



## Holter Sag, Nannestad Rapport nr. 2 Vurdering av områdestabilitet

Prosjektnr:	18120	Dato:	27.08.2018	Saksbehandler:	TIG
Kundenr:	11557	Dato:	27.08.2018	Kollegakontroll:	SKa
Fylke:	Akershus	Kommune:	Nannestad	Sted:	Holter sag
Adresse:	Åsvegen 15	Gnr:	83	Bnr:	4, 24, 43

Tiltakshaver: Tenold Boligeiendom AS  
Oppdragsgiver: Tenold Boligeiendom AS v/ Øystein Tenold  
Oppdragsgivers referanse:

Rapport: Rapport nr. 2 Vurdering av områdestabilitet  
Rapporttype: Geoteknisk rådgivning  
Stikkord: Områdestabilitet  
Euref UTM: Sone 32V – Ø0612000, N6668600

Revisjon	Grunnlag	Dato
00	Original	12.06.2018
01	Justering etter tredjepartskontroll og tilbakemelding fra oppdragsgiver.	27.08.2018
02	Retting av feil tegningshenvisning	27.09.2018
03	Revisjon av rapport iht. krav i NVEs veileder 1/2019 samt etter justering av byggeplaner	03.02.2023
04	Revisjon av rapport etter tilbakemelding fra oppdragsgiver. Gjelder formulering i sammendrag og konklusjon samt på tegning 201.	07.02.2023
05	Revidert etter kommentarer fra UAK (SKa)	22.02.2023
06	Revidert etter tilbakemelding fra NVE (SKa)	02.03.2023
07	Revidert skadekonsekvens iht. sluttrapport fra UAK.	31.05.2023

### **Sammendrag**

I forbindelse med detaljregulering av eiendommene med gnr/bnr 83/4, 83/24 og 83/43 i Nannestad kommune er det utført grunnundersøkelser. Fra grunnundersøkelsene er det avdekket forekomst av kvikkleire. 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 i forbindelse med utbygging innenfor området definert som en faresone på tegning 202. Stabiliserende tiltak kan utføres ved avlastning av områder som angitt på tegning 201. I tillegg må det sikres at det ikke blir økt avrenning av overvann som kan medføre økt erosjon i vassdrag som følge av prosjektet.

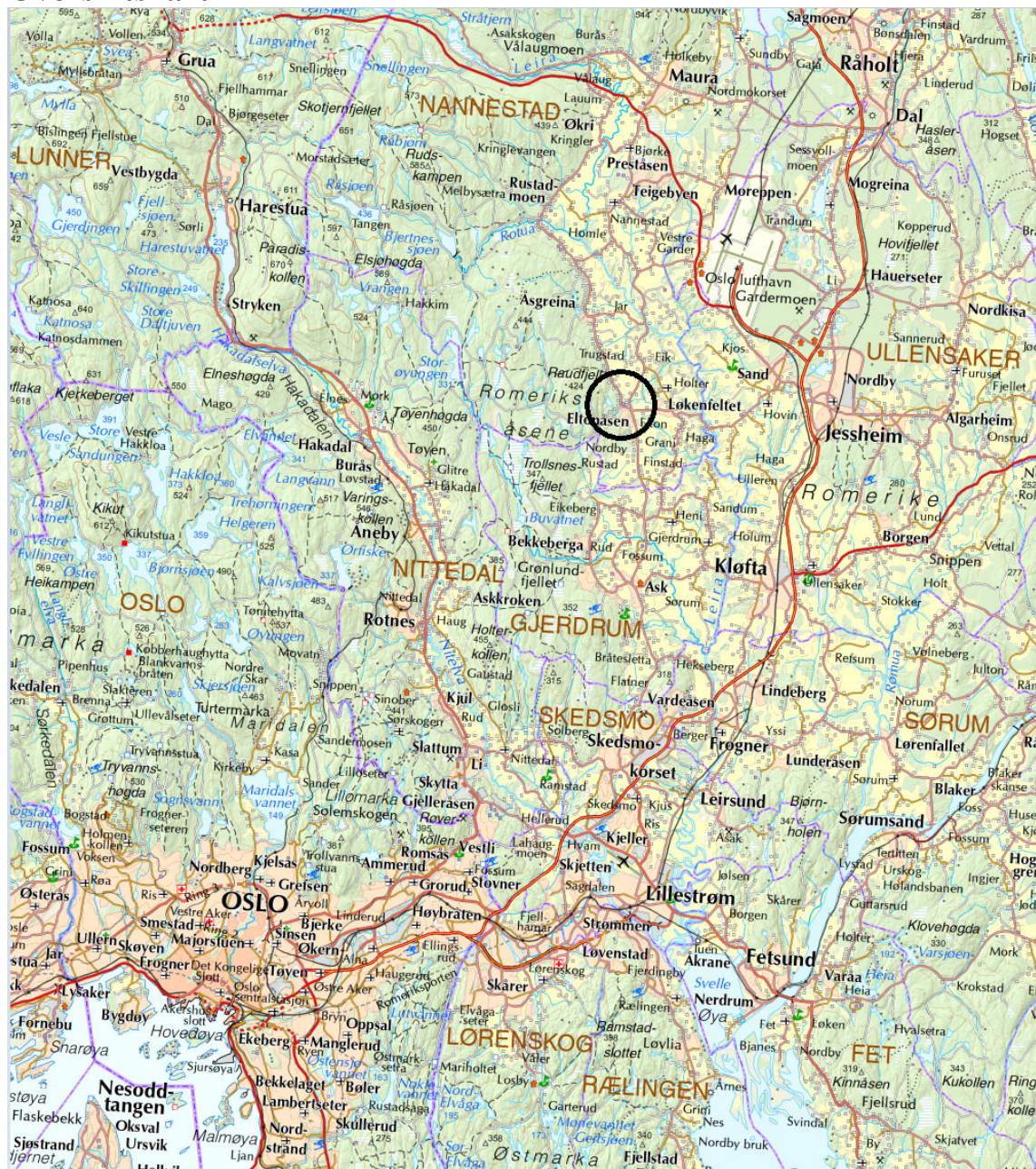
Stabiliserende tiltak må detaljprosjekteres i forbindelse med byggesøknadsprosess og må være utført før det kan igangsettes annen byggeaktivitet innenfor faresonen.

Stabiliserende tiltak som vist på tegning 201 er ikke nødvendig for etablering av bebyggelse og infrastruktur utenfor den kartlagte faresonen.

I forbindelse med utbygging på tomter med gbnr. 83/24 og 83/43 må uttak av masser/berg påregnes gjennomført forsiktig for å ivareta stabiliteten i området der bekken krysser under adkomstveien til eiendom med gbnr. 83/41. Dette må vurderes nærmere i forbindelse med detaljprosjektering for utbygging på ovennevnte eiendommer.

Rapporten er kvalitetssikret av uavhengig foretak iht. retningslinjer i NVEs veileder, viser til kontrollrapport i ref. [2].

## Oversiktskart



Figur 1.1: Oversiktskart ([www.norgeskart.no](http://www.norgeskart.no))



## Tegninger

<u>Innhold</u>	<u>Tegn. nr.</u>
Situasjonsplan med profil boringer, for stab. ber. og stab. tiltak	201
Situasjonsplan med løsneområde/utløpsområde	202
Profil A1-A1: Stabilitetsberegning dagens situasjon	203
Profil A1-A1: Stabilitetsberegning med bebyggelse og stabiliserende tilt.	204
Profil B-B: Stabilitetsberegning dagens situasjon	205
Profil B-B: Stabilitetsberegning med bebyggelse	206
Profil C-C: Stabilitetsberegning dagens situasjon	207
Profil C-C: Stabilitetsberegning med bebyggelse og stabiliserende tiltak	208

### Tillegg

- 1.1 - 1.2 Tolket udrenert skjærstyrke og OCR-profil i borpunkt 2
- 1.3 – 1.4 Tolket udrenert skjærstyrke og OCR-profil i borpunkt 5
- 1.5 Shansep-profil i bunn skråning og sammenstilling skjærstyrkeprofil
- 1.6 Anvendelsesklasse CPTU borpunkt 2
- 1.7 Anvendelsesklasse CPTU borpunkt 5

### Vedlegg

1. Skjema for faregradsklassifisering profil A1-A1
2. Skjema for faregradsklassifisering profil B-B
3. Skjema for faregradsklassifisering profil C-C

## Innholdsfortegnelse

1	Innledning .....	6
1.1	Bakgrunn.....	6
1.2	Tiltakskategori .....	6
2	Grunnlag.....	6
2.1	Eksisterende faresoner .....	6
2.2	Grunnundersøkelser .....	6
2.3	Erosjon .....	7
3	Terreng og grunnforhold .....	8
3.1	Kartgrunnlag .....	8
3.2	Topografi .....	8
3.3	Grunnforhold .....	9
3.4	Poretrykksforhold .....	9
4	Soneavgrensning og klassifisering .....	9
4.1	Løsneområde.....	9
4.2	Utløpsområde.....	10
4.3	Faregradsklassifisering .....	10



5	Sikkerhetskrav.....	10
5.1	Tiltak.....	10
6	Grunnlag for stabilitetsvurderinger.....	11
6.1	Kritiske snitt og skredmekanismer.....	11
6.2	Laster fra planlagt bygningsmasse.....	12
6.3	Laster fra trafikk.....	12
7	Materialparametere.....	12
7.1	Tyngdetetthet.....	12
7.2	Prekonsolidering.....	12
7.3	Udrenert skjærstyrke og anisotropi.....	13
7.4	Effektive styrkeparametere.....	13
7.5	Tolkning av lagdeling.....	14
8	Stabilitetsvurderinger.....	14
8.1	Profil A1-A1.....	14
8.2	Profil B-B.....	15
8.3	Profil C-C.....	15
8.4	Alternativ sikring.....	16
8.5	Stabilitet øst for grusveg.....	16
9	Konklusjon.....	16
10	Referanser.....	17

## 1 Innledning

### 1.1 Bakgrunn

Løvlien Georåd AS har fått i oppdrag å bistå med geotekniske grunnundersøkelser og vurdering av områdestabilitet i forbindelse med regulering av flere tomter ved holter sag i Nannestad kommune. Denne rapporten omhandler utredning av områdestabilitet. Se *18120 rapport nr.1* for datarapport fra grunnundersøkelsene.

Områdestabiliteten skal vurderes iht. NVEs retningslinjer [1].

### 1.2 Tiltakskategori

Iht. [1] plasseres tiltaket i tiltakskategori K4 da det anses å medføre større tilflytting/personopphold sammenlignet med dagens situasjon. Viser til utklipp fra perspektivtegning i figur 1.2.



Figur 1.2 Utklipp av perspektivtegning datert 16.11.2022. Tegningen viser planlagt bebyggelse sette fra sør.

## 2 Grunnlag

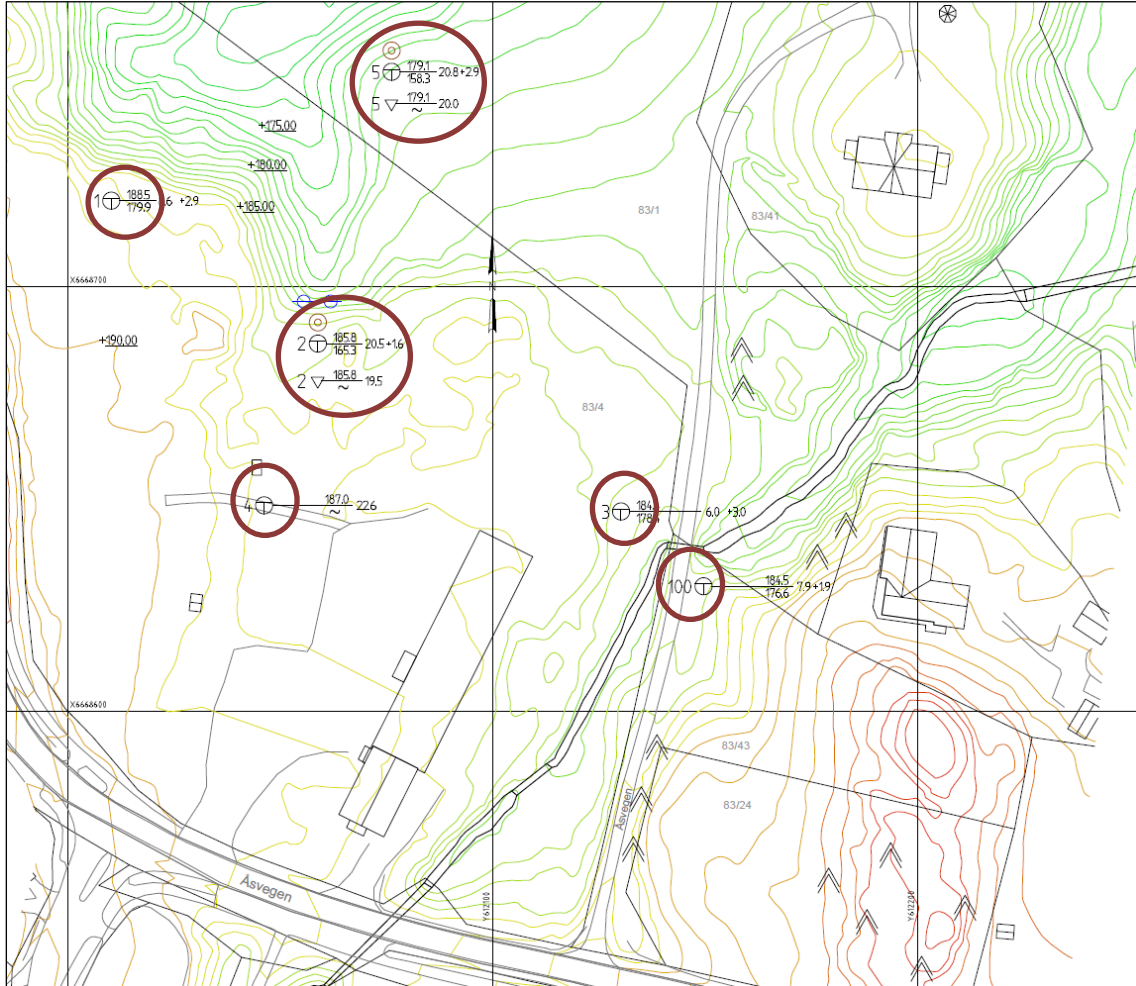
### 2.1 Eksisterende faresoner

Det er ifølge NVE Atlas [3] registrert en faresone for kvikkleireskred ca. 250 m nordøst for det aktuelle tiltaksområdet, sone *149 Harstad*. Sonen er registrert med faregrad middels.

### 2.2 Grunnundersøkelser

Løvlien Georåd har utført grunnundersøkelser for prosjektet. Resultatene er presentert i *18120 Rapport nr. 1* [4]. Det er registrert og/eller antatt forekomst av kvikkleire/sprøbruddmateriale i alle seks borpunkt. Se figur 2.1 for oversikt over utførte grunnundersøkelser. For nærmere detaljer henvises det til ovennevnte rapport.

I tillegg har vi tilgang på en grunnundersøkelse utført av Statens vegvesen i forbindelse med utbygging av riksvei 120 øst for det aktuelle prosjektet. Viser til referanse [5]. Grunnundersøkelsen indikerer at det er korte dybder til berg (0-4 m) langs fv.120 i området fra ca. Kiwi Holter i sør og til ca. Åsvegen 11, forbi der hvor ravinen er fylt igjen og bekken lagt i rør under veien.



Figur 2.1: Utførte grunnundersøkelser fra "18120 Rapport nr.1". Rød ring markerer borpunkt der det er registrert eller antatt forekomst av kvikkleire.

### 2.3 Erosjon

Løvlien Georåd utførte befaring den 4.mai 2018 for å vurdere om det er aktiv erosjon i vassdrag som kan påvirke områdestabiliteten i tiltaksområdet. Det ble i den anledning utført befaring i ravinedalen rett nord for eiendommen med gnr/bnr 83/4 samt langs bekken som går omtrent parallelt med grusvegen.

I ravinen mot nord ble det ikke observert tegn til aktiv erosjon. Det ble heller ikke observert nevneverdig vannføring i bunnen av ravinen på befaringstidspunktet. Det er sannsynligvis kun under snøsmelting på våren og ved større nedbørsmengder at det er vannføring i bunnen av ravinen.

Overvann og ev. økt avrenning som følge av prosjektet må ikke gi økt erosjon i vassdrag. Overvannshåndtering må prosjekteres av VA-ingeniør.

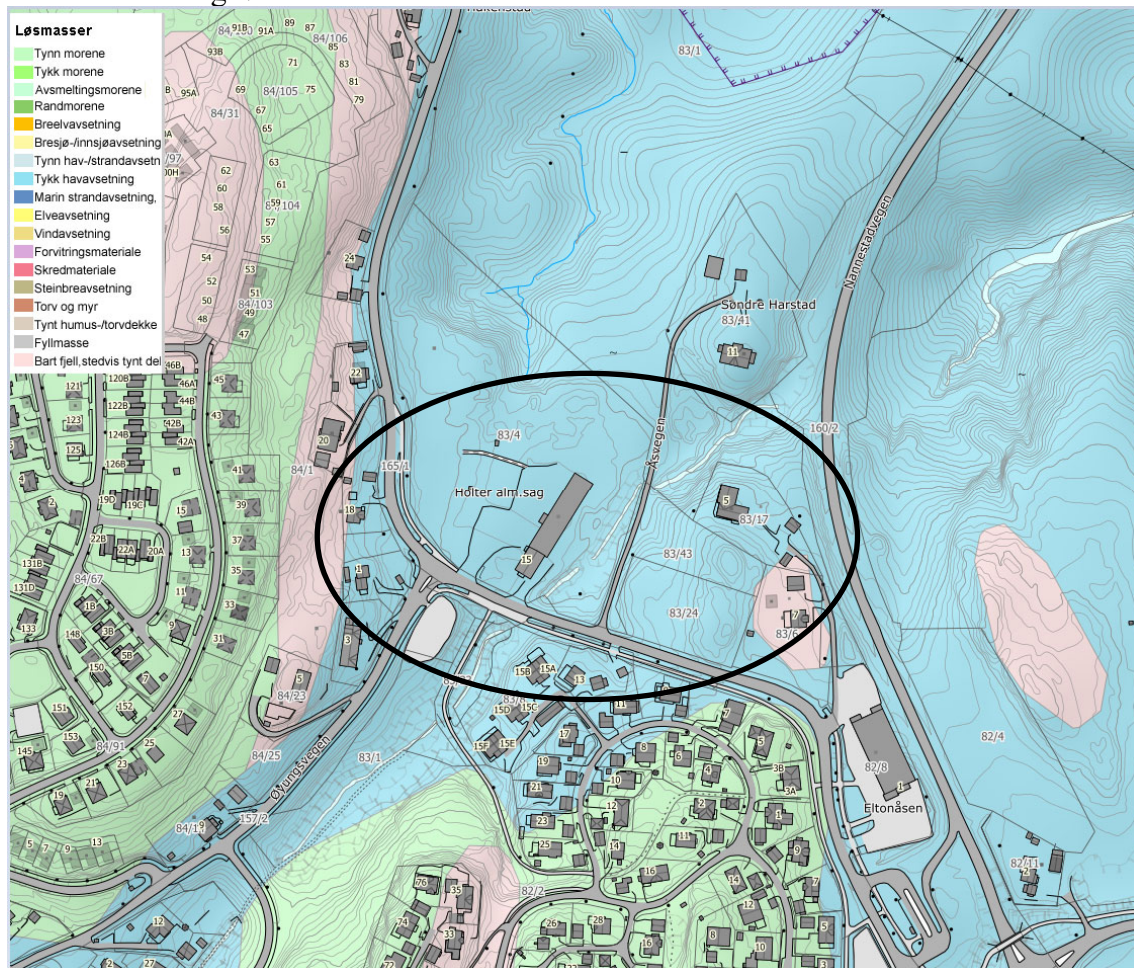


Langs bekken ved grusvegen ble det derimot observert tegn til aktiv erosjon. Det vurderes at erosjonen i denne bekken kun vil gi påvirkning på lokalstabiliteten inn mot bekken, men at den ikke vil ha påvirkning på områdestabiliteten. Bakgrunnen for dette er at terrenget inn mot bekken i det aktuelle området er forholdsvis horisontalt, samt at kvikkleiren ligger såpass dypt under bekkebunnen, at en erosjonsdrevet utglidning sannsynligvis ikke vil kunne gi skred som går gjennom eller vil påvirke kvikkleiren.

### 3 Terreng og grunnforhold

#### 3.1 Kartgrunnlag

Tiltaksområdet ligger ifølge kartverk fra [3] i sin helhet under marin grense. Ifølge kvartærgeologisk kart fra NGU [6] er det i hovedsak kartlagt tykke havavsetninger i tiltaksområdet. Det er i tillegg registrert bart fjell, stedvis tynt dekke både vest for området samt i østre del av selve tiltaksområdet. Det er også kartlagt tynn moreneavsetning sør for tiltaksområdet.



Figur 3.1: Kvartærgeologisk kart fra NGU [6]. Sort sirkel markerer omtrentlig tiltaksområde.

#### 3.2 Topografi

Inne på området til Holter sag er tomten i all hovedsak horisontal og ligger på ca. kote +187. Terrenget på tomten øst for Holter sag ligger noe høyere (kote +191 til +199) og er småkupert. Det er også en bekk som går mellom tomtene i området her. Rett nord for

Holter sag er det en ravnedal som gjør at terrenget her faller ganske bratt ned 10-15 høydemeter før det faller slakere videre mot nord.

### 3.3 Grunnforhold

Utførte grunnundersøkelser indikerer at grunnen i hovedsak består av tørrskorpeleire og leire ned til berg. Stedvis er det også tegn til et lag med mektighet på ca. 1 m med fastere løsmasser mellom leire og berg. Dette antas å være forvitret berg eller morene. Leiren i området kan generelt sett beskrives som lite til middels fast og middels til meget sensitiv og også stedvis kvikk. Basert på sonderingen i punkt 1 er det også mistanke om at området nordvest for Holter sag, rett ved ravinen, består av oppfylte masser med ca. 4-5 m mektighet.

Det er boret mellom 1,6 – 2,9 m i berg i 5 av 6 totalsonderinger. Dybde til berg varierer mellom ca. 6 og 21 meter i borpunktene. I punkt 4 er sonderboringen avsluttet i løsmasser 22,6 m under terreng uten å påtreffe berg.

Det er stedvis observert berg i dagen langs østre del av grusvegen som går inn til eiendommen med gnr/bnr 83/41, samt i bekken rett øst for der bekken krysser grusvegen. I tillegg er det observert berg i dagen i det sørøstre hjørnet av tomten med gnr/bnr 83/24. Se for øvrig situasjonsplan for grunnundersøkelser på figur 2.1 for markering av berg i dagen.

### 3.4 Poretrykksforhold

Det er installert to stk poretrykksmålere i borpunkt 2. Målerne ble installert 08.05.2018. Terrengnivå er på ca. kote +185,8. Målerne er avlest to ganger etter installasjon med følgende registreringer:

Dybde spiss	Avlest dato	Målt poretrykk ved spiss (kPa)	Målt vannstand i rør ift terrengnivå (m)
10 m (kote +175,8)	23.05.2018	81,5	1,85
	05.06.2018	83	1,70
18 m (kote +167,8)	23.05.2018	129	5,11
	05.06.2018	127	5,32

Tabell 3.1: Oppsummering poretrykksavlesninger i borpunkt 2.

Sammenlignet med hydrostatisk trykk er det dermed registrert et poreundertrykk på ca. 36 kPa i 18 m dybde.

## 4 Soneavgrensing og klassifisering

### 4.1 Løsneområde

Potensielt løsne- og utløpsområde er vurdert ved hjelp av metodikk som beskrevet i figur 4.3 i ref. [1]. I henhold til denne metoden er aktuell skredmekanisme rotasjonsskred siden andel sprøbruddmateriale over kritisk glideflate i alle profilene b/D < 40 %. Viser til tabell 4.1 under samt stabilitetsberegninger for dagens situasjon for detaljer.

Tegningsnr.	Profil	b/D-forhold	Kommentar
-------------	--------	-------------	-----------

203	A1-A1	$1,6/13 = 0,12$	Ved bakkant kritisk skjærflate
205	B-B	$2,4/13,1 = 0,18$	Ved bakkant kritisk skjærflate
207	C-C	$2,8/8 = 0,35$	Ved bakkant kritisk skjærflate

Tabell 4.1: *b7D*-forhold i kritiske profiler for vurdering løснеområde.

Iht. kap. 4.5.3 i ref. [1] er det dermed vurdert at løснеområde for profil A1 og B er  $L=5H$ . I profil C vurderes flakskred å være en aktuell bruddmekanisme pga. et mulig sprøbruddlag langs berg. Løsnedistansen i profil C vurderes derfor å være avgrenset av observert berg i dagen på motsatt side av Åsvegen.

Øst for tiltaksområdet er det forholdsvis store høydeforskjeller ned mot bekken på østsiden av Nannestadvegen. Basert på at det er registrert berg i dagen flere plasser langs bekken i tiltaksområdet, langs grusvegen inn mot gnr/bnr 83/41 samt langs Nannestadvegen, og at det i tillegg er antatt korte dybder til berg i borpunktene fra grunnundersøkelsene i Nannestadvegen (fv.120) i dette området [5], vurderes det at det ikke er løsnemekanismer her som kan påvirke områdestabiliteten i prosjektområdet.

Nord/nordøst for tiltaksområdet avgrenses sonen langs bunnen i ravinen samt mot den tidligere registrerte faresonen 149 *Harstad*.

Se tegning 202 for avgrensning av løснеområde samt vedlegg 2 for nærmere detaljer.

#### 4.2 Utløpsområde

Siden løsnemekanisme vurderes å være rotasjonsskred, samt at det er ravineterreng ved skredport, vurderes utløpsområdet å bli relativt lite. Det er skjønnsmessig vurdert at utløpsdistansen er lik løsnedistansen.

Utløpsområdet vil være nedover langs ravinen mot nord. Det er ingen bebyggelse i utløpsområdet, men det er en antatt vannledning rett vest for faresonen som kan bli påvirket av et skred.

Utløpsområdet er vist på situasjonsplanen i tegning 202.

#### 4.3 Faregradsklassifisering

Evaluering av faregrad utføres iht. [7]. Se vedlagte skjema for faregradsklassifisering for nærmere detaljer rundt vurderingene.

Faresonen vurderes til faregrad *lav*, konsekvensklasse *alvorlig* samt risikoklasse 3.

## 5 Sikkerhetskrav

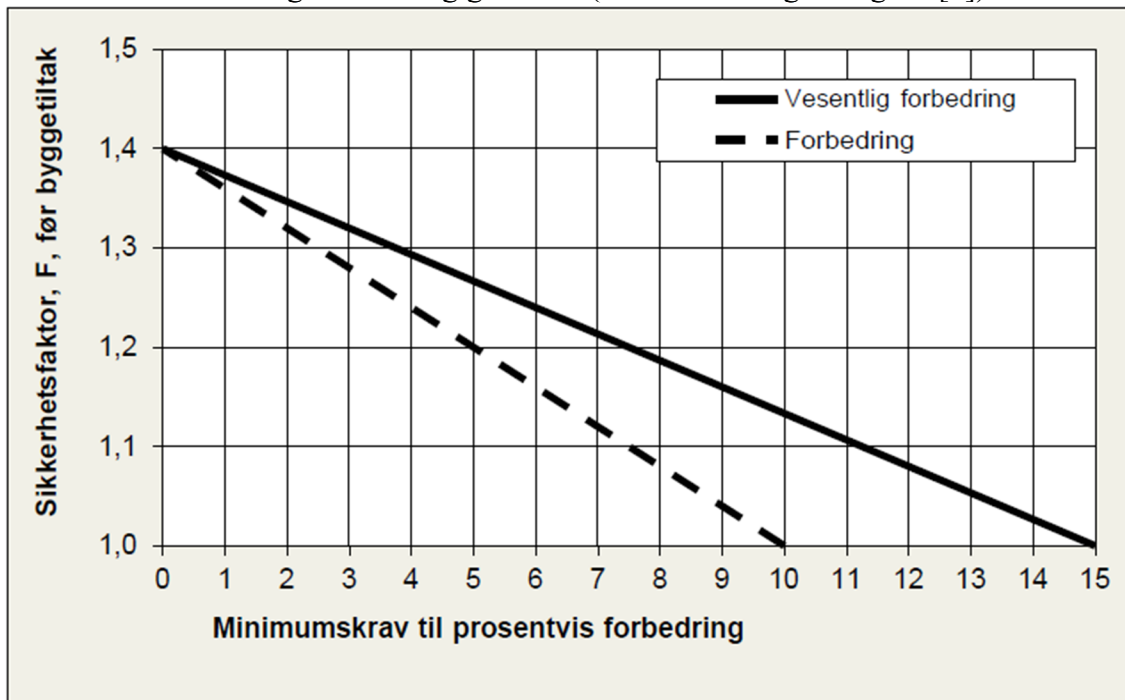
### 5.1 Tiltak

Følgende krav til sikkerhet mot kvikkleirskred er gjeldende for tiltakskategori K4 og faregrad *lav* iht. [1];

- Faresonen(e) som kan berøre tiltaket må avgrenses og utredes for områdeskredfare.
- Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges.



- Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s = 1,61$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ .
- For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet 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 iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3.
- For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet  $F_{c\phi} \geq 1,25$ , samt krav til robusthet  $F_{cu} \geq 1,20$ . Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal  $F_{c\phi}$  og  $F_{cu}$  økes prosentvis iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3.
- Kvalitetssikring av uavhengig foretak (kontrollomfang er angitt i [1]).



Eventuelle skjærflater som i hovedsak går gjennom planlagte fyllinger og/eller skjæringer, og som vurderes ikke å kunne initiere et områdeskred, vurderes generelt som lokalstabilitet og skal oppfylle stabilitetskrav i henhold til NS-EN-1997-1-1 tabell NA.A.4:

- $F \geq 1,40$  for totalspenningsanalyser
- $F \geq 1,25$  for effektivspenningsanalyser

## 6 Grunnlag for stabilitetsvurderinger

### 6.1 Kritiske snitt og skredmekanismer

Den geotekniske stabiliteten er vurdert i tre snitt, snitt A1-A1, snitt B-B og snitt C-C.

Profil A1-A1 er beregnet for den forholdsvis bratte delen av ravinen som ligger nærmest tiltaksområdet. Ravinen er forholdsvis smal her, så det må kunne forventes noe 3D-effekter som kan påvirke beregnet sikkerhet positivt sammenlignet med den beregnede stabiliteten i et 2D-snitt.

Profil B-B er beregnet for den noe slakere skråningen øst for profil A1-A1. Dette profilet antas å være representativt for terrenget videre mot nordøst, altså jordet vest for eiendommen i Åsvegen 11.

Profil C-C er beregnet for den bratte og høye skråningen i vest, hvor det fra grunnundersøkelser antas å være fylt ut med opp mot 5 m med fyllmasser. Dette profilet antas å være representativt for området fra ca. profil A1-A1 og vestover til den lille sideravinen ved Åsvegen.

Se situasjonsplanen på tegning 201 for profilenes plassering.

### 6.2 Laster fra planlagt bygningsmasse

Den planlagte bygningsmassen i eller nær faresonen (se bygg 1, 2, 3 4 og 5 på tegning 201) består av leilighetsbygg i 3 til 4 etasjer. For bygg 4 er det i tillegg planlagt parkeringskjeller under terreng.

Basert på erfaringsverdier antas det at leilighetsbygg har en dimensjonerende last for stabilitetsberegning lik  $10 \text{ kN/m}^2/\text{etasje}$ . Dvs. for byggene i tre etasjer uten kjeller antas det dimensjonerende last lik  $30 \text{ kN/m}^2$ , mens for bygget med kjeller antas det en dimensjonerende last lik  $10 \text{ kN/m}^2$  for kun kjellerdelen og  $40 \text{ kN/m}^2$  for delen med både kjeller og tre etasjer over terreng.

### 6.3 Laster fra trafikk

Iht. Statens vegvesens vegnormal N200 [8] legges det til grunn dimensjonerende last fra trafikk på kjørevei lik  $19,5 \text{ kN/m}^2$ . På fortau legges det til grunn dimensjonerende last  $13 \text{ kN/m}^2$ .

## 7 **Materialparametere**

### 7.1 Tyngdetetthet

Tyngdetetthet for bruk i stabilitetsberegningene er i hovedsak bestemt fra målinger på opptatte prøver. Der hvor det ikke er utført målinger er verdiene hentet fra Statens vegvesens håndbok V220 [9] eller antatt ut fra erfaring. Se stabilitetsberegningene for benyttet tyngdetetthet.

### 7.2 Prekonsolidering

Det er utført ødometerforsøk på to av de opptatte prøvene i forbindelse med grunnundersøkelsene [4]. Ødometerforsøket på prøven i punkt 2 virker å være en del forstyrret da det ikke er noe tydelig prekonsolideringsområde i spenningsplottet. Tolkning av prekonsolidering baserer seg derfor på prøven fra punkt 5. Fra dette forsøket vurderes prekonsolideringsspenningen å være ca. 400 kPa. In situ poretrykk vurderes til ca. 76 kPa basert på poretrykksmålinger i borpunkt 2 og egenvekten vurderes til ca.  $20 \text{ kN/m}^3$ . In situ effektivspenning blir dermed 112 kPa. OCR blir dermed 3,9, dvs. leiren er overkonsolidert. Da det ikke kan utelukkes at leiren i prøven kan ha noe tørrskorpeeffekter, er likevel OCR-profilet benyttet til tolkning av udrenert skjærstyrke fra CPTU valgt noe konservativt i den underliggende kvikkeleiren.

Basert på disse vurderingene antas tidligere terrengnivå å ha vært på ca. kote +200 i tiltaksområdet, noe som stemmer godt overens med marin grense.

### 7.3 Udrenert skjærstyrke og anisotropi

Vurdering av udrenert skjærstyrke for leiren er i hovedsak basert på trykksonderingene (CPTU) samt prøveseriene i borpunkt 2 og 5. Se tillegg 1.1 til 1.4 for tolkning av udrenert skjærstyrke og OCR-profil som er lagt til grunn for tolkningen. OCR-profilene fra CPTU-sonderingene indikerer at tidligere terrengnivå lå mellom kote +187 til +195 (vurdert i dybden, under lag med antatt forvitringseffekt). I tillegg er det benyttet Shansep-korrelasjoner utledet fra tolkning av trykksonderingene for å vurdere udrenert skjærstyrke i bunnen av ravinen. I Shansep-beregningene er tidligere terrengnivå antatt å være ca. kote +185. Videre er følgende Shansep-parametere lagt til grunn:

- $m = 0,7$
- $\alpha = 0,25$
- aeging-faktor 1,2

En sammenstilling for udrenert skjærstyrkeprofiler som er lagt til grunn i beregningene er vist i tillegg 1.5. Lengst sør i profil A1 og B er tolket skjærstyrke fra borpunkt 2 benyttet, men justert for høyde. Den øvre delen av styrkeprofilen i borpunkt 2 og 5, som er tolket med høy skjærstyrke, er modellert som tørrskorpeleire med friksjonsparametere. Dette vurderes å være på forsiktig side.

I henhold til prosedyre gitt i NGF melding nr. 5 [10], vurderes begge trykksonderingene å tilfredsstille anvendelsesklasse 1 for spissmotstand, sidefriksjon og poretrykk, se tillegg 1.6 og 1.7.

Det ble i tillegg utført et treaksialforsøk i borpunkt 5, men da prøven ved en feil ble konsolidert til en spenning som antas å være for høy sammenlignet med in situ spenning, vurderes målt skjærfasthet i prøven å være for høy sammenlignet med in situ skjærfasthet. Dette forsøket er derfor ikke tillagt noen vekt i tolkningene.

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

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

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

### 7.4 Effektive styrkeparametere

For tørrskorpeleire, leire og kvikkleire er det valgt å benytte anbefalte verdier fra vegvesenet [9]. For det antatte morenelaget er valgt parametere som anses som tilstrekkelige til å hindre at skjærflatene søker gjennom morenelaget. Følgende parametere er lagt til grunn:

Materiale	Friksjonsvinkel, $\phi$ (-)	Kohesjon, $c$ (kPa)
Eksisterende fyllmasser	35	5
Skumglass, $\gamma = 4 \text{ kN/m}^3$	45	0
Tørrskorpeleire i strekk	30	0



Tørrskorpeleire i trykk	30	20
Leire	26	5
Kvikkleire	23	5
Morene	42	20

Tabell 7.1: Valgte effektivspenningsparametere

### 7.5 Tolkning av lagdeling

Lagdeling er i hovedsak tolket med bakgrunn i prøveserier i borpunkt 2 og 5. I borpunkt 3, 4 og 100 er lagdeling tolket med bakgrunn i sonderboringsprofilene.

## 8 Stabilitetsvurderinger

Det er utført stabilitetsberegninger med både sirkulærsylindriske og sammensatte bruddflater. For de sammensatte bruddflatene er "Optimize" benyttet for å finne kritisk bruddflate som starter på stedet det er ønskelig å vurdere. Deretter er "Plane" benyttet for å beregne den samme bruddflaten for dagen situasjon og etter planlagt utbygging. På denne måten kan samme bruddflate undersøkes for før- og etter-situasjon for å undersøke hvordan den aktuelle bruddflaten påvirkes.

### 8.1 Profil A1-A1

Resultat fra stabilitetsberegningene er vist i tegning 203 og 204 og resultatene er oppsummert i tabell 8.1. I profilet skal det etableres kjøre- og gangvei samt bebyggelse. Etableringen av kjøreveien medfører senking av terrenget og vurderes dermed som et forbedrende tiltak, dvs. at prinsippet om prosentvis forbedring kan legges til grunn for vurdering av nødvendig sikkerhetsfaktor.

De utførte stabilitetsberegninger indikerer at man kan oppnå tilfredsstillende geoteknisk stabilitet av kritiske skjærflater ved å avlaste terrenget langs toppen av ravinen til ca. kote +184,5 samt at terrenget langs veien etableres på kote +186,6 og bygget lengre bak i profilet fundamenteres kompensert. Kompensert fundamentering av bygget kan oppnås ved 3 alternative løsninger:

1. Masseutskifting med lette masser
2. Bygget senkes i kombinasjon med masseutskifting med lette masser
3. Etablere kjeller under bygget, eventuelt i kombinasjon med masseutskifting med lette masser.

Alternativ 2 og 3 vil redusere volumet av lette masser sammenlignet med alternativ 1. Endelig løsning vurderes i forbindelse med detaljprosjekteringen for byggesøknadsprosessen.

Tabell 8.1 Oppsummering sikkerhetsfaktorer profil A1-A1

Beregningsmetode	Dagens situasjon	Etter utbygging	Vurdering
ADP <sup>1</sup>	1,38	1,42	$F_{cu} \geq 1,40$ etter tiltak OK
ADP <sup>2</sup>	1,31	1,34	2,5 % forbedring OK
ADP <sup>3</sup>	1,16	1,25	8 % forbedring OK
ADP <sup>4</sup>	1,14	1,22	7 % forbedring OK
ADP <sup>5</sup>	1,10	1,26	14 % forbedring OK
ADP <sup>6</sup>	1,10	1,23	12 % forbedring OK
AFI <sup>7</sup>	1,48	1,62	$F_{c\phi} \geq 1,25$ OK

ADP:  $F_{cu}$  (udrenert korttidstilstand)

AFI:  $F_{c\phi}$  (drenert langtidstilstand)

Bruddflate 1 – 5: Sammensatte bruddflater

## 8.2 Profil B-B

Resultat fra stabilitetsberegningene er vist i tegning 205 og 206 og resultatene er oppsummert i tabell 8.2. I profilet skal det etableres bebyggelse, felles kjeller, adkomstvei og fortau. Bebyggelse og kjeller etableres ved å grave seg ned til ca. kote +183,5. Dagens terreng i området ligger mellom ca. kote +185 og +187. Det vurderes at utgravingen av masser vil gi en større avlastning enn etablering av bebyggelse, kjeller, adkomstvei og fortau, og dermed at det oppnås ikke forverring av geoteknisk stabilitet.

Videre nordover i faresonen for øvrig vurderes det at aktuelle bruddmekanismer ikke blir påvirket av de planlagte tiltak samt at beregningen i profil B-B for dagens situasjon viser at vi har tilstrekkelig robusthet i dette området.

Tabell 8.2 Oppsummering sikkerhetsfaktorer profil B-B

Beregningsmetode	Dagens situasjon	Etter utbygging	Vurdering
ADP <sup>1</sup>	1,35	1,49	Forbedring ut over $F_{cu} > 1,40$ OK
ADP <sup>2</sup>	1,14	1,29	13 % forbedring OK
ADP <sup>3</sup>	1,23	-	Utenfor influensområdet, $F_{cu} \geq 1,20$ OK
ADP <sup>4</sup>	1,25	1,37	10 % forbedring OK
ADP <sup>5</sup>	1,88	2,45	$F_{cu} \geq 1,61$ OK
ADP <sup>6</sup>	1,22	-	Utenfor influensområdet, $F_{cu} \geq 1,20$ OK
AFI <sup>7</sup>	2,91	-	$F_{c\phi} \geq 1,25$ OK
AFI <sup>8</sup>	1,93	-	Utenfor influensområdet, $F_{c\phi} \geq 1,25$ OK

ADP:  $F_{cu}$  (udrenert korttidstilstand)

AFI:  $F_{c\phi}$  (drenert langtidstilstand)

Bruddflate 1 – 3: Sammensatte bruddflater

Bruddflate 4 – 8: Sirkulærsylindriske bruddflater

## 8.3 Profil C-C

Resultat fra stabilitetsberegningene er vist i tegning 207 og 208 og resultatene er oppsummert i tabell 8.3. I profil C-C skal det etableres rundkjøring og fortau. Stabiliteten for dagens situasjon vurderes som dårlig, og det må gjøres tiltak for å ivareta tilstrekkelig stabilitet i forbindelse med utbyggingen. Ved å senke terrenget ved rundkjøringen til kote +187 samt i tillegg etablere et nivå nede i skråningen på kote +182,5, oppnås tilfredsstillende sikkerhetsfaktor.

PS! Det skal nevnes at det er gjort lite grunnundersøkelser i dette området, og det kan være at man kan redusere løsneområdet og redusere omfang av avlastningstiltak ved å gjøre supplerende grunnundersøkelser inkl. prøvetaking av løsmassene.

Tabell 8.3 Oppsummering sikkerhetsfaktorer profil C-C

Beregningsmetode	Dagens situasjon	Etter utbygging	Vurdering
ADP <sup>1</sup>	1,35	1,54	Forbedring ut over $F_{cu} > 1,40$ OK
ADP <sup>2</sup>	1,20	1,42	Forbedring ut over $F_{cu} > 1,40$ OK
ADP <sup>3</sup>	1,07	1,22	14 % forbedring OK

ADP <sup>4</sup>	1,04	1,22	17 % forbedring OK
ADP <sup>5</sup>	1,00	1,16	16 % forbedring OK
AFI <sup>6</sup>	1,11	1,20	8 % forbedring OK

ADP: Fcu (udrenert korttidstilstand)

AFI: Fcφ (drenert langtidstilstand)

Bruddflate 1 – 4: Sammensatte bruddflater

Bruddflate 5 – 6: Sirkulærsylindriske bruddflater

#### 8.4 Alternativ sikring

Det har i tidligere faser av prosjektet blitt vurdert å etablere motfylling i bunnen av ravinen fremfor å gjøre avlastning av terrenget på toppen av ravinen. Oppdragsgiver opplyser om at dette likevel ikke er aktuelt på grunn av føringer fra offentlige myndigheter.

#### 8.5 Stabilitet øst for grusveg

Terrenget på eiendommene med gnr/bnr 83/24 og 83/43 er planlagt senket. Ifølge mottatte snittegninger skal overkant kjeller i bygningsmassen samt utomhusarealer være på kote +186,5. Eksisterende terreng er opp mot kote +199. Da det er kartlagt en del berg i dagen på disse tomtene vil mest sannsynlig hoveddelen av masseuttaket være i berg. Basert på sonderboringene kan det ikke utelukkes sprøbruddmateriale i borpunkt 3 og 100. Disse punktene ligger nordvest for eiendommen 83/43. Det er dog berg i dagen på høydekulen på sørøstsiden av bekken. Det vurderes dermed ikke å være høydeforskjeller i løsmasser ned mot bekken som kan medføre områdeskred.

Uttak av masser, og spesielt sprenging og uttak av berg, må foregå på en slik måte at man ikke risikerer å forringe stabiliteten ned mot potensiell kvikkleireforekomst langs grusveien. Det vil derfor kunne bli aktuelt å sette krav til rekkefølge på berguttaket for å forhindre at blokker kan gli ut i kvikkleire, samt forsiktig sprenging som dokumenteres med rystelsesmålinger. Dette må vurderes nærmere i samråd med ingeniørgeolog/sprengningsekspert i forbindelse med detaljprosjektering.

## 9 **Konklusjon**

I forbindelse med detaljregulering av tre eiendommer ved Holter sag i Nannestad kommune er det utført grunnundersøkelser. I den forbindelse er det avdekket forekomst av kvikkleire. 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 i forbindelse med utbygging innenfor området definert som en faresone på tegning 202. Stabiliserende tiltak kan utføres på tomtene ved avlastning av områder som angitt på tegning 201. I tillegg må det sikres at det ikke blir økt avrenning av overvann som kan medføre økt erosjon i vassdrag som en følge av prosjektet.

De stabiliserende tiltakene må detaljprosjekteres i forbindelse med byggesøknadsprosess og må være utført før det kan igangsettes annen byggeaktivitet i området definert som en faresone på tegning 202. Etter de stabiliserende tiltakene er utført, vurderes området som egnet for utbygging.



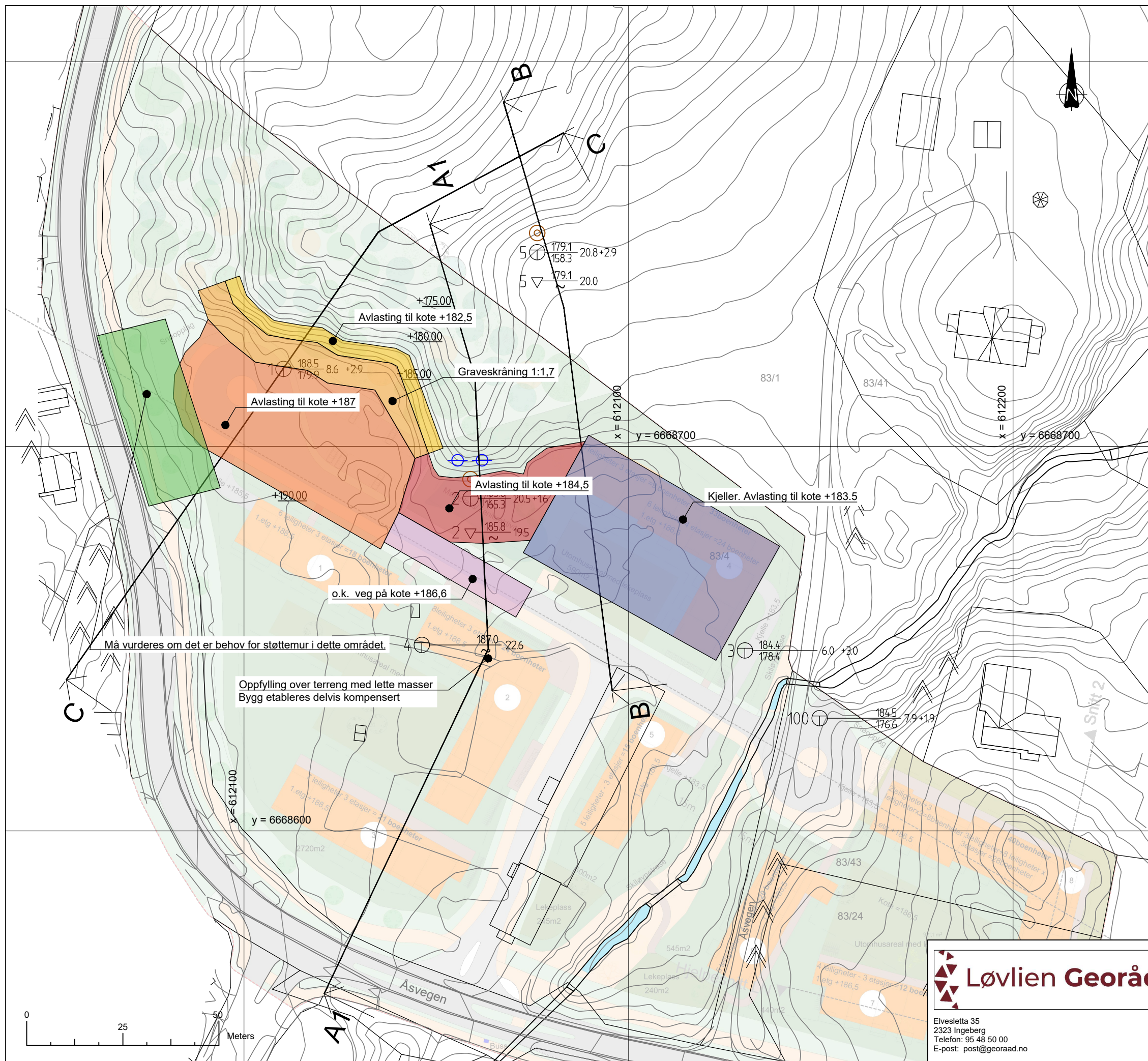
Stabiliserende tiltak som vist på tegning 201 er ikke nødvendig for etablering av bebyggelse og infrastruktur utenfor den kartlagte faresonen.

I forbindelse med utbygging på tomter med gbnr. 83/24 og 83/43 må uttak av masser/berg påregnes gjennomført forsiktig for å ivareta stabiliteten i området der bekken krysser under adkomstveien til eiendom med gbnr. 83/41. Dette må vurderes nærmere i forbindelse med detaljprosjektering for utbygging på ovennevnte eiendommer.

Rapporten er kvalitetssikret av uavhengig foretak iht. retningslinjer i NVEs veileder, viser til kontrollrapport [2].

## 10 Referanser

- [1] NVE, «1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred,» 2020.
- [2] ERA Geo, «23046 - RIG01 Kvalitetssikringsrapport iht. NVEs kvikkleireveileder,» 2023.
- [3] NVE, «NVE Atlas,» 06 Juni 2018. [Internett].
- [4] Løvlien Georåd AS, «Holter sag, Geoteknisk datarapport,» 2018.
- [5] Statens vegvesen Akershus, «C502A Rapport nr.2 Riksveg 120 Eltonåsen - Erpestad - Grunnundersøkelser,» 1990.
- [6] Norges geologiske undersøkelse (NGU), «www.ngu.no,» NGU. [Internett]. [Funnet 06 Juni 2018].
- [7] NVE, «9/2020 Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred,» 2020.
- [8] Statens vegvesen, «N200 Vegbygging,» 2021.
- [9] Statens vegvesen, «Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging,» 2022.
- [10] Norges Geotekniske Forening (NGF), «NGF melding 5: Veiledning for utførelse av trykksondering,» 1982, rev. 3 2010.



**MERKNADER:**


Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

**FORKLARINGER:**

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

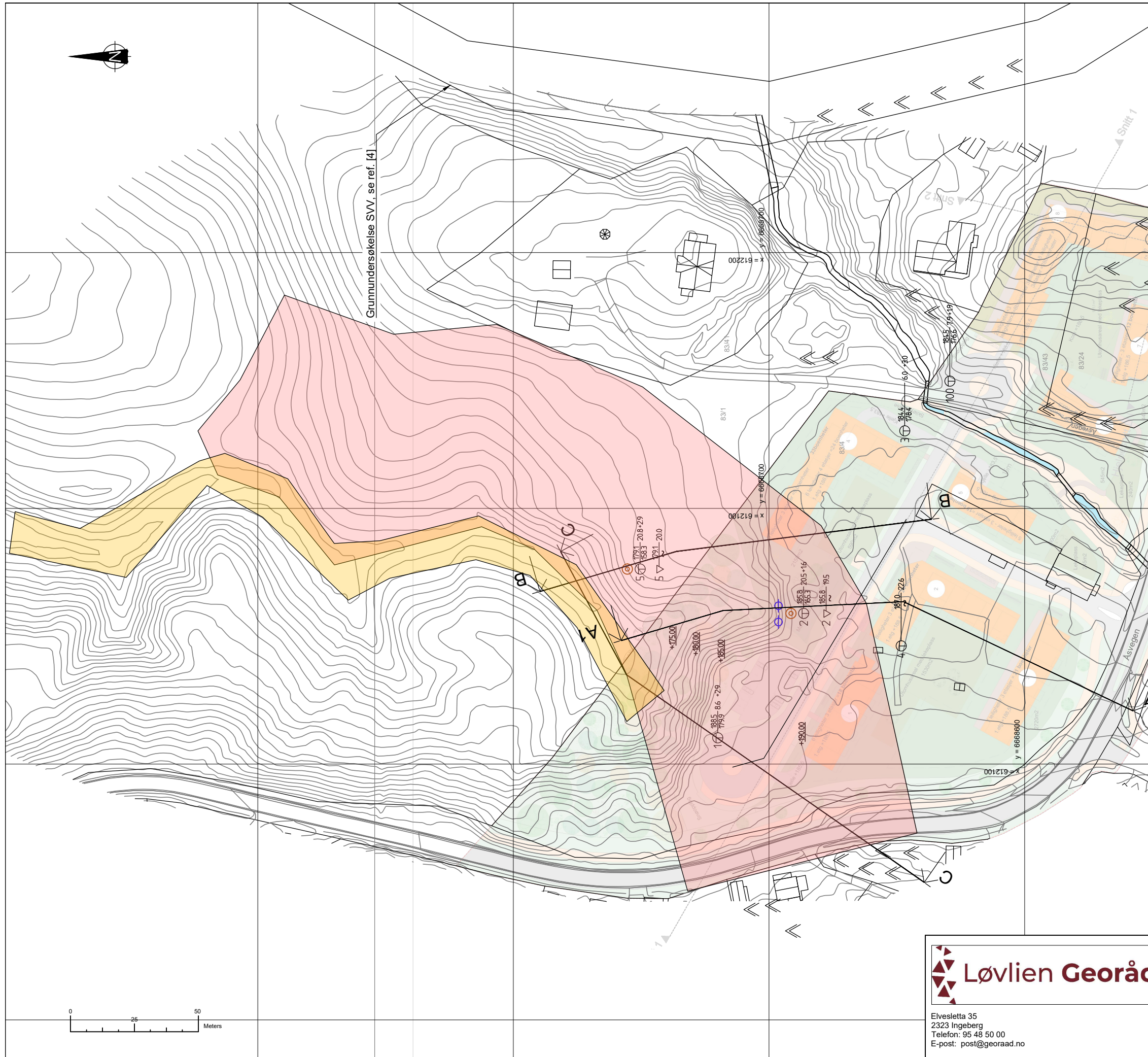
NB! Tiltak må detaljprosjekteres.

03	Revidert etter kommentarer fra UAK	21.02.2023	SKa	MWJ
02	Endret tekst etter tilbakemelding o.giver.	07.02.2023	TIG	SKA
01	Revidert rapport iht. NVE 1/2019	03.02.2023	TIG	SKA
00	Original	08.06.2018	TIG	SKA
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert

		Tegning nr.	201
Tiltakshaver Tenold Boligeiendom AS		Prosjekt nr.	18120
Oppdragsgiver Tenold Boligeiendom AS		Format / Målestokk	A3 / 1:1000
Prosjekt Holter sag		Status	For UAK
Tegningstittel Situasjonsplan med boringer, stab.profiler og tiltak			

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





**MERKNADER:**

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

**FORKLARINGER:**

- PKT.NR. TERRANGNIVA BORDYBDE+BORET I BERG
- TOTALSONDERING BERGNIVA
- PRØVESERIE
- CPTU
- PIEZOMETER
- BERG I DAGEN
  
- Løsneområde kvikkleireskred
- Utløpsområde kvikkleireskred

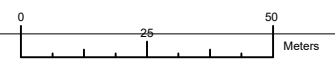
02	Revidert etter kommentarer fra UAK	21.02.2023	SKa	MWJ
01	Revidert rapport iht. NVE 1/2019	03.02.2023	TIG	SKA
00	Original	08.06.2018	TIG	SKA
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert

Tiltakshaver	Tegning nr.
Tenold Boligeiendom AS	202
Oppdragsgiver	Prosjekt nr.
Tenold Boligeiendom AS	18120
Prosjekt	Format / Målestokk
Holter sag	1:1500
Tegningstittel	Status
Situasjonsplan faresone	For UAK



**Løvlien Georåd**

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



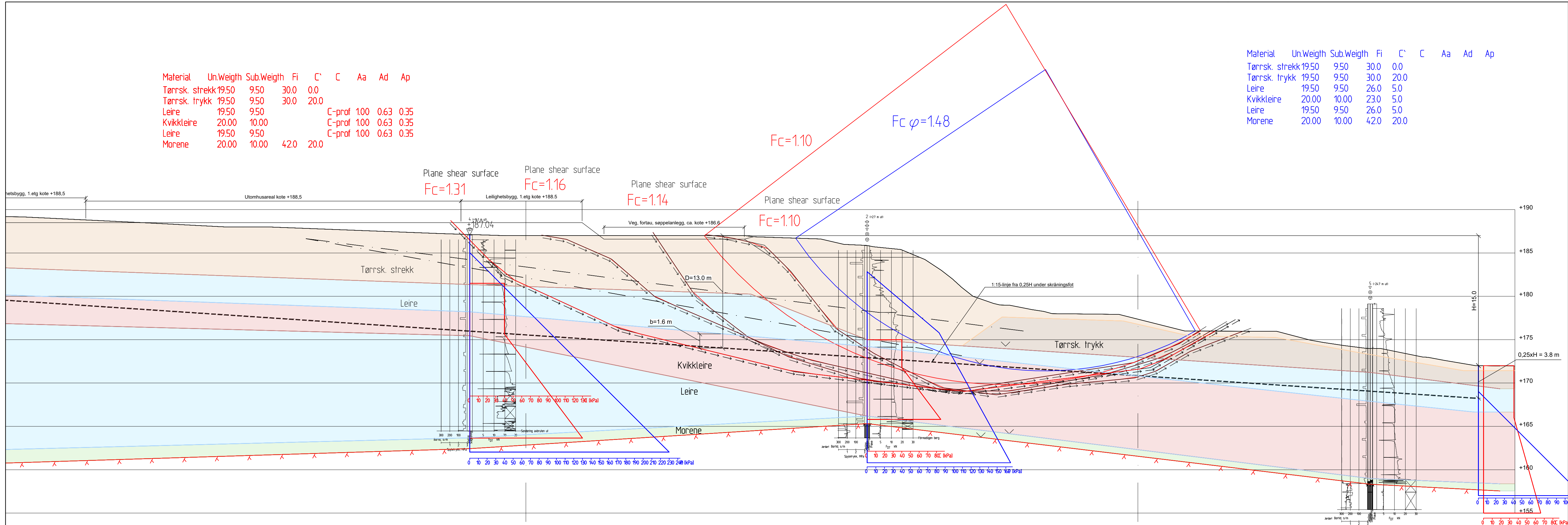
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrsk. strekk	19.50	9.50	30.0	0.0				
Tørrsk. trykk	19.50	9.50	30.0	20.0				
Leire	19.50	9.50		C-prof	1.00	0.63	0.35	
Kvikkleire	20.00	10.00		C-prof	1.00	0.63	0.35	
Leire	19.50	9.50		C-prof	1.00	0.63	0.35	
Morene	20.00	10.00	42.0	20.0				

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrsk. strekk	19.50	9.50	30.0	0.0				
Tørrsk. trykk	19.50	9.50	30.0	20.0				
Leire	19.50	9.50	26.0	5.0				
Kvikkleire	20.00	10.00	23.0	5.0				
Leire	19.50	9.50	26.0	5.0				
Morene	20.00	10.00	42.0	20.0				

**FORKLARINGER:**

Røde glideflater: Udrenert analyser  
 Blå glideflater: Drenerte analyser

- Tørrskorpeleire strekk
- Tørrskorpeleire trykk
- Leire
- Kvikkleire
- Morene



Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
01	Revidert etter kommentarer fra UAK	21.02.23	SKA	MWJ
00	Original	03.03.23	TIG	SKA

Tiltakshaver	Tegning nr.
-	203
Oppdragsgiver	Prosjekt nr.
Tenold Boligeiendom AS	18120
Prosjekt	Format / Målestokk
Holter sag	A3-L / 1:250
Tegningstittel	Status
Profil A1-A1 Dagens situasjon	For UAK





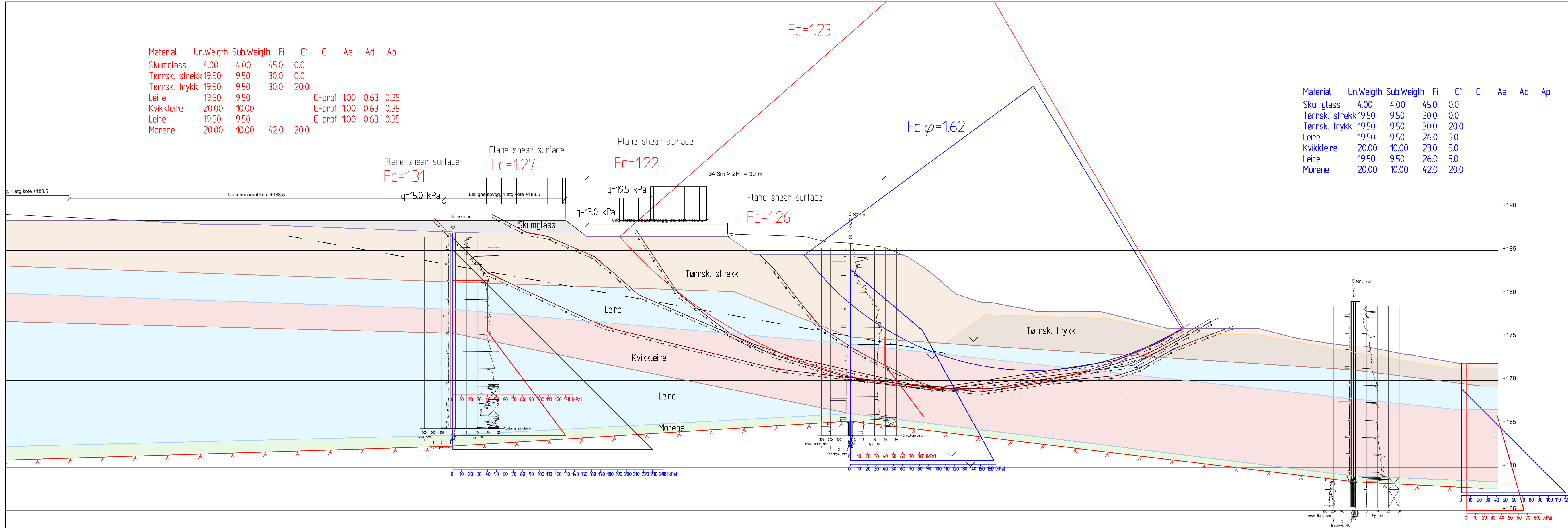
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Skumglass	4.00	4.00	45.0	0.0				
Tørrsk. strekk	19.50	9.50	30.0	0.0				
Tørrsk. trykk	19.50	9.50	30.0	20.0				
Leire	19.50	9.50		C-prof	1.00	0.63	0.35	
Kvikkleire	20.00	10.00		C-prof	1.00	0.63	0.35	
Leire	19.50	9.50		C-prof	1.00	0.63	0.35	
Morene	20.00	10.00	42.0	20.0				

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Skumglass	4.00	4.00	45.0	0.0				
Tørrsk. strekk	19.50	9.50	30.0	0.0				
Tørrsk. trykk	19.50	9.50	30.0	20.0				
Leire	19.50	9.50	26.0	5.0				
Kvikkleire	20.00	10.00	23.0	5.0				
Leire	19.50	9.50	26.0	5.0				
Morene	20.00	10.00	42.0	20.0				

**FORKLARINGER:**

Røde glideflater: Udrenert analyser  
 Blå glideflater: Drenerte analyser

- Tørrskorpeleire strekk
- Tørrskorpeleire trykk
- Leire
- Kvikkleire
- Morene
- Skumglass



Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
01	Revidert etter kommentarer fra UAK	21.02.23	SKa	MWJ
00	Original	03.03.23	TIG	SKA

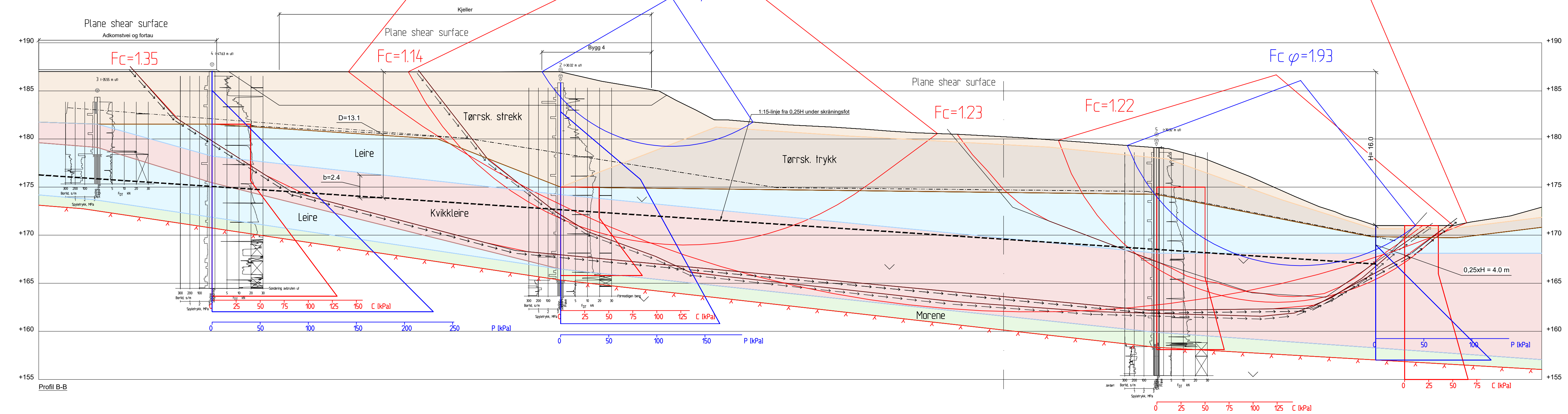
Tiltakshaver	-	Tegning nr.	204
Oppdragsgeber	Tenold Boligeiendom AS	Prosjekt nr.	18120
Prosjekt	Holter sag	Format / Målestokk	A3-L / 1:250
Tegningsstittel	Profil A1-A1 Med bebyggelse og forbedring	Status	For UAK

**Løvlien Georåd**  
 www.georaad.no

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Tørrsk. strekk	19.50	9.50	30.0	0.0				
Tørrsk. trykk	19.50	9.50	30.0	20.0				
Leire	19.50	9.50		C-prof	100	0.63	0.35	
Kvikkleire	20.00	10.00		C-prof	100	0.63	0.35	
Leire	19.50	9.50		C-prof	100	0.63	0.35	
Morene	20.00	10.00	42.0	20.0				

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Tørrsk. strekk	19.50	9.50	30.0	0.0				
Tørrsk. trykk	19.50	9.50	30.0	20.0				
Leire	19.50	9.50	26.0	5.0				
Kvikkleire	20.00	10.00	23.0	5.0				
Leire	19.50	9.50	26.0	5.0				
Morene	20.00	10.00	42.0	20.0				

- FORKLARINGER:**
- Røde glideflater: Udrenert analyser
  - Blå glideflater: Drenerte analyser
  - Tørrskorpeleire strekk
  - Tørrskorpeleire trykk
  - Leire
  - Kvikkleire
  - Morene



Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
03	Revidert etter kommentarer fra UAK	21.02.2023	SKA	MWJ
02	Rev iht. NVE 1/2019	03.02.2023	TIG	SKA
01	Økt egenvekt tørrskorpeleire etter UAK	27.08.2018	TIG	SKA
00	Original	08.06.2018	TIG	SKA



Tiltakshaver	-	Tegning nr.	205
Oppdragsgiver	Tenold Boligeiendom AS	Prosjekt nr.	18120
Prosjekt	Holter sag	Format / Målestokk	A3-L / 1:250
Tegningsstittel	Profil B-B: Dagens situasjon	Status	For UAK

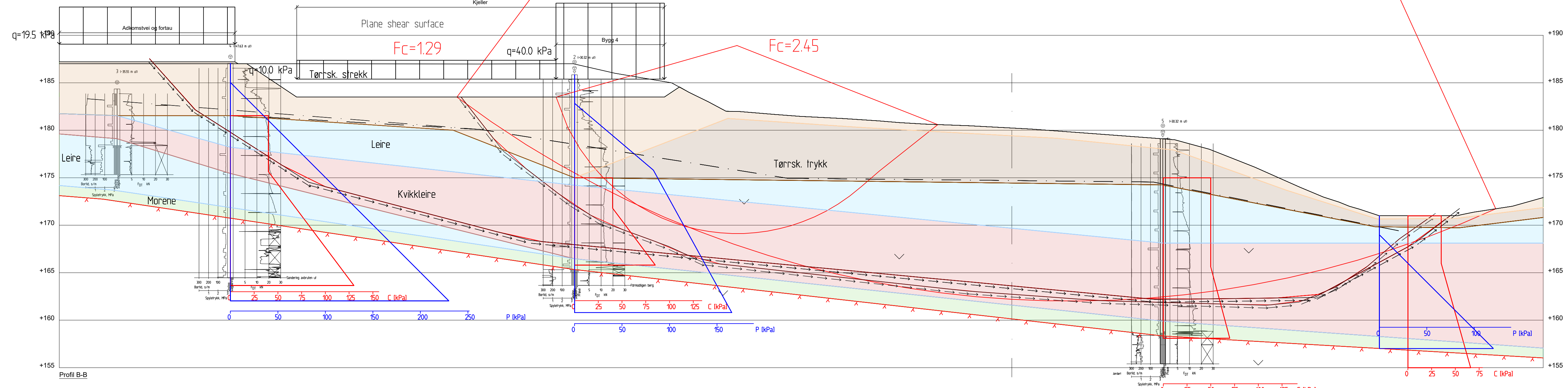
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørnsk. strekk	19.50	9.50	30.0	0.0				
Tørnsk. trykk	19.50	9.50	30.0	20.0				
Leire	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Leire	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.63	0.35
Morene	20.00	10.00	42.0	20.0				

Plane shear surface  
 $F_c=1.49$

$F_c=1.37$

$F_c=1.29$

$F_c=2.45$



**FORKLARINGER:**

Røde glideflater: Udrenert analyser  
 Blå glideflater: Drenerte analyser

- Tørskorpeleire strekk
- Tørskorpeleire trykk
- Leire
- Kvikkleire
- Morene

03	Revidert etter kommentarer fra UAK	21.02.2023	SKA	MWJ
02	Rev iht. NVE 1/2019	03.02.2023	TIG	SKA
01	Økt egenvekt tørskorpeleire etter UAK	27.08.2018	TIG	SKA
00	Original	06.08.2018	TIG	SKA
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert

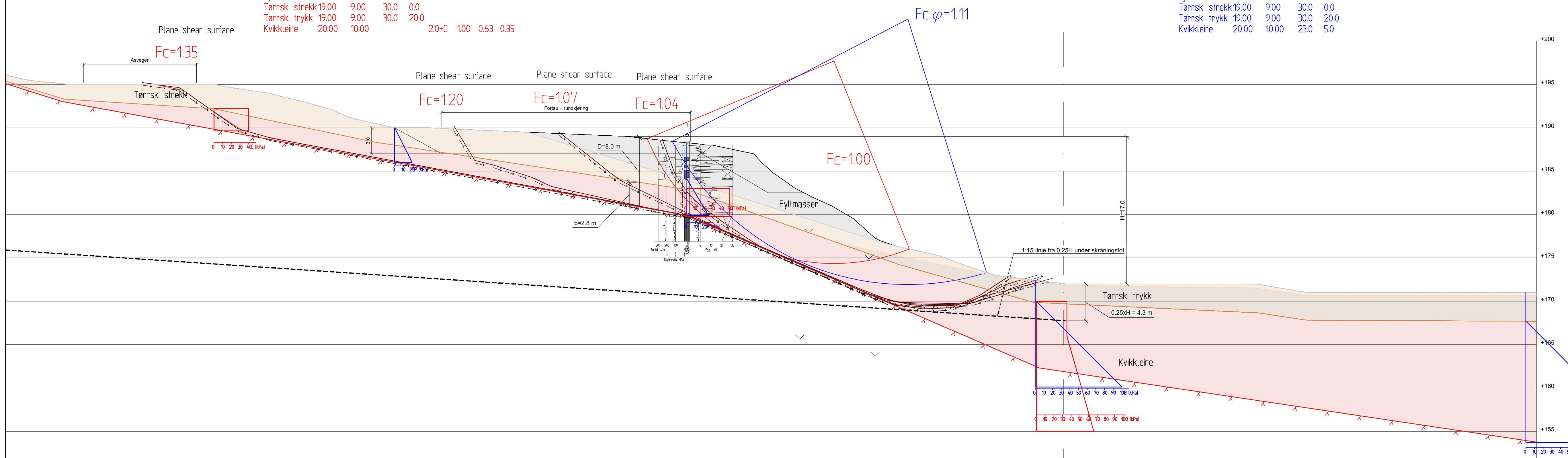
**Løvlien**  
**Georåd**  
 www.georaad.no

Tiltakshaver	-	Tegning nr.	206
Oppdrags giver	Tenold Boligeiendom AS	Prosjekt nr.	18120
Prosjekt	Holder sag	Format / Målestokk	A3-L / 1:250
Tegnings tittel	Profil B-B: Med bebyggelse	Status	For UAK



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.00	9.00	35.0	5.0				
Tørrsk. strekk	19.00	9.00	30.0	0.0				
Tørrsk. trykk	19.00	9.00	30.0	20.0				
Kvikkleire	20.00	10.00			2.0+C	1.00	0.63	0.35

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.00	9.00	35.0	5.0				
Tørrsk. strekk	19.00	9.00	30.0	0.0				
Tørrsk. trykk	19.00	9.00	30.0	20.0				
Kvikkleire	20.00	10.00	23.0	5.0				



**FORKLARINGER:**

Røde glideflater: Udrenert analyser  
 Blå glideflater: Drenerte analyser

- Tørrskorpeleire strekk
- Tørrskorpeleire trykk
- Leire
- Kvikkleire
- Fyllmasser

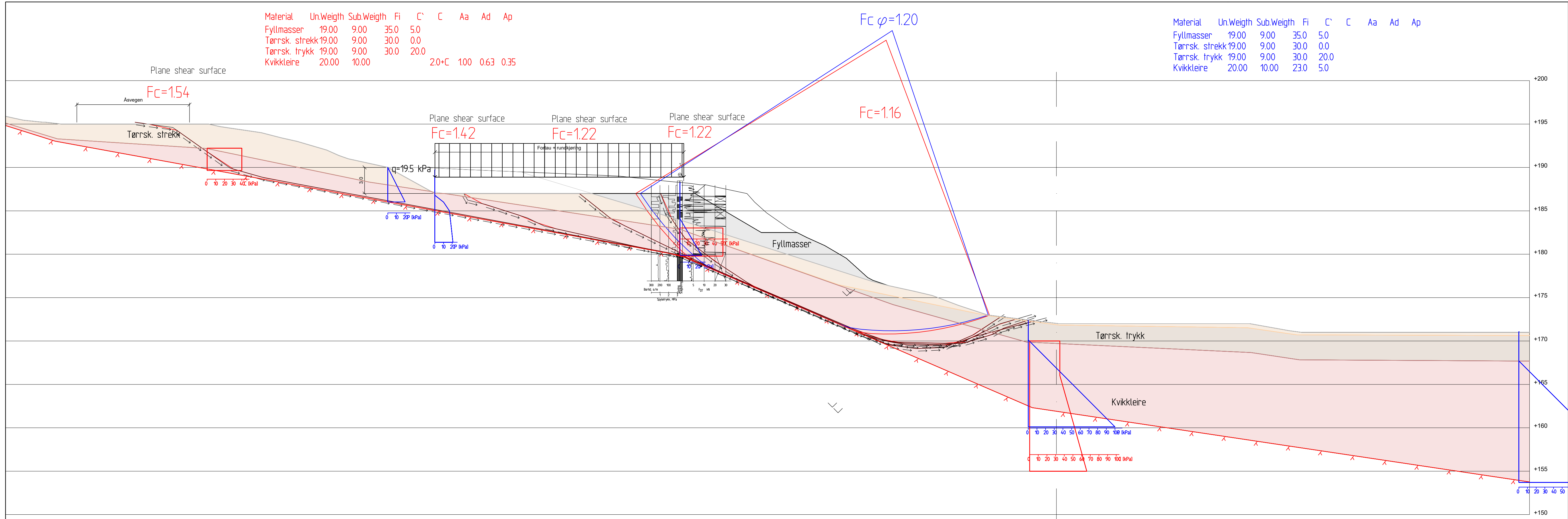
01	Revidert etter kommentarer fra UAK	21.02.23	SKA	MWJ
00	Original	03.03.23	TIG	SKA
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
	Tiltakshaver		Tegning nr.	
	-		207	
	Oppdrags giver		Prosjekt nr.	
	Tenold Boligeiendom AS		18120	
	Prosjekt		Format / Målestokk	
	Holter sag		A3-L / 1:250	
	Tegnings tittel		Status	
	Profil C-C: Dagens situasjon		For UAK	





Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.00	9.00	35.0	5.0				
Tørrsk. strekk	19.00	9.00	30.0	0.0				
Tørrsk. trykk	19.00	9.00	30.0	20.0				
Kvikkleire	20.00	10.00		2.0+C	100	0.63	0.35	

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.00	9.00	35.0	5.0				
Tørrsk. strekk	19.00	9.00	30.0	0.0				
Tørrsk. trykk	19.00	9.00	30.0	20.0				
Kvikkleire	20.00	10.00	23.0	5.0				



**FORKLARINGER:**

Røde glideflater: Udrenert analyser  
 Blå glideflater: Drenerede analyser

- Tørrskorpeleire strekk
- Tørrskorpeleire trykk
- Leire
- Kvikkleire
- Fyllmasser

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
01	Revidert etter kommentarer fra UAK	21.02.23	SKA	MWJ
00	Original	03.03.23	TIG	SKA

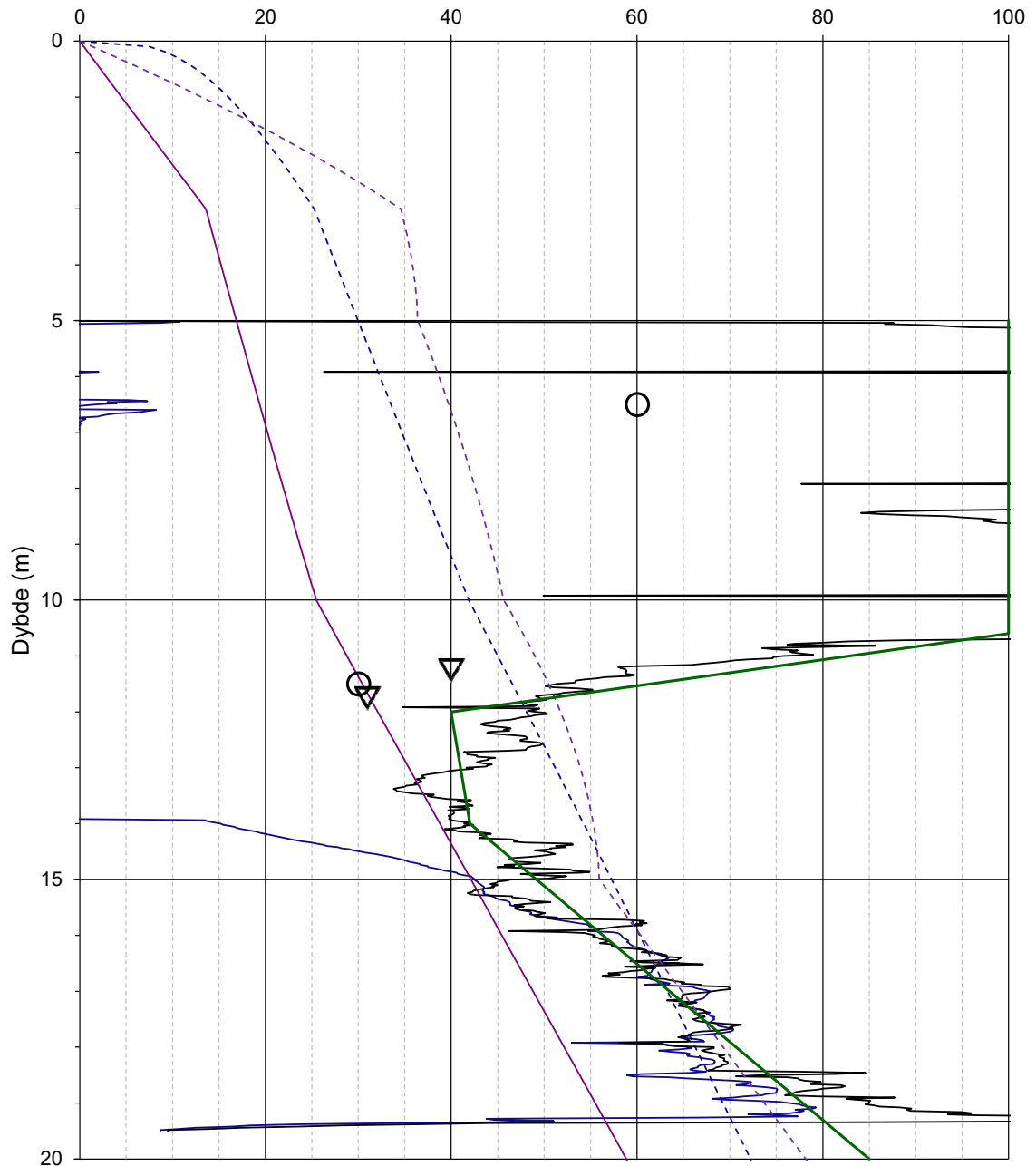
  

Tiltakshaver	-	Tegning nr.	208
Oppdrags giver	Tenold Boligeiendom AS	Prosjekt nr.	18120
Prosjekt	Holter sag	Format / Målestokk	A3-L / 1:250
Tegnings tittel	Profil C-C: Med veg og stabiliserende tiltak	Status	For UAK

**Løvlien Georåd**  
 www.georaad.no

# Udrenert skjærstyrke

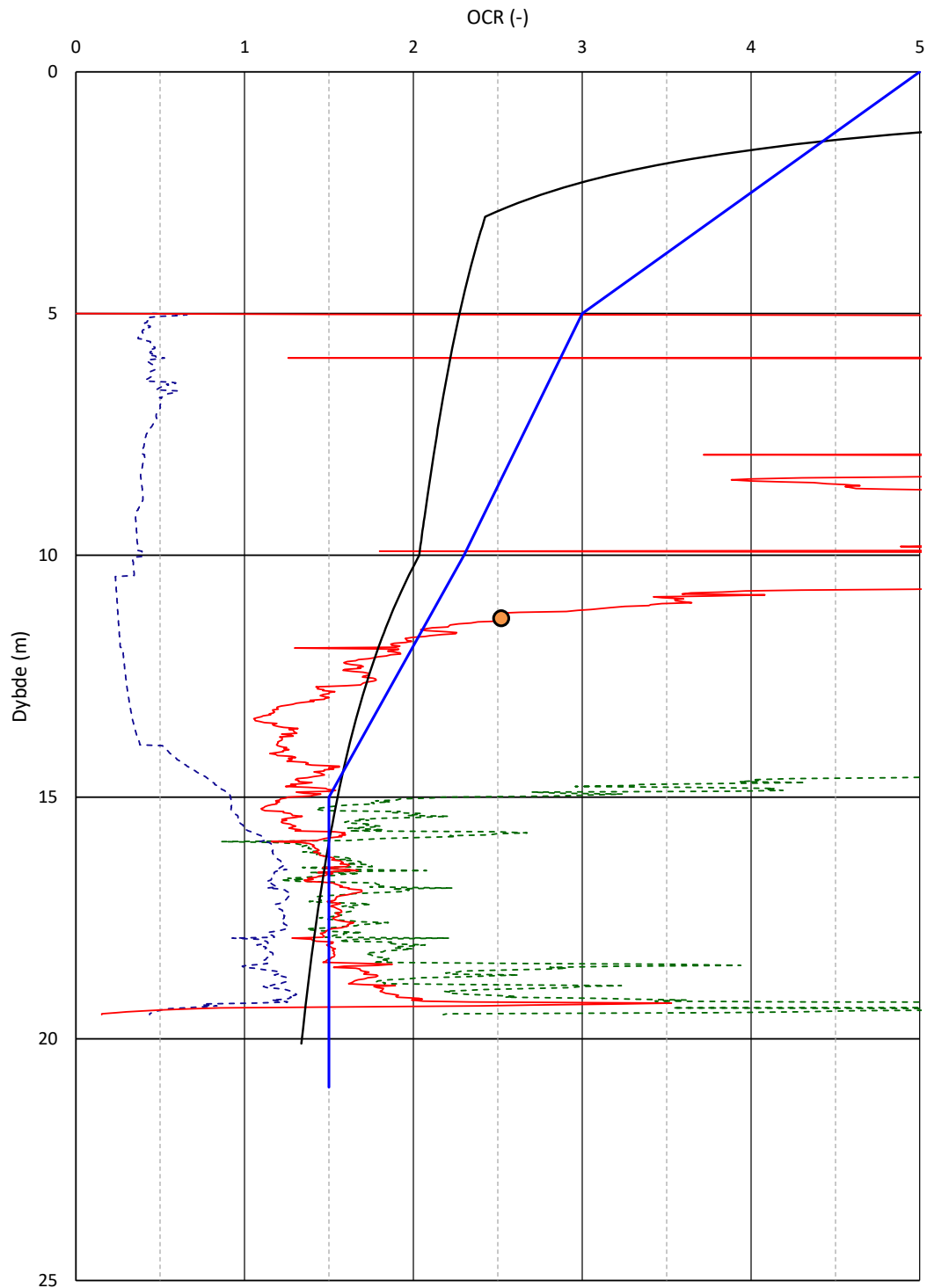
$s_u$  (kPa)



- $s_{u,N\delta u}$  (Karlsrud 2005)
- - -  $s_{uA}$ Shansep: OCR tidligere terreng
- $s_{uA,NC}$
- - - Direkte skjærstyrkeprofil
- Målt fra enaks
- $s_{u,Nkt}$  (Karlsrud 2005)
- - -  $s_{uA}$ Shansep: OCR trend
- Valgt aktivt skjærstyrkeprofil
- ▽ Målt fra konus



Oppdragsgiver Tenold Boligeiendom AS	Prosjekt nr. 18120	Tillegg nr. 1.1
Prosjekt Holter Sag, Nannestad	Dato 20.02.2023	Borpunkt 2
Forklaring Tolkning udrenert skjærstyrke, $s_u$	Ansvarlig SKa	Kontrollert MWJ



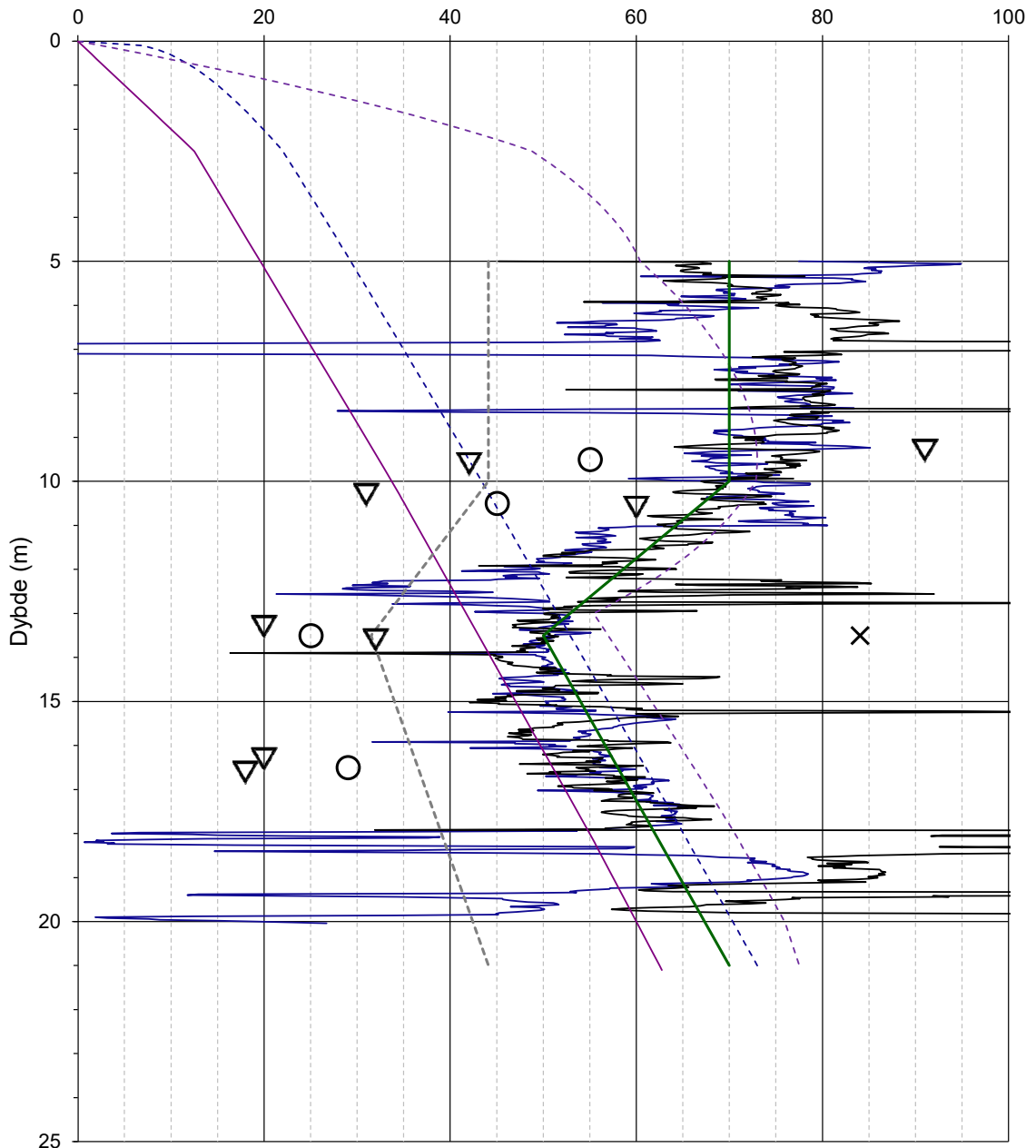
- - - - - OCR Bq (Karlsrud 2005)      - - - - - OCR u (Karlsrud 2005)      - - - - - OCR Qt (Karlsrud 2005)  
 ——— OCR tidligere terreng      ● Målt OCR      ——— OCR trendlinje



Oppdragsgiver Tenold Boligeiendom AS	Prosjekt nr. 18120	Tillegg nr. 1.2
Prosjekt Holter Sag, Nannestad	Dato: 20.02.2023	Borpunkt 2
Forklaring OCR-profil	Ansvarlig SKa	Kontrollert MWJ

# Udrenert skjærstyrke

$s_u$  (kPa)

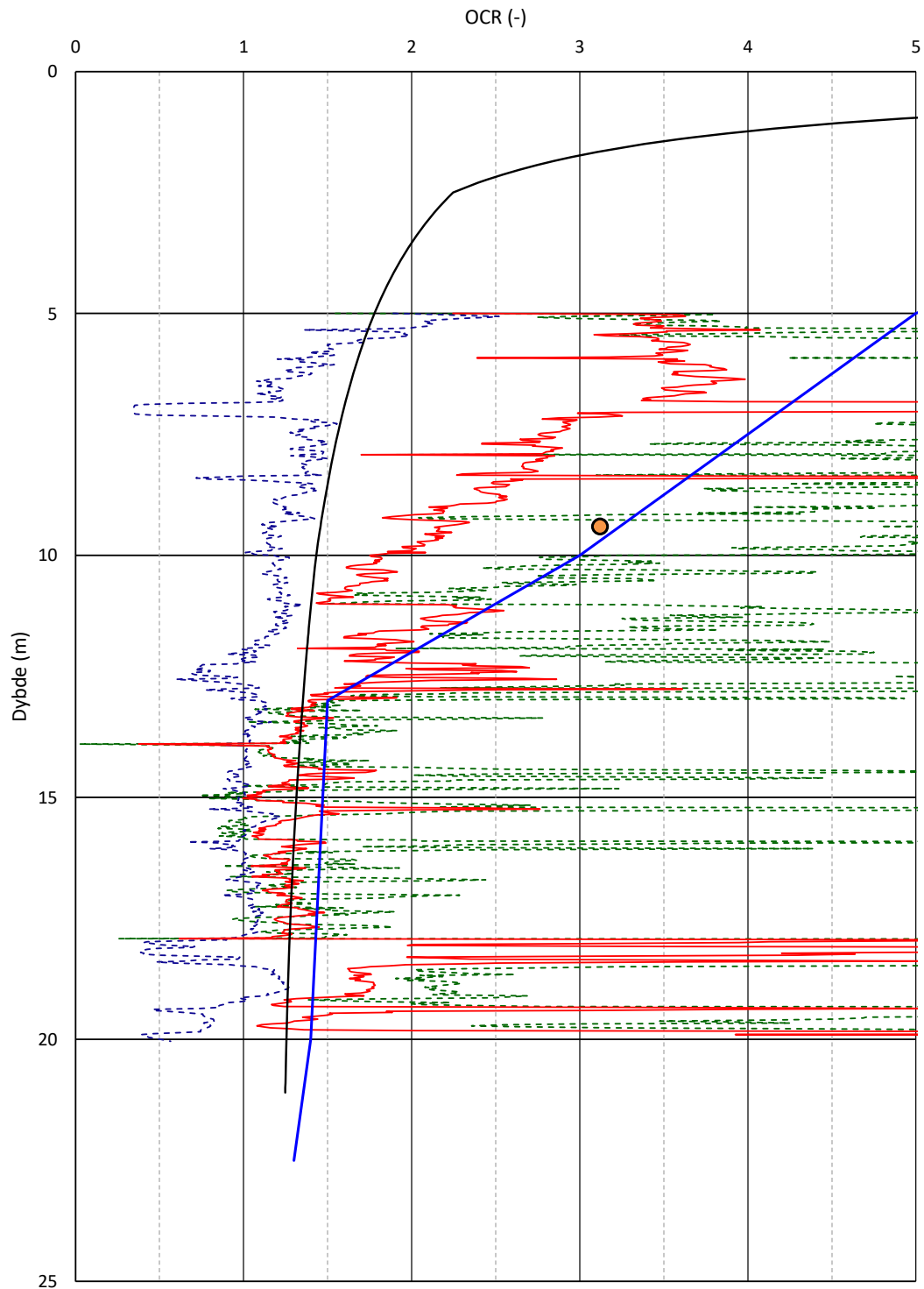


- $s_{u,N\delta u}$  (Karlsruud 2005)
- $s_{u,Nkt}$  (Karlsruud 2005)
- - -  $s_{uA,NC}$
- - -  $s_{uASHansep}$ : OCR tidligere terreng
- - -  $s_{uASHansep}$ : OCR trend
- Valgt aktivt skjærstyrkeprofil
- ▽ Målt fra konus
- Målt fra enaks
- x Målt fra treaks



Oppdragsgiver Tenold Boligeiendom AS	Prosjekt nr. 18120	Tillegg nr. 1.3
Prosjekt Holter Sag, Nannestad	Dato 20.02.23	Borpunkt 5
Forklaring Tolkning udrenert skjærstyrke, $s_u$	Ansvarlig SKa	Kontrollert MWJ

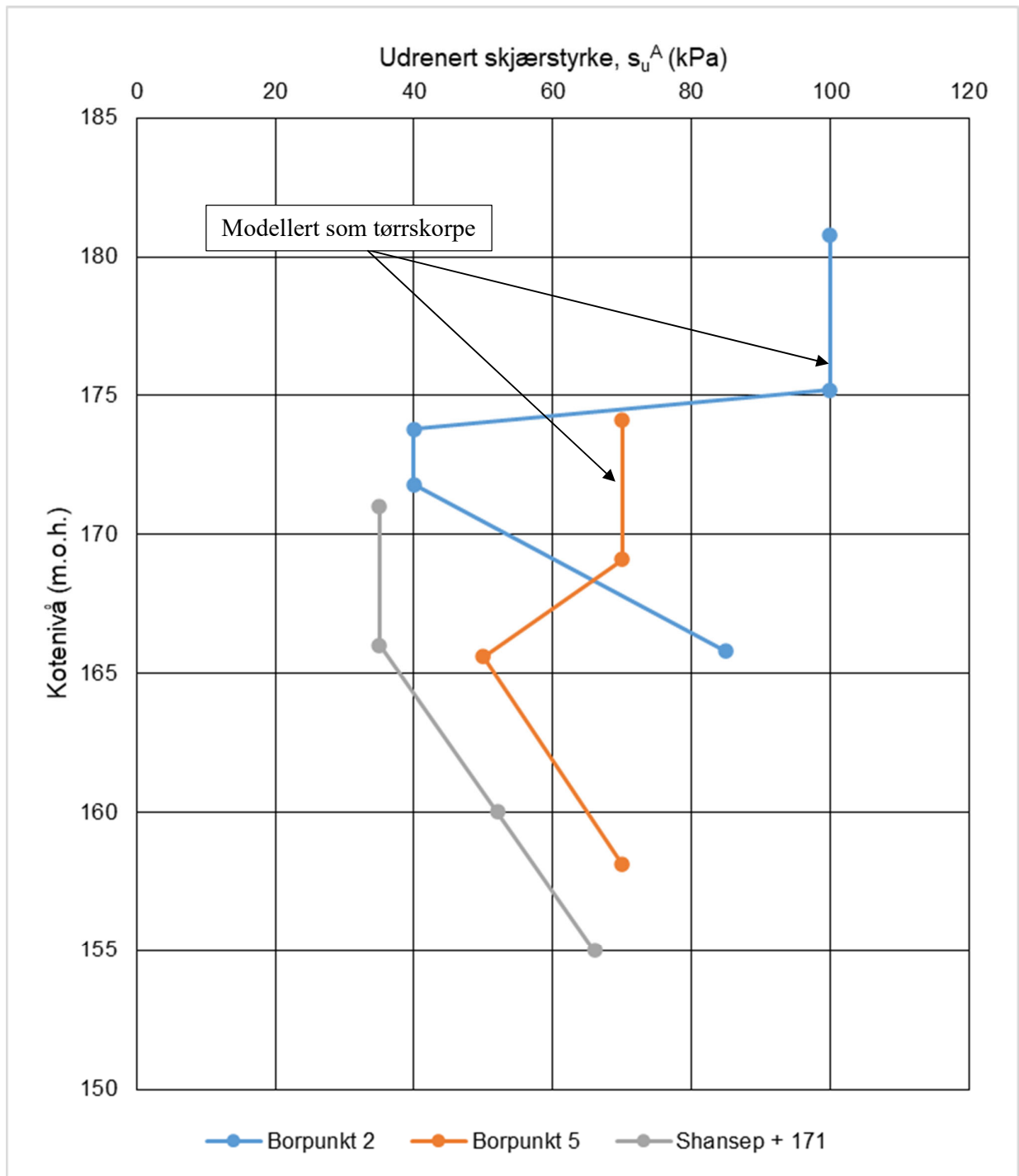




- - - - - OCR Bq (Karlsrud 2005)      - - - - - OCR u (Karlsrud 2005)      ——— OCR Qt (Karlsrud 2005)  
 ——— OCR tidligere terreng      ● Målt OCR      ——— OCR trendlinje



Oppdragsgiver Tenold Boligeiendom AS	Prosjekt nr. 18120	Tillegg nr. 1.4
Prosjekt Holter Sag, Nannestad	Dato: 20.02.23	Borpunkt 5
Forklaring OCR-profiler	Ansvarlig SKa	Kontrollert MWJ



**Løvlien Georåd**

Oppdragsgiver  
Tenold Boligeiendom AS

Prosjekt nr.  
18120

Tillegg nr.  
1.5

Prosjekt  
Holter Sag, Nannestad

Dato  
20.02.2023

Revisjon  
00

Tittel  
Sammenstilling udrenert skjærstyrke

Ansvarlig  
SKa

Kontrollert  
MWJ

## 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>d</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	60,50	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			
Etter			
Nullpunktsforskyvning	-8,4	0,3	-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
1	1	1	1



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

Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tillegg nr.,
Tenold Boligeiendom AS	18120	1.6
Prosjekt	Dato	Borpunkt
Holter Sag, Nannestad	29.05.18	2
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert
Klassifisering av anvendelsesklasse	TIG	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>d</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	45,53	5,00	10,12
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			
Etter			
Nullpunktsforskyvning	-28,9	-0,3	-1,1

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

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

Utstyret tilfredsstillende krav til temperaturfølsomhet for anvendelsesklasse 1.

### Konklusjon:

Anvendelsesklasse	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
1	1	1	1



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

Oppdragsgiver  
Tenold Boligeiendom AS

Prosjekt nr.  
18120

Tillegg nr.  
1.7

Prosjekt  
Holter Sag, Nannestad

Dato  
7.05.2018

Borpunkt  
5

Tittel  
Klassifisering av anvendelsesklasse

Ansvarlig  
TIG

Kontrollert  
SKA



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	0	1	0	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	2	4	>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	1	2	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
<b>Sum</b>			<b>18</b>	45	30	15	0
% av maksimal poengsum:			40 %				
<b>Konsekvensklasse:</b>			<b>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	1	2	2	> 30	20 - 30	15 - 20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	0	2	0	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	>2,0
Poretrykk	-2	3	-6	> +30 > -50	10 - 30 -(20 - 50)	0 - 10 -(0 - 20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	2	4	>H/2	H/2 - H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	3	1	3	>100	30 - 100	20 - 30	<20
Erosjon	1	3	3	Aktiv/glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep	1	3	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
<b>Sum</b>			<b>10</b>	51	34	16	0
% av maksimal poengsum:			20 %				
<b>Faregrad:</b>			<b>Lav faregrad</b>				

<b>Risikoverdi (skadekons. x faregrad):</b>	<b>784</b>	<b>Risikoklasse: 3</b>
Risikoklasse 1	0	170
Risikoklasse 2	171	630
Risikoklasse 3	631	1900
Risikoklasse 4	1901	3200
Risikoklasse 5	3201	10000

Oppdragsgiver	Prosjekt nr.
Tenord Boligelendom AS	18120
Prosjekt	Vedlegg nr.
Holter sag	1
Forklaring	Revisjon
Klassifisering faresone Holter sag Profil A1 (s. 1/TTIG)	02
	Kontrollert
	SKA
	Dato
	31.05.2023
	Ansvarlig
	SKA

### Evaluering av skadekonsekvens

Faktorer	Valgt verdi	Kommentar:
Boligenheter, antall	3	<i>Et skred vurderes å kunne ramme planlagt bygg nr. 1 og deler av planlagt bygg nr. 2 og 4</i>
Næringsbygg, personer	0	
Annen bebyggelse, verdi	0	
Vei, ÅDT	2	<i>I verste fall kan fv. 1603 Åsvegen rammes.</i>
Toglinje, baneprioritet	0	
Kraftnett	0	
Oppdemning, flom	1	

### Evaluering av faregrad

Faktorer	Valgt verdi	Kommentar:
Tidligere skredaktivitet	1	<i>I 2015 var det en mindre utglidning langs fv.1603 Åsvegen</i>
Skråningshøyde, meter	1	<i>Måler akkurat 15,0 m i profilet</i>
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	0	<i>Det utført to ødometerforsøk på prøver fra tomten ved profilet. Forsøkene antyder OCR &gt; 2 i relevante dybder.</i>
Poretrykk	-2	<i>Det er utført poretrykksmåling i to dybder i profilet. Målingene indikerer poretrykksøkning betydelig lavere enn hydrostatisk.</i>
Kvikkleiremektighet	2	<i>Kvikkleiremektighet ved topp skråning til 1,5H: <math>6,3 \text{ m} / 22,5 \text{ m} = 0,28</math>.</i>
Sensitivitet	3	<i>Største registrerte sensitivitet er 467</i>
Erosjon	1	<i>Det er ikke observert erosjon ved befaring. Legger likevel inn lite for å hensynta utilsiktet økt tilførsel av vann.</i>
Inngrep	1	<i>Ifølge flyfoto fra 1969 kan det være fylt ut med noe masser ved skråningstopp</i>

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	0	1	0	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	2	4	>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	1	2	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
<b>Sum</b>			<b>18</b>	45	30	15	0
% av maksimal poengsum:			40 %				
<b>Konsekvensklasse:</b>			<b>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	1	2	2	> 30	20 - 30	15 - 20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	0	2	0	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	>2,0
Poretrykk	-2	3	-6	> +30 > -50	10 - 30 -(20 - 50)	0 - 10 -(0 - 20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	2	4	>H/2	H/2 - H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	3	1	3	>100	30 - 100	20 - 30	<20
Erosjon	1	3	3	Aktiv/glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep	1	3	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
<b>Sum</b>			<b>10</b>	51	34	16	0
% av maksimal poengsum:			20 %				
<b>Faregrad:</b>			<b>Lav faregrad</b>				

<b>Risikoverdi (skadekons. x faregrad):</b>	<b>784</b>	<b>Risikoklasse: 3</b>
Risikoklasse 1	0	170
Risikoklasse 2	171	630
Risikoklasse 3	631	1900
Risikoklasse 4	1901	3200
Risikoklasse 5	3201	10000

Oppdragsleder	Tenold Boligelendom AS	Prosjekt nr.	18120
	Prosjekt	Dato	31.05.2023
Forklaring	Holter sag	Ansvarlig	TTIG
	Holter sag	Revisjon	02
Klassifisering faresone Holter sag Profil B (s. 1/2)		Kontrollert	SKA
		Vedlegg nr.	2

### Evaluering av skadekonsekvens

Faktorer	Valgt verdi	Kommentar:
Boligenheter, antall	3	<i>Et skred vurderes å kunne ramme planlagt bygg nr. 1 og deler av planlagt bygg nr. 2 og 4</i>
Næringsbygg, personer	0	
Annen bebyggelse, verdi	0	
Vei, ÅDT	2	<i>I verste fall kan fv. 1603 Åsvegen rammes.</i>
Toglinje, baneprioritet	0	
Kraftnett	0	
Oppdemning, flom	1	

### Evaluering av faregrad

Faktorer	Valgt verdi	Kommentar:
Tidligere skredaktivitet	1	<i>I 2015 var det en mindre utglidning langs fv.1603 Åsvegen</i>
Skråningshøyde, meter	1	<i>16 m</i>
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	0	<i>Det utført to ødometerforsøk på prøver fra tomten ved profilet. Forsøkene antyder OCR &gt; 2 i relevante dybder.</i>
Poretrykk	-2	<i>Det er utført poretrykksmåling i to dybder i profilet. Målingene indikerer poretrykksøkning betydelig lavere enn hydrostatisk.</i>
Kvikkleiremektighet	2	<i>Ved topp skråning er det &lt;1,5H til berg. Vurderer relativ kvikkleiremektighet til: 7 m / 20,8 m = 0,34.</i>
Sensitivitet	3	<i>Største registrerte sensitivitet er 467</i>
Erosjon	1	<i>Det er ikke observert erosjon ved befaring. Legger likevel inn lite for å hensynta utilsiktet økt tilførsel av vann.</i>
Inngrep	1	<i>Ifølge flyfoto fra 1969 og 2003 kan det være fylt ut med noe masser ved skråningstopp</i>

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	0	1	0	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	2	4	>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	1	2	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
<b>Sum</b>			<b>18</b>	45	30	15	0
% av maksimal poengsum:			40 %				
<b>Konsekvensklasse:</b>			<b>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	1	2	2	> 30	20 - 30	15 - 20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	0	2	0	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	>2,0
Poretrykk	-2	3	-6	> +30 > -50	10 - 30 -(20 - 50)	0 - 10 -(0 - 20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	2	4	>H/2	H/2 - H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	2	1	2	>100	30 - 100	20 - 30	<20
Erosjon	1	3	3	Aktiv/glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep	3	3	9	Stor	Noe	Liten	Ingen
<b>Sum</b>			<b>15</b>	51	34	16	0
% av maksimal poengsum:			29 %				
<b>Faregrad:</b>			<b>Lav faregrad</b>				

<b>Risikoverdi (skadekons. x faregrad):</b>	<b>1 176</b>	<b>Risikoklasse: 3</b>
Risikoklasse 1	0	170
Risikoklasse 2	171	630
Risikoklasse 3	631	1900
Risikoklasse 4	1901	3200
Risikoklasse 5	3201	10000

Oppdragsgiver	Tenord	Boligelendom AS
	Prosjekt nr.	18120
Holter sag	Dato	31.05.2023
	Revisjon	02
Forklaring	Ansvarlig	TTIG
	Kontrollert	SKA



### Evaluering av skadekonsekvens

Faktorer	Valgt verdi	Kommentar:
Boligenheter, antall	3	<i>Et skred vurderes å kunne ramme planlagt bygg nr. 1 og deler av planlagt bygg nr. 2 og 4</i>
Næringsbygg, personer	0	
Annen bebyggelse, verdi	0	
Vei, ÅDT	2	<i>I verste fall kan fv. 1603 Åsvegen rammes.</i>
Toglinje, baneprioritet	0	
Kraftnett	0	
Oppdemning, flom	1	

### Evaluering av faregrad

Faktorer	Valgt verdi	Kommentar:
Tidligere skredaktivitet	1	<i>I 2015 var det en mindre utglidning langs fv.1603 Åsvegen</i>
Skråningshøyde, meter	1	<i>Vurdert til 17 m</i>
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	0	<i>Det utført to ødometerforsøk på prøver fra tomten ved profilet. Forsøkene antyder OCR &gt; 2 i relevante dybder.</i>
Poretrykk	-2	<i>Det er utført poretrykksmåling i to dybder ca. 60 m øst for profilet. Målingene indikerer poretrykksøkning betydelig lavere enn hydrostatisk.</i>
Kvikkleiremektighet	2	<i>Ved topp skråning er det &lt;1,5H til berg. Vurderer relativ kvikkleiremektighet til: 2,6 m / 8,6 m = 0,30.</i>
Sensitivitet	2	<i>Virker lite sannsynlig at det er svært sensitiv kvikkleire i og med at det er liten dybde til berg. Velger derfor score 2.</i>
Erosjon	1	<i>Det er ikke observert erosjon ved befaring. Legger likevel inn lite for å hensynta utilsiktet økt tilførsel av vann.</i>
Inngrep	3	<i>Basert på grunnundersøkelser samt flyfoto fra 1969 virker det å være fylt ut med ca. 5 m masser ved skråningstopp.</i>