



# GEOTEKNISK RAPPORT

Vurdering av områdestabilitet



## Dato

07.09.2022

## Oppdragsgiver

Grepperud Boligutvikling AS

## Prosjekt

Engeråsveien, gnr./bnr. 57/19, i Aurskog-  
Høland kommune

## Prosjektnummer

50173-02-R

<b>RAPPORT NR.: 2</b>	<b>VÅR REF.: 50173-02-R</b>	<b>REV. NR.: 1</b>
<b>OPPDRAG</b>	Engeråsveien, gnr./bnr. 57/19, i Aurskog-Høland kommune	
<b>EMNE</b>	Vurdering av områdestabilitet	
<b>REVISJON</b>	0 – 16.08.22 1 – 07.09.22	
<b>TILTAKSKLASSE GEO</b>	1, iht. SAK10 §9-4	
<b>TILTAKSKATEGORI NVE</b>	K4	
<b>OPPDRAGSGIVER</b>	Grepperud Boligutvikling AS	<b>Sign.</b>
<b>UTARBEIDET AV</b>	Espen Kultorp v/ Romerike Geoteknikk AS	Geotekniker / M.Sc. EK
<b>GEOTEKNIKER / M.SC.</b>	Carsten Hauser v/ Romerike Geoteknikk AS	Senior geotekniker / Dr.-Ing. CH

## SAMMENDRAG

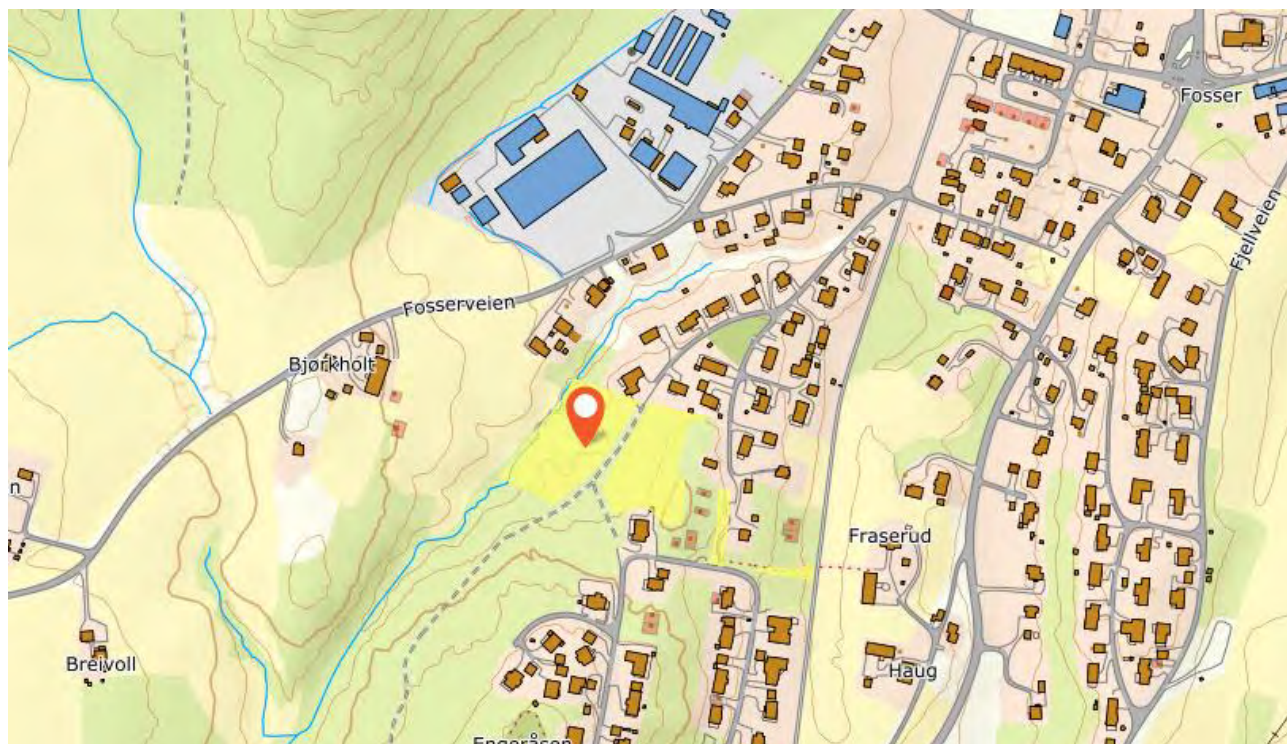
Foreliggende rapport inneholder vurderinger iht. TEK17 §7-3 *Sikkerhet mot skred*, dvs. en utredning av områdestabilitet iht. NVE-veileder 1/2019 [1].

**Planlagte tiltak på eiendommen gnr./bnr. 57/19 er gjennomførbare ift. områdestabilitet såfremt del av bekkeløp v/tomtegrense erosjonssikres.**

Foreliggende rapport må kvalitetssikres av uavhengig foretak iht. NVE-veilederen [1].

Ved eventuelle endringer i planlagt utforming av bebyggelse, bør disse fremlegges geotekniker for å avgjøre om den geotekniske vurderingen fortsatt er gjeldende.

Endringer fra rev.0 til rev.1 er oppdatering/gjennomgang av kapitler og beregninger ifm. med innsendingen av nye tegninger av planlagt tiltak.



Figur 0: Topografi og bebyggelse rundt tiltaksområdet, gnr./bnr. 57/19 i Aurskog-Høland kommune. Tomta er markert (kilde: norgeskart.no)

---

## Innholdsfortegnelse

Tegninger og vedlegg .....	3
1. Innledning/orientering .....	4
2. Områdebeskrivelse .....	6
3. Krav til sikkerhet for områdestabilitet iht. NVE-veileder 1/2019 .....	10
3.1 Generelt .....	10
3.2 Tiltakskategori .....	10
3.3 Faregradsklasse .....	10
3.4 Krav til sikkerhet .....	11
4. Foreliggende informasjon om grunnforhold .....	12
5. Feltundersøkelser .....	14
5.1 Generelt .....	14
5.2 Befaring v/tiltaksområdet .....	14
5.3 Grunnboringer .....	16
5.4 Laboratorieundersøkelser .....	16
5.5 Lagdeling .....	16
5.6 Grunnvann .....	18
5.7 Seismisk grunntype .....	18
6. Jordparametere .....	19
6.1 Styrkeparametere .....	19
6.2 Setningsparametere .....	19
7. Vurdering av områdestabilitet iht. NVE-veileder 1/2019 .....	20
7.1 Generelt .....	20
7.2 Terrenganalyse .....	20
7.3 Stabilitetsberegninger .....	21
8. Erosjonssikring .....	23
9. Krav til utførelse/SAK10-kontroll .....	25
10. Videre prosjektering .....	25
11. Konkusjon .....	25
12. Referanser .....	26

---

## Tegninger og vedlegg

Tegning V01: Oversiktstegning

Tegning V03-01: Stabilitetsberegning Snitt A-A etter tiltak

Tegning V03-02: Stabilitetsberegning Snitt B-B etter tiltak

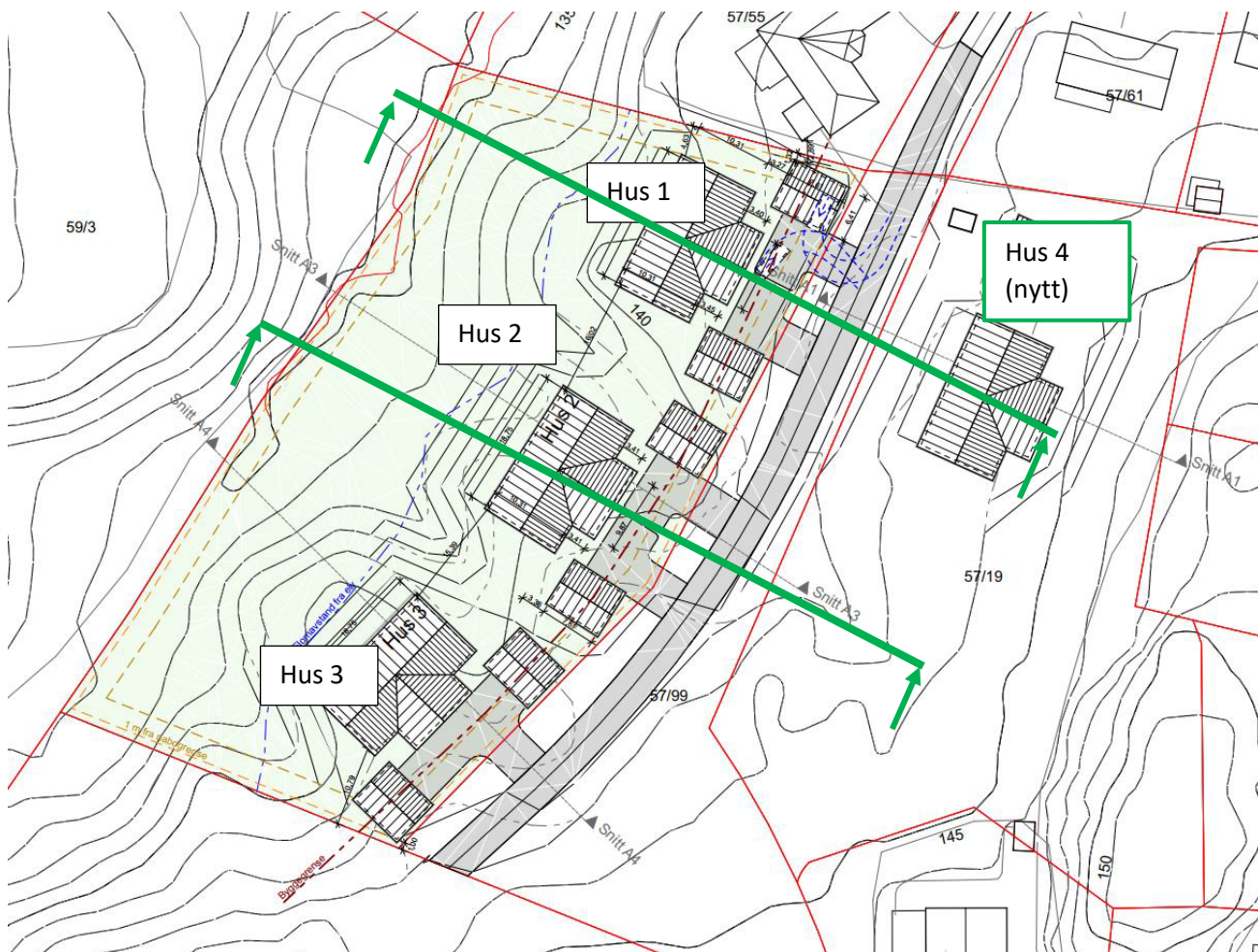
Tegning V03-03: Stabilitetsberegning Snitt C-C

Vedlegg 1: Tolkning av aktiv udrenert skjærstyrke,  $su_A$

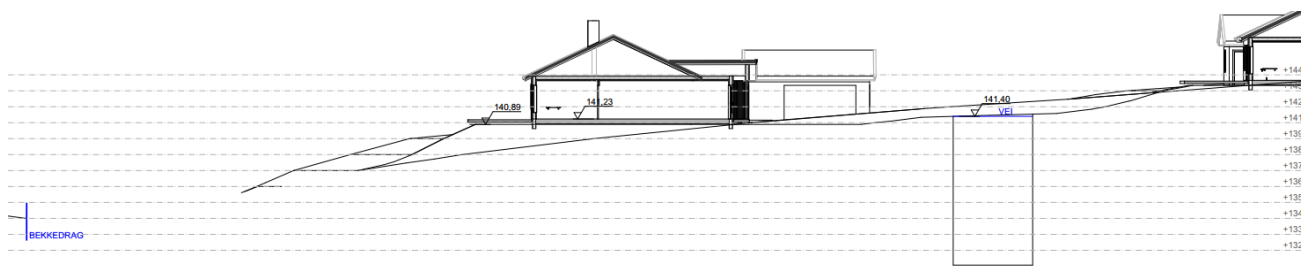
Vedlegg 2: Tolkning av drenert skjærstyrke,  $a\text{-}\phi$

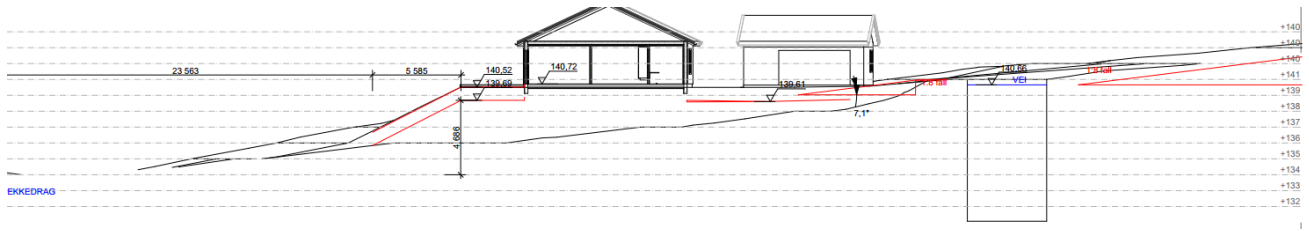
## 1. Innledning/orientering

Romerike Geoteknikk AS (RGT) har fått i oppdrag av Grepperud Boligutvikling AS å utføre geotekniske vurderinger mtp. områdestabilitet ifm. utbygging i Engeråsveien, gnr./bnr. 57/19, i Aurskog-Høland kommune, jf. Figur 0. Det er planlagt oppføring av 4 tomannsboliger m/garasjer (en ny tomannsbolig er lagt til i rev.1 øst for vei) og tilhørende infrastruktur slik som vist på Figur 1 m/tilhørende snitt (markert i grønt på Figur 1) på Figur 2.



Figur 1: Plassering av tiltak. I rev.1 er det lagt til en ny tomannsbolig (Hus 4) øst for vei [2]





Figur 2: Snitt av planlagt tiltak fra Figur 1 (markert i grønt). Øverst: Snitt A Hus 1. Nederst: Snitt A Hus 2 [3]

Målet med denne geotekniske vurderingen er å dokumentere tilstrekkelig sikkerhet mot skred iht. TEK17 §7-3 Sikkerhet mot skred, dvs. en utredning av **områdestabilitet** iht. NVE-veileder 1/2019 [1].

## 2. Områdebeskrivelse

Tiltaksområdet består av to deler lokalisert øst og vest for Engeråsveien (gnr./bnr. 57/19) slik som vist på Figur 3. Denne rapporten omhandler disse to delene som ett enkelt område.

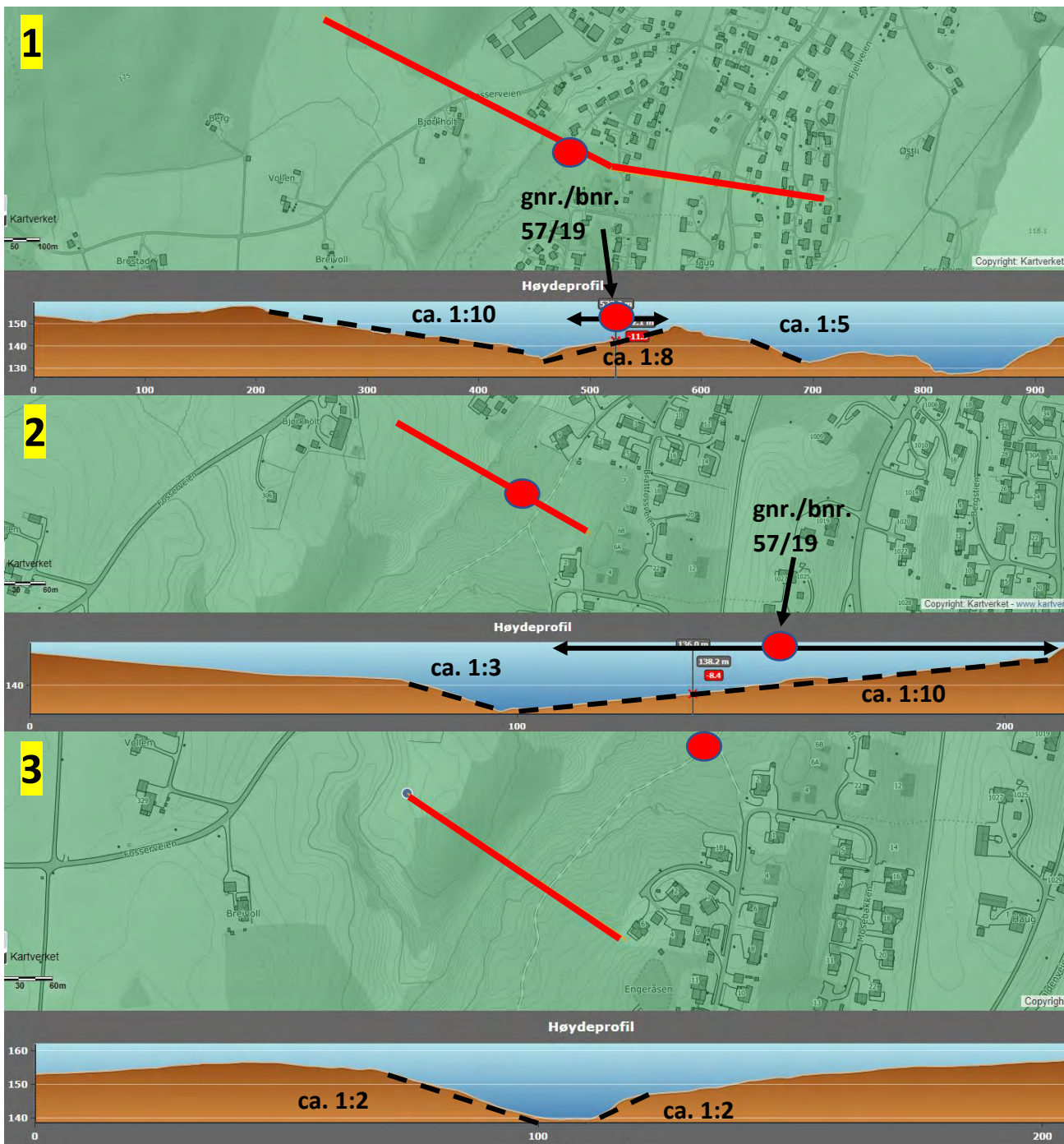
Tiltaksområdet er plassert på en slak helning med laveste punkt i en ravinedal i nordvest på ca. kote +135 moh. til høyeste punkt på +145 moh. i øst, og består av småkupert terreng og bebyggelse, samt fjellet Ormåsen på kote +190 moh. ca. 400 nordvest for tiltaksområdet.



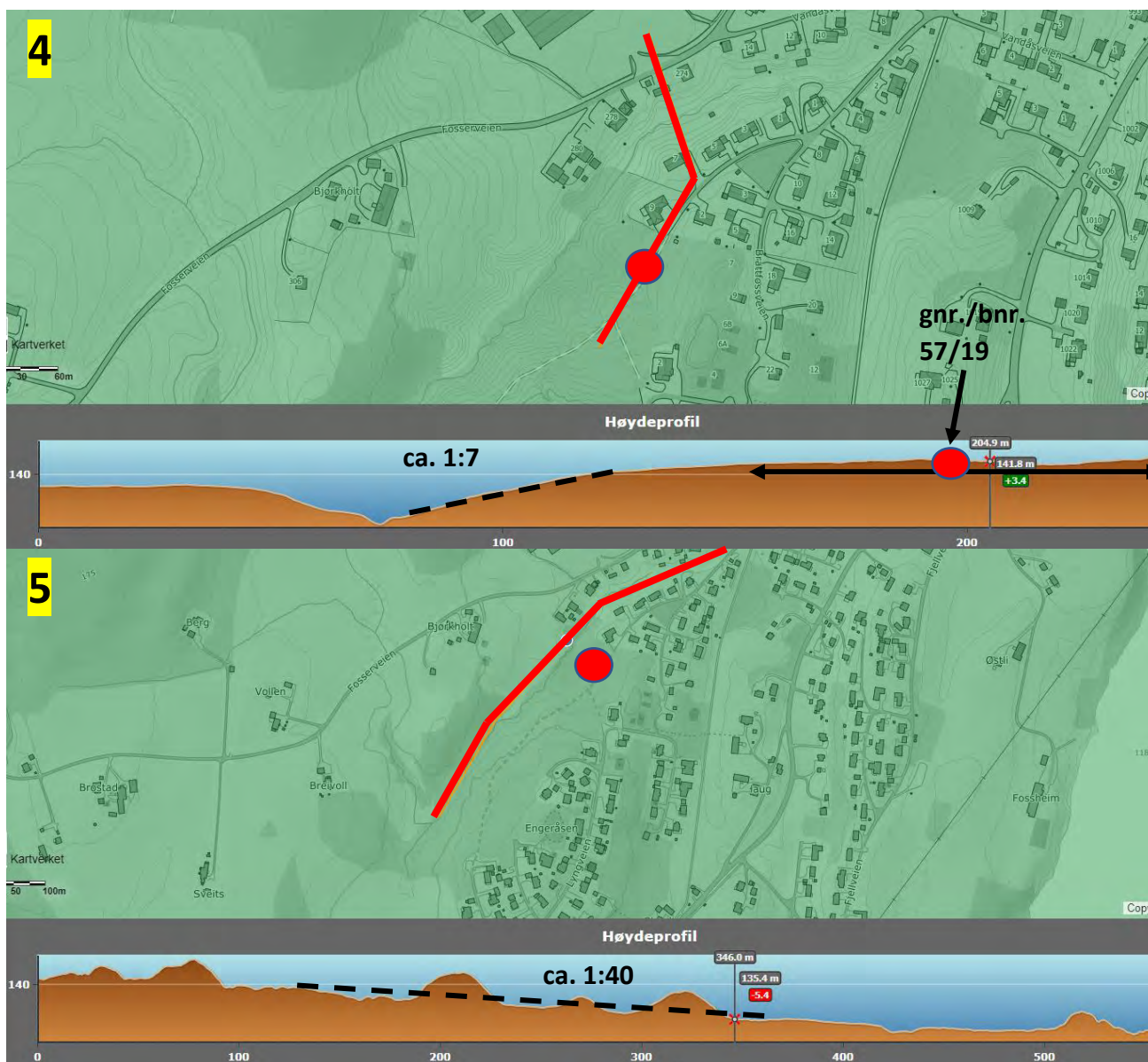
Figur 3: Flybilde av området rundt gnr./bnr. 57/19 i Aurskog-Høland kommune. Tomta er markert (kilde: Norgeskart)

Terrenget har følgende helninger, jf. Figur 4:

1. Profil av terreng fra fjell (Ormåsen) i nordvest gjennom tomt i østlig retning med ulike helninger til bebyggelse i øst
2. Nærbilde av skråning gjennom tomt vist i (1) med en helning fra vest for bekk på ca. 1:3 med en høydeforskjell på 6 m. Helning på tomt er på ca. 1:10. Høydeforskjellen på tiltaksområdet er ca. 10 m
3. Profil av bratteste skråning i ravine sør for tomt med helninger på ca. 1:2 på begge sider av bekk.
4. Profil mot nordøst gjennom tomt, for deretter å dreie nordvest gjennom dalbunn nord-nordøst for tomt. Høydeforskjellen fra dalbunn til tiltaksområdet er ca. 7 m
5. Profil langs bekk ved tomtegrense i vest fra sør mot nord, som viser at terreng synker fra sør mot nord med ca. 1:40. Den totale høydeforskjellen for hele profilen er ca. 7 m







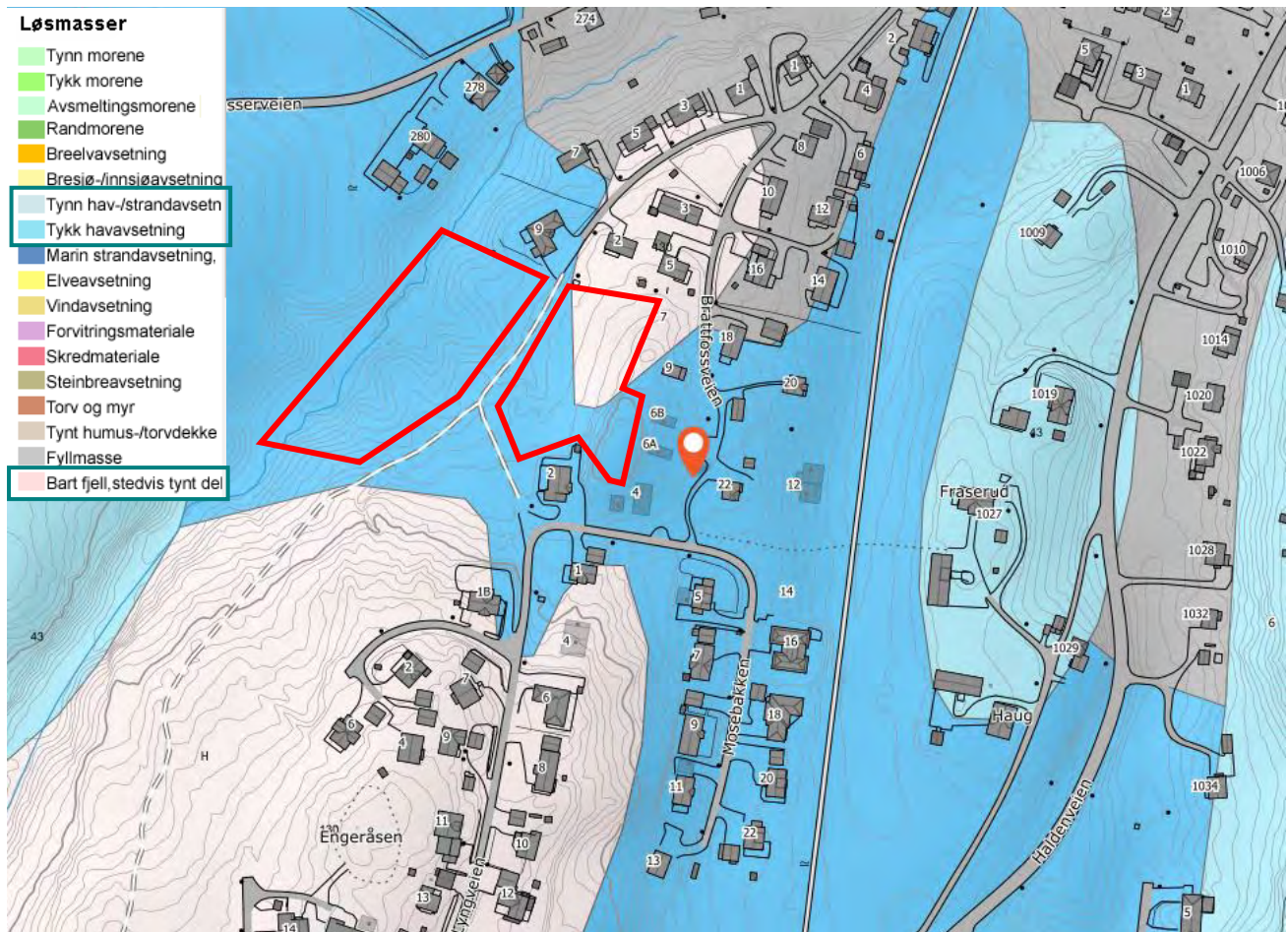
Figur 4: Kart med høydedata/høydeprofil av området rundt gnr./bnr. 57/19 i Aurskog-Høland kommune. Eiendommen er markert med rød prikk (kilde: hoydedata.no). Snitt viser følgende terreng:

1. Profil av terreng fra fjell i nordvest gjennom tomt
2. Nærbilde av skråning gjennom tomt vist i (1)
3. Profil av bratteste skråning i dal sør for tomt med helninger på ca. 1:2 på begge sider bekk
4. Profil mot nordøst gjennom tomt, for deretter å dreie nordvest gjennom dalen nord-nordøst for tomt
5. Profil langs bekk v/tomtegrense fra sør mot nord

Iht. NGUs kvartærgeologiske kart er jordmassene i grunnen på og rundt eiendommen klassifisert som «Hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, ofte med stor mektighet» (leire, «med mektighet fra 0,5 m til flere ti-tall meter»), se utsnitt i Figur 5. Tiltaket ligger under marin grense som er på rundt kote +205 moh. i området, slik at det kan forekomme kvikkleire/sprøbruddmateriale i løsmassene.

Tilgrensende terreng er klassifisert som:

- Øst og vest for tomt består terrenget av et tynt dekke av marine avsetninger over berggrunnen
- Bart fjell på tomt og rett sør for tomt



Figur 5: Utsnitt kvartærgeologisk kart (kilde: NGU). Eiendommen er vist i rødt

Tiltaksområdet ligger utenfor NVE registrerte kvikkleiresoner.

### 3. Krav til sikkerhet for områdestabilitet iht. NVE-veileder 1/2019

#### 3.1 Generelt

Sikkerhetskravet for områdestabilitet er avhengig av planlagt tiltak (tiltakskategori) og faregradsklasse (skredsannsynlighet). Kravene er gitt av NVE-veileder 1/2019 [1].

#### 3.2 Tiltakskategori

Tiltak som planlagt oppføring av flere enn to boenheter faller innenfor **tiltakskategori K4** iht. NVE-veileder 1/2019 [1] gjeldende, jf. Figur 6.

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K0	<b>Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer</b> Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger
K1	<b>Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer</b> Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale vegger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)
K2	<b>Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting</b> Massedeponier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger
K3	<b>Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi</b> Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg
K4	<b>Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner</b> Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

Figur 6: Valg av tiltakskategori iht. [1]

For tiltakskategori K4 stilles det krav til kvalitetssikring av uavhengig foretak (uavhengig kontroll iht. [1], kap. 4.9). Byggherre er ansvarlig for å engasjere et firma med riktig kompetanse for uavhengig kontroll av områdestabilitetsvurderinger.

#### 3.3 Faregradsklasse

En faregradsevaluering av området rundt planlagte tiltak baserer seg på en del overordnede kriterier slik som skråningshøyde, tidligere skredaktivitet, erosjonsforhold mm. Prosedyren for dette er beskrevet i [4]. Der det ikke foreligger data, utføres denne vurderingen basert på konservative antakelser. Vurderingen er utført av RGT og kommer frem til en poengsum på 21, hvilket gir en **faregrad «middels»** (18-25 poeng iht. [4]), jf. Figur 7.

## Evaluering av faregrad iht. NVE rapport 9/2020

"Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred"

Prosjekt: 50173-2022-7EK Engeråsvæien 57\_19  
 Gnr./Bnr.: 57/19 Kommune: Aurskog H  
 Utført av: EK  
 Dato: 08.08.2022

Faktorer	Vekttall	Vurdering	Score	Faregrad, score				Kommentar
				3	2	1	0	
Tidligere skredaktivitet	2	0	0	Høy	Noe	Lav	Ingen	Ikke utsatt for tidligere skredhendelser
Skråningshøyde, meter	2	2	4	>30	20-30	15-20	<15	Skråningshøyden for skråning like vest for tomt er ca. 25 m (mot Ormåsen) og skråning på tomt ca. 15 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	2	4	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	Ødometer er ikke benyttet. Settes konservativt til 1,2-1,5
Poretrykk								Antatt grunnvannsnivå er basert på plot fra utførte borer i området som indikerer rundt 2 m tykk tørrskorpe. Settes til lik ca. 2 m under terreng v/vei. Dette gir 0 kPa undetrykk ift. referanselinje 2 m under terreng
Overtrykk, kPa	3			> +30	10-30	0-10	Hydrostatisk	
Undertrykk, kPa	-3	0	0	> -50	-(20-50)	-(0-20)		
Kvikkleiremektighet	2	3	6	> H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	Det er påvist sprøbruddmateriale på tomt og i nærliggende terreng. Dette er i nesten hele skråningshøyden
Sensitivitet	1	1	1	>100	30-100	20-30	<20	Ref. punkt over. I en prøve er den høyere enn 30, men ellers under 20
Erosjon	3	2	6	Kraftig	Noe	Litt	Ingen	Bekk i dalbunn fra sør til nord v/tomtegrense må erosjonssikres
Inngrep								
Forverring	3			Stor	Noe	Liten	Ingen	
Forbedring	-3	0	0	Stor	Noe	Liten		
SUM			21					
% av maksimal poengsum			41 %	100 %	67 %	33 %	0 %	
FAREGRADVURDERING:			Middels					

Faresonene fordeles i faregradsklasser etter samlet poengsum:

Lav faregrad	0-17
Middels faregrad	18-25
Høy faregrad	26-51

Figur 7: Sammendrag av faregradevaluering utført av RGT for tiltak på eiendommen gnr./bnr. 57/19 i Aurskog-Høland kommune

### 3.4 Krav til sikkerhet

For tiltakskategori K4 og faregrad «middels» gjelder følgende krav til sikkerhet gitt i NVE-veileder [1]: dersom tiltaket ikke forverrer stabiliteten (ikke forverring) skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1.40$  og  $F_{c\phi} \geq 1.25$ . Hvis tiltaket forverrer stabiliteten, skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1.40 \cdot f_s \approx 1.60$  og  $F_{c\phi} \geq 1.25$ .

For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket (men hvor tiltaket ligger innenfor aktsomhetsområdet), gjelder krav til sikkerhet  $F_{c\phi} \geq 1.25$  og krav til robusthet  $F_{cu} \geq 1.20$ .

Erosjon i vassdrag som kan føre til et områdeskred skal stoppes.

## 4. Foreliggende informasjon om grunnforhold

### 4.1 Generelt

Det er sjekket i offentlig tilgjengelige databaser og kart for informasjon om grunnforhold:

- 📍 **NADAG** (Nasjonal Database for grunnundersøkelser)
- 📍 **GRANADA** (Nasjonal grunnvannsdatabase)
- 📍 **Befaring:** I tillegg til en fysisk befaring er det også utført en virtuell «befaring» av omgivelsene vha. flybilder for å kunne verifisere områder med berg i dagen eller trolig liten dybde til berg.

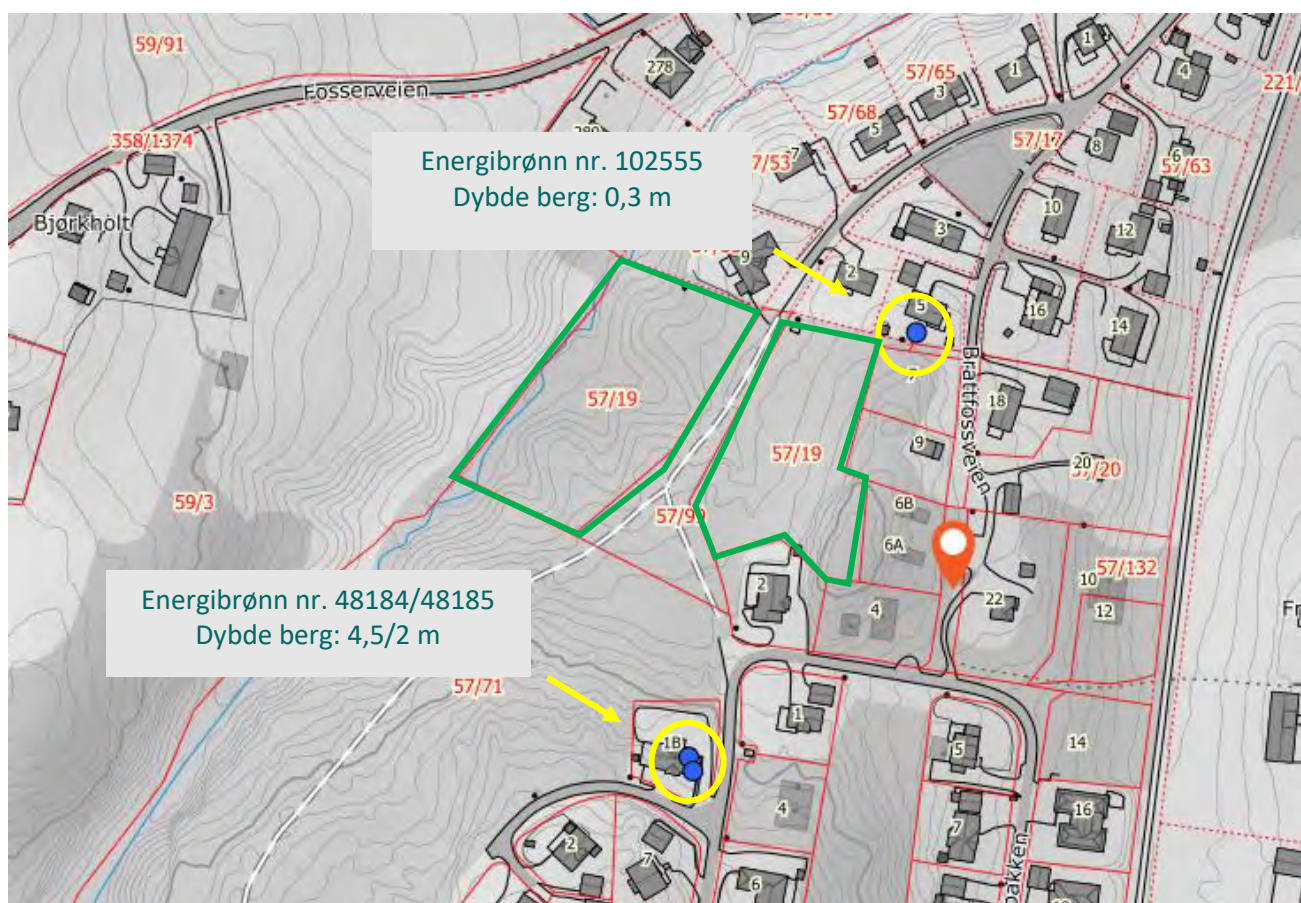
Resultatene er det redegjort for i de etterfølgende delkapitlene.

### 4.2 NADAG

Det er ikke registrert relevante grunnundersøkelser i Nasjonal Database for grunnundersøkelser (NADAG).

### 4.3 GRANADA

Det har blitt utført boring av energibrønner i områdene rundt eiendommen slik det fremgår av den nasjonale grunnvannsdatabasen GRANADA. Data for boringene m/dybde til berg er vist på Figur 8.



Figur 8: Kart med energibrønner (kilde: GRANADA)

---

#### 4.4 Virtuell befaring

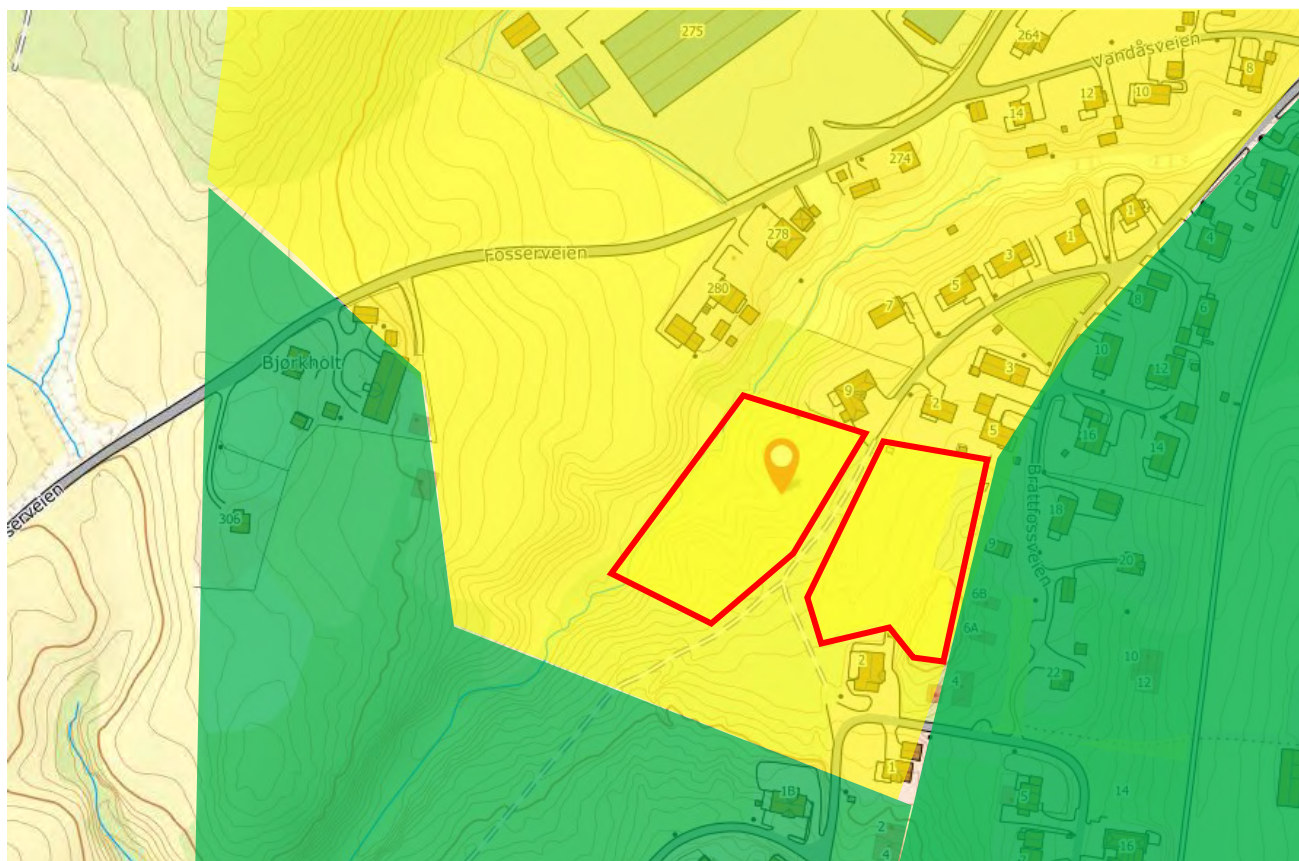
Området er kartlagt med tilgjengelig informasjon på nettet (Google Earth, norgeskart.no, norgebilder.no osv.). Det ble her kartlagt berg i dagen ved tiltaksområdet. Observasjonene er sammenstilt med resultatet av befaring i området omhandlet i kap. 5.2.

## 5. Feltundersøkelser

### 5.1 Generelt

Av nærliggende områder må skråninger fra sørvest mot nordøst v/bekkeløp på eiendomsgrense vest for tiltaksområdet kartlegges med feltundersøkelser. I tillegg må det utføres undersøkelser på selve tiltaksområdet. Figur 9 sammenstiller alle eksisterende undersøkelser med følgende fargekoder:

- Grønt: Det er observert berg i dagen på flyfoto i dette området, og terreng øst for tomt er dermed klarert ut
- Gult: Områdekartlegging indikerer mulighet for sprøbrudd/kvikkleire, men ikke utført laboratorieforsøk



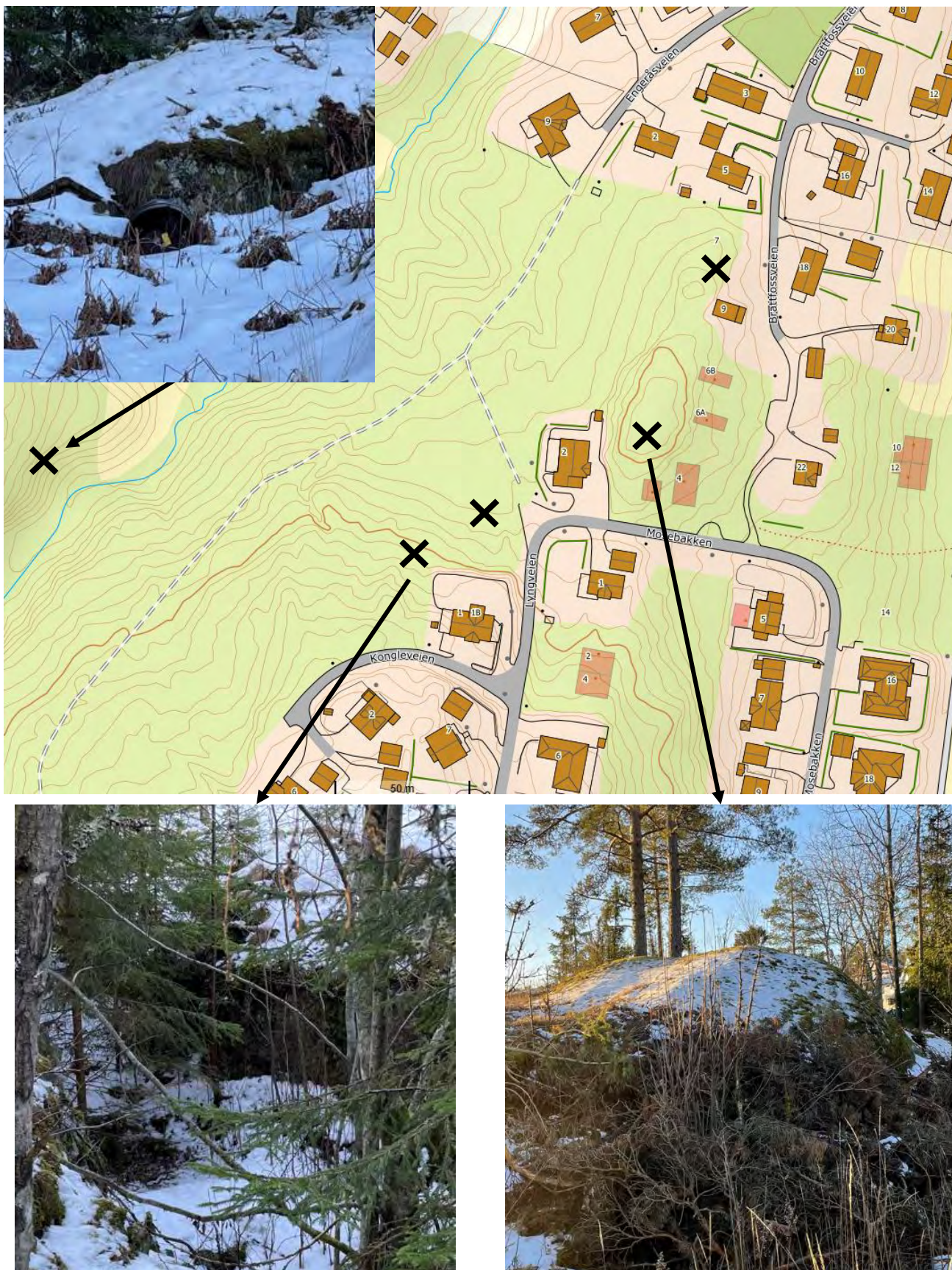
Figur 9: Kart med klarerte/utrede områder og områder som trenger videre undersøkelser iht. fargekoder over. Tiltaksområdet er vist i rødt (kilde: Norgeskart)

Da det tidligere ikke har blitt utført grunnundersøkelser ved/på tiltaksområdet har det blitt utført følgende feltundersøkelser:

- Befaring for kartlegging av skråninger og berg i dagen
- Grunnboringer

### 5.2 Befaring v/tiltaksområdet

Løsmassekart og bilder fra Google Earth tyder på at det kan være berg på/ved tiltaksområdet. Det ble derfor utført en befaring av RGT den 09.02.22 for å kartlegge berg i dagen i området. Observerte fjellblotninger er markert med sorte kryss på Figur 10 i tillegg til bilder av noen av fjellblotningene.



Figur 10: Bilder fra utført befarings med observerte fjellblotninger markert med sorte kryss. Tre av bildene fra befaringsen er inkludert



---

### 5.3 Grunnboringer

Det ble utført følgende grunnundersøkelser av Romerike Grunnboring i perioden 20. til 27. juni 2022.

- 8 stk. totalsonderinger
- 3 stk. trykksondering (CPTU)
- 6 stk. prøveserier (13 x sylinder)

For oversikt, tegninger og detaljer se datarapport [5].

### 5.4 Laboratorieundersøkelser

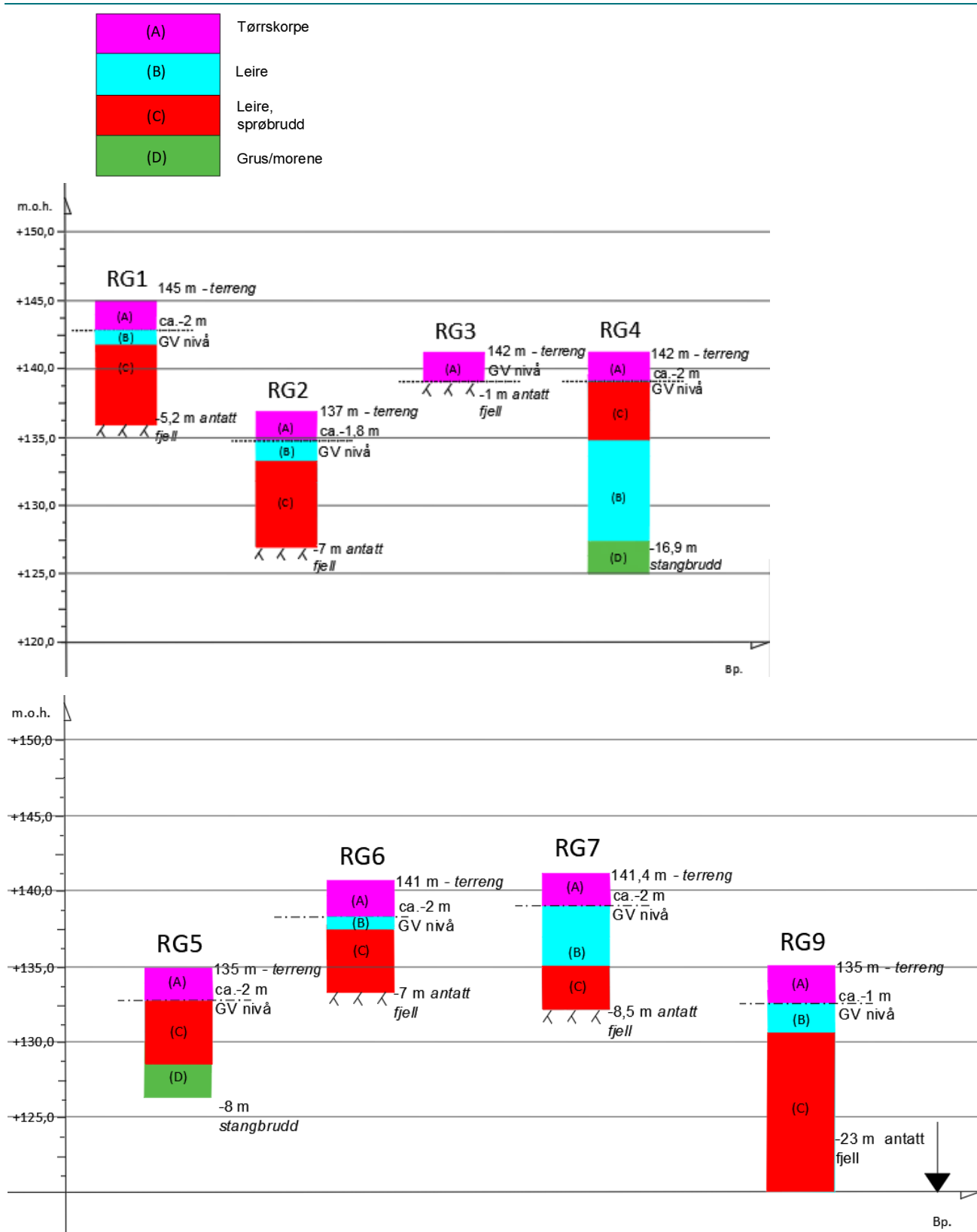
Det ble tatt sylinderprøver i bp RG1, RG2, RG4, RG5, RG6 og RG7. Laboratorieundersøkelser ble utført hos Multiconsult i Oslo. Laboratorieundersøkelsene omfatter følgende undersøkelser:

- 13 stk. rutineundersøkelser inkl. vanninnhold, enaksial- og konustest
- 3 stk. plastisitetsindeks og konsistensgrenser

For mer detaljer (inkl. laboratorierapport) se datarapport [5].

### 5.5 Lagdeling

Lagdelingen fra utførte grunnundersøkelser og foreliggende informasjon om grunnforhold i kap. 4 er vist på Figur 11. Merk at det er knyttet en del usikkerhet knyttet til klassifiseringen av løsmasser i punkter der hvor det ikke har blitt utført prøvetaking.



Figur 11: Sammenstilling lagdeling fra grunnundersøkelser. Øverst: bp RG1-RG4. Nederst: bp RG5-9

Løsmassene består generelt av et topplag av tørreskorpeleire over et leirelag bestående av en forvittringssone til leire (med og uten sprøbruddegenskaper) over antatt berg. Tolkninger av totalsonderingene (ref. [5]) og CPTU (se Vedlegg 1) tyder på forvittringssonen (indikert av CPTU sonderinger omtalt i kap. 6.1) strekker seg fra ca. 2 m u/terreng (under tørreskorpe) ned til rundt 6-8 m i de ulike borpunktene.

---

## 5.6 Grunnvann

Det har ikke blitt installert poretrykksmålere. Grunnvannsnivå er følgelig antatt mellom tørrskorpe og leire fra ca. 0 (i skråningsfot) til opptil 2 m u/terreng (ved topp skråning).

Grunnvannsnivå er variabelt. De høyeste nivåene oppstår vanligvis i perioder rundt vårløsning/snøsmelting og etter lange perioder med regn om våren/høsten.

## 5.7 Seismisk grunntype

Seismisk grunntype er ikke relevant for planlagt tiltak iht. Eurokode 8 [6] (småhusbebyggelse).

## 6. Jordparametere

### 6.1 Styrkeparametere

Aktiv udrenert skjærstyrke,  $s_{uA}$ , er i hovedsak tolket fra CPTU sonderingene i bp RG4 og RG7 (se Vedlegg 1). I tillegg er laboratorieundersøkelsene tatt med i vurderingen. Valgte udrenerte styrkeparametere er sammenstilt i Tabell 1.

Merk at den udrenerte skjærstyrken først avtar de første meterne da leirelaget er antatt forvitret:

- For bp RG7 så kan det tyde på at forvitringssonen er helt ned til berg på 7,5 m.
- For bp RG4 går forvitringssonen over i et leirelag fra rundt 6,5 m med tilhørende stigende skjærstyrke.

Det ble også utført CPTU sondering i bp RG6, men kontroll av målingene indikerer målefeil/forstyrrelser.

Tabell 1: Oversikt over valgt aktiv udrenert skjærstyrke,  $s_{uA}$ .

Aktiv udrenert skjærstyrke, $s_{uA}$ [kPa]	
RG4	RG7
Fra 2-5 m: 35 kPa	Fra 2-6 m: 60-5 kPa per m.
Fra 6,5-14 m: 35+2,2 kPa per m.	Fra 6-7,5 m: 40 kPa

Valg av kohesjon/attraksjon er basert på verdier fra SVV håndbok V220 [7]. Verdier for leire er verifisert med tilgjengelige korrelasjoner vist i Vedlegg 2 basert på CPTU sondering fra bp RG4 hvilket resulterte i verdier på rundt  $\varphi=26-30^\circ$ . Valgte drenerte styrkeparametere sammenstilt i Tabell 2 er derfor antatt konservative. Dette inkludere også et lag m/steinfylling for å kunne modellere fremtidige oppfyllinger av terrenget ifm. prosjektet.

Tabell 2: Oversikt over drenerte styrkeparametere

Lag	Romvekt $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Friksjons- vinkel $\varphi$ [°]	Attraksjon $a$ [kPa]
Steinfylling	19	40	0
Tørrskorpeleire	19	32	5
Leire	19	24	3
Sprøbruddmateriale/kvikkleire	19	24	3

### 6.2 Setningsparametere

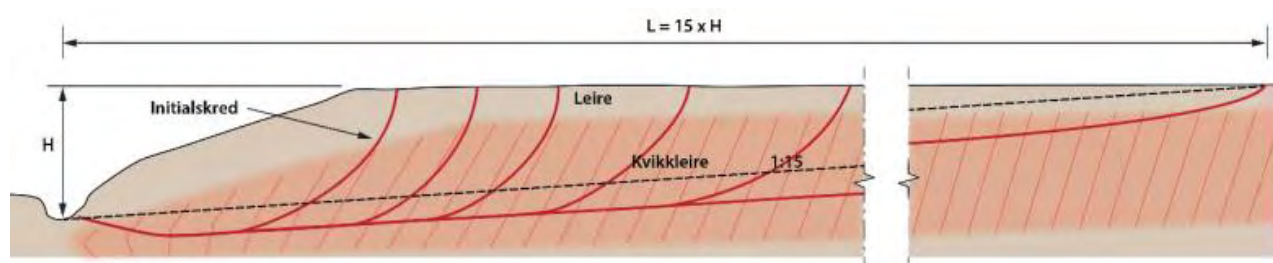
Det er generelt ikke vektlagt tolkning av setningsparametere ifm. utarbeidelse av foreliggende geoteknisk rapport, da formålet med rapporten er å utrede områdestabilitet ifm. planlagt tiltak

## 7. Vurdering av områdestabilitet iht. NVE-veileder 1/2019

### 7.1 Generelt

Dersom det ikke foreligger grunnundersøkelser som kan dokumentere at det ikke foreligger kvikkleire/sprøbruddmateriale ved og rundt tiltaket, er det nødvendig med en terrengeanalyse for å se om eiendommen kan enten ligge innenfor løсне- eller utløpsområdet for et mulig skred.

Aktsomhetsområdet for områdeskred (når det gjelder **løснеområde**) defineres som vist i Figur 12 iht. NVE-veileder 1/2019 [1]. Det forutsettes en **total høydeforskjell på  $H > 5$  m** for at det kan gå et områdeskred. Uten videre analyse begrenses aktsomhetsområdet til 20 ganger høydeforskjellen ( $20 \times H$ ), enten det dreier seg om en skråning med skråningshøyde over 5 m, eller om det er et jevnt hellende terreng med helning brattere enn 1:20. Et **maksimalt løснеområde** for et retrogressivt skred vil kunne være  **$L = 15H$**  iht. figuren under. Det betyr at for en 20 m høy skråning vil løснеområde kunne ha en lengde på opptil 300 m, forutsatt at det er et gjennomgående lag med kvikkleire med stor mektighet over hele området.



Figur 12: Avgrensning av maksimalt løснеområde iht. [1], kap. 4.2

Ved påvist **berg i dagen eller grunt til berg (< 2 m)**, er det ikke fare for at det vil utløses **områdeskred**, men det må også vurderes om det er mulig marin leire høyere opp i terrenget – slik at planområdet kan bli truffet av et skred som løsner herfra.

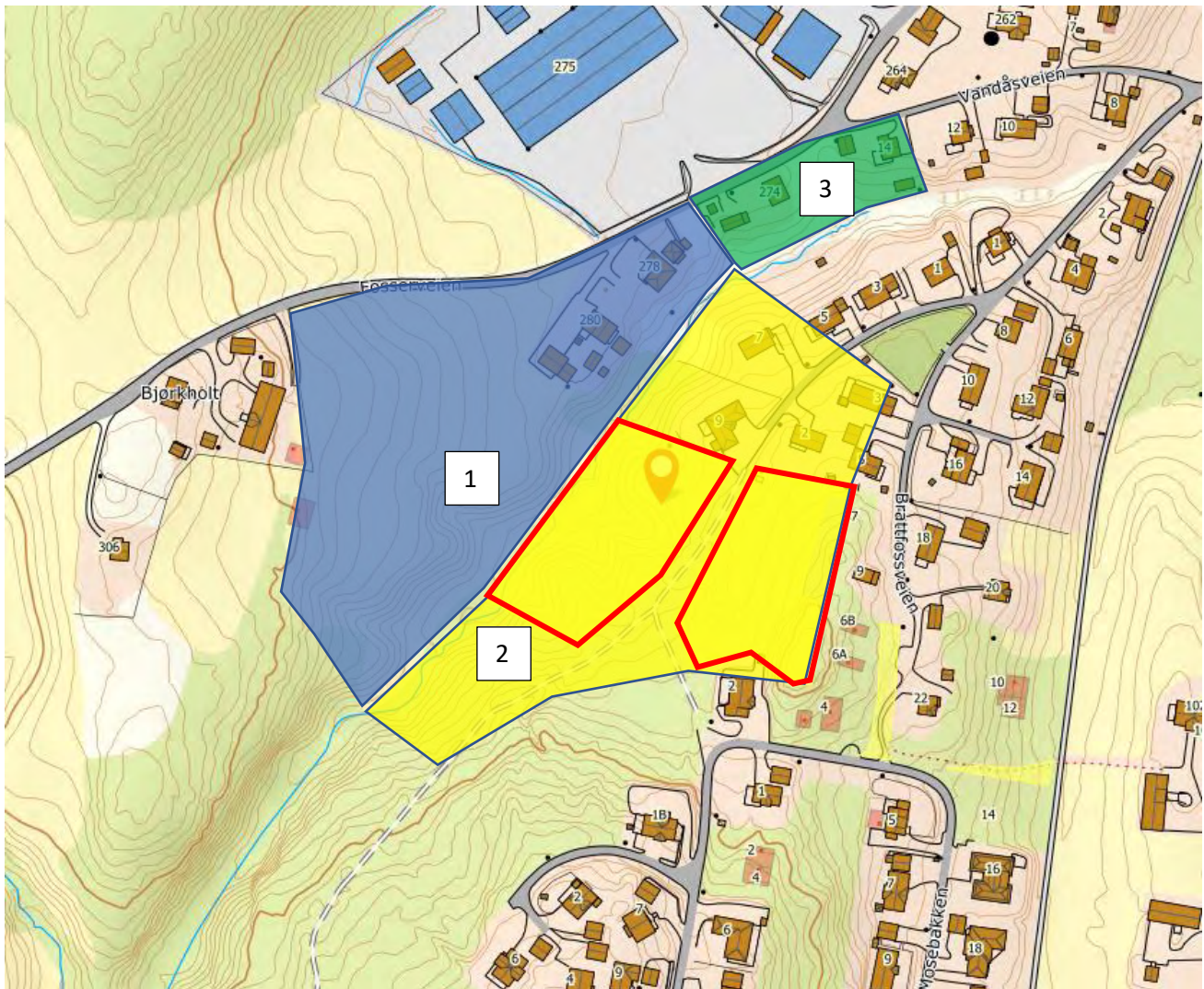
### 7.2 Terrengeanalyse

Planlagt tiltak ligger på hellende terreng mot nordvest mot bekk i dalbunn. Vest for bekkeløp er det en ravine med stigning mot høyereliggende terreng v/Fosserveien (ref. kap. 2).

Det ble påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire på tiltaksområdet samt i nærliggende skråninger (ref. undersøkelsene i kap. 5). Området må derfor utredes for faren for evt. retrogressive eller progressive kvikkleireskred samt potensielle utløpsområder for skred fra høyereliggende terreng, slik som oppsummert:

1. Skråning vest for tiltaksområdet (markert med «1» på Figur 9) må utredes for stabilitet, da alle nærliggende skråninger må tilfredsstille kravene til robusthet i kap. 3.4. Tiltaksområdet befinner seg i et mulig utløpsområde for et evt. kvikkleireskred i denne skråningen.
2. Tiltaksområdet er lokalisert i skrånende terreng mot nordvest (markert med «2» på Figur 9), og må tilfredsstille kravene til sikkerhet innenfor influensområdet i kap. 3.4.
3. Da det ble påvist sprøbruddleire/kvikkleire i skråning (1) ble det også utført grunnundersøkelser nord for tiltaksområdet slik som markert i grønt. Boringene indikerer sprøbruddmateriale også i dette området, og et skred i denne skråningen vil kunne ramme tiltaksområdet vha. sideveis utbredelse. Denne skråningen må derfor tilfredsstille kravene til robusthet i kap. 3.4.

For å klarere ut disse områdene må det utføres stabilitetsberegninger basert på resultatene fra undersøkelsene utført i kap. 5. Beregningene utføres i relevante snitt i overnevnte områder.



Figur 13: Kart med skråninger hvor det må utføres stabilitetsberegninger. Tiltaksområdet er vist i rødt (kilde: Norgeskart)

### 7.3 Stabilitetsberegninger

Det ble vha. programmet Geosuite Stability, jfr. ref. [8], utført stabilitetsberegninger av terrenget i snitt, A-A, B-B og C-C (se oversiktstegning V01). Både dagens situasjon og situasjon etter tiltak ble vurdert.

Alle resultater er vist i Tabell 4. Merk at de mest kritiske skråningene er lokalisert utenfor influensområdet (tiltaksområdet). For beregninger av resterende skråninger (i influensområdet) se tegninger av skråninger i Vedlegg V03.

Stabilitetsberegningene for kortidstilstand er utført som blandet analyse, hvor kritiske leirelag har blitt modellert med udrenerte styrkeparametere. Tørrskorpelaget har blitt modellert vha. drenerte styrkeparametere uansett analysemetode pga. forvitrede egenskaper. Stabilitetsberegningene for langtidstilstanden er utført med drenerte styrkeparametere.

ADP-forholdet mellom aktiv-, direkte- og passiv skjærstyrke er vist i Tabell 3.

Tabell 3: Oversikt over ADP-forhold for leire.

S <sub>u</sub> forhold	ADP-forhold i leire	
	Leire	Sprøbruddmateriale/kvikkleire
S <sub>uA</sub> / S <sub>uA</sub>	1	1
S <sub>uD</sub> / S <sub>uA</sub>	0.64	0.66/0.75*
S <sub>uP</sub> / S <sub>uA</sub>	0.36	0.34/0.25*

\*Ulike faktorer avhengig av laboratorieundersøkelsene i de ulike beregningssnittene (plastisitetsindeks, I<sub>p</sub>, ref. [9])

Tabell 4: Stabilitetsberegninger i GeoSuite Stability [11].

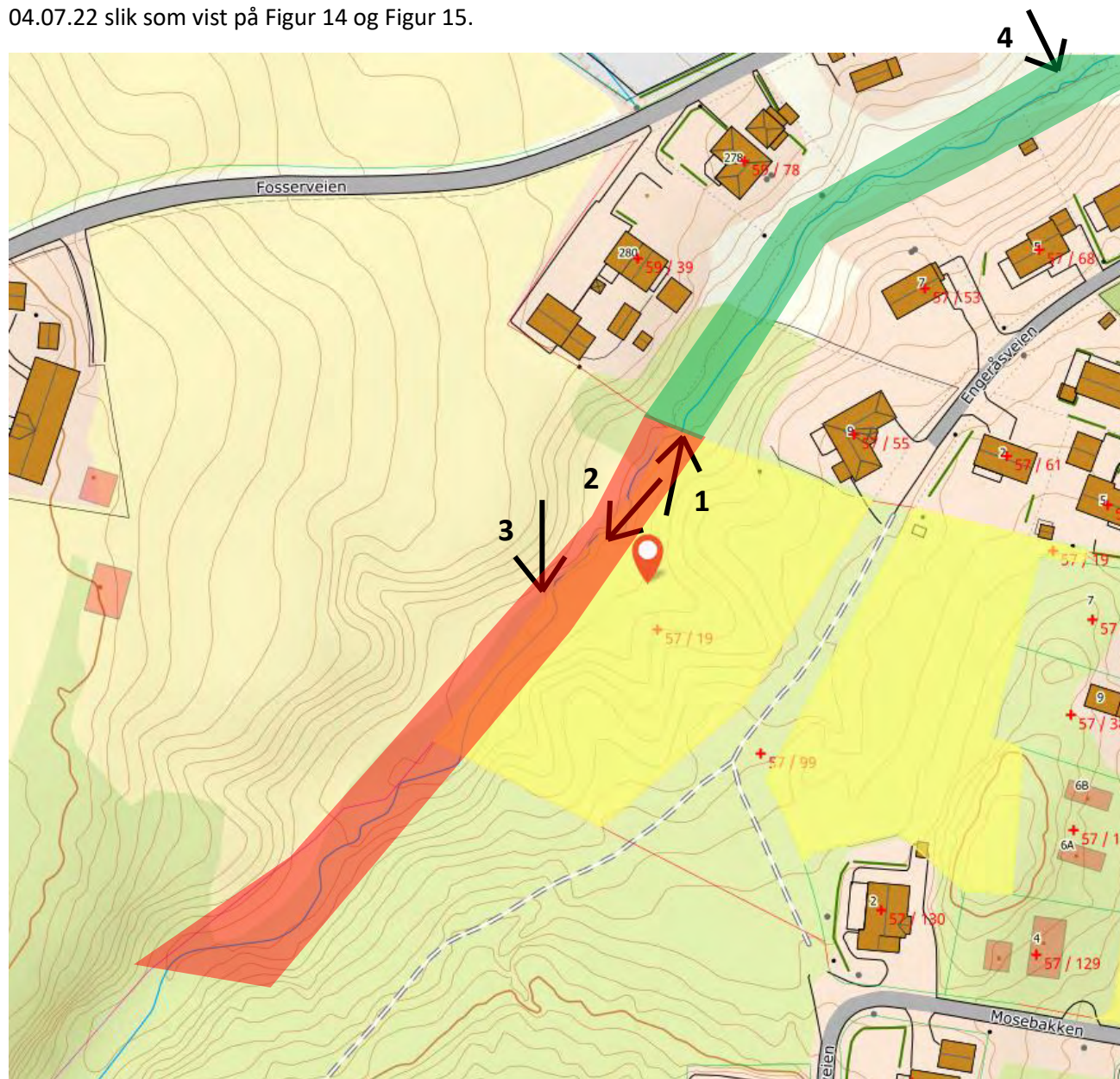
Beskrivelse	Beregnet sikkerhet Dagens situasjon	Beregnet sikkerhet Etter tiltak	Påkrevd Sikkerhet	Status	Kommentar
Snitt A-A i skråning i «1» og «2» Kritisk glideflate, F <sub>cu</sub> : Kritisk glideflate, F <sub>cφ</sub> :	1.64 1.25	1.64* 1.25*	1.20 1.25	Ok Ok	*Kritiske glideflater er lokalisert i skråning «1» utenfor tiltaksområdet
Snitt B-B i skråning i «1» og «2» Kritisk glideflate, F <sub>cu</sub> : Kritisk glideflate, F <sub>cφ</sub> :	1.93 1.46	1.93* 1.46*	1.20 1.25	Ok Ok	*Kritiske glideflater er lokalisert i skråning «1» utenfor tiltaksområdet
Snitt C-C i skråning i «3» Kritisk glideflate, F <sub>cu</sub> : Kritisk glideflate, F <sub>cφ</sub> :	2.29 1.26	2.29* 1.26*	1.20 1.25	Ok Ok	*Snitt C-C er utenfor tiltaksområdet

Følgende forutsetninger ligger til grunn for beregningene:

- Variable laster/trafikklaste er påført iht. Statens Vegvesen Håndbok N200 [10] kap. 1.1.5
- Laster fra bebyggelse er påført iht. planlagt utforming av tiltaksområdet fra arkitekt (ref. kap. 1) som en linjelast på 15 kPa/m. Det er knyttet en del usikkerhet til utformingen av fyllinger/skjæringer for disse, og det er derfor antatt fyllinger og laster mer konservativt enn det fremgår av innsendte tegninger. Dette i samråd med arkitekt [3]
- Last fra ny tomannsbolig lokalisert øst for vei (ref. Figur 1 i kap. 1) er ikke med i beregninger da dette er plassert like ved berg i dagen og vil ikke påvirke belastet del av skråning.
- Helninger på fyllinger er antatt 1:2.

## 8. Erosjonssikring

Iht. til krav i kap. 3.4 skal all erosjon som kan medføre skredfare og evt. erosjonssikring vurderes. Slik som vist på Figur 14 er det et bekkeløp ved tomtegrense i vest. Det ble derfor utført en befaring av RGT den 04.07.22 slik som vist på Figur 14 og Figur 15.



Figur 14: Kart over tiltaksområdet med bekkeløp fra sørvest mot nordøst med plassering av bilder av fra befaring (kilde: norgeskart.no)





Figur 15: Bilder av bekkeløp fra befaring

Erosjonsforholdene er vurdert etter NVE-rapport [4] med tilhørende score.

På del av bekkeløp som går fra bilde 1 til 4 (markert i grønt på Figur 15), er det ikke observert erosjon, dog er det høyt gress på denne strekningen og evt. mindre erosjon kan derfor forekomme. På bilde 4 går bekk igjennom steinfylling og erosjonsfaren her er derfor vurdert til *ingen erosjon* (score = 0).

Bilder (2) og (3) gir tydelig indikasjoner på erosjon på begge sider av bekkeløp, men det er ikke observert overflateutglidninger. I tillegg er vannføringen lav, og erosjonen er derfor vurdert til *litt erosjon* (score = 1). Dette gjelder del av bekkeløp fra tomtegrense i nord og sørover mot observerte fjellblotninger (ref. kap. 5.2) slik markert i rødt på Figur 14, og denne delen av bekkeløpet må dermed **erosjonssikres**.

---

## 9. Krav til utførelse/SAK10-kontroll

Tiltaket er tiltaksklasse 1 iht. [1], og medfører ingen krav til SAK10-kontroll. Kommunen kan likevel kreve at dokumentasjon/underlag fremlegges. Prosjektering må utføres av evt. terrengendringer og fundamentering.

## 10. Videre prosjektering

Romerike Geoteknikk kan bidra i detaljprosjekteringen av fundamentering o.l. dersom dette er ønskelig.

## 11. Konkusjon

Foreliggende rapport inneholder vurderinger iht. TEK17 §7-3 *Sikkerhet mot skred*, dvs. en utredning av områdestabilitet iht. NVE-veileder 1/2019 [1].

**Planlagte tiltak på eiendommen gnr./bnr. 57/19 er gjennomførbare ift. områdestabilitet, såfremt del av bekkeløp v/tomtegrense erosjonssikres.**

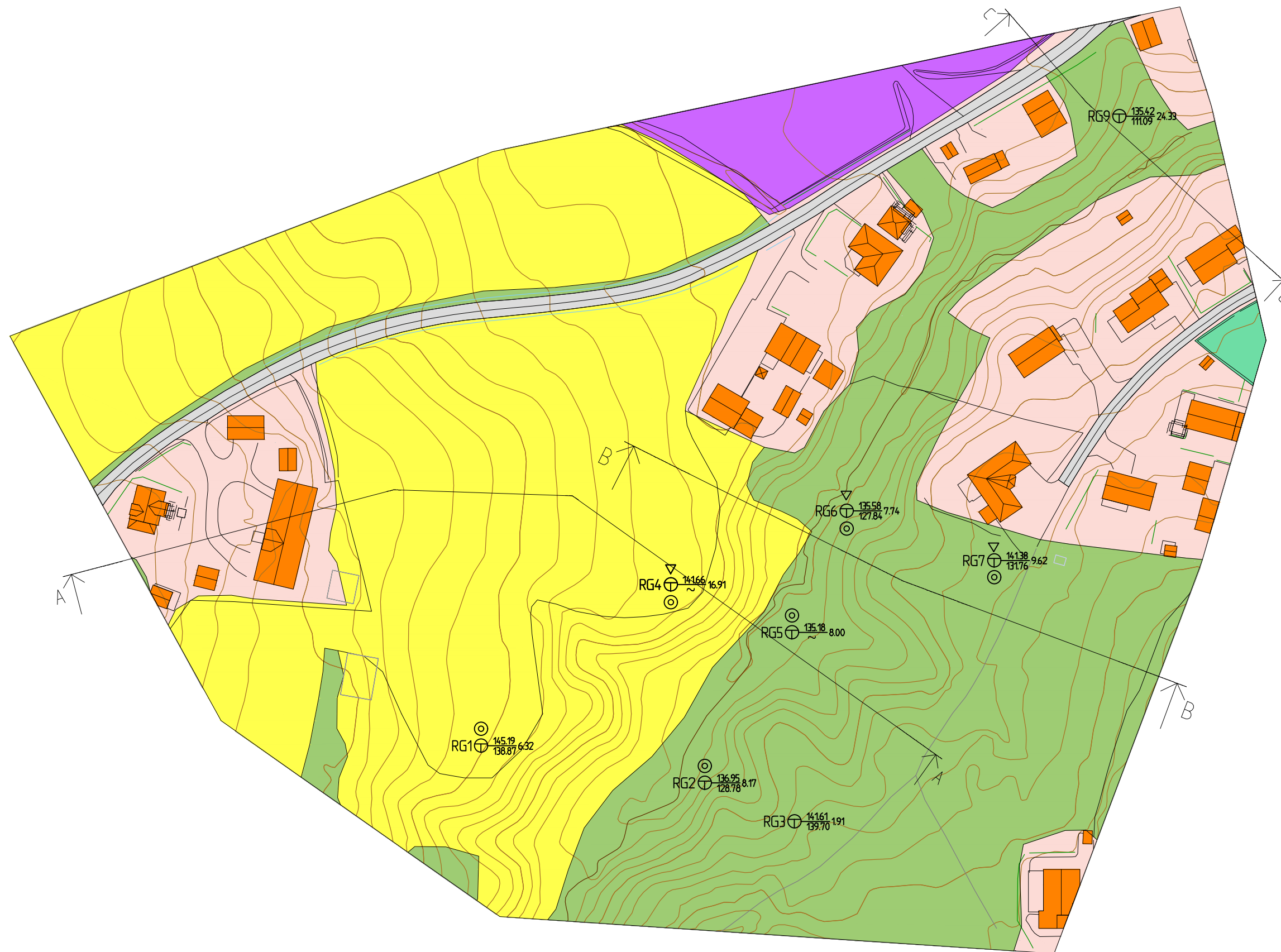
Foreliggende rapport må kvalitetssikres av uavhengig foretak iht. NVE-veilederen [1].

Ved eventuelle endringer i planlagt utforming av bebyggelse, bør disse fremlegges geotekniker for å avgjøre om den geotekniske vurderingen fortsatt er gjeldende.






---

## 12.Referanser

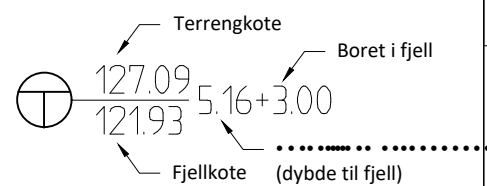
- [1] NVE (2020), *Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.*, 2020.
- [2] Skog Arkitekter AS, *Utenomhusplan tegn nr. A10-2, innsendt 09.08.22.*
- [3] Skog Arkitekter AS, «Snitt sendt som DWG. Utsnitt av tegn nr. A10-02. Innsendt 09.08.22».
- [4] NVE (2020), *Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred. Metodebeskrivelse NGI. NVE ekstern rapport nr. 9/2020.*
- [5] Romerike Geoteknikk, *50173-1-D Geoteknisk datarapport Engeråsveien, datert 20.07.22.*
- [6] Standard Norge (2021), *Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger.*, NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021.
- [7] Statens Vegvesen (2018), *Veledning: Håndbok V220 "Geoteknikk i vegbygging".*
- [8] Trimble (2020), *Geoteknisk programpakke for bl.a. beregning av stabilitet: Novapoint GeoSuite Toolbox 20.0.1.0.*
- [9] NIFS, «Naturfareprosjektet Dp.6 Kvikkleire - Valg av kar. cuA, rapport nr. 77 datert 2014».
- [10] Statens Vegvesen (2018), «*Normal, Håndbok N200: "Vegbygging".*



Symbolforklaring:

-  Totalsondering
-  Dreietrykkssondering
-  CPTU sondering
-  Prøvetaking
-  Poretrykksmåling

Tallforklaring sondering:



Tittel

Øversiktstegning-V01



Prosjekt  
Engeråsveien 57\_19 Aurskog H

Prosjektnr.  
50173

Format/Målestokk  
A3 1:1000

Dato

09.08.22

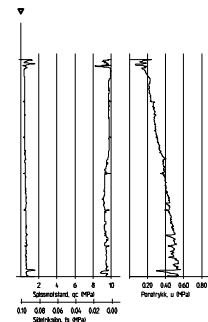
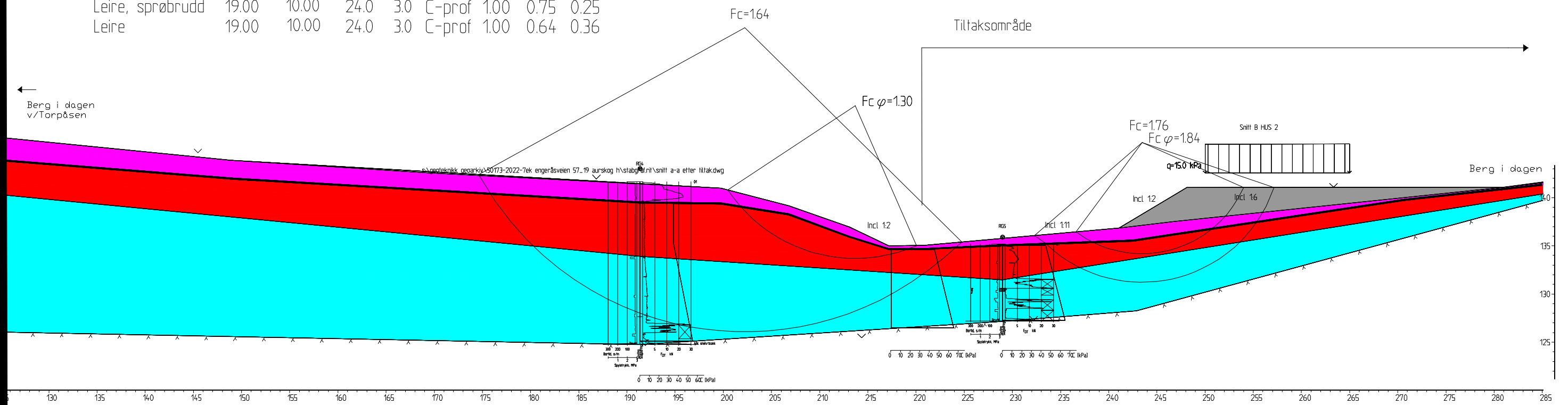
Tegnet  
EK

Tegningsnr.  
V01

Kontrollert  
IA

Rev.  
0

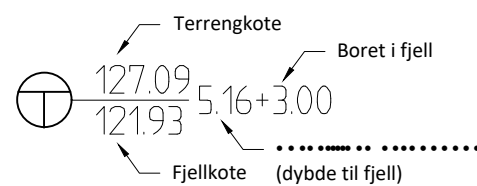
Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	10.00	32.0	5.0				
Fyllmasse	19.00	10.00	40.0	0.0				
Leire, sprøbrudd	19.00	10.00	24.0	3.0	C-prof	1.00	0.75	0.25
Leire	19.00	10.00	24.0	3.0	C-prof	1.00	0.64	0.36



Symbolforklaring:

- Totalsondering
- Dreietrykkssondering
- CPTU sondering
- Prøvetaking
- Poretrykksmåling

Tallforklaring sondering:



Tittel

Stabilitetsberegning snitt A-A, Su og a-phi



Prosjekt  
Engeråsveien 57\_19 Aurskog H

Prosjektnr.  
50173

Format/Målestokk  
A3 1:1000

Dato

09.08.22

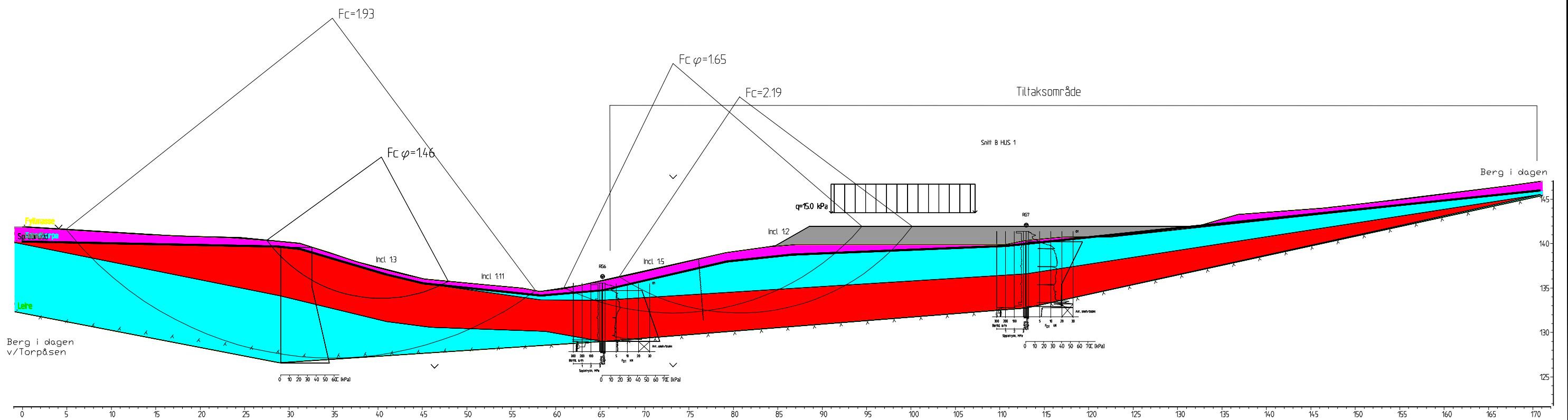
Tegnet  
EK

Tegningsnr.  
V03-1

Kontrollert  
IA

Rev.  
0

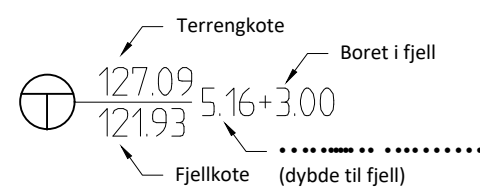
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	10.00	32.0	5.0				
Fyllmasse	19.00	10.00	40.0	0.0				
Leire, sprøbrudd	19.00	10.00	24.0	3.0	C-prof	1.00	0.75	0.25
Leire	19.00	10.00	24.0	3.0	C-prof	1.00	0.64	0.36



Symbolforklaring:

- Totalsondering
- Dreietrykkssondering
- CPTU sondering
- Prøvetaking
- Poretrykksmåling

Tallforklaring sondering:



Tittel

Stabilitetsberegning snitt B-B,  $S_u$  og  $a-\phi$



Prosjekt  
Engeråsveien 57\_19 Aurskog H

Prosjektnr.  
50173

Format/Målestokk  
A3 1:1000

Dato

09.08.22

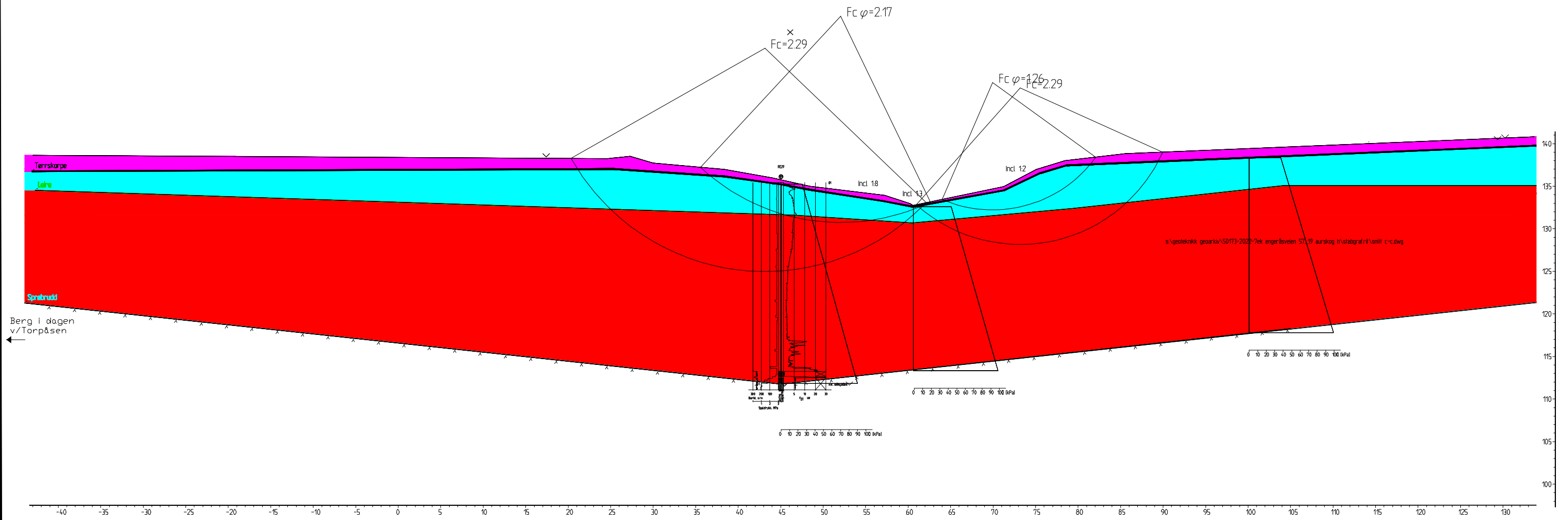
Tegnet  
EK

Tegningsnr.  
V03-2

Kontrollert  
IA

Rev.  
0

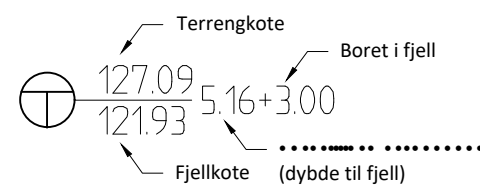
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	19.00	10.00	32.0	5.0				
Fyllmasse	19.00	10.00	40.0	0.0				
Leire, sprøbrudd	19.00	10.00	24.0	3.0	C-prof	1.00	0.66	0.34
Leire	19.00	10.00	24.0	3.0	C-prof	1.00	0.64	0.36



Symbolforklaring:

- Totalsondering
- Dreietrykkssondering
- CPTU sondering
- Prøvetaking
- Poretrykksmåling

Tallforklaring sondering:



Tittel

Stabilitetsberegning snitt C-C, Su og a-phi



Prosjekt  
Engersveien 57\_19 Aurskog H

Prosjektnr.  
50173

Format/Målestokk  
A3 1:1000

Dato

09.08.22

Tegnet  
EK

Tegningsnr.  
V03-3

Kontrollert  
IA

Rev.  
0

Prosjekt: | Engeråsveien, gnr./bnr. 57/19, i Aurskog-Høland kommune

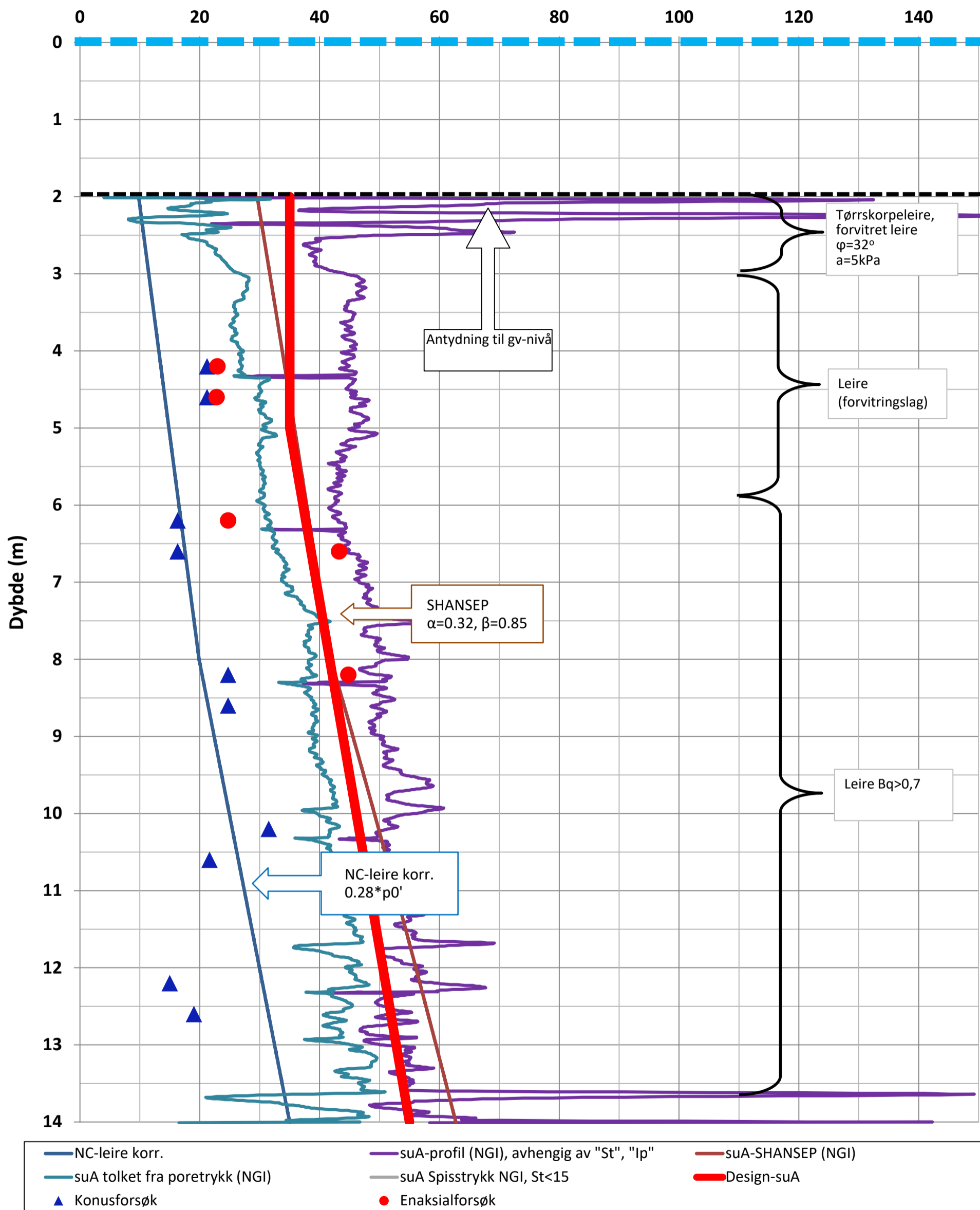
Rapport: | 50173-1-R Geoteknisk rapport Engeråsveien


## Vedlegg 1

Tolkning av aktiv udrenert skjærstyrke,  $su_A$ , for bp RG4 og RG7

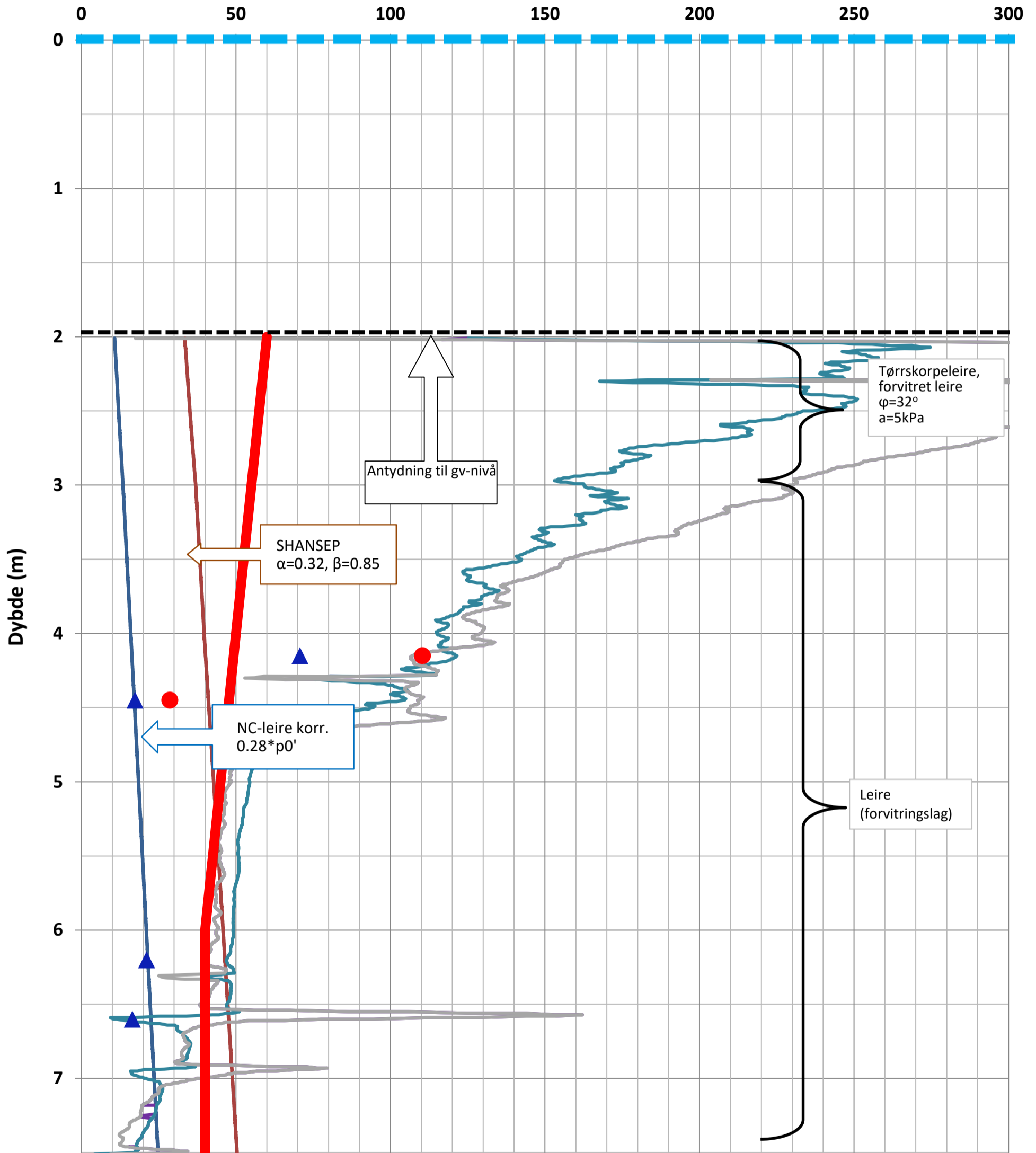


### Aktiv udrenert skjærstyrke suA (kN/m<sup>2</sup>) for bp RG4



Tittel:	<b>Tolkning av aktiv udrenert skjærstyrke suA fra CPTU</b>			CPTU-/hull	<b>RG4</b>	Sonde nr. :	51813
				Terrengkote:	<b>141,7</b>	Type sonde:	ENVI
Prosjekt / Oppdragsnr.:	<b>Engeråsveien</b>		<b>50173</b>	Borfirma:	RGB	Dato sondering:	21.06.2022
							
Sted:	Gnr./bnr.:	57/19	Dato tolket:				
	Kommune:	Aurskog-H	Tolket/tegnet:	EK			
Oppdragsgiver:	Grepperud Boligutvikling AS		Kontrollert:	IA			

### Aktiv udrenert skjærstyrke suA (kN/m<sup>2</sup>) for bp RG7



<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: blue;">—</span> NC-leire korr.</li> <li><span style="color: cyan;">—</span> suA tolket fra poretrykk (NGI)</li> <li><span style="color: blue;">▲</span> Konusforsøk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: purple;">—</span> suA-profil (NGI), avhengig av "St", "Ip"</li> <li><span style="color: grey;">—</span> suA Spisstrykk NGI, St&lt;15</li> <li><span style="color: red;">●</span> Enaksialforsøk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: brown;">—</span> suA-SHANSEP (NGI)</li> <li><span style="color: red;">—</span> Design-suA</li> </ul>
---	---	---

Tittel:	<b>Tolkning av aktiv udrenert skjærstyrke suA fra CPTU</b>		CPTU-/hull	<b>RG7</b>	Sonde nr. :	51812
			Terrengekote:	<b>141,4</b>	Type sonde:	ENVI
Prosjekt / Oppdragsnr.:	<b>Engeråsveien 3/2/1904</b>		Borfirma:	RGB	Dato sondering:	23.06.2022
Sted:	Gnr./bnr.:	57/19	Dato tolket:	22.06.2022		
	Kommune:	Aurskog-H	Tolket/tegnet:	EK		
Oppdragsgiver:	Grepperud Boligutvikling AS		Kontrollert:	IA		



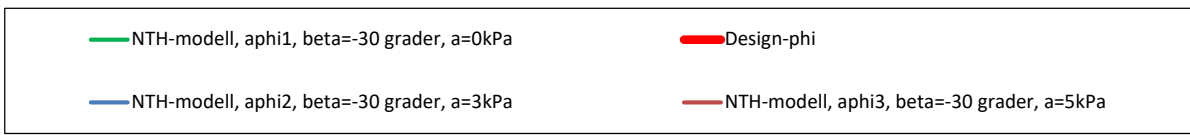
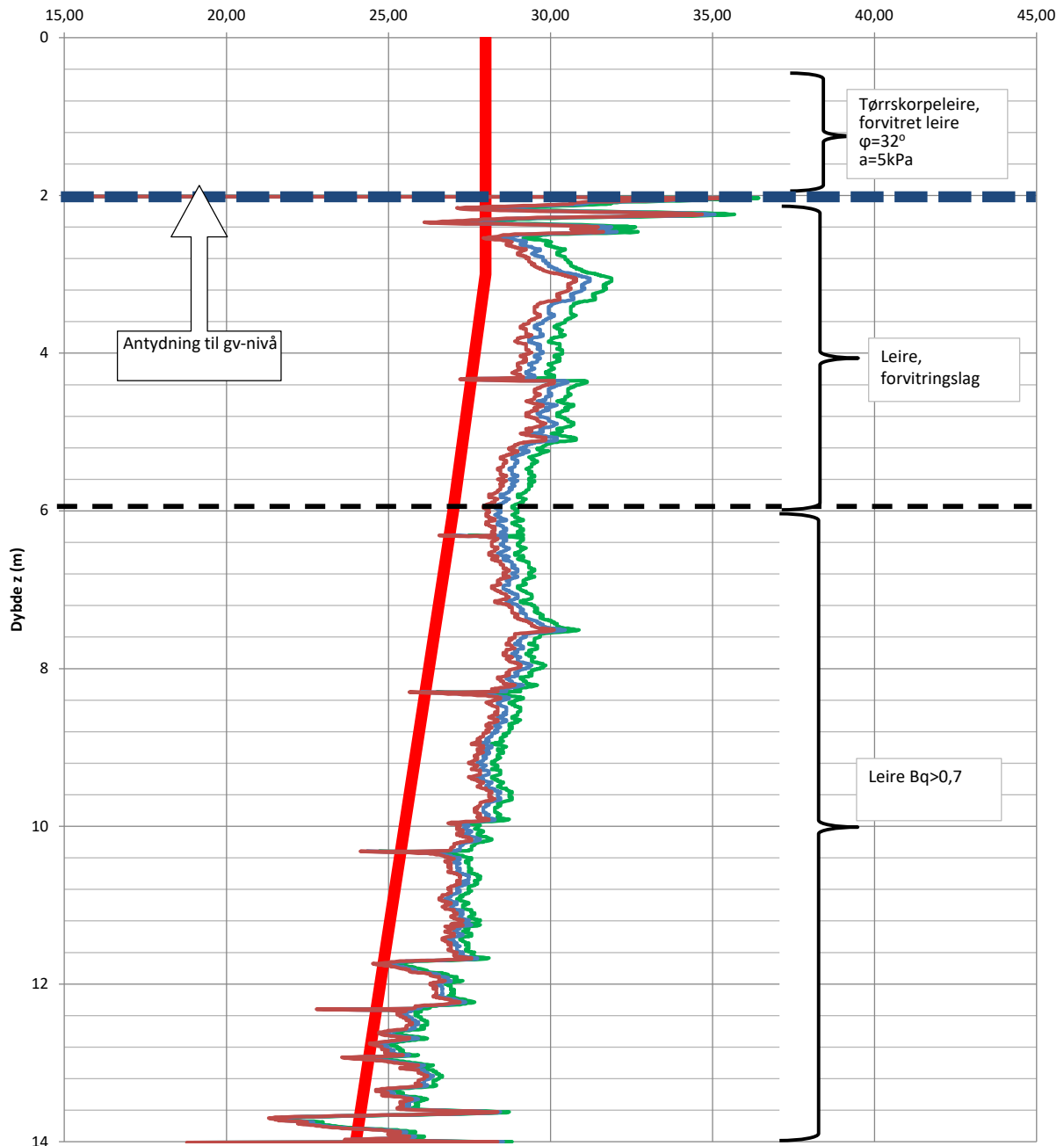
Prosjekt: | Engeråsveien, gnr./bnr. 57/19, i Aurskog-Høland kommune

Rapport: | 50173-1-R Geoteknisk rapport Engeråsveien

## Vedlegg 2

Tolkning av drenert skjærstyrke,  $\alpha$ -phi, for bp RG4

### Friksjonsvinkel $\varphi$ ( ° ), tolket fra Bq, Nm, $\beta$ for bp RG4



Tittel:	<b>Tolkning av a-phi fra CPTU</b>			CPTU-/hull	<b>RG4</b>	Sonde nr. :	51813
Prosjekt / Oppdragsn	<b>Engeråsvaien</b>		<b>50173</b>	Terrengkot	<b>141,7</b>	Type sonde:	ENVI
				Borfirma:	RGB	p sondering:	21.06.2022
Sted:	Gnr./bnr.:	57/19	Dato tolket:	22.06.2022			
	Kommune:	Aurskog-H	Tolket/tegnet:	EK			
Oppdragsgiver	Grepperud Boligutvikling AS		Kontrollert:	IA			

