

Prosjektnr: 23045	Dato: 17.01.24	Saksbehandler: Emmi C. Kristensen
Kundenr: 11416	Dato: 29.01.24	Kollegakontroll: Audun Egeland Sanda

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

Oppdragsgiver: Ringerike kommune
Rapport: 23045 Rapport nr. 7 Vurdering av områdestabilitet 864 Follumåsen
Rapporttype: Geoteknisk rådgivning
Stikkord: Områdestabilitet
Euref UTM: Sone 32V – Ø568700, N6671500

Revisjon	Grunnlag	Dato
00	Første utgave	07.02.2024
01	Revidert etter kommentarer fra UAK	11.04.2024

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 864 Follumåsen som er utredet iht. NVEs veileder nr. 1/2019, ref. [1].

Fra grunnundersøkelsene er det kun avdekket forekomster av kvikkleire/sprøbruddmateriale i to borpunkter ned mot Soknedalsveien i sør. Langs Hofsfossveien er det ikke avdekket kvikkleire /sprøbruddmateriale fra prøvetakning, men enkelte av sonderingene indikerer et noe svakere lag i dybden som kan være sensitivt. Tidligere utførte grunnundersøkelser fra Statens vegvesen viser at det er lag med sprøbrudd/kvikkleire ute i Begna. Det kan ikke utelukkes fra grunnundersøkelsene vi har tilgjengelig at dette laget strekker seg inn på land ved Hofsfossveien.

Eksisterende faresone er derfor foreslått innskrenket til to separate soner, en for hvert av områdene hvor det er påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale, «Follumåsen Sør» og «Follumåsen Øst». Utredningen viser at et eventuelt områdeskred vil arte seg som rotasjonsskred i begge disse sonene som følge av begrenset mektighet av kvikkleire og/eller sprøbruddmateriale.

Det er utført stabilitetsberegninger i begge de nye sonene som viser at dagens situasjon har høy sikkerhet i drenert tilstand, mens det i udrenert tilstand er oppnådd lav sikkerhetsfaktor i forhold til krav i NVE 1/2019 [1]. For begge sonene vurderes det imidlertid at det ikke er krav til sikring eller forbedring av udrenert stabilitet i dagens situasjon.

Dersom det skal bygges ut innenfor de nye sonene, 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.

Opptegning av faresonene er vist i tegning R07A02 og klassifisering av faresonene er vist i tillegg 1.5 og 1.6.

I revisjon 01 er kommentarer fra UAK og NVE innarbeidet. Tekst er markert med kursiv.

Tegninger

Beskrivelse	Tegn. nr.
Situasjonsplan med boringer og beregningsprofiler	R07A01
Situasjonsplan med løsne- og utløpsområder	R07A02
Profil 864-1: Lagdeling og vurdering av løsneområde	R07D01
Profil 864-2: Lagdeling og vurdering av løsneområde	R07D02
Profil 864-3: Lagdeling og vurdering av løsneområde	R07D03
Profil 864-4: Lagdeling og vurdering av løsneområde	R07D04
Profil 864-5: Lagdeling og vurdering av løsneområde	R07D05
Profil 864-6: Lagdeling og vurdering av løsneområde	R07D06
Profil 864-1: Stabilitetsberegning dagens situasjon ADP	R07E01
Profil 864-1: Stabilitetsberegning dagens situasjon AFI	R07E02
Profil 864-5: Stabilitetsberegning dagens situasjon ADP	R07E03
Profil 864-5: Stabilitetsberegning dagens situasjon AFI	R07E04
Profil 864-6: Stabilitetsberegning dagens situasjon ADP	R07E05
Profil 864-6: Stabilitetsberegning dagens situasjon AFI	R07E06

Tillegg

- 1.1 Geotekniske dimensjoneringsparametere
- 1.2 Tolkning av udrenert skjærfasthet fra CPTU, inkl. anvendelsesklasse
- 1.3 Tolkning av treksialforsøk
- 1.4 Tolkning av ødometerforsøk
- 1.5 Skjema for faregradsklassifisering Follumåsen Sør rev01
- 1.6 Skjema for faregradsklassifisering Follumåsen Øst

Innholdsfortegnelse

Oversiktskart	3
1 Innledning	7
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Rapportens innhold.....	7
2 Eksisterende faresoner	7
3 Avgrens områder under marin grense.....	7
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
6.1 Profil 864-1.....	9
6.2 Profil 864-2.....	10
6.3 Profil 864-3.....	10
6.4 Profil 864-4.....	10
6.5 Profil 864-5.....	10
6.6 Profil 864-6.....	10
7 Befaring	10
8 Gjennomfør grunnundersøkelser	10
8.1 Grunnforhold.....	12
8.2 Metoder for kartlegging av kvikkleire og sprøbruddmateriale	13
8.3 Vurdering av grunnforhold per profil mtp. forekomst av sprøbrudd/kvikkleire.....	13
8.3.1 Profil 864-1	13
8.3.2 Profil 864-2	13
8.3.3 Profil 864-3	14
8.3.4 Profil 864-4	14
8.3.5 Profil 864-5	14
8.3.6 Profil 864-6	15
9 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder.....	15
9.1 Skredmekanisme	15
9.1.1 Profil 864-1	16
9.1.2 Profil 864-5	16
9.1.3 Profil 864-6	16
9.2 Løsneområde	16
9.3 Utløpsområde	16
10 Klassifiser faresoner	16
11 Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet.....	17

11.1	Sikkerhetskrav	17
11.2	Materialparametere og beregningsprogram.....	17
11.3	Stabilitetsberegninger	17
11.3.1	Profil 864-1	17
11.3.2	Profil 864-5	18
11.3.3	Profil 864-6	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 oppdatert vurdering av fare- og konsekvensklasse, ev. nødvendige sikringstiltak i faresonene og lage ny avgrensning om grunnforholdene tillater det.

Foreliggende notat beskriver områdestabilitetsvurderinger for faresone 864 Follumåsen.

WSP er engasjert som uavhengig kvalitetssikrer.

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 i rapporten følger den stegvise prosedyren for utredning av områdeskredfare iht. NVEs veiledning.

2 Eksisterende faresoner

Utredningen tar for seg eksisterende faresone 864 Follumåsen.

- Faregrad – Middels
- Konsekvensklasse – Meget alvorlig

Sonen ble opprettet 16.11.2004 av NGI. I 2018 ble den opprinnelige sonen delt opp i to soner, 864 Follumåsen og 2267 Hallumsdalen, samt et område mellom disse hvor det ikke er påvist kvikkleire.

3 Avgrens områder under marin grense

Hele faresonen ligger under aktsomhetsområde for mulig marin grense. Marin grense ligger rundt ca. kote +200 ifølge temakart fra NVE Atlas [3].

4 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

4.1 Topografi og kvartærgeologi

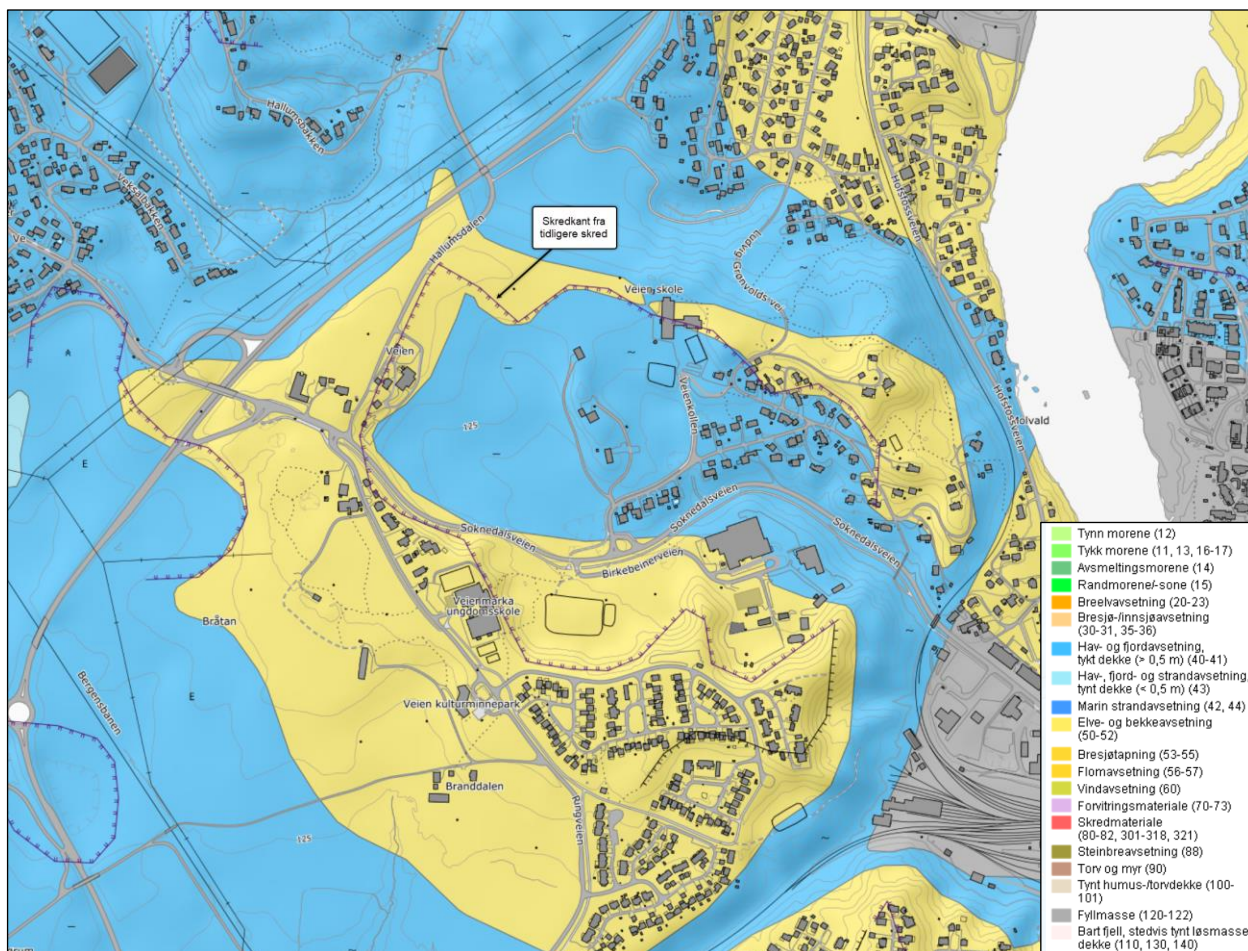
I området er det relativt store høydeforskjeller. Fra Follumåsen og ned mot Begna i øst er høydeforskjellen ca. 50-60 m, mens det mot nord og sør er ca. 40-50 m. Mot sør avgrenses dagens faresone av Soknedalsveien, mot vest av Veien skole, mot nord et boligfelt og mot øst elva Begna.

Ludvig Grønvolds vei 27 og 29 ligger plassert sentralt i eksisterende faresone, og er også det høyeste punktet i området. Det vurderes derfor at det ikke er sannsynlig at området kan ligge i et mulig utløpsområde for skred fra overliggende terreng med unntak av de delene av området som allerede er i utløpsområde fra sone 865 Veienmarka og 2265 Høyby.

Kvartærgeologiske kart fra NGU [4] viser at dalen som Soknedalsveien går opp i er en gammel skredgrop. Det er ikke registrert som en tidligere skredhendelse, og det antas at det er

forhistorisk hendelse. Som vist i figur 4.1 er topp skredkant inntegnet rett på oversiden av boligene i eksisterende sone, opp mot det høyeste punktet. Videre strekker skredkanten seg øst- og sørover.

Fra kvartærgeologisk kart forventes det elve- og havavsetninger i området.



Figur 4.1 Utklipp fra NGU sitt løsmassekart med tidligere skredkant i området.

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 sonene nærmere og, om det er mulig, lage ny avgrensning samt angi eventuelt behov for sikringstiltak.

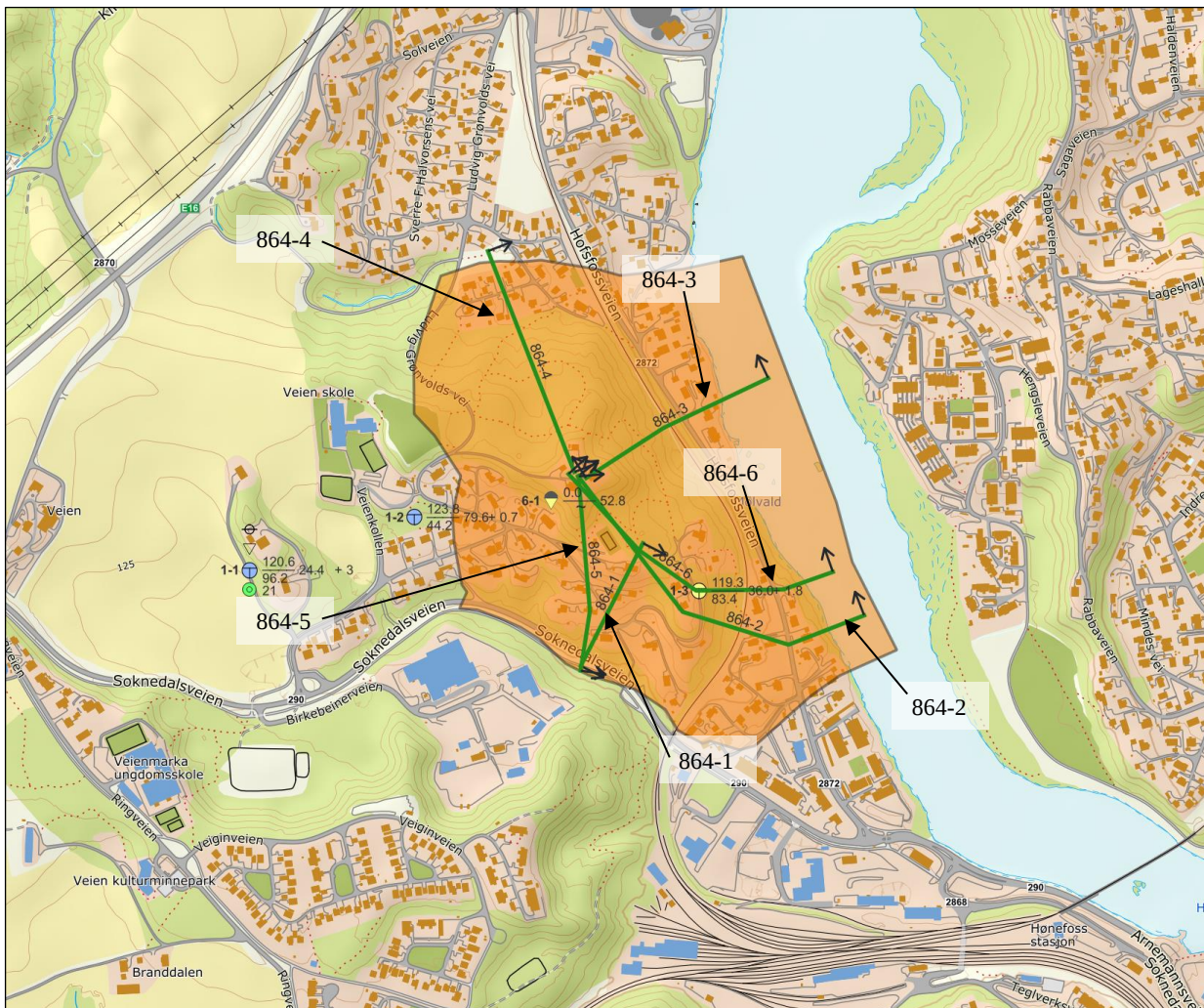
Fremgangsmåte for prosjektet er at erosjons- og grunnforhold samt kritiske skråninger i sonene kartlegges. I vurderingen av hva som er valg av kritiske skråninger vektlegges områder hvor det er sannsynlig at det kan utløses initialskred eller om det er spesielt skredfarlig (vurderes gjennom en kombinasjon av bratthet og grunnforhold). Dersom det er pågående erosjon i skråningen, tas dette også med i vurderingen. Dersom 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, og 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

løsneområdet. I vurdering av beregningsresultater gjøres en vurdering av hvilke skjærflater som er relevante å forbedre. Dype skjærflater vil vurderes som mindre relevante dersom det ikke pågår erosjon, bevegelser eller terrengarbeid i området som skulle tilsi mobilisering av udrenert skjærfasthet i grunnen.

6 Identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde

Basert på topografi, befaring og tidligere utførte grunnundersøkelser, ble det identifisert seks kritiske snitt som man ønsket å undersøke med supplerende grunnundersøkelser. Plassering av disse er vist i figur 6.1. Avgrensning av løsne- og utløpsområde er beskrevet i kapittel 9.



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

6.1 Profil 864-1

Profil 864-1 strekker seg fra Ludvig Grønvalds vei 11 ned til Soknedalsveien i sørøst. Gjennomsnittlig terrenghelning er ca. 1:6 med en total høydeforskjell på ca. 30 m. I bunn av profilet går Soknedalsveien samt en gang- og sykkelvei. På befaring ble det observert litt erosjon i form av overflatevann som renner mellom veiene. Det ble også observert sprekker i GS-veien.

6.2 Profil 864-2

Profil 864-2 strekker seg fra toppen sentralt i sonen ved Ludvig Grønvolds vei 27 og 29 ned mot nr. 9B og jernbanen i sørøst, og videre mot Begna i øst. Gjennomsnittlig terrenghelning er ca. 1:8 med en total høydeforskjell på ca. 58 m.

6.3 Profil 864-3

Profil 864-3 strekker seg fra Ludvig Grønvolds vei 27 og 29 mot Begna i øst. Dette er det bratteste partiet i faresonen, og snittet tar med seg både jernbanen og Hofsfossveien. Gjennomsnittlig terrenghelning er ca. 1:3,5 med en total høydeforskjell på ca. 55 m.

6.4 Profil 864-4

Profil 864-4 strekker seg fra ytterkant i faresonen i nord ved Evens vei til Ludvig Grønvolds vei 27 og 29 sentralt i sonen. Gjennomsnittlig terrenghelning er ca. 1:6 med en total høydeforskjell på ca. 35 m.

6.5 Profil 864-5

Profil 864-5 strekker seg toppen sentralt i sonen og ned mot Soknedalsveien i sør. Gjennomsnittlig terrenghelning er ca. 1:6 med en total høydeforskjell på ca. 45 m. I bunn av profilet går Soknedalsveien og en gang- og sykkelvei. På befaring ble det observert litt erosjon i form av overflatevann som renner mellom veiene. Det ble også observert sprekker i GS-veien.

6.6 Profil 864-6

Etter utførte grunnundersøkelser ble det vurdert et ekstra profil som også strekker seg ned mot Begna. Se kapittel 8.3.6 for nærmere detaljer.

7 Befaring

Befaring i sone 864 Follumåsen ble utført 8. mai 2023. Fra Løvlien Georåd deltok Kjetil G. Eppeland og Emmi C. Kristensen, og fra Ringerike kommune deltok Yngvild Skjeldnes.

På befaringen ble det kartlagt erosjon langs Begna i hele sonen. I hovedsak vurderes erosjonen å klassifiseres som «lite» erosjon (score 1 iht. NVE 9/2020 [5]). Det ble observert litt erosjon mellom Soknedalsveien og GS-vei på sørsiden. Her ble det også observert sprekker i GS-veien.

Flere steder, særlig i skråninger ned mot Begna, ble det observert lokale oppfyllinger/utfyllinger.

Det vises til befarringsrapport nr. 1 for nærmere detaljer [6].

8 Gjennomfør grunnundersøkelser

I forbindelse med prosjektet FRE16 (Fellesprosjektet Ringeriksbanen og E16), har det blitt utført grunnundersøkelser i eksisterende faresone tidligere [7]. I tillegg er det utført ett borpunkt ifm. nasjonal kvikkleirekartlegging i 1986 [8]. Det har også blitt utført grunnundersøkelser av Statens vegvesen tilbake på 1970-tallet [9], men disse er ikke presentert på tegninger da borpunktene ikke er koordinatfestet. Borpunkter fra denne rapporten ligger enten i Begna eller i elvekanten.

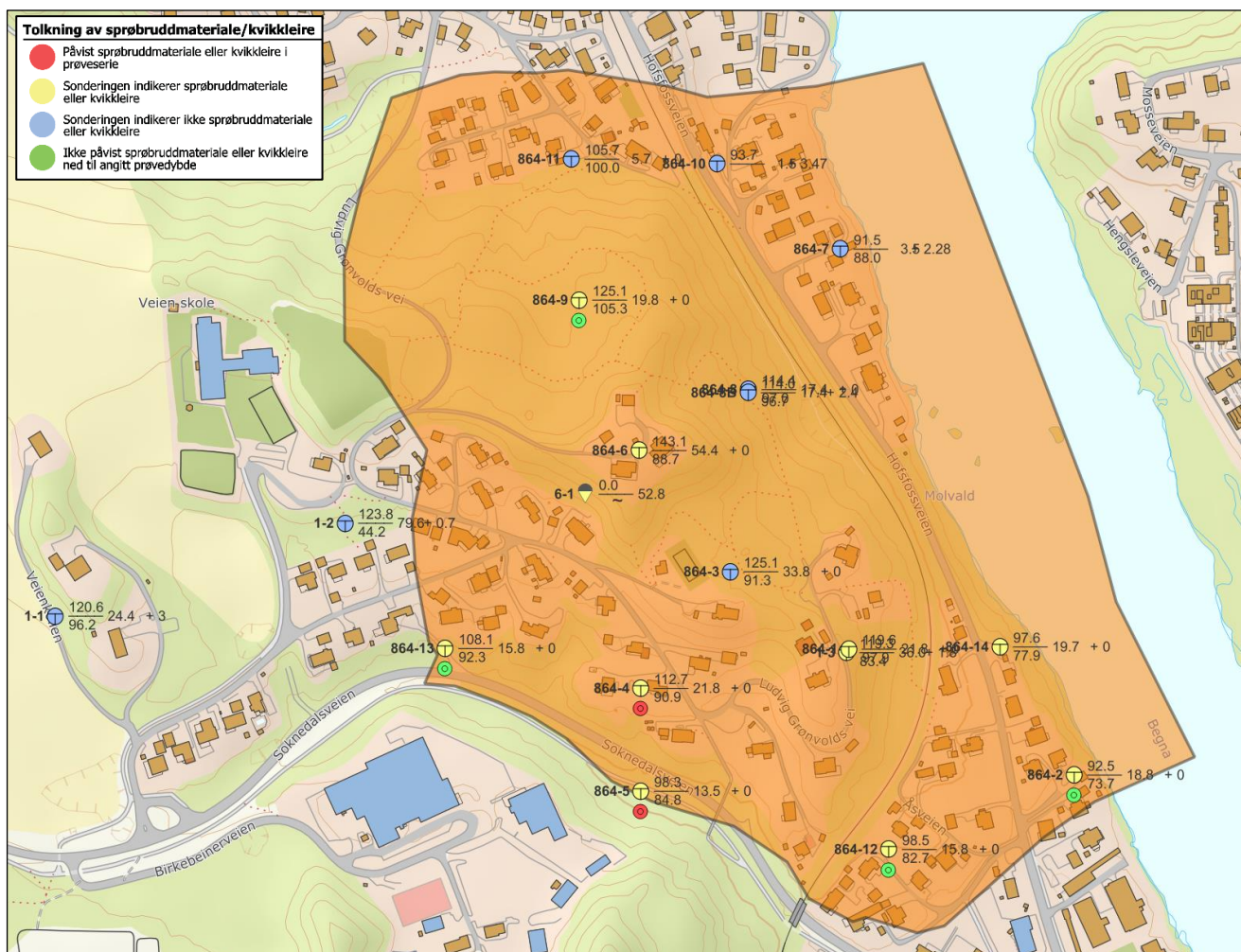
I perioden august-september 2023 ble det derfor utført supplerende grunnundersøkelser i sonen. Utforming av borprogram ble gjort i samråd med uavhengig kvalitetssikrer. Resultater fra disse grunnundersøkelser er vist i rapport nr. 3 [10].

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 (grønne sirkler).

En mer detaljert fremstilling er vist på situasjonsplanen i tegning R07A01. Lagdeling med tolkning av kvikkleireforekomster i de ulike borpunktene er vist i profilene i tegning R07D01 til R07D06.

Følgende rapporter er benyttet som grunnlag for vurdering av områdeskredfaren:

1. **NGI (Norges Geotekniske Institutt)**
*Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred.
Rapporten omfatter kartbladet Hønefoss
Rapport 810040-2
NGI, 16. mars 1994
Borpunkt 87
Benyttet prefiks i borplan: 6-*
2. **NGI (Norges Geotekniske Institutt)**
*Fellesprosjektet Ringeriksbanen og E16 (FRE) Sundvollen – Hønefoss
Grunnundersøkelser (Strekning 3,4 og 5/Avrop 08-S3 S4 S5). Datarapport
NGI, 10. november 2017
Borpunkt 5G17001
Benyttet prefiks i borplan: 1-*
3. **Løvlien Georåd AS**
*Soneutredning Ringerike Sone 864 Follumåsen
Geoteknisk datarapport 23045 nr. 3
Løvlien Georåd AS, 30. oktober 2023
Alle borpunkt
Benyttet prefiks i borplan: 864-*
4. **Statens Vegvesen**
*Fv. 53 Myhreene-Follum. Samlerapport for stikning av 1972
F-99 A rapport nr. 3
Statens Vegvesen, 13. mars 1973
Alle borpunkt
Benyttet prefiks i borplan: ikke vist i borplan*



Figur 8.1 Utførte grunnundersøkelser fra ref. [8] [7] [10] 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).

8.1 Grunnforhold

Utførte undersøkelser indikerer at grunnen består av et topplag av tørrskorpeleire, sand og grus med mektighet varierende mellom ca. 1 – 14 m. Størst mektighet påtreffes i borpunkt 864-6 som ligger på toppen av Follumåsen, hvor det er boret ca. 54 m. Videre påtreffes marine avsetninger, primært ganske siltig leire med innskutte lag av ren sand og silt. Mektigheten av de marine avsetningene varierer mellom ca. 3 og 40 meter i borpunktene. De fleste borpunktene er avsluttet i løsmasser. I borpunkt 864-13 er det påtruffet et lag med økt sonderingsmotstand ca. 12 m under terreng som antas å være morene.

Det er boret i antatt berg i 3 av 14 borpunkt hvor dybden til antatt berg eller berg varierer mellom ca. 1,5 og 17,4 meter i borpunktene.

Prøvetakning av leiren viser at den er *bløt* til *middels fast* og *lite* til *middels sensitiv*.

Fra utførte laboratorieundersøkelser er det påvist forekomster av sprøbruddmateriale ($s_r \leq 1,27$ kN/m² [11] i følgende borpunkt og dybdeintervall:

- Borpunkt 864-5: 8,5 – 9,3 m

Sprøbruddmaterialet betegnes også som *kvikkleire* ($s_r \leq 0,33 \text{ kN/m}^2$) [11] i følgende borpunkt og dybdeintervall:

- Borpunkt 864-4: 19 – 19,8 m og 21 – 21,8 m

8.2 Metoder for kartlegging av kvikkleire og sprøbruddmateriale

Kartlegging av forekomster av kvikkleire og sprøbruddmateriale er basert på opptatte prøver og sonderingsresultat fra CPTU-sonderinger og totalsonderinger. Opptatte prøver og sonderingene tyder på at leiren og kvikkleiren i området har høy fasthet. Det kan gjøre det utfordrende å tolke tilstedeværelse av kvikkleire der det kun er sonderinger. Under har vi listet opp 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.

Totalsonderinger

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

8.3 Vurdering av grunnforhold per profil mtp. forekomst av sprøbrudd/kvikkleire

8.3.1 *Profil 864-1*

Opptatte prøveserier i punkt 864-4 og 864-5 har påvist sprøbrudd og/eller kvikkleire i dybder hvor laget kan påvirke relevante skjærflater i profilet. Totalsondering i borpunkt 864-3 indikerer ingen sprøbrudd/kvikkleire ned til sonderingsstopp.

Grunnet forekomst av sprøbrudd og/eller kvikkleire, vurderes profilet nærmere med tanke på aktuell skredmekanisme i kapittel 9.1.1.

Tolkning av lagdeling er vist i profil i tegning R07D01.

8.3.2 *Profil 864-2*

Profilet er langt og kan deles i tre lokale skråninger.

Opptatt prøveserie nede ved elvekanten, som anses som det mest sannsynlige stedet for et initialskred, har ikke påvist sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire. Dette gjelder også i borpunkt 864-12, men dette borpunktet ligger et stykke ut i profilet (100 m). Antatt berg er påtruffet ved ca. 18 m dybde ved elvekanten i borpunkt 864-2. I Begna er det påvist lag med det som virker som leire og kvikkleire/sprøbruddmateriale fra Statens Vegvesen sine grunnundersøkelser [9]. Det er utført dreiesonderinger og prøvetakning. Dreiesonderinger viser stedvis frisykk over større dybder ute i elva, men inn mot elvekanten indikerer sonderingene at massene er fastere. Sett opp mot vår boring 864-2, som ligger på toppen av elvekanten, så er det ikke tydelige indikasjoner på at det er et sammenhengende lag med sensitive masser fra land og ut i elva, men for å være forsiktig i våre antakelser er det likevel tegnet et sammenhengende lag.

Ved den midtre skråningen er det et tidligere utført borpunkt 1-3 [7] hvor det er indikasjon på sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire fra ca. 27 m dybde og ned til sonderingsstopp ved 36 m dybde hvor det er påtruffet antatt berg. Dette laget synes ikke å gå igjen i boring 864-3 som ligger høyere i terrenget. Dybden til det mulige laget med sprøbruddmateriale er så dypt at det ikke er relevant for lokale skred i den midtre skråningen.

På toppen av profilet, ved den øvre skråningen, er det i borpunkt 864-6 og tidligere utført borpunkt 6-1 [8] mulig sprøbrudd og/eller kvikkleire fra ca. 38 m dybde. Begge disse sonderingene er avsluttet i løsmasser. Dybden til det mulige laget med sprøbruddmateriale er så stor at det vurderes som ikke relevant for lokale skred i den øvre skråningen.

Basert på utførte boringer vurderes det at det kun er lokale lommer med sprøbruddmateriale i profilet. Eventuelle sammenhengende lag ligger så dypt at det ikke utgjør fare for områdeskred.

I videre utredning av områdestabilitet vurderes ikke dette profilet.

Tolkning av lagdeling er vist i profil i tegning R07D02.

8.3.3 Profil 864-3

I profilet er det en mindre skråning nede ved Begna også et flatt parti før det er en sammenhengende skråning fra veien og opp til toppen av skråningen ved borpunkt 864-6.

I borpunkt 864-7 nede ved elva er det påtruffet berg ved ca. 3,5 m dybde. Undersøkelsene fra Statens Vegvesen viser korte dybder til berg og prøvetakning viser at grunnen ute ved elva består av sandig silt. Nærmere land indikerer sonderingene at massene blir fastere. Videre østover i profilet er det også påtruffet berg ved ca. 17 m dybde i borpunkt 864-8, som ligger midt i skråningen. Ingen av disse sonderingene indikerer sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire. Ved opptegning av 1:15-linje fra Begna, treffer denne lavere enn antatt bergoverflate interpolert fra borpunkt 864-8. På toppen av skråningen er det indikasjon på sprøbrudd/kvikkleire ved ca. 38 m dybde i borpunkt 6-1/864-6, men dette laget går ikke igjen ved boring 864-8 midt i skråningen. Profilet vurderes dermed å ikke være kritisk mtp. områdestabilitet.

I videre utredning av områdestabilitet vurderes ikke dette profilet.

Tolkning av lagdeling er vist i profil i tegning R07D03.

8.3.4 Profil 864-4

Profilet følger et jevnt stigende terreng som har en noe brattere skråning i toppen ved borpunkt 6-1/864-6. I foten av skråningen er det ingen vassdrag eller lokale skråninger, og det vurderes at det ikke er sannsynlig med et naturlig initiert skred i foten av profilet.

I borpunkt 864-11, i foten av profilet ved Evens vei, er det ca. 5,5 m dybde med løsmasser. I midten av profilet har opptatt prøveserie i borpunkt 864-9 ikke påvist sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire. Ev. forekomst av sprøbruddmateriale/kvikkleire i borpunkt 864-6 og 6-1 ligger ved ca. 38 m dybde og anses å ikke kunne påvirke områdestabiliteten i dette profilet.

I videre utredning av områdestabilitet vurderes ikke dette profilet.

Tolkning av lagdeling er vist i profil i tegning R07D04.

8.3.5 Profil 864-5

På samme måte som for profil 864-1, vurderes dette nærmere i kapittel 9.1.2 grunnet forekomst av sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire i borpunkt 864-4 og 864-5. Dette begrunnes også med mulig forekomst av sprøbruddmateriale i borpunkt 6-1 og 864-6.

Tolkning av lagdeling er vist i profil i tegning R07D05.

8.3.6 Profil 864-6

Etter utførte grunnundersøkelser ble det vurdert et ekstra profil som også strekker seg ned mot Begna. På samme måte som for profil 864-2, er dette profilet langt og kan deles i tre lokale skråninger.

Utført borpunkt 864-14 er avsluttet ved ca. 20 m dybde under terreng. Sonderingen har jevnt økende motstand ned til ca. 15 m hvor motstanden avtar og blir noe mer konstant ned til sonderingsstopp. Det er ikke tatt opp prøveserie i dette punktet.

I dette profilet er også tidligere boringer fra Statens vegvesen inkludert. Disse indikerer at det kan være et lag med bløtere masser ute i elva (frisynk ved dreiesondering). Sett i sammenheng med borpunkt 864-14 kan det ikke utelukkes, uten prøvetakning, at det kan være en lomme med bløtere masser som strekker seg mot borpunkt 864-14, men dette virker noe usannsynlig siden totalsonderingen viser svakt økende sonderingsmotstand i det mistenkelige laget. Vi har allikevel, for å være forsiktig i våre antagelser, tegnet det som et sammenhengende lag fra elvebunn til elvekant, men valgt å avslutte laget innenfor elvekanten.

Ved den midtre skrånningen er det et tidligere utført borpunkt 1-3 [7] hvor det er indikasjon på sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire fra ca. 27 m dybde og ned til sonderingsstopp ved 36 m dybde hvor det er påtruffet antatt berg. Dette laget går ikke igjen i boring 864-3 som ligger høyere i terrenget. Dybden til det mulige laget med sprøbruddmateriale er så dypt at det ikke er relevant for lokale skred i den midtre skrånningen.

Tolkning av lagdeling er vist i profil i tegning R07D06.

9 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder

I borpunkt 864-4 tilsier målinger av omrørt skjærfasthet at et retrogressivt skred kan oppstå ($c_{u,r} \leq 0,69$ kPa). Utførte grunnundersøkelser indikerer at det er lite kvikkleire/sprøbruddmateriale i sonen og at der hvor det er indikasjon er dette, er det ofte på store dybder. For å kunne vurdere andelen av kvikkleire/sprøbruddmateriale over kritisk glideflate er det utført stabilitetsberegninger for dagens situasjon i tre profiler som er vurdert som mest kritiske i sonen; 864-1, 864-5 og 864-6.

9.1 Skredmekanisme

Beregnet b/D-forhold for de aktuelle profilene er oppsummert i tabell 9.1. I samtlige av de undersøkte profilene er b/D-forholdet mindre enn 40 %, dvs. at det er rotasjonsskred som er gjeldende skredmekanisme. Dette vurderes som fornuftig da ev. lag med kvikkleire eller sprøbruddmateriale er av begrenset mektighet eller at dette ligger såpass dypt til at det ikke utgjør fare for områdeskred.

Tabell 9.1 Oppsummering b/D-forhold

Tegningsnr.	Profil	b/D-forhold
R07D01	864-1	6 %
R07D05	864-5	13,5 %
R07D06	864-6	27,8 %

9.1.1 Profil 864-1

Opptegningen av profilet, med tilhørende tolket lagdeling, viser at 1:15-linja tangerer et antatt kvikkleirelag. Dette tilsier at rotasjonsskred er aktuell skredmekanisme siden b/D forholdet er null.

9.1.2 Profil 864-5

Profil 864-5 strekker seg noe lenger nord enn profil 864-1, og total høydeforskjell er ca. 45 m.

Ved opptegning av profilet med tilhørende tolket lagdeling, vil 1:15-linja skjære ned i tolket kvikkleirelag. b/D-forholdet tilsier at aktuell skredmekanisme er rotasjonsskred.

9.1.3 Profil 864-6

Profil 864-6 strekker seg fra toppen av Follumåsen og ned mot Begna i øst. Den totale høydeforskjellen er ca. 65 m.

Ved opptegning av profilet med tilhørende tolket lagdeling, vil 1:15-linja skjære ned i tolket kvikkleirelag. b/D-forholdet tilsier at aktuell skredmekanisme vil være rotasjonsskred også her.

9.2 Løsneområde

Alle beregningsprofiler viser at forventet skredmekanisme er rotasjonsskred. Maksimal løsnedistans for rotasjonsskred er $L = 5 \cdot H$ iht. NVE 1/2019, hvor H er skråningshøyde målt fra fot av skråning.

9.3 Utløpsområde

Utløpsdistansen er $L_u = 0,5 \cdot L$ iht. NVE 1/2019, hvor L er løsnedistansen. Utløpsdistansen vil kunne begrenses av høyereliggende terreng på motsatt side av Soknedalsveien for profil 864-1 og 864-5, mens det for profil 864-6 begrenses av elva Begna.

Opptegning av nye faresoner med tilhørende løsne- og utløpsområder er vist på tegning R07A02.

10 Klassifiser faresoner

Ny klassifisering av faresonene er vist i tillegg 1.5 og 1.6 med følgende resultat:

Follumåsen sør

- Risikoklasse: 3
- Konsekvensklasse: Alvorlig
- Faregrad lav

Follumåsen øst

- Risikoklasse: 4
- Konsekvensklasse: Meget alvorlig
- Faregrad middels

11 Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet

11.1 Sikkerhetskrav

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

For vurdering av dagens stabilitet, er det vurdert drenert materialoppførsel. Dette benyttes også når langtidsstabilitet skal vurderes. Udrenert materialoppførsel er benyttet i lokale skråninger hvor det er en sannsynlighet for at et mindre skred kan oppstå som følge av erosjon eller terrenginngrep.

11.2 Materialparametere og beregningsprogram

Stabilitetsberegningene er utført i GeoSuite Stability og BEAST som beregningsverktøy [12]. 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 864-1, 864-5 og 864-6) med beliggenhet som vist på situasjonsplan i tegning R07A01.

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 veier, eksisterende bygg eller mindre opp-/utfyllinger.

Nedsatte poretrykksmålere i borpunkt 864-6 har blitt målt tørre og grunnvannstand er derfor lagt inn ved 20 m dybde i dette borpunktet. Videre følger grunnvannstanden terrenget ned mot Soknedalsveien i profil 864-1 og 864-5 og ned mot Begna i profil 864-6.

Stabilitetsberegningene er vist i tegning R07E01 til R07E06. Lagdeling, materialparametere og andel kvikkleire/sprøbruddmateriale over kritisk glideflate er også vist i beregningene. Beregningsmessig sikkerhet for dagens situasjon er oppsummert i tabell 11.1.

Tabell 11.1 Beregnet sikkerhetsfaktor for dagens situasjon

Tegningsnr.	Profil	Beregningsmet.	Beregnet F
R07E01-02	864-1	ADP / AFI	2,11 / 1,80 (lokal, ned mot veien)
			1,15 / 1,78 (stor glideflate)
R07E03-04	864-5	ADP / AFI	1,88 / 1,75 (lokal, ned mot veien)
			1,07 / 1,95 (stor glideflate)
R07E05-06	864-6	ADP / AFI	1,35 / 1,37 (lokal, ned mot Begna)
			1,39/1,18 / 1,79/2,19 (stor glideflate)

11.3.1 Profil 864-1

På udrenert basis er sikkerheten lav for den største og dypeste skjærflaten. Dette skyldes den store høydeforskjellen, men det vurderes som lite sannsynlig at det er en udrenert spenningstilstand så dypt i skråningen når det ikke foregår store terrenginngrep i profilet. Beregnet udrenert sikkerhet er $F_{cu} = 1,15$, mens den har $F_{cu} = 1,26$ for samme geometri som kritisk skjærflate fra drenert beregning. Vi vurderer uansett at det er lite sannsynlig at det foregår

mobilisering i skråningen i dagens situasjon som skulle tilsi at det er en udrenert spenningstilstand langs kritiske skjærflater. Udrenert sikkerhet vurderes derfor å være tilfredsstillende i dagens situasjon. For lokal skjærflate i foten av skråningen er beregnet sikkerhet i udrenert tilstand $F_{cu} = 2,11$.

For drenert spenningstilstand er beregnet sikkerhet $F_{c\phi} = 1,78$ for den dype, kritiske skjærflaten og $F_{c\phi} = 1,80$ for lokale skjærflater i foten av skråningen. Drenert sikkerhet er dermed vurdert som tilfredsstillende i dagens situasjon.

11.3.2 Profil 864-5

På lik linje som profil 864-1 er sikkerheten lav på udrenert basis for den største og dypeste skjærflaten. Beregnet udrenert sikkerhet er $F_{cu} = 1,07$. Da det vurderes som lite sannsynlig at det er en udrenert spenningstilstand til så stor dybde som kritisk skjærflate tilsier, er det beregnet sikkerhet langs samme skjærflate som for drenert spenningstilstand. Denne beregningen viser en sikkerhet $F_{cu} = 1,29$. Vi vurderer uansett at det er lite sannsynlig at det foregår mobilisering i skråningen i dagens situasjon som skulle tilsi at det er en udrenert spenningstilstand langs kritiske skjærflater. Udrenert sikkerhet vurderes derfor å være tilfredsstillende i dagens situasjon. For lokal skjærflate i foten av skråningen er beregnet sikkerhet i udrenert tilstand $F_{cu} = 1,88$.

For drenert spenningstilstand er beregnet sikkerhet $F_{c\phi} = 1,95$ for den dype, kritiske skjærflaten og $F_{c\phi} = 1,75$ for lokale skjærflater i foten av skråningen. Drenert sikkerhet er dermed vurdert som tilfredsstillende i dagens situasjon.

11.3.3 Profil 864-6

På lik linje som de to øvrige profilene er sikkerheten lav på udrenert basis for den største og dypeste skjærflaten. I dette profilet ligger den kritiske glideflaten høyere opp i terrenget, ca. midt i profilet, hvor det vurderes som lite sannsynlig at et ev. områdeskred skal kunne oppstå pga. at det ikke er noen naturlige utløsningsårsaker. Beregnet udrenert sikkerhet for denne skjærflaten er $F_{cu} = 1,18$. Skjærflaten er svært dyp og det vurderes som lite sannsynlig at det er en udrenert spenningstilstand til så stor dybde som kritisk skjærflate tilsier. Tilsvarende skjærflate på drenert basis oppnår sikkerhet $F_{c\phi} = 2,19$. Vi mener dette er en mer representativ for sikkerheten av denne skjærflaten i dagens situasjon.

Vi har gjort tilsvarende øvelse for det som er kritisk drenert skjærflate midt i skråningen som fremstår som et mer realistisk scenario enn den dype udrenerte. Denne har sikkerhet $F_{c\phi} = 1,79$ og $F_{cu} = 1,39$. Det er ingen naturlige utløsende årsaker ved denne skjærflaten og vi mener derfor at dette sikkerhetsnivået er akseptabelt i dagens situasjon.

For en lokal skjærflate ved elvekanten er beregnet sikkerhet i udrenert tilstand $F_{cu} = 1,35$ og $F_{c\phi} = 1,37$ i drenert tilstand. Drenert sikkerhet er dermed vurdert som tilfredsstillende i dagens situasjon. For udrenert tilstand vurderes det også tilfredsstillende i dagens situasjon, men om det planlegges tiltak i eller på toppen av skråningen, eller om det oppstår erosjon langs elva, så må oppnådd udrenert sikkerhet vurderes på nytt.

12 Konklusjoner og videre arbeid

Det er kun blitt påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale i to borpunkter ned mot Soknedalsveien sør i eksisterende sone. Øvrige borpunkter viser enten ikke tegn til sprøbruddmateriale eller at dette er lokalisert ved så store dybder at det ikke er relevant med tanke på områdestabilitet. Langs Hofsfossveien som ligger ved elvekanten mot Begna, er det ikke avdekket sprøbruddmateriale fra prøvetakning, men enkelte av sonderingene indikerer et noe svakere lag i dybden som kan være sensitivt. Tidligere utførte grunnundersøkelser fra Statens vegvesen viser at det er lag med sprøbrudd/kvikkleire ute i Begna. Det kan ikke utelukkes fra grunnundersøkelsene vi har tilgjengelig at dette laget går inn på land ved Hofsfossveien. Dette kan ev. undersøkes ved supplerende prøvetakning i borpunktene langs Begna.

Eksisterende faresone er derfor foreslått innskrenket til to separate soner, en for hvert av områdene hvor det er påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale, «Follumåsen Sør» og «Follumåsen Øst». Utredningen viser at et eventuelt områdeskred vil arte seg som rotasjonsskred i begge disse sonene som følge av begrenset mektighet av kvikkleire og/eller sprøbruddmateriale. Skredfare i disse sonene kan heller kategoriseres som lokal stabilitet enn områdestabilitet siden det ikke forventes at en ev. skredhendelse i sonene vil medføre at hele sonene løsner ut. Det kunne vært argumentert for å også fjerne disse to sonene, men siden det er påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale i begge områdene og utstrekningen til disse massene ikke er fullstendig kartlagt, anbefaler vi at områdene beholdes. Utstrekning av faresonene er vurdert på forsiktig side der informasjon om grunnforholdene er mangelfulle.

Det er utført stabilitetsberegninger i begge de nye sonene som viser at dagens situasjon har høy sikkerhet i drenert tilstand, mens det i udrenert tilstand er oppnådd lav sikkerhetsfaktor i forhold til krav i NVE 1/2019 [1]. For begge sonene vurderes det imidlertid at det ikke er krav til sikring eller forbedring av udrenert stabilitet i dagens situasjon.

For «Follumåsen sør» begrunnes dette med at den lave sikkerhetsfaktoren som oppnås er for dype skjærflater som vurderes som usannsynlig i dagens spenningstilstand. Dersom det planlegges tiltak, som for eksempel utbygging/større terrengendringer, må det utføres vurdering av stabilitet iht. NVE 1/2019.

For «Follumåsen øst» er oppnådd udrenert sikkerhet rett under det som settes som krav ved beregning av lokal stabilitet ($F_{cu} = 1,35$ vs. krav på 1,40). Det vil si at det ikke er grunn til å utføre stabiliserende tiltak i dagens situasjon og at det for denne utredningen kan anses som tilfredsstillende sikkerhet. Ved bygge-/terrengtiltak langs elvekanten må sikkerhet beregnes på nytt. Mindre inngrep, for eksempel lagring av snø eller hageavfall, vil trolig ikke påvirke stabiliteten i nevneverdig grad. Erosjonsforhold langs elva bør følges med på. Dersom det foregår utvasking av masser i elvekanten eller ved elvebunn vil stabiliteten kunne forverres. En kartlegging/innmåling av elvebunnen i dette området kan også anbefales for å ha en referanse på om det foregår erodering.

Dersom det planlegges tiltak i sonene, som for eksempel utbygging/større 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] Norges vassdrags- og energidirektoret (NVE), «NVE Atlas,» [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>. [Funnet 2024].
- [4] NGU - Norges Geologiske Undersøkelse, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» NGU, [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/. [Funnet 2023].
- [5] Norges vassdrag- og energidirektorat (NVE), «Ekstern rapport nr. 9/2020. Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred.,» 2020.
- [6] Løvlien Georåd AS, 23045 nr. 1 Befaringsrapport sone 864 Follumåsen, 22.06.2023.
- [7] NGI, «FRE-00-A-91001 Grunnundersøkelser. Strekning 3,4 og 5/Avrop 08-S3 S4 S5,» 10.11.2017.
- [8] NGI, «810040-2 Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred,» 16.03.1994.
- [9] Statens vegvesen, «Oppdrag F-99 A rapport nr. 3. Fv. 64 Myhrene - Follum. Samlerapport for stikning av 1972,» 13.03.1973.
- [10] Løvlien Georåd AS, «Soneutredning Ringerike. Sone 864 Follumåsen Geoteknisk datarapport 23045 nr. 3,» 30.10.2023.
- [11] Standard Norge, «NS-EN ISO 17892-6:2017 Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser. Laboratorieprøving av jord. Del 6: Konusprøving».
- [12] 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

Borpunkt 6-1 er kun omtrentlig plassering og har ingen høydekote da dette ikke er oppgitt i rapport av NGI fra 1994.

FORKLARINGER:

- PKT.NR.
 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

HENVISNINGER:

- Borpunkter med prefiks 864-: 23045 Rapport nr. 3. *Soneutredning Ringerike. Sone 864 Follumåsen. Geoteknisk datarapport*, datert 30.10.2023. Løvlien Georåd AS
- Borpunkter med prefiks 1-: *FRE-00-A-91001 Grunnundersøkelser. Strekning 3,4 og 5/Avrop 08-S3 S4 S5*, datert 10.11.2017. NGI
- Borpunkter med prefiks 6-: *810040-2 Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred*, datert 16.03.1994. NGI
- *Fv. 53 Myhre-Follum. Samlerapport for stikning av 1972. F-99 A rapport nr. 3*, datert 13.03.1972. Statens vegvesen



00	Original	17.01.24	ECK	AES
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
Tiltakshaver				Tegning nr. R07A01
Oppdragsgiver	Ringerike kommune			Prosjekt nr. 23045
Prosjekt	Soneutredning Ringerike			Format / Målestokk A3 / 1:2500
Tegningstittel	Situasjonsplan med boringer og beregningsprofiler			Status Til rapport



MERKNADER:

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

FORKLARINGER:

- PKT.NR.
 TOTALSONDERING TERRENGNIVA BORDYBDE+BORET I BERG
 BERGNIVA
 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

HENVISNINGER:

- Borpunkter med prefiks 864: 23045 Rapport nr. 3. *Soneutredning Ringerike. Sone 864 Follumåsen. Geoteknisk datarapport*, datert 30.10.2023. Løvlien Georåd AS
- Borpunkter med prefiks 1: *FRE-00-A-91001 Grunnundersøkelser. Strekning 3,4 og 5/Avrop 08-S3 S4 S5*, datert 10.11.2017. NGI
- Borpunkter med prefiks 6: *810040-2 Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred*, datert 16.03.1994. NGI
- *Fv. 53 Myhre-Follum. Samlerapport for stikning av 1972. F-99 A rapport nr. 3*, datert 13.03.1972. Statens vegvesen

NY SONEINDELING:

864-1 Follumåsen sør

- Faregrad: Lav
- Konsekvensklasse: Alvorlig
- Risikoklasse 3
- Skredmekanisme: Rotasjonsskred

Løsneområde Follumåsen sør

Utløpsområde Follumåsen sør

864-2 Follumåsen øst

- Faregrad: Middels
- Konsekvensklasse: Meget alvorlig
- Risikoklasse 4
- Skredmekanisme: Rotasjonsskred

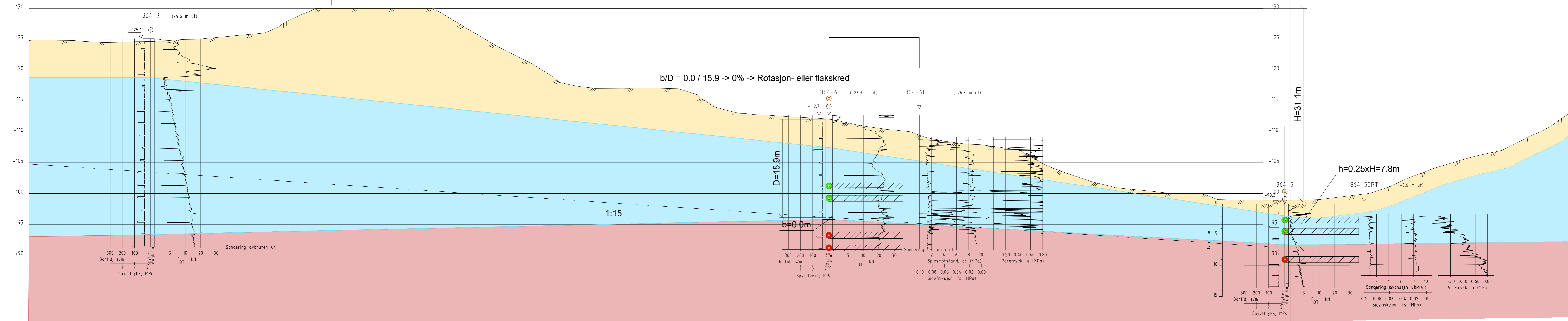
Løsneområde Follumåsen øst

Utløpsområde Follumåsen øst

00	Original	18.01.24	ECK	AES
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
Tiltakshaver			Tegning nr.	
-			R07A02	
Oppdragsgiver			Prosjekt nr.	
Ringerike kommune			23045	
Prosjekt			Format / Målestokk	
Soneutredning Ringerike			A3 / 1:2500	
Tegningstittel			Status	
Situasjonsplan med løsne- og utløpsområder			Til rapport	



Lengde løснеområde=5xH=155.5m



- FORKLARINGER:**
- Leire
 - Sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire
 - Sand og grus

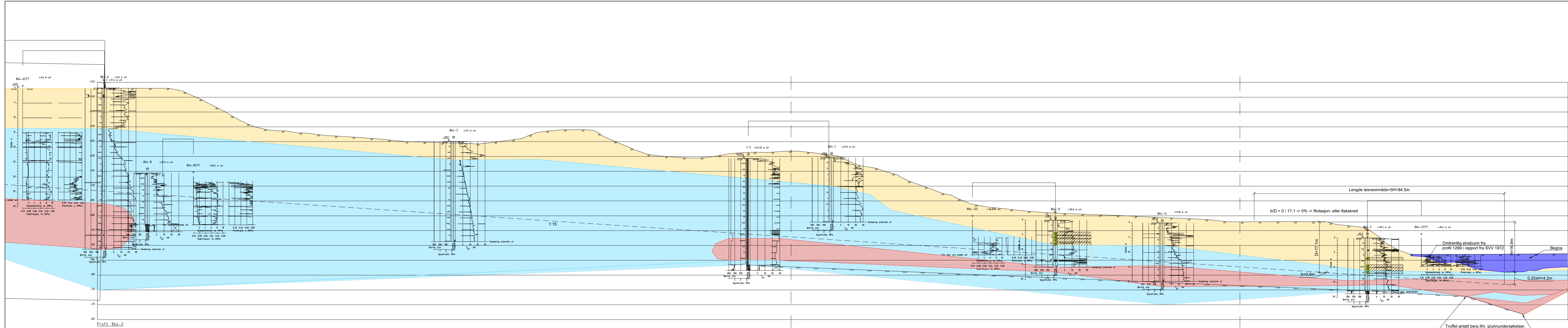
- HENVISNINGER:**
- Borpunkter med prefiks 864: 23045 Rapport nr. 3. Soneutredning Ringerike. Sone 864 Follumåsen. Geoteknisk datarapport, datert 30.10.2023. Løvlien Georåd AS
 - Borpunkter med prefiks 1: FRE-00-A-91001 Grunnundersøkelser: Strekning 3,4 og 5/Avrop 08-S3 S4 S5, datert 10.11.2017. NGI
 - Borpunkter med prefiks 6: 810040-2 Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, datert 16.03.1994. NGI

Profil 864-1

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	18.01.24	ECK	AES

Tilleshaver	Tegning nr.
Oppdragsgiver	Prosjekt nr.
Ringerike kommune	23045
Prosjekt	Format / Målestokk
Soneutredning Ringerike	A3-L / 1:250
Tegningstittel	Status
Profil 864-1. Lagdeling og vurdering av løснеområde	Til rapport

Løvlien
Georåd
www.georaad.no

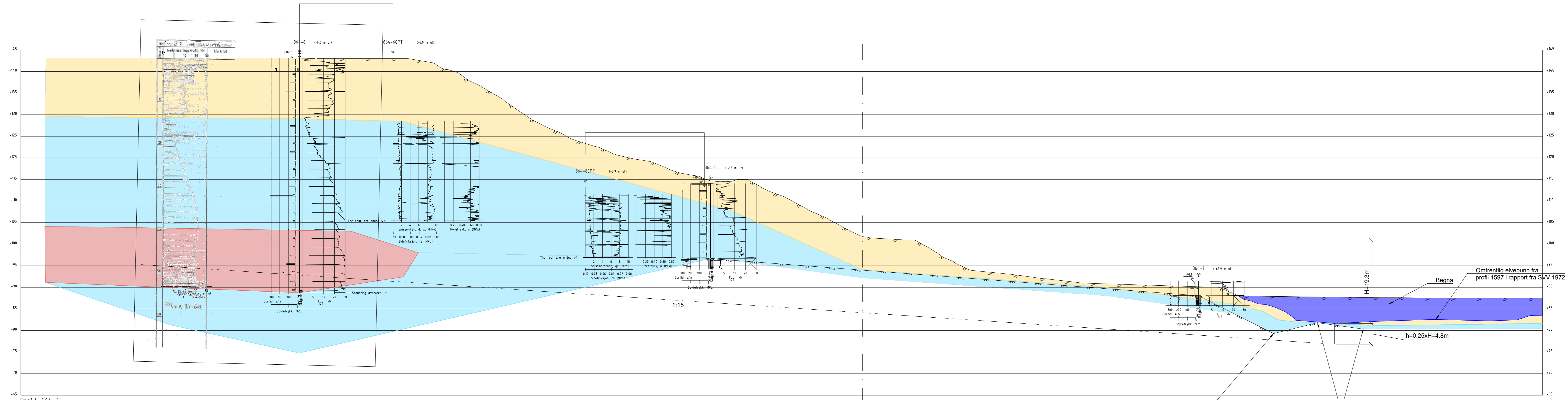


- FORKLARINGER:**
- Leire
 - Sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire
 - Sand og grus

- HENVISNINGER:**
- Borpunter med prefiks 864: 23045 Rapport nr. 3. *Soneutredning Ringenike, Sone 864 Follumåsen. Geoteknisk datarapport*, datert 30.10.2023. Løvlien Georåd AS
 - Borpunter med prefiks 1: FRE-00-A-01001 *Grunnundersøkelser. Strekning 3.4 og 5/Avrop 08-S3 S4 S5*, datert 10.11.2017. NGI
 - Borpunter med prefiks 6: 810040-2 *Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred*, datert 16.03.1994. NGI
 - F-99A rapport nr. 3 Fv. 64 Myhre-Follum. *Samlerapport for stikning av 1972*, datert 13.03.1972. Statens Vegvesen (SVV)

00	Original	18.01.24	ECK	AES
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
-	Tiltakshaver		Tegning nr.	R07D02
-	Oppdragsgiver		Prosjekt nr.	23045
-	Prosjekt		Format / Målestokk	A3-L / 1:500
-	Tegningstittel		Status	Til rapport





Profil 864-3

FORKLARINGER:

- Leire
- Sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire
- Sand og grus

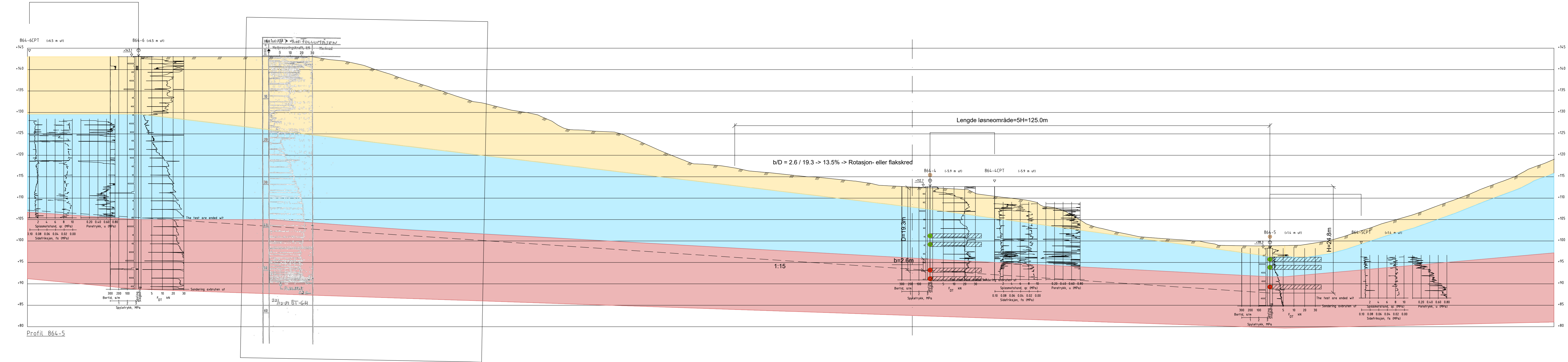
HENVISNINGER:

- Borpunkter med prefiks 864: 23045 Rapport nr. 3. Soneutredning Ringerike. Sone 864 Follumåsen. Geoteknisk datarapport, datert 30.10.2023. Løvlien Georåd AS
- Borpunkter med prefiks 1: FRE-00-A-91001 Grunnundersøkelser: Strekning 3,4 og 5/Avrop 08-S3 S4 S5, datert 10.11.2017. NGI
- Borpunkter med prefiks 6: 810040-2 Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, datert 16.03.1994. NGI
- F-99A rapport nr. 3 Fv. 64 Myhre-Follum. Samlerapport for stikning av 1972, datert 13.03.1972. Statens Vegvesen (SVV)

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	18.01.24	ECK	AES

Tiltakshaver	Tegning nr.
Oppdragsgiver	R07D03
Ringerike kommune	Prosjekt nr.
	23045
Prosjekt	Format / Målestokk
Soneutredning Ringerike	A3-L / 1:400
Tegningstittel	Status
Profil 864-3. Lagdeling og vurdering av løseområde	Til rapport


 Løvlien
Georåd
 www.georaad.no

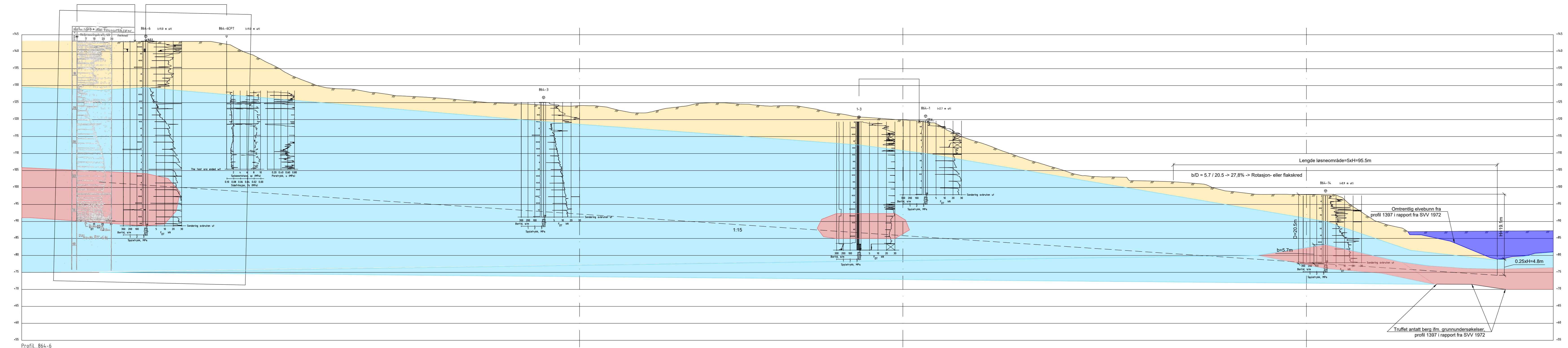


- FORKLARINGER:**
- Leire
 - Sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire
 - Sand og grus

- HENVISNINGER:**
- Borpunkter med prefiks 864: 23045 Rapport nr. 3. Soneutredning Ringerike. Sone 864 Follumåsen. Geoteknisk datarapport, datert 30.10.2023. Løvlien Georåd AS
 - Borpunkter med prefiks 1: FRE-00-A-81001 Grunnundersøkelser. Strekning 3.4 og 5/Avrop 08-S3 S4 S5, datert 10.11.2017. NGI
 - Borpunkter med prefiks 6: 810040-2 Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, datert 16.03.1994. NGI

00	Original	18.01.24	ECK	AES
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
Tilleshaver	Tegning nr. R07D05			
Oppdragsgiver	Ringerike kommune			
Prosjekt	Soneutredning Ringerike			
Tegningstittel	Profil 864-5. Lagdeling og vurdering av løseområde			
Format / Målestokk	A3-L / 1:400			
Status	Til rapport			





FORKLARINGER:

- Leire
- Sprøbrudmateriale og/eller kvikkleire
- Sand og grus

HENVISNINGER:

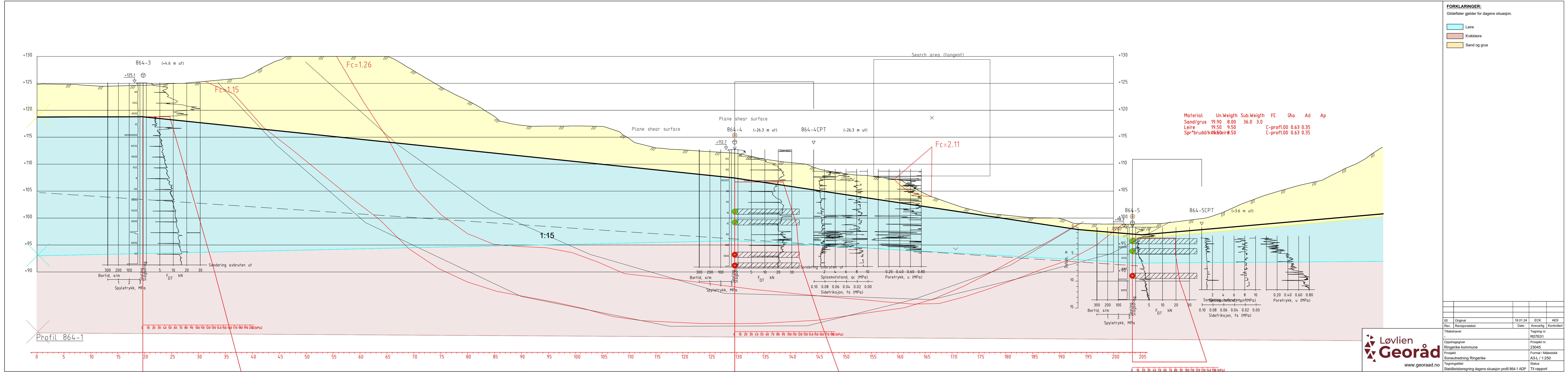
- Borpunkter med prefiks 864: 23045 Rapport nr. 3. *Soneutredning Ringerike. Sone 864 Follumåsen. Geoteknisk datarapport*, datert 30.10.2023. Løvlien Georåd AS
- Borpunkter med prefiks 1: FRE-00-A-01001 *Grunnundersøkelser. Strekning 3.4 og 5/Avrop 08-S3 S4 S5*, datert 10.11.2017. NGI
- Borpunkter med prefiks 6: 810040-2 *Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred*, datert 16.03.1994. NGI
- F-99A rapport nr. 3 Fv. 64 Myhre-Follum. *Samlerapport for stikning av 1972*, datert 13.03.1972. Statens Vegvesen (SVV)

00	Original	18.01.24	ECK	AES
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansv.ansvarlig	Kontrollert

Tiltakshaver	Tegning nr.	R07D06
Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	23045
Prosjekt	Format / Målestokk	A3-L / 1:500
Tegningstittel	Status	Til rapport



 Løvlien
Georåd
 www.georaad.no



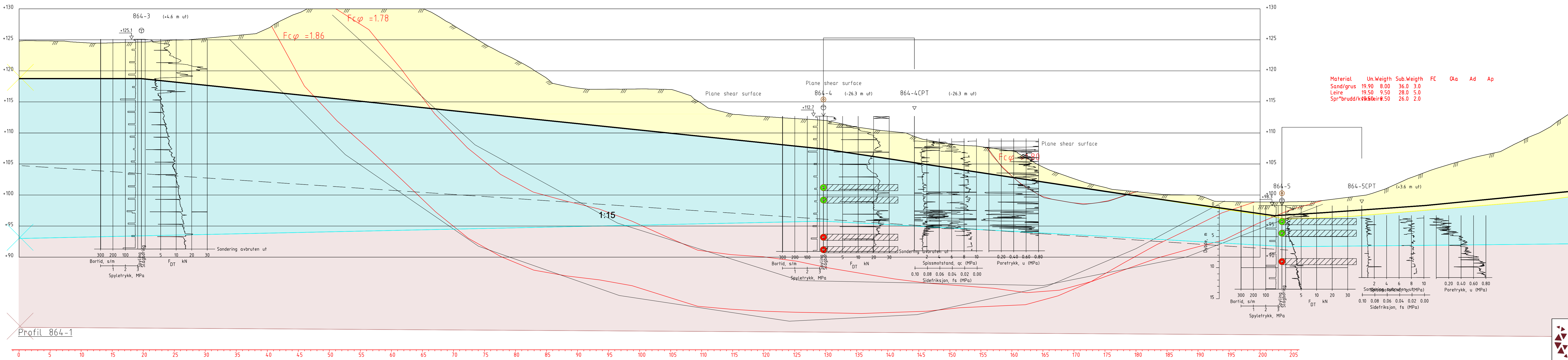
Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	FC	Ca	Ad	Ap
Sand/grus	19.90	8.00	36.0	3.0		
Leire	19.50	9.50				
Spr ^o brudd/kvikkleire	0.50					
			C-profil.00	0.63	0.35	
			C-profil.00	0.63	0.35	

FORKLARINGER:
Glideflater gjelder for dagens situasjon.

 Leire
 Kvikkleire
 Sand og grus

00	Original	18.01.24	ECK	AES
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
Tiltakshaver		Tegning nr. R07E01		
Oppdragsgiver		Prosjekt nr. 23045		
Prosjekt		Format / Målestokk A3-L / 1:250		
Tegningstittel		Status		
Stabilitetsberegning dagens situasjon profil 864-1 ADP		Til rapport		





Material	Un.Weight	Sub.Weight	FC	Ga	Ad	Ap
Sand/grus	19.90	8.00	36.0	3.0		
Leire	19.50	9.50	28.0	5.0		
Spr*brudd/kv	19.50	9.50	26.0	2.0		

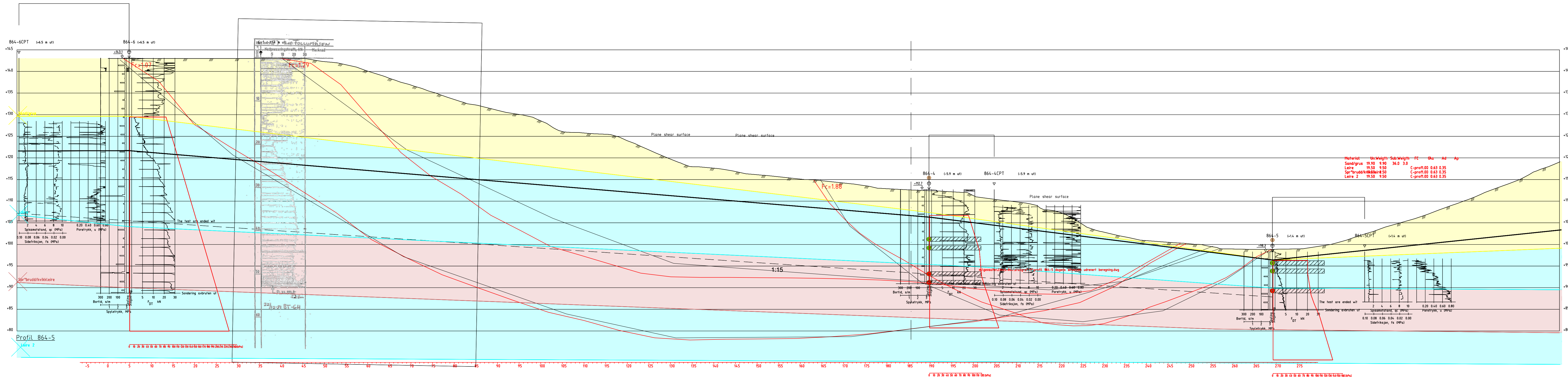
FORKLARINGER:
Glideflater gjelder for dagens situasjon.

	Leire
	Kvikkleire
	Sand og grus

Profil 864-1



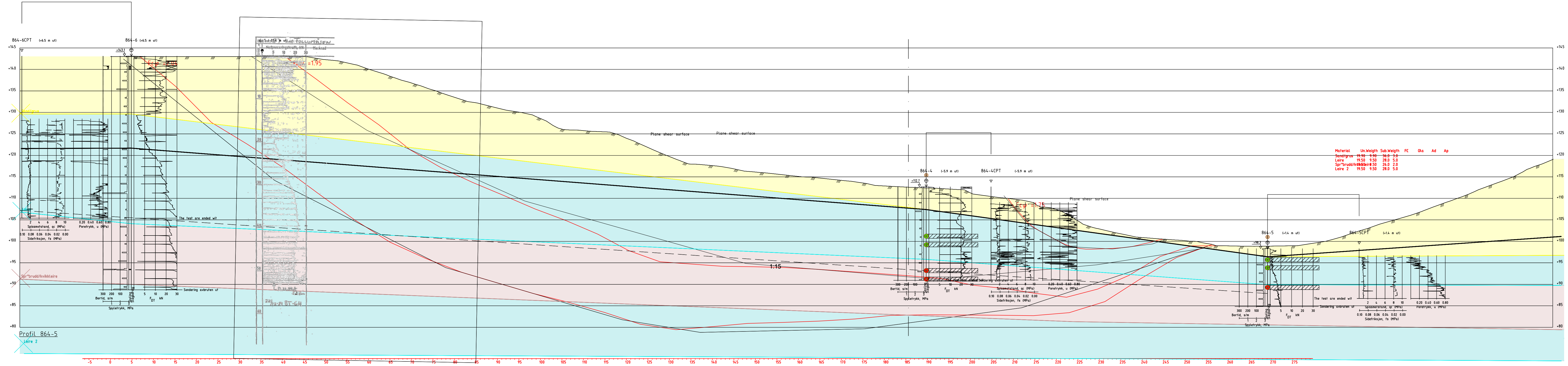
00	Original	18.01.24	ECK	AES
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansv.ansv	Kontrollert
Tiltakshaver		Tegning nr. R07E02		
Oppdragsgiver		Prosjekt nr. 23045		
Ringerike kommune		Formål / Målestokk A3-L / 1:250		
Prosjekt		Status		
Sonutredning Ringerike		Til rapport		
Tegningstittel		Stabilitetsberegning dagens situasjon profil 864-1 AFI		



- FORKLARINGER:**
Glideflater gjelder for dagens situasjon.
- Leire
 - Kvikkleire
 - Sand og grus

00	Original	18.01.24	ECK	AES
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansv.ans	Kontrollert
Tiltakshaver		Tegning nr. R07E03		
Oppdragsfører		Ringerike kommune		
Prosjekt		Ringerike		
Sonutredning Ringerike		Format / Målestokk A3-L / 1:400		
Tegningstittel		Stabilitetsberegning dagens situasjon profil 864-5 ADP		
Til rapport				



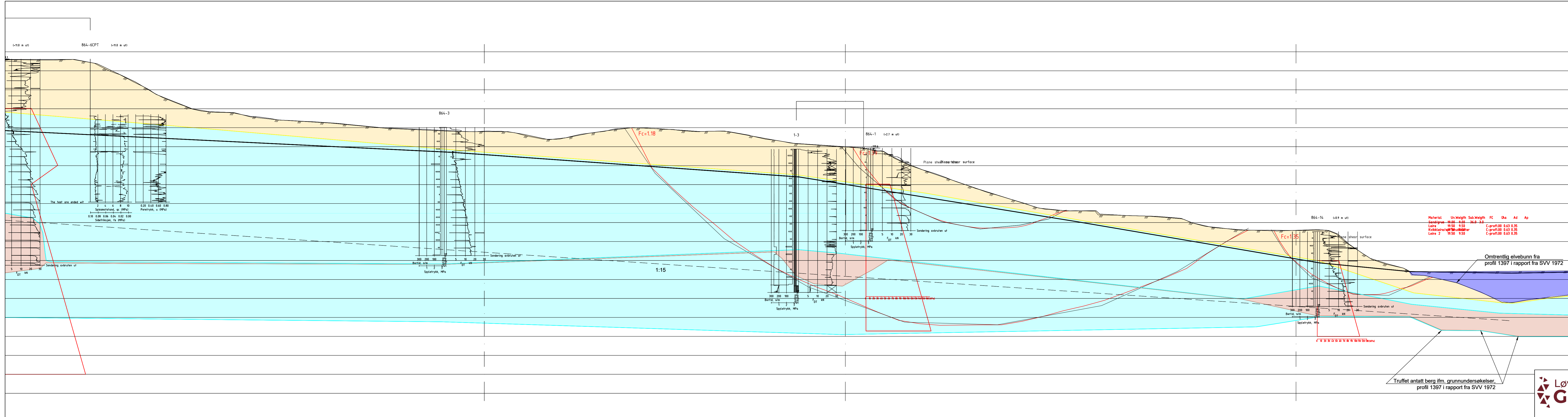


FORKLARINGER:
 Glideflater gjelder for dagens situasjon.

- Leire
- Kvikkleire
- Sand og grus

00	Original	18.01.24	ECK	AES
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansv.ansvarlig	Kontrollert
Tiltakshaver		Tegning nr. R07E04		
Oppdragsgiver		Prosjekt nr. 23045		
Ringerike kommune		Format / Målestokk A3-L / 1:400		
Prosjekt		Tegningstittel		
Sonutredning Ringerike		Status		
Stabilitetsberegning dagens situasjon profil 864-5 AFI		Til rapport		





- FORKLARINGER:**
 Glideflater gjelder for dagens situasjon.
- Leire
 - Kvikkleire
 - Sand og grus

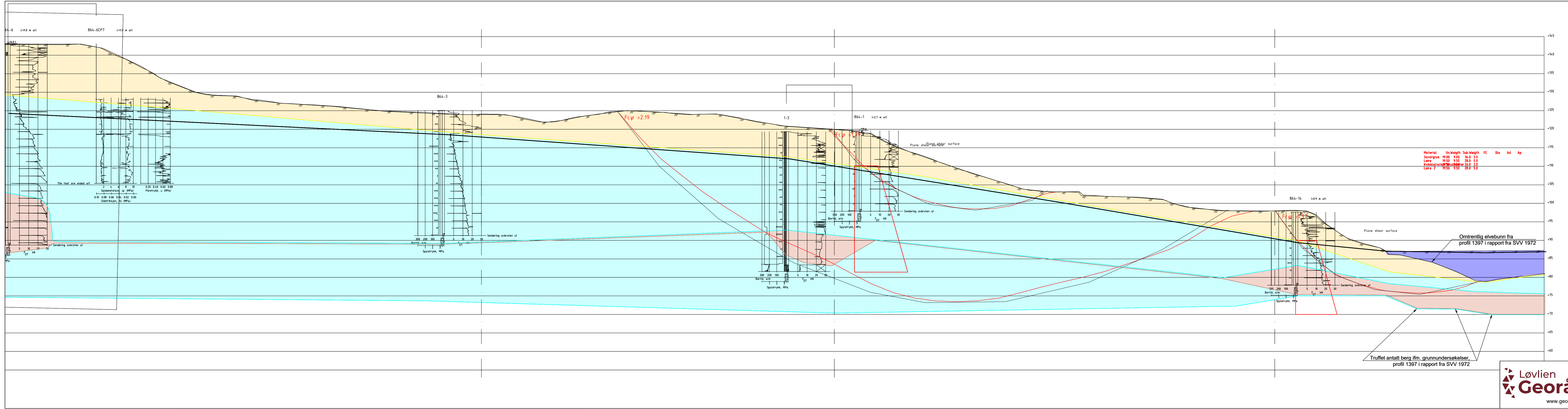
Material	Un.Weight	Sub.Weight	FC	Ca	Ad	Ap
Sand/grus	19.00	9.00	34.0	2.0		
Leire	19.50	9.50	C-prof1.00	0.63	0.35	
Kvikkleire/oppbløst leire			C-prof1.00	0.63	0.35	
Leire 2	19.50	9.50	C-prof1.00	0.63	0.35	

Omtrentlig elvebunn fra profil 1397 i rapport fra SVV 1972

Truffet antatt berg ifm. grunnundersøkelser, profil 1397 i rapport fra SVV 1972



00	Original	18.01.24	ECK	AES
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
Tiltakshaver		Tegning nr. R07E05		
Oppdragsgiver		Prosjekt nr. 23045		
Ringerike kommune		Format / Målestokk A3-L / 1:400		
Prosjekt		Status		
Sonutredning Ringerike		Til rapport		
Tegningstittel		Stabilitetsberegning dagens situasjon profil 864-6 ADP		



FORKLARINGER:
 Glideflater gjelder for dagens situasjon.

- Leire
- Kvikkleire
- Sand og grus

Tiltakshaver	Tegning nr.
Oppdragsgiver	Prosjekt nr.
Ringerike kommune	23045
Prosjekt	Format / Målestokk
Sonutredning Ringerike	A3-L / 1:400
Tegningstittel	Status
Stabilitetsberegning dagens situasjon profil 864-6 AFI	Til rapport



Tillegg 1.1

Geotekniske dimensjoneringsparametere

 Løvlien Georåd	Oppdragsgiver Ringerike Kommune	Prosjekt nr. 23045	Tillegg nr. 1.1
	Prosjekt Soneutredning Ringerike	Dato 06.02.2024	Revisjon 00
	Tittel Geotekniske dimensjoneringsparametere	Ansvarlig ECK	Kontrollert AES




Geotekniske dimensjoneringsparametere

Følgende tillegg beskriver geotekniske dimensjoneringsparametere som er lagt til grunn for stabilitetsberegningene.

1.1 Lag med drenert oppførsel (tørreskorpe, sand, silt, grus)

Materialparametere for lag med drenert oppførsel er gitt i figur 1. Forekomstene av disse lagene er hovedsakelig basert på sonderingsresultat fra totalsonderinger og CPTU-sonderinger.

Materialparametere for lag av sand, silt, grus er basert på erfaringsverdier fra Statens vegvesen *Håndbok V220*, se ref. [1].

Name	CAD	Color	ρ [kN/m ³]	ρ' [kN/m ³]	Drained	ϕ [°]	C' [kPa]	C' in %	C [kPa]	Add	Aa	Ad	Ap
► Sand/grus	Geometry <		19,90	8,00	<input checked="" type="checkbox"/>	36,0	3,0	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	1,00	1,00	1,00
Leire	Geometry <		19,50	9,50	<input checked="" type="checkbox"/>	28,0	5,0	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	1,00	0,63	0,35
Sprøbrudd/kvikkleire	Geometry <		19,50	9,50	<input checked="" type="checkbox"/>	26,0	2,0	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	1,00	0,63	0,35

Figur 1 Benyttede drenerte materialparametere i stabilitetsberegninger.

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 på ca. 19,5 kN/m³ både midt i skråningen og i bunn. I stabilitetsberegningene er det forsiktig lagt til grunn $\gamma = 19,5$ kN/m³ for hele profilet.

1.2.2 Prekonsolidering (OCR)

Det er utført til sammen 7 ødometerforsøk for vurdering av leirens kompressibilitet og prekonsolideringsspenning. Det er kun gjort tolkning av relevant ødometerforsøk, dvs. i borpunkt 864-4. Det forventes en relativt høy OCR for forsøket i punkt 864-4 da dette ligger midt i skråningen og med en relativt stor høydeforskjell til tidligere skredkant. Tolkning av ødometerforsøkene er vist i tillegg 1.4. Tolket OCR fra ødometerforsøkene er brukt som grunnlag for bestemmelse av OCR-profil for tolkning av udrenert skjærfasthet fra CPTU.

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 (Q_t , B_q og u)
(beregnet etter prosedyrer foreslått av Paniagua m.fl. [2])

OCR-profilene fra ødometerforsøk og CPTU-sonderingene viser at grunnen er overkonsolidert. Det bemerkes at det trolig er stor prøveforstyrrelse i forsøkene.

Det er også utført to treksialforsøk i borpunkt 864-4. Tolkning av disse er vist i tillegg 1.3.

SHANSEP-proseduren (Stress History and Normalized Soil Engineering Properties) relaterer udrenert skjærstyrke mot overkonsolideringsgraden, OCR. Generelt uttrykkes udrenert skjærstyrke etter SHANSEP-proseduren 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

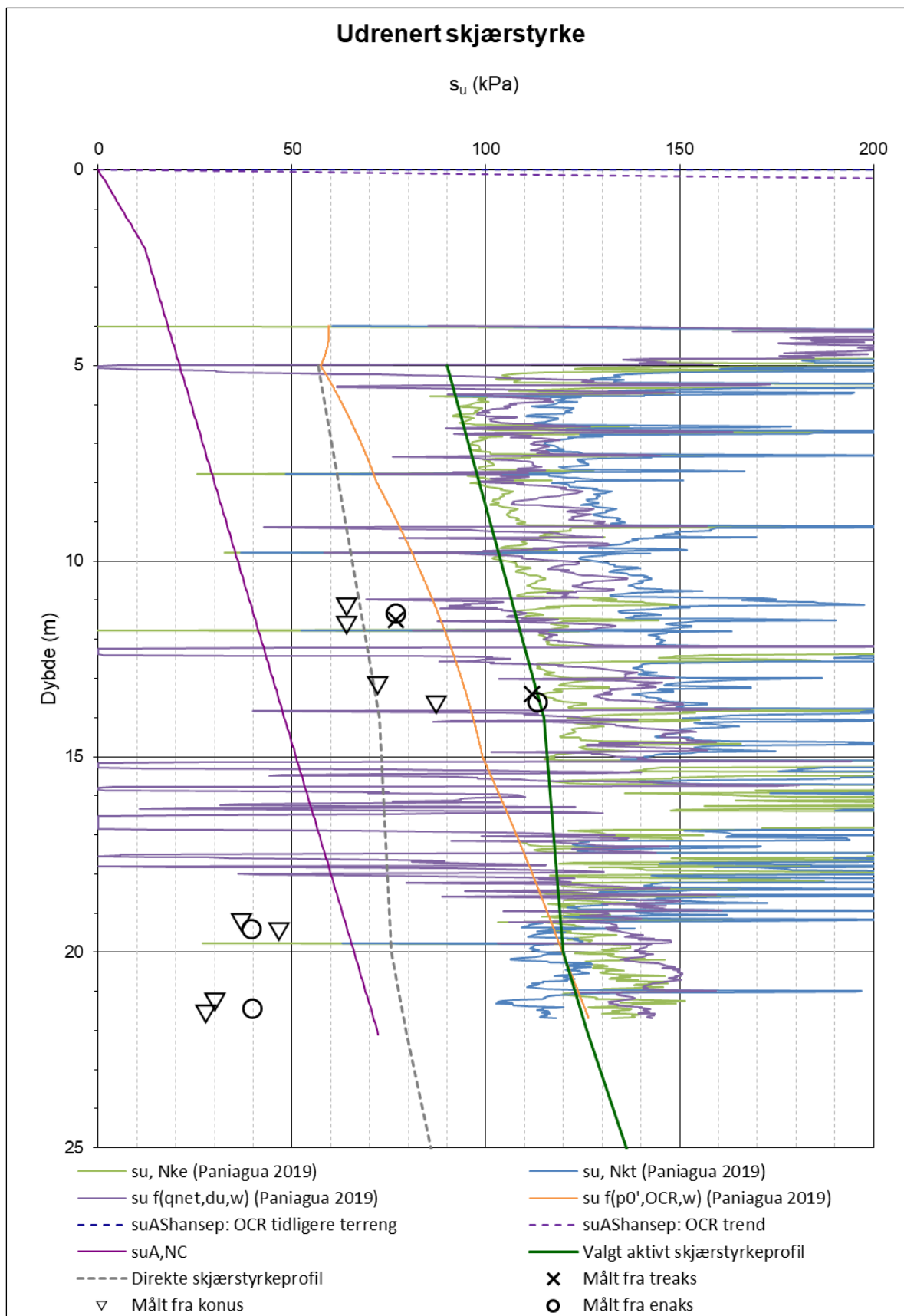
OCR er overkonsolideringsgrad, her samlet verdi for geologisk overlaging og overkonsolidering som skyldes kryp

Ut fra utførte undersøkelser er det valgt å legge til grunn følgende SHANSEP-parametere for beregning av aktiv udrenert skjærstyrke i leiren nede i dalsøkkene:

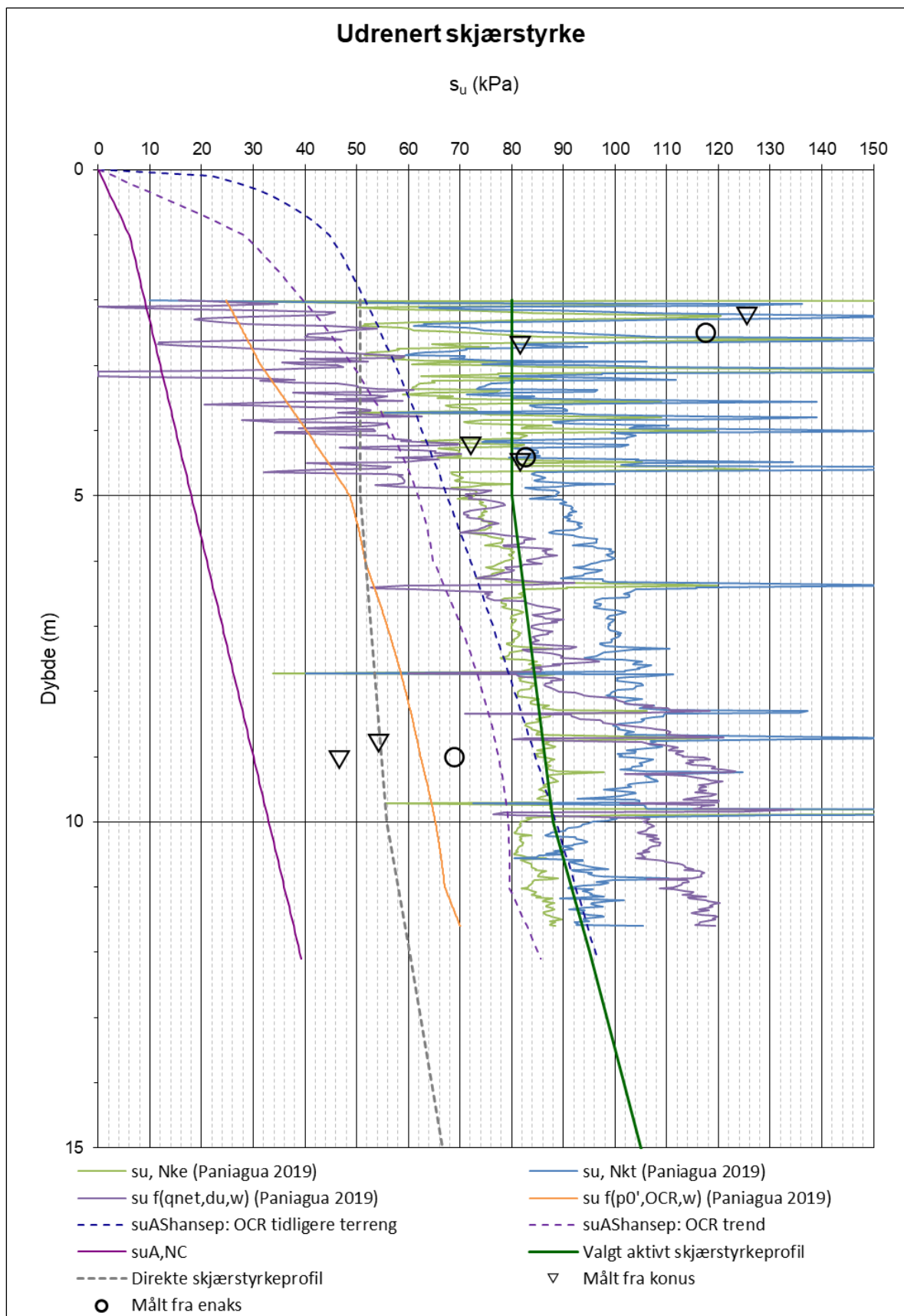
- $m = 0,70$
- $S = 0,30$
- Tidligere terrengnivå +140
- Grunnvannstand 1-2 m under terreng

En sammenstilling av profiler for aktiv udrenert skjærfasthet er vist i figur 2 tom. figur 4. Tolkning av CPTU-sonderingene er vist i tillegg 1.2.

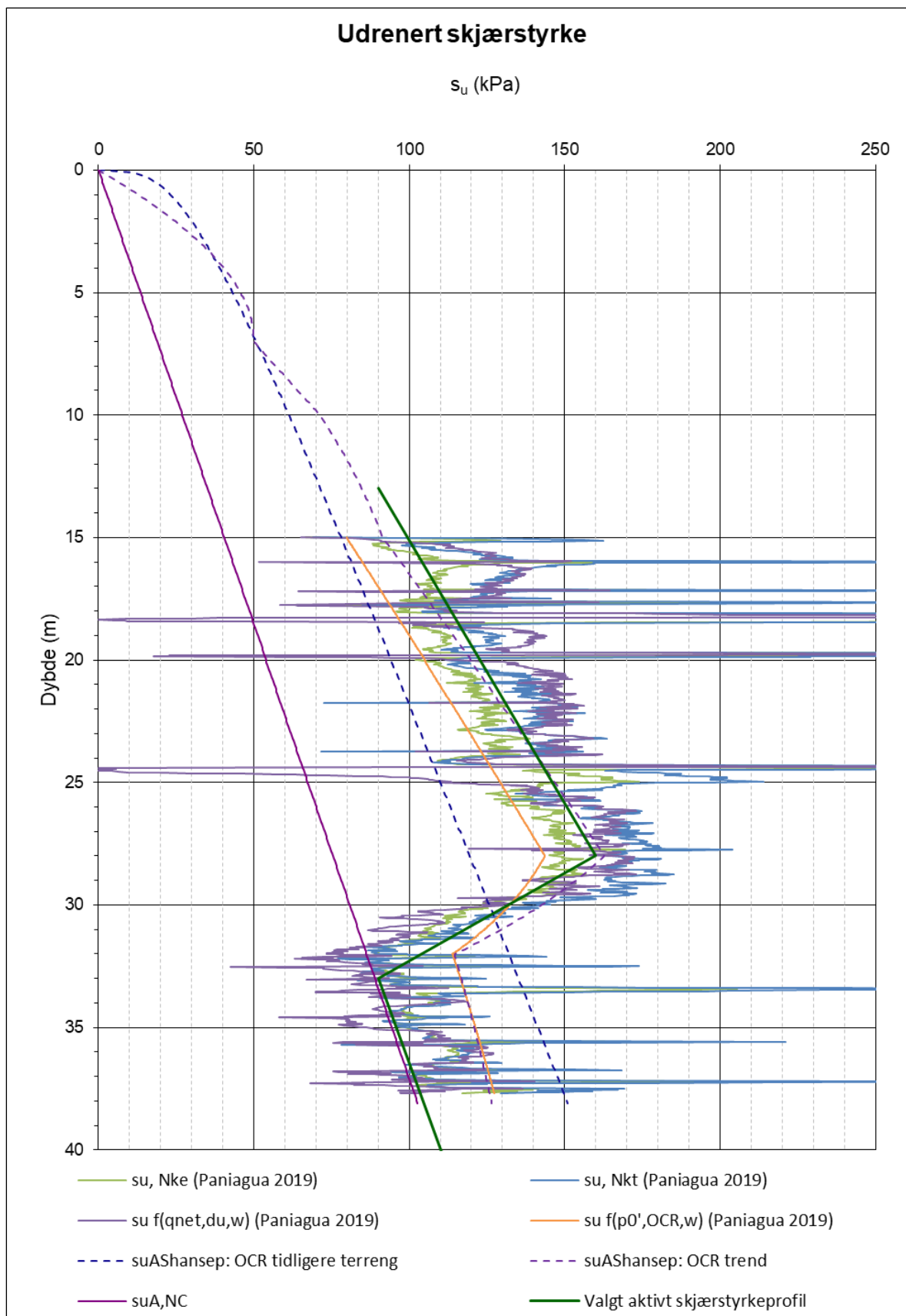
Ved utført treksialforsøk ved 11,5 m dybde fra borpunkt 864-4 ligger tolket udrenert skjærfasthet fra treksialforsøket under det som er tolket fra CPTU-sonderingen. Basert på kvalitetskriteriet ut fra OCR og endring av poreteall i konsolideringsfasen klassifiseres dette treksforsøket som *dårlig*. For forsøket utført ved 13,4 m dybde, er tolket skjærfasthet i samme område som CPTU-sonderingen. Forsøket klassifiseres som godt til bra. I dette borpunktet legges det mest vekt på tolket skjærfasthet fra CPTU-sonderingen med bakgrunn i kvalitet på utførte treksialforsøk. Også utførte ødometerforsøk viser stor grad av forstyrrelser.



Figur 2 Tolket skjærfasthet fra CPTU-sondering i borpunkt 864-4



Figur 3 Tolket skjærfasthet fra CPTU-sondering i borpunkt 864-5



Figur 4 Tolket skjærfasthet fra CPTU-sondering i borpunkt 864-6

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].

Ut fra målinger det 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 fra borpunkt 864-4. Tolkning av treaksialforsøkene er vist i tillegg 1.3. Det er tolket verdier for friksjonsvinkel og attraksjon ved ca. 2 % aksial tøyning i forsøkene. Da forsøkene viser prøveforstyrrelse, er det valgt å legge til grunn effektivspenningsparametere i stabilitetsberegningene som vist i tabell 1.

Tabell 1 Effektivspenningsparametere i leire

Materiale	Friksjonsvinkel	Kohesjon
	ϕ (°)	c' (kN/m ²)
Leire	28	13,0
Kvikkleire	26	4,0

1.3 Poretrykksforhold

Det ble installert fire hydrauliske poretrykksmålere i området. To målere er plassert på toppen av Follumåsen i samme punkt ved to ulike dybder, mens de to andre er plassert på forskjellige steder i skråningen mot øst.

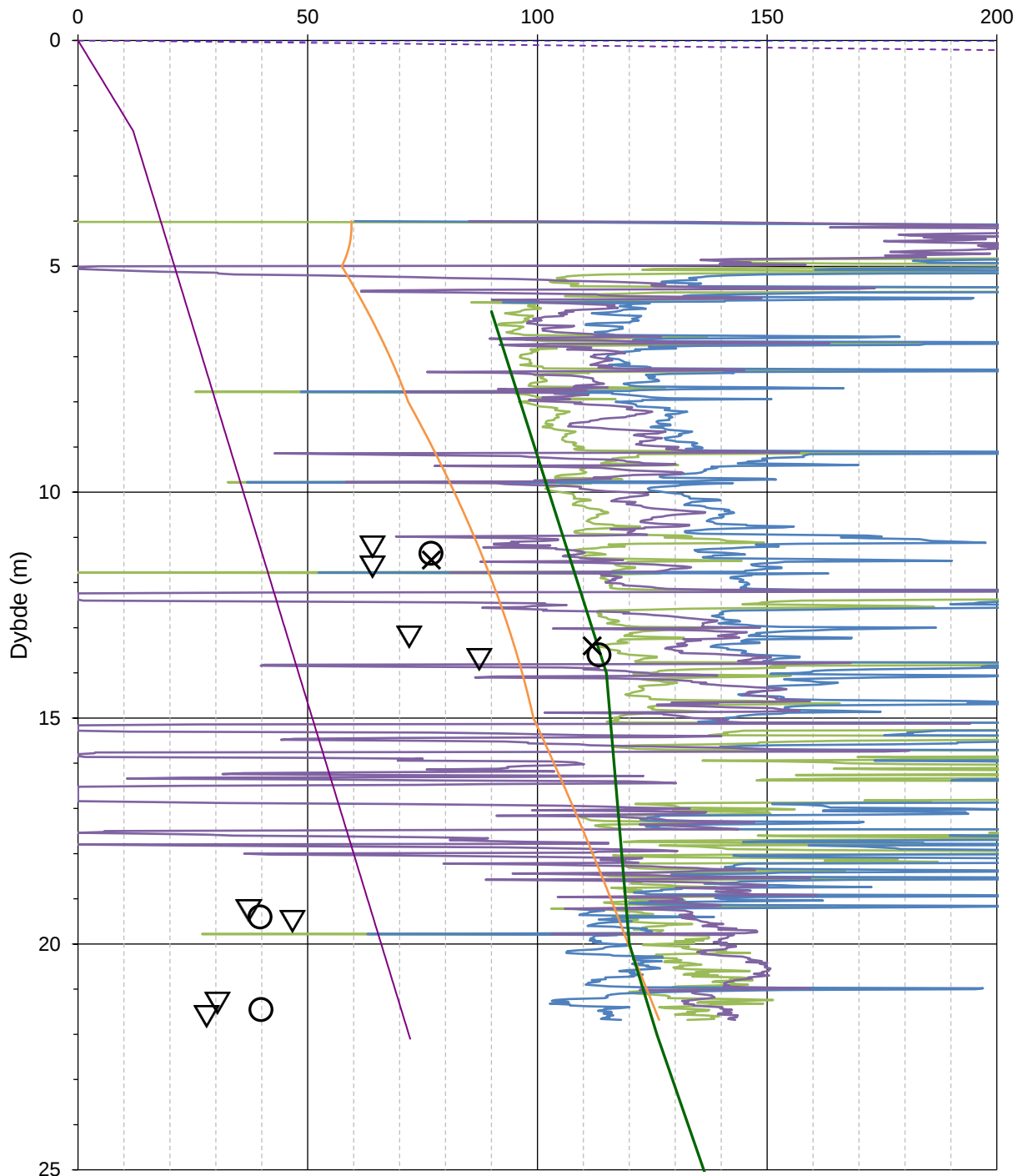
Avlesning av poretrykksmålerne 25.10.23 ga følgende resultater:

Punkt	Målt poretrykk ved spiss [kPa]	Tilsvarende kotenivå grunnvann (forutsatt hydrostatisk poretrykk over spiss)	Målt ift. terreng (forutsatt hydrostatisk poretrykk over spiss)
864-1 (spiss kote +107,6)	7	+108,3	10,3 m under
864-6 (spiss kote +123,1)	Tørr	Tørr	Tørr
864-6 (spiss kote +133,1)	1	+133,2	9,9 m under
864-8 (spiss kote +99,4)	3	+99,7	14,7 m under


Som vist av tabellen over, var alle målerne så å si tørre ved avlesning oktober 2023. Målerne er kun avlest en gang, og bruk av disse målingene må derfor gjøres med forsiktighet.

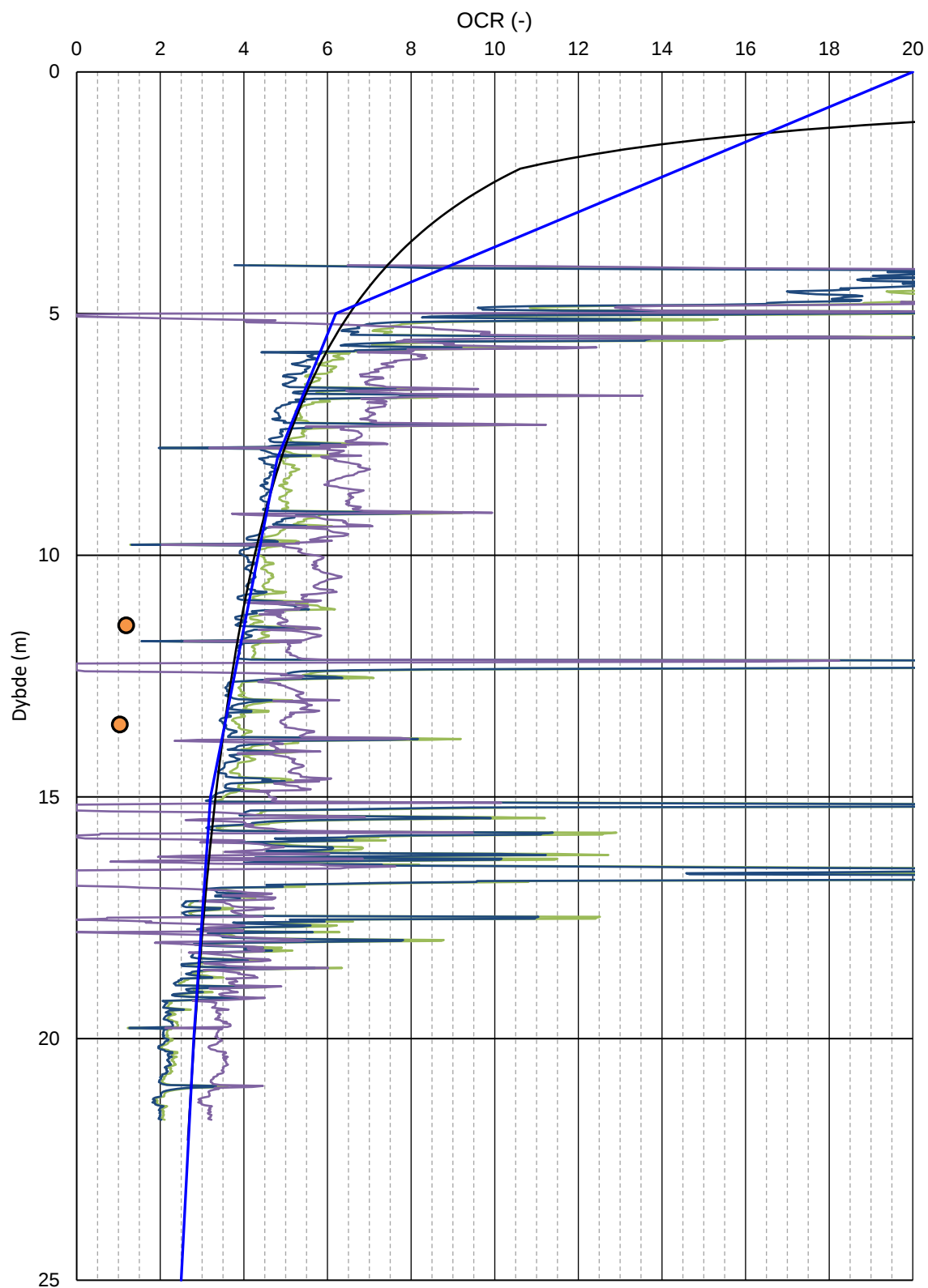
Udrenert skjærstyrke

s_u (kPa)



- s_u , Nke (Paniagua 2019)
- s_u f(qnet,du,w) (Paniagua 2019)
- - - s_u Ashansep: OCR tidligere terreng
- s_u A,NC
- × Målt fra treacks
- Målt fra enaks
- s_u , Nkt (Paniagua 2019)
- s_u f(p0',OCR,w) (Paniagua 2019)
- - - s_u Ashansep: OCR trend
- Valgt aktivt skjærstyrkeprofil
- ▽ Målt fra konus

	Oppdragsgiver Ringerike kommune	Prosjekt nr. 23045	Vedlegg nr. 1.1
	Prosjekt Soneutredning Ringerike	Dato 18.01.24	Borpunkt 864-4
	Forklaring Tolkning udrenert skjærstyrke, s_u	Ansvarlig ECK	Kontrollert AES



— 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	Vedlegg nr. 1.1
Prosjekt Soneutredning Ringerike	Dato: 18.01.24	Borpunkt 864-4
Forklaring OCR-profiler	Ansvarlig ECK	Kontrollert AES

Klassifisering av anvendelsesklasse iht. NGF melding 5

Tabell 5.2. Anvendelsesklasser for CPT og CPTU.

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

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

Anvendelsesklasse	Tillatt nullpunktsforskyvning		
	Spissmotstand (kPa)	Sidefriksjon (kPa)	Poretrykk (kPa)
1	97,45	5,00	16,14
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	29,2	-1,6	-5,3

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 864-4	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Anvendelsesklasse	1	1	1
Nullpunktsavvik	29,2 kPa	-1,6 kPa	-5,3 kPa

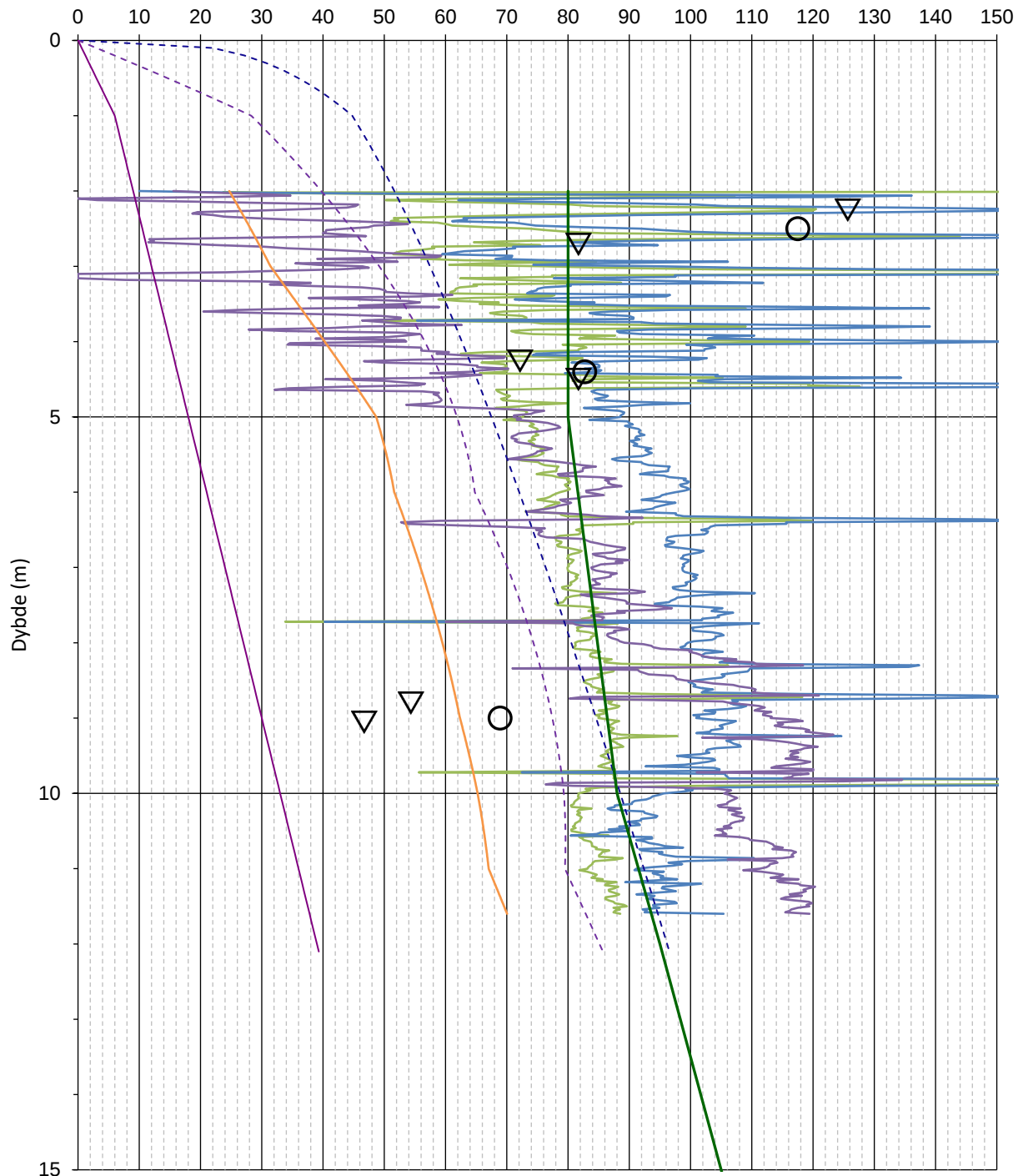
Største helningsavvik: 7 °



Oppdragsgiver Ringerike kommune	Prosjekt nr. 23045	Vedlegg nr. 1.1
Prosjekt Soneutredning Ringerike	Dato 18.01.24	Borpunkt 864-4
Forklaring Klassifisering av anvendelsesklasse	Ansvarlig ECK	Kontrollert AES

Udrenert skjærstyrke

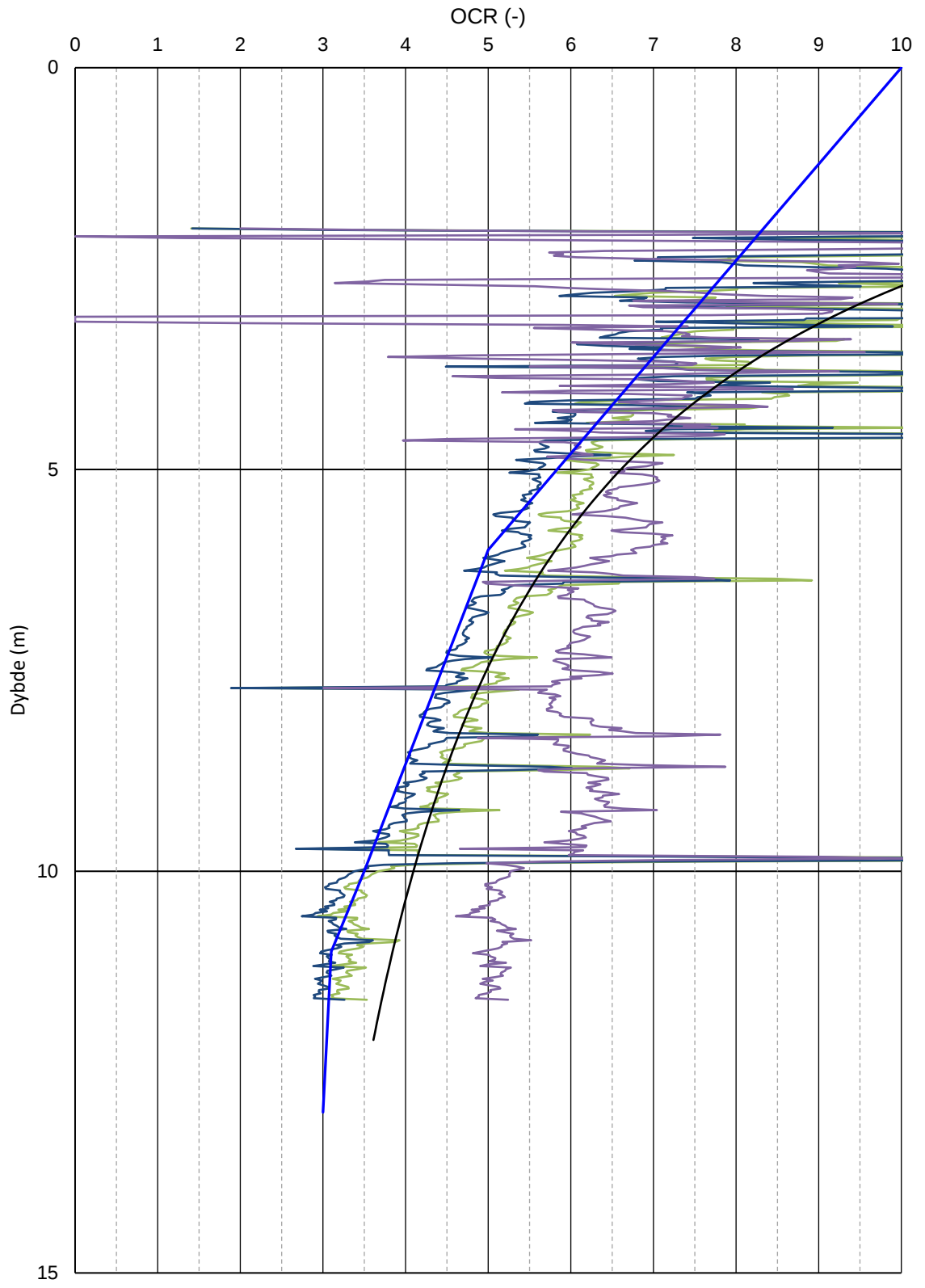
s_u (kPa)



- s_u , Nke (Paniagua 2019)
- s_u , Nkt (Paniagua 2019)
- s_u f(qnet,du,w) (Paniagua 2019)
- s_u f(p0',OCR,w) (Paniagua 2019)
- - - s_u Ashansep: OCR tidligere terreng
- - - s_u Ashansep: OCR trend
- s_u A,NC
- Valgt aktivt skjærstyrkeprofil
- ▽ Målt fra konus
- Målt fra enaks



Oppdragsgiver Ringerike kommune	Prosjekt nr. 23045	Vedlegg nr. 1.1
Prosjekt Soneutredning Ringerike	Dato 18.01.24	Borpunkt 864-5
Forklaring Tolkning udrenert skjærstyrke, s_u	Ansvarlig ECK	Kontrollert AES



— 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	Vedlegg nr. 1.1
Prosjekt Soneutredning Ringerike	Dato: 18.01.24	Borpunkt 864-5
Forklaring OCR-profiler	Ansvarlig ECK	Kontrollert AES

Klassifisering av anvendelsesklasse iht. NGF melding 5

Tabell 5.2. Anvendelsesklasser for CPT og CPTU.

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

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

Anvendelsesklasse	Tillatt nullpunktsforskyvning		
	Spissmotstand (kPa)	Sidefriksjon (kPa)	Poretrykk (kPa)
1	49,28	5,00	10,98
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	32,2	-2,4	-2,5

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 864-5	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Anvendelsesklasse	1	1	1
Nullpunktsavvik	32,2 kPa	-2,4 kPa	-2,5 kPa

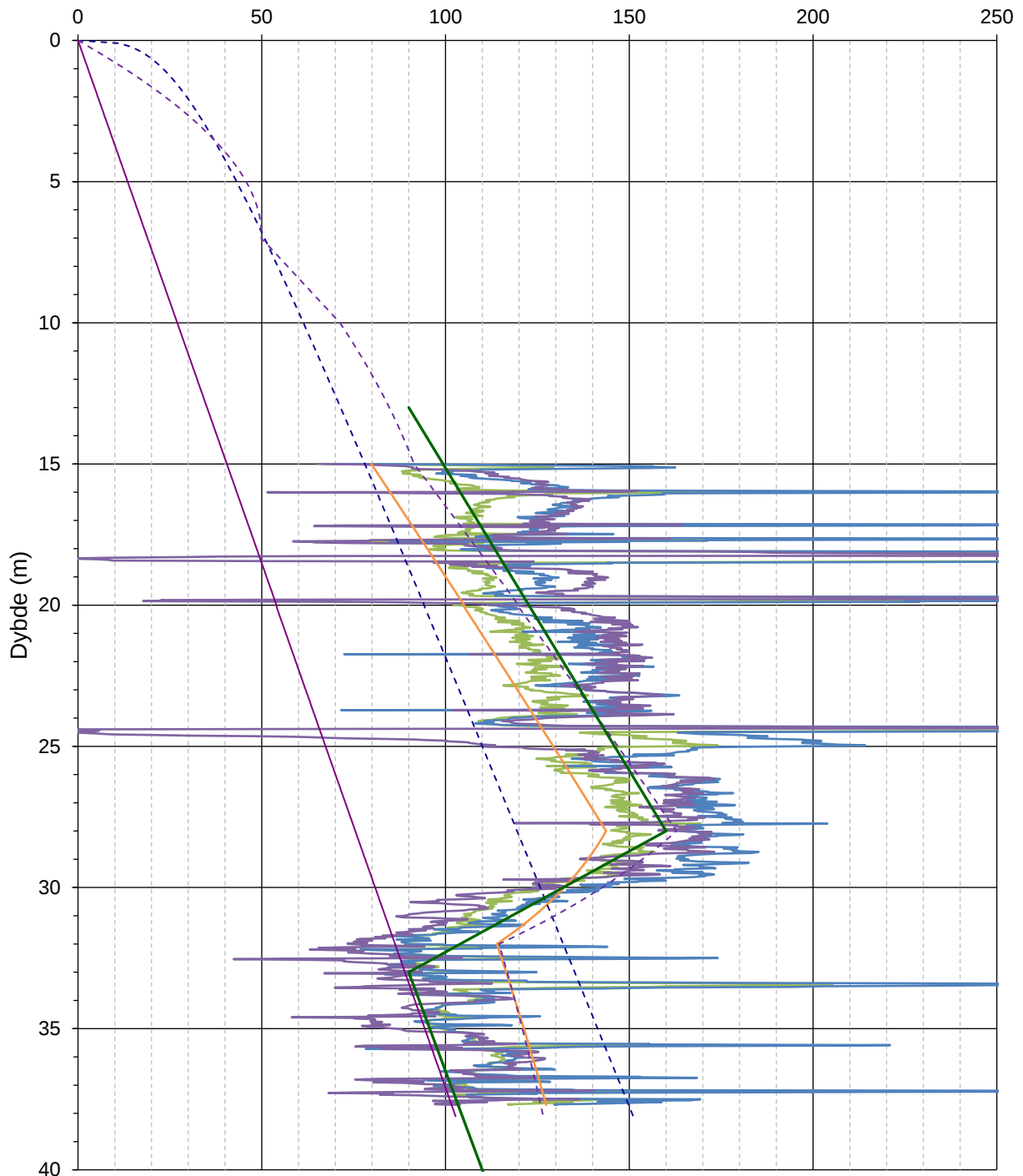
Største helningsavvik: 5,74 °



Oppdragsgiver Ringerike kommune	Prosjekt nr. 23045	Vedlegg nr. 1.1
Prosjekt Soneutredning Ringerike	Dato 18.01.24	Borpunkt 864-5
Forklaring Klassifisering av anvendelsesklasse	Ansvarlig ECK	Kontrollert AES

Udrenert skjærstyrke

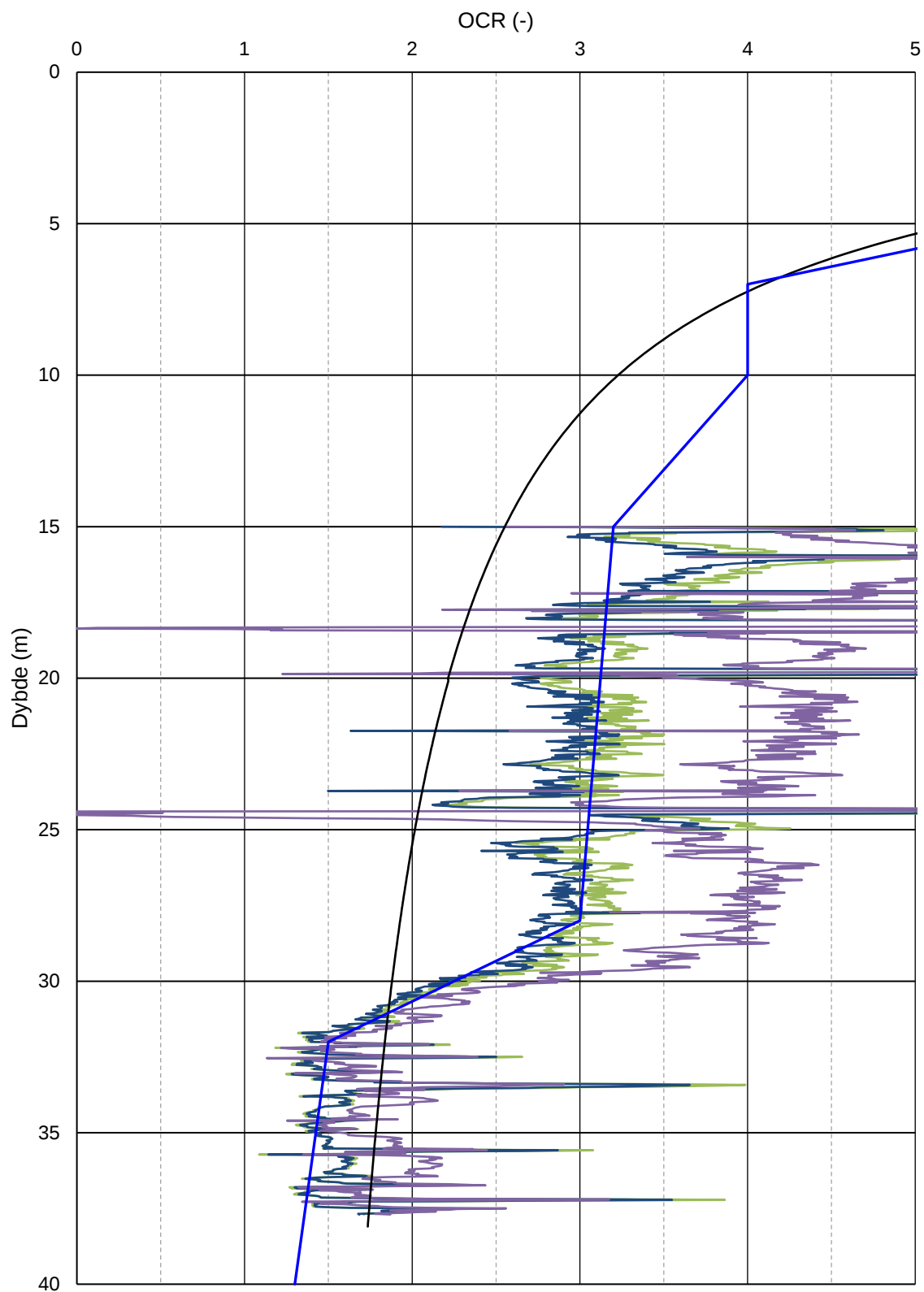
s_u (kPa)



- su, Nke (Paniagua 2019)
- su, Nkt (Paniagua 2019)
- su f(qnet,du,w) (Paniagua 2019)
- su f(p0',OCR,w) (Paniagua 2019)
- - - suASHansep: OCR tidligere terreng
- - - suASHansep: OCR trend
- suA,NC
- Valgt aktivt skjærstyrkeprofil



Oppdragsgiver Ringerike kommune	Prosjekt nr. 23045	Vedlegg nr. 1.1
Prosjekt Soneutredning Ringerike	Dato 18.01.24	Borpunkt 864-6
Forklaring Tolkning udrenert skjærstyrke, s_u	Ansvarlig ECK	Kontrollert AES



— 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	Vedlegg nr. 1.1
Prosjekt Soneutredning Ringerike	Dato: 18.01.24	Borpunkt 864-6
Forklaring OCR-profiler	Ansvarlig ECK	Kontrollert AES

Klassifisering av anvendelsesklasse iht. NGF melding 5

Tabell 5.2. Anvendelsesklasser for CPT og CPTU.

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

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

Anvendelsesklasse	Tillatt nullpunktsforskyvning		
	Spissmotstand (kPa)	Sidefriksjon (kPa)	Poretrykk (kPa)
1	85,11	5,00	16,79
2	100,00	15,00	25,19
3	200,00	25,00	50,00
4	500	50,00	

Nullpunktsverdier	Spissmotstand (kPa)	Sidefriksjon (kPa)	Poretrykk (kPa)
Før			
Etter			
Nullpunktsforskyvning	50,7	-5	2,3

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 864-6	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Anvendelsesklasse	1	1	1
Nullpunktsavvik	50,7 kPa	-5 kPa	2,3 kPa


Største helningsavvik: 5,39 °



Oppdragsgiver Ringerike kommune	Prosjekt nr. 23045	Vedlegg nr. 1.1
Prosjekt Soneutredning Ringerike	Dato 18.01.24	Borpunkt 864-6
Forklaring Klassifisering av anvendelsesklasse	Ansvarlig ECK	Kontrollert AES

Tillegg 1.3

Tolkning av treaksialforsøk

 Løvlien Georåd	Oppdragsgiver Ringerike Kommune	Prosjekt nr. 23045	Tillegg nr. 1.3
	Prosjekt Soneutredning Ringerike	Dato 17.01.2024	Revisjon 00
	Tittel Tolkning av treaksialforsøk	Ansvarlig ECK	Kontrollert AES

Sammenstilling treksialforsøk

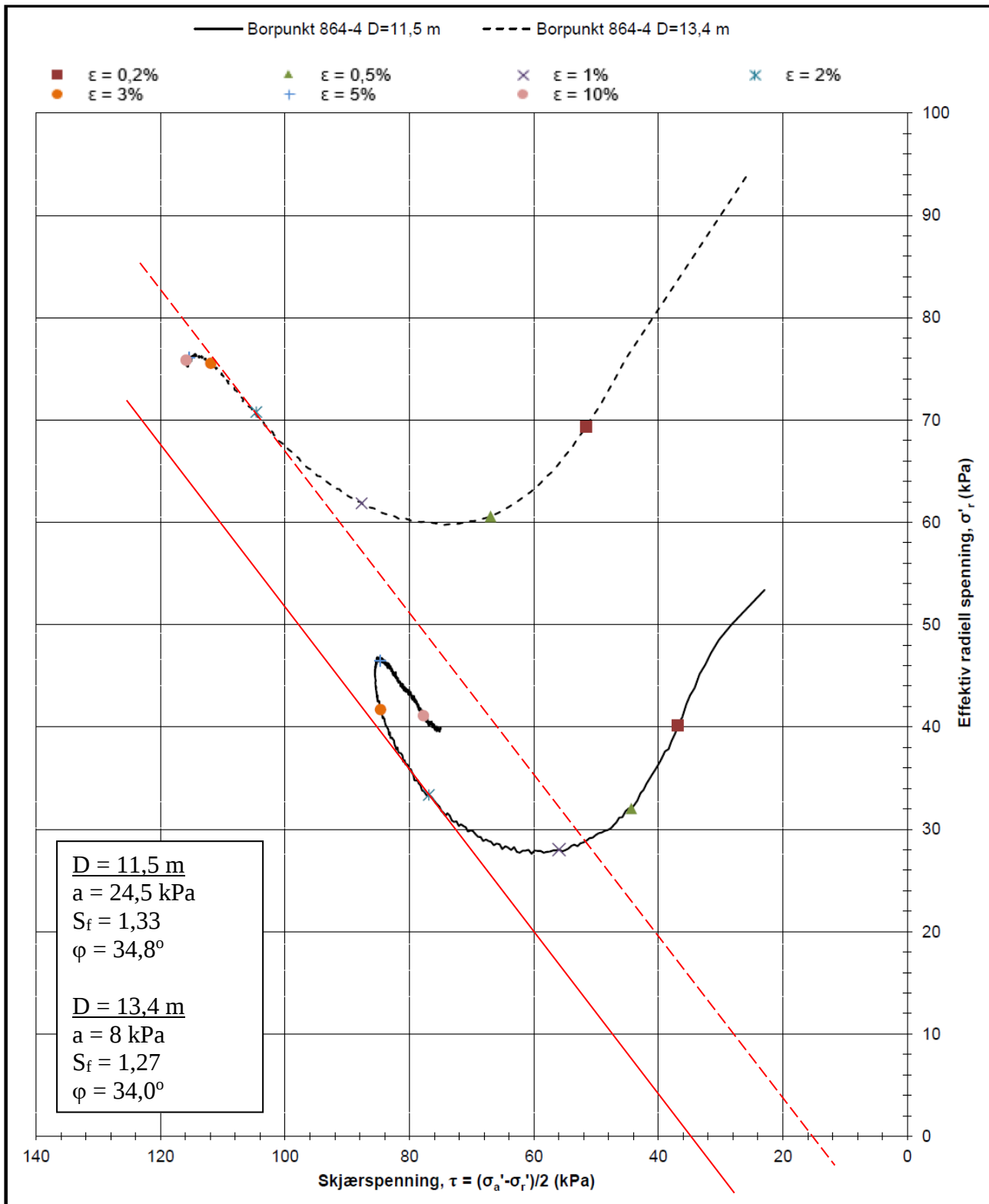
Punkt	Dybde (m)	Kote (m.o.h)	Sylinder (mm)	Type forsøk	B (-)	$\varepsilon_{volc}/\varepsilon_{ac}$ (-)	$\Delta e/e_0$ (-)	OCR (-)	σ_a (kPa)	σ_r (kPa)	K_0 (-)	Målt s_u^A (kPa)	Brudd.tøyn. ε_f (%)
864-4	11,5	112,7	54	CAUC	1,0	4,9	0,132	1,6	99,2	53,4	0,54	85,6	3,8
864-4	13,4	112,7	54	CAUC	0,9	1,9	0,054	1,9	145,6	93,7	0,64	116,2	10,0

Sammenstilling kvalitet

Punkt	Forsøkskvalitet ut fra utpresset porevann (jfr. Tabell 2-4 i Statens vegvesen håndbok V220)	Forsøkskvalitet ut fra OCR og porettall (jfr. Tabell 6 i NGF melding nr. 11)
864-4	Dårlig	Veldig dårlig
864-4	God til bra	Dårlig

Kommentar:

B-verdien for treksforsøkene tilsier at prøvene var godt mettet før skjærforsøket startet.




	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Ringerike Kommune	23045	R03C74
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Soneutredning Ringerike	1 av 3	864-4
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Treaksialforsøk, τ vs σ'ᵣ	KS	ECK	

Treaksialforsøk punkt 864-4, dybde 11,5 og 13,4 m

Tillegg 1.4

Tolkning av ødometerforsøk

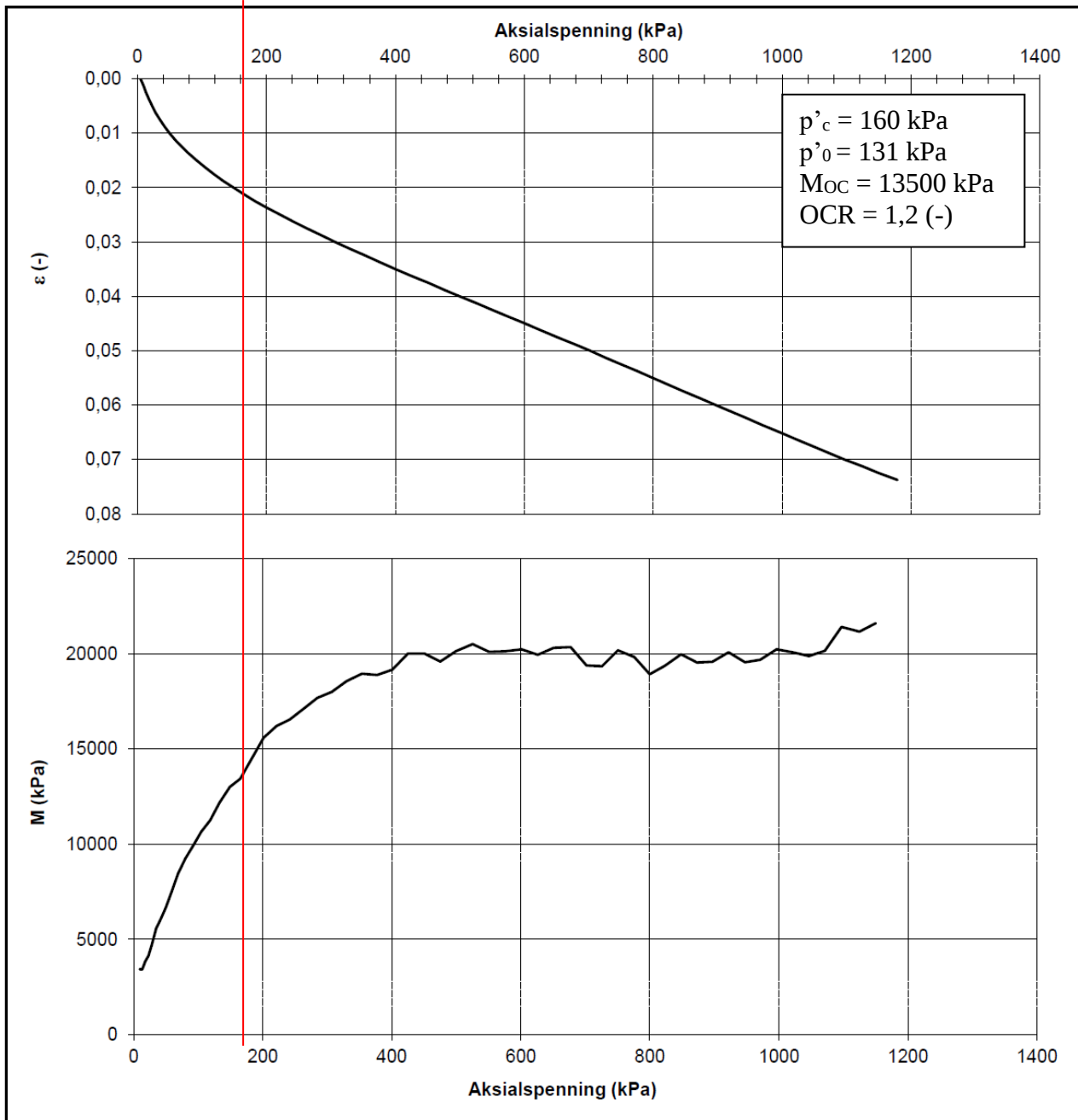
 Løvlien Georåd	Oppdragsgiver Ringerike Kommune	Prosjekt nr. 23045	Tillegg nr. 1.4
	Prosjekt Soneutredning Ringerike	Dato 17.01.2024	Revisjon 00
	Tittel Tolkning av ødometerforsøk	Ansvarlig ECK	Kontrollert AES


Sammenstilling ødometerforsøk

Punkt	Dybde (m)	Kote (m.o.h)	p_0' (kPa)	p_c' (kPa)	M_{OC} (kPa)	m (-)	OCR (-)
864-4	11,45	112,7	131	160	13500	*	1,2
864-4	13,5	112,7	155	160	14000	*	1,0

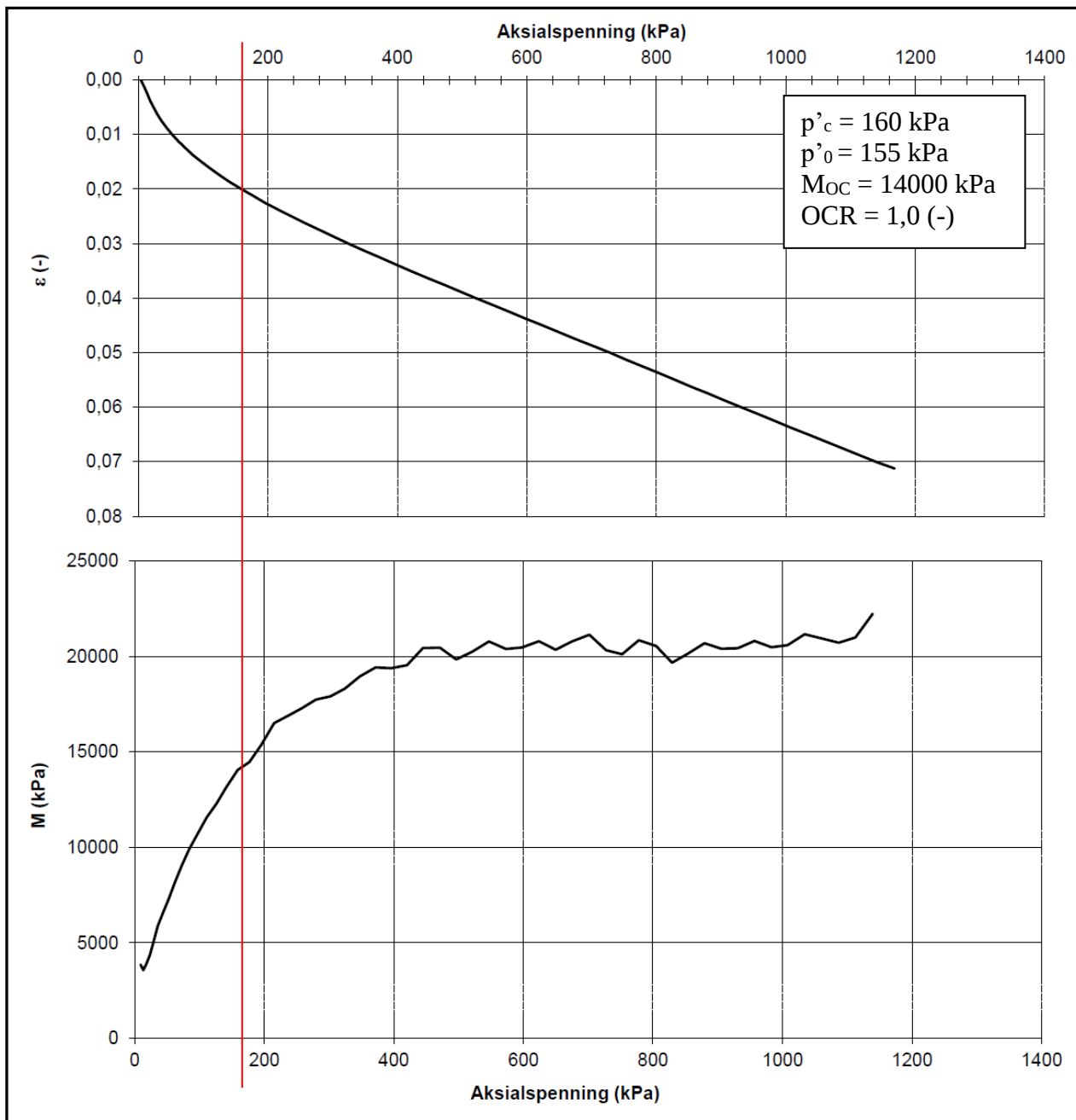
Kommentarer til ødometerforsøkene


Punkt	Kommentar
864-4	Forstyrret, vanskelig å tolke p_c' . Slapp oppførsel opp til M_{OC} . *Vanskelig å tolke m.
864-4	Forstyrret, vanskelig å tolke p_c' . Slapp oppførsel opp til M_{OC} . *Vanskelig å tolke m.



Dato prøvetagning	30.08.2023	Dato forsøk	11.09.2023
Dybde (m)	11,45	Prøve nr.	1
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	19,7	Kommentar	-
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	26,7		
	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Ringerike Kommune	23045	R03C63
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Soneutredning Ringerike	1 av 2	864-4
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Ødometerforsøk, ε &M vs σ'	GN	ECK	

Ødometerforsøk punkt 864-4, dybde 11,45 m



Dato prøvetagning	30.08.2023	Dato forsøk	12.09.2023
Dybde (m)	13,5	Prøve nr.	2
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	20	Kommentar	-
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	25,9		
	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Ringerike Kommune	23045	R03C64
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Soneutredning Ringerike	1 av 2	864-4
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Ødometerforsøk, ε &M vs σ'	GN	ECK	

Ødometerforsøk punkt 864-4, dybde 13,5 m

Evaluering av skadekonsekvens				Konsekvens, score			
Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	3	2	1	0
Boligheter, antall	3	4	12	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	0	3	0	>50	10 - 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	0	1	0	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	3	2	6	>5000	1001 - 5000	100 - 1000	Ingen
Toglinje, baneprioritet	0	2	0	1 - 2	3 - 4	5	Ingen
Kraftnett	1	1	1	Sentral	Regional	Distribisjon	Lokal
Oppdemning, flom	0	2	0	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	3	1	3	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	2	4	> 30	20 - 30	15 - 20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	1	2	2	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	>2,0
Poretrykk	-3	3	-9	> +30 > -50	10 - 30 -(20 - 50)	0 - 10 -(0 - 20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	3	2	6	>H/2	H/2 - H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	3	1	3	>100	30 - 100	20 - 30	<20
Erosjon	1	3	3	Aktiv/glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep	1	3	3	Stor Stor	Noe Noe	Liten Liten	Ingen
Sum			15	51	34	16	0
% av maksimal poengsum:			29 %				
Faregrad:			Lav faregrad				

Risikoverdi (skadekons. x faregrad):			1 242	Risikoklasse: 3
Risikoklasse 1	0	170	X	
Risikoklasse 2	171	630		
Risikoklasse 3	631	1900		
Risikoklasse 4	1901	3200		
Risikoklasse 5	3201	10000		

Oppdragsleder Ringerike Kommune	Prosjekt nr.	23045	Vedlegg nr.	1.5
	Soneutredning Ringerike	Dato	18.01.2024	Revisjon
Forklaring	Ansvarlig	ECK	Kontrollert	AES
Klassifisering faresone Follumåsen Sør Profil 864-1 og -5 (s. 1/2)				

Evaluering av skadekonsekvens

Faktorer	Valgt verdi	Kommentar:
Boligheter, antall	3	Tett bebyggelse
Næringsbygg, personer	0	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	0	Ingen
Vei, ÅDT	3	Soknedalsveien ligger i sør med ÅDT ca. 5700 (2022)
Toglinje, baneprioritet	0	Ingen
Kraftnett	1	Distribusjonsnett
Oppdemning, flom	0	Ingen

Evaluering av faregrad

Faktorer	Valgt verdi	Kommentar:
Tidligere skredaktivitet	3	Området ligger innenfor en tidligere skredgrop iht. løsmassekart fra NGU
Skråningshøyde, meter	2	Aktuell skråning er ca. 25 m høy
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	1	Utførte ødometerforsøk og CPTu indikerer overkonsolidert i bunn skråning
Poretrykk	-3	Relativt stor mektighet av sand på toppen og nedsatte poretrykksmålere ble målt tørre. Poretrykksmålere i nærheten (Borpunktsnr 5G16002D og 5G16003P i sone 865 Veienmarka) indikerer poreundertrykk mellom ca. 70-80 kPa ved sammenlignbare grunnforhold og topografi.
Kvikkleiremektighet	3	Ukjent dybde til berg, antar derfor høyeste score
Sensitivitet	3	Målte verdier viser verdier > 100
Erosjon	1	Litt erosjon langs GS-vei i sør.
Inngrep	1	Trolig enkelte utfyllinger ifbm boligene i sonen.

Evaluering av skadekonsekvens				Konsekvens, score			
Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	3	2	1	0
Boligheter, antall	3	4	12	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	0	3	0	>50	10 - 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	0	1	0	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	2	4	>5000	1001 - 5000	100 - 1000	Ingen
Toglinje, baneprioritet	2	2	4	1 - 2	3 - 4	5	Ingen
Kraftnett	1	1	1	Sentral	Regional	Distribisjon	Lokal
Oppdemning, flom	3	2	6	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum			27	45	30	15	0
% av maksimal poengsum:			60 %				
Konsekvensklasse:			Meget alvorlig				

Evaluering av faregrad				Faregrad, score			
Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	1	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	2	4	> 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 > -50	10 - 30 -(20 - 50)	0 - 10 -(0 - 20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	2	4	>H/2	H/2 - H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	1	1	>100	30 - 100	20 - 30	<20
Erosjon	1	3	3	Aktiv/glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep	1	3	3	Stor Stor	Noe Noe	Liten Liten	Ingen
Sum			20	51	34	16	0
% av maksimal poengsum:			39 %				
Faregrad:			Middels faregrad				

Risikoverdi (skadekons. x faregrad):			2 353	Risikoklasse: 4
Risikoklasse	1	0	170	X
Risikoklasse	2	171	630	
Risikoklasse	3	631	1900	
Risikoklasse	4	1901	3200	
Risikoklasse	5	3201	10000	

Oppdragsleder Ringerike Kommune	Prosjekt nr.	23045	Vedlegg nr. 1.6
	Soneutredning Ringerike	Dato	
Klassifisering faresone Follumåsen Øst Profil 864-2 og -6 (s. 1/2)	Forklaring	Ansvarlig	Revisjon
		ECK	Kontrollert AES

Evaluering av skadekonsekvens

Faktorer	Valgt verdi	Kommentar:
Boligheter, antall	3	Tett bebyggelse
Næringsbygg, personer	0	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	0	Ingen
Vei, ÅDT	2	Hofsossveien med ÅDT ca. 1900 (2022)
Toglinje, baneprioritet	2	Randsfjordbanen
Kraftnett	1	Distribusjonsnett
Oppdemning, flom	3	Mot Begna

Evaluering av faregrad

Faktorer	Valgt verdi	Kommentar:
Tidligere skredaktivitet	1	Ingen registrerte skred i området, men observert mindre utglidninger i sandmasser ned mot elva
Skråningshøyde, meter	2	Aktuell skråning ned mot Begna er ca. 20 m høy fra antatt elvebunn
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	Utførte CPTu indikerer svak overkonsolidering
Poretrykk	0	Relativt stor mektighet av sand på toppen og nedsatte poretrykksmålere ble målt tørre
Kvikkleiremektighet	2	Ukjent dybde til berg, antar derfor høyeste score
Sensitivitet	1	Målte verdier viser lav sensitivitet
Erosjon	1	Litt erosjon kartlagt langs elva
Inngrep	1	Trolig enkelte utfyllinger ut mot elva