



Åpen

Ringerike kommune

Grunnundersøkelser Krakstadmarka

Geoteknisk stabilitetsvurdering

20250410

1010045_GEO_002_20250410





Med mindre annet er skriftlig avtalt, tilhører alle rettigheter til dette dokument **WSP Norge AS**.

Innholdet – eller deler av det – må ikke benyttes til andre formål eller av andre enn det som fremgår av avtalen. WSP Norge har intet ansvar hvis dokumentet benyttes i strid med forutsetningene. Med mindre det er avtalt at dokumentet kan kopieres, kan dokumentet ikke kopieres uten tillatelse fra WSP Norge.

RAPPORT

Oppdragsnavn:	Grunnundersøkelser Krakstadmarka		
Oppdragsgiver:	Ringerike kommune		
Kontaktperson:	Heidi Skagnæs		
Emne:	Geoteknisk stabilitetsvurdering		
Dokumentkode:	1010045_GEO_002_20250410		
Ansvarlig enhet:	GEO	Utført av:	Matthew Ryans & Inès Mane Stenhammer
Tilgjengelighet:	Åpen	Dato:	10.04.2025

SAMMENDRAG:

WSP har vurdert den geotekniske stabiliteten i ravinen basert på både nyere og historisk data. Undersøkelsene tyder på at det finnes sprøbruddmateriale fra ca. 60-65 moh. og ned til ubestemt dybde, noe som sannsynligvis henger sammen med elvenivået og konsolideringstilstanden. Sannsynlige skred-mekanismer omfatter grunne skred som utløses av sesongmessige variasjoner i fuktighet. Klassiske kvikkleireskred anses som usannsynlige på grunn av dybden på sprøbruddmaterialet, men erosjon kan fortsatt øke risikoen i fremtiden.

Anbefalte administrative tiltak omfatter regelmessige inspeksjoner, håndtering av masser og overflatevann i nærheten av bygninger, samt involvering av en geotekniker ved større skred. Innløpet til dreneringsrøret bør renses for overflødig sediment, risten bør skiftes ut, og det bør vurderes å sette opp et silgjerde. Skråningen ved innløpet er marginalt stabil, og det bør utarbeides en beredskapsplan for å håndtere eventuelle skred som kan blokkere vannføringen i bekken eller overvannssystemet.

Det anbefales ikke ytterligere vesentlige tiltak på nåværende tidspunkt, og mange områder kan tillates å utvikle seg naturlig. Ytterligere detaljer fra vurderingen og mer spesifikke anbefalinger er gitt, sammen med en drøfting av tilleggstiltak som kan være aktuelle å vurdere i fremtiden.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV
0.0	10.04.2025	Geoteknisk stabilitetsvurdering	Matthew Ryans Inès M. Stenhammer	Simon Gerlach

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	Introduksjon	5
2.	Bakgrunnsinformasjon	6
2.1.	Terreng- og grunnforhold	6
2.2.	Tidligere grunnundersøkelser	8
2.3.	Registrert naturfare	10
2.4.	Befaring	10
2.5.	Geotekniske feltundersøkelser	14
3.	Grunnlag for stabilitetsvurderinger	14
3.1.	Grenser og snitt for stabilitetsanalyse	14
3.2.	Lagdeling/stratigrafi	15
3.3.	Tolkning av materialparametere	15
3.4.	Poretrykk og grunnvann	17
4.	Stabilitetsvurderinger	18
4.1.	Generelt	18
4.2.	Beregningsverktøy	19
4.3.	Resultater	19
5.	Diskusjon og Anbefalinger	20
5.1.	Diskusjon av tilleggstiltak	24
6.	Oppsummering	27
7.	Referanser	28

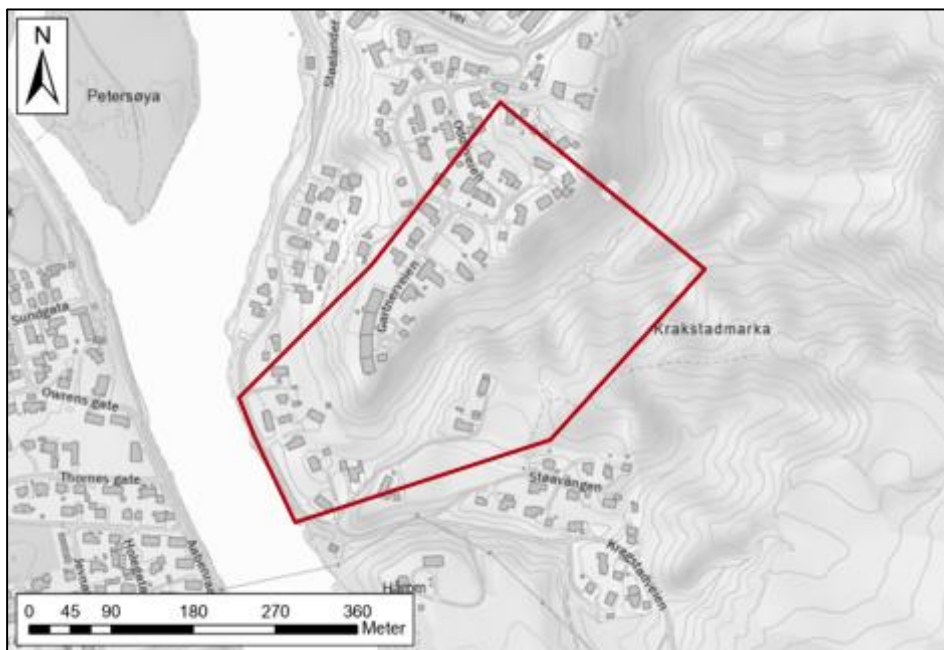
1. INTRODUKSJON

WSP Norge AS (WSP) har på oppdrag for Ringerike kommune utført geotekniske grunnundersøkelser i et ravineområde i Krakstadmarka i Hønefoss (jf. figur 1). Den nordlige kanten av området er bebyggt med flere boliger, imens den sørlige delen er spredt bebyggt med kun noen få bolighus. Storelva ligger omtrent 100 meter vest for området og fungerer som mottaker av overvann. Flere geotekniske undersøkelser har tidligere blitt gjennomført i området, og den nordlige siden av ravinen ligger innenfor den registrerte kvikkleiresonen "Stølandet, nr. 867". WSP har gjennomført en separat, men relatert undersøkelse som resulterte i en anbefaling om å utvide sonen til å omfatte mesteparten av tiltaksområdet /1/.

Den 23.09.2024, under en feltbefaring i forbindelse med et nærliggende prosjekt, ble WSP kontaktet av en beboer som informerte om en nylig flomhendelse knyttet til ravinen. Ved inspeksjon observerte WSP potensielt sensitive løsmasser, tegn på erosjon og mindre skred. Siden WSP allerede gjennomførte en geoteknisk undersøkelse i nærheten, ble fire ekstra borehull inkludert i feltprogrammet for å undersøke ravinen nærmere.

Sprøbruddmateriale ble påvist i to av borehullene knyttet til oppdraget, samt i ett borehull relatert til det pågående WSP/Ringerike-prosjektet. Den geotekniske undersøkelsen ble utført av Romerike Grunnboring AS, og resultatene fra felt- og påfølgende laboratorieundersøkelser er presentert i en egen datarapport (/2/).

Denne rapporten beskriver vurderingen av den geotekniske stabiliteten til ravinen innenfor undersøkelsesområdet og gir anbefalinger for tiltak og videre undersøkelser. Rapportens omfang er begrenset til en vurdering av dagens situasjon for den naturlige skråningen. WSP er ikke kjent med noen planlagte nybygg i området som vil påvirke ravinen.



Figur 1 - Oversiktskart over Krakstadmarka. Rød polygon viser undersøkelsesområdet /3/.

2. BAKGRUNNSINFORMASJON

2.1. TERRENG- OG GRUNNFORHOLD

Figur 2 viser et bratthetskart over ravineområdet. Området har markante bratte skråninger på begge sider av ravinen, med helningsvinkler på over 30 grader, noe som gjør skråningene moderat ustabil. Kartet illustrerer platået med ravinedalen imellom.

Høydespranget fra toppen til bunnen av ravinen varierer mellom omtrent 25 og 35 meter. Ravinebunnen stiger slakt oppover i nordøstlig retning, mens sideterrenget er bratt. En bekk renner gjennom området og munner ut i Storelva.

Terrengprofiler er vist sammen med stabilitetsberegninger i Vedlegg 1.



Figur 2 – Bratthetskart av Krakstadmarka. Rød polygon viser undersøkelsesområdet /3/.

2.1.1. KVARTÆERGEOLOGI OG BERGGRUNN

Området har en kompleks kvartærgeologisk historie som blant annet er preget av vekslinger mellom fluvial og marin sedimentasjon som følge av elvens meanderende natur og gradvis landheving. Det har også gått flere skred i området. Grunnet dette kan det forventes variasjoner i områdets stratigrafi og massefraksjoner.

NGUs berggrunnskart beskriver ikke berggrunnen under Krakstadmarka, men angir kvartære løsmasser /3/. Berggrunnskartet viser at det vest for elva er eldre krystalline bergarter, og at det øst for elva er yngre sedimentære bergarter.

2.1.2. KVIKKLEIRE

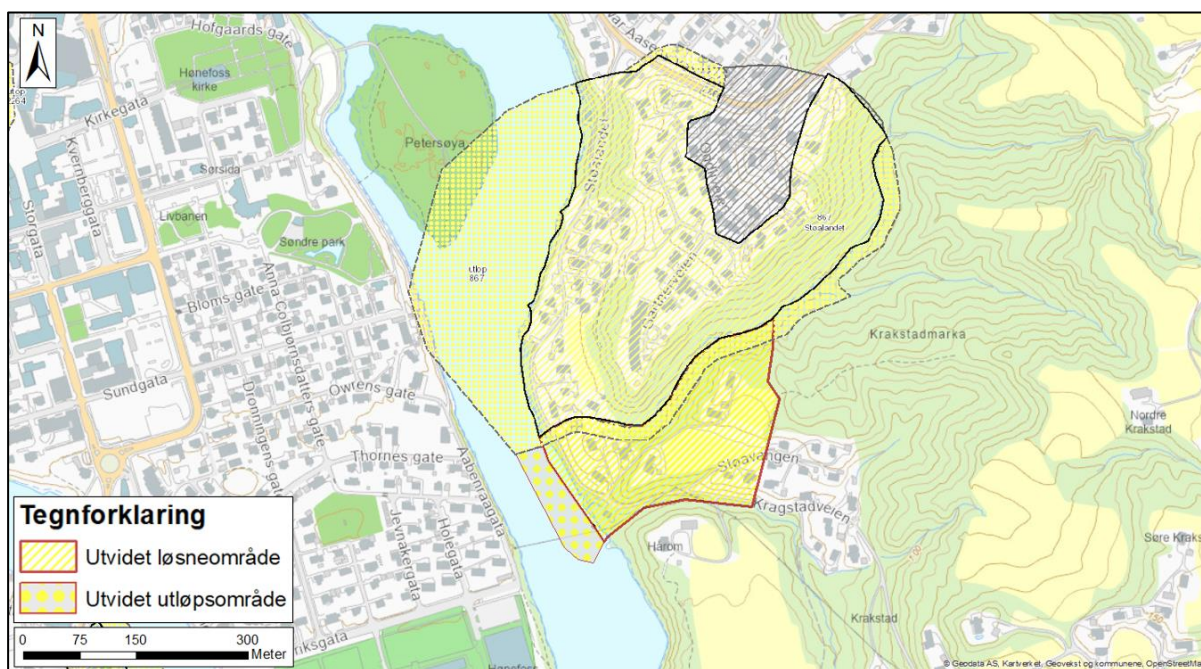
Undersøkelsesområdet ligger under marin grense (MG), hvilket medfører sannsynlighet for opptreden av marin leire. Iht. NGU er området kartlagt med «svært stor» mulighet for marin leire og løsmassene er beskrevet som «hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, ofte med stor mektighet» og «elve- og bekkeavsetning».

Nasjonal database for grunnundersøkelser (NADAG) viser at det er sikre kvikkleirepåvisninger i området (/4/).

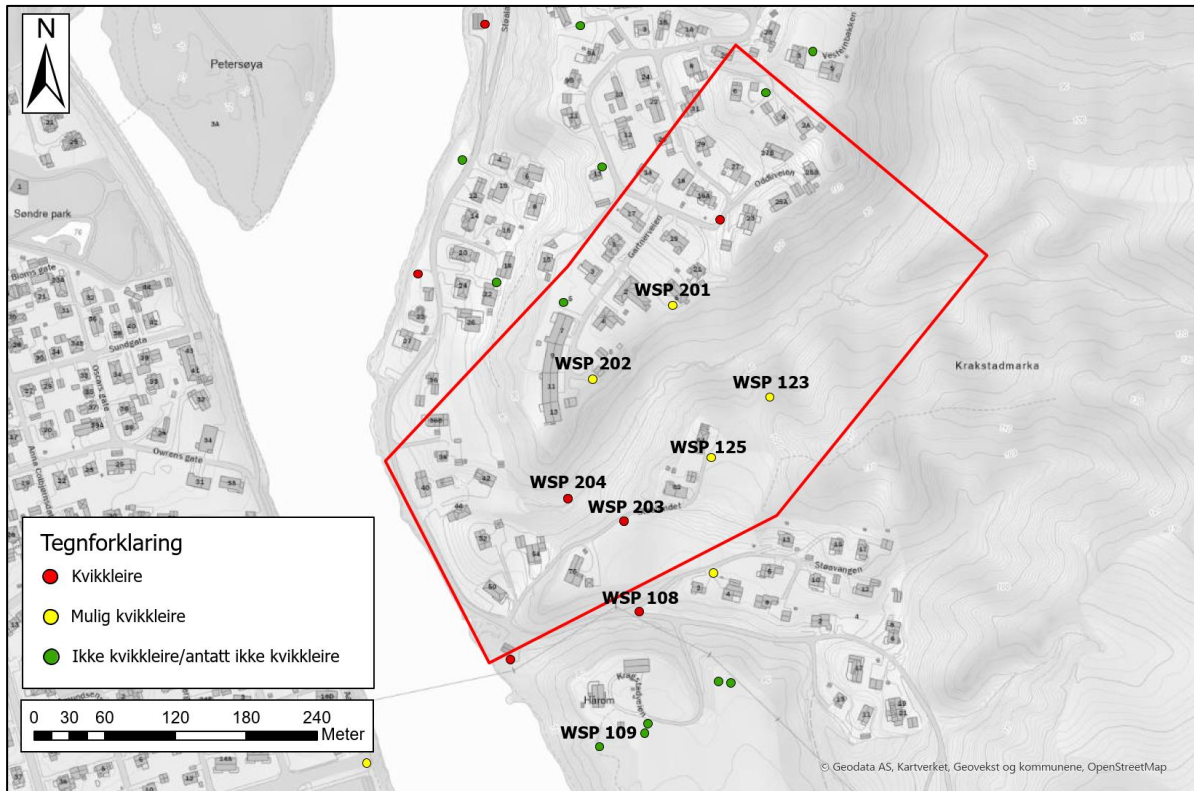
Iht. NVE ligger deler av området i en kartlagt kvikkleiresone («Stølandet», nr. 867) gitt risikoklasse 3 (/5/). Dens løsneområde omfatter det bebygde området nord for ravinen, samt skråningen på nordsiden av bekken som går gjennom ravinen. Iht. den kartlagte kvikkleiresonen avgrenses sonens utløpsområde til ravinens sørlige skråning. WSP gjennomførte en separat, men relatert geoteknisk undersøkelse som avdekket flere punkter med sprøbruddmateriale, og har foreslått en utvidet sone som vist i figur 3. Figur 4 viser de ekstra borehullene og tolkningene som ble brukt til å redefinere kvikkleiresonen.

Generelt, når det refereres til kartlagte kvikkleiresoner, bemerkes det at kvikkleire også kan påtreffes utenfor de avgrensede sonene. Dette illustreres i funnene fra denne undersøkelsen, hvor sprøbruddmateriale ble påvist.

Hele området ligger innenfor NVEs aktsomhetsområde for kvikkleireskred (/6/) som følge av opptreden av marin leire, samt at området innfrir terrengkriteriene for kvikkleireskred gitt i NVEs veileder 1/2019.



Figur 3 – Opptegning av utvidet løsne- og utløpsområde for «Stølandet, nr. 867» /1/



Figur 4 – Borehull med mulighet for kvikkleire.

2.1.3. SETNINGER/INSAR

Det er begrenset med setningsdata fra InSAR som dekker ravinen, men det er generelt lite tegn til setninger i områdene som grenser til ravinen.

2.2. TIDLIGERE GRUNNUNDERSØKELSER

Flere tidligere undersøkelser og studier har blitt gjennomført i tilknytning til prosjektområdet. Noen av disse er listet og vist nedenfor i



tabell 1. Informasjon fra følgende arbeider er benyttet i denne vurderingen.

NGI, 2012

Grunnundersøkelser i Krakstadmarka har ikke påvist kvikkleire, men det forbeholdes at flere boringer er grunne og at det ikke er boret i elvekanten. Massene blir beskrevet til å hovedsakelig bestå av siltig leire med sand og siltlag.

ØRP, 2019

ØRP sin rapport beskriver lagdelt grunn, hovedsakelig bestående av leire, silt og sand. Løsmasse-mektigheten er stor (over 80 m i et borehull). Det ble oppdaget kvikkleirelag i 9 av 10 borpunkter.

WSP, 2025

WSP gjennomførte en geoteknisk undersøkelse som støtte for en områdestabilitetsvurdering. Sprøbruddmateriale ble påvist, spesielt i WSP 108, som grenser til prosjektområdet.

Tabell 1 - Oversikt over relevante tidligere grunnundersøkelser i undersøkelsesområdet.

Ref. nr.	Firma	År	Rapportnavn	Dokumentnr.
/1/	WSP Norge AS	2025	Schjongslunden regulering - Geoteknisk notat – Områdestabilitet	1009725-GEO-003-20250213
/2/	WSP Norge AS	2025	Grunnundersøkelser Krakstadmarka/Stølandet - Geoteknisk datarapport	1010045-GEO-001-20250221
/7/	WSP Norge AS	2025	Grunnundersøkelser Schjongslunden, Tanbergåsen og Krakstadmarka - Geoteknisk datarapport	1009725-GEO-002-20250121
/8/	WSP Norge AS	2024	Schjongslunden reguleringsplan - geoteknisk grunnundersøkelse, datarapport	1009725-GEO-001-20241206
/9/	Golder Associates AS	2020	Hjertlia - Geoteknisk grunnundersøkelse, datarapport	20142941-9
/10/	Golder Associates AS	2021	Hjertlia, Hønefoss - Geoteknisk prosjektrapport	20142941-10
/11/	Brødrene Myhre AS	2011	Kragstadmarka Ringerike kommune - Grunnundersøkelser, Feltrapport OKT. - NOV. 2011	-
/12/	NGI	2012	Krakstadmarka, Hønefoss - Stabilitetsvurderinger	20110293-00-3-R
/13/	ØRP AS	2019	Geoteknisk utredning kvikkleirefaresone 867 "Støaveien". Grunnundersøkelser - Datarapport	040.18H/MW - Rapport nr. 1
/14/	ØRP AS	2019	Geoteknisk utredning kvikkleirefaresone 867 "Støaveien" (nytt navn: "Stølandet"). Prosjektrapport - Utredning av områdestabilitet.	040.18H/mw - Rapport nr. 1, Rev:2
/15/	NGI	1994	Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred	810040-2
/16/	NGI	1998	Grunnundersøkelse Kragstadmarka, Hønefoss Øst	980099-1

2.3. REGISTRERT NATURFARE

Iht. NGUs løsmassekart (1:50 000) er det kartlagt flere eldre skredkanter i områder, men iht. NVE er det ikke kartlagt nyere skredhendelser i området (/17/).

Deler av ravinen nærmest Storelva vil kunne oversvømmes under en 200-årsflom (/18/,/19/).

2.4. BEFARING

Området ble befart av WSP v/ geotekniker Matthew Ryans og geolog Øystein Grasdahl den 23.09.2024 og av Matthew Ryans og Xavier Miquel Vidal den 28.10.2024.

Figur 5 viser sporene etter høyvannslinjen fra en nylig flomhendelse, som kunne sees på garasjen ved Stølandet 40 (gnr./bnr. 95/254). Basert på observasjoner og samtaler med en lokal beboer antas det at innløpet til dreneringsrøret mellom Krakstadmarka og Storelva ble blokkert etter kraftig nedbør,

noe som førte til oppdemming. Som følge av dette flommet overvannet fra ravinen over tomten og mot elven (jf. figur 6).

Akkumulerte sedimenter ble observert ved utløpet til Storelva (jf. figur 15). Overgangssonen fra ravinen til innløpet viste tegn til erosjon og partikkeltransport (jf. figur 8). Oppstrøms for innløpet har ravineområdet flere erosjonssteder og veltede trær som har falt gradvis over tid, hvilket indikerer en pågående erosjonsprosess (jf. figur 9). Det antas at dette har redusert strømningskapasiteten, økt erosjon og oppdemming, samt svekket erosjonsmotstanden i området rundt bekken. Et typisk mindre skred er vist i figur 10.



Figur 5 – Garasje på Stølandet 40 med synlig høyvannslinje etter oversvømmelse (23.09.2024)



Figur 6 – Utløp av overvannsledning ut i Storelva (23.09.2024)



Figur 7 – Innløp til overvannsledning fra ravinen (23.09.2024)



Figur 8 – Overgang fra bekk i ravine til overvannsinntak (23.09.2024)



Figur 9 – Bekk i ravinen, østlig retning (23.09.2024)



Figur 10 – Observasjon av ung skredgrop på sørsiden av ravinen (23.09.2024)

2.5. GEOTEKNISKE FELTUNDERSØKELSER

Romerike Grunnboring AS utførte følgende undersøkelser i perioden 06.-26.11.2024. For informasjon om undersøkelsesresultatene henvises det til WSPs datarapport (/2/).

3. GRUNNLAG FOR STABILITETSVURDERINGER

3.1. GRENSER OG SNITT FOR STABILITETSANALYSE

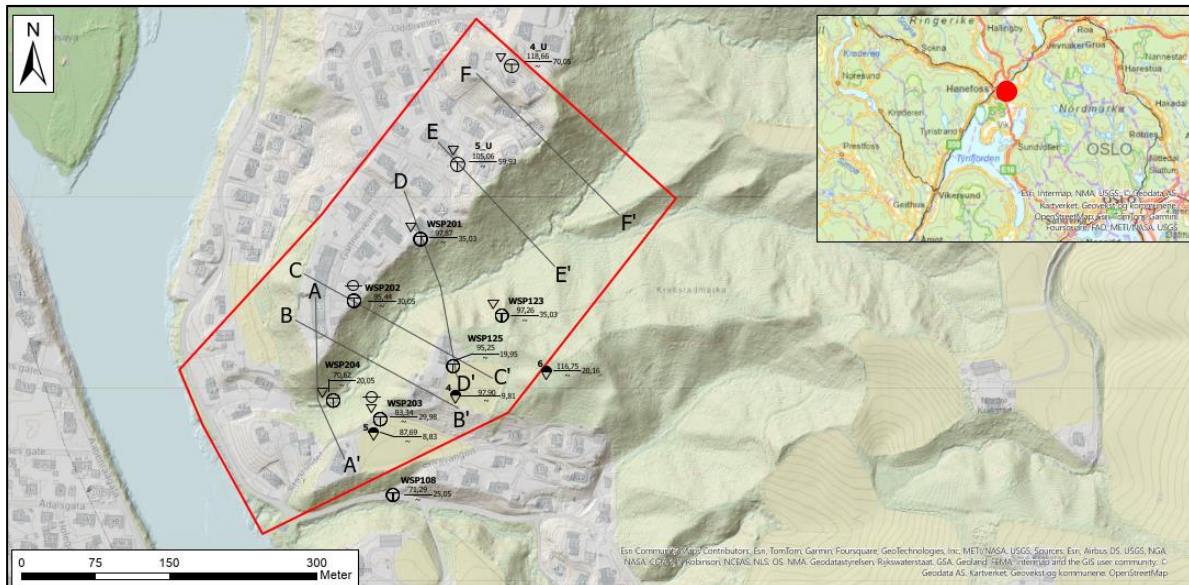
Vurderingsområdet er generelt avgrenset til området vist nedenfor i figur 11 (jf. Vedlegg 1). Seks snitt (A til F) er benyttet for stabilitetsberegning, basert på nærhet til bygninger og konstruksjoner, terrengbratthet og nærliggende borepunkter. Snitt E er utført på samme sted som snitt 4 fra ØRP for sammenligningsformål (/14/).

Den digitale terrengmodellen «Midt-Buskerud 2015» er benyttet som terrengoverflate for områdene over vann (/20/).

Følgende borehull og tilhørende geotekniske data er brukt i denne vurderingen:

- WSP201 til WSP202 (spesifikt for denne undersøkelsen)
- WSP108, WSP123 og WSP125 fra det nærliggende WSP-prosjektet
- 4_U og 5_U fra ØRP 2019
- 4 og 5 fra NGI 2021

Vurderingen reflekterer de antatte nåværende forholdene og er basert på tilgjengelige terrengmodeller og geoteknisk informasjon.



Figur 11 – Plassering av snitt for stabilitetsanalyse.

3.2. LAGDELING/STRATIGRAFI

Tolkning av grunnens lagdeling er basert på totalsonderinger, CPTu og prøveserier. Grunnen er lagdelt og består hovedsakelig av leirig silt og siltig leire med varierende andel sand. Sandholdige lag er tolket ut fra motstand i totalsonderinger og CPTu-analyser og anses som drenerende lag. Under feltbefaringer i den nedre delen av ravinen ble materialet visuelt identifisert som siltige leirmasser.

Tørrskorpeleire er tolket ut fra motstandsprofiler i totalsonderinger og ble funnet i de fleste borpunktene, med unntak av WSP204, som var plassert i bunnen av ravinen. Sprøbruddmateriale ble påvist i WSP203, og kvikkleire ble registrert i både WSP203 og WSP204.

Overgangen til sprøbruddmateriale ser ut til å sammenfalle med høyder mellom ca. 60 moh. og 65 moh., noe som er observert i flere undersøkelser i området. Det antas at dette delvis henger sammen med elvens høydenivå og markerer en overgang til jordmasser som har gjennomgått mindre konsolidering og forvitring sammenlignet med jordsmonnet over denne høyden. Den horisontale utstrekningen av denne overgangen (bort fra elven) er ikke fastslått, men antas å fortsette innenfor undersøkelsesområdet.

Generelt er det lagt til grunn en antagelse om horisontalt vedvarende lagdeling. Tolkning av lagdelingen er vist i beregningsprofilene (Vedlegg 1).

3.3. TOLKNING AV MATERIALPARAMETERE

Tildelte materialparametere er basert på laboratorieresultater, tolkningsverdier, typiske jordparametere og ingeniørfaglig skjønn. Friksjonsvinkel og kohesjon er basert på treaksialforsøk og typiske jordparametere fra SVV V220 /21/. Den udrenert skjærstyrke er basert på CPTu-profiler, laboratorieforsøk og avledede sammenhenger mellom OCR og effektivspenning (jf. vedlegg 1 og 2). Grunnvannsnivå og poretrykk er hentet fra piezometermålinger og CPTu-data. Det er benyttet anisotropifaktorer (ADP) på henholdsvis 0,63 og 0,35 for direkte og passiv skjærstyrke /21/. Tabell 2 viser de karakteristiske styrkeparametrene som er benyttet i stabilitetsberegningene.

Tabell 2 –Styrkeparametere benyttet i stabilitetsberegningene.

Lag	Tyngdetetthet γ (kN/m ³)	Effektiv tyngdetetthet γ' (kN/m ³)	Friksjonsvinkel ϕ (°)	Kohesjon c' (kPa)	Udrenert skjærfasthet c_{uA} (kPa)
Tørreskorpeleire	19	9	32	3	-
SILT, leirig, sandig	19	9	33	5	Vedlegg 2
SAND, siltig	18	8	36	2	-
LEIRE, siltig	20	10	31	10	Vedlegg 2
Sprøbruddmateriale	20	10	27	0	Vedlegg 2

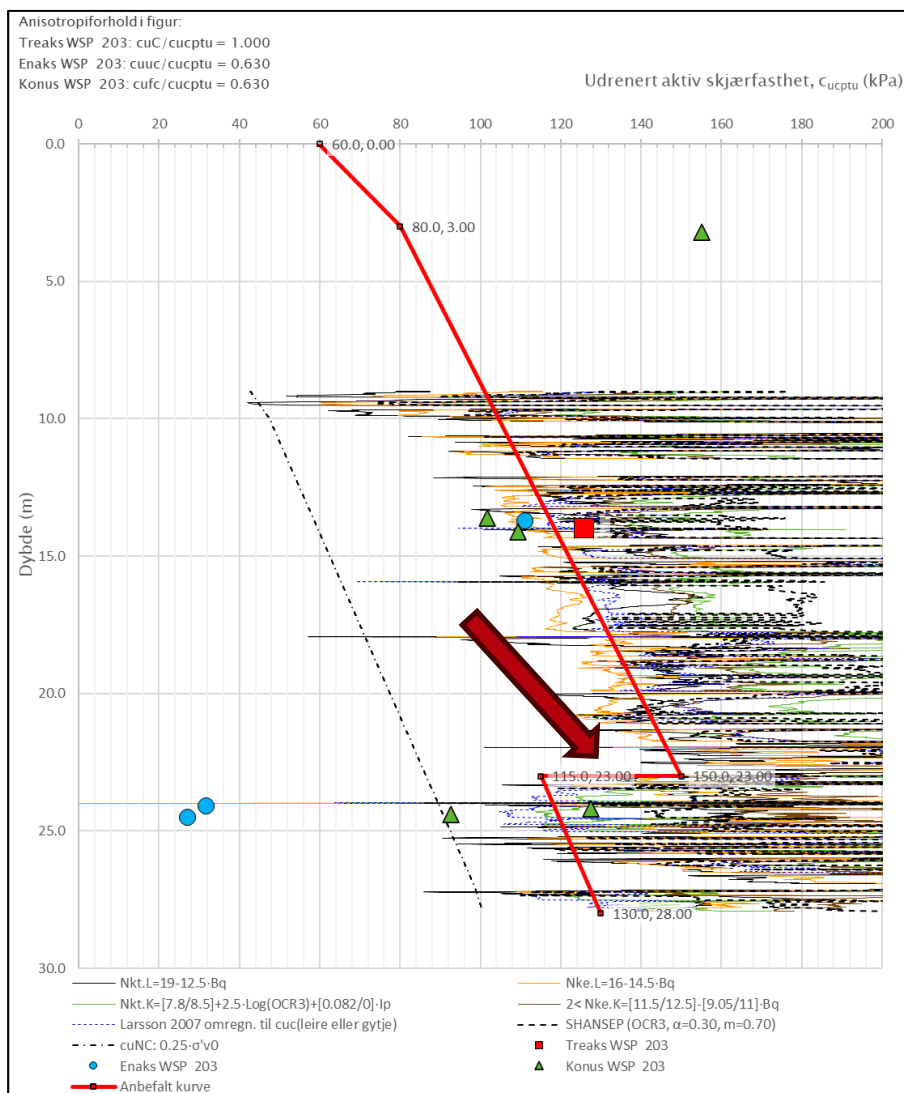
Prøvekvaliteten for enaks, treaks og ødometertesting ble evaluert basert på kriteriene i SVV220 (/21/). Prøvekvaliteten for CRS-prøvene som ble benyttet i gjeldende studie, og kvaliteten varierer fra «god til bra» til «dårlig». Selv om mindre prøveforstyrrelse ville vært ønskelig, anses dataene som brukbare. Evaluering av prøvekvalitet av treaks-testing ble gjort av laboratoriet ved hjelp av et lignende skjema, og testene ble funnet å være «god til bra/akseptabelt forsøk».

3.3.1. MODIFISERTE ADP-FAKTORER

Betydelige reduksjoner i udrenert skjærstyrke oppstår ved overgangen til sprøbruddmateriale (jf. figur 10). Dette kan håndteres i skjærstyrkeprofilen, men for å unngå et «trinn» kan ADP-funksjonen benyttes i stedet. Dette vil gi en bedre interpolering mellom skjærfasthetsprofiler i beregningsprogrammet GeoSuite Stability.

For sprøbruddmaterialet var den typiske styrkereduksjonen omtrent 77 %, og derfor ble følgende modifiserte ADP-faktorer brukt:

- $A_a: 1,00 \times 77\% = \mathbf{0,77}$
- $A_d: 0,63 \times 77\% = \mathbf{0,49}$
- $A_p: 0,35 \times 77\% = \mathbf{0,27}$



Figur 12 – Tolket skjærstyrkeprofil for WSP203. Den røde pilen viser reduksjon av udrenert skjærstyrke

3.4. PORETRYKK OG GRUNNVANN

Grunnvannsstanden i området har ikke tidligere blitt registrert i undersøkelsesområdet ifølge Nasjonal grunnvannsdatabase GRANADA.

Piezometerdata er vist i tabell 3, og CPTu-poretrykksdata er gitt i Vedlegg 2. CPTu-sonderingene indikerer at det finnes drenerende lag av sandholdige materialer mellom mindre permeable lag. Disse fører sannsynligvis til hengende grunnvannsspeil og skaper en relativt kompleks poretrykksfordeling i skråningen. Det ser ut til å være drenering både vertikalt og horisontalt mot bekken i bunnen av ravinen.

I dypere dreneringslag nær ravinebunnen er poretrykket lavere enn hydrostatisk (poreundertrykk). Når en hydrostatisk gradient på 10 kPa/m benyttes nær ravinekanten, gir dette upålitelige stabilitetsresultater. En vurdering av CPTu- og piezometerdata antyder en gjennomsnittsverdi på omtrent 7 kPa/m. Dette er imidlertid en forenklet antagelse som tar hensyn til drenering og er trolig

noe konservativ. I arbeidet utført av ØRP ble det antatt at poretrykksgradienten nær undersøkelsesområdet var omtrent 5 kPa/m (/14/).

Poretrykksdata fra CPTu, piezometer og observasjoner er benyttet til å definere grunnvannsnivået. Disse dataene kan også ekstrapoleres til nærliggende borehull der det er hensiktsmessig. Når det foreligger begrenset informasjon, antas grunnvannsnivået å ligge ca. 3 meter under terreng eller sammenfalle med bunnen av tørrskorpeleire.

Det understrekes at dette er en statisk/likevektsbetingelse, og at poretrykket kan øke i perioder med økt nedbør.

Tabell 3: Oversikt over piezometer.

Borpunkt	kote (moh.)	Type	Installasjons dybde (m)	Installasjons kote (moh.)	Grunnvann Måling 25/26.11.2024		
					poretrykk (mH ₂ O)	dybde (m)	kote (moh.)
202	95,4	Hydraulisk	10	85,4	-	5,8	89,6
203	83,3	Elektrisk	14	69,3	3,46	10,5	72,8

4. STABILITETSVURDERINGER

4.1. GENERELT

Det antas at den mest sannsynlige skredmekanismen i skråningene enten er rotasjonsskred eller flaskskred. Grunne skred i de øvre lagene anses som mest aktuelt, og kan oppstå ved endringer i poretrykk som følge av nedbør eller snøsmelting, eller som følge av mekaniske endringer i skråningen som sesongfrost, velting av trær og lastendringer.

For dypere og mer betydelige tilfeller antas rotasjonsskred å være den dominerende mekanismen. Dypere flaskskred kan også oppstå langs svakere lagdelingsplan med redusert styrke og/eller overtrykk. Denne tilstanden ble imidlertid ikke påvist.

På grunn av dybden til sprøbruddmaterialet under skråningsfoten antas det at retrogressiv skredutvikling ikke er sannsynlig i området. Skråningsfoten betraktes her som bunnen av bekken. Etter hvert som bekken graver seg dypere, endres imidlertid kriteriene. Det er derfor viktig å merke seg at sannsynligheten for denne skredtypen øker med pågående erosjon og utgraving av ravinen.

Sikkerhetskrav

Det eksisterer i dag ingen sikkerhetskrav for skråningsstabilitet for eksisterende bebyggelse. For illustrasjonsformål foreslår NIFS 15/2016 «Sikkerhetsfilosofi for vurdering av områdestabilitet i naturlige skråninger» følgende verdier:

- $F_{c\phi} \geq 1,25$
- $F_{cu} \geq 1,20$

Det bemerkes imidlertid at skråningen bør være i en tilnærmet stabil tilstand uten erosjon, og at forholdene bør være godt kartlagt.

I tillegg, siden ustabilitet allerede er observert i skråningen, er det sannsynlig at sikkerhetsfaktorene vil være nærmere 1, spesielt for grunne skred.

Last

Terrenget er gitt en tilleggslast på 13 kPa (10kPa x partiell faktor på 1,3) på toppen av skråningen som representerer belastning fra boligheter.

4.2. BEREGNINGSVERKTØY

Stabilitetsanalysene utføres med beregningsprogrammet Geosuite Stability, med beregningsmotoren «Beast 2003» og beregningsstrategiene «RTangent». Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetoden og anvender en versjon av lamellemetoden som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet (/23/,/24/).

4.3. RESULTATER

Tre glideflater er vurdert for både effektivspenningsanalyse og totalspenningsanalyse:

1. Kritisk – glideflaten med den laveste sikkerhetsfaktoren (SF)
2. Sprøbruddmateriale – glideflate som passerer gjennom sprøbruddmaterialet
3. Bygning/hus – glideflate som berører bebyggelse

Resultatene fra stabilitetsberegningene er presentert i Vedlegg 1 og oppsummert in Tabell 4.

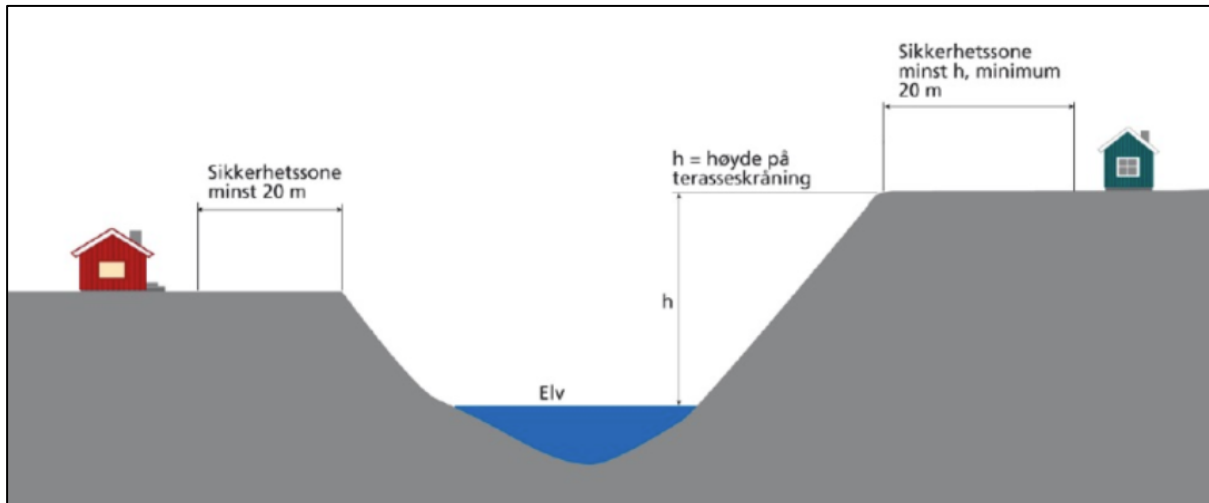
- Retningen for venstre og høyre er definert med utsikt oppstrøms. Venstre er på nordsiden, og høyre er på sørsiden av ravinen.
- Verdier i **fet skrift** angir en sikkerhetsfaktor (SF) som er lavere enn de foreslåtte kravene for naturlige skråninger (NIFS 15/2016). Disse benyttes som en referanse, ettersom det i dag ikke eksisterer noen sikkerhetskrav for skråningsstabilitet for eksisterende bebyggelse.
- Verdier med (*) er grunn glideflate i tørrskorpeleire, og representerer i hovedsak en effektivspenningsanalyseflate.

Tabell 4 – Resultater fra stabilitetsberegninger

Resultater fra stabilitetsberegninger							
Profil	Side	Analyse					
		$F_{c\phi}$			F_{cu}		
		Krit.	Sprø.	Bygg.	Krit.	Sprø.	Bygg.
Snitt A-A' (Tegning nr. V002 og V003)	Venstre	1,03	1,35	1,37	1,06*	1,28	1,33
	Høyre	1,56	1,97	1,88	1,56*	1,94	1,94
Snitt B-B' (Tegning nr. V004 og V005)	Venstre	1,15	1,49	1,20	1,24*	1,25	1,25
	Høyre	1,09	1,55	1,21	1,09*	1,22	1,22
Snitt C-C' (Tegning nr. V006 og V007)	Venstre	1,07	1,74	1,13	1,07*	1,27	1,27
	Høyre	1,17	1,74	1,20	1,20*	1,28	1,33
Snitt D-D' (Tegning nr. V008 og V009)	Venstre	1,13	1,72	1,15	1,13*	1,23	1,23
	Høyre	1,11	1,82	1,29	1,10*	1,24	1,21
Snitt E-E' (Tegning nr. V010 og V011)	Venstre	1,25	1,48	1,31	1,18	1,18	1,18
	Høyre	-	-	-	-	-	-
Snitt F-F' (Tegning nr. V008 og V009)	Venstre	1,16	1,66	1,16	1,08	1,13	1,08
	Høyre	-	-	-	-	-	-

5. DISKUSJON OG ANBEFALINGER

Krav til erosjonssikring er beskrevet i TEK17 § 7-2, og innebærer at bygninger må plasseres i sikker avstand fra erosjonsutsatte skråninger, eller at skråningene må sikres mot erosjon (Figur 13, /25/). For eksisterende byggverk som allerede befinner seg innenfor sikkerhetssonen, bør nødvendige sikringstiltak gjennomføres. I dag finnes det ingen sikkerhetskrav for skråningsstabilitet for eksisterende bebyggelse, men på grunn av den høye tettheten av bebygde strukturer bør forbedrings-tiltak likevel vurderes.



Figur 13 – Sikkerhetssone mot erosjon (TEK 17).

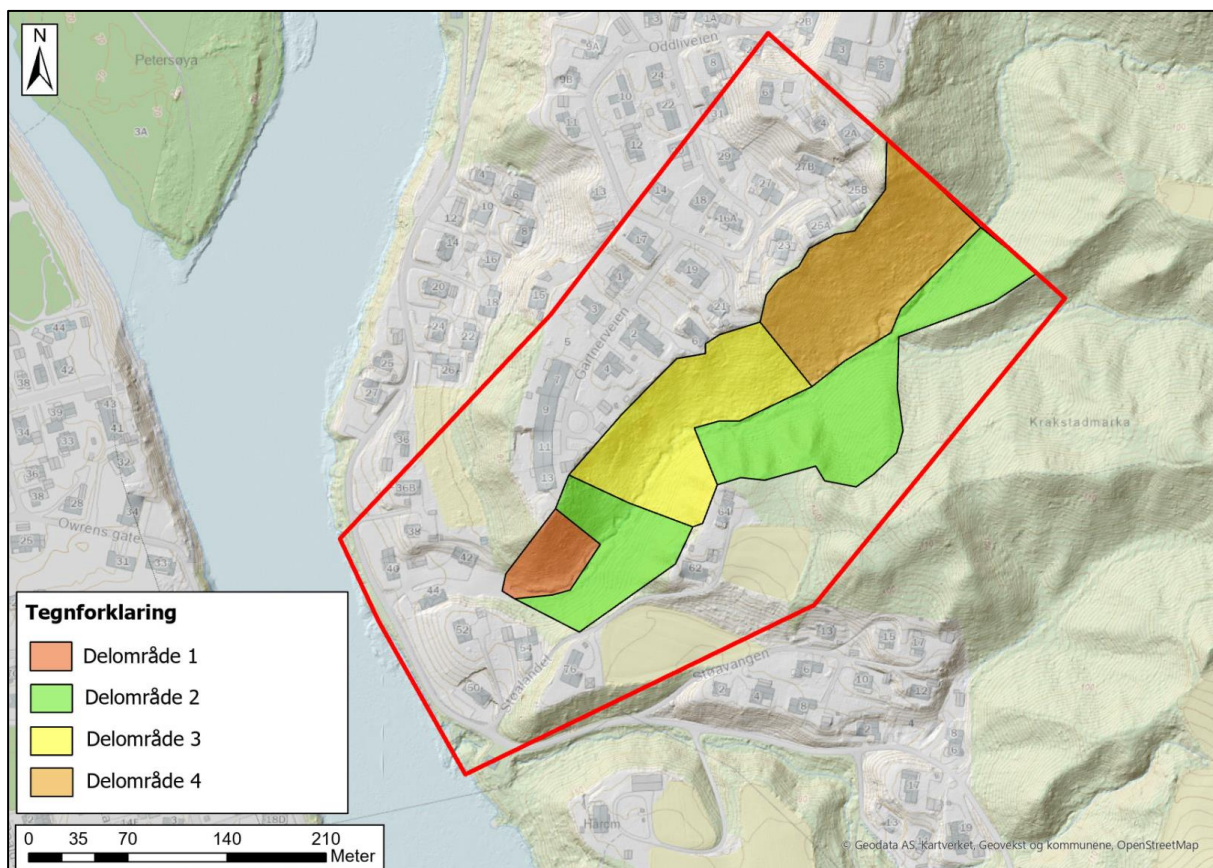
Ettersom raviner generelt anses som viktige og vernede naturområder, krever de forsvarlig forvaltning. Videre inneholder ravinen en relativt stor og eldre bestand av gråheggskog, som har potensial for å huse rødlistede arter (/26/).

Tiltak bør derfor rettes mot områdene med størst behov, og mindre inngripende løsninger bør vurderes der det er praktisk mulig. Målet er å bevare det naturlige miljøet så langt det lar seg gjøre, samtidig som boliger og infrastruktur beskyttes. Det gjennomføring av tiltak sannsynligvis vil kreve tillatelse fra Statsforvalteren.

Basert på funnene i denne vurderingen er ravinen grovt sett delt inn i fire delområder (jf. figur 14). Generelle anbefalinger og spesifikke anbefalinger for hvert delområde er beskrevet nedenfor.

Generelle anbefalinger (alle områder):

- Gjennomføre planlagte årlige inspeksjoner av ravineområdet for å registrere endringer i erosjon og stabilitet, inkludert et system for å holde oversikt over eventuelle utviklinger.
- Oppfordre boligeiere til å fjerne rusk og hageavfall fra toppen av skråninger og rapportere inn tegn til ustabilitet.
- Begrense aktiviteter som kan undergrave skråningen eller belaste toppen av den.
- Sikre at vann dreneres bort fra toppen av skråninger, spesielt i områder med synlig ustabilitet.
- Ved skred med en dybde på mer enn ca. 1,5 meter bør en geoteknisk ekspert kontaktes.
- Hvis mindre skred (under cirka 1,5 meter) fortsetter å utvikle seg, bør det vurderes å stabilisere med små støttemurer laget av tre og naturlige materialer.



Figur 14 – Delområder i ravinen.

Delområde 1

Resultatene fra stabilitetsanalysen i dette delområdet indikerer at et grunt skred er mulig, og selv om det kan være mindre alvorlig kan det føre til blokkering eller oppdemming av bekken eller overvanns-inntaket. Tiltak som å stabilisere med masser eller fjerne masser fra øvre del av skråningen anbefales ikke på nåværende tidspunkt.

Det følgende anbefales:

- Skråningen og erosjonen ved foten bør overvåkes årlig som en del av et planlagt program.
- Rensk inntaksområdet for overflødig sediment, men unngå overgraving. Skift ut risten og bruk et silgjerde. Silgjerdet vil sannsynligvis ikke være effektivt ved kraftige regnhendelser, men kan bidra til å redusere langsom opphopning av sedimenter.
- Overvåk skråningen hyppigere: to ganger i året, og i tillegg etter betydelige regnhendelser, som for eksempel 100 mm nedbør over noen dager, eller når det utstedes regnvarsler fra NVE eller MET.
- En beredskapsplan for håndtering av et skred som hindrer vannføringen i bekken eller overvannssystemet bør utarbeides.
- En geotekniker bør konsulteres ved skred som er dypere enn ca. 1,5 meter, eller ved skred som starter bak skråningskanten.

Delområde 2

Dette området består av skråninger som kan få utvikle seg naturlig. Erosjon og mindre overflate-utglidninger forventes å forekomme som en del av ravinens naturlige utvikling. Siden ravinen er i stadig

endring, er det mulig at også dette delområdet etter hvert kan utvikle seg til å bli et område som krever ytterligere inngrep.

Det følgende anbefales:

- Skråningen og erosjonen ved foten bør overvåkes årlig som en del av et planlagt program.
- En geotekniker bør konsulteres ved skred som er dypere enn ca. 1,5 meter, eller ved skred som starter bak skråningskanten.
- Det finnes ett piezometer ved WSP204, som bør avleses under inspeksjoner.

Delområde 3

Dette området består av skråninger med lav til marginal beregnet stabilitet i effektivspennings-situasjonen, og er følsomt for endringer i poretrykk. Det forventes derfor noe ustabilitet, særlig på nordsiden av ravinen, spesielt i perioder med langvarig nedbør.

Stabilitetsberegninger indikerer at skred som starter øverst i skråningen vil inntreffe før ytterligere skred når lenger inn mot bebygde områder. På grunn av nærheten til bebyggelse ved ravinekanten, for eksempel ved Gartnerveien 6 (jf. figur 15), kan midlertidig evakuering bli nødvendig etter et større skred.

Det følgende anbefales:

- På Gartnerveien 6 bør overflatevann og avrenning ledes bort fra det eksisterende skredet. Det gamle skredet bør også overvåkes for endringer og erosjon ved foten. Sprekkdannelser eller setninger bak toppen av skråningen kan være tegn på ny ustabilitet, og en geoteknisk ingeniør bør kontaktes.
- Skråningen og erosjonen bør overvåkes årlig som en del av et planlagt program. Overvåkingen bør inkludere både eksisterende og nye eventuelle skred. Kontroller for dannelse av erosjonskanaler i skråningen og erosjon ved foten.
- En geoteknisk fagperson bør konsulteres ved skred som er dypere enn cirka 1,5 meter, eller ved skred som starter bak skråningskanten.
- Huseiere bør oppfordres til å fjerne hageavfall og annet rusk fra skråningen, lede bort overflatevann fra de bratteste partiene, og rapportere nye skred eller endringer i eksisterende skred.
- Det finnes ett hydraulisk piezometer ved WSP202, som bør avleses under inspeksjoner.



Figur 15 – Gammelt skred i Gartnerveien 6 (28.10.2024)

Delområde 4

Dette området består av skråninger med lav til marginal stabilitet både i effektivspenningssituasjonen og totalsituasjonen. Det antas at dette ikke utgjør en umiddelbar risiko for brudd, og det er gjort betydelige antagelser i tolkningen av de geotekniske forholdene. Borehullene som er benyttet ligger langt fra toppen av ravinen, og det finnes ikke nærliggende data fra bunnen av ravinen. Tilstedeværelsen av sprøbruddmateriale er også antatt og ikke bevist. Selv om dataene anses som usikre, bør det utvises forsiktighet ved aktiviteter som kan påvirke skråningen negativt.

Det følgende anbefales:

- Skråningen og erosjonen ved foten bør overvåkes årlig som en del av et planlagt program.
- Skråningen og bekken ved Oddliveien 25 A/B er kun lett undersøkt. Disse bør undersøkes nærmere når det er praktisk mulig, for å etablere et grunnlag for vurdering av ustabilitet og erosjon.
- En geotekniker bør konsulteres ved skred som er dypere enn ca. 1,5 meter, eller ved skred som starter bak skråningskanten.
- Huseiere bør oppfordres til å fjerne hageavfall og annet rusk fra skråningen, lede bort overflatevann fra de bratteste partiene, og rapportere nye skred eller endringer i eksisterende skred.
- Begrense aktiviteter som kan påvirke spenningsforholdene negativt på kort sikt, for eksempel lasting på toppen av skråningen eller utgraving ved foten av skråningen.

5.1. DISKUSJON AV TILLEGGSTILTAK

Følgende er en drøfting av tilleggstiltak som kan vurderes i fremtiden, men som ikke anbefales på nåværende tidspunkt.

5.1.1. ANBEFALINGER FOR BEKK OG UTLØP

Vannet i bekken ledes vanligvis gjennom et rør til et utløp ved bredden av Storelva. Dersom røret tettes av sedimenter eller rusk, kan det oppstå oppdemming som fører til oversvømmelse i bekken og videre over land mot Storelva. Falne trær og annet rusk i ravinen reduserer også vannføringen og kan bidra til lokal oppstuvning. Slike forhold kan forsterke både erosjon og ustabilitet i skråningene. Forbedringer av vannføringen, både i utløpet mot Storelva og i selve bekken, kan bidra til å redusere disse prosessene.

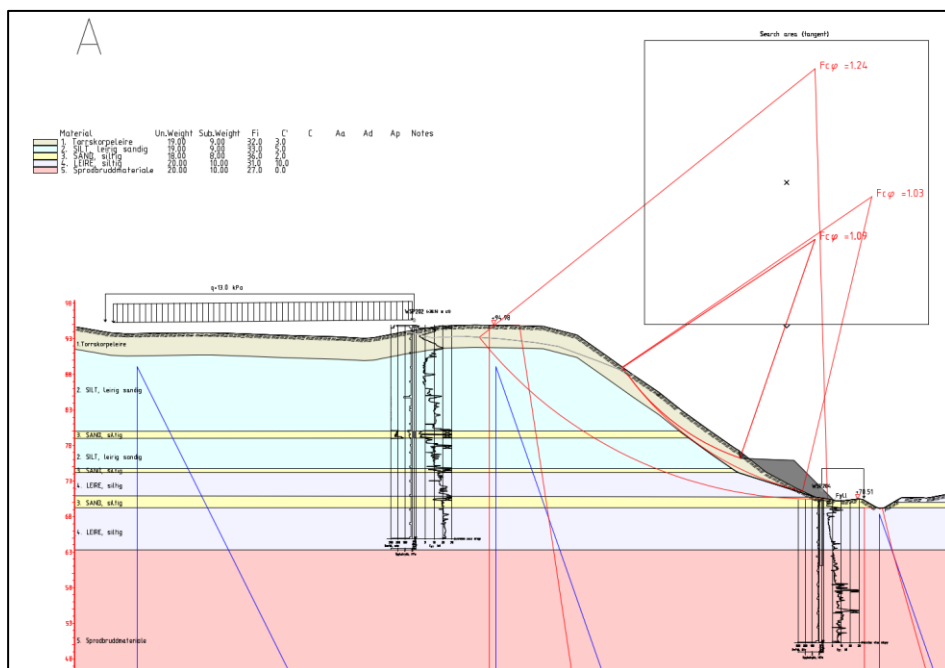
Nedenfor er noen tiltak som kan vurderes, dersom det er praktisk mulig og gjentatte oversvømmelser og erosjon vedvarer:

- Fjerne rusk som hindrer vannstrømmen og bygge terskler for å kontrollere vannhastigheten.
- Etablere drens- eller avskjæringsgrøfter for å kontrollere vannstrømmen.
- Installere sedimentasjonsbasseng for å redusere mengden sediment i avløpsrør. Installere sedimentasjonsbasseng for å redusere mengden sediment i avløpsrør.
- Fange opp og lede bort overvann fra øvre deler av nedbørfeltet og ravinen for å redusere vanntilførselen til skråningene.

5.1.2. STØRRE TILTAK FOR FOREBEDRING AV STABILITETEN

Det presiseres at enkelte mer omfattende tiltak kan bli nødvendige dersom stabiliteten reduseres ytterligere over tid, eller dersom nye vurderinger tilsier økt risiko. Eksempler på stabiliserende tiltak som kan etableres ved behov og prosjekteres særskilt:

- Plassere stabiliserende masser ved foten av skråningen eller fjerne masser fra den øvre delen av skråningen. Et illustrerende eksempel på et stabiliserende tiltak er vist i figur 16. Å fjerne masser er vanligvis mer effektivt.
- Etablere dreneringsgrøfter i skråningen.
- Bore vertikale dreneringsbrønner for å forbedre vanntransport gjennom lavpermeable lag.
- Installere horisontale drensrør i skråningene for å senke grunnvannsnivået, men dette kan føre til setninger.
- Fjerne masser fra øvre del av skråningen og erstatte dem med lettere materialer for å redusere belastningen.
- Benytte jordspikring eller annen geoteknisk stabilisering.
- Grunnforsterkning/jordstabilisering, for eksempel med kalk-sementpeler. Dette kan imidlertid være lite effektivt ettersom grunnen allerede er fast.



Figur 16 – Eksempel på forbedret stabilitet ved snitt A–A'.

5.1.3. GEOTEKNISKE UNDERSØKELSER

Den nylige undersøkelsen fokuserte på å forbedre den overordnede forståelsen av de geotekniske forholdene rundt ravinen, fordelingen av sprøbruddmateriale og grunnforholdene under bunnen av ravinen. Spesialiserte og målrettede borehull samt omfattende in-situ tester lå utenfor rammen av dette programmet.

Denne vurderingen avdekket enkelte gjenværende usikkerheter som kan reduseres dersom det gis mulighet for ytterligere geotekniske undersøkelser.

- Påliteligheten til den beregnede stabiliteten basert på effektivspenning kan forbedres gjennom bedre forståelse av poretrykksforholdene. Dette kan oppnås ved å installere og overvåke piezometer i ulike dybder eller ved å utføre flere poretrykksutjevninger ved CPTu-undersøkelser. Dette vil være nyttig dersom det gjennomføres på venstre skråning av Snitt A og på begge sider av Snitt C eller D.
- På venstre skråning av Snitt F er det betydelig ekstrapolering av poretrykk, udrenert skjærstyrke og forekomst av sprøbruddmateriale. Et borehull med en spesifikk prøvetakingsplan så nært kanten av ravinen som praktisk mulig, vil være fordelaktig. Formålet er å forbedre forståelsen av poretrykksfordelingen og å få prøver av god kvalitet fra de dypere jordlagene som bidrar til udrenert styrke. For å oppnå dette anbefales det å vurdere installasjon av piezometer eller å gjennomføre flere poretrykksmålinger ved CPTu-undersøkelser. I tillegg vil bruk av foringsrør i de øvre lagene kunne øke tilliten til totalsonderingsdata, gjøre det mulig å gjennomføre CPTu på større dybder og øke sannsynligheten for å hente ut prøver av god kvalitet på dybden.

6. OPPSUMMERING

Ved å bruke informasjon fra den geotekniske undersøkelsen for denne vurderingen samt nærliggende arbeid utført av WSP, har forståelsen av de geotekniske forholdene i ravinen blitt forbedret. Ytterligere informasjon kan imidlertid bidra til å forbedre forståelsen, spesielt med hensyn til poretrykksforholdene i den nordlige skråningen av ravinen, og den udrenerte styrken i de dypere jordlagene i den østlige delen av tiltaksområdet.

Overgangen til sprøbruddmateriale opptrer mellom ca. 60–65 moh., og er sannsynligvis knyttet til elvens høydenivå og mindre konsoliderte jordmasser. Den horisontale utstrekningen er usikker, men antas å være relevant for området.

De mest sannsynlige skredmekanismene er rotasjonsskred eller flakskred, hvor grunne skred i de øvre lagene kan utløses av endret fuktighet eller sesongfrost. Dypere skred, særlig rotasjonsskred, kan oppstå langs svakere lagdelingsplan, men slike forhold er ikke påvist.

Et typisk kvikkleireskred med retrogressiv utvikling anses som lite sannsynlig grunnet sprøbruddmaterialets dybde ved skråningsfoten. Likevel kan pågående erosjon og utdyping av bekken øke risikoen over tid.

Foreslåtte innledende og generelle tiltak for området er som følger:

1. Gjennomføre planlagte årlige inspeksjoner av ravineområdet for å registrere endringer i erosjon og stabilitet, inkludert et system for å holde oversikt over eventuelle utviklinger.
2. Oppfordre boligeiere til å fjerne rusk og hageavfall fra toppen av skråningene og rapportere tegn på ustabilitet.
3. Begrense aktiviteter som kan undergrave skråningen eller belaste toppen av den.
4. Sikre at vann dreneres bort fra toppen av skråninger, spesielt i områder med synlig ustabilitet.
5. Ved skred med en dybde på mer enn ca. 1,5 meter bør en geoteknisk ekspert kontaktes.
6. **Delområde 1:** Rengjør inntaksområdet for overflødig sediment, men unngå overgraving. Bytt ut risten og bruk et silgjerde. Overvåk skråningen oftere: to ganger i året, og i tillegg etter større regnhendelser. Utarbeid en beredskapsplan for å håndtere et skred som hindrer vannstrømmen i bekken eller overvannssystemet.
7. **Delområde 2:** La skråningene utvikle seg naturlig og overvåk for endringer. Det finnes ett piezometer ved WSP204, som bør avleses under inspeksjoner.
8. **Delområde 3:** På Gartnerveien 6 bør overflatevann og avrenning ledes bort fra det eksisterende skredet. Det gamle skredet bør også overvåkes for endringer og erosjon ved foten. Sprekkdannelse eller setninger bak toppen av skråningen kan være tegn på ny ustabilitet, og en geoteknisk ingeniør bør kontaktes. Det finnes ett hydraulisk piezometer ved WSP202, som bør avleses under inspeksjoner.
9. **Delområde 4:** Skråningen og bekken ved Oddliveien 25 A/B er foreløpig kun undersøkt i begrenset omfang. Disse bør undersøkes nærmere for å etablere et bedre grunnlag for vurdering av ustabilitet og erosjon. De lave sikkerhetsfaktorene her kan ha sammenheng med de geotekniske forutsetningene som er lagt til grunn. Likevel bør det utvises ekstra forsiktighet ved å begrense aktiviteter som på kort sikt kan påvirke spenningstilstanden negativt, som for eksempel belastning på toppen av skråningen eller graving ved foten av skråningen.
10. Hvis mindre skred (under cirka 1,5 meter) fortsetter å utvikle seg, bør det vurderes å stabilisere med små støttemurer laget av tre og naturlige materialer.

7. REFERANSER

- /1/ WSP 2025, *Schjongslunden regulering*. Geoteknisk notat – Områdestabilitet. Dokumentkode: 1009725-GEO-003-20250213. Datert: 13.02.2025
- /2/ WSP 2025, *Grunnundersøkelser Krakstadmarka*. Geoteknisk datarapport. Dokumentkode: 1010045_GEO_001_20250221. Datert: 21.02.2025
- /3/ NVE 2025, *NVE Atlas*, [NVE Atlas](#)
- /4/ NGU 2024, *Nasjonal database for grunnundersøkelser (NADAG)*, [NADAG](#)
- /5/ NVE 2024, *Kvikkleire*, lastet ned 17.10.2024, [Kvikkleire](#)
- /6/ NVE 2024, *Aktomhetsområde for kvikkleireskred*, lastet ned 13.04.2024, [Kvikkleire](#)
- /7/ WSP 2025. *Geoteknisk datarapport: Grunnundersøkelser Schjongslunden, Tanbergåsen og Krakstadmarka*. Dokumentkode: 1009725-GEO-002-20250121. Datert 21.01.2025
- /8/ WSP 2024. Geoteknisk grunnundersøkelse - datarapport: *Schjongslunden reguleringsplan*. Dokumentkode: 1009725-GEO-001-20241206. Datert. 06.12.2024
- /9/ Golder Associates AS 2020. *Hjertlia* - Geoteknisk grunnundersøkelse, datarapport. Dokumentkode.: 20142941-9.
- /10/ Golder Associates AS 2021. *Hjertlia, Hønefoss* - Geoteknisk prosjektrapport. Dokumentnr.: 20142941-10.
- /11/ Brødrene Myhre AS 2011. *Kragstadmarka Ringerike kommune* - Grunnundersøkelser, Feltrapport OKT. - NOV. 2011.
- /12/ Norges Geotekniske Institutt (NGI) 2012. *Krakstadmarka, Hønefoss* – Stabilitetsvurderinger. Dokumentnr.: 20110293-00-3-R.
- /13/ Øvre Romerike Prosjektering AS (ØRP) 2019. Geoteknisk utredning kvikkleirefaresone 867 "Støaveien". Grunnundersøkelser – Datarapport. Dokumentnr.: 040.18H/MW - Rapport nr. 1.
- /14/ Øvre Romerike Prosjektering AS (ØRP) 2019. Geoteknisk utredning kvikkleirefaresone 867 "Støaveien" (nytt navn: «Stølandet»), Rapportnr.: 1, Vår 040.18H/mw, Datert: 15.02.2019
- /15/ Norges Geotekniske Institutt (NGI) 1994. Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Dokumentkode: 810040-2.
- /16/ Norges Geotekniske Institutt (NGI) 1998. Grunnundersøkelse Kragstadmarka, Hønefoss Øst. Dokumentnr.: 980099-1.
- /17/ NVE, 2025, *NVE Atlas – Skredhendelser*, observert oktober 2024, [NVE Atlas](#)
- /18/ NVE, 2025, *NVE Atlas – Flomsoner*, observert januar 2025, [NVE Atlas](#)
- /19/ NVE, 2003, Flomsonekart – Delprosjekt Hønefoss. Rapportnr. 7/2003. Datert: okt. 2003
- /20/ Kartverket, 2025, Høydedata, [Høydedata](#)
- /21/ Statens Vegvesen, 2025, Håndbok N-V220, [N-V220:2023 | Viewer](#)
- /22/ NVE, Statens Vegvesen & Jernvaverket, 2014, *Naturfareprosjektet: Delprosjekt Kvikkleire. En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer*, NIFS, Rapportnr.: 14/2014, [rapport2014_14.pdf](#). Datert: 30.01.2024
- /23/ Clausen, F. & Carl, J., 1990, *Beast. A Computer Program for Limit Equilibrium Analysis by the Method of Slices*. Report 8302-2. Revision 1. Datert: 24.04.1990
- /24/ Vianova Geosuite AB. Novapoint Geosuite Stability. Version 5.0. Sist endret: 2018.
- /25/ Direktoratet for byggkvalitet, 2017, *Byggeteknisk forskrift (TEK 17) §7-2*, [TEK17 § 7-2](#)
- /26/ Miljødirektoratet, 2025, *Naturbase kart*, [Naturbase kart](#)

Digitally signed by
Matthew.Ryans@wsp.com
Date: 10.04.2025

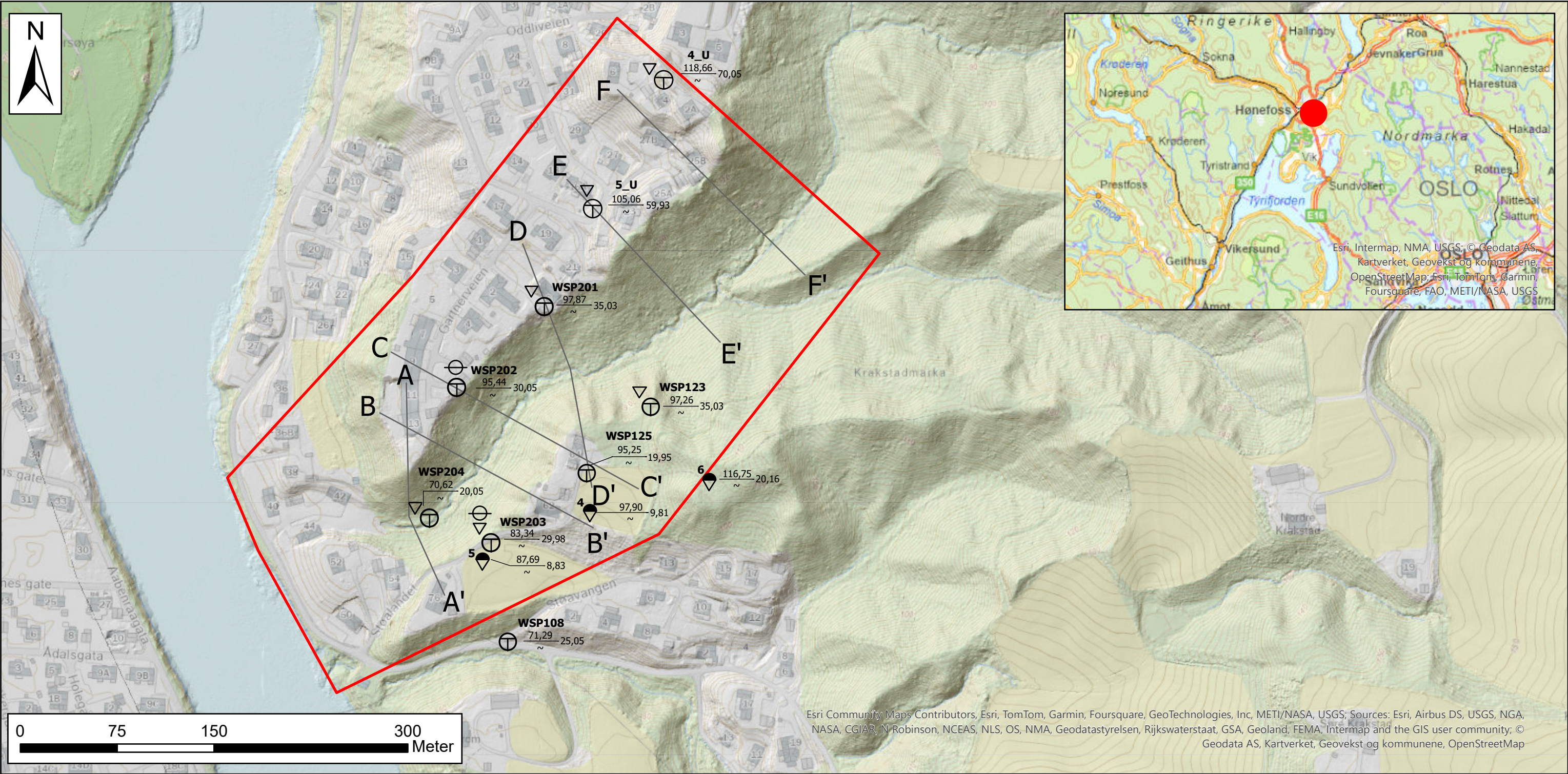
Utarbeidet av

Digitally signed by Simon
Gerlach
Location: Oslo
Contact Info:
simon.gerlach@wsp.com
Date: 2025.04.10
13:46:44+02'00'

Kontrollert av

Vedlegg 1

Resultater fra stabilitetsberegninger

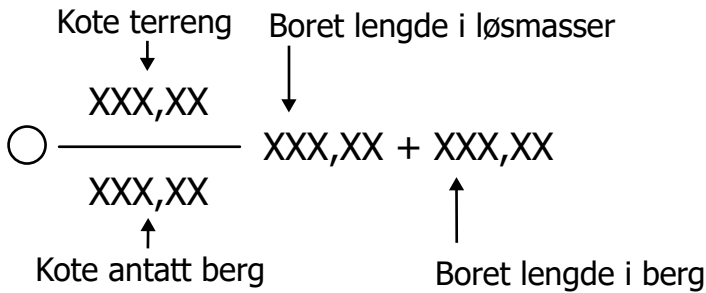


Tegnforklaring:

Undersøkelsesområde

Metoder

- ⊕ Totalsondering
- Dreietrykksondering
- ▽ Trykksondering (CPT)
- ⊖ Poretrykksmåling



St. Olavs plass 5
1065 OSLO, NORGE

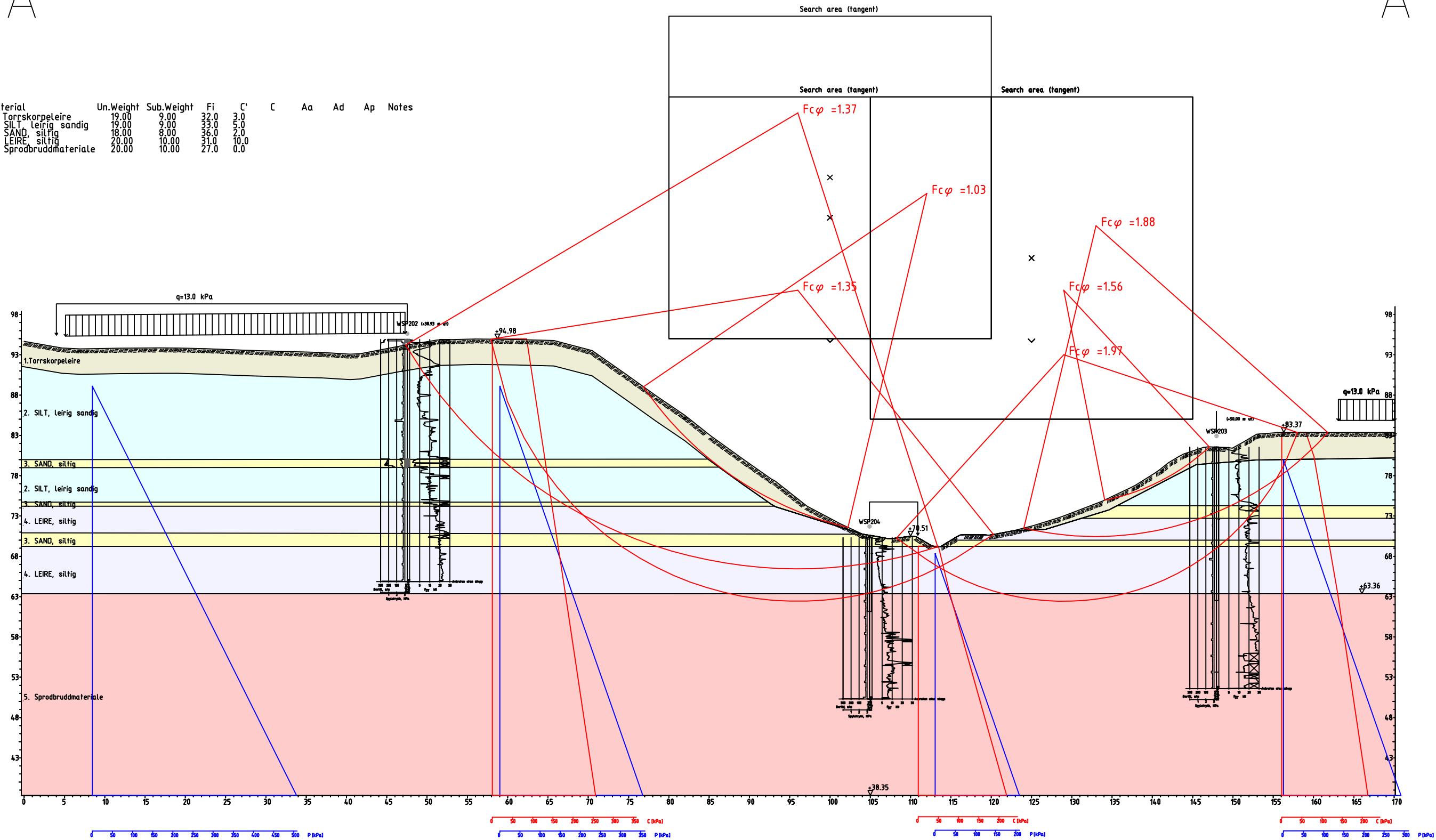
DATO: 18.03.2025
SIGN: IS131105
GODKJENNING: MR

KUNDE		
RINGERIKE KOMMUNE		
PROSJEKTNAMN		
STØALANDET/KRAKSTADMARKA		
PROSJEKTNUMMER		
1010045		
TITTEL		
SNITT FOR STABILITETSBEREGNINGER		
KOORDINATSYSTEM	TEGNINSNR.	ARK
ETRS 1989 UTM Zone 32N	V001	A3

A

A'

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	Notes
1. Torrskorpeleire	19.00	9.00	32.0	3.0					
2. SILT, leirig sandig	19.00	9.00	33.0	5.0					
3. SAND, siltig	18.00	8.00	36.0	2.0					
4. LEIRE, siltig	20.00	10.00	31.0	10.0					
5. Sproddbruddmateriale	20.00	10.00	27.0	0.0					

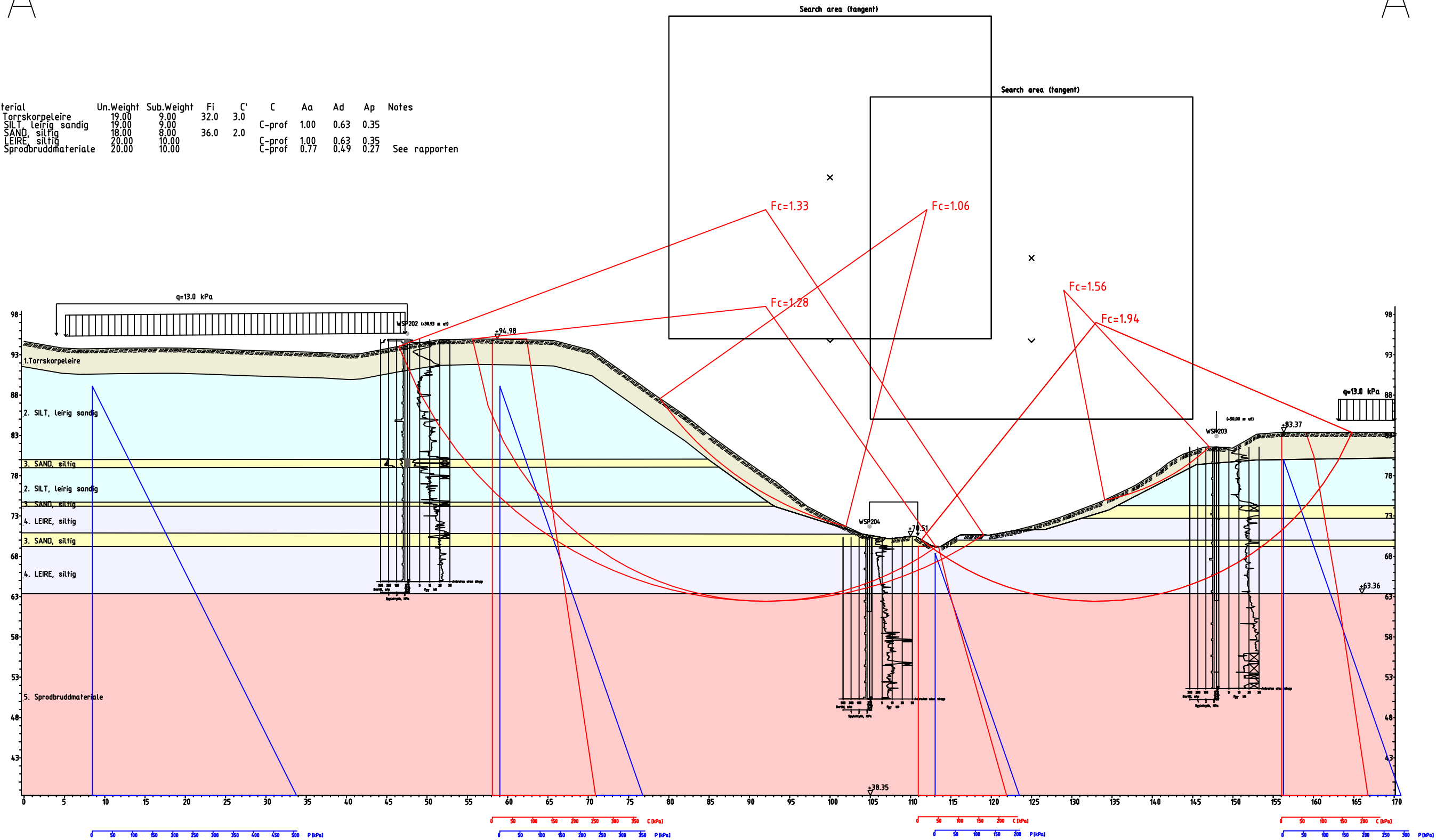


Rev.	Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Ringerike Kommune Krakstadmarka		Fag. RIG	Kontr. A3	
			Dato 10.03.25		
	Stabilitetsberegning Dagens Situasjon Effektivspenningsanalyse		Målestokk 1:500		
			Koordinatsystem NN2000		
			Status Godkjent	Konstr./Tegnet MWR	Kontrollert SG
			Oppdragsnr. 1010045	Tegningsnr. V002	Rev. 0.0

A

A'

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	Notes
1. Torrskorpeleire	19.00	9.00	32.0	3.0					
2. SILT, leirig sandig	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35	
3. SAND, siltig	18.00	8.00	36.0	2.0					
4. LEIRE, siltig	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35	
5. Sproddbruddmateriale	20.00	10.00			C-prof	0.77	0.49	0.27	See rapporten



Rev.	Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Ringerike Kommune Krakstadmarka		Fag. RIG	Format A3	
			Date 10.03.25		
	Stabilitetsberegning Dagens Situasjon Totalspenningsanalyse		Målestokk 1:500		
			Koordinatsystem NN2000		
			Status Godkjent	Konstr./Tegnet MWR	Kontrollert SG
			Oppdragsnr. 1010045	Tegningsnr. V003	Rev. 0.0

B

Rev.	Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontr.	Godek	Pag	RIG	Formål	A3
Ringerike Kommune Krakstadmarka						Date	10.03.25		
Stabilitetsberegning Dagens Situasjon Effektivspenningsanalyse						SNITT B-B'		Målestokk 1:500	Koordinatsystem
						Høydesystem NN2000			
		Status	Godkjent	Konstr./Tegnet MWR	Kontrollert SG	Godkjent	-		
		Oppdragsnr.	1010045		Tegningsnr.	V004		Rev.	0.0
https://www.wsp.com/nb-no/									

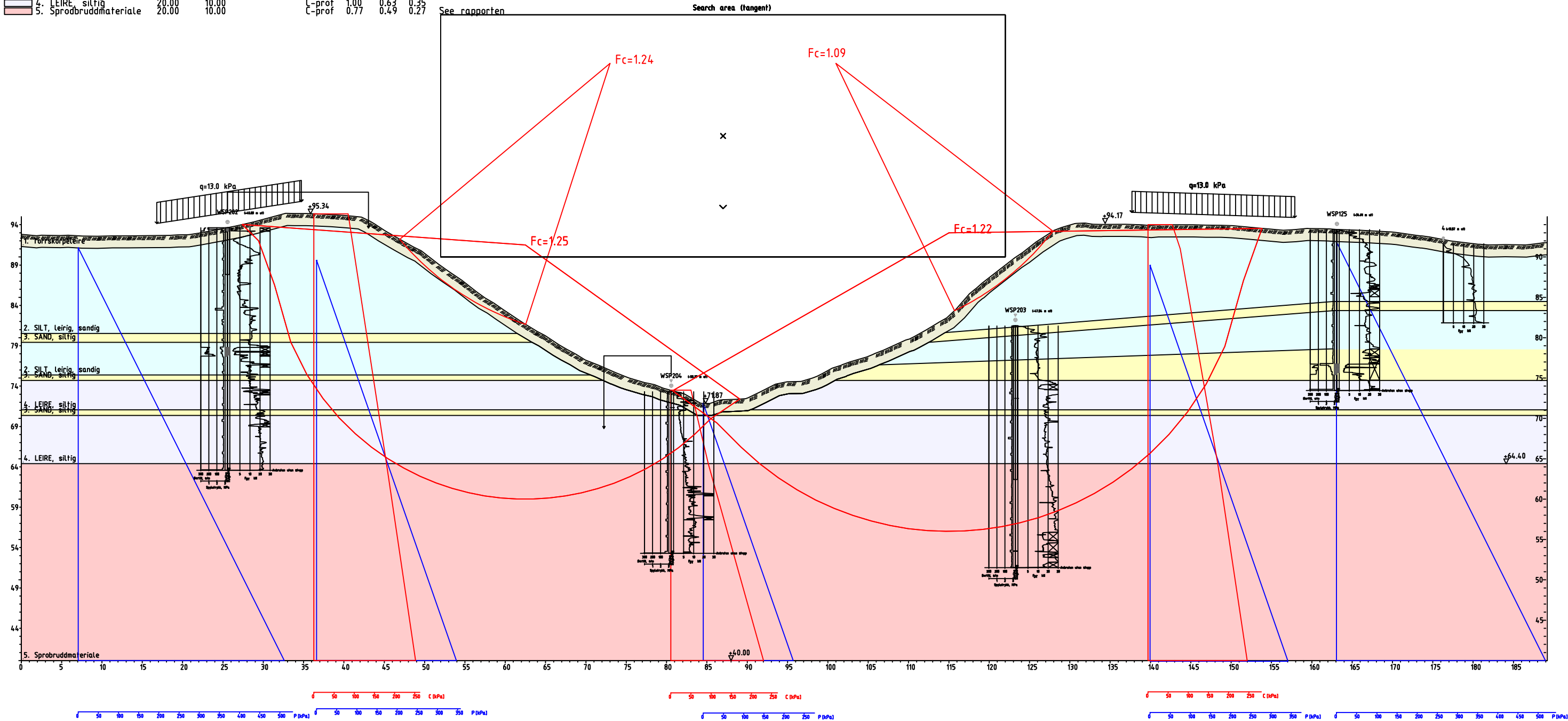
B

B'

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	Notes
1. Torrskorpeleire	19.00	9.00	32.0	3.0					
2. SILT, leirig sandig	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35	
3. SAND, siltig	18.00	8.00	36.0	2.0					
4. LEIRE, siltig	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35	
5. Sprobruddmateriale	20.00	10.00			C-prof	0.77	0.49	0.27	

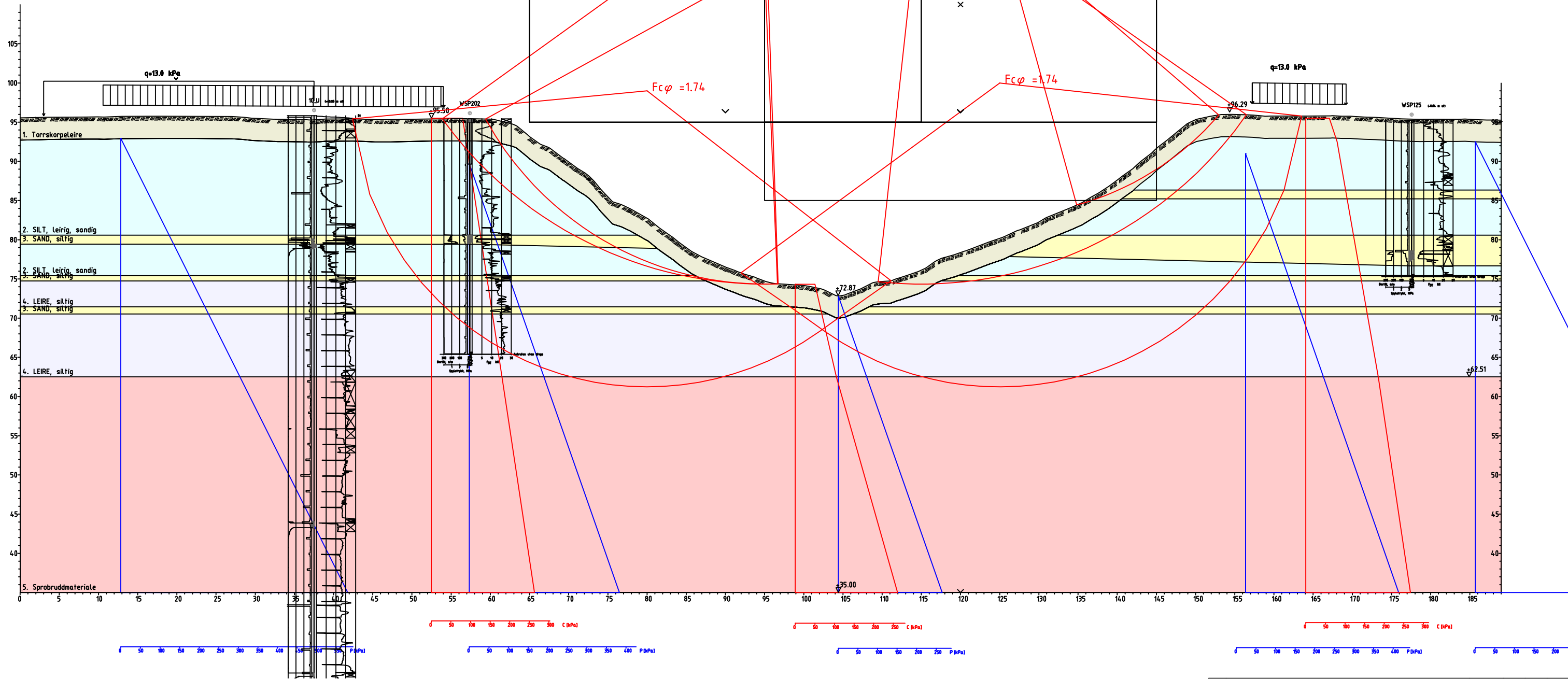
See rapporten

Search area (tangent)



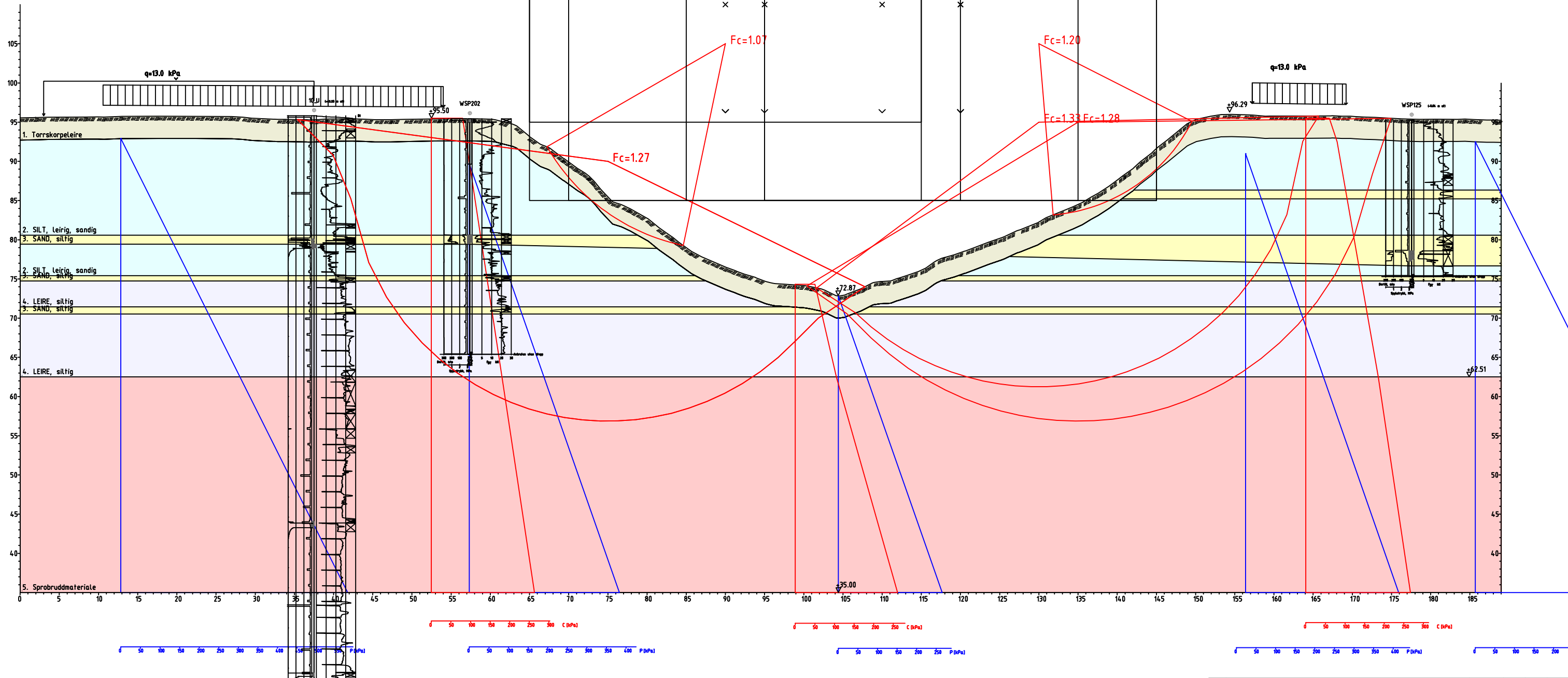
Rev.	Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Ringerike Kommune Krakstadmarka		Fag RIG	Format A3	
			Dato 10.03.25		
	Stabilitetsberegning Dagens Situasjon Totalspenningsanalyse		Målestokk 1:500	Koordinatsystem NN2000	
	wsp	Status Godkjent	Konstr./Tegnet MWR	Kontrollert SG	Godkjent -
	Oppdragsnr. 1010045	Tegningsnr. V005	Rev. 0.0		
	https://www.wsp.com/nb-no/				

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	Notes
1. Torrskorpeleire	19.00	9.00	32.0	3.0					
2. SILT, leirig sandig	19.00	9.00	33.0	5.0					
3. SAND, siltig	18.00	8.00	36.0	2.0					
4. LEIRE, siltig	20.00	10.00	31.0	10.0					
5. Sprobruddmateriale	20.00	10.00	27.0	0.0					



Rev.	Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Ringerike Kommune Krakstadmarka		Fag. RIG	Formal. A3	
			Dato 10.03.25		
	Stabilitetsberegning Dagens Situasjon Effektivspenningsanalyse		Målestokk 1:500		
			Koordinatsystem NN2000		
			Status Godkjent	Konstr./Tegnet MWR	Kontrollert SG
			Oppdragsnr. 1010045	Tegningsnr. V006	Rev. 0.0

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	Notes
1. Torrskorpeleire	19.00	9.00	32.0	3.0					
2. SILT, leirig, sandig	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35	
3. SAND, siltig	18.00	8.00	36.0	2.0					
4. LEIRE, siltig	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35	
5. Sprobruddmateriale	20.00	10.00			C-prof	0.77	0.49	0.27	See rapporten

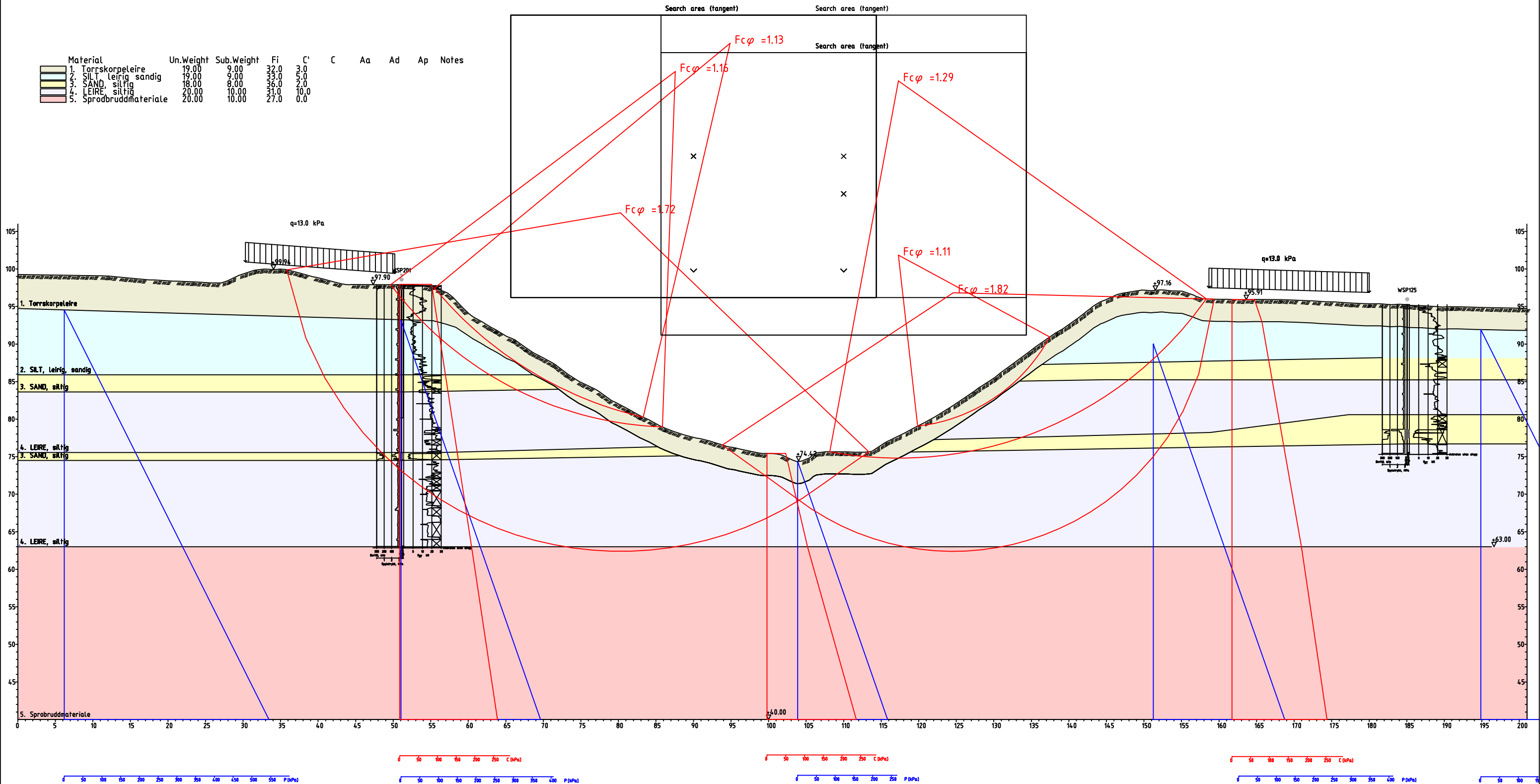


Rev.	Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Ringerike Kommune Krakstadmarka		Fag. RIG	Format A3	
			Dato 10.03.25		
	Stabilitetsberegning Dagens Situasjon Totalspenningsanalyse		Målestokk 1:500		
			Koordinatsystem NN2000		
			Status Godkjent	Konstr./Tegnet MWR	Kontrollert SG
			Oppdragsnr. 1010045	Tegningsnr. V007	Rev. 0.0

D

D'

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	Notes
1. Torrskorpeleire	19.00	9.00	32.0	3.0					
2. SILT, leirig sandig	19.00	9.00	33.0	5.0					
3. SAND, siltig	18.00	8.00	36.0	2.0					
4. LEIRE, siltig	20.00	10.00	31.0	10.0					
5. Sprobruddmateriale	20.00	10.00	27.0	0.0					

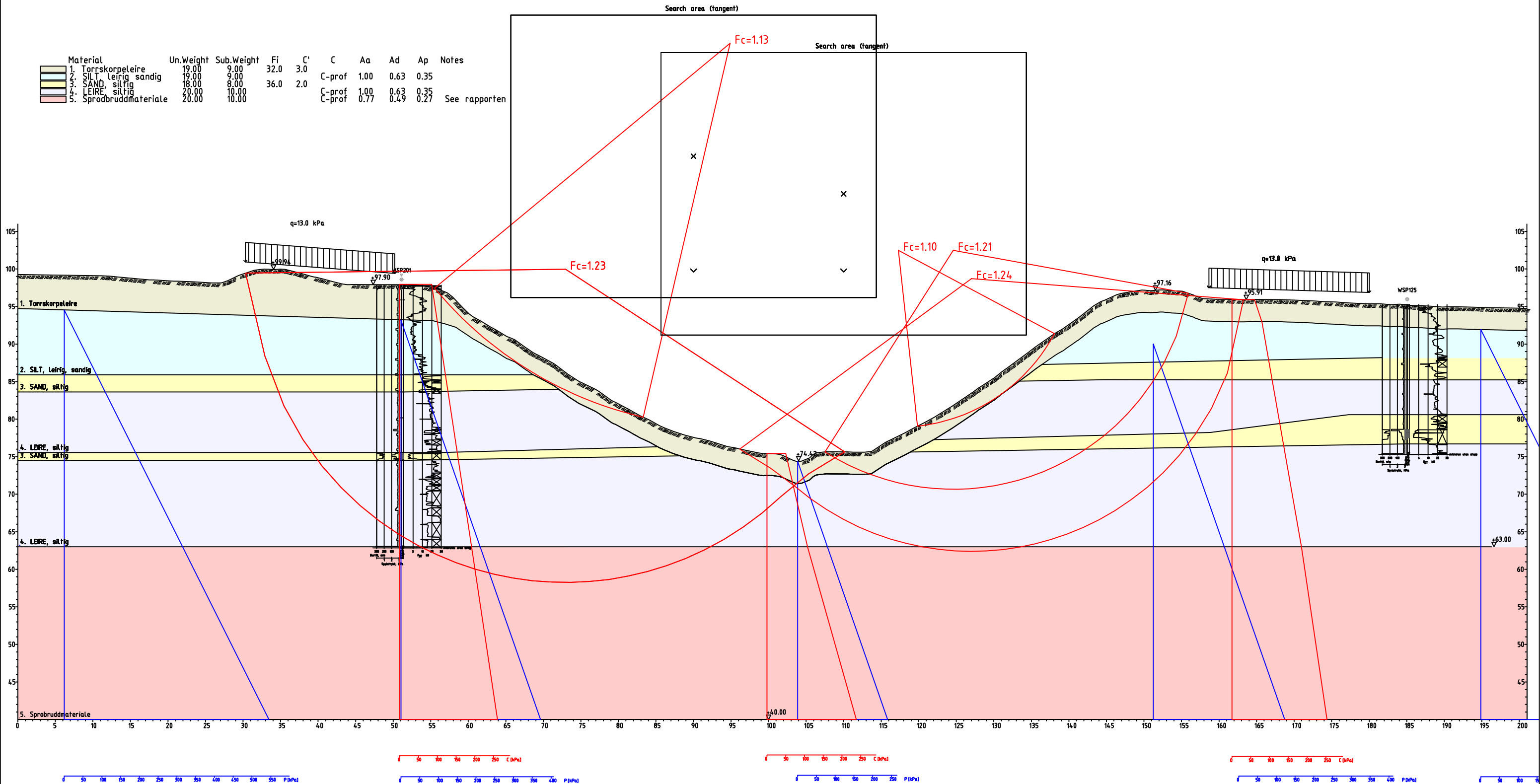


Rev.	Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Ringerike Kommune Krakstadmarka		Fag. RIG	Format A3	
			Dato 10.03.25		
	Stabilitetsberegning Dagens Situasjon Effektivspenningsanalyse		Målestokk 1:500	Koordinatsystem NN2000	
			Status Godkjent	Konstr./Tegnet MWR	Kontrollert SG
			Oppdragsnr. 1010045	Tegningsnr. V008	Rev. 0.0

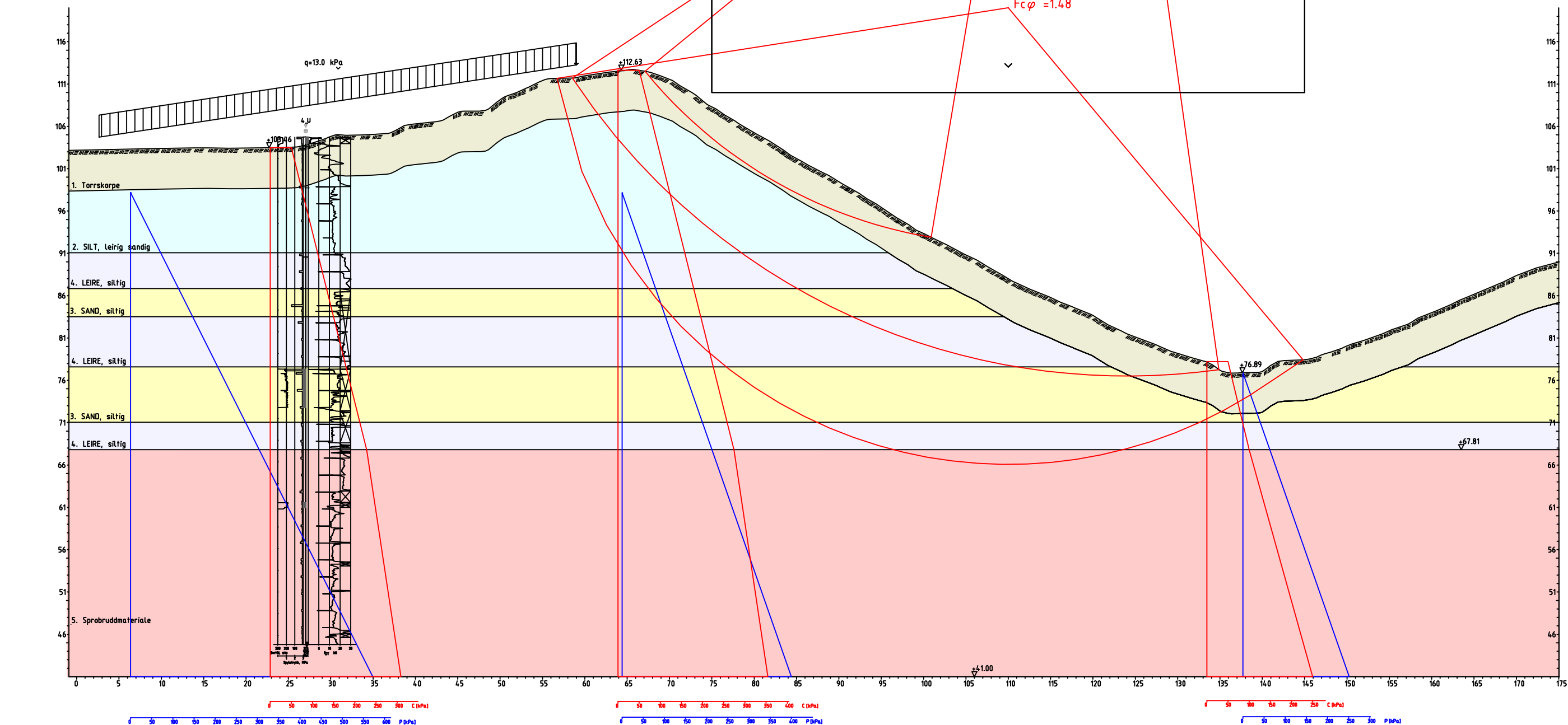
D

D'

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	Notes
1. Torrskorpeleire	19.00	9.00	32.0	3.0					
2. SILT, leirig sandig	19.00	9.00	32.0	3.0	C-prof	1.00	0.63	0.35	
3. SAND, siltig	18.00	8.00	36.0	2.0					
4. LEIRE, siltig	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35	
5. Sprobruddmateriale	20.00	10.00			C-prof	0.77	0.49	0.27	See rapporten



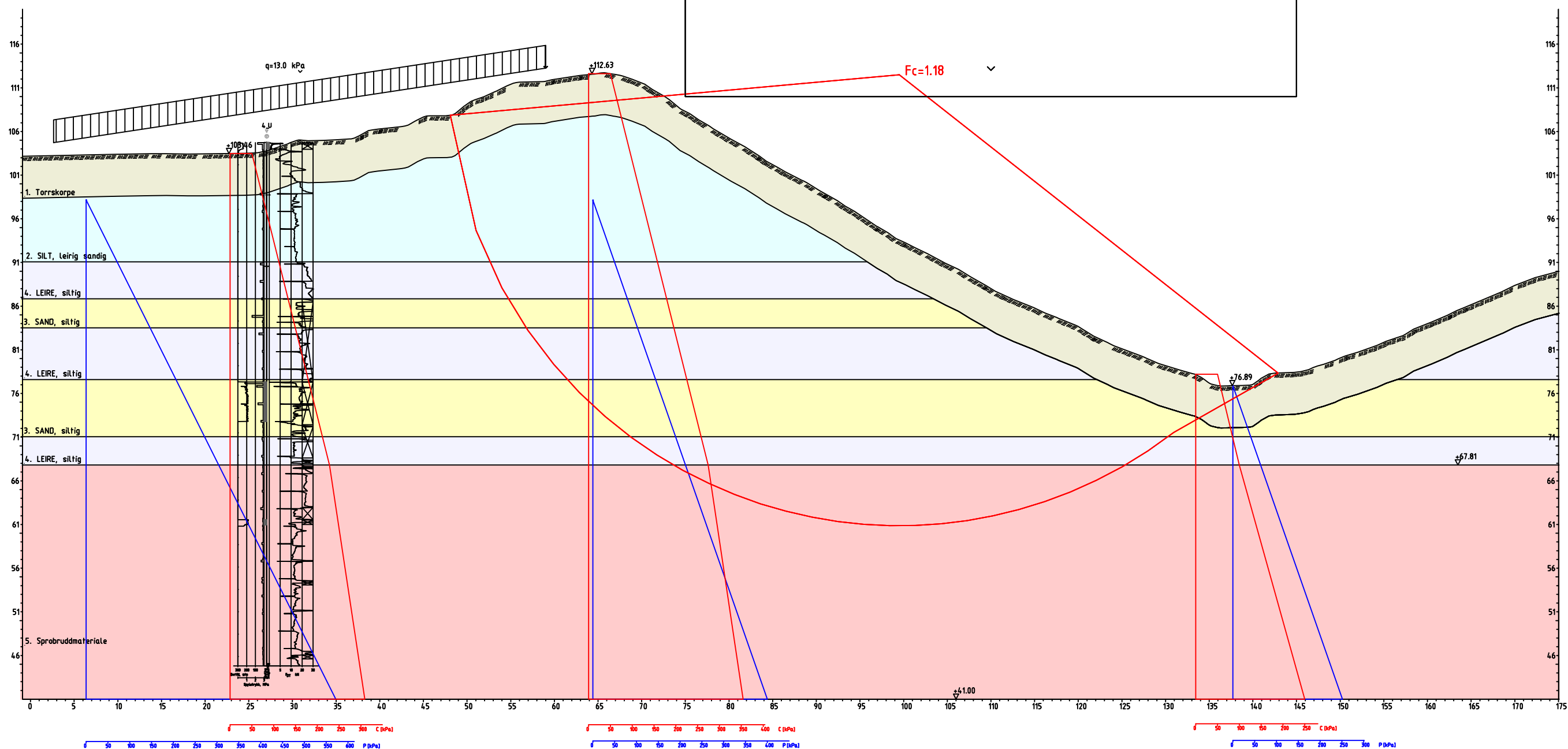
Rev.	Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Ringerike Kommune Krakstadmarka		Fag. RIG	Format. A3	
			Dato 10.03.25		
	Stabilitetsberegning Dagens Situasjon Totalspenningsanalyse		Målestokk 1:500	Koordinatsystem NN2000	
			Status Godkjent	Konstr./Tegnet MWR	Kontrollert SG
			Oppdragsnr. 1010045	Tegningsnr. V009	Rev. 0.0

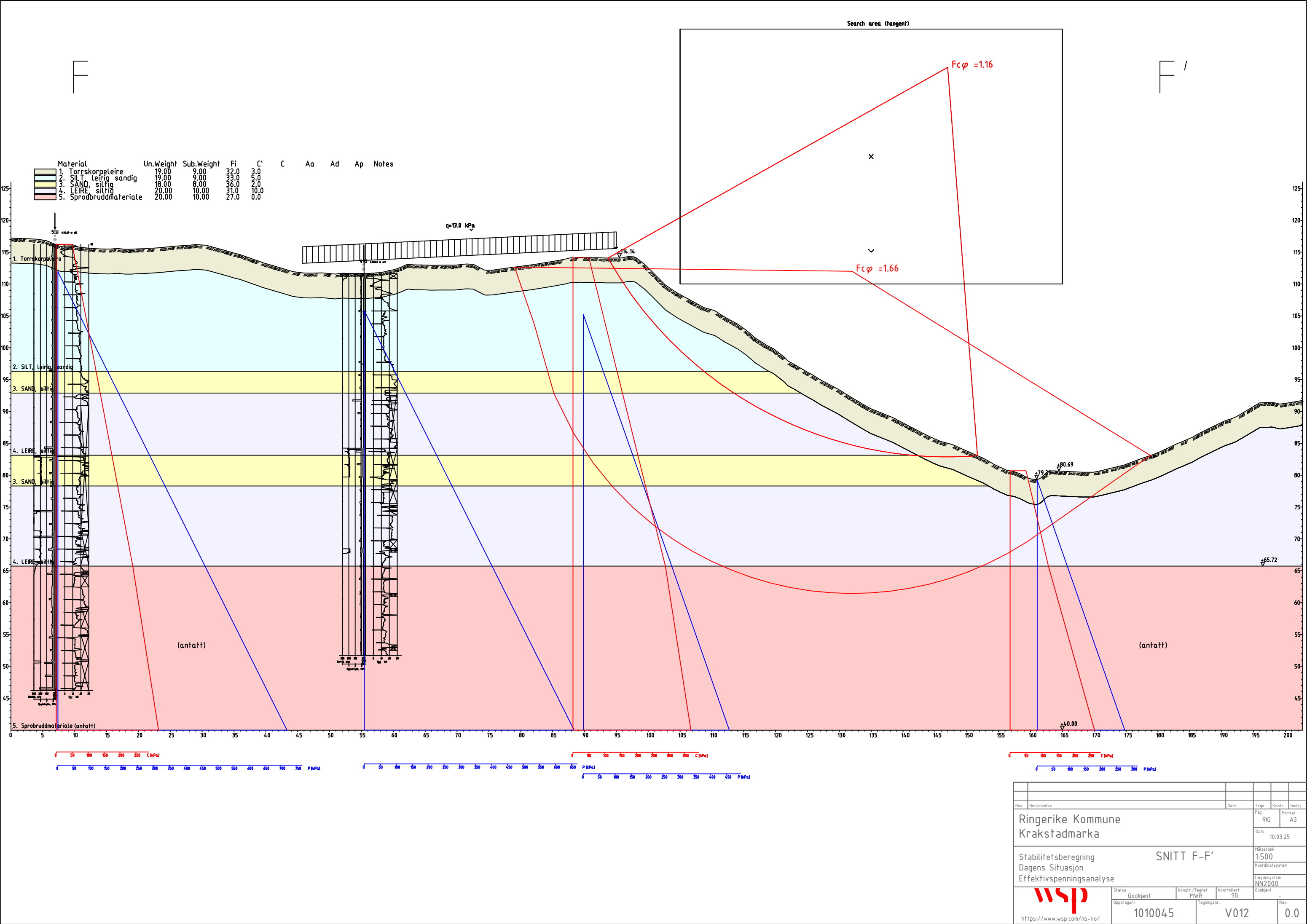


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	Fag	Format		
Ringerike Kommune Krakstadmarka						RIG	A3		
						Dato	10.03.25		
Stabilitetsberegning Dagens situasjon Effektivspenningsanalyse						SNITT E-E'			
						Målestokk 1:500			
						Koordinatsystem			
						Høydesystem NN2000			
		Status	Godkjent	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Rev.		
		Oppdragsnr.		MWR	SG				
		1010045		Tegningsnr.		V010	-		0.0
https://www.wsp.com/nb/no/									

E

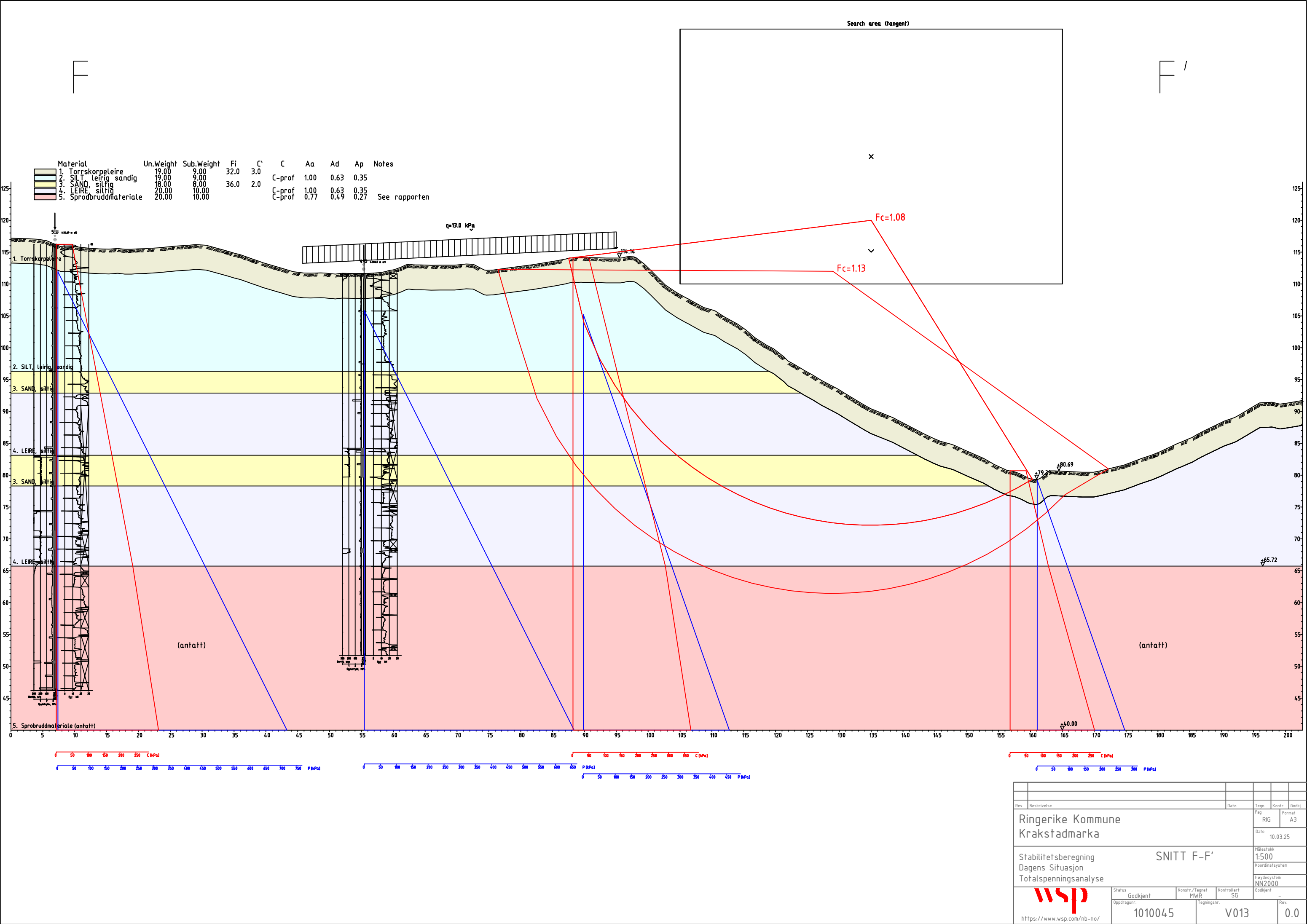
Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	Notes
1. Torrskorpeleire	19.00	9.00	32.0	3.0					
2. SILT, leirig sandig	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35	
3. SAND, siltig	18.00	8.00	36.0	2.0					
4. LEIRE, siltig	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35	
5. Sproddbrudmateriale	20.00	10.00			C-prof	0.77	0.49	0.27	See rapporten

[illegible]



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	Notes
1. Torrskorpeleire	19.00	9.00	32.0	3.0					
2. SILT leirig sandig	19.00	9.00	33.0	5.0					
3. SAND siltig	18.00	8.00	36.0	2.0					
4. LEIRE siltig	20.00	10.00	31.0	10.0					
5. Sprobruddmateriale	20.00	10.00	27.0	0.0					

Rev.	Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontr.	Godkj.
			Fag	RIG	Format A3
			Dato	10.03.25	
			Målestokk	1:500	
			Koordinatsystem		
			Høydesystem	NN2000	
			Status	Godkjent	
			Konstr./Tegnet	MWR	
			Kontrollert	SG	
			Oppdragsnr.	1010045	
			Tegningsnr.	V012	
			Rev.	0.0	



Rev.	Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Ringerike Kommune Krakstadmarka			Fag. RIG	Format A3	
			Dato 10.03.25		
Stabilitetsberegning Dagens Situasjon Totalspenningsanalyse			Målestokk 1:500		
			Koordinatsystem NN2000		
		Status Godkjent	Konstr./Tegnet MWR	Kontrollert SG	Godkjent -
		Oppdragsnr. 1010045	Tegningsnr.	Rev.	0.0
https://www.wsp.com/nb-no/					

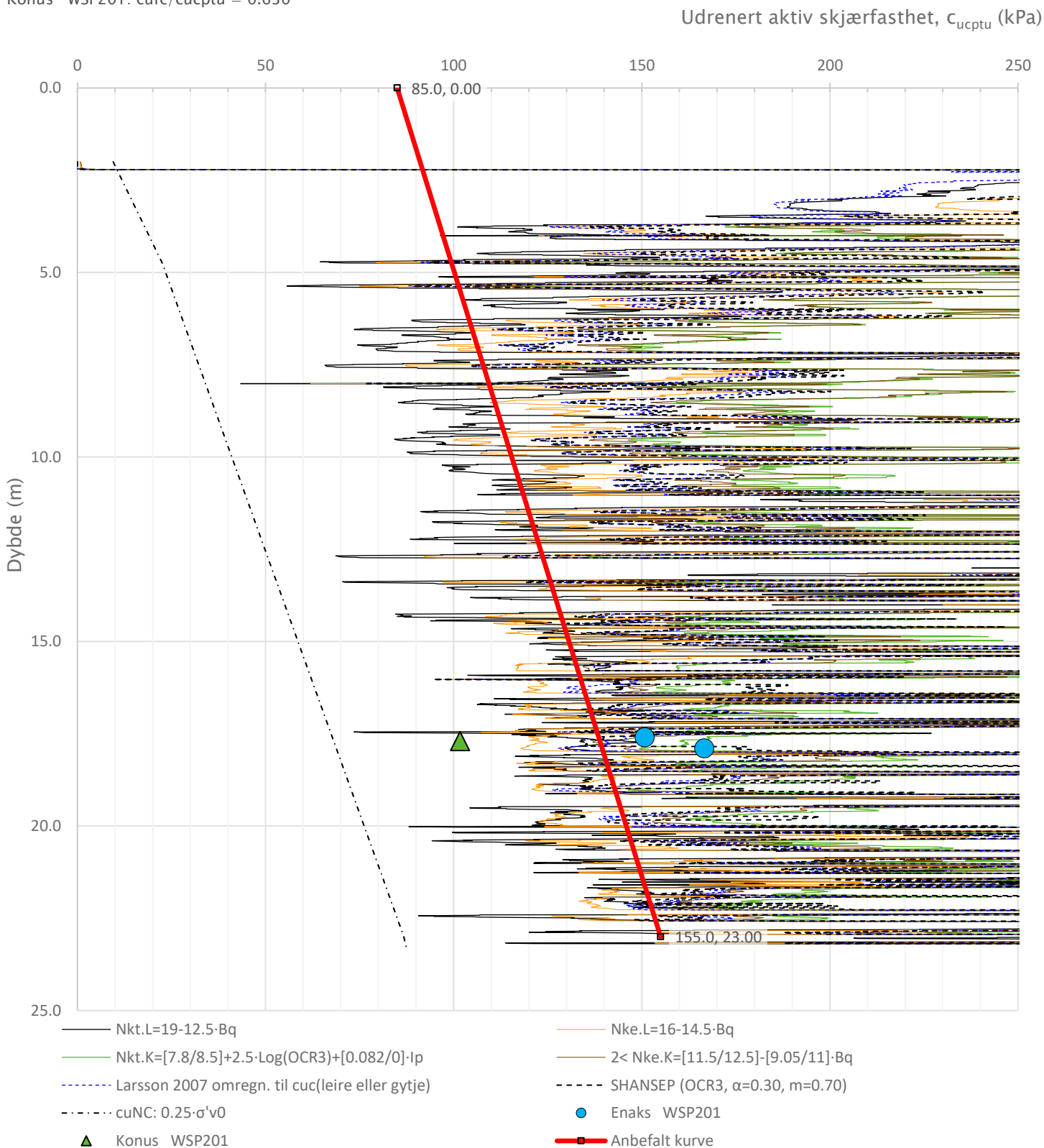
Vedlegg 2

Tolkning av CPTu og laboratoriedata

Anisotropiforhold i figur:

Enaks WSP201: $c_{uc}/c_{ucptu} = 0.630$

Konus WSP201: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$



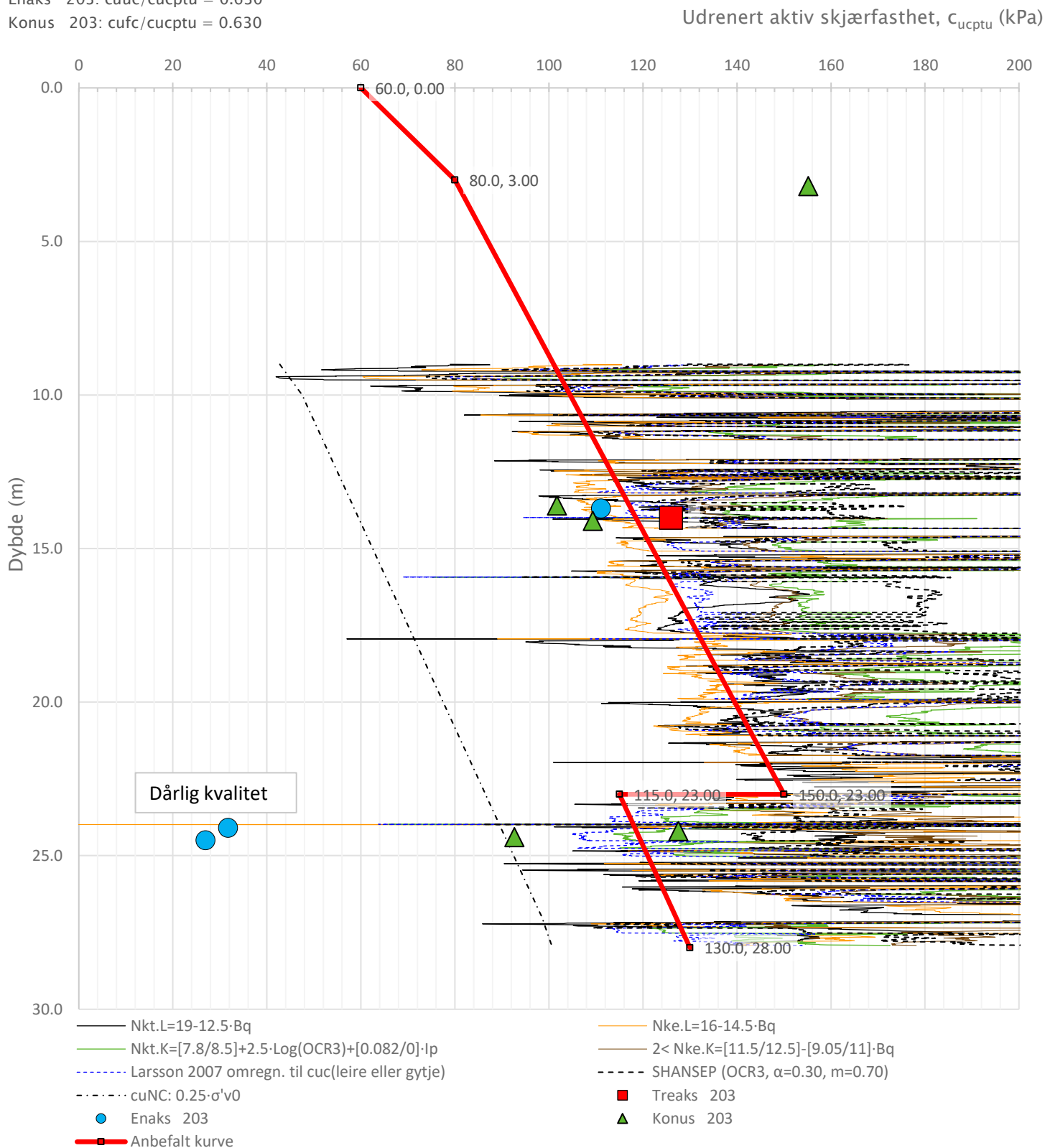
Prosjekt		Prosjektnummer: 1010045 Rapportnummer: 1010045-GEO-002		Borhull	Kote +97.87
Krakstadmarka				WSP201	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4712	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MWR	SG	-	1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Ekstern konsulent	2024-11-18	0 06.02.2025	C001	

Anisotropiforhold i figur:

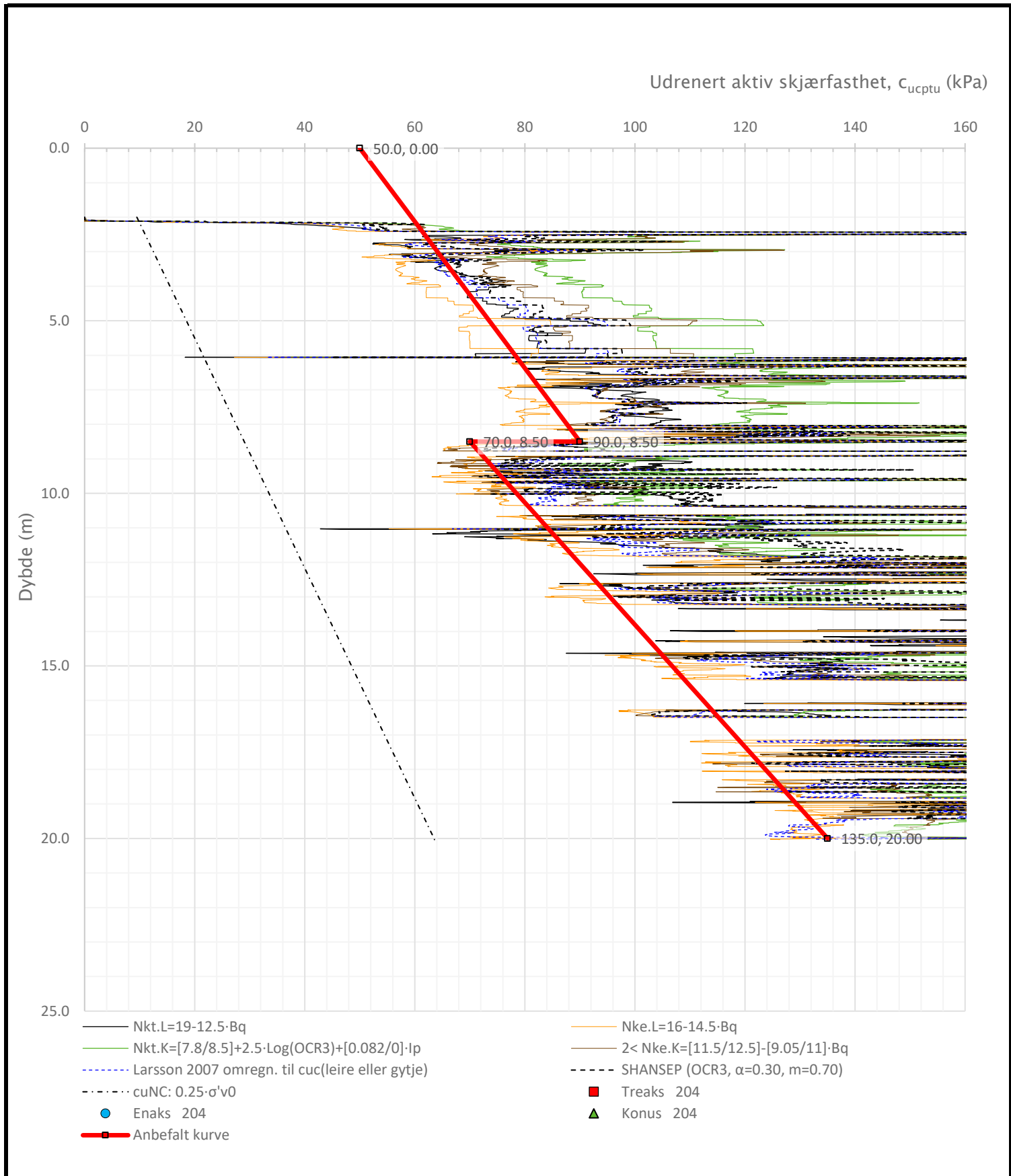
Treaks 203: $c_uC/c_{ucptu} = 1.000$

Enaks 203: $c_{uuc}/c_{ucptu} = 0.630$

Konus 203: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$



Prosjekt		Prosjektnummer: 1010045 Rapportnummer: 1010045-GEO-002		Borhull	Kote +83,34
Krakstadmarka				203	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4712	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MWR	SG	-	1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Ekstern konsulent	2024-11-20	0 06.02.2025	C002	



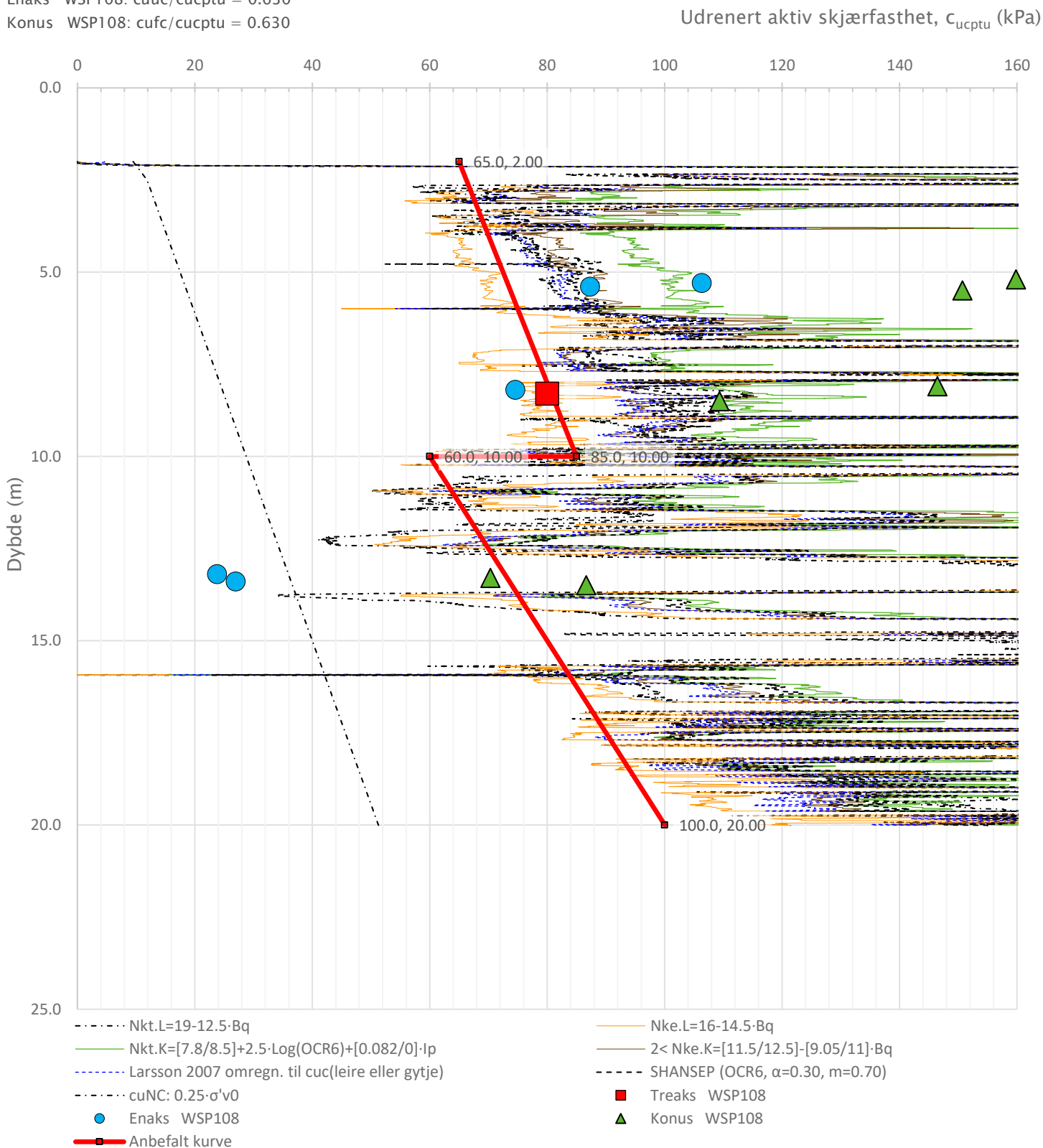
Prosjekt		Prosjektnummer: 1010045 Rapportnummer: 1010045-GEO-002		Borhull	Kote +70.62
Krakstadmarka				204	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4712	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	MWR	SG	-		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Ekstern konsulent	2024-11-13	0 06.02.2025	C003	

Anisotropiforhold i figur:

Treaks WSP108: $c_uC/c_{ucptu} = 1.000$

Enaks WSP108: $c_{uc}/c_{ucptu} = 0.630$

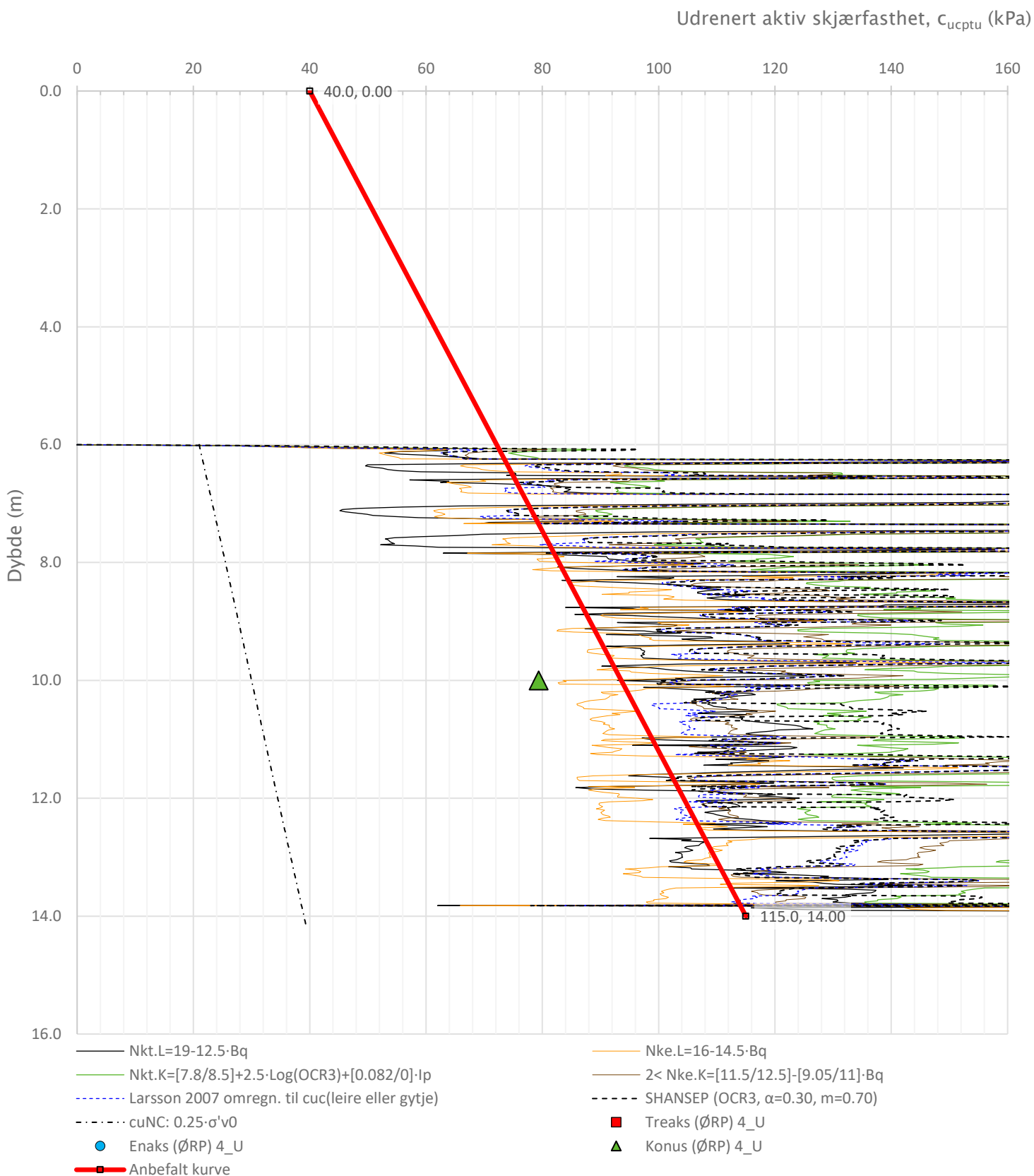
Konus WSP108: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$



Prosjekt			Prosjektnummer: 1009725 Rapportnummer: 1009725-GEO-003			Borhull	Kote +71,29
Schjongslunden Områdestabilitet						WSP108	
Innhold						Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet						4712	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse			
	MWR	SG	-	1			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur			
	Ekstern konsulent	2024-11-21	0 Rev. dato 06.02.2025	C004			

Anisotropiforhold i figur:

Konus (ØRP) 4_U : $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$



Prosjekt		Prosjektnummer: 1010045 Rapportnummer: 1010045-GEO-002		Borhull	Kote +118.6
Krakstadmarka				4_U	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4712	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	MWR	SG	—		
Divisjon	Dato sondering		Revisjon	Figur	
Ekstern konsulent	2018-12-12		0	C025	
Rev. dato		06.02.2025			

[https://wsponline.sharepoint.com/sites/NO-PRD-06257-Shared-Documents/onenr4/06-Work-In-Progress-WIP/Stabilitetsberegninger/5 Krakstadmarka CPTU-](https://wsponline.sharepoint.com/sites/NO-PRD-06257-Shared-Documents/onenr4/06-Work-In-Progress-WIP/Stabilitetsberegninger/5%20Krakstadmarka%20CPTU-4U.xlsx)

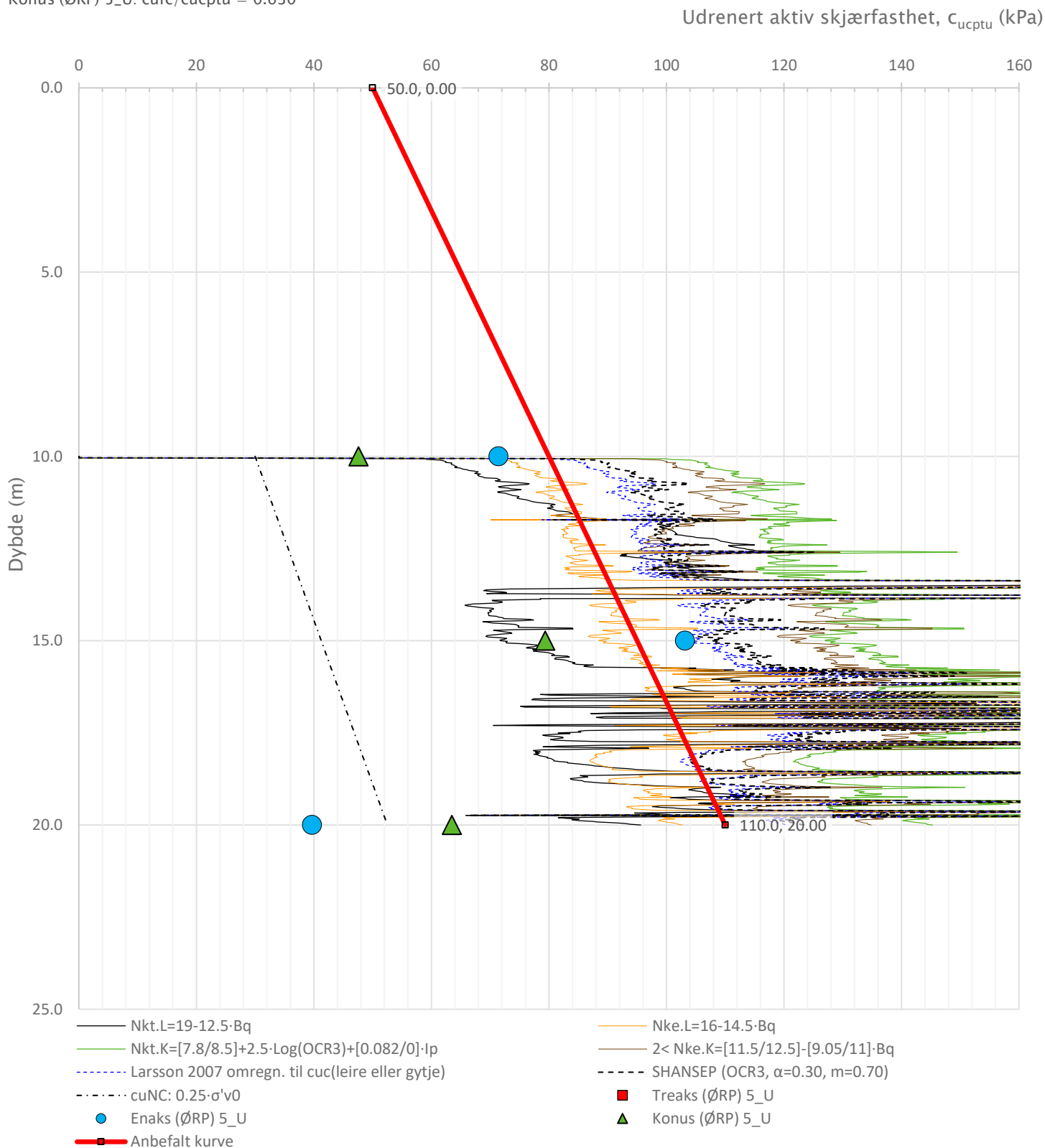
4U.xlsxm

CPTU v.2023.03

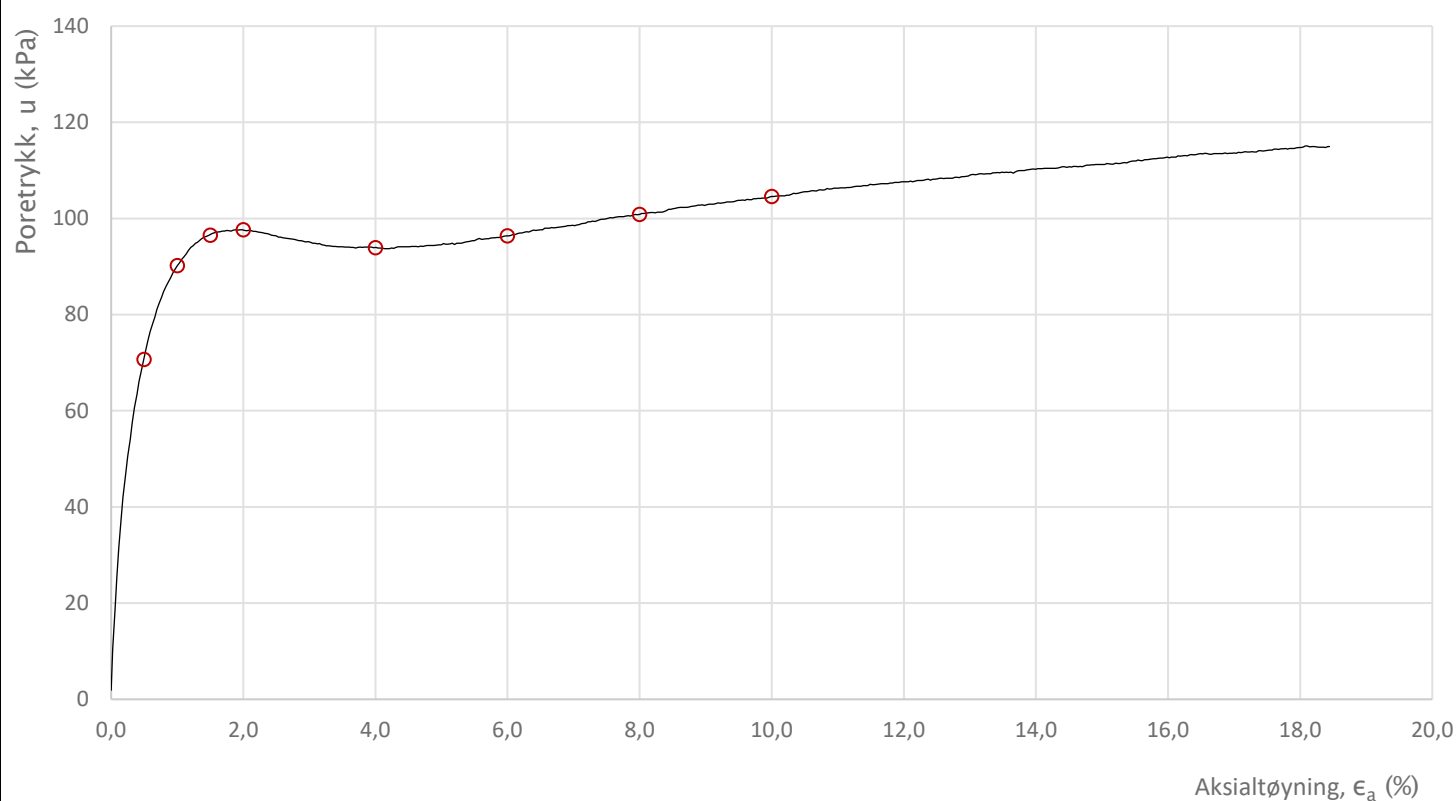
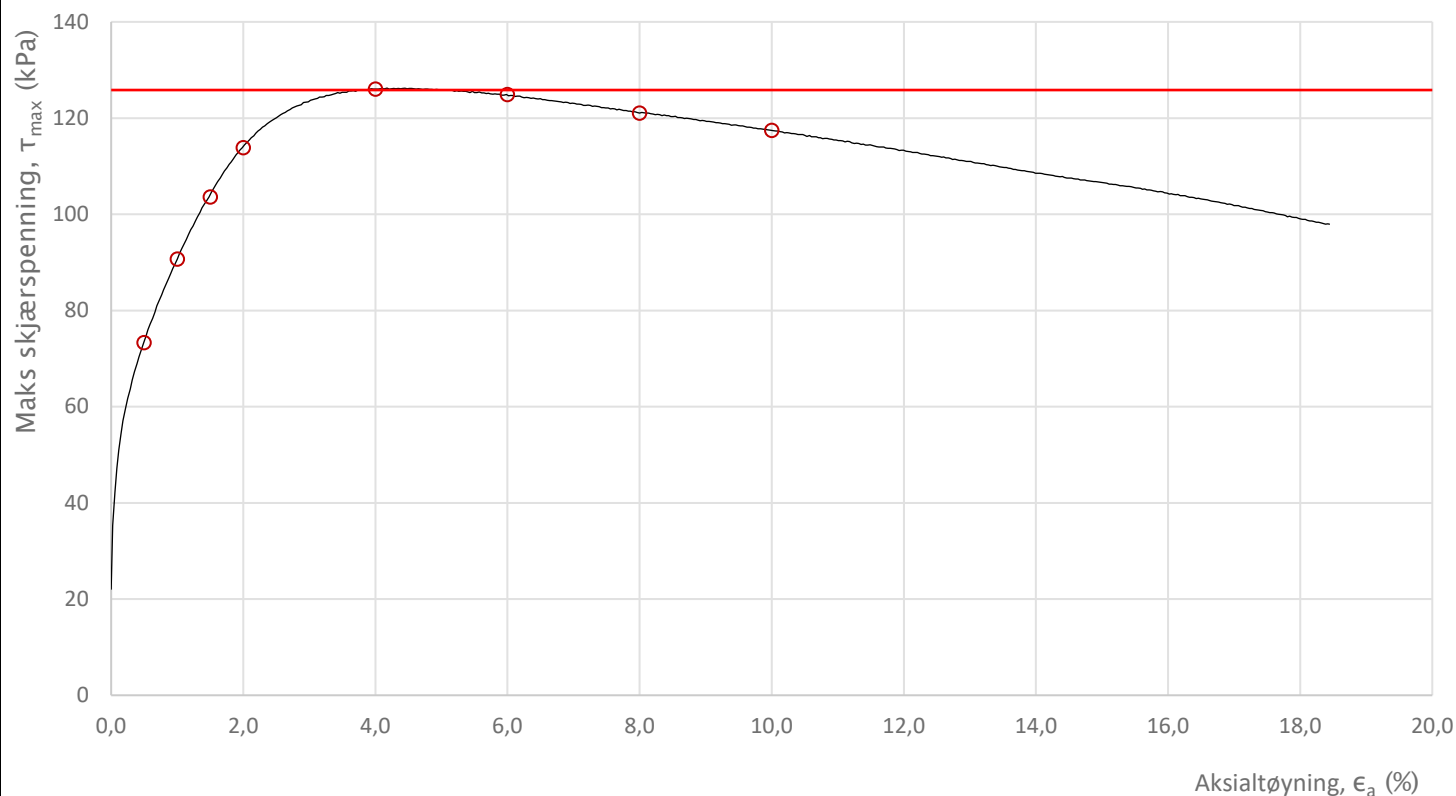
Anisotropiforhold i figur:

Enaks (ØRP) 5_U: $c_{uuc}/c_{ucptu} = 0.630$

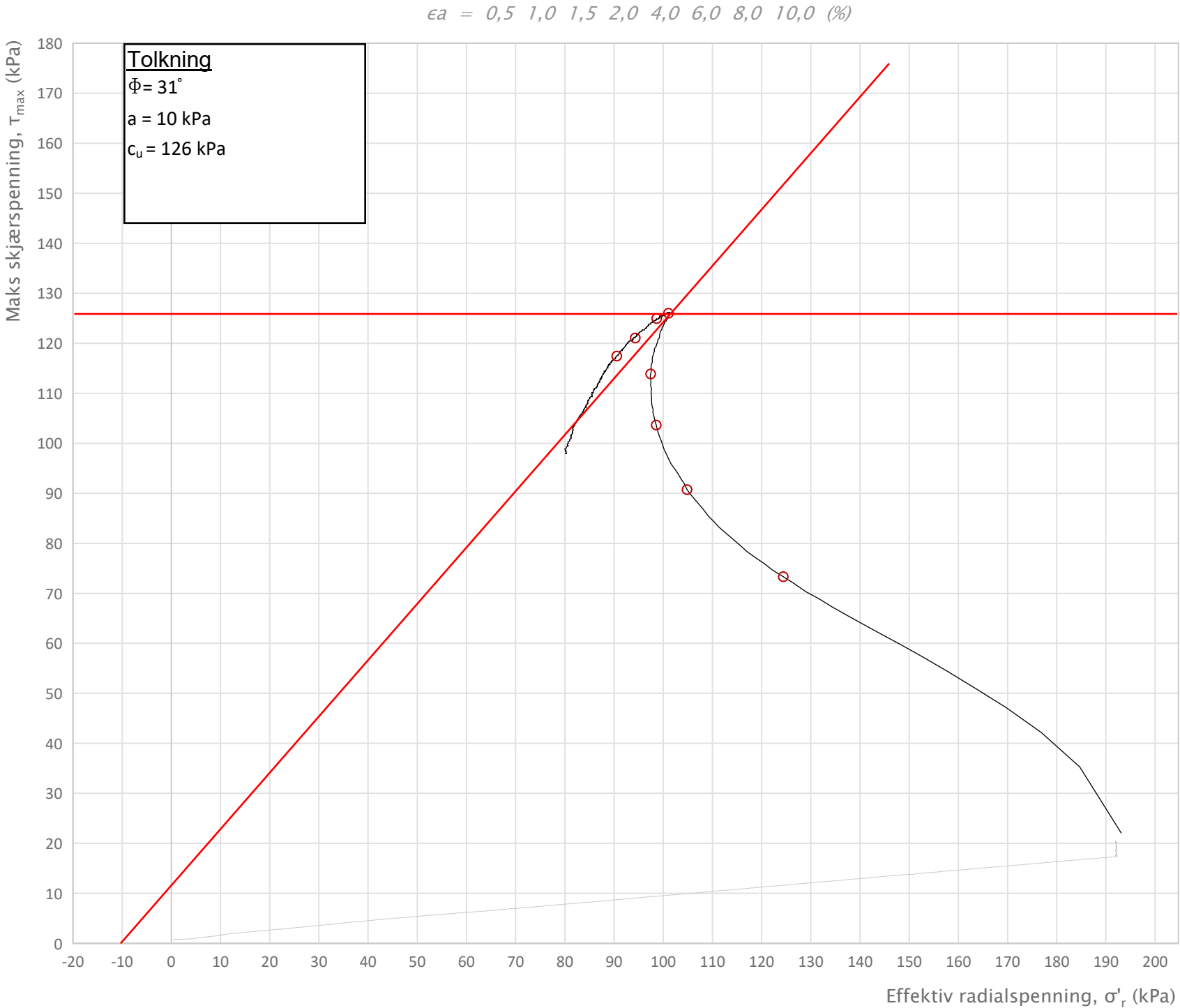
Konus (ØRP) 5_U: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$



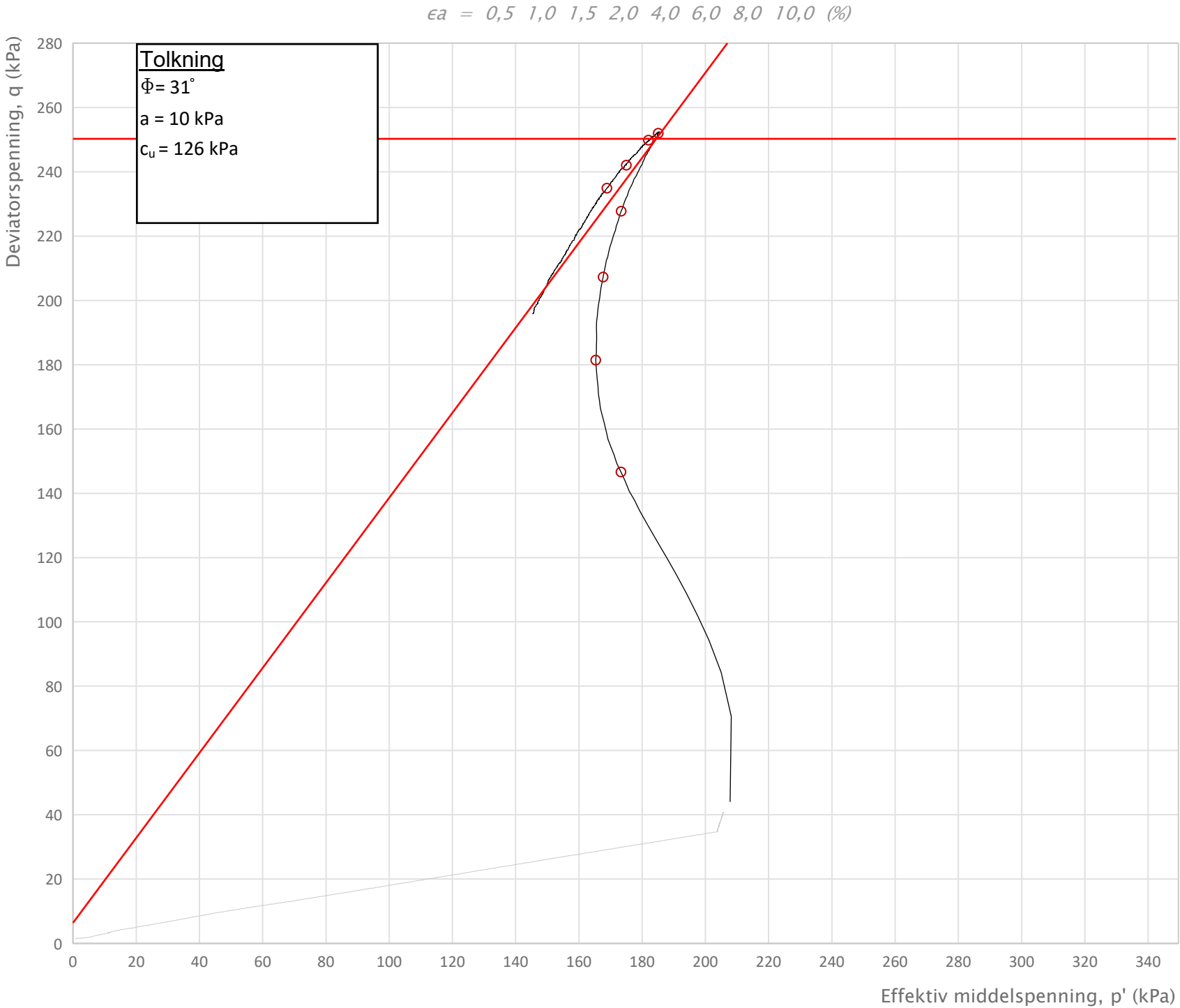
Prosjekt		Prosjektnummer: 1010045 Rapportnummer: 1010045-GEO-002		Borhull	Kote +118.66
Krakstadmarka				5_U	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4712	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MWR	SG	-	1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Ekstern konsulent	2018-12-13	0 Rev. dato 06.02.2025	C006	



Prosjekt			Prosjektnummer: 20080. Labnummer: 203-13,5E		Borhull
Schjongslunden Hønefoss Ringerike					203
Innhold			Dybde (m)		
Bruddutvikling i skjærfase, ϵ_a - τ og ϵ_a - u plott					14,00
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	MD	MD	Godkjent	CAUc	
	Kunde	Dato utført	Revisjon	Figur	
	WSP	10.12.2024	Rev. dato	-	



Prosjekt		Prosjektnummer: 20080. Labnummer: 203-13,5E				Borhull
Schjongslunden Hønefoss Ringerike						203
Innhold						Dybde (m)
Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU)						14,00
Romerike Geolab	Utført	MD	Kontrollert	MD	Godkjent	Forsøksstype
	Kunde	WSP	Dato utført	10.12.2024	Godkjent	CAUC
					Revisjon	Figur
					Rev. dato	-



Prosjekt		Prosjektnummer: 20080. Labnummer: 203-13,5E		Borhull	
Schjongslunden Hønefoss Ringerike				203	
Innhold				Dybde (m) 14,00	
Spenningssti i skjærfase, p'-q plott					
 Romerike Geolab	Utført	Kontrollert	Godkjent		Forsøksstype
	MD	MD	Godkjent		CAUC
	Kunde	Dato utført	Revisjon		Figur
	WSP	10.12.2024	Rev. dato		-