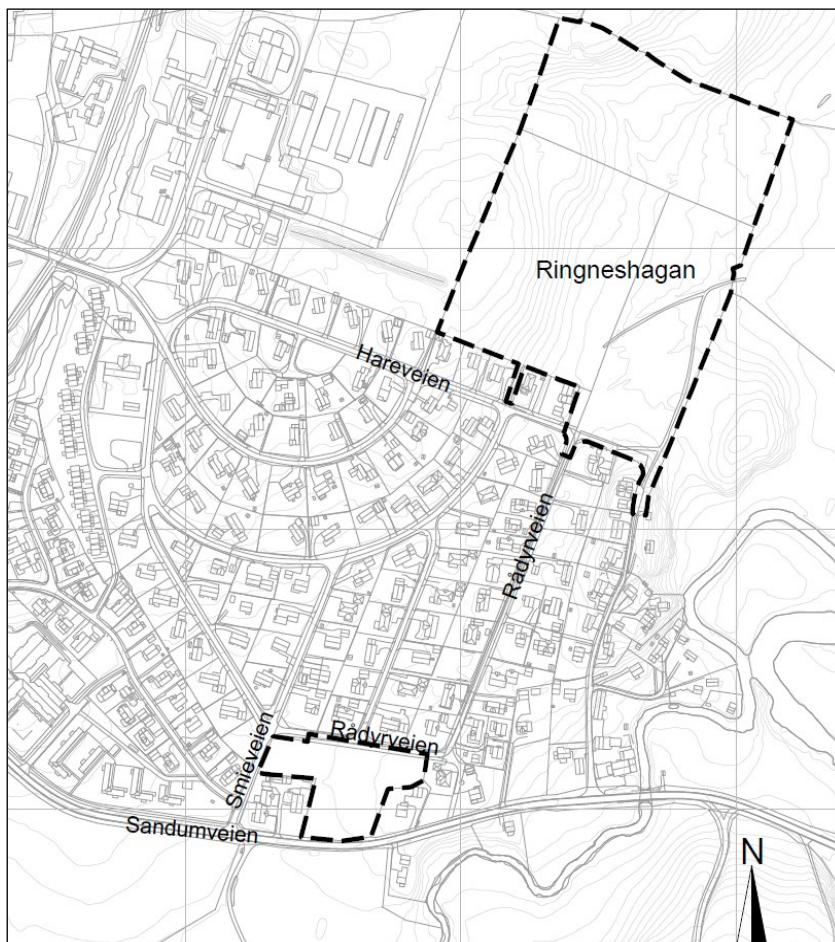




# Norsk Bolig AS

## 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

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  $F_{c\phi} = 1,94$  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  $F_{c\phi} \geq 1,25$ .

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.

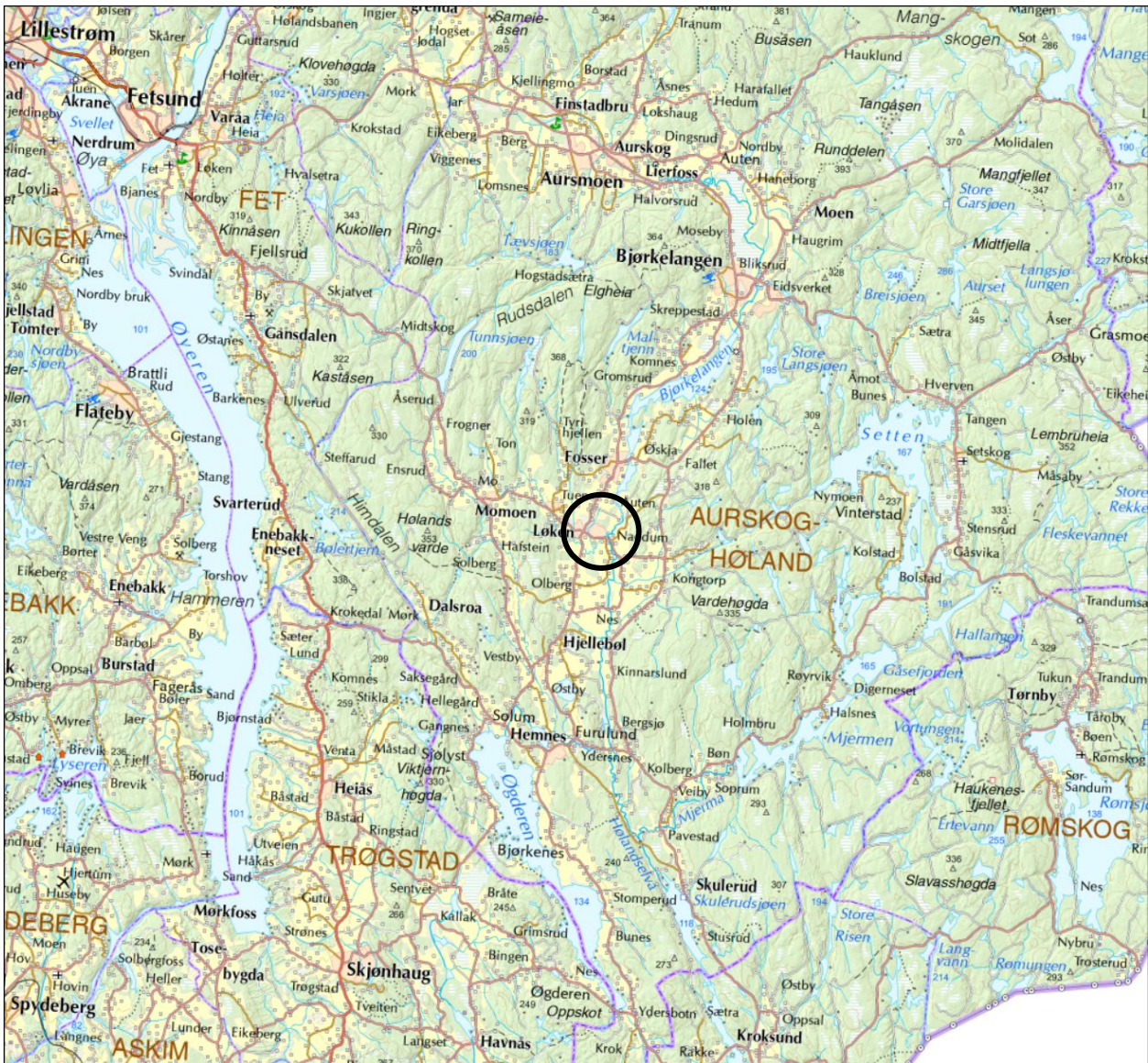
### **Revisjon 01:**

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  $F_{c\phi} \geq 1,25$ ). 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](http://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

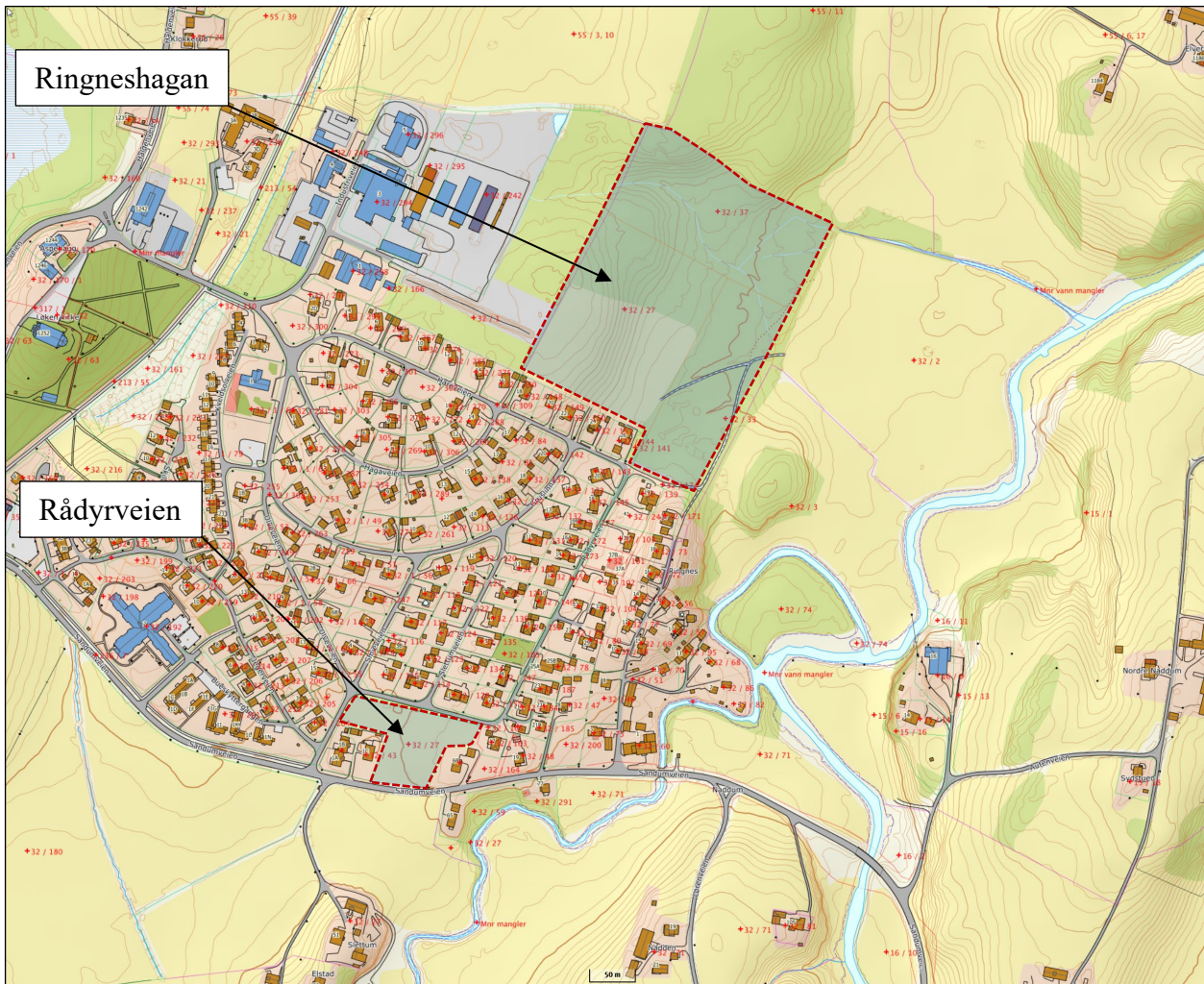


3.4	Erosjon.....	11
3.5	Tidligere skredhendelser .....	12
4	Terreng og grunnforhold.....	13
4.1	Kartgrunnlag.....	13
4.2	Topografi.....	13
4.3	Grunnforhold.....	14
4.4	Poretrykksforhold.....	14
5	Soneavgrensning og klassifisering for planområde Rådyrveien .....	15
5.1	Løsneområde .....	15
5.2	Utløpsområde .....	15
5.3	Faregradsklassifisering.....	15
6	Soneavgrensning 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.

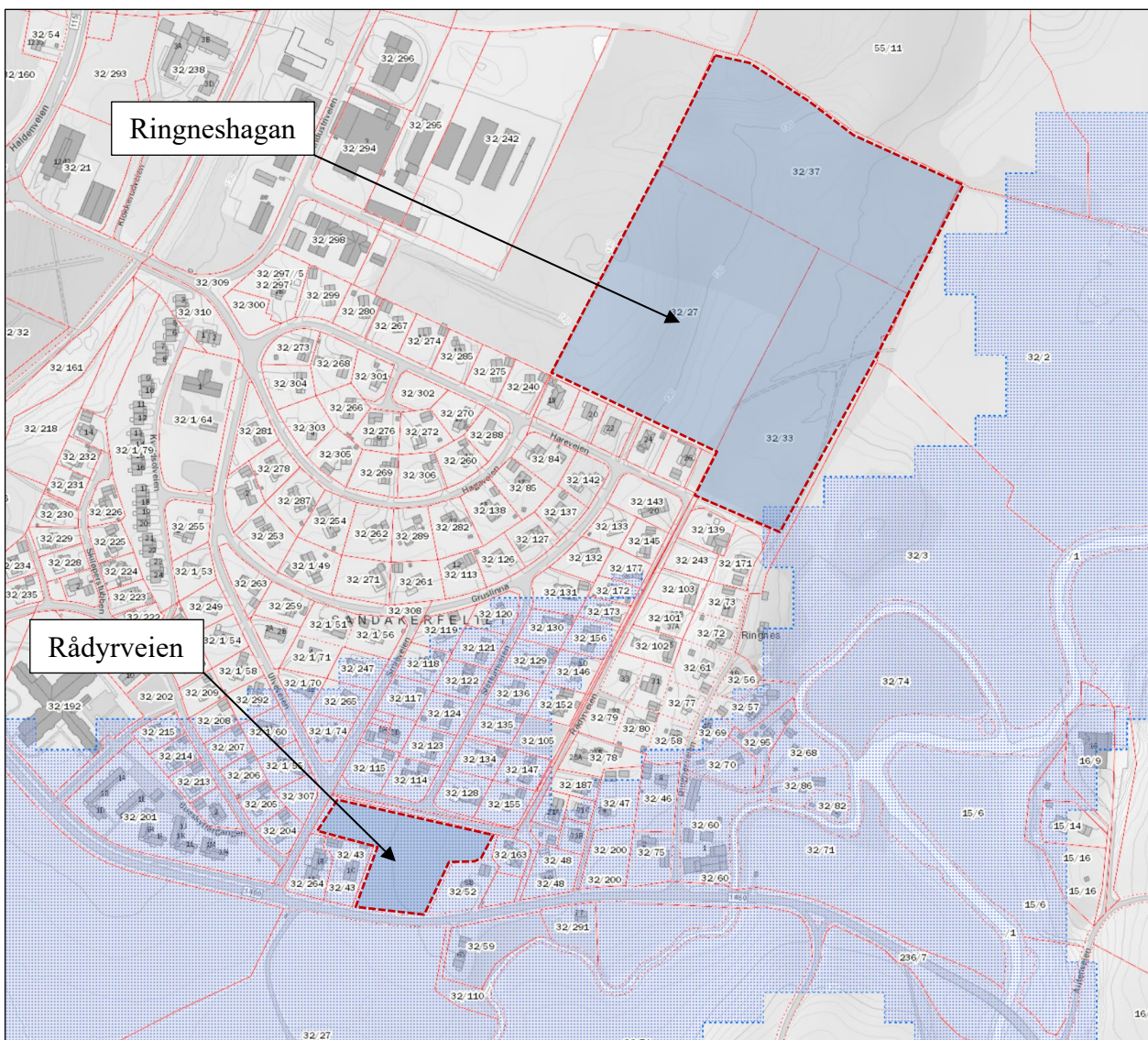


## 2 TEK17 Kapittel 7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger

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.

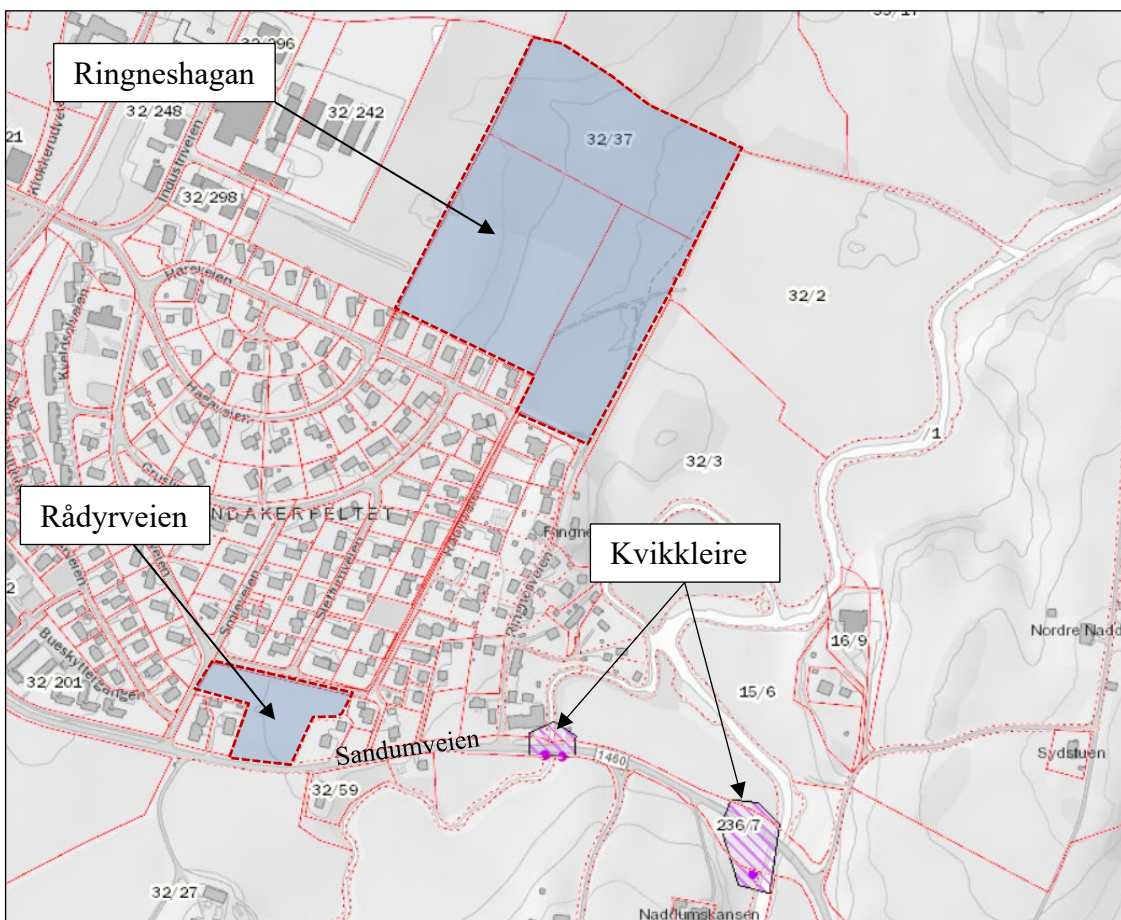
**Sprøbruddmateriale:** Leire som i omrørt tilstand har skjærfasthet mindre enn 2,0 kPa etter gammel konus-standard (NS8015). Etter ny konus-standard (ISO 17892-6:2017) tilsvarer dette omrørt skjærfasthet på 1,27 kPa. Kvikkleire er en type sprøbruddmateriale

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

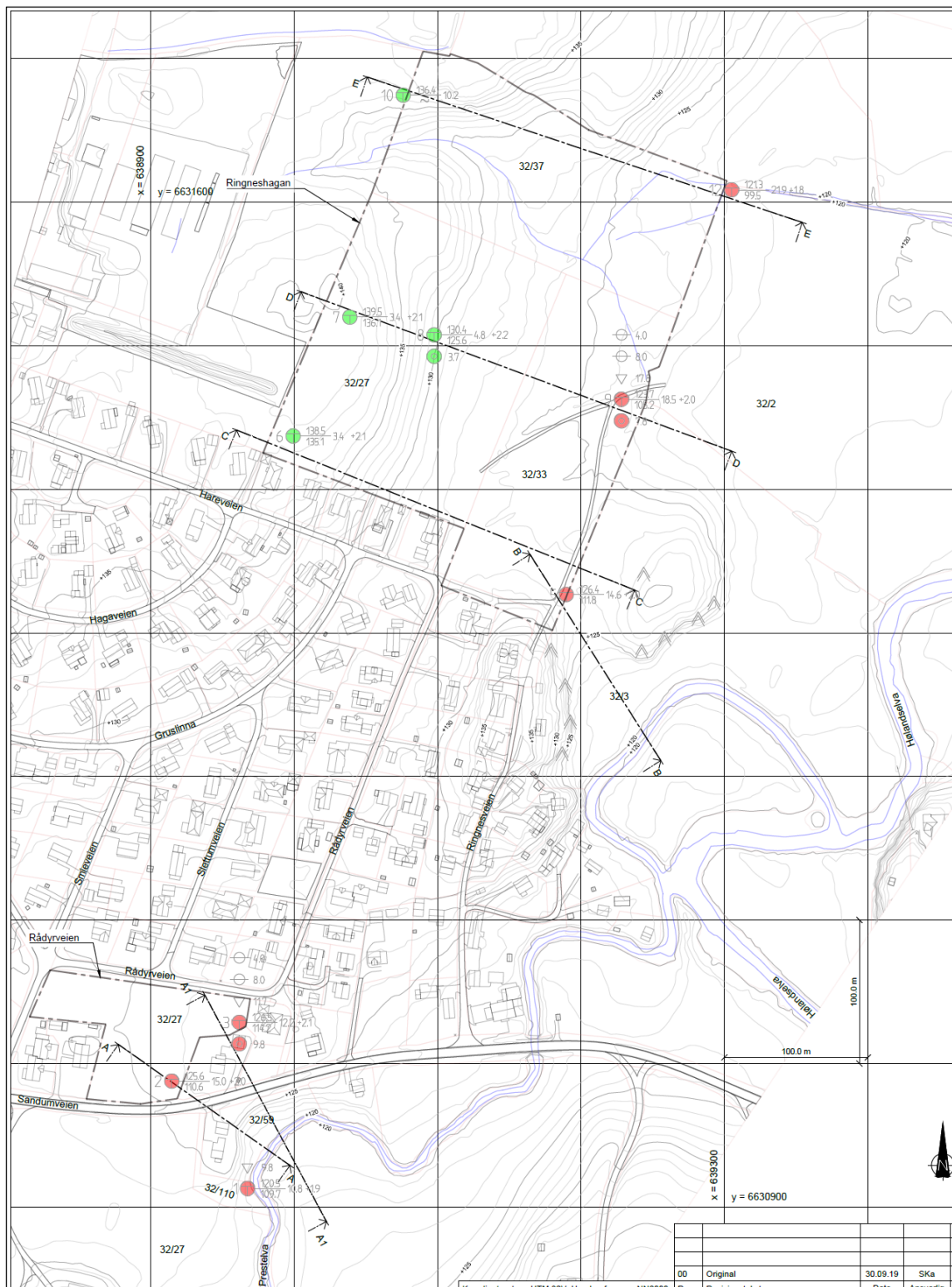
Det er ifølge NVE Atlas, se ref. [3], ikke tidligere kartlagt faresoner for kvikkleireskred i det aktuelle området. Det er imidlertid påvist forekomster av sprøbruddmateriale fra tidligere undersøkelser langs Sandumveien, se figur 3.1.



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

### 3.3 Grunnundersøkelser

Løvlie 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.

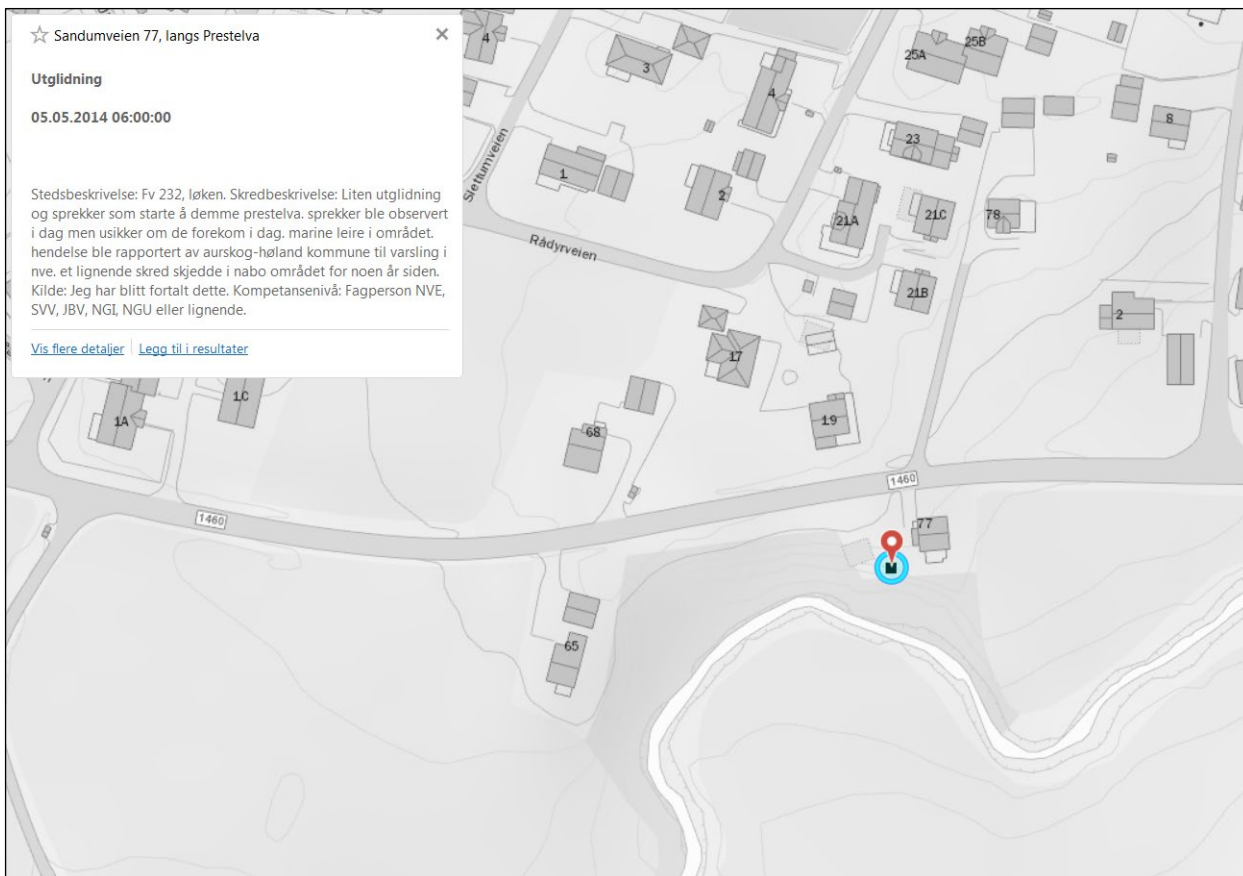


Figur 3.4 Bilde fra befaring, tatt 2. september 2019. Tatt fra borpunkt 5, mot sørøst.

### 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.

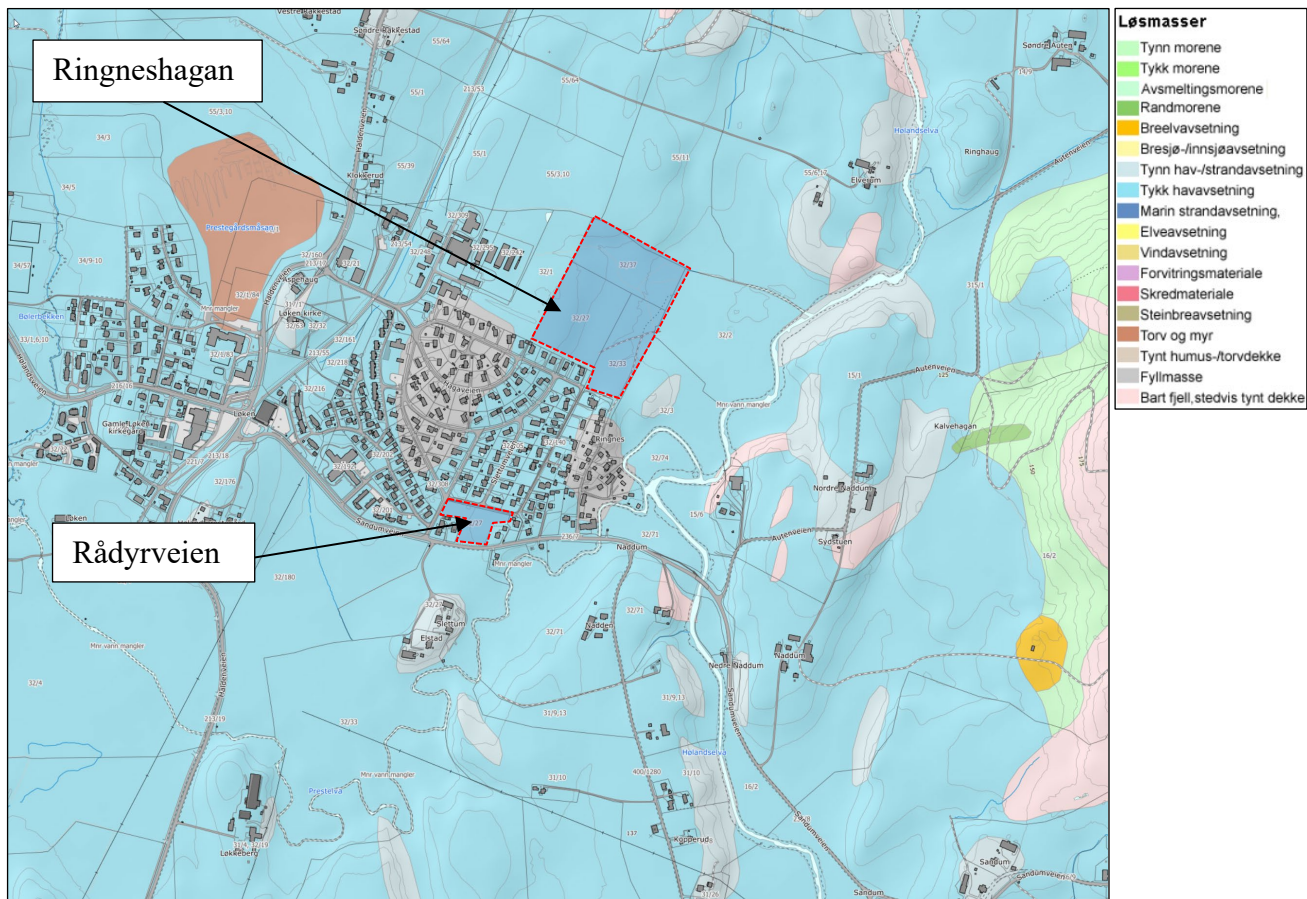
Topografisk kart for området er lastet ned fra nordeca.com (kartbanken) i 2019.

### 4.2 Topografi

Terrenget i området faller generelt mot sør og øst, fra en høyerygg som går langs vestre grense av planområdet *Ringneshaugen*. 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 *Ringneshaugen* 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 registrert 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 Soneavgrensning og klassifisering for planområde Ringneshagan

For planområde Ringneshagan er forekomst av sprøbruddmateriale kartlagt i laveliggende 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].

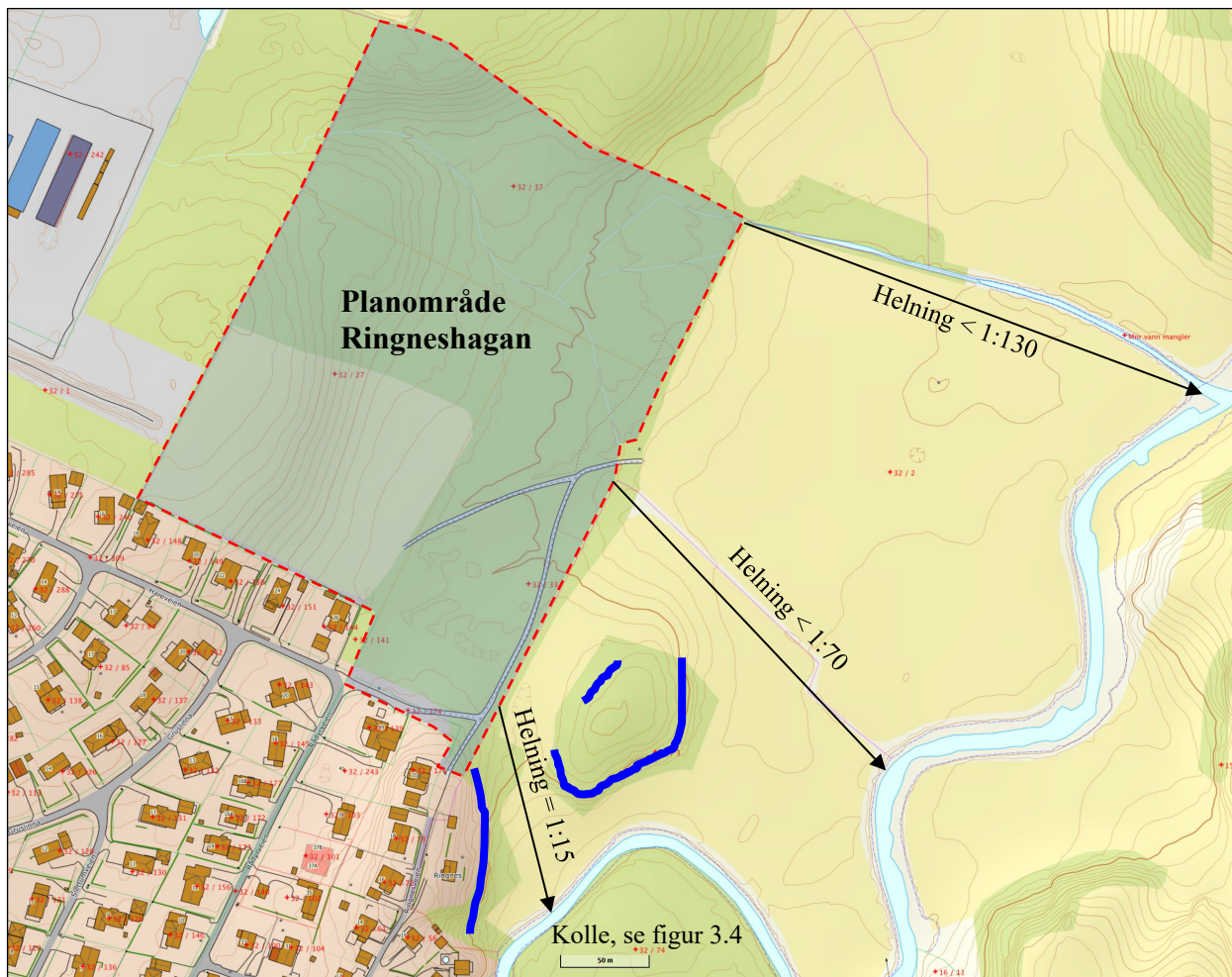
Utløpsområdet er vist i tegning R02A02.

### 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  $F_{c\phi} \geq 1,25$ .

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

For skråninger som ligger utenfor influensområdet til tiltaket gjelder krav til sikkerhet  $F_{c\phi} \geq 1,25$ , samt krav om robushet  $F_{cu} \geq 1,20$ . Ved lavere sikkerhet skal  $F_{cu}$  og  $F_{c\phi}$  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
- $F_{a-\phi} \geq 1,25$  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 terrenyanalyser 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 terrenyanalyser 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-sonderingene 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. Skjærstyrkeprofilen 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
$I_p > 10$ %	$0,63 + 0,00425 \cdot (I_p - 10)$	$0,35 + 0,00375 \cdot (I_p - 10)$

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]:

- $s_u^A = 1,0 s_u^r$  for leire med  $s_u^r > 1,27$  kPa
- $s_u^A = 0,85 s_u^r$  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, $\theta$ (-)	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.

Beregnete 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 planområdet *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 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 utbygging bør imidlertid utføres uten tilføring av vekt mot grunnen, dvs. kompensert fundamentering av bygg og vegger. 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  $F_{c\phi} \geq 1,25$ ). 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 løснеområdet må det imidlertid utføres erosjonssikring langs elva.

### 10.3 Konklusjon områdestabilitet for planområde Ringneshagan

Utførte terrengeanalyser og tolkning av lagdeling fra grunnundersøkelser viser at planområdet ikke ligger innenfor et potensielt løsnakeområde 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 vegger bør i så stor grad som mulig tilpasses dagens terreng for å unngå oppfyllinger. Det bør generelt planlegges at vegger 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.

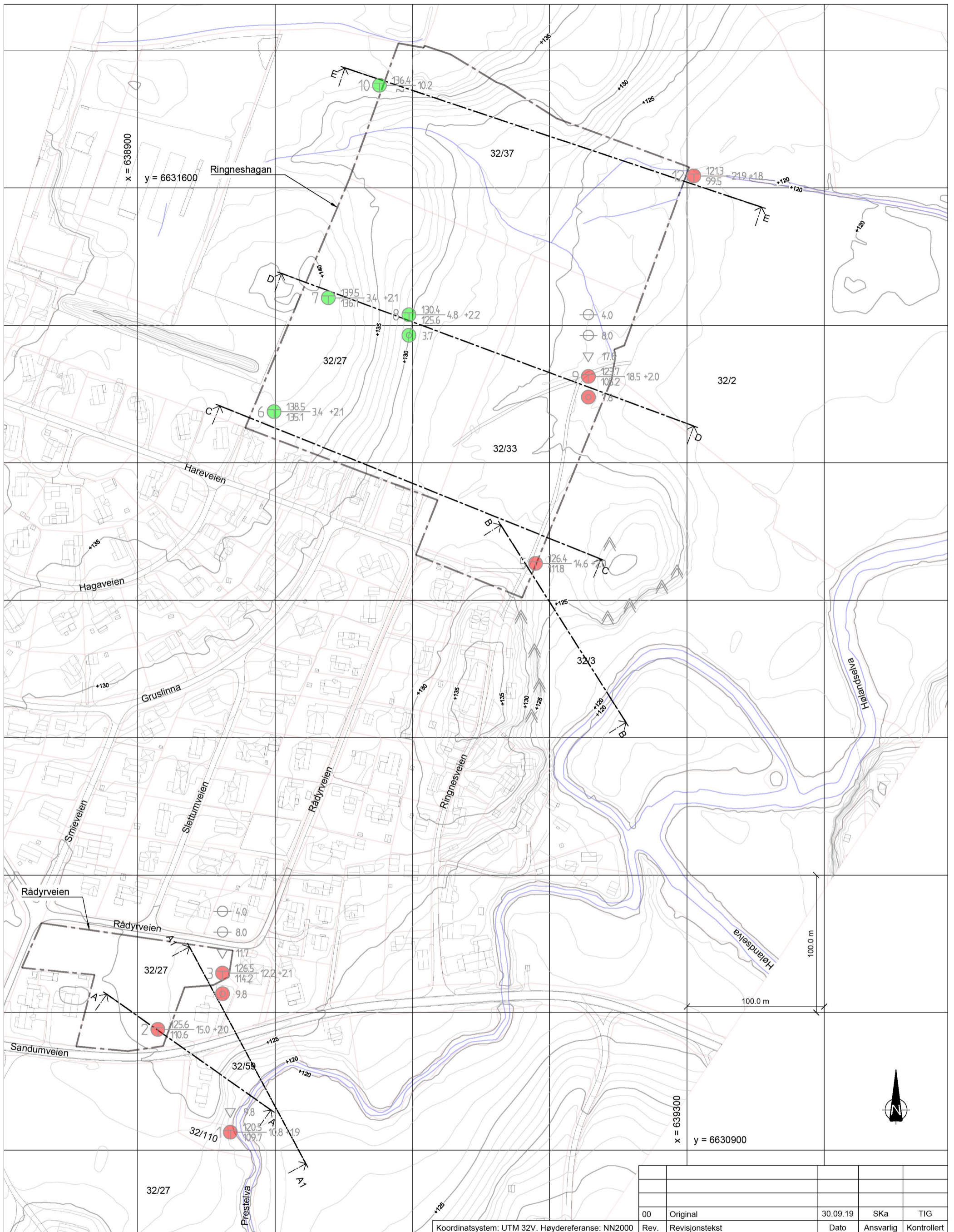
### 10.3.1 Revisjon 01 (Nye krav til sikkerhet etter NVE 1/2019)

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.



**FORKLARINGER:**

PKT.NR.	TERRENGNIVA	BORDYBDE+BØRET I BERG	BERG I DAGEN
TOTALSONDERING	BERGNIVA		
CPTU	BORDYBDE	BORPUNKT MED KVIKKLEIRE/SPRØBRUDD	
VANNSTANDSRØR	DYBDE SPISS	BORPUNKT UTEN KVIKKLEIRE/SPRØBRUDD	
PRØVESERIE	STØRSTE PRØVEDYBDE		

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

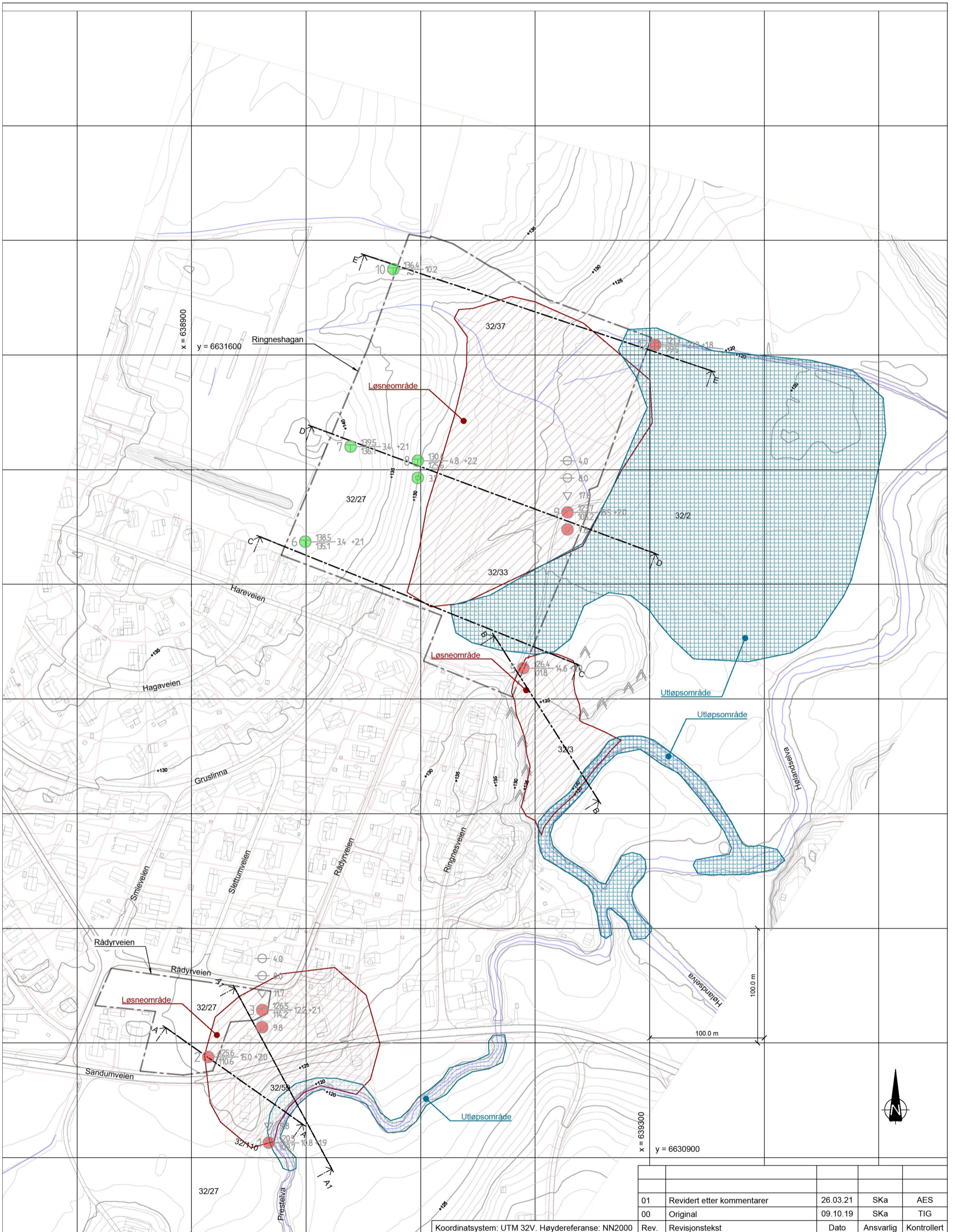


**LØVLIE GEORÅD**  
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium  
www.georaad.no

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

00	Original	30.09.19	SKa	TIG
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
	Tiltakshaver			Tegning nr.
	Norsk Bolig AS			R02A01
	Oppdragsgiver			Prosjekt nr.
	Norsk Bolig AS			19323
	Prosjekt			Format / Målestokk
	Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken			A3 / 1:2500
	Tegningstittel			Status
	Situasjonsplan m/ borpunkt og beregningsprofiler			Områdestabilitet





**FORKLARINGER:**

- Løsneområde
- Utløpsområde

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

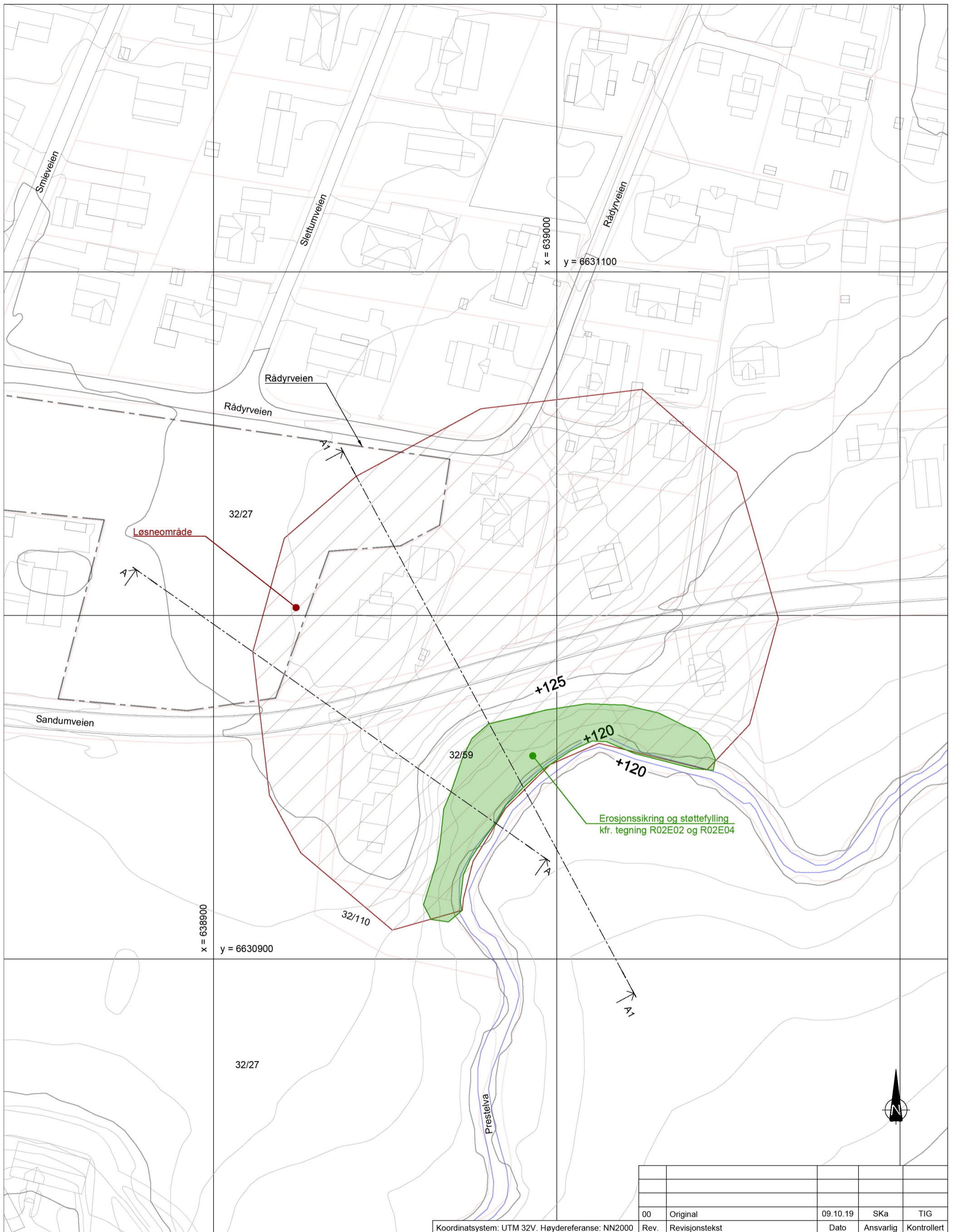


Elvesletta 35  
2323 Ingeberg  
Telefon: 95 48 50 00  
E-post: post@georaad.no

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

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





**FORKLARINGER:**

- Løsneområde
- Erosjonssikring og støttefylling av stein

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000



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

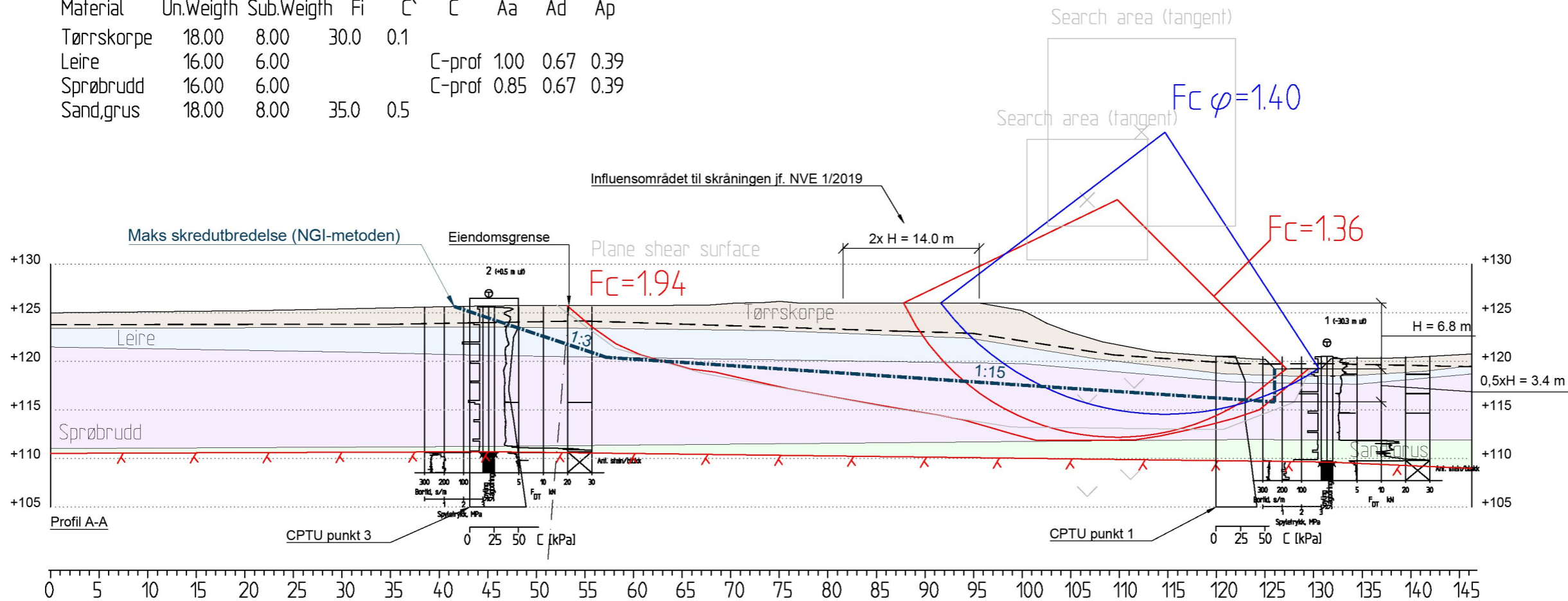
00	Original	09.10.19	SKa	TIG
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
Tiltakshaver Norsk Bolig AS			Tegning nr. R02A03	
Oppdragsgiver Norsk Bolig AS			Prosjekt nr. 19323	
Prosjekt Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken			Format / Målestokk A3 / 1:1000	
Tegningstittel Situasjonsplan m/ sikringstiltak for Rådyrveien			Status Områdestabilitet	



**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:**

-



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

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

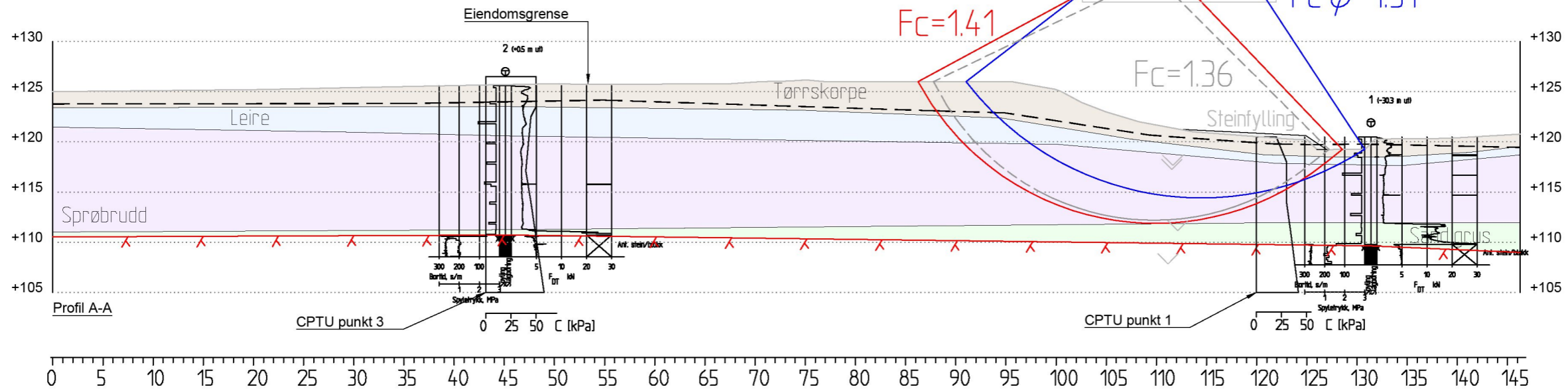
Tiltakshaver	Norsk Bolig AS	Tegning nr.	R02E01
Oppdragsgiver	Norsk Bolig AS	Prosjekt nr.	19323
Prosjekt	Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken	Format / Målestokk	A3 / 1:500
Tegningstittel	Profil A-A. Dagens situasjon	Status	Stabilitetsberegning



**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 stiplede glideflate: Dagens situasjon, før tiltak (udrenert)

**HENVISNINGER:**

-



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

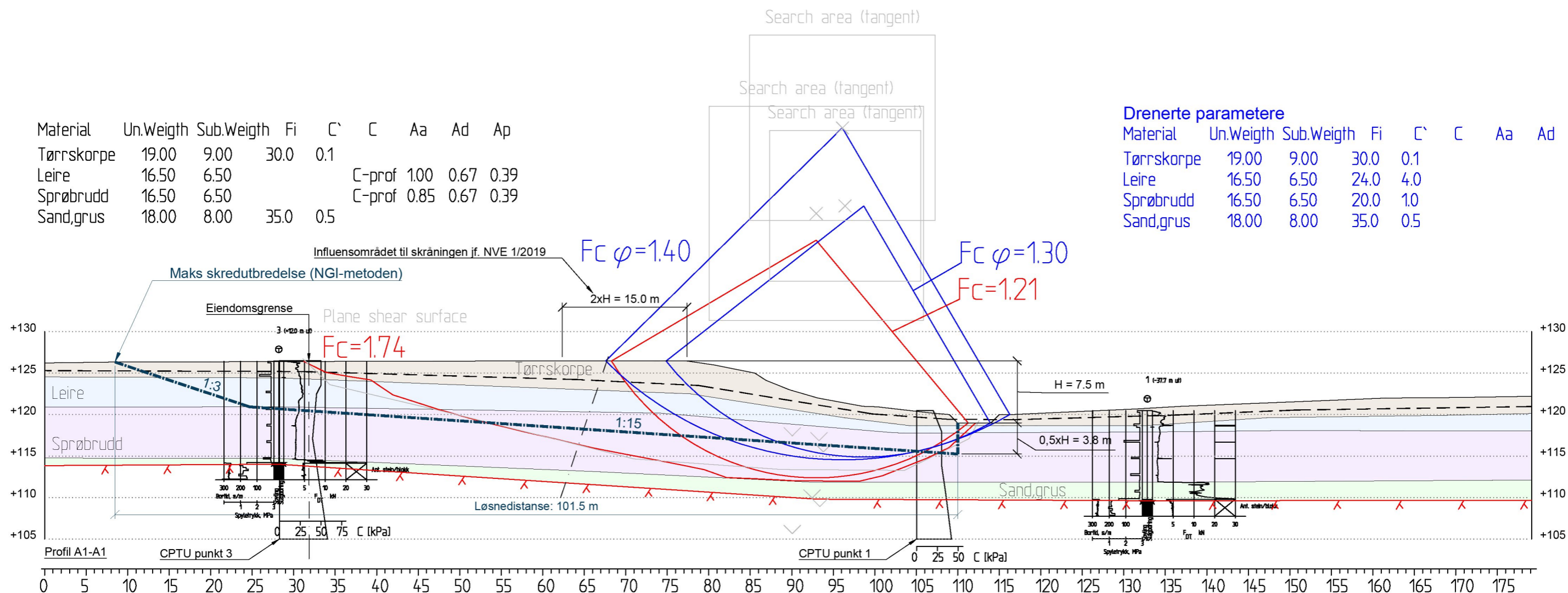
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	09.10.19	SKA	TIG
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
	Tiltakshaver		Tegning nr.	
	Norsk Bolig AS		R02E02	
	Oppdragsgiver		Prosjekt nr.	
	Norsk Bolig AS		19323	
	Prosjekt		Format / Målestokk	
	Reg.plan Ringneshagan og Rådøyveien, Løken		A3 / 1:500	
	Tegningstittel		Status	
	Profil A-A m/ stabiliserende tiltak		Stabilitetsberegning	



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:

-



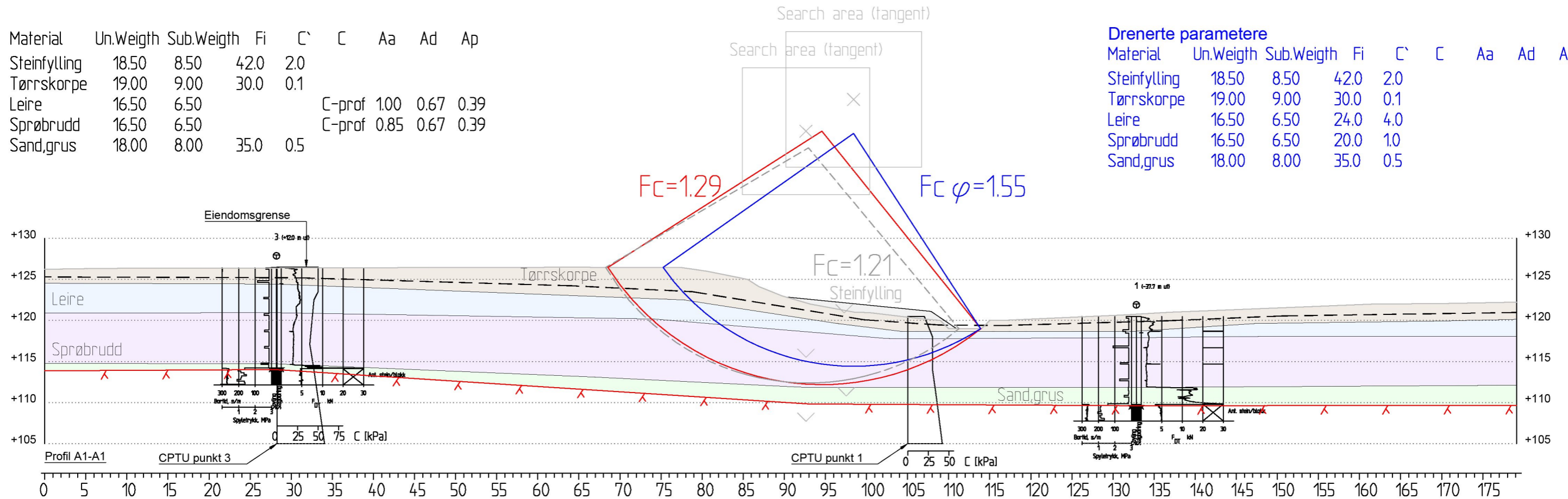
Elvesletta 35  
2323 Ingeberg  
Telefon: 95 48 50 00  
E-post: post@georaad.no

01	Revidert etter kommentarer	19.05.21	SKa	AES
00	Original	04.10.19	SKa	TIG
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
Tiltakshaver			Tegning nr.	
Norsk Bolig AS			R02E03	
Oppdragsgiver			Prosjekt nr.	
Norsk Bolig AS			19323	
Prosjekt			Format / Målestokk	
Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken			A3 / 1:500	
Tegningstittel			Status	
Profil A1-A1. Dagens situasjon			Stabilitetsberegning	

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 stiplede glideflate: Dagens situasjon, før tiltak (udrenert)

#### HENVISNINGER:

-



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

Search area (range tangent)

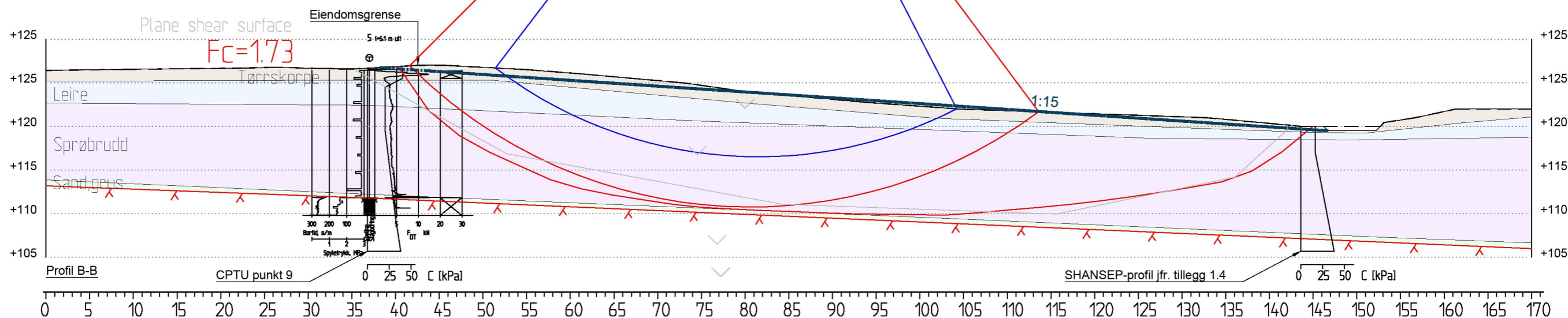
$$F_c \varphi = 1.94$$

$$F_c = 1.61$$

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	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
Tørreskorpe	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:**

-



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

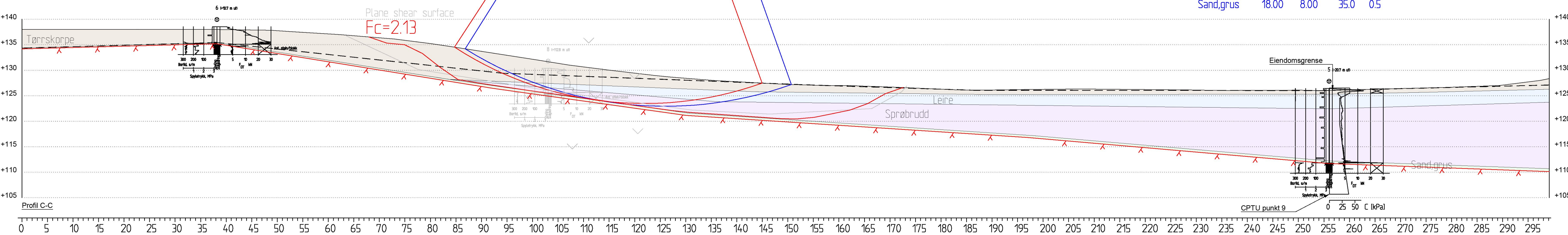
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	07.10.19	Ska	TIG

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



Material	Un.Weight	Sub.Weight	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.Weight	Sub.Weight	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 analyse  
Blå glideflater: Drenerte analyse

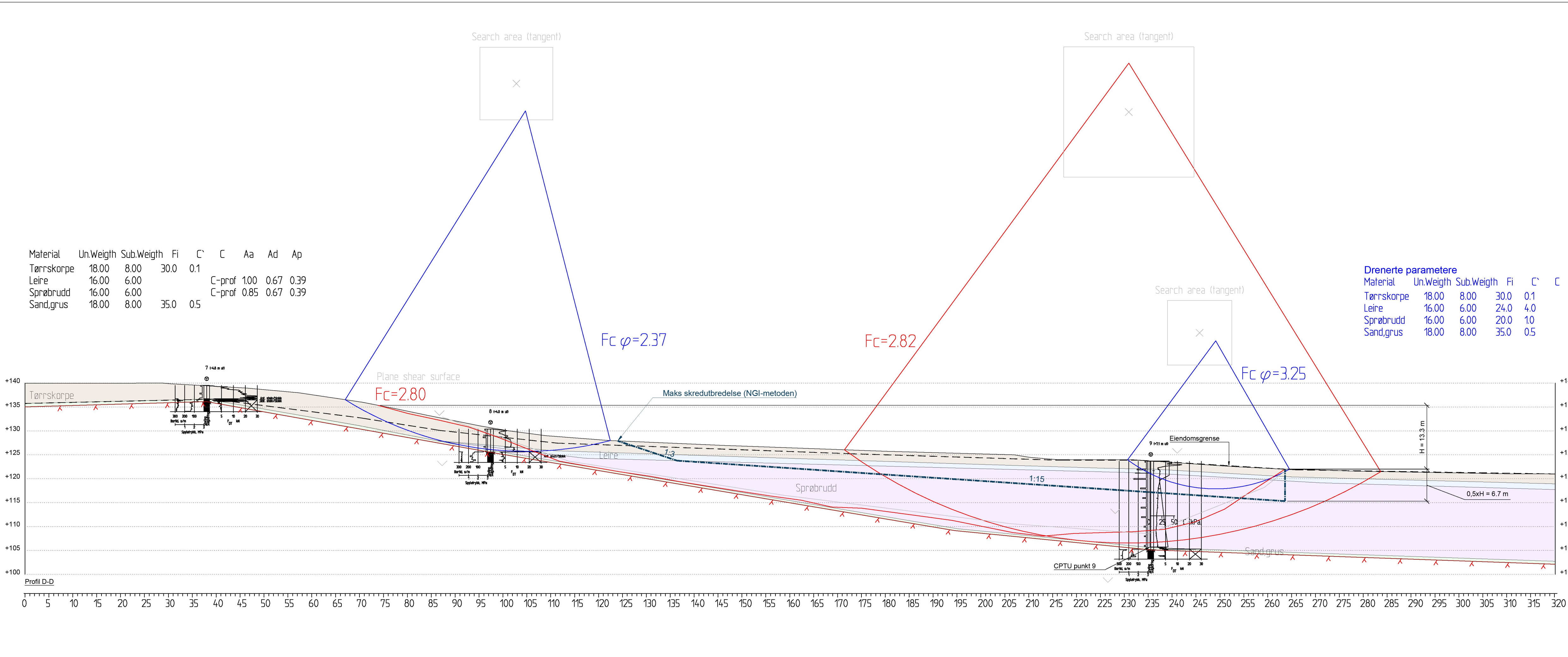
**HENVISNINGER:**  
-

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	07.10.19	SKa	TIG

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

**LØVLIN GEORÅD**  
Geoteknikk - Geoteknikk laboratorium  
www.georaad.no

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



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	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	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 analyse  
 Blå glideflater: Drenerte analyse

**HENVISNINGER:**  
 -

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

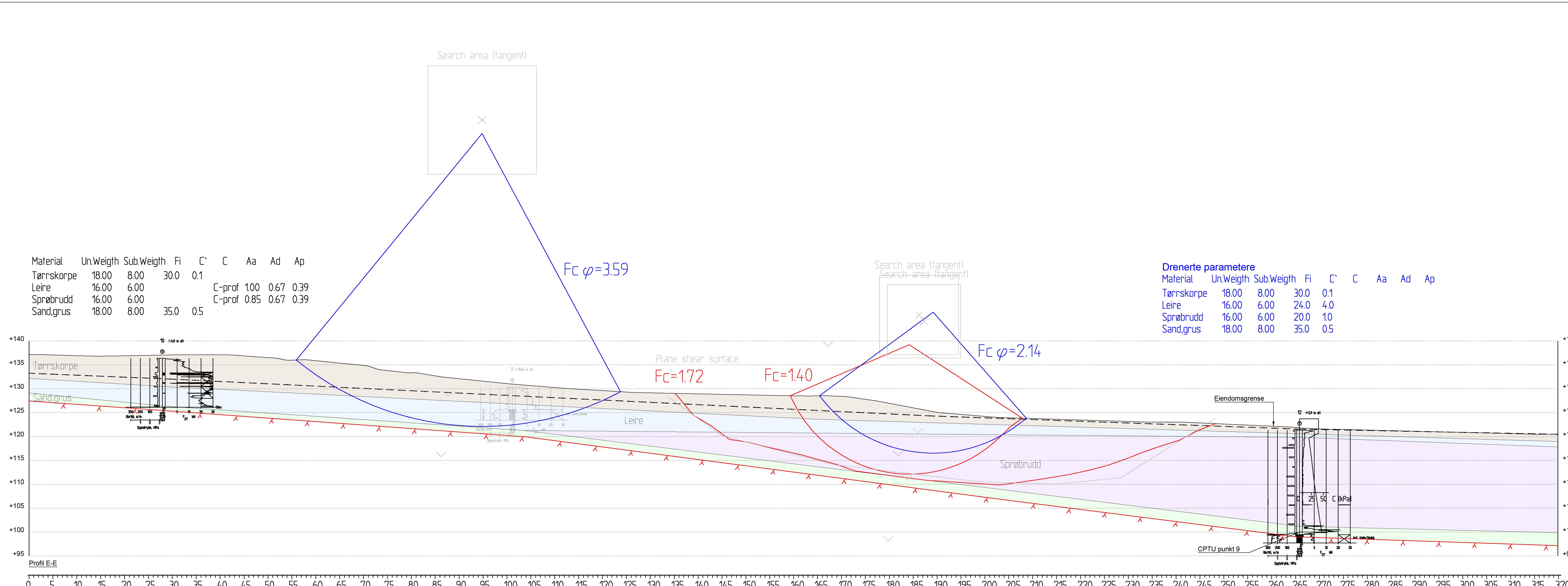
  

Tiltakshaver	Norsk Bolig AS	Tegning nr.	R02E07
Oppdragsgiver	Norsk Bolig AS	Prosjekt nr.	19323
Prosjekt	Reg.plan Ringneshaugen og Rådveien, Løken	Format / Målestokk	A3-L / 1:500
Tegningstittel	Profil D-D. Dagens situasjon	Status	Stabilitetsberegning

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

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





Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørnskorpe	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 parametre**

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørnskorpe	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 analyse  
 Blå glideflater: Drenerte analyse

**HENVISNINGER:**  
 -

**LØVLIE GEORÅD**  
 Geoteknikk - Geoteknikk laboratorium  
 www.georaad.no

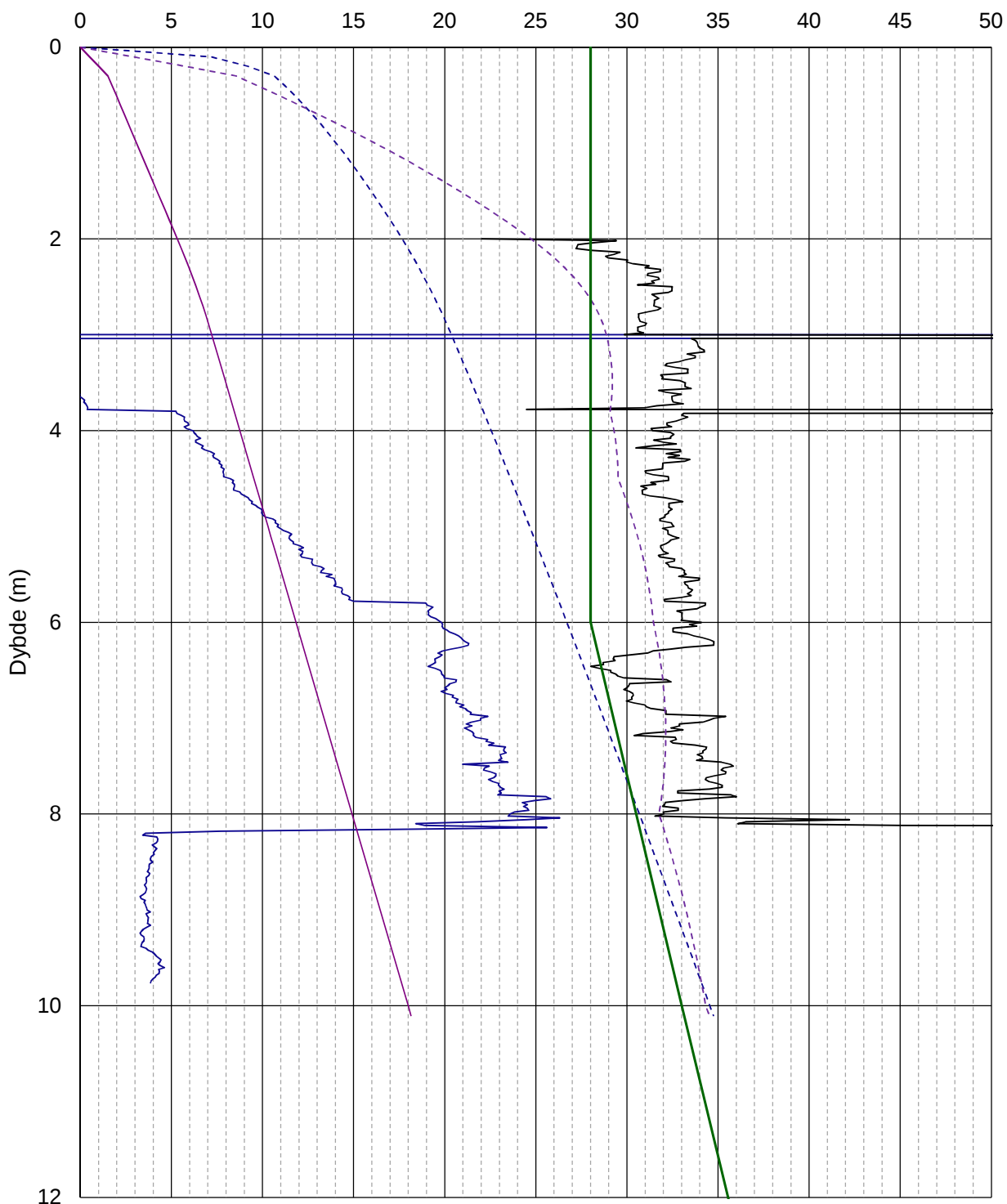
Elvesletta 35  
 2323 Ingeberg  
 Telefon: 95 48 50 00  
 E-post: post@georaad.no

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	07.10.19	SKa	TIG
Tiltakshaver		Norsk Bolig AS		
Oppdragsgiver		Norsk Bolig AS		
Prosjekt		Reg.plan Ringneshaugen og Rådveien, Løken		
Tegningstittel		Profil E-E. Dagens situasjon		
Tegning nr.		R02E08		
Prosjekt nr.		19323		
Format / Målestokk		A3-L / 1:500		
Status		Stabilitetsberegning		



# Udrenert skjærstyrke

$s_u$  (kPa)



—  $s_u, N\Delta u$

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

—  $s_u A, NC$

—  $s_u, Nkt$

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

— Valgt aktivt skjærstyrkeprofil



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

Oppdragsgiver  
Norsk Bolig AS

Prosjekt  
Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien

Forklaring  
Tolkning udrenert skjærstyrke,  $s_u$

Prosjekt nr.  
19323

Dato  
12.09.19

Ansvarlig  
SKa

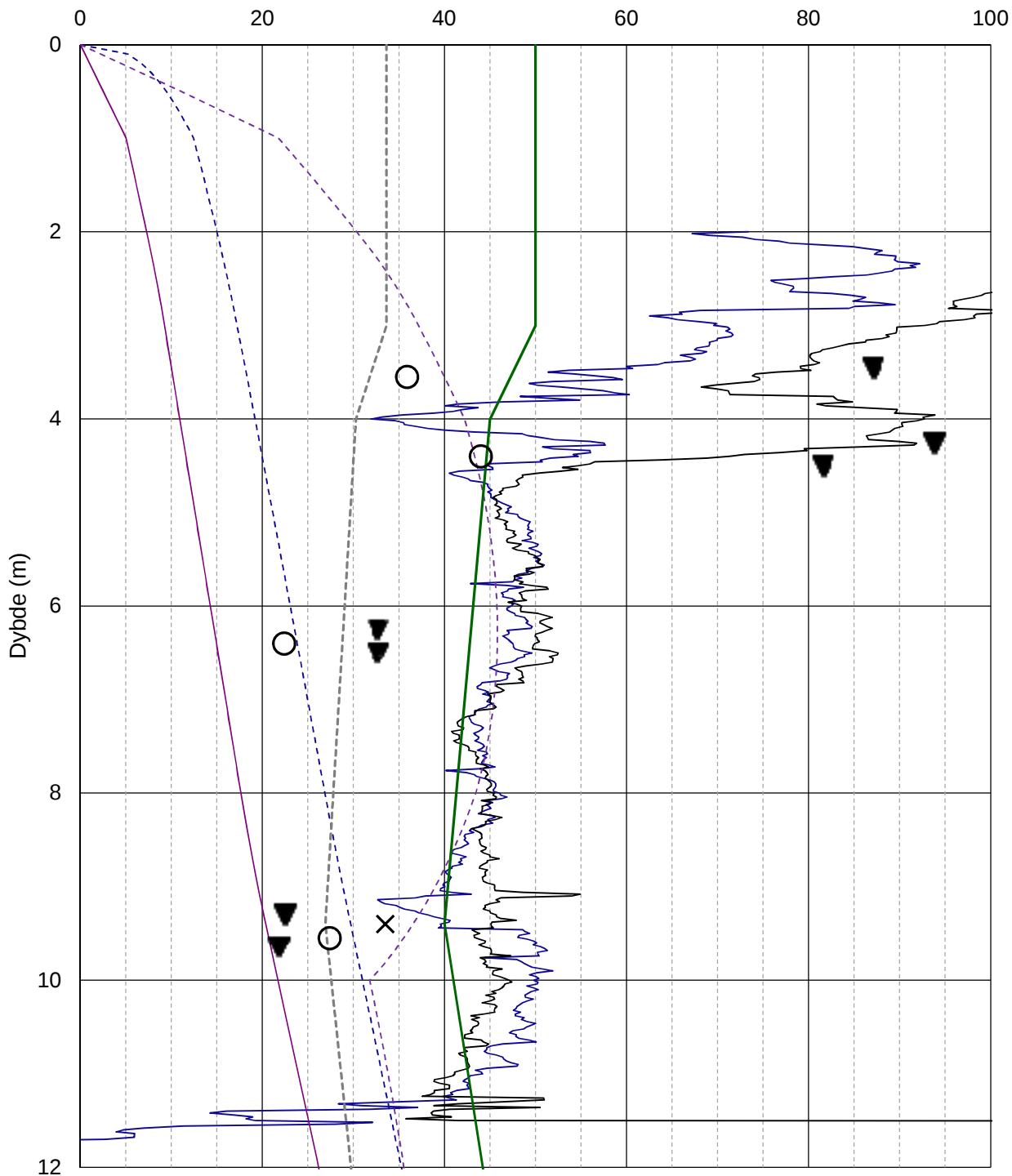
Tillegg nr.  
1.1

Borpunkt  
1

Kontrollert  
TIG

# Udrenert skjærstyrke

$s_u$  (kPa)



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



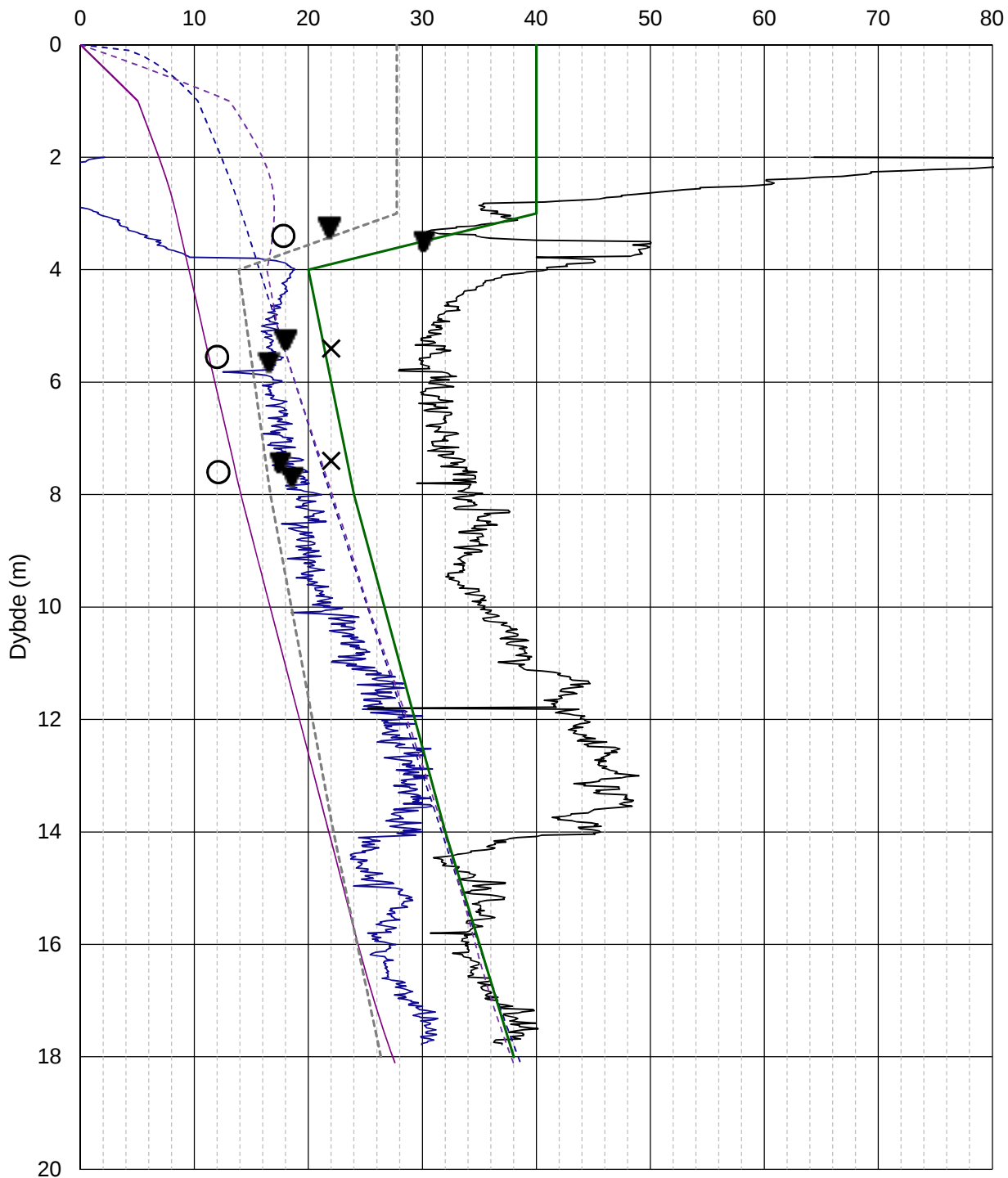
**LØVLIEN GEORÅD**  
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium  
www.georaad.no

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

$s_u$  (kPa)



- $s_u, N\Delta u$
- - -  $s_u, A, NC$
- - - Direkte skjærstyrkeprofil
- ▼ Målt fra konus
- - -  $s_u, Nkt$
- - -  $s_u, A, NC$
- Målt fra enaks
- Valgt aktivt skjærstyrkeprofil
- × Målt fra treaks
- Målt fra enaks



**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

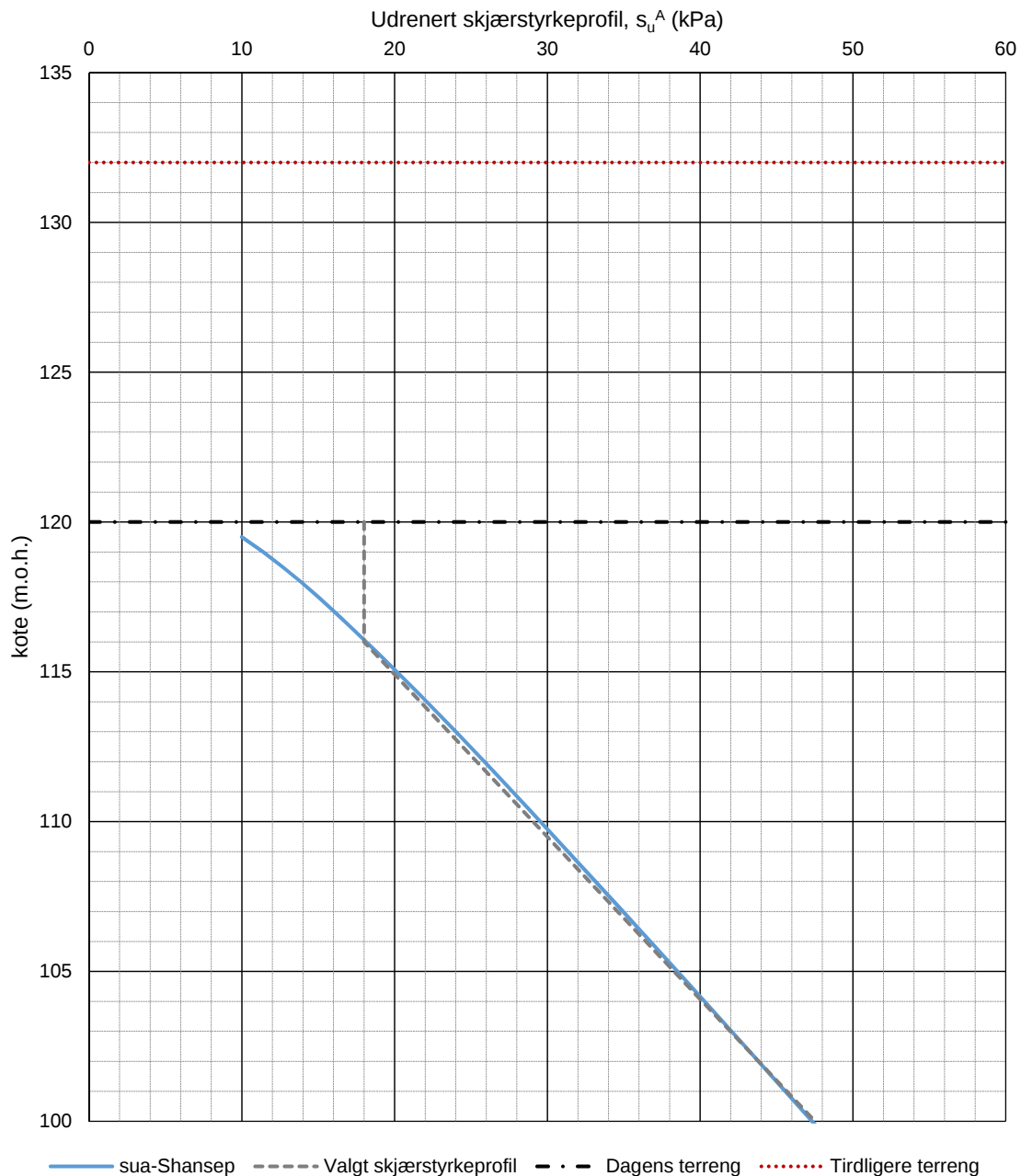
### Tyngdetetthet og poretrykk

$\gamma$	15,5	(kN/m <sup>3</sup> )	
$Z_{w,1}$	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 <sup>3</sup> )
$\alpha$	0,28	(-)
m	0,65	(-)
aeging	1,3	(-)
Avlasting	0	(m)

### Beregning av styrkeprofil etter SHANSEP-prinsippet



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

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



# Tillegg 1.5

## Tolkning av treaksialforsøk



**LØVLIEN GEORÅD**  
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium  
[www.georaad.no](http://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

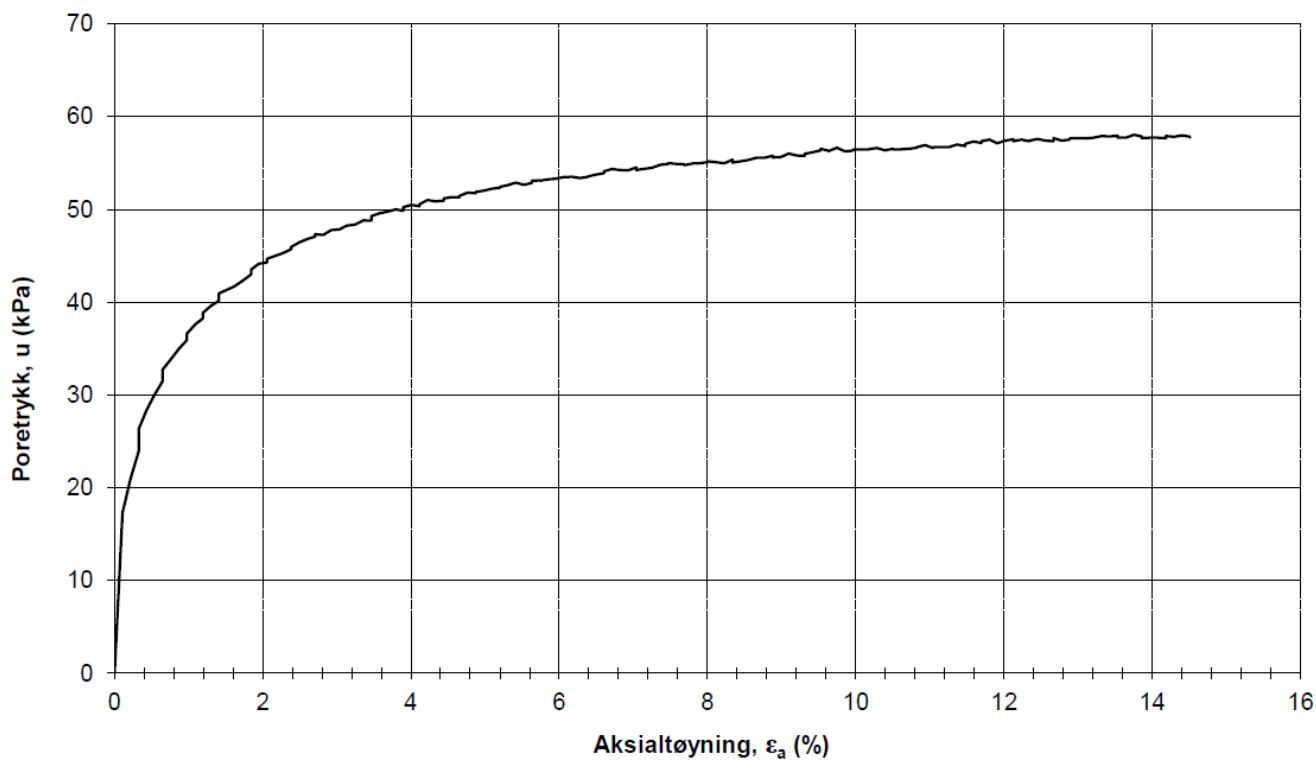
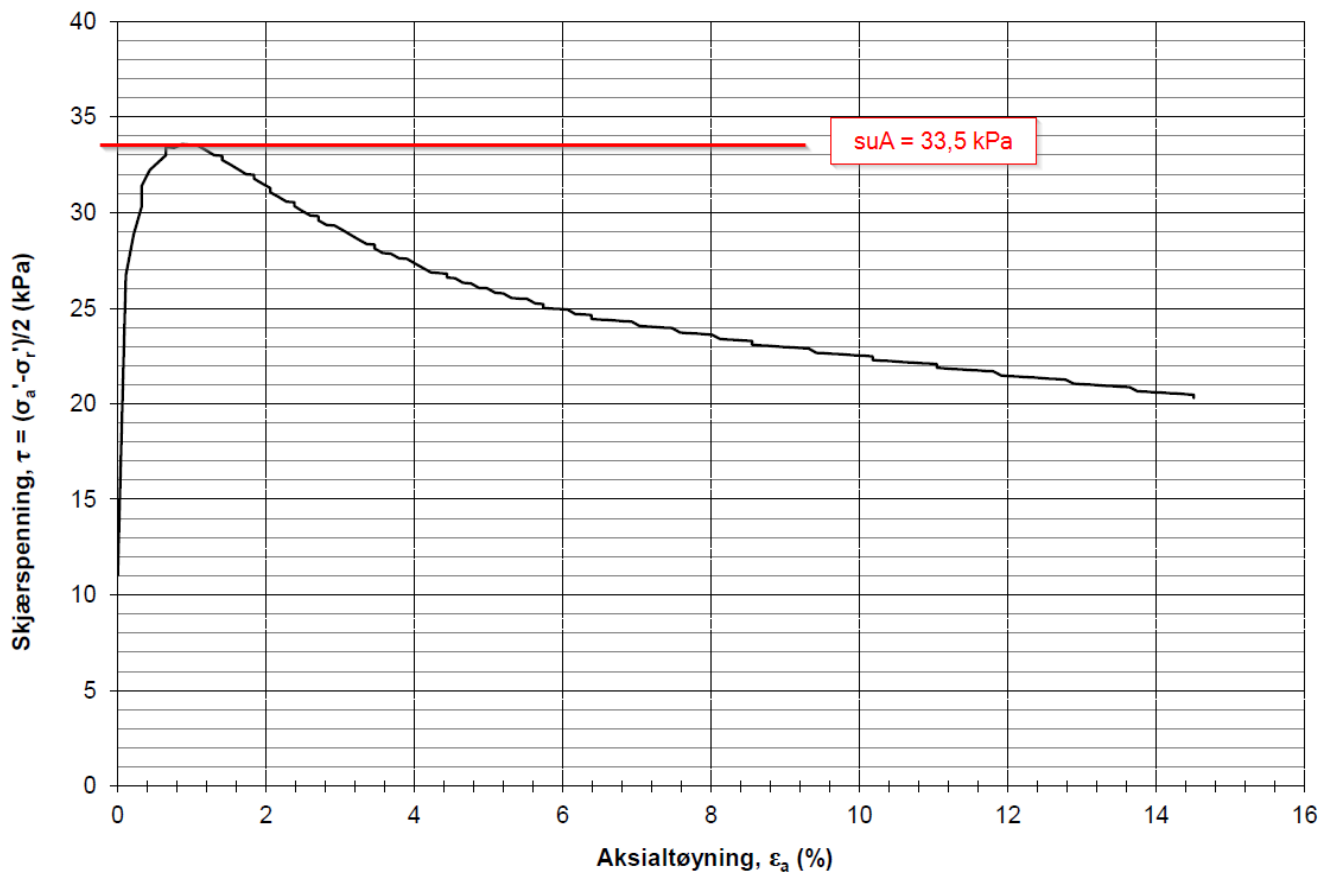
### Sammenstilling treksialforsøk


Punkt	Dybde (m)	Kote (m.o.h)	$\Delta V/V_0$ (%)	$\sigma_a$ (kPa)	$\sigma_r$ (kPa)	$K_0$ (-)	Målt $s_u^A$ (kPa)	Brudd.tøyn. $\epsilon_f$ (%)
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

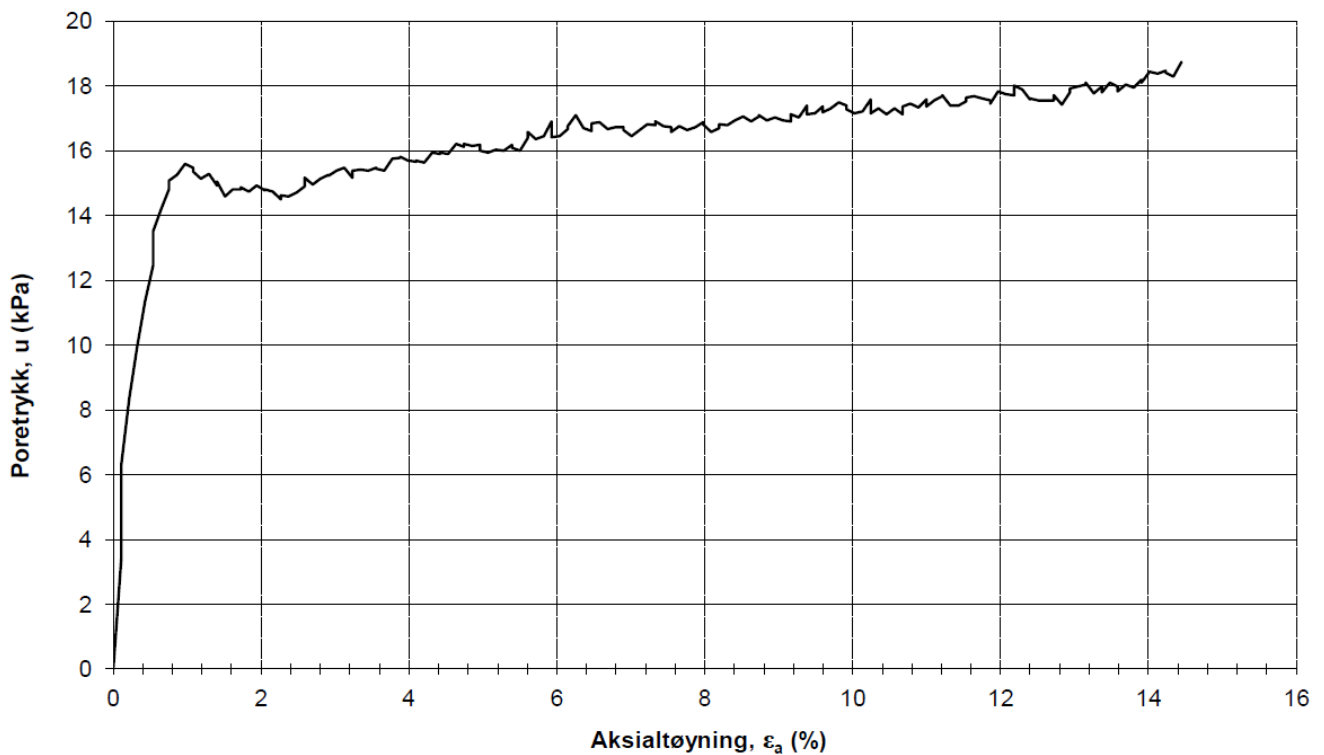
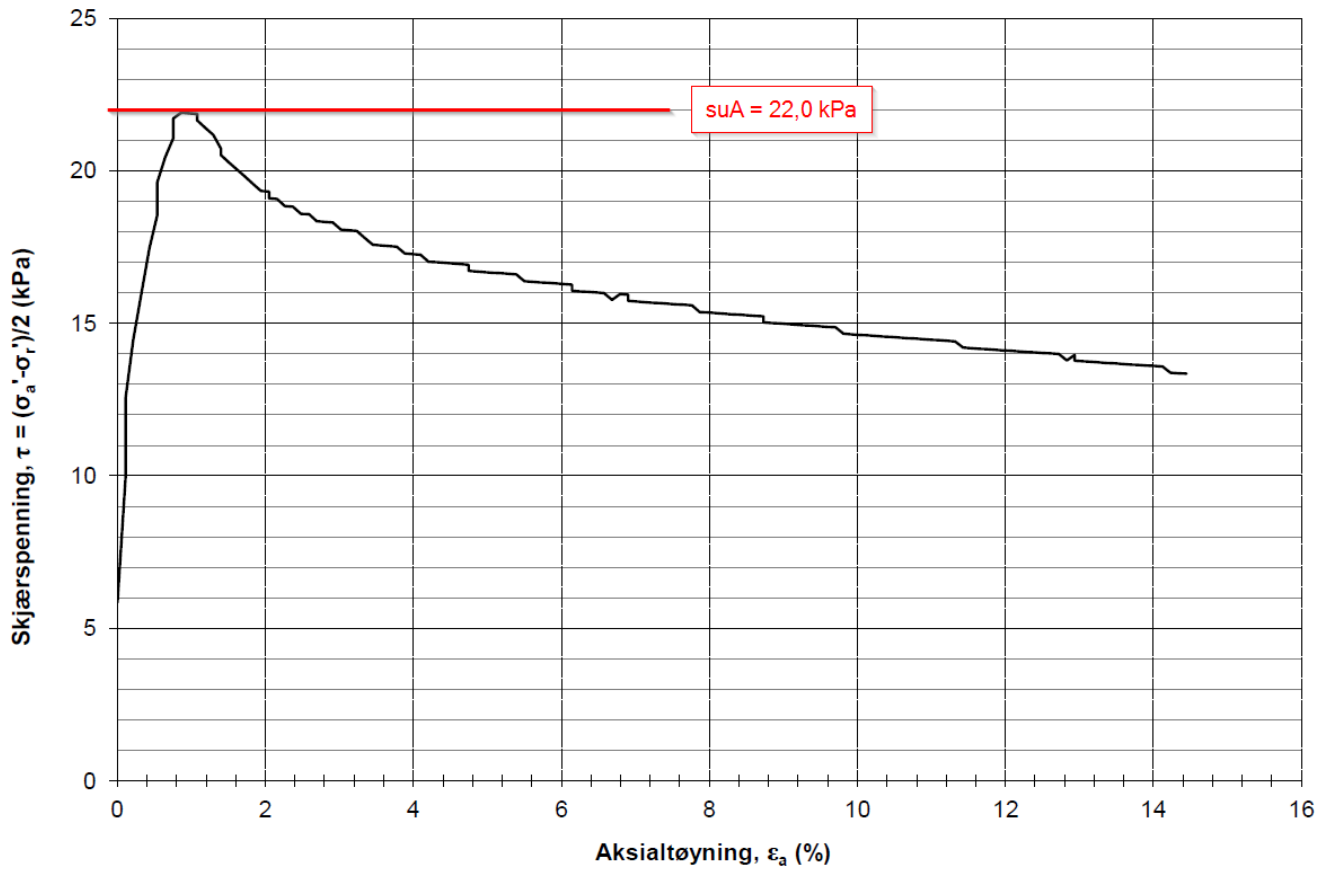
### Kommentarer til treksialforsøkene


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

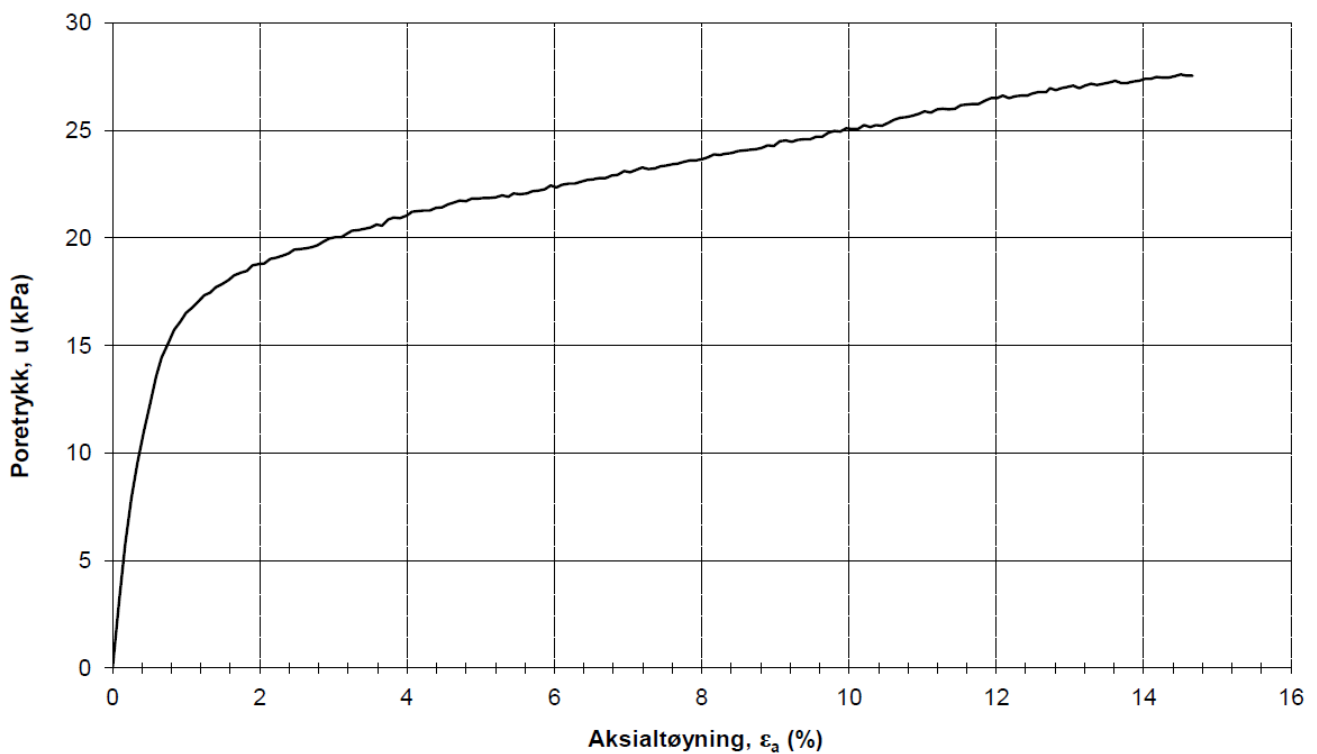
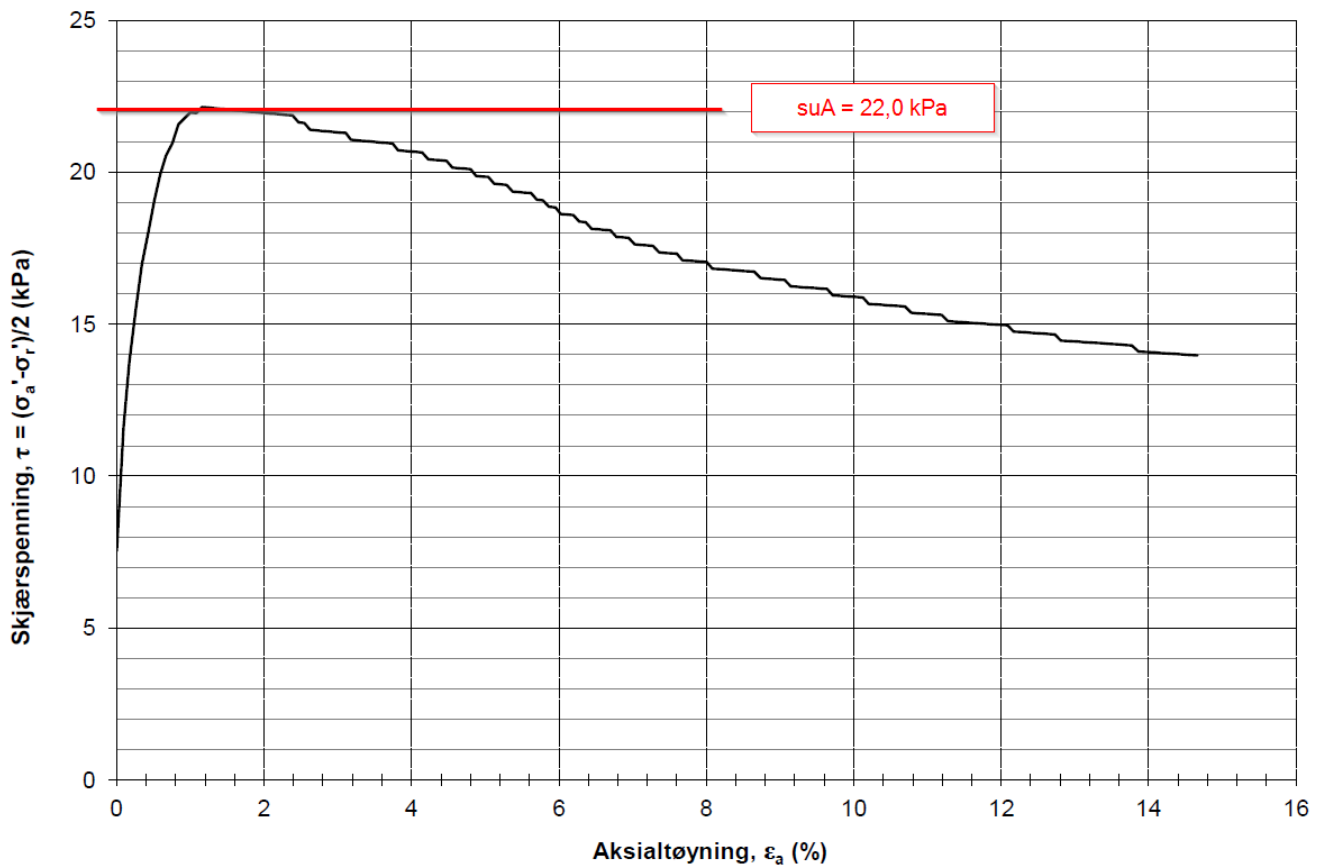





Dybde (m)	9,4	Kommentar	LEIRE	
Maks skjærspenning (kPa)	33,6			
Ved $\epsilon_a$ (%)	0,9			
 <b>LØVLIEN GEORÅD</b> Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium www.georaad.no	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.	
	Norsk Bolig AS	19323	R01C08	
	Prosjekt	Side	Borpunkt	
	Reg.plan Ringneshagan og Rådøyveien, Løken	2 av 4	3	
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert		
Treaksialforsøk, $\tau$ og $u$ mot $\epsilon_a$	MS	SKa		



Dybde (m)	5,4	Kommentar	KVIKKLEIRE	
Maks skjærspenning (kPa)	21,9			
Ved $\epsilon_a$ (%)	0,9			
 <b>LØVLIEN GEORÅD</b> Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium www.georaad.no	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.	
	Norsk Bolig AS	19323	R01C09	
	Prosjekt	Side	Borpunkt	
	Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken	2 av 4	9	
	Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
	Treaksialforsøk, $\tau$ og $u$ mot $\epsilon_a$	MS	SKa	



Dybde (m)	7,4	Kommentar	KVIKKLEIRE	
Maks skjærspenning (kPa)	22,1			
Ved $\epsilon_a$ (%)	1,2			
 <b>LØVLIEN GEORÅD</b> Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium www.georaad.no	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.	
	Norsk Bolig AS	19323	R01C10	
	Prosjekt	Side	Borpunkt	
	Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken	2 av 4	9	
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert		
Treaksialforsøk, $\tau$ og $u$ mot $\epsilon_a$	MS	SKa		



# Tillegg 1.6

## Tolkning av ødometerforsøk



**LØVLIEN GEORÅD**  
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium  
[www.georaad.no](http://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

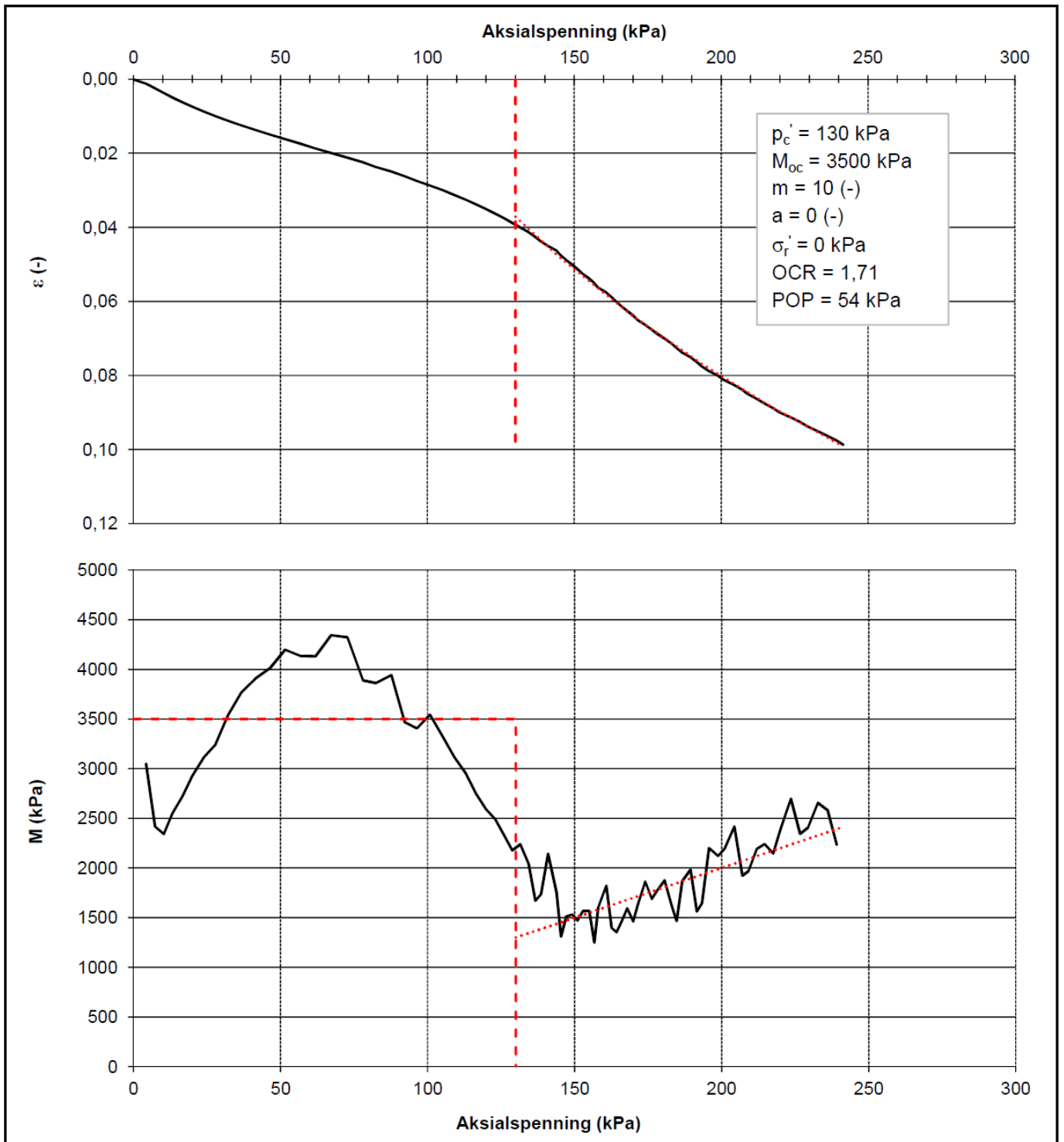
Kontrollert  
TIG


### 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

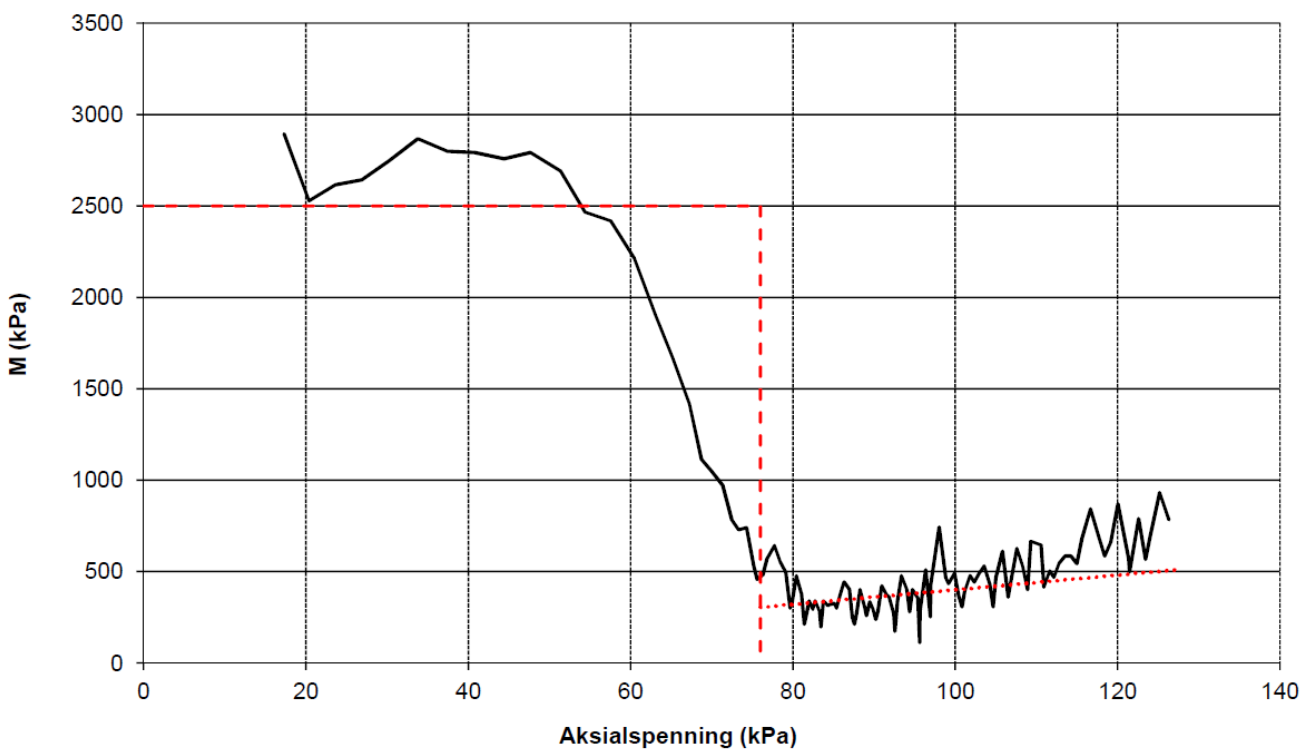
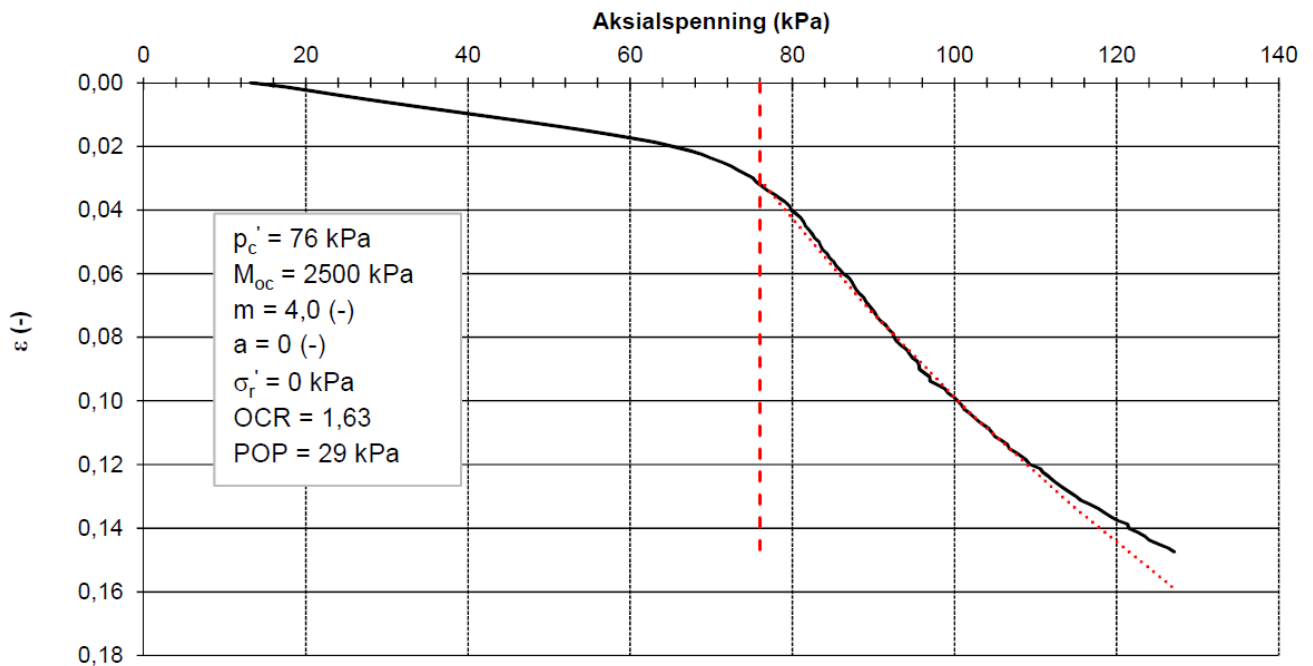
### Kommentarer til ødometerforsøkene


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

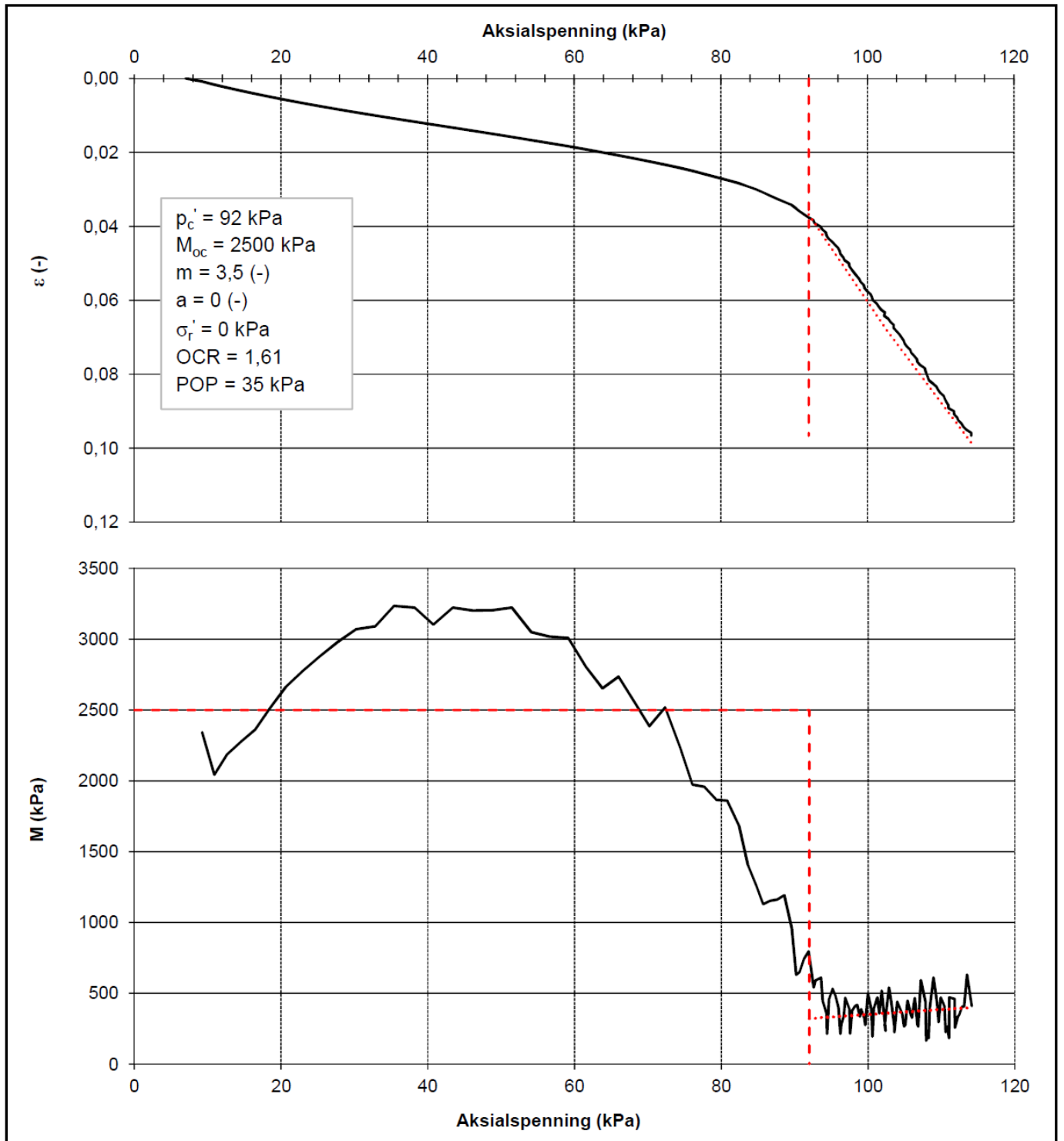



Dato prøvetagning	16.09.2019	Dato forsøk	20.09.2019
Dybde (m)	9,25	Prøve nr.	6
Tyngdetetthet ved start av prøving $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	17,9	Kommentar	LEIRE
Vanninnhold ved start av prøving $w$ (%)	42		
 <b>LØVLIEN GEORÅD</b> Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium www.georad.no	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Norsk Bolig AS	19323	R01C12
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken	1 av 2	3
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Ødometerforsøk, $\varepsilon$ & $M$ vs $\sigma'$	MS	SKa	





Dato prøvetagning	11.09.2019	Dato forsøk	24.09.2019
Dybde (m)	5,4	Prøve nr.	5
Tyngdetetthet ved start av prøving $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	15,3	Kommentar	KVIKKLEIRE
Vanninnhold ved start av prøving $w$ (%)	82		
 <b>LØVLIEN GEORÅD</b> Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium www.georaad.no	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Norsk Bolig AS	19323	R01C13
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken	1 av 2	9
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Ødometerforsøk, $\varepsilon$ &M vs $\sigma'$	MS	SKa	



Dato prøvetagning	11.09.2019	Dato forsøk	20.09.2019
Dybde (m)	7,25	Prøve nr.	6
Tyngdetetthet ved start av prøving $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	15,3	Kommentar	KVIKKLEIRE
Vanninnhold ved start av prøving $w$ (%)	81,7		
 <b>LØVLIEN GEORÅD</b> Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium www.georaad.no	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Norsk Bolig AS	19323	R01C14
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken	1 av 2	9
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Ødometerforsøk, $\varepsilon$ &M vs $\sigma'$	MS	SKa	

## Klassifisering av anvendelsesklasse iht. NGF melding 5

Tabell 5.2. Anvendelsesklasser for CPT og CPTU.

Anvendelsesklasse	Forsøks-type	Målestørrelse	Tillatt minimums- nøyaktighet <sup>a</sup>	Maksimum avstand mellom målinger	Bruk	
					Profil <sup>b</sup>	Tolkning <sup>c</sup>
1	TE2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Helning Nedtrengingslengde <sup>e</sup>	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 <sup>d</sup> 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 <sup>d</sup> 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:

Anvendelsesklasse	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
1	1	1	1



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

Oppdragsgiver Norsk Bolig AS	Prosjekt nr. 19323	Tillegg nr. 1.7
Prosjekt Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien	Dato 12.09.19	Borpunkt 1
Forklaring Klassifisering av anvendelsesklasse	Ansvarlig SKa	Kontrollert TIG



## Klassifisering av anvendelsesklasse iht. NGF melding 5

Tabell 5.2. Anvendelsesklasser for CPT og CPTU.

Anvendelses-klasse	Forsøks- type	Målestørrelse	Tillatt minimums- nøyaktighet <sup>a</sup>	Maksimum avstand mellom målinger	Bruk	
					Profil <sup>b</sup>	Tolkning <sup>c</sup>
1	TE2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Helning Nedtrengingslengde <sup>e</sup>	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 <sup>d</sup> 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 <sup>d</sup> 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:

Anvendelsesklasse	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>



**LØVLIE GEORÅD**  
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium  
www.georaad.no

Oppdragsgiver Norsk Bolig AS	Prosjekt nr. 19323	Tillegg nr. 1.8
Prosjekt Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien	Dato 12.09.19	Borpunkt 3
Forklaring Klassifisering av anvendelsesklasse	Ansvarlig SKa	Kontrollert TIG

## Klassifisering av anvendelsesklasse iht. NGF melding 5

Tabell 5.2. Anvendelsesklasser for CPT og CPTU.

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

Anvendelsesklasse	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
1	1	1	1



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

Oppdragsgiver Norsk Bolig AS	Prosjekt nr. 19323	Tillegg nr. 1.9
Prosjekt Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien	Dato 12.09.19	Borpunkt 9
Forklaring Klassifisering av anvendelsesklasse	Ansvarlig SKa	Kontrollert TIG

# Tillegg 1.10

## Tolkning av lagdeling fra grunnundersøkelser



**LØVLIEN GEORÅD**  
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium  
[www.georaad.no](http://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

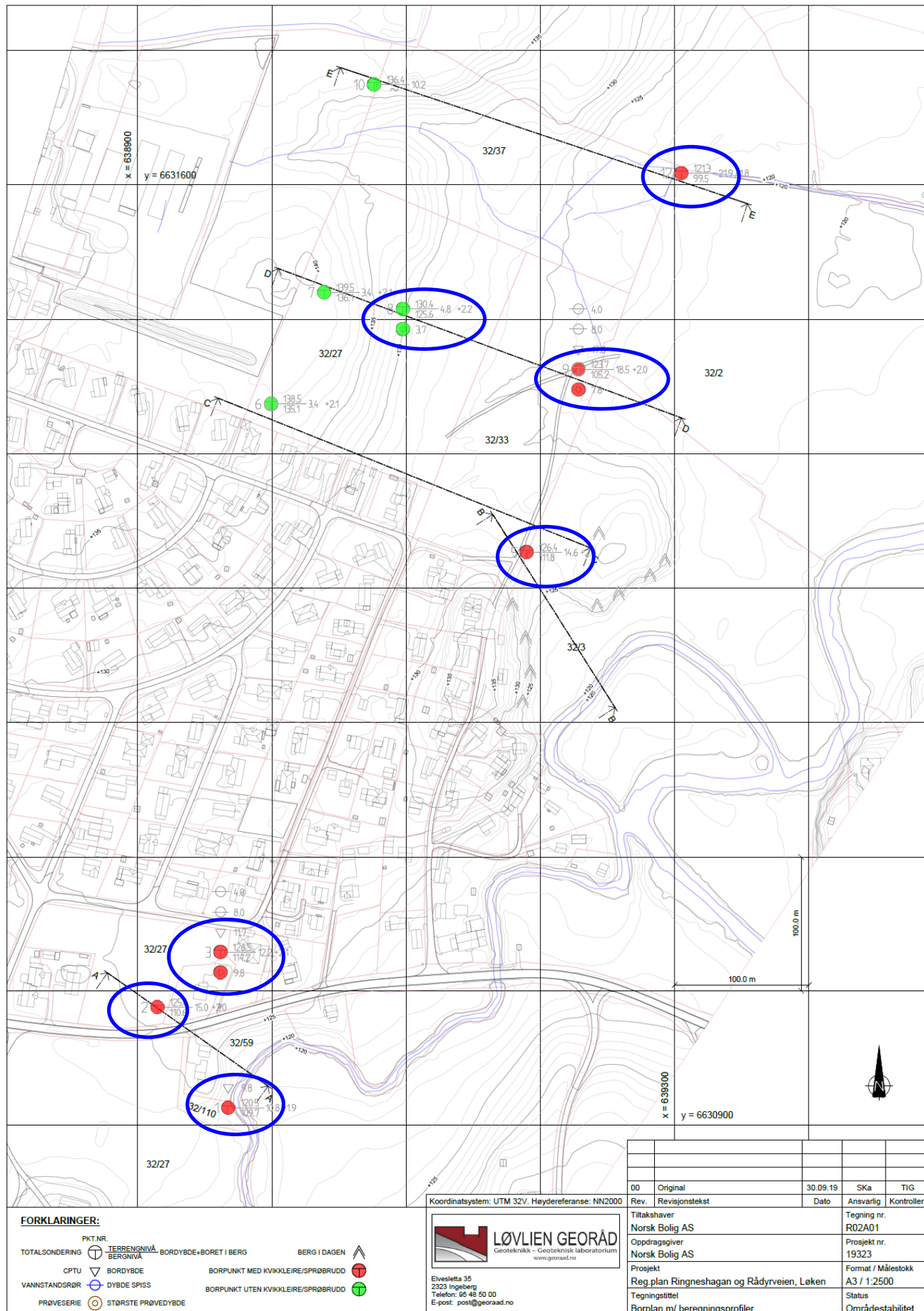
Tittel  
Tolkning av lagdeling

Ansvarlig  
SKa

Kontrollert  
TIG



# 1 Utførte grunnundersøkelser



## FORKLARINGER:

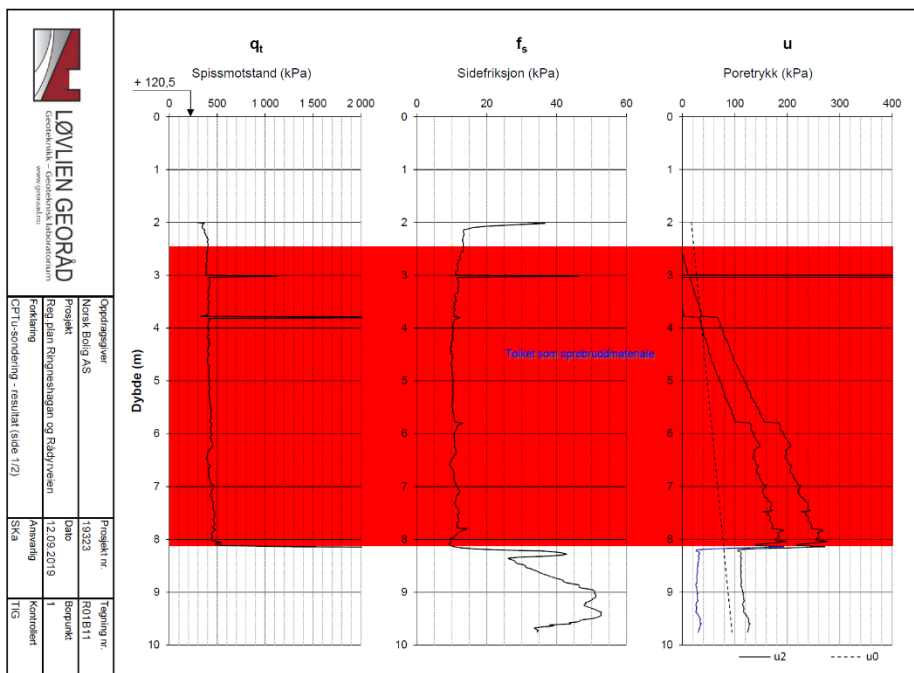
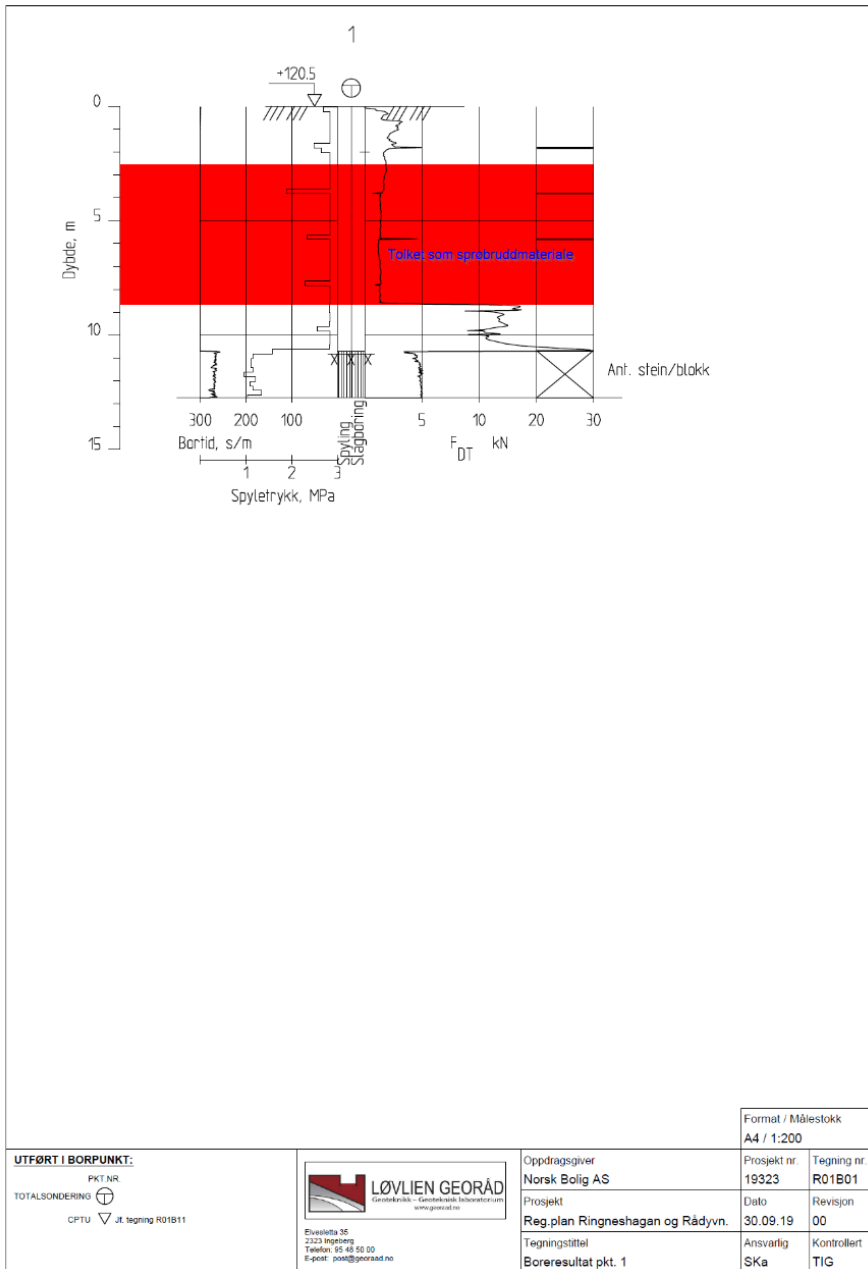
PKT.NR.	TERRENSNIVÅ BERGNIVA	BORDYBDE+BORET I BERG	BERG I DAGEN
TOTALSONDERING			
CPTU		BORPUNKT MED KVIKKLEIRE/SPRØBRUDD	
VANNSTANDSRØR		BORPUNKT UTEN KVIKKLEIRE/SPRØBRUDD	
PRØVESERIE		STØRSTE PRØVEDYBDE	



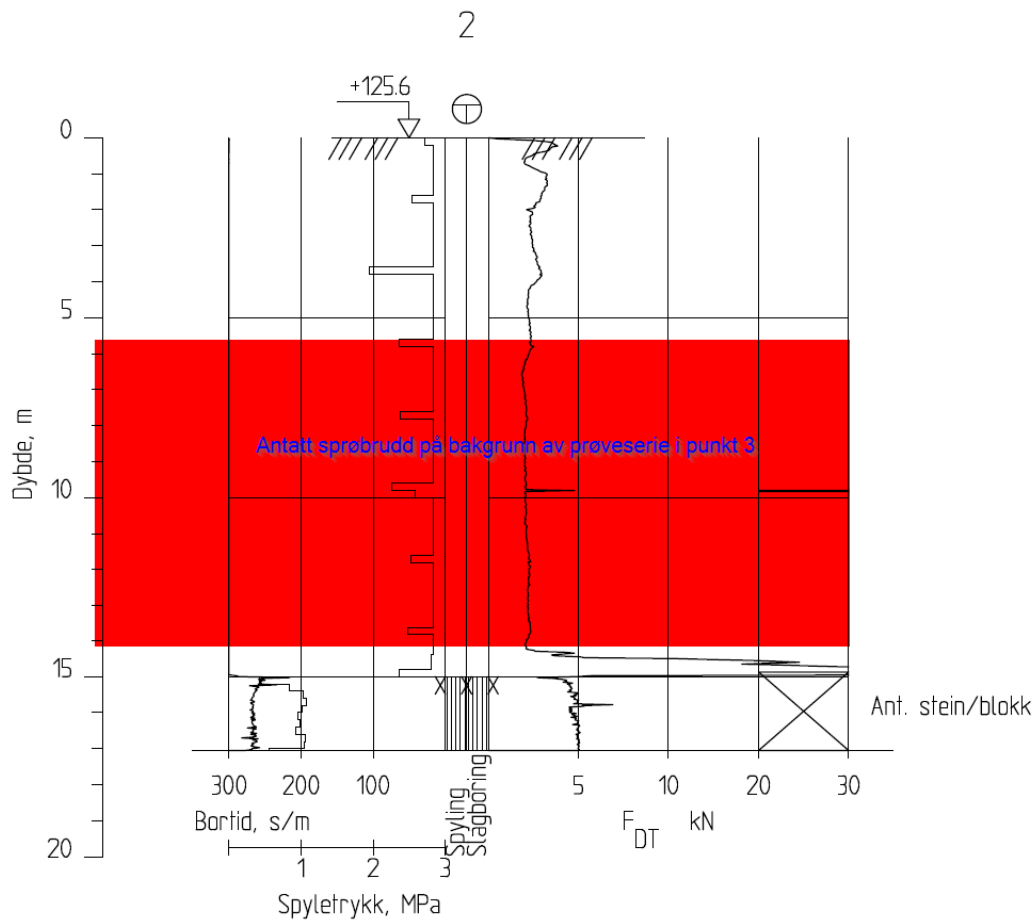
Elvesletta 35  
2323 Ingeberg  
Telefon: 65 48 50 00  
E-post: post@georaad.no

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	30.09.19	SKA	TIG
Tiltakshaver			Tegning nr.	
Norsk Bolig AS			R02A01	
Oppdragegiver			Prosjekt nr.	
Norsk Bolig AS			19323	
Prosjekt			Format / Målestokk	
Reg.plan Ringneshagan og Rådyrveien, Løken			A3 / 1:2500	
Tegningstittel			Status	
Borplan m/ beregningsprofiler			Områdestabilitet	

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 ⊕



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

Oppdragsgiver  
Norsk Bolig AS

Prosjekt  
Reg.plan Ringneshagan og Rådyvn.

Tegningstittel  
Boreresultat pkt. 2

Prosjekt nr.  
19323

Tegning nr.  
R01B02

Dato  
30.09.19

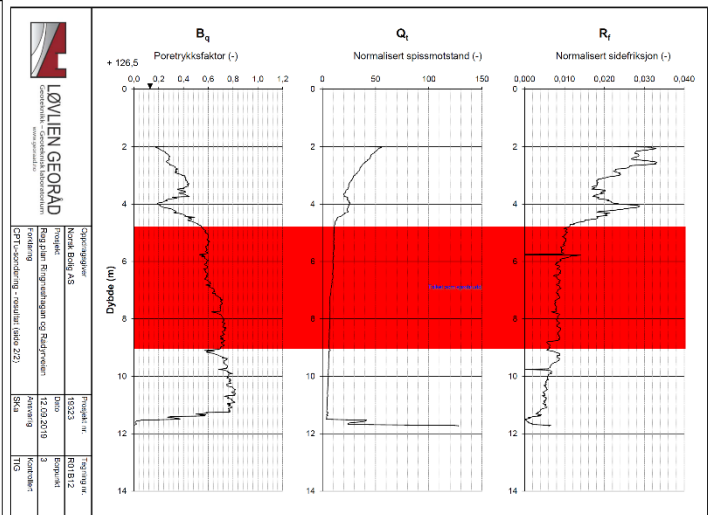
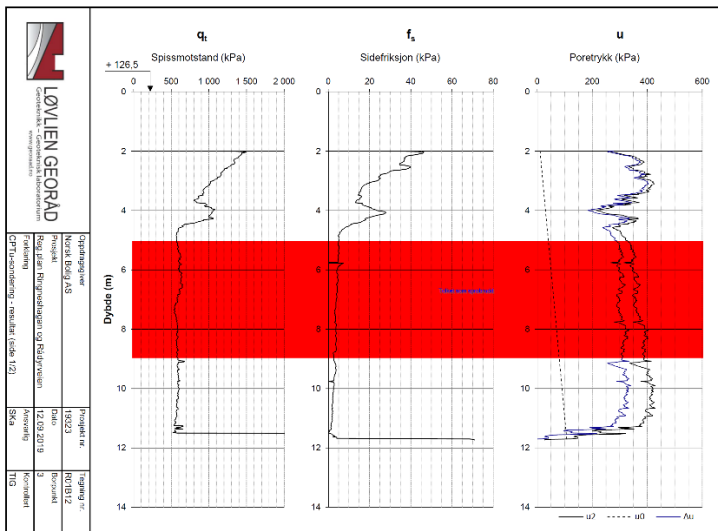
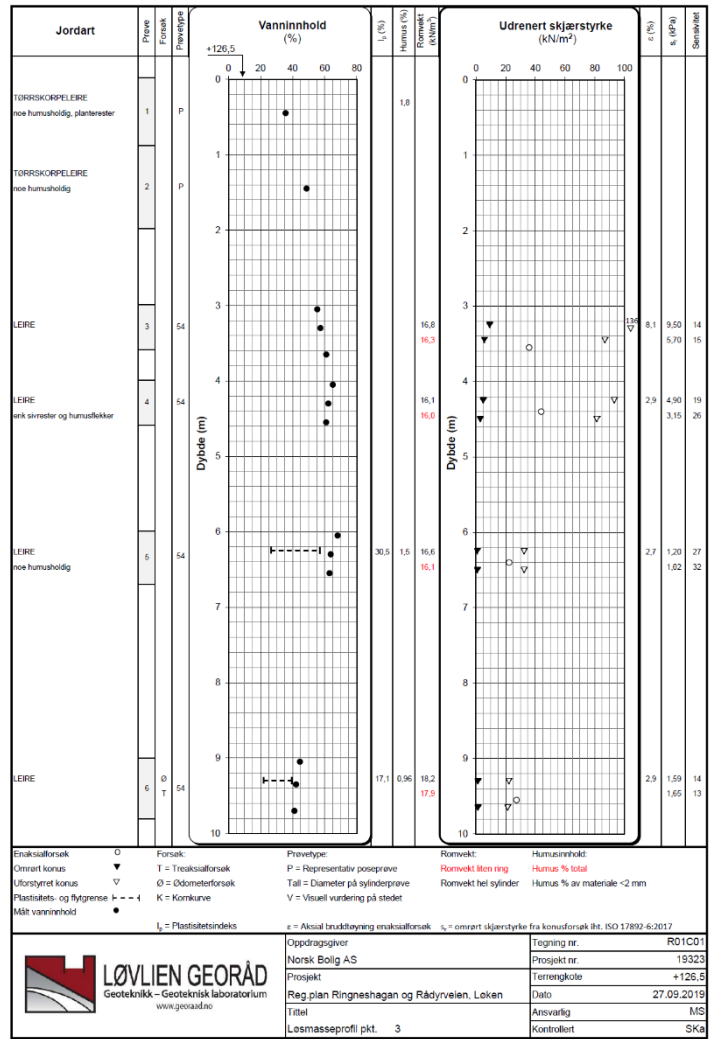
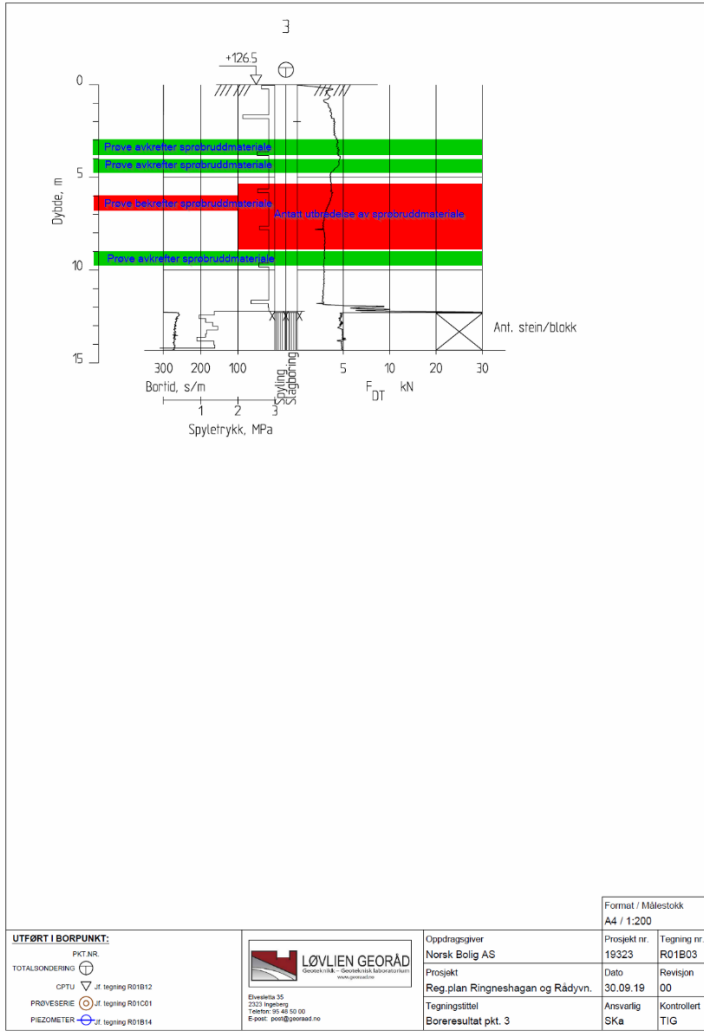
Revisjon  
00

Ansvarlig  
SKa

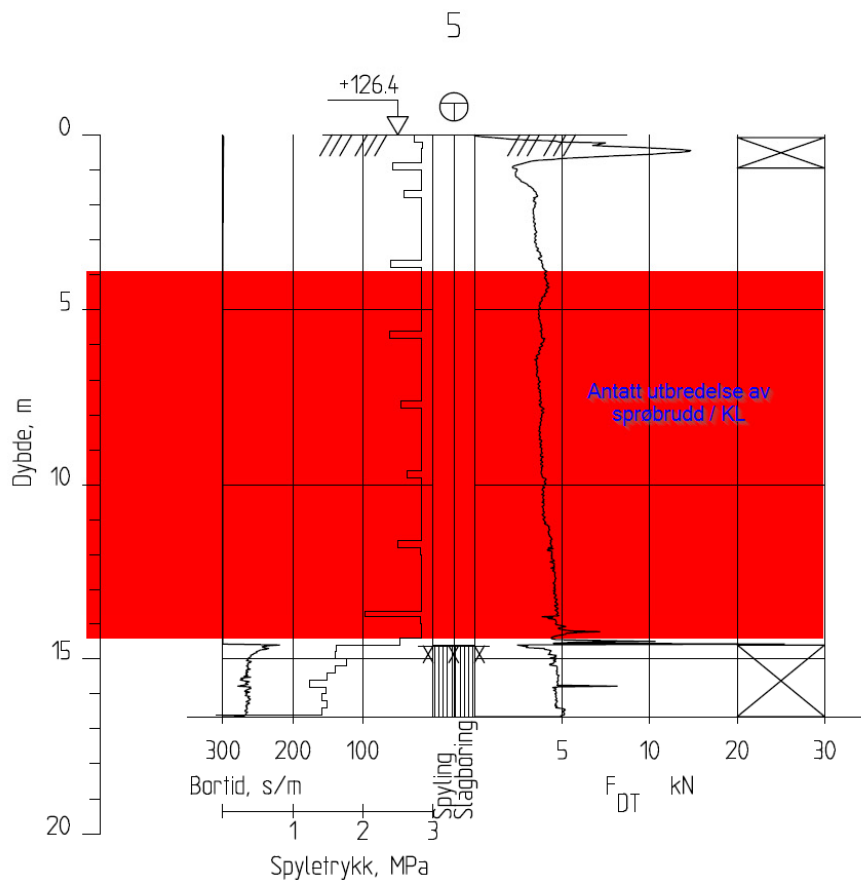
Kontrollert  
TIG

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 ⊕



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

Oppdragsgiver  
Norsk Bolig AS

Prosjekt  
Reg.plan Ringneshagan og Rådavn.

Tegningstittel  
Borerresultat pkt. 5

Prosjekt nr.  
19323

Dato  
30.09.19

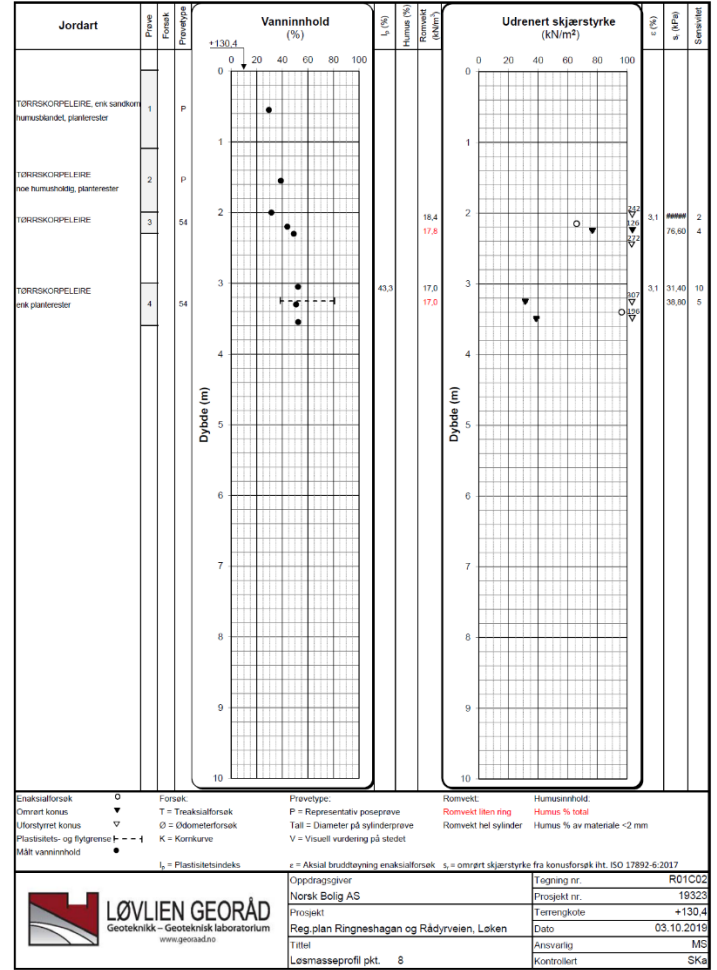
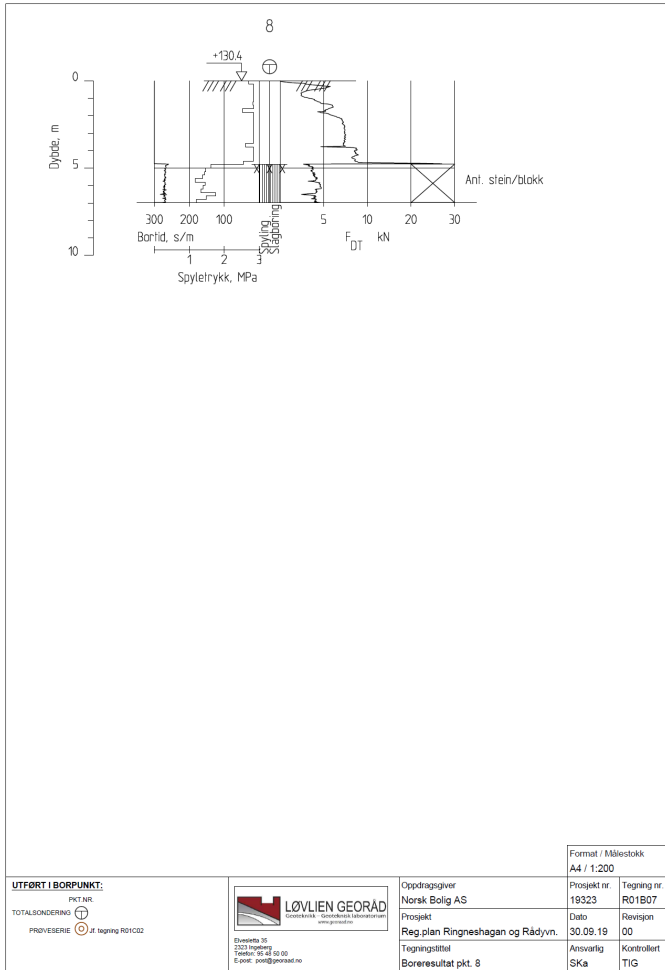
Ansvarlig  
SKa

Tegning nr.  
R01B04

Revisjon  
00

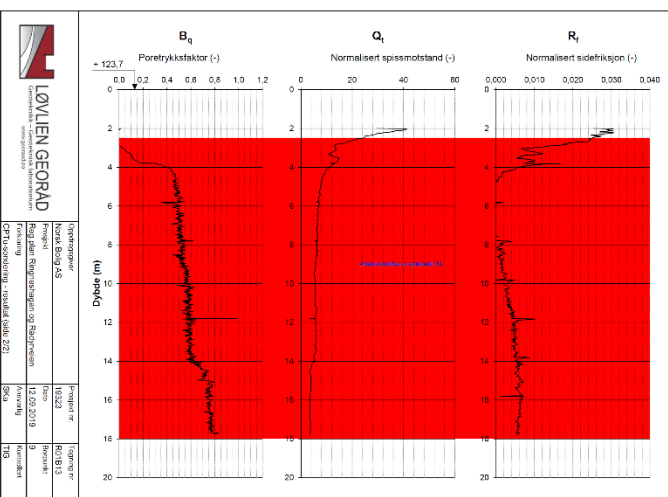
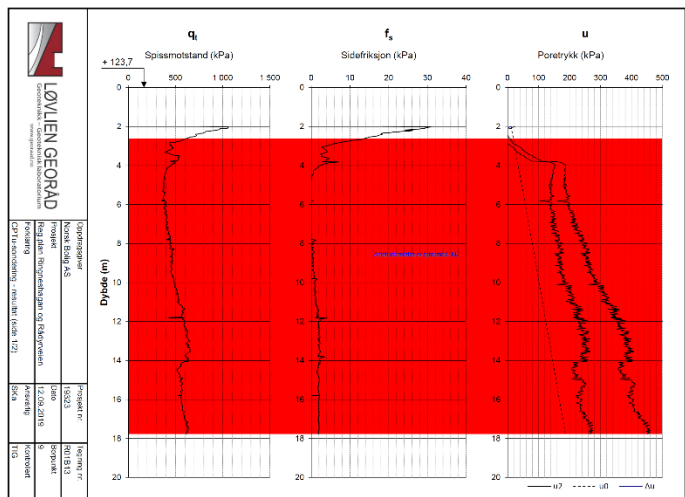
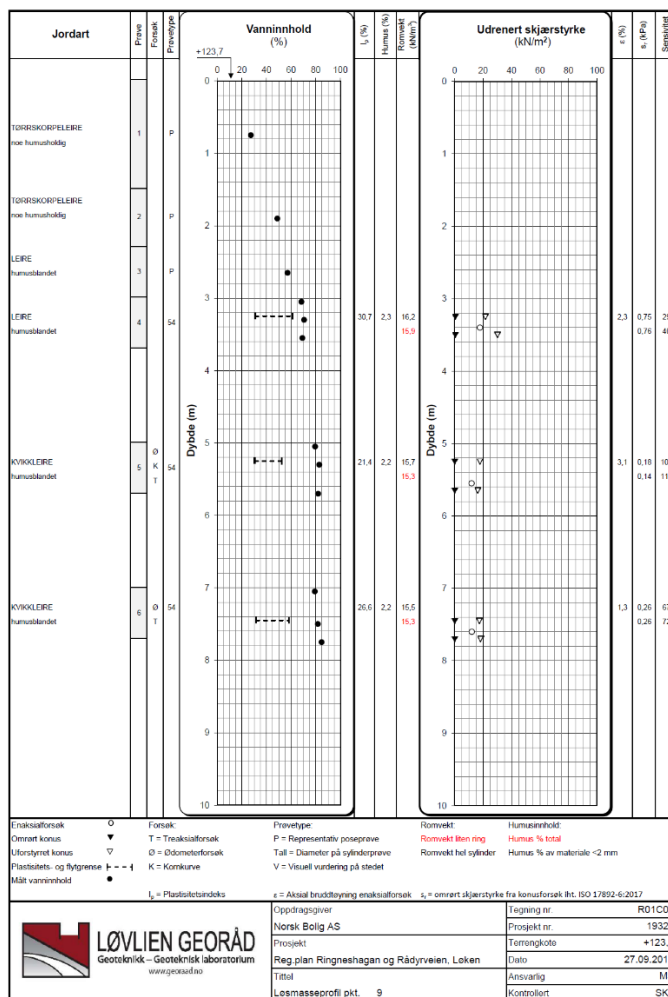
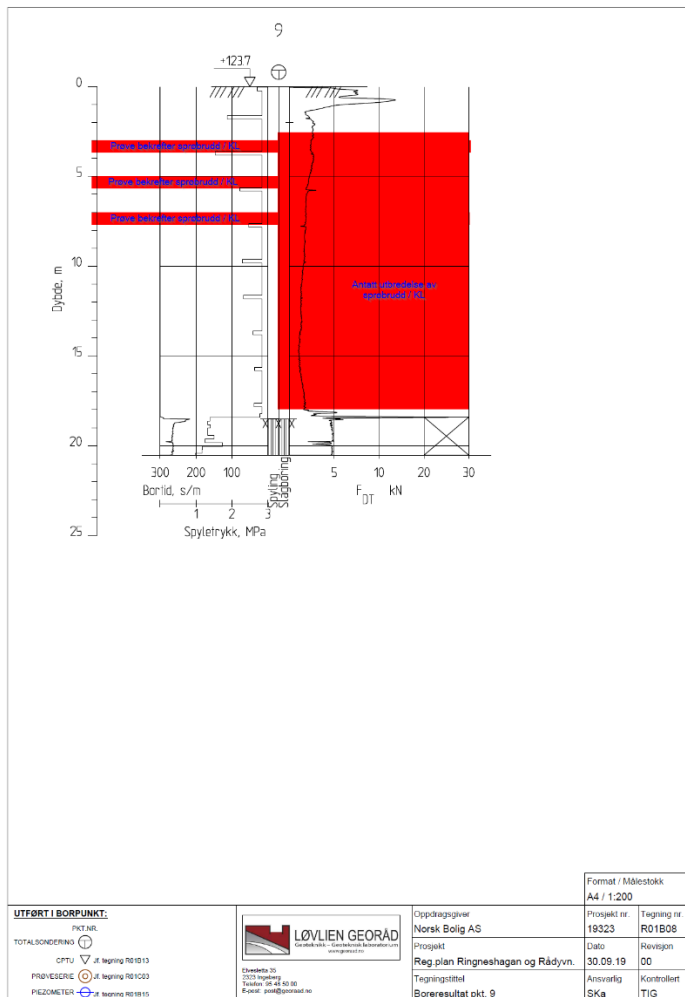
Kontrollert  
TIG

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

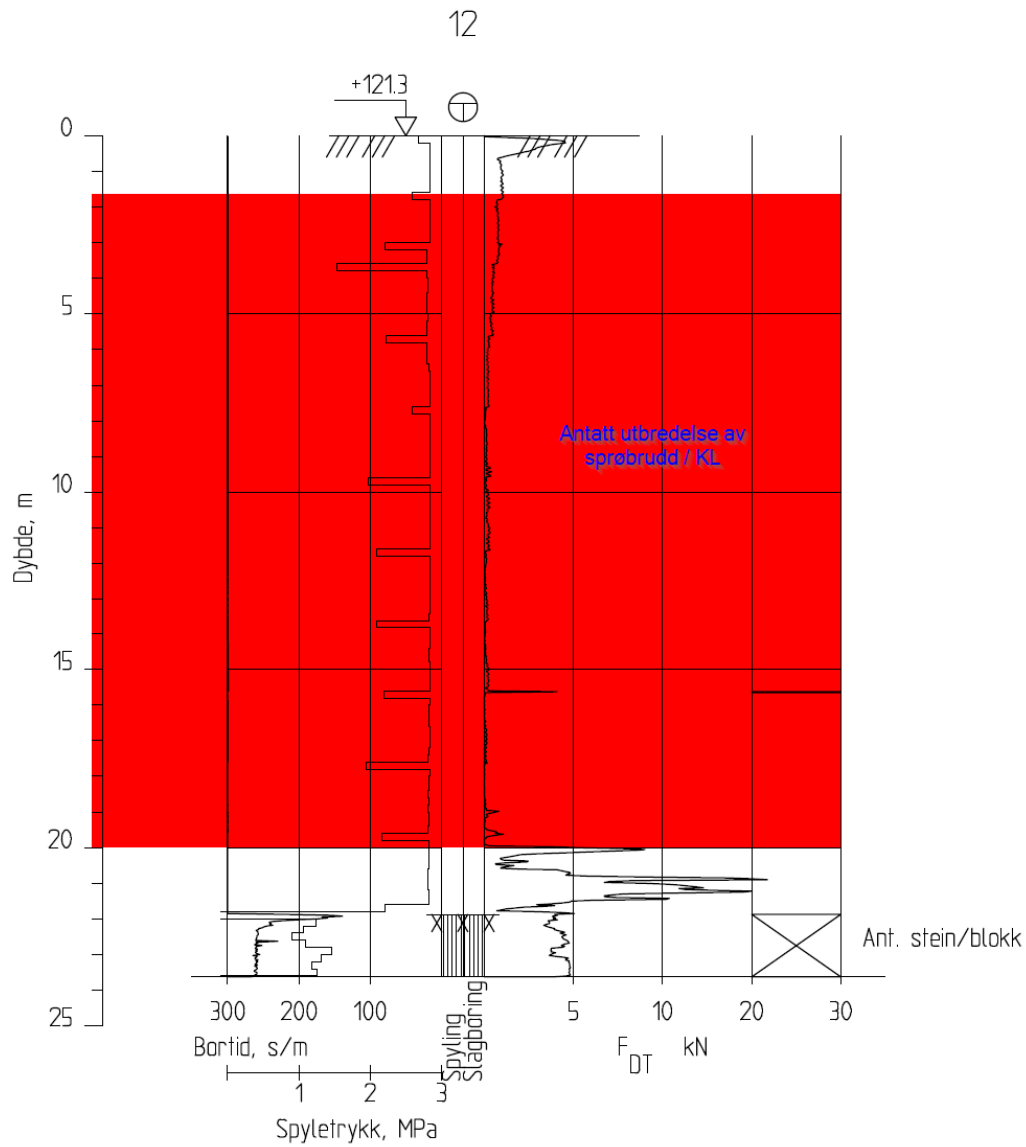


Figur 1.6 Totalsondering og prøveserie fra borpunkt 8. Det er ikke påvist forekomster av sprøbruddmateriale i dette borpunktet





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



<b>UTFØRT I BORPUNKT:</b> PKT.NR. TOTALSONDERING ⊕		 <b>LØVLIEN GEORÅD</b> Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium www.georaad.no Elvesletta 35 2323 Ingeberg Telefon: 95 48 50 00 E-post: post@georaad.no	Format / Målestokk A4 / 1:200	
			Oppdragsgiver Norsk Bolig AS	Prosjekt nr. 19323
		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.georad.no

Evaluering av skadekonsekvens				Konsekvens, score			
Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	3	2	1	0
Boligheter, 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	Distribusjon	Lokal
Oppdemning, flom	2	2	4	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
<b>Sum</b>			<b>24</b>	45	30	15	0
% av maksimal poengsum:			53 %				
<b>Konsekvensklasse:</b>			<b>Meget alvorlig</b>				

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	0	> +30	10 - 30	0 - 10	Hydrostatisk
		-3	0	> -50	-(20 - 50)	-(0 - 20)	
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
<b>Sum</b>			<b>22</b>	51	34	16	0
% av maksimal poengsum:			43 %				
<b>Faregrad:</b>			<b>Middels faregrad</b>				

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

Klassifisering av faresone Rådylveien	Forklaring	Oppdragsgiver	Norsk Bolig AS
		Prosjekt	Regi.plan Ringnesveg og Rådylveien
Ska	Ansvarlig	Dato	12.09.2019
		Prosjekt nr.	19323
TIG	Kontrollert	Vedlegg nr.	1
		Revisjon	00



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

Evaluering av skadekonsekvens				Konsekvens, score			
Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	3	2	1	0
Boligheter, 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	Distribusjon	Lokal
Oppdemning, flom	2	2	4	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
<b>Sum</b>			<b>5</b>	<b>45</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>0</b>
% av maksimal poengsum:			11 %				
<b>Konsekvensklasse:</b>			<b>Mindre alvorlig</b>				

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	> +30	10 - 30	0 - 10	Hydrostatisk
		-3		> -50	-(20 - 50)	-(0 - 20)	
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
<b>Sum</b>			<b>22</b>	<b>51</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>0</b>
% av maksimal poengsum:			43 %				
<b>Faregrad:</b>			<b>Middels faregrad</b>				

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

Klassifisering av faresone Ringneshagan	Forklaring	Regj.plan Ringneshagan og Rådyrveien	Oppdragsgiver	Norsk Bolig AS
			Prosjekt	
SKA	Ansvarlig	23.03.2021	Dato	19323
			Prosjekt nr.	
AES	Kontrollert	00	Revisjon	2
			Vedlegg nr.	