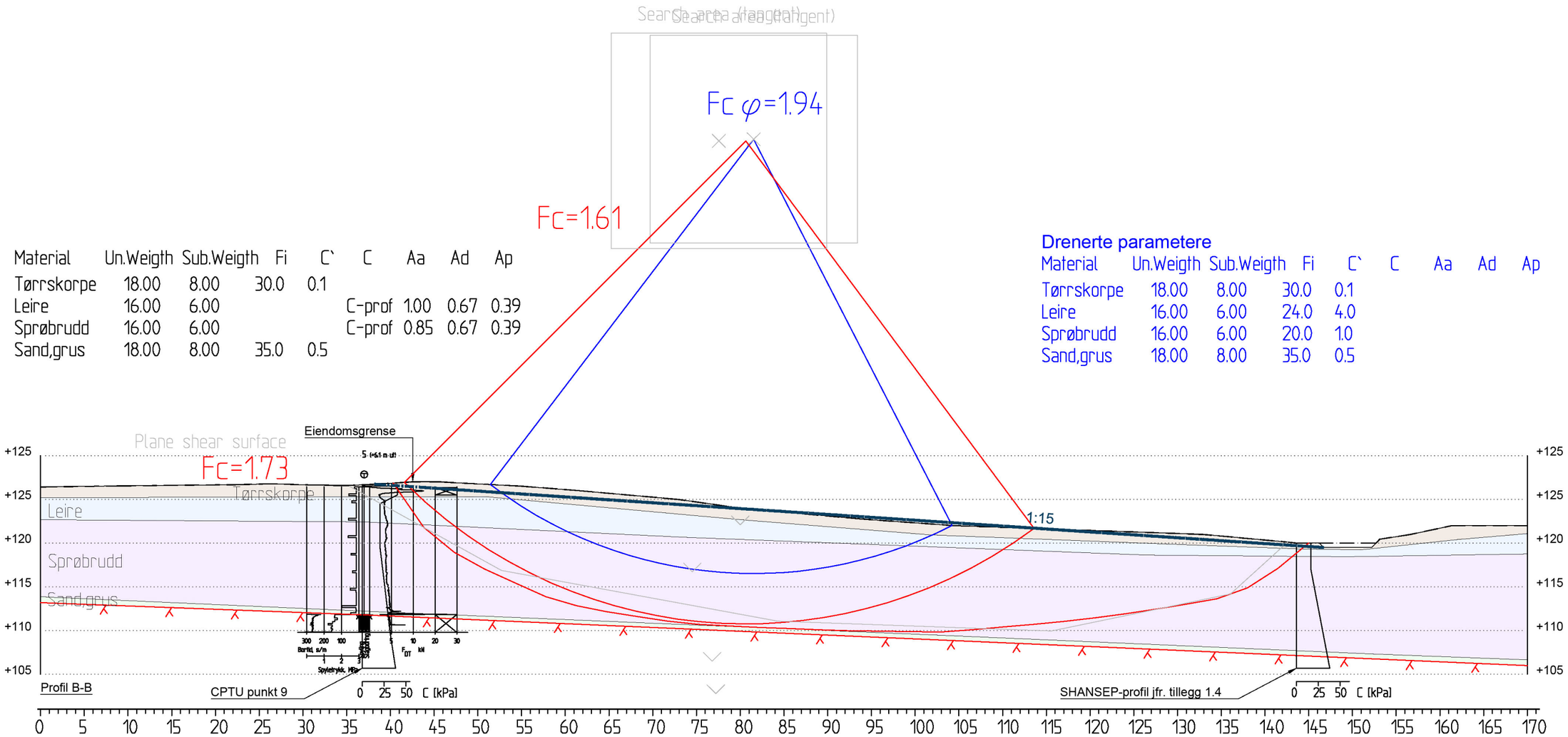
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	09.10.19	SKa	TIG

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

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

Tiltakshaver: Norsk Bolig AS	Tegning nr.: R02E04
Oppdragsgiver: Norsk Bolig AS	Prosjekt nr.: 19323
Prosjekt: Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken	Format / Målestokk: A3 / 1:500
Tegningstittel: Profil A1-A1 m/ stabiliserende tiltak	Status: Stabilitetsberegning

M:\GEOSUITE\19323\AUTOGRAF.RIT\Rapport nr. 2 - Områdestabilitet\19323-R02.dwg



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	0.1				
Leire	16.00	6.00			C-prof	1.00	0.67	0.39
Sprøbrudd	16.00	6.00			C-prof	0.85	0.67	0.39
Sand,grus	18.00	8.00	35.0	0.5				

Drenerte parametere

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	0.1				
Leire	16.00	6.00	24.0	4.0				
Sprøbrudd	16.00	6.00	20.0	1.0				
Sand,grus	18.00	8.00	35.0	0.5				

MERKNADER:

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

BESTEMMELSER:

-

FORKLARINGER:

Røde glideflater: Udrenert analyser
Blå glideflater: Drenerte analyser

HENVISNINGER:

-

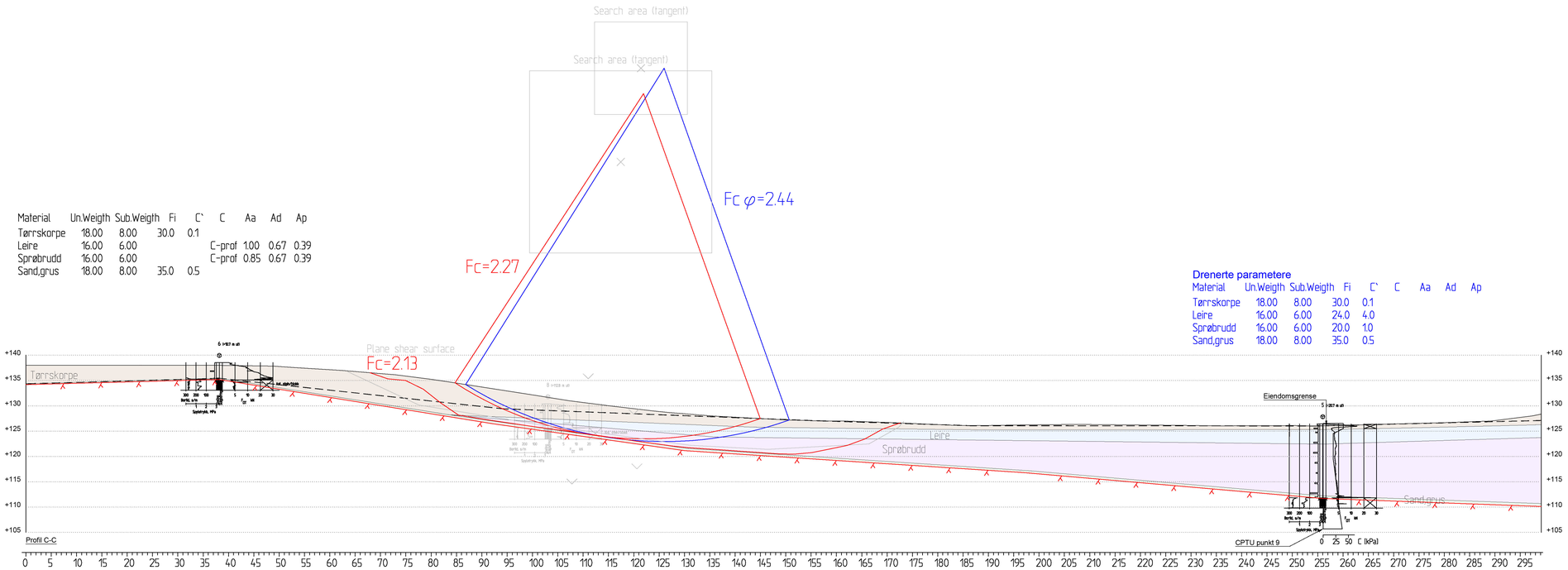
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	07.10.19	SKa	TIG

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

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

Tiltakshaver: Norsk Bolig AS	Tegning nr.: R02E05
Oppdragsgiver: Norsk Bolig AS	Prosjekt nr.: 19323
Prosjekt: Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken	Format / Målestokk: A3 / 1:500
Tegningstittel: Profil B-B. Dagens situasjon	Status: Stabilitetsberegning

M:\GEOSUITE\19323\AUTOGRAF.RIT\Rapport nr. 2 - Områdestabilitet\19323-R02.dwg



Profil C-C

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	0.1				
Leire	16.00	6.00			C-prof	1.00	0.67	0.39
Sprøbrudd	16.00	6.00			C-prof	0.85	0.67	0.39
Sand,grus	18.00	8.00	35.0	0.5				

Drenerte parametere

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	0.1				
Leire	16.00	6.00	24.0	4.0				
Sprøbrudd	16.00	6.00	20.0	1.0				
Sand,grus	18.00	8.00	35.0	0.5				

MERKNADER:

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

BESTEMMELSER:

-

FORKLARINGER:

Røde glideflater: Udrenert analyser
Blå glideflater: Drenerte analyser

HENVISNINGER:

-

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	07.10.19	SKa	TIG

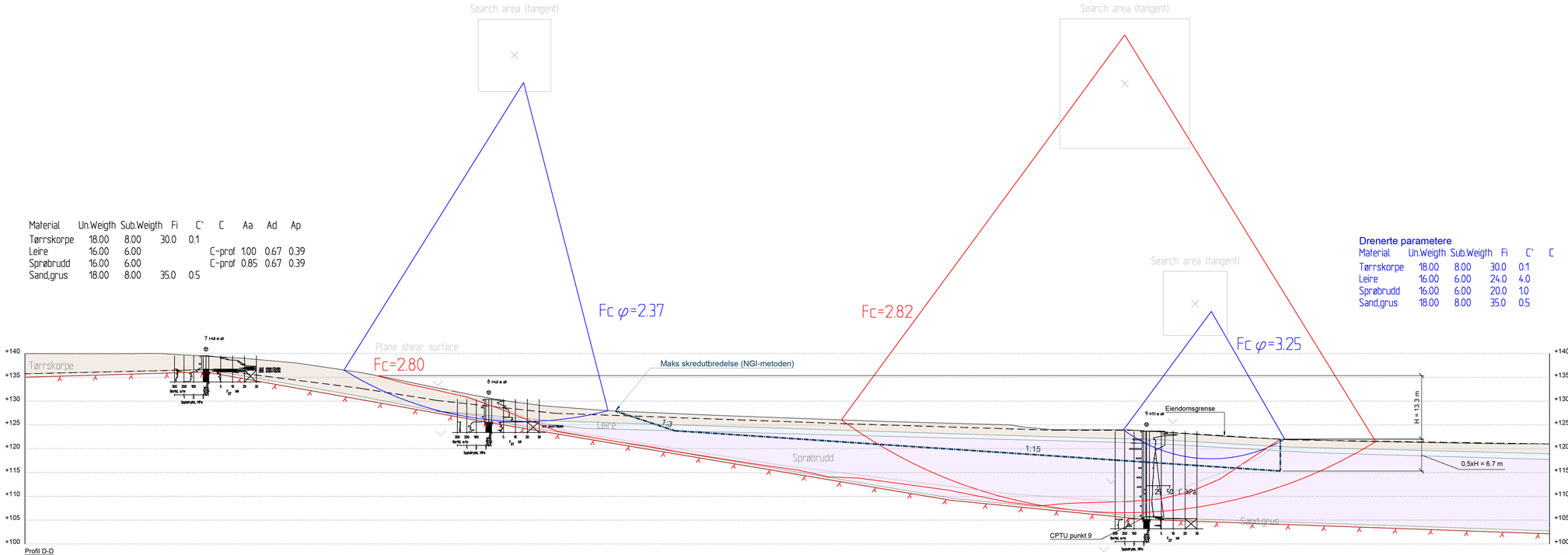
LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geotekninisk laboratorium
www.georaad.no

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

Tiltakshaver: Norsk Bolig AS	Tegning nr.: R02E06
Oppdragsgiver: Norsk Bolig AS	Prosjekt nr.: 19323
Prosjekt: Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken	Format / Målestokk: A3-L / 1:500
Tegningstittel: Profil C-C. Dagens situasjon	Status: Stabilitetsberegning

M:\GEOSUITE\19323\AUTOGRAF.RIT\Rapport nr. 2 - Områdestabilitet\19323-R02.dwg

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	0.1				
Leire	16.00	6.00			C-prof	1.00	0.67	0.39
Sprøbrudd	16.00	6.00			C-prof	0.85	0.67	0.39
Sand,grus	18.00	8.00	35.0	0.5				



Drenerte parametere

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	0.1				
Leire	16.00	6.00	24.0	4.0				
Sprøbrudd	16.00	6.00	20.0	1.0				
Sand,grus	18.00	8.00	35.0	0.5				

MERKNADER:

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

BESTEMMELSER:

-

FORKLARINGER:

Røde glideflater: Udrenert analyser
Blå glideflater: Drenerte analyser

HENVISNINGER:

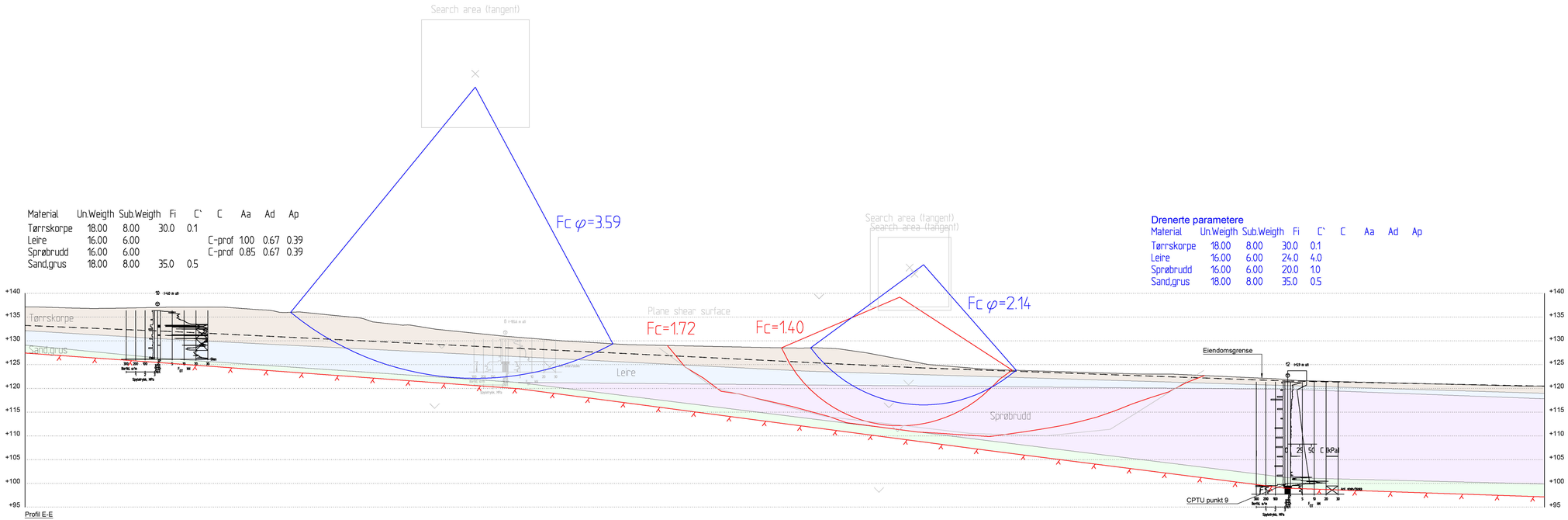
-

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
01	Revidert etter kommentarer	19.05.21	SKa	AES
00	Original	07.10.19	SKa	TIG

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geotekninisk laboratorium
www.georaad.no
Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver: Norsk Bolig AS	Tegning nr.: R02E07
Oppdragsgiver: Norsk Bolig AS	Prosjekt nr.: 19323
Prosjekt: Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken	Format / Målestokk: A3-L / 1:500
Tegningstittel: Profil D-D. Dagens situasjon	Status: Stabilitetsberegning

M:\GEOSUITE\19323\AUTOGRAF.RIT\Rapport nr. 2 - Områdestabilitet\19323-R02.dwg



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	0.1				
Leire	16.00	6.00			C-prof	1.00	0.67	0.39
Sprøbrudd	16.00	6.00			C-prof	0.85	0.67	0.39
Sand,grus	18.00	8.00	35.0	0.5				

Drenerte parametere

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	0.1				
Leire	16.00	6.00	24.0	4.0				
Sprøbrudd	16.00	6.00	20.0	1.0				
Sand,grus	18.00	8.00	35.0	0.5				

MERKNADER:

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

BESTEMMELSER:

-

FORKLARINGER:

Røde glideflater: Udrenert analyser
Blå glideflater: Drenerte analyser

HENVISNINGER:

-

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	07.10.19	SKa	TIG

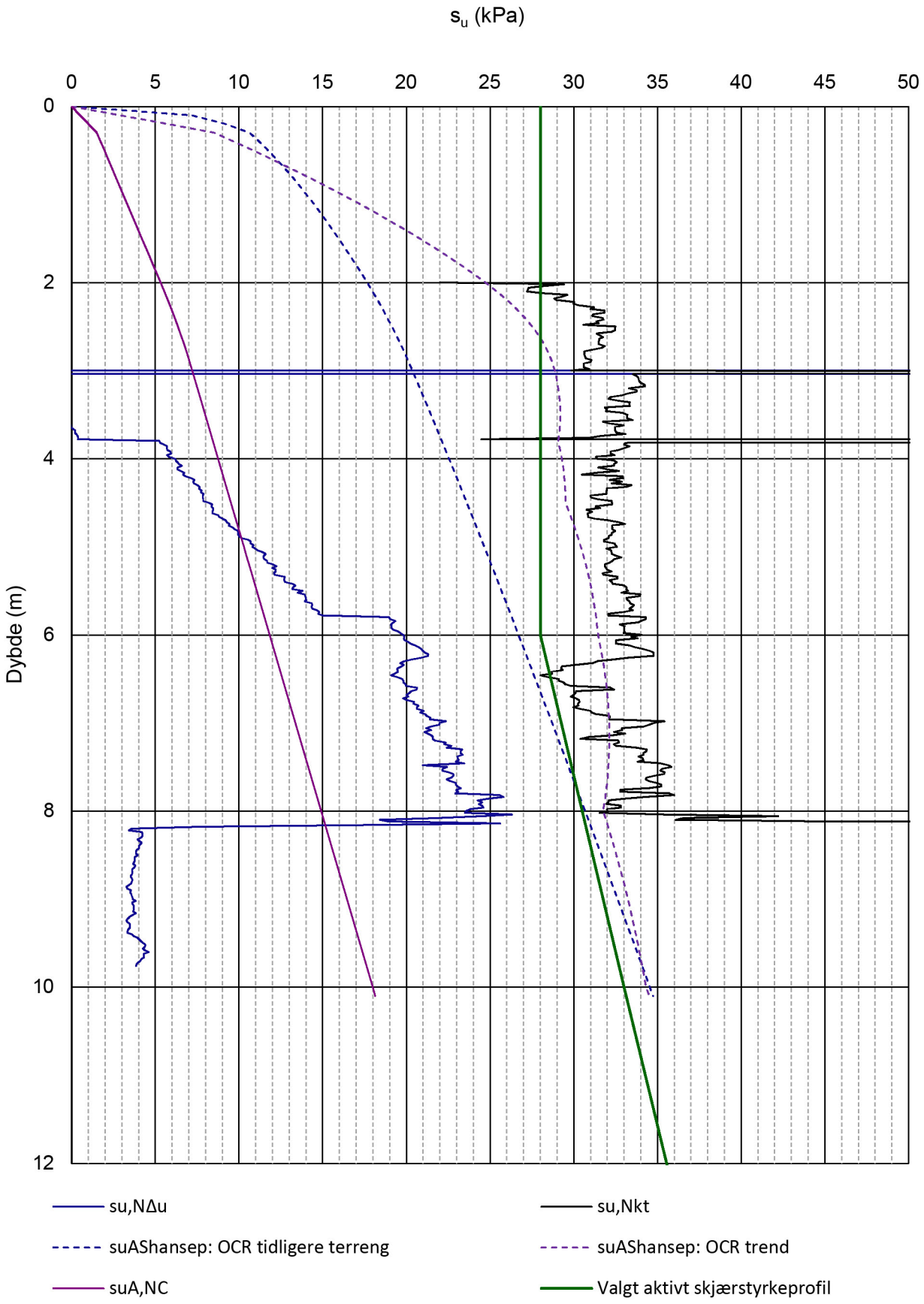
LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geotekninisk laboratorium
www.georaad.no

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

Tiltakshaver: Norsk Bolig AS	Tegning nr.: R02E08
Oppdragsgiver: Norsk Bolig AS	Prosjekt nr.: 19323
Prosjekt: Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken	Format / Målestokk: A3-L / 1:500
Tegningstittel: Profil E-E. Dagens situasjon	Status: Stabilitetsberegning

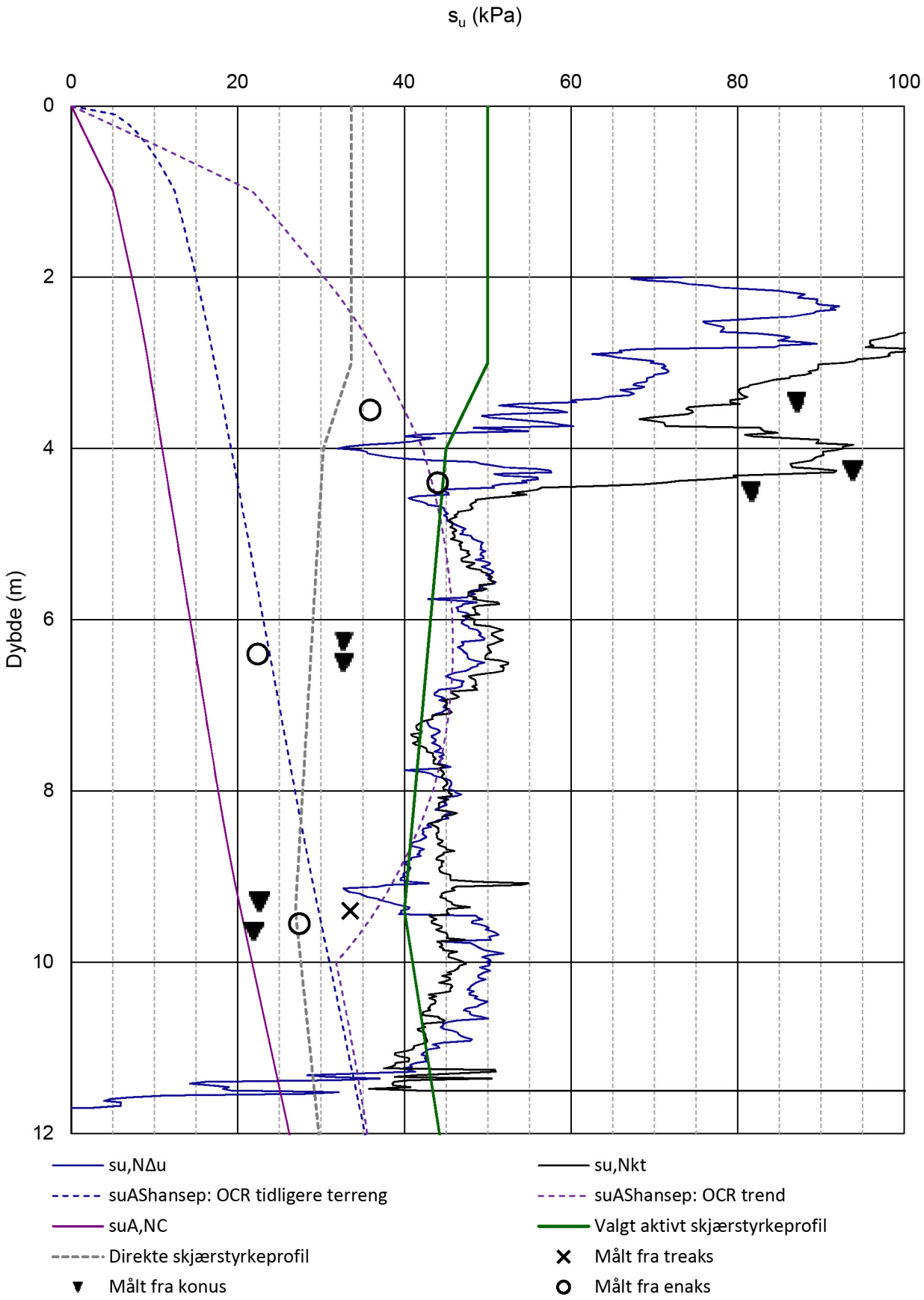
M:\GEOSUITE\19323\AUTOGRAF.RIT\Rapport nr. 2 - Områdestabilitet\19323-R02.dwg

Udrenert skjærstyrke



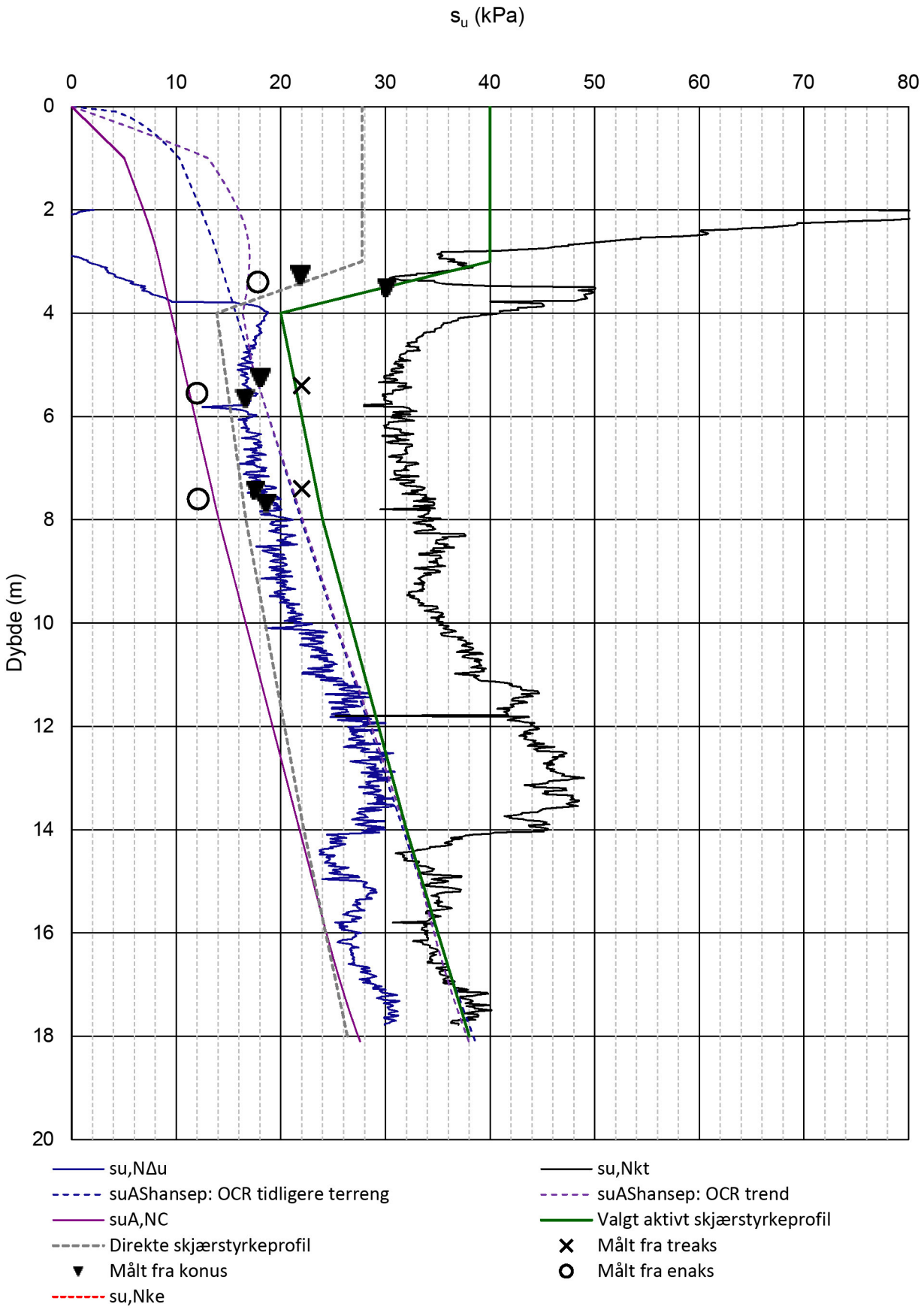
LØVLIEN GEORÅD Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium www.georaad.no	Oppdragsgiver Norsk Bolig AS	Prosjekt nr. 19323	Tillegg nr. 1.1
	Prosjekt Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien	Dato 12.09.19	Borpunkt 1
	Forklaring Tolkning udrenert skjærstyrke, s_u	Ansvarlig SKa	Kontrollert TIG

Udrenert skjærstyrke



LØVLIEN GEORÅD Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium www.georaad.no	Oppdragsgiver Norsk Bolig AS	Prosjekt nr. 19323	Tillegg nr. 1.2
	Prosjekt Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien	Dato 12.09.19	Borpunkt 3
	Forklaring Tolkning udrenert skjærstyrke, s_u	Ansvarlig SKa	Kontrollert TIG

Udrenert skjærstyrke



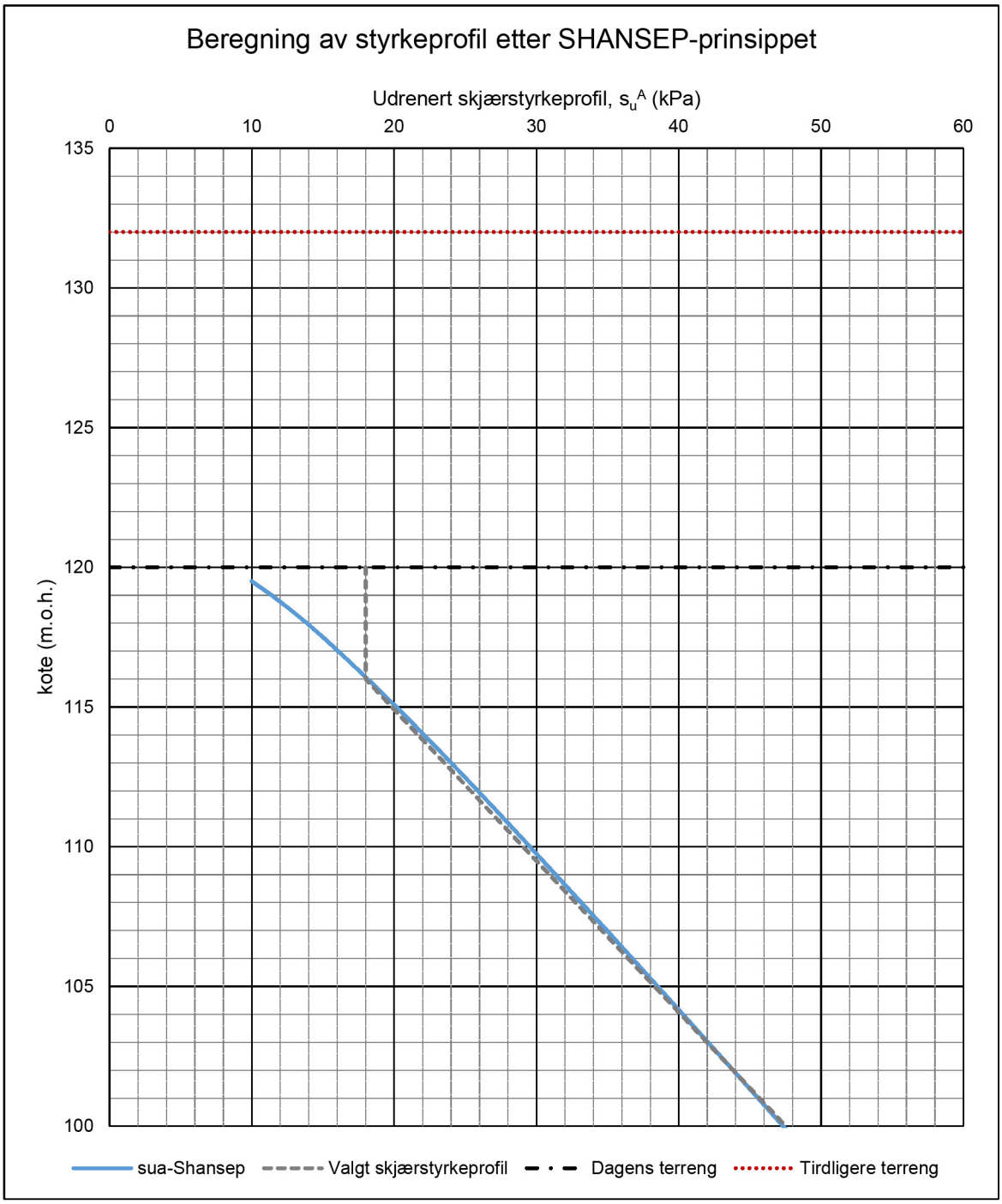
LØVLIEN GEORÅD Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium www.georaad.no	Oppdragsgiver Norsk Bolig AS	Prosjekt nr. 19323	Tillegg nr. 1.3
	Prosjekt Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien	Dato 12.09.19	Borpunkt 9
	Forklaring Tolkning udrenert skjærstyrke, s_u	Ansvarlig SKa	Kontrollert TIG

Tyngdetetthet og poretrykk

γ	15,5	(kN/m^3)	
$z_{w,1}$	0,5	(m)	(grunnvannstand)
$\gamma_{w,1}$	10	(kPa/m)	(poretrykksutvikling under $z_{w,1}$)
$z_{w,2}$	30	(m)	(knekkpunkt for poretrykksutvikling)
$\gamma_{w,2}$	10	(kPa/m)	(poretrykksutvikling under $z_{w,2}$)

Shansep-parametere

Dagens terr.	120	(m.o.h.)
Tidligere terr.	132	(m.o.h.)
$\gamma_{tot,tidligere}$	15	(kN/m^3)
α	0,28	(-)
m	0,65	(-)
aeging	1,3	(-)
Avlasting	0	(m)



LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tillegg nr.
Norsk Bolig AS	19323	1.4
Prosjekt	**Dato**	**Profil**
Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien	08.10.19	B-B
Forklaring	**Ansvarlig**	**Kontrollert**
Beregning av styrkeprofil etter Shansep	SKa	TIG

Tillegg 1.5

Tolkning av treaksialforsøk

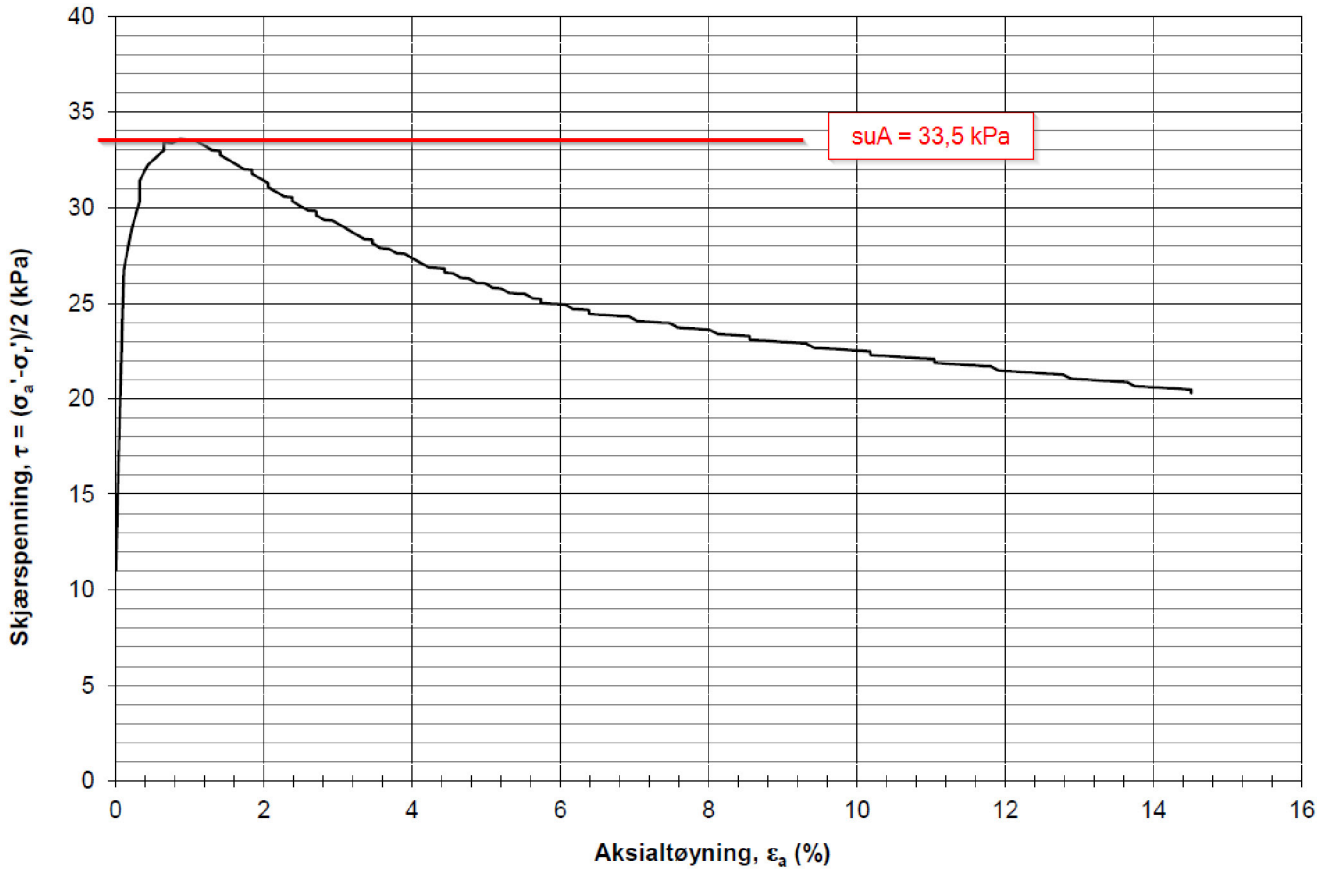
LØVLIEN GEORÅD Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium www.georaad.no	Oppdragsgiver Norsk Bolig AS	Prosjekt nr. 19323	Tillegg nr. 1.5
	Prosjekt Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien	Dato 08.10.2019	Revisjon 00
	Tittel Tolkning av treaksialforsøk	Ansvarlig SKa	Kontrollert TIG

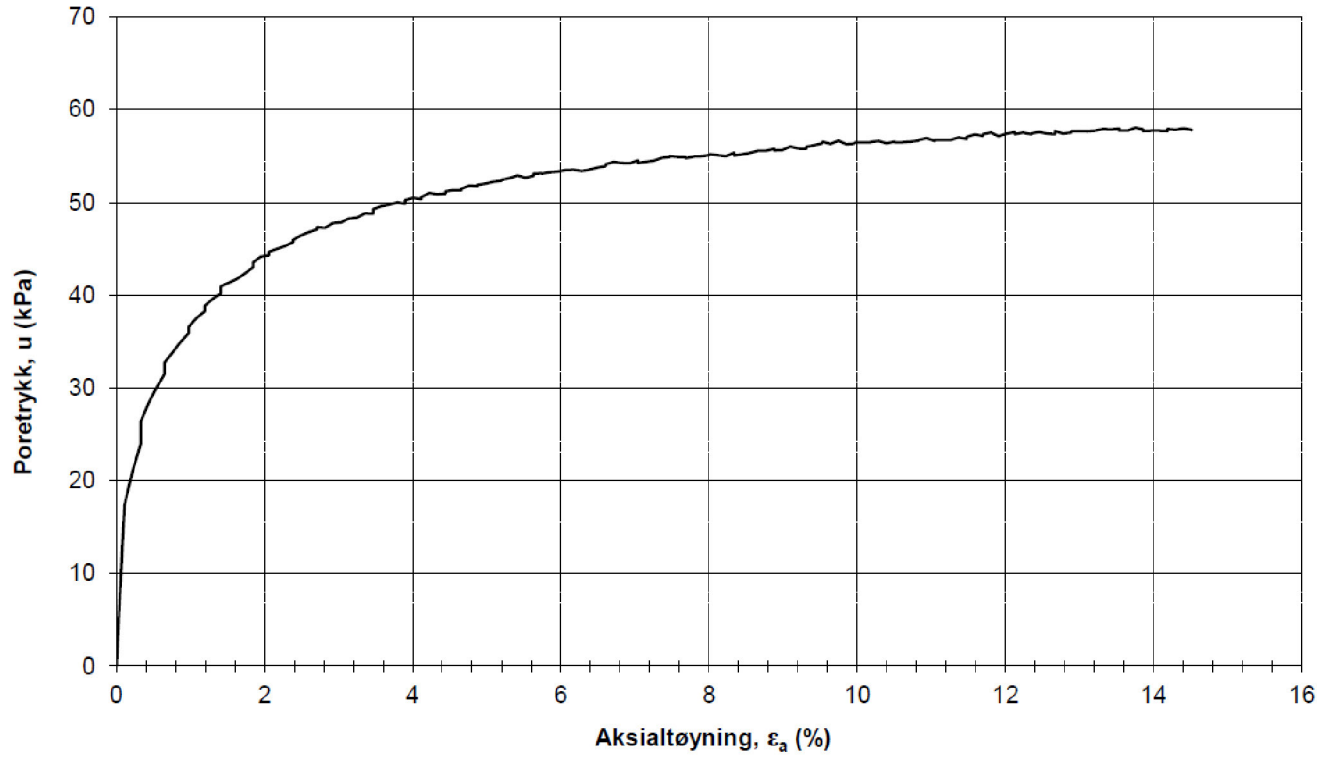
Sammenstilling treaksialforsøk

Punkt	Dybde (m)	Kote (m.o.h)	$\Delta V/V_0$ (%)	σ_a (kPa)	σ_r (kPa)	K_0 (-)	Målt s_u^A (kPa)	Brudd.tøyn. ε_f (%)
3	9,4	117,1	7,6	79,3	57,3	0,72	33,5	1,0
9	5,4	118,3	4,4	29,7	18,0	0,61	22,0	1,0
9	7,4	116,3	3,5	48,5	33,4	0,69	22,0	2,0

Kommentarer til treaksialforsøkene

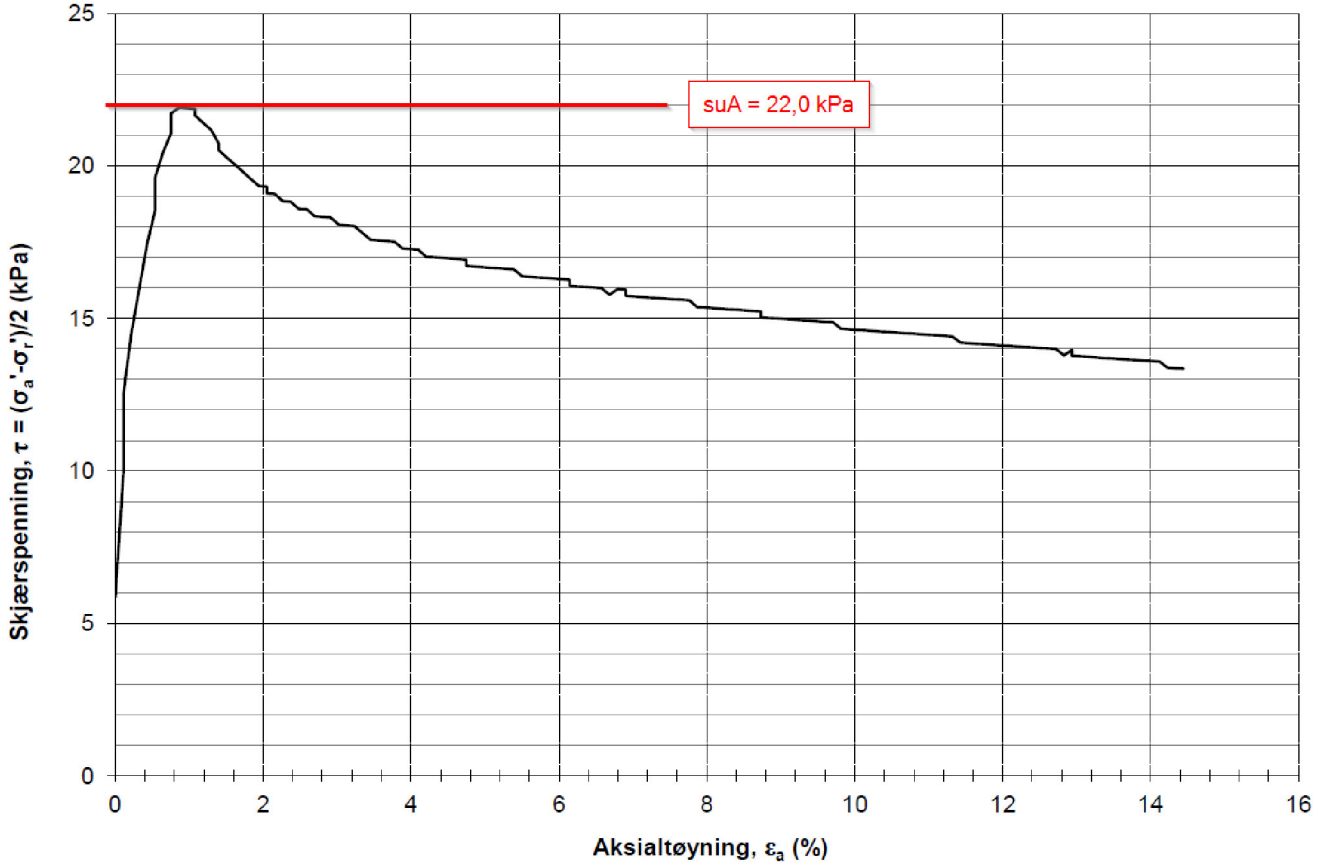
Punkt	Kommentar
3	Dårlig forsøk, utpresset porevann i konsolideringsfasen indikerer prøveforstyrrelse
9	Dårlig forsøk, utpresset porevann i konsolideringsfasen indikerer prøveforstyrrelse
9	Akseptabelt forsøk, høy bruddtøyning

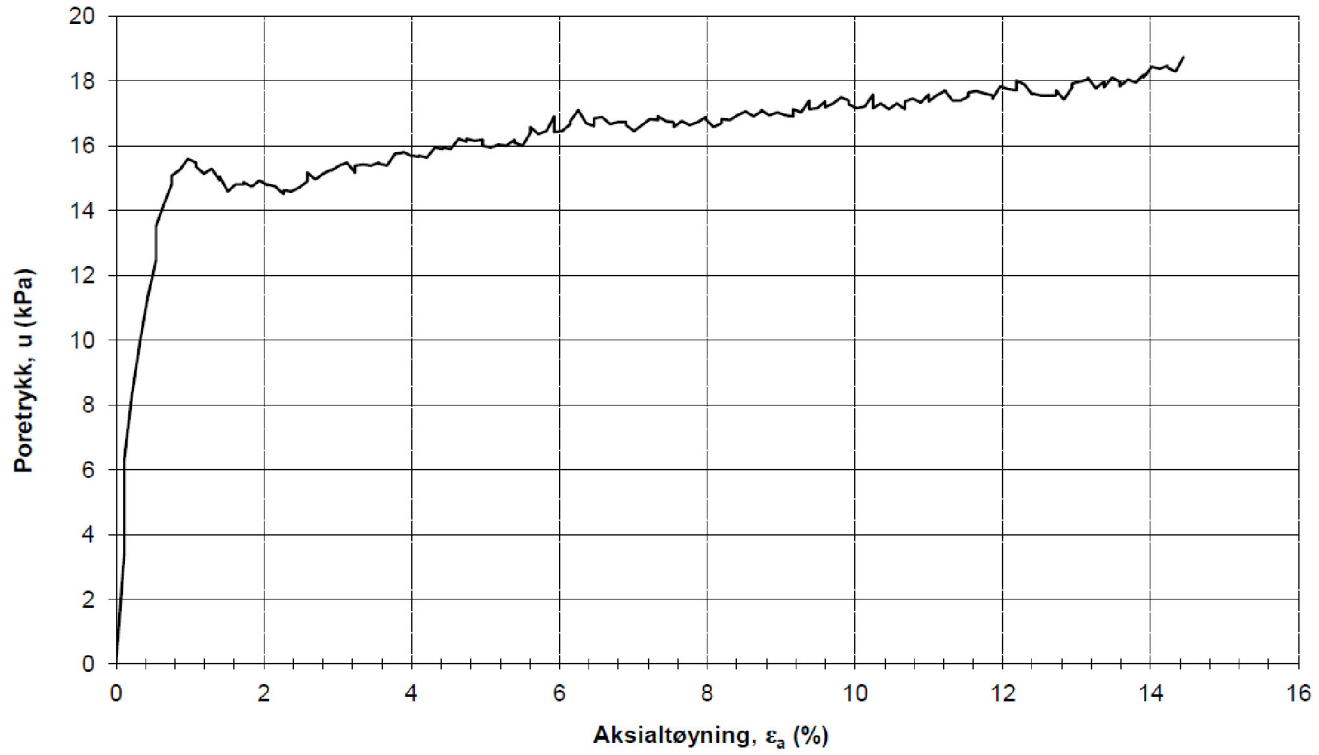




Dybde (m)	9,4	Kommentar	LEIRE
Maks skjærspenning (kPa)	33,6		
Ved ε_a (%)	0,9		

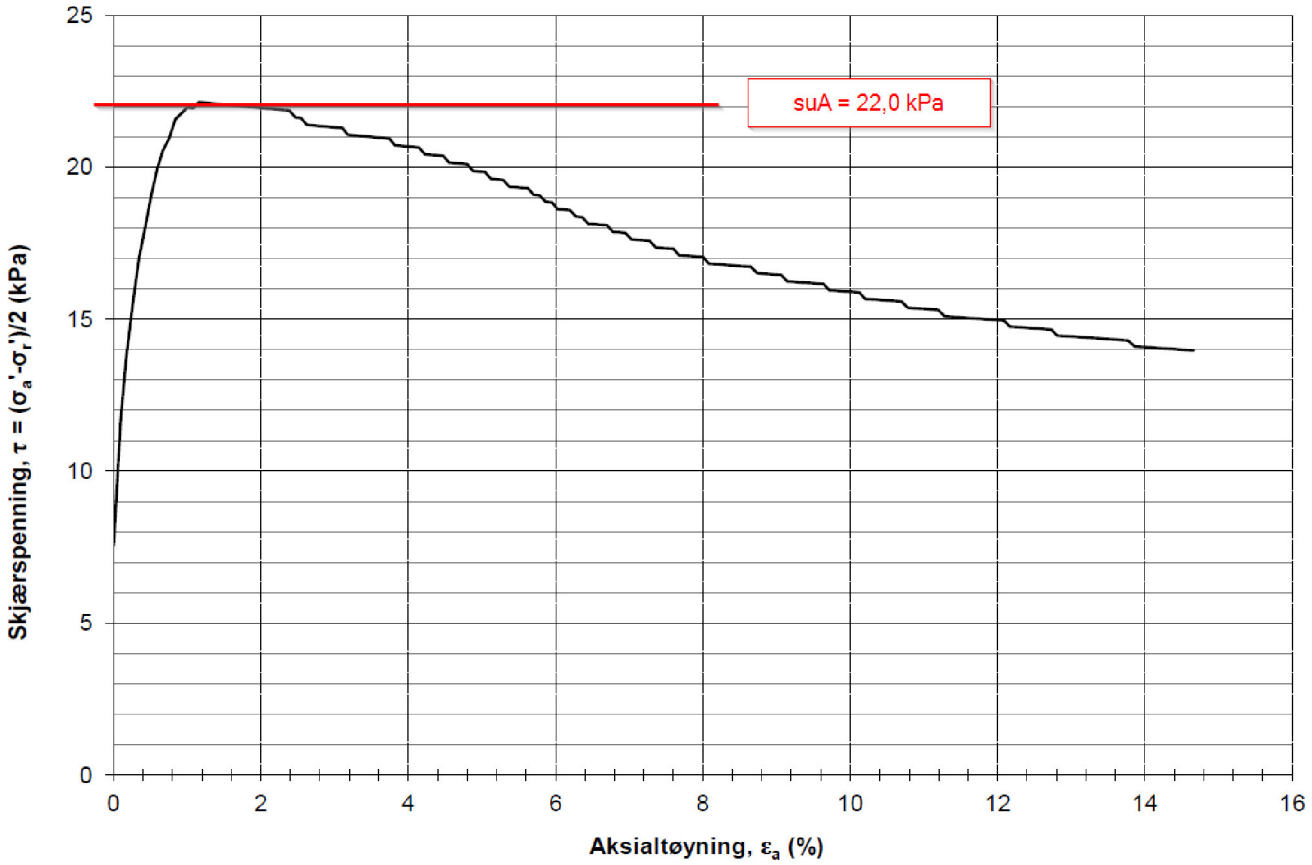
LØVLIEN GEORÅD Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium www.georaad.no	Oppdragsgiver Norsk Bolig AS	Prosjekt nr. 19323	Tegning nr. R01C08
	Prosjekt Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken	Side 2 av 4	Borpunkt 3
	Tittel Treaksialforsøk, τ og u mot ε_a	Ansvarlig MS	Kontrollert SKa

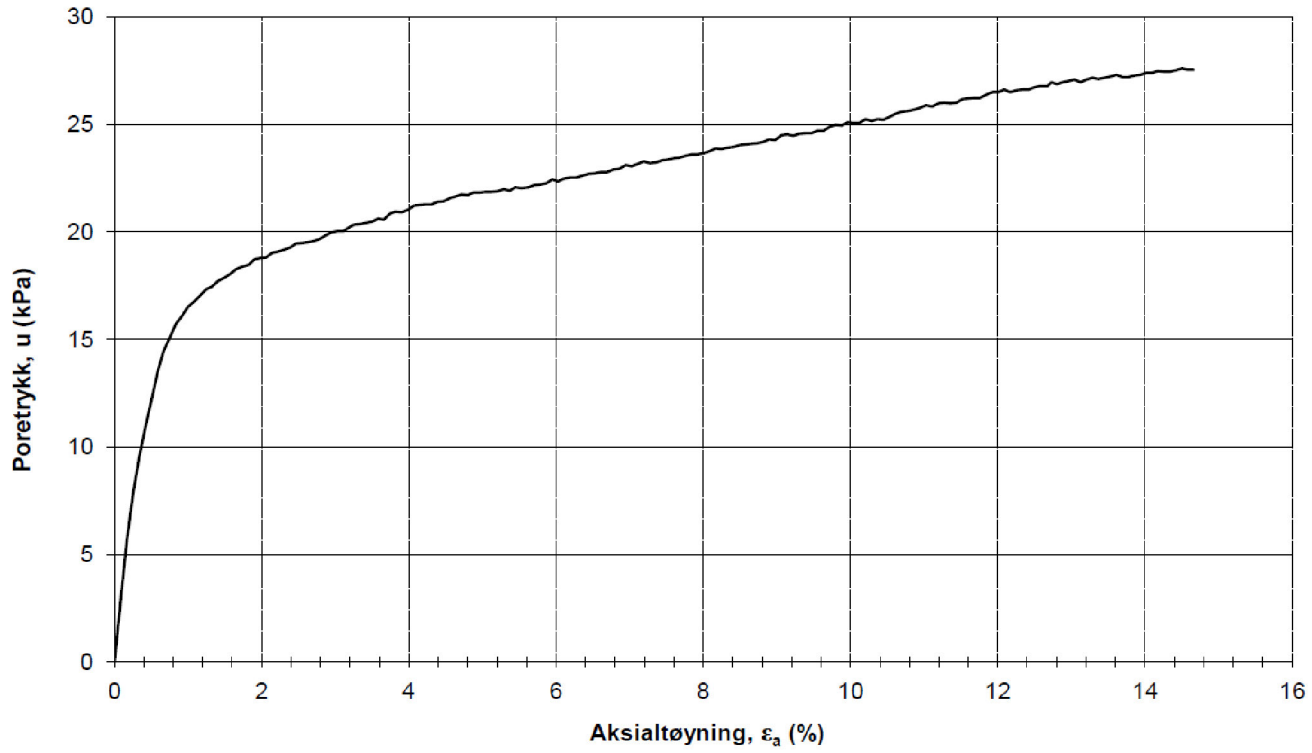




Dybde (m)	5,4	Kommentar	KVIKKLEIRE
Maks skjærspenning (kPa)	21,9		
Ved ε_a (%)	0,9		

LØVLIEN GEORÅD Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium www.georaad.no	Oppdragsgiver Norsk Bolig AS	Prosjekt nr. 19323	Tegning nr. R01C09
	Prosjekt Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken	Side 2 av 4	Borpunkt 9
	Tittel Treaksialforsøk, τ og u mot ε_a	Ansvarlig MS	Kontrollert SKa





Dybde (m)	7,4	Kommentar	KVIKKLEIRE
Maks skjærspenning (kPa)	22,1		
Ved ε_a (%)	1,2		

LØVLIEN GEORÅD Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium www.georaad.no	Oppdragsgiver Norsk Bolig AS	Prosjekt nr. 19323	Tegning nr. R01C10
	Prosjekt Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken	Side 2 av 4	Borpunkt 9
	Tittel Treaksialforsøk, τ og u mot ε_a	Ansvarlig MS	Kontrollert SKa

Tillegg 1.6

Tolkning av ødometerforsøk

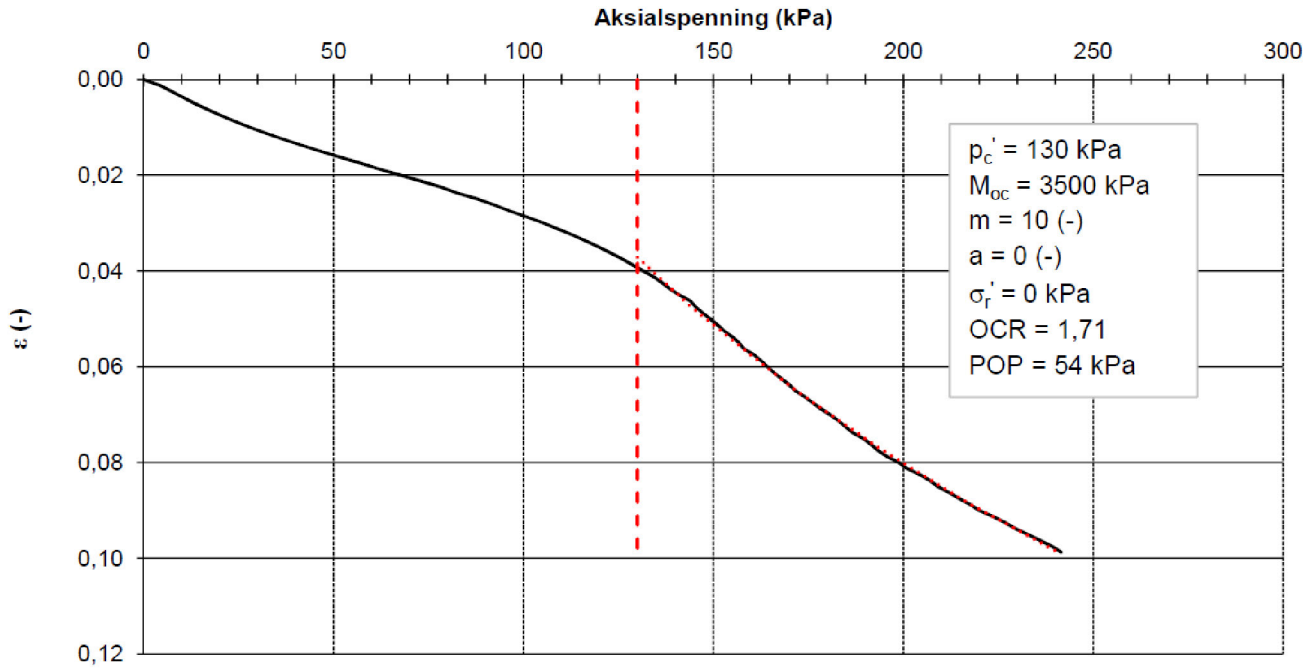
LØVLIEN GEORÅD Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium www.georaad.no	Oppdragsgiver Norsk Bolig AS	Prosjekt nr. 19323	Tillegg nr. 1.6
	Prosjekt Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien	Dato 08.10.2019	Revisjon 00
	Tittel Tolkning av ødometerforsøk	Ansvarlig SKa	Kontrollert TIG

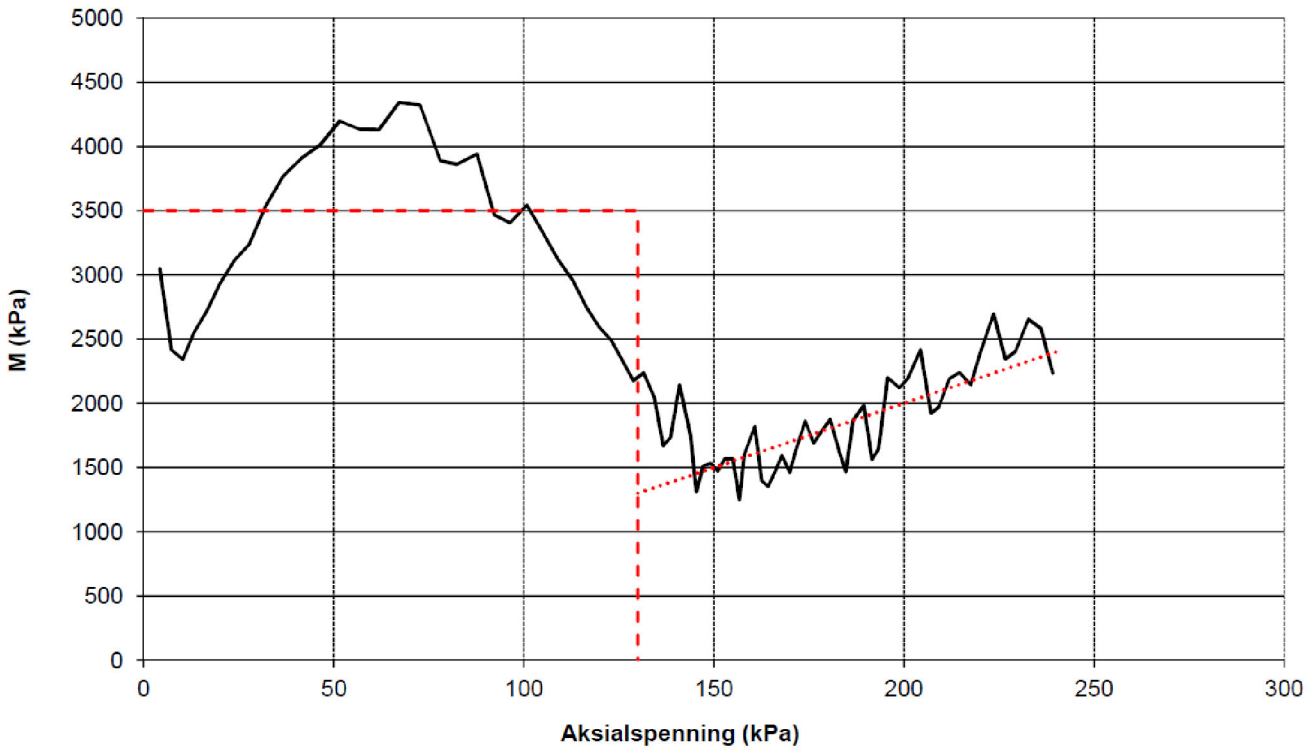
Sammenstilling ødometerforsøk

Punkt	Dybde (m)	Kote (m.o.h)	p_0' (kPa)	p_c' (kPa)	M_{oc} (kPa)	m (-)	OCR (-)	POP (kPa)
3	9,3	117,2	76,0	130,0	3500	10,0	1,71	54
9	5,4	118,3	46,7	76,0	2500	4,0	1,63	29
9	7,3	116,4	57,2	92,0	2500	3,5	1,61	35

Kommentarer til ødometerforsøkene

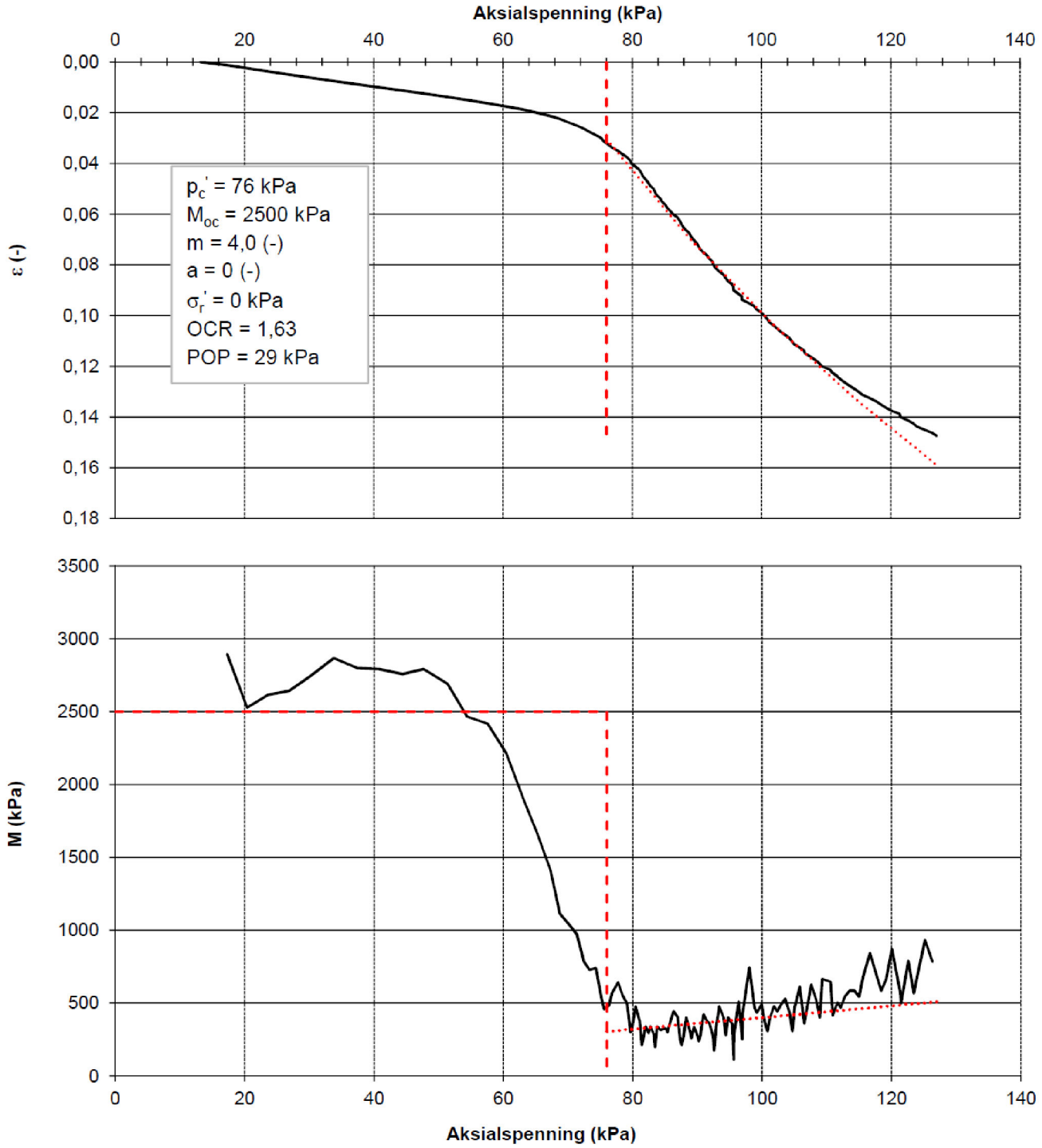
Punkt	Kommentar
3	Markert p_c' fra spenning-tøyningskurve
9	Markert p_c' fra spenning-tøyningskurve, meget lav stivhet etter p_c', nærmest kollaps
9	Markert p_c' fra spenning-tøyningskurve, meget lav stivhet etter p_c', nærmest kollaps





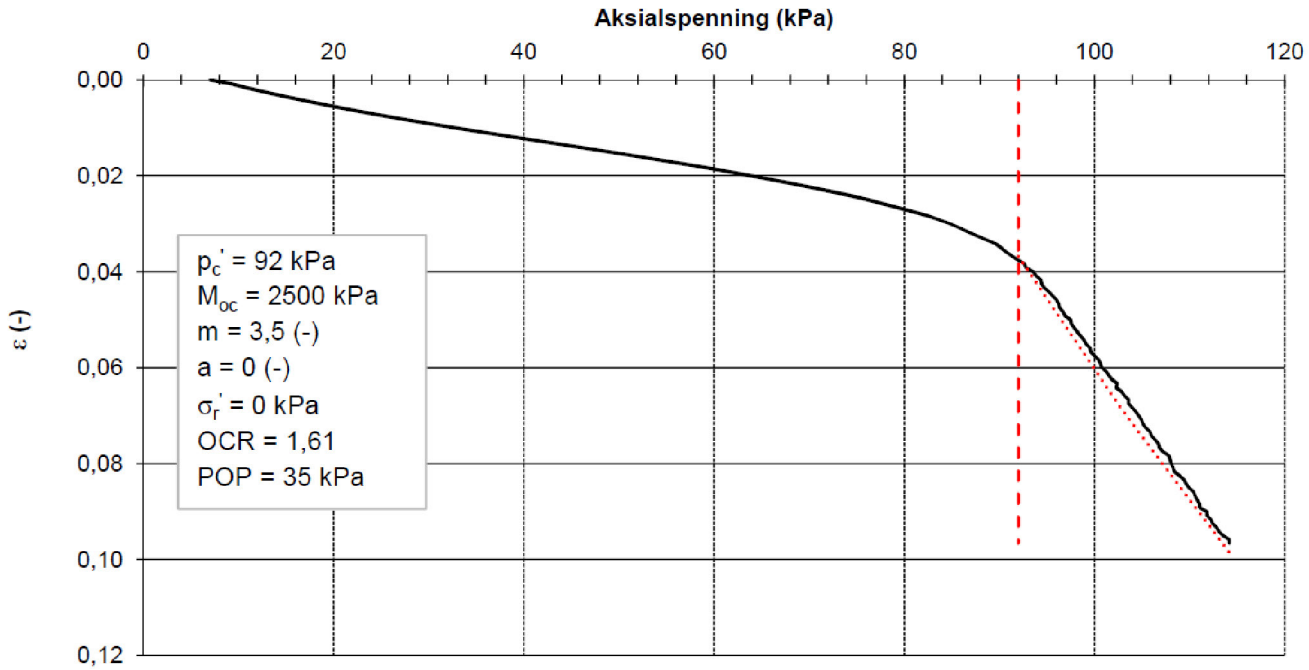
Dato prøvetagning	16.09.2019	Dato forsøk	20.09.2019
Dybde (m)	9,25	Prøve nr.	6
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m^3)	17,9	Kommentar	LEIRE
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	42		

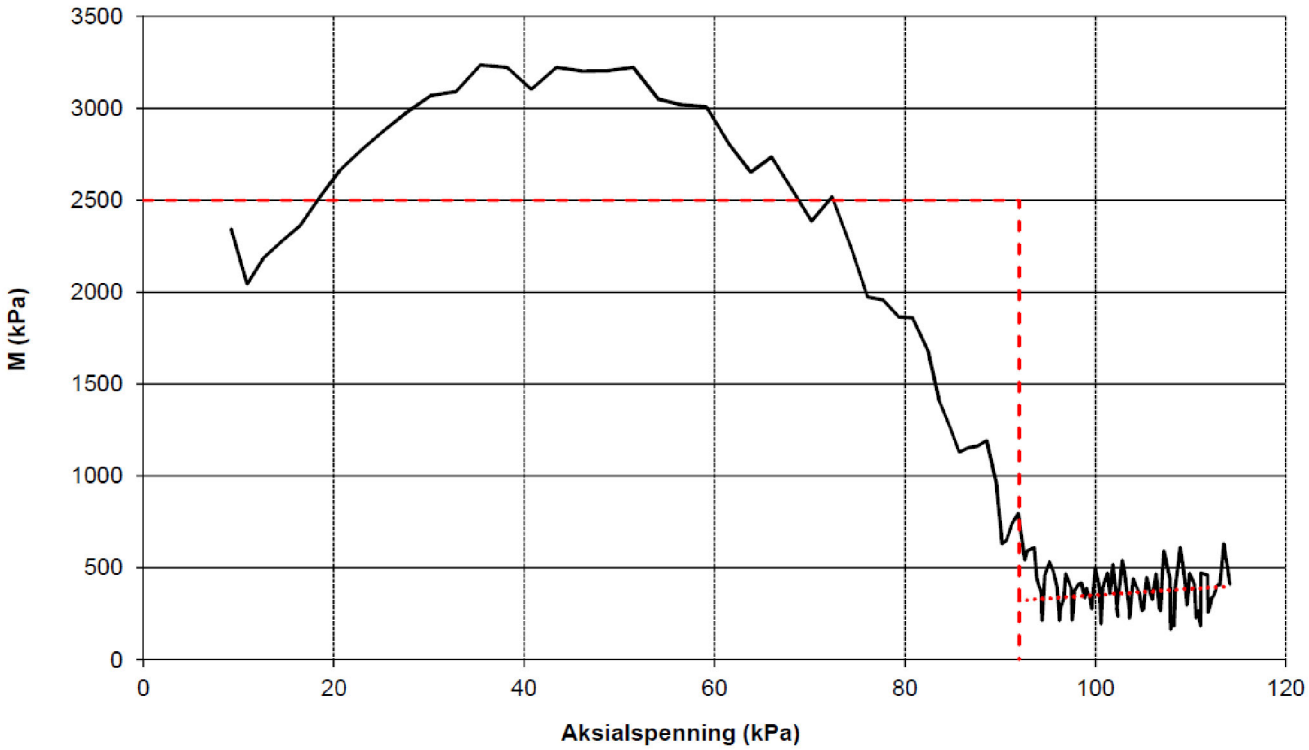
LØVLIEN GEORÅD Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium www.georaad.no	Oppdragsgiver Norsk Bolig AS	Prosjekt nr. 19323	Tegning nr. R01C12
	Prosjekt Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken	Side 1 av 2	Borpunkt 3
	Tittel Ødometerforsøk, ε&M vs σ'	Ansvarlig MS	Kontrollert SKa



Dato prøvetagning	11.09.2019	Dato forsøk	24.09.2019
Dybde (m)	5,4	Prøve nr.	5
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m^3)	15,3	Kommentar	KVIKKLEIRE
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	82		

LØVLIEN GEORÅD Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium www.georaad.no	Oppdragsgiver Norsk Bolig AS	Prosjekt nr. 19323	Tegning nr. R01C13
	Prosjekt Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken	Side 1 av 2	Borpunkt 9
	Tittel Ødometerforsøk, ε&M vs σ'	Ansvarlig MS	Kontrollert SKa





Dato prøvetagning	11.09.2019	Dato forsøk	20.09.2019
Dybde (m)	7,25	Prøve nr.	6
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m^3)	15,3	Kommentar	KVIKKLEIRE
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	81,7		

LØVLIEN GEORÅD Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium www.georaad.no	Oppdragsgiver Norsk Bolig AS	Prosjekt nr. 19323	Tegning nr. R01C14
	Prosjekt Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken	Side 1 av 2	Borpunkt 9
	Tittel Ødometerforsøk, ε&M vs σ'	Ansvarlig MS	Kontrollert SKa

Klassifisering av anvendelsesklasse iht. NGF melding 5

Tabell 5.2. Anvendelsesklasser for CPT og CPTU.

Anvendelses-klasse	Forsøks-type	Målestørrelse	Tillatt minimums-nøyaktighet [a]	Maksimum avstand mellom målinger	Bruk	
					Profil [b]	Tolkning [c]
1	TE2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Helning Nedtrengingslengde[e]	35 kPa eller 5% 5 kPa eller 10% 10 kPa eller 2% 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A	GH
2	TE1 TE2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk[d] Helning Nedtrengingslengde	100 kPa eller 5% 15 kPa eller 15% 25 kPa eller 3% 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A B C D	GH* GH GH GH
3	TE1 TE2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk[d] Helning Nedtrengingslengde	200 kPa eller 5% 25 kPa eller 15% 50 kPa eller 5% 5° 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G GH* GH GH
4	TE1	Spissmotstand Sidefriksjon Nedtrengingslengde	500 kPa eller 5% 50 kPa eller 20% 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G* G* G* G*

Tillatt nullpunktsforskyvning for spissmotstand, sidefriksjon og poretrykk innenfor de ulike anvendelsesklassene bestemmes som største verdi av tillatt absoluttverdi og tillatt prosent av gjennomsnittlig måleverdi.

Anvendelsesklasse	Tillatt nullpunktsforskyvning		
	Spissmotstand (kPa)	Sidefriksjon (kPa)	Poretrykk (kPa)
1	106,99	5,00	10,00
2	106,99	15,00	25,00
3	200,00	25,00	50,00
4	500	50,00	

Nullpunktsverdier	Spissmotstand (kPa)	Sidefriksjon (kPa)	Poretrykk (kPa)
Før	8168,0	115,8	242,9
Etter	8185,7	115,8	239,1
Nullpunktsforskyvning	17,7	0,0	-3,8

Det er benyttet sonde som tilfredsstiller krav til målenøyaktighet for helning. Nyere utstyr tilfredsstiller normalt ca. +/- 1 grad.

Ved målt helning over 15 grader bør sondering vurderes kjørt på nytt.

Utstyret tilfredsstiller krav til temperaturfølsomhet for anvendelsesklasse 1.

Konklusjon:

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Anvendelsesklasse	**1**	**1**	**1**

Klassifisering av anvendelsesklasse iht. NGF melding 5

Tabell 5.2. Anvendelsesklasser for CPT og CPTU.

Anvendelses-klasse	Forsøks-type	Målestørrelse	Tillatt minimums-nøyaktighet [a]	Maksimum avstand mellom målinger	Bruk	
					Profil [b]	Tolkning [c]
1	TE2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Helning Nedtrengingslengde[e]	35 kPa eller 5% 5 kPa eller 10% 10 kPa eller 2% 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A	GH
2	TE1 TE2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk[d] Helning Nedtrengingslengde	100 kPa eller 5% 15 kPa eller 15% 25 kPa eller 3% 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A B C D	GH* GH GH GH
3	TE1 TE2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk[d] Helning Nedtrengingslengde	200 kPa eller 5% 25 kPa eller 15% 50 kPa eller 5% 5° 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G GH* GH GH
4	TE1	Spissmotstand Sidefriksjon Nedtrengingslengde	500 kPa eller 5% 50 kPa eller 20% 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G* G* G* G*

Tillatt nullpunktsforskyvning for spissmotstand, sidefriksjon og poretrykk innenfor de ulike anvendelsesklassene bestemmes som største verdi av tillatt absoluttverdi og tillatt prosent av gjennomsnittlig måleverdi.

Anvendelsesklasse	Tillatt nullpunktsforskyvning		
	Spissmotstand (kPa)	Sidefriksjon (kPa)	Poretrykk (kPa)
1	38,65	5,00	10,00
2	100,00	15,00	25,00
3	200,00	25,00	50,00
4	500	50,00	

Nullpunktsverdier	Spissmotstand (kPa)	Sidefriksjon (kPa)	Poretrykk (kPa)
Før	8169,1	117,2	242,2
Etter	8157,3	115,6	242,6
Nullpunktsforskyvning	-11,8	-1,6	0,4

Det er benyttet sonde som tilfredsstiller krav til målenøyaktighet for helning. Nyere utstyr tilfredsstiller normalt ca. +/- 1 grad.

Ved målt helning over 15 grader bør sondering vurderes kjørt på nytt.

Utstyret tilfredsstiller krav til temperaturfølsomhet for anvendelsesklasse 1.

Konklusjon:

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Anvendelsesklasse	**1**	**1**	**1**

Klassifisering av anvendelsesklasse iht. NGF melding 5

Tabell 5.2. Anvendelsesklasser for CPT og CPTU.

Anvendelses-klasse	Forsøks-type	Målestørrelse	Tillatt minimums-nøyaktighet [a]	Maksimum avstand mellom målinger	Bruk	
					Profil [b]	Tolkning [c]
1	TE2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Helning Nedtrengingslengde[e]	35 kPa eller 5% 5 kPa eller 10% 10 kPa eller 2% 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A	GH
2	TE1 TE2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk[d] Helning Nedtrengingslengde	100 kPa eller 5% 15 kPa eller 15% 25 kPa eller 3% 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A B C D	GH* GH GH GH
3	TE1 TE2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk[d] Helning Nedtrengingslengde	200 kPa eller 5% 25 kPa eller 15% 50 kPa eller 5% 5° 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G GH* GH GH
4	TE1	Spissmotstand Sidefriksjon Nedtrengingslengde	500 kPa eller 5% 50 kPa eller 20% 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G* G* G* G*

Tillatt nullpunktsforskyvning for spissmotstand, sidefriksjon og poretrykk innenfor de ulike anvendelsesklassene bestemmes som største verdi av tillatt absoluttverdi og tillatt prosent av gjennomsnittlig måleverdi.

Anvendelsesklasse	Tillatt nullpunktsforskyvning		
	Spissmotstand (kPa)	Sidefriksjon (kPa)	Poretrykk (kPa)
1	35,00	5,00	10,00
2	100,00	15,00	25,00
3	200,00	25,00	50,00
4	500	50,00	

Nullpunktsverdier	Spissmotstand (kPa)	Sidefriksjon (kPa)	Poretrykk (kPa)
Før	8138,4	118,9	242,1
Etter	8139,0	119,3	240,2
Nullpunktsforskyvning	0,6	0,4	-1,9

Det er benyttet sonde som tilfredsstiller krav til målenøyaktighet for helning. Nyere utstyr tilfredsstiller normalt ca. +/- 1 grad.

Ved målt helning over 15 grader bør sondering vurderes kjørt på nytt.

Utstyret tilfredsstiller krav til temperaturfølsomhet for anvendelsesklasse 1.

Konklusjon:

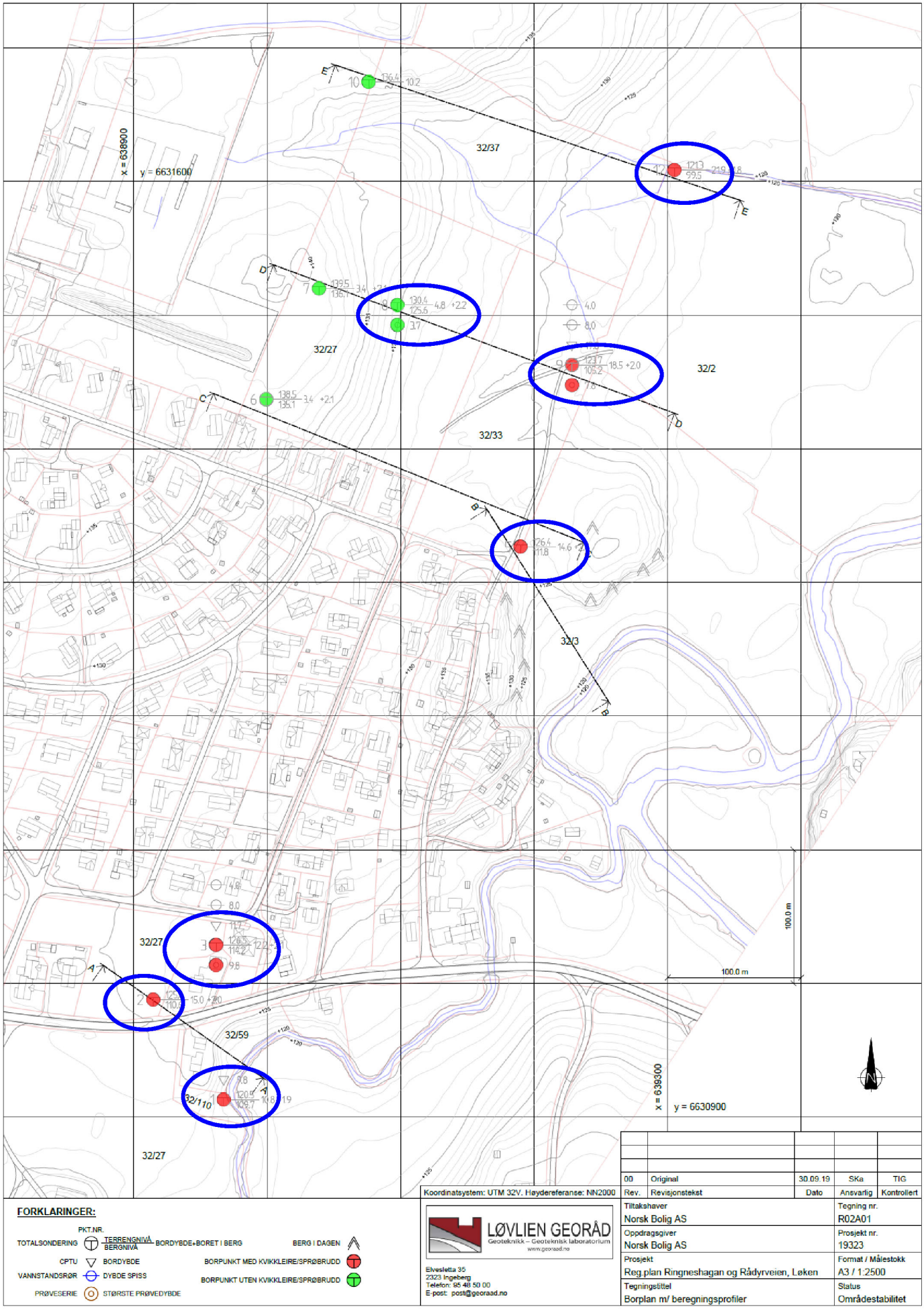
	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Anvendelsesklasse	**1**	**1**	**1**

Tillegg 1.10

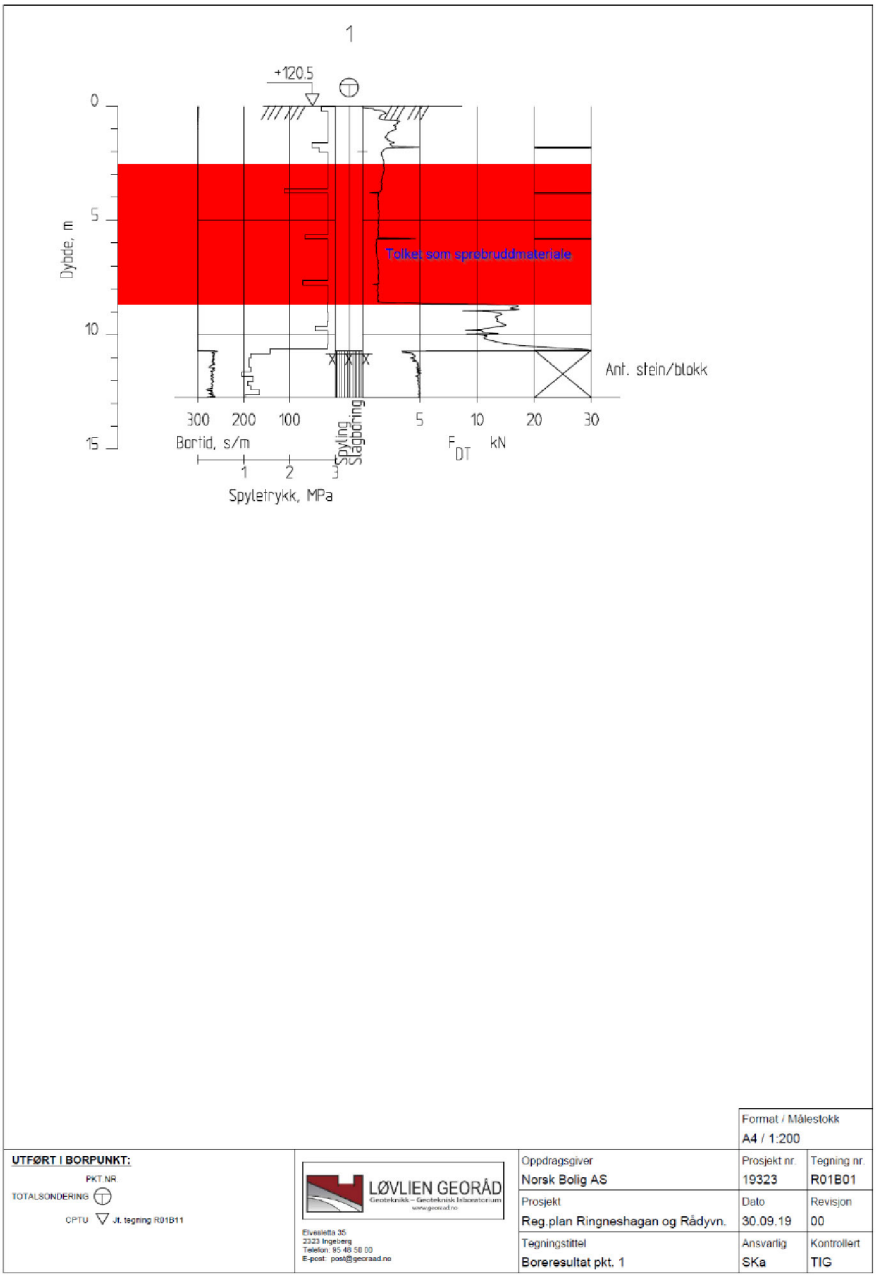
Tolkning av lagdeling fra grunnundersøkelser

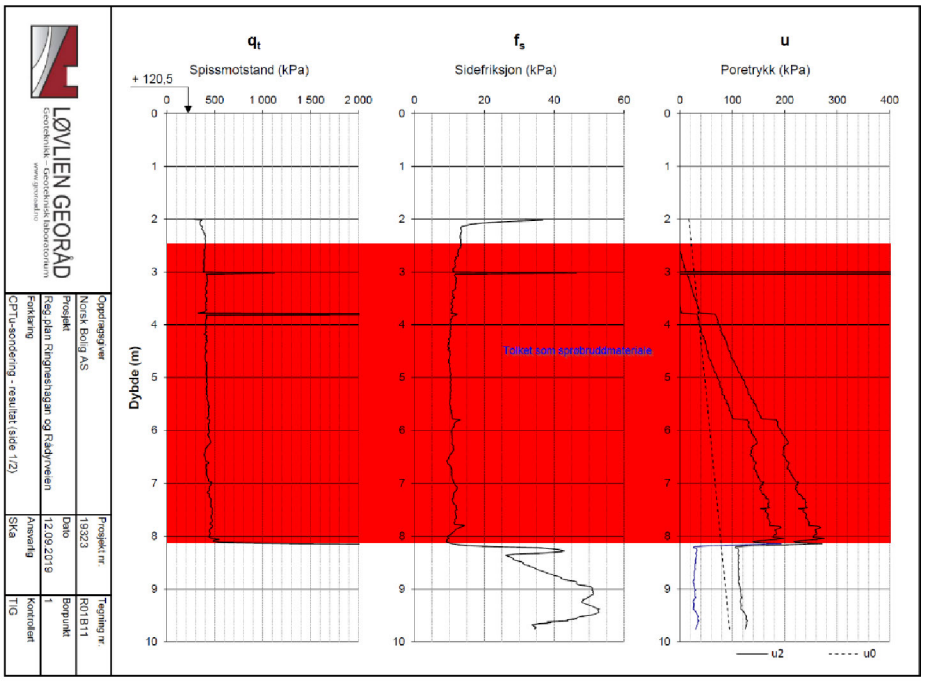
LØVLIEN GEORÅD Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium www.georaad.no	Oppdragsgiver Norsk Bolig AS	Prosjekt nr. 19323	Tillegg nr. 1.10
	Prosjekt Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien	Dato 08.10.2019	Revisjon 00
	Tittel Tolkning av lagdeling	Ansvarlig SKa	Kontrollert TIG

1 Utførte grunnundersøkelser

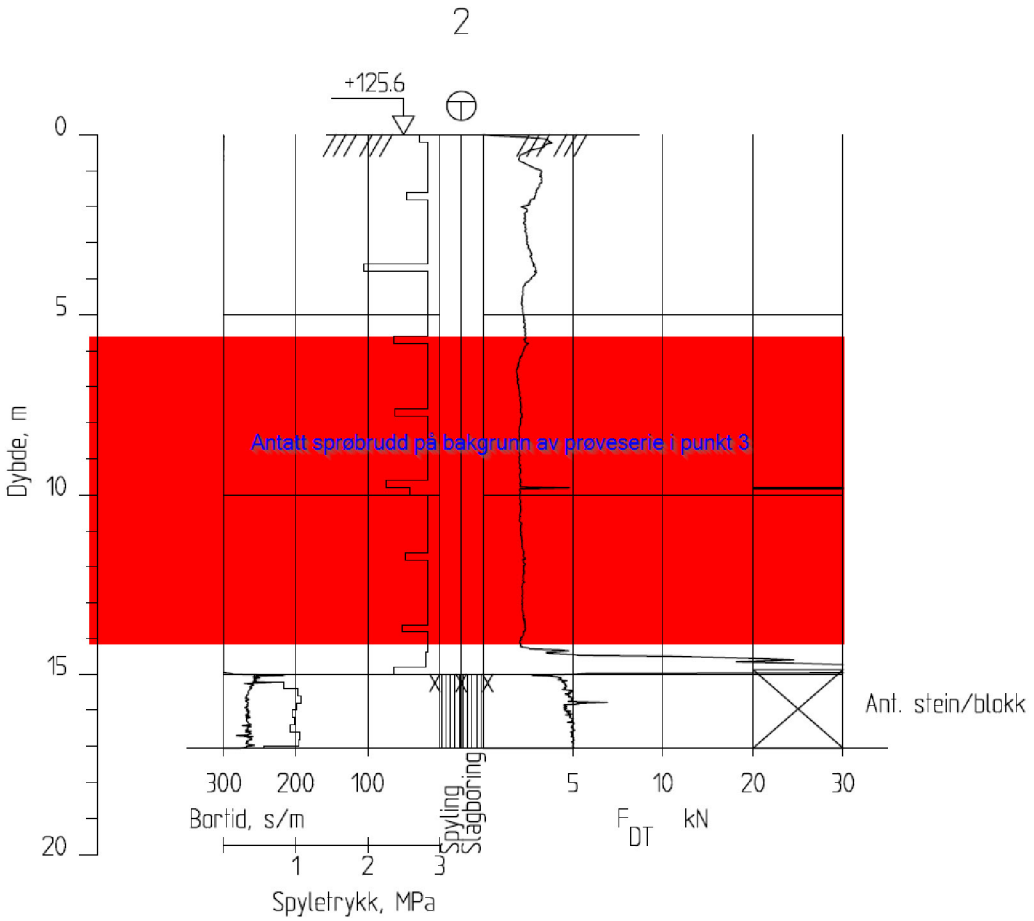


Figur 1.1 Situasjonsplan. Blå ring markerer borpunkt som vesentlige for vurdering av områdestabilitet



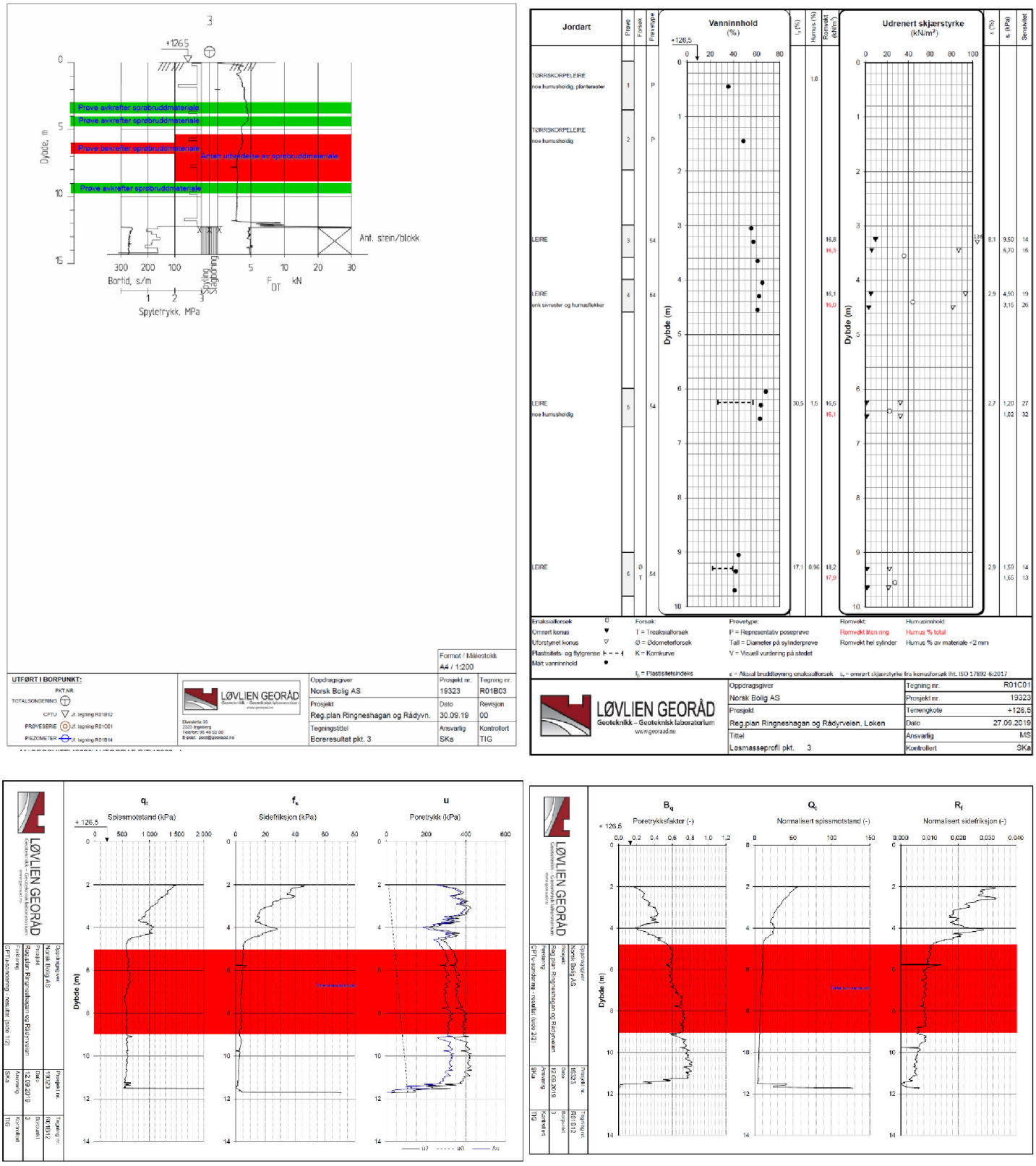


Figur 1.2 Totalsondering og CPTU-sondering fra borpunkt 1. Rød skravur markerer tolket forekomst av sprøbruddmateriale / kvikkleire

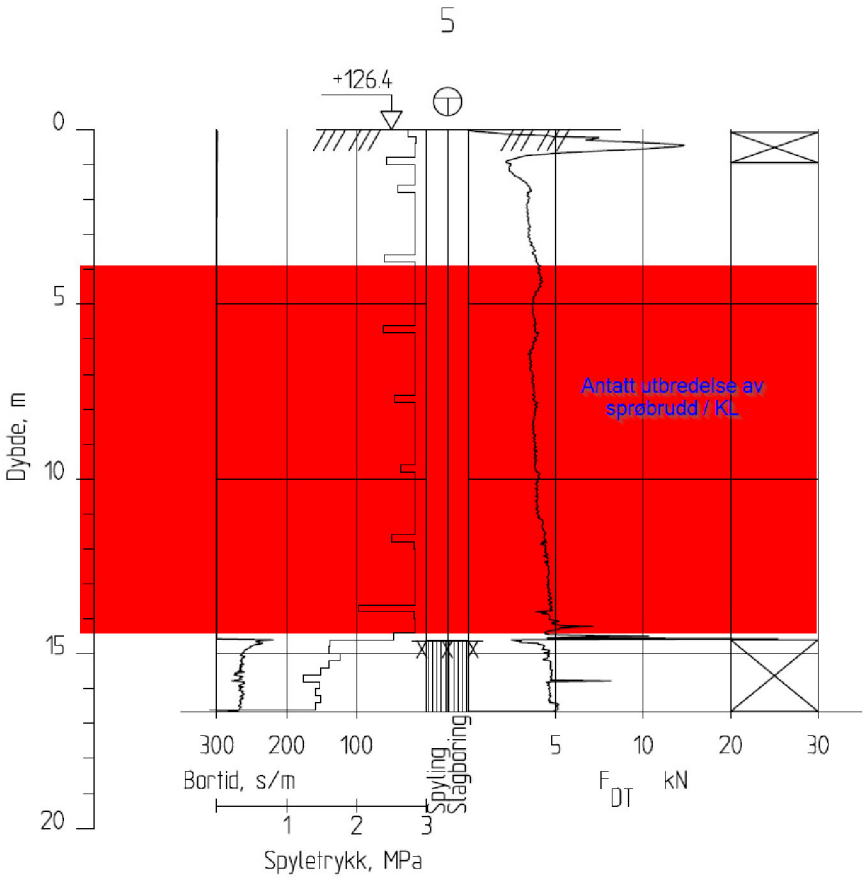


			Format / Målestokk A4 / 1:200	
UTFØRT I BORPUNKT: PKT.NR. TOTALSONDERING	LØVLIEN GEORÅD Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium www.georaad.no Elvesletta 35 2323 Ingeberg Telefon: 95 48 50 00 E-post: post@georaad.no	Oppdragsgiver Norsk Bolig AS	Prosjekt nr. 19323	Tegning nr. R01B02
		Prosjekt Reg.plan Ringneshagan og Rådyvn.	Dato 30.09.19	Revisjon 00
		Tegningstittel Boreresultat pkt. 2	Ansvarlig SKa	Kontrollert TIG

Figur 1.3 Totalsondering fra borpunkt 2. Rød skravur markerer tolket forekomst av sprøbruddmateriale / kvikkleire

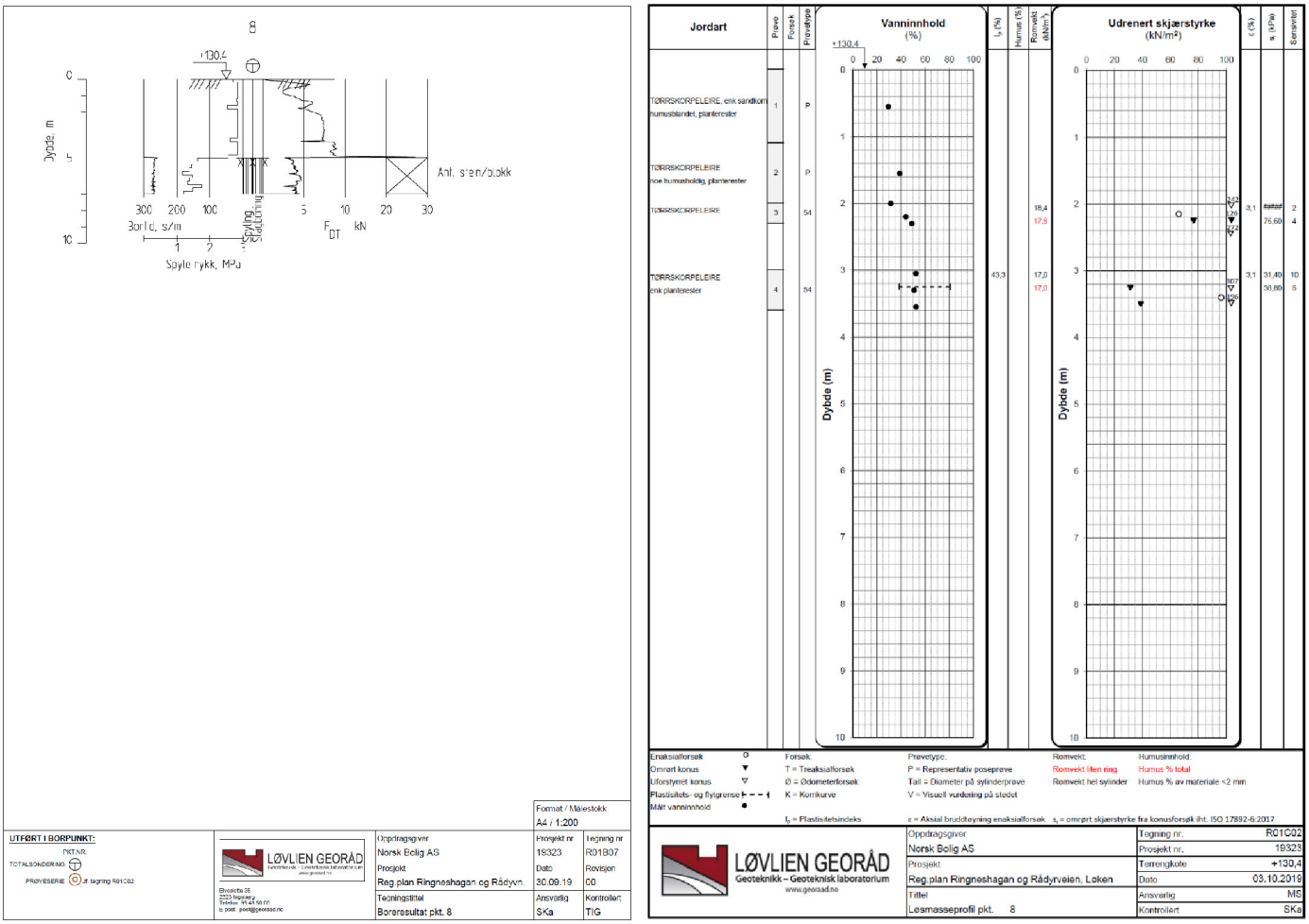


Figur 1.4 Totalsondering, CPTU-sondering og prøveserie fra borpunkt 3. Rød skravur markerer tolket forekomst av sprøbruddmateriale / kvikkleire

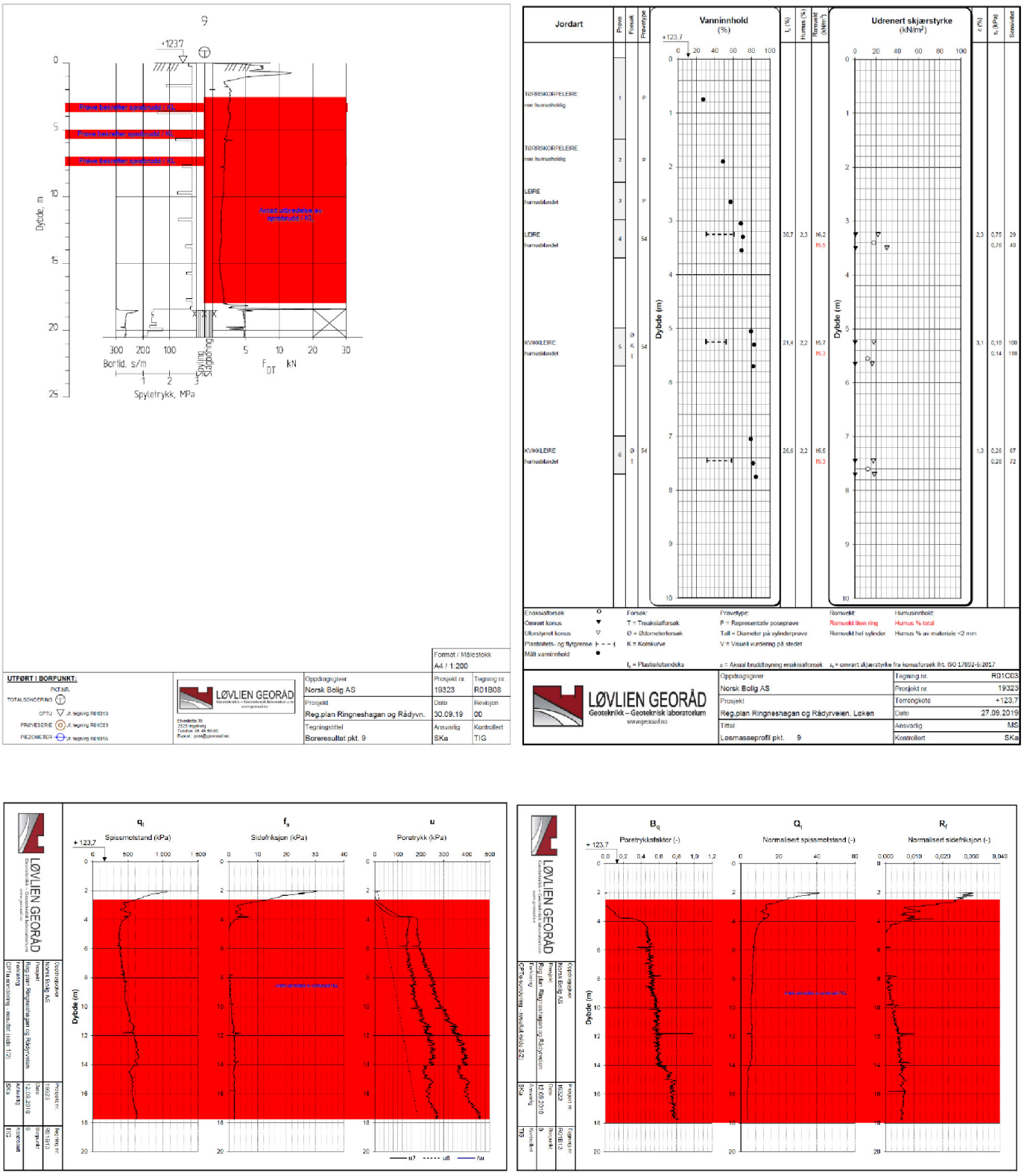


			Format / Målestokk A4 / 1:200	
UTFØRT I BORPUNKT: PKT.NR. TOTALSONDERING	LØVLIEN GEORÅD Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium www.georaad.no Elvesletta 35 2323 Ingeberg Telefon: 95 46 50 00 E-post: post@georaad.no	Oppdragsgiver Norsk Bolig AS	Prosjekt nr. 19323	Tegning nr. R01B04
		Prosjekt Reg.plan Ringneshagan og Rådyvn.	Dato 30.09.19	Revisjon 00
		Tegningstittel Boreresultat pkt. 5	Ansvarlig SKa	Kontrollert TIG

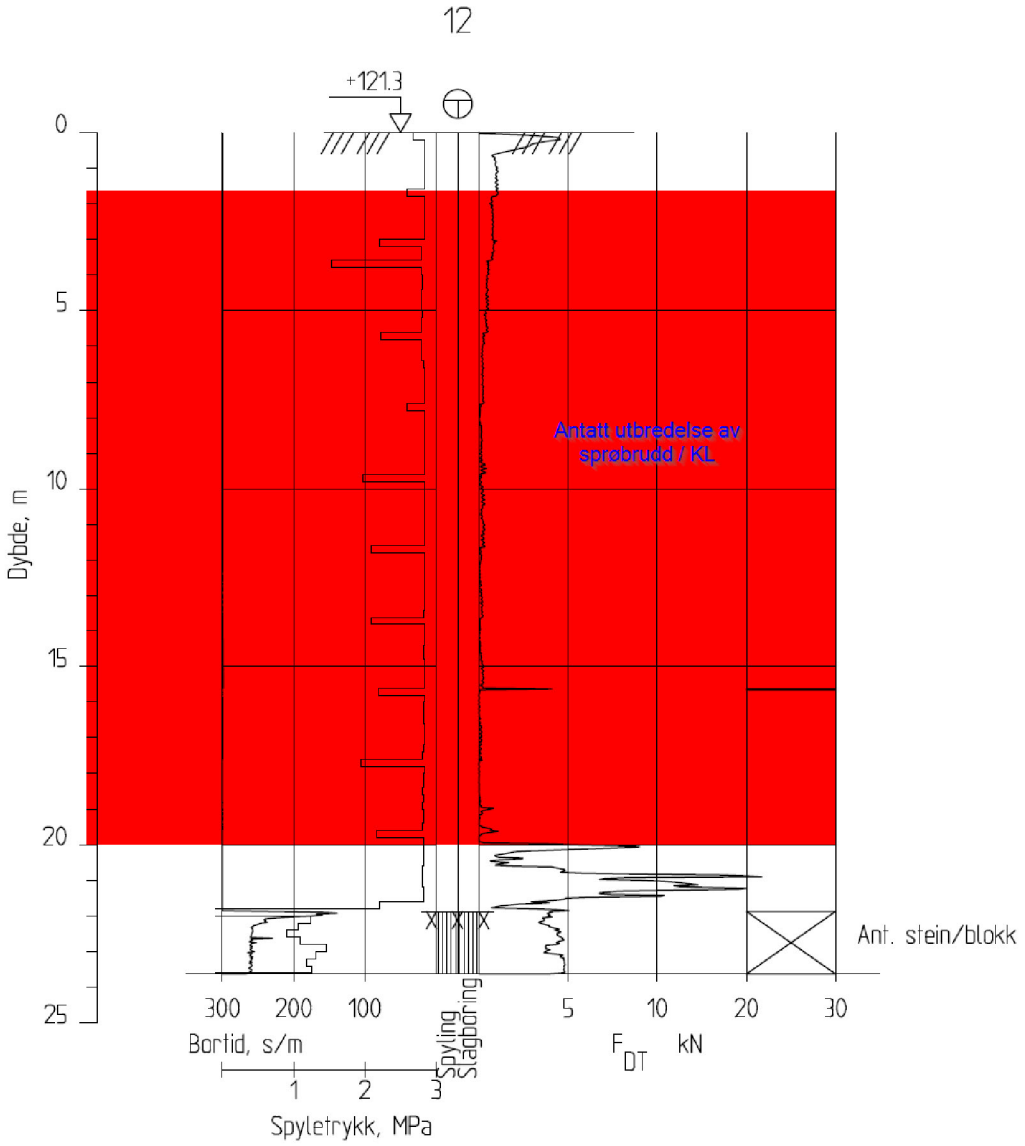
Figur 1.5 Totalsondering fra borpunkt 5. Rød skravur markerer tolket forekomst av sprøbruddmateriale / kvikkleire



Figur 1.6 Totalsondering og prøveserie fra borpunkt 8. Det er ikke påvist forekomster av sprøbruddmateriale i dette borpunktet



Figur 1.7 Totalsondering, CPTU-sondering og prøveserie fra borpunkt 9. Rød skravur markerer tolket forekomst av sprøbruddmateriale / kvikkleire



			Format / Målestokk A4 / 1:200	
UTFØRT I BORPUNKT: PKT.NR. TOTALSONDERING	LØVLIEN GEORÅD Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium www.georaad.no Elvesletta 35 2323 Ingeberg Telefon: 95 48 50 00 E-post: post@georaad.no	Oppdragsgiver Norsk Bolig AS	Prosjekt nr. 19323	Tegning nr. R01B10
		Prosjekt Reg.plan Ringneshagan og Rådyvn.	Dato 30.09.19	Revisjon 00
		Tegningstittel Boreresultat pkt. 12	Ansvarlig SKa	Kontrollert TIG

Figur 1.8 Totalsondering fra borpunkt 12. Rød skravur markerer tolket forekomst av sprøbruddmateriale / kvikkleire

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Oppdragsgiver	Prosjekt	Forklaring
Norsk Bolig AS	Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien	Klassifisering av faresone Rådyrveien
Prosjekt nr.	**Dato**	**Ansvarlig**
19323	12.09.2019	SKa
Vedlegg nr.	**Revisjon**	**Kontrollert**
1	00	TIG

Evaluering av skadekonsekvens				Konsekvens, score			
Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	3	2	1	0
Boligenheter, antall	3	4	12	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	3	2	6	>5000	1001 - 5000	100 - 1000	Ingen
Toglinje, baneprioritet	0	2	0	1 - 2	3 - 4	5	Ingen
Kraftnett	1	1	1	Sentral	Regional	Distrubisjon	Lokal
Oppdemning, flom	2	2	4	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum			***24***	45	30	15	0
% av maksimal poengsum:			53 %				
Konsekvensklasse:			**Meget alvorlig**				

Evaluering av faregrad				Faregrad, score			
Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	2	1	2	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 -3	0	> +30 > -50	10 - 30 -(20 - 50)	0 - 10 -(0 - 20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	3	2	6	>H/2	H/2 - H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	2	1	2	>100	30 - 100	20 - 30	<20
Erosjon	2	3	6	Aktiv/glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep	0	3	0	Stor	Noe	Liten	Ingen
Sum			***22***	51	34	16	0
% av maksimal poengsum:			43 %				
Faregrad:			**Middels faregrad**				

Risikoverdi (skadekons. x faregrad):			***528***	**Risikoklasse: 2**
Risikoklasse	1	0	170	
Risikoklasse	2	171	630	**X**
Risikoklasse	3	631	1900	
Risikoklasse	4	1901	3200	
Risikoklasse	5	3201	10000	

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Oppdragsgiver	Prosjekt	Dato	Revisjon
Norsk Bolig AS	Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien	23.03.2021	00
Prosjekt nr.	Vedlegg nr.	Ansvarlig	Kontrollert
19323	2	SKa	AES

Forklaring: Klassifisering av faresone Ringneshagan

Evaluering av skadekonsekvens				Konsekvens, score			
Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	3	2	1	0
Boligenheter, antall	0	4	0	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	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	Distrubisjon	Lokal
Oppdemning, flom	2	2	4	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum			***5***	45	30	15	0
% av maksimal poengsum:			11 %				
Konsekvensklasse:			**Mindre alvorlig**				

Evaluering av faregrad				Faregrad, score			
Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	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	3	> +30 > -50	10 - 30 -(20 - 50)	0 - 10 -(0 - 20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	3	2	6	>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
Sum			***22***	51	34	16	0
% av maksimal poengsum:			43 %				
Faregrad:			**Middels faregrad**				

Risikoverdi (skadekons. x faregrad):			***110***	**Risikoklasse: 1**
Risikoklasse	1	0	170	**X**
Risikoklasse	2	171	630	
Risikoklasse	3	631	1900	
Risikoklasse	4	1901	3200	
Risikoklasse	5	3201	10000	