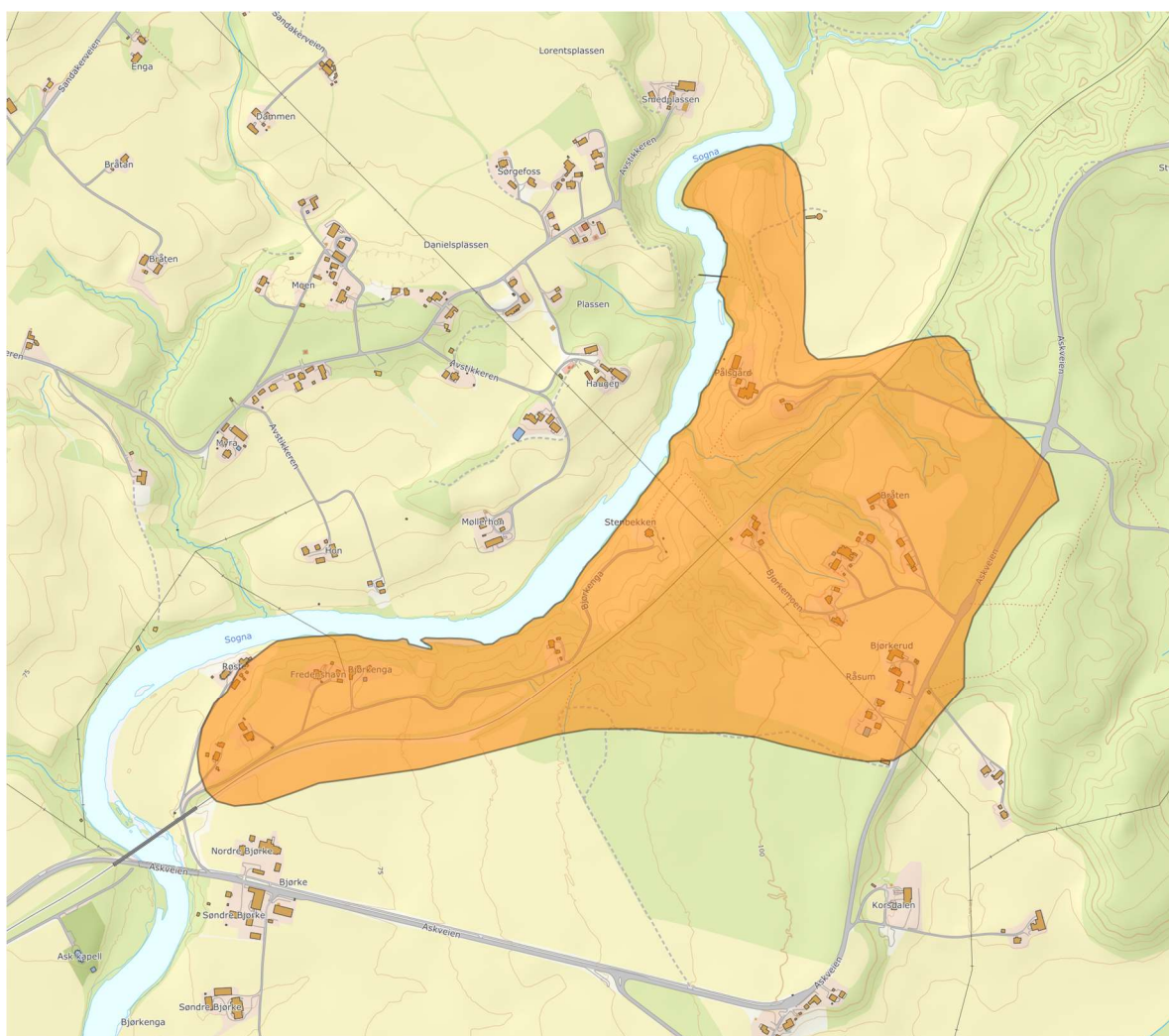


Ringerike Kommune

Soneutredning Ringerike

23045 Rapport nr. 8
Vurdering av områdestabilitet
Sone 870 Bråten, rev 01



Eksisterende faresone 870 Bråten

Prosjektnr: 23045	Dato: 23.02.24	Saksbehandler: Audun Egeland Sanda
Kundenr: 11416	Dato: 17.03.24	Kollegakontroll: Stian Kalstad

Fylke: Viken	Kommune: Ringerike	Sted: Hønefoss
Adresse: -	Gnr/Bnr: -	

Oppdragsgiver: Ringerike Kommune
Rapport: 23045 Rapport nr. 8 Vurdering av områdestabilitet 870 Bråten
Rapporttype: Geoteknisk rådgivning
Stikkord: Områdestabilitet
Euref UTM: Sone 32V – Ø566210, N6667800

Revisjon	Grunnlag	Dato
00	Første utgave	19.03.2024
01	Revidert etter uavhengig kvalitetssikring	16.04.2024

Sammendrag

Løvlien Georåd har fått i oppdrag av Ringerike kommune å utføre soneutredning av fire eksisterende kvikkleiresoner (864 Follumåsen, 870 Bråten, 1411 Mikkelsplassen Nordre og 1412 Mikkelsplassen Søndre) i Ringerike kommune. Soneutredningen skal danne grunnlag for vurderinger av nødvendige sikringstiltak i faresonene.

Foreliggende rapport beskriver områdestabilitetsvurderinger for faresone 870 Bråten som er utredet iht. NVEs veileder nr. 1/2019.

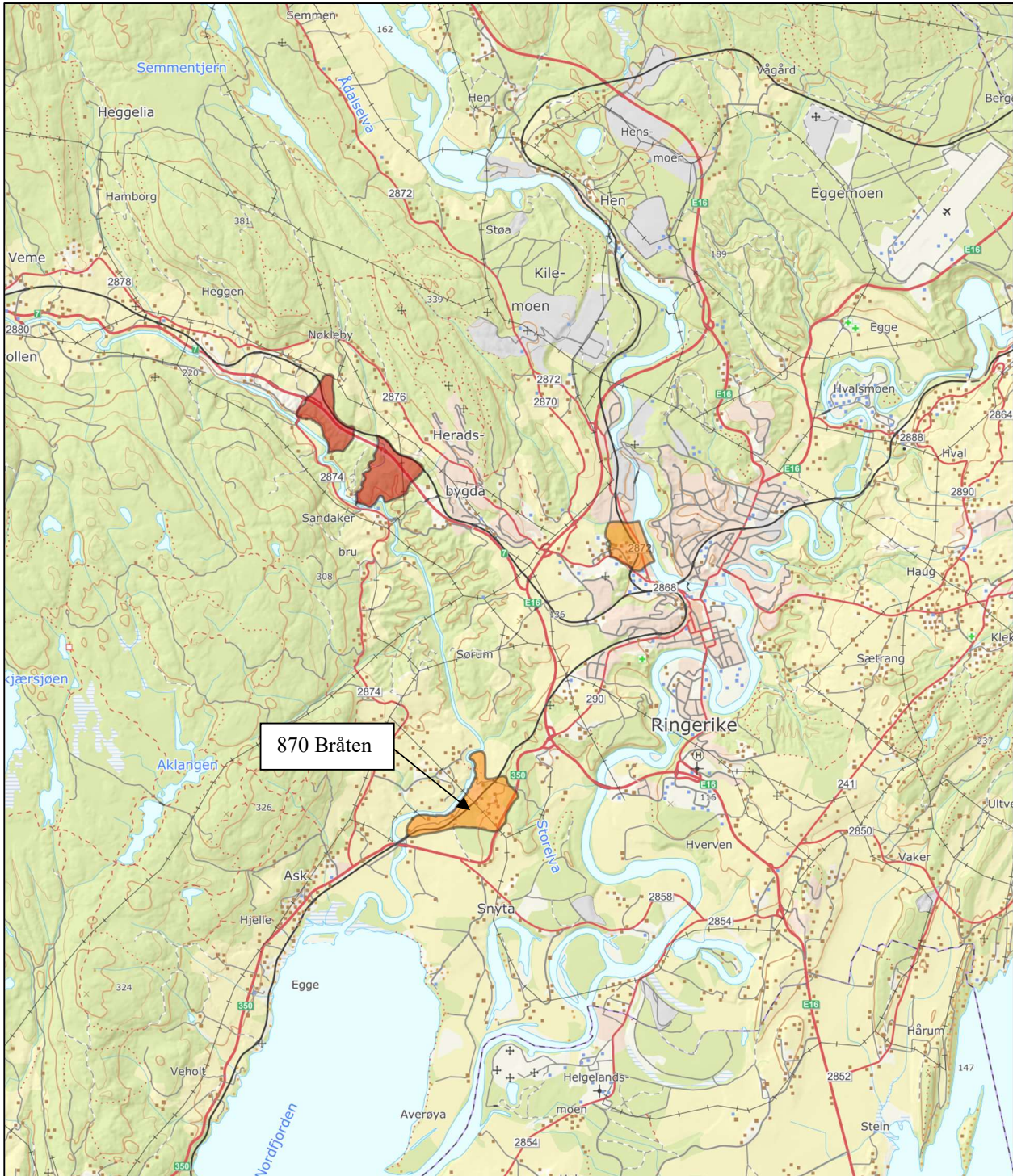
Basert på nye grunnundersøkelser, som viser mindre utbredelse av kvikkleire i sonen enn tidligere antatt, er det foreslått en reduksjon av faresonen. Det er forventet at det kan gå retrogressive skred i sonen, noe som gjør at ved et ev. skred, kan store mengder løsmasser rase ut.

Stabilitetsberegninger viser at dagens situasjon har forholdvis høy sikkerhet. Vi ser ikke behov for topografiske inngrep (motfylling/avlastning) av skråningene i sonen for å oppnå bedre stabilitet, men i østre del av sonen er det fare for at erosjon kan gjøre situasjonen verre over tid og potensielt utløse områdeskred. Beregnet stabilitet i dagens situasjon er god, og akutte tiltak vurderes ikke som nødvendige. Det anbefales imidlertid at det gjøres en nærmere vurdering om det skal utføres erosjonssikring i dette området.

Dersom det planlegges tiltak i sonene, som for eksempel utbygging eller terrengendringer, må det utføres vurdering av stabilitet iht. NVE 1/2019. Avhengig av planlagt tiltak kan det medføre krav til at det utføres nye grunnundersøkelser og beregninger for å dokumentere sikkerheten iht. NVE 1/2019.

WSP Norge AS har utført uavhengig kvalitetssikring av foreliggende rapport. Det er lagt inn en kommentarer knyttet til utløpsområde etter kommentar fra WSP. Markeringer i teksten er markert med kursiv.

Oversiktskart



Figur 0.1: Oversiktskart [2]

Tegninger

Beskrivelse	Tegn. nr.
Situasjonsplan med boringer og beregningsprofiler	R08A01
Situasjonsplan med løsne- og utløpsområder	R08A02
Profil 870-1: Lagdeling og vurdering av løsneområde	R08D01
Profil 870-2: Lagdeling og vurdering av løsneområde	R08D02
Profil 870-3: Lagdeling og vurdering av løsneområde	R08D03
Profil 870-1: Stabilitetsberegning dagens situasjon ADP og AFI	R07E01
Profil 870-2: Stabilitetsberegning dagens situasjon ADP og AFI	R07E02
Profil 870-3: Stabilitetsberegning dagens situasjon ADP og AFI	R07E03

Tillegg

- 1.1 Geotekniske dimensjoneringsparametere
- 1.2 Tolkning av udrenert skjærfasthet fra CPTU, inkl. anvendelsesklasse og SHANSEP
- 1.3 Tolkning av treaksialforsøk
- 1.4 Tolkning av ødometerforsøk
- 1.5 Skjema for faregradsklassifisering Sone 870 Bråten

Innholdsfortegnelse

Oversiktskart	3
1 Innledning	6
1.1 Bakgrunn	6
1.2 Rapportens innhold.....	6
2 Eksisterende faresoner	6
3 Avgrens områder under marin grense.....	6
4 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	7
4.1 Topografi og kvartærgeologi.....	7
5 Tiltakskategori og utredningsmetode	8
6 Identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde.....	9
7 Befaring	10
8 Gjennomfør grunnundersøkelser	11
8.1 Tidligere grunnundersøkelser	11
8.2 Grunnundersøkelser utført ifbm. utredningen	11
8.3 Grunnforhold	11
8.4 Metoder for kartlegging av kvikkleire og sprøbruddmateriale	11
8.5 Tolkning av kvikkleire/sprøbrudd fra utførte grunnundersøkelser	12
8.6 Vurdering av profiler mtp. forekomst av sprøbrudd/kvikkleire.....	13
8.6.1 Profil 870-1	13
8.6.2 Profil 870-2	13
8.6.3 Profil 870-3	14
8.6.4 Profil 870-4	14
9 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder.....	14
9.1 Skredmekanisme	14
9.2 Løsneområde	15
9.3 Utløpsområde	15
10 Klassifiser faresoner	15
11 Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet.....	15
11.1 Sikkerhetskrav	15
11.2 Materialparametere og beregningsprogram.....	15
11.3 Stabilitetsberegninger.....	16
11.3.1 Profil 870-1	16
11.3.2 Profil 870-2	17
11.3.3 Profil 870-3	18
12 Konklusjoner og videre arbeid.....	19
13 Referanser	20

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Løvlien Georåd har fått i oppdrag av Ringerike kommune å utføre soneutredning av fire eksisterende kvikkleiresoner (864 Follumåsen, 870 Bråten, 1411 Mikkelsplassen Nordre og 1412 Mikkelsplassen Søndre) i Ringerike kommune. Soneutredningen skal danne grunnlag for vurderinger av nødvendige sikringstiltak i faresonene.

Foreliggende notat beskriver områdestabilitetsvurderinger for faresone 870 Bråten.

Løvlien Georåd AS har fått i oppdrag å utføre nødvendige grunnundersøkelser for soneavgrensning. Evaluering av faregrad og konsekvensklasse samt avgrensning av faresonen skal vurderes.

WSP er engasjert til å utføre uavhengig kvalitetsikring.

1.2 Rapportens innhold

Foreliggende rapport omhandler utredning av områdestabilitet iht. TEK17 §7-3 og NVEs veileder nr. 1/2019- *Sikkerhet mot kvikkleireskred*, se ref. [1]. Rapporten bruker geotekniske definisjoner som krever faglig geoteknisk kompetanse.

Kapittelinnstillingen fra kapittel 2 følger den stegvise prosedyren for utredning av områdeskredfare iht. NVEs veiledning (tabell 3.1 [1]).

2 Eksisterende faresoner

Utredningen tar for seg eksisterende faresone 870 Bråten. Sonen er har følgende klassifisering:

- Faregrad – Middels
- Konsekvensklasse – Alvorlig

Sonen ble opprettet 16.11.2004 av NGI på nett, men den er også vist i tidligere kartlegginger fra 1988 [3]. Opprettelsen av sonen var basert på enkle undersøkelser og antagelse om kvikkleire i området. Fra hva vi kan se var det kun utført en dreietrykkssondering (borpunkt 6-2 i denne rapporten) helt øst i sonen.

3 Avgrens områder under marin grense

Hele faresonen ligger under aktsomhetsområde for mulig marin grense.

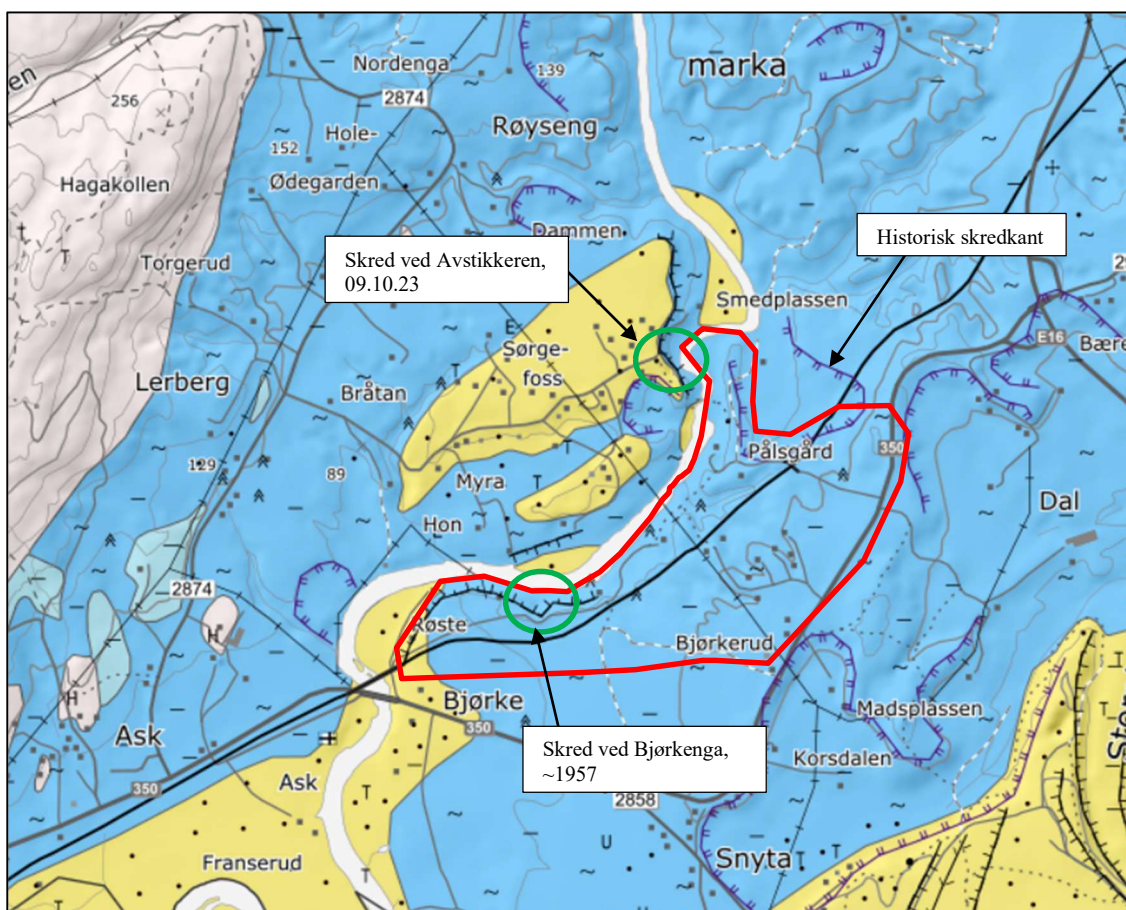
4 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

4.1 Topografi og kvartærgeologi

Det undersøkte området ligger langs elva Sogna. Terreng i området faller generelt mot elva med varierende bratthet og høydeforskjell. I søndre del av det undersøkte området er høydeforskjell ca. 10 til 20 m mot Sogna og skråningen er rundt 1:1,5 til 1:2,0 på det bratteste. Nord i området er skråningshøyden fra elva høyere (opp mot 30 m), men til gjengjeld er terrenget slakere.

Området består hovedsakelig av dyrka mark og skog, men også av eneboliger og gårdsbruk. Bergensbanen går gjennom området.

Tilgjengelige kart fra NGU [4] indikerer at det er en skredkant fra et større skred nord i området, se figur 4.1 for plassering skredkant. Fra kvartærgeologisk kart så kan det forventes en blanding av elve- og havavsetninger i området.



Figur 4.1 Utklipp fra NGU sitt løsmassekart med tidligere skredkant i området (blått = havavsetning, gult = elveavsetning)

På historiske flyfoto fra 1957 kan man se resten av et mindre skred som har gått i søndre del av området, ca. 100 m øst for Bjørkenga 18.



Figur 4.2 Flyfoto fra 1957 og terrengskanning fra høydedata hvor man kan se skredet og utløpsmassene fra skredet i Sogna

09.10.23 gikk det et skred ved Avstikkeren og ut i Sogna, se figur 4.1 for plassering av skredet. Dette er utenfor området som blir undersøkt i forbindelse med denne rapporten. Skredet var antagelig utløst av erosjon ved elva og utførte grunnundersøkelser indikerer at det er kvikkleire/sprøbrudd i grunnen [5].

5 Tiltakskategori og utredningsmetode

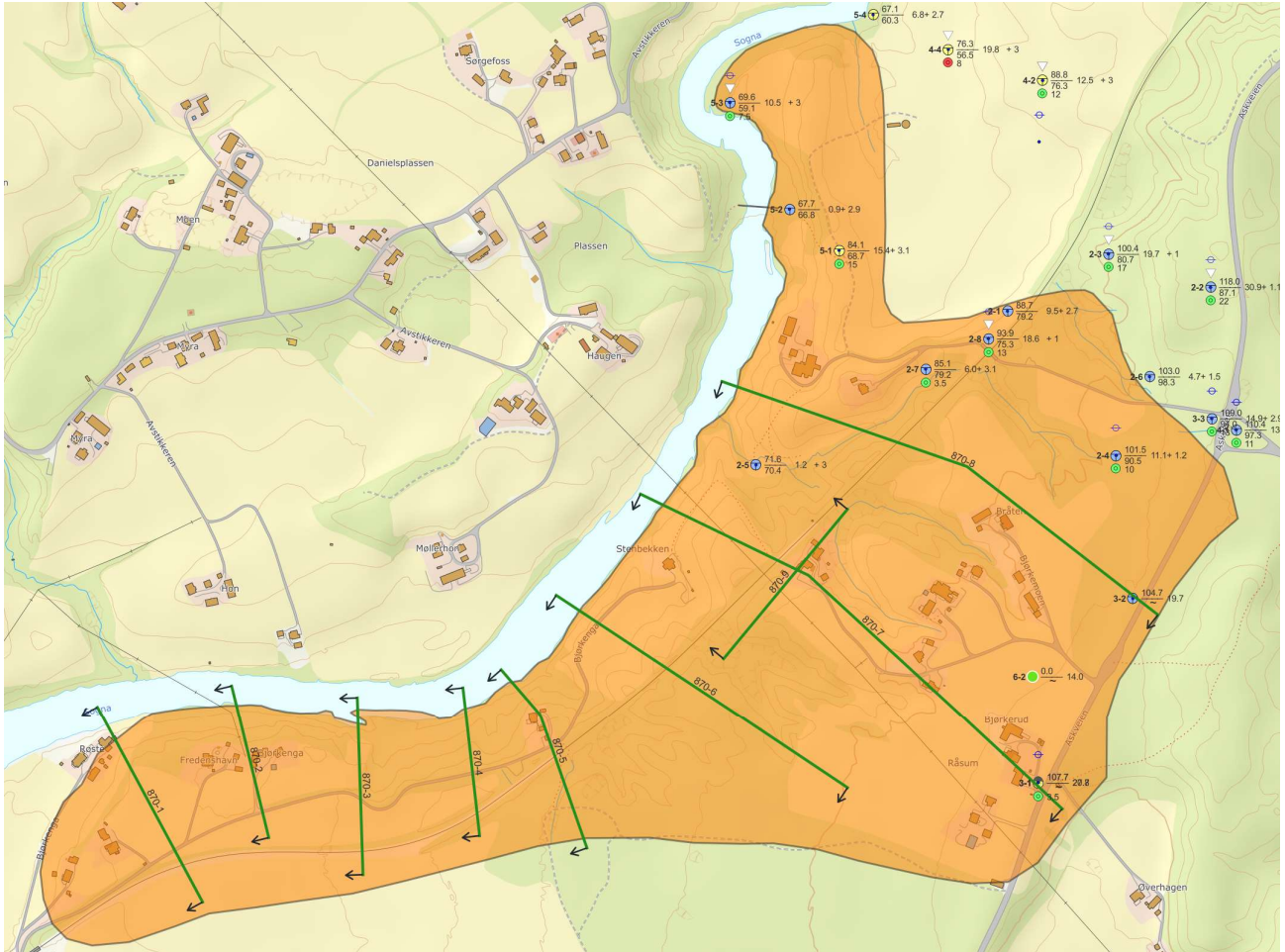
Soneutredningene som utføres i dette prosjektet har ikke bakgrunn i et planlagt tiltak og sådan velges heller ikke en tiltakskategori. Hensikten med utredningen er å kartlegge og lage ny avgrensning til de valgte sonene, samt vurdere behov for sikringstiltak.

Fremgangsmåte for prosjektet er at erosjons- og grunnforhold samt kritiske skråninger i sonene kartlegges. Ved valg av kritiske skråninger vektlegges områder hvor det er sannsynlig at det kan utløses et initialt skred eller om det er spesielt skredfarlig (bratthet og grunnforhold). Er det pågående erosjon i skråningen tas også med i vurderingen. Om grunnundersøkelser viser kvikkleire eller sprøbruddmateriale i skråningen utføres beregninger for å fastsette dagens sikkerhetsnivå.

Basert på dagens stabilitet vurderes krav til prosentvis forbedring for hvert snitt, lavere sikkerhet medfører høyere krav til forbedring. Som utgangspunkt tas det sikte på å ligge mellom 5 – 15 % forbedring der det er nødvendig, men dette vurderes for hvert snitt. Ved vurdering av nødvendig sikkerhetsnivå vektlegges det om det er bebyggelse eller annen viktig infrastruktur i løснеområdet.

6 Identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde

Basert på topografi og tidligere utførte grunnundersøkelser, ble det identifisert ni kritiske snitt som man ønsket å undersøke med supplerende grunnundersøkelser. Plassering av disse er vist i figur 6.1.



Figur 6.1 Plassering av antatt kritiske snitt basert på topografi, befaring og tidligere utførte grunnundersøkelser.

Snittene er plassert basert på høydeforskjell og helning, samt der hvor det er mulig erosjonskilde i fot av profilet. Alle utenom et profil går ned til Sogna. Profil 870-9 går ikke til Sogna, men ender i hver ende ved raviner hvor vi mistenker at det kan være erosjon som følge av bekkedrag. I nordre del av sonen er det ikke plassert noen profiler med bakgrunn i at tidligere grunnundersøkelser i dette området ikke viser tegn til sprøbruddmateriale.

Basert på topografien til terrenget utenfor eksisterende faresone (mot sør, vest og nordvest) vurderer vi bebyggelsen i faresonen ikke kan ligge i utløpsområde til skred utenfor faresonen.

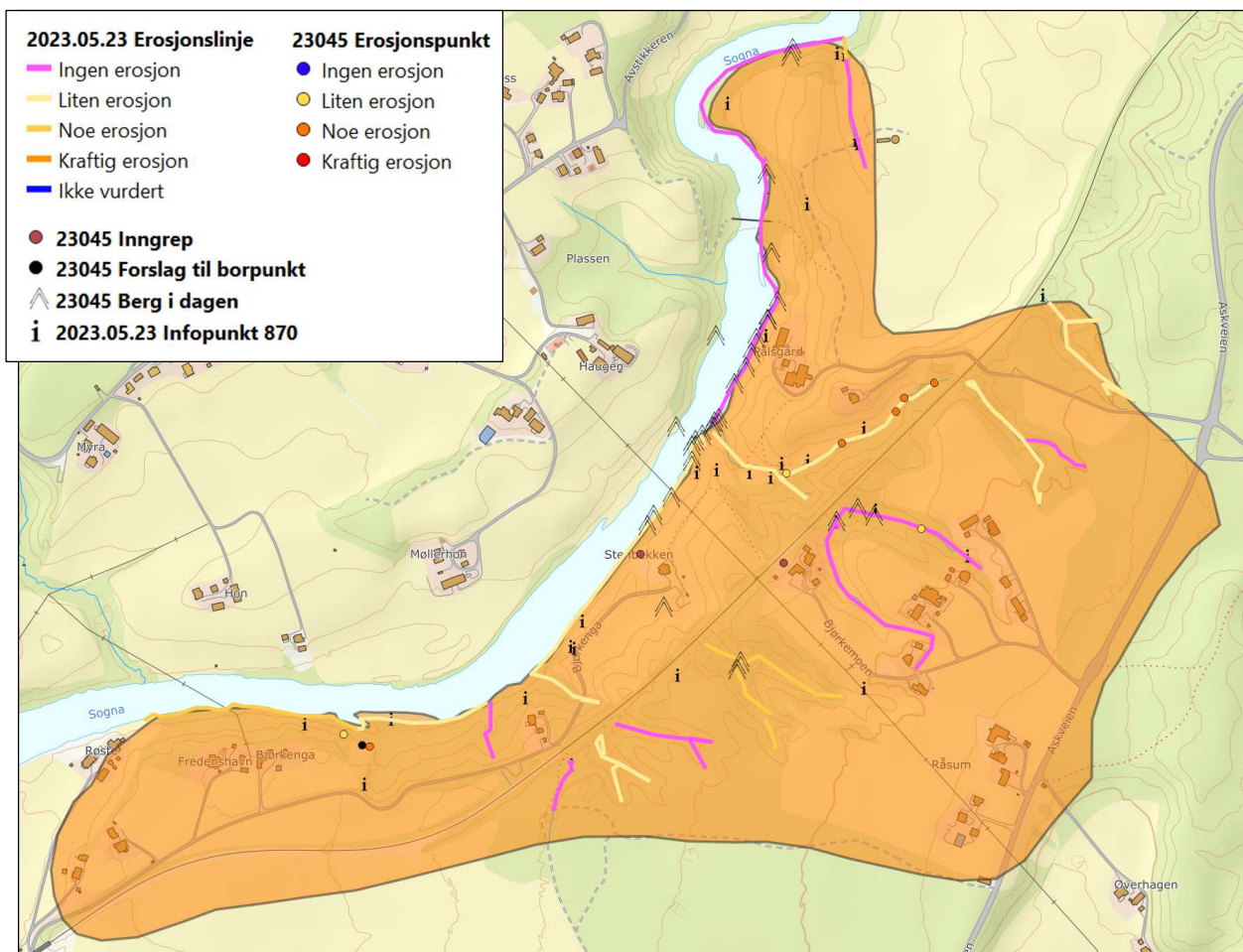
7 Befaring

Befaring i sone 870 Follumåsen ble utført 23. mai 2023. Fra Løvlien Georåd deltok Audun E. Sanda og Emmi C. Kristensen, og fra Ringerike kommune deltok Åse Rønsen på første del av befaringen.

Generelt ble det observert ingen til lite erosjon langs Sogna og i ravinene innenfor faresonen. Enkelte steder kan det klassifiseres som noe erosjon, særlig langs Sogna vest i sonen. På befaringstidspunktet var vannføringen i Sogna stor og vannstanden høyere enn normalt. Langs bekkedrag og raviner var det generelt sett liten vannføring. Inntrykket fra kart og befaringer er at disse bekkene ikke mates fra innsjøer eller store nedbørsfelt, men kun fører overflatevann/dren fra jordbruk så det antas at det normalt er liten vannføring i disse.

Det ble gjort flere registreringer av berg i dagen, spesielt langs Sogna i nordre del av sonen.

For mer detaljert beskrivelse henvises det til befarringsrapport [6].



Figur 7.1 Oversikt over feltobservasjoner og registreringer i sone 870 Bråten.

8 Gjennomfør grunnundersøkelser

8.1 Tidligere grunnundersøkelser

I nordre del av sonene er det tidligere utført fem runder med grunnundersøkelser som vi har fått tilgang til, plassering av borpunkt er vist i Figur 6.1. Tidligere undersøkelser er utført i forbindelse med prosjektet «Fellesprosjektet Ringeriksbanen» (borpunkt med ref. 2-5) [7] [8] [9] [10] og kartlegging av områder med skredfare på 80-tallet (borpunkt med ref. 6) [11].

Fra de tidligere grunnundersøkelsene er det ingen punkter i sonen med påvisning av sprøbruddmateriale. I de punktene hvor sondering indikerer sprøbrudd er det tatt prøver som avkrefter forekomsten av sprøbruddmateriale.

8.2 Grunnundersøkelser utført ifbm. utredningen

I perioden september-november 2023 ble det utført supplerende grunnundersøkelser i sonen. Utforming av borprogram ble gjort i samråd med uavhengig kvalitetssikrer. Det vises til rapport nr. 6 for nærmere detaljer [12].

8.3 Grunnforhold

Utførte undersøkelser i faresone Bråten indikerer at grunnen i området generelt består av et topplag av tørrskorpeleire over leire. Sonderingene indikerer at leira kan ha innskutte lag med sand og silt. Der det ble boret til berg var det ikke indikasjon på et fastere lag over berg, utenom borpunkt 870-8 og 870-10. I borpunktene er den største løsmassemektigheten 30 m (870-3, -5 og -6). Disse boringene ble avsluttet i løsmasser.

Leiren karakteriseres som *bløt* til *fast*, og *lite* til *meget sensitiv*.

Det er påvist forekomst av sprøbruddmateriale ($s_r \leq 1,27 \text{ kN/m}^2$) fra prøveserier i følgende dybdeintervaller:

- Pkt. 870-1 6 – 17 m
- Pkt. 870-2 2 – 8 m
- Pkt. 870-3 21 – 22 m
- Pkt. 870-5 7 – 14 m
- Pkt. 870-6 13 – 21 m

Sprøbruddleira betegnes som kvikkleire ($s_r \leq 0,33 \text{ kN/m}^2$) i dybdeintervallet 6 – 9 m i pkt. 870-1.

8.4 Metoder for kartlegging av kvikkleire og sprøbruddmateriale

Kartlegging av forekomst av kvikkleire og sprøbruddmateriale er basert på opptatte prøver og sonderingsresultat fra CPTU-sonderinger, total- og dreietrykksonderinger. Under er det beskrevet hvordan vi tolker om det er sprøbruddmateriale fra de ulike sonderingsmetodene.

CPTU-sonderinger

Fra CPTU-sonderingene er poretrykksforholdet, B_q , benyttet som en indikasjon på kvikkleire/sprøbruddmateriale:

- Verdiområde for kvikkleire $B_q = 1-2$
- Verdiområde for sensitiv leire $B_q = 0,75-2$

Ved lagdelt grunn, slik som det er påvist ved Bråten, må tolkning fra B_q benyttes med forsiktighet pga. at B_q verdier vil falle kraftig etter penetrasjon av sandlag og tar tid å bygge seg opp igjen.

Totalsonderinger

Fra totalsonderinger er det antatt forekomster av kvikkleire/sprøbruddmateriale i dybdeintervall der sonderingene viser konstant eller avtakende sonderingsmotstand mot dybden.

Dreietrykksondering

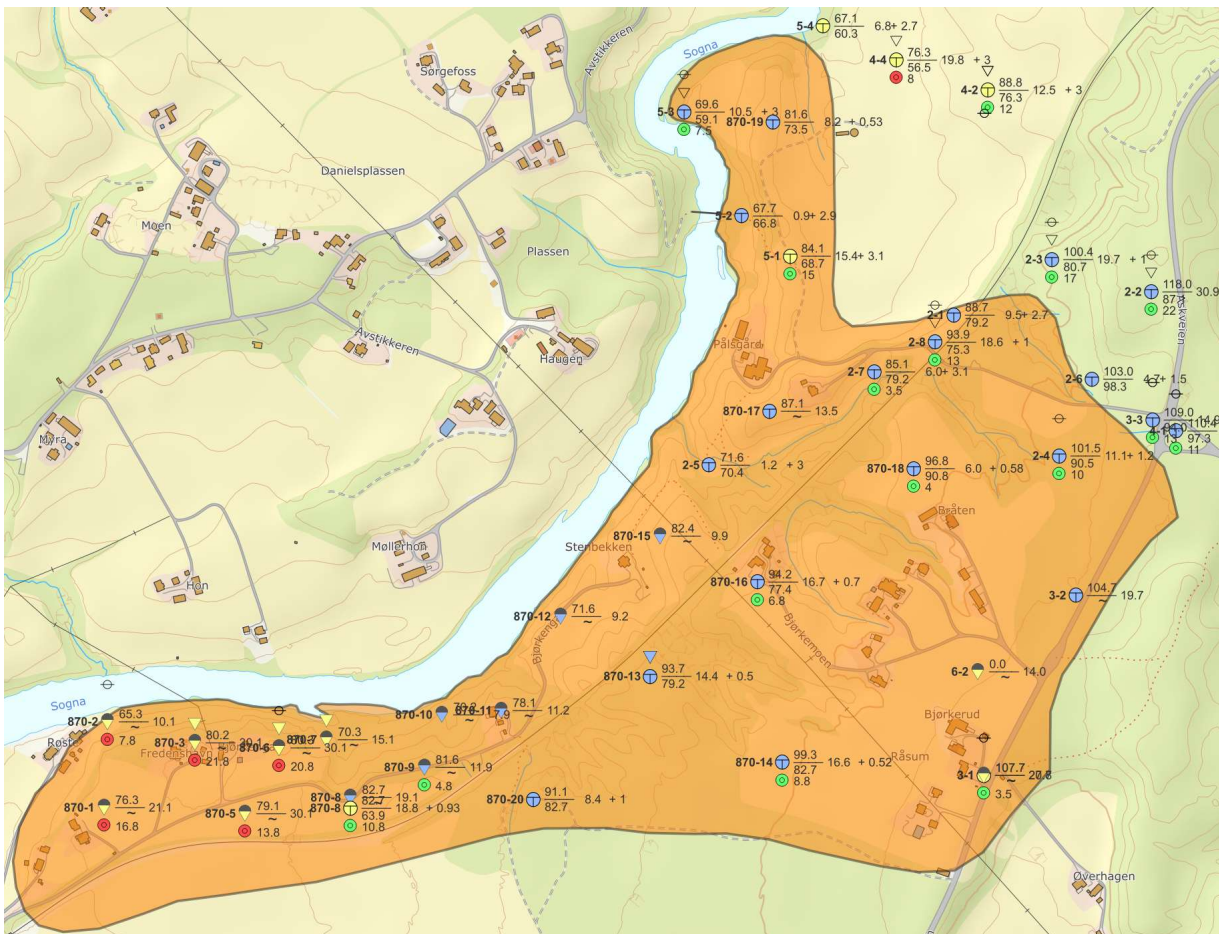
Fra dreietrykksondering er det antatt forekomster av kvikkleire/sprøbruddmateriale i dybdeintervall der sonderingene viser konstant eller avtakende sonderingsmotstand mot dybden.

8.5 Tolkning av kvikkleire/sprøbrudd fra utførte grunnundersøkelser

Figur 8.1 viser en oversikt over utførte borpunkt med markering av hvor det påvist- eller indikasjon på kvikkleire/sprøbruddmateriale (røde og gule sirkler), samt hvilke borpunkt hvor det ikke er påvist eller ikke indikasjon på kvikkleire eller sprøbruddmateriale (blå og grønne sirkler).

Det er kun i sørvestre del av sonen at vi tolker at det er kvikkleire/sprøbruddmateriale i grunnen. I områdene hvor vi tolker at det ikke er kvikkleire har vi for det meste prøvetakning som understøtter dette. Det kan allikevel ikke garanteres at det ikke er lommer med kvikkleire/sprøbruddmateriale, men det er lite sannsynlig at det er store sammenhengende lag, slik det er påvist i sørvestre del av sonen.

En mer detaljert fremstilling er vist på situasjonsplanen i tegning R08A01. Lagdeling med tolkning av kvikkleireforekomster i de ulike borpunktene er vist i profilene i tegning R08D01 til R08D03.



Figur 8.1 Tidligere og nye grunnundersøkelser fra ref. [7] [8] [9] [10] [11] [12] med markering av punkter hvor det er påvist (rød) eller antatt (gul) forekomst av kvikkleire eller sprøbruddmateriale samt punkter hvor det ikke er indikasjon (blå) eller påvist dette (grønn).

8.6 Vurdering av profiler mtp. forekomst av sprøbrudd/kvikkleire

Fra de antatt kritiske profilene angitt i kapittel 6 går vi kun videre med profil hvor det er påvist eller indikasjon på kvikkleire/sprøbruddmateriale. Dette betyr at vi vurderer profil 870-1 til -4 nærmere.

8.6.1 Profil 870-1

Opptatte prøveserier i punkt 870-2 og 870-1 har påvist sprøbrudd og/eller kvikkleire. Dreietrykksonderinger i begge punkter indikerer også sprøbrudd/kvikkleire ned mot sonderingsstopp.

Grunnet forekomst av sprøbrudd og/eller kvikkleire, vurderes profilet nærmere med tanke på aktuell skredmekanisme i kapittel 9.1.

Tolkning av lagdeling er vist i profil i tegning R08D01.

8.6.2 Profil 870-2

Opptatte prøveserier i punkt 870-3 og 870-5 har påvist sprøbrudd. Dreietrykksonderinger i begge punkter i tillegg til CPT i 870-3 indikerer også sprøbrudd/kvikkleire ned mot sonderingsstopp.

Grunnet forekomst av sprøbrudd og/eller kvikkleire, vurderes profilet nærmere med tanke på aktuell skredmekanisme i kapittel 9.1.

Tolkning av lagdeling er vist i profil i tegning R08D02.

8.6.3 Profil 870-3

Opptatte prøveserier i punkt 870-6 har påvist sprøbrudd. Dreietrykksonderinger i 870-6 og 870-7 indikerer begge også sprøbrudd/kvikkleire ned mot sonderingsstopp. Lengre inn fra elva, ved borpunkt 870-8 er det svak indikasjon fra total- og dreietrykksonderingen på sprøbrudd, mens prøvetakning i dette punktet avkrefter at det er sprøbruddmateriale.

Grunnet forekomst av sprøbrudd og/eller kvikkleire, vurderes profilet nærmere med tanke på aktuell skredmekanisme i kapittel 9.1.

Tolkning av lagdeling er vist i profil i tegning R08D03.

8.6.4 Profil 870-4

Dreietrykksonderingene ved borpunkt 870-9 og 870-10 indikerer ikke sprøbrudd. Det er foretatt prøvetakning i borpunkt 870-9 hvor det ikke er påvist sprøbrudd.

Siden det ikke er indikasjon på sprøbrudd fra sonderingene i profilet er det ikke vurdert som nødvendig å tegne opp profilet.

9 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder

9.1 Skredmekanisme

Skredmekanisme er vurdert etter metoden for bestemmelse av b/D i platåterreng uten at det er utført stabilitetsberegning, ref. fig. 4.5 i NVE 1/19.

Beregnet b/D-forhold for de aktuelle profilene er oppsummert i tabell 9.1. I profil 870-1 og -3 er b/D-forholdet større enn 40 %, dvs. at det er fare for retrogressiv skredmekanisme. Dette vurderes som fornuftig siden mektigheten av kvikkleire/sprøbruddmateriale er store i disse profilene, spesielt inne på platået bak skråningstopp.

Det gjøres en oppdatert vurdering av b/D etter at beregninger er utført.

Tabell 9.1 Oppsummering b/D-forhold

Tegningsnr.	Profil	b/D-forhold
R08D01	870-1	66 %
R08D02	870-2	6,3 %
R08D03	870-3	42,7/48,3%

9.2 Løsneområde

I beregningsprofilene 870-1 og -3 er det forventet retrogressiv skredmekanisme. Det er ikke tilfellet i 870-2, men siden det forventes retrogressivt skred i naboprofilene så har vi valgt å legge det til grunn også for dette profilet. Maksimal løsnedistanse for rotasjonsskred anslås ved bruk av NGI-metoden, ref. kap. 4.5.2. i NVE 1/19. Dybde til 1:15 linja er avgrenset av den grunneste av bunn kritisk skjærflate eller $0,25H$.

9.3 Utløpsområde

Utløpsområdet vil være i Sokna. Vi har valgt å benytte anbefalingen fra NVE 1/19 for kanalisert terreng, dvs. utløpsområde ($L_U = 3L$)

Opptegning av nye faresoner med tilhørende løsne- og utløpsområder er vist på tegning R08A02.

Basert på områdets topografi kan ikke bebyggelsen i den gjenværende delen av faresonen, slik den er tegnet i R08A02, ligge i et utløpsområde fra skred utenfor faresonen.

10 **Klassifiser faresoner**

Ny klassifisering av faresonen er vist i tillegg 1.5 med følgende resultat:

- Faregrad: Middels
- Konsekvensklasse: Alvorlig
- Risikoklasse: 4

11 **Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet**

11.1 Sikkerhetskrav

Foreliggende soneutredning skal danne grunnlag for vurderinger av eventuelle nødvendige sikringstiltak i eksisterende faresone.

Siden det ikke er tiltakskategori og vi kun vurderer stabiliteten i dagens situasjon er det ikke satt noe grense for minste oppnådd sikkerhetsfaktor. Beregninger utføres for å få et bilde om det er skråninger med så lav sikkerhet at det burde utføres tiltak eller skråninger som er erosjonsutsatte. Ved vurdering av dagens stabilitet for store skjærflater vektlegges beregninger med drenert parametere over beregninger med udrenert parametere.

11.2 Materialparametere og beregningsprogram

Stabilitetsberegningene er utført i GeoSuite Stability og BEAST som beregningsverktøy [13]. Det er utført beregninger for totalspenningsbasis (udrenert tilstand i leiren) og effektivspenningsbasis (drenert langtidstilstand i leiren). Det er ikke tatt hensyn til eventuelle positive bidrag fra geometrieffekter i beregningene (3D-effekter). Benyttede materialparametere er vist i tillegg 1.1.

11.3 Stabilitetsberegninger

Det er utført stabilitetsberegninger for dagens situasjon i tre beregningsprofiler (Profil 870-1, -2 og -3) med beliggenhet som vist på situasjonsplan i tegning R08A01.

Det er på nåværende tidspunkt kun utført stabilitetsberegninger for dagens situasjon for å kartlegge stabilitetsforholdene og aktuelle skredmekanismer. Det er derfor ikke medtatt laster fra eksisterende bygg eller mindre opp-/utfyllinger. Det er tatt med 19,5 kPa på veier der det er relevant.

Stabilitetsberegningene er vist i tegning R08E01 til R08E06. Lagdeling, materialparametere og andel kvikkleire/sprøbruddmateriale over kritisk glideflate er også vist i beregningene. Oppnådde sikkerhetsfaktorer er oppsummert i tabell 11.1.

Tabell 11.1 Beregnet sikkerhetsfaktor for dagens situasjon

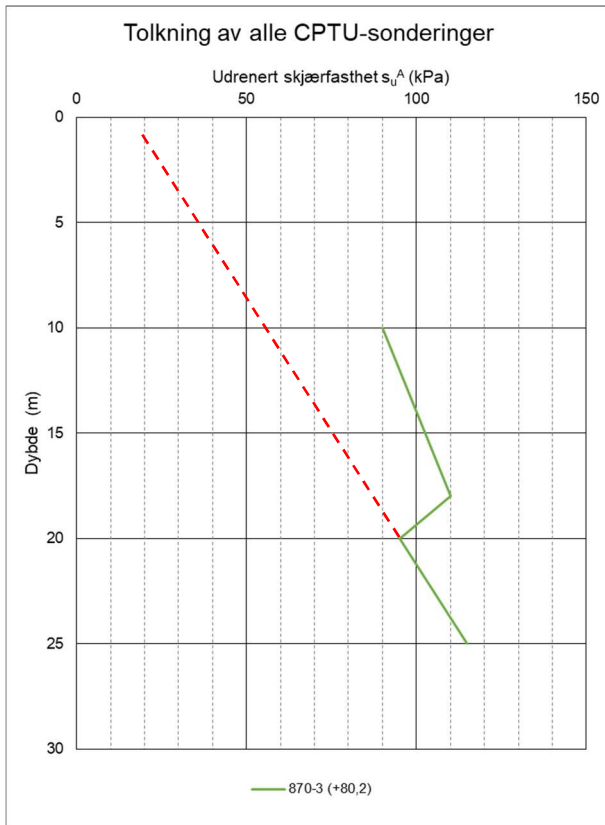
Tegningsnr.	Profil	Beregnet SF ¹⁾	
R08E01-02	870-1	1,46 / 1,56 / 3,09	1,73 / 1,68 / 1,81
R08E03-04	870-2	1,31 / 1,52 / 2,45	1,64 / 1,86
R08E05-06	870-3	1,29 / 1,27 / 1,49	1,13 / 1,17 / 1,31

¹⁾Udrenert/drenert

11.3.1 Profil 870-1

Ved toppen av skråningen har vi ikke sondering i profilet, men har basert lagdeling på borpunkt 870-1. Fra borpunkt 870-3, som ligger på skråningskanten ca. 120 m øst for profilet, er et påvist et øvre lag med ikke sensitiv leire. Denne lagdelingen kan se på tegning R08D02. Basert på øvrige borpunkt som ligger på plataet (870-1, -3, -5 og -6) kan vi se at det gjennomgående er påvist et øvre lag av tørrskorpe/sandig leire over laget med sensitiv leire.

På bakgrunn av dette har vi valgt å anta at det er et lag med leire over de sensitive massene også ved skråningstoppen ved profil 870-1. For udrenert beregningene har vi tatt utgangspunkt i tolket skjærfasthet fra CPT i borpunkt 870-3. I denne borer er det leire med overgangen til sprøbruddmateriale ved ca. 20 m dybde. Det er tolket relativt høy skjærfasthet i dette borpunktet. I profil 870-1 har vi konservativt antatt overgang til sprøbrudd ved ca. 5 m dybde. Vi har valgt å ekstrapolere skjærfasthetsutviklingen fra 20 m dybde og opp for at beregningene skal være basert på et noe mer konservativ vurdering. Se valgt tolkning i figuren under. I foten av skråningen har vi lagt inn SHANSEP profil som vist i tillegg 1.1.



Figur 11.1 Rødt linje viser skjærfasthetsprofilen vi har lagt inn ved skråningstopp for profil 870-1. Grønn linje er tolket skjærfasthet fra CPT 870-3

Det er beregnet god sikkerhetsfaktor på drenert og udrenert basis (hhv. 1,73 og 1,46). Skråningshøyden lokalt nede ved Sogna er liten, men et lokalt initialscred har potensialet til å utvikle seg til et større retrogressivt skred.

Oppsummert så anser vi stabiliteten som tilfredsstillende i dagens situasjon, men om det planlegges tiltak i området, spesielt i nærheten av elvekanten, eller om det oppstår erosjon langs elva, så må stabilitet vurderes på nytt.

11.3.2 Profil 870-2

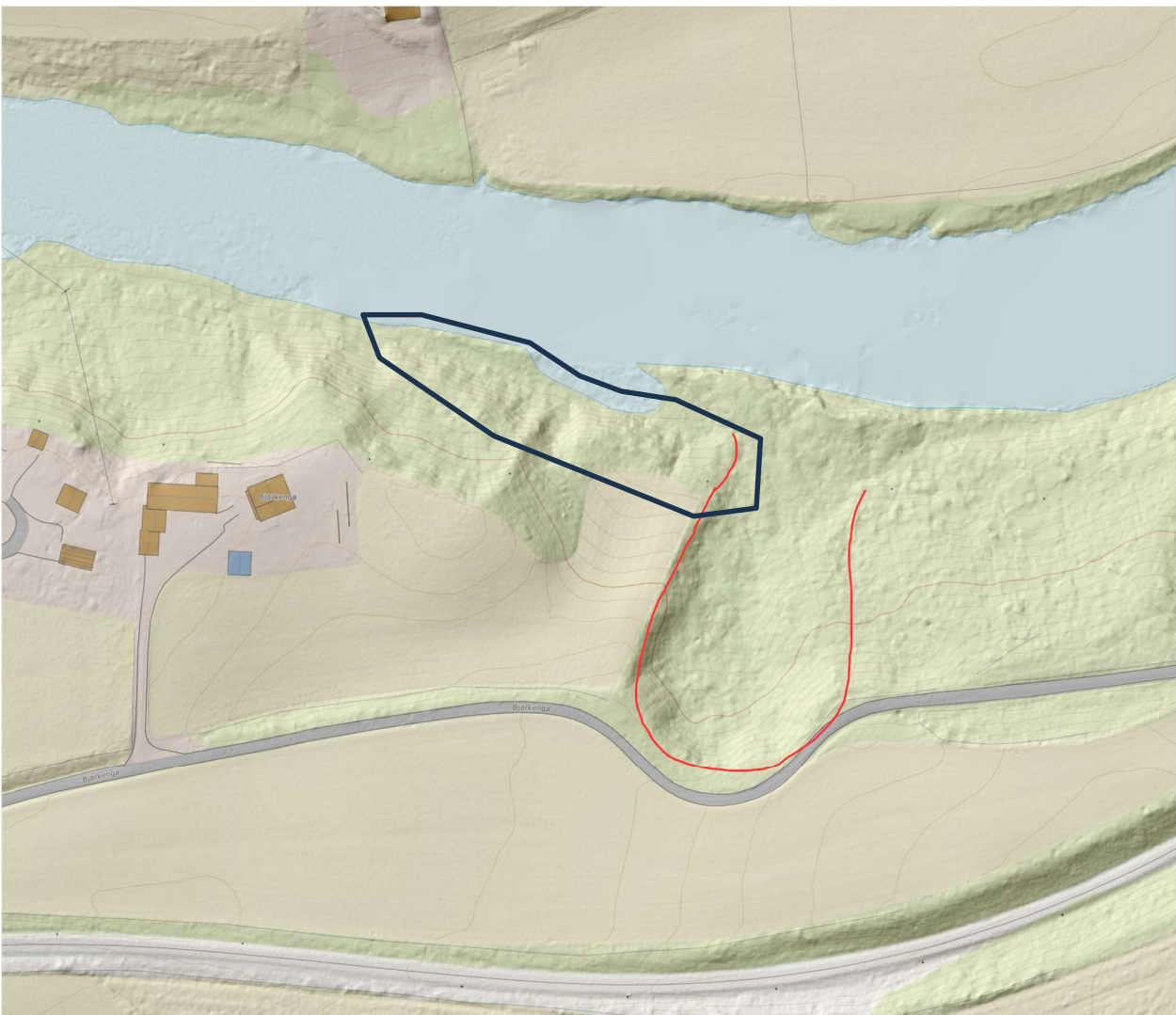
Beregnet stabilitet er god på drenert basis (1,64). Det er den også for udrenert basis, men litt lavere (1,31/1,52). Vi anses imidlertid det som lite sannsynlig at det er en udrenert spenningstilstand til så stor dybde som kritisk udrenerte skjærflate tilsier. Skråningshelning i profilet tilsier ikke at det er stor fare for at skal skje et initialscred ved elvekanten og basert på borpunkt 870-3 er det i utgangspunktet ikke fare for at et skred i dette profilet skal gi en retrogressiv skredutvikling. Det må ikke utføres terrenginngrep som kan forverre stabiliteten. Tatt i betraktning mengden med sprøbruddmaterialet som er påvist i borpunkt 870-5 lengre inn i profilet så har vi tatt utgangspunktet at det potensielt kan være retrogressiv bruddutvikling også i dette profilet.

Oppsummert så anser vi stabiliteten som tilfredsstillende i dagens situasjon, men om det planlegges tiltak i området, spesielt ved skråningstopp eller i nærheten av elvekanten, eller om det oppstår erosjon langs elva, så må stabilitet vurderes på nytt.

11.3.3 Profil 870-3

Lavest beregnet sikkerhet på drenert og udrenert basis er hhv. 1,13 og 1,29. Det er en bratt skråning ved enden av profilet ned til Sogna. Sikkerhetsfaktoren for skjærflaten lokalt ved elvekanten på drenert basis er under det som ville vært nødvendig for en soneutredning ifbm regulering eller byggesak (krav $SF_{\phi} \geq 1,25$). På udrenert basis er stabilitet ved elvekanten relativ god ($SF = 1,49$). Det dårligere beregnet stabilitet på de større skjærflatene, men det er lite sannsynlig at disse er reelle for dagens situasjon.

Skredmekanismen i profilet er tolket som retrogressiv. Dokumentert stabilitet i dagens situasjon vurderes som OK, og det er ikke nødvendig med akutte tiltak. Det er derimot et behov for å overvåke erosjon mer detaljert og supplerende vurderinger av om det bør utføres plastring av skråningen. Slik situasjonen er i dag vurderer vi, basert på brattheten og erosjon lokalt ved elva, at det er en fare for at det kan gå et naturlig utløst initialskred i skråningen som kan ha retrogressiv utvikling.



Figur 11.2 Blå strekk markerer område ved profil 870-3 hvor erosjonssikring bør utredes nærmere. Rød strekk viser tidligere skred, se kapittel 4.1.

12 Konklusjoner og videre arbeid

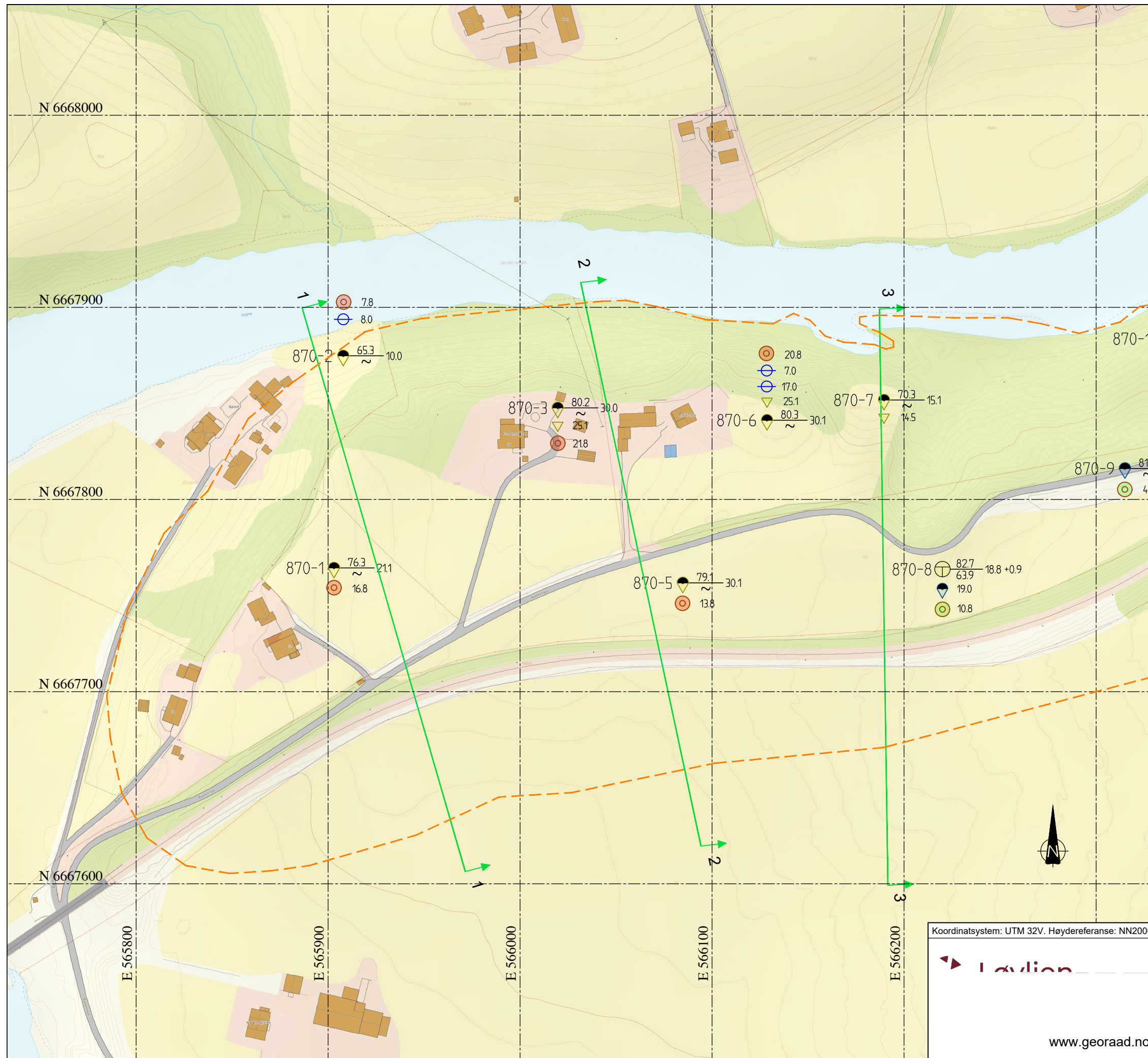
Utførte grunnundersøkelser viser at det kun er en liten del av den opprinnelige faresonen hvor det er sprøbruddmateriale/kvikkleire. Basert på dette er det foreslått en ny geometri til faresonen. Den nye faresonen vil ha samme konsekvens og fareklasse som den opprinnelige. Det er vurdert at det kan gå retrogressive skred i sonen, noe som gjør at ved et ev. skred kan store mengder løsmasser rase ut.

Det er utført stabilitetsberegninger i den nye sonen som viser at dagens situasjon har forholdsvis høy sikkerhet. Vi ser ikke behov for topografiske inngrep (motfylling/avlastning) av skråningene i sonen for å oppnå bedre stabilitet. Vi ser imidlertid at det i østre del av sonen, ved profil 870-3, er fare for at erosjon kan utløse et initialskred som kan ha retrogressiv utvikling. Beregnet stabilitet i dagens situasjon er god, og akutte tiltak vurderes ikke som nødvendige, men vi anbefaler at det gjøres en nærmere vurdering om det skal utføres erosjonssikring i dette området.

Dersom det planlegges tiltak i sonene, som for eksempel utbygging eller terrengendringer, må det utføres vurdering av stabilitet iht. NVE 1/2019. Avhengig av planlagt tiltak kan det medføre krav til at det utføres nye grunnundersøkelser og beregninger for å dokumentere sikkerheten iht. NVE 1/2019.

13 Referanser

- [1] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Veileder nr.1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper,» 2020.
- [2] Kartverket, Geovekst og kommuner, «Norgeskart,» [Internett]. Available: <https://norgeskart.no/>.
- [3] NGI, «81040-1 KARTLEGGING AV OMRÅDER MED POTENSIELL FARE FOR KVIKKLEIRESKRED, RAPPORTEN OMFATTER KARTBLADET HØNEFOSS,» 1.09.1988.
- [4] NGU - Norges Geologiske Undersøkelse, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» NGU, [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/. [Funnet 2023].
- [5] Løvlien Georåd, «23045 Rapport nr. 6 - Soneutredning Ringeriket, Geoteknisk datarapport,» 29.11.2023.
- [6] Løvlien Georåd AS, 23045 nr. 2 Befaringsrapport sone 870 Bråten, 05.07.2023.
- [7] NGI, «FRE-00-A-91009 01A Ringeriksbanen, Geotekniske undersøkelser, Avrop 13-S4-S5, Datarapport».
- [8] Multiconsult, «FRE-00-A-91011 01A Ringeriksbanen, Sandvika-Hønefoss, Grunnundersøkelser (Strekning 3/Avrop 14), Geoteknisk datarapport».
- [9] Multiconsult, «FRE-00-A-91012 01A Ringeriksbanen, Sandvika-Hønefoss, Grunnundersøkelser (Strekning gjelder flere. Avrop 15), Geoteknisk datarapport».
- [10] NGI, «FRE-00-A-91008 02A Ringeriksbanen, Geotekniske undersøkelser, Avrop 10-S4-S5-S1, Datarapport».
- [11] NGI, «810040-2 Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred,» 16.03.1994.
- [12] Løvlien Georåd, «23045 Rapport nr. 6 Geoteknisk datarapport - Soneutredning Ringerike. Sone 870 Bråten,» 21.12.2023.
- [13] Trimble - Novapoint , «BEAST. A Computer Program for Limit Equilibrium Analysis by the Method of Slices. Documentation,» Report 8302-2, rev. 3. 10. aug. 2000.



MERKNADER:

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

FORKLARINGER:

- PKT.NR. TERRENGNIVA BORDYBDE
- TOTALSONDERING BORDYBDE+BORET I BERG
- CPTU BORDYBDE
- PRØVESERIE PRØVEDYBDE
- PIEZOMETER DYBDE SPISS
- PÅVIST SPRØBRUDDMATERIALE ELLER KVIKKLEIRE I PRØVESERIE
 - SONDERINGEN INDIKERER SPRØBRUDDMATERIALE ELLER KVIKKLEIRE
 - SONDERINGEN INDIKERER IKKE SPRØBRUDDMATERIALE ELLER KVIKKLEIRE
 - IKKE PÅVIST SPRØBRUDDMATERIALE ELLER KVIKKLEIRE NED TIL ANGITT PRØVEDYBDE
- FARESONE 870 BRATEN

HENVISNINGER:

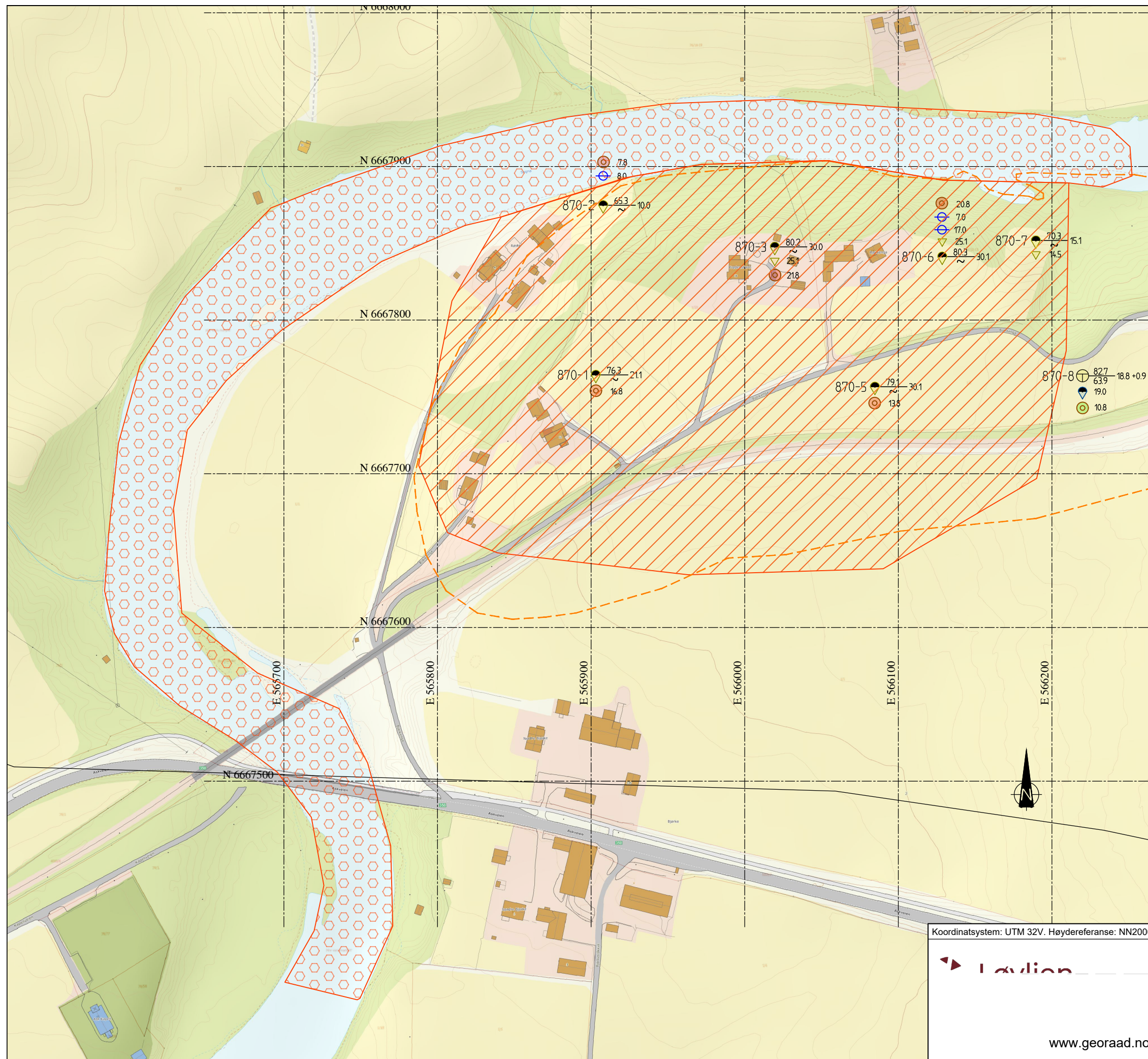
- Borpunkter med prefiks 870-: 23045 Rapport nr. 6. Soneutredning Ringerike. Sone 870 Bråten. Geoteknisk datarapport, datert 21.12.2023. Løvlien Georåd AS

00	Original	26.02.24	AES	SKA
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
Tiltakshaver			Tegning nr.	
-			R08A01	
Oppdragsgiver			Prosjekt nr.	
Ringerike kommune			23045	
Prosjekt			Format / Målestokk	
Soneutredning Ringerike			A3 / 1:2000	
Tegningstittel			Status	
Situasjonsplan m/ borer og beregningsprofil			Til rapport	

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000



www.georaad.no



MERKNADER:

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

FORKLARINGER:

- PKT.NR.
 DREIETRYKK TERRENGNIVA STOPPNIVA BORDYBDE
 TOTALSONDERING TERRENGNIVA BERGNIVA BORDYBDE+BORET I BERG
 CPTU BORDYBDE
 PRØVESERIE PRØVEDYBDE
 PIEZOMETER DYBDE SPISS
- PÅVIST SPRØBRUDDMATERIALE ELLER KVIKKLEIRE I PRØVESERIE
 - SONDERINGEN INDIKERER SPRØBRUDDMATERIALE ELLER KVIKKLEIRE
 - SONDERINGEN INDIKERER IKKE SPRØBRUDDMATERIALE ELLER KVIKKLEIRE
 - IKKE PÅVIST SPRØBRUDDMATERIALE ELLER KVIKKLEIRE NED TIL ANGITT PRØVEDYBDE
- FARESONE 870 BRÅTEN

HENVISNINGER:

- Borpunkter med prefiks 870-: 23045 Rapport nr. 6. Soneutredning Ringerike. Sone 870 Bråten. Geoteknisk datarapport, datert 21.12.2023. Løvlien Georåd AS

NY SONEINDELING:

870 Bråten - Ny sone avgrensning

- Faregrad: Middels
- Konsekvensklasse: Alvorlig
- Risikoklasse 4

Skredmekanisme: Retrogressive skred

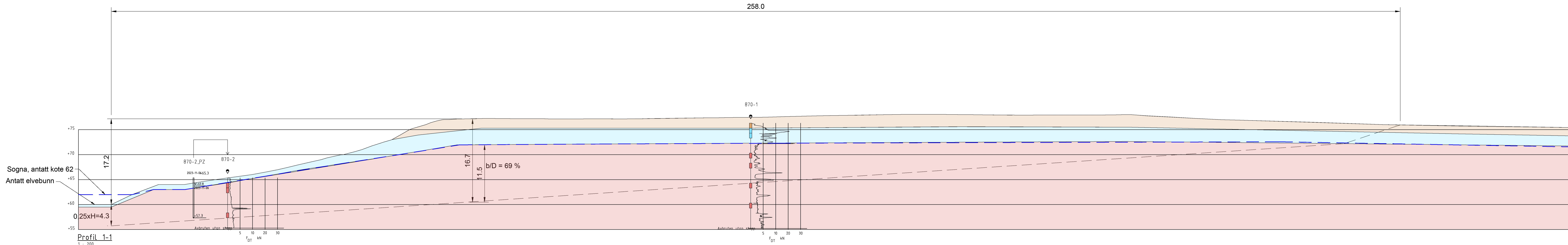
- Løsneområde Follumåsen sør
- Utløpsområde Follumåsen sør

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000



www.georaad.no

00	Original	26.02.24	AES	SKA
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
Tiltakshaver			Tegning nr. R08A02	
Oppdragsgiver Ringerike kommune			Prosjekt nr. 23045	
Prosjekt Soneutredning Ringerike			Format / Målestokk A3 / 1:2000	
Tegningsstittel Situasjonsplan med løsne- og utløpsområde			Status Til rapport	



FORKLARINGER:

- Leire
- Sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire
- Tørreskorpe

HENVISNINGER:

- Borpunkter med prefix 870: 23045 Rapport nr. 6. Soneutredning Ringerike. Sone 870 Bråten. Geoteknisk datarapport, datert 21.12.2023. Løvlien Georåd AS

Sogna, antatt kote 62
Antatt elvebunn
0.25xH=4.3
Profil 1-1
1 : 200

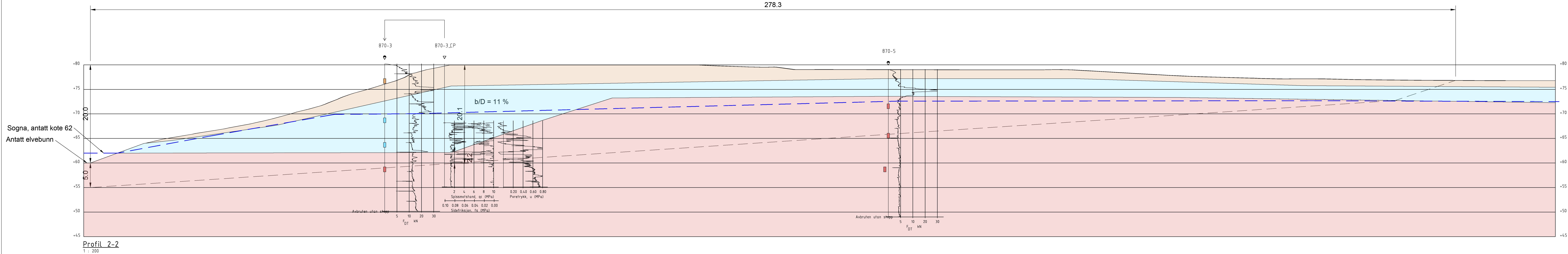
870-2 PZ
2023-11-04 65.3
2023-11-06
16.43.6
+57.3
Avbruten uten stopp
5 10 20 30
F_{DT} kN

870-1
Avbruten uten stopp
5 10 20 30
F_{DT} kN

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	23.02.24	AES	SKA

Tiltakshaver	Tegning nr.
Oppdragsgiver	Prosjekt nr.
Ringerike kommune	23045
Prosjekt	Format / Målestokk
Soneutredning Ringerike	A3-L / 1:300
Tegningsstittel	Status
Profil 870-1. Lagdeling og vurdering av løseområde	Til rapport



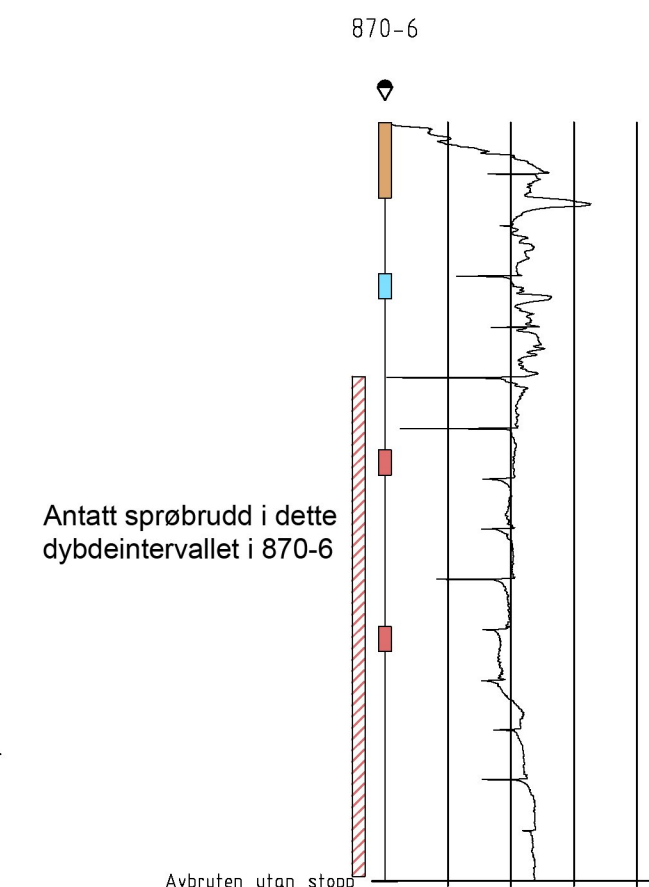
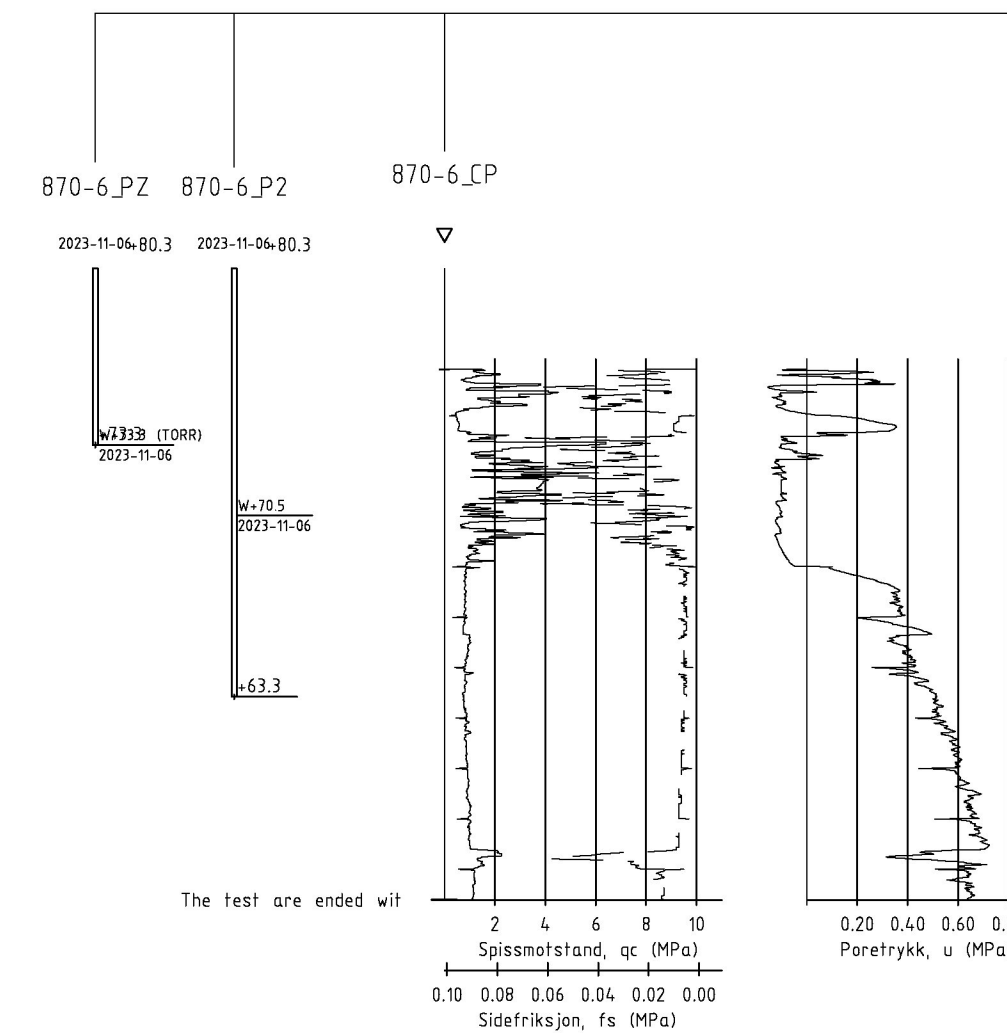


- FORKLARINGER:**
- Leire
 - Sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire
 - Tørrskorpe
- HENVISNINGER:**
- Borpunkter med prefix 870: 23045 Rapport nr. 6.
 - Soneutredning Ringerike, Sone 870 Bråten, Geoteknisk datarapport, datert 21.12.2023, Løvlien Georåd AS

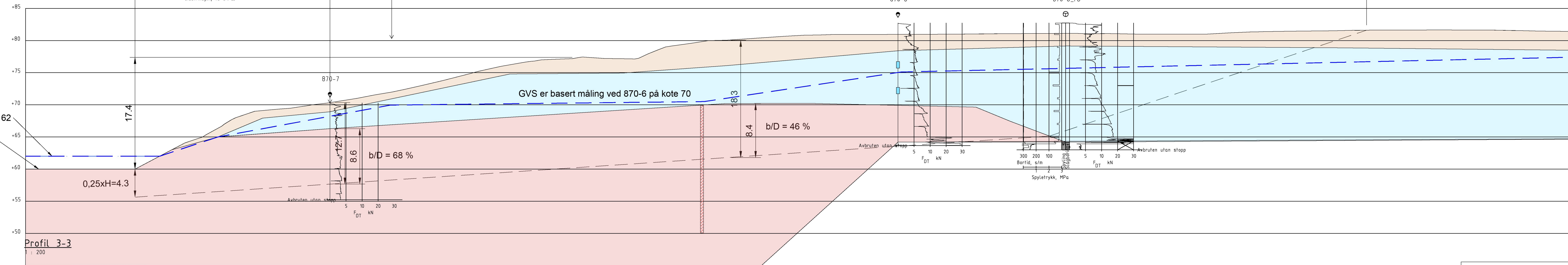
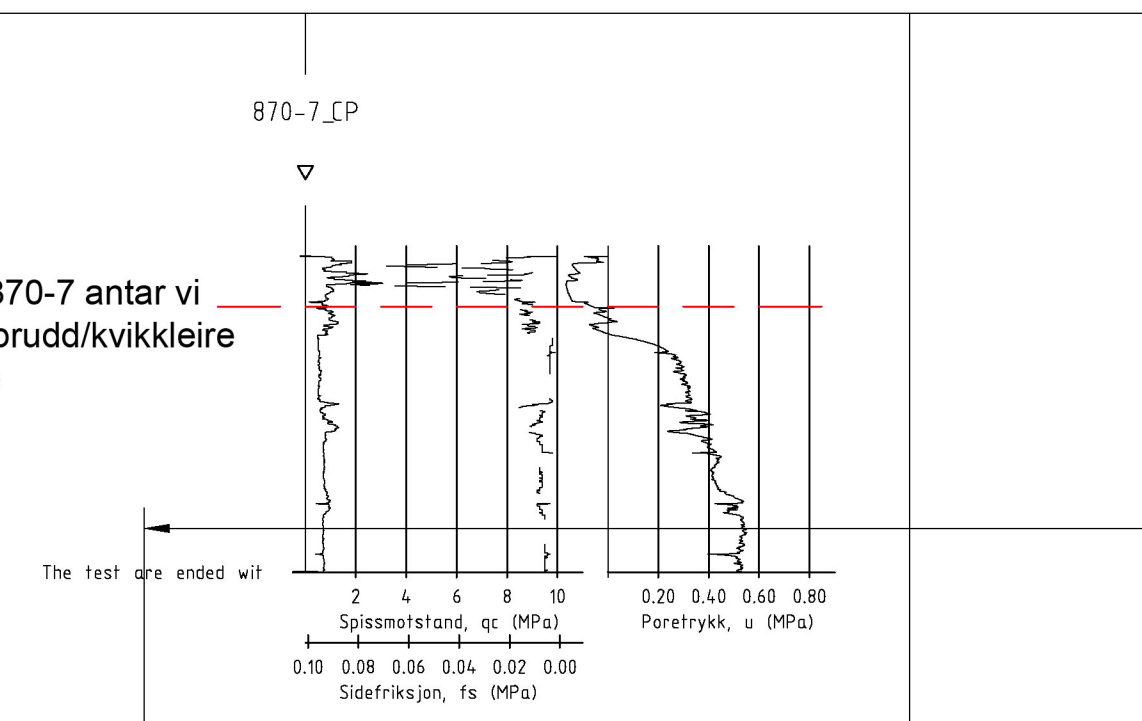
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvartlig	Kontrollert
00	Original	23.02.24	AES	SKA

Tiltakshaver	Tegning nr.
Oppdragsgiver	Prosjekt nr.
Ringerike kommune	23045
Prosjekt	Format / Målestokk
Soneutredning Ringerike	A3-L / 1:300
Tegningsstittel	Status
Profil 870-2. Lagdeling og vurdering av løseområde	Til rapport





Basert på CPT i 870-7 antar vi overgang til sprøbrudd/kvikkleire fra ca. 4 m dybde



Sogna, antatt kote 62
Antatt elvebunn

Profil 3-3
1 : 200

FORKLARINGER:

- Leire
- Sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire
- Tørrskorpeleire

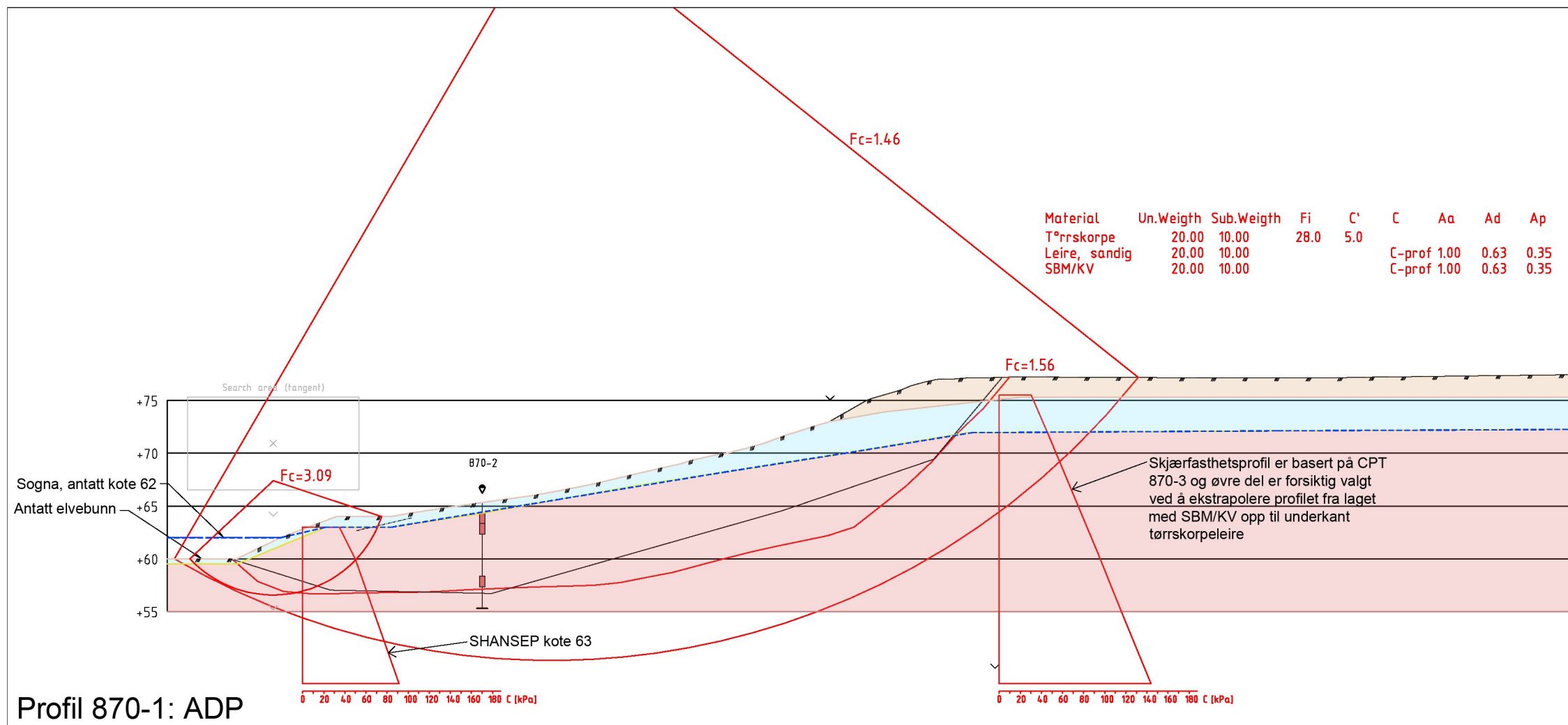
HENVISNINGER:

- Børpunkter med prefiks 870: 23045 Rapport nr. 6.
- Soneutredning Ringerike, Sone 870 Bråten. Geoteknisk datarapport, datert 21.12.2023. Løvlien Georåd AS

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansv.ansvarlig	Kontrollert
00	Original	23.02.24	AES	SKA

Tiltakshaver	Tegning nr.
Oppdragsgiver	Prosjekt nr.
Ringerike kommune	23045
Prosjekt	Format / Målestokk
Soneutredning Ringerike	A3-L / 1:300
Tegningsstittel	Status
Profil 870-3. Lagdeling og vurdering av løseområde	Til rapport





Profil 870-1: ADP

FORKLARINGER:

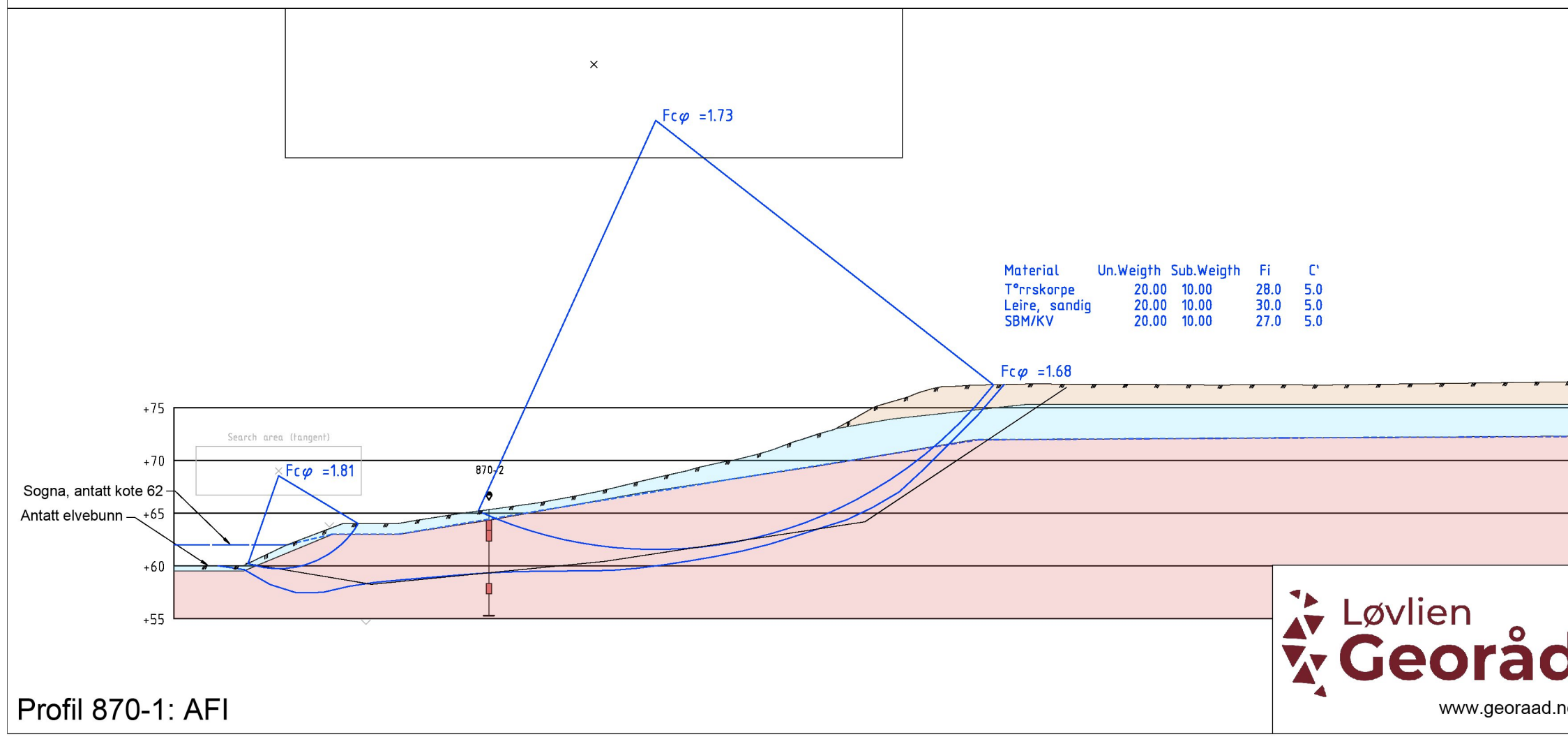
Leire
 Sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire
 Tørrskorpe

Røde glideflater: Udrenert analyser
 Blå glideflater: Drenerede analyser

HENVISNINGER:

- Borpunkter med prefiks 870: 23045 Rapport nr. 6. Soneutredning Ringerike. Sone 870 Bråten. Geoteknisk datarapport, datert 21.12.2023. Løvlien Georåd AS

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.00	10.00	28.0	5.0				
Leire, sandig	20.00	10.00			C-prof 1.00	0.63	0.35	
SBM/KV	20.00	10.00			C-prof 1.00	0.63	0.35	

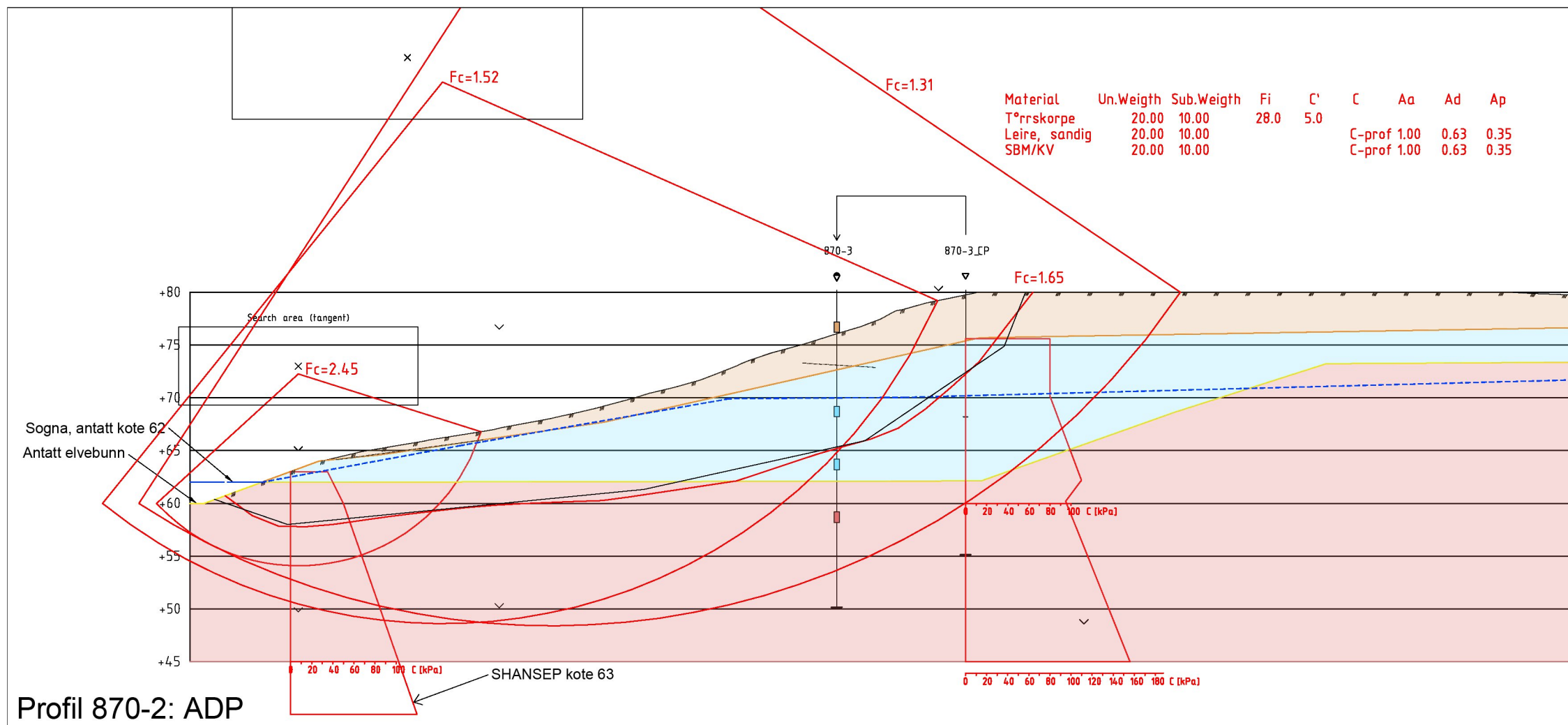


Profil 870-1: AFI

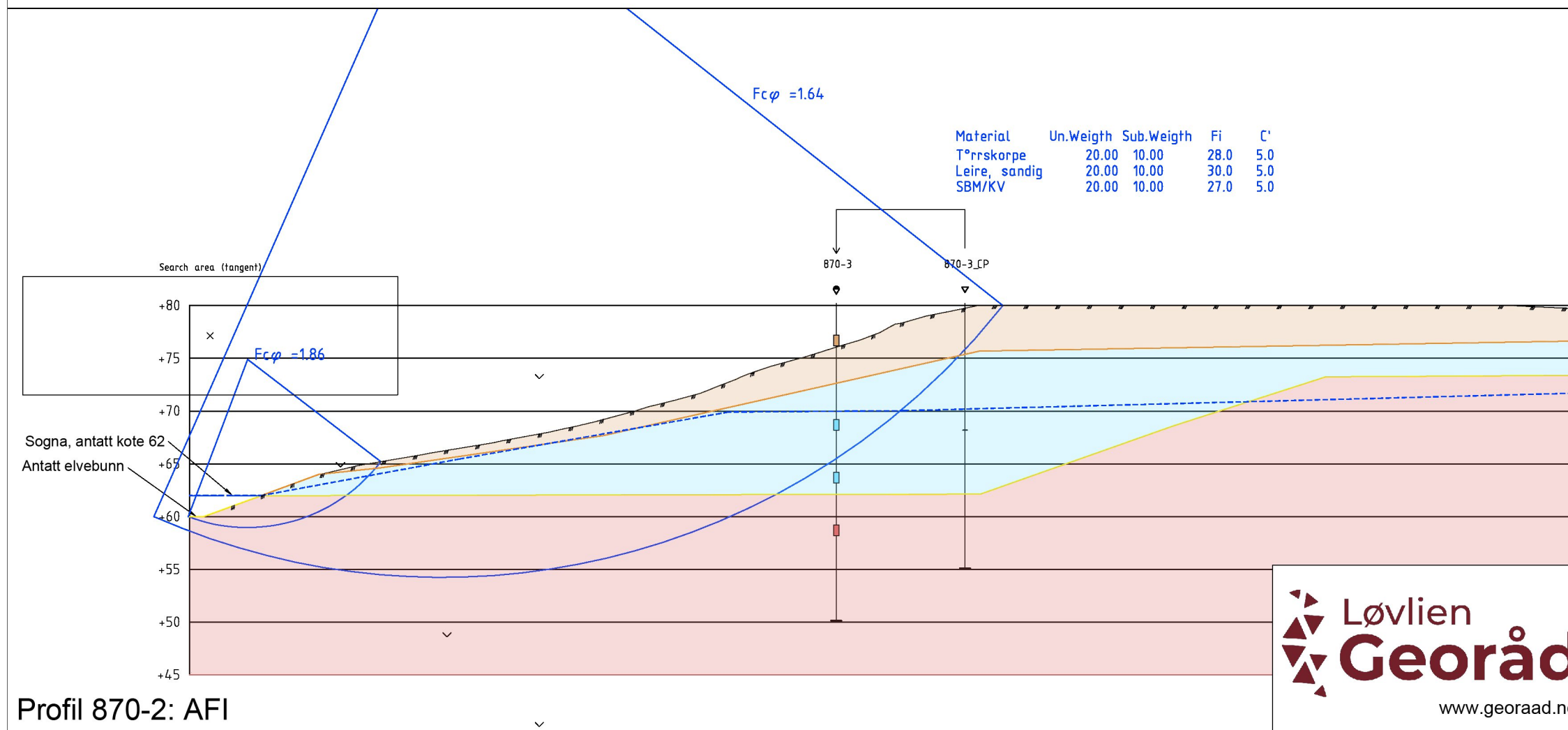
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'
Tørrskorpe	20.00	10.00	28.0	5.0
Leire, sandig	20.00	10.00	30.0	5.0
SBM/KV	20.00	10.00	27.0	5.0

00	Original	18.03.24	AES	SKA
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
Tiltakshaver			Tegning nr. R08E01	
Oppdragsgiver Ringerike kommune			Prosjekt nr. 23045	
Prosjekt Soneutredning Ringerike			Format / Målestokk A3 / 1:500	
Tegningstittel			Status	
Profil 870-1. Stab.ber. dagens situasjon ADP og AFI			Til rapport	





Profil 870-2: ADP



Profil 870-2: AFI

FORKLARINGER:

- Leire
- Sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire
- Tørrskorpe

- Røde glideflater: Udrenert analyser
- Blå glideflater: Drenerede analyser

HENVISNINGER:

- Borpunkter med prefiks 870: 23045 Rapport nr. 6. Soneutredning Ringerike. Sone 870 Bråten. Geoteknisk datarapport, datert 21.12.2023. Løvlien Georåd AS

00	Original	18.03.24	AES	SKA
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
-	Tiltakshaver		Tegning nr. R08E02	
	Oppdragsgiver		Prosjekt nr. 23045	
	Ringerike kommune		Format / Målestokk A3 / 1:500	
	Prosjekt		Status	
	Soneutredning Ringerike		Til rapport	
	Tegningstittel			
	Profil 870-2. Stab.ber. dagens situasjon ADP og AFI			



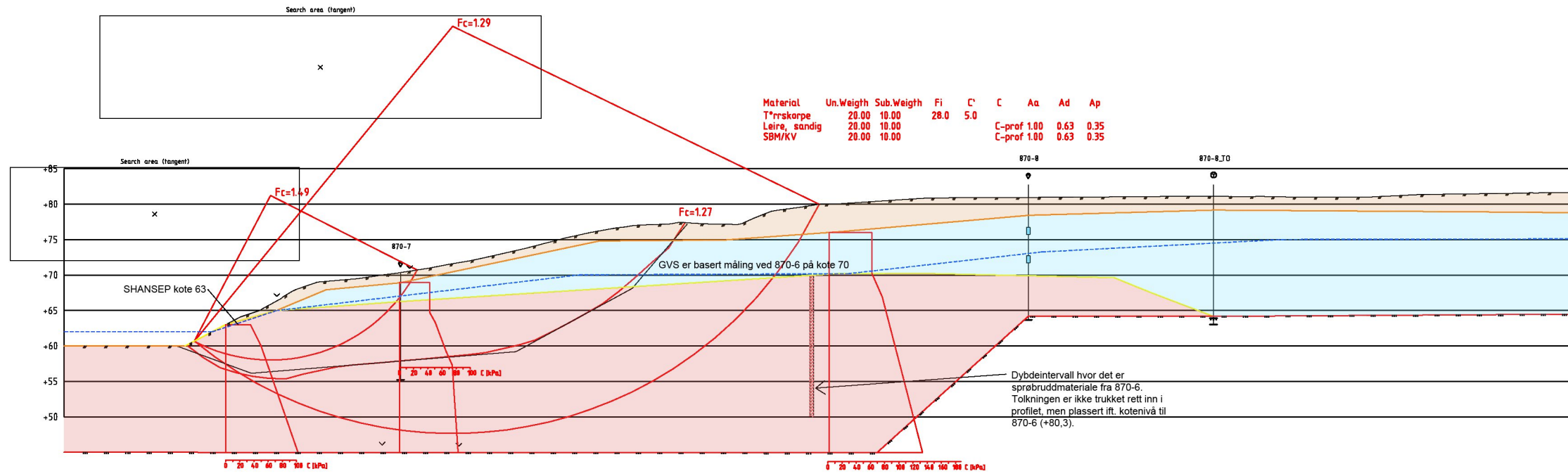
FORKLARINGER:

- Leire
- Sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire
- Tørrskorpe

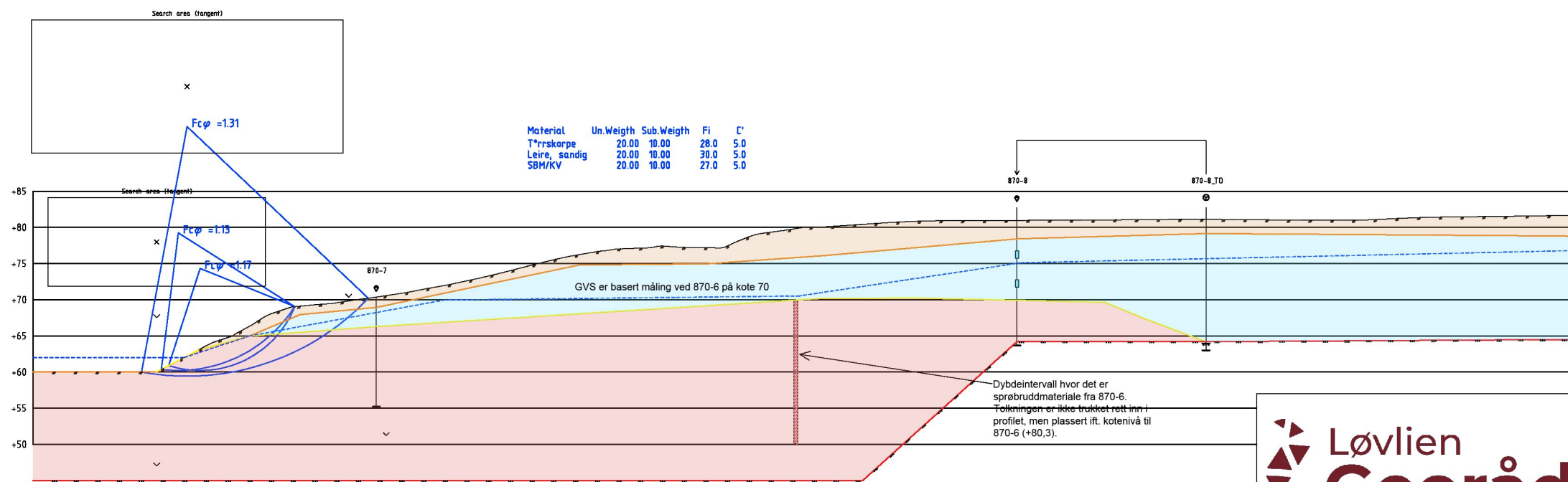
- Røde glideflater: Udrenert analyser
- Blå glideflater: Drenerede analyser

HENVISNINGER:

- Borpunkter med prefiks 870: 23045 Rapport nr. 6. Soneutredning Ringerike. Sone 870 Bråten. Geoteknisk datarapport, datert 21.12.2023. Løvlien Georåd AS



Profil 870-3: ADP




Profil 870-3: AFI

**Løvlien
Georåd**
www.georaad.no

00	Original	18.03.24	AES	SKA
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
-	Tiltakshaver		Tegning nr. R08E03	
	Oppdragsgiver		Prosjekt nr. 23045	
	Ringerike kommune		Format / Målestokk A3 / 1:750	
	Prosjekt		Soneutredning Ringerike	
	Tegningstittel		Status	
	Profil 870-3: Stab.ber. dagens situasjon ADP og AFI		Til rapport	

Tillegg 1.1

Geotekniske dimensjoneringsparametere

 Løvlien Georåd	Oppdragsgiver Ringerike Kommune	Prosjekt nr. 23045	Tillegg nr. 1.1
	Prosjekt Soneutredning Ringerike	Dato 23.02.2024	Revisjon 00
	Tittel – Sone 870 Bråten Geotekniske dimensjoneringsparametere	Ansvarlig AES	Kontrollert SKA

1 Geotekniske dimensjoneringsparametere

Følgende tillegg beskriver geotekniske dimensjoneringsparametere som er lagt til grunn for stabilitetsberegningene ved sone 870 Bråten.

1.1 Lag med drenert oppførsel (tørrskorpe)

Materialparametere for lag med drenert oppførsel er gitt i tabellen under. Lagdeling er basert på sonderingsresultat fra totalsonderinger og CPTU-sonderinger.

Materialparametere for tørrskorpe er basert på treaks fra borpunkt 870-3, se Tabell 1-3. Fra forsøket er det tolket kohesjon på ca. 5 kPa. For enkelte beregninger, hvor fastheten til tørrskorpelaget er avgjørende for beregningsresultatet, tester vi også å bruke 0 kPa i kohesjon.

Tabell 1-1 Benyttede drenerte materialparametere i stabilitetsberegninger.

Tyngdetetthet	20 kN/m ³
Friksjonsvinkel	28°
Kohesjon	0/5 kPa

1.2 Lag med udrenert oppførsel (leire/kvikkleire)

Leiren er i stabilitetsberegningene modellert med både udrenert og drenert materialoppførsel.

1.2.1 Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet (γ) i leiren ligger mellom 19,5 – 19,9 kN/m³. Det er målt hovedsakelig ved skråningstopp og inne på plataet. I stabilitetsberegningene er det forsiktig lagt til grunn $\gamma = 20$ kN/m³ for hele profilet.

1.2.2 Prekonsolidering (OCR)

Det er utført ni ødometerforsøk innenfor den nye faresonen. Av disse er fem så forstyrret at de ikke er mulig å tolke. Tolkning av ødometerforsøkene er vist i tillegg 1.4. Tolket OCR fra ødometerforsøkene er brukt som støtte for bestemmelse av OCR-profil for tolkning av udrenert skjærfasthet fra CPTU.

Tabell 1-2 Benyttede drenerte materialparametere i stabilitetsberegninger.

Borhull	Dybde	Tolket OCR
870-2	7,45 m	2,86
870-5	13,4 m	1,07
870-6	6,3 m	2,57
870-6	13,4 m	1,42

1.2.3 Udrenert skjærfasthet

Tolkning av CPTU-sonderinger er basert på korrelasjoner for norske leirer som er utarbeidet av Paniagua m.fl. [2]. Paniagua anbefaler å estimere et best mulig OCR-profil og deretter bruke SHANSEP-tilnærming for bestemmelse av udrenert skjærfasthet. Iht. anbefalingen til Paniagua legges det lite eller ingen vekt på spissmotstandstallet N_{kt} ved tolkning av udrenert skjærfasthet fra CPTU-sonderinger, siden dette viser liten/ingen statistisk sammenheng ($r_2 = 0,40$). N_{ke} har best statistisk sammenheng for $B_q < 1,0$ ($r_2 = 0,91$), mens korrelasjoner basert på q_{net} , Δu og vanninnhold (w) vurderes å ha best sammenheng ved høyere verdier av B_q [2] ($r_2 = 0,91$). Det er derfor lagt hovedvekt på disse ved tolkning av udrenert skjærfasthet fra CPTU. Verdier for sensitivitet og plastisitetsindeks er valgt på bakgrunn av målinger fra laboratorieforsøk. OCR-profil som inngår i korrelasjonsfaktorene velges på bakgrunn av følgende i prioritert rekkefølge:

1. Ødometerforsøk
2. OCR-profil beregnet ut fra antatt opprinnelig terrengnivå for de marine avsetningene
3. Beregnet OCR-profil basert på CPTU-sondering (k , Q_t , q_{net} , du , w)
(beregnet etter prosedyrer foreslått av Paniagua m.fl. [2])

OCR-profilene fra ødometerforsøk og CPTU-sonderingene indikerer at grunnen er overkonsolidert. Det bemerkes at det trolig er stor prøvforstyrrelse i ødometerforsøkene.

Det er også utført treaksialforsøk i fem borpunkt 870-1, -2, -3, -5 og -6). Tolkning av disse er vist i tillegg 1.3. Aktiv skjærfasthet fra disse forsøkene er vist i CPT-plottene. Merk at størstedelen av forsøkene har lav kvalitet (klasse 3-4). Tolkning av skjærfasthet er gjort ved peak så fremt forsøket ikke dilaterer. I dette tilfelle er tolkning tatt ved 2 % tøyning. For tolkning av drenerte parametere er dette forsøkt gjort ved 2 % tøyning. Siden kvaliteten generelt er lav, så må udrenert skjærfasthet fra treaks brukes med forsiktighet.

Tabell 1-3 Resultater fra treaksforsøk

Borpunkt	Dybde	Tolket skjærfasthet		Tolkning effektive parametere		Prøvekvalitet (iht. NGF melding 11)	Material
		S_u^A	Tøyning	ϕ	Attraksjon		
870-1	6,3 m	45 kPa	2 %	34°	10 kPa	Dårlig	Kvikkleire, sandig siltig
870-2	2,3 m	41 kPa	2 %	36°	10 kPa	Veldig god til utmerket	Leire siltig, sprøbrudd
870-2	7,4 m	45 kPa	2 %	36°	10 kPa	Dårlig	Leire, sprøbrudd
870-3	3,5 m	68 kPa	2 %	28°	10 kPa	God til brukbar	Tørreskorpe
870-3	11,4 m	85 kPa	2 %	30°	15 kPa	Dårlig	Leire, sandig siltig
870-3	16,4 m	106 kPa	2 %	30°	15 kPa	God til brukbar	Leire siltig
870-5	7,6 m	35 kPa	1 %	27°	15 kPa	Dårlig	Leire siltlag, sprøbrudd
870-5	13,5 m	53 kPa	1,3 %	27°	15 kPa	Dårlig	Leire siltlag, sprøbrudd
870-6	6,2 m	41 kPa	2 %	34°	5 kPa	God til brukbar	Leire
870-6	13,4 m	75 kPa	2 %	34°	5 kPa	Veldig dårlig	Leire siltig, sprøbrudd

CPT som er utført i området er alle på toppen av skråningen. Vi har derfor benyttet SHANSEP-prosedyren for å estimere skjærfasthet ved skråningsfoten ved elvekanten (ca. kote 63). Generelt uttrykkes udrenert skjærstyrke etter SHANSEP-prosedyren med følgende formel:

$$s_u = \sigma'_{v0} \cdot S \cdot OCR^m$$

Hvor: s_u er udrenert skjærstyrke

σ'_{v0} er effektiv vertikalspenning

S er SHANSEP-normaliseringsparameter

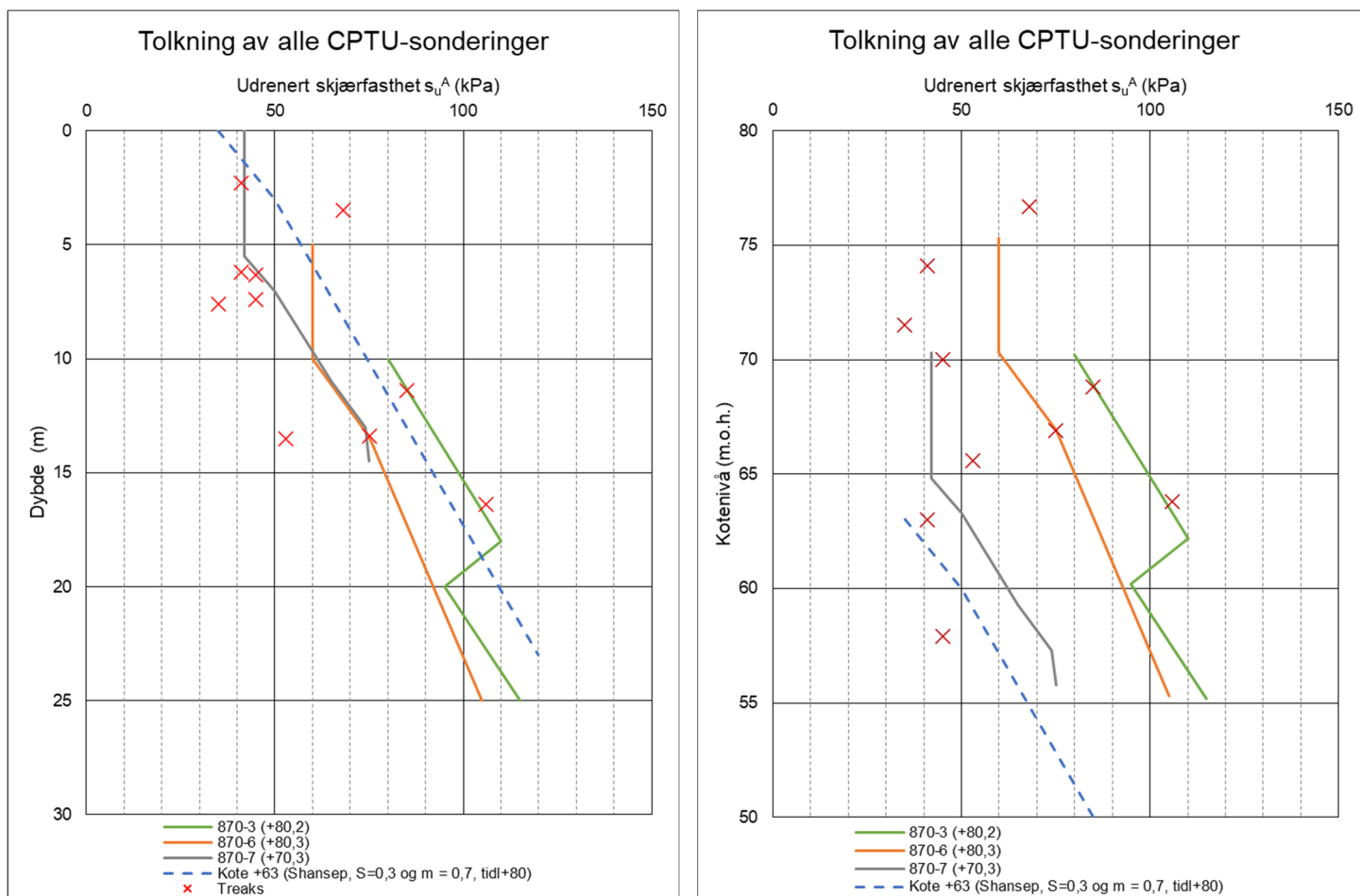
m er SHANSEP-potensparameter

OCR er overkonsolideringsgrad, her samlet verdi for geologisk overlaging og overkonsolidering som skyldes kryp

For vurdering av skjærfasthetsprofil ved foten av skråningen benytter vi følgende input:

- $m = 0,70$
- $S = 0,30$
- Tidligere terrengnivå +80
- Grunnvannstand 0 m under terreng, poretrykksutvikling mot dybden: 10 kPa/m

En sammenstilling av profiler for aktiv udrenert skjærfasthet er vist i figuren under. Tolkning av CPTU-sonderingene og SHANSEP profil er vist i tillegg 1.2.



Figur 1.1 Sammenstilling aktiv udrenert skjærfasthet benyttet i stabilitetsberegninger (Plottet mot dybde til venstre og mot kote til høyre)

870-7 (+70,3)			870-3 (+80,2)			870-6 (+80,3)			Kote +63 (Shansep, S=0,3 og m = 0,7, tidl+80)		
Kote (m.o.h.)	Dybde (m)	s_u^A (kPa)	Kote (m.o.h.)	Dybde (m)	s_u^A (kPa)	Kote (m.o.h.)	Dybde (m)	s_u^A (kPa)	Kote (m.o.h.)	Dybde (m)	s_u^A (kPa)
70,3	0,0	42,0	70,2	10,0	80,0	75,3	5,0	60,0	63,0	0,0	35,0
64,8	5,5	42,0	62,2	18,0	110,0	70,3	10,0	60,0	60,0	3,0	50,0
63,3	7,0	50,0	60,2	20,0	95,0	66,9	13,4	75,0	40,0	23,0	120,0
59,3	11,0	65,0	55,2	25,0	115,0	55,3	25,0	105,0			
57,3	13,0	74,0									
55,8	14,5	75,0									

Figur 1.2 Su_A verdier fra hver enkelt CPT + SHANSEP tolkning ved elvekant

1.2.4 ADP-faktorer

Forholdet mellom aktiv, direkte, og passiv skjærstyrke velges på bakgrunn av NIFS-rapport: «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer», ref. [3].

Fra målinger av opptatte prøver innenfor den nye faresonen varierer I_p mellom 6,6 – 20 %, gjennomsnittet av målingene er 10,8 %. Basert på dette har vi valgt å legge til grunn $I_p = 10$ % i leira, som gir følgende anisotropiforhold:

- $s_u^D / s_u^A = 0,63$
- $s_u^P / s_u^A = 0,35$

1.2.5 Effektivspenningsparametere i leire

Effektivspenningsparametere i leiren er basert på treaksialforsøkene, se Tabell 1-3. Tolkning av treaksialforsøkene er vist i tillegg 1.3. Det er tolket verdier for friksjonsvinkel og attraksjon ved ca. 2 % aksial tøyning i forsøkene.

Tolkede verdier varierer. For friksjonsvinkel mellom 27-36° og attraksjon mellom 5-15 kPa. For forsøkene i prøver med sprøbruddmaterialet eller kvikkleire forventer vi kontraherende oppførsel ved brudd. Dette er ikke tilfelle utenom de to forsøkene fra borpunkt 870-5. Ved valg av dimensjonerende parametere for kvikkleirelaget velger vi derfor kun å se til forsøkene fra 870-5. Valgte effektivspenningsparametere i stabilitetsberegningene er vist i tabell 1-4.

Tabell 1-4 Effektivspenningsparametere i leire

Materiale	Friksjonsvinkel ϕ (°)	Kohesjon c' (kN/m²)
Leire	30	5,0
Kvikkleire	27	5,0

1.3 Poretrykksforhold

Det ble installert tre hydrauliske poretrykksmålere i den nye faresonen, en ved skråningsfot (870-2) og to på skråningstoppen (870-6).

Avlesning av poretrykksmålerne 06.11.23 ga følgende resultater:

Punkt	Målt poretrykk ved spiss [kPa]	Tilsvarende kotenivå grunnvann (forutsatt hydrostatisk poretrykk over spiss)	Målt ift. terreng (forutsatt hydrostatisk poretrykk over spiss)
870-2 (spiss +57,3)	65	+63,8	1,6 m under
870-6 (spiss +73,3)	0	0	Tørr
870-6 (spiss +63,3)	72	+70,5	9,8 m under


Målerne er kun avlest en gang, og bruk av disse målingene må derfor gjøres med forsiktighet. Basert på topografien i området forventer vi ikke poreovertrykk på toppen av skråningen. Ved skråningsfoten er det usikkert. Målingen ved toppen indikerer at grunnvannet ligger ca. 7-8 m over vannspeilet i Sogna (kote 62-63).

2 Referanser – Tillegg 1.1

- [1] Statens Vegvesen, Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, 2022.
- [2] P. D. M. L. J.-S. L. T. o. K. K. Paniagua, «CPTU correlations for Norwegian clays: an update,» 2019.
- [3] Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire, «Rapport 14-2014 En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer,» 2014.

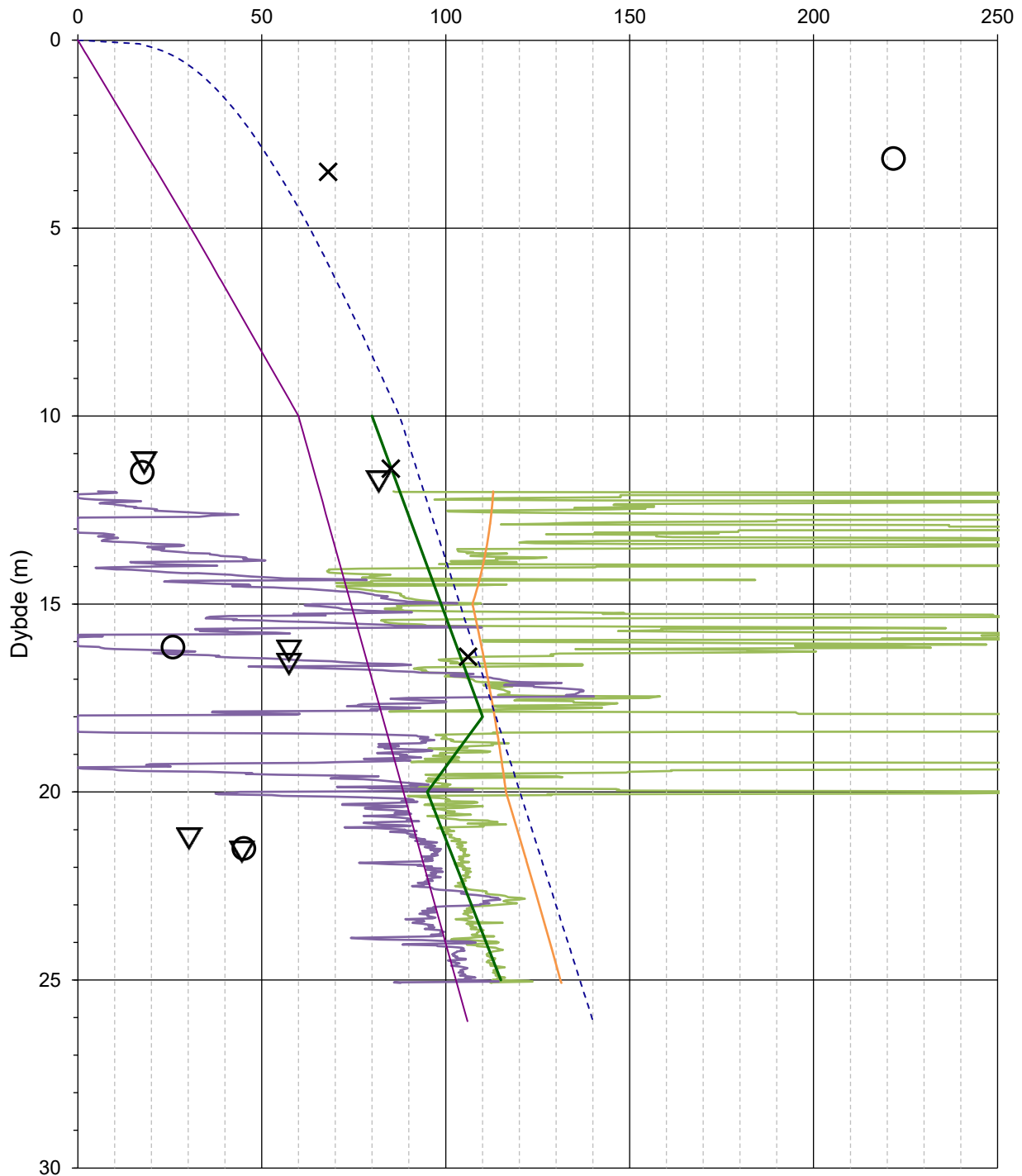
Tillegg 1.2

Tolkning av udrenert skjærfasthet fra CPTU, inkl. anvendelsesklasse og SHANSEP

 Løvlien Georåd	Oppdragsgiver Ringerike Kommune	Prosjekt nr. 23045	Tillegg nr. 1.2
	Prosjekt Soneutredning Ringerike	Dato 18.03.2024	Revisjon 00
	Tittel - Sone 870 Tolkning av udrenert skjærfasthet fra CPTU, inkl. anvendelsesklasse og SHANSEP	Ansvarlig AES	Kontrollert SKA

Udrenert skjærstyrke

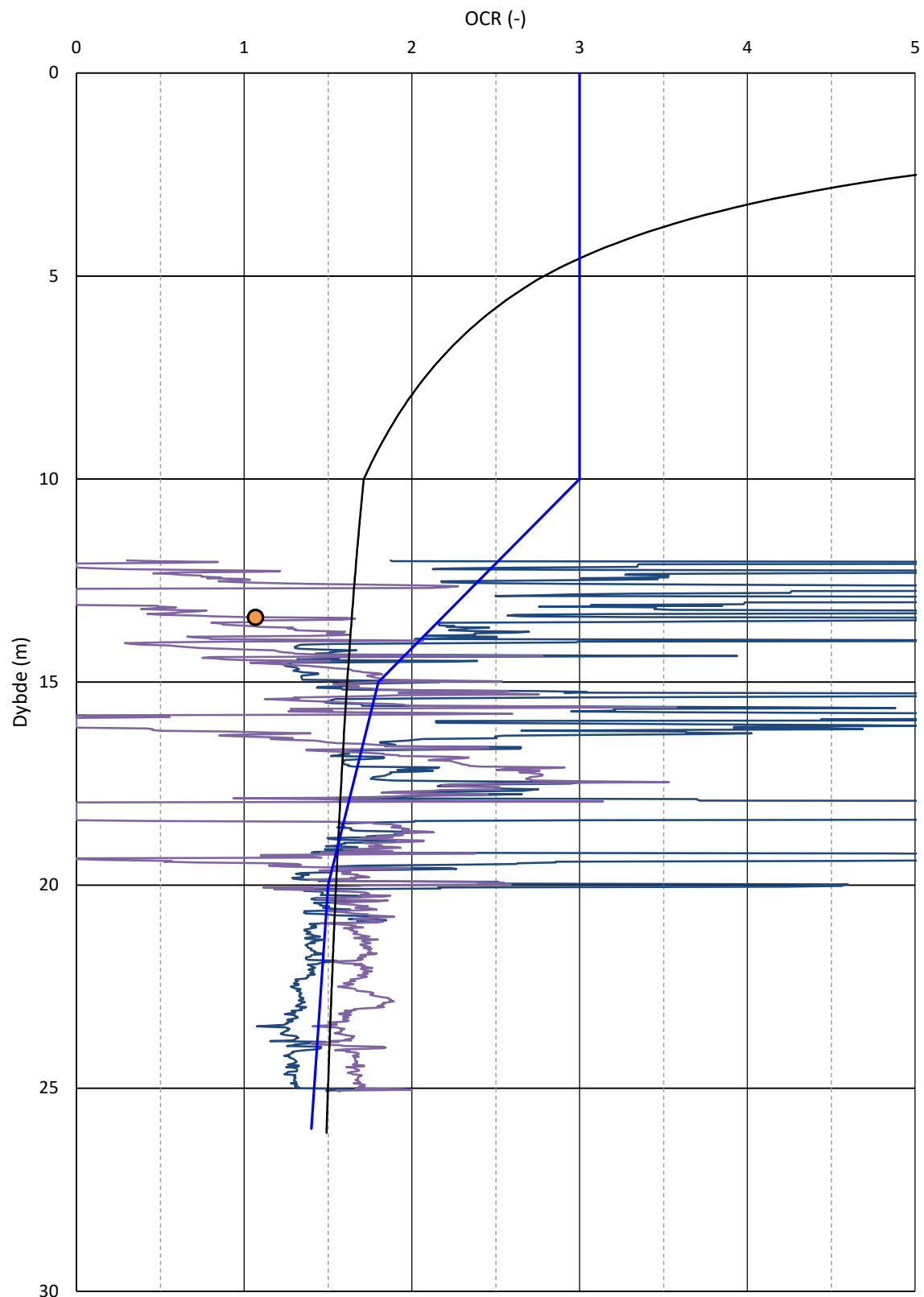
s_u (kPa)



- su, N δ u (Karlsrud 2005)
- - - su, Nke (Karlsrud 2005)
- su, Nkt (Paniagua 2019)
- su f(ρ_0' , OCR, w) (Paniagua 2019)
- - - suASHansep: OCR trend
- Valgt aktivt skjærstyrkeprofil
- x Målt fra treaks
- su, Nkt (Karlsrud 2005)
- su, Nke (Paniagua 2019)
- su f(q_{net} , du, w) (Paniagua 2019)
- - - suASHansep: OCR tidligere terreng
- suA, NC
- - - Direkte skjærstyrkeprofil
- ▽ Målt fra konus



Oppdragsgiver Ringerike Kommune	Prosjekt nr. 23045	Tillegg nr. 1.2
Prosjekt Soneutredning Ringerike	Dato 23.11.23	Borpunkt 870-3
Forklaring Tolkning udrenert skjærstyrke, s_u	Ansvarlig AES	Kontrollert SKA



- OCR Bq (Karlsrud 2005)
- OCR u (Karlsrud 2005)
- OCR Qt (Karlsrud 2005)
- OCR (k, Qt) (Paniagua 2019)
- OCR (Qt) (Paniagua 2019)
- OCR (qnet, du, w) (Paniagua 2019)
- OCR tidligere terreng
- Målt OCR
- OCR trendlinje



Oppdragsgiver Ringerike Kommune	Prosjekt nr. 23045	Tillegg nr. 1.2
Prosjekt Soneutredning Ringerike	Dato: 23.11.23	Borpunkt 870-3
Forklaring OCR-profiler	Ansvarlig AES	Kontrollert SKA

Klassifisering av anvendelsesklasse iht. NGF melding 5

Tabell 5.2. Anvendelsesklasser for CPT og CPTU.

Anvendelses-klasse	Forsøks- type	Målestørrelse	Tillatt minimums- nøyaktighet ^a	Maksimum avstand mellom målinger	Bruk	
					Profil ^b	Tolkning ^c
1	TE2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Helning Nedtrengingslengde ⁵	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 ² 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 ² 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	98,78	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	-14,4	0,1	-0,7

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:

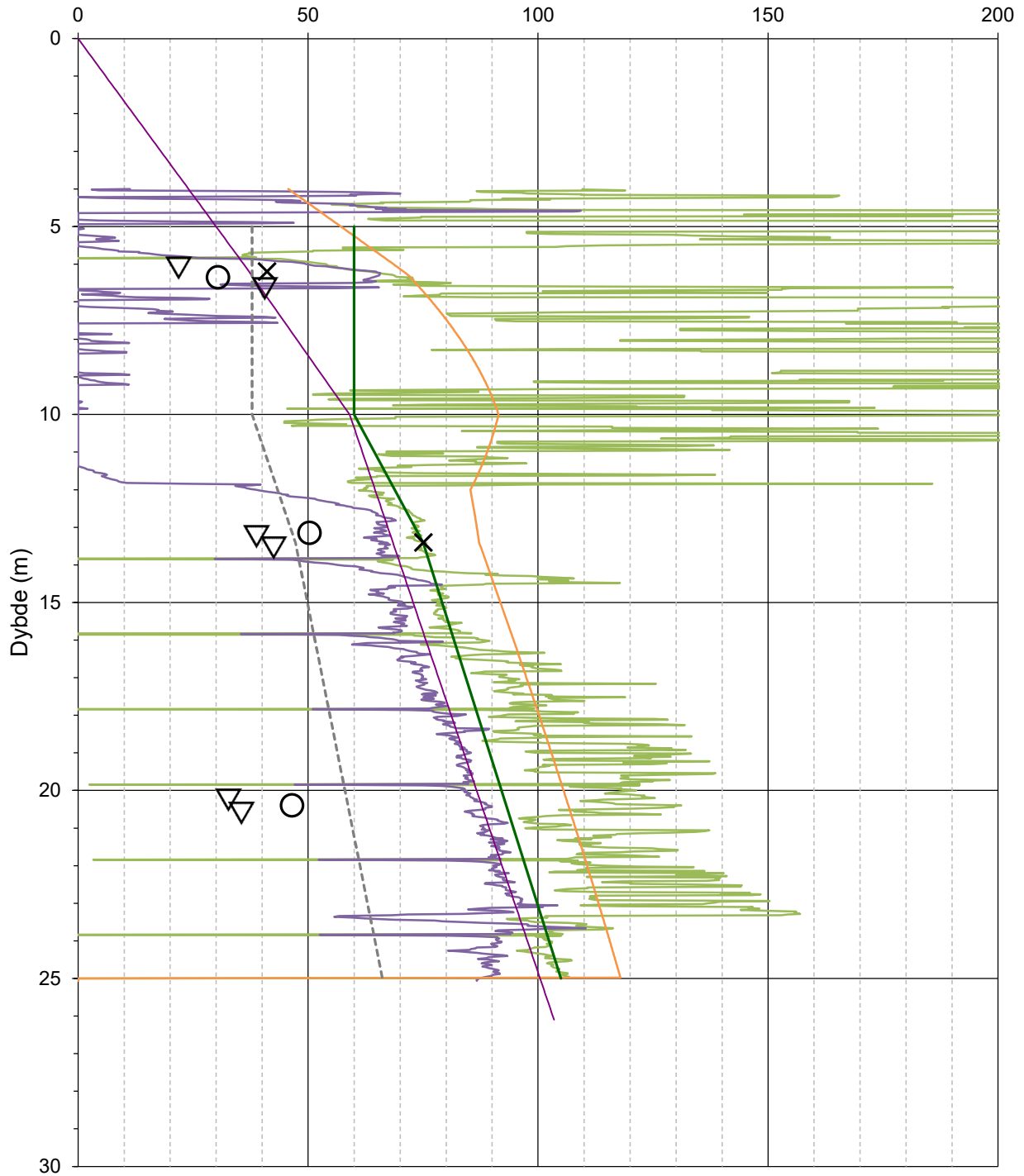
Borpunkt 870-3	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Anvendelsesklasse	1	1	1
Nullpunktsavvik	-14,4 kPa	0,1 kPa	-0,7 kPa

Største helningsavvik: 4,94 °

	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Vedlegg nr.
	Ringerike Kommune	23045	1.2
	Prosjekt	Dato	Borpunkt
	Soneutredning Ringerike	23.11.23	870-3
	Forklaring	Ansvarlig	Kontrollert
	Klassifisering av anvendelsesklasse	AES	SKA

Udrenert skjærstyrke

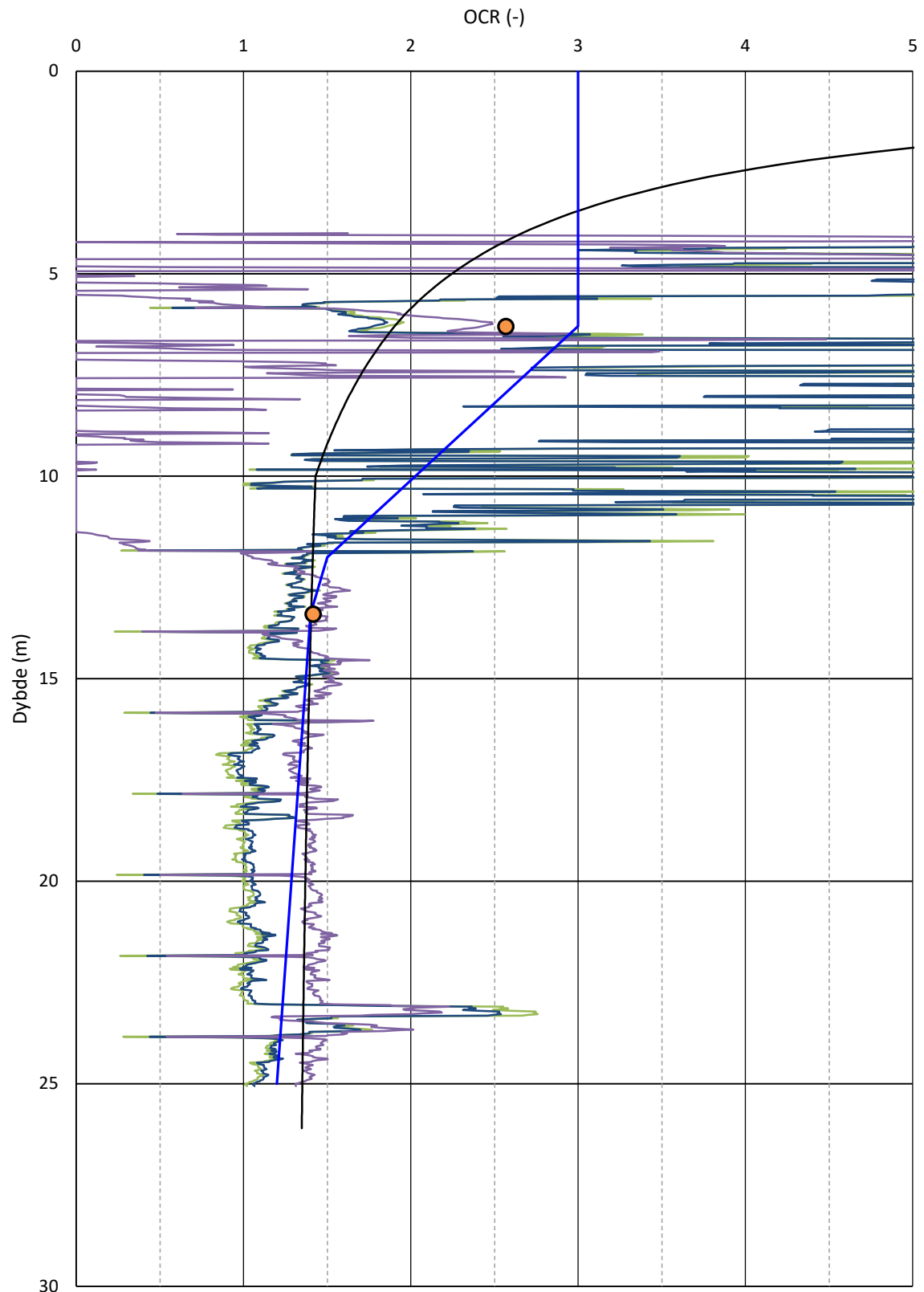
s_u (kPa)



- $s_u, N\delta u$ (Karlsrud 2005)
- - - s_u, Nke (Karlsrud 2005)
- s_u, Nkt (Paniagua 2019)
- $s_u f(\rho', OCR, w)$ (Paniagua 2019)
- - - $s_u AShansep$: OCR trend
- Valgt aktivt skjærstyrkeprofil
- × Målt fra treaks
- s_u, Nkt (Karlsrud 2005)
- s_u, Nke (Paniagua 2019)
- $s_u f(q_{net}, du, w)$ (Paniagua 2019)
- - - $s_u AShansep$: OCR tidligere terreng
- $s_u A, NC$
- - - Direkte skjærstyrkeprofil
- ▽ Målt fra konus



Oppdragsgiver Ringerike Kommune	Prosjekt nr. 23045	Vedlegg nr. 1.2
Prosjekt Soneutredning Ringerike	Dato 23.11.23	Borpunkt 870-6
Forklaring Tolkning udrenert skjærstyrke, s_u	Ansvarlig AES	Kontrollert SKA



- OCR Bq (Karlsrud 2005)
- OCR u (Karlsrud 2005)
- OCR (k, Qt) (Paniagua 2019)
- OCR (qnet,du,w) (Paniagua 2019)
- OCR tidligere terreng
- Målt OCR
- OCR Qt (Karlsrud 2005)
- OCR (Qt) (Paniagua 2019)
- OCR trendlinje



Oppdragsgiver Ringerike Kommune	Prosjekt nr. 23045	Vedlegg nr. 1.2
Prosjekt Soneutredning Ringerike	Dato: 23.11.23	Borpunkt 870-6
Forklaring OCR-profiler	Ansvarlig AES	Kontrollert SKA

Klassifisering av anvendelsesklasse iht. NGF melding 5

Tabell 5.2. Anvendelsesklasser for CPT og CPTU.

Anvendelses-klasse	Forsøks- type	Målestørrelse	Tillatt minimums- nøyaktighet ^a	Maksimum avstand mellom målinger	Bruk	
					Profil ^b	Tolkning ^c
1	TE2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Helning Nedtrengingslengde ⁵	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 ² 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 ² 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	66,99	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	-23,2	-0,3	-1,7

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


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

Utstyret tilfredsstillt krav til temperaturfølsomhet for anvendelsesklasse 1.

Konklusjon:

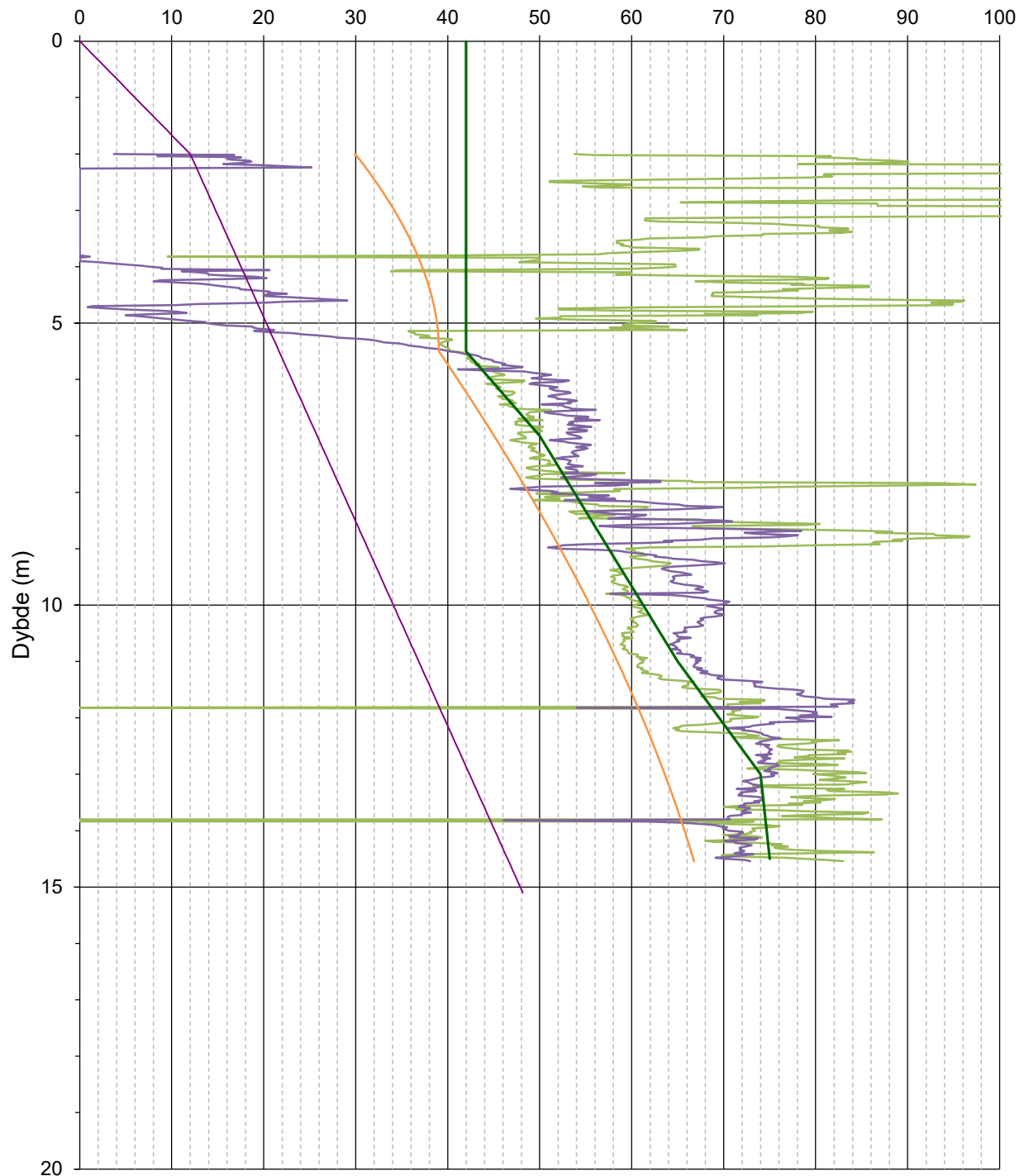
Borpunkt 870-6	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Anvendelsesklasse	1	1	1
Nullpunktsavvik	-23,2 kPa	-0,3 kPa	-1,7 kPa

Største helningsavvik: 7,88 °

	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Vedlegg nr.
	Ringerike Kommune	23045	1.2
	Prosjekt	Dato	Borpunkt
	Soneutredning Ringerike	23.11.23	870-6
	Forklaring	Ansvarlig	Kontrollert
	Klassifisering av anvendelsesklasse	AES	SKA

Udrenert skjærstyrke

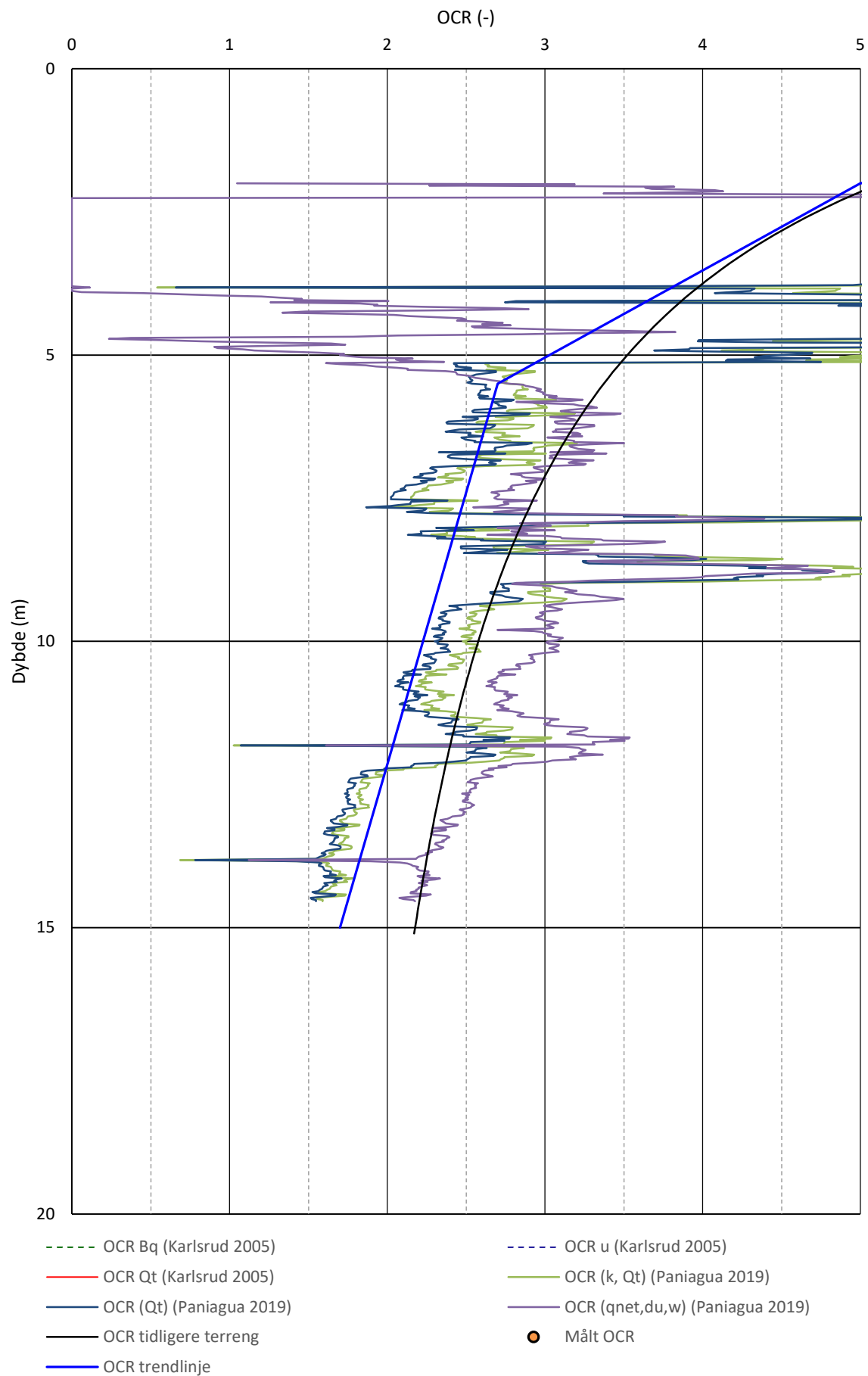
s_u (kPa)



- $s_u, N\delta u$ (Karlsruud 2005)
- s_u, Nke (Karlsruud 2005)
- s_u, Nkt (Paniagua 2019)
- $s_u f(p_0', OCR, w)$ (Paniagua 2019)
- - - $s_u AShansep: OCR$ trend
- Valgt aktivt skjærstyrkeprofil
- × Målt fra treaks
- s_u, Nkt (Karlsruud 2005)
- s_u, Nke (Paniagua 2019)
- $s_u f(q_{net}, du, w)$ (Paniagua 2019)
- - - $s_u AShansep: OCR$ tidligere terreng
- $s_u A, NC$
- - - Direkte skjærstyrkeprofil
- ▽ Målt fra konus



Oppdragsgiver Ringerike Kommune	Prosjekt nr. 23045	Vedlegg nr. 1.2
Prosjekt Soneutredning Ringerike	Dato 23.11.23	Borpunkt 870-7
Forklaring Tolkning udrenert skjærstyrke, s_u	Ansvarlig AES	Kontrollert SKA



Oppdragsgiver Ringerike Kommune	Prosjekt nr. 23045	Vedlegg nr. 1.2
Prosjekt Soneutredning Ringerike	Dato: 23.11.23	Borpunkt 870-7
Forklaring	Ansvarlig	Kontrollert

Klassifisering av anvendelsesklasse iht. NGF melding 5

Tabell 5.2. Anvendelsesklasser for CPT og CPTU.

Anvendelses-klasse	Forsøks- type	Målestørrelse	Tillatt minimums- nøyaktighet ^a	Maksimum avstand mellom målinger	Bruk	
					Profil ^b	Tolkning ^c
1	TE2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Helning Nedtrengingslengde ⁵	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 ² 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 ² 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	40,02	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	-31	0,3	-4,7

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.

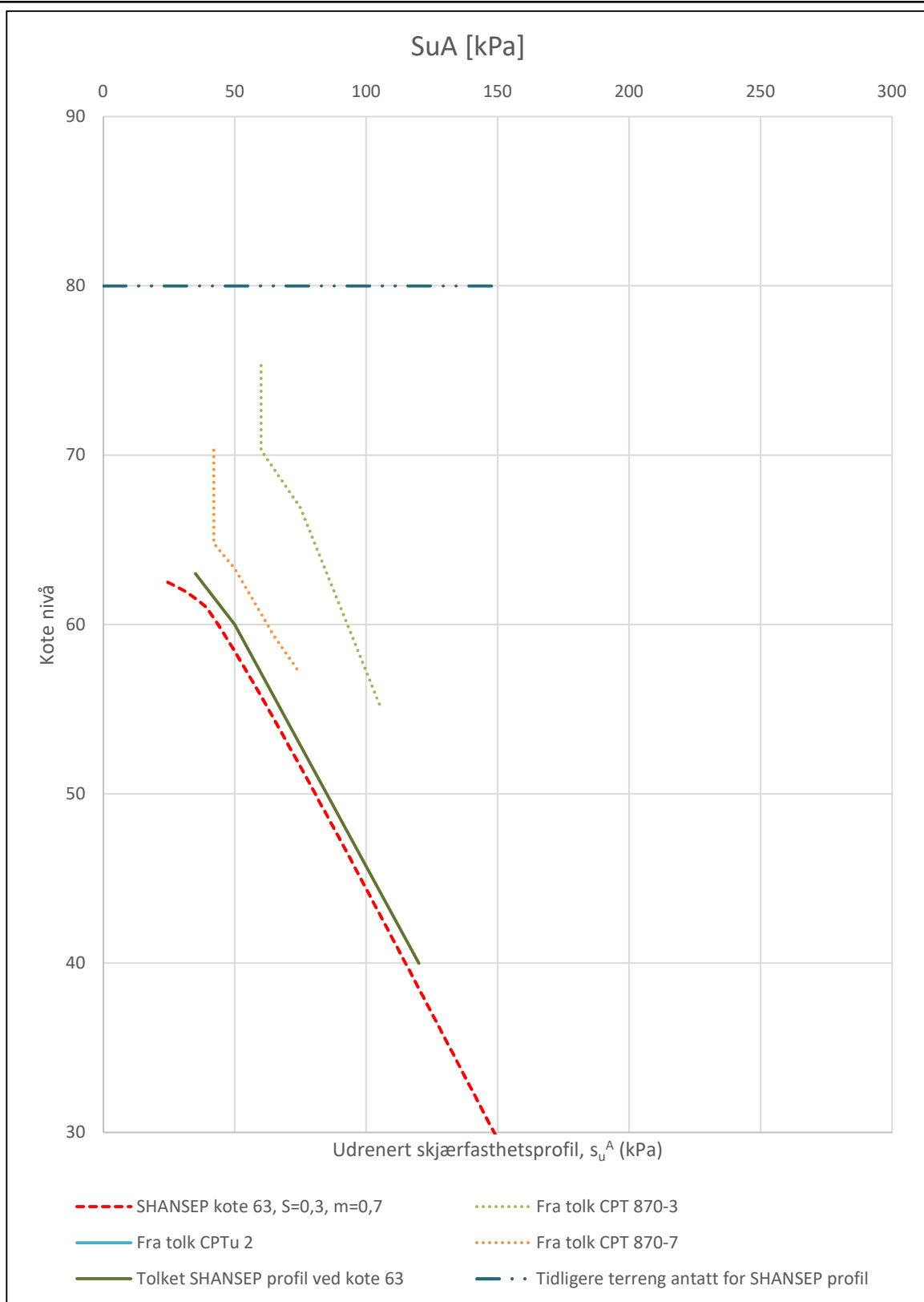
Konklusjon:

Borpunkt 870-7	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Anvendelsesklasse	1	1	1
Nullpunktsavvik	-31 kPa	0,3 kPa	-4,7 kPa

Største helningsavvik: 9,49 °




Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Vedlegg nr.
Ringerike Kommune	23045	1.2
Prosjekt	Dato	Borpunkt
Soneutredning Ringerike	23.11.23	870-7
Forklaring	Ansvarlig	Kontrollert
Klassifisering av anvendelsesklasse	AES	SKA

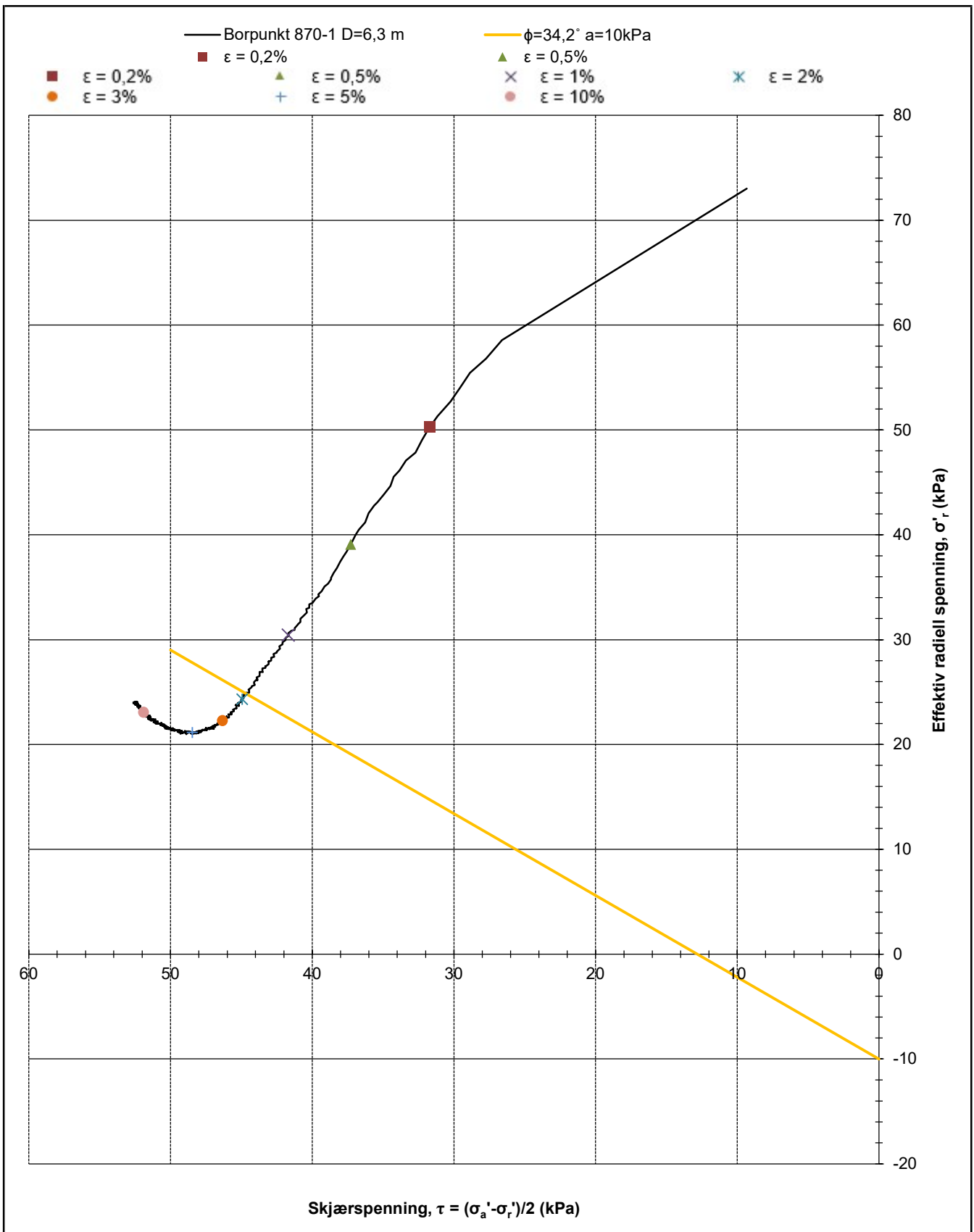


Oppdragsgiver Ringerike Kommune	Prosjekt nr. 23045	Vedlegg nr. 1.2
Prosjekt Soneutredning Ringerike	Dato 08.01.24	Profil 870
Forklaring Udrenert skjærstyrke, s_u , fra Shansep	Ansvarlig AES	Kontrollert SKA

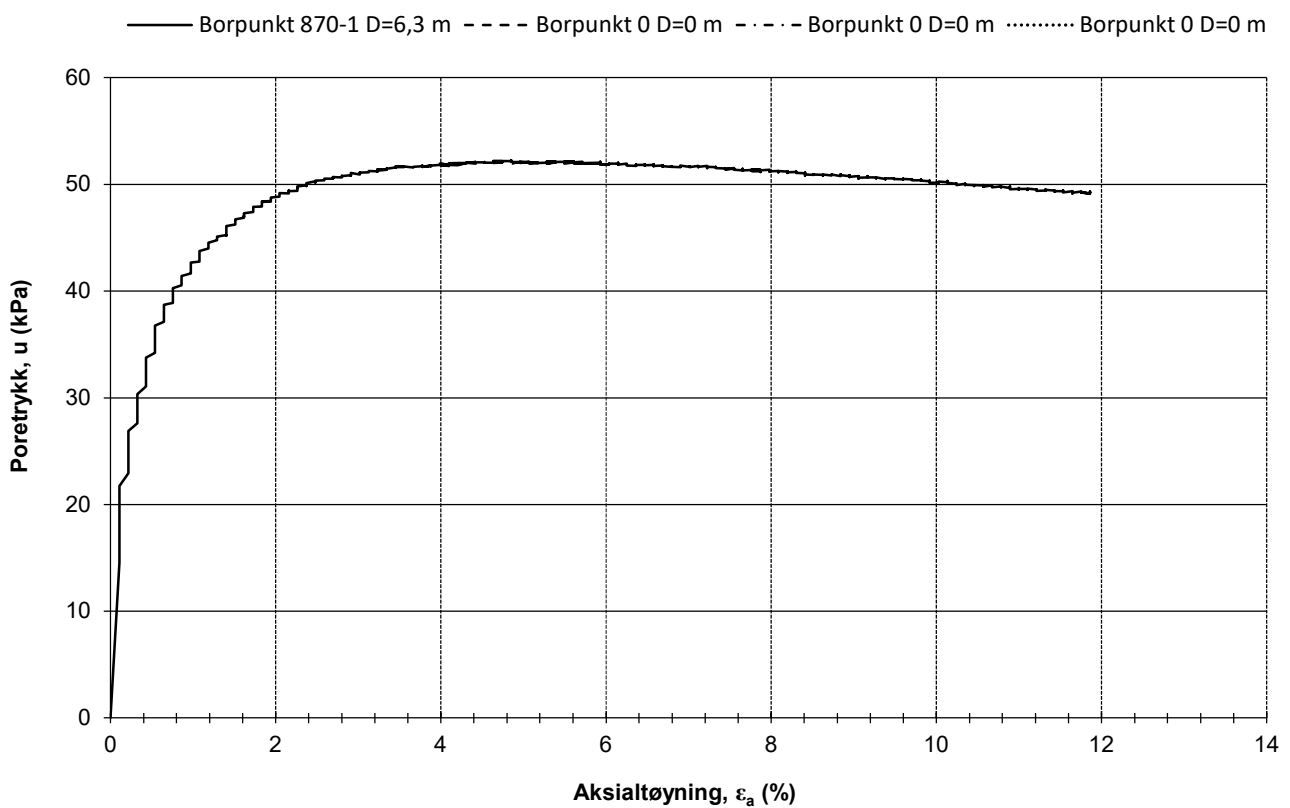
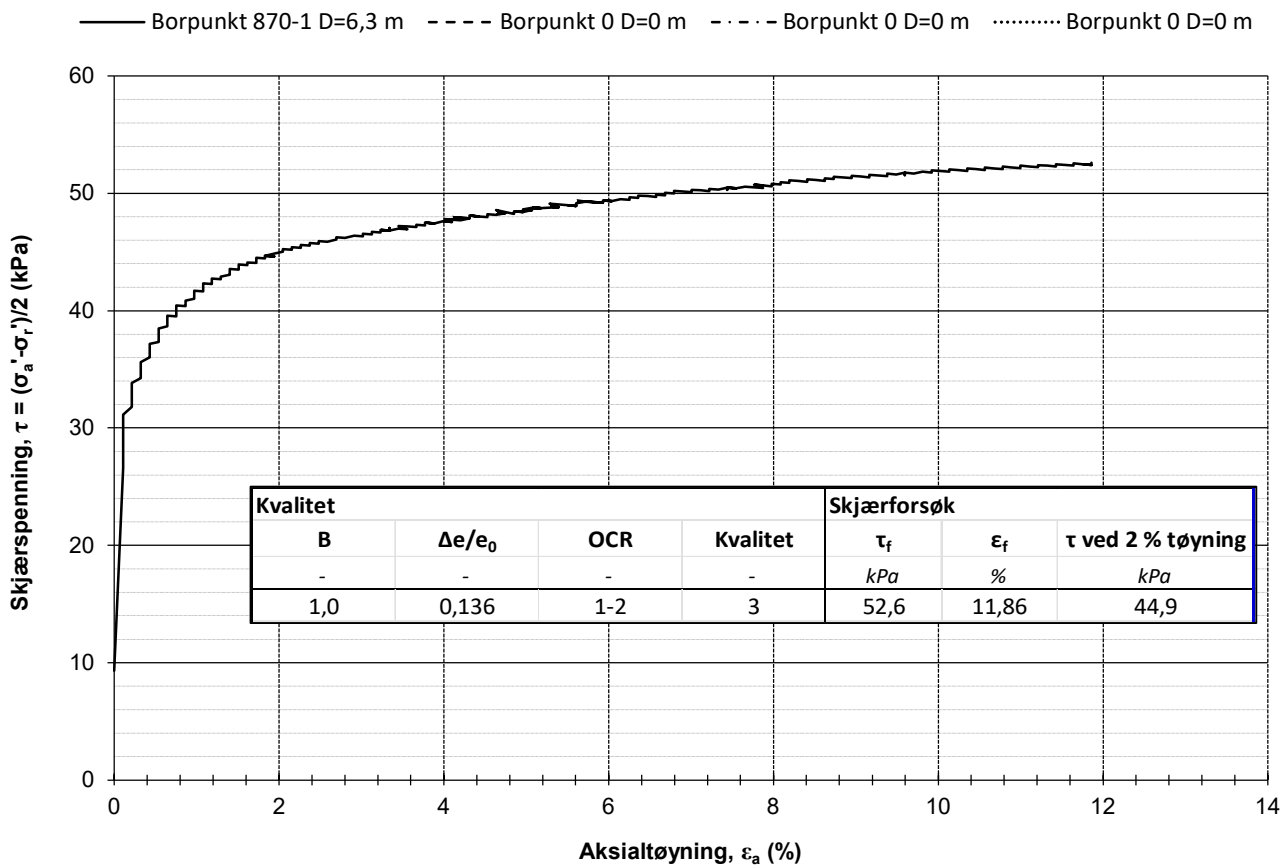
Tillegg 1.3

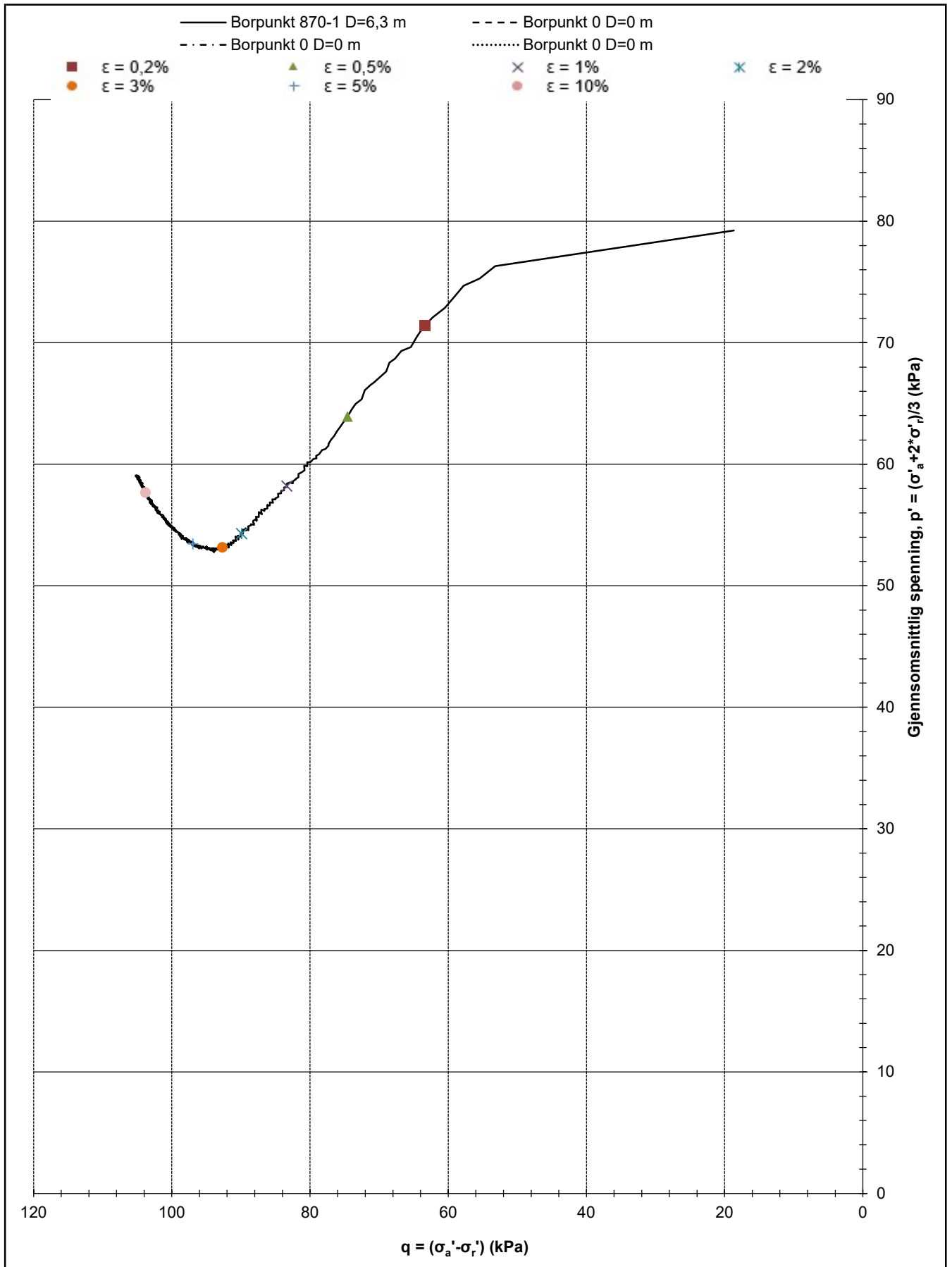
Tolkning av treaksialforsøk

 Løvlien Georåd	Oppdragsgiver Ringerike Kommune	Prosjekt nr. 23045	Tillegg nr. 1.3
	Prosjekt Soneutredning Ringerike	Dato 18.03.2024	Revisjon 00
	Tittel - Sone 870 Tolkning av treaksialforsøk	Ansvarlig AES	Kontrollert SKA

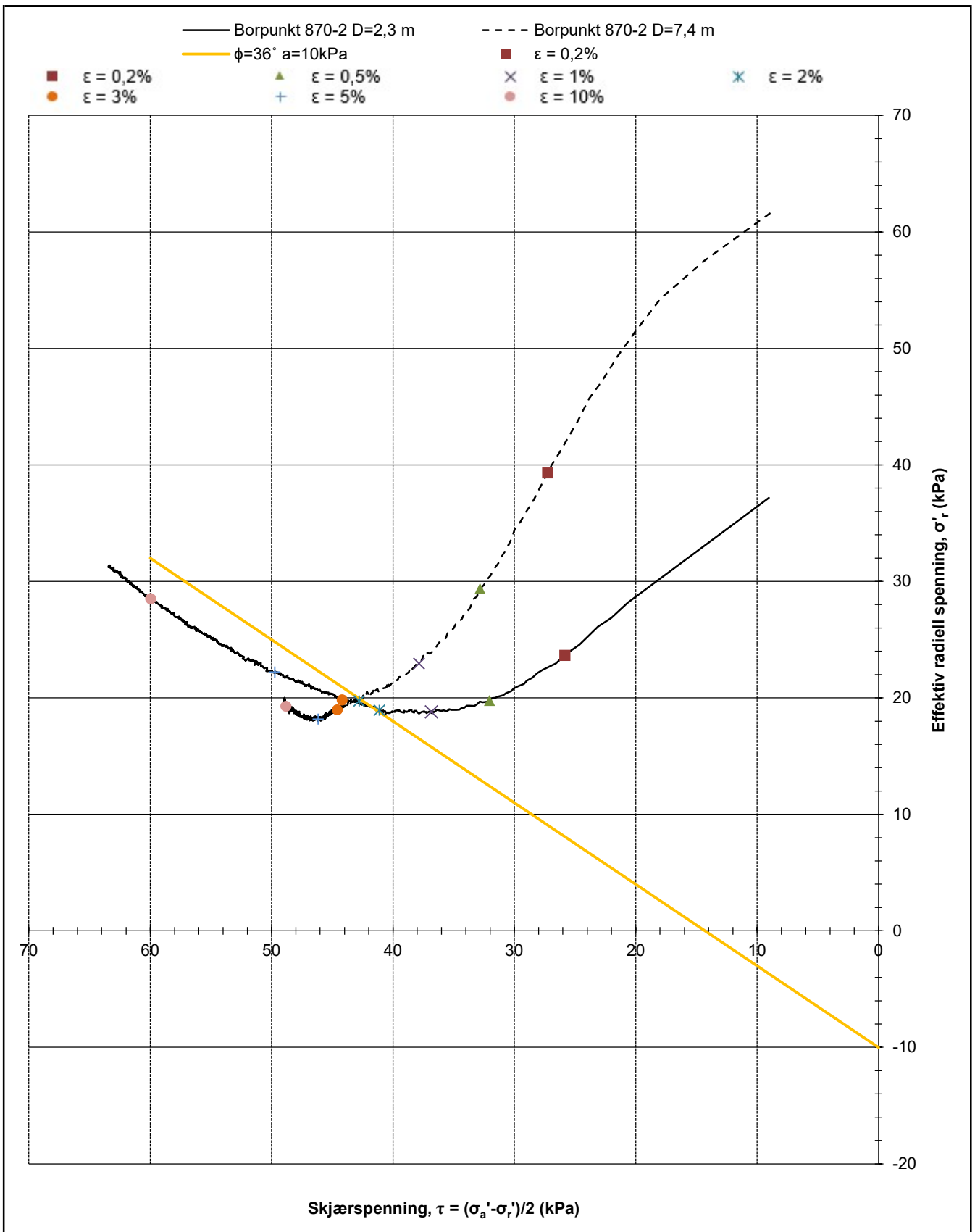


	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Ringerike Kommune	23045	Tillegg 1.3
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Soneutredning Ringerike	1 av 3	870-1
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Treaksialforsøk, τ vs σ'_r	MS	AES	

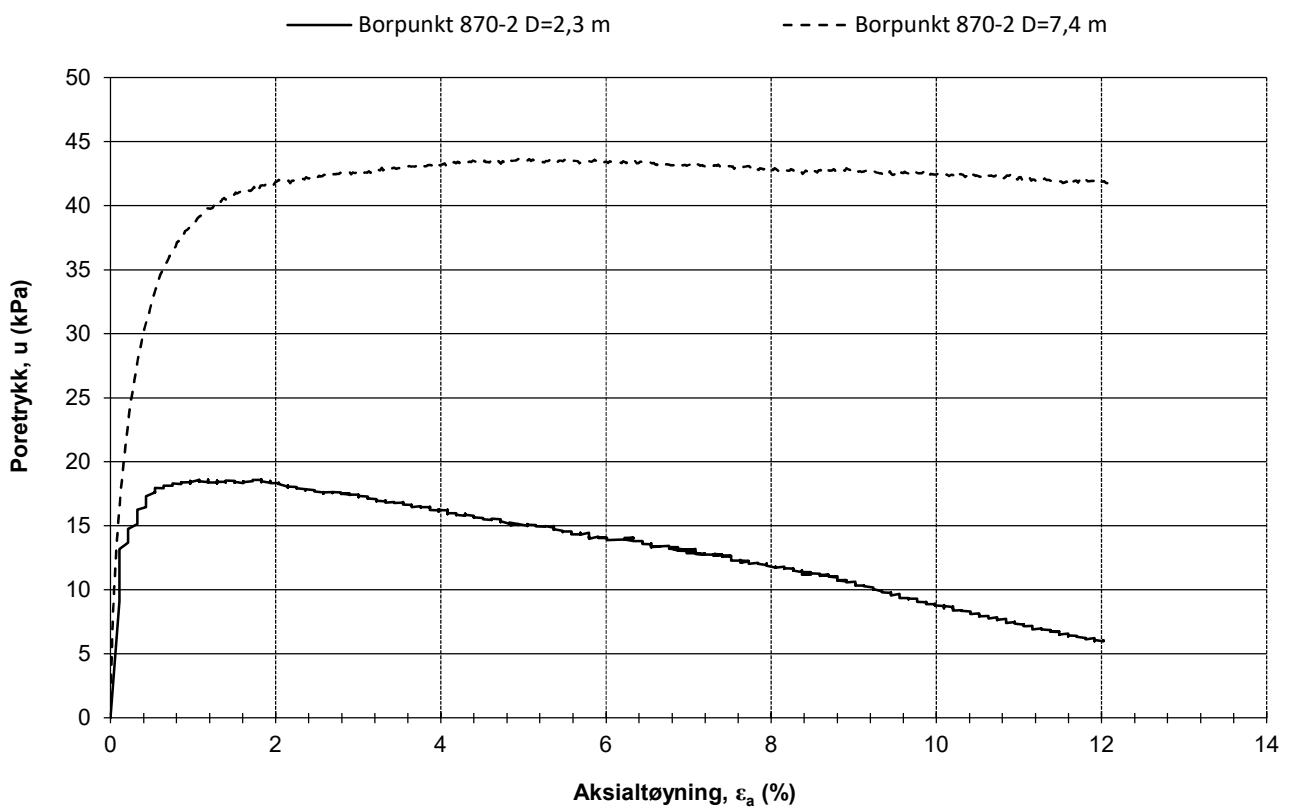
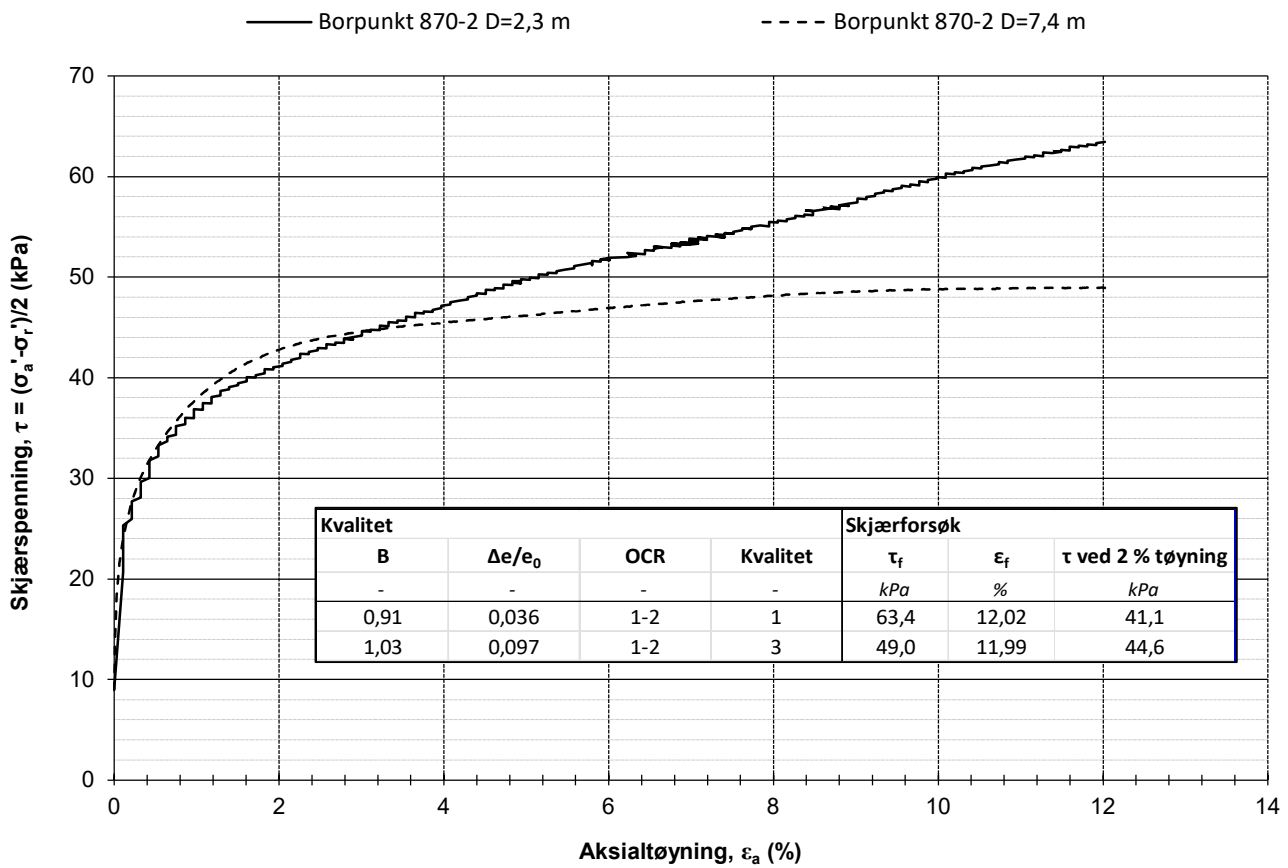


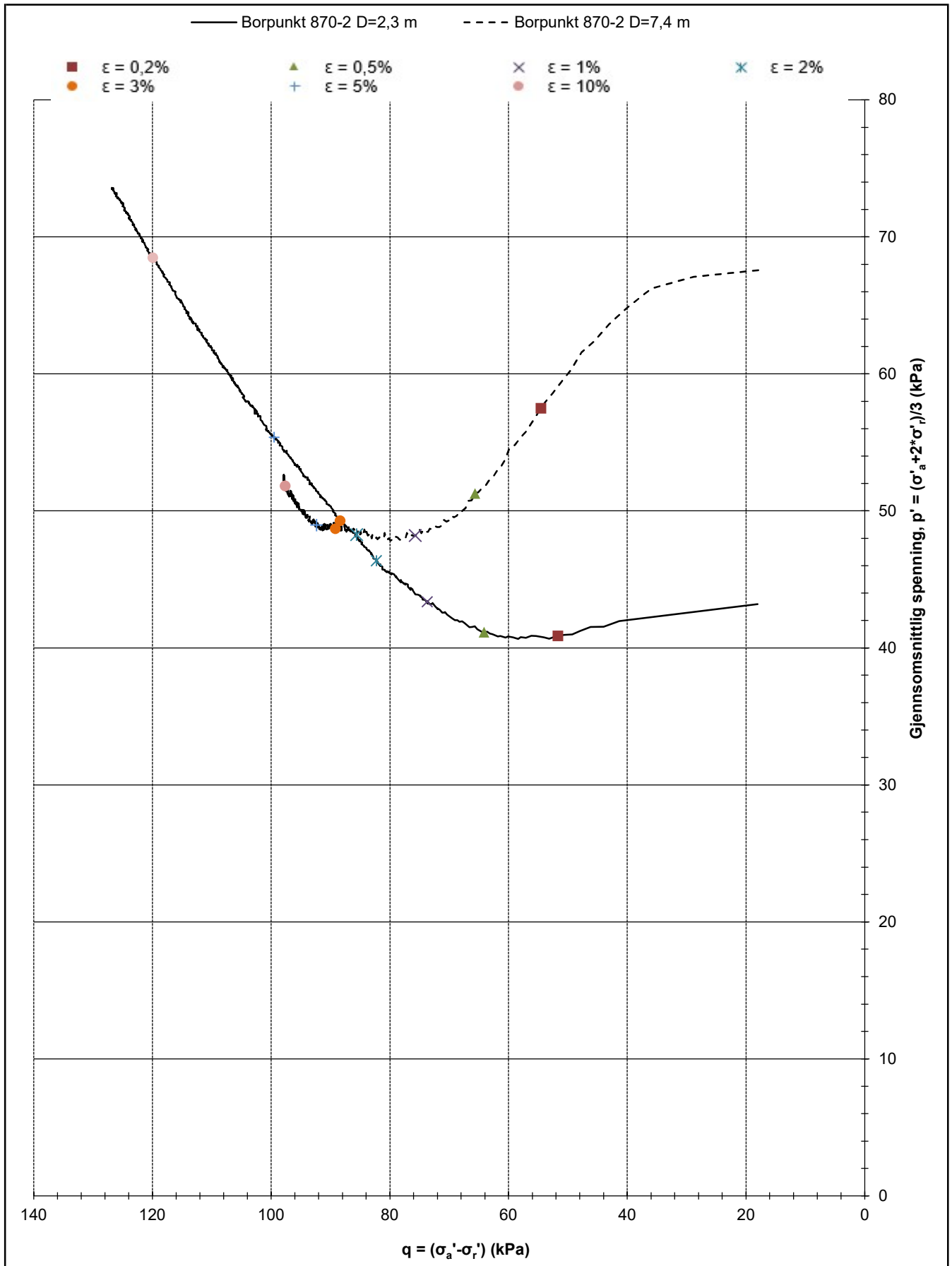


	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Ringerike Kommune	23045	Tillegg 1.3
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Soneutredning Ringerike	3 av 3	870-1
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Treaksialforsøk, q - p'	MS	AES	

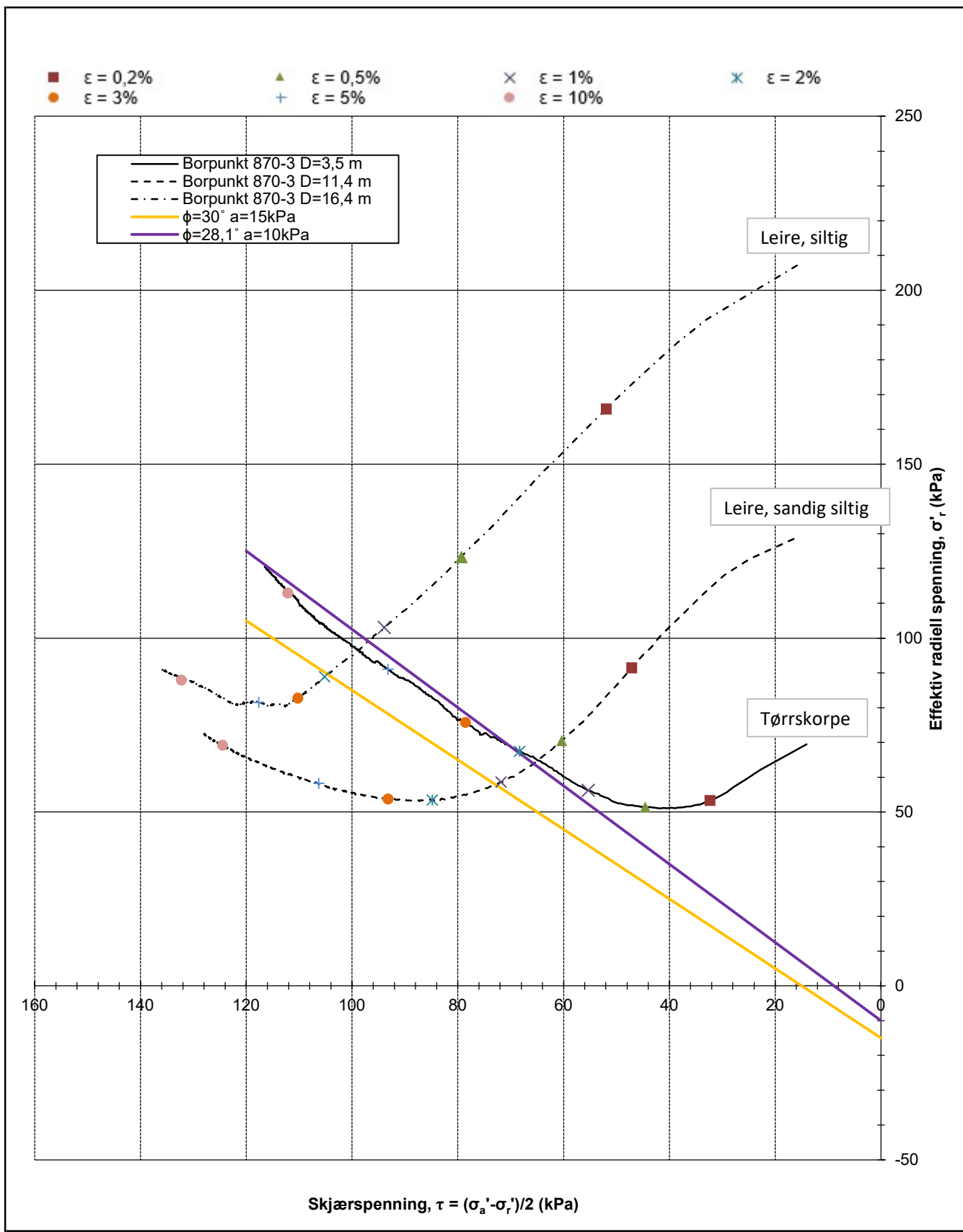


	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Ringerike Kommune	23045	Tillegg 1.3
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Soneutredning Ringerike	1 av 3	870-2
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Treaksialforsøk, τ vs σ'_r	MS	AES	

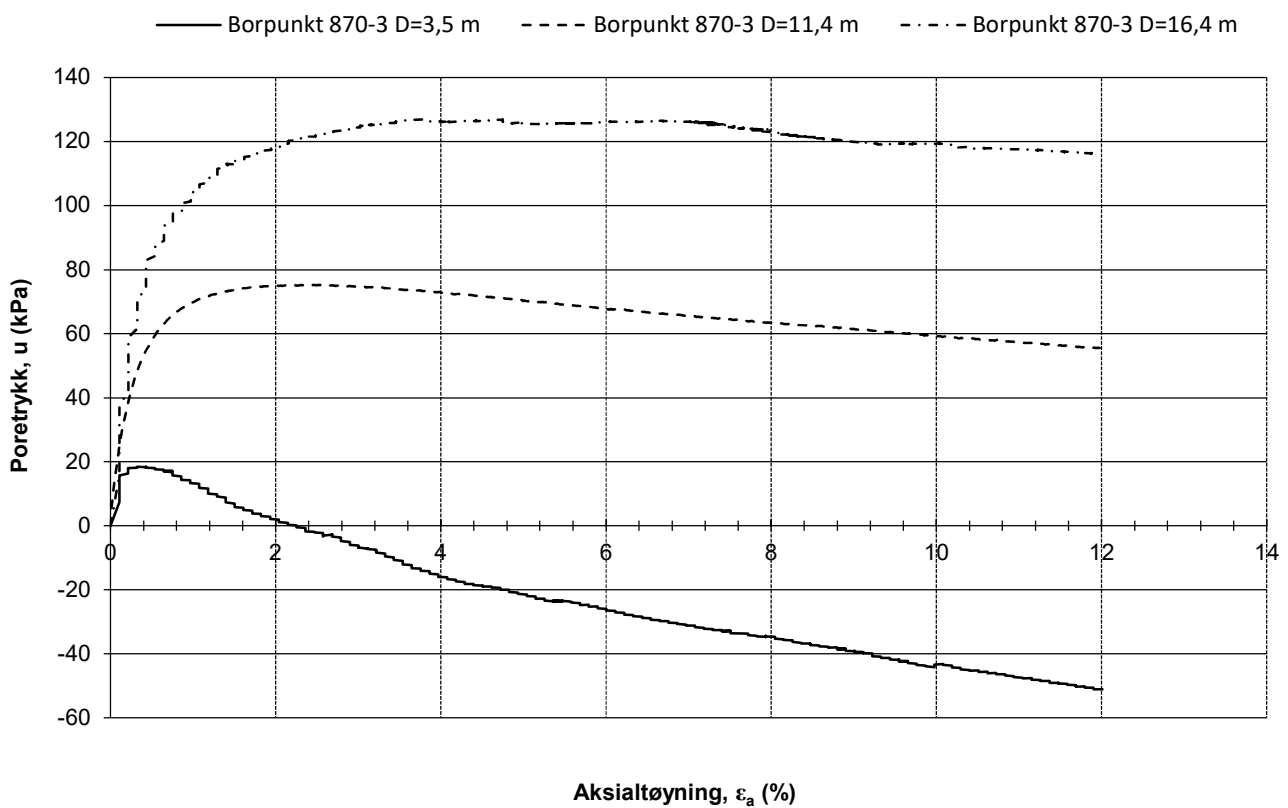
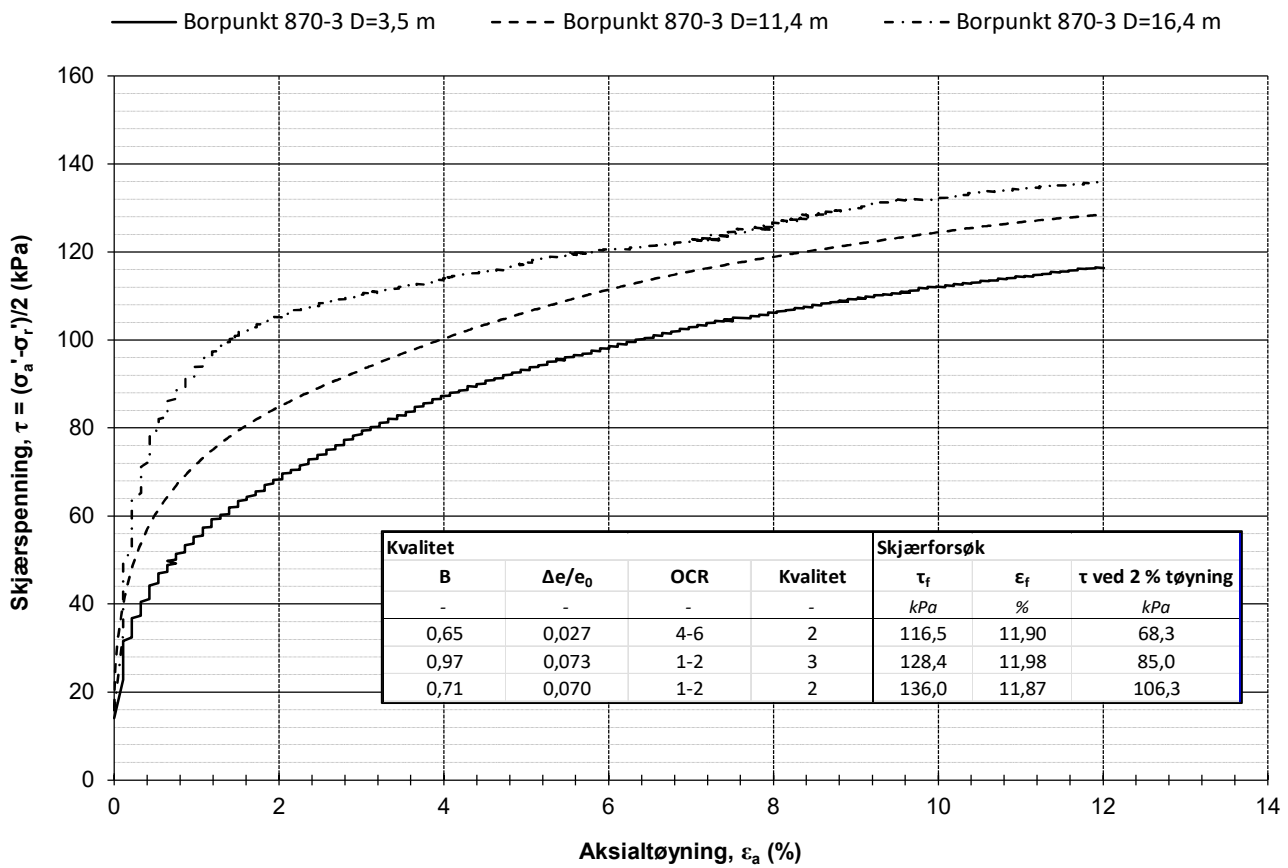


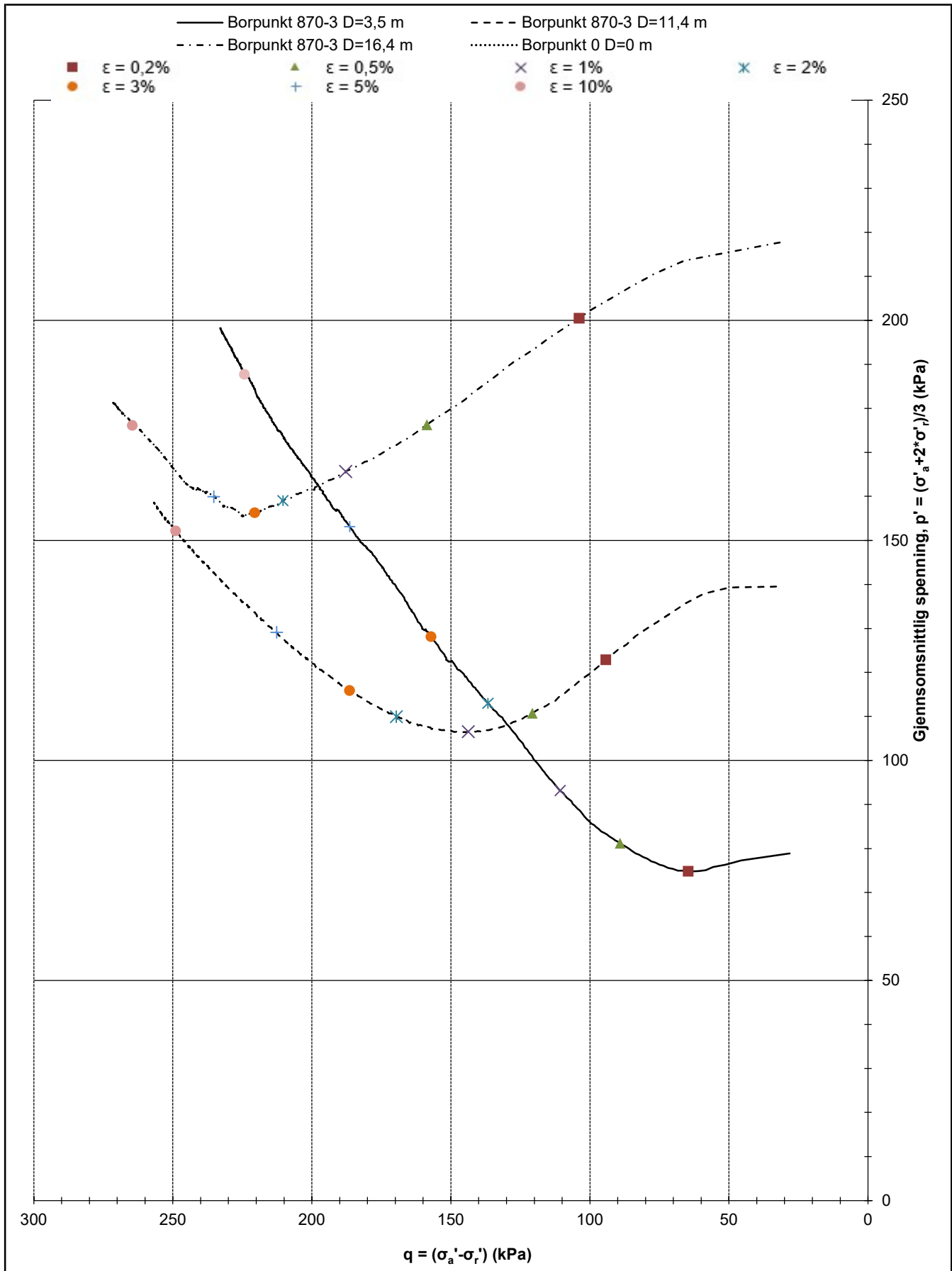


Oppdragsgiver Ringerike Kommune	Prosjekt nr. 23045	Tegning nr. Tillegg 1.3
Prosjekt Soneutredning Ringerike	Side 3 av 3	Borpunkt 870-2
Tittel Treaksialforsøk, q - p'	Ansvarlig MS	Kontrollert AES

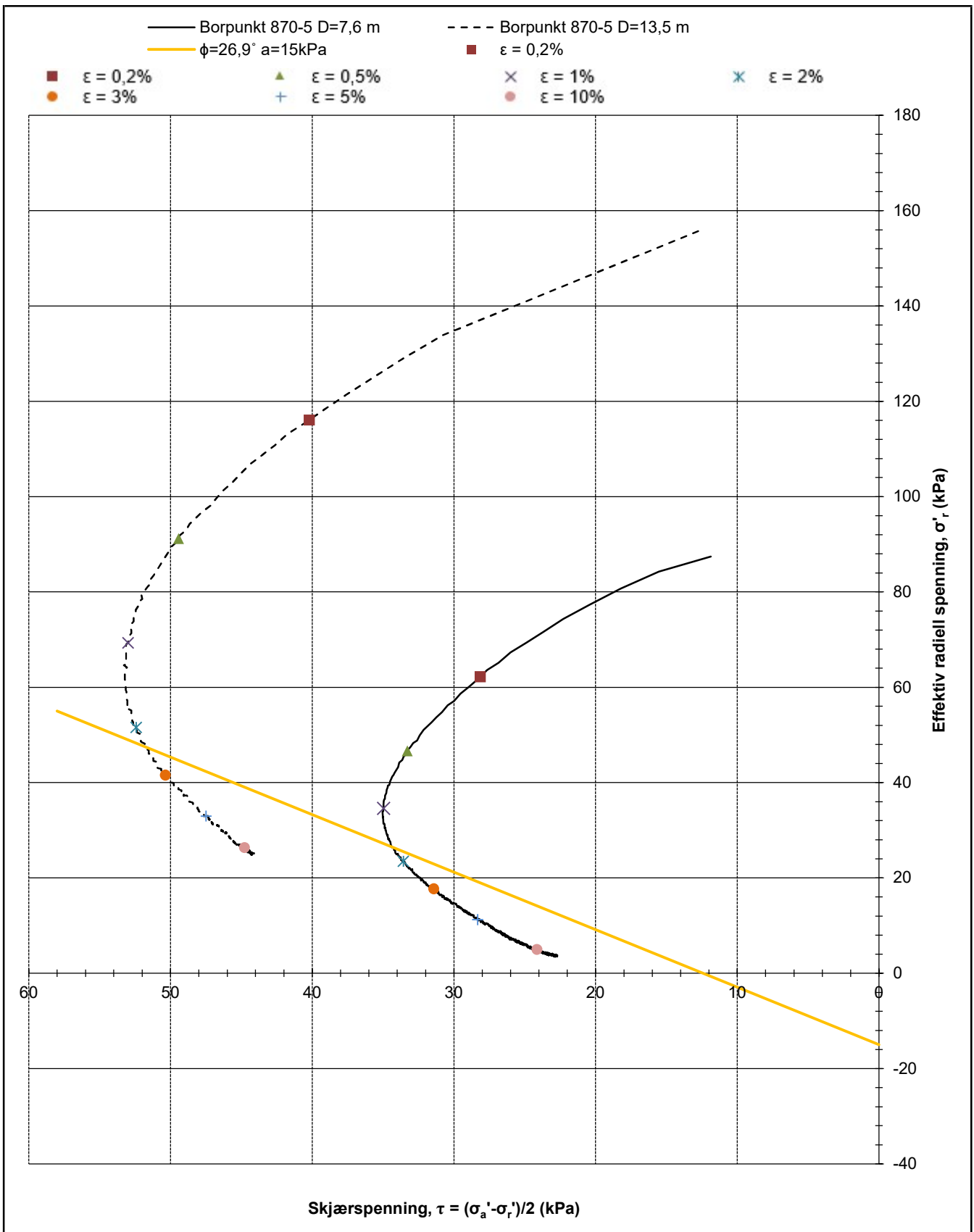


	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Ringerike Kommune	23045	Tillegg 1.3
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Soneutredning Ringerike	1 av 3	870-3
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Treaksialforsøk, τ vs σ'_r	MS	AES	

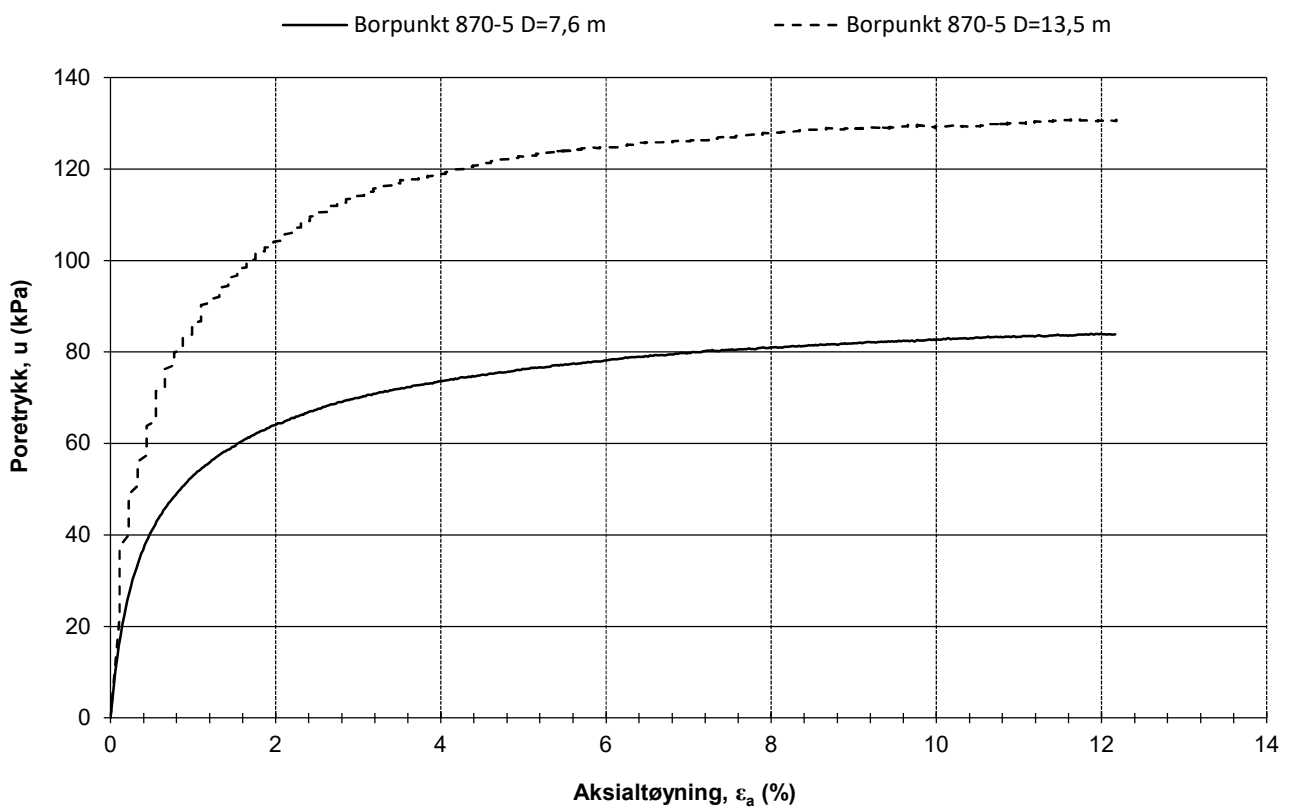
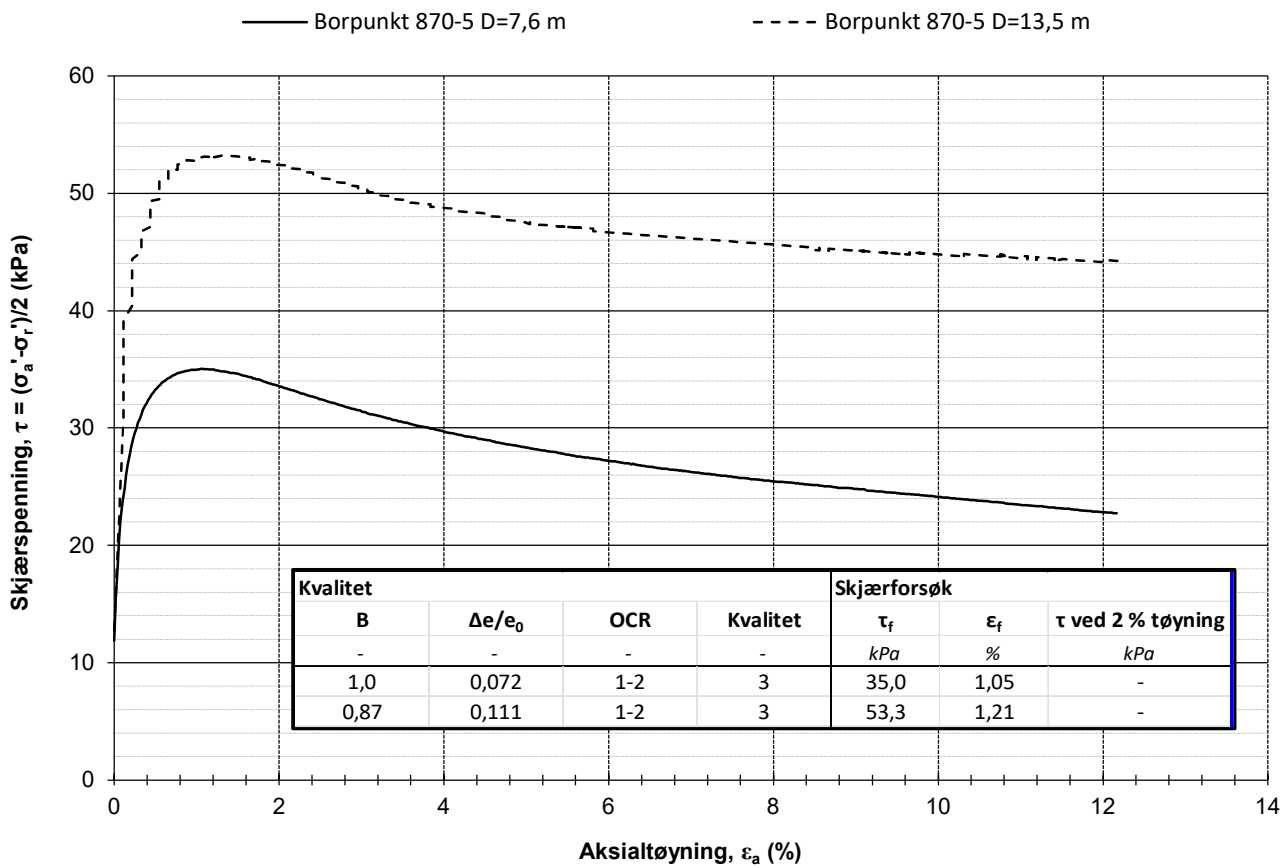


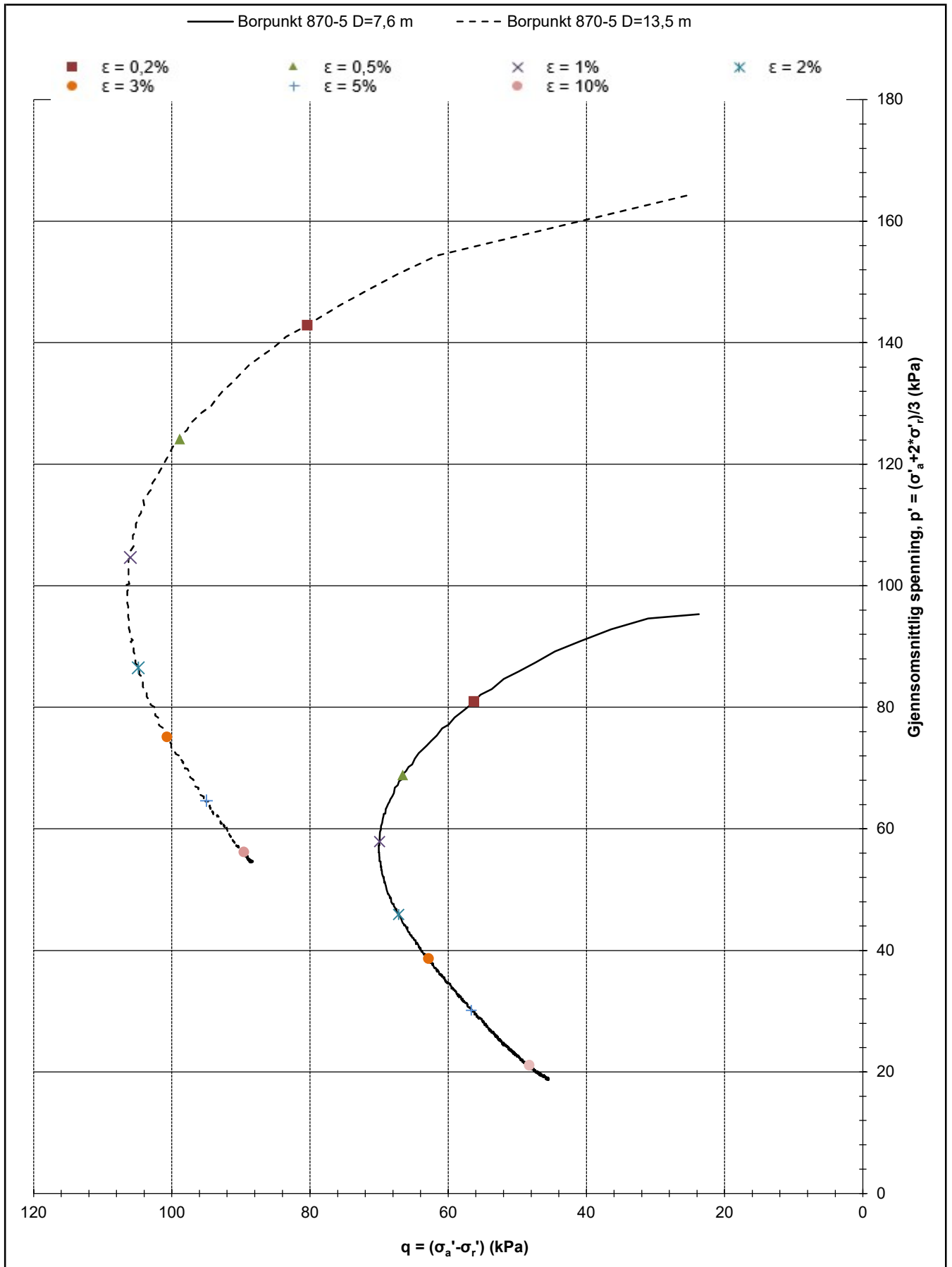


Oppdragsgiver Ringerike Kommune	Prosjekt nr. 23045	Tegning nr. Tillegg 1.3
Prosjekt Soneutredning Ringerike	Side 3 av 3	Borpunkt 870-3
Tittel Treaksialforsøk, q - p'	Ansvarlig MS	Kontrollert AES

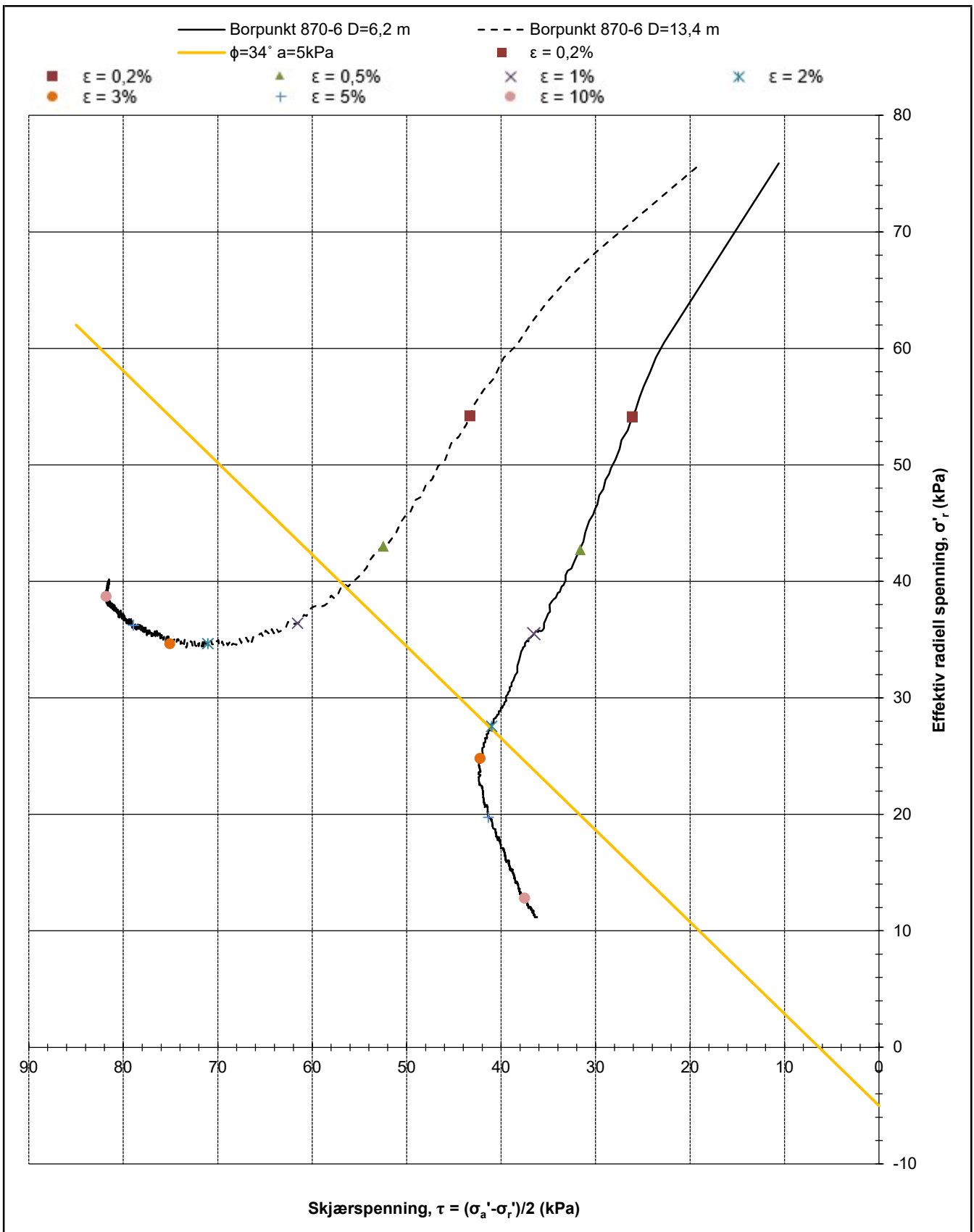


Oppdragsgiver Ringerike Kommune	Prosjekt nr. 23045	Tegning nr. Tillegg 1.3
Prosjekt Soneutredning Ringerike	Side 1 av 3	Borpunkt 870-5
Tittel Treksialforsøk, τ vs σ'_r	Ansvarlig MS	Kontrollert AES

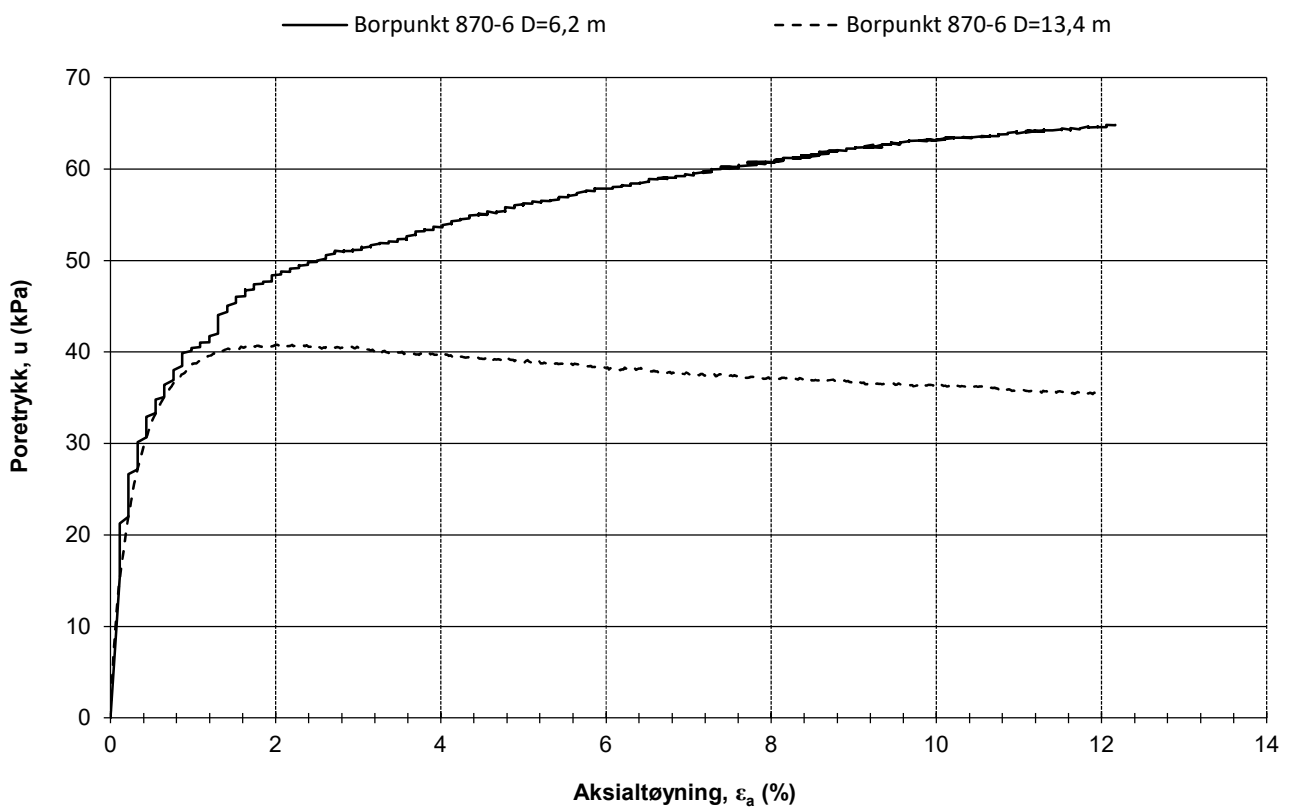
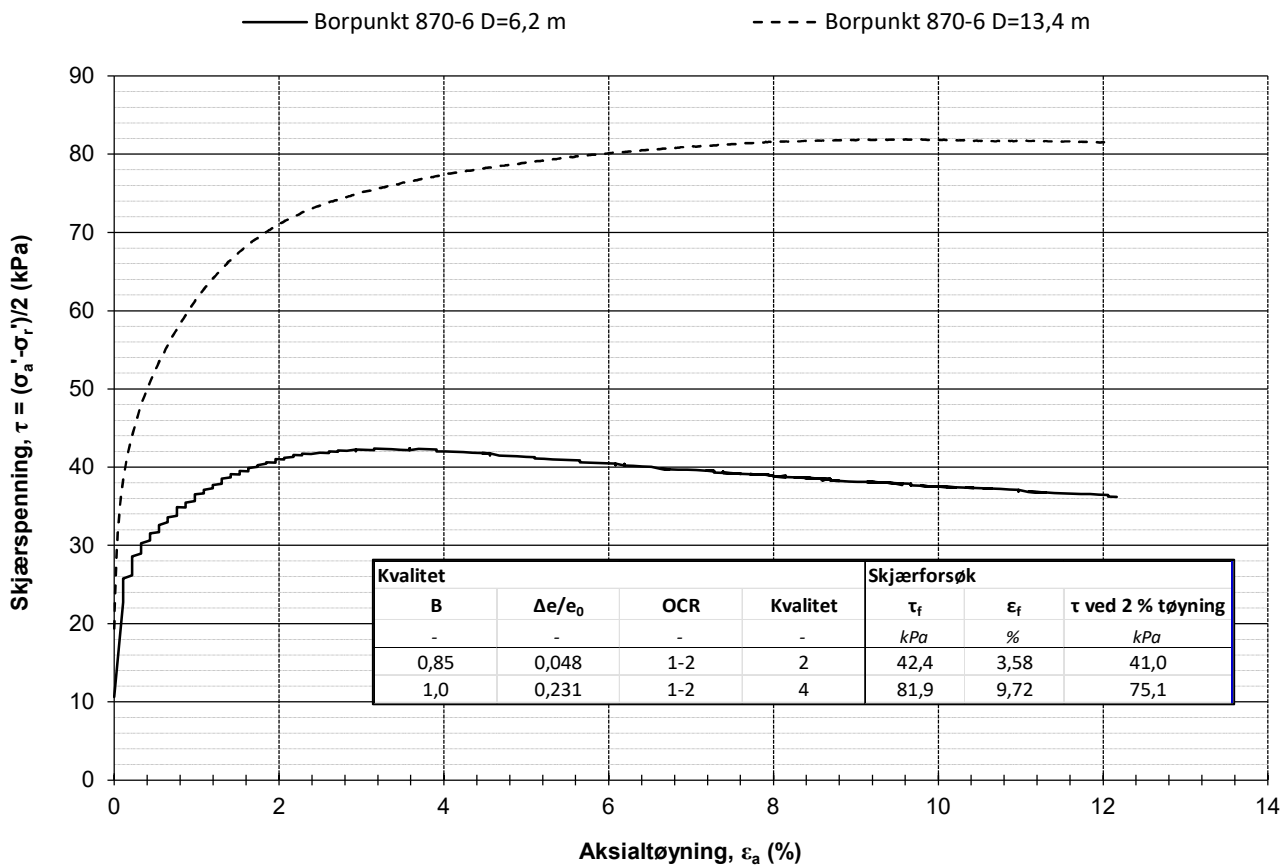


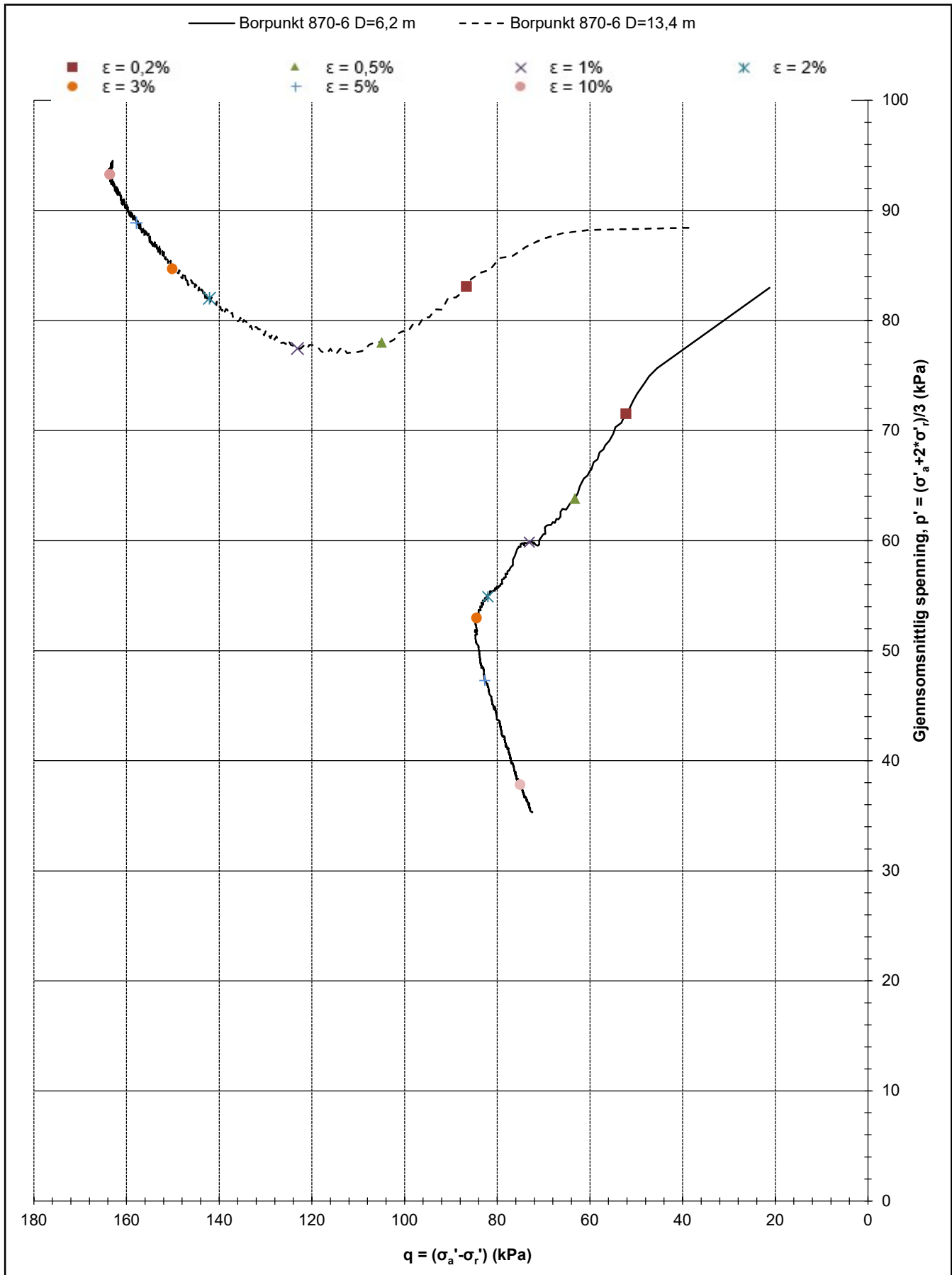


Oppdragsgiver Ringerike Kommune	Prosjekt nr. 23045	Tegning nr. Tillegg 1.3
Prosjekt Soneutredning Ringerike	Side 3 av 3	Borpunkt 870-5
Tittel Treaksialforsøk, q - p'	Ansvarlig MS	Kontrollert AES



	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Ringerike Kommune	23045	Tillegg 1.3
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Soneutredning Ringerike	1 av 3	870-6
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Treaksialforsøk, τ vs σ'_r	MS	KS	




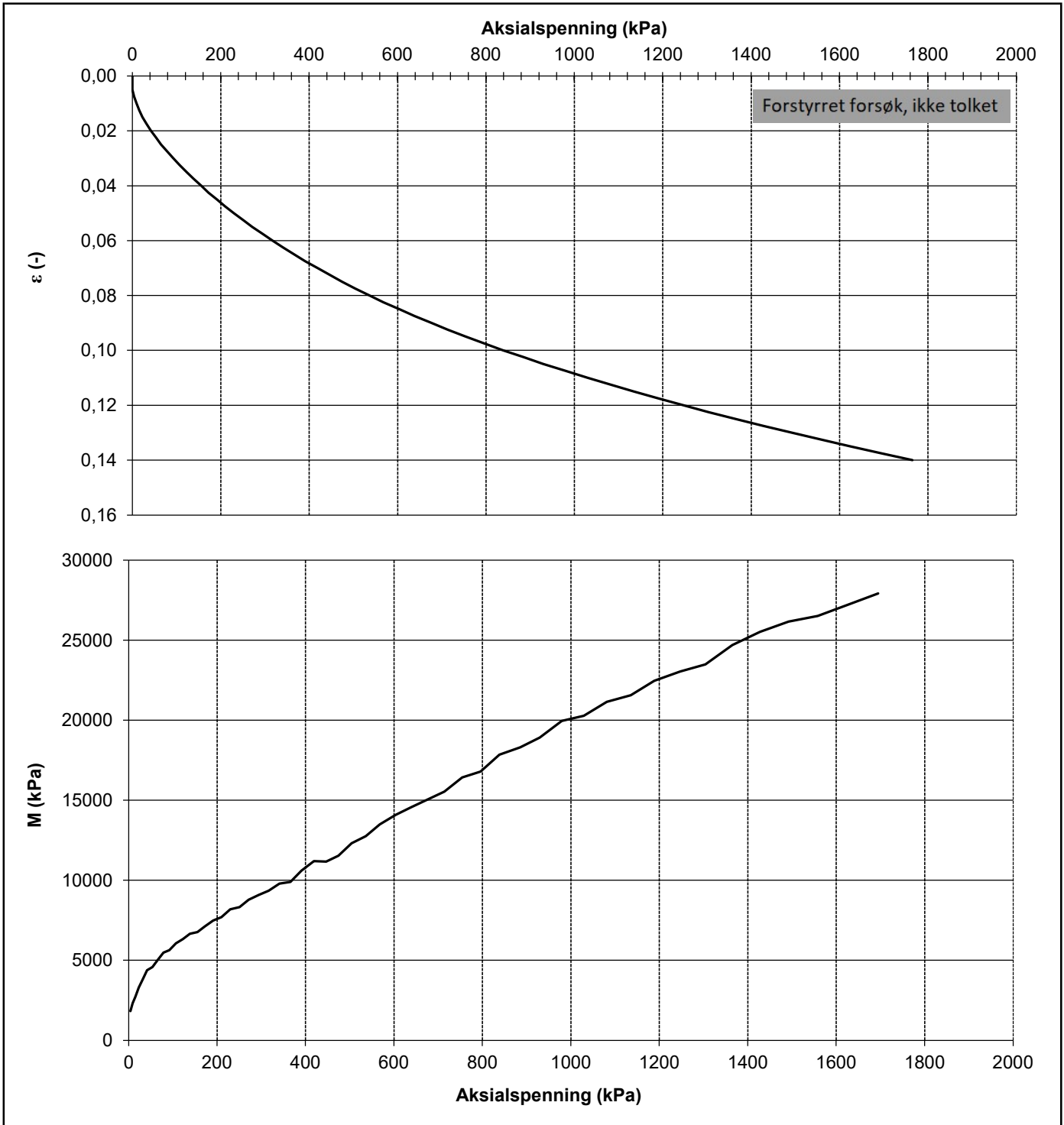



Oppdragsgiver Ringerike Kommune	Prosjekt nr. 23045	Tegning nr. Tillegg 1.3
Prosjekt Soneutredning Ringerike	Side 3 av 3	Borpunkt 870-6
Tittel Treaksialforsøk, q - p'	Ansvarlig MS	Kontrollert KS

Tillegg 1.4

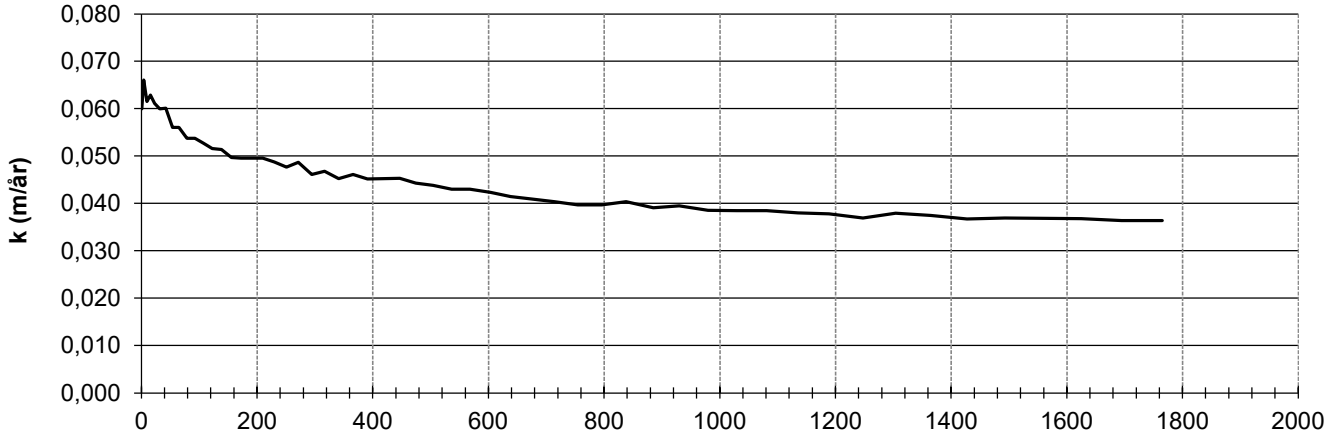
Tolkning av ødometerforsøk

 Løvlien Georåd	Oppdragsgiver Ringerike Kommune	Prosjekt nr. 23045	Tillegg nr. 1.4
	Prosjekt Soneutredning Ringerike	Dato 18.03.2024	Revisjon 00
	Tittel - Sone 870 Tolkning av ødometerforsøk	Ansvarlig AES	Kontrollert SKA

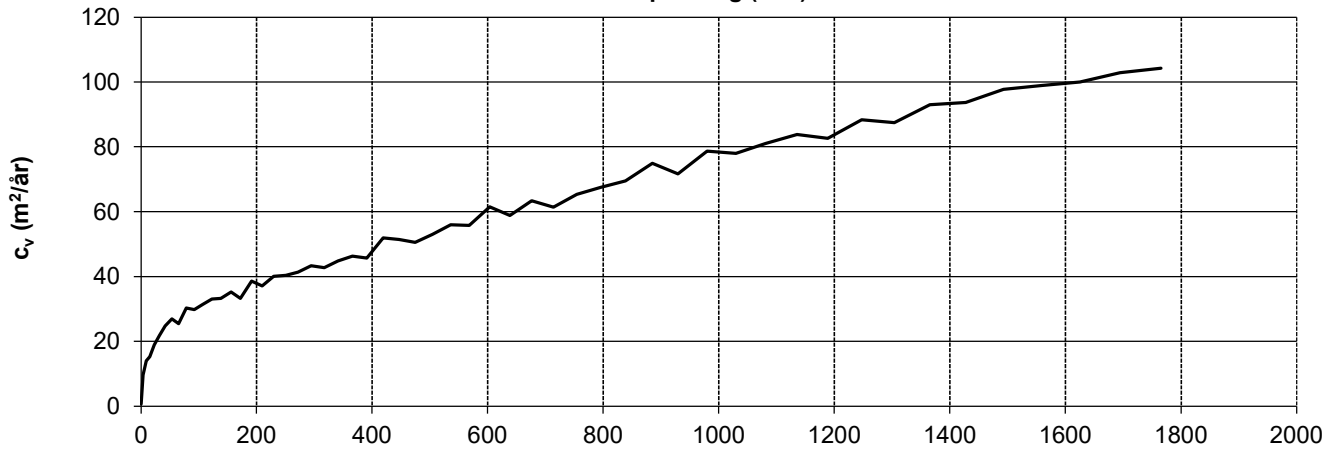


Dato prøvetagning	24.10.2023	Dato forsøk	31.10.2023
Dybde (m)	6,45	Prøve nr.	5
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	18,4	Kommentar	KVIKKLEIRE, sandig, siltig, lagdelt gjennom hele prøven
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	28,3		
	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Ringerike Kommune	23045	R04C61
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Soneutredning Ringerike	1 av 2	870-1
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Ødometerforsøk, ε &M vs σ'	MS	AES	

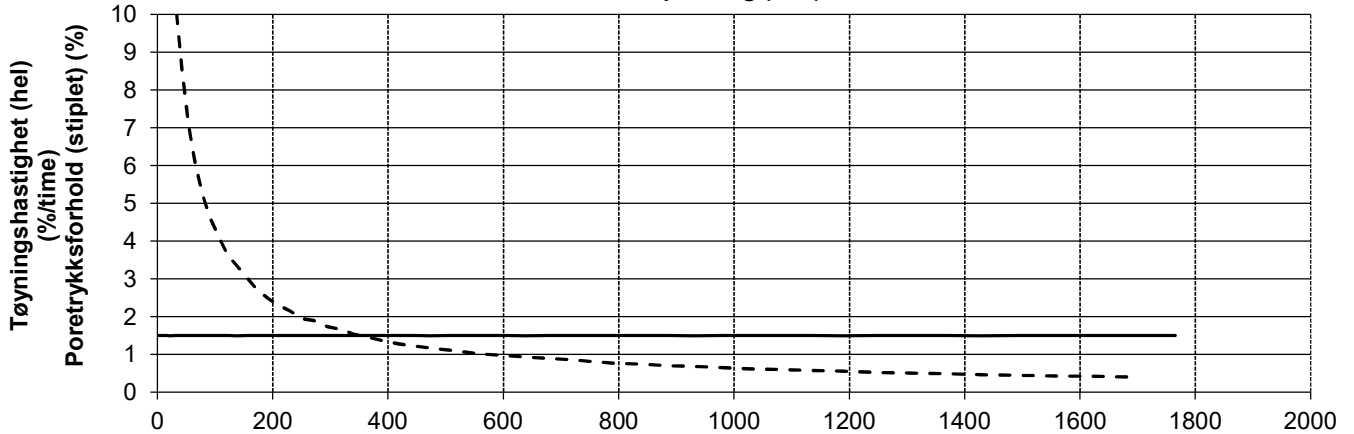
Aksialspenning (kPa)



Aksialspenning (kPa)



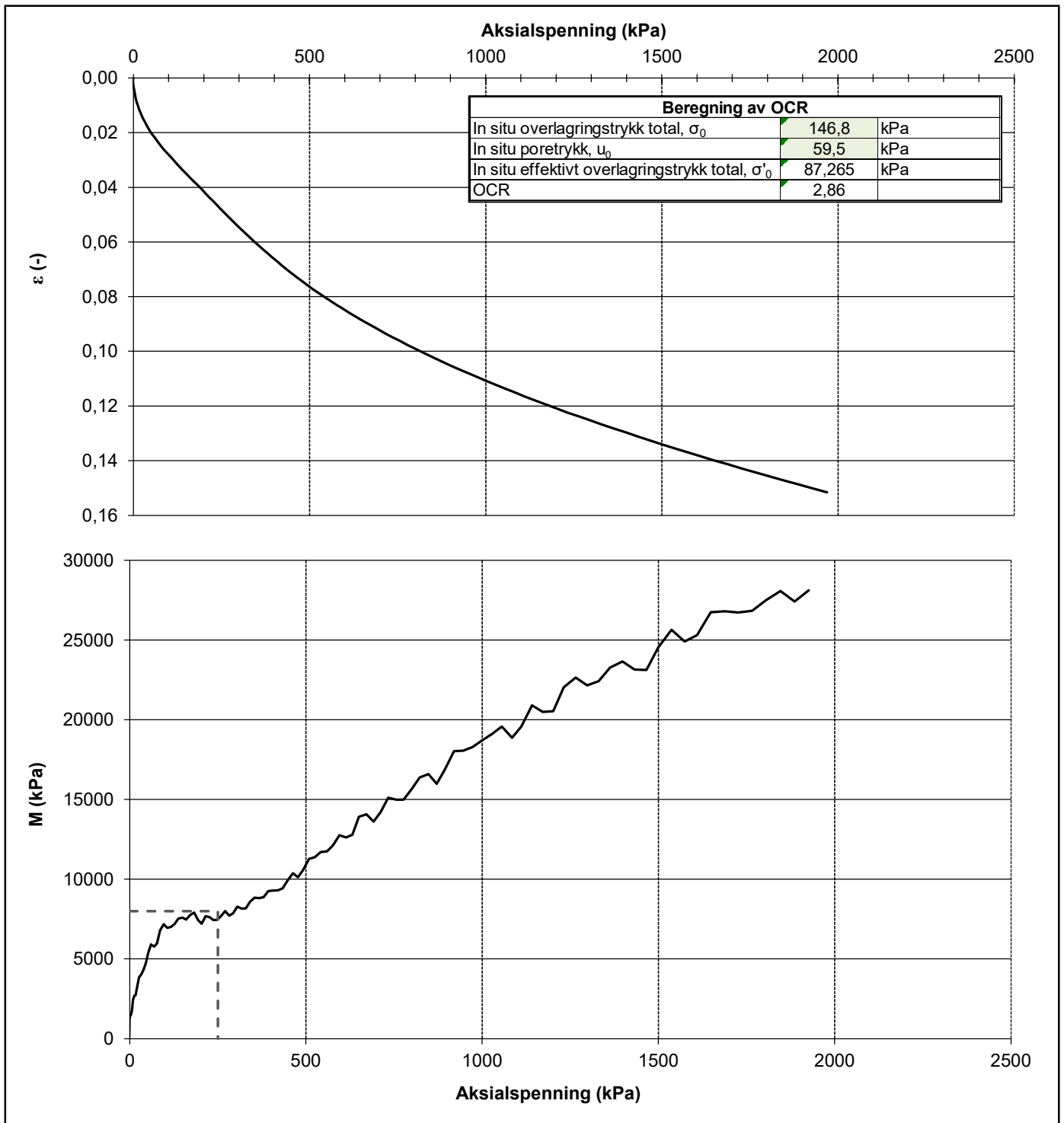
Aksialspenning (kPa)




Dato prøvetagning	24.10.2023	Dato forsøk	31.10.2023
Dybde (m)	6,45	Prøve nr.	5
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	18,4	Kommentar	KVIKKLEIRE, sandig, siltig, lagdelt gjennom hele prøven
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	28,3		

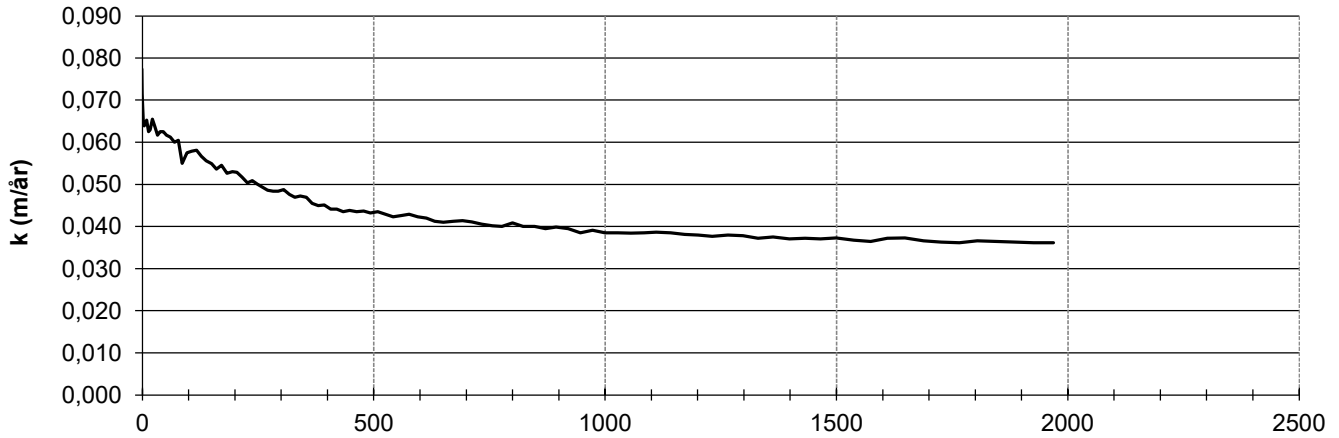


Oppdragsgiver	Ringerike Kommune	Prosjekt nr.	23045	Tegning nr.	R04C61	
Prosjekt	Soneutredning Ringerike	Side	2 av 2	Borpunkt	870-1	
Tittel	Ødometerforsøk, k, cv & tøyningshastighet		Ansvarlig	MS	Kontrollert	AES

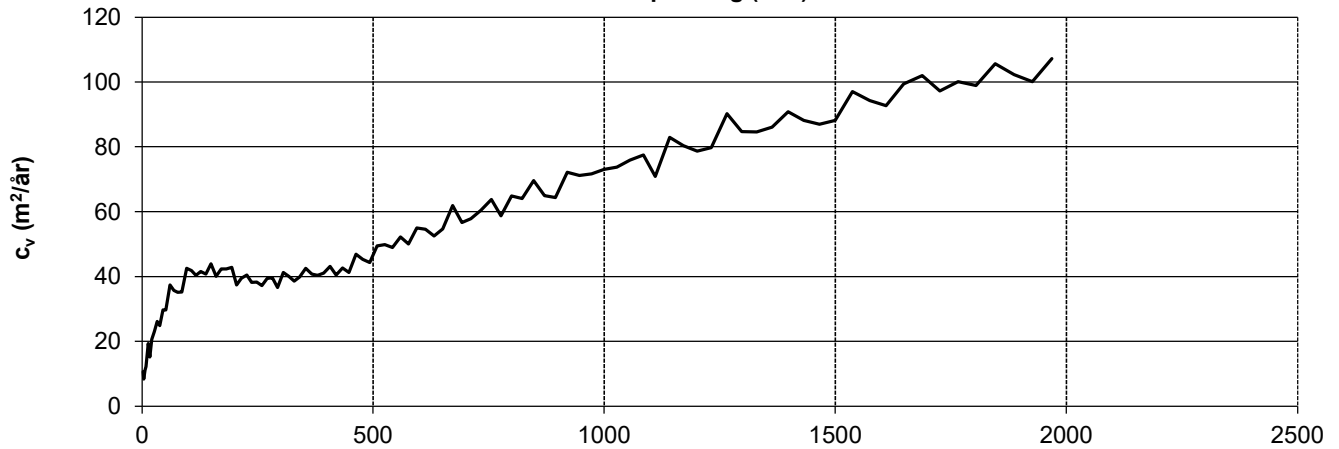


Dato prøvetagning	30.10.2023	Dato forsøk	07.11.2023	
Dybde (m)	7,45	Prøve nr.	4	
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	18,9	Kommentar	LEIRE, sprøbruddmateriale, siltlag gjennomgående	
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	30,2			
	Oppdragsgiver		Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Ringerike Kommune		23045	R04C62
	Prosjekt		Side	Borpunkt
	Soneutredning Ringerike		1 av 2	870-2
Tittel		Ansvarlig	Kontrollert	
Ødometerforsøk, ϵ &M vs σ'		MS	AES	

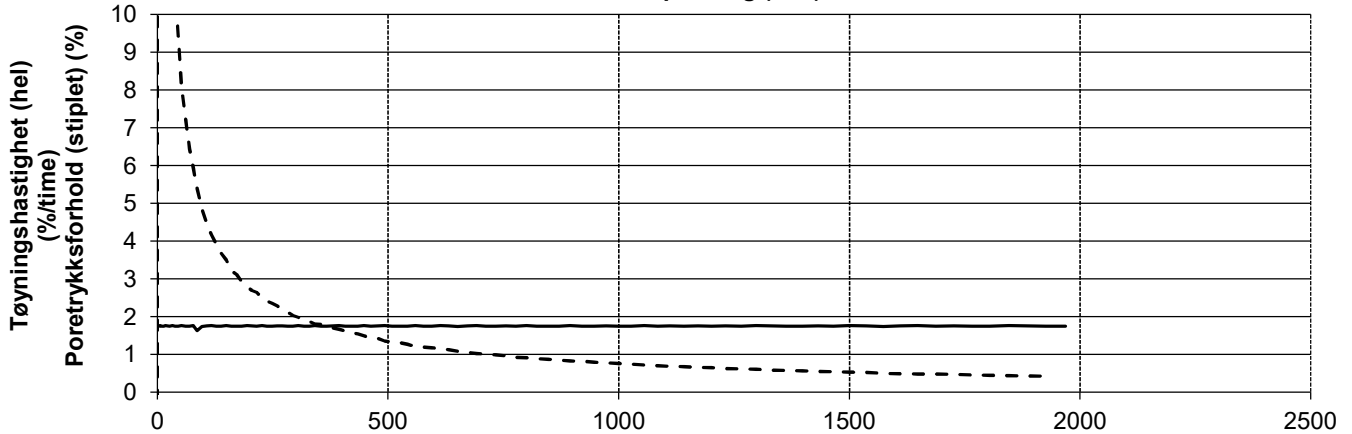
Aksialspenning (kPa)



Aksialspenning (kPa)



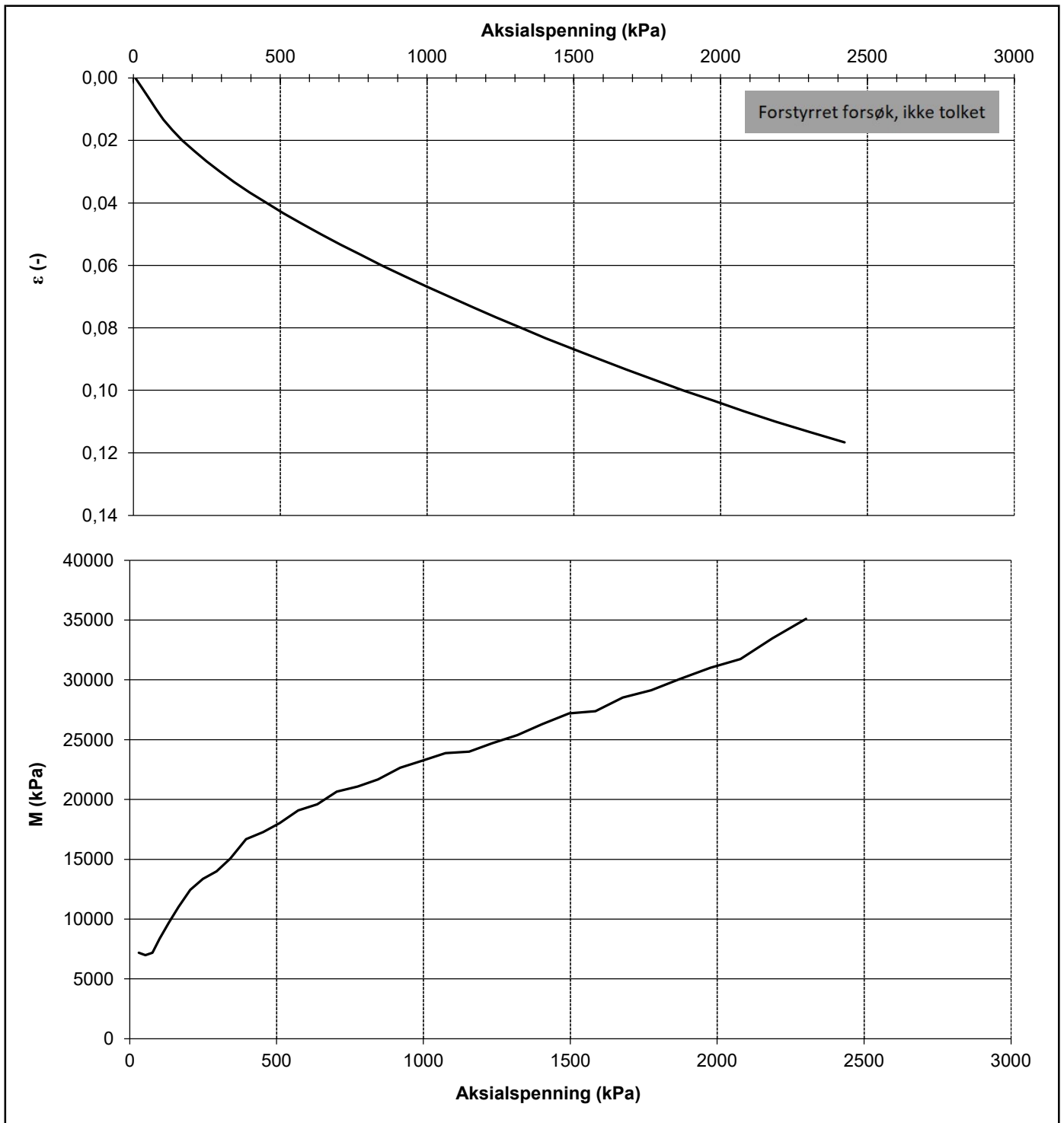
Aksialspenning (kPa)




Dato prøvetagning	30.10.2023	Dato forsøk	07.11.2023
Dybde (m)	7,45	Prøve nr.	4
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	18,9	Kommentar	LEIRE, sprøbruddmateriale, siltlag gjennomgående
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	30,2		

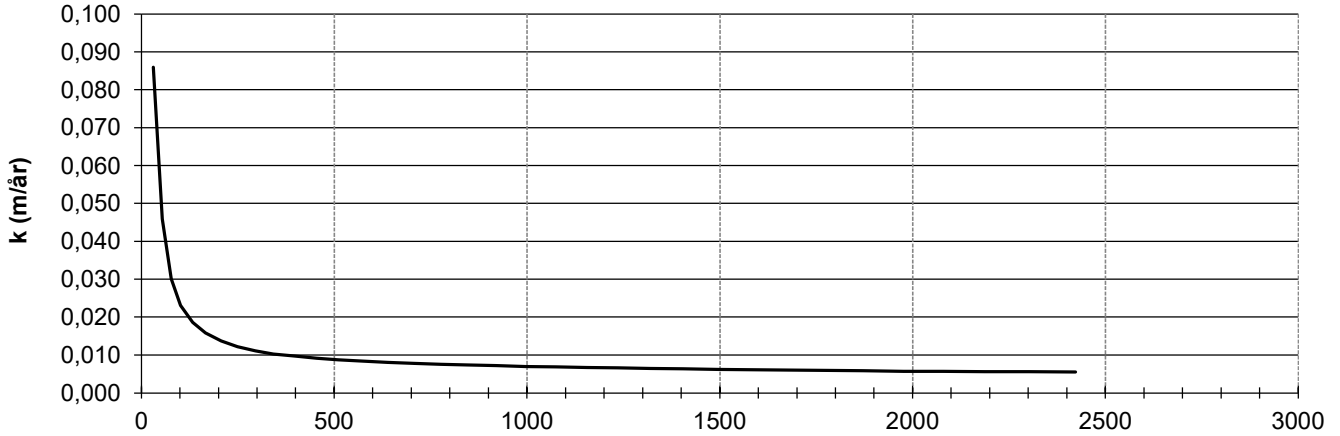


Oppdragsgiver	Ringerike Kommune	Prosjekt nr.	23045	Tegning nr.	R04C62	
Prosjekt	Soneutredning Ringerike	Side	2 av 2	Borpunkt	870-2	
Tittel	Ødometerforsøk, k, cv & tøyningshastighet		Ansvarlig	MS	Kontrollert	AES

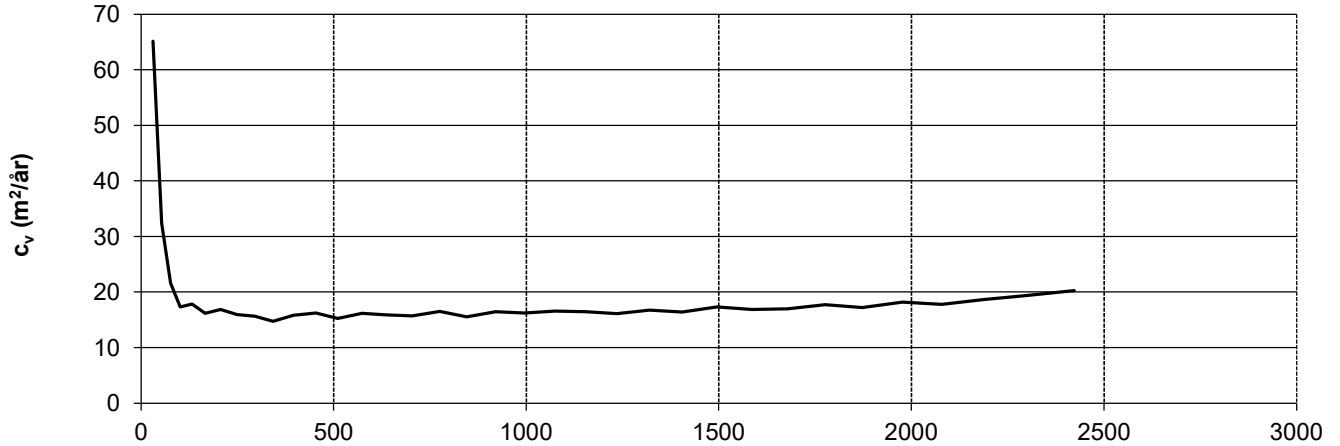


Dato prøvetagning	25.10.2023	Dato forsøk	01.11.2023
Dybde (m)	3,5	Prøve nr.	1
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	19,8	Kommentar	Tørrskorpeleire
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	24,6		
	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Ringerike Kommune	23045	R04C63
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Soneutredning Ringerike	1 av 2	870-3
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Ødometerforsøk, ϵ &M vs σ'	MS	AES	

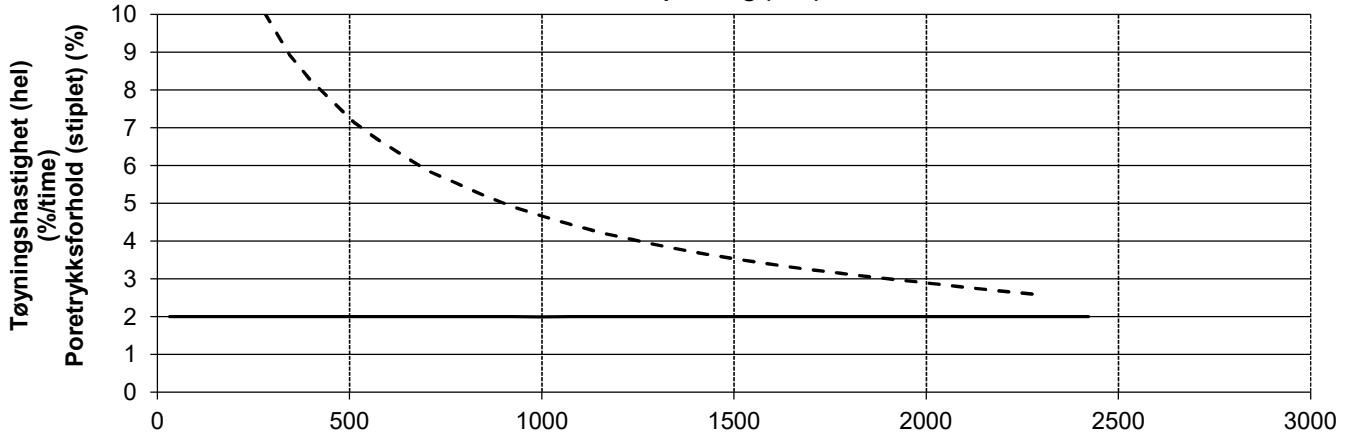
Aksialspenning (kPa)



Aksialspenning (kPa)



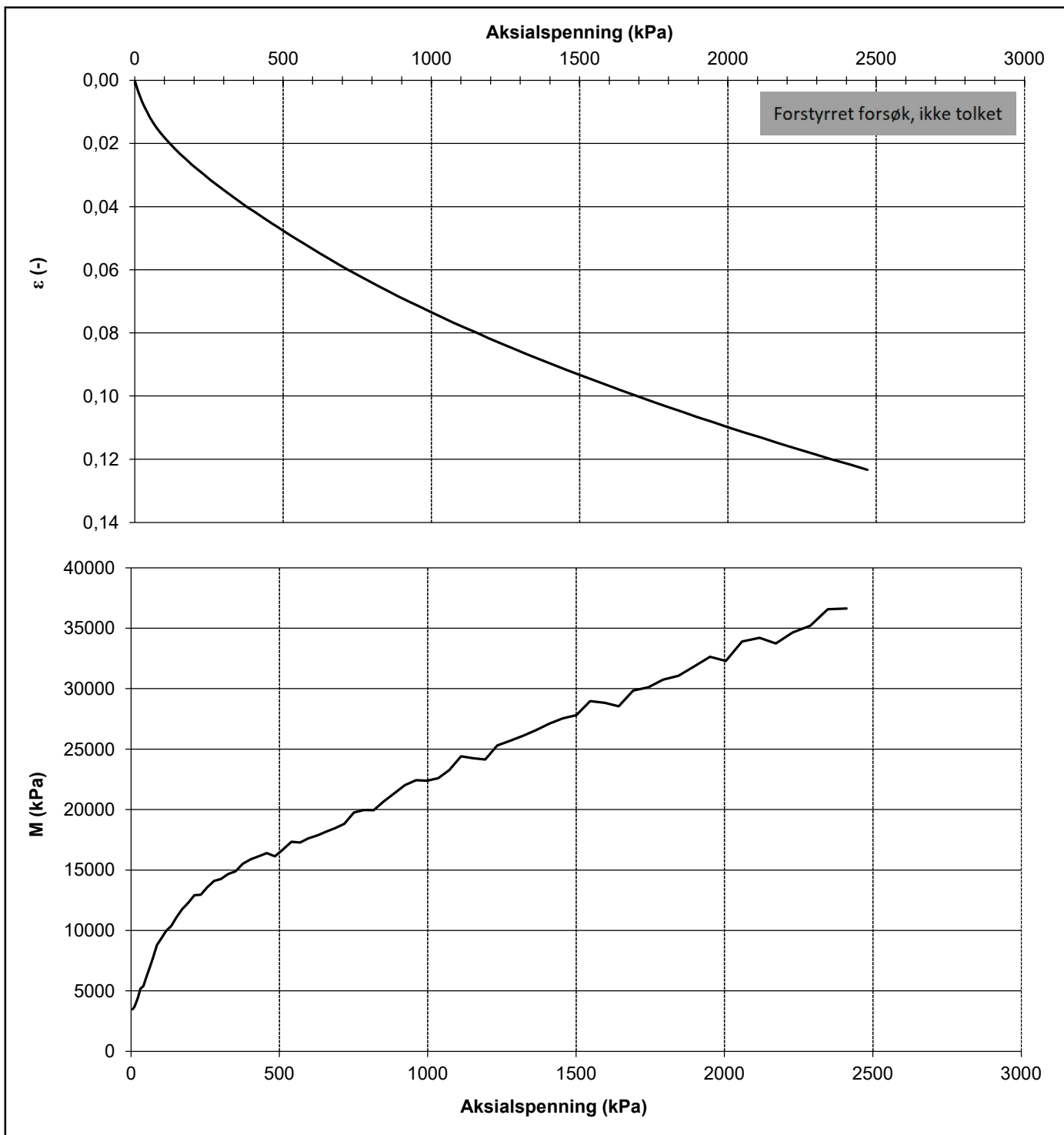
Aksialspenning (kPa)




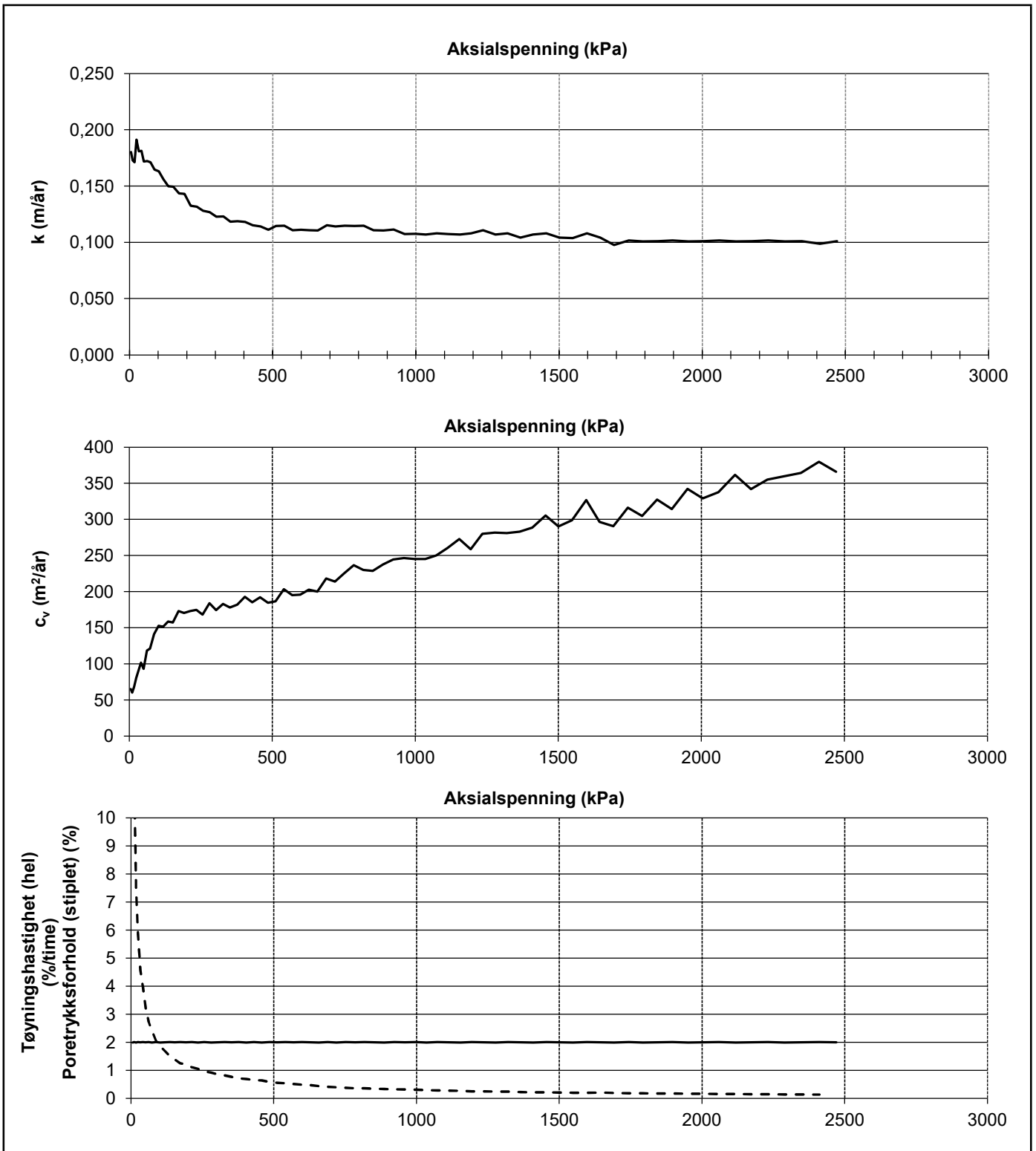
Dato prøvetagning	25.10.2023	Dato forsøk	01.11.2023
Dybde (m)	3,5	Prøve nr.	1
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	19,8	Kommentar	Tørrskorpeleire
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	24,6		



Oppdragsgiver Ringerike Kommune	Prosjekt nr. 23045	Tegning nr. R04C63
Prosjekt Soneutredning Ringerike	Side 2 av 2	Borpunkt 870-3
Tittel Ødometerforsøk, k, cv & tøyningshastighet	Ansvarlig MS	Kontrollert AES

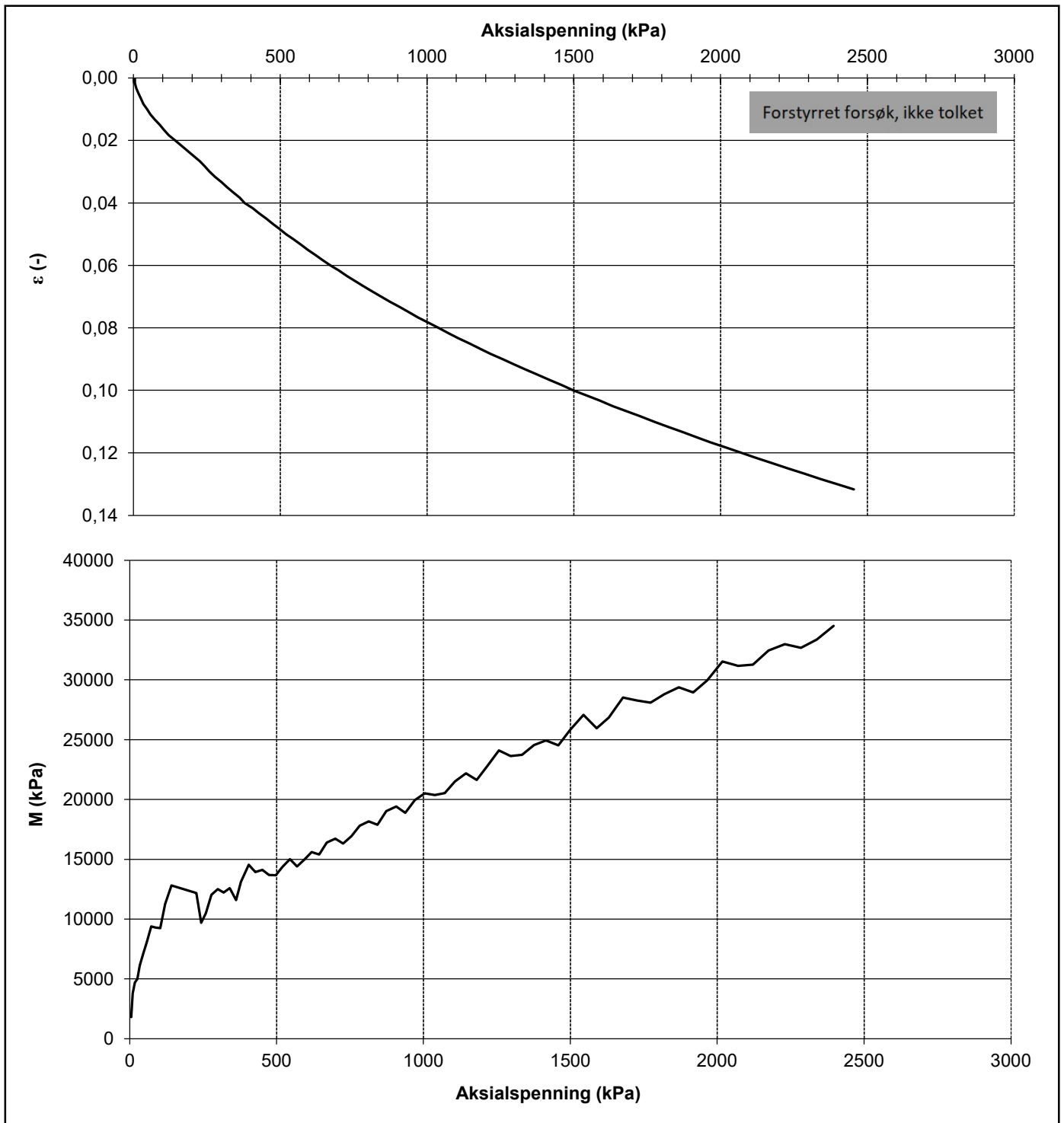



Dato prøvetagning	25.10.2023	Dato forsøk	01.11.2023
Dybde (m)	11,4	Prøve nr.	2
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	18,3	Kommentar	LEIRE, siltig, sandig, lagdelt
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	29,9		
	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Ringerike Kommune	23045	R04C64
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Soneutredning Ringerike	1 av 2	870-3
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Ødometerforsøk, ϵ &M vs σ'	MS	AES	



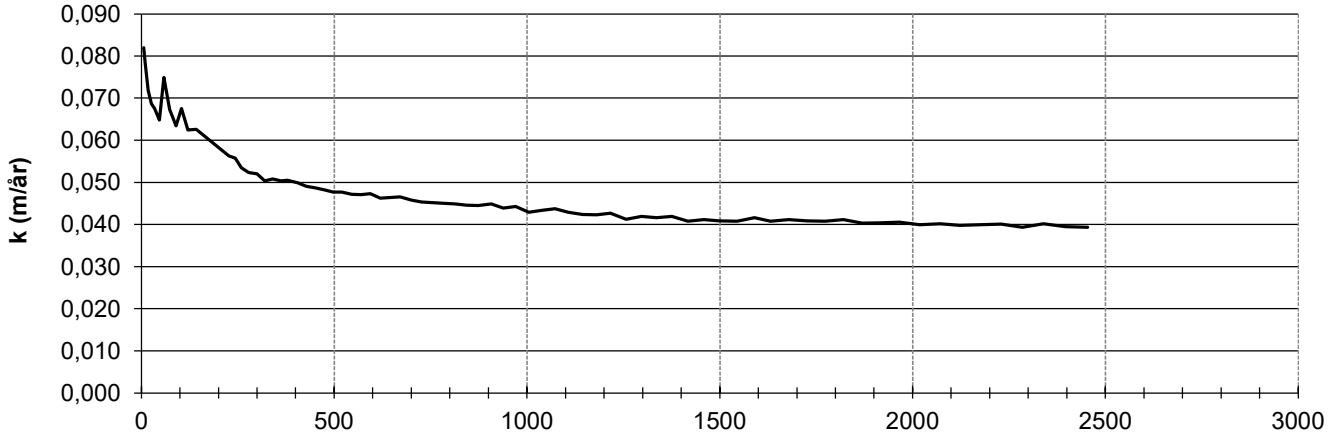
Dato prøvetagning	25.10.2023	Dato forsøk	01.11.2023
Dybde (m)	11,4	Prøve nr.	2
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	18,3	Kommentar	LEIRE, siltig, sandig, lagdelt
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	29,9		

	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Ringerike Kommune	23045	R04C64
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Soneutredning Ringerike	2 av 2	870-3
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Ødometerforsøk, k, c _v & tøyningshastighet	MS	AES	

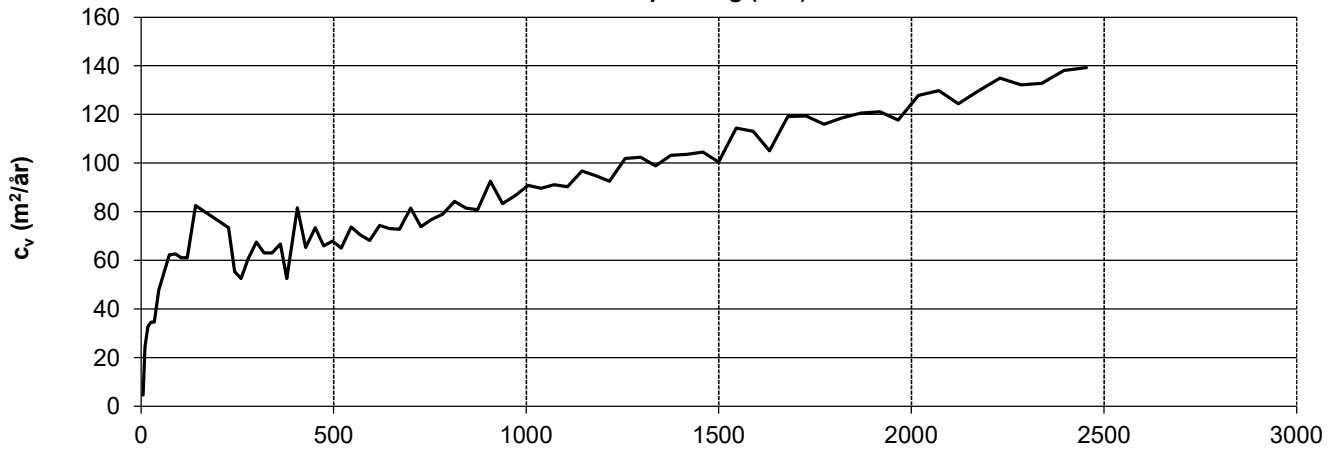


Dato prøvetagning	25.10.2023	Dato forsøk	02.11.2023
Dybde (m)	16,5	Prøve nr.	3
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	19,1	Kommentar	LEIRE, siltig
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	25,7		
	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Ringerike Kommune	23045	R04C65
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Soneutredning Ringerike	1 av 2	870-3
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Ødometerforsøk, ε &M vs σ'	MS	AES	

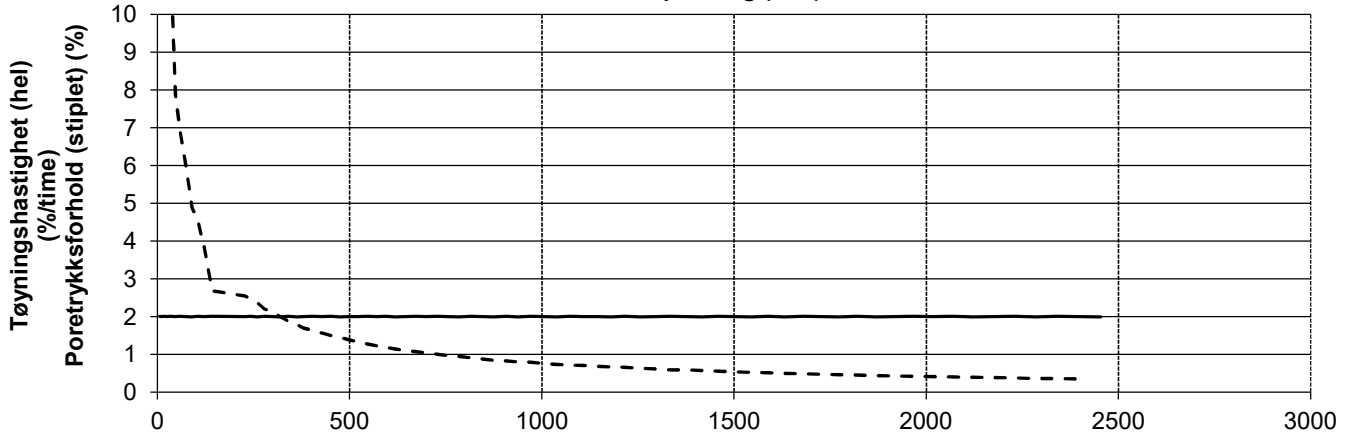
Aksialspenning (kPa)



Aksialspenning (kPa)



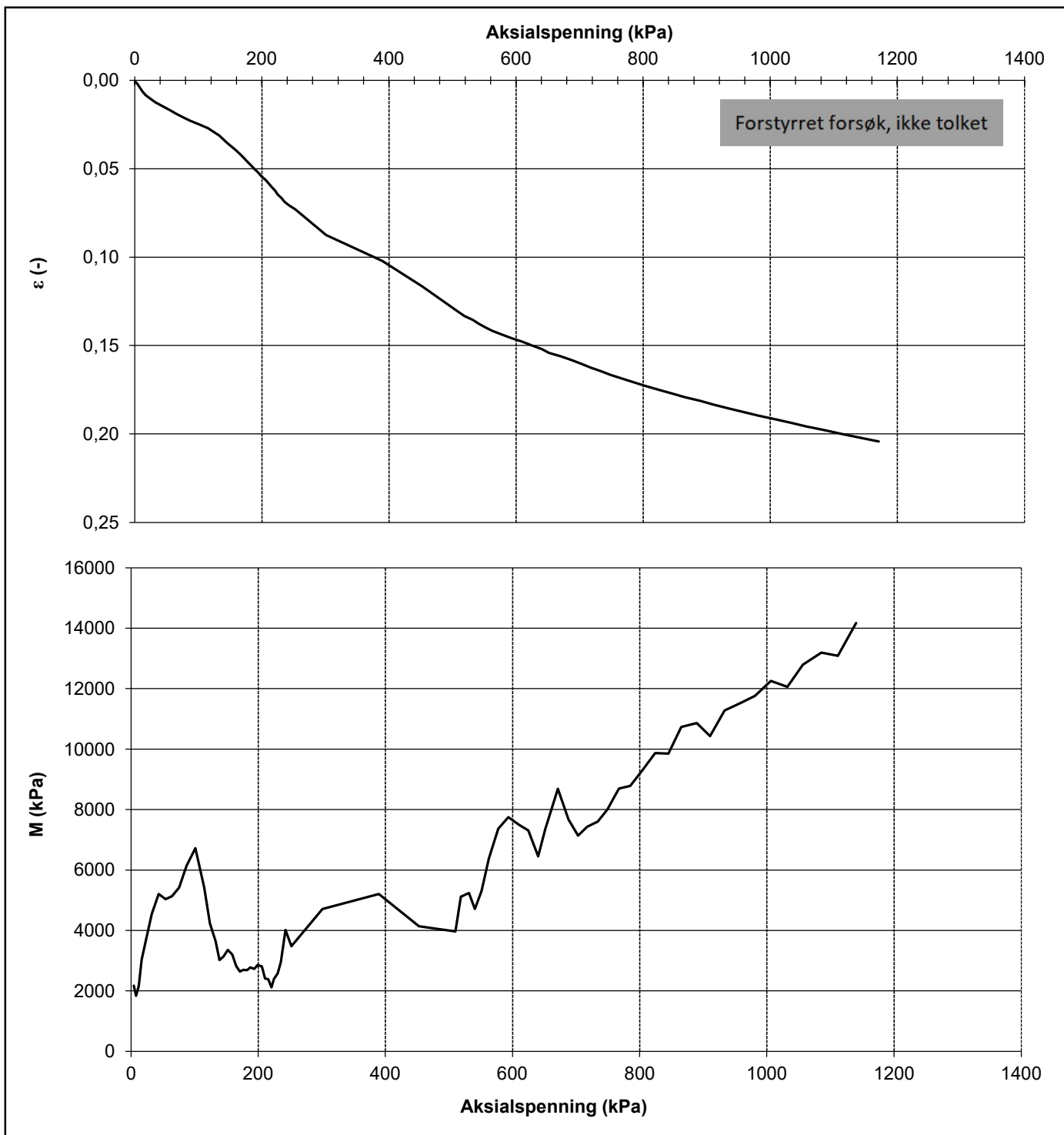
Aksialspenning (kPa)




Dato prøvetagning	25.10.2023	Dato forsøk	02.11.2023
Dybde (m)	16,5	Prøve nr.	3
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	19,1	Kommentar	LEIRE, siltig
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	25,7		

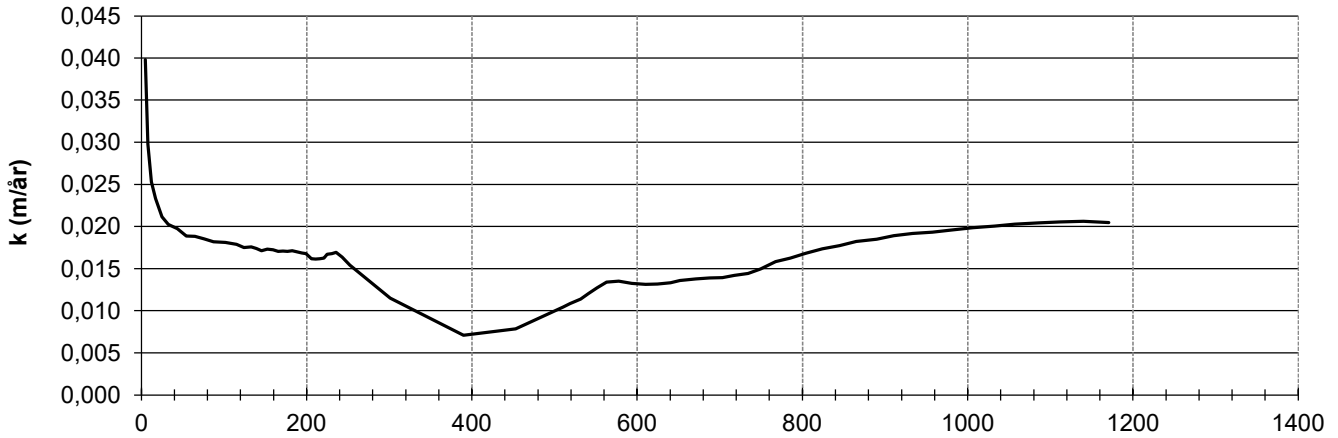


Oppdragsgiver	Ringerike Kommune	Prosjekt nr.	23045	Tegning nr.	R04C65	
Prosjekt	Soneutredning Ringerike	Side	2 av 2	Borpunkt	870-3	
Tittel	Ødometerforsøk, k, cv & tøyningshastighet		Ansvarlig	MS	Kontrollert	AES

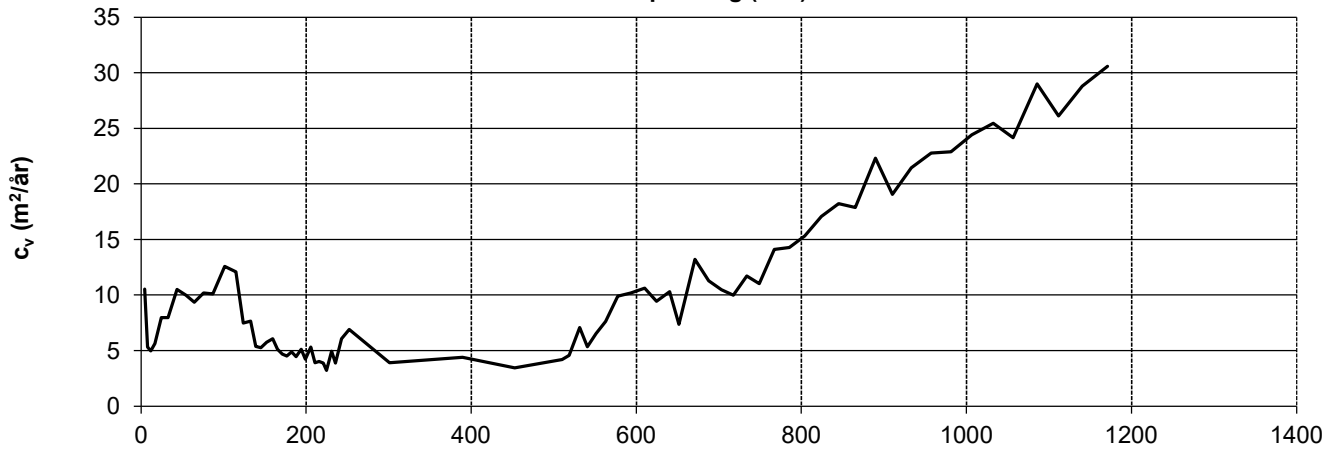


Dato prøvetagning	09.10.2023	Dato forsøk	20.10.2023
Dybde (m)	7,5	Prøve nr.	1
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	17,9	Kommentar	LEIRE, sprøbruddmateriale
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	39,5		
	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Ringerike Kommune	23045	R04C66
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Soneutredning Ringerike	1 av 2	870-5
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Ødometerforsøk, ε &M vs σ'	MS	AES	

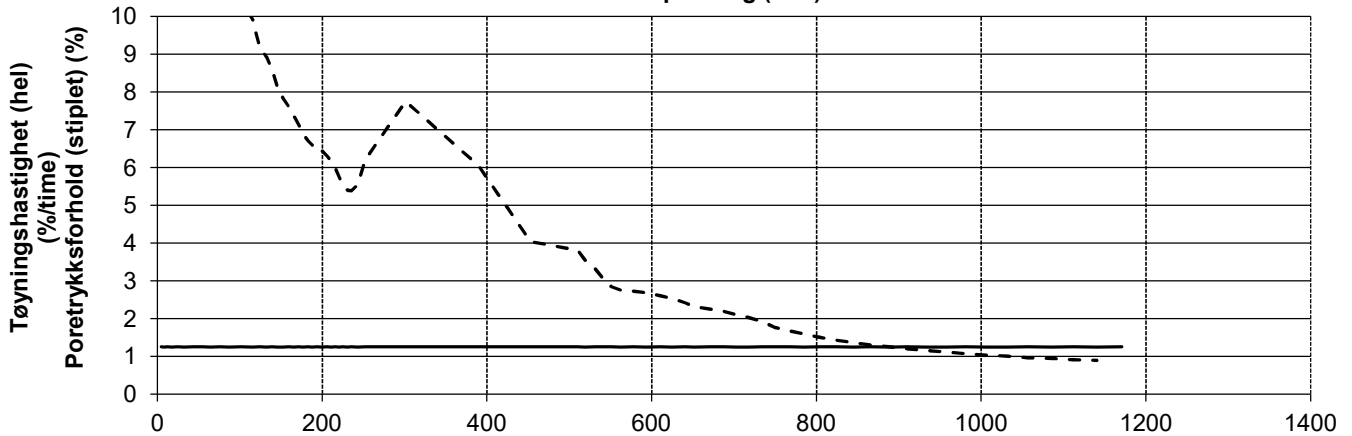
Aksialspenning (kPa)



Aksialspenning (kPa)



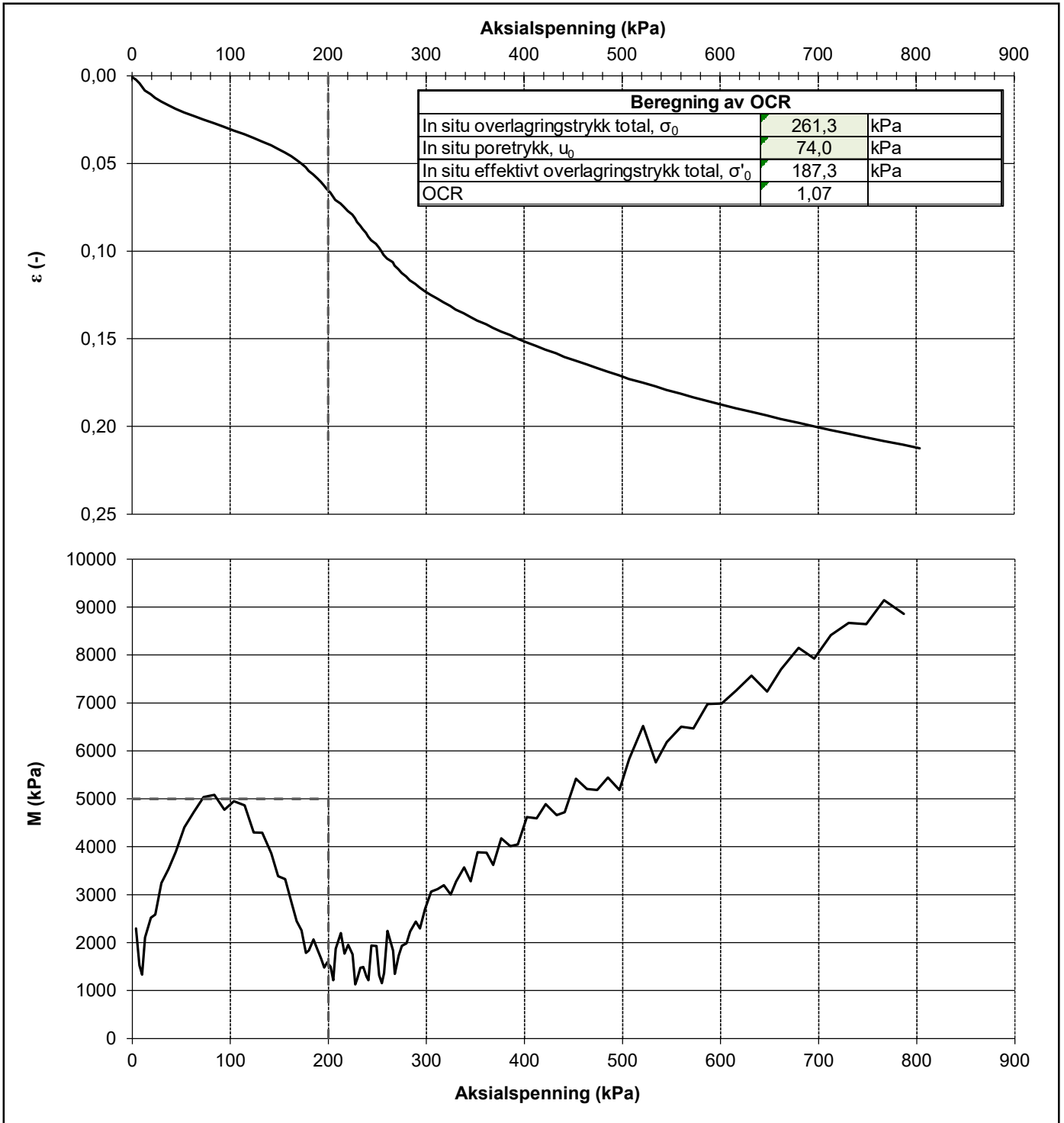
Aksialspenning (kPa)



Dato prøvetagning	09.10.2023	Dato forsøk	20.10.2023
Dybde (m)	7,5	Prøve nr.	1
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	17,9	Kommentar	LEIRE, sprøbruddmateriale
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	39,5		



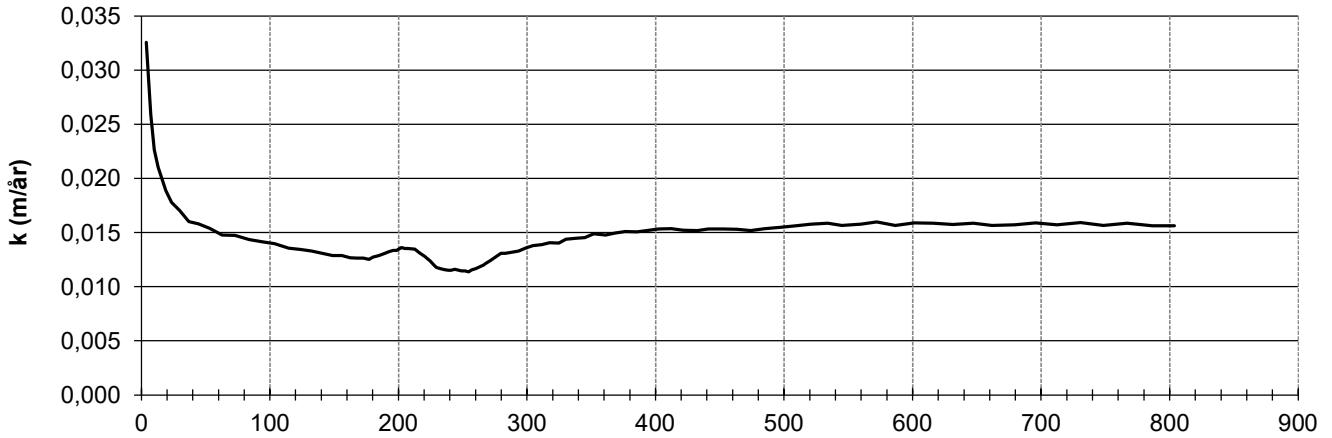
Oppdragsgiver	Ringerike Kommune	Prosjekt nr.	23045	Tegning nr.	R04C66
Prosjekt	Soneutredning Ringerike	Side	2 av 2	Borpunkt	870-5
Tittel	Ødometerforsøk, k , c_v & tøyningshastighet	Ansvarlig	MS	Kontrollert	AES



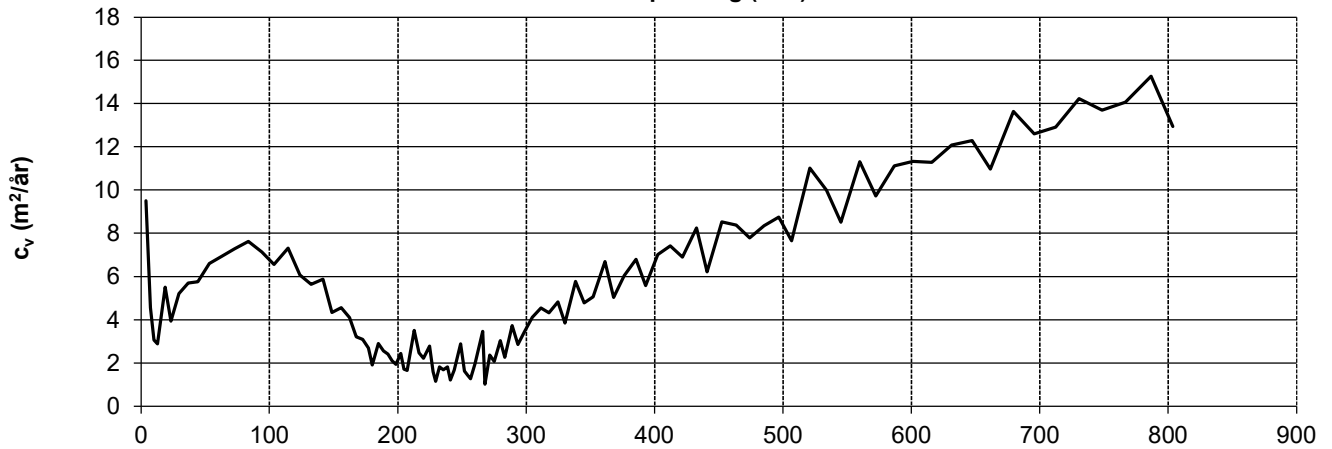
Dato prøvetagning	09.10.2023	Dato forsøk	23.10.2023
Dybde (m)	13,4	Prøve nr.	2
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	17,7	Kommentar	LEIRE, sprøbruddmateriale
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	41,2		

Løvlien Georåd	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Ringerike Kommune	23045	R04C67
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Soneutredning Ringerike	1 av 2	870-5
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Ødometerforsøk, ϵ &M vs σ'	MS	AES	

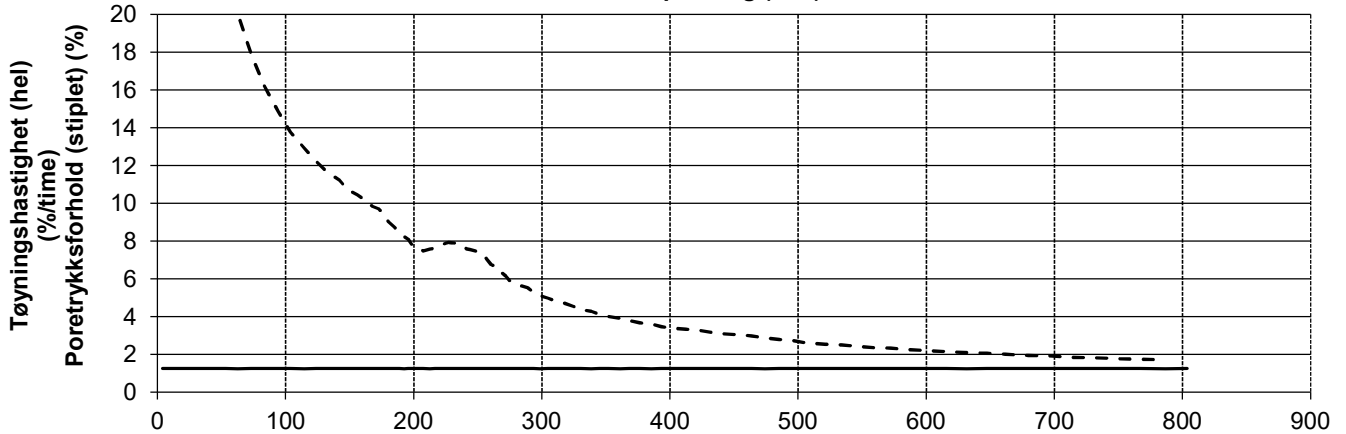
Aksialspenning (kPa)



Aksialspenning (kPa)



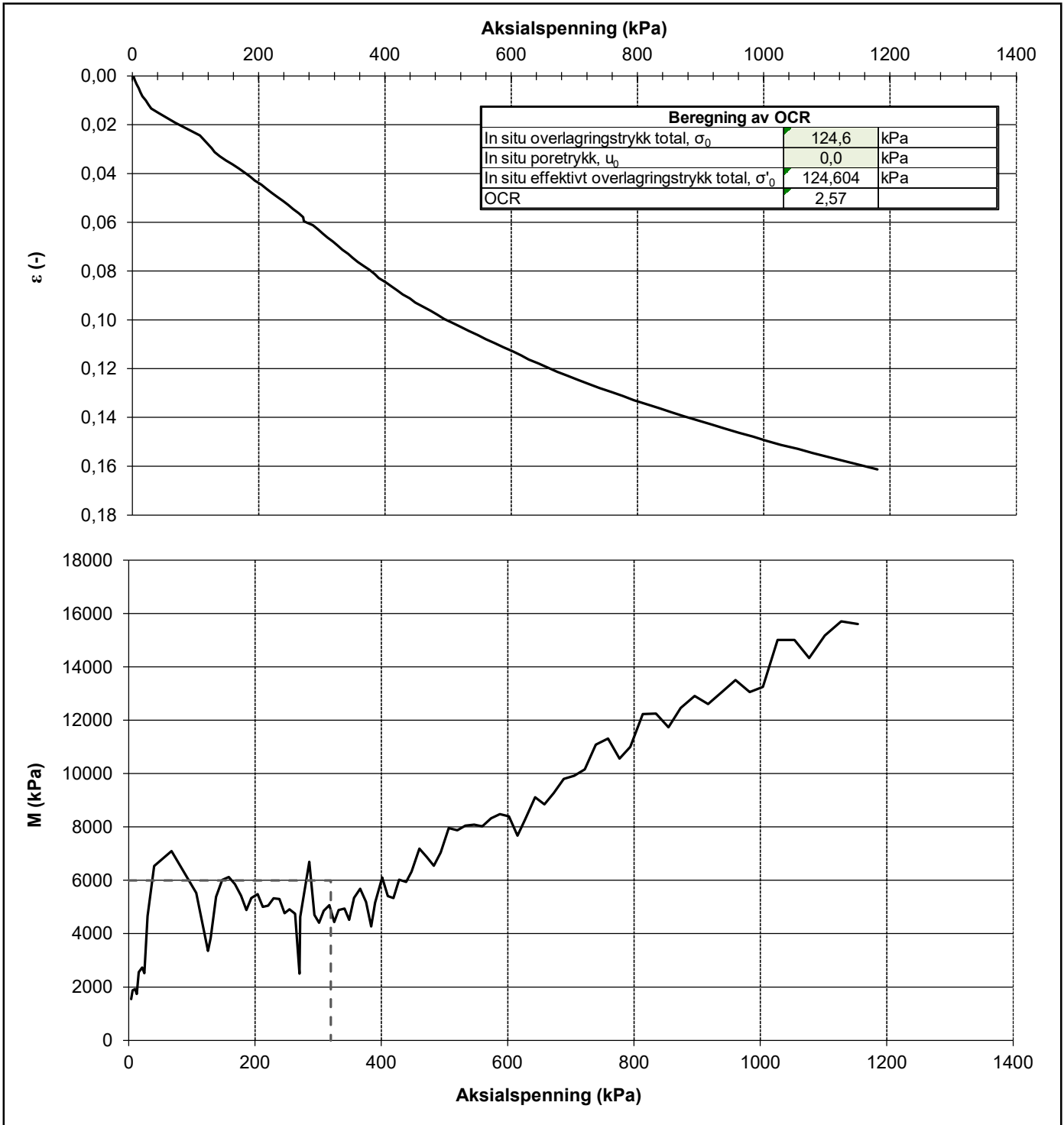
Aksialspenning (kPa)




Dato prøvetagning	09.10.2023	Dato forsøk	23.10.2023
Dybde (m)	13,4	Prøve nr.	2
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	17,7	Kommentar	LEIRE, sprøbruddmateriale
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	41,2		

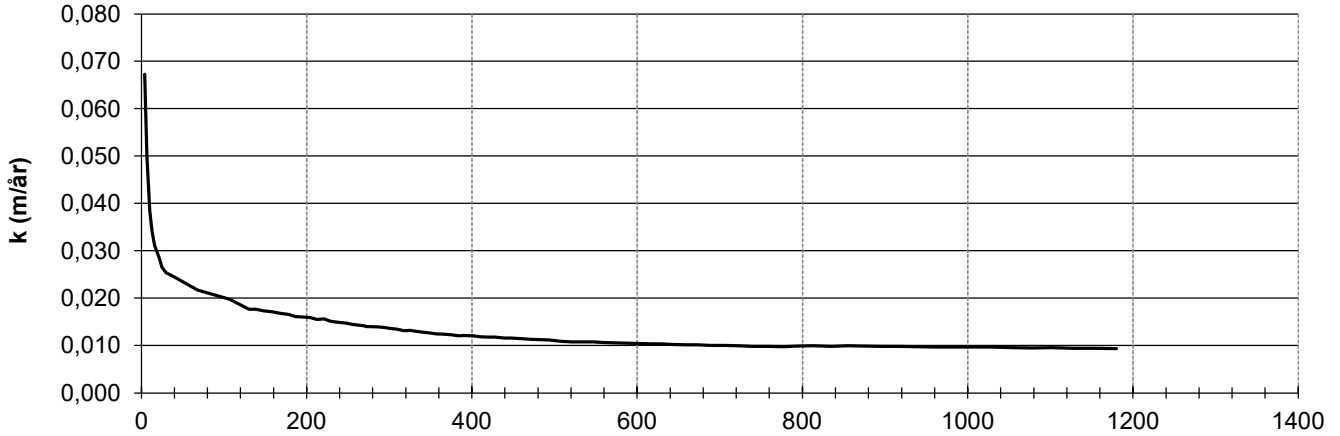


Oppdragsgiver Ringerike Kommune	Prosjekt nr. 23045	Tegning nr. R04C67
Prosjekt Soneutredning Ringerike	Side 2 av 2	Borpunkt 870-5
Tittel Ødometerforsøk, k , c_v & tøyningshastighet	Ansvarlig MS	Kontrollert AES

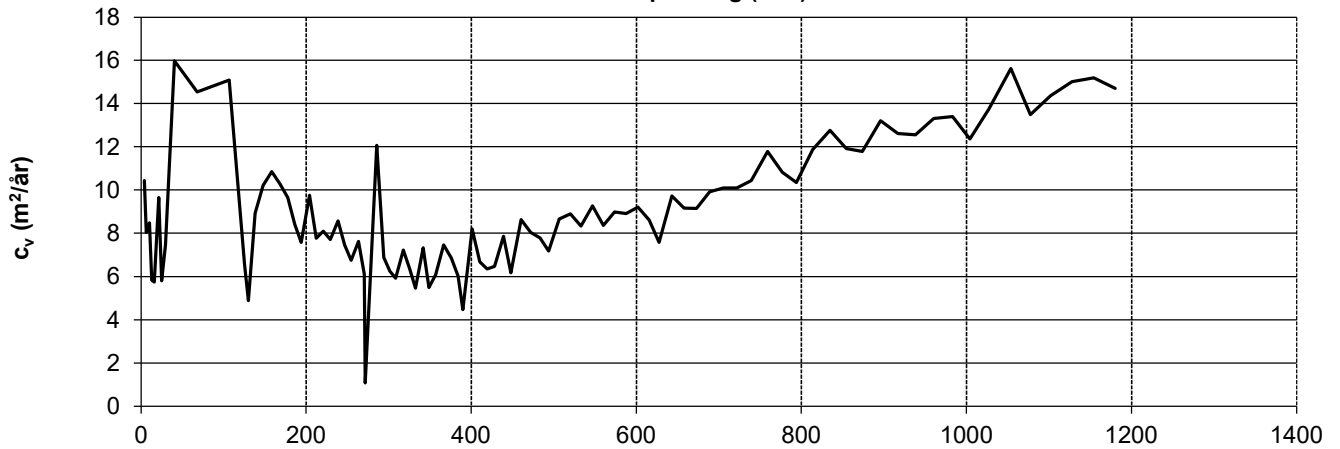


Dato prøvetagning	12.10.2023	Dato forsøk	03.11.2023
Dybde (m)	6,3	Prøve nr.	4
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	17,6	Kommentar	LEIRE
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	43,1		
	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Ringerike Kommune	23045	R04C68
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Soneutredning Ringerike	1 av 2	870-6
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Ødometerforsøk, ϵ &M vs σ'	MS	KS	

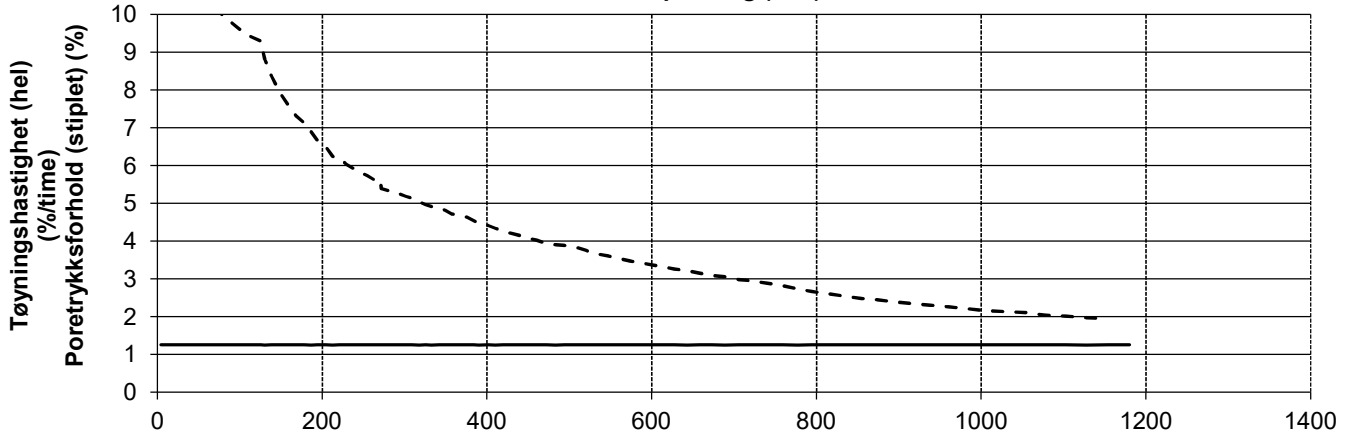
Aksialspenning (kPa)



Aksialspenning (kPa)



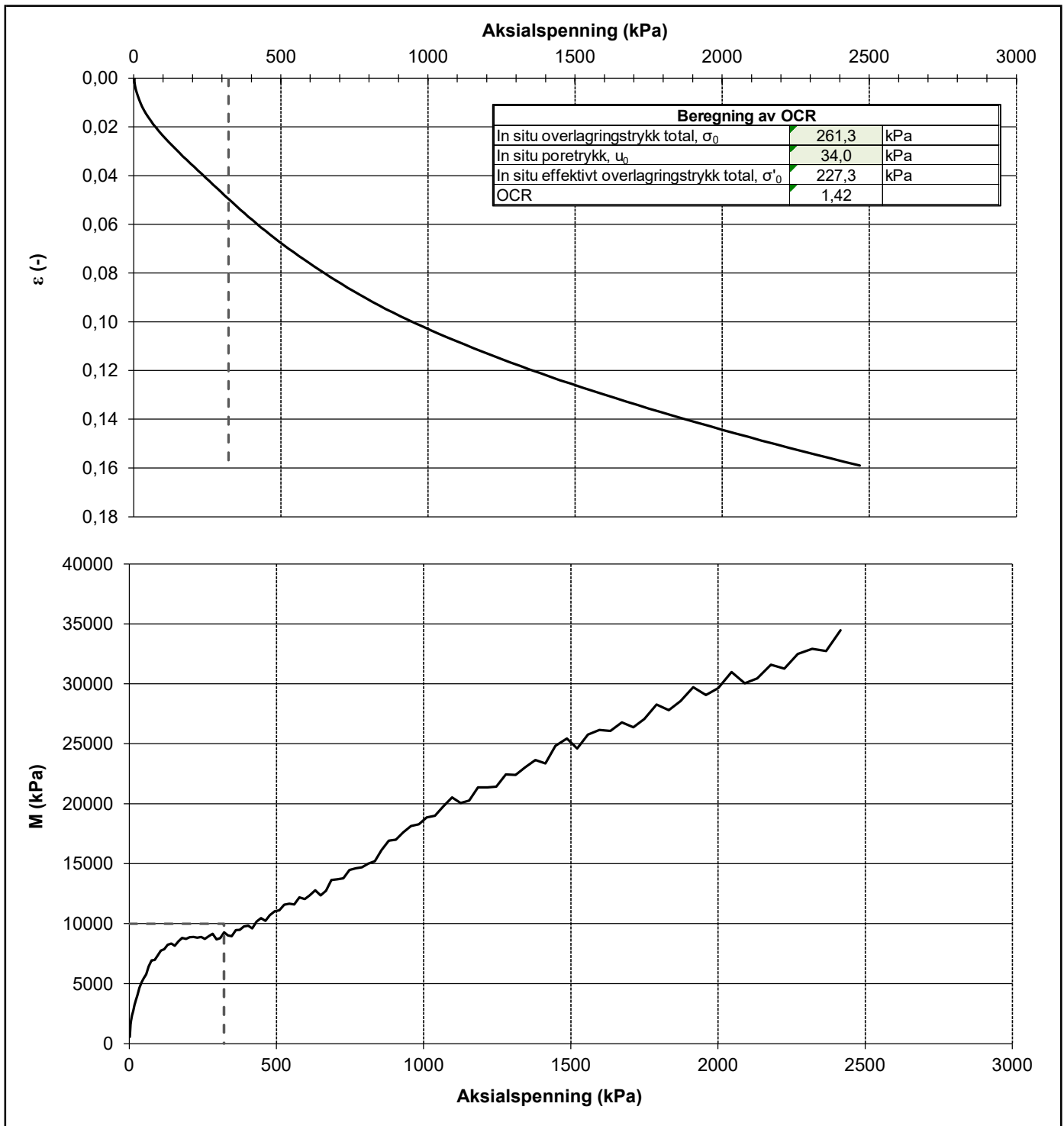
Aksialspenning (kPa)



Dato prøvetagning	12.10.2023	Dato forsøk	03.11.2023
Dybde (m)	6,3	Prøve nr.	4
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	17,6	Kommentar	LEIRE
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	43,1		



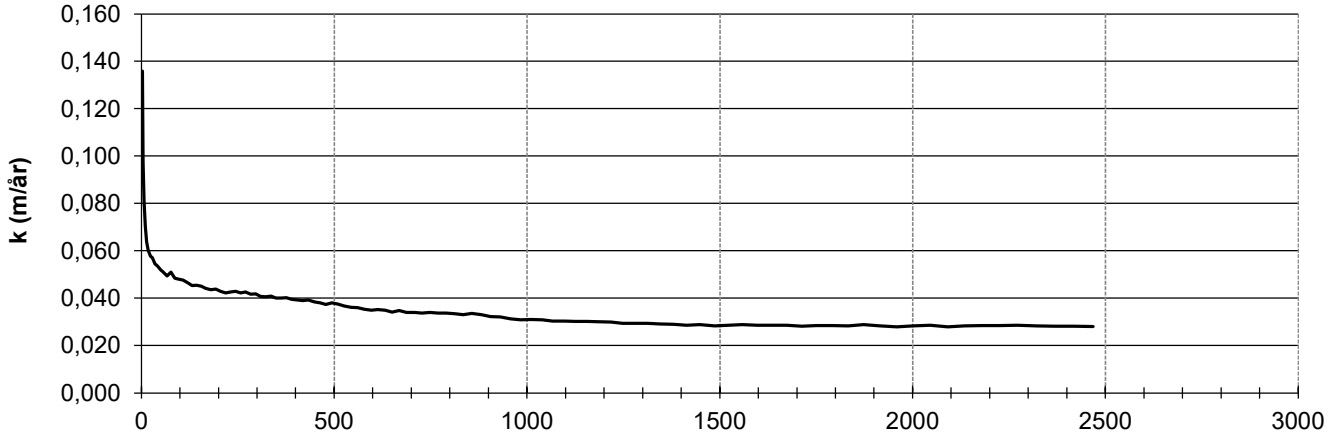
Oppdragsgiver Ringerike Kommune	Prosjekt nr. 23045	Tegning nr. R04C68
Prosjekt Soneutredning Ringerike	Side 2 av 2	Borpunkt 870-6
Tittel Ødometerforsøk, k , c_v & tøyningshastighet	Ansvarlig MS	Kontrollert KS



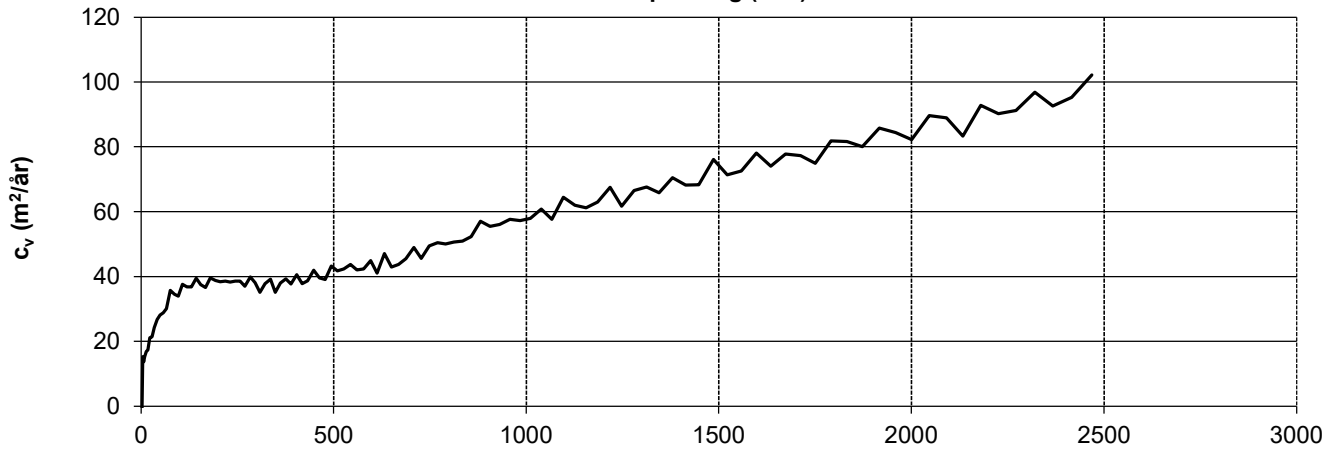
Dato prøvetagning	23.10.2023	Dato forsøk	03.11.2023
Dybde (m)	13,4	Prøve nr.	5
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	19,3	Kommentar	LEIRE, siltig
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	26,9		

	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Ringerike Kommune	23045	R04C69
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Soneutredning Ringerike	1 av 2	870-6
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Ødometerforsøk, ϵ &M vs σ'	MS	KS	

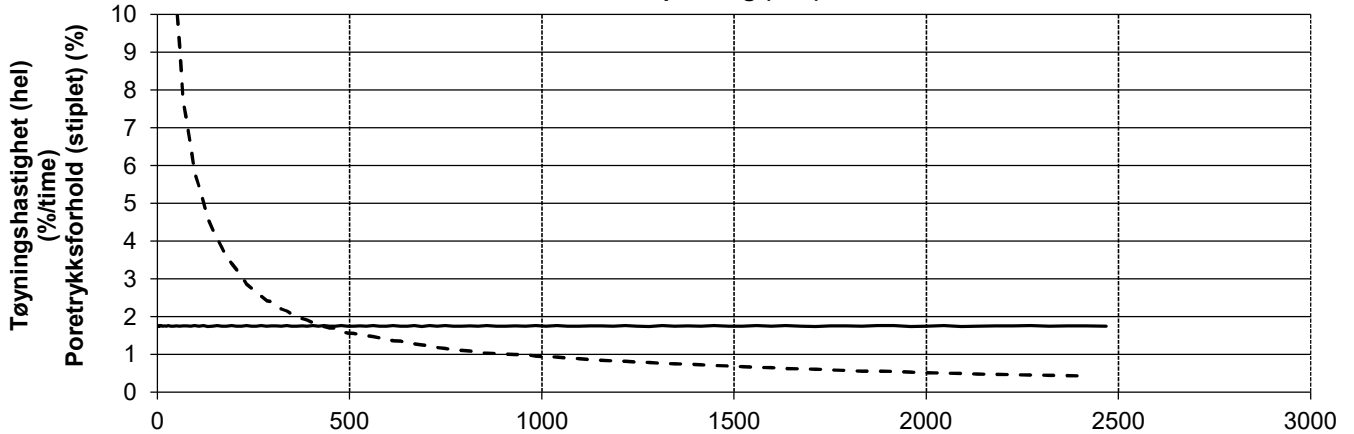
Aksialspenning (kPa)



Aksialspenning (kPa)



Aksialspenning (kPa)




Dato prøvetagning	23.10.2023	Dato forsøk	03.11.2023
Dybde (m)	13,4	Prøve nr.	5
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	19,3	Kommentar	LEIRE, siltig
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	26,9		



Oppdragsgiver	Ringerike Kommune	Prosjekt nr.	23045	Tegning nr.	R04C69	
Prosjekt	Soneutredning Ringerike	Side	2 av 2	Borpunkt	870-6	
Tittel	Ødometerforsøk, k, cv & tøyningshastighet		Ansvarlig	MS	Kontrollert	KS

Tillegg 1.5

Skjema for faregradsklassifisering Sone 870 Bråten

 Løvlien Georåd	Oppdragsgiver Ringerike Kommune	Prosjekt nr. 23045	Tillegg nr. 1.5
	Prosjekt Soneutredning Ringerike	Dato 18.03.2024	Revisjon 00
	Tittel - Sone 870 Bråten Skjema for faregradsklassifisering	Ansvarlig AES	Kontrollert SKA

Evaluering av skadekonsekvens				Konsekvens, score			
Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	3	2	1	0
Boligheter, antall	2	4	8	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	0	2	0	>5000	1001 - 5000	100 - 1000	Ingen
Toglinje, baneprioritet	3	2	6	1 - 2	3 - 4	5	Ingen
Kraftnett	1	1	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning, flom	2	2	4	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum			19	45	30	15	0
% av maksimal poengsum:			42 %				
Konsekvensklasse:			Alvorlig				

Evaluering av faregrad				Faregrad, score			
Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	2	1	2	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	1	2	2	> 30	20 - 30	15 - 20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	2	4	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	>2,0
Poretrykk	0	3	0	> +30	10 - 30	0 - 10	Hydrostatisk
		-3		> -50	-(20 - 50)	-(0 - 20)	
Kvikkleiremektighet	3	2	6	>H/2	H/2 - H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	3	1	3	>100	30 - 100	20 - 30	<20
Erosjon	2	3	6	Aktiv/glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep	0	3	0	Stor	Noe	Liten	Ingen
		-3		Stor	Noe	Liten	Ingen
Sum			23	51	34	16	0
% av maksimal poengsum:			45 %				
Faregrad:			Middels faregrad				

Risikoverdi (skadekons. x faregrad):				1 904	Risikoklasse: 4
Risikoklasse	1	0	170		
Risikoklasse	2	171	630		
Risikoklasse	3	631	1900		
Risikoklasse	4	1901	3200	X	
Risikoklasse	5	3201	10000		

Evaluering av skadekonsekvens

Faktorer	Valgt verdi	Kommentar:
Boligheter, antall	2	Tre gårdstun i nærhet av profilet, men flere eneboliger ved hvert tun, totalt ca. 5 boliger
Næringsbygg, personer	0	ingen næringsbygg
Annen bebyggelse, verdi	0	Det er kun boliger/gårder i området. Dekkes av "Boligheter"
Vei, ÅDT	0	Kun lokalvei
Toglinje, baneprioritet	3	Bergensbanen
Kraftnett	1	Antar distribusjonsnett fram til eiendommene og i Bjørkenga
Oppdemning, flom	2	Fra kart er det under 5 boligheter langs elva. Antar at det er mindre konsekvens ved oppdemning

Evaluering av faregrad

Faktorer	Valgt verdi	Kommentar:
Tidligere skredaktivitet	2	Det er gått mindre skred i området tidligere i nyere tid ("raset"). Fra kvartærgeologisk kart er det ikke vist skredgroper i umiddelbar nærhet
Skråningshøyde, meter	1	inntil 19 m skråningshøyde, dette er ink. 3 m vanddybde i Sogna. Dette er ved profil 870-2
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	Ødometer har lav kvalitet. CPT indikerer OCR typisk fra 1,2 til 2,5 i leira. Antar konservativt verdi 2
Poretrykk	0	Måler i punkt 870-6 viser ingen tegn til poreovertrykk. Terreng i området tilsier ikke at det skal være det på platået. GVS er målt til ca. kote 70. Elva er ved ca. kote 63. Det kan ikke utelukkes noe poreovertrykk ved elvekant, men det virker lita sannsynlig. Antar derfor hydrostatisk fordeling
Kvikkleiremektighet	3	Ved profil 870-1 er kvikkleiremektighet tolket som størst.
Sensitivitet	3	Høyeste målte verdier er 216, men mye under. Dette kan skyldes prøveforstyrrelse så antar maks
Erosjon	2	Ref. befæringsrapport (23045 rapport nr. 2)
Inngrep	0	Basert på historiske flyfoto og inntrykk fra befaring er det ikke tegn på spesielt store inngrep i området