

77900673-RIG-R01

Markveien 3, Sarpsborg – Områdestabilitetsvurdering



Sweco Norge AS

Prosjekt

Prosjektnummer

Kunde

Opprettet av

Dato

Rev

Dokumentnummer

Dokumentreferanse

Organisasjonsnr. 967032271

Markveien 3 Sarpsborg

77900637

Markveien 3 AS

Heidi Schjøll Brede

12.06.2024

00

77900637-ROG-R01

\\nolysfs001\OPPDRA\35101\77900637_Markveien_3_Sarpsborg\000\06 Dokumenter\03 RIG\04
Rapporter\KS\77900637-RIG-R01 Områdestabilitetsvurdering.docx

Revisjonshistorikk

Rev	Dato	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
00	12.06.2024	Første leveranse, til uavhengig kvalitetssikring	NO1E7K	NOGARH	NOPEAA

Sammendrag

Denne rapporten, utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra MVP Invest AS, omhandler vurdering av sikkerhet mot områdeskred for planlagt utbygging i Markveien 3 (gnr./bnr. 3003-1048/269, 3003-1048/302, 3003-148/268 og 3003-1048/1/279) på Borgen i Sarpsborg kommune. Hensikten med utredningen er å sikre at området er stabilt og trygt for planlagt detaljregulering av tomten, i tråd med prosedyren og sikkerhetskravene i NVE Veileder 1/2019 («Kvikkleireveilederen»). Tiltaket er plassert i tiltakskategori K4.

Feltarbeidet bestod av geotekniske grunnundersøkelser, som gir indikasjon på en lagdeling bestående av tørrskorpeleire og/eller fyllmasser, bløt og sensitiv silt og leire, og antatt morene/friksjonsmasser over fast leire. Det ble også gjennomført én befarings i området rundt tomten av geotekniker. Basert på grunnundersøkelsene og laboratorietestene kan det ikke med sikkerhet utelukkes at det er lag med sprøbruddmateriale i grunnen. Det ble derfor nødvendig å vurdere om stabiliteten er ivarettatt på området for den planlagte utbyggingen.

Fire terrengprofiler ble vurdert i forhold til risiko for områdeskred. Profil 1, 2 og 4 ble utelukket i forhold til skredfare på bakgrunn av grunnundersøkelser og/eller topografi. Profil 3 har tilstrekkelig helning og skråningshøyde, og grunnundersøkelsene indikerer risiko for et sammenhengende lag med bløte masser med sprøbruddegenskaper. Profil 3 ble derfor vurdert videre.

Stabilitetsberegningene tar for seg ett representativt snitt i den mest kritiske skråningen og konservativt valgt lagdeling av løsmasser. Det er gjort vurderinger av skredmekanismer og potensielt løseområde. Resultatene fra stabilitetsanalysene viser at skråningen har tilstrekkelig beregningsmessig sikkerhetsgrad i henhold til kravet i NVEs kvikkleireveileder både for naturlig skråning og med planlagt utgraving for byggegrop til kote +50,5. Det er derfor ikke behov for å utføre stabiliserende tiltak med hensyn til områdeskredfare. Det er også gjort en evaluering av faregrad og konsekvensklasse for skråningen.

Uavhengig av om det er sprøbruddmateriale eller kvikkleire i området er det behov for nøye vurdering av lokalstabiliteten før byggetiltak og grunnarbeider kan igangsettes. Basert på planlagt utgravingsdybde og løsmassenes beskaffenhet anbefales det at utgravingene sikres ved bruk av en støttekonstruksjon, for eksempel en avstivet, tett spuntvegg, rundt byggegropen. Det kan også være aktuelt å stedvis foreta masseutskifting for å sikre tilstrekkelig bæreevne og unngå uønskede deformasjoner. Geoteknisk lokalstabilitet må ivaretas i alle faser av utbyggingen.

På bakgrunn av usikkerheten rundt faktisk omfang av sprøbruddmaterialer i området er det besluttet at det ikke meldes inn en ny faresone for kvikkleire til NVE som følge av denne vurderingen. Det anbefales at eventuelle fremtidige funn av sprøbruddmateriale eller kvikkleire vurderes og meldes inn i henhold til NVEs retningslinjer.

Tiltaket i Markveien 3 er vurdert som tiltakskategori K4. det er derfor behov for en uavhengig kvalitetssikring av denne rapporten. Kontrollen skal gjennomføres av et uavhengig foretak med geoteknisk kompetanse og med grunnlag i NVEs veileder 1/2019.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	1
2	Regelverk og krav	2
3	Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og potensielt løsneområde	3
3.1	Kvikkleire og sprøbruddmateriale	3
3.2	Grunnforhold	4
3.2.1	Historisk utvikling	4
3.3	Tidligere grunnundersøkelser	4
3.4	Topografi	7
3.4.1	Terreng som kan inngå i løsneområdet til et skred	7
3.4.2	Terreng som kan inngå i utløpsområdet for et skred	9
3.5	Tiltakskategori	10
3.6	Kritiske skråninger og potensielt løsneområde	11
4	Feltarbeid	13
4.1	Befaring	13
4.2	Utførte grunnundersøkelser	14
4.3	Laboratorieresultater	16
5	Tolkning av grunnforhold i kritiske snitt	17
5.1	Profil 1	17
5.2	Profil 3	18
5.3	Profil 4	18
6	Stabilitetsberegninger	18
6.1	Parametervalg	18
6.1.1	Topplag	18
6.1.2	Bløt leire/silt	19
6.1.3	Friksjonslag	19
6.1.4	Fast leire	20
6.1.5	Anisotropi	20
6.2	Geometri og lagdeling	21
6.3	Vurdering av skredmekanismer og avgrensing av mulig løsneområde	23
6.4	Evalueringsfaregrad, konsekvensklasse og risikoklasse	24
6.5	Laster	26
6.6	Analyse	26
6.7	Resultater	28
7	Oppsummering og anbefalinger	30
7.1	Innmelding av faresone	30
	Referanser	31

Vedleggsliste

- Vedlegg 1: Borplan nye og gamle grunnundersøkelser
- Vedlegg 2: Datarapport nr. RIG-2024-072 fra Geoteknikk AS
- Vedlegg 3: Plott fra CPTu-tolkninger
- Vedlegg 4: Resultater fra stabilitetsberegninger i Slope/W

1 Innledning

Sweco Norge AS er engasjert av MVP Invest AS for vurdering av områdestabilitet i forbindelse med detaljregulering av tomte Markveien 3 (gnr./bnr. 3003-1048/269, 3003-1048/302, 3003-148/268 og 3003-1048/1/279) på Borgen i Sarpsborg kommune. For en detaljregulering er det nødvendig å utføre full gjennomgang av prosedyren i Norges vassdrags- og energidirektoratet (NVE) sin Veileder 1/2019 - «Kvikkleireveilederen». Omfanget av tiltaket medfører at vurderingen må kvalitetssikres av et uavhengig foretak med geoteknisk kompetanse.

Planområdet for Markveien 3 omfatter tomtene Markveien 1 og 3, Snekkerstubakken 24, samt friområde opp mot Iseveien, se Figur 1-1. Tomten ligger ved et relativt tett bebygget boligområde og grenser til Iseveien Senter og Iseveien (Rv 22) mot nord. Planområdet ligger innenfor et område med mulighet for marin leire, og det er flere kvikkleiresoner med lav til høy faregrad vest for planområdet (nærmeste område <1 km avstand fra Markveien 3).

Tiltenkt bruk av området er blokkbebyggelse (opptil seks etasjer) og tilhørende anlegg, i tillegg til parkeringskjeller under nåværende terrengnivå. Tiltenkt nivå på kjellergulv er kote +51,6, ca. 4 m under dagens terreng. Per i dag brukes området til næringsvirksomhet og kontorer, parkeringsarealer, lager og grøntområder. Vest på området er det friluftsområde/skog, som er planlagt beholdt som skog og uteoppholdsareal ifølge planskissene fra Sweco Architects («Markveien 3, Sarpsborg. Skisser/alternativer», 14.12.2023).



Figur 1-1: Flyfoto fra 2023 av området rundt Markveien 3 [1]. Planområde markert i rødt.

Denne rapporten inneholder utredning av sikkerhet mot områdeskred i henhold til NVE veileder 1/2019 for Markveien 3. Rapporten inneholder ingen vurderinger av forhold knyttet til lokalstabilitet for tiltaket. Geoteknisk lokalstabilitet må ivaretas i alle faser av prosjektet.

2 Regelverk og krav

Følgende lover, forskrifter og retningslinjer er aktuelle for detaljregulering av tomta:

- Plan- og bygningsloven (PBL) [2]
- Byggeteknisk forskrift (TEK17) [3], med veiledning
- Forskrift om byggesak (SAK10) [4], med veiledning
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 Eurokode 7 – Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler
- NVEs Kvikkleireveileder 1/2019 [5]

Plan- og bygningsloven §28-1 angir sikkerhetskrav for byggegrunn som følger: «*Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak*».

TEK17, kapittel 7, stiller krav til sikkerhet for byggverk mot naturpåkjenninger, herunder sikkerhet mot flom, stormflo og skred. Veiledningen til §7-3 angir at tilstrekkelig sikkerhet mot kvikkleireskred kan oppnås i alle faser av utbygging og for ferdig bygg ved å følge metoder og prosedyrer gitt i NVEs veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred. Stegvis prosedyre er oppsummert i Tabell 2-1, med henvisning til aktuelt kapittel i denne rapporten.

Tabell 2-1: Kvikkleireutredningsprosedyre i henhold til NVEs veileder, Tabell 3.1.

Del	Steg	Prosedyre	Beskrevet i kapittel
1: Aktsomhetsområder	1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner i området	3.1
	2	Avgrens områder med mulig marin leire	3.2
	3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for et skred	3.4
2: Utredning av faresoner	4	Bestem tiltakskategori	3.5
	5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løseområde	3.6
	6	Befaring	4.1
	7	Gjennomfør grunnundersøkelser	4.2
	8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løse- og utløpsområder	6.3
	9	Klassifiser faresoner	6.4
	10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	6.7
	11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	7.1

Det understrekes at denne rapporten kun vurderer områder som potensielt kan ramme aktuelt planområde for Markveien 3, som beskrevet i NVEs veileder [5].

3 Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og potensielt løsneområde

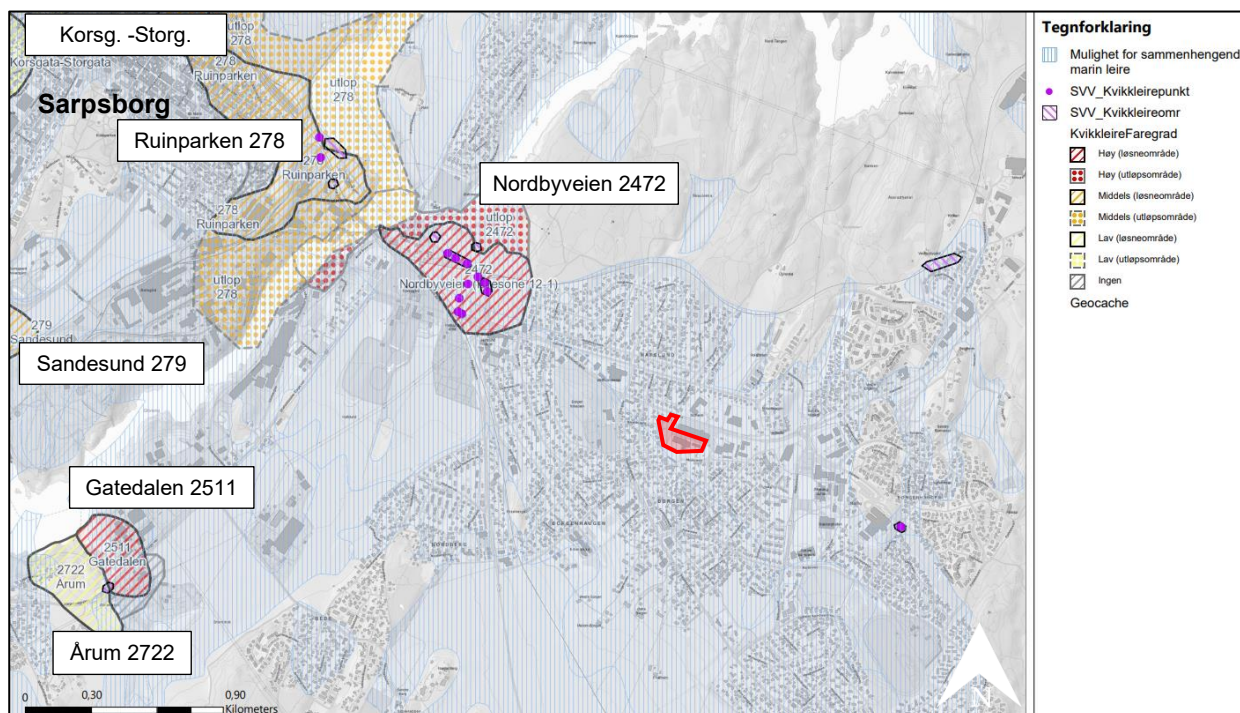
3.1 Kvikkleire og sprøbruddmateriale

Sarpsborg kommune ligger i all hovedsak under marin grense, og det er sannsynlig at det vil forekomme marine avsetninger innenfor planområdet. Dette er bekreftet i tidligere grunnundersøkelser og løsmassekart, som diskutert i kapittel 3.2. Det er påvist kvikkleire i området rundt Markveien 3 fra laboratorieundersøkelser, og flere totalsonderinger indikerer leirige masser med sprøbruddegenskaper.

Figur 3-1 viser nærmeste registrerte kvikkleiresoner, hentet fra NVEs database [6]. Det er flere kvikkleiresoner med både middels og høy faregrad lenger vest, og østover ligger to små områder med påvist kvikkleire fra Statens Vegvesen (SVV). Planområdet ligger ikke innenfor en registrert faresone.

Faresonen nærmest planområdet, Nordbyveien (faresone 12-1), ble evaluert i forbindelse med InterCity-prosjektet Østfoldbanen Fredrikstad-Sarpsborg i 2018 [7]. Faresonen strekker seg 770 m sørøstover fra Sarpsfossen og er tildelt faregradsklasse «høy». Det nevnes i rapporten at det er uoversiktlige grunnforhold, særlig i overgang til og innenfor randmorenen «Raet», og konservative beslutninger er tatt i forhold til type materiale og materialegenskaper.

De registrerte faresonene ligger på god avstand fra planområdet, og det er slak helling oppover fra Nordbyveien faresone til Markveien. På bakgrunn av topografien i området er de eksisterende faresonene derfor vurdert til ikke å påvirke planområdet.

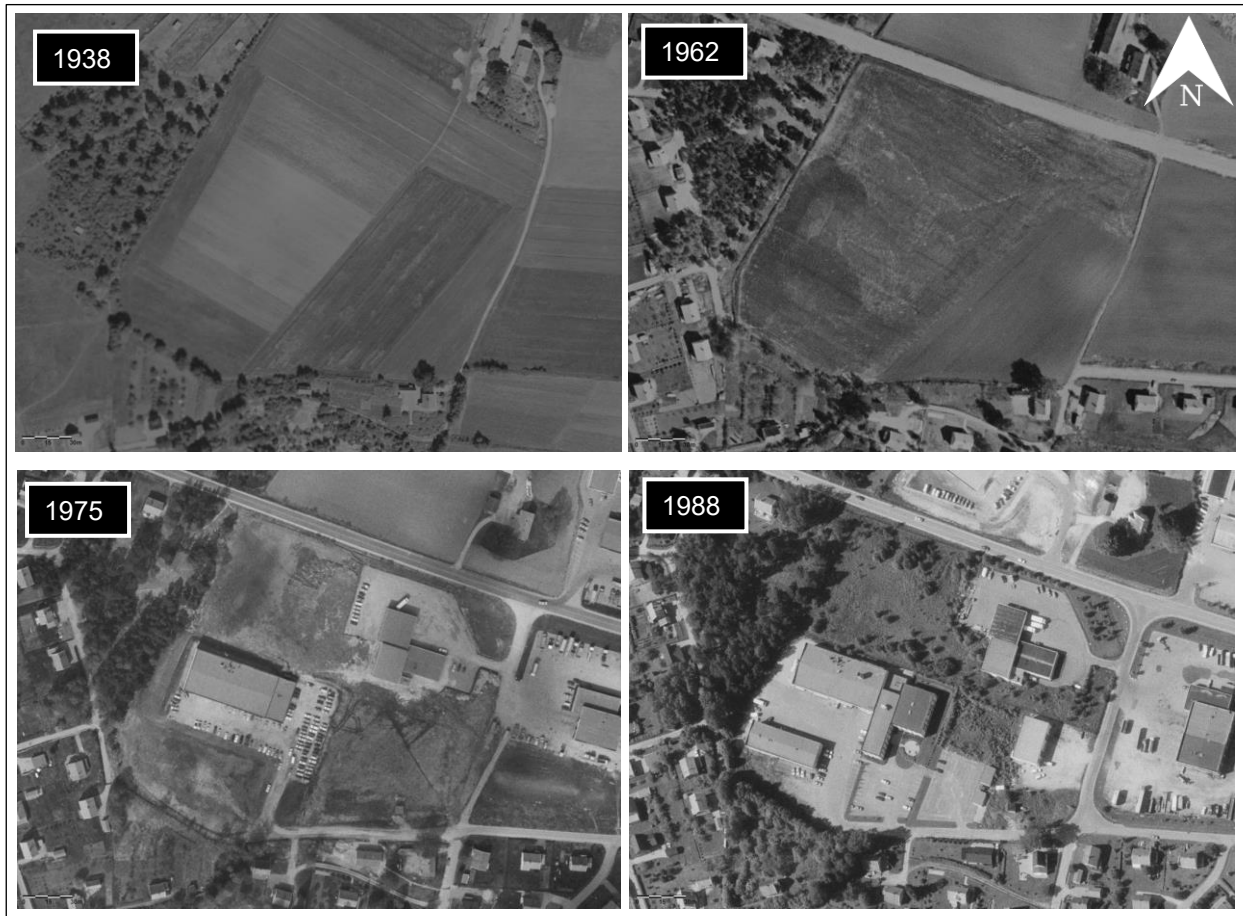


Figur 3-1: NVEs kvikkleirekart [6] i området rundt Markveien 3 (markert i rødt).

3.2 Grunnforhold

3.2.1 Historisk utvikling

Tomten ved Markveien 3 har lenge vært brukt som jordbruksareal, med tidligste historiske flyfoto tatt i 1938 [1]. Iseveien nord for tomten ble bygget mellom 1957 og 1962, og området ble omgjort til industri- og lagerbygg mellom 1963 og 1975. Innen 1988 var nesten alle dagens bygninger oppført, se Figur 3-2. Kjøpesenteret ved siden av Markveien 3 ble oppført i 2013. Det er ingen tegn til tidligere elve- eller bekkeløp eller dokumenterte jordskred i området som kan være viktig for denne områdestabilitetsvurderingen.



Figur 3-2: Historiske bilder over Markveien 3 [1].

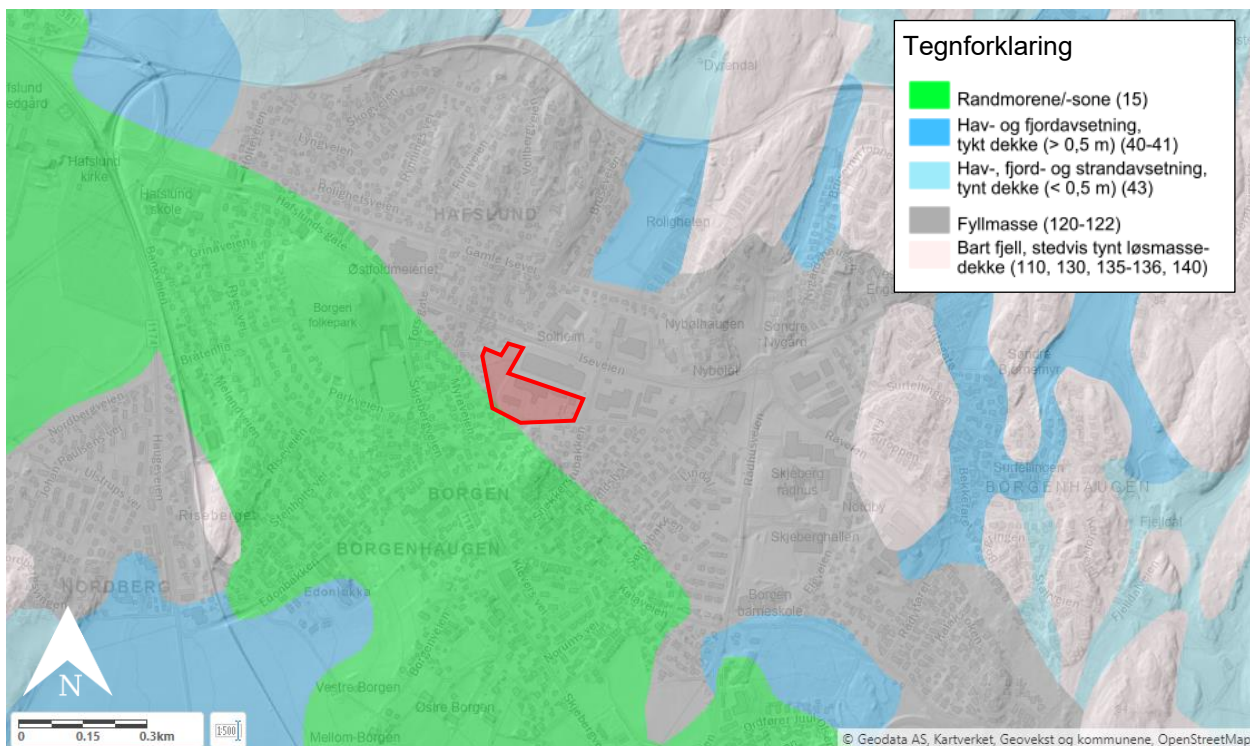
3.3 Tidligere grunnundersøkelser

I Nasjonal database for grunnundersøkelser (NADAG) er det registrert flere geotekniske undersøkelser [8]. Det foreligger fire datarapporter fra området:

- Norconsult, «426400 RIG01 Datarapport Brusevollbekken», 2019, Oppdragsnr. 5184814
- Statens Vegvesen, Seksjon berg- og geoteknikk region øst, «10139-GEOT-1 Datarapport RV 111 Hafslund-Donder», 2018
- Sweco AS, «KU og KDP – Ny bru over Glomma Grunnundersøkelsesrapport», 2014, Oppdragsnr. 10057000
- Rambøll, «Datarapport fra grunnundersøkelse – Karlshus Bruk AS Supplerende grunnundersøkelser, Hanestad Gård», 2008, Oppdragsnr. 6080243

Disse rapportene og tilhørende grunnundersøkelser er brukt som grunnlag for å vurdere grunnforholdene i området, samt tilgjengelige kart i NVE Atlas [6]. Rapport 426400 fra Norconsult er den mest relevante for planområdet og det vil legges mest vekt på denne i vurderingene. Borplaner fra rapportene er inkludert i Vedlegg 1.

Løsmassekartet i Figur 3-3 viser at planområdet ligger i et område med morene, marine avsetninger, berg i dagen og fyllmasser. Kartet indikerer kun øverste løsmasselag, og det er sannsynlig at det er både marine avsetninger og morene blant løsmassene på planområdet. Randmorenelaget som er markert i figuren er en del av israndavsetningen «Raet», som er en distinkt rygg med velgraderte og blokkrike sedimenter som øst for Oslofjorden går fra Moss i nordvest, gjennom Sarpsborg, og videre til Halden i sørøst [9].



Figur 3-3: Løsmassekart fra NGU [6].



Figur 3-4: Plassering av tilgjengelige grunnundersøkelser. Fargekode: turkis fra Norconsult 2019 (Rapport nr. 426400), grønn fra Statens Vegvesen 2018 (Rapport nr. GEIT-10139-1), rød fra Sweco 2014 (Oppdragsnr. 10057000). Nøyaktig posisjon til borehull fra Rambøll 2008 ikke mottatt, men området er markert med hvitt omriss.

BH1-BH6 fra Norconsult rapport nr. 426400 er totalsonderinger som er plassert vest for planområdet, med to borpunkter (BH4 og BH5) plassert rett på grensen til grøntområdet ved Markveien 3. Totalsonderingene er stoppet på 10 m dybde under terreng uten innboring i berg, og antatt berg er kun påtruffet i BH6. Alle seks punktene viser lag med tilnærmet ingen boremotstand, hvilket indikerer mulig bløte masser eller sprøbruddmateriale. Lagene varierer i mektighet fra ca. 0,5 m til over 3,0 m. BH7-BH11 ligger nord og øst for planområdet, og antatt berg er påvist i tre av totalsonderingene på dybde 1,77-6,15 m under terreng. Det er ingen tydelig trend i løsmassene som er identifisert over området. Basert på totalsonderingene, løsmassekart og generell topografi i området virker det sannsynlig at dybde til berg kan variere betraktelig på planområdet i Markveien 3. For eksempel er BH8 og BH11 plassert med kun 25 m avstand, og dybde til berg i BH8 er 4,23 m mens det ikke er påvist berg etter 10,06 m bordybde i BH11. Det er også sannsynlig at deler av berginnboringen i disse boringene er gjort i moreneavsetningen i området og ikke under faktisk bergoverflate.

Rapporten fra Rambøll (Oppdragsnr. 6080243, 2008) inneholder 33 totalsonderinger utført over et 350 m x 210 m område ca. 300 m nord-nordøst for planområdet. Totalsonderingene er gjennomført til mellom 0,8 m og 17,2 m dybde, med 23 borer under 7 m dybde. Boringene ble avbrutt ved antatt berg, men ingen dybde i berg ble påvist med sikkerhet. Grunnundersøkelsene viste lag av henholdsvis matjord, tørrskorpeleire, bløt og sensitiv leire og berg eller sandig siltig leirig morene på berg. Leirelaget varierte i dybde fra 0,8-15,5 m. Det ble påvist kvikkleire fra prøver(?) i 3 av borpunktene.

Rapportene fra henholdsvis 2014 (Sweco, Oppdragsnr. 10057000) og 2018 (Statens Vegvesen, nr. 10139-GEOT-1) inkluderer borehull fra Borgen folkepark og høyden kalt Dondern lokalisert i folkeparken. Det er totalt fire borehull her, nr. 517 fra 2014-rapporten og 4, 7 og 8 fra 2018. Borehull 7 og 8 er boret til hhv. 12,0 og 9,8 m, og totalsonderingene viser svært varierende boremotstand med hyppig bruk av spyling fra 3-4 m dybde, som kan indikere lagvise avsetninger bestående av siltig leirig sand. Antatt berg er møtt på 6,8 m dybde (tilsvarende kote +53,9) i borehull 8. Borehull 517 og 4 er boret til ca. 40 m dybde, henholdsvis kote +35,6 og kote +26,7. Borehull 4 likner borehull 7 og 8 til 11,5 m dybde, hvor det er et lag med svært lav motstand med en tykkelse på 2,5 m. Tilsvarende på ca. 32,0 m dybde er det et lag med svært lav motstand

med tykkelse på 3,5 m. Antatt berg er møtt på 39,7 m dybde. Totalsonderingen i borhull 517 indikerer friksjonsmasser i de øvre 12-15 meterne, etterfulgt av mulig silt/leire med tynne sandlag. Resultatene fra de to rapportene indikerer at det er lag med bløte masser med mulige sprøbruddegenskaper i bakken.

Basert på tilgjengelige tidligere utførte grunnundersøkelser, samt kvikkleirekart fra NVE [6], er det mulighet for avsetninger med marin leire innenfor hele planområdet.

3.4 Topografi

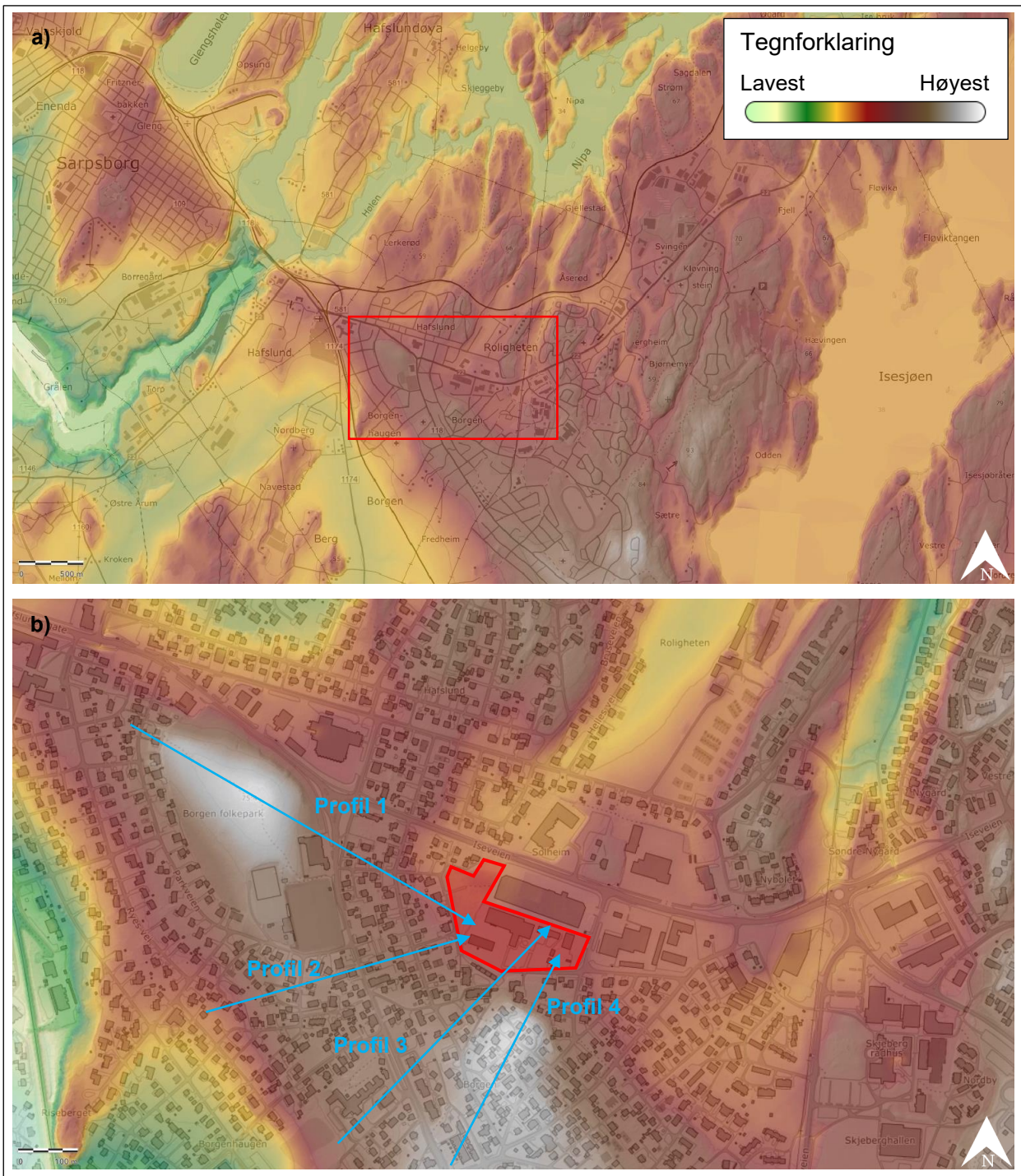
Det aktuelle planområdet ligger ved Borgen, sørøst for Sarpsborg by, innenfor et noe forhøyet område (se Figur 3-5a). Glomma renner nord og vest for området, og lsesjøen ligger i øst. Planområdet er i dag brukt til forretninger og parkeringsarealer, og har i den forbindelse blitt planert og ligger jevnt på ca. kote +55,5. Historiske flyfoto fra norgebilder.no [1] viser at tomte ble brukt som jordbruksareal frem til 1963, og første utbygging skjedde mellom 1963 og 1975. Skogsområdet på vestsiden ligger noe lavere enn resten av tomte, på kote +54, og heller svakt nedover mot nord med laveste punkt på ca. kote +52. Sør og vest for tomte ligger to høyder, på henholdsvis 80 m og 250 m avstand, se Figur 3-5b. Begge høydene ligger på omtrent kote +75, ca. 21 m over planområdet.

I henhold til NVEs veileder 1/2019, må det vurderes om planområdet ligger i et terreng som kan være utsatt for områdeskred. Følgende kriterier legges til grunn for denne vurderingen [5]:

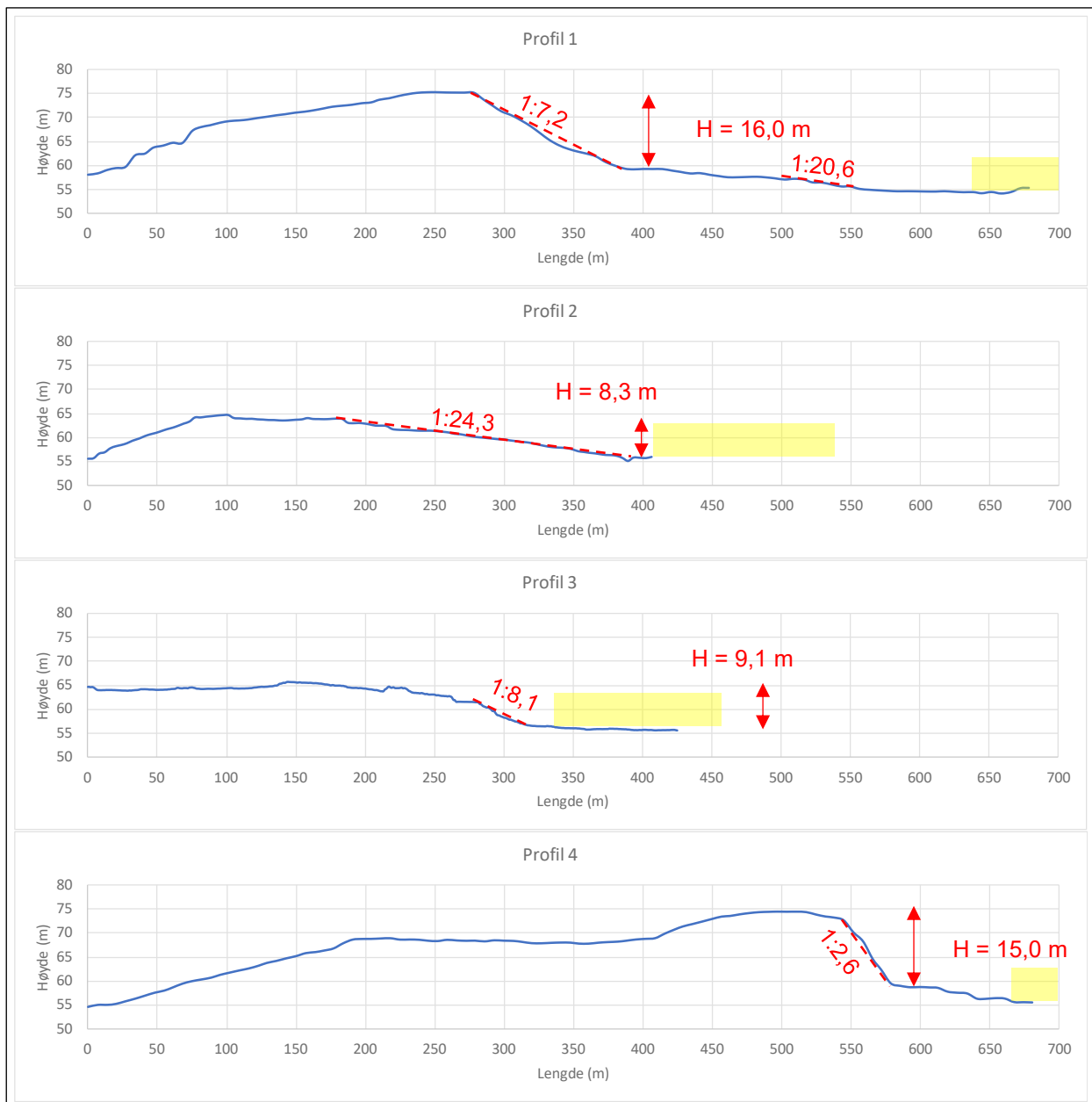
- a) Terreng som kan inngå i løснеområdet for et skred:
 - Total skråningshøyde (i løsmasser) over 5 meter, *eller*
 - Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 meter
- b) Terreng som kan inngå i utløpsområdet for et skred:
 - 3 x lengden til løснеområdets lengde. Løsnakeområdet er enten en eksisterende faresone eller et aktsomhetsområde, *eller*
 - Utløpssone som allerede er kartlagt

3.4.1 Terreng som kan inngå i løsnakeområdet til et skred

I praksis kan ikke alle skråningene i området detaljutredes i forhold til de ovennevnte kriteriene, og høydedata fra Kartverket [10] er brukt til å vurdere potensielt kritiske skråninger for områdeskred. Basert på topografien i området er fire profiler valgt ut. Disse er vist i plan i Figur 3-5, og snittprofilene er vist i Figur 3-6. Over snittprofilene er det tegnet stiplede røde linjer som viser gjennomsnittlig helling av de bratteste partiene i terrenget for hver profil. Gul firkant illustrerer omtrentlig plassering av planområdet. Basert på kriteriene for jevnt hellende terreng som kan inngå i løsnakeområdet for et skred (brattere enn 1:20 helning) må Profil 1, 3 og 4 utredes videre, mens Profil 2 har for slak helning til å inngå i områdeskredfarevurderingen.



Figur 3-5: Høydevariasjon i a) lokalområdet og b) nærområdet rundt Markveien 3 [10]. Fargene indikerer relativ høydeforskjell innenfor kartutsnittet. Utsnittet fra b) er markert i rødt i figur a), og planområdet er markert med rødt i figur b). Potensielt kritiske skråninger er markert i blått.



Figur 3-6: Profil 1-4. Gjennomsnittlig helning på bratteste del av skråning samt skråningshøyde markert i rødt. Gul firkant illustrerer omtrentlig plassering av planområdet.

3.4.2 Terreng som kan inngå i utløpsområdet for et skred

Ifølge NVEs veileder 1/2019 ligger aktsomhetsområdet/løseområdet for et potensielt skred innenfor 20 x skråningshøyden, og lengden på utløpsområdet skal beregnes som 3 x lengden på løseområdet. Tabell 3-1 viser potensielle løse- og utløpslengder for Profil 1, 3, og 4, samt om planområdet ligger innenfor det mulige utløpsområdet.

Tabell 3-1: Oppsummeringstabell løse- og utløpslengde for profilene.

Profil	Skråningshøyde [m]	Lengde løseområde [m]	Lengde utløpsområde [m]	Potensielt skred kan påvirke planområdet
1	16,0	320	960	Ja
3	9,1	182	546	Ja
4	15,0	300	900	Ja

Ettersom planområdet ligger i et terreng som kan inngå i potensielt utløpsområde for skred i Profil 1, 3 og 4, må disse skråningene vurderes videre.

Planområdet ligger ikke innenfor allerede kartlagte utløpssoner ifølge NVEs temakart for kvikkleire [11].

3.5 Tiltakskategori

Tiltaket plasseres i kategori K4, jf. Figur 3-7 basert på tabell fra NVEs veileder 1/2019. Valg av tiltakskategori begrunnes primært med at planlagt tiltak innebærer flere boligbygg med høyt antall boenheter over et større område (over 17.000 m²) [12]. Detaljregulering av tomta medfører en full gjennomgang av prosedyren fra NVEs veileder 1/2019.

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

Figur 3-7: Valg av tiltakskategori. Fra tabell 3.2 i NVEs kvikkleireveileder [5], kapittel 3.3.

Tiltakskategori K4 innebærer følgende sikkerhetskrav fra NVEs veileder 1/2019, kapittel 3.3.6:

«Faresonen(e) som kan berøre tiltaket må avgrenses og utredes for områdeskredfare, iht. kap. 4 Soneutredning. Krav til utredning gjelder også hvis tiltaket ligger i et utløpsområde. Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges. For vurdering av erosjon, se NVE Ekstern rapport 9/2020 (15). For tiltakskategori K3 ved lav faregrad er kravene til sikkerhet lik som for tiltakskategori K1, kap. 3.3.4.

Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene, se kap. 5.3.3.

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3.

For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet $F_{c\phi} \geq 1,25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1,20$. Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal $F_{c\phi}$ og F_{cu} økes prosentvis iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3. Kriteriene for hva som kan regnes som skråninger utenfor influensområdet til tiltaket fremgår av kap. 3.3.7.

Prosentvis forbedring kan bare oppnås ved bruk av topografiske endringer og/eller ved bruk av lette masser. Dersom man velger å bedre områdets stabilitet ved grunnforsterkning, må en oppnå sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ etter at sikringstiltaket er utført.

Kravet til prosentvis forbedring gjelder for alle skredmekanismer som kan berøre tiltaket, og gjelder for alle potensielle glideflater som før tiltak har lavere sikkerhet enn kravet. Ved særlig stor kompleksitet, spesielt ugunstige grunnforhold, utfordrende topografi og stor konsekvens bør større forbedring vurderes. Se for øvrig kap. 5.4 vedrørende beregningsmetodikk for prosentvis forbedring.

Vurderinger og utarbeidelse av dokumentasjon skal gjennomføres av foretak med geoteknisk kompetanse som angitt i kap. 3.1. Kvalitetssikring gjennomføres av uavhengig foretak (også for K3 lav faregrad).»

Veilederen definerer sprøhetsforholdet, f_s , som 1,15. Dette betyr at sikkerhetsfaktoren F_{cu} som må oppnås i stabilitetsberegningene ved forverrende tiltak er:

$$F_{cu} = 1,40 \cdot f_s = 1,40 \cdot 1,15 = 1,61 \quad \text{Formel 3-1}$$

Med grunnlag i Kvikkleireveilederen og valg av tiltakskategori K4 er det behov for en uavhengig kvalitetssikring av denne rapporten. Kontrollen skal gjennomføres av et uavhengig foretak med geoteknisk kompetanse og med grunnlag i NVEs veileder 1/2019.

3.6 Kritiske skråninger og potensielt løsneområde

Som konkludert i kapittel 3.4, må Profil 1, 3 og 4 vurderes videre på bakgrunn av terrengkriteriene i Kvikkleireveilederen. I dette steget kan informasjon fra eksisterende grunnundersøkelser benyttes til å dokumentere at det ikke finnes sprøbruddmateriale i grunnen, og dermed avkrefte fare for områdeskred. Figur 3-8 viser posisjonen av valgte profiler og eksisterende grunnundersøkelser. For Profil 3 og 4 er det ikke tilstrekkelig med informasjon tilgjengelig for å med sikkerhet kunne si noe om skråningsstabilitet, og videre utredning er nødvendig.

Det er seks borhull langs Profil 1 i relativ nærhet, hvorav fire er totalsonderinger plassert innenfor Borgen folkepark. Kritisk skråning for Profil 1 er skråningen opp mot høyden Dondern, som ligger i folkeparken. Borhull 4, 7, 8 og 517 er derfor vurdert nærmere i forbindelse med skråningsstabilitetsvurdering av profilen.

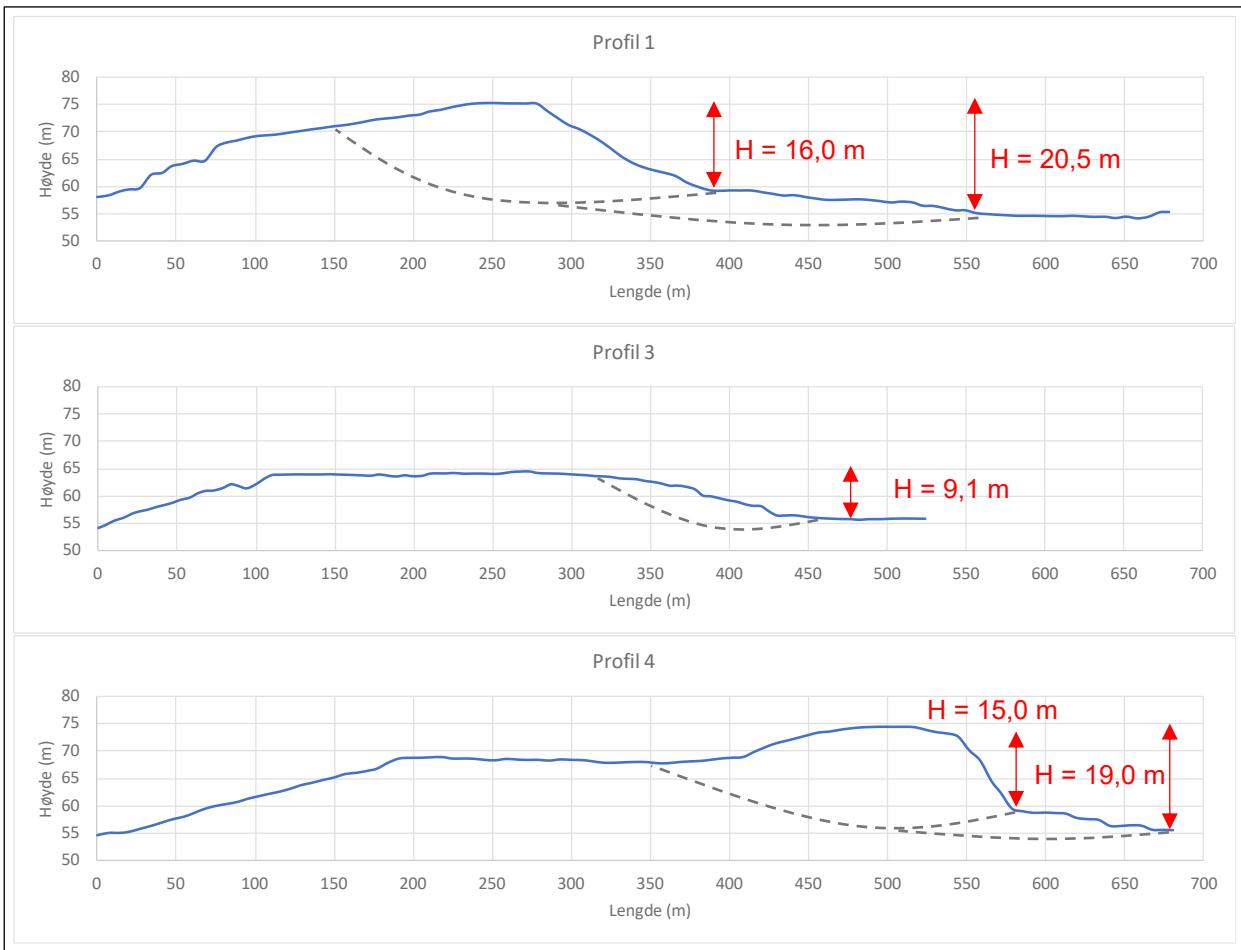
Som diskutert i kapittel 3.2 viser totalsonderingene for borhull 7 og 8 ikke tegn til materialer med sprøbruddsegenskaper. Borhullene er ikke veldig dype, men går omtrent 5 m dypere enn nåværende

terrengnivå på planområdet i Markveien 3, og 8 m dypere enn bunnen av skråningen i Profil 1. Borhull 517 og 4 er begge boret til en dybde på ca. 40 m, og det er antydning til lag med svært lav/tilnærmet null boremotstand. I begge punktene er de tilsynelatende bløtere lagene møtt under nivået til bunnen av skråningen, og det virker lite sannsynlig at skråningen i Profil 1 inngår i en faresone for områdeskred. Ytterligere grunnundersøkelser, spesielt i skråningen ned fra Dondern, er ansett som nødvendig for mer informasjon i aktuell skråning.

Det er få eller ingen tidligere borpunkter utført i nærheten av Profil 3 og 4, så det er et behov for ytterligere grunnundersøkelser i dette området.



Figur 3-8: Plassering av kritiske profiler i forhold til eksisterende borhull.



Figur 3-9: Estimering av mulig løснеområde for Profil 1, 3 og 4 basert på NVEs veileder, der $L = 15 \times H$.

4 Feltarbeid

4.1 Befaring

Sweco har vært på befaring i Markveien 3 og nærliggende områder for å få oversikt over lokale forhold, hjelpe til med å avgrense løснеområde og vurdere om det er erosjonsforhold som ikke er synlige på flyfoto. Geotekniker Gard Hofshagen besøkte området 05.06.2024 og så nærmere på skråningene ned mot tomta. På grunn av utstrakt område, svak helning på skråningen og tett boligbebyggelse med private tomter var det en utfordring å få en god oversikt over området. Befaringen bekreftet at det er jevnt hellende terreng sør og sørvest for tomta, med avtagende helning nord-vestover. Figur 4-1 viser skråningen sørover der Profil 3 er plassert.

Det ble ikke registrert noen tegn på erosjon eller vannløp som kan påvirke stabiliteten, ei heller berg i dagen.



Figur 4-1: Skråningen opp Profil 3. Blå stiptet pil viser omtrentlig plassering av snittet.

4.2 Utførte grunnundersøkelser

Det er utført supplerende grunnundersøkelser for å kartlegge grunnforholdene i de kritiske skråningene og eventuelt utbredelse av sprøbruddmateriale i området. Grunnundersøkelsene ble utført av Geoteknikk AS mellom 23.04.24 og 01.06.2024. Undersøkelsene inkluderte 14 totalsonderinger, 4 CPTu (trykksondering med poretrykksmåling), 3 prøveserier og 2 hydrauliske piezometere. Tabell 4-1 viser en oversikt over hvilke undersøkelser som ble utført i hvilke punkt. Bopunktene er inkludert i borplanen i Vedlegg 1 og datarapport nr. RIG-2024-072 fra Geoteknikk AS kan leses i Vedlegg 2.

Plassering av prøveserier ble valgt basert på resultater fra totalsonderingene. Som ved tidligere grunnundersøkelser i området indikerte de fleste totalsonderingene bløte masser fra omtrent 2-3 meters dybde under terreng med varierende mektighet. Det ble dermed gjort forsøk på å ta opp 54 mm sylinderprøver i SW1, SW4 og SW10 som tydelig indikerte bløte lag i dette sjiktet innenfor planområdet eller i kritiske snitt. På tross av at sylindrene ble stående 1-2 timer i bakken før de ble hentet opp, var det flere prøver som rant ut og som det ikke var mulig å ta vare på. I SW1 ble det i stedet tatt poseprøver i de bløteste lagene. En oversikt over sonderingene og prøvene som ble tatt er vist i Tabell 4-2.

Tabell 4-1: Oversikt over utførte grunnundersøkelser.

Borpunkt	Totalsondering	CPTu	Prøvetaking	Piezometer
SW1	x	x	x	x
SW2	x			
SW3	x			
SW4	x	x	x	
SW5	x			
SW6	x			
SW7	x			
SW8	x			
SW9	x	x		x
SW10	x	x	x	
SW11	x			
SW12	x			
SW13	x			
SW14	x			

Tabell 4-2: Oversikt prøvetaking.

Borpunkt	Dybde [m]	Kommentar	Prøve-ID
SW1	2-3	Ikke mulig å innhente sylinder. Poseprøve tatt.	1_P3
	4-5	Bløtt med steiner som skader utstyr. Poseprøve tatt.	1_P4
	6-7	OK	G3
	8-9	OK	TG8
SW4	2-3	OK	H5
	4-5	Ikke mulig å innhente	-
	5-6	OK	TA6
	7-8	Ikke mulig å innhente	-
SW10	4-5	Innhentet omtrent 60% full sylinder	G1
	8-9	Ikke mulig å innhente. Navet, se Figur 4-2	-

Piezometer i SW1 ble plassert i 7 m dybde, i antatt leirelag under bløte masser. I SW9 står piezometeret 12 m dypt, i antatt morene eller friksjonsmasser.

Piezometerne ble avlest ved to anledninger hver, med noen ukers mellomrom. Begge gangene ble grunnvannstanden målt til ca. 5,5 m under terreng ved SW1 og ca. 1,0 m under terreng ved SW9. Disse nivåene er antatt videre i vurderingene.



Figur 4-2: Naverprøve fra SW10, dybde 8-9 m.

4.3 Laboratorieresultater

Laboratorietestene ble gjennomført av Multiconsult Geolab i perioden 15.05-29.05.2024. Det ble gjennomført rutineundersøkelser på alle prøvene, samt 3 ødometerforsøk og 2 treaksiale trykkforsøk på to ulike dybder (6,5 og 8,6 m dybde i SW1). Rapporten fra laboratoriet er inkludert i datarapport nr. RIG-2024-072 i Vedlegg 2. Tabell 4-3 og Tabell 4-4 oppsummerer resultatene.

Tabell 4-3: Resultat av standardtester av sylinderprøver.

Borpunkt	Beskrivelse	Dybde [m]	Densitet [g/cm ³]	Enaks [kPa]	Uomrørt konus [kPa]	Omrørt konus [kPa]
SW1	LEIRE, siltig, sandig	6,2			>200,0	38,8
		6,4	2,2	152,0		
		6,6			155,0	14,0
	LEIRE, siltig	8,2			148,4	3,8
		8,4	2,1	150,8		
		8,6			87,2	5,9
SW4	LEIRE, siltig	2,2			20,4	2,6
		2,4	1,8	18,0		
		2,6			20,4	4,1
	LEIRE, siltig, sandig	5,2			25,9	2,2
		5,4	2,1	16,3		
		5,6			16,0	1,6
SW10	SAND, siltig	4,1-4,3	2,2	Utgår pga. uegnet materiale		

Tabell 4-4: Flyteindeks beregnet fra laboratorieresultater.

Borpunkt	Dybde [m]	Vanninnhold, w [%]	Plastisitetsgrense, w _p [%]	Plastisitetsindeks, I _p [%]	Flyteindeks, $I_t = (w - w_p) / I_p$ [%]
SW1	6,6	16,2	15,4	2,6	0,31
	8,4	20,0	14,4	5,5	1,02
SW4	2,6	49,3	25,9	17,7	1,32
	5,6	18,0	12,6	5,4	1,00

Prøvene som er testet i laboratorium har ikke avdekket sprøbruddmateriale, med laveste omrørte konusverdi er 1,6 kPa (1,27 kPa regnes som sprøbruddmateriale i henhold til kvikkleireveilederen). Det bemerkes imidlertid at flere av de planlagte prøvene ikke kunne tas opp uforstyrret fordi massene var så bløte at de rant ut av prøvetakersylindren.

På bakgrunn av utfordringene med prøvetaking, samt resultatene fra ødometer- og treaksialforsøkene vurderes prøvekvaliteten på de uforstyrrede prøvene til å være dårlig til svært dårlig. Dette må tas hensyn til ved bruk av testresultatene for parametertolkning.

5 Tolkning av grunnforhold i kritiske snitt

Tolkning av grunnforholdene innenfor tomten og nærliggende områder er basert på resultatene fra grunnundersøkelser og laboratorietester, samt tidligere utførte undersøkelser. Data fra CPTu-testene er tolket ved hjelp av Statens vegvesens regneark «CPTu v.2023.03» [13]. Kvaliteten på prøvene er vurdert til å være begrenset, og det legges derfor større vekt på tolkninger fra CPTu-sonderingene.

Generelt indikerer undersøkelsene at området har lag med bløt silt og leire med en del sand, over et lag med morene eller friksjonsmasser med varierende tykkelse (fra 1 til ca. 15 m). Under friksjonslaget er det antatt berg i sonderingene SW2-SW5 inne på planområdet, mens det i resterende borhull mot sør og vest er et tilsynelatende fast leirelag med mektighet fra 5 m (endelig tykkelse ikke påvist etter 13 m i SW7). Det er usikkert om det er påtruffet faktisk bergoverflate i SW2-SW5, da flere nærliggende sonderinger penetrerer gjennom det faste laget på tilsvarende dybder som antatt berg og ned i den underliggende faste leiren.

Alle borpunkt innenfor planområdet, SW1-SW5, indikerer bløte masser fra ca. 2 meters dybde. Flere sylindrerprøver lot seg ikke hente opp fordi de var for bløte. CPTu-resultatene fra SW1 og SW4 indikerer at de bløte massene består av leire og silt med smale sandlag. Deler av disse lagene er vurdert til «mulig sprøbruddmateriale» med NIFS 2015-metoden [14], deriblant et lag fra SW4 på 5-6 m dybde, som det også er tatt en prøvesylinder fra. Jordklassifiseringen i henhold til NIFS er inkludert i Vedlegg 3.

Prøvesylindren tatt på 5-6 m dybde i SW4 viser en registrert omrørt skjærfasthet på 1,59 kPa. I henhold til NVEs kvikkleireveileder anses løsmasser med omrørt skjærfasthet under eller lik 1,27 kPa som sprøbruddmateriale. Selv om den aktuelle sylindrerprøven fra denne dybden viser en omrørt skjærfasthet på 1,59 kPa, som er over den grensen på 1,27 kPa, er det viktig å merke seg at andre sylindrerprøver fra samme borpunkt og tilsvarende dybder var betydelig bløtere og ikke kunne tas ut av bakken. Det er derfor mulig at disse prøvene ville ha vist kvikkleire/sprøbruddmateriale hvis de hadde vært tilgjengelige. Det er også påvist kvikkleire i området rundt Markveien 3 i tidligere grunnundersøkelser.

Basert på dette anser Sweco det som nødvendig å gå videre med stabilitetsanalyser i relevante snitt og anta sprøbruddegenskaper i det registrerte bløte leire/silt-laget.

5.1 Profil 1

Profil 1 går fra vest gjennom høyden Dondern i Borgen folkepark, deretter gjennom et relativt flatt boligområde (med en helning på mindre enn 1:20), før det treffer planområdet. Avstanden fra bunnen av skråningen ved Dondern til planlagt byggegrøp er ca. 300 m, og graving innenfor planområdet anses ikke

å forverre stabiliteten til skråningen. Planområdet inngår dermed ikke i et løseområde i denne profilen, men kan potensielt inngå i utløpsområdet til Dondern-skråningen dersom et skred skulle gå. Tidligere totalsonderinger tatt i skråningene opp mot høyden viser imidlertid at den primært består av faste morenemasser. Dette støttes opp under av nytt borpunkt SW14 i bunn av skråningen i Profil 1, der totalsondering indikerer fast morene og måtte avbrytes på 4,8 meters dybde på grunn av høy boremotstand. Det er derfor ikke nødvendig med videre stabilitetsutredning for Profil 1.

5.2 Profil 3

Profil 3 går gjennom jevnt hellende terreng med over 1:20 helning, fra boligfelt i sør og nordover inn på planområdet. Det er generelt stor variasjon i resultatene fra totalsonderinger, CPTu og laboratorieprøver, og det er vanskelig å finne noen jevn lagdeling langs profilen. Det er likevel mye som tyder på at det er lag med varierende tykkelse med bløte masser i de øverste 10-15 meterne i store deler av skråningen. Basert på resultatene fra grunnundersøkelsene og laboratorietestene kan det ikke med sikkerhet utelukkes at det er lag med sprøbruddmateriale i grunnen. Det er derfor nødvendig å utføre en stabilitetsberegning av Profil 3.

5.3 Profil 4

Borpunkt SW6, SW7 og SW8 ligger langs Profil 4. Totalsonderingene i disse punktene indikerer at skråningen og høyden bak består av morene eller friksjonsmasser med høy boremotstand fra terreng til under foten av skråningen. Sweco anser derfor at videre områdestabilitetsberegninger ikke er nødvendige for Profil 4.

6 Stabilitetsberegninger

6.1 Parametervalg

Parametervalg for de ulike løsmasselagene er gjort basert på CPTu- og laboratedata der det er tilgjengelig, samt veiledende parametere gitt i Statens vegvesen håndbok N-V220 «Geoteknikk i vegbygging» [15]. Rangering av tilgjengelig data følger anbefalinger fra NIFS 77/2014 [16] med følgende prioritering:

1. Treksialforsøk av god kvalitet (kvalitetsklasse 1)
2. CPTu (Anvendelsesklasse 1)
3. Erfaringsverdier (c_{ua}/P_0' , SHANSEP)
4. Konus/enaks/vingebor

Treksialforsøkene er blitt vurdert til å ha lav kvalitet med en del forstyrrelser i prøvene basert på spenningsstiene (vurderingsgrunnlag er Figur 3.5.6-1 i N-V220), mens CPTu-sonderingene har anvendelsesklasse 1 ifølge Statens vegvesens regneark [13]. Det er derfor lagt størst vekt på tolkninger og parameterkorrelasjoner fra CPTu-sonderingene der disse er tilgjengelig.

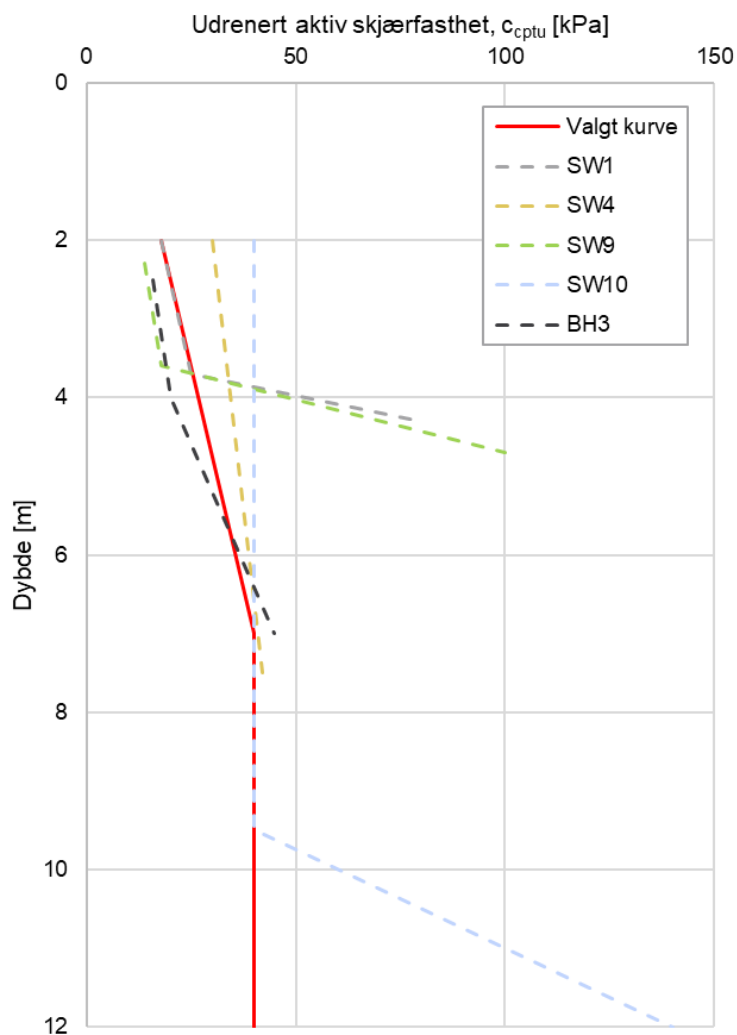
6.1.1 Topplag

Totalsonderingene indikerer et topplag med varierende karakteristikk, og det er antakelig både fyllmasser, tørrskorpeleire og humus i de øverste 1-2 meterne. Miljøprøvene tatt innenfor planområdet viser i hovedsak sand med noe humus. For stabilitetsberegningene er det antatt at topplaget består av løs sand, med en karakteristisk indre friksjonsvinkel, ϕ_k , på 33°. Dette er tatt fra erfaringsverdiene i Tabell 3.6.2-1 i N-V220 [15] med veiledende jordparametere. Attraksjonen er satt til 1 kPa for å unngå at analysen resulterer i grunne, lokale ustabiliteter som ikke påvirker områdestabiliteten.

6.1.2 Bløt leire/silt

CPTu-sonderinger var kun mulig å gjennomføre i øvre, bløte lag. Statens vegvesens regneark ble benyttet for å bestemme karakteristisk aktiv udrenert skjærfasthetsprofil i massene basert på CPTu og laboratorietester. Resulterende c_u -profil med anbefalt kurve for de fire sonderingene, samt sondering i BH3 fra Norconsult sine grunnundersøkelser i 2019 (rapport nr. 426400), er lagt ved i Vedlegg 3. Figur 6-1 viser valgt kurve for karakteristisk aktiv skjærfasthet mot dybden i hvert borpunkt, samt valgte kurve brukt i stabilitetsberegningene. Det forventes at de kritiske bruddflatene i stor grad vil gå gjennom og styres av dette laget.

Karakteristisk friksjonsvinkel for de bløte lagene ble valgt fra erfaringsverdiene i Tabell 3.6.2-1 i N-V220 [15] med veiledende jordparametere. For bløt leire og leirig silt er veiledende verdi 20° .



Figur 6-1: Valgt kurve for udrenert skjærfasthet basert på anbefalt kurve fra CPTu i SW1, SW4, SW9, SW10 og BH3.

6.1.3 Friksjonslag

På grunn av stor variasjon i totalsonderingene er det ikke lett å si med sikkerhet at skråningen har et jevnt lag med fast morene. For å være på den konservative siden er dermed lag som i totalsonderingene indikerer friksjonsmasser eller morene slått sammen til ett lag med friksjonsmasser med styrkeparametere som er typisk for løs sand. Det var ikke mulig å ta CPTu eller prøver fra friksjonslaget, så typiske erfaringsverdier

er valgt i henhold til Tabell 3.6.2-1 i N-V220. Friksjonsvinkelen er derfor konservativt satt til 33° , og attraksjonen til 0 kPa. Det forventes at dette laget vil avgrense kritiske bruddflater til det overliggende bløte siltlaget.

6.1.4 Fast leire

Flere av totalsonderingene indikerer et fast leirelag under morenen. På grunn av morene-/friksjonslaget i overkant var det ikke mulig å få tatt CPTu eller prøveserier fra disse, med unntak av to prøver i SW1. Kotenivået til toppen av dette leirelaget stemmer godt overens med liknende leirelag møtt i andre borpunkt under friksjonslaget, og det er for stabilitetsberegningene antatt at resultatene fra SW1 er representative for dette laget. Treaksialtestene i SW1, tatt på 6,50 og 8,55 meters dybde, indikerer en udrenert aktiv skjærfasthet på henholdsvis 145 og 120 kPa.

Enaksiale forsøk på tilsvarende prøver ga en direkte skjærfasthet på 152 og 152 kPa, som etter korreksjon for anisotropi på 0,63 gir en maksimal aktiv skjærfasthet på ca. 240 kPa. På grunn av lav prøvekvalitet er det usikkert hvilke resultater som er mest pålitelige, og for å være konservativ er den udrenerte skjærfastheten til leirelaget satt til 120 kPa. Dette laget ligger stort sett dypt og under morenelaget, og vil antakelig ha liten påvirkning på områdestabiliteten.

Friksjonsvinkelen og attraksjonen til leirelaget er konservativt valgt til henholdsvis 22° og 15 kPa.

Oppsummering av valgte materialparametere er vist i Tabell 6-1.

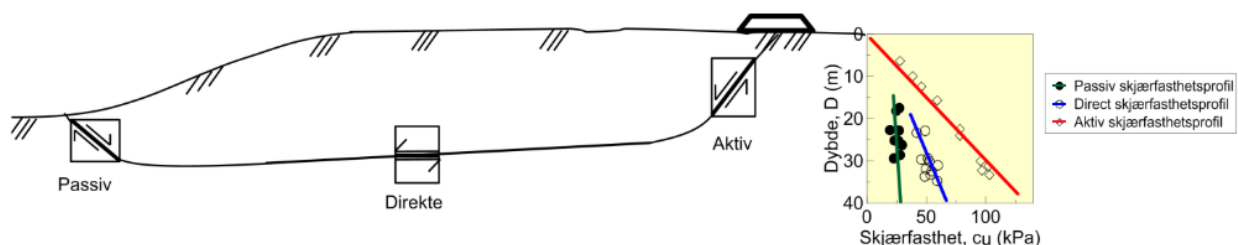
Tabell 6-1: Oppsummering materialparametere for løsmassene.

Lag	Beskrivelse	Tyngdetetthet, γ [kN/m ³]	Friksjonsvinkel ϕ' [°]	Attraksjon, a [kPa]	Udrenert aktiv skjærfasthet, c_u [kPa]
Topplag	Sand, tørreskorpeleire	19	30	1	-
Antatt sprø- bruddmateriale	Siltig leire	18	20	2	18+5,4z *
Friksjonsmasser	Morene	20	33	0	-
Fast leire	Leire	19	22	2	120

*z målt fra topp av løsmasselag. Opp til maks. 45 kPa

6.1.5 Anisotropi

I henhold til NVEs kvikkleireveileder skal det tas hensyn til anisotropiske forhold i leire under stabilitetsanalyser som detaljert i NIFS-rapport 14/2014 [17]. Anisotropi i denne sammenhengen innebærer at leiren har ulik skjærfasthet i ulike skjæringsretninger, avhengig av om spenningstilstanden er aktiv, direkte eller passiv langs skjærflaten (se Figur 6-2).



Figur 6-2: Aktiv, passiv og direkte spenningstilstand. Kilde: NIFS 14/2014 [17]

For en gitt leire er udrenert skjærfasthet i aktiv tilstand (c_{u_C}) alltid høyere enn i direkte tilstand (c_{u_D}) og passiv tilstand (c_{u_E}) [17]. For å ta høyde for denne anisotropiske oppførselen, er det vanlig å introdusere ADP-faktorer i stabilitetsberegningene. Ifølge NIFS-rapporten kan disse bestemmes ut ifra

plastisitetsindeksen til leiren. For en plastisitetsindeks under 10% er det anbefalt å bruke følgende anisotropiforhold:

$$\frac{c_{uD}}{c_{uC}} = 0,63$$

$$\frac{c_{uE}}{c_{uC}} = 0,35$$

Formel 6-1

Disse ADP-faktorene er inkludert i stabilitetsanalysen for leirelagene. I stabilitetsanalyseprogrammet Geosuite Stability er overgangen mellom aktiv, direkte og passiv spenningstilstand interpolert med følgende formler:

$$c_u(\beta) = c_{uD} + (c_{uC} - c_{uD}) \cdot \sin 2\beta \quad \beta > 0$$

$$c_u(\beta) = c_{uD} - (c_{uE} - c_{uD}) \cdot \sin 2\beta \quad \beta > 0$$

Formel 6-2

Her er β vinkelen til skjærflaten. På bakgrunn av forholdstallene fra NIFS [17] kan c_{uD} og c_{uE} uttrykkes som funksjoner av c_{uC} , hvilket gir:

$$c_u(\beta) = 0,63c_{uC} + (c_{uC} - 0,63c_{uC}) \cdot \sin 2\beta \quad \beta > 0$$

$$c_u(\beta) = 0,63c_{uC} - (0,35c_{uC} - 0,63c_{uC}) \cdot \sin 2\beta \quad \beta > 0$$

Formel 6-3

Forenklet gir dette følgende uttrykk:

$$c_u(\beta) = c_{uC}(0,63 + 0,37 \cdot \sin 2\beta) \quad \beta > 0$$

$$c_u(\beta) = c_{uC}(0,63 + 0,28 \cdot \sin 2\beta) \quad \beta > 0$$

Formel 6-4

Funksjonene over er antatt gyldige fra -45° til 45° , og ADP-faktorene (funksjonen innenfor parentesene i Formel 6-4) blir som illustrert i Figur 6-3.

Figur 6-3: Graf av ADP-faktor som en funksjon av skjærflatevinkel.

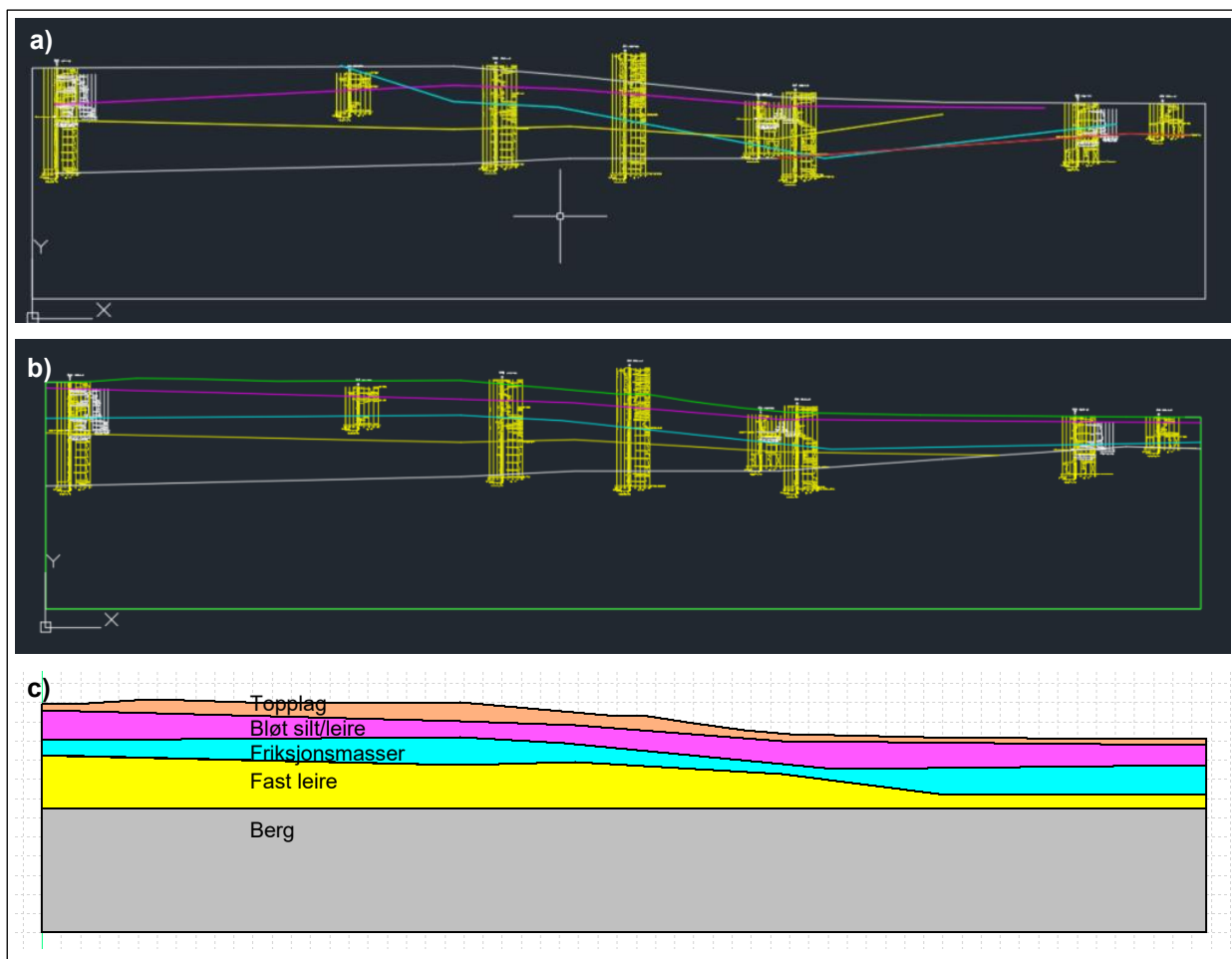
6.2 Geometri og lagdeling

Utførte grunnundersøkelser (både utført i forbindelse med dette prosjektet og tilgjengelig i NADAG [8]) ble lagt inn i Geosuite Presentation med x-, y- og z-koordinater. Totalsonderinger og CPTu kunne da tolkes for å komme frem til en lagdeling i hvert borpunkt. Plassering og lagdeling av hvert punkt ble deretter importert i Civil3D for å skape et 3-dimensjonalt bilde av antatt lagdeling i området fra grunnundersøkelsene. Et 2-dimensjonalt kritisk snitt ble deretter valg ut i skråningen ved Profil 3, og lagdeling i snittet ble interpolert basert på nærliggende borpunkt sammen med en vurdering av de geologiske avsetningsprosessene rundt randmorenen.

På grunn av liten homogenitet lagdelingen i området som indikeres i totalsonderingene og lineær interpolering mellom tolkninger borpunkter måtte lagdelingen justeres manuelt i snittet. Indikert antatt bergdybde varierer sterkt innenfor planområdet, og det er mulig morene er blitt feiltolket under utførelse som berg. For å være konservativ ble det antatt at indikert berg på planområdet er morene/friksjonsmasser, og berg ble lagt på kote +37 over hele snittet. Lagdelingsprosessen og endelig lagdeling er vist i Figur 6-4.

Som nevnt fremstår lagdelingen i området som lite homogen basert på totalsonderingene, og det er ikke mulig å lage jevne lag som strekker seg over snittet. Det er heller ingen åpenbare «lommer» med løsmasser. Den endelige lagdelingen er derfor ment som et konservativt estimat med et svært tykt lag med bløt silt/leire, antatt med sprøbruddegenskaper. I virkeligheten antyder CPTu og totalsonderinger vesentlige lag av fastere masser og sand, og stedvis langt tynnere bløte lag enn det som er brukt i analysen. Basert på nye og gamle grunnundersøkelser er det tykkeste tilsynelatende sammenhengende laget med bløt silt/leire omtrent 7 meter dypt. Dette laget er derfor begrenset til 7,0 m tykkelse i beregningene.

Terrengnivå ble valgt som mest kritiske kombinasjon av interpolering av borpunkt og terrengdata hentet fra hoydedata.no [10]. De stemte generelt svært godt overens, med unntak av et noe brattere lokalt parti i skråningen fra hoydedata.no.



Figur 6-4: a) Automatisk lagdeling basert på lineær interpolering av borpunkter i Civil3D. Lilla strek er toppen av bløt silt/leire, turkis er topp av morene/friksjonsmasser, gul er topp av fast leire og hvit/rød er berg. B) Manuelt justert lagdeling i Civil3D som benyttes som grunnlag for beregningene. c) Lagdeling i Slope/W. Oransje lag er topplag, lilla er bløt silt/leire, turkist er friksjonsmasser, gult er fast leire og grått er berg.

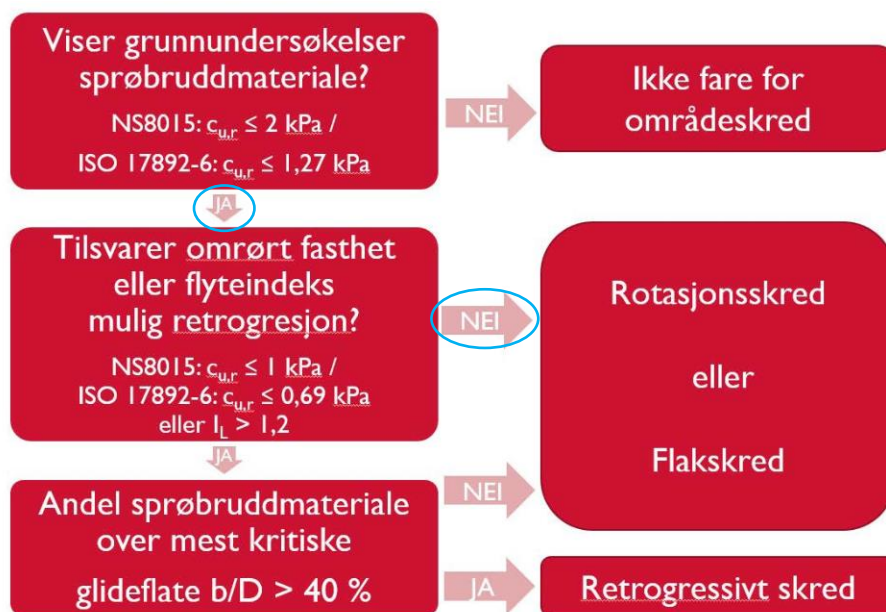
I tillegg til naturlig geometri er det sett på effekt av tiltenkt byggegrop på områdestabilitet. Planlagt kjellernivå er kote +51,6, og Sweco antar at det vil graves til ca. 1 m under dette for å støpe gulv, altså til kote +50,6.

Dette er omtrent 5 m under dagens terrengnivå på planområdet. Det antas at byggegropen vil måtte konstrueres med spuntvegger rundt hele perimeteren for å ivareta lokal stabilitet av utgravingen. Beregningsprogrammet Slope/W tilbyr ingen god måte å simulere spuntvegger, så det er i stedet lagt inn en 1:1,5 graveskråning der byggegropen er planlagt.

Grunnvannstand ble tegnet opp som en piezometrisk (hydrostatisk) overflate basert på målingene tatt i SW1 og SW9. Mellom disse punktene ble en rett linje trukket fra 1 m under terreng på topp av skråningen til 5,5 m under terreng i bunn av skråningen.

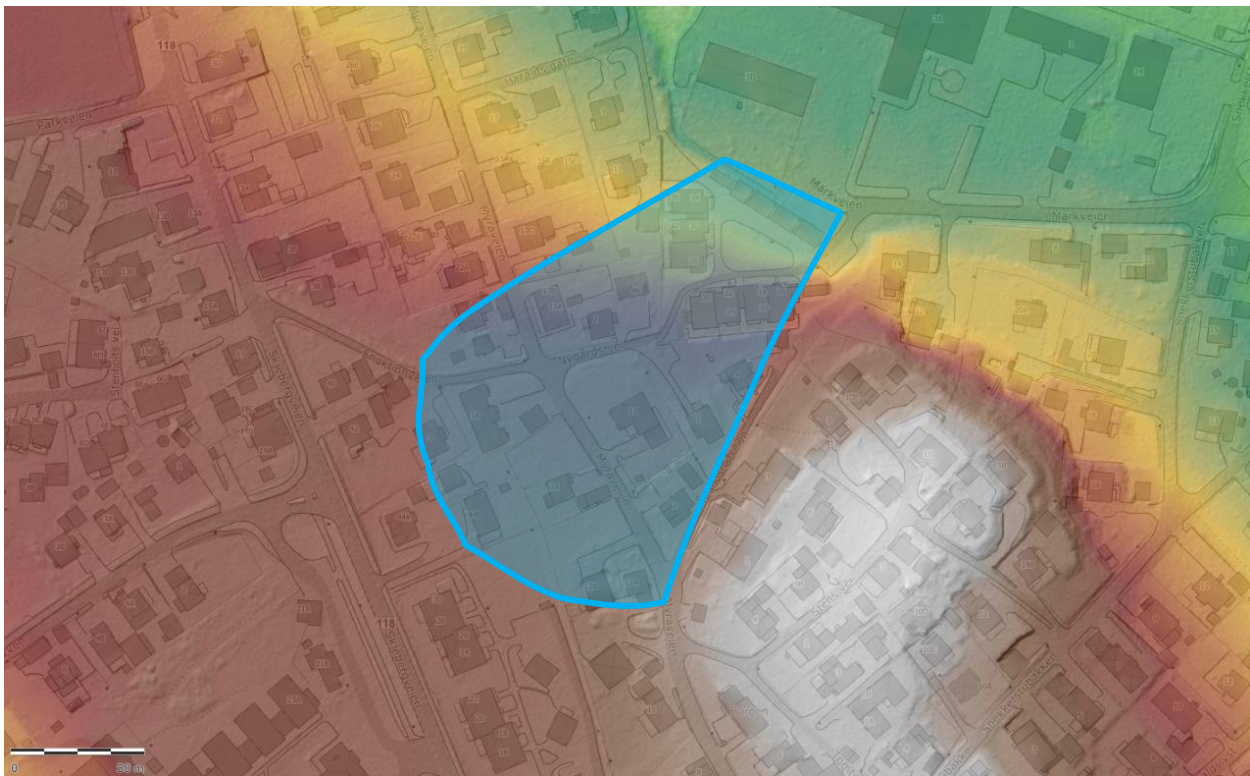
6.3 Vurdering av skredmekanismer og avgrensing av mulig løsneområde

I henhold til NVE sin kvikkleireveileder [5] må aktuelle skredmekanismer vurderes og mulig løsneområde avgrenses. Aktuelle skredmekanismer kan bestemmes ved hjelp av flytskjemaet presentert i Figur 6-5. Laboratorieresultatene viser ikke sprøbruddmateriale (påvist $c_{u,r} = 1,6$ kPa eller mer), men på grunn av få prøver med lav kvalitet og laveste $c_{u,r}$ kun 0,3 kPa over grensen fra ISO 17892-6, vurderer Sweco at sprøbruddmateriale ikke kan utelukkes i området. Svar på første sjekk er derfor «JA». Omrørt fasthet tilsier ikke mulig retrogresjon, og flyteindeksen er under 1,2 i 3 av 4 prøver. Det antas dermed at det ikke er noe sammenhengende lag med flyteindeks over 1,2 og svaret på denne sjekken er «NEI». Aktuelle skredmekanismer er dermed rotasjonsskred og/eller flakskred.



Figur 6-5: Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme (Figur 4.3 i NVEs kvikkleireveileder).

På bakgrunn av topografien i området (jevnt hellende terreng med åpent, flatt terreng i bunn av skråningen) og lagdelingen av løsmassene vurderes *flakskred* som den mest aktuelle skredmekanismen, og den som kan få størst løsneområde. Løsneområdet vurderes til å avgrenses av moreneryggen i høyden i øst, utfllating av terreng i vest og topp av skråning i sør. Omtrentlig antatt løsneområde er illustrert i Figur 6-6.



Figur 6-6: Mulig løseområde på bakgrunn av topografi og lagdeling, samt potensiell utstrekning av antatte sprøbruddmaterialer.

6.4 Evaluering av faregrad, konsekvensklasse og risikoklasse

Evaluering av faregrad, konsekvensklasse og risikoklasse er gjort i henhold til NVEs rapport nr. 9/2020, «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred» [18]. Vurdering av faregrad er vist i Tabell 6-2 der relevant individuell score for hver faktor er fremhevet med fet skrift og understreket. Samlet poengsum for skråningen er 17, som indikerer lav faregrad.

Tabell 6-2: Evaluering av faregrad

Faktorer		Vekttall	Faregrad, score				Score
			3	2	1	0	
Tidligere skredaktivitet		1	Høy	Noe	Lav	<u>Ingen</u>	0
Skråningshøyde, meter		2	>30	20 – 30	15 – 20	<u><15</u>	0
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)		2	1,0 – 1,2	<u>1.2 – 1.5</u>	1,5 – 2,0	>2,0	4
Poretrykk	Overtrykk, kPa	3	> +30	10 – 30	<u>0 – 10</u>	Hydrostatisk	3
	Undertrykk, kPa	-3	< -50	-(20 – 50)	-(10 – 20)		
Kvikkleiremektighet		2	>H/2	<u>H/2 – H/4</u>	< H/4	Tynt lag	4
Sensitivitet		1	>100	30 – 100	20 – 30	<u>< 20</u>	0
Erosjon		3	Kraftig	Noe	Litt	<u>Ingen</u>	0
Inngrep	Forverring	3	Stor	<u>Noe</u>	Liten	Ingen	6
	Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten		
Sum:							17

Faresonene fordeles i faregradklasser etter samlet poengsum:

Lav faregrad = 0 – 17 poeng

Middels faregrad = 18 – 25 poeng

Høy faregrad = 26 – 51 poeng

Vurdering av konsekvensklasse er vist i Tabell 6-3. Samlet poengsum for skråningen er 24, som indikerer konsekvensklasse «meget alvorlig». Verdi av annen bebyggelse er satt til «begrenset» da det er ett verneverdig hus innenfor mulig løsneområde (se Figur 6-7). Årsdøgnetrafikk (ÅDT) er antatt å være 100-1000 da veiene innenfor mulig løsneområde er tilgangsvier for boligbebyggelse og ikke hovedtrafikkårer.

Tabell 6-3: Evaluering av konsekvensklasse

Faktorer	Vekttall	Konsekvens, score				Score
		3	2	1	0	
Boligenheter, antall	4	Tette > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen	12
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 – 50	< 10	Ingen	9
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	1
Vei, ÅDT	2	> 5000	1001 – 5000	100 – 1000	< 100	2
Toglinje, bruk	2	Persontrafikk	Godstrafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen	0
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	0
Oppdemning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	0
Sum:						24

Faresonene fordeles i konsekvensklasser etter samlet poengsum:

Mindre alvorlig = 0 – 6 poeng

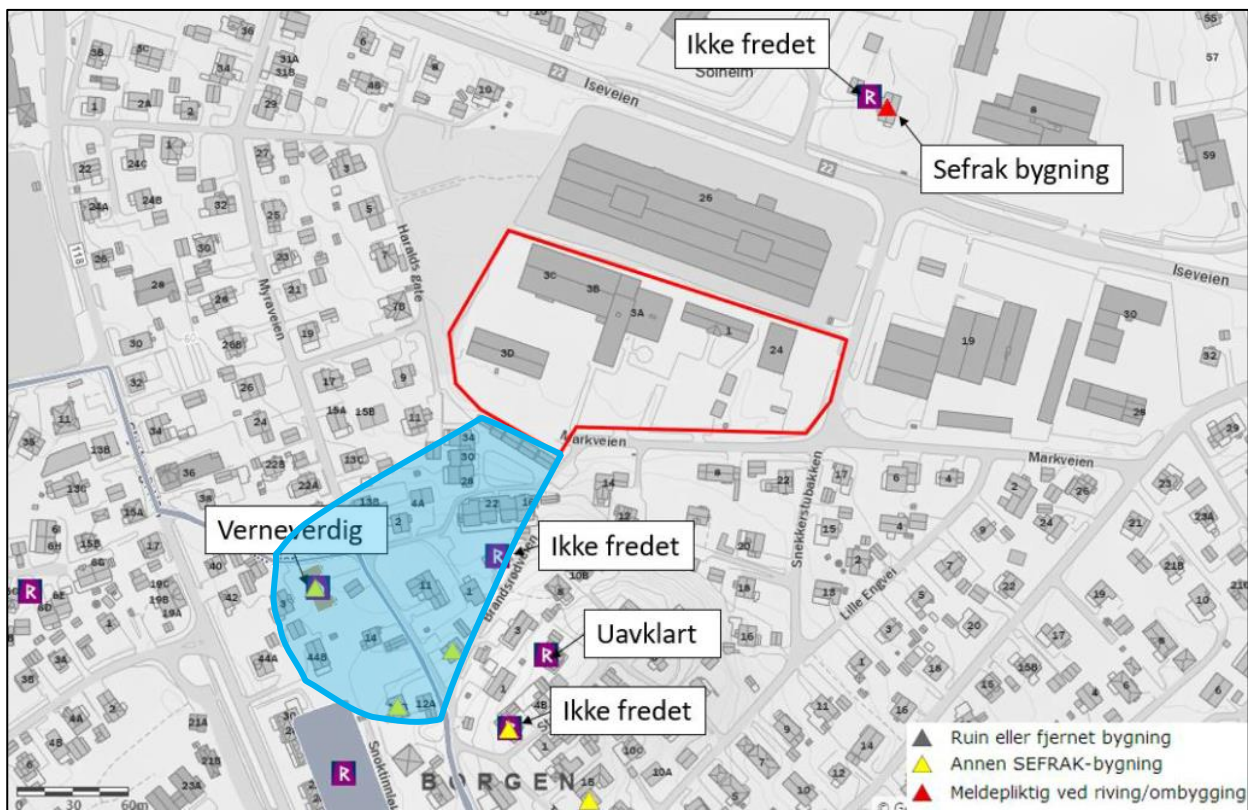
Alvorlig = 7 – 22 poeng

Meget alvorlig = 23 – 45 poeng

Med beregnet faregradsklasse 17 og konsekvensklasse 24, resulterer dette i følgende risikoklasse (fare x konsekvens) for sonen:

$$\left(\frac{17}{54} \cdot 100\%\right) \cdot \left(\frac{24}{45} \cdot 100\%\right) = 1679 \rightarrow \text{Risikoklasse 3}$$

Risikoklasse beregnes ved å multiplisere prosentvis score av maksimal poengverdi for faregrad og konsekvens, som beskrevet i rapport 9/2020 [18].



Figur 6-7: Registrerte kulturminner og SEFRAC-bygninger innenfor mulig løseområde (i blått) [19].

6.5 Laster

Laster fra bygg og trafikk er inkludert i stabilitetsanalysen. Basert på fly- og satellittfoto [1], [20] er bygningene langs Profil 3 i hovedsak privatboliger på 1-2 etasjer, antatt direktefundamentert. For analysen er det derfor valgt å bruke en statisk karakteristisk last på 20 kPa per bygg (antatt 10 kPa per etasje). I henhold til Statens vegvesens vegnormal N200 [21] skal karakteristisk trafikklast ved stabilitetsberegninger settes til 15 kPa for trafikkerte veier over hele veibredden der dette er mest ugunstig. Det må også benyttes en partialfaktor for variable ugunstige lastvirkninger på 1,3 i henhold til Eurokode 7. Plasseringen av bygninger og veier ble bestemt basert på satellittkart tilgjengelig i Civil3D, der disse kunne sees relativt til valgte snitt. Det ble utført en analyse med og uten trafikklast plassert i skråningen fordi disse kan virke stabiliserende for enkelte skjærflater.

I henhold til NVEs kvikkleireveileder er det ikke tatt hensyn til snølast og generelle terrenglaster, og det er antatt at ingen fyllinger eller annen anleggsvirksomhet vil finne sted i skråningen over planområdet mens byggeprosen er åpen.

6.6 Analyse

Stabilitetsanalysen ble utført i beregningsprogrammet Geostudio Slope/W. Slope/W er en avansert geoteknisk analyseprogramvare som benytter seg av ulike metoder for å evaluere stabiliteten til skråninger. Programvaren tar i bruk numerisk modellering og likevektsanalyse, hvor den simulerer skråningens oppførsel ved hjelp av godt etablerte matematiske modeller og beregninger. Dette gir ingeniører muligheten til å forutsi og vurdere sikkerhet mot brudd, samt utføre nødvendige beregninger og tiltak for å sikre en trygg og stabil skråning i geotekniske prosjekter.

Geometrien og lagdelingen som diskutert i kapittel 6.2 ble importert i Slope/W, og det ble utført stabilitetsanalyser på naturlig skråning og skråning med utgraving. Følgende analyser ble gjennomført:

1. Naturlig skråning
 - a. Udrenert materialoppførsel (totalspenningsanalyse)
 - b. Udrenert beregning uten trafikklaster i skråning
 - c. Drenert materialoppførsel (effektivspenningsanalyse)
 - d. Drenert beregning uten trafikklaster i skråning
2. Skråning med 1:1,5 byggegrop
 - a. Udrenert beregning
 - b. Udrenert beregning uten trafikklaster i skråning
 - c. Udrenert beregning med økt nøyaktighet rundt kritisk skjærflate
 - d. Udrenert beregning med senket grunnvannstand

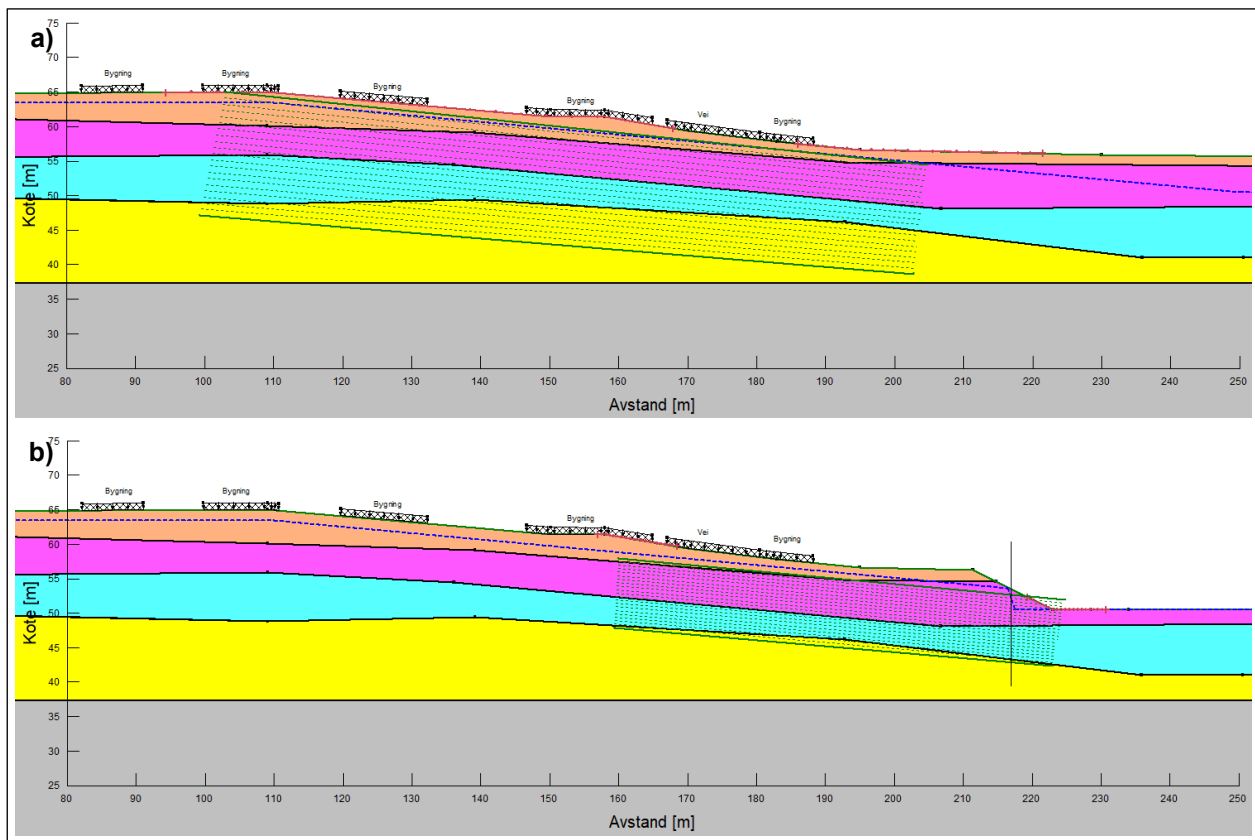
Det er ikke utført en egen analyse for å vurdere overflateskred. I henhold til Kvikkleireveilederen er overflateglidninger vanlig for skråninger brattere enn 1:2,5, hvilket ikke inkluderer noen av skråningene nær planområdet. Det er også tett bebyggelse og veinett i området som er med på å forhindre overflateskred. Overflateglidninger vurderes derfor som lite sannsynlig og ikke kritisk for områdestabiliteten i området. Det antas i tillegg at eventuelle overflateglidninger vil plukkes opp av analysen som tar høyde for byggegrop i foten av skråningen.

Det er heller ikke tatt høyde for vannfylte sprekker i tørrskorpe i analysene. Dette fordi grunnvannstanden satt i analysene er høy, og vannfylte sprekker vil ha minimal innvirkning på stabiliteten. Innenfor planområdet er grunnvannstanden lavere, men her vil ekstra vekt fra potensielt vannfylte sprekker ha en positiv innvirkning på stabiliteten. Basert på grunnundersøkelsene er det dessuten grunn til å tro at topplagene i området er svært sandige, og derfor ikke holder vann lenge nok til å påvirke stabiliteten.

Analysen ble satt opp med «entry and exit»-metode for å bestemme kritisk skjærflate i skråningen. Her defineres et område for start av bruddflaten og ett for slutt, samt radiuspunkter bruddflaten skal gå gjennom. Slope/W finner først mest kritiske sirkulære skjærflate, før en optimeringsanalyse finner kritisk flate som ikke nødvendigvis er sirkulær.

For den naturlige skråningen er det utført en udrenert og en drenert analyse i henhold til NVEs Kvikkleireveileder, for å se på beregningsmessig korttids- og langtidsstabilitet. Analysene er utført med og uten trafikklaster midt i skråningen for å fange opp beregningstilfeller der trafikklaster kan virke stabiliserende.

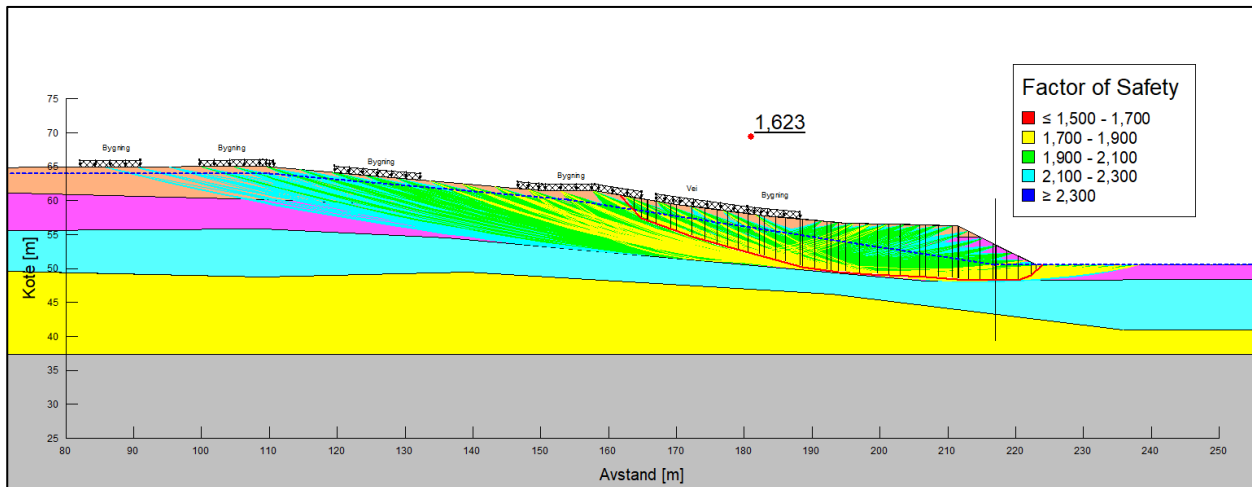
For skråning med byggegrop er alle analysene udrenert da perioden med åpen byggegrop er relativt kort, geologisk sett. Her er det også sett på effekten av å fjerne trafikklaster i skråningen. I tillegg er en analyse med høyere punkttetthet langs start- og sluttflatene og radiuspunktene utført. Dette er for å være sikker på at mest kritiske skjærflate er blitt valgt og ikke ligger «gjemt» mellom to punkter i den mer overordnede analysen, samt estimere beregningsmessig sikkerhetsfaktor i skråningen med høyere sikkerhet. Til slutt er en analyse utført med senket grunnvannstand i skråningen for å undersøke sensitiviteten til modellen med hensyn til dette.



Figur 6-8: Analyseoppsett for a) naturlig, udrenert skråning med trafikklast og b) utgravet, udrenert skråning med høyere punkttetthet. Rød linje langs overflaten viser start-/sluttflate, grønne stiplede streker er radiuspunkter. Vertikal sort strek er antatt faktisk start av byggegrop og fremtidig plassering av støttevegg/spuntvegg.

6.7 Resultater

Slope/W beregner sikkerhetsfaktoren for skjærflatene innenfor de parametrene som er bestemt i beregningsoppsettet, og gjennomfører så en optimering av mest kritiske skjærflate. Alle beregnede skjærflater kan plottes og vurderes videre. Figur 6-9 viser alle skjærflater med opp til 2,3 i beregningsmessig sikkerhetsfaktor samt optimert kritisk skjærflate for udrenert analyse med byggegrop. Visuell representasjon av resultatene fra alle analysene kan sees i Vedlegg 4, hvor skjærflater med sikkerhetsfaktor opp til 2,5 er inkludert og kritisk beregnet skjærflate markert.



Figur 6-9: Skjærflater med beregnet sikkerhetsfaktor 0,0 til 2,3 for udrenert analyse med byggegrop. Kritisk, optimert skjærflate markert med rød linje, med beregningsmessig sikkerhetsfaktor på 1,623.

En oppsummering av resultatene er vist i Tabell 6-4. Som diskutert i Kapittel 3.5 er kravet til absolutt sikkerhetsfaktor i henhold til NVEs kvikkleireveileder at $F_{cu} \geq 1,61$ (udrenert) og $F_{c\phi} \geq 1,25$ (drenert). Resultatene viser at skråningen har tilstrekkelig beregningsmessig sikkerhet til å møte kravene satt i veilederen, og ingen tiltak for å oppnå prosentvis forbedring av beregningsmessig sikkerhet er nødvendig.

Tabell 6-4: Beregnet sikkerhetsfaktor for kritiske skjærflate fra stabilitetsanalysene.

Analyse		Beregnet sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate	NVE sikkerhetskrav tilfredsstilt?
Naturlig skråning	Udrenert materialoppførsel	1,771	OK
	Udrenert beregning u/ trafikklaster	1,802	OK
	Drenert materialoppførsel	2,275	OK
	Drenert beregning u/ trafikklaster	2,176	OK
Skråning med byggegrop	Udrenert beregning	1,623	OK
	Udrenert beregning u/ trafikklaster	1,697	OK
	Udrenert beregning m/ økt nøyaktighet	1,614	OK
	Udrenert beregning m/ senket grunnvann	1,630	OK

Som diskutert i kapittel 6.5 skal trafikklaster kun inkluderes der de har en negativ effekt på stabiliteten. Bygninger er derimot permanente laster på terreng og kan inkluderes i analysen selv der de har en stabiliserende effekt. Basert på skjærflatene i analysen, og beregnede sikkerhetsfaktorer med og uten trafikklaster, er det tydelig at lasten på bygningen nederst i skråningen har en negativ effekt på stabiliteten i alle tilfeller utenom drenert analyse (se Vedlegg 4 for skjærflater og beregnet sikkerhetsfaktor). I den drenerte analysen er sikkerhetsfaktoren så stor (2,048) at det ikke anses som nødvendig å ta videre hensyn til bygningslasten.

Det presiseres at ingen lokalstabilitetsanalyse er utført i denne vurderingen, og graveskråningen som er inkludert i analysen er kun ment til å simulere byggegropen og dens effekt på områdestabilitet. Resultatene fra disse analysene kan ikke brukes for å begrunne tilstrekkelig sikkerhet for en graveskråning på planområdet.

7 Oppsummering og anbefalinger

Sweco har utført en områdestabilitetsvurdering etter NVE veileder 1/2019 av området rundt Markveien 3. Tiltaket er plassert i tiltakskategori K4. Tiltaksområdet og området rundt er i hovedsak flatt. Store deler av arealene rundt tomte kunne derfor sees bort fra basert på terrengkriteriene i Kvikkleireveilederen. De to høydedragene vest og sør for planområdet var antatt deler av randmoreneavsetningen «Raet». Dette ble bekreftet av supplerende totalsonderinger som viste stor sonderingsmotstand fra terrengnivå til under nivået til skråningsbunnen ved begge høyder. Disse skråningene ble derfor vurdert til ikke å utgjøre noen områdeskredfare.

Kun én skråning ble vurdert til å ha terrenghelning og grunnforhold som potensielt kan medføre risiko for områdeskredfare: skråningen sør/sørvest for planområdet. Grunnundersøkelsene indikerte bløte løsmasser over antatt morene, og terrenget er jevnt hellende ned mot Markveien. Det ble ikke påvist sprøbruddmateriale, men laboratorieresultatene viste tidvis lav omrørt skjærfasthet og det er tidligere påvist kvikkleire i nærheten. Jordartsklassifisering fra korrelasjon mot CPTu-sonderinger indikerte mulig sprøbruddmateriale i samme dybdesjikt. Det ble derfor vurdert at sprøbruddmateriale i grunnen ikke kunne utelukkes.

Tiltak inne på Markveien 3-tomta medfører utgraving ved skråningståen som vil kunne påvirke skråningen negativt og destabilisere de bløte massene. Det ble utført stabilitetsberegninger i ett kritisk snitt. I stabilitetsberegningene var det nødvendig å forenkle lagdelingen, da det var stor variasjon mellom borpunktene og ingen definitiv trend over området eller i skråningen. Det ble derfor tatt en konservativ avgjørelse om å lage et sammenhengende, bløtt lag gjennom hele snittet med tykkelse mellom 4,2 og 6,5 m. Basert på grunnundersøkelsene er dette sannsynligvis ikke helt realistisk, men et tenkt «verste scenario» basert på foreliggende grunnlag. I virkeligheten ser det ut til at dette laget har svært varierende tykkelse og fasthet, og ofte er oppdelt med mindre sandlag og andre friksjonsmasser. Supplerende grunnundersøkelser kan gi informasjon om at forholdene i skråningen og i grunnen generelt er bedre enn vi har antatt i denne vurderingen.

Det ble gjennomført stabilitetsanalyser i ett kritisk snitt i skråningen. Beregningsresultatene fra analysen er i henhold til sikkerhetskravene i Kvikkleireveilederen. Det kan dermed konkluderes at sikkerhet mot områdeskred er ivarettatt og at tiltaket er gjennomførbart uten behov for stabiliserende tiltak, basert på foreliggende grunnlag.

Grunnundersøkelsene utført i området rundt Markveien 3, både i forbindelse med denne områdestabilitetsvurderingen og tidligere prosjekter i nærheten, viser at det finnes svært bløte masser i grunnen. Uavhengig av om dette faktisk er sprøbruddmateriale eller ikke, anbefaler Sweco at lokalstabiliteten vurderes nøye før tiltak og grunnarbeider igangsettes. Det vil mest sannsynlig bli behov for at hele byggegropen omslutes av en tett støttekonstruksjon, og det vil være avgjørende at støtteveggen forankres ned i fast morene eller berg.

De bløte massene i grunnen finnes på varierende dybde, og det er mulig de vil påtreffes under utgraving og i bunn av byggegropen på planområdet. Det er derfor viktig å gjøre en vurdering av beskaffenheten til disse massene. Erfaringsmessig vil slike bløte masser være krevende å jobbe med. Det kan også bli behov for at en del masser vil måtte skiftes ut for å få tilstrekkelig bæreevne og unngå setninger av p-kjeller.

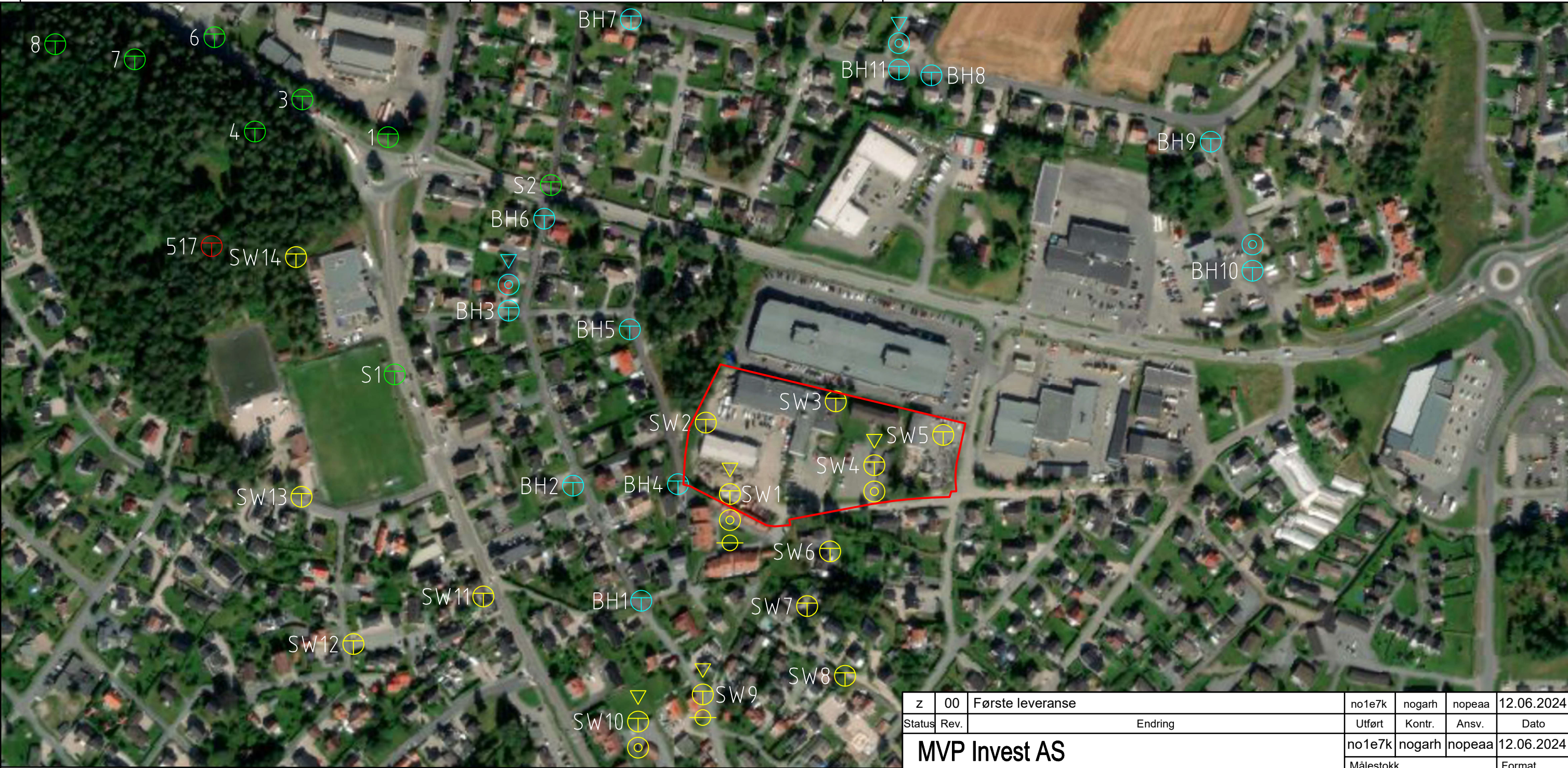
7.1 Innmelding av faresone

I henhold til NVEs kvikkleireveileder skal nye faresoner eller endringer av eksisterende kvikkleiresoner meldes inn gjennom NVEs innmeldingsløsning. I denne vurderingen er det ikke sikker påvisning av sprøbruddmateriale. Det ble i arbeidet med denne rapporten tatt en avgjørelse om å vurdere om stabiliteten i skråningen er ivarettatt, men det ble besluttet å ikke melde inn en ny faresone da det ikke med sikkerhet er påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire. Dersom sprøbruddmateriale/kvikkleire påvises i senere faser av prosjektet bør dette vurderes på nytt.

Referanser

- [1] Kartverket, «Norge i bilder». Åpnet: 12. februar 2024. [Online]. Tilgjengelig på: <https://norgebilder.no/>
- [2] Plan- og bygningsloven, «Lov om planlegging og byggesaksbehandling [LOV-2008-06-27-71]». Åpnet: 29. februar 2024. [Online]. Tilgjengelig på: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>
- [3] Byggteknisk forskrift, *Forskrift om tekniske krav til byggverk [FOR-2021-06-18-130]*. 2017. Åpnet: 29. februar 2024. [Online]. Tilgjengelig på: <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17>
- [4] Byggesaksforskriften, «Forskrift om byggesak [FOR-2010-03-26-488]», 2010, Åpnet: 29. februar 2024. [Online]. Tilgjengelig på: <https://www.dibk.no/regelverk/sak>
- [5] NVE, «NVE Veileder 1/2019: Sikkerhet mot kvikkleireskred», 2020.
- [6] NVE, «NVE Atlas». Åpnet: 12. februar 2024. [Online]. Tilgjengelig på: <https://atlas.nve.no/>
- [7] 2G COWI Multiconsult, «InterCity-prosjektet Østfoldbanen Fredrikstad-Sarpsborg. Områdestabilitetsrapport for delstrekning Rolvsøy-Klavestad», 2018. Åpnet: 4. mars 2024. [Online]. Tilgjengelig på: <https://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/201914830/3008213>
- [8] NGU, «NADAG - Nasjonal database for grunnundersøkelser». Åpnet: 13. februar 2024. [Online]. Tilgjengelig på: <https://geo.ngu.no/kart/nadag/>
- [9] Store norske leksikon, «Raet». Åpnet: 1. mars 2024. [Online]. Tilgjengelig på: <https://snl.no/Raet>
- [10] Kartverket, «Høydedata». Åpnet: 12. februar 2024. [Online]. Tilgjengelig på: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>
- [11] NVE, «Kvikkleire temakart». Åpnet: 12. februar 2024. [Online]. Tilgjengelig på: <https://temakart.nve.no/tema/kvikkleire>
- [12] Sweco Architects, «Markveien 3, Sarpsborg. Skisser/alternativer», 2023.
- [13] Statens Vegvesen, «CPTu». Åpnet: 23. mai 2024. [Online]. Tilgjengelig på: <https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/geofag/geoteknikk/cptu/>
- [14] NIFS, «Detektering av kvikkleire - sluttrapport. (NIFS-rapport nr. 126/2015)», 2015.
- [15] Statens Vegvesen, «N-V220 Geoteknikk i vegbygging», 2023.
- [16] NIFS, «Valg av karakteristisk cuA-profil basert på felt- og laboratorieundersøkelser (NIFS-rapport nr. 77/2014)», 2014.
- [17] NIFS, «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktor i prosjektering i norske leirer (NIFS-rapport nr. 14/2014)», 2014.
- [18] NVE, «NVE Ekstern Rapport 9/2020: Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred: metodebeskrivelse», 2020.
- [19] Miljødirektoratet, «Naturbase kart». Åpnet: 10. juni 2024. [Online]. Tilgjengelig på: <https://geocortex02.miljodirektoratet.no/Html5Viewer/?viewer=naturbase>
- [20] Google Maps, «Satellittfoto over Borgenhaugen ». Åpnet: 3. juni 2024. [Online]. Tilgjengelig på: <https://maps.app.goo.gl/fNFW85s4D97WQ6HR8>
- [21] Statens Vegvesen, «N200 Vegbygging», 2022.

Vedlegg 1: Borplan nye og gamle grunnundersøkelser



TEGNFORKLARING :

⊕

Totalsondering

⊙

Prøveserie

▽

Trykksondering

⊖

Piezometer

Borhull nr.

Terreng (sjøbunns) kote

Antatt bergkote

Boret i løsmasser + (boret i berg)

Kartgrunnlag :

ETRS89 UTM-SONE 32

Utgangspunkt for nivellement :

NN2000

FARGEKODE:

⊕

RIG-2024-072, Geoteknikk AS, 2024

⊕

426400, Norconsult, 2019

⊕

10139-GEOT-1, Statens Vegvesen, 2018

⊕

10057000, Sweco, 2014

—

Planområde

0

100

200

Meters

↑

z	00	Første leveranse		no1e7k	nogarh	nopeaa	12.06.2024
Status	Rev.	Endring		Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
MVP Invest AS				no1e7k	nogarh	nopeaa	12.06.2024
				Målestokk 1:3000			Format A3
Oversiktsplan Geotekniske grunnundersøkelser				Oppdragsleder: Susanne Weiser			
				Oppdragsnr. 77900637			
SWECO  SWECO Norge AS			Disiplin: G	Løpenummer: 01		Status z	Rev: 00

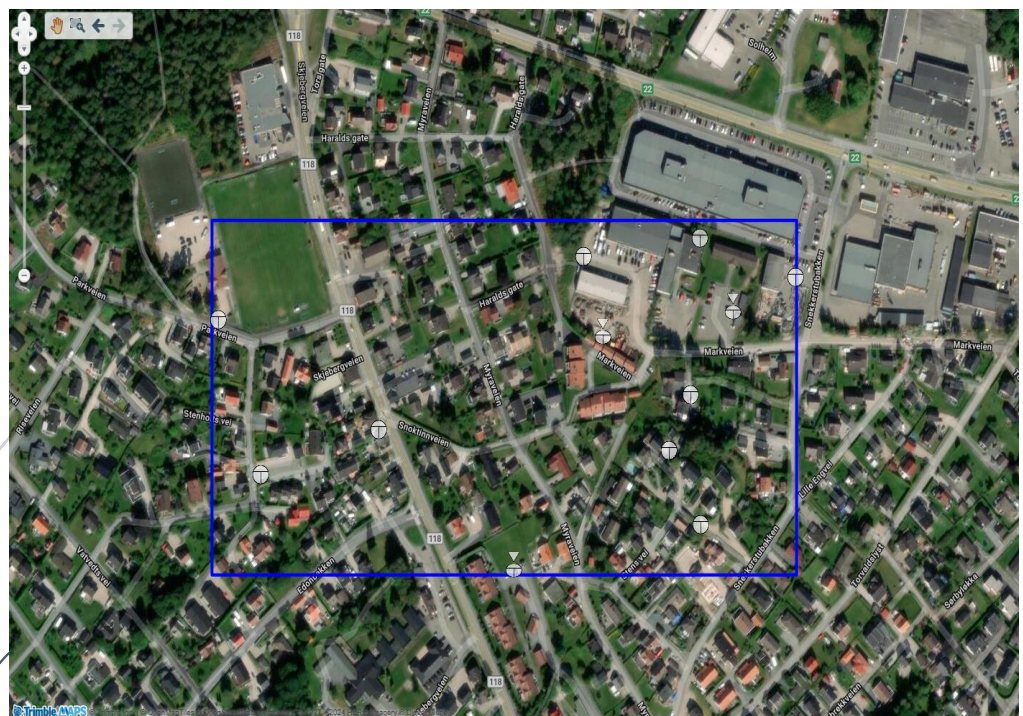
Vedlegg 2: Datarapport nr. RIG-2024-072 fra Geoteknikk AS

10.06.2024

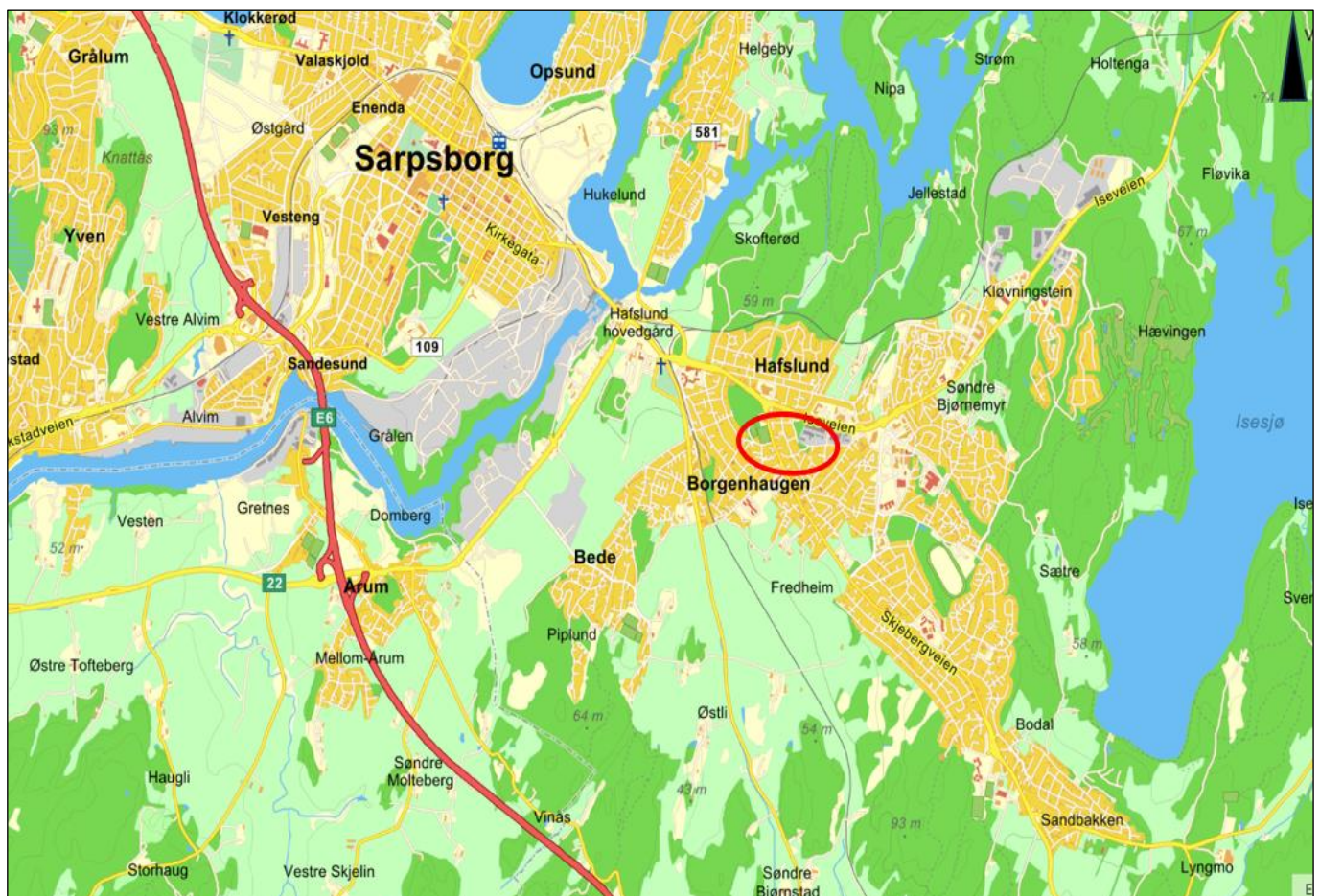
GEOTEKNIKK

Geoteknisk datarapport

Markveien 3, 3105 Sarpsborg
Sarpsborg Kommune



Rapport nr.: RIG-2024-072			
Oppdrag/emne	Geoteknisk datarapport		
Oppdragsgiver	Christer Lystad	MVP Invest	
Gnr/bnr.	-		
Adresse	Markveien 3, 3105 Sarpsborg		
Ansvarlig foretak	Geoteknikk AS		
Utarbeidet av	Tesfaye K. Tilahun Siv. Ing. (M.Sc.) Geoteknikk	Sign.	
Godkjent av	Hans Petter Bøckmann Geoteknisk rådgiver	Sign.	
Tlf. Geoteknikk AS	(+47) 69 33 33 00		
E-post	hpb@geoteknikk1.no : Hans Petter Bøckmann, Senior Ing.		
Dato	10.06.2024		
Revisjon	0.00		



Figur 1: Oversikt over tiltaksstedet beliggenhet, markert med den røde sirkelen.[1]

SAMMENDRAG

Geoteknikk AS har gjennomført 14 stk. totalsonderinger, 3 stk. CPTu og 3 stk. prøvetaking i forbindelse med planlagt tiltak på Markveien 3 i Sarpsborg kommune.

Sonderingene ble utført på varierende dybder mellom 5,10 og 21,25m under terreng til antatt fjell.

Utførte sonderingene på pkt SW7, SW8, SW10 og SW13 avsluttet på antatt faste masser i dybder på ca fra 9,6 til dybde 31,8m under terreng.

Området er generelt dekket med 1-2 meter med fyllmasser/sandig etterfulgt av middels fast til fast siltig sandig leire med noen innslag av lag med grovere masser til dybde på ca. 6,47m under terreng.

I henhold til utførte grunnundersøkelser dvs. totalsonderinger, CPTu og laboratorieanalyser på området, er det ikke påvist forekomst av noe sammenhengende lag med kvikk/sprøbruddmateriale på området.

Innholdsfortegnelse

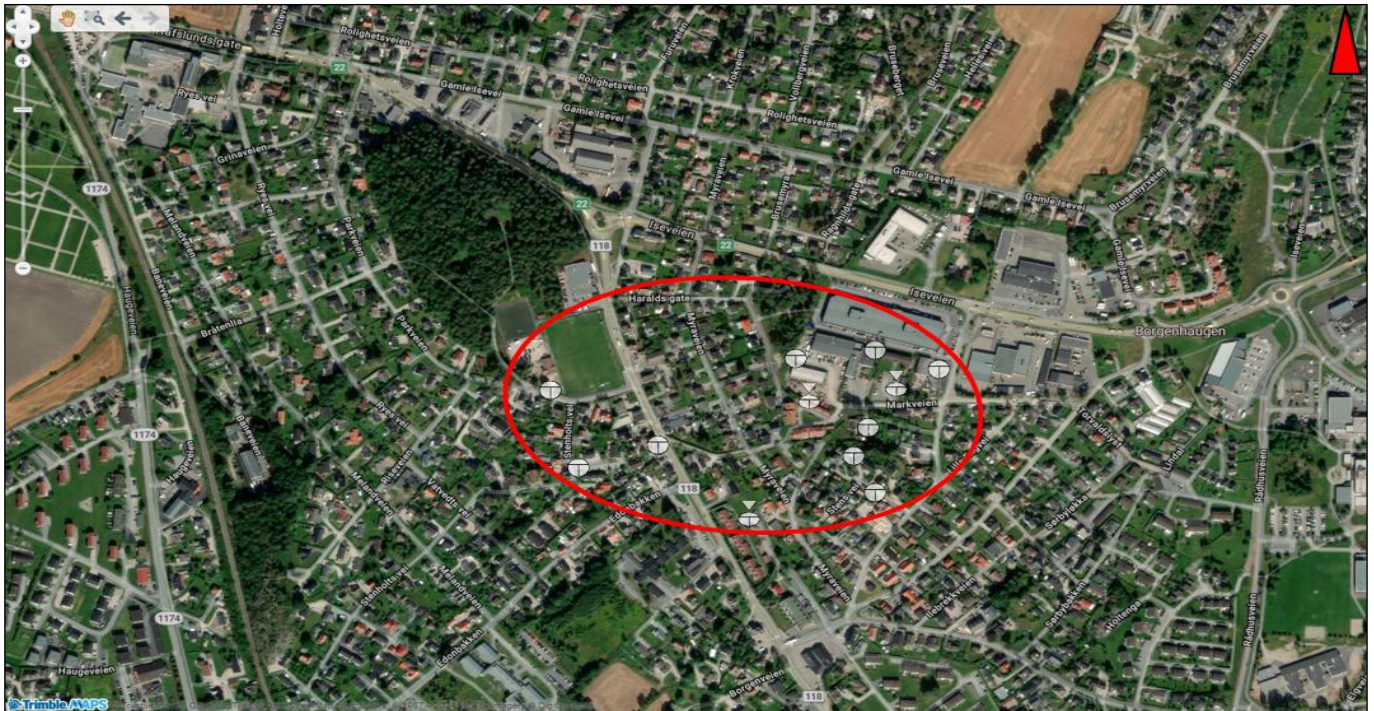
1. Innledning/ orientering	4
1.1 Formål og bakgrunn	4
1.2 Utførelse	4
1.3 Kvalitetssikring og standardkrav	4
1.4 Innhold og bruk av rapporten	5
2. Topografi og områdebeskrivelse	5
3. Geotekniske grunnundersøkelser	6
3.1 Tidligere grunnundersøkelser	6
3.2 Utførte grunnundersøkelser	6
4. Grunnforholdsbeskrivelse	8
4.1 Kvartærgeologisk kart	8
4.2 Sikkerhet mot kvikkleireskred	9
4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser	9
4.3.1 Totalsonderinger	9
4.3.2 CPTu-sonderingene i borpunkt SW1, SW4, SW9 og SW10	10
4.3.3 Grunnvannstand	10
4.3.4 Resultatet fra laboratorieanalysene i borpunkt SW1, SW4 og SW10	10
5. Geoteknisk evaluering av resultatene	12
5.1 Avvik fra standard utførelsesmetode	12
5.2 Viktige forutsetninger	12
5.3 Undersøkelse- og prøve kvalitet	12
5.4 Generell påvisning av grunnfjellsnivå	12
6. Konklusjon- Behov for supplerende grunnundersøkelser	12
7. Referanser	13
8. Vedlegg	14
9. Geotekniske bilag	14
Bilag 1 Geotekniske bilag – Feltundersøkelser	81
Bilag 2 Geotekniske bilag – Laboratorieforsøk	82
Bilag 3 Geotekniske bilag – metodestandarder for utførelse	87

1. Innledning/ orientering

1.1 Formål og bakgrunn

I forbindelse med planlagt tiltak på området vist i figur 2 i Sarpsborg kommune, har Geoteknikk AS blitt engasjert av tiltakshaver med å få utført en geoteknisk grunnundersøkelse med tilhørende datarapport basert på utførte felt- og laboratoriearbeidene på området figur 2.

Datarapporten vil bli grunnlag for en generell vurdering av grunn- og stabilitetsforholdene for det planlagte prosjekt. Figuren under viser stedet hvor feltundersøkelsen ble utført.



Figur 2: Oversiktskart av området. Området hvor de utførte feltundersøkelsene er vist med rød sirkel. [2]

1.2 Utførelse

Boringens utførelse er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 1, mens oversikt over metodestandarder for utførelse er gitt i geoteknisk bilag 2.

Feltundersøkelsene ble utført på datoen 24.04.2024 av Norsk Grunnboring AS med hydraulisk borerigg av borleder Tobias Bøckmann. Alle kote høyder referer til NN2000 og borpunktene er målt inn i koordinatsystem Euref89 UTM, sone 32.

1.3 Kvalitetssikring og standardkrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Geoteknikk AS styringssystem. Systemet omfatter prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015. [3]

Feltundersøkelsene er utført iht. NS 8020-1:2016 og tilgjengelige metodestandarder fra Norsk Geoteknisk Forening. [4]. Datarapporten er utarbeidet i henhold til NGF-melding nr. 2 og krav i NS-EN-1997 (Eurokode 7) – Del 2.

Oversikt over utvalgte metodestandarder er vist i geoteknisk bilag 3.

1.4 Innhold og bruk av rapporten

Geoteknisk datarapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser i geotekniske termer og krever geoteknisk kompetanse for videre bruk i rådgivings- og prosjekteringssammenheng.

Rapporten inneholder i så måte ingen vurderinger av bygg barhet, metoder eller tiltak, og vi anbefaler at det engasjeres geoteknisk kompetanse i det videre arbeidet med prosjektet.

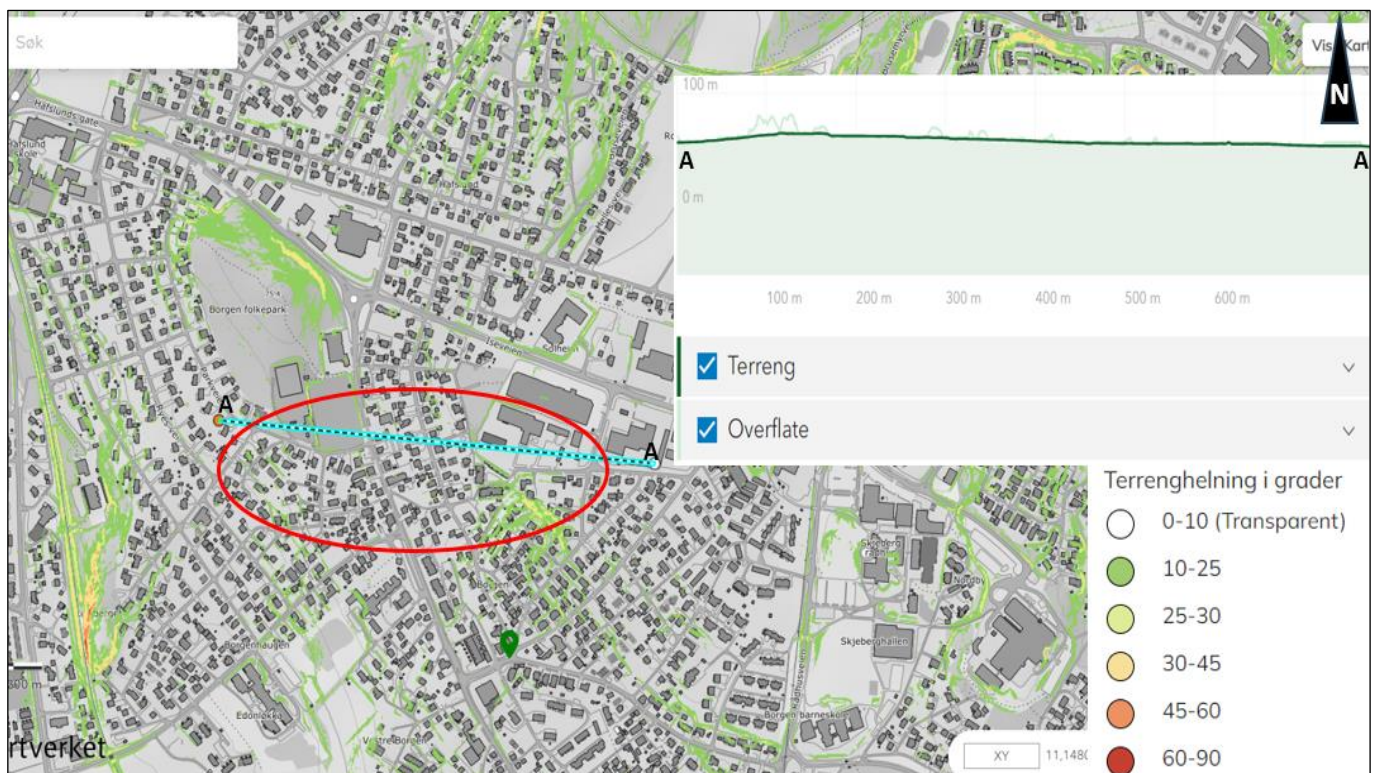
Geoteknisk datarapport omhandler ikke data eller vurderinger knyttet til tilstedeværelse av forurenset grunn i det undersøkte området. Dersom det foreligger mistanke om forurenset grunn, anbefaler vi at det bestilles miljøtekniske grunnundersøkelser. Dersom miljøtekniske grunnundersøkelser er utført av Geoteknikk AS, rapporteres disse undersøkelsene med tilhørende analyser og resultater i separat miljøtekniske datarapport.

2. Topografi og områdebeskrivelse

Tiltaksområdet og omgivelsen ligger på relativt flatt terreng som heller jevnt og svakt mot øst fra kote på ca. 65 ned til kote på ca. 54moh i en avstand på ca 774m med høydeforskjell på ca. 11m og helning ca. 1:70.

Stedlige løsmasser i området hovedsakelig antas å bestå av Randmorene/randmorenesone og delvis mot nordøst fyllmasse. Området er hovedsakelig dominert av boligbebyggelse med noen industriområder.

Se figuren under for oversikt over området og omkring.



Figur 3: Terreng og høydeprofil gjennom tiltaksstedet, markert med rød sirkel. [5]

3. Geotekniske grunnundersøkelser

3.1 Tidligere grunnundersøkelser

Iht. NADAG[6] database, er det angitt tidligere utførte feltundersøkelser og vurderingsrapport av Statensvegvesen, Norconsult på området. For ytterligere oversikt over utførte undersøkelser og vurderinger på området vises til rapportene som er lagret i NADAG-databasen.

Oversikt over tidligere utført feltundersøkelse nær planområdet vist i figuren nedenfor som utklipp fra NADAG database.



Figur 4: Tidligere utført feltundersøkelse nær planområdet. [6]

3.2 Utførte grunnundersøkelser

3.2.1 Feltundersøkelser

Borpunktene er plassert som vist på boreplanen, se TEG.nr:01 i vedleggene.

Utførte grunnundersøkelser i tiltaksområdet omfatter:

- 14 stk. totalsonderinger (TOT) for å finne dybde til fjell, samt få informasjon om relativ lagrinsfasthet i massene (tabell 2)
- Opptak av prøveserie i pkt. SW1, SW4 og SW10 med uforstyrrede leirprøver for analyse.
- 4 stk. CPTu i borpunkt SW1, SW4, SW9 og SW10 for å bedømme lagdeling, jordart, og leirens fasthet og deformasjonsegenskaper.

Tabell 1: Utførte feltundersøkelser på området.

Borhull	X	Y	Z	Metode	Stopp	Løsm	Fjell
 SW1	6571888.395	622973.933	55.954	Total Cpt Tolk PR $\ominus$	94	10.40	3.00
 SW2	6571942.896	622955.453	55.243	Total Tolk	94	11.65	11.62
 SW3	6571959.049	623054.649	55.403	Total Tolk	94	5.10	3.03
 SW4	6571910.323	623084.153	55.554	Total Cpt PR	94	15.12	0.00
 SW5	6571933.427	623136.748	55.279	Total Tolk	94	17.20	0.10
 SW6	6571844.514	623050.374	58.254	Total Tolk	94	21.25	0.48
 SW7	6571802.747	623032.839	68.322	Total	90	31.02	
 SW8	6571749.548	623061.856	72.442	Total	90	9.60	
 SW9NY	6571735.334	622953.255	66.900	Total Cpt $\ominus$	93	25.67	0.00
 SW10	6571714.736	622903.848	64.594	Total Cpt PR	93	27.23	0.00
 SW11	6571810.217	622785.676	63.641	Total Tolk	94	10.40	11.58
 SW12	6571773.869	622686.545	63.801	Total Tolk	94	5.45	24.22
 SW13	6571886.265	622646.888	64.318	Total	90	31.80	
 SW14	6572069.148	622642.790	66.055	Total	93	4.80	0.00

3.2.2 Laboratorieundersøkelser

Prøvene er undersøkt i Multiconsults geotekniske laboratorium for klassifisering og identifisering av jordartene, samt bestemmelse av prøvenes mekaniske egenskaper.

Se tabellen nedenfor for oversikt over utførte laboratorieundersøkelser.

Tabell 2: Omfang av laboratorieundersøkelsen (kilde: Multiconsult laboratorieanalyse rapport).

Undersøkelse	Type	Antall	Merknad/avvik
Prøveåpning	Poser	2	
Prøveåpning (standard undersøkelse)	54mm	5	BP SW10 dybde 4,0-5,0 meter, 2 stk. uomrørt og omrørt konus + enaksialforsøk utgår pga. uegnet materiale
Konsistensgrenser	wf/wp	4	3 stk. wf/wp utgår, BP SW10 dybde 4,0-5,0m, BP SW1 dybde 2,0-3,0m og 4,0-5,0m pga. uegnet materiale
Kornfordeling	Kombianalyse	6	
Organisk innhold	Gløding	2	
Ødometer forsøk	CRS	3	
Treaksialt forsøk	CAUa	2	

4. Grunnforholdsbeskrivelse

4.1 Kvartærgeologisk kart

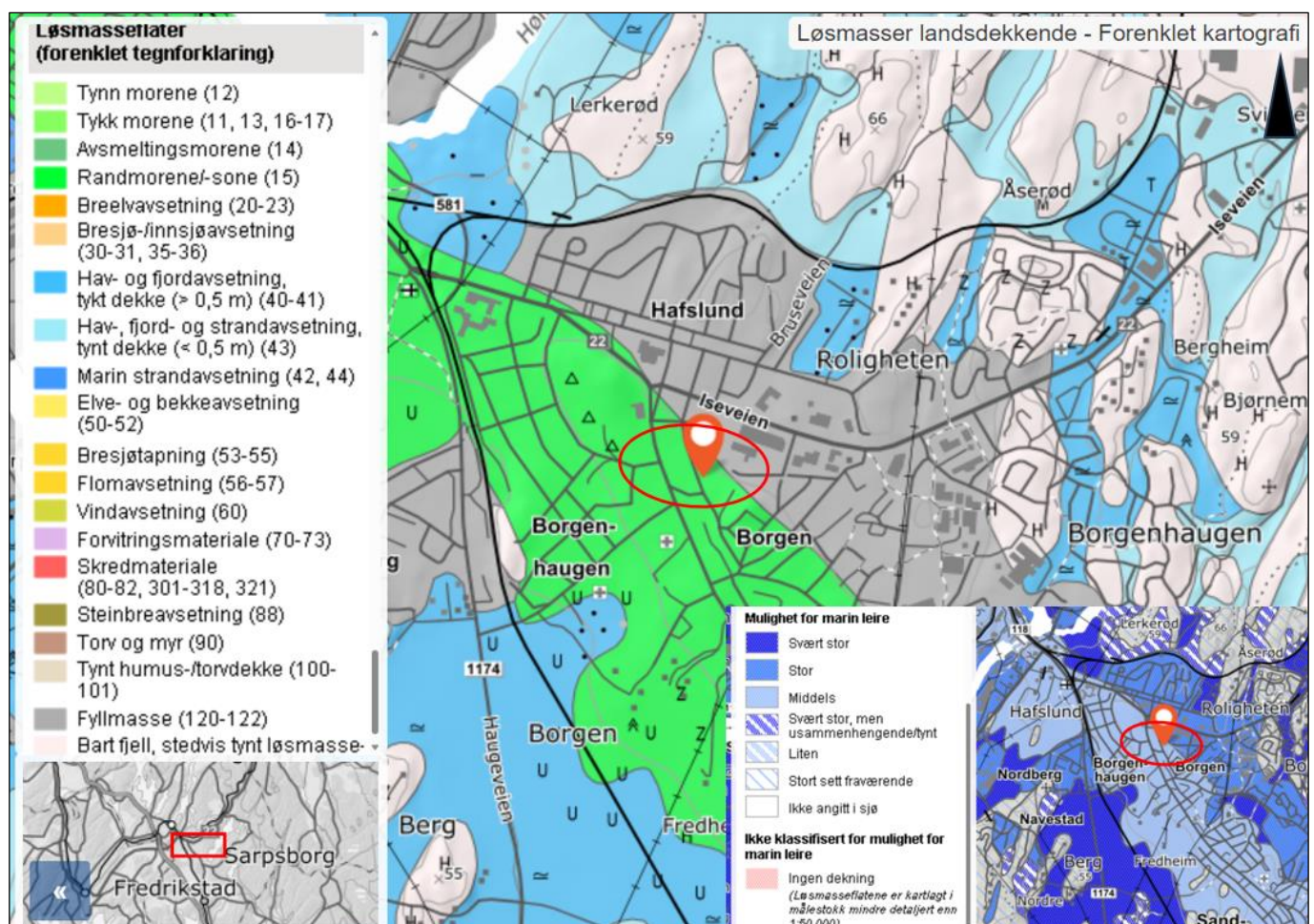
NGUs kvartærgeologiske kart[7] indikerer at tiltaksstedet hovedsakelig består av randmorene/randmorenesone.

Enkeltrygger eller større områder med morenemateriale som er avsatt langs en brefront. Materialet er usortert og kan inneholde alle kornstørrelser fra leir til stein og store blokker.

Området ligger også delvis mot øst og nordøst på fyllmasser (antropogent materiale). Dette er løsmasser som i hovedsak er transportert og avsatt av mennesker. Løsmasstypen finnes ofte i områder med nyere bygningsmasse og ved store veganlegg. Det forventes morenemasser under eksisterende fyllmasser.

Tiltaksstedet ligger under marin grense som i dette området er kartlagt til å ligge omtrent 190moh. og tiltaksområdet ligger i et område med stor og middels mulighet for marin leire. Se figuren under for oversikt over området.

Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun begrenset omfang av fysiske undersøkelser. For mer informasjon vises det til: www.ngu.no. Se figuren under for oversikt over området.



Figur 5: NGUs kvartærgeologiske kart med oversikt over løsmasser på og rundt tiltaksstedet, markert med rød sirkel[7]

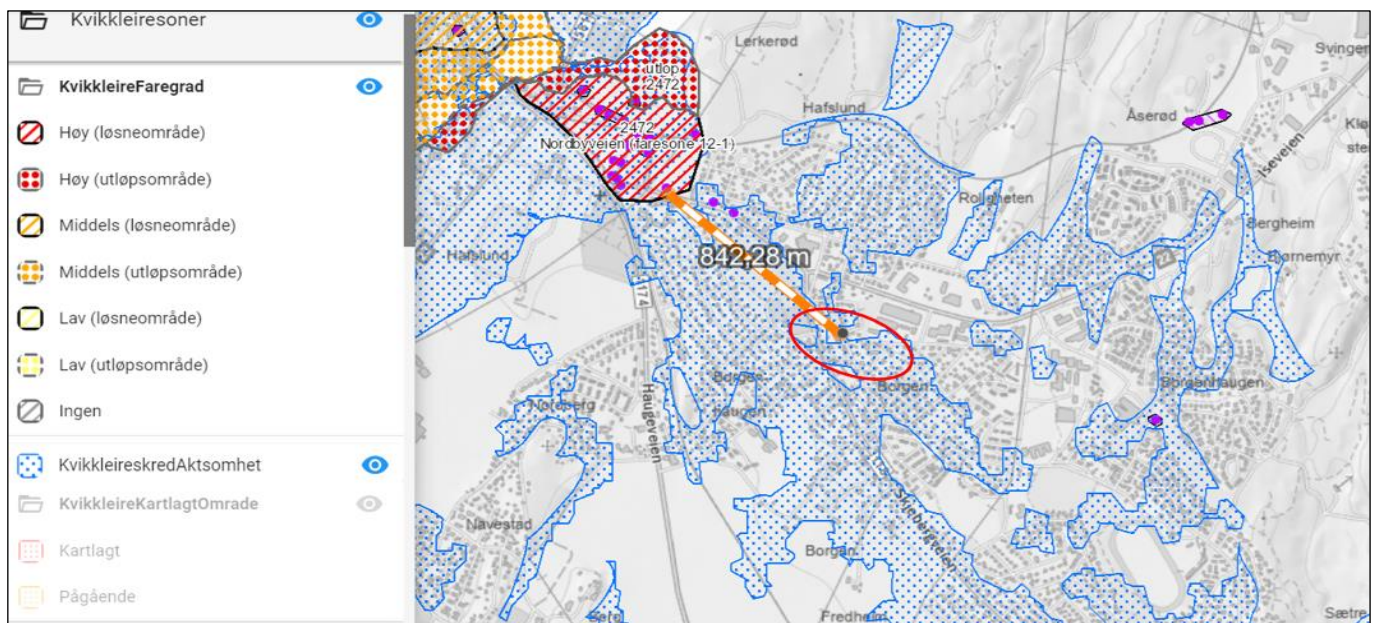
4.2 Sikkerhet mot kvikkleireskred

I henhold til faresonekartet på NVE-Atlas[8] (figur 6) ligger tiltaksområdet ikke innenfor tidligere kartlagt faresone for kvikkleire. Det er heller ingen områder i umiddelbar nærhet hvor det tidligere er påvist kvikkleire.

Den nærmeste tidligere kartlagt kvikkleiresonen ligger i en avstand på ca. 840m i nordvestlig retning. Denne sonen «2472 Nordbyveien» tilhører høy faregrad løsneområde med risikoklasse 4.

Iht. NVE atlas, er området hovedsakelig avgrenset som ligger på kvikkleireskredaktsomhets område.

Se figuren under for oversikt over området og omkring.



Figur6: NVEs faresonekart med oversikt over kvikkleireområder på og rundt tiltaksstedet, markert med rød sirkel.[8]

4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser

Her er det generelt oppsummert følgende lagdeling basert av gjennomførte totalsonderinger, CPTu og resultatene av laboratorieundersøkelse. (Se vedlagte tolkede feltundersøkelser for mer oversikt over tolkningen).

4.3.1 Totalsonderinger

Iht. utførte totalsonderinger på området, er det generelt liten variasjon i grunnforhold på området.

Stedvis antas løsmassene å bestå hovedsakelig av ca. 1 til 2m med fyllmasser/sandige masser, etterfulgt av morene/sandig/grusig masser lag til forskjellige dybder på ca. fra 5,10 til 31,80m under terreng.

Iht. utførte totalsonderingene på pkt SW1, SW2, SW4, SW5 og SW6 er det påvist siltig/sandig/leire masser med lav bormotstand i forskjellige dybder mellom 2 og 8m under terreng.

Sonderingene ble utført på varierende dybder mellom 5,10 og 25,67m under terreng til antatt fjell. Utførte sonderingene på pkt SW7, SW8, SW10 og SW13 avsluttet på antatt fast masser i dybder på ca fra 9,6 til dybde 31,8m under terreng. Se tabell 2 ovenfor og vedleggene for oversikt over løsmasse og dybder til fjell på tiltaksområdet.

Boringene ligger forholdsvis spredt innen tiltaksstedet, og det kan være områder med større eller mindre dybder enn det som er vist i profilene. Se vedleggene for oversikt over lagdelingen.

4.3.2 CPTu-sonderingene i borpunkt SW1, SW4, SW9 og SW10

De utføres 3stk CPTu sonderinger på området i dybde fra 2 til dybde 13m under terreng.

Ifølge CPTu-sonderingene, ble det påvist sandig siltig leire til finkornede sensitiv leire i dybder mellom 2m til 9m under terreng. CPTu sonderingene viser lite til middels sensitiv og overkonsoliderte (OC) leirmasser. Iht. utførte CPTu sonderingene på området, er skjærstyrken tilhørende middels faste til faste leirmasser.

Se vedlagte CPTu sonderingene for oversikt over lagdelingene.

4.3.3 Grunnvannstand

Det ble satt ned 1 stk piezometer ved punkt SW1 og 1 stk SW-9NY.

- Piezometer SW-1 er satt 7 meter under terreng. Avlesning 7/6-24 viser nivå 6 meter
- Piezometer SW-9NY er satt 9 meter under terreng. Avlesning 7/6-24 viser nivå 1 meter under terreng.

4.3.4 Resultatet fra laboratorieanalysene i borpunkt SW1, SW4 og SW10

Det er utført rutinemessige analyser på alle opptatte prøver på Multiconsult laboratorium. Geotekniske data fra feltundersøkelser vises i vedleggene.

Resultatet fra laboratorieanalysene viser at massene består hovedsakelig av siltig sandig leirig masser i dybder mellom 2 til 4m over siltig sandig leire med noen innslag av gruskorn til dybde på ca. 9m under terreng.

Vanninnholdanalysene viser at massene på området har vanninnhold (w) fra 12,9% til 49,3% som hovedsakelig tilhører sjiktet av hva som er naturlig vanninnhold i norske leirer (25-55%).

Iht utførte enaks og konusforsøket på prøver fra pkt SW1 er skjærstyrken registrert til å være varierende mellom 87kPa til 200kPa i dybde på ca. fra 6 til 8m under terreng.

Utførte enaks og konusforsøket på prøver fra pkt SW4 viser lavere skjærstyrke som er fra 16 til 25,9kPa i dybde mellom 2 og 6m under terreng. Se figuren under for oversikt over laboratorieanalyse resultater.

Iht. betegnelsen av leire[9] ut fra udrenert skjærstyrke og sensitivitet, tilhører massene hovedsakelig middels til meget sensitiv og bløt til faste leirmasser.

Romvekten på påviste masser er 18 til 20kN/m³. Etter bestemmelse av plastisitetsindeks ($I_p=2,6$ til 17,7%) kan massene klassifiseres hovedsakelig som lite til middels plastisk leire.

Iht. utført laboratorieanalysene på alle prøvene, ble det ikke påvist kvikk/sprøbruddleire med alle utførte analysene.

Multiconsult laboratoriet utfører sine undersøkelser etter ISO 17892-6. Ifølge NVEs kvikkleireveileder 1/2019, skal omrørt skjærstyrke <1,27kPa vurderes som sprøbruddleire.

Se vedlagt laboratorieundersøkelse resultatene for oversikt over utførte ødometer og treksialt forsøk.

Merk at det er geoteknisk prosjekterende som er ansvarlig for å gjøre detaljtolkning av utførte felt- og laboratorieundersøkelser på området.

Se figuren under og vedlagte laboratorieundersøkelser for oversikt over resultatene.

Borpunkt:	SW1	Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Gledetap	Utrullings - grense	Flyte - grense	Plastisitet -indeks	Brudd - teyning	Enaks	Umrørt konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk
Beskrivelse		z [m]	w [%]	p [g/cm³]	p _s [g/cm³]	Org. [%]	w _p	w _l [%]	I _p	e _r [%]	C _{uuc} [kPa]	C _{ufc} [kPa]	C _{ufc} [kPa]	S _r		
MATERIALE, sandig, siltig, leirig enk. gruskorn	2,0-3,0	-	19,6			0,5										K
		-														
		-														
		-														
MATERIALE, sandig, siltig, leirig enk. gruskorn	4,0-5,0	-														K
		-														
		-														
		-														
LEIRE, siltig, sandig enk. gruskorn, enk. skjellrester	6,0-7,0	6,20	13,4										>200	38,76		
		6,40	15,5	2,19	2,71					13	152,0					TØK
		6,60	16,2				15,4	18,0	2,6				155,0	13,95	11	
		-														
LEIRE, siltig enk. skjellrester, enk. sandkorn	8,0-9,0	8,20	20,0				14,4	19,9	5,5				148,4	3,76	39	
		8,40	19,6	2,12	2,71					15	150,8					TØ
		8,60	27,6										87,2	5,88	15	
		-														

Borpunkt:	SW4	Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Gledetap	Utrullings - grense	Flyte - grense	Plastisitet -indeks	Brudd - teyning	Enaks	Umrørt konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk
Beskrivelse		z [m]	w [%]	p [g/cm³]	p _s [g/cm³]	Org. [%]	w _p	w _l [%]	I _p	e _r [%]	C _{uuc} [kPa]	C _{ufc} [kPa]	C _{ufc} [kPa]	S _r		
LEIRE enk. forvittringsflekker, 2,0-2,15m: SILT	2,0-3,0	2,20	41,4			1,4							20,4	2,61	8	
		2,40	47,9	1,81						4	18,0					K
		2,60	49,3				25,9	43,6	17,7				20,4	4,13	5	
		-														
MATERIALE, sandig, siltig, leirig enk. gruskorn	5,0-6,0	5,20	26,0										25,9	2,20	12	
		5,40	22,1	2,06						6	16,3					ØK
		5,60	18,0				12,6	18,0	5,4				16,0	1,59	10	
		-														

Borpunkt:	SW10	Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Gledetap	Utrullings - grense	Flyte - grense	Plastisitet -indeks	Brudd - teyning	Enaks	Umrørt konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk
Beskrivelse		z [m]	w [%]	p [g/cm³]	p _s [g/cm³]	Org. [%]	w _p	w _l [%]	I _p	e _r [%]	C _{uuc} [kPa]	C _{ufc} [kPa]	C _{ufc} [kPa]	S _r		
MATERIALE, sandig, siltig, leirig enk. gruskorn	4,0-5,0	4,10	13,7													
		4,20	12,9	2,22												K
		4,30	14,9													
		-														

Figur 7. Oppsummert laboratorieanalyser resultater.

5. Geoteknisk evaluering av resultatene

5.1 Avvik fra standard utførelsesmetode

Det var ingen avvik fra standard metoder og prosedyrer under utførelsen av grunnundersøkelsene.

5.2 Viktige forutsetninger

Det gjøres oppmerksom på at grunnundersøkelsene kun dekker lokale forhold i de respektive utførte borpunktene. Dette benyttes videre til å gi en generell beskrivelse av grunnforholdene i området. Grunnforholdene mellom punktene kan variere mer enn det som eventuelt kan interpoleres fra utførte grunnundersøkelser.

5.3 Undersøkelse- og prøvekvalitet

Generelt vurderes kvaliteten på opptatte prøver og utførte undersøkelser som god/akseptabel. Noe prøveforstyrrelse må forventes i lagdelte masser, spesielt bløt leire. Resultatene er i samsvar med forventning og tilsvarende grunnforhold i området.

5.4 Generell påvisning av grunnfjellsnivå

Spesielt for påvisning av overgang til antatt grunnfjell ved totalsondering anmerkes følgende:

1. Påvisning av overgang til antatt grunnfjell foregår normalt sett ved at det kontroll bores 2-3 meter ned i antatt fjell. Slik påvisning kan være utfordrende i tilfeller med fast morene over fjell. Dette på grunn av at sonderingsresultatet (responsen) fra fast morenemateriale i noen tilfeller er vanskelig å skille fra respons i fjell.
2. I områder med dårlig grunnfjells kvalitet i overgangssonen mellom løsmasser og fjell er det ofte meget vanskelig å skille ut berghorisonten, spesielt i overgangen mellom løsmasser (f. eks morene) og grunnfjell. Som utgangspunkt settes alltid antatt grunnfjellsnivå til tolket øvre berghorisont, uavhengig av kvaliteten på grunnfjellet. Antatt sone med dårlig bergkvalitet er evt. beskrevet i tekst i rapporten og/eller angitt på sonderingsutskriftene.
3. I tilfeller der det kan være blokk i grunnen med størrelse over 2-3 meter i diameter, vil det også være en mulighet for at det som antas som grunnfjellsnivå i virkeligheten er blokk dersom kontrollboringen avsluttes etter 2-3 meter boring.

I nevnte tilfeller kan virkelig grunnfjellsnivå/berghorisont avvike vesentlig fra antatte nivåer tolket fra undersøkelsene. Angitte kote nivåer for antatt bergoverflate må derfor benyttes med forsiktighet.

6. Konklusjon- Behov for supplerende grunnundersøkelser

Iht. NS-EN-1997-2 skal grunnundersøkelser normalt utføres i minst 2 omganger:

- Forundersøkelser (Typisk skisse/forprosjekt)
- Prosjekteringsundersøkelser (typisk detaljprosjekt)

Det er geoteknisk prosjekterende som er ansvarlig for å gjøre detaljtolkning av utførte felt- og laboratorieundersøkelser på området. Det er også geoteknisk prosjekterende som er ansvarlig for å bedømme nødvendig omfang for geotekniske grunnundersøkelser for aktuelt prosjekt og relevante problemstillinger. Tilsvarende er det også geoteknisk prosjekterende som må vurdere om det er behov for supplerende grunnundersøkelser, utover de undersøkelsene som er presentert i foreliggende rapport.

Foreliggende rapport inneholder undersøkelse for å få et best mulig grunnlag for en generell vurdering av grunn- og stabilitetsforholdene for det planlagte prosjekt.

7. Referanser

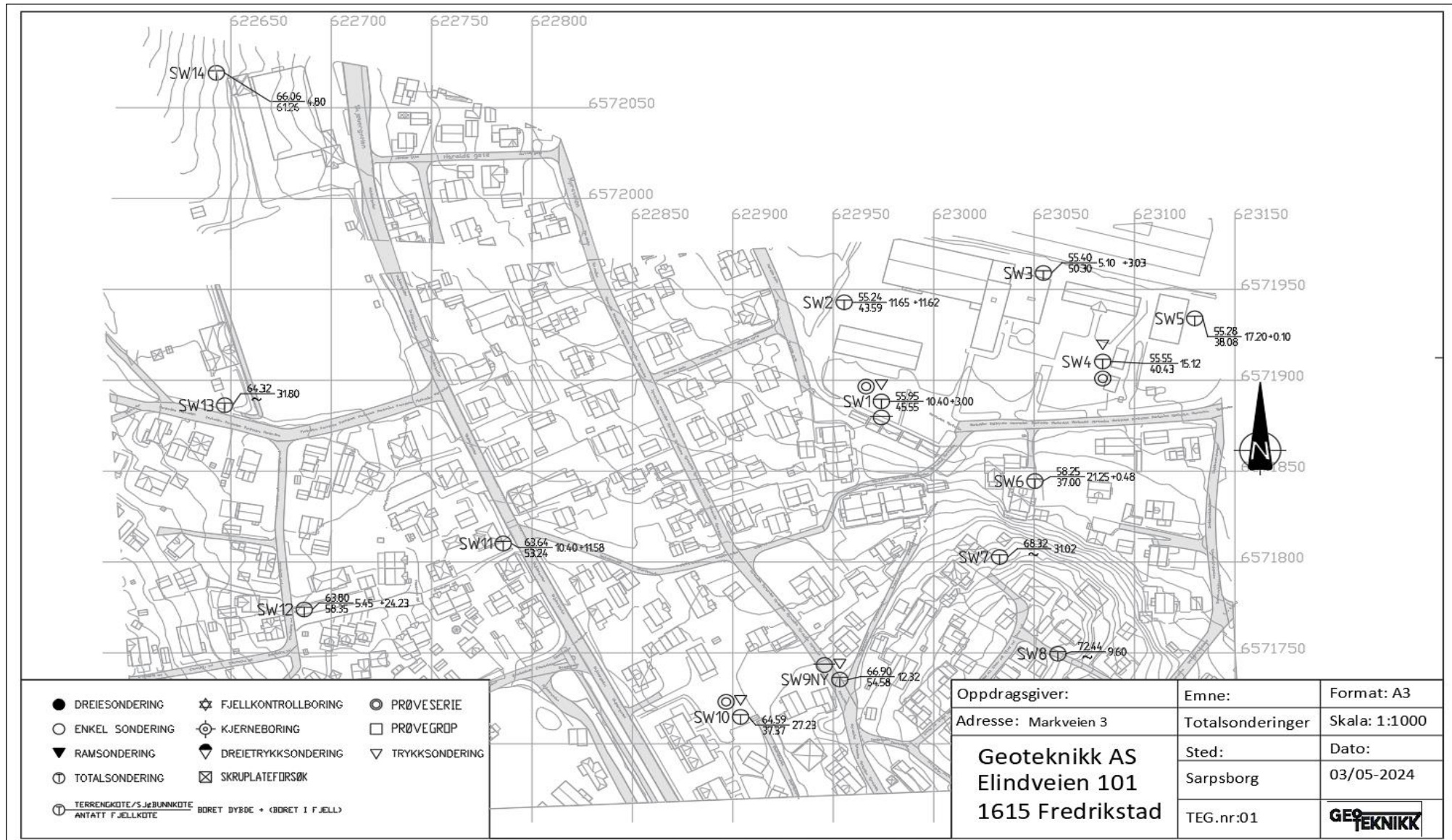
- [1] 'Gule Sider® Kart'. Accessed: Oct. 06, 2023. [Online]. Available: <https://kart.gulesider.no/?c=63.389270,10.395786&z=17&fs=true>
- [2] 'Novapoint GeoSuite Version 24.0.7.0'.
- [3] 'Standard Norge, «Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2015)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN ISO 9001:2015.'
- [4] 'Norsk Geoteknisk Forening (NGF): NGF-Melding nr. 1-11.'
- [5] 'Høydedata'. Accessed: Sep. 25, 2023. [Online]. Available: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>
- [6] 'Nasjonal database for grunnundersøkelser NADAG'. Accessed: Oct. 13, 2023. [Online]. Available: <https://geo.ngu.no/kart/nadag/>
- [7] 'Norges geologiske undersøkelse. Geologi. NGU.' Accessed: Sep. 25, 2023. [Online]. Available: <https://www.ngu.no/>
- [8] 'Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE): atlas.nve.no'.
- [9] 'Statens vegvesen, Vegdirektoratet, «Geoteknikk i vegbygging (Håndbok V220)», Vegdirektoratet, Oslo, Veiledning, juni 2010.'

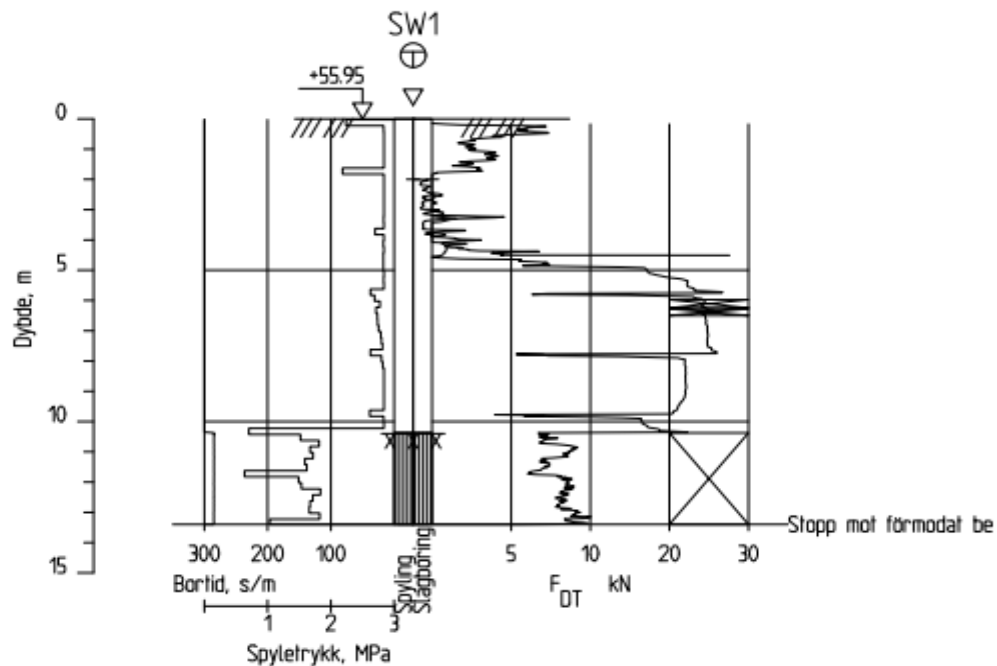
8. Vedlegg

- Boreplan
- Totalsonderinger
- CPTu sonderinger
- laboratorieresultater

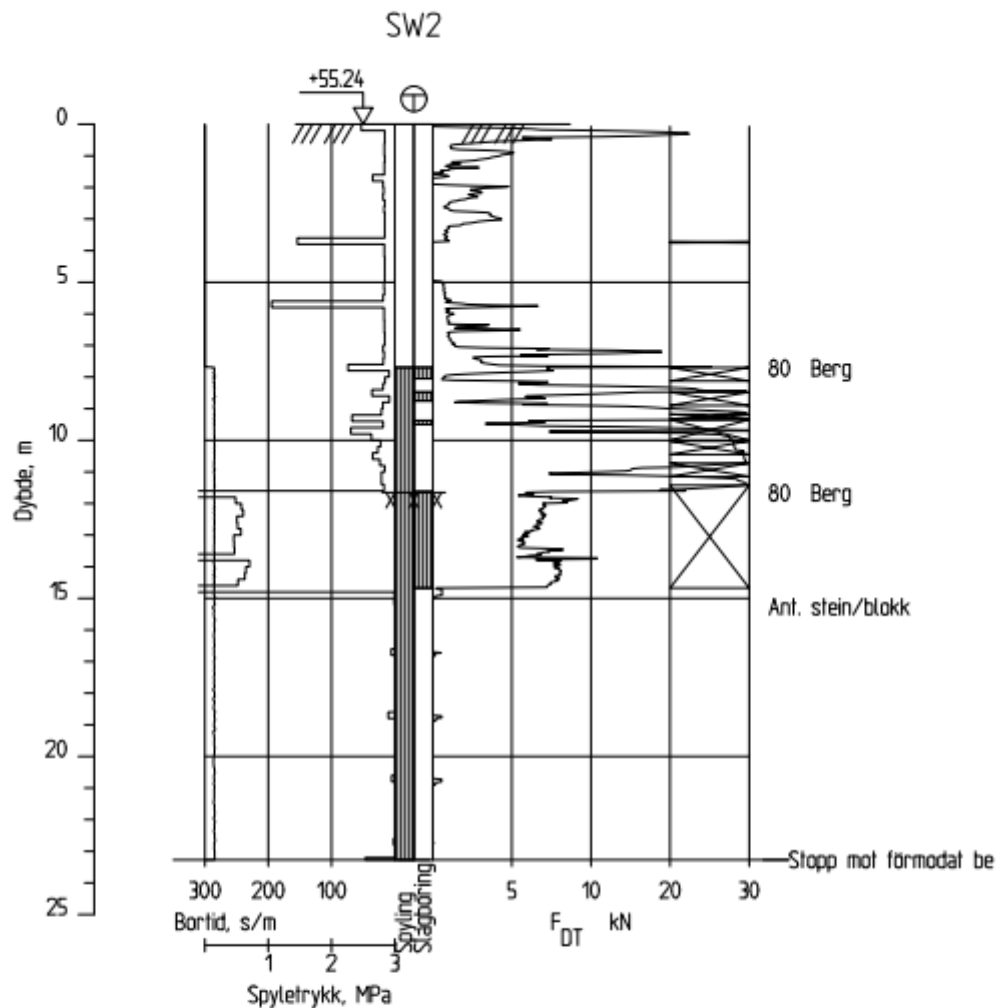
9. Geotekniske bilag

- Bilag 1: Oversikt over metodestandarder for feltundersøkelser
- Bilag 2: Oversikt over metodestandarder for laboratorieforsøk
- Bilag 3: Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

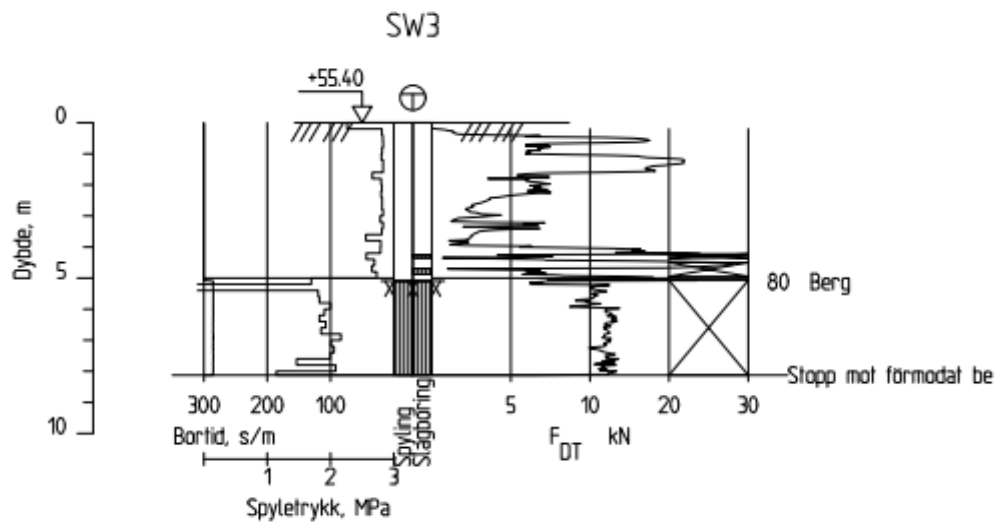




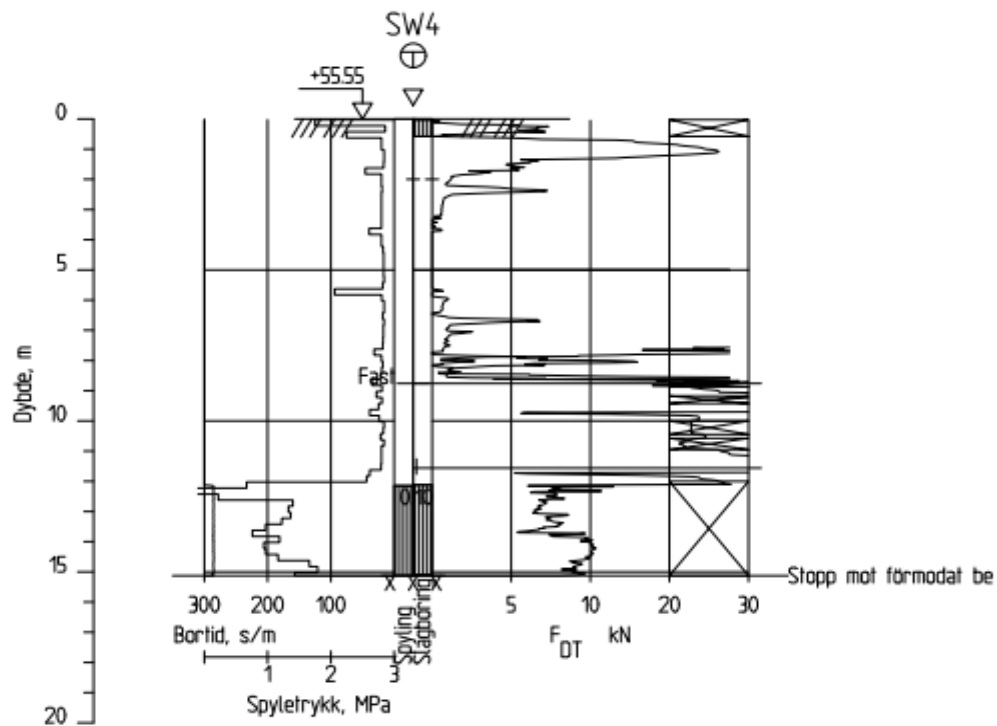
Oppdragsgiver:	Emne: Totalsonderinger	Original format: A4
Adresse: Markveien 3	Sted: Sarpsborg	Målestokk: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Tegnet: TKT	Dato: 03/05/2024
	Kontrollert: HPB	Gnr./bnr.:
		GEO TEKNIKK



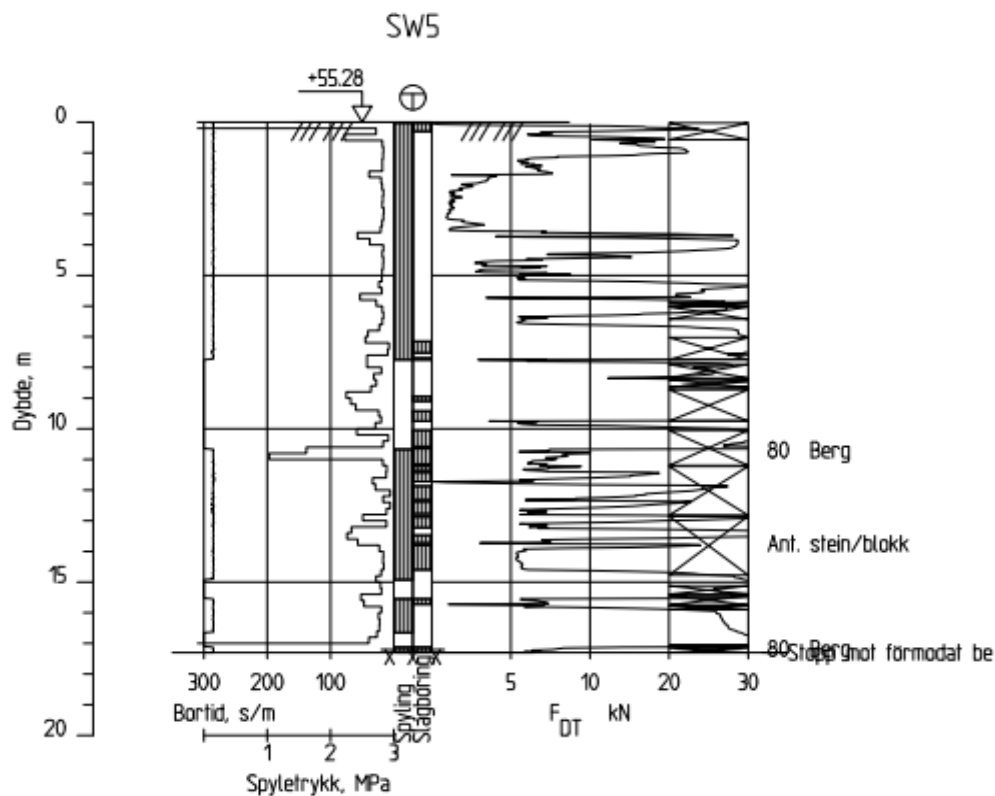
Oppdragsgiver:	Emne: Totalsonderinger	Original format: A4
Adresse: Markveien 3	Sted: Sarpsborg	Målestokk: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Tegnet: TKT	Dato: 03/05/2024
	Kontrollert: HPB	Gnr./bnr.:
		GEO TEKNIKK



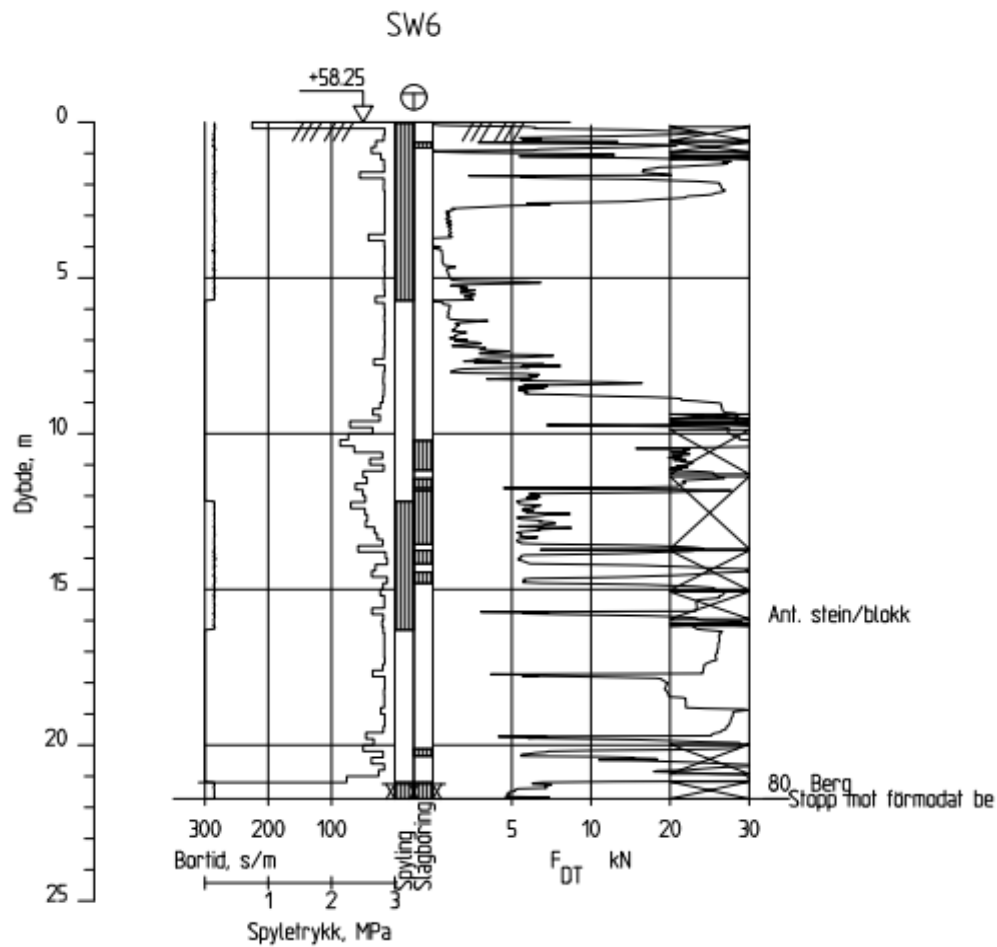
Oppdragsgiver:	Emne: Totalsonderinger	Original format: A4
Adresse: Markveien 3	Sted: Sarpsborg	Målestokk: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Tegnet: TKT	Dato: 03/05/2024
	Kontrollert: HPB	Gnr./bnr.:
		GEO TEKNIKK



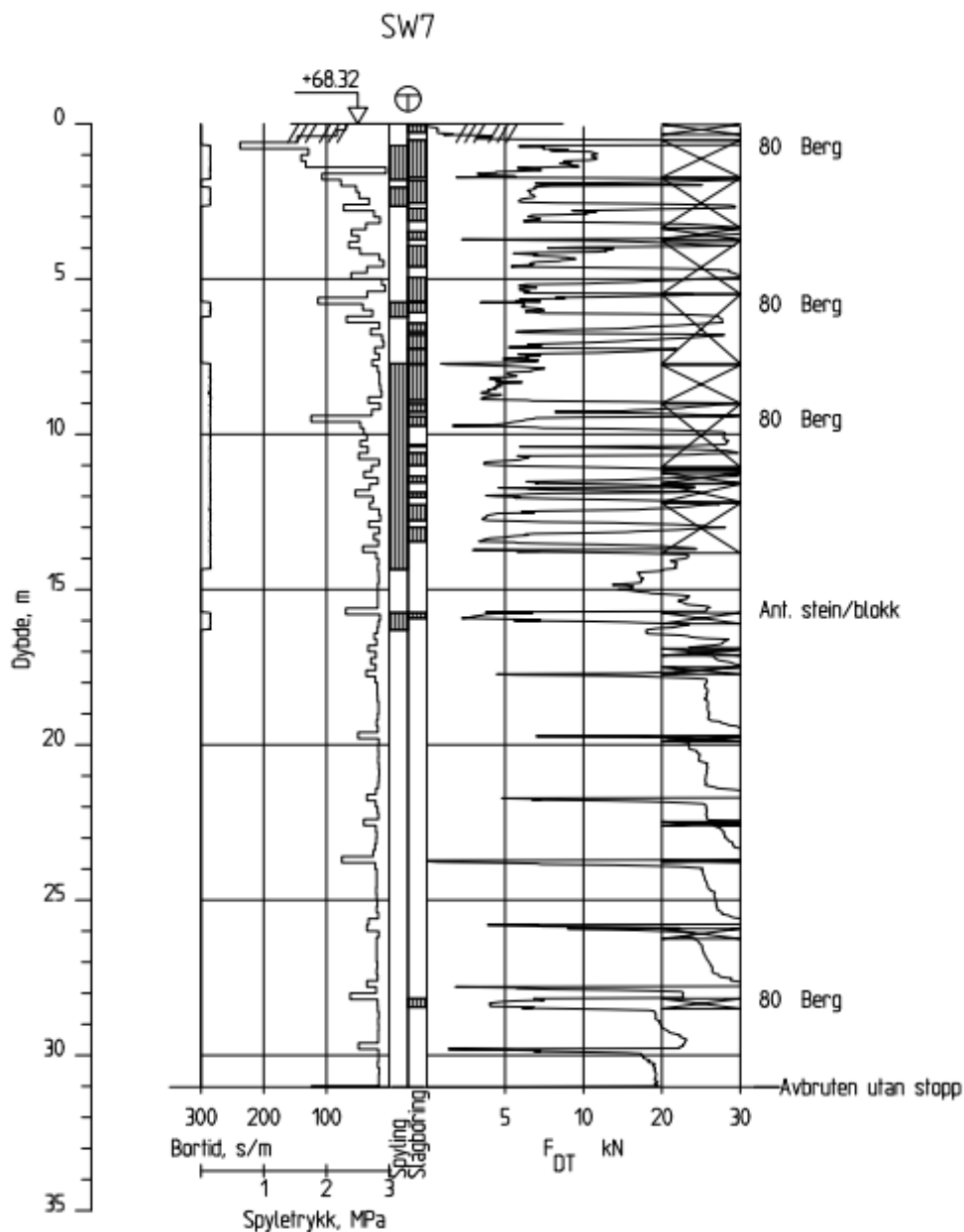
Oppdragsgiver:	Emne: Totalsonderinger	Orginal format: A4
Adresse: Markveien 3	Sted: Sarpsborg	Målestokk: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Tegnet: TKT	Dato: 03/05/2024
	Kontrollert: HPB	Gnr./bnr.:
		GEO TEKNIKK



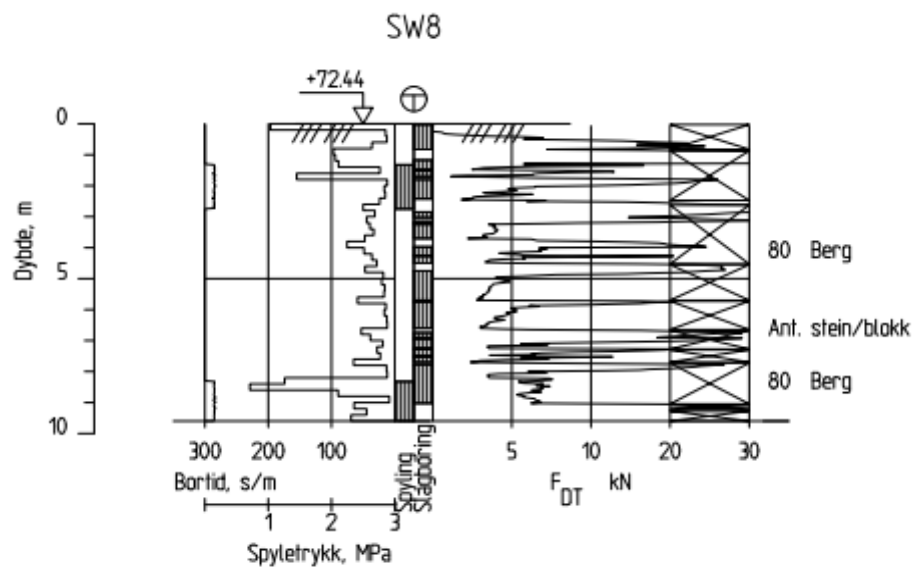
Oppdragsgiver:	Emne: Totalsonderinger	Original format: A4
Adresse: Markveien 3	Sted: Sarpsborg	Målestokk: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Tegnet: TKT	Dato: 03/05/2024
	Kontrollert: HPB	Gnr./bnr.:
		GEO TEKNIKK



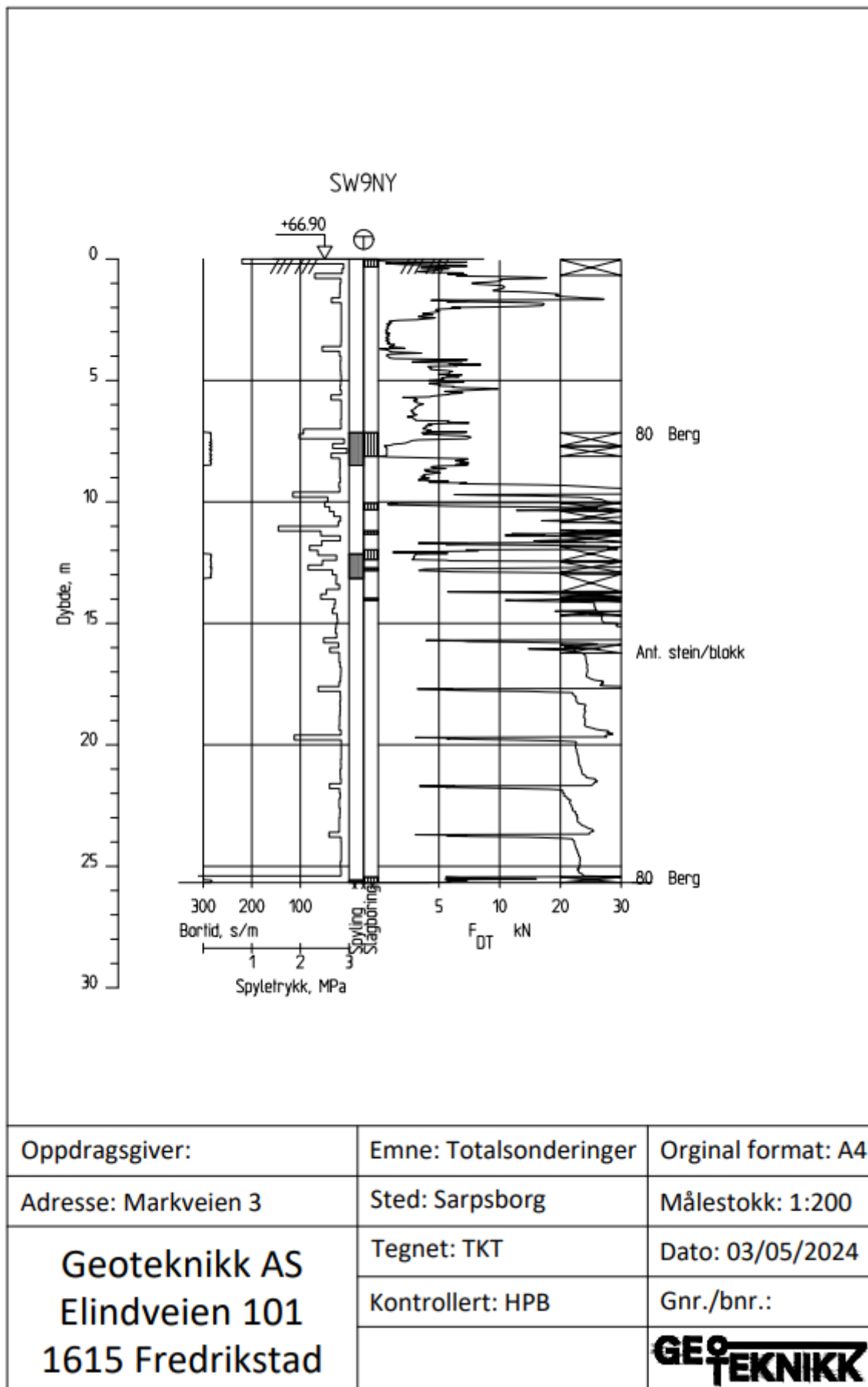
Oppdragsgiver:	Emne: Totalsonderinger	Original format: A4
Adresse: Markveien 3	Sted: Sarpsborg	Målestokk: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Tegnet: TKT	Dato: 03/05/2024
	Kontrollert: HPB	Gnr./bnr.:
		GEO TEKNIKK

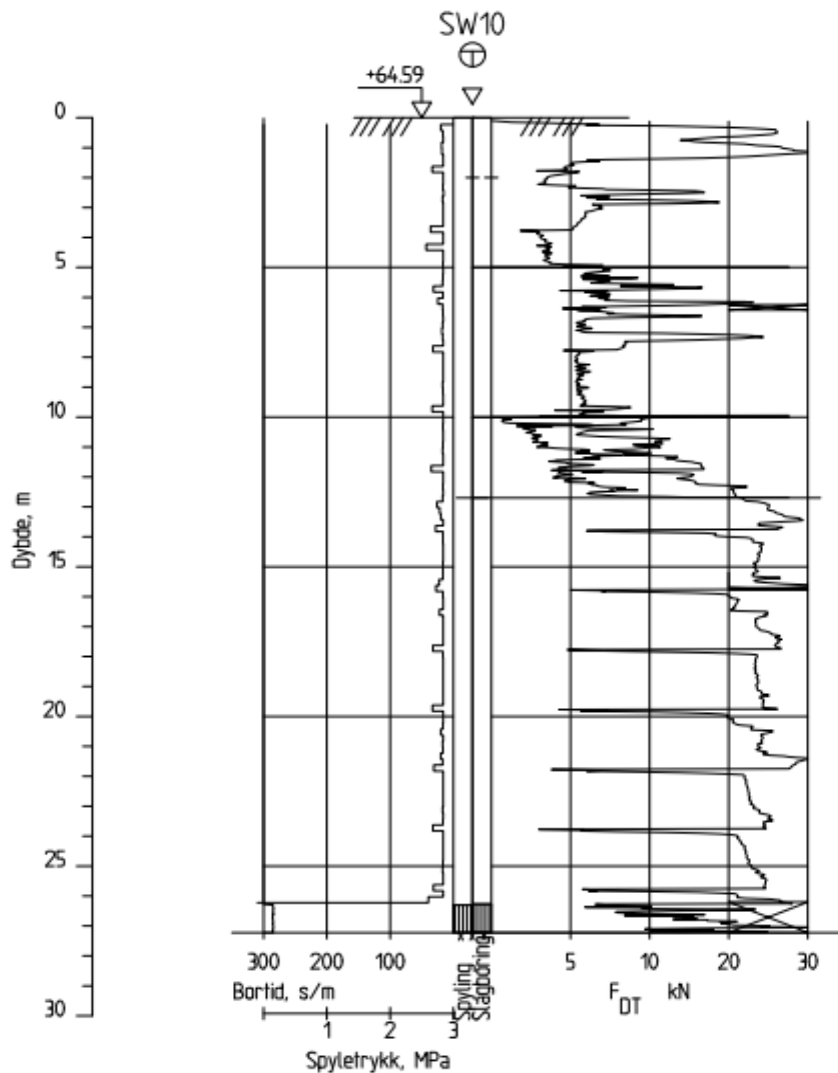


Oppdragsgiver:	Emne: Totalsonderinger	Original format: A4
Adresse: Markveien 3	Sted: Sarpsborg	Målestokk: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Tegnet: TKT	Dato: 03/05/2024
	Kontrollert: HPB	Gnr./bnr.:
		GEO TEKNIKK

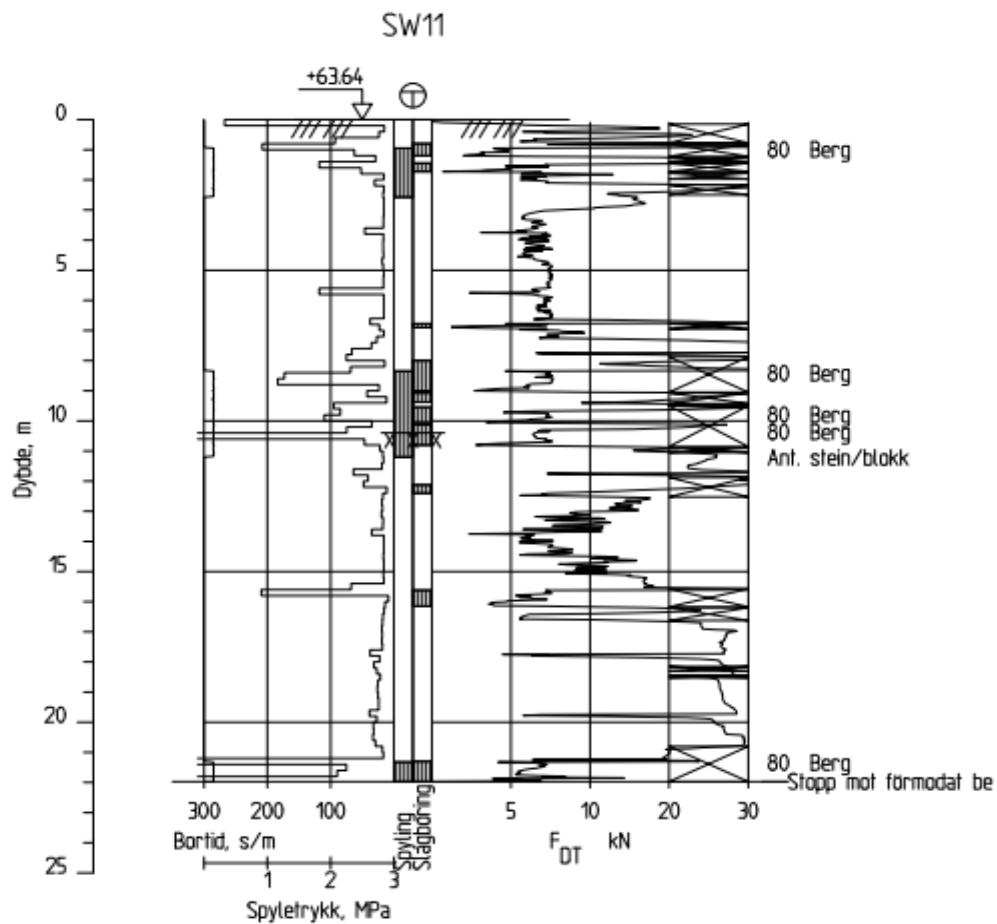


Oppdragsgiver:	Emne: Totalsonderinger	Original format: A4
Adresse: Markveien 3	Sted: Sarpsborg	Målestokk: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Tegnet: TKT	Dato: 03/05/2024
	Kontrollert: HPB	Gnr./bnr.:
		GEO TEKNIKK

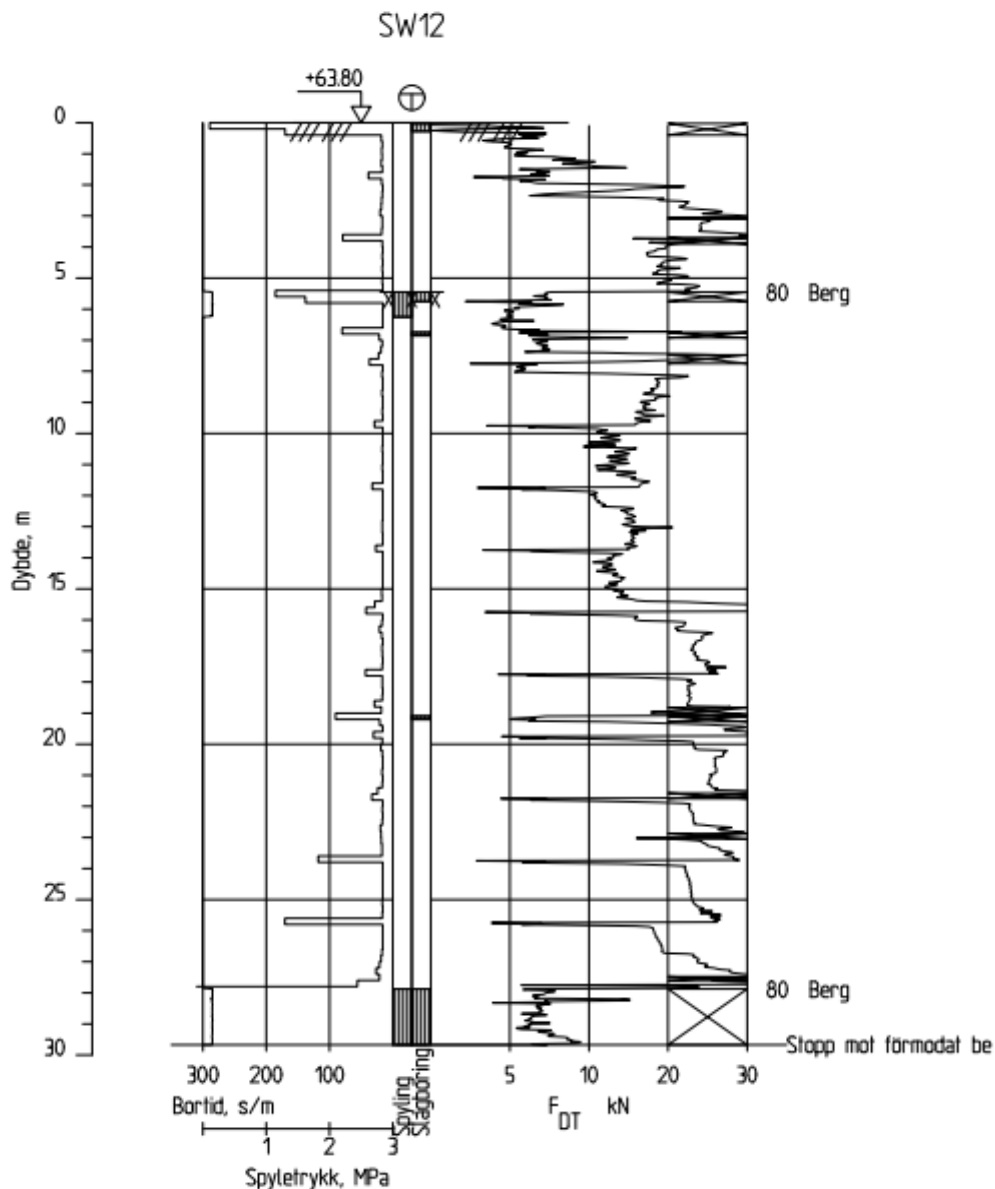




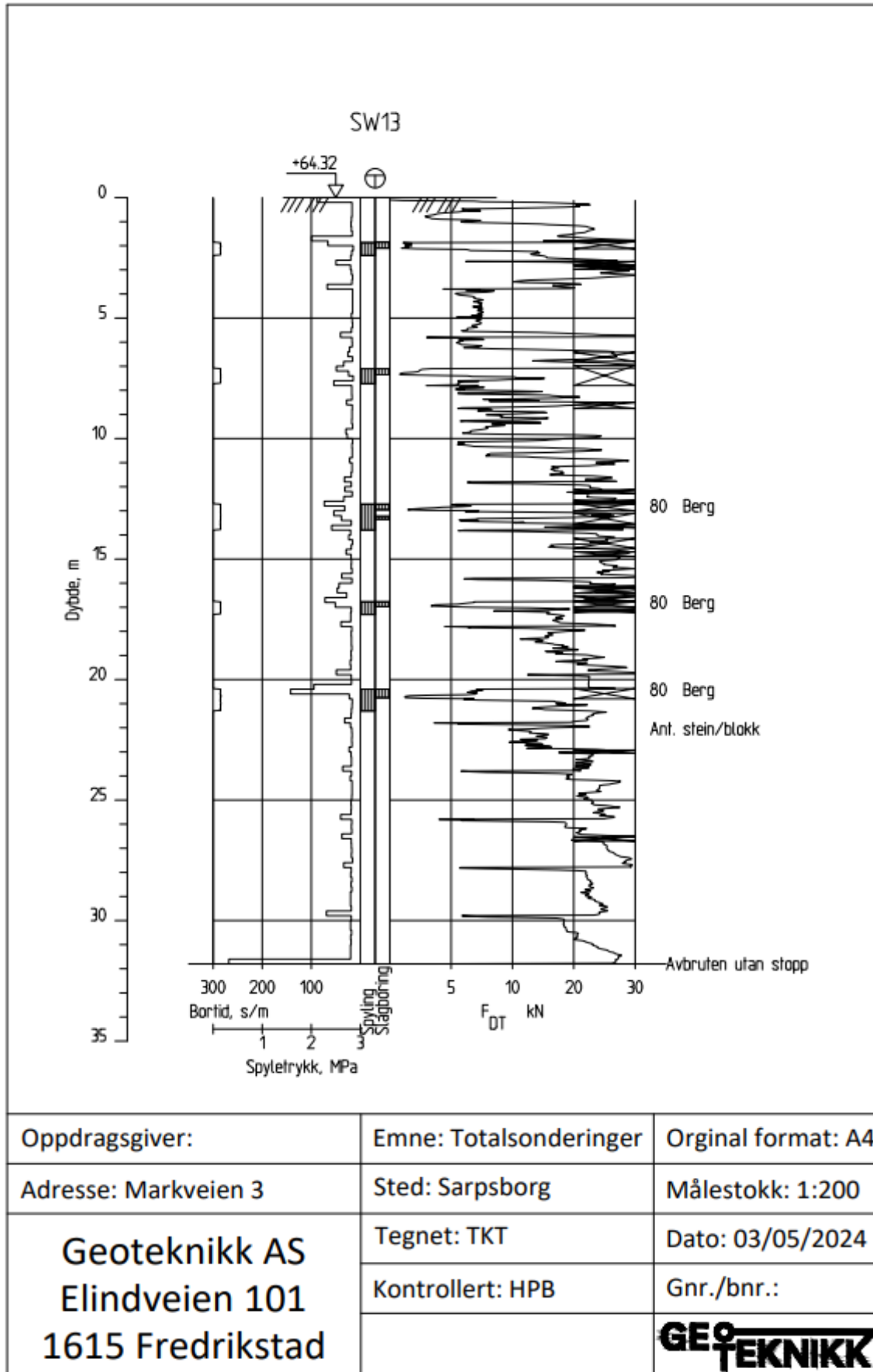
Oppdragsgiver:	Emne: Totalsonderinger	Original format: A4
Adresse: Markveien 3	Sted: Sarpsborg	Målestokk: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Tegnet: TKT	Dato: 03/05/2024
	Kontrollert: HPB	Gnr./bnr.:
		GEO TEKNIKK

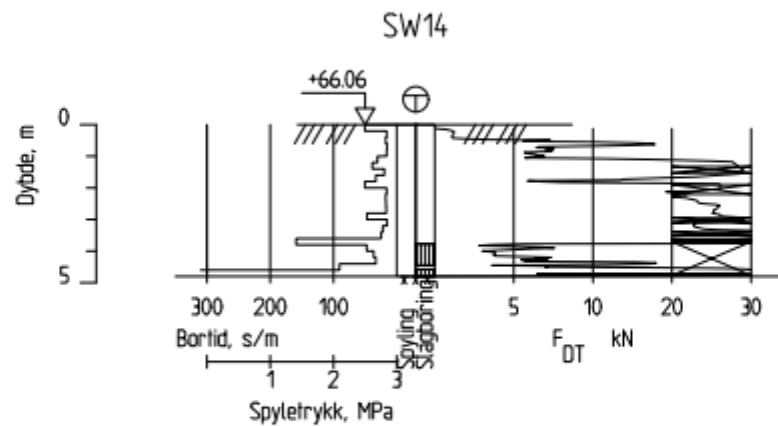


Oppdragsgiver:	Emne: Totalsonderinger	Original format: A4
Adresse: Markveien 3	Sted: Sarpsborg	Målestokk: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Tegnet: TKT	Dato: 03/05/2024
	Kontrollert: HPB	Gnr./bnr.:
		GEO TEKNIKK



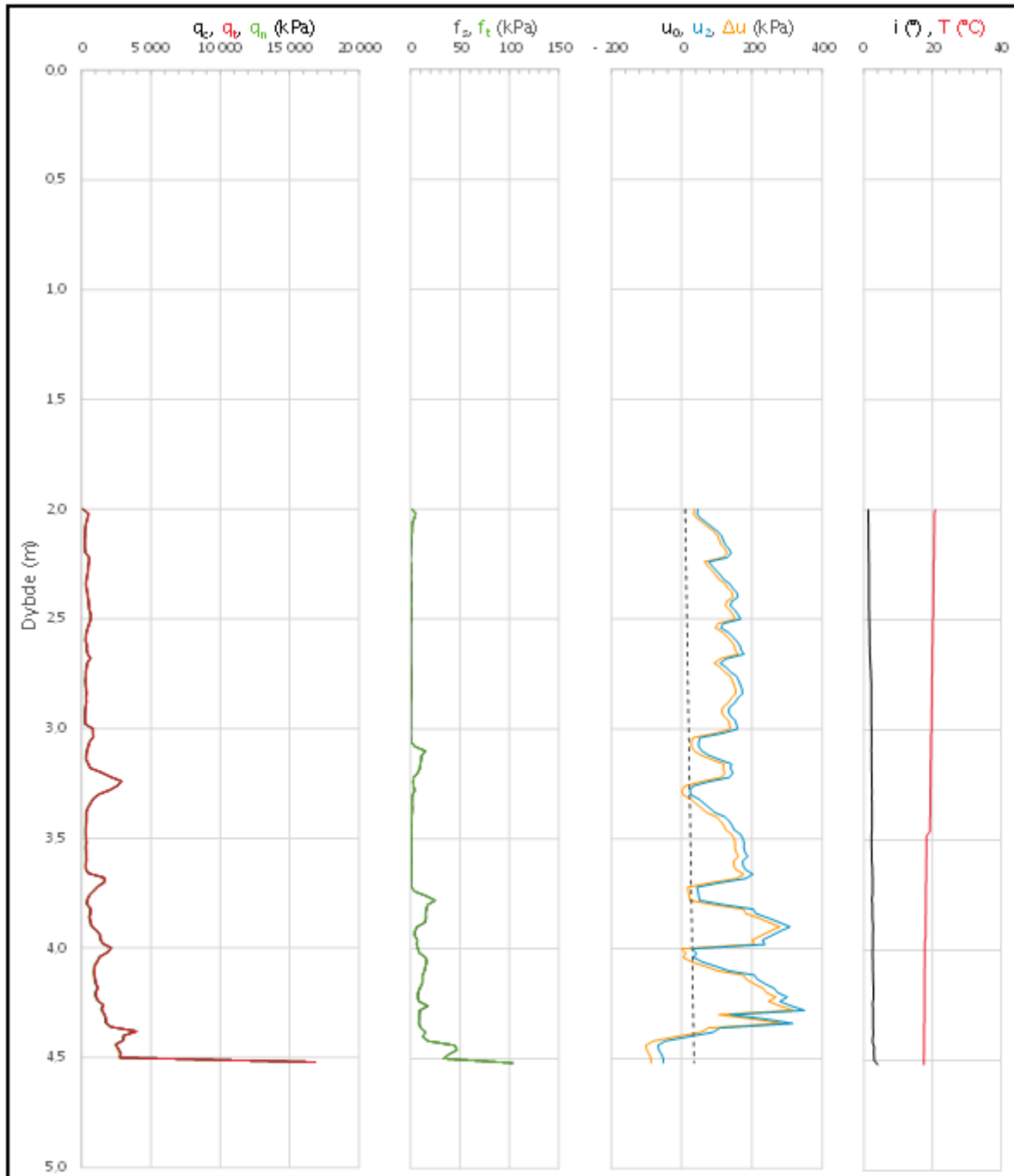
Oppdragsgiver:	Emne: Totalsonderinger	Original format: A4
Adresse: Markveien 3	Sted: Sarpsborg	Målestokk: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Tegnet: TKT	Dato: 03/05/2024
	Kontrollert: HPB	Gnr./bnr.:
	GEO TEKNIKK	





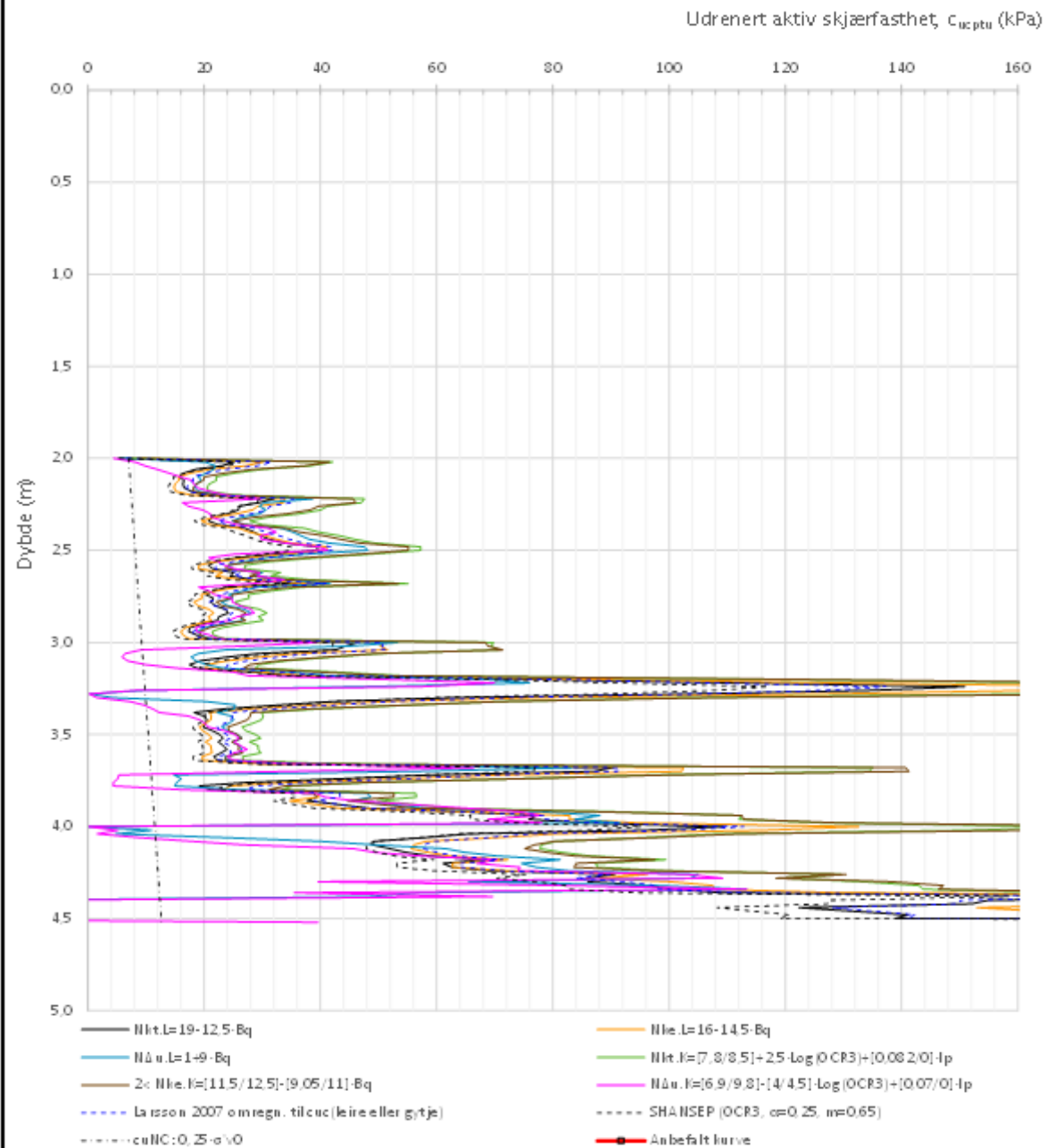
Oppdragsgiver:	Emne: Totalsonderinger	Orginal format: A4
Adresse: Markveien 3	Sted: Sarpsborg	Målestokk: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Tegnet: TKT	Dato: 03/05/2024
	Kontrollert: HPB	Gnr./bnr.:
		GEO TEKNIKK

CPTu -SW1:



Prosjekt Markveien 3, Sarpsborg				Borhull SW1
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier				Sondennummer 5222
	Utført TKT	Kontrollert HPB	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Divisjon	Dato sondering 30.04.2024	Revisjon Rev. dato	Figur 3

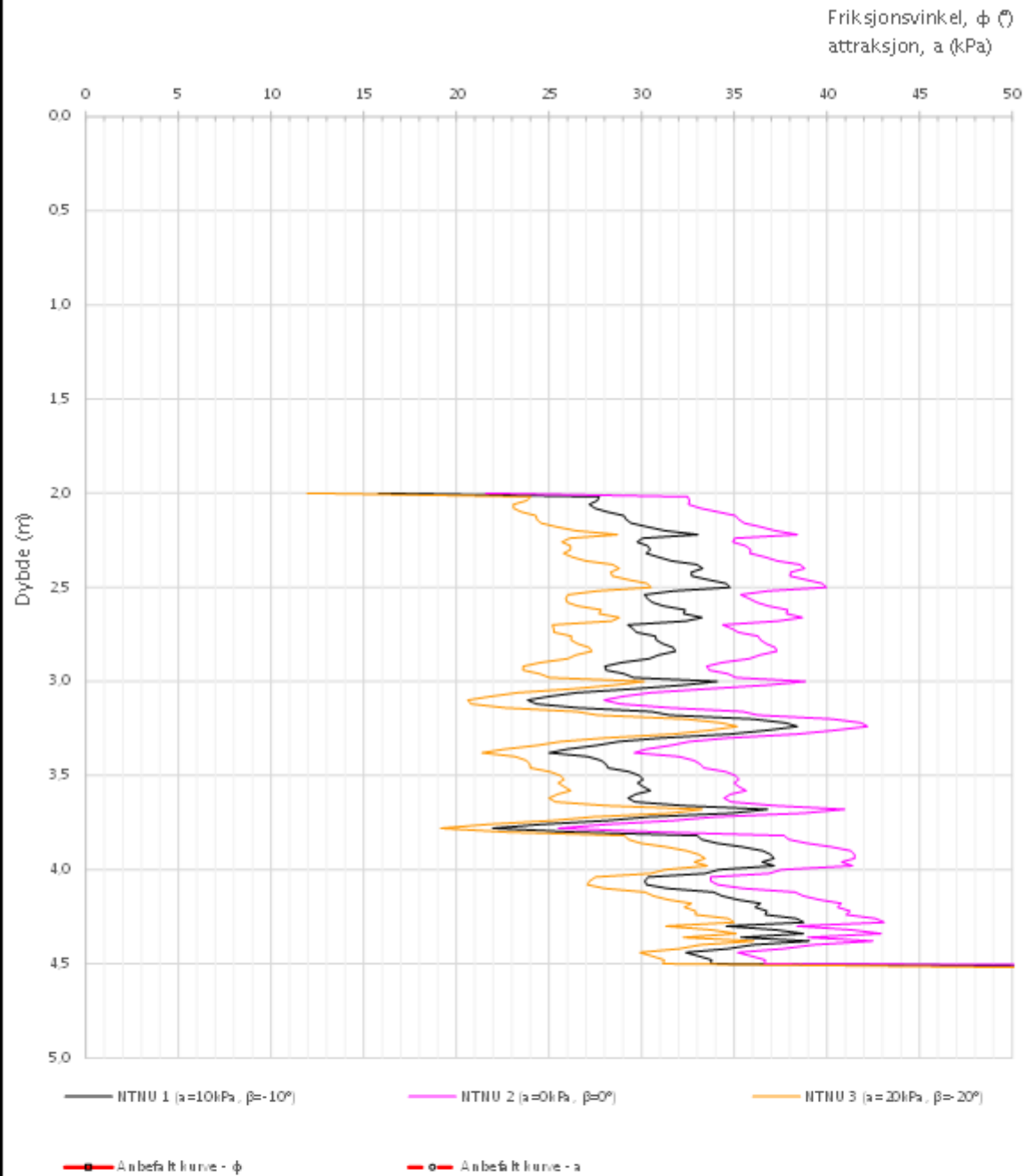
C:\Users\Tesfaye\Dropbox\Kvalitetssystem Geoteknikk as\1_Østfold\Sarpsborg\Markveien 3\1.1_Ferdig_tolkede profiler og borekart fra felt\CPTu tokninger i PDF og XL\CPTu SW1 CPTu v.2020.01



Prosjekt				Borhull
Markveien 3, Sarpsborg				SWI
Innhold				Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5222
GEO TEKNIKK	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend. klasse
	TKT	HPB		1
Divisjon		Dato sondering	Revisjon	Figur
		30.04.2024	Rev. dato	
				5

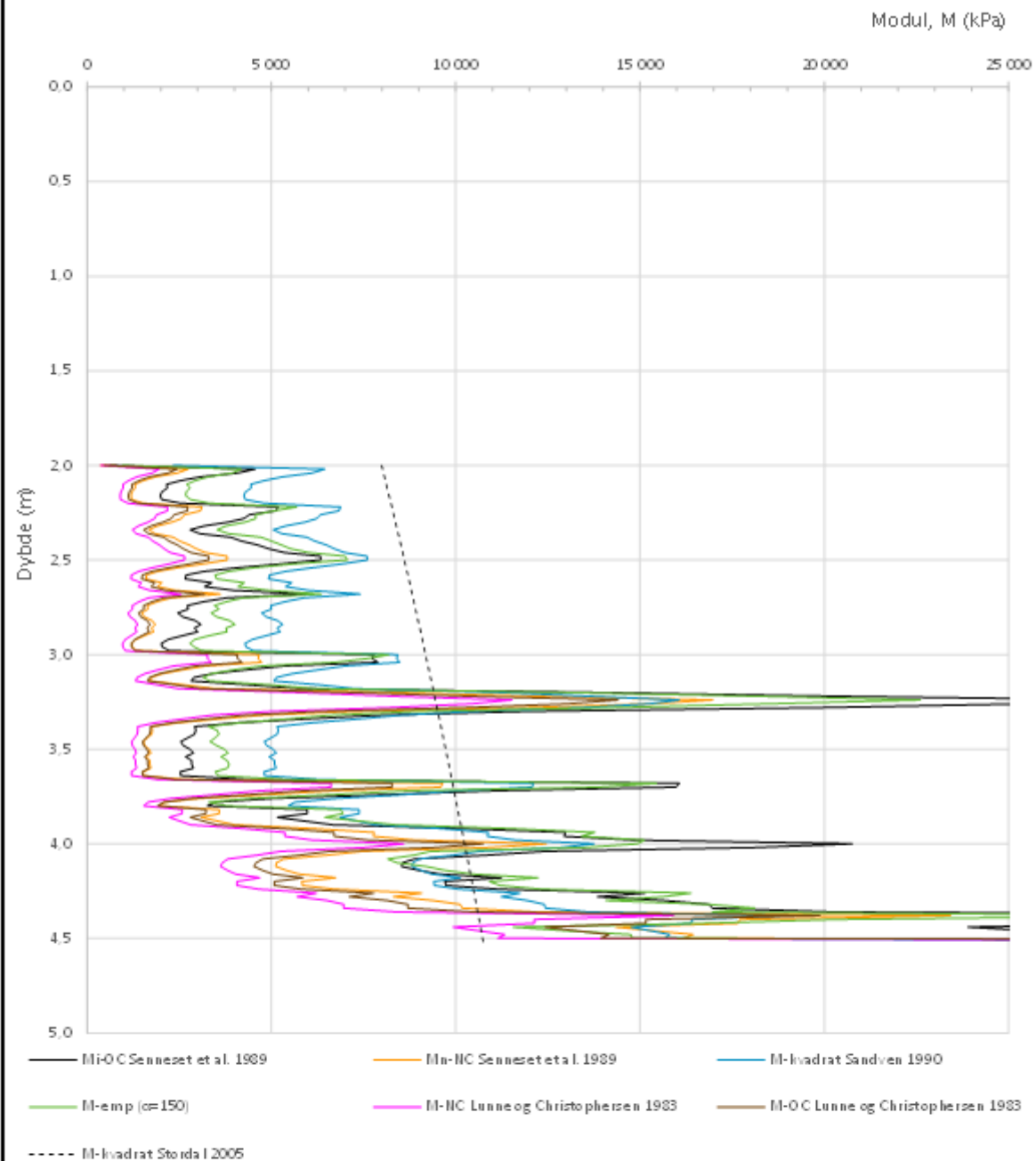
C:\Users\Testfaye\Dropbox\Kvalitetssystem Geoteknikk as\1_Østfold\Sarpsborg\Markveien 3\11_Ferdig tolkede profiler og borekart fra felt\CPTu tolkninger i PDF og XL\CPTu SWI

CPTu v.2020.01



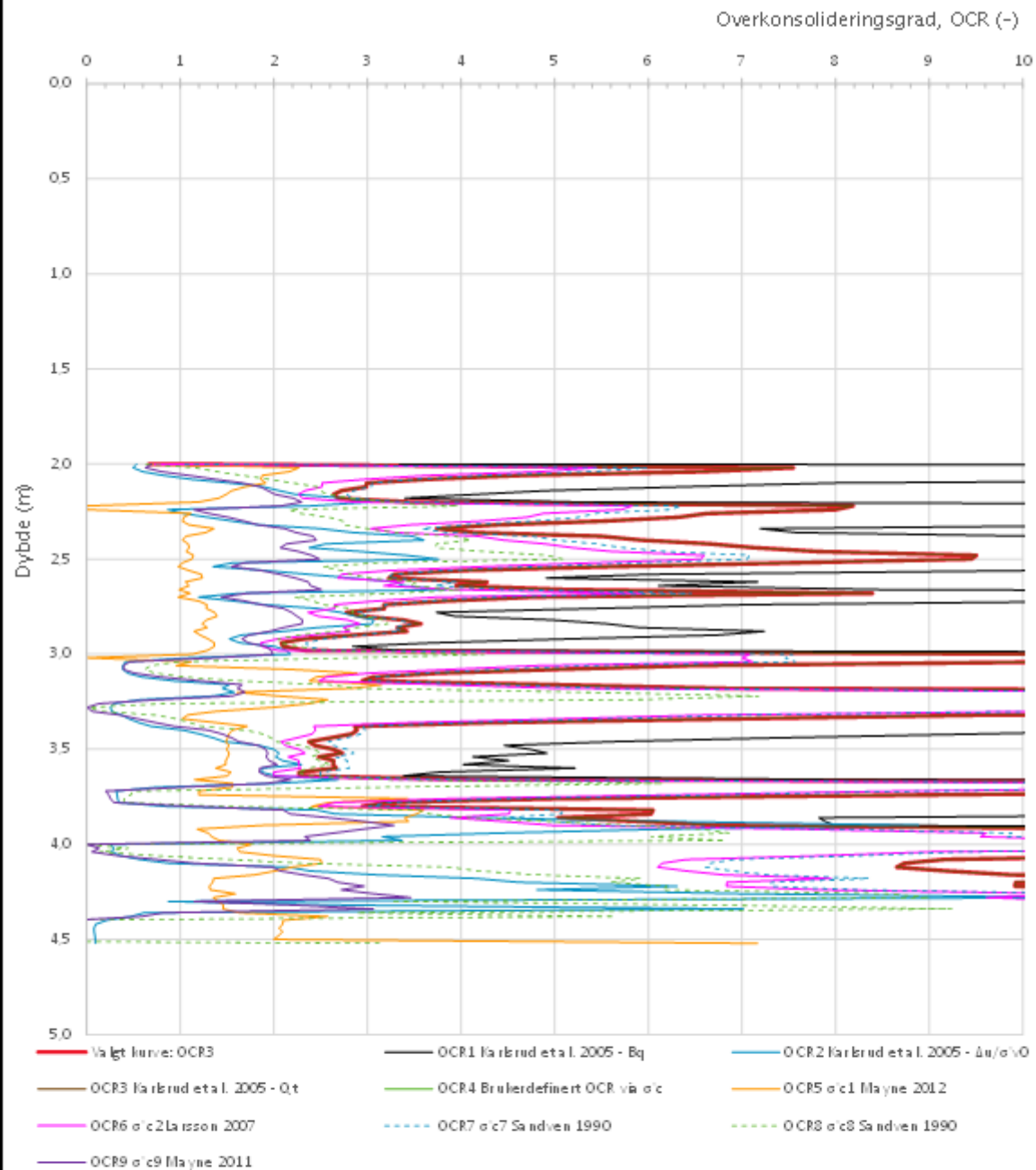
Prosjekt Markveien 3, Sarpsborg				Borhull SWI
Innhold Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				Sondennummer 5222
GEO TEKNIKK	Utført TKT	Kontrollert HPB	Godkjent	Anvend. klasse 1
	Divisjon	Dato sondering 30.04.2024	Revisjon Rev. dato	Figur 6

C:\Users\Testfaye\Dropbox\Kvalitetssystem Geoteknikk as\1_Østfold\Sarpsborg\Markveien 3\1.1_Ferdig tolkede profiler og borekart fra felt\CPTu tolkninger i PDF og XL\CPTu SWI CPTu v.2020.01



Prosjekt Markveien 3, Sarpsborg				Borhull SWI
Innhold Tolkning av modul				Sondennummer 5222
GEO TEKNIKK	Utført TKT	Kontrollert HPB	Godkjent	Anvend. klasse 1
	Divisjon	Dato sondering 30.04.2024	Revisjon Rev. dato	Figur 7

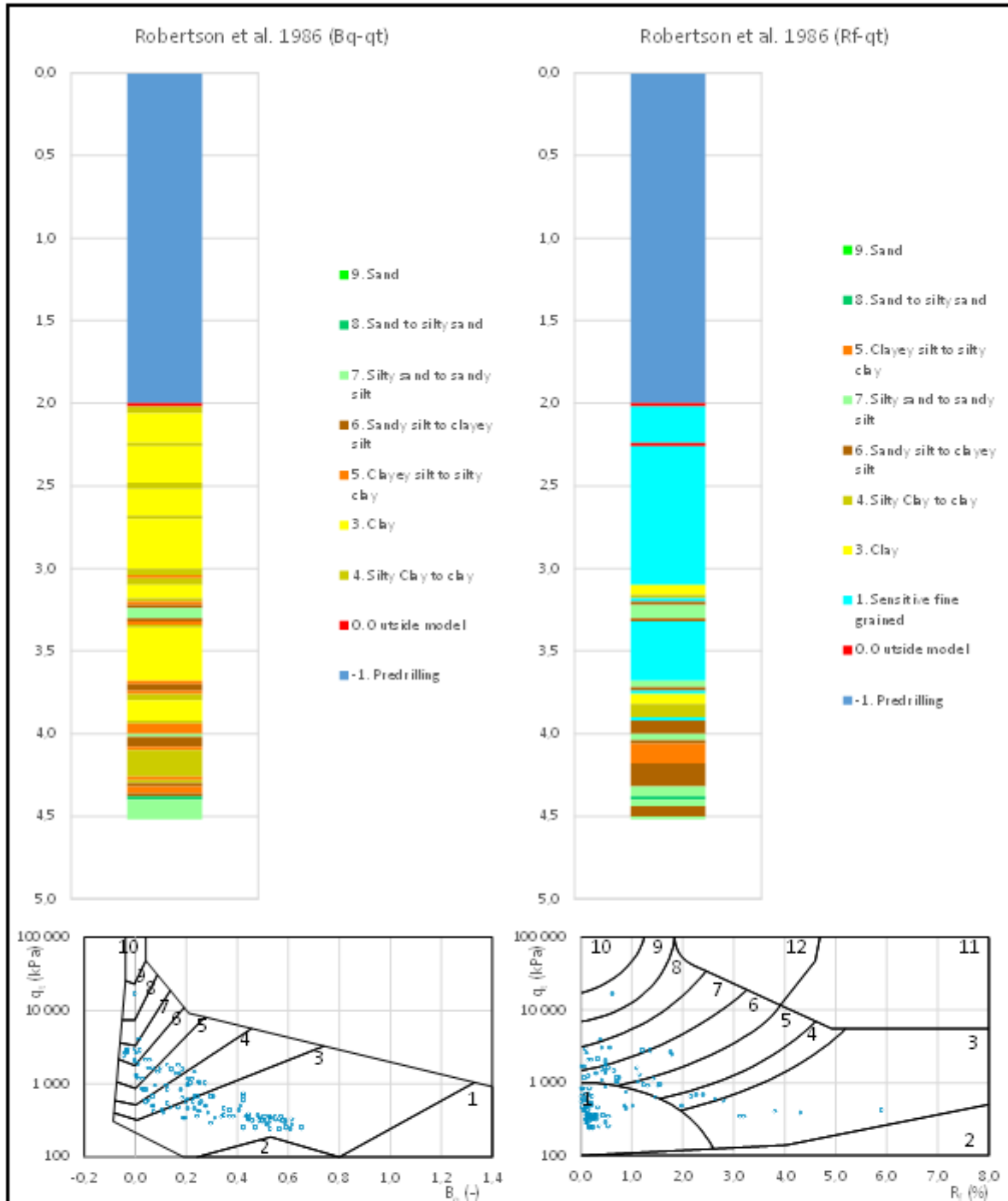
C:\Users\Teskaye\Dropbox\Kvalitetssystem Geoteknikk as\1_Østfold\Sarpsborg\Markveien 3\11_Ferdig tolkede profiler og borekart fra felt\CPTu tolkninger i PDF og XLI\CPTu SWI CPTu v.2020.01



Prosjekt				Borhull
Markveien 3, Sarpsborg				SWI
Innhold				Sondennummer
Overkonsolideringsgrad, OCR				5222
GEO TEKNIKK	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend. klasse
	TKT	HPB		1
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur
		30.04.2024	Rev. dato	8

C:\Users\Tesfaye\Dropbox\Kvalitetssystem Geoteknikk as\1_Østfold\Sarpsborg\Markveien 3\11_Ferdig_tolkede profiler og borekart fra felt\CPTu tolkninger i PDF og XL\CPTu SWI

CPTu v.2020.01

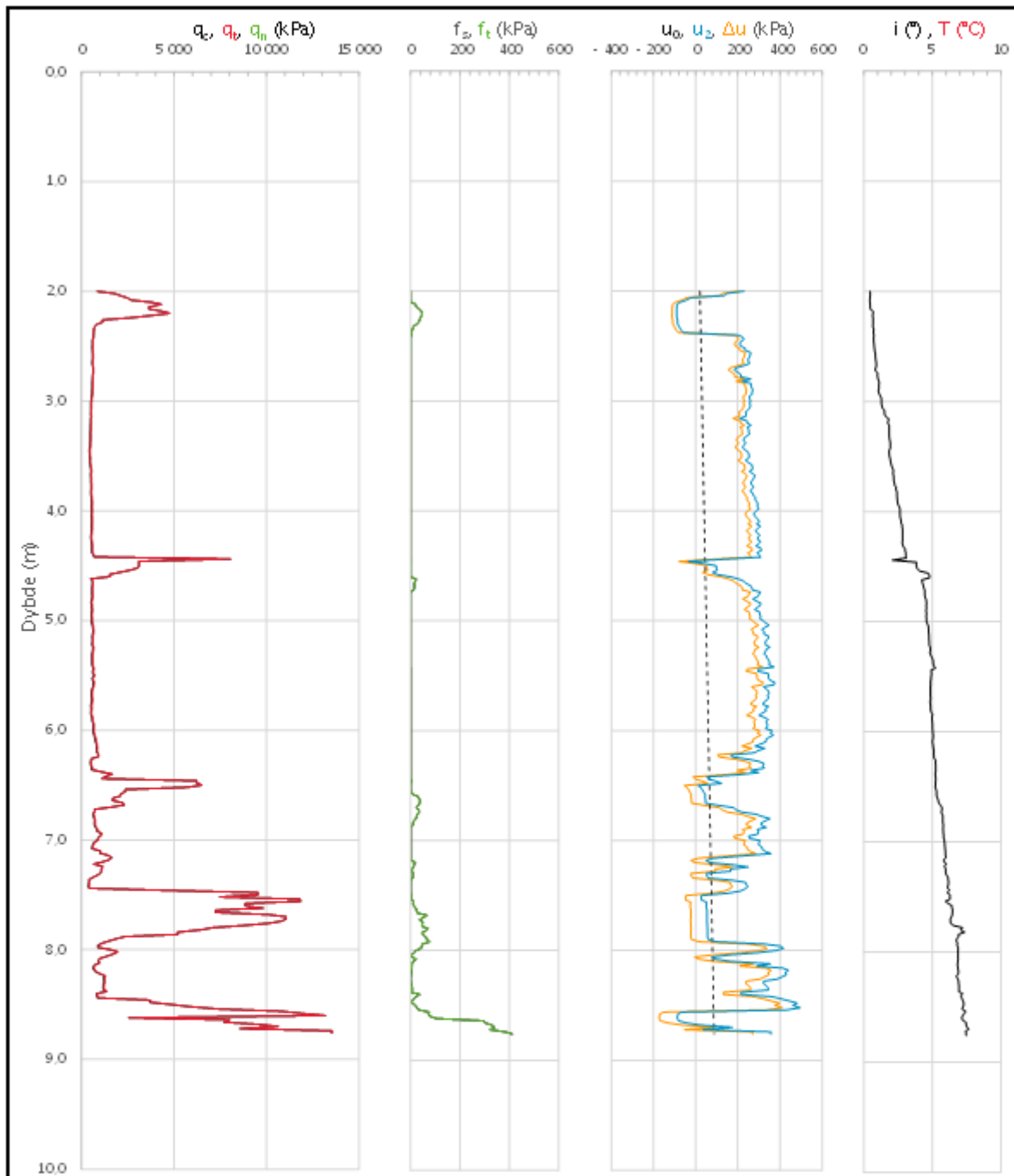


Prosjekt				Borhull
Markveien 3, Sarpsborg				SWI
Innhold				Sondennummer
Jordartsklassifisering etter Robertsson et al. 1986				5222
GEO TEKNIKK	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend. klasse
	TKT	HPB		1
Divisjon	Dato sondering		Revisjon	Figur
	30.04.2024		Rev. dato	17

C:\Users\Tosfaye\Dropbox\Kvalitetssystem Geoteknikk as\1_Østfold\Sarpsborg\Markveien 3\11_Ferdig tolkede profiler og borekart fra felt\CPTu tolkninger i PDF og XL\CPTu SWI

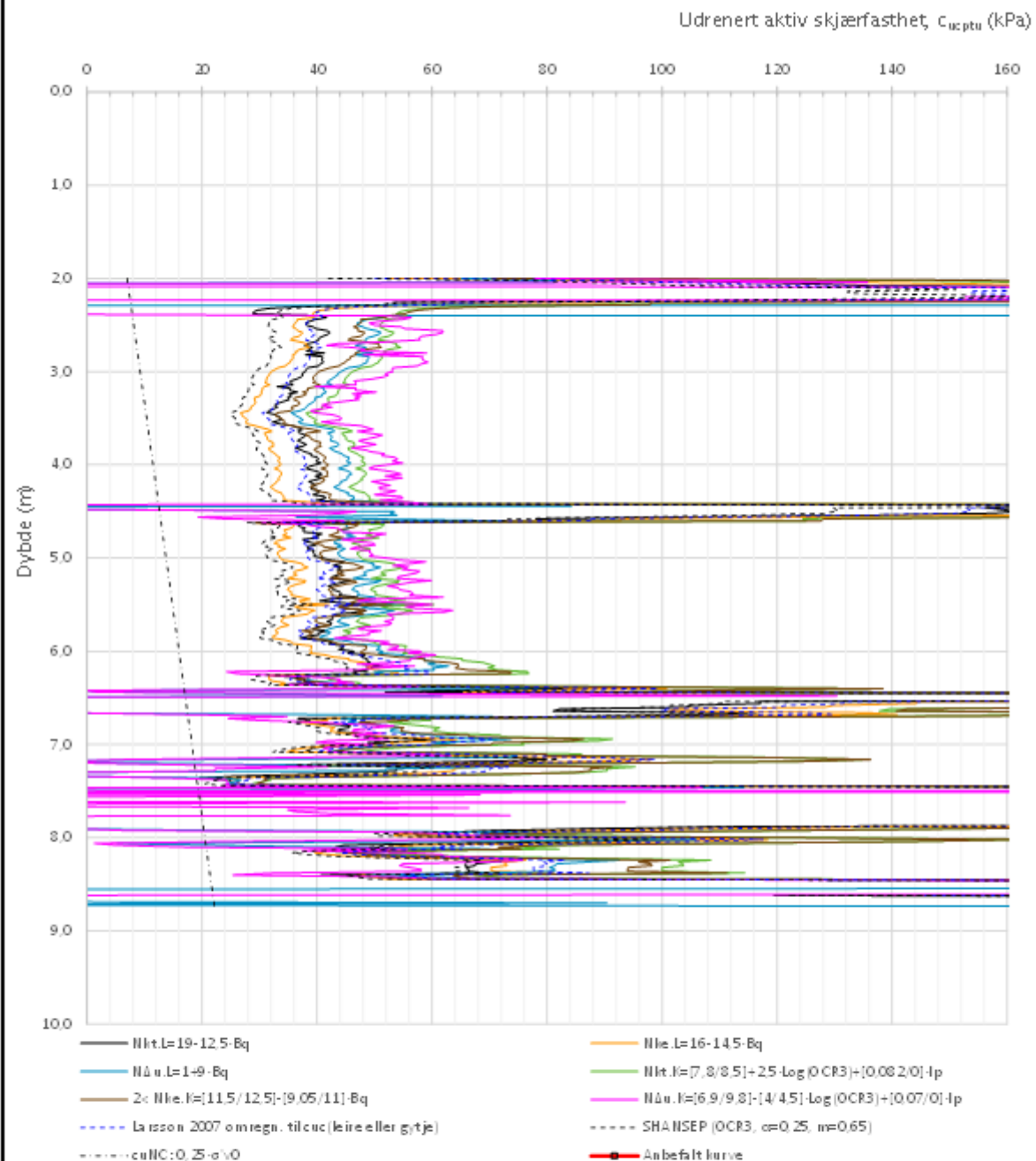
CPTu v.2020.01

CPTu-SW4:



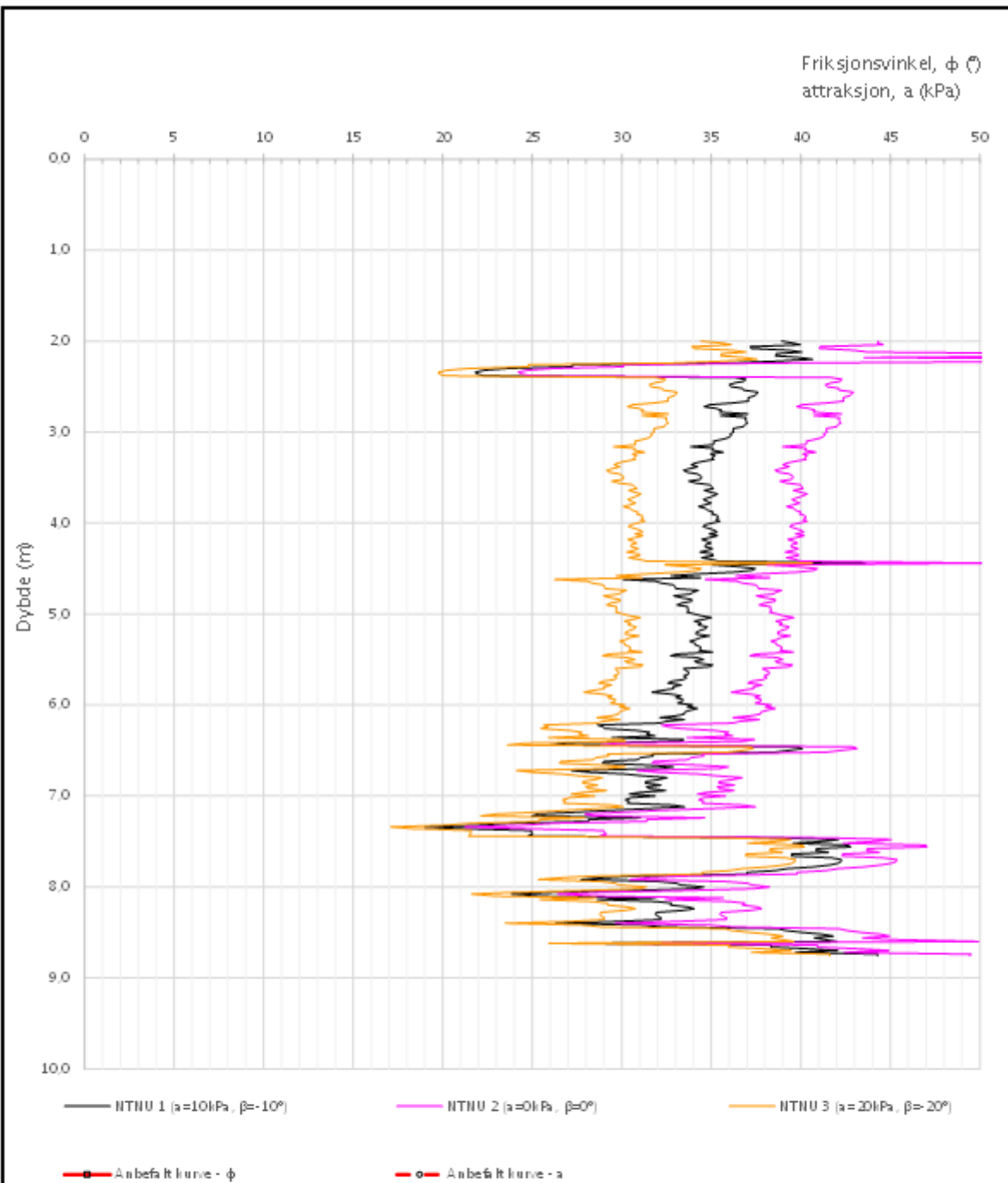
Prosjekt Markveien 3, Sarpsborg				Borhull SW4
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier				Sondennummer 5222
GEO TEKNIKK	Utført TKT	Kontrollert HPB	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Divisjon	Dato sondering 29.04.2024	Revisjon Rev. dato	Figur 3

C:\Users\Tasfaye\Dropbox\Kvalitetssystem Geoteknikk as\1_Østfold\Sarpsborg\Markveien 3\1.1_Ferdig_tolkede profiler og borekart fra felt\CPTu tolkninger i PDF og XL\CPTu SW4 CPTu v.2020.01



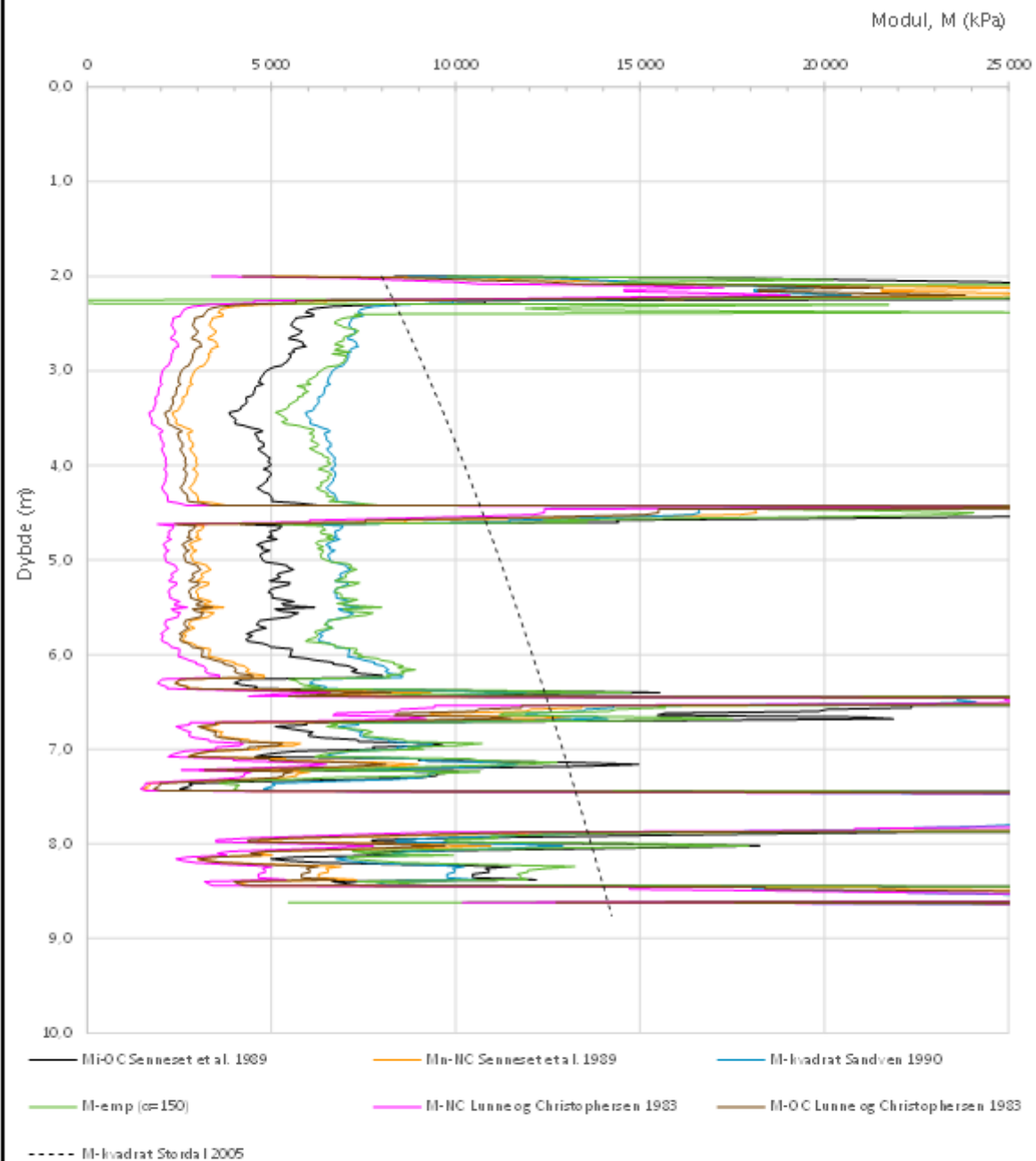
Prosjekt				Borhull
Markveien 3, Sarpsborg				SW4
Innhold				Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5222
GEO TEKNIKK	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend. klasse
	TKT	HPB		1
Divisjon		Dato sondering	Revisjon	Figur
		29.04.2024	Rev. dato	
				5

C:\Users\Testfaye\Dropbox\Kvalitetssystem Geoteknikk as\1_Østfold\Sarpsborg\Markveien 3\11_Ferdig tolkede profiler og borekart fra felt\CPTu tolkninger I PDF og XL\CPTu SW4 CPTu v.2020.01



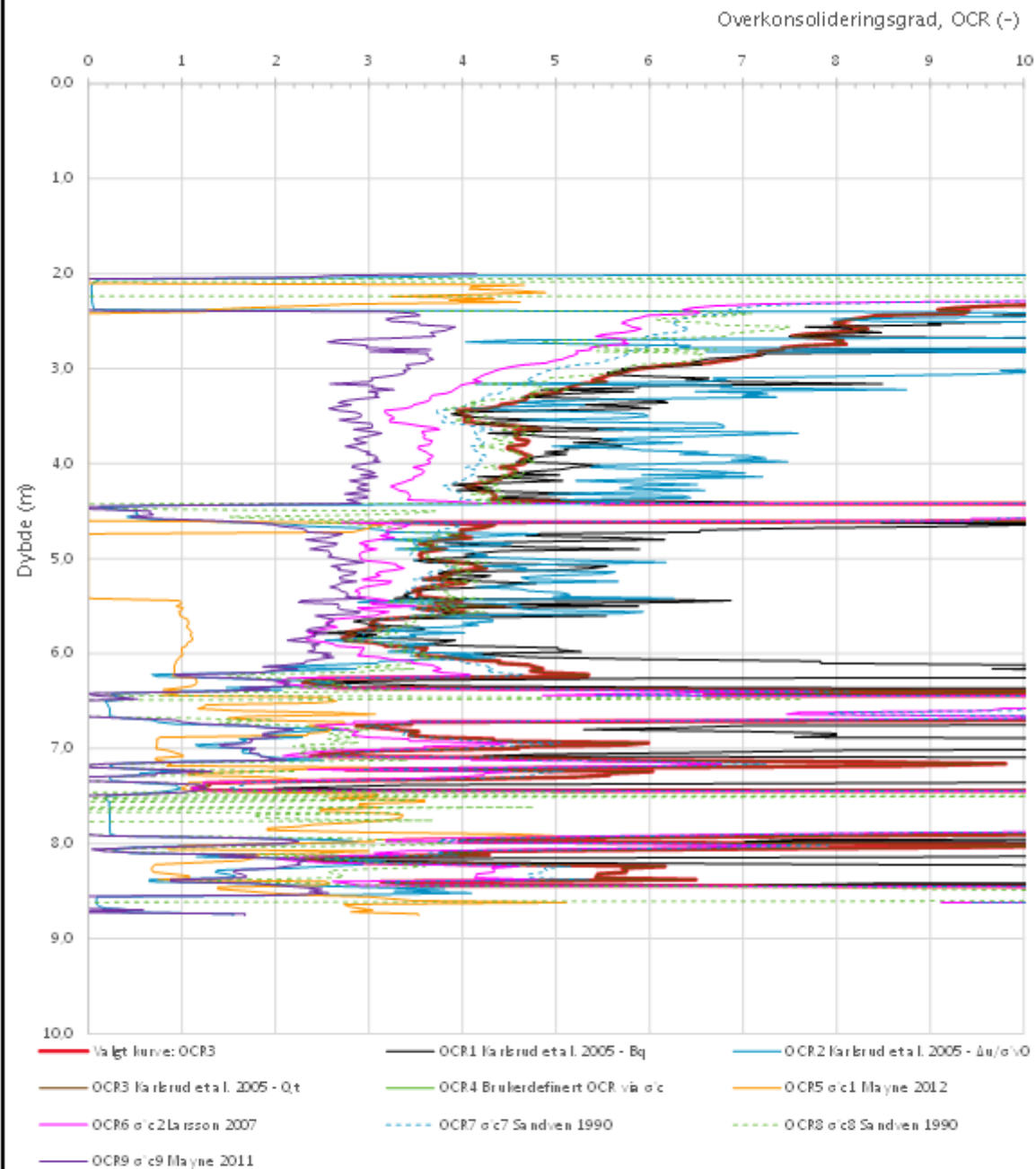
Prosjekt Markveien 3, Sarpsborg				Borhull SW4
Innhold Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				Sondennummer 5222
GEO TEKNIKK	Utført TKT	Kontrollert HPB	Godkjent	Anvend. klasse 1
	Divisjon	Dato sondering 29.04.2024	Revisjon Rev. dato	Figur 6

C:\Users\Tefaye\Dropbox\Kvalitetssystem Geoteknikk as\1_Østfold\Sarpsborg\Markveien 3\11_Ferdig tolkede profiler og borekart fra felt\CPTu tolkninger i PDF og XLI\CPTu SW4 CPTu v.2020.01



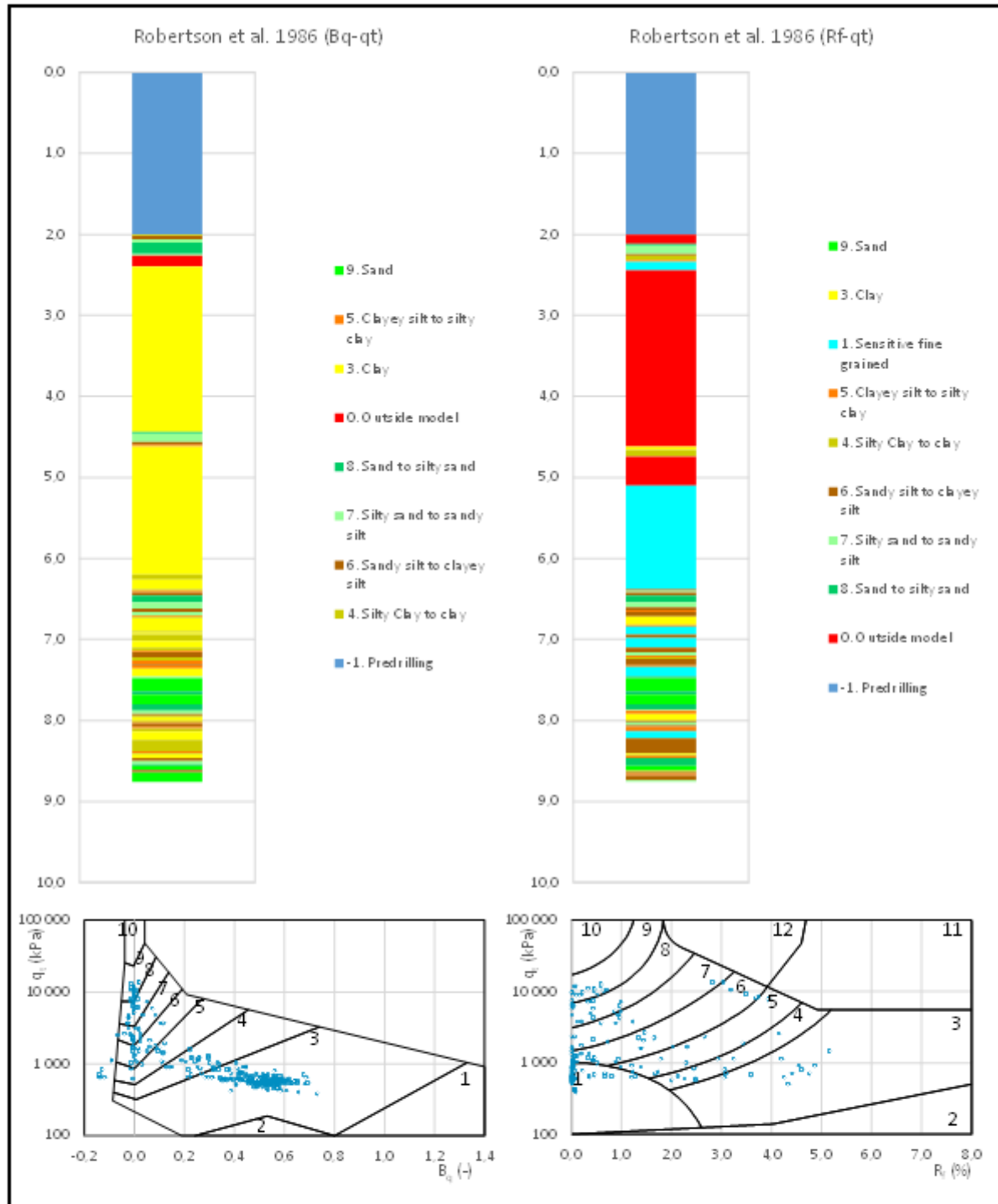
Prosjekt Markveien 3, Sarpsborg				Borhull SW4
Innhold Tolkning av modul				Sondennummer 5222
GEO TEKNIKK	Utført TKT	Kontrollert HPB	Godkjent	Anvend. klasse 1
	Divisjon	Dato sondering 29.04.2024	Revisjon Rev. dato	Figur 7

C:\Users\Tefaye\Dropbox\Kvalitetssystem Geoteknikk as\1_Østfold\Sarpsborg\Markveien 3\11_Ferdig tolkede profiler og borekart fra felt\CPTu tolkninger i PDF og XLI\CPTu SW4 CPTu v.2020.01



Prosjekt				Borhull
Markveien 3, Sarpsborg				SW4
Innhold				Sondennummer
Overkonsolideringsgrad, OCR				5222
GEO TEKNIKK	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend. klasse
	TKT	HPB		1
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur
		29.04.2024	Rev. dato	8

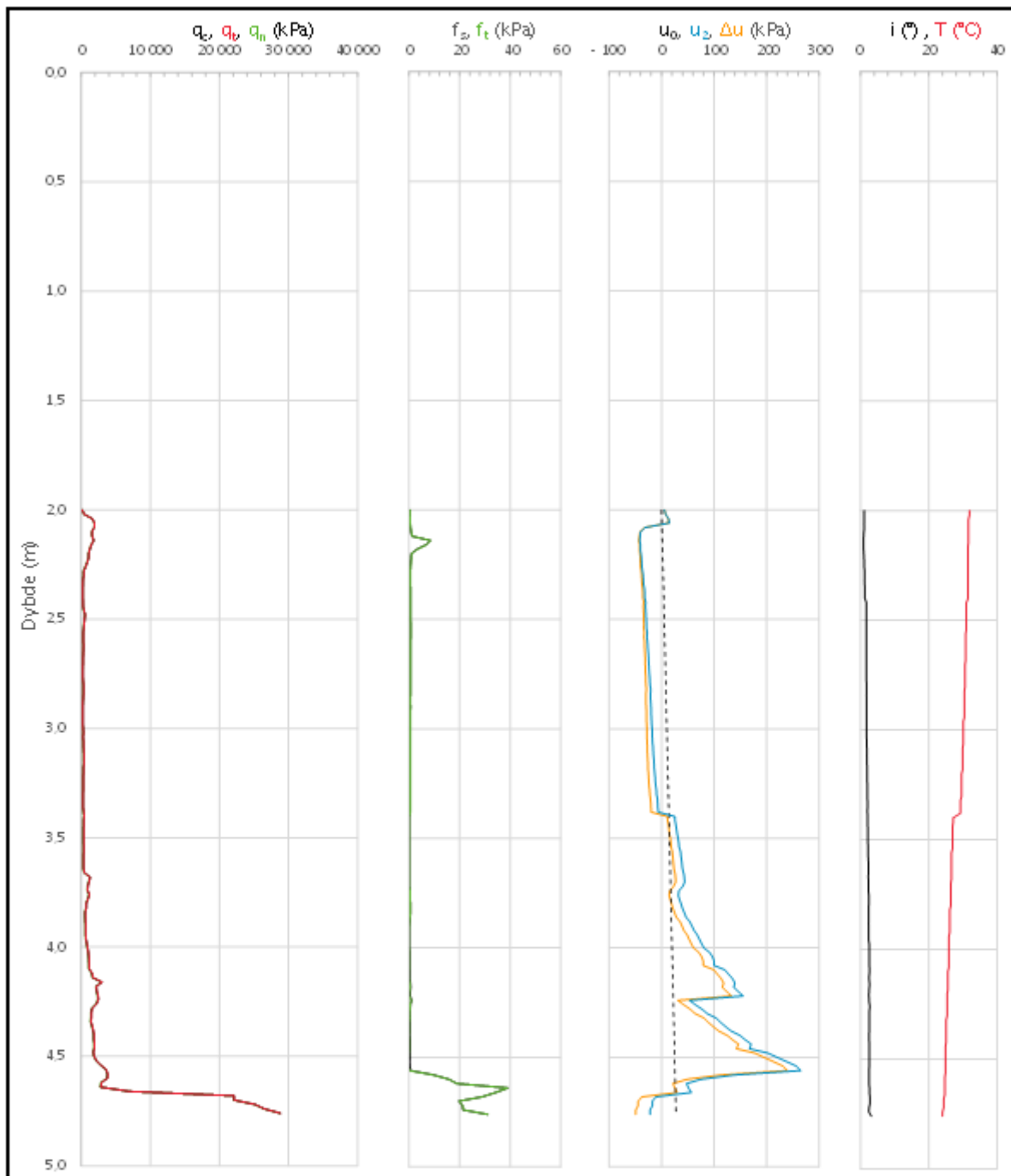
C:\Users\Tessfaye\Dropbox\Kvalitetssystem Geoteknikk as\1_Østfold\Sarpsborg\Markveien 3\11_Ferdig tolkede profiler og borekart fra felt\CPTu tolkninger I PDF og XL\CPTu SW4 CPTu v.2020.01



Prosjekt			Borhull	
Markveien 3, Sarpsborg			SW4	
Innhold			Sondennummer	
Jordartsklassifisering etter Robertson et al. 1986			5222	
	Utført	TKT	Godkjent	Anvend. klasse
	Divisjon		Revisjon	Figur
		Kontrollert	Rev. dato	
		HPB		1
		Dato sondering		17
		29.04.2024		

C:\Users\Testfaye\Dropbox\Kvalitetssystem Geoteknikk as\1_Østfold\Sarpsborg\Markveien 3\11_Ferdig\Borekarter og borekarter fra felt\CPTu tolkninger i PDF og XL\CPTu SW4 CPTu v.2020.01

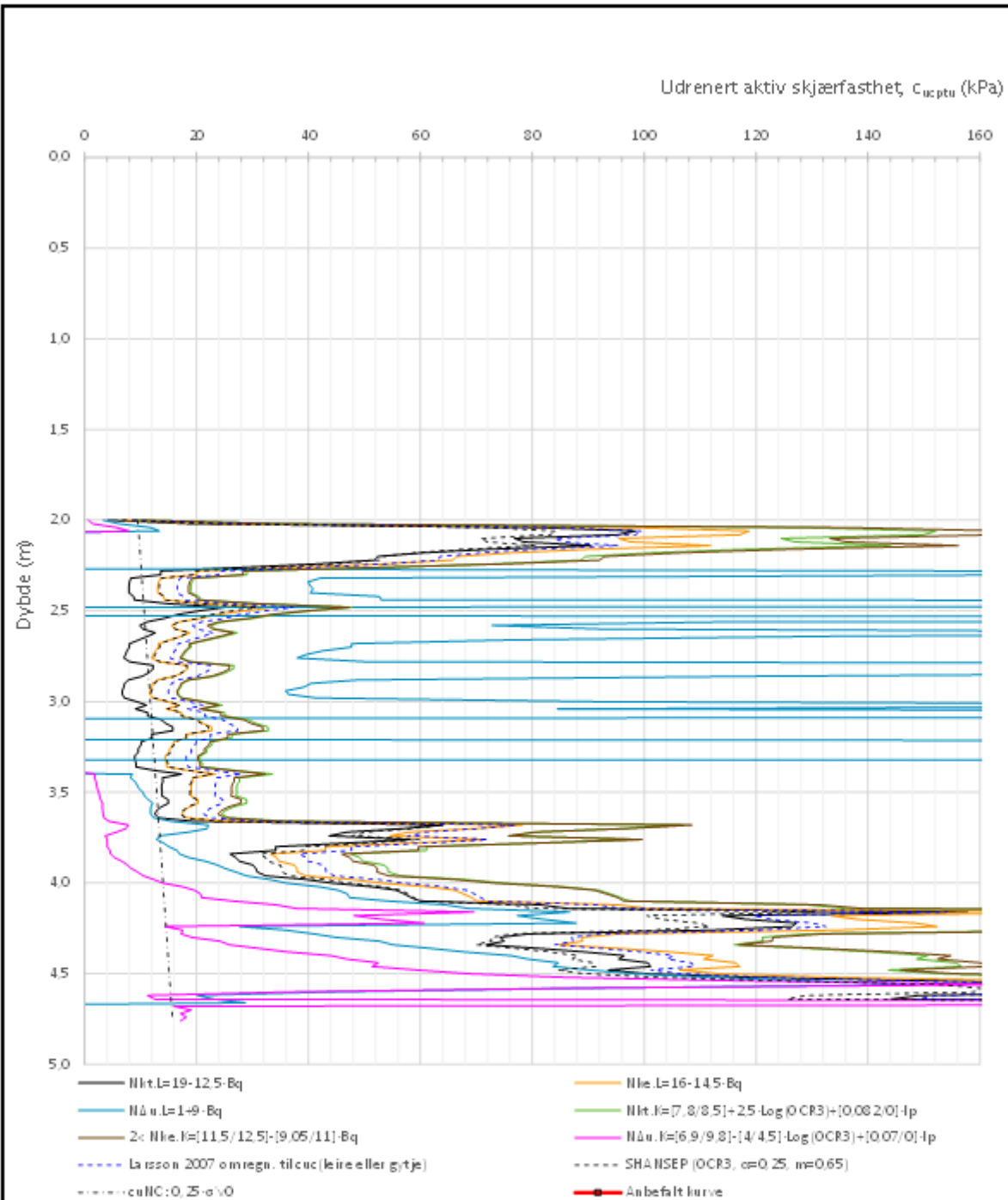
CPTu-SW9:



Prosjekt Markveien 3, Sarpsborg				Borhull SW9
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier				Sondennummer 5222
GEO TEKNIKK	Utført TKT	Kontrollert HPB	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Divisjon	Dato sondering 16.05.2024	Revisjon Rev. dato	Figur 3

C:\Users\Testfaye\OneDrive\Desktop\CPTu 2021_011Master

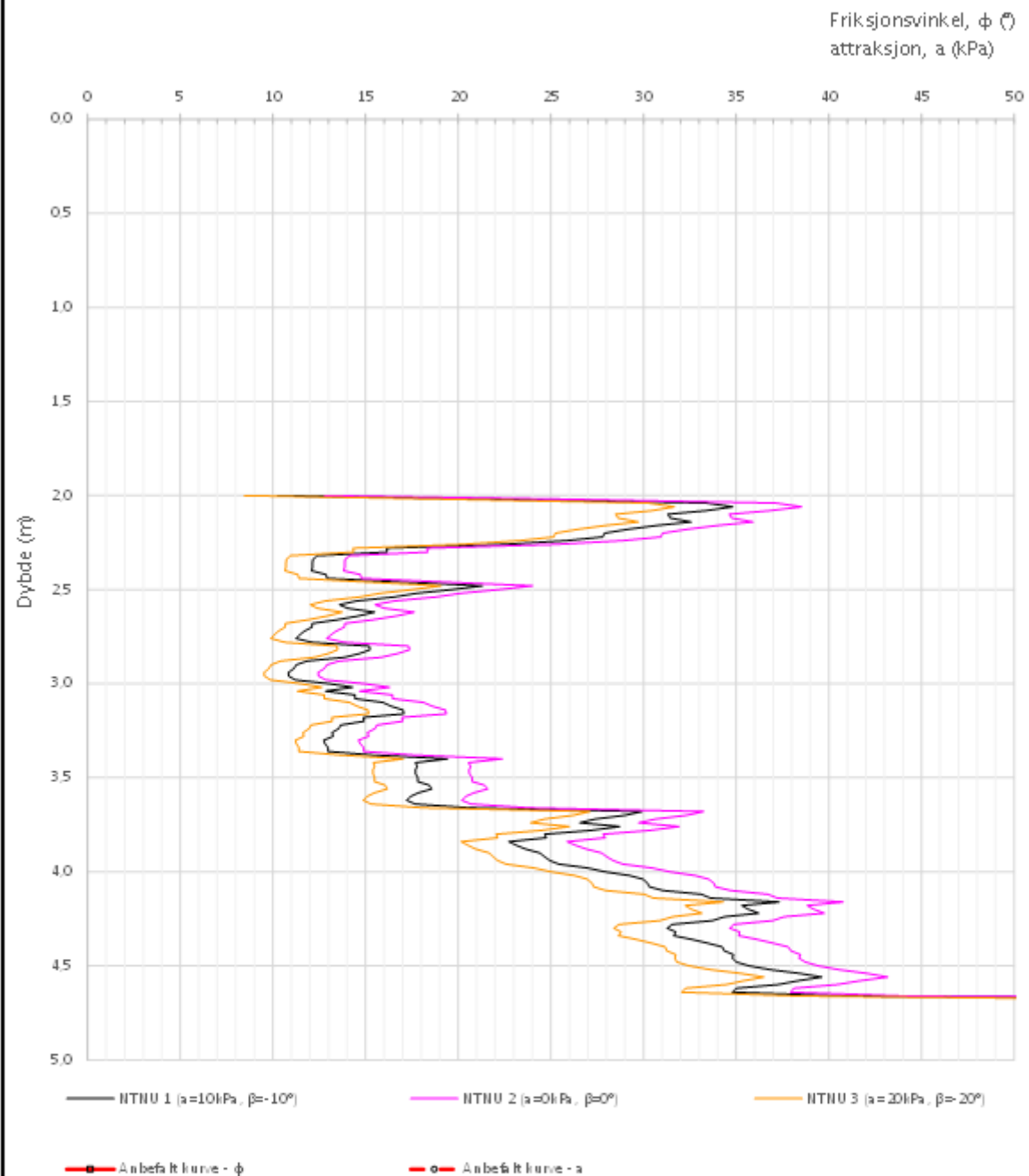
CPTu v.2020.01



Prosjekt				Borhull
Markveien 3, Sarpsborg				SW9
Innhold				Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5222
GEO TEKNIKK	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	TKT	HPB		1
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur
		16.05.2024	Rev. dato	5

C:\Users\Testfaye\OneDrive\Desktop\CPTu_2021_011Master

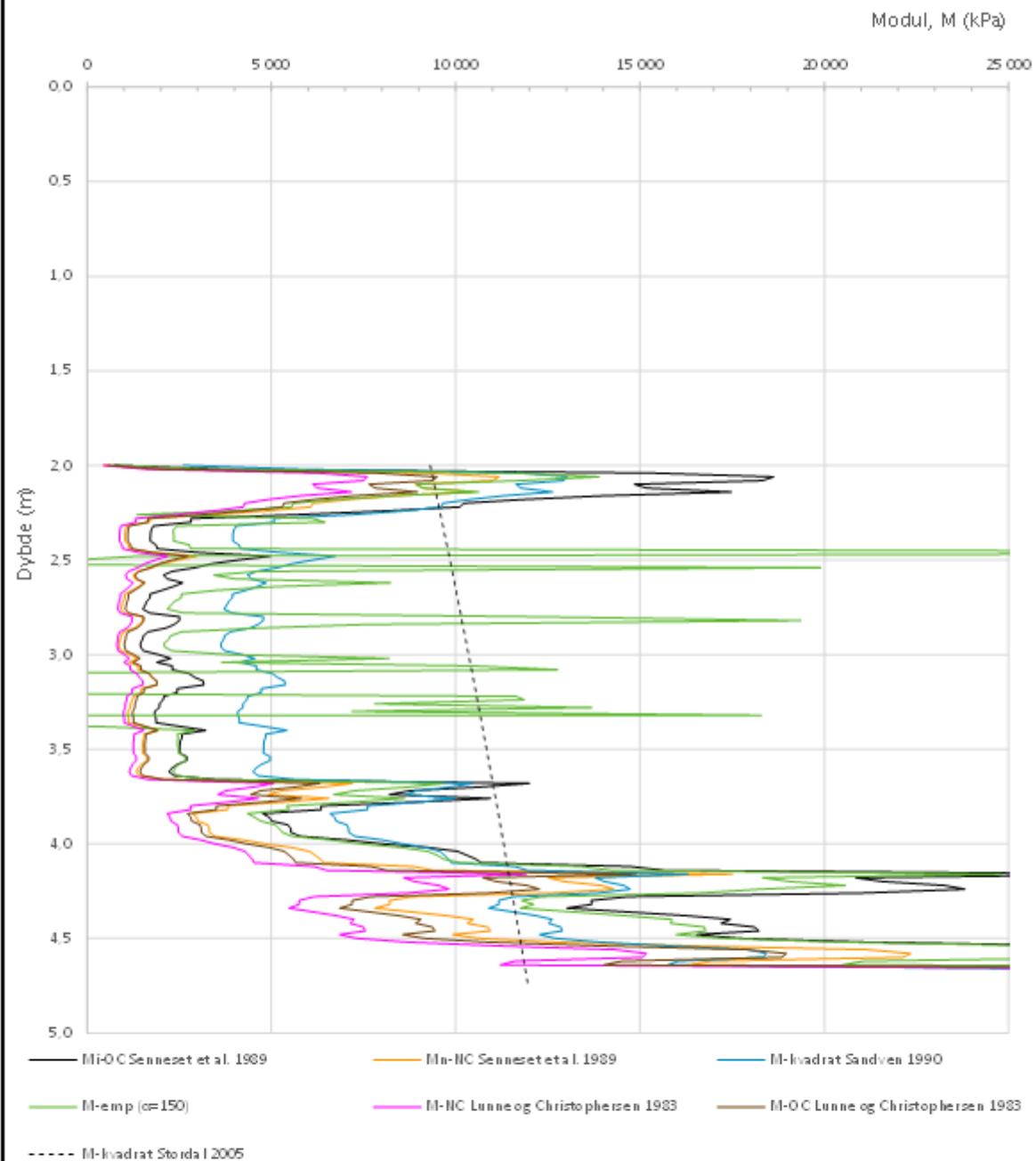
CPTu v.2020.01



Prosjekt Markveien 3, Sarpsborg				Borhull SW9
Innhold Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				Sondennummer 5222
	Utført TKT	Kontrollert HPB	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Divisjon	Dato sondering 16.05.2024	Revisjon Rev. dato	Figur 6

C:\Users\Tasfaye\OneDrive\Desktop\CPTu 2021_011Master

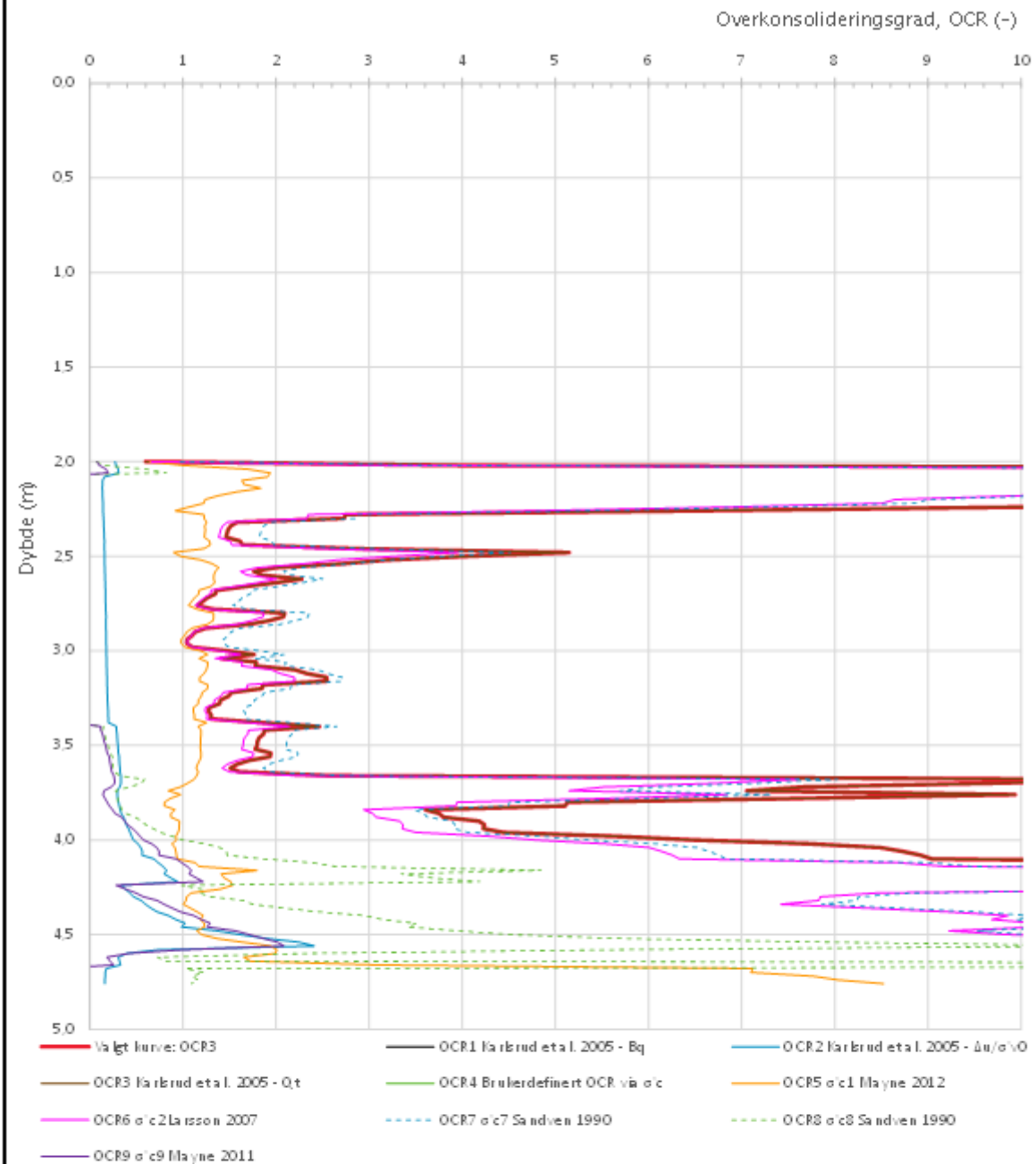
CPTu v.2020.01



Prosjekt Markveien 3, Sarpsborg				Borhull SW9
Innhold Tolkning av modul				Sondennummer 5222
GEO TEKNIKK	Utført TKT	Kontrollert HPB	Godkjent	Anvend. klasse 1
	Divisjon	Dato sondering 16.05.2024	Revisjon Rev. dato	Figur 7

C:\Users\Testfaye\OneDrive\Desktop\CPTu 2021_011Master

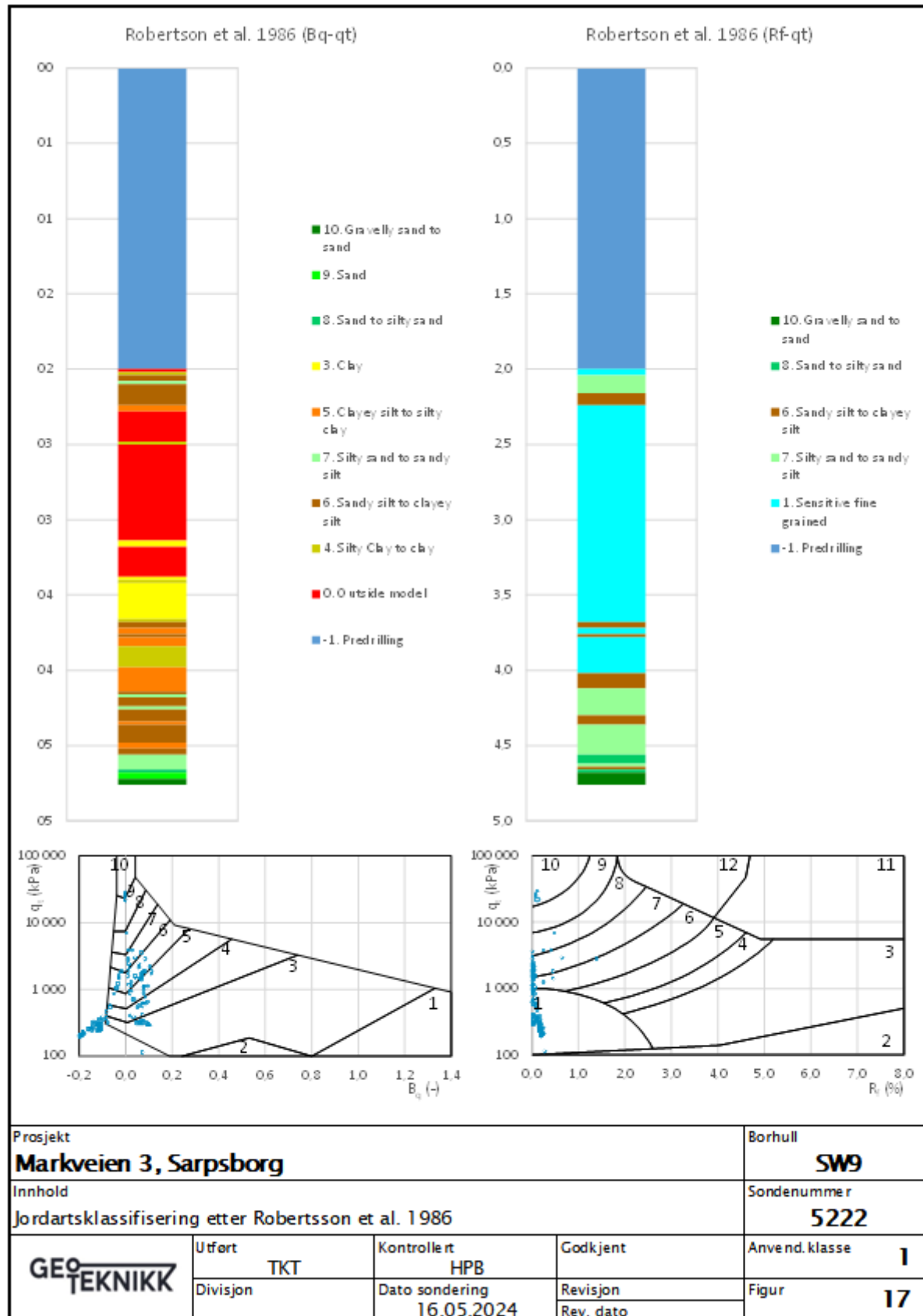
CPTu v.2020.01



Prosjekt Markveien 3, Sarpsborg				Borhull SW9
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondennummer 5222
	Utført TKT	Kontrollert HPB	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Divisjon	Dato sondering 16.05.2024	Revisjon Rev. dato	Figur 8

C:\Users\Testfaye\OneDrive\Desktop\CPTu 2021_011Master

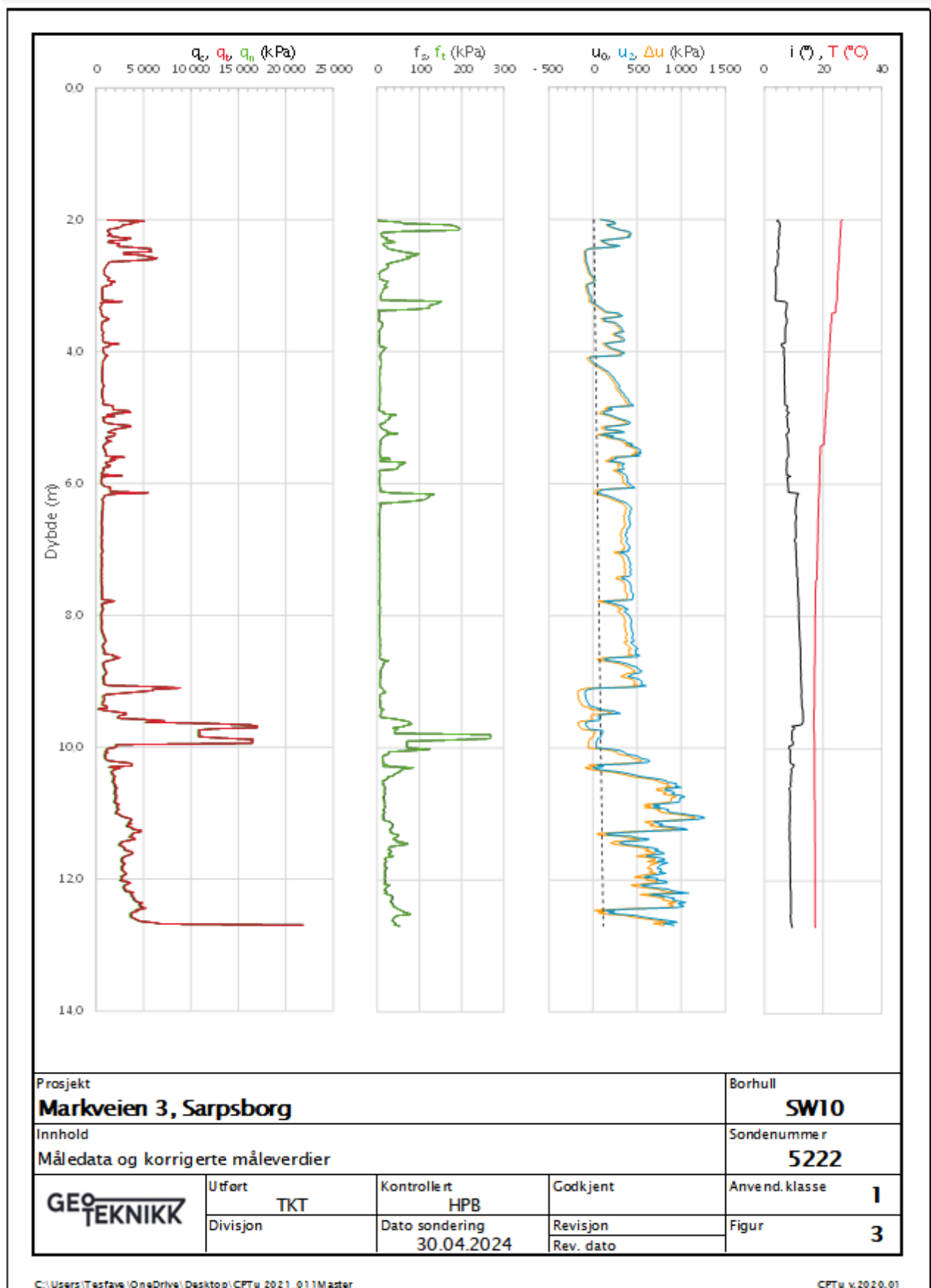
CPTu v.2020.01

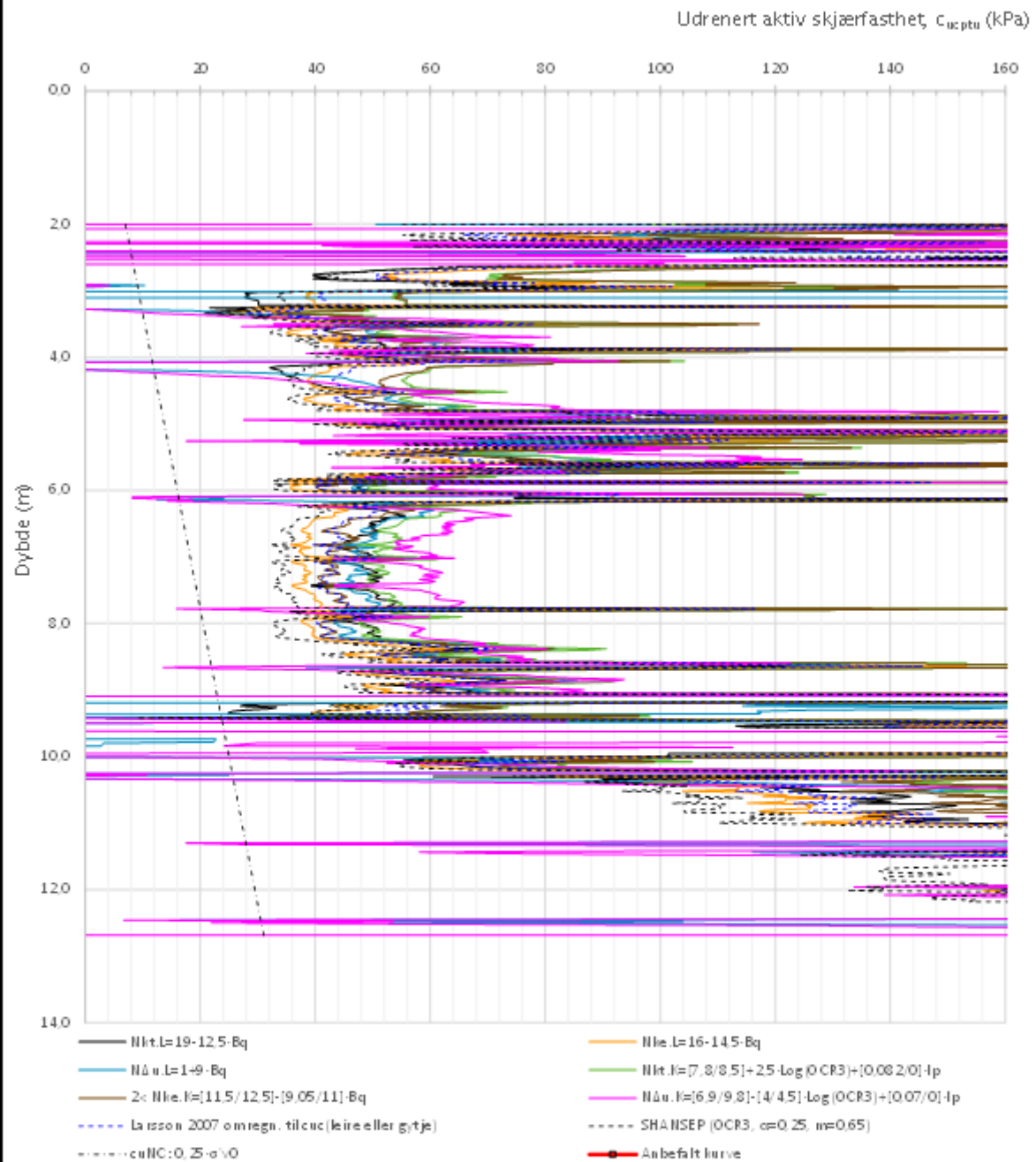


C:\Users\Tasfaye\OneDrive\Desktop\CPTu 2021_011Master

CPTu v.2020.01

CPTu-SW10:

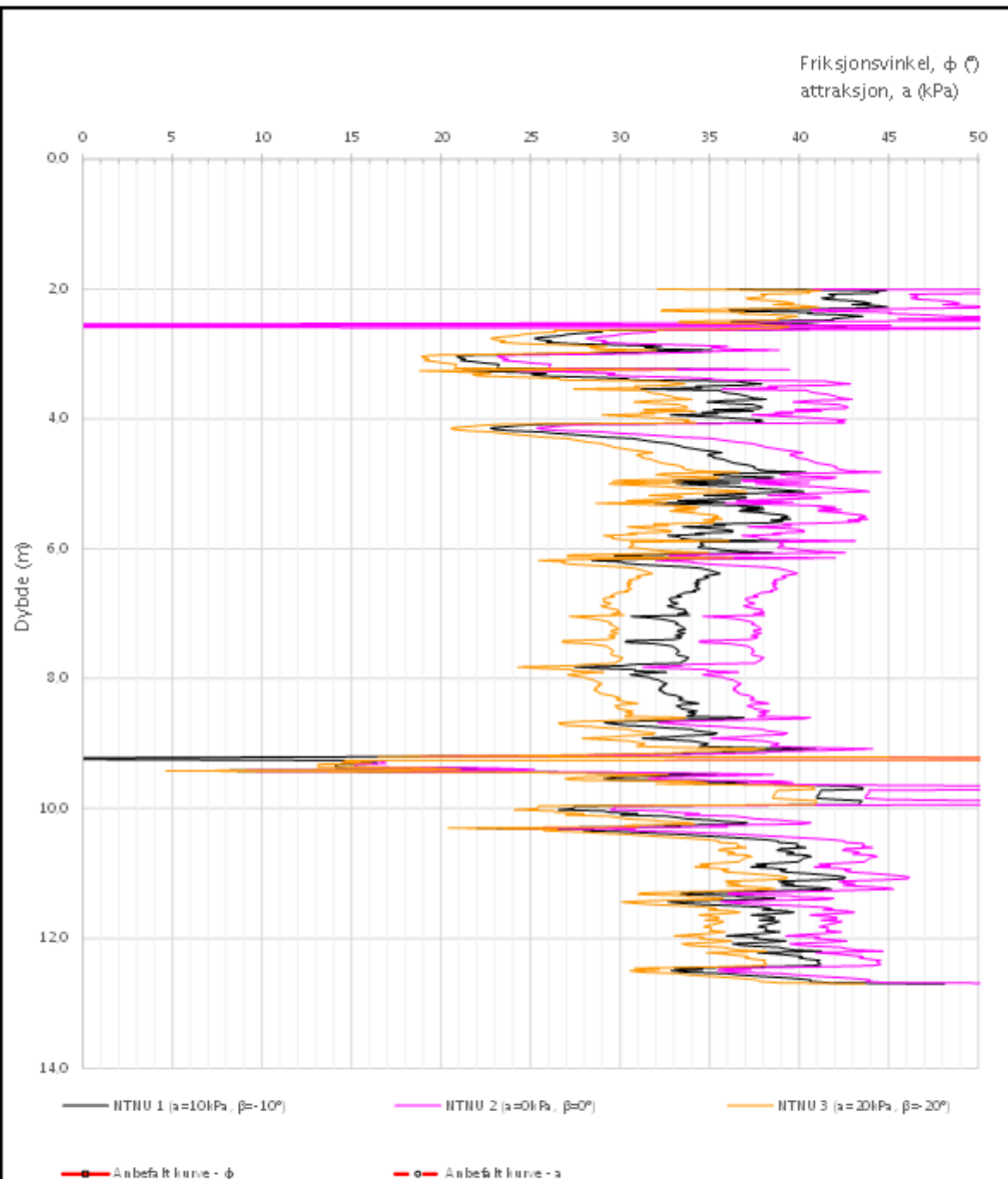




Prosjekt				Borhull
Markveien 3, Sarpsborg				SW10
Innhold				Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5222
GEO TEKNIKK	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend. klasse
	TKT	HPB		1
Divisjon	Dato sondering		Revisjon	Figur
	30.04.2024		Rev. dato	5

C:\Users\Testfaye\OneDrive\Desktop\CPTu_2021_011Master

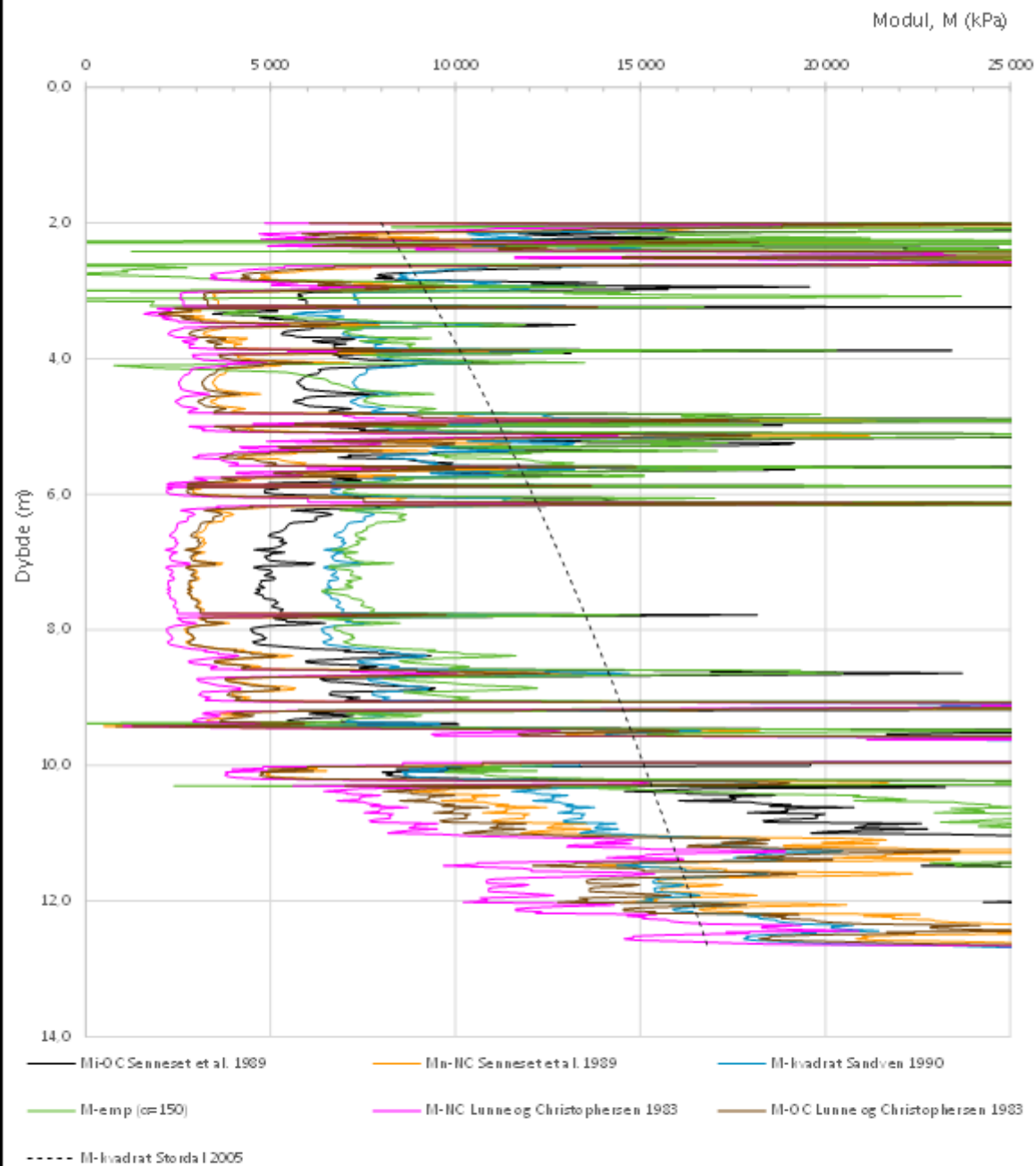
CPTu v.2020.01



Prosjekt				Borhull
Markveien 3, Sarpsborg				SW10
Innhold				Sondennummer
Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				5222
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	TKT	HPB		1
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur
		30.04.2024	Rev. dato	6

C:\Users\Tesfaye\OneDrive\Desktop\CPTu 2021_011 Master

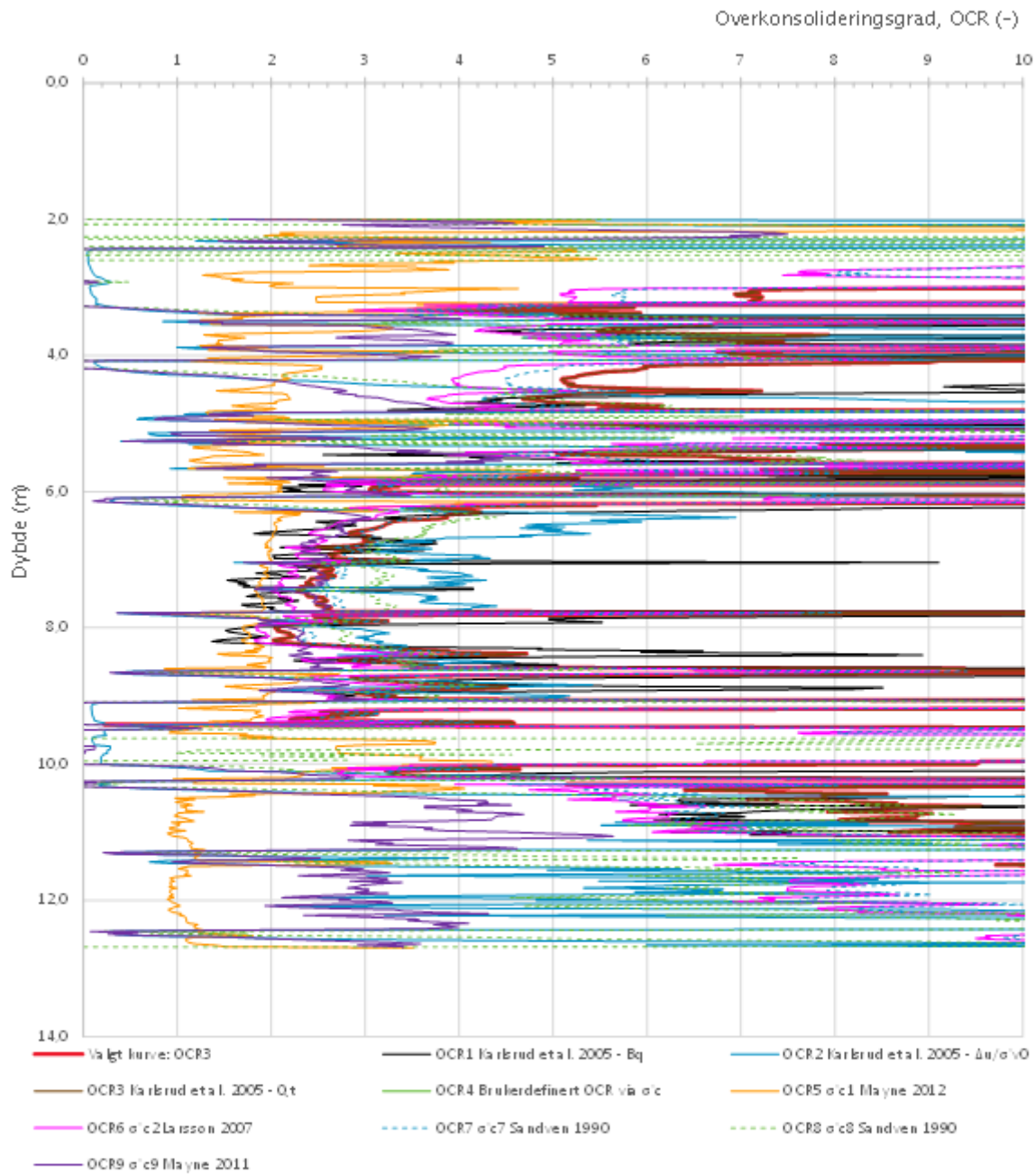
CPTu v.2020.01



Prosjekt Markveien 3, Sarpsborg				Borhull SW10
Innhold Tolkning av modul				Sondennummer 5222
	Utført TKT	Kontrollert HPB	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Divisjon	Dato sondering 30.04.2024	Revisjon Rev. dato	Figur 7

C:\Users\Tasfaye\OneDrive\Desktop\CPTu 2021_011Master

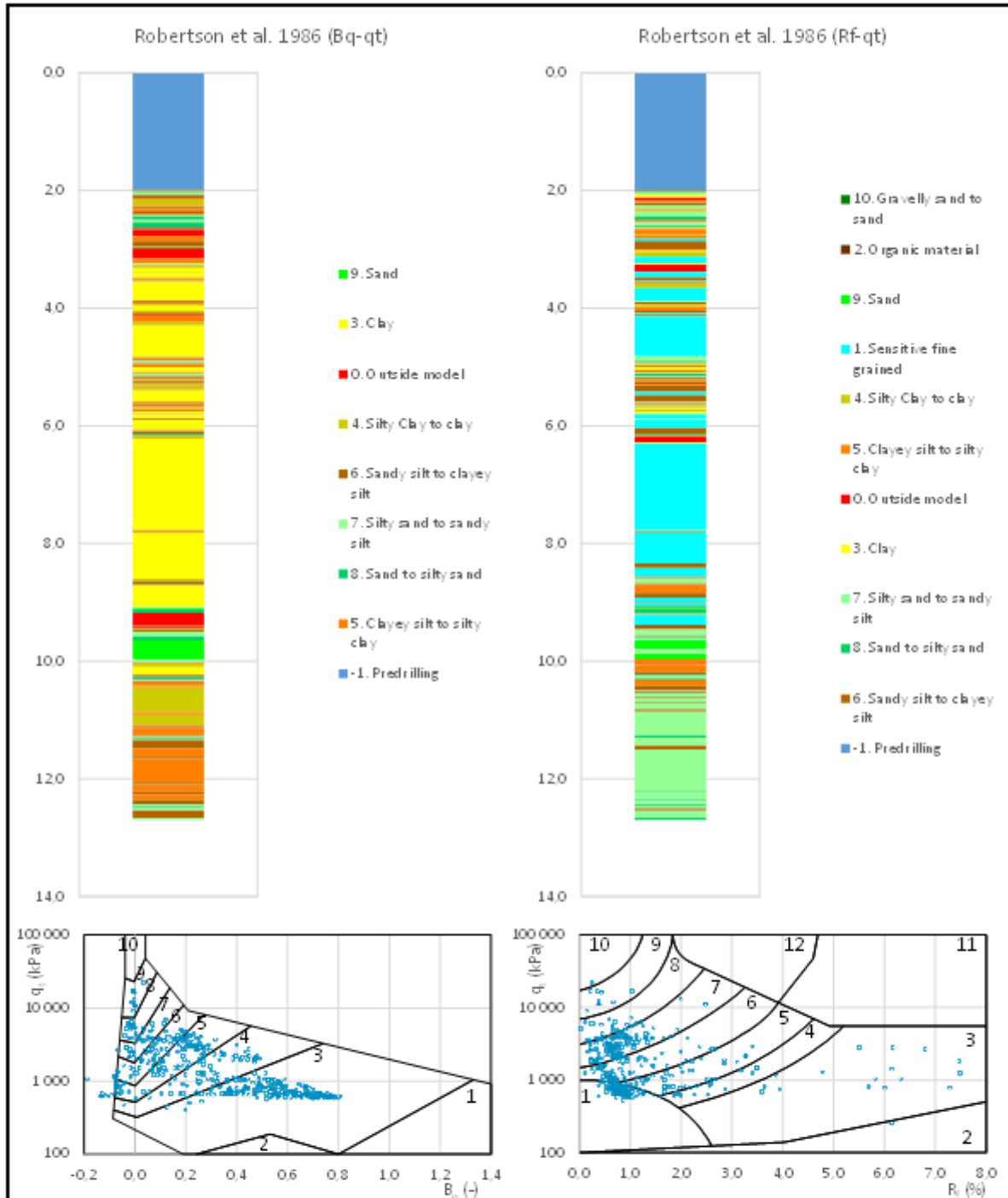
CPTu v.2020.01



Prosjekt				Borhull
Markveien 3, Sarpsborg				SW10
Innhold				Sondennummer
Overkonsolideringsgrad, OCR				5222
GEO TEKNIKK	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend. klasse
	TKT	HPB		1
Divisjon		Dato sondering	Revisjon	Figur
		30.04.2024	Rev. dato	8

C:\Users\Tasfaye\OneDrive\Desktop\CFTu 2021_011Master

CFTu v.2020.01



Prosjekt				Borhull	
Markveien 3, Sarpsborg				SW10	
Innhold				Sondennummer	
Jordartsklassifisering etter Robertsson et al. 1986				5222	
	Utført	TKT	Kontrollert	HPB	Godkjent
	Divisjon		Dato sondering	30.04.2024	Revisjon
				Rev. dato	Anvend. klasse
					1
					Figur
					17

C:\Users\Teskaye\Dropbox\Kvalitetssystem Geoteknikk as\1_Østfold\Sarpsborg\Markveien 3\11_Ferdig tolkede profiler og borekart fra felt\CPTu tokninger i PDF og XLT\CPTu SW10 CPTu v.2020.01

RAPPORT

Laboratorieundersøkelser

OPPDAGSGIVER

MVP Invest AS

OPPDAG

Markveien 3, Sarpsborg

DATO / REVISJON: 30. mai 2024 / 00

DOKUMENTKODE: 10259843-RIG-LAB-RAP



Multiconsult

Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt i den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult med mindre annet følger av norsk lov. Multiconsult påtar seg intet ansvar for bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn det som er godkjent skriftlig av Multiconsult. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter med mindre annet følger av norsk lov.

RAPPORT

RAPPORT	Laboratorieundersøkelser	DOKUMENTKODE	10259843-RIG-LAB-RAP
OPPDAG	Markveien 3, Sarpsborg	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDAGSGIVER	MVP Invest AS	OPPDAGSLEDER	Silje Skibeli Johannessen
KONTAKTPERSON	Christer Lystad	UTARBEIDET AV	Silje Skibeli Johannessen
KOORDINATER	Sone: Øst: Nord:	ANSVARLIG ENHET	10101070 GeoLab
GNR./BNR./SNR.	/ /		

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av MVP Invest AS til å utføre laboratorieundersøkelser på prøver fra grunnundersøkelser utført av Norsk Grunnboring AS.

Foreliggende rapport beskriver utførelse og presenterer resultater fra utførte laboratorieundersøkelser.

00	30.05.2024	Første utsendelse av rapport	Silje Skibeli Johannessen	Anna Molnes	Silje Skibeli Johannessen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Bakgrunn	5
2	Omfang av laboratorieundersøkelsen	5
3	Prosedyrer for gjennomføring.....	5
4	Resultater	6
4.1	Borpunkt SW4	6
4.2	Borpunkt SW10	6
4.3	Borpunkt SW1	6
5	Foto	7
5.1	Borpunkt SW4, dybde 2,0-3,0 meter	7
5.2	Borpunkt SW4, dybde 5,0-6,0 meter	7
5.3	Borpunkt SW10, dybde 4,0-5,0 meter	7
5.4	Borpunkt SW1, dybde 2,0-3,0 meter	8
5.5	Borpunkt SW1, dybde 4,0-5,0 meter	8
5.6	Borpunkt SW1, dybde 6,0-7,0 meter	8
5.7	Borpunkt SW4, dybde 8,0-9,0 meter	9
6	Tegningsliste	9
7	Vedlegg.....	9
7.1	Geotekniske bilag.....	9

1 Bakgrunn

Multiconsult AS har på oppdrag fra MVP Invest AS utført laboratorieundersøkelser for oppdrag Markveien 3, Sarpsborg. Omfang av undersøkelsen er i henhold til bestilling mottatt fra Sweco Norge AS v/Heidi Schjøll Brede den 10.05.2024 og er angitt i tabell i pkt. 2. Prøvetakingen er utført av Norsk Grunnboring AS og prøvene ble levert til vårt laboratorium som poseprøver og 54 mm sylinderprøver den 02.05.2024. Multiconsult har ikke vært involvert i bestemmelse av omfang, verken for prøvetaking eller analyse.

2 Omfang av laboratorieundersøkelsen

Laboratorieundersøkelsen ble utført i perioden 15.05-29.05.2024 og omfatter følgende undersøkelser:

Undersøkelse	Type	Antall	Merknad/avvik
Prøveåpning	Poser	2	
Prøveåpning (standard undersøkelse)	54mm	5	BP SW10 dybde 4,0-5,0 meter, 2 stk. uomrørt og omrørt konus + enaksialforsøk utgår pga. uegnet materiale
Konsistensgrenser	wf/wp	4	3 stk. wf/wp utgår, BP SW10 dybde 4,0-5,0m, BP SW1 dybde 2,0-3,0m og 4,0-5,0m pga. uegnet materiale
Kornfordeling	Kombianalyse	6	
Organisk innhold	Gløding	2	
Ødometer forsøk	CRS	3	
Treaksialt forsøk	CAUa	2	

3 Prosedyrer for gjennomføring

Multiconsult utfører sine laboratorieundersøkelser i henhold til Norsk standard NS 8000-serien og NS-EN ISO 17892 serien, samt vår interne laboratoriehåndbok som er basert på disse. En oversikt over gjeldende standarder er vist i vedlegg 2.

Gjennomføringen av oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for NS-EN ISO 9000 serien og NS-EN ISO/IEC 17025.

4 Resultater

Laboratorieundersøkelsen er utført i henhold til avtalt omfang og følgende resultater er oppnådd:

4.1 Borpunkt SW4

Borpunkt:	SW4	Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Gleddetap	Utvulings - grense	Flyte - grense	Plastisitet -indeks	Brudd - tøyning	Enaks	Uomrent konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk
Beskrivelse		z [m]	w [%]	p [g/cm ³]	p _s [g/cm ³]	Org. [%]	w _p	w _l [%]	I _p	e _r [%]	c _{uuc} [kPa]	c _{uc} [kPa]	c _{uuc} [kPa]	c _{uc} [kPa]	γ _n	
LEIRE enk. forvittringsflekker, 2,0-2,15m: SILT	2,0-3,0	2,20	41,4				1,4						20,4	2,61	8	
		2,40	47,9	1,81						4	18,0					K
		2,60	49,3					25,9	43,6	17,7			20,4	4,13	5	
		-														
MATERIALE, sandig, siltig, leirig enk. gruskorn	5,0-6,0	5,20	26,0										25,9	2,20	12	
		5,40	22,1	2,06						6	16,3					ØK
		5,60	18,0					12,6	18,0	5,4			16,0	1,59	10	
		-														

4.2 Borpunkt SW10

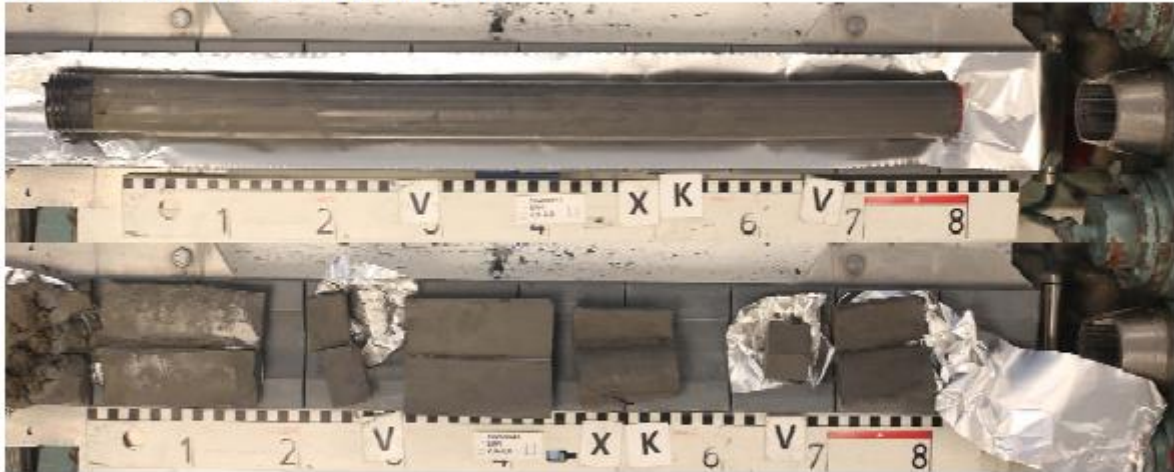
Borpunkt:	SW10	Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Gleddetap	Utvulings - grense	Flyte - grense	Plastisitet -indeks	Brudd - tøyning	Enaks	Uomrent konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk
Beskrivelse		z [m]	w [%]	p [g/cm ³]	p _s [g/cm ³]	Org. [%]	w _p	w _l [%]	I _p	e _r [%]	c _{uuc} [kPa]	c _{uc} [kPa]	c _{uuc} [kPa]	c _{uc} [kPa]	γ _n	
MATERIALE, sandig, siltig, leirig enk. gruskorn	4,0-5,0	4,10	13,7													
		4,20	12,9	2,22												K
		4,30	14,9													
		-														

4.3 Borpunkt SW1

Borpunkt:	SW1	Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Gleddetap	Utvulings - grense	Flyte - grense	Plastisitet -indeks	Brudd - tøyning	Enaks	Uomrent konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk
Beskrivelse		z [m]	w [%]	p [g/cm ³]	p _s [g/cm ³]	Org. [%]	w _p	w _l [%]	I _p	e _r [%]	c _{uuc} [kPa]	c _{uc} [kPa]	c _{uuc} [kPa]	c _{uc} [kPa]	γ _n	
MATERIALE, sandig, siltig, leirig enk. gruskorn	2,0-3,0	-	19,6				0,5									K
		-														
		-														
		-														
MATERIALE, sandig, siltig, leirig enk. gruskorn	4,0-5,0	-														K
		-														
		-														
		-														
LEIRE, siltig, sandig enk. gruskorn, enk. skjellrester	6,0-7,0	6,20	13,4										>200	38,76		
		6,40	15,5	2,19	2,71					13	152,0					TØK
		6,60	16,2					15,4	18,0	2,6			155,0	13,95	11	
		-														
LEIRE, siltig enk. skjellrester, enk. sandkorn	8,0-9,0	8,20	20,0					14,4	19,9	5,5			148,4	3,76	39	
		8,40	19,6	2,12	2,71					15	150,8					TØ
		8,60	27,6										87,2	5,88	15	
		-														

5 Foto

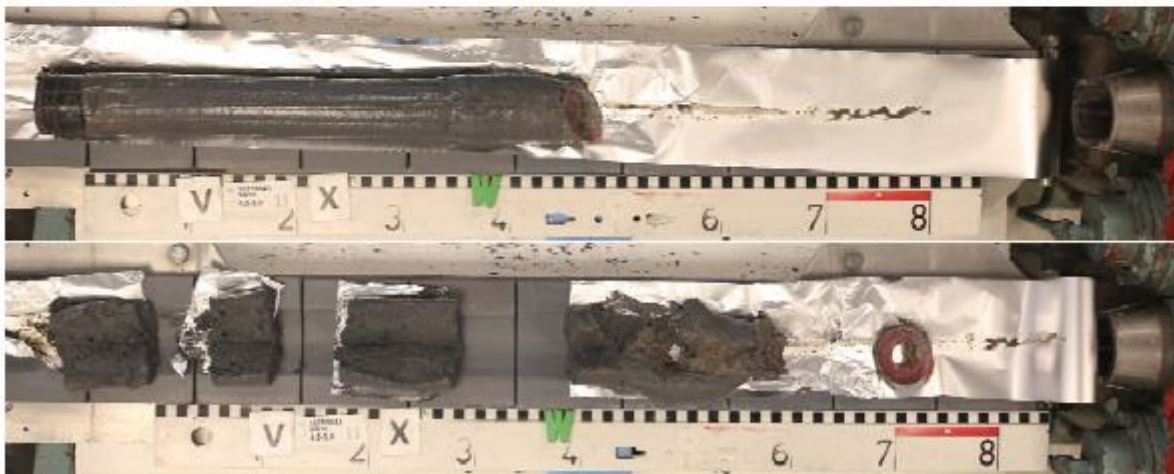
5.1 Borpunkt SW4, dybde 2,0-3,0 meter



5.2 Borpunkt SW4, dybde 5,0-6,0 meter



5.3 Borpunkt SW10, dybde 4,0-5,0 meter



5.4 Borpunkt SW1, dybde 2,0-3,0 meter



5.5 Borpunkt SW1, dybde 4,0-5,0 meter



5.6 Borpunkt SW1, dybde 6,0-7,0 meter



5.7 Borpunkt SW1, dybde 8,0-9,0 meter



6 Tegningsliste

10259843-RIG-TEG-200	Geotekniske data, borpunkt SW4
10259843-RIG-TEG-201	Geotekniske data, borpunkt SW10
10259843-RIG-TEG-202	Geotekniske data, borpunkt SW1
10259843-RIG-TEG-250.1-2	Enaksialforsøk, borpunkt SW4
10259843-RIG-TEG-252.1-2	Enaksialforsøk, borpunkt SW1
10259843-RIG-TEG-300	Kornfordelingskurver, borpunkt SW1
10259843-RIG-TEG-301	Kornfordelingskurver, borpunkt SW4 og SW10
10259843-RIG-TEG-400	Ødometerforsøk, CRS, borpunkt SW1, dybde 6,60 meter
10259843-RIG-TEG-401	Ødometerforsøk, CRS, borpunkt SW1, dybde 8,40 meter
10259843-RIG-TEG-402	Ødometerforsøk, CRS, borpunkt SW4, dybde 5,20 meter
10259843-RIG-TEG-450.1-3	Treaksialforsøk, CAUa, borpunkt SW1, dybde 6,50 meter
10259843-RIG-TEG-451.1-3	Treaksialforsøk, CAUa, borpunkt SW1, dybde 8,55 meter

7 Vedlegg

7.1 Geotekniske bilag

1. Laboratorieforsøk
2. Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

Dybde (m)	Jordart	Prøve	Test	Vanninnhold og konsistensgrenser (%)	ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Org. (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)	S_t (-)
				0 10 20 30 40 50 60				0 10 20 30 40 50 60	
0									
1									
2	LEIRE enk. forvittringsflekker, 2,0-2,15m: SILT		K		1,81		1,4		8 5
3									
4									
5	MATERIALE, sandig, siltig, leirig enk. gruskorn		ØK		2,06				12 10
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

Symboler:

T: Treaksjalforsøk
Ø: Ødometerforsøk
K: Korngradering

Grunnvannstand: NG

Borrbok:

p Densitet
p_s Komdensitet
Org. Organisk innhold
S_t Sensitivitet

Vanninnhold
 Plastisitetsindeks (I_p)

Uomrørt konus
 Omrørt konus
 Enaksjalforsøk (strek angir aksjell tøying (%) ved brudd)

MVP Invest AS	Utarbeidet ANNM	Kontrollert SISJ	Godkjent SISJ
Markveien 3, Sarpsborg	Borrbok SW4	Dato 30.05.2024	Revisjon 00
Multiconsult	Prøveserie VIA 073 30.05.2024	Oppdragsnummer 10259843	Tegningsnummer RIG-TEG-200

Dybde (m)	Jordart	Prøve	Test	Vanninnhold og konsistensgrenser (%)						ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Org. (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)						S_t (-)
				0	10	20	30	40	50				60	0	10	20	30	40	
0																			
1																			
2																			
3																			
4	MATERIALE, sandig, siltig, leirig enk. gruskorn		K							2,22									
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			

Symboler:

T: Treaksialforsøk
 Ø: Ødometerforsøk
 K: Korngradering

p Densitet
ρ_s Komdensitet
Org. Organisk innhold
S_t Sensitivitet

○ Vanninnhold
 ─ Plastisitetsindeks (I_p)

▽ Uomrørt konus
 ▼ Omrørt konus

 Enakssialforsøk (strek angir aksial tøyning (%) ved brudd)

MVP Invest AS	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	ANNM	SISJ	SISJ
Markveien 3, Sarpsborg	Borpunkt	Dato	Revisjon
	SW10	30.05.2024	00
Multiconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	
	10259843	RIG-TEG-201	

Dybde (m)	Jordart	Kt.	Prøve	Test	Vanninnhold og konsistensgrenser (%)						p (g/cm ³)	p _s (g/cm ³)	Org. (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)						S _t (-)	
					0	10	20	30	40	50				60	0	10	20	30	40		50
0																					
1																					
2	MATERIALE, sandig, siltig, leirig																				
3		enk. gruskorn		K			○						0,5								
4	MATERIALE, sandig, siltig, leirig																				
5		enk. gruskorn		K																	
6	LEIRE, siltig, sandig						○														
7		enk. gruskorn, enk. skjellrester		TØK			○					2,19	2,71		▼						11
8	LEIRE, siltig						○								▼						39
9		enk. skjellrester, enk. sandkorn		TØ			○					2,12	2,71		▼						15
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					

Symbols:

T: Treaksialforsøk
Ø: Ødometerforsøk
K: Korngradering

Grunnvannstand:
Borbok: NG

pDensitet
p_sKomdensitet
Org.Organisk innhold
S_tSensitivitet

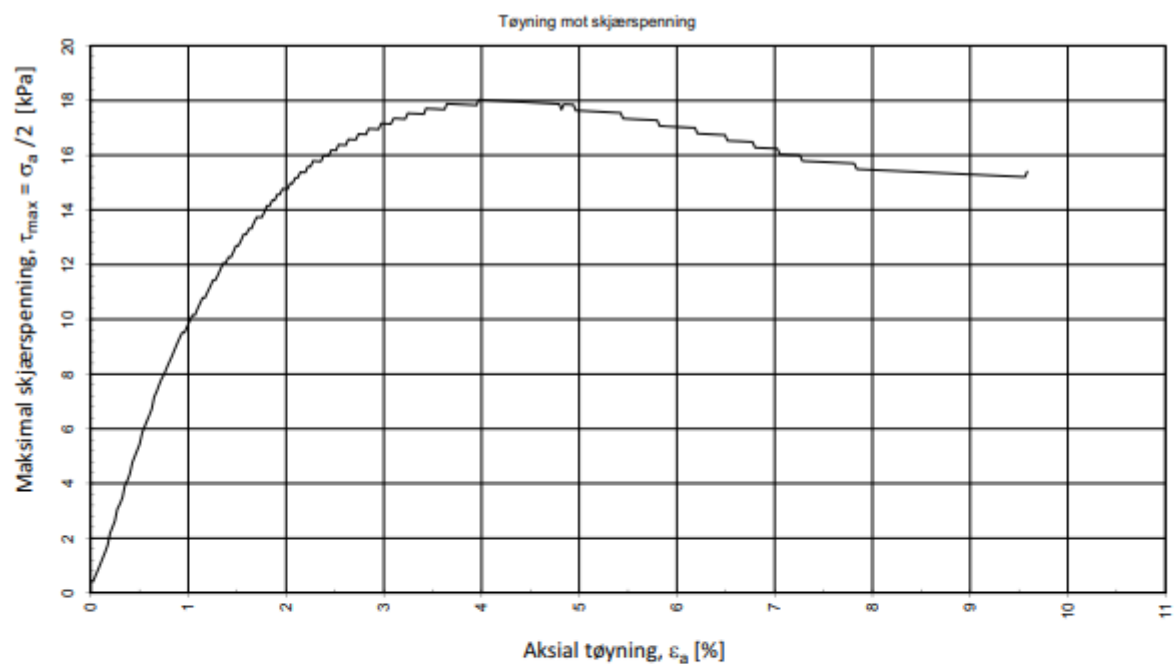
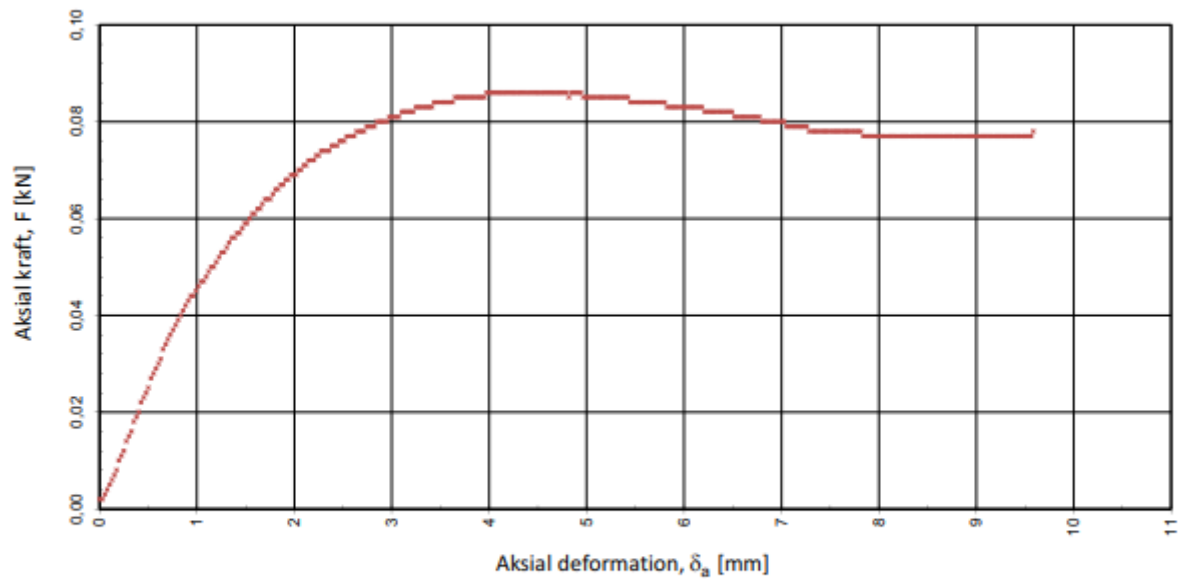
○Vanninnhold
—Plastisitetsindeks (I_p)

▽Umrørt konus
▼Umrørt konus

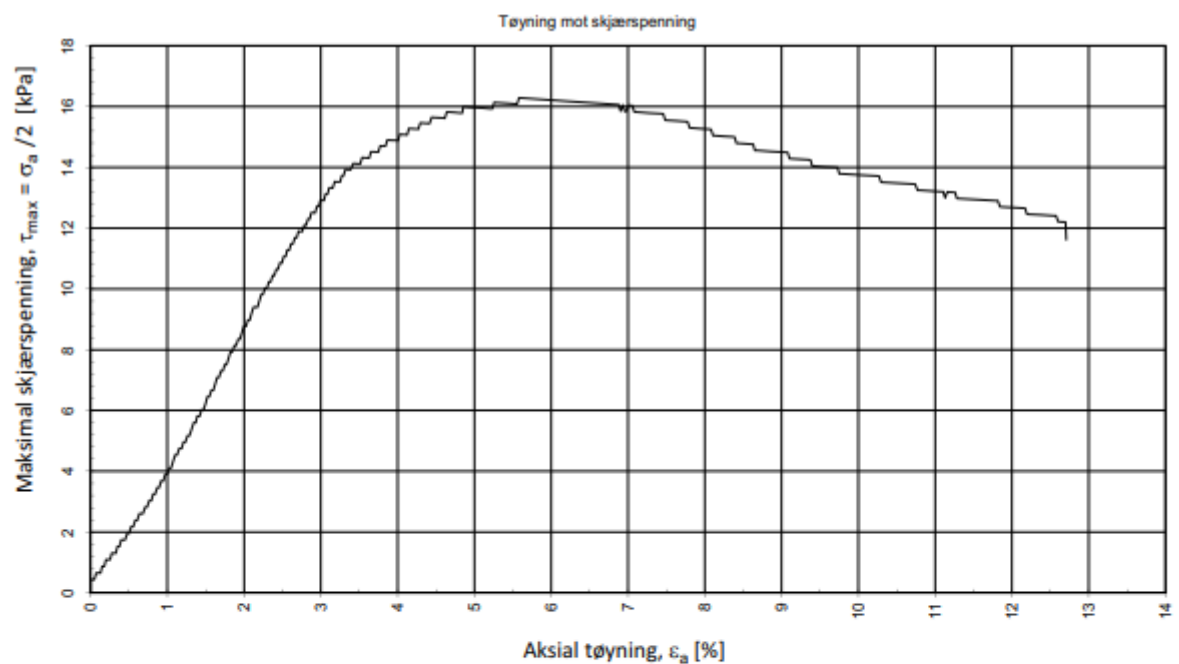
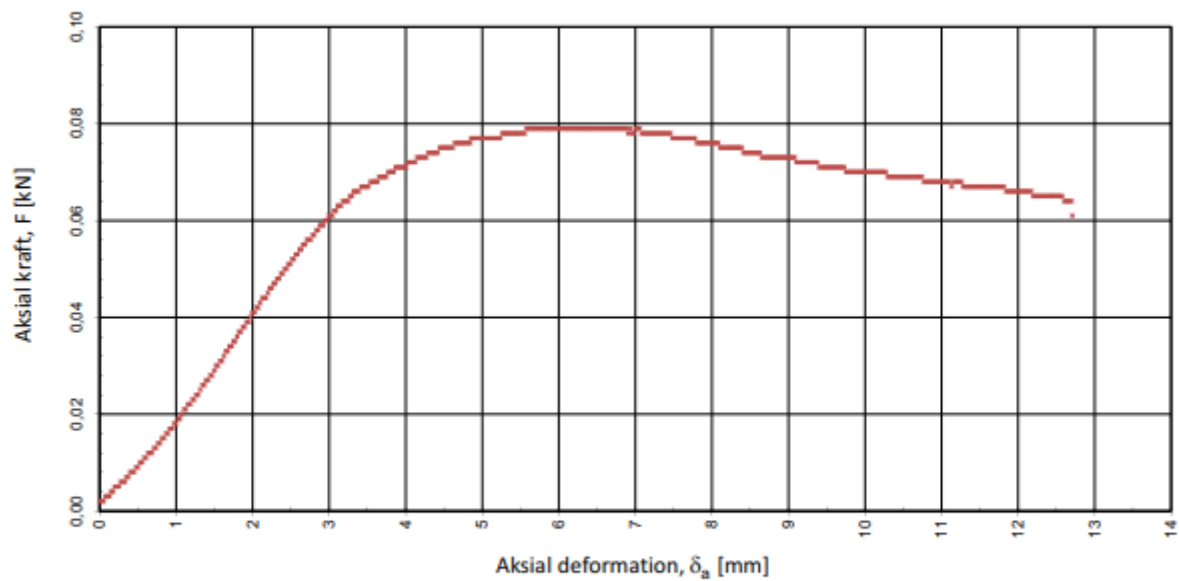
0
15
5
10

Enaksialforsøk (strek angir aksial tøyning (%) ved brudd)

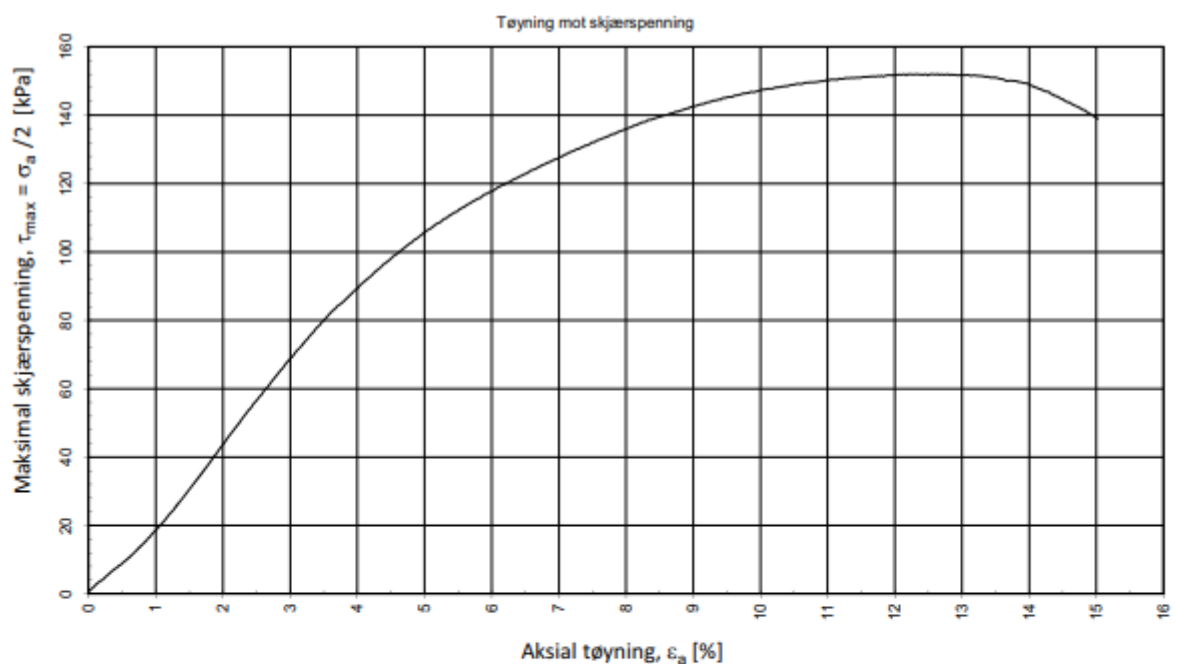
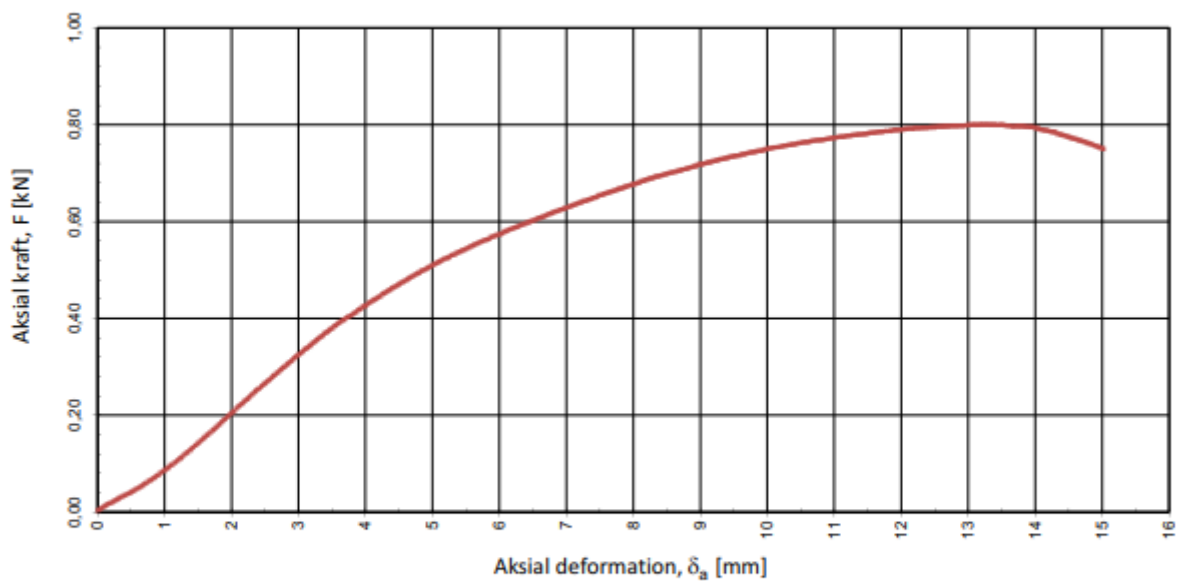
MVP Invest AS	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	ANNM	SISJ	SISJ
Markveien 3, Sarpsborg	Borpunkt	Dato	Revisjon
	SW1	30.05.2024	00
Multiconsult	Prøveserie	Oppdragsnummer	Tegningsnummer
	V.0.01.00.00.000	10259843	RIG-TEG-202



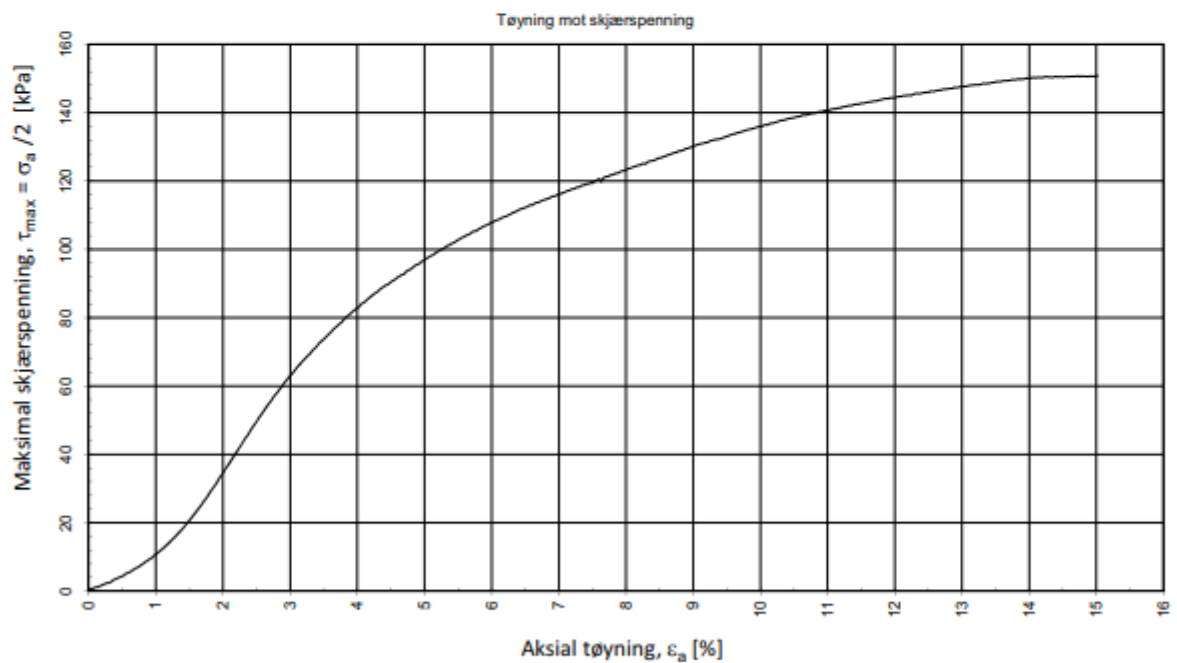
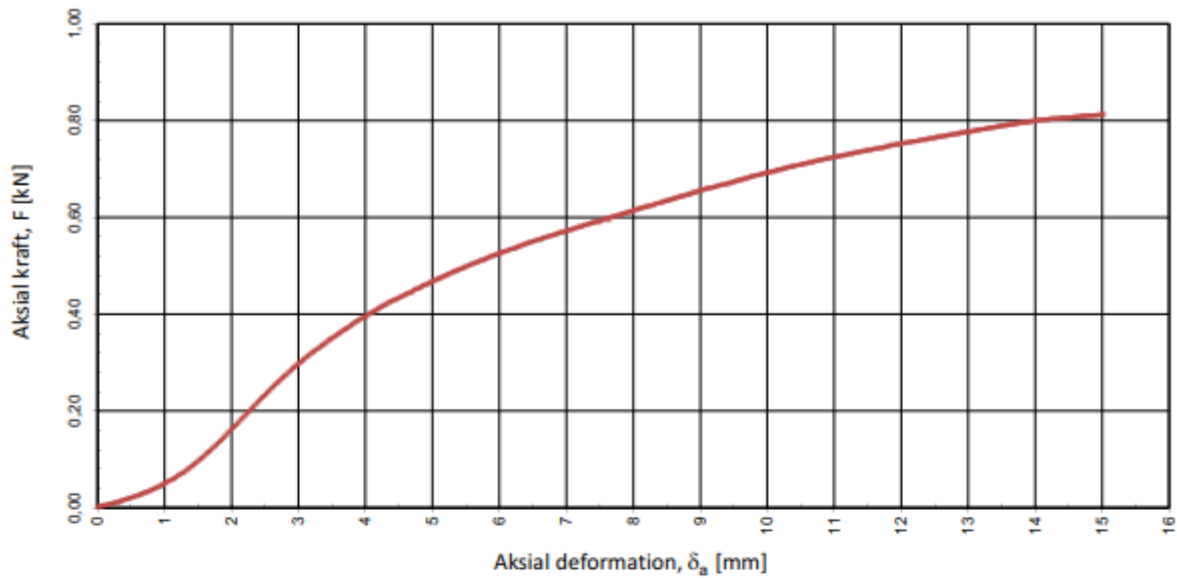
Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)	Forsøk nr
54,0	100,0	2,5	1
MVP Invest AS		Utarbeidet	Kontrollert
		EIVSO	EDR
Markveien 3, Sarpsborg		Borpunkt	Godkjent
		SW4	SISJ
		Dato	Revisjon
		16.05.2024	00
Multiconsult	Enaksforsøk	Oppdragsnummer	Tegningsnummer
		10259843	RIG-TEG-250.1



Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)	Forsøk nr
54,0	100,0	5,35	1
MVP Invest AS		Utarbeidet	Kontrollert
		EIVSO	METS
Markveien 3, Sarpsborg		Borpunkt	Godkjent
		SW4	SISJ
		Dato	Revisjon
		15.05.2024	00
Multiconsult	Enaksforsøk	Oppdragsnummer	Tegningsnummer
		10259843	RIG-TEG-250.2



Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)	Forsøk nr
54,0	100,0	6,4	1
MVP Invest AS		Utarbeidet	Kontrollert
		EIVSO	METS
Markveien 3, Sarpsborg		Borpunkt	Godkjent
		SW1	SISJ
		Dato	Revisjon
		15.05.2024	00
Multiconsult	Enaksforsøk VEI 4.17 14.09.2019 40220150708	Oppdragsnummer	Tegningsnummer
		10259843	RIG-TEG-252.1

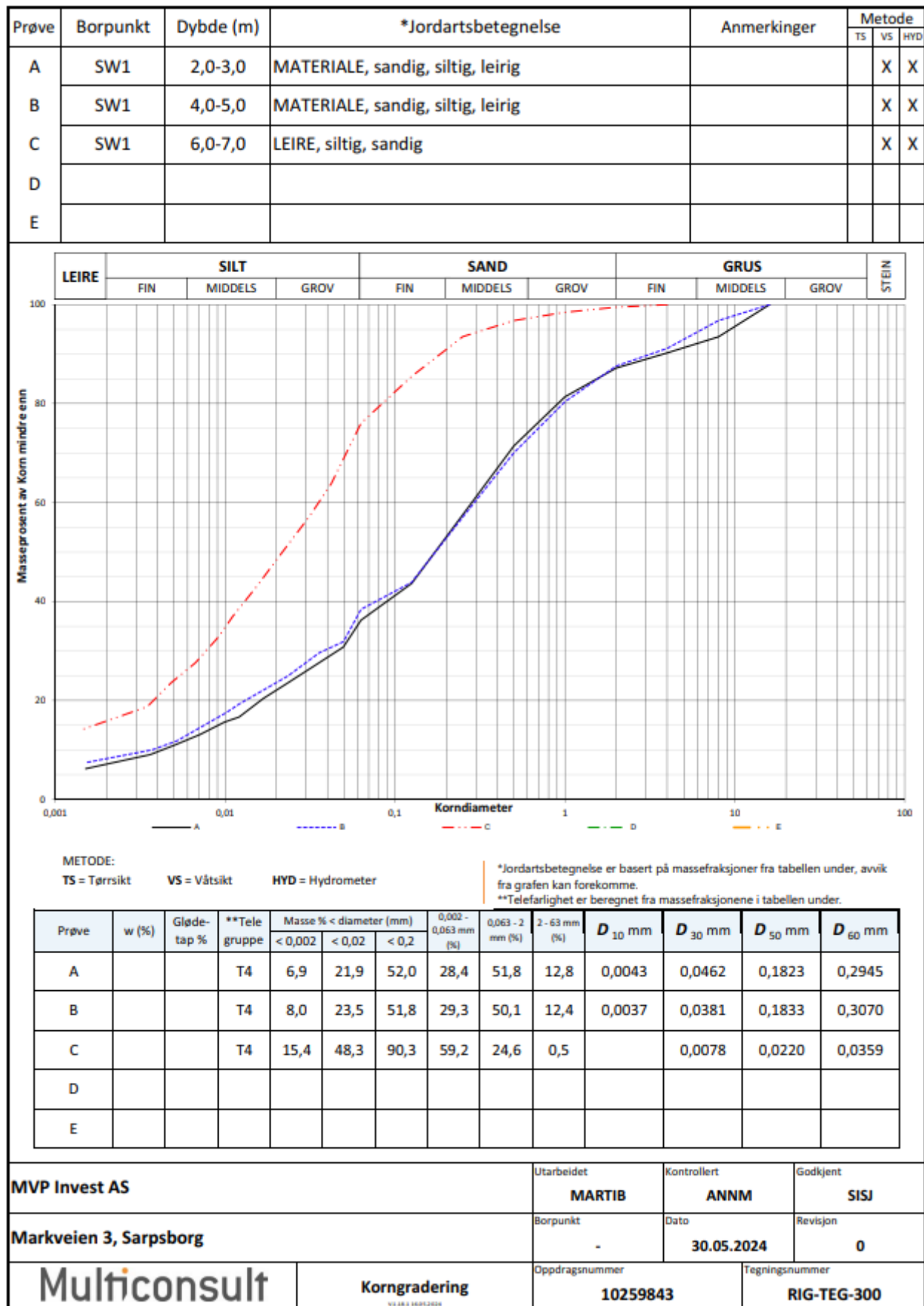


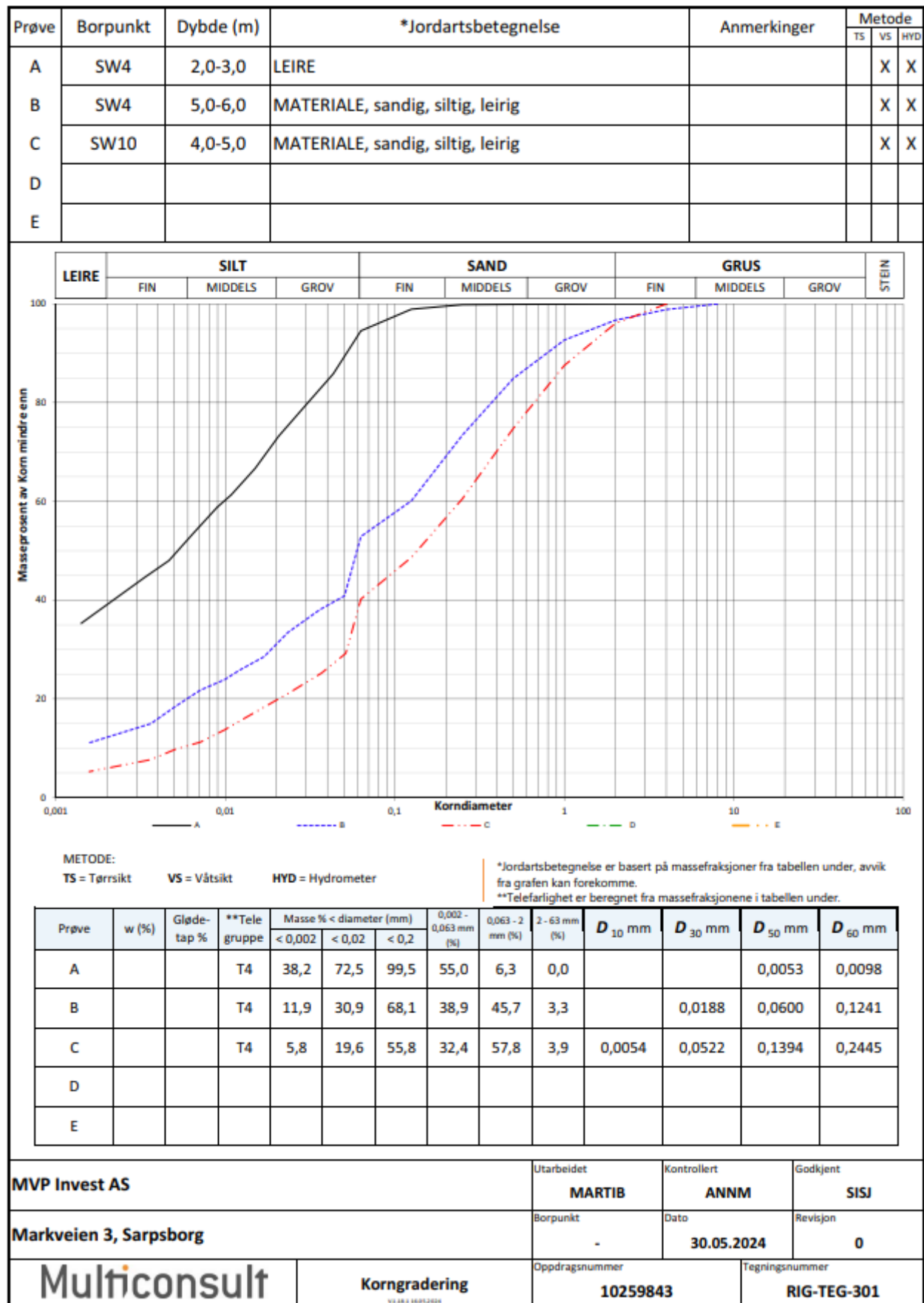
Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)	Forsøk nr
54,0	100,0	8,3	1
MVP Invest AS		Utarbeidet	Kontrollert
		EIVSO	METS
Markveien 3, Sarpsborg		Godkjent	SISJ
		Borpunkt	Dato
		SW1	22.05.2024
		Revisjon	00
Oppdragsnummer		Tegningsnummer	
10259843		RIG-TEG-252.2	

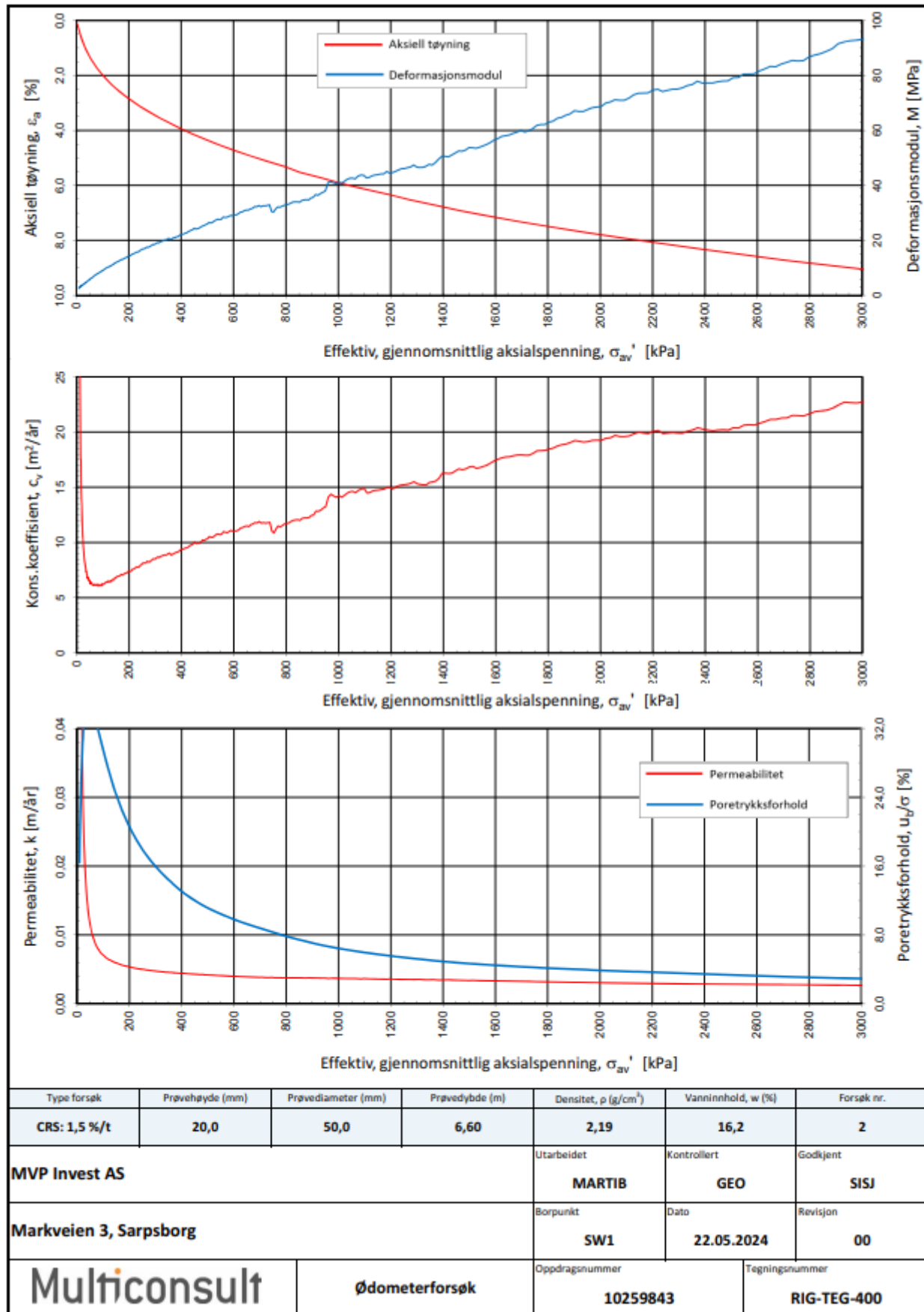
Multiconsult

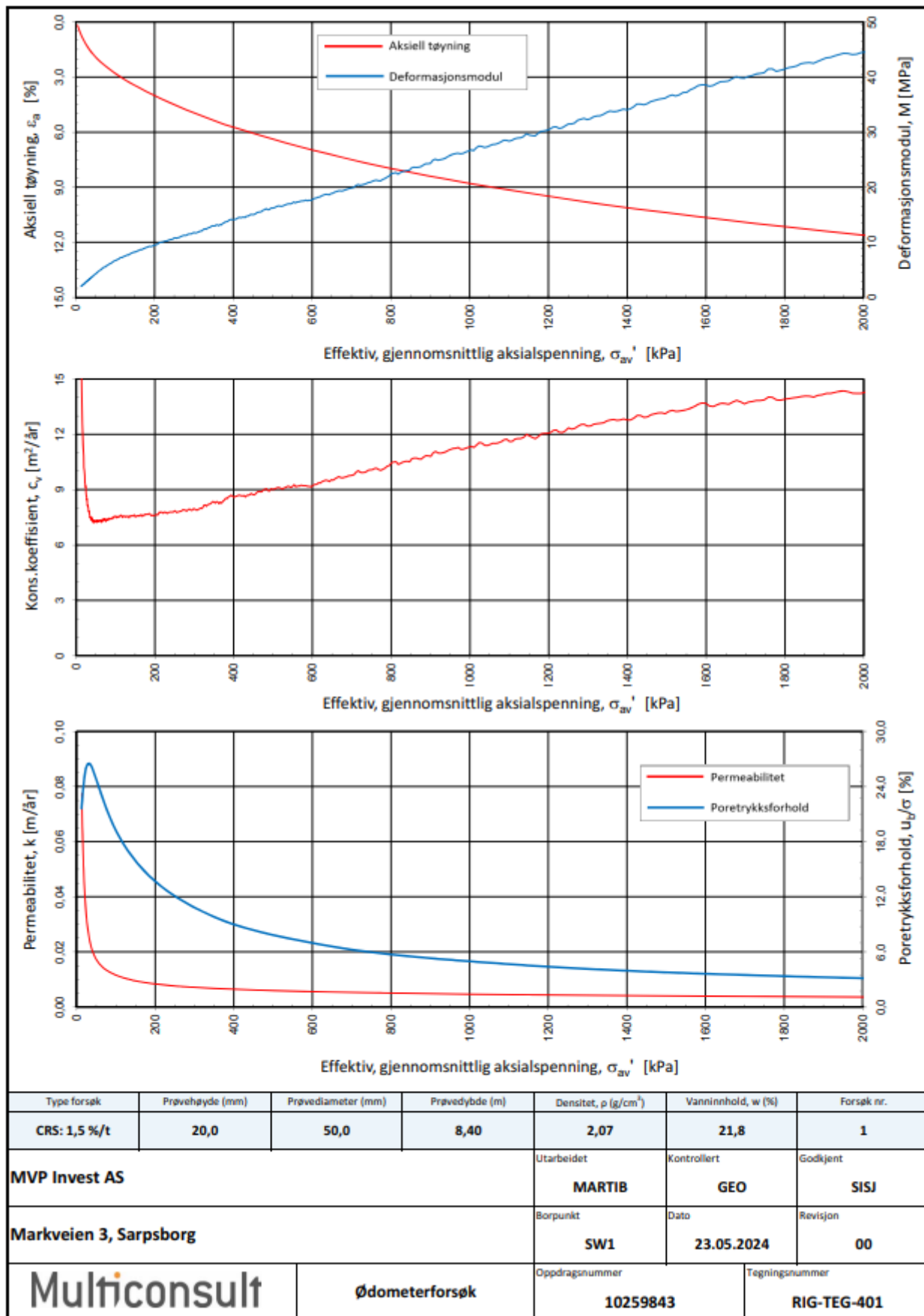
Enaksforsøk

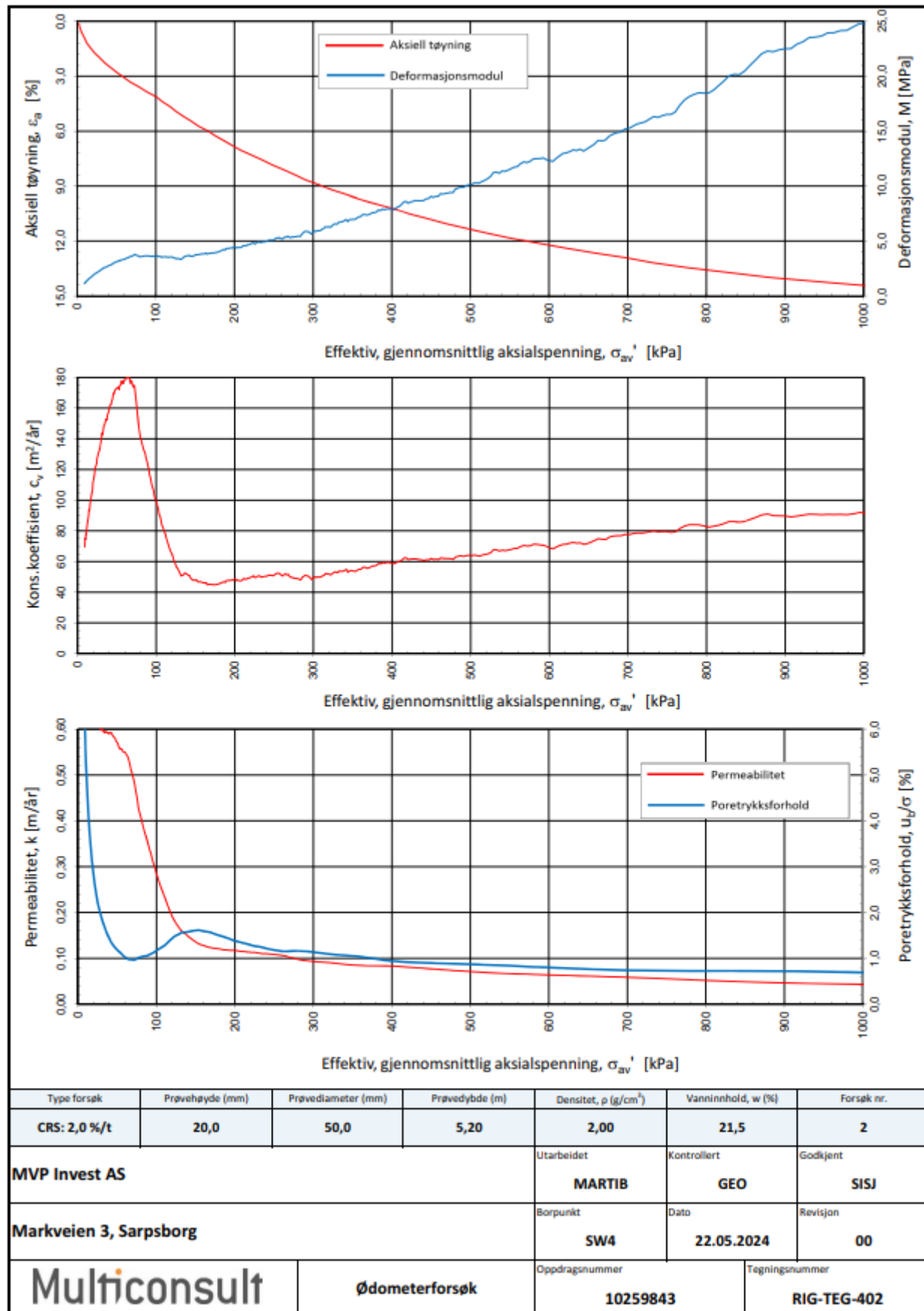
N:\B\17\18.04.24\06_10259843\01.dwg

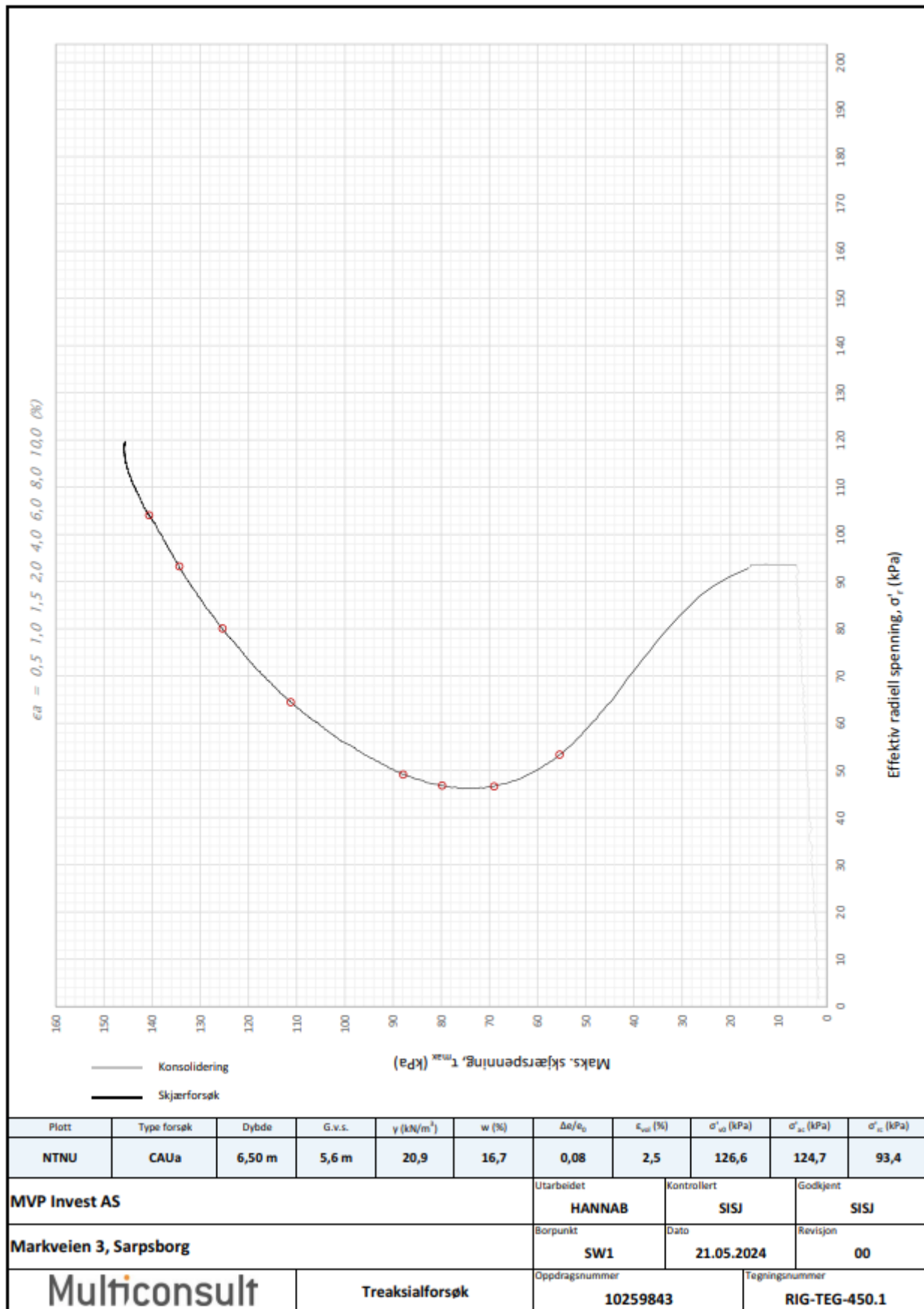


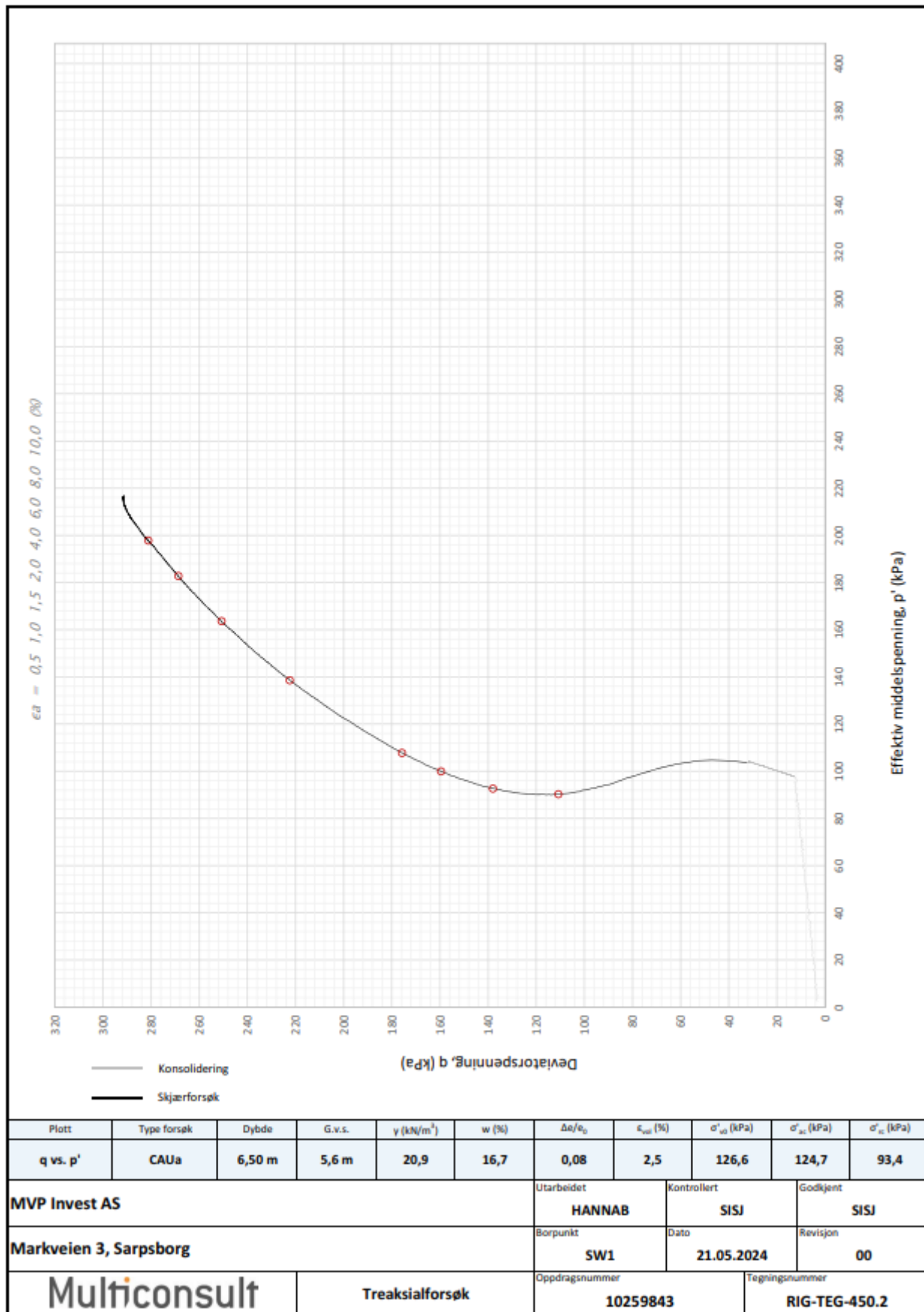


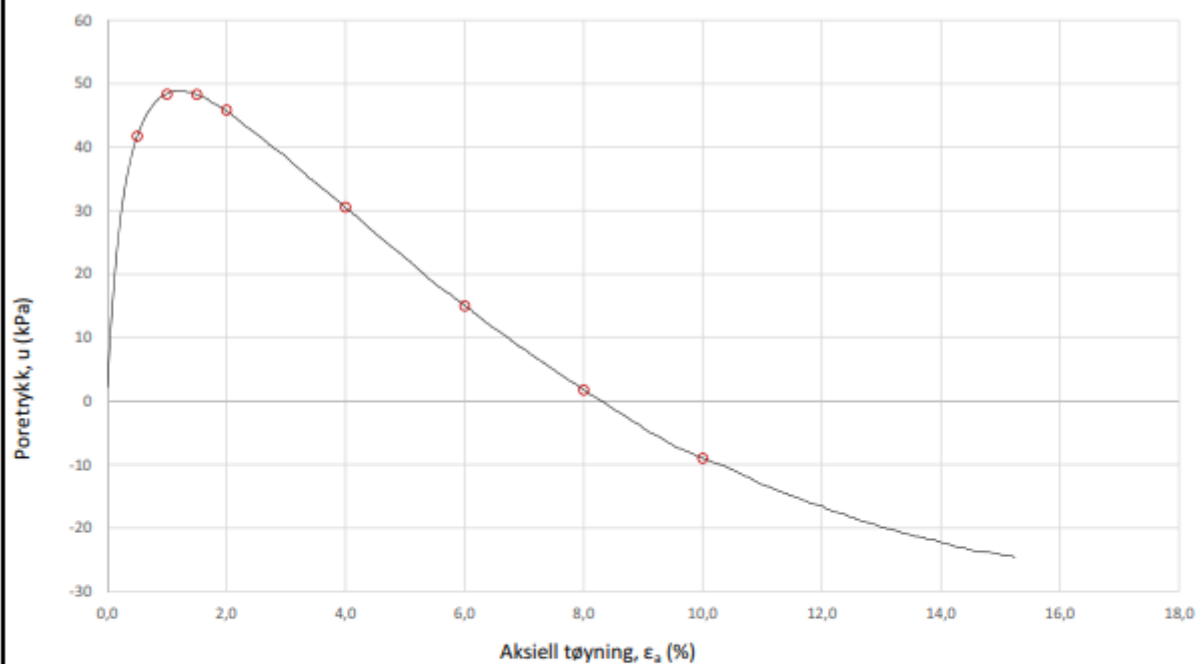
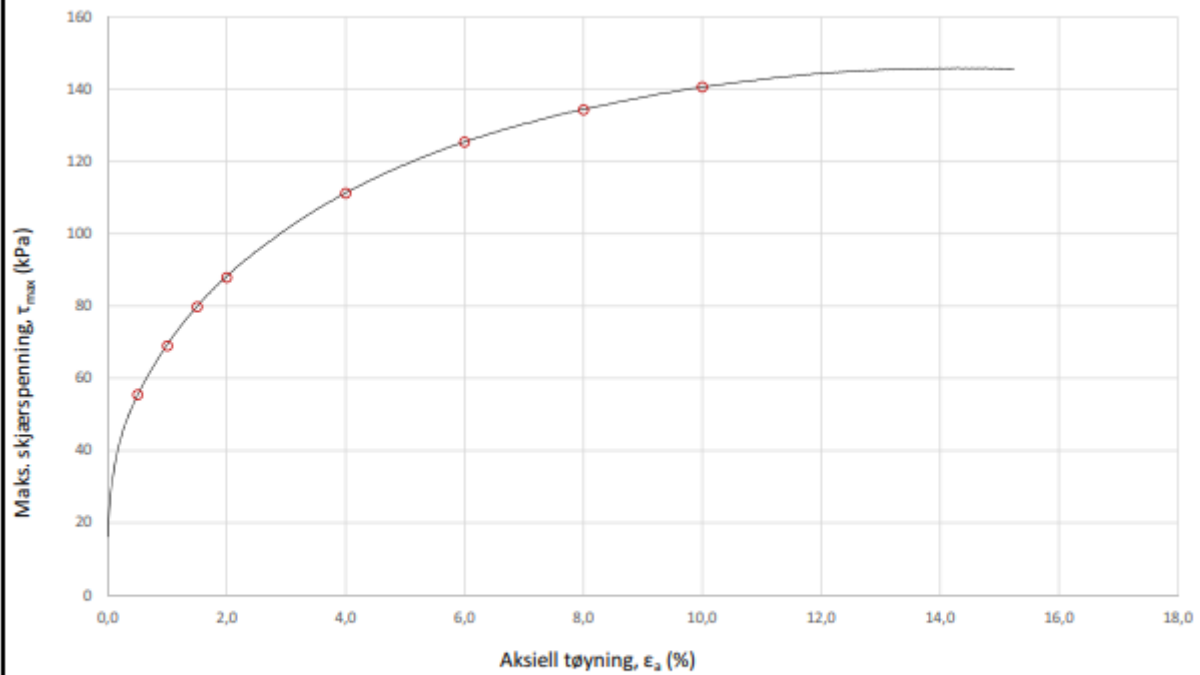




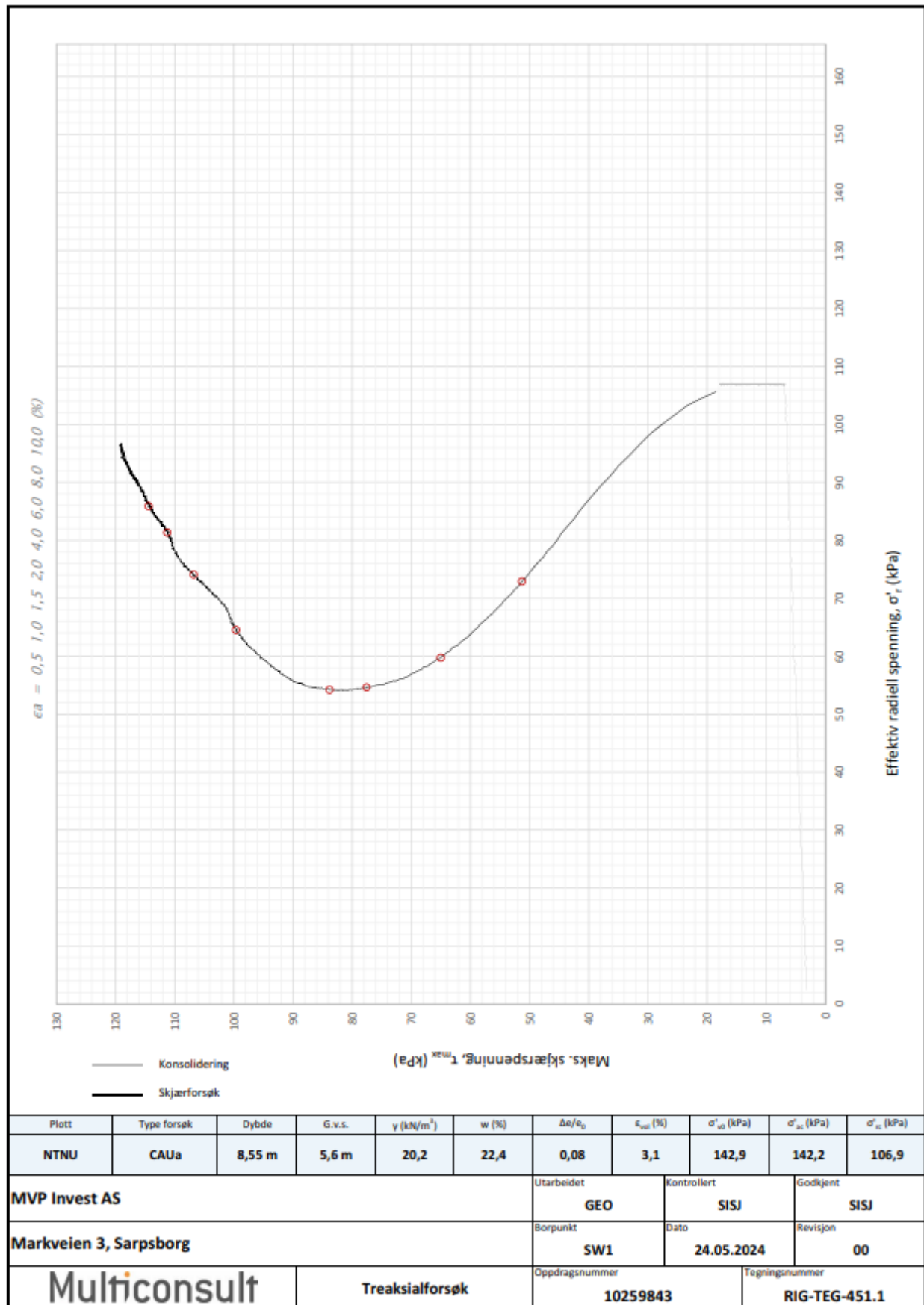


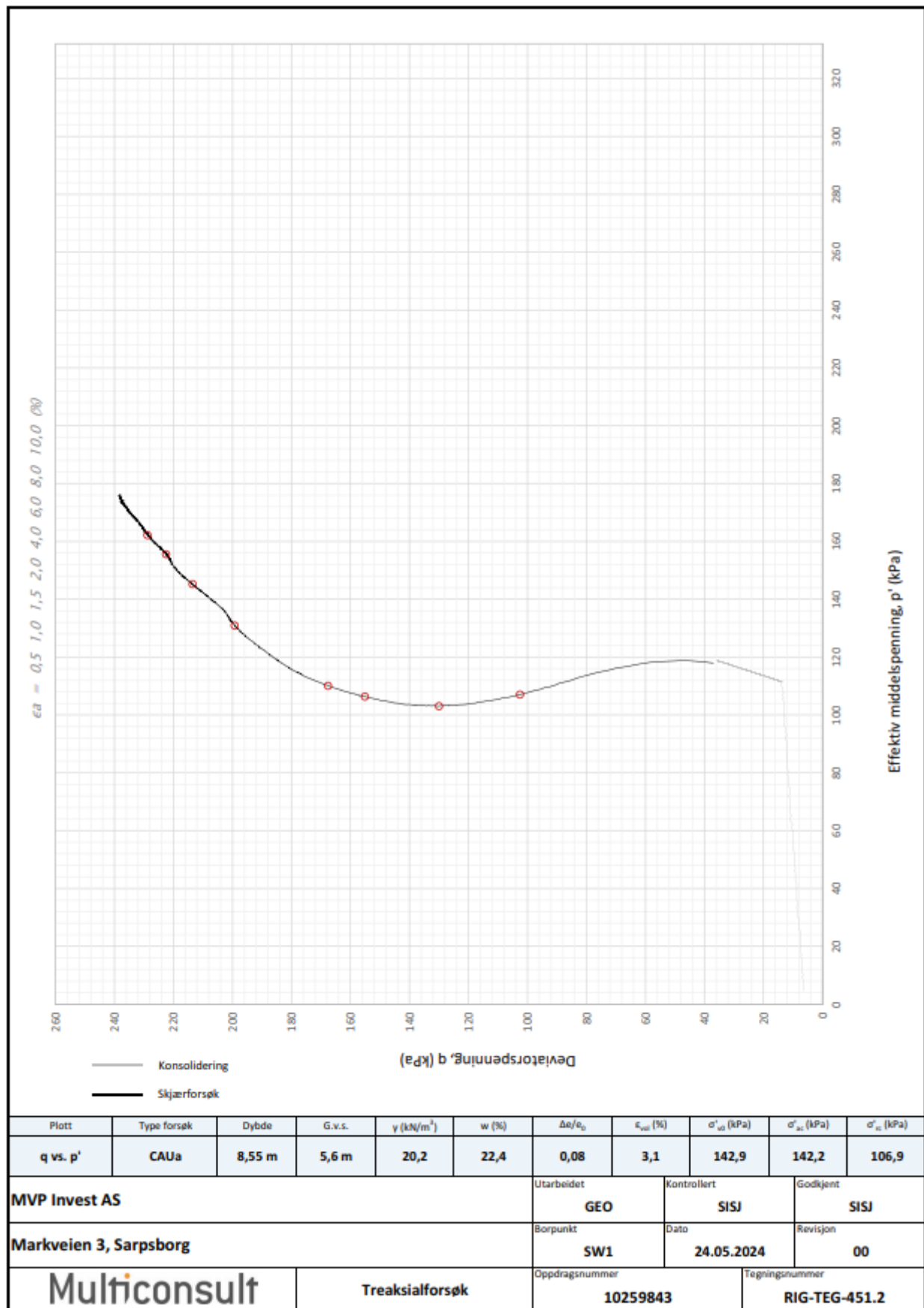


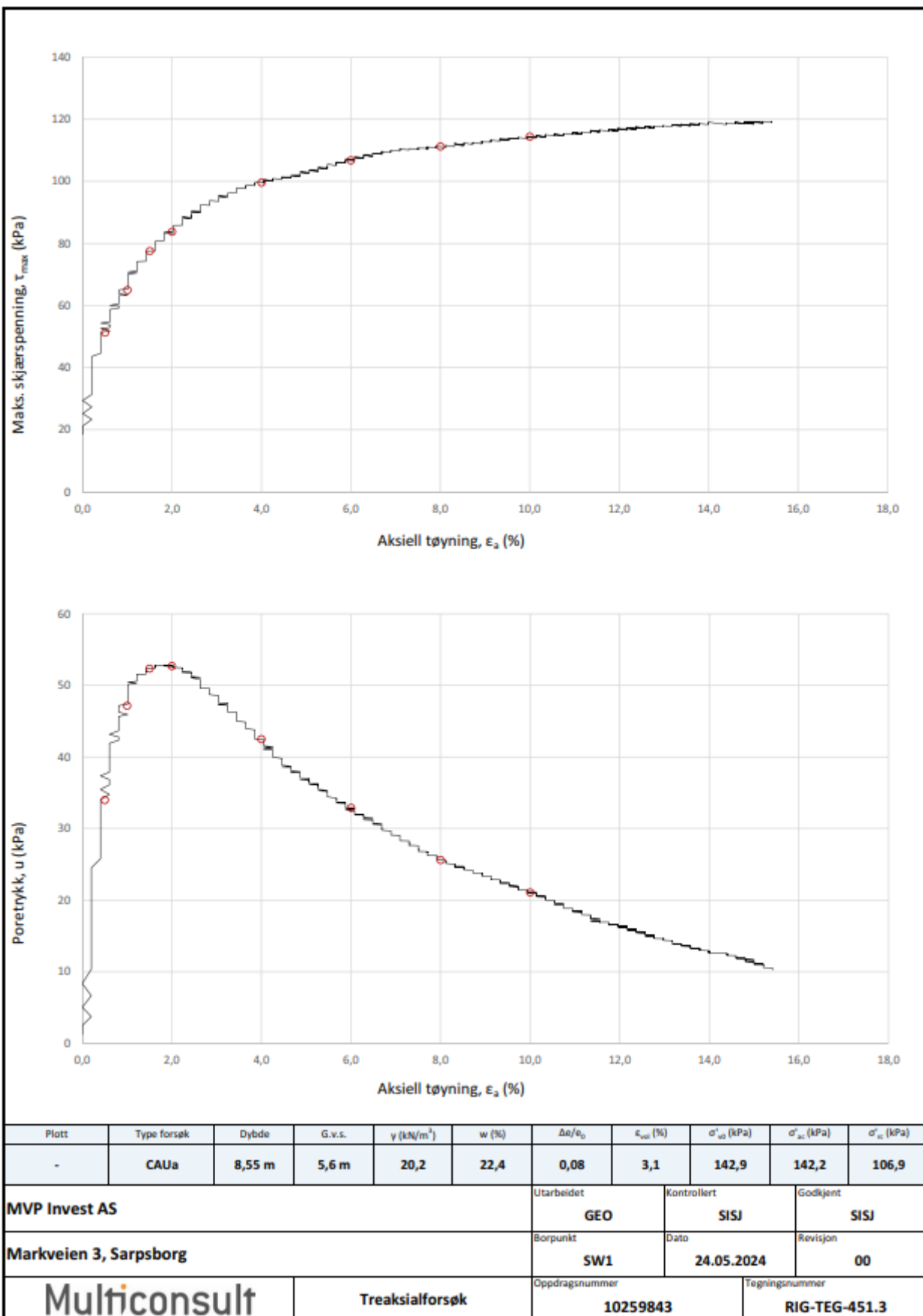




Plott	Type forsøk	Dybde	G.v.s.	γ (kN/m ³)	w (%)	$\Delta e/e_0$	ϵ_{vol} (%)	σ'_{vo} (kPa)	σ'_{zc} (kPa)	σ'_{xc} (kPa)
-	CAUa	6,50 m	5,6 m	20,9	16,7	0,08	2,5	126,6	124,7	93,4
MVP Invest AS						Utarbeidet HANNAB	Kontrollert SISJ		Godkjent SISJ	
Markveien 3, Sarpsborg						Borpunkt SW1	Dato 21.05.2024		Revisjon 00	
Multiconsult			Treaksialforsøk			Oppdragsnummer 10259843			Tegningsnummer RIG-TEG-450.3	



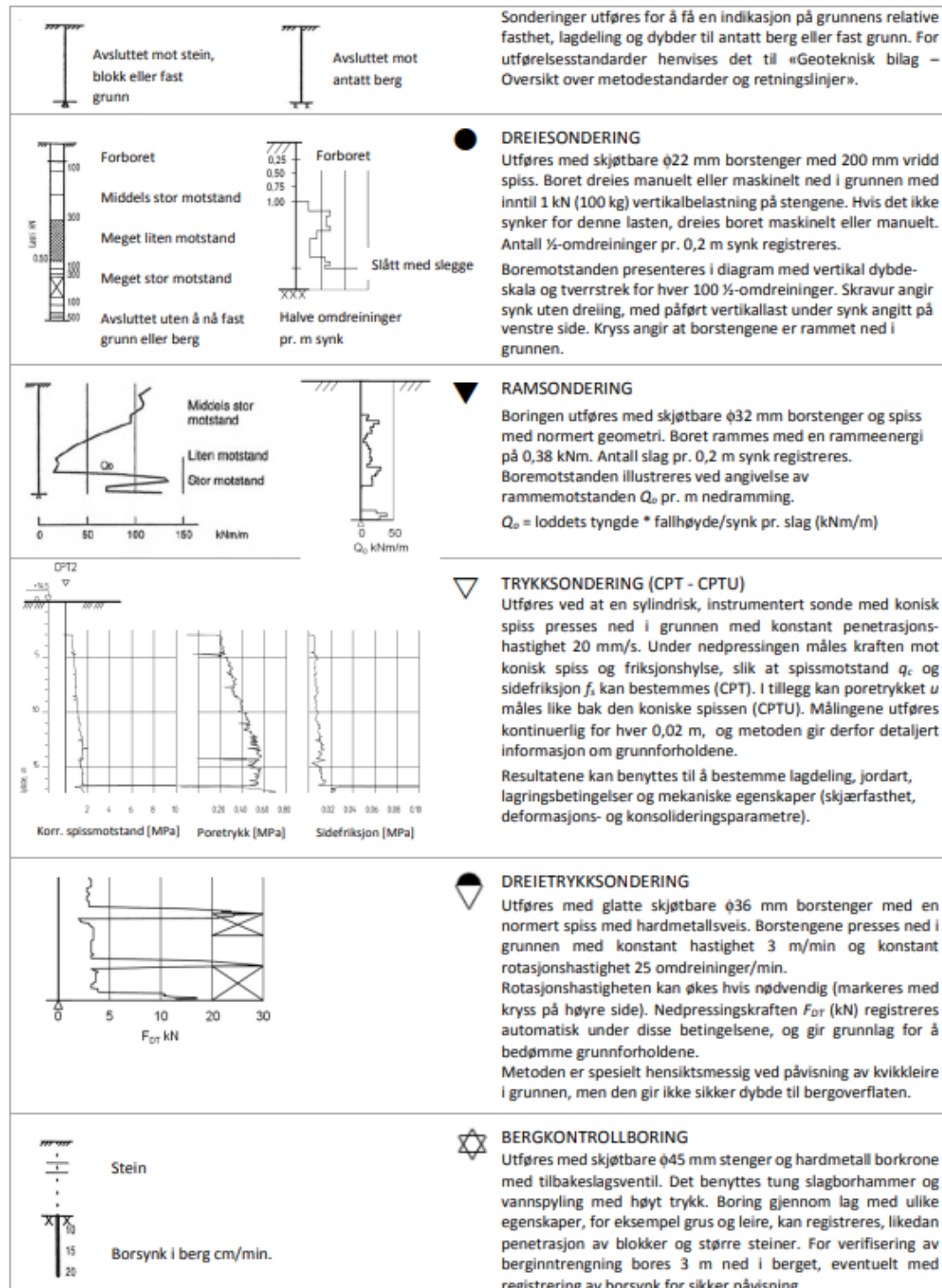




Geotekniske bilag 1

Feltundersøkelser

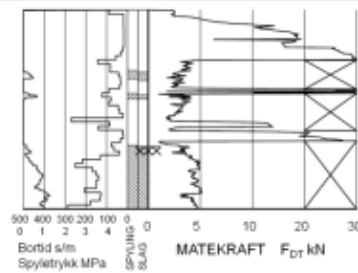
Multiconsult



Bilag 2 Geotekniske bilag – Laboratorieforsøk

Geotekniske bilag 1 Feltundersøkelser

Multiconsult



TOTALSONDERING

Kombinerer metodene dreietrykkssondering og bergkontrollboring. Det benyttes $\phi 45$ mm borstenger og $\phi 57$ mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag presses boret ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreining/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten (markeres som kryss til høyre). Gir ikke dette synk av boret benyttes spyling og slag på borkronen.

Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens markering av spyletrykk, slag og bortid vises til venstre.



Prøvemarkering



PRØVETAKING

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet.

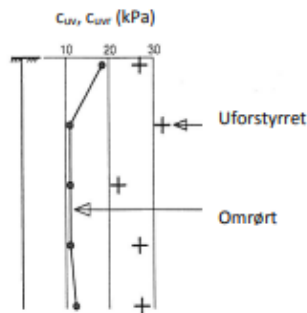
Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):

Utføres med hul borstang påsveis et metallspiral med fast stighøyde (auger). Med borrhjelp kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagingsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom spiralskivene. Det er også mulig å benytte enklere håndholdt utstyr som for eksempel skovlprøvetaking.

Sylinder/blokkprøvetaking (Uforstyrrede prøver):

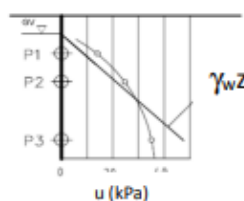
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der den blir forseglet for transport til laboratoriet. Prøvediameteren kan variere mellom $\phi 54$ mm (vanligst) og $\phi 95$ mm. Det er også mulig å benytte andre typer prøvetakere, som for eksempel ramprøvetakere og blokkprøvetakere.

Prøvekvaliteten inndeles i Kvalitetsklasse 1-3, der 1 er høyeste kvalitet.



VINGEBORING

Utføres ved at et vingekorset med dimensjoner $b \times h = 55 \times 110$ mm eller 65×130 mm presses ned i grunnen til ønsket målenivå. Her blir vingekorset påført et økende dreiemoment til jorden rundt vingen når brudd. Det tilhørende dreiemomentet blir registrert. Dette utføres med jorden i uforstyrret ved første gangs brudd og omrørt tilstand etter 25 gjentatte omdreininger av vingekorset. Udrenert skjærfasthet c_{uv} og c_{ur} beregnes ut fra henholdsvis dreiemomentet ved brudd og etter omrøring. Fra dette kan også sensitiviteten $S_t = c_{uv}/c_{ur}$ bestemmes. Tolkede verdier må vanligvis korrigeres empirisk for opptredende effektivt overlagingstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.



PORETRYKKSÅLING

Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykksmåler). Filteret eller piezometerspissen påmontert piezometerør presses ned i grunnen til ønsket dybde. Stabilt poretrykk registreres fra vannets stighøyde i røret, eller ved avlesning av en elektrisk trykkmåler i spissen. Valg av utstyr vurderes på bakgrunn av grunnforhold og hensikten med målingene.

Grunnvannstand observeres eller peiles direkte i borhullet.

Geotekniske bilag 2

Laboratorieforsøk

Multiconsult

Laboratorieundersøkelser utføres for sikker klassifisering og bestemmelse av mekaniske egenskaper. Forsøkene utføres på prøver som er tatt opp i felt. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag 3 – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».

MINERALSKE JORDARTER

Ved prøveåpning klassifiseres og indentifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjonene er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse [mm]	<0,002	0,002-0,063	0,063-2	2-63	63-630	>630

En jordart kan inneholde en eller flere av fraksjonene over. Jordarten benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den fraksjon som har dominerende betydning for jordartens egenskaper og adjektiv for medvirkende fraksjoner (for eksempel siltig sand). Leirinnholdet har størst betydning for benevnelse av jordarten. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leir til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

ORGANISKE JORDARTER

Organiske jordarter klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet
• Fibrig torv	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke
• Delvis fibrig torv, mellomtorv	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene
• Amorf torv, svarttorv	Ingen synlig plantestruktur, svampig konsistens
Gytje og dy	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler
Humus	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold
Mold og matjord	Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget

KORNFORDELINGSANALYSER

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter $d > 0,063$ mm. For mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameteren ved slemmeanalyse og bruk av hydrometer. I slemmeanalysen slemmes materialet opp i vann og densiteten av suspensjonen måles ved bestemte tidsintervaller. Kornfordelingen kan da bestemmes fra Stokes lov om sedimentering av kuleformede partikler i vann. Det vil ofte være nødvendig med en kombinasjon av metodene.

VANNINNHOOLD

Vanninnholdet angir masse av vann i % av masse tørt (fast) stoff i massen og bestemmes fra tørking av en jordprøve ved 110°C i 24 timer.

KONSISTENSGRENSER

Konsistensgrensene (Atterbergs grenser) for en jordart angir vanninnholdsområdet der materialet er plastisk (formbart). Flytegrensen angir vanninnholdet der materialet går fra plastisk til flytende tilstand. Plastisitetsgrensen (utrullingsgrensen) angir vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten at det sprekker opp. Plastisitetsindeksen $I_p = w_f - w_p$ (%) angir det plastiske området for jordarten og benyttes til klassifisering av plastisiteten. Er det naturlige vanninnholdet høyere enn flytegrensen blir materialet flytende ved omrøring (vanlig for kvikkleire).

HUMUSINNHOOLD

Humusinnholdet kan bestemmes ved kolorimetri og bruk av natronlut (NaOH-forbindelse), glødning av jordprøve i varmeovn eller våt-oksydasjon med hydrogenperoksyd. Metoden angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala.

Utgave: 16.09.2019

www.multiconsult.no

Side 1 av 4

Geotekniske bilag 2

Laboratorieforsøk

Multiconsult

DENSITET, TYNGDETETTHET, PORETALL OG PORØSITET

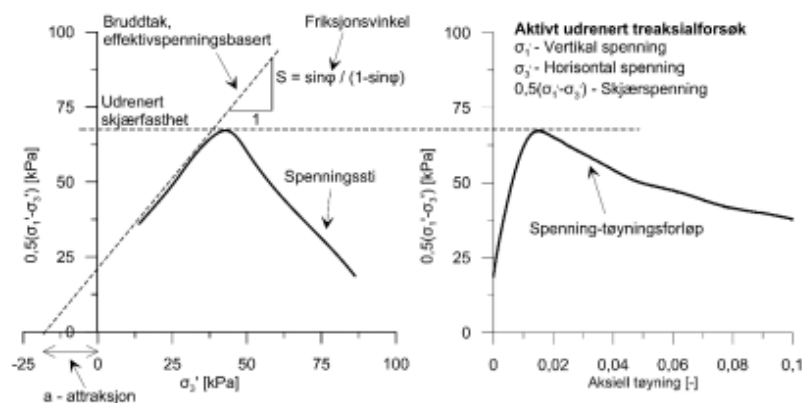
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm ³	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm ³	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm ³	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m ³	Tyngde av prøve per volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der γ er tyngdeakselerasjonen)
Spesifikk tyngdetetthet	γ_s	kN/m ³	Tyngde av fast stoff per volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet	γ_d	kN/m ³	Tyngde av tørt stoff per volumenhet ($\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$)
Porositet	e	-	Volum av porer dividert med volum av fast stoff ($e = n/(1-n)$, n som desimaltall)
Porøsitet	n	%	Volum av porer i % av totalt volum av prøven ($n = e/(1+e)$)

SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten beskriver jordens styrke og benyttes bla. til beregning av motstand mot utglidninger og grunnbrudd. Skjærfasthet benyttes i beregninger av skråningsstabilitet og bæreevne. For korttidsbelastninger i finkornige materialer (leire) oppfører jorden seg udrenert og skjærfastheten beskrives ved udrenert skjærfasthet. Over lengre tidsintervaller vil oppførselen karakteriseres som drenert. Det benyttes da effektivspenningsparametere.

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon) og $\tan \phi$ (friksjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk på uforstyrrede (leire) eller innbyggede prøver (sand). Skjærfastheten er avhengig av effektiv normalspenning (totalspenning – poretrykk) på kritisk plan. Forsøksresultatene fremstilles som spenningsstier som viser spenningsutvikling og tilhørende tøyningutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

Udrenert skjærfasthet c_u (kPa) bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen i en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}), konusforsøk (uforstyrret c_{ufc} , omrørt c_{urfc}), udrenerte treaksialforsøk (kompresjon/aktiv c_{ua} , avlastning/passiv c_{up}) og direkte skjærforsøk (c_{ud}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) (c_{uqptu}) eller vingebor (uforstyrret c_{uv} , omrørt c_{uvr}).



SENSITIVITET

Sensitiviteten $St = c_u/c_r$ uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet ($c_r < 0,5$ kPa NS8015, $c_r < 0,33$ kPa ISO 17892-6), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

Utgave: 16.09.2019

www.multiconsult.no

Side 2 av 4

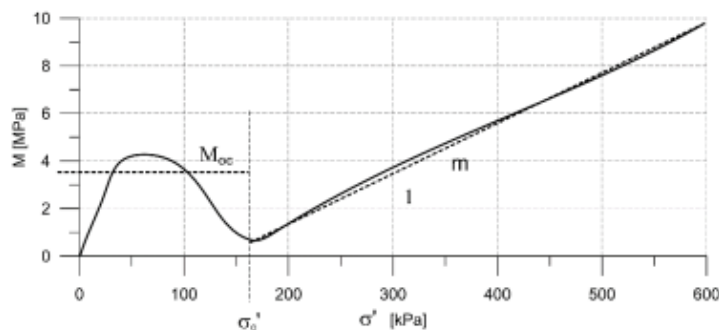
Geotekniske bilag 2

Laboratorieforsøk

Multiconsult

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGESKAPER

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved beregning av setninger og deformasjoner. Disse mekaniske egenskapene bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon. Belastningen skjer vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last/spenning (σ'). Sammenhørende verdier for spenning og deformasjon (tøyning ϵ) registreres, og materialets stivhet (deformasjonsmodul) kan beregnes som $M = \Delta\sigma' / \Delta\epsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen. En sentral parameter som tolkes i sammenheng med ødometerforsøk er forkonsolideringsspenningen (σ'_c). Dette er det største lastnivået som jorda har opplevd tidligere (f.eks. tidligere overlaging eller islast). Deformasjonsmodulen viser typisk forskjellig oppførsel under og over forkonsolideringsspenningen. I leire vil stivheten for spenningsnivåer under σ'_c representeres ved en konstant stivhetsmodul M_{oc} . For spenningsnivåer over σ'_c vil stivheten øke med økende spenning. Denne økningen kan beskrives ved modulaltet m .



TELEFARLIGHET

En jordarts telefarlighet bestemmes ut i fra kornfordelingskurven eller ved å måle den kapillære stighøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig) etter SVV Håndbok N200.

KOMPRIMERINGSEGESKAPER

Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_d som funksjon av innbyggingsvanninnhold w . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifikasjon av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold (w_{opt}).

PERMEABILITET

Permeabiliteten defineres som den vannmengden q som under gitte betingelser vil strømme gjennom et jordvolum pr. tidsenhet. Generelt bestemmes permeabiliteten fra følgende sammenheng: $q = kiA$, der A er bruttoareal av tverrsnittet normalt på vannets strømningsretning og i = hydraulisk gradient i strømningsretningen (= potensialforskjell pr. lengdeenhet). Permeabiliteten kan bestemmes ved strømningsforsøk i laboratoriet, ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt samt ødometerforsøk.

Utgave: 16.09.2019

www.multiconsult.no

Side 3 av 4

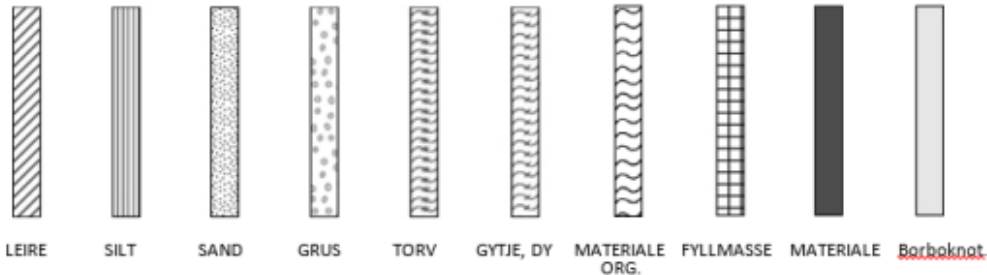
Geotekniske bilag 2

Laboratorieforsøk

Multiconsult

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - PRØVESKRAVERING

Analyserte prøver skraveres på prøveserietegningen i henhold til hovedbenevnelsen av materialet. Det er i tillegg en egen skravering for eventuelle notater hentet fra borbok til den gjeldende prøveserien. De ulike skraveringene er som følger:



NB: Med mindre en kornfordelingsanalyse er utført, er dette kun en subjektiv og veiledende klassifisering som er basert på laborantens visuelle vurdering av materialet.

LEIRE: Leirinnholdet er større enn 15 %

SILT: Siltinnholdet er større enn 45 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

SAND: Sandinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

GRUS: Grusinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

MATERIALE: Brukes når materialet har en slik sammensetning at ingen av de ovennevnte betegnelsene kan benyttes.

Dette fremkommer normalt fra en kornfordelingsanalyse

TORV: Mer eller mindre omvandlede planterester

GYTJE/DY: Består av vannavsatte plante- og dyrerester. De kan virke fete og elastiske

MATERIALE ORG.: Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur

FYLLMASSE: Avsetninger som ikke er naturlige (utlagte masser)

Borboknotat: Merknader fra borleder (hentet fra borbok), f.eks. «tom sylinder», «foringsrør», «forboring» osv.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SPESIALFORSØK – Korngradering (K) / Treksialforsøk (T) / Ødometerforsøk (Ø)

Eventuelt utførte spesialforsøk på en prøveserie markeres med K, T eller Ø ved tilhørende prøve. Markeringene indikerer ikke nøyaktig dybde for spesialforsøkene, men er referanse til at det foreligger egne tegninger for forsøket inkludert resultater og ytterlig forsøksinformasjon.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Vanninnhold og konsistensgrenser

Vanninnhold og konsistensgrenser utført ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom et vanninnhold overstiger grafens maksgrænse vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Vanninnhold w		Plastisitetsgrense w_p	
		Flytegrense w_f	

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Udrenert skjærfasthet

Resultatene fra utførte konus- og enaksiale trykkforsøk ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom en skjærfasthetverdi overstiger grafens maksgrænse vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Umrørt konus c_{ufc}		Omrørt konus c_{ufc}	
Enaksial trykkforsøk Strek angir aksial tøyning (%) ved brudd		Omrørt konus $c_{ufc} \leq 2,0 \text{ kPa}$	0,9

Utgave: 16.09.2019

www.multiconsult.no

Side 4 av 4

Bilag 3 Geotekniske bilag – metodestandarder for utførelse

Geotekniske bilag 3

Oversikt over metodestandarder og retningslinjer



METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

Feltundersøkelsesmetoder beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på gjeldende versjon av følgende standarder og referansedokumenter:

Dokument	Tema
NGF Melding 1	SI-enheter
NGF Melding 2, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Symboler og terminologi
NGF Melding 3	Dreiesondering
NGF Melding 4	Vingeboring
NGF Melding 5, NS-EN ISO 22476-1	Trykksondering med poretrykkmåling (CPTU)
NGF Melding 6	Grunnvanns- og poretrykkmåling
NGF Melding 7	Dreietrykksondering
NGF Melding 8	Kommentarkoder for feltundersøkelser
NGF Melding 9	Totalsondering
NS-EN ISO 22476-2	Ramsondering
NGF Melding 10	Beskrivelsestekster for grunnundersøkelser
NGF Melding 11, NS-EN ISO 22475-1	Prøvetaking
Statens vegvesen Håndbok R211	Feltundersøkelser
NS 8020-1	Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser

Geotekniske bilag 3

Oversikt over metodestandarder og retningslinjer



METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

Laboratorieundersøkelser beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende standarder og referansedokumenter:

Dokument	Tema
NS8000	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001	Støtflytegrense
NS8002	Konusflytegrense
NS8003	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinngrense
NS8005, NS-EN ISO 17892-4	Kornfordelingsanalyse
NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering.
NS8011, NS-EN ISO 17892-2	Densitet
NS8012, NS-EN ISO 17892-3	Korndensitet
NS8013, NS-EN ISO 17892-1	Vanninnhold
NS8014	Poretall, porøsitet og metningsgrad
ISO 17892-6:2017	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS-EN ISO 17892-5:2017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO/TS 17892-8 og -9	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser

Geotekniske bilag 3

Oversikt over metodestandarder og retningslinjer



METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

Laboratorieundersøkelser beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende standarder og referansedokumenter:

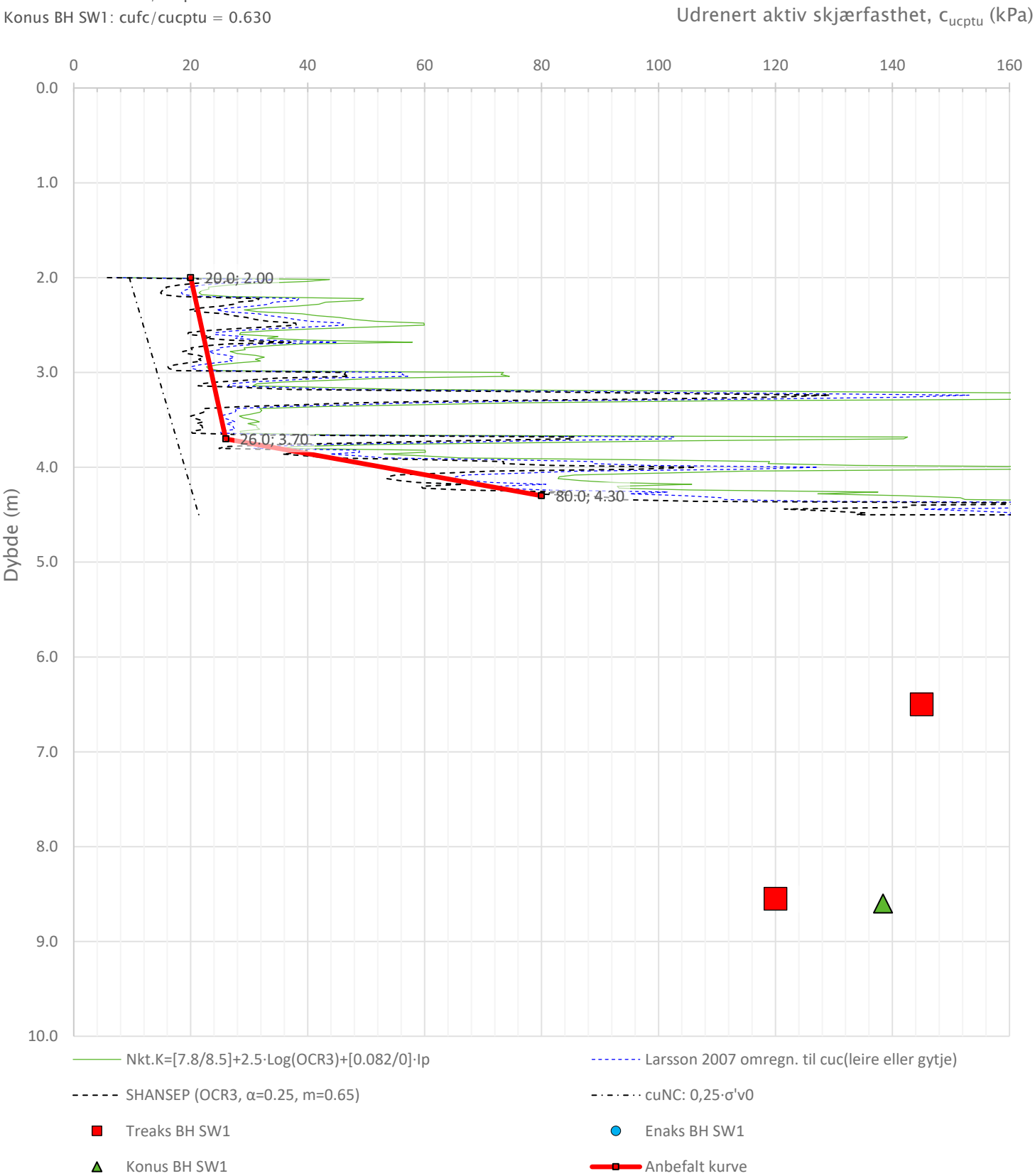
Dokument	Tema
NS8000	Konsistensgrenser – terminologi
NS-EN ISO 17892-12:2018	Støtflytegrense
NS-EN ISO 17892-12:2018	Konusflytegrense
NS-EN ISO 17892-12:2018	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinngrense
NS-EN ISO 17892-4:2016	Kornfordelingsanalyse
NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2:2018	Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering.
NS-EN ISO 17892-2:2014	Densitet
NS-EN ISO 17892-3:2015	Korndensitet
NS-EN ISO 17892-1:2014	Vanninnhold
NS8014	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS-EN ISO 17892-6:2017	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS-EN ISO 17892-7:2018	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS-EN ISO 17892-11:2019	Permeabilitetsforsøk
NS-EN ISO 17892-5:2017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO 17892-8 og -9:2018	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser

Vedlegg 3: Plott fra CPTu-tolkninger

SW1

Sonde og utførelse						
Sondennummer	5222		Boreleder		TB	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		3.3	
Kalibreringsdato	19.09.2023		Maks helning (°)		4.1	
Dato sondering	30.04.2024		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype	Spaltefilter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2	
Skaleringsfaktor	1181		3901		4002	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.646		0.0098		0.0191	
Arealforhold	0.8770		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	17.432		0.557		0.609	
Temperaturområde (°C)	35					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	8015.6		119.5		233.2	
Registrert etter sondering (kPa)	-11.0		0.0		-1.6	
Avvik under sondering(kPa)	11.0		0.0		1.6	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	1.6		0.1		0.1	
Maksverdi under sondering (kPa)	16862.2		103.4		350.0	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	13.3	0.1	0.1	0.1	1.7	0.5
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 77900637		Rapportnummer: RIG-R01	
Markveien 3, Sarpsborg			Borhull		Kote +55.954	
					SW1	
Innhold			Sondennummer			
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					5222	
	Utført		Kontrollert		Godkjent	
	NO1E7K		NOGARH		NOPEAA	
	Divisjon		Dato sondering		Revisjon	
Utbygging		30.04.2024		0		
				Rev. dato 12.06.2024		
				Anvend.klasse		
				1		
				Figur		
				1		

Anisotropiforhold i figur:
Treaks BH SW1: cuC/cucptu = 1.000
Enaks BH SW1: cuuc/cucptu = 0.630
Konus BH SW1: cufc/cucptu = 0.630



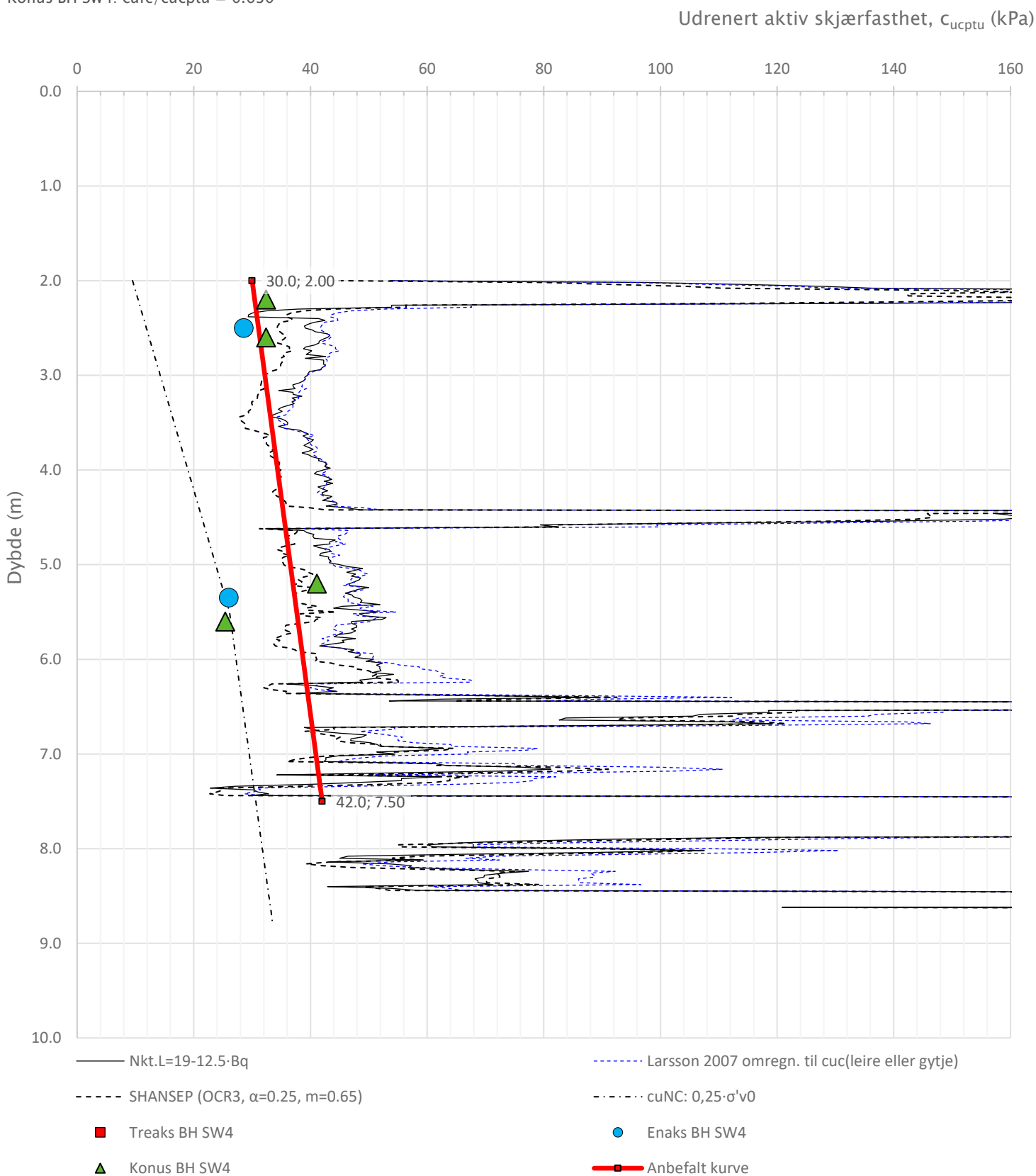
Kvalitet treaks: dårlig

Prosjekt		Prosjektnummer: 77900637 Rapportnummer: RIG-R01		Borhull Kote +55.954
Markveien 3, Sarpsborg				SW1
Innhold				Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5222
SWECO 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	NO1E7K	NOGARH	NOPEAA	1
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Utbygging	30.04.2024	0 Rev. dato 12.06.2024	2

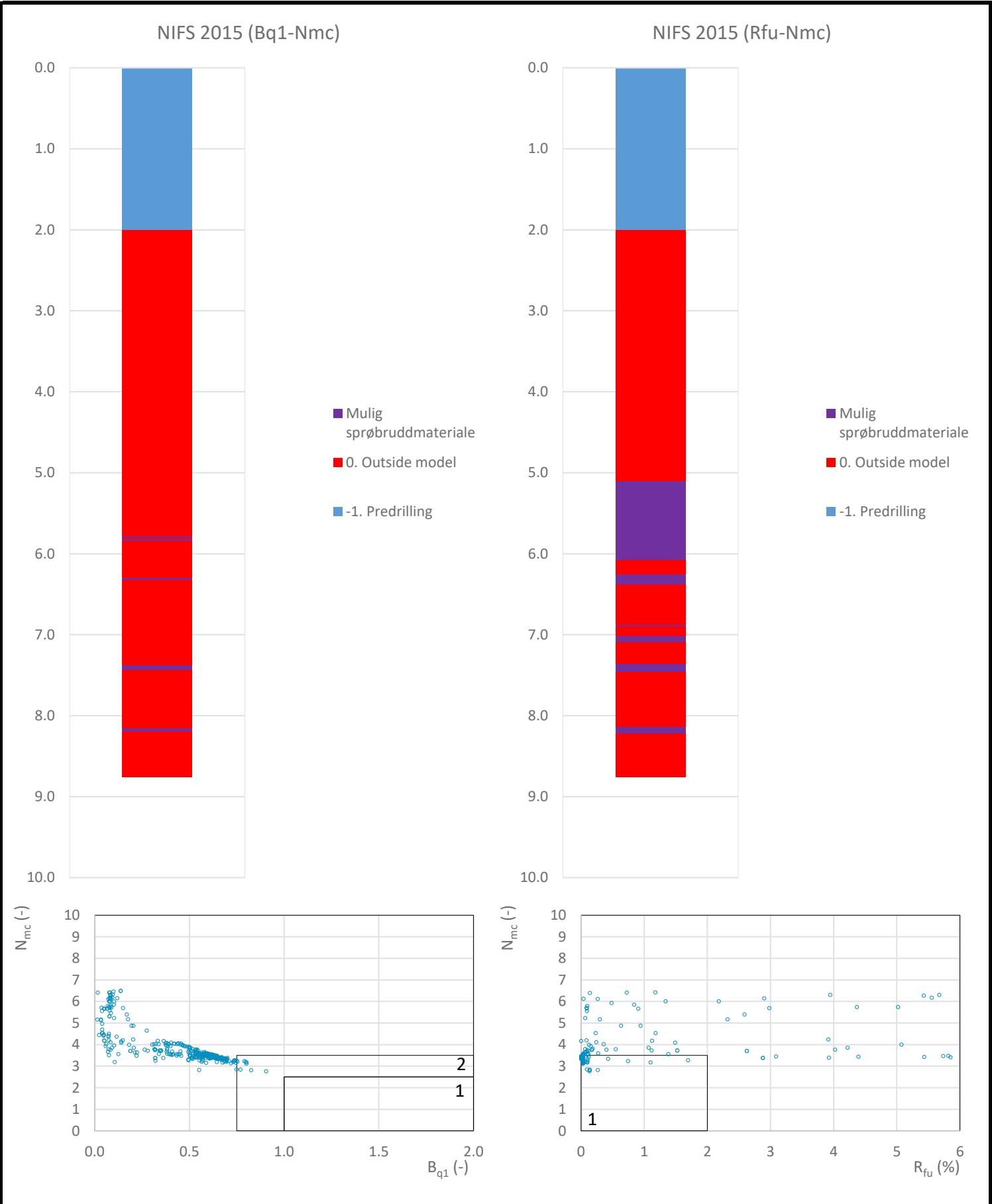
SW4

Sonde og utførelse						
Sondennummer	5222		Boreleder		TB	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		0	
Kalibreringsdato	19.09.2023		Maks helning (°)		7.7	
Dato sondering	29.04.2024		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype	Spaltefilter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2	
Skaleringsfaktor	1181		3901		4002	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.646		0.0098		0.0191	
Arealforhold	0.8770		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	17.432		0.557		0.609	
Temperaturområde (°C)	35					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7951.7		119.9		232.8	
Registrert etter sondering (kPa)	-51.0		0.4		1.4	
Avvik under sondering(kPa)	51.0		0.4		1.4	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Maksverdi under sondering (kPa)	13519.7		412.9		495.6	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	51.6	0.4	0.4	0.1	1.4	0.3
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 77900637		Rapportnummer: RIG-R01	
Markveien 3, Sarpsborg			Borhull		Kote +55.554	
					SW4	
Innhold			Sondennummer			
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			5222			
	Utført		Kontrollert		Godkjent	
	NO1E7K		NOGARH		NOPEAA	
	Divisjon		Dato sondering		Revisjon	
	Utbygging		29.04.2024		0	
			Rev. dato		12.06.2024	
					Anvend.klasse	
					1	
					Figur	
					1	

Anisotropiforhold i figur:
Enaks BH SW4: $c_{uc}/c_{ucptu} = 0.630$
Konus BH SW4: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$



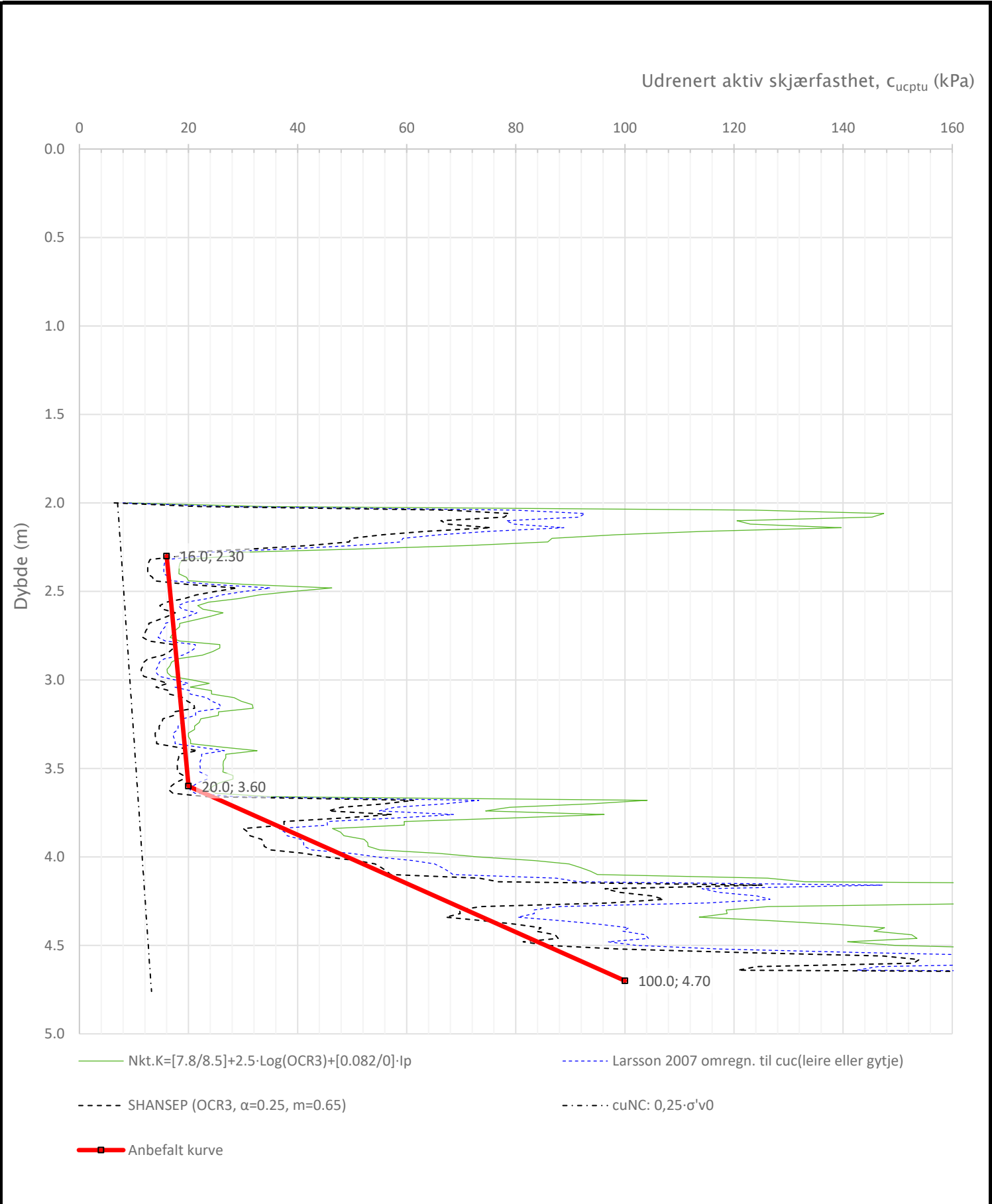
Prosjekt		Prosjektnummer: 77900637 Rapportnummer: RIG-R01		Borhull	Kote +55.554
Markveien 3, Sarpsborg				SW4	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5222	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	NO1E7K	NOGARH	NOPEAA	1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Utbygging	29.04.2024	0 Rev. dato 12.06.2024	2	



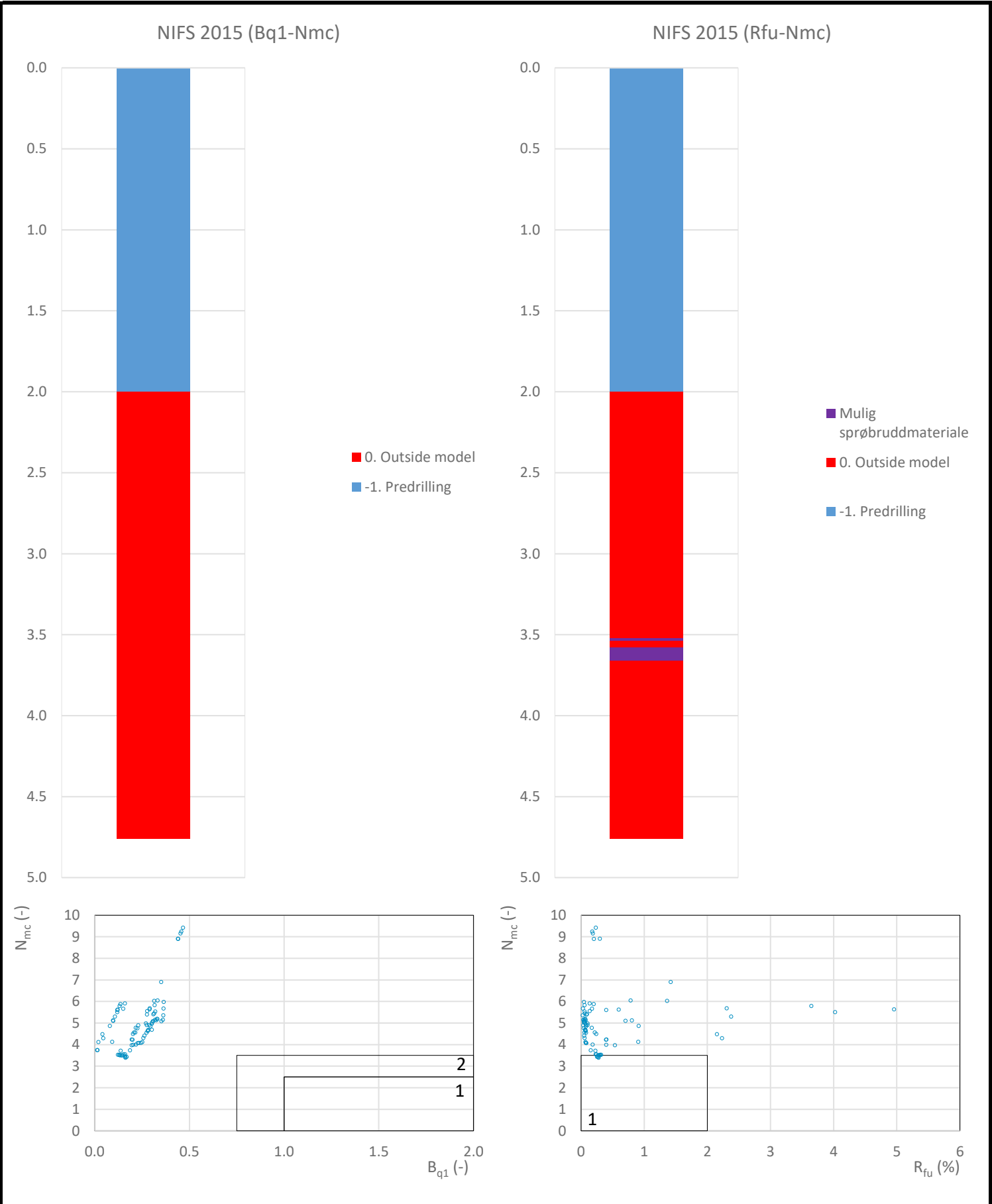
Prosjekt			Prosjektnummer: 77900637 Rapportnummer: RIG-R01		Borhull	Kote +55.554
Markveien 3, Sarpsborg					SW4	
Innhold					Sondenummer	
Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer					5222	
	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	NO1E7K	NOGARH	NOPEAA		1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		Figur	
Utbygging		29.04.2024	Rev. dato	12.06.2024	3	

SW9

Sonde og utførelse						
Sondennummer	5222		Boreleder		TB	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		7.9	
Kalibreringsdato	19.09.2023		Maks helning (°)		3.2	
Dato sondering	16.05.2024		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype	Spaltefilter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2	
Skaleringsfaktor	1181		3901		4002	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.646		0.0098		0.0191	
Arealforhold	0.8770		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	17.432		0.557		0.609	
Temperaturområde (°C)	35					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7936.2		120.0		232.7	
Registrert etter sondering (kPa)	42.0		0.0		-1.7	
Avvik under sondering(kPa)	42.0		0.0		1.7	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	3.9		0.1		0.1	
Maksverdi under sondering (kPa)	28870.4		39.1		265.4	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	46.6	0.2	0.1	0.3	1.9	0.7
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 77900637		Rapportnummer: RIG-R01	
Markveien 3, Sarpsborg			Borhull		Kote +66.9	
					SW9	
Innhold			Sondennummer			
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					5222	
	Utført		Kontrollert		Godkjent	
	NO1E7K		NOGARH		NOPEAA	
	Divisjon		Dato sondering		Revisjon	
Utbygging		16.05.2024		0		
				Rev. dato 12.06.2024		
				Anvend.klasse		
				1		
				Figur		
				1		



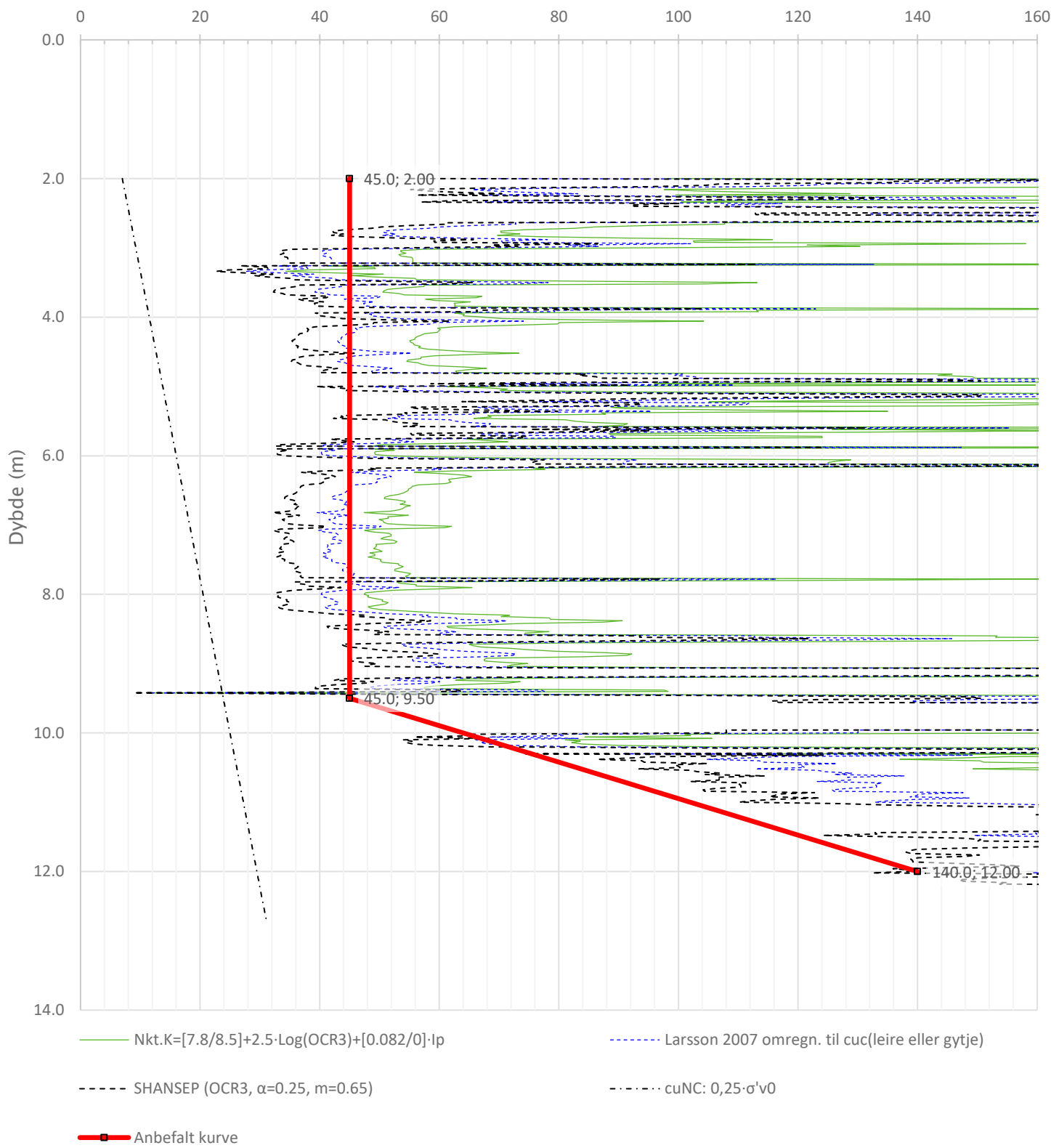
Prosjekt			Prosjektnummer: 77900637 Rapportnummer: RIG-R01		Borhull	Kote +66.9
Markveien 3, Sarpsborg					SW9	
Innhold					Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					5222	
SWECO	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	NO1E7K	NOGARH	NOPEAA	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	Utbygging	16.05.2024	0 Rev. dato 12.06.2024	2		



SW10

Sonde og utførelse						
Sondennummer	5222		Boreleder		TB	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		9.8	
Kalibreringsdato	19.09.2023		Maks helning (°)		13.3	
Dato sondering	30.04.2024		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype	Spaltefilter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2	
Skaleringsfaktor	1181		3901		4002	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.646		0.0098		0.0191	
Arealforhold	0.8770		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	17.432		0.557		0.609	
Temperaturområde (°C)	35					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	8002.7		119.2		232.7	
Registrert etter sondering (kPa)	-27.8		1.7		-0.7	
Avvik under sondering(kPa)	27.8		1.7		0.7	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	4.9		0.2		0.2	
Maksverdi under sondering (kPa)	21800.0		268.8		1266.3	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	33.3	0.2	1.9	0.7	0.9	0.1
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 77900637		Rapportnummer: RIG-R01	
Markveien 3, Sarpsborg			Borhull		Kote +64.594	
					SW10	
Innhold			Sondennummer			
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					5222	
	Utført		Kontrollert		Godkjent	
	NO1E7K		NOGARH		NOPEAA	
	Divisjon		Dato sondering		Revisjon	
Utbygging		30.04.2024		0		Figur
				Rev. dato 12.06.2024		
					Anvend.klasse 1	
					1	

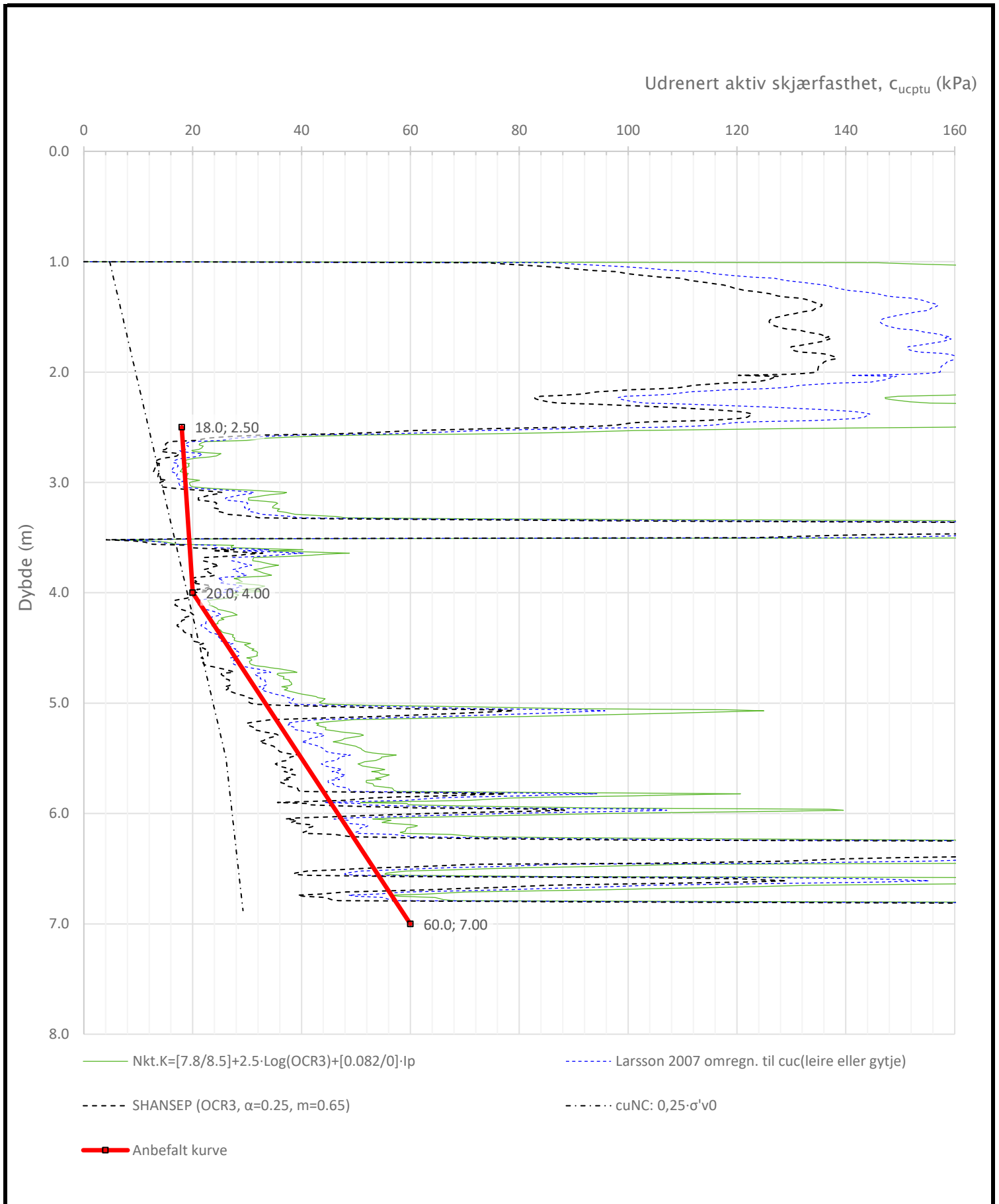
Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 77900637 Rapportnummer: RIG-R01		Borhull	Kote +64.594
Markveien 3, Sarpsborg				SW10	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5222	
SWECO	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	NO1E7K	NOGARH	NOPEAA	1	
Utbygging	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
		30.04.2024	0	2	
		Rev. dato	12.06.2024		

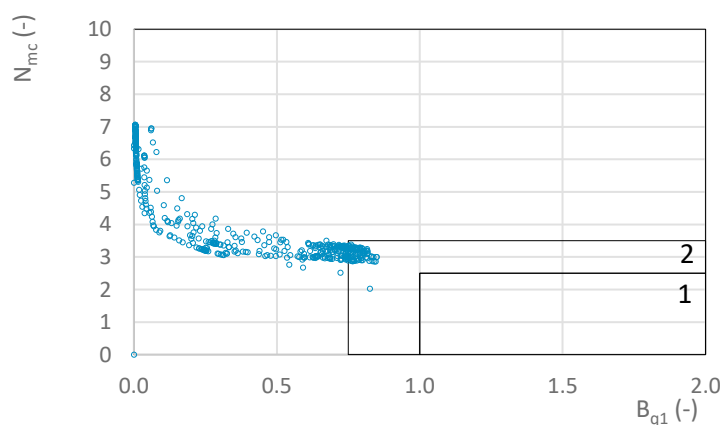
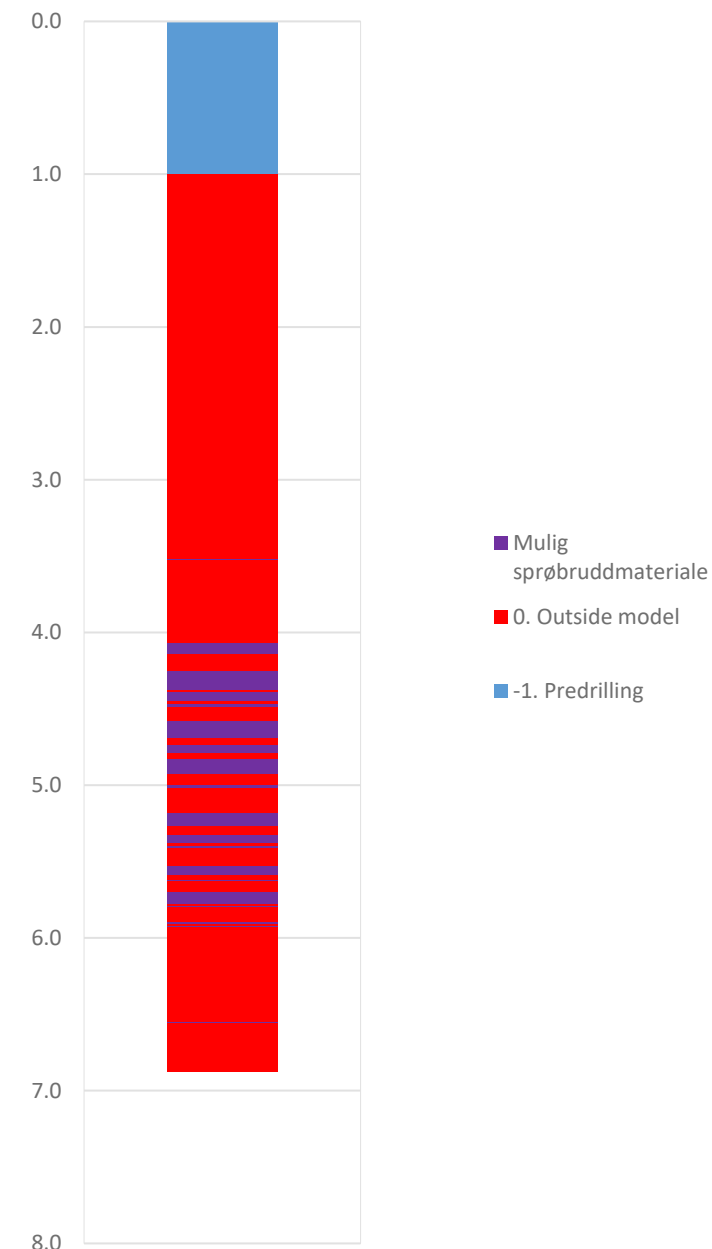
BH3

Sonde og utførelse						
Sondennummer	51709		Boreleder			
Type sonde	Envi		Temperaturendring (°C)			
Kalibreringsdato	04.12.2018		Maks helning (°)		9.6	
Dato sondering	07.01.2019		Maks avstand målinger (m)		0.01	
Filtertype	Spaltefilter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		1		2	
Måleområde (MPa)	50		1		2	
Skaleringsfaktor	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	5		0.1		0.1	
Arealforhold	0.7000		0.0060			
Kalibreringsavvik (%)	0.01		0.17		0.09	
Temperaturområde (°C)	-					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Registrert etter sondering (kPa)	-64.0		0.1		0.8	
Avvik under sondering(kPa)	64.0		0.1		0.8	
Beregnet avvik under sondering (kPa)	1.6		0.1		0.4	
Maksverdi under sondering (kPa)	16080.0		75.1		440.8	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	70.6	0.4	0.3	0.4	1.3	0.3
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Temperatur						
-						
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 5184814		Rapportnummer: 426400	
Brusevollbekken			Borhull		Kote +57.141	
					BH3	
Innhold			Sondennummer			
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					51709	
	Utført		Kontrollert		Godkjent	
	NO1E7K		NOGARH		NOPEAA	
	Divisjon		Dato sondering		Revisjon	
Utbygging		07.01.2019		0		
				Rev. dato		
				12.06.2024		
			Anvend.klasse		1	
			Figur		1	

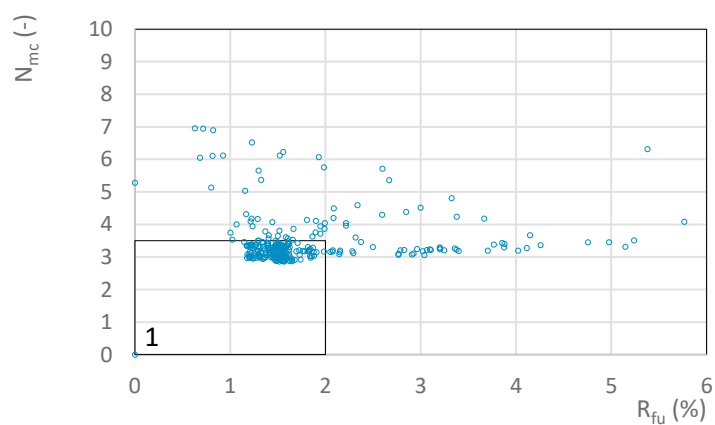
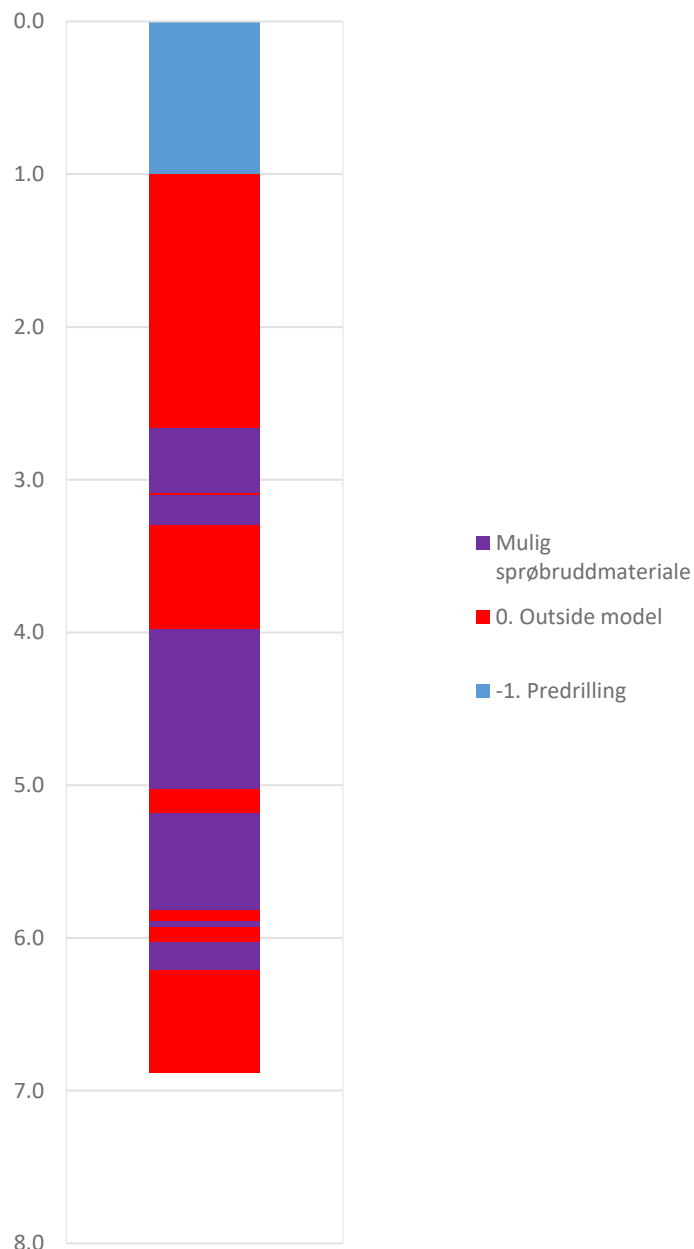


Prosjekt Brusevollbekken				Prosjektnummer: 5184814 Rapportnummer: 426400		Borhull Kote +57.141 BH3	
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet						Sondennummer 51709	
SWECO 	Utført NO1E7K	Kontrollert NOGARH	Godkjent NOPEAA		Anvend.klasse 1		
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 07.01.2019	Revisjon 0 Rev. dato 12.06.2024		Figur 2		

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)



NIFS 2015 (Rfu-Nmc)

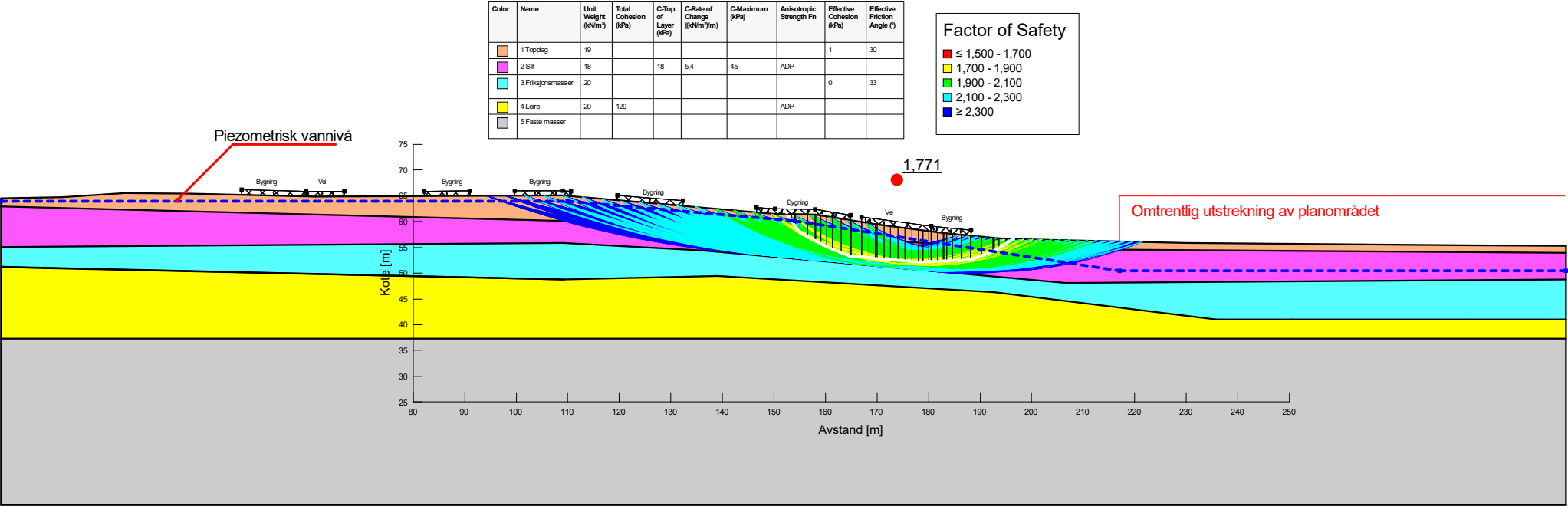


Prosjekt Brusevollbekken				Prosjektnummer: 5184814 Rapportnummer: 426400		Borhull Kote +57.141 BH3	
Innhold Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer						Sondennummer 51709	
	Utført NO1E7K	Kontrollert NOGARH	Godkjent NOPEAA		Anvend.klasse 1		
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 07.01.2019	Revisjon 0		Figur 3		
			Rev. dato 12.06.2024				

Vedlegg 4: Resultater fra stabilitetsberegninger i Slope/W

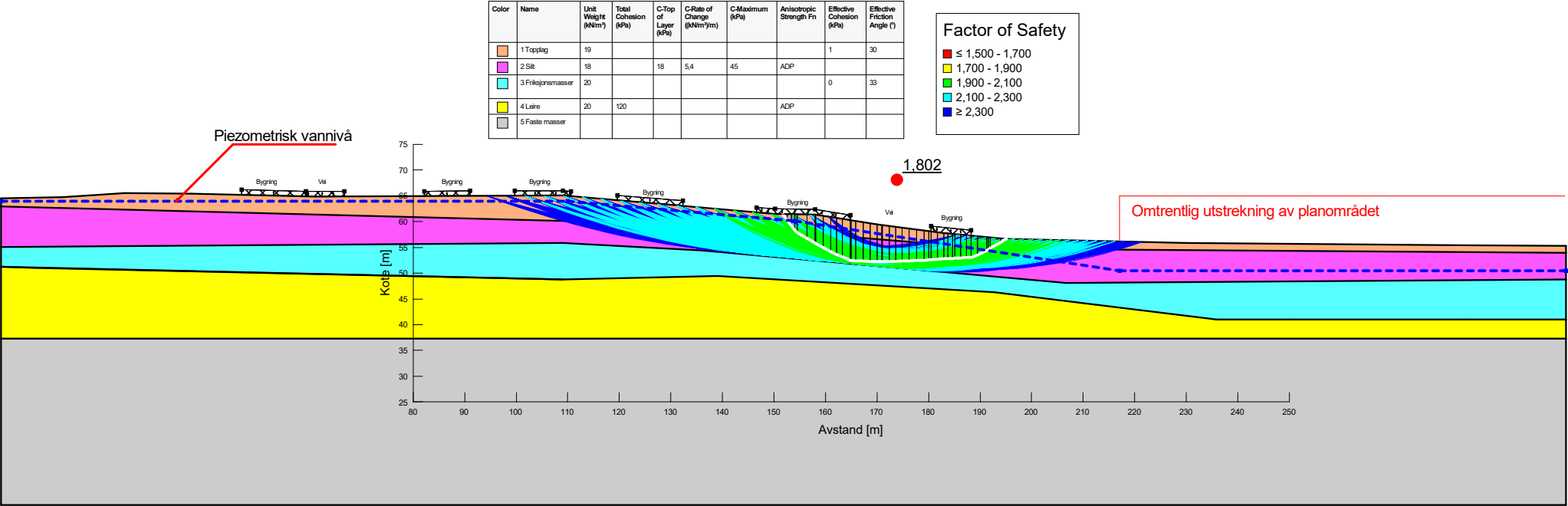
Stabilitetsanalyse

Profil 3, naturlig skråning
Udrenert beregning



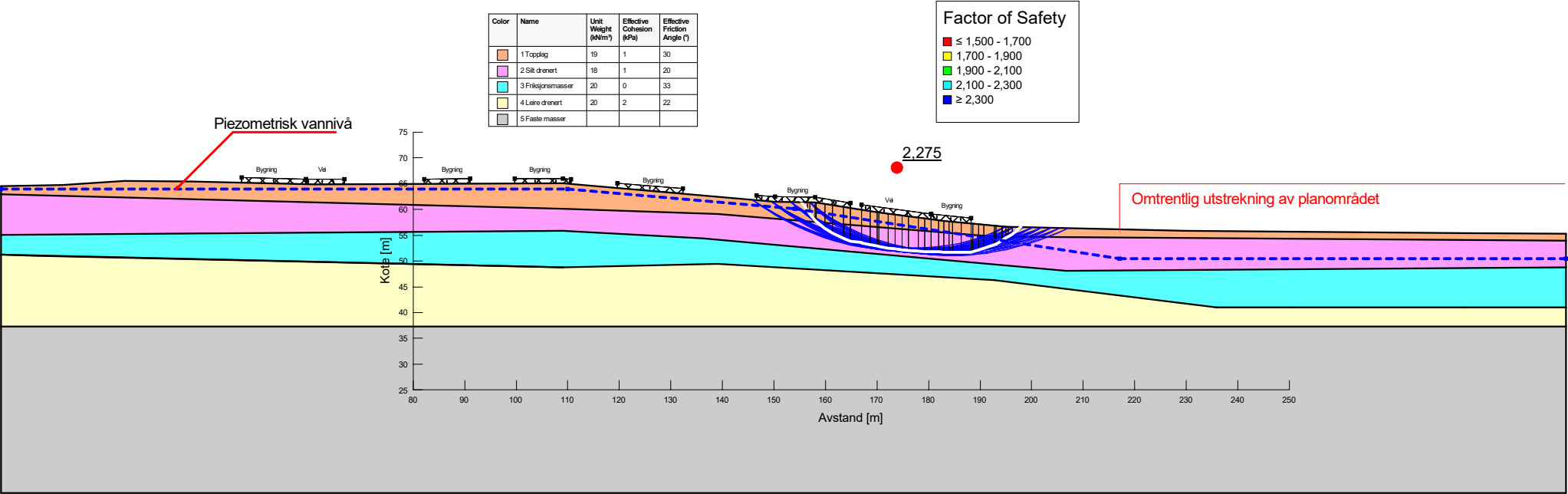
Stabilitetsanalyse

Profil 3, naturlig skråning
Udrenert beregning uten trafikklaster i skråning



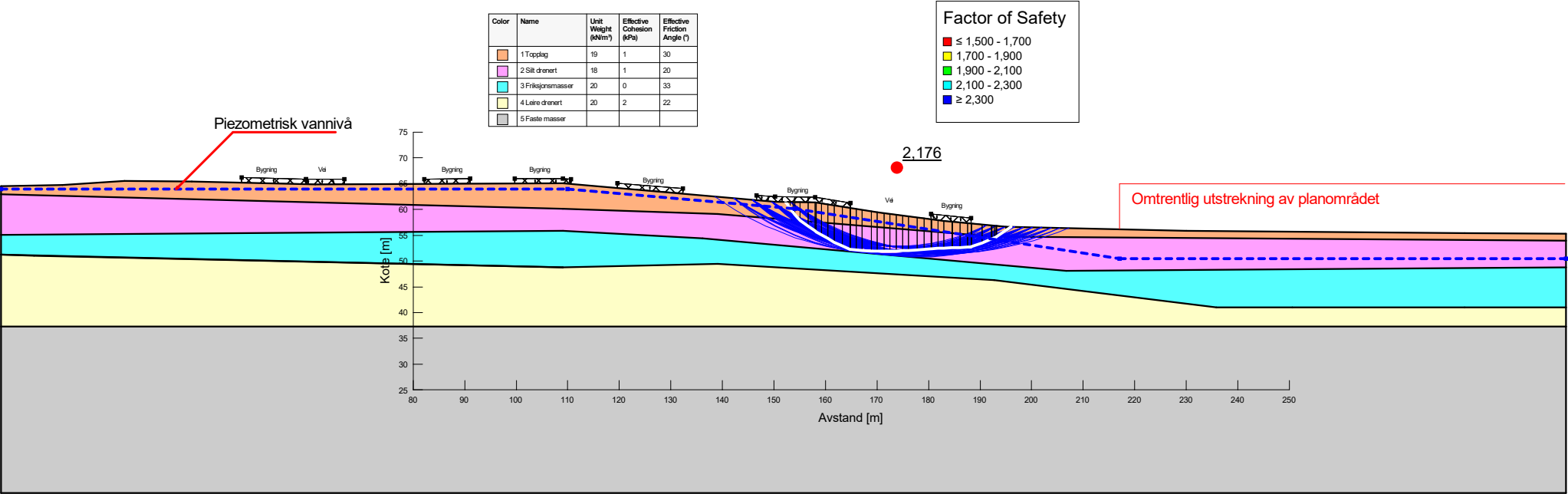
Stabilitetsanalyse

Profil 3, naturlig skråning
Drenert materialoppførsel



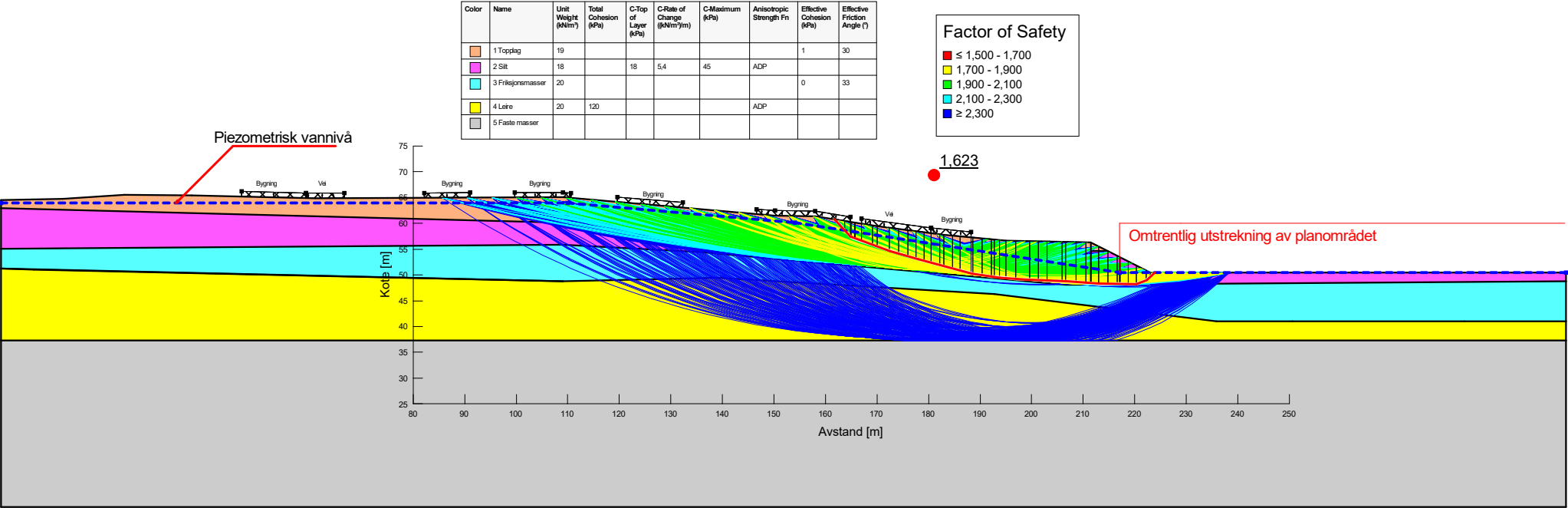
Stabilitetsanalyse

Profil 3, naturlig skråning
Drenert materialoppførsel uten trafikklast i skråning



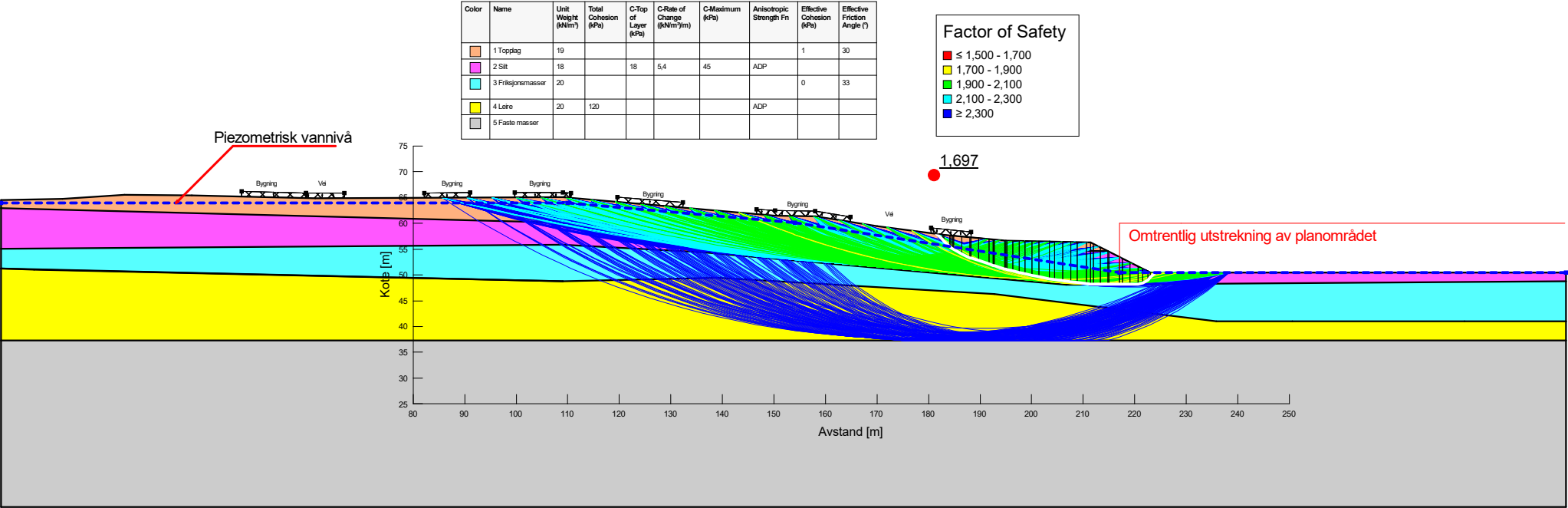
Stabilitetsanalyse

Profil 3, med 1:1,5 byggegrop
Udrenert beregning



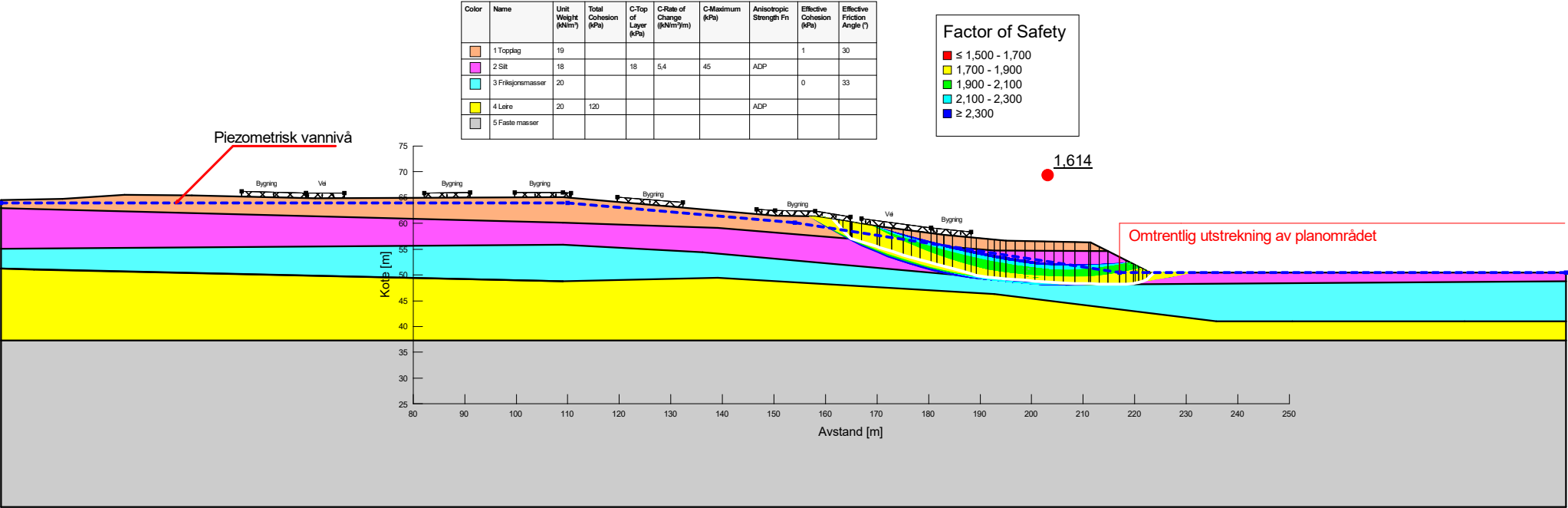
Stabilitetsanalyse

Profil 3, med 1:1,5 byggegrøp
Udrenert beregning uten trafikklaster i skråning



Stabilitetsanalyse

Profil 3, med 1:1,5 byggegrop
Udrenert beregning med økt nøyaktighet rundt kritisk skjærflate



Stabilitetsanalyse

Profil 3, med 1:1,5 byggegrop
Udrenert beregning med senket grunnvannstand

