



Rapport nr.: 1	OMRÅDESTABILITETS VURDERING IHT NVE 1-2019		
Oppdrag/emne	Fosby næringsområde		
Oppdragsgiver	Fosby AS v/ Jon Fosby		
Gnr/bnr.	2085/49, 2085/1, 2085/16, 2085/41, 2085/42, 2086/50, 2086/25, 2086/19, 2086/29 og 2086/31		
Adresse:	Klokkegårdveien 17 Sarpsborg		
Ansvarlig foretak:	Geoteknikk AS		
Utarbeidet av:	Tesfaye K. Tilahun Siv. Ing.(M.Sc.) Geoteknikk	Sign.	
Godkjent av:	Hans Petter Bøckmann Senior Geotekniker	Sign.	
Evt. 3. parts kontroll		Sign.	
Tlf. Geoteknikk AS	(+47) 69 33 33 00		
E-post	hpb@geoteknikk1.no : Hans Petter Bøckmann (Senior Ing.)		
Dato	20.10.2023		
Revisjon:	Nr.6. Rapport revidert i henhold til de gitte kommentarene		

SAMMENDRAG

I forbindelse med planlagt regulering på Gnr./Bnr.: 2085/49, 2085/1/1, 2085/16, 2085/41, 2085/42, 2086/50, 2086/25, 2086/19, 2086/29 og 2086/31 i Sarpsborg kommune, har Geoteknikk AS fått i oppdrag å utarbeide en områdestabilitetsvurdering iht. NVEs kvikkleireveileder 1/2019.

Det stilles krav til en geoteknisk vurdering av grunnforholdene i reguleringsprosessen. I henhold til NVEs regelverk skal vurdering av skredfare skje senest på reguleringsplannivå. Denne rapporten er utført etter NVEs oppdaterte kvikkleireveileder 1/2019.

NVEs kvikkleirekart viser at planlagt byggeområde grenser delvis til et skredutsatt område.

Iht. utførte laboratorieundersøkelser i punkt 3, ble det påvist kvikkleire i dybde 4,6 til 6,6m under terreng.

Det er utført en stabilitetsberegning for den meste kritiske skråning som faller mot øst.

Ifølge utført vurdering og stabilitetsberegning, ble det oppnådd en sikkerhetsfaktor (>1,61) som oppfyller kravet i NVEs kvikkleireveileder 1/2019. Terreng- og områdets stabilitet er tilstrekkelig i tiltaksområdet.

Ut fra beregnet avstand til løснеområdet (L), er planområdet eller/eiendommen er innenfor rasfaresonen dersom utglidning skjer i områdets nærhet. Se figuren under.

Med grunnlag i analysen av områdets topografi og grunnforhold vurderer vi at det ikke er reell fare for områdeskred på tiltaksområdet. Vi anser dermed at kravet i TEK17 §7-3 Sikkerhet mot skred er ivaretatt og utbygging kan derfor utføres uten særskilte tiltak med tanke på områdestabilitet.

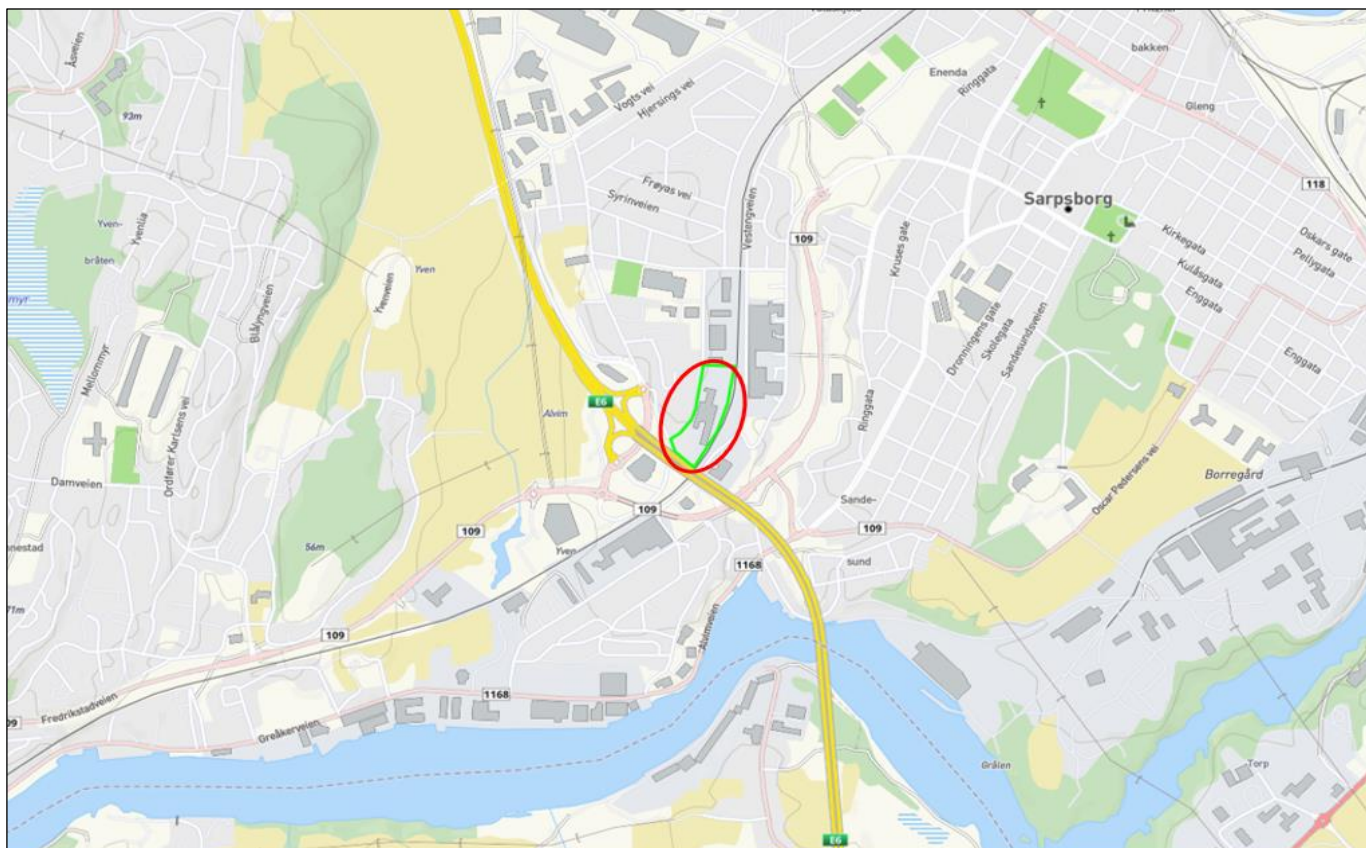
På grunn av påvist kvikkleire med utført feltundersøkelse på eiendommen, bør lokal stabilitet mht. utgraving kontrolleres.

Nærmere gjennomgang fremgår av denne rapport.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	4
1.1 Bakgrunn for prosjektet	4
1.2 Tiltakskategori	5
1.3 Hvilke steg i prosedyren i NVE 1-2019 som er aktuelle	5
2. Regelverk og krav	5
2.1 Relevante regelverk for prosjektet	5
2.1.1 Plan og bygningsloven, pbl § 28-1	5
2.1.2 Sikkerhet mot naturpåkjenninger, TEK17 § 7-3	6
2.1.3 Konstruksjonssikkerhet, TEK17 § 10-2	6
2.1.4 Byggesaksforskriften	6
2.1.5 Veiledninger og standarder	7
2.2 Sikkerhetskrav for planlagt tiltak avhengig av tiltakskategori og soner faregrad	7
3. Grunnlag - identifikasjon av kritiske skråninger og potensielt løснеområde	8
3.1 Topografi	8
3.2 Kvartærgeologisk kart	9
3.3 Flomfare	10
3.4 Oppsummering av tidligere utførte grunnundersøkelser	10
3.5 Identifisering av kritiske skråninger og mulig løśnieområder	11
3.6 Opptegning av potensielt størst mulig løøgneområde	11
4. Befaring	12
4.1 Oppsummering av felt befaringer	12
5. Grunnundersøkelser	12
5.1 Borplan	12
5.2 Grunnforhold	12
5.3 Oppsummering av utførte grunnundersøkelser i forhold til regulerings-saken	15
5.4 Kvalitet på grunnundersøkelser	15
6. Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av faresone	15
6.1 Aktuelle skredmekanismer	15
6.2 Avgrensning av løøgne- og utløpsområde	16
7. Klassifisering av faresone	17
7.1 Klassifisering av ny sone eller reklassifisering av eksisterende sone iht. NVE ekstern rapport 9/2020.	17
8. Kritiske snitt og material parametere	18
8.1 Opptegning av kritiske snitt	18
8.2 Lagdeling og beliggenhet av sprøbruddsmateriale	18
8.3 Laster	18
8.4 Grunnvannstand og poretrykksforhold	18
8.5 Tolkning av konsolideringsforhold	19

8.6 Tolknings av skjærfasthet.....	19
9. Stabilitetsvurdering.....	19
9.1 Stabilitetsvurderinger (drenert og udrenert)	19
9.2 Vurdering av sikringsbehov for ny og for eksisterende bebyggelse dersom aktuelt ..	21
9.3 Stabilitetsvurderinger etter evt. sikringstiltak.....	21
9.4 Volumoverslag av evt. sikringstiltak	21
10. Stabiliserende tiltak.....	21
10.1 Anbefalte stabiliserende tiltak for å øke stabiliteten og hindre erosjon.....	21
10.2 Miljø og landskapspåvirkning.....	21
10.3 Hensyn ved anleggsdrift – faseplaner mv.	21
10.4 Prosjektering, kontroll og oppfølging av tiltak.....	21
11. Konklusjon.....	21
12. Referanser	22
13. Vedlegg 1: Vurderingsprosedyre NVE 1/2019	23
14. Vedlegg 2: Totalsonderinger, CPTu, laboratorieundersøkelser, boreplan og situasjonsplan	26



Figur 1: Området oversikt kart fra gulesider.(www.gulesider.no). Tiltaksområdet vist med den røde sirkelen.[1]

1. Innledning

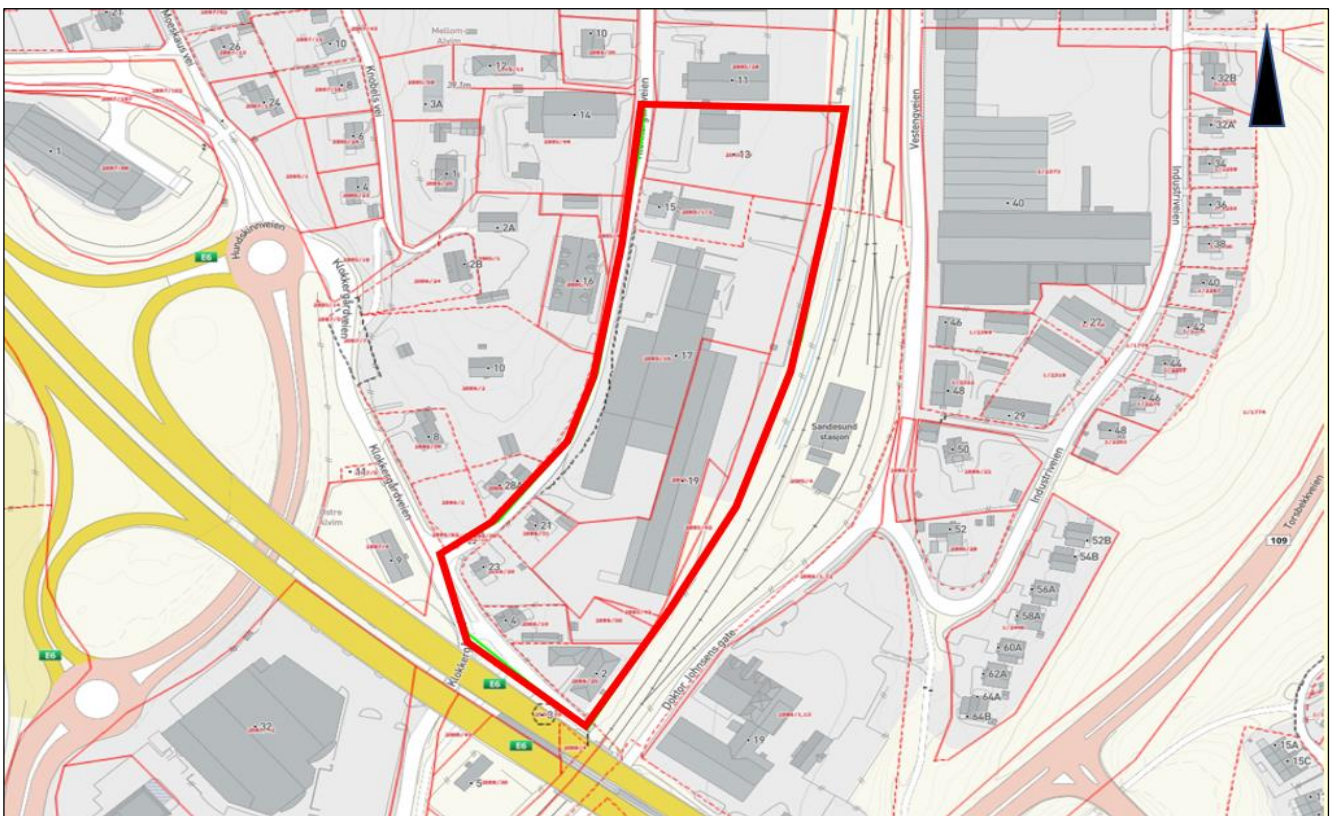
1.1 Bakgrunn for prosjektet

I forbindelse med planlagt utvikling på Gnr./Bnr.: 2085/49, 2085/1/1, 2085/16, 2085/41, 2085/42, 2086/50, 2086/25, 2086/19, 2086/29 og 2086/31 i Sarpsborg kommune (figur 2), har Geoteknikk AS fått i oppdrag med å vurdere stabiliteten i henhold til NVEs kvikkleireveileder 1/2019[2].

Rapporten er basert på:

- Utført geotekniske feltundersøkelser og datarapport fra Geoteknikk AS_datert 24.04.2020 [3]samt nylig utført feltundersøkelser på området og omkring.
- Vurdering av åpne kilder (www.ngu.no, www.skrednett.no)
- Befaring på tiltaksområdet samt andre geotekniske relaterte opplysninger.

Hensikten med planarbeidet er å regulere området til et næringsområde som dekker Fosbys behov på kort og lang sikt. Fosby har behov for nye kontorfasiliteter for sine ansatte, og rammene i gjeldende kommuneplan gjør at dette må avklares gjennom en planprosess. Figur 2 viser planområdets avgrensning med rød linje og situasjonsplan (vedlegg) som omfattes av reguleringen.



Figur 2: Oversikt over området i kart fra www.norgeskart.no Eiendommene markert med den røde linjen.[4]

1.2 Tiltakskategori

Tiltakskategori (iht. NVE 1/2019)[2] vurderes å være **K4**. (Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt nærings- og industribygg).

Tabell 1: Tiltakskategori med eksempler tilhørende type tiltak iht. NVEs veileder 1/2019, tabell 3.2.[2]

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 Massedeponier, 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

1.3 Hvilke steg i prosedyren i NVE 1-2019 som er aktuelle

NVEs kvikkleirekart viser at det planlagte byggeområde grenser delvis til et skredutsatt område i sør og sørøst.

Flere tidligere kartlagte skredutsatt områder er synlig mot sørover. Se figur 3.

Flom og høyere vannstand i lokal området er vurdert senere i rapporten.

2. Regelverk og krav

2.1 Relevante regelverk for prosjektet

2.1.1 Plan og bygningsloven, pbl § 28-1

Følgende er beskrevet i PBL § 28-1 (Plan- og bygningsloven, 2008)[5]:

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.

For grunn som ikke er tilstrekkelig sikker, skal kommunen om nødvendig nedlegge forbud mot opprettelse eller endring av eiendom eller oppføring av byggverk, eller stille særlige krav til byggegrunn, bebyggelse og uteareal.

Departementet kan gi nærmere forskrifter om sikkerhetsnivå og krav til undersøkelser, sikringstiltak for person eller eiendom, dokumentasjon av tiltaket og særskilte sikringstiltak.

2.1.2 Sikkerhet mot naturpåkjenninger, TEK17 § 7-3

Følgende er beskrevet i TEK17 § 7-3 (TEK 17, 2017a)[5]:

- 1) Byggverk hvor konsekvensen av et skred, herunder sekundærvirkninger av skred, er særlig stor, skal ikke plasseres i skredfarlig område.
- 2) For byggverk i skredfareområde skal det fastsettes sikkerhetsklasse for skred etter tabellen under. Byggverk og tilhørende uteareal skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot skred, herunder sekundærvirkninger av skred, slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen ikke overskrider.

Tabell: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Kilde: TEK17 § 7-3 (TEK 17, 2017a)

Sikkerhetsklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S1	liten	1/100
S2	middels	1/1000
S3	stor	1/5000

For områder med fare for kvikkleireskred skal det fastsettes et tilsvarende sikkerhetsnivå.

- 3) Sikkerhetsklasse S1 omfatter også følgende tiltak der tiltaket har liten konsekvens for personsikkerhet og ikke omfatter etablering av ny bruksenhet:
 - a. Ett tilbygg, ett påbygg eller under bygging inntil 50 m² BRA i byggverkets levetid.
 - b. Bruksendring og ombygging inntil 50 m² BRA.

Tredje ledd omfatter ikke tiltak som fører til etablering av virksomhet som inngår i § 7-3 første ledd. Tredje ledd omfatter ikke tiltak som ligger innenfor områder med fare for kvikkleireskred.

2.1.3 Konstruksjonssikkerhet, TEK17 § 10-2

Følgende er beskrevet i TEK17 § 10-2 (TEK 17, 2017b):[5]

- 1) Materialer og produkter i byggverket skal ha slike egenskaper at grunnleggende krav til byggverkets mekaniske motstandsevne og stabilitet blir tilfredsstillt.
- 2) Byggverket skal prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot brudd og tilstrekkelig stivhet og stabilitet for laster som kan oppstå under forutsatt bruk. Kravet gjelder byggverk under utførelse og i endelig tilstand.
- 3) Grunnleggende krav til byggverkets mekaniske motstandsevne og stabilitet, herunder grunnforhold og sikringstiltak under utførelse og i endelig tilstand, kan oppfylles ved prosjektering av konstruksjoner etter Norsk Standard NS-EN 1990 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner og underliggende standarder i serien NS-EN 1991 til NS-EN 1999, med tilhørende nasjonale tillegg.

2.1.4 Byggesaksforskriften

Følgende beskriver hva forskriften skal sikre (Byggesaksforskriften, 2010):

- 1) Godt forberedte søknader og hensiktsmessig oppgave- og ansvarsfordeling
- 2) Effektiv og forsvarlig saksbehandling av byggesaker for å ivareta samfunnsmessige hensyn, herunder god kvalitet i byggverk
- 3) At foretak som opptrer som ansvarlig søker, prosjekterende, utførende eller kontrollerende, har tilstrekkelige kvalifikasjoner til å ivareta kravene gitt i eller med hjemmel i plan- og bygningsloven

- 4) At uavhengig kontroll planlegges, gjennomføres og dokumenteres slik at krav til tiltaket som følger av tillatelser eller bestemmelser gitt i eller med hjemmel i plan- og bygningsloven, er oppfylt
- 5) At det føres effektivt og systematisk tilsyn med at tiltak gjennomføres i samsvar med bestemmelser gitt i eller med hjemmel i plan- og bygningsloven
- 6) At det reageres mot brudd på bestemmelser gitt i eller med hjemmel i plan- og bygningsloven, og at reglene om illeggelse av overtredelsesgebyr praktiseres forsvarlig og ensartet.

2.1.5 Veiledninger og standarder

I denne rapporten er NVE veileder 1/2019[2] og Norsk Standard/Eurokode[6], [7] benyttet.

2.2 Sikkerhetskrav for planlagt tiltak avhengig av tiltakskategori og soners faregrad

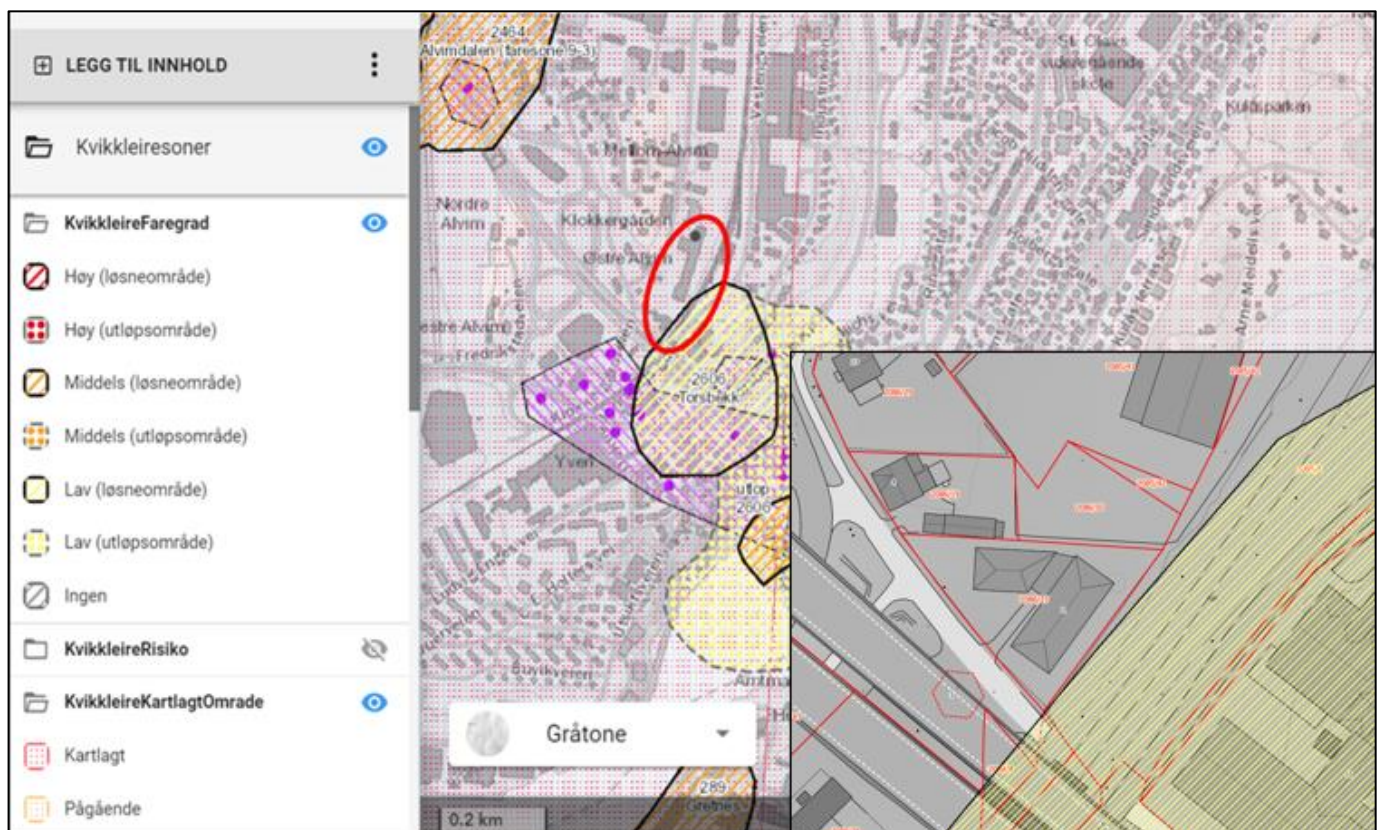
Generelt hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{\phi} \geq 1,25$.

Hvor: f_s er sprøhetsforholdet 1,15 som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.

Kravet til sikkerhet for skrånende terreng være (F) større eller lik $1,61(F_{cu} \times f_s)$ for skråninger på tiltaksområdet, samt på området i nærheten som kan influere på områdestabiliteten.[2]

NVEs kvikkleirekart viser at planlagt byggeområde grenser en tidligere kartlagt faresone for kvikkleireskred i sør/sørøst (figur 3). Faresonen ligger rett utenfor tomtegrensen til tiltaksstedet.

NVEs kvikkleirekart viser at sonene er klassifisert som middels faregrad mot sør-øst og nord-vest for eiendommen som karakterisert med risikoklasse 4.



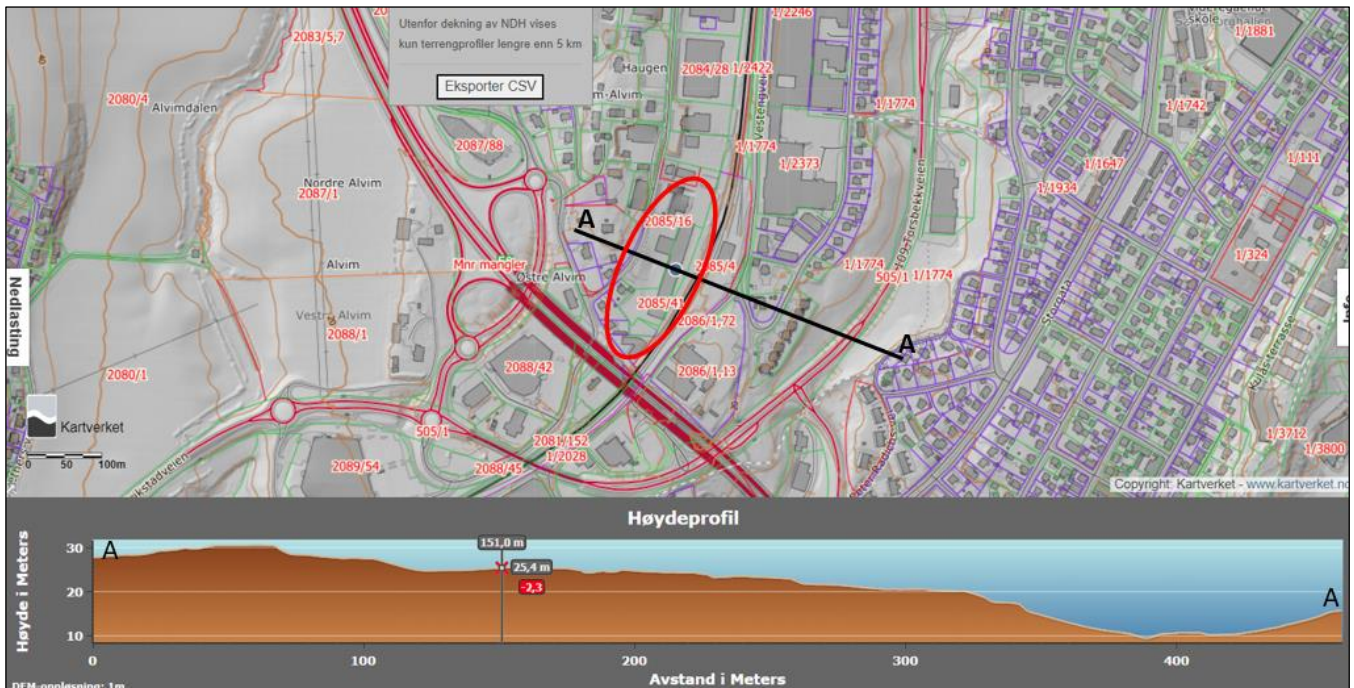
Figur 3: Faresonekart for kvikkleire fra (www.nve.no). Tomteområde er merket med den røde sirkelen.[8]

3. Grunnlag - identifikasjon av kritiske skråninger og potensielt løснеområde

3.1 Topografi

Terrengeprofilen for tiltaksområdet vist i figuren nedenfor bekrefter at tiltaksområdet ligger på kote ca 26 og terrenget faller mot øst til kote på ca 11 moh med høydeforskjell på ca 15m. Det er bart fjell synlig vest for tiltaksområdet. Se figur 6 for oversikt.

Tiltaksområdet ligger hovedsakelig på etablert industriområde i Sarpsborg kommune. Se figur 4 og figur 5 for oversikt over terrenget på tiltaksområdet og omkring.



Figur 4: Topografi med profiler A - A som viser dagens terreng. Kilde: hoydedata.no.[9]



Figur 5. Bilder fra Google-maps viser byggeområdet og omkring.(www.google-map.com).

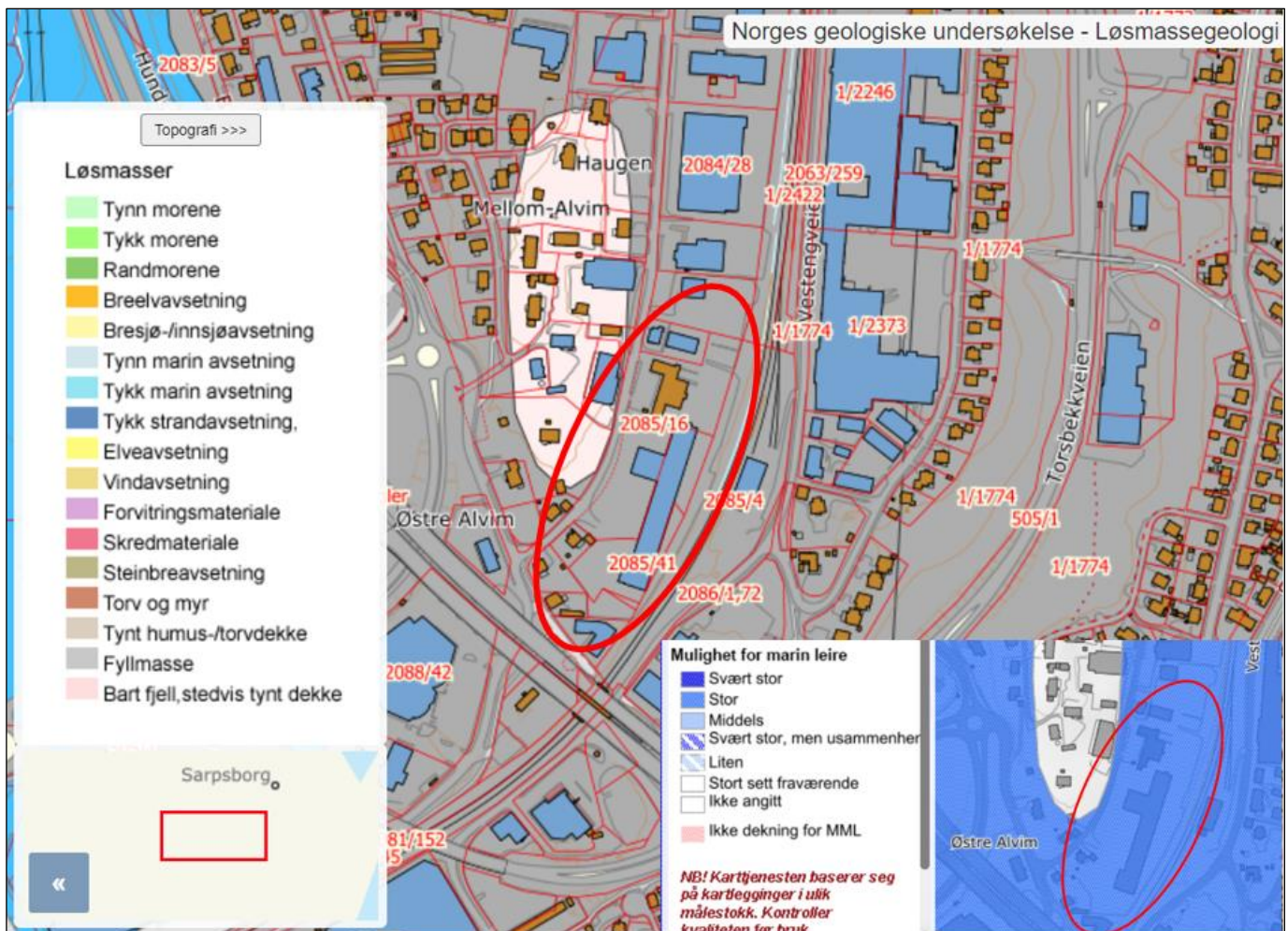
3.2 Kvartærgeologisk kart

NGUs kvartærgeologiske kart indikerer at området er ligger i et område med fyllmasse tilført eller sterkt påvirket av menneskers aktivitet, vesentlig i urbane områder.

Tykk marine avsetninger er også påvist nord-vest og sør-vestlig retninger for eiendommen. Avsetninger angitt som finkornige bestående av leire med mektighet fra 0.5 m til flere ti-tall meter. Det er mulighet for å finne denne tykke marin avsetning under den eksisterende fyllmasse.

Kvartærgeologiske kartet påvist berg i kort avstand mot vest og nordvest for eiendommen. Se figuren under.

Marin grense i området er ca. 190 moh og eiendommen ligger i et område med stor mulighet for marin leire. (figur 7).

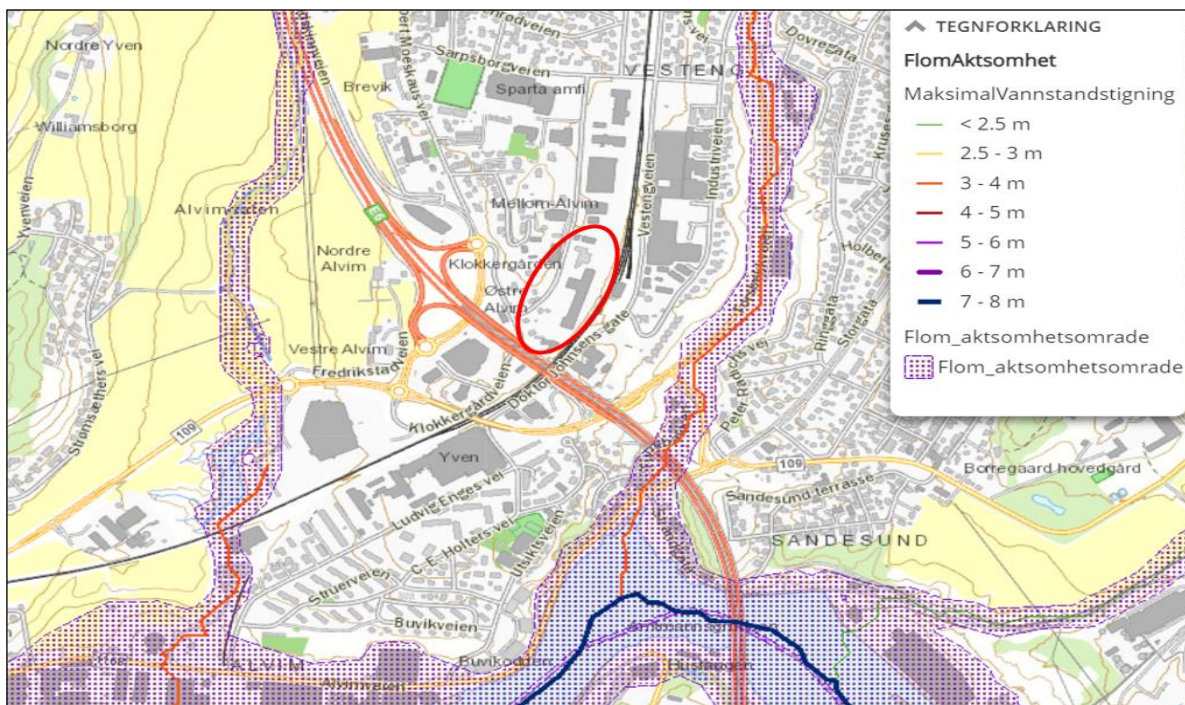


Figur 6: Oversikt over løsmasser på og rundt tiltaksområdet. Kilde: www.ngu.no. [10]

3.3 Flomfare

Nybygg skal iht. TEK 17 §7 plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger. Kapittel 7 i Byggeteknisk forskrift (TEK 17) krever sikkerhet mot naturpåkjenninger, herunder sikkerhet mot flomstormflo og skred. [5]

Ifølge kart fra NVE ligger området ikke innenfor en faresone eller aktsomhetsone for flom, skred eller sikkerhetsone for erosjon (figur 8).



Figur 7: NVE-aktsomhetsområde for flom og skred. Den røde sirkelen indikerer aktuelt område. Kilde: nve.no.[11]

3.4 Oppsummering av tidligere utførte grunnundersøkelser

Iht. NADAG database[12], er flere geotekniske undersøkelser utført i kort avstand rundt tiltaksstedet. Se figur 7.



Figur 7: NADAG-databasen som viser tidligere utførte feltundersøkelser i nærheten av området. [12]

3.5 Identifisering av kritiske skråninger og mulig løsneområder

NVEs kvikkleirekart[8] viser at det planlagte byggeområde grenser til et skredutsatt område mot sør/sørøst. Flere tidligere kartlagte skredutsatte områder er synlig mot sørøst. Se kapittel 2.2 for oversikt.

Følgende kritisk terreng er identifisert som aktsomhets for mulig løsne- og utløpsområde som antatt berører planområdet.

Potensielle løsneområder ligger innenfor $15 \times H$ regnet fra bunn skrånning og bakover. Total høydeforskjell fra Torsbekkdalen og opp til planområdet er ifølge Høyhededata ca. 15 meter. Det gir en avstand på $15 \times 15 = 225\text{m}$.

Følgende kritisk terreng er identifisert som aktsomhets for mulig løsneområde som berører planområdet.

Se kapittel 6 for detaljert vurdering av valgt kritiske skrånningen.

3.6 Opptegning av potensielt størst mulig løsneområde

Det nærmeste potensielt mulig løsneområdet vurdert. Se figuren under.

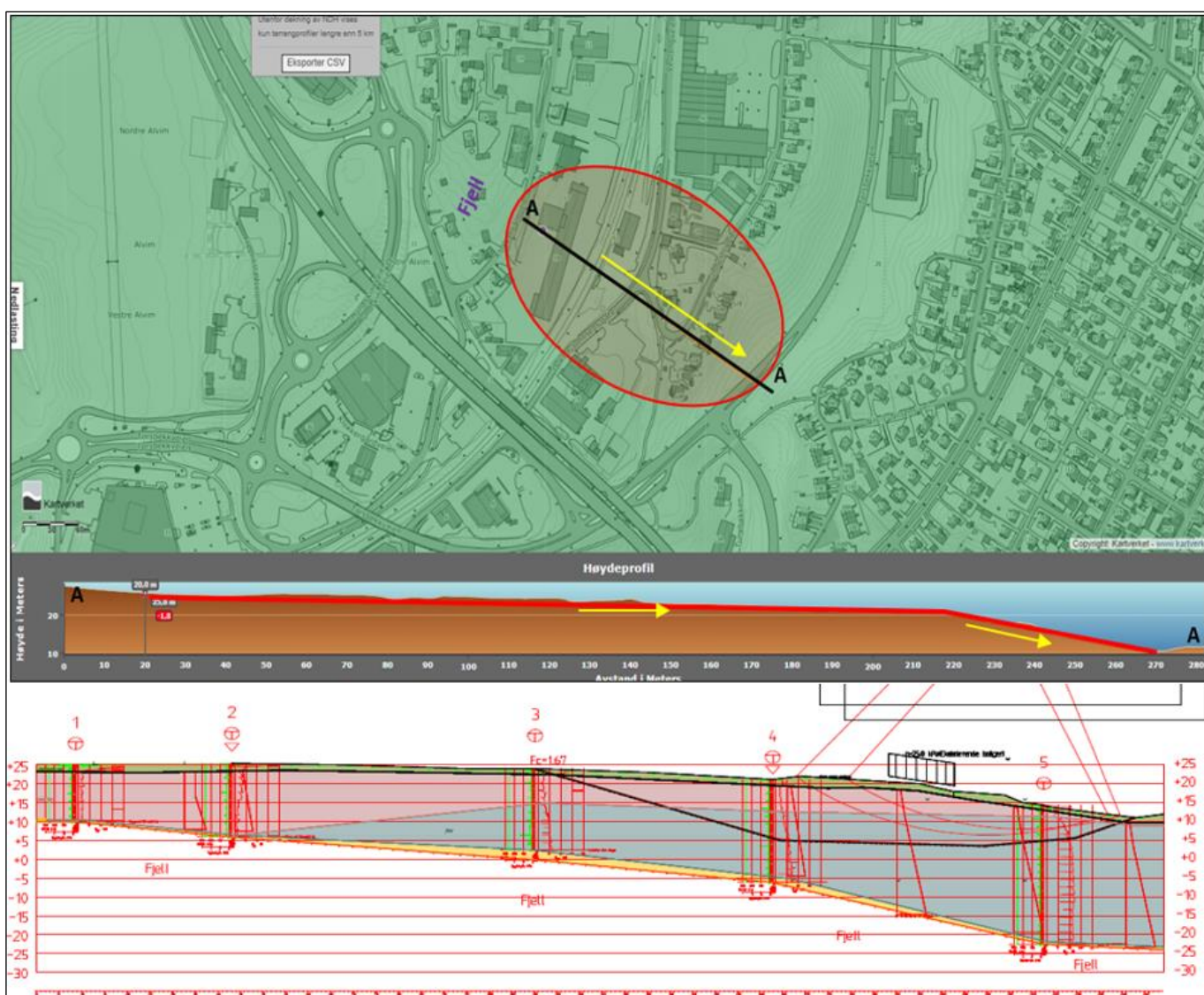


Fig 8. Plassering av profil A-A for å vurdere skredmekanisme.

4. Befaring

4.1 Oppsummering av felt befaringer

Etter utført befaring på området, er det ingen synlig inngrep (i terreng) som kan ha betydning for stabiliteten. Området er i hovedsak utviklet for industri/næringsformål.

Utført befaring på området også bekreftet at området vest for planområdet stort sett består av fast berg i dagen. Alt av bygninger i dette området er fundamentert på fast berg.

Terrengformasjon med skråning ned mot Torsbekkdalen sammenfaller med tolket resultat fra høydedata.no.

Se figur 5 i kapittel 3.1 for oversikt over eiendommen og omkring.

5. Grunnundersøkelser

5.1 Borplan

De gjennomførte totalsonderinger og CPTu, samt prøvetaking på eiendommen[3]. Se figuren under som dokumenterer plasseringen av utførte feltundersøkelser på eiendommen. Se figuren under for oversikt over utførte feltundersøkelser på området.

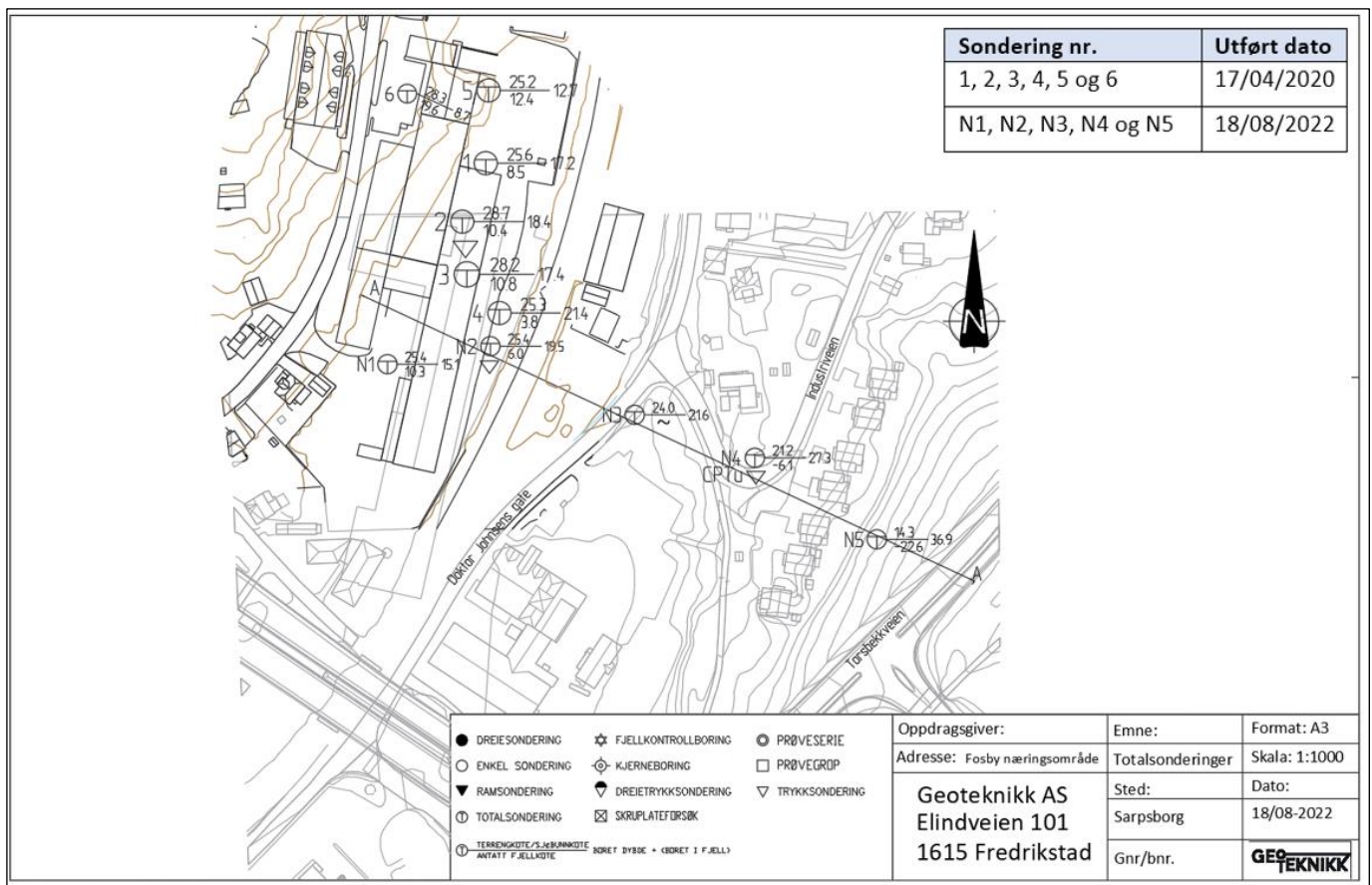


Fig. 9. Boreplan med utførte feltundersøkelser på området.[3]

5.2 Grunnforhold

Utførte feltundersøkelser av Norsk Grunnboring AS[13] i området bestående av[3]:

- 11 stk. totalsonderinger for å finne dybde til fjell, samt få informasjon om relativ lagringsfasthet i massene.
- 3 stk CPTu sondering på pkt 2, N2 og N4 for å bedømme lagdeling, jordart, og leirens fasthet og deformasjonsegenskapet.

- Opptak av 54 mm prøveserier fra pkt. 3 med uforstyrrede leirprøver for analyse. Analyse av prøveserien er foretatt i laboratoriet til Multiconsult Oslo.(Fig 13).

Ifølge beskrivelse fra boreoperatørene i Norsk Grunnboring er følgende notater gjort under boreprosessen på alle 11 borpunktene:

Punkt #	Prøve dybde(m)	Beskrivelse /kommentarer
1	0-0,8	-Asfalt stein fylling
	0,8-14,8	-Siltig leire
	14,8-15	-Grusig stein
	15-15,6	-Siltig leire
	15,6-17,2	-Grus silt stein- antatt fjell
2	0-0,6	-Sandig leire, fast
	0,6-15,8	-Siltig leire, bløt
	15,8-18,3	-Leire silt grusig -antatt fjell
3	0-0,8	-Sandig leire, fast
	0,8-17,2	-Siltig leire, bløt
	17,2-17,3	-Grus -antatt fjell
4	0-0,8	-Sand/grus og leire
	0,8-20,8	-Leire og silt bløt
	20,8-21,3	-Grus silt og antatt fjell
5	0-0,6	-Leire grus og stein
	0,6-12,5	-Siltig leire
	12,5-12,7	-Grus og antatt fjell
6	0-0,7	-Jord leire grusig
	0,7-8,3	-Leire, fast
	8,3-8,6	-Grusig og antatt fjell
Nylig utført sonderinger ifm. stabilitetsvurdering av nærmeste skråning mot øst.		
N1	0-2	-Jord/grusig/sandig(<i>det ble brukt økt rotasjon for å komme seg gjennom laget</i>)
	2-14,5	-Siltig sandig leire, bløt
	14,5-15	-Grus
	15-	-Sondering avsluttet på antatt fjell i dybde på ca 15m
N2	0-2	-Jord/grusig/sandig(<i>det ble brukt økt rotasjon for å komme seg gjennom laget</i>)
	2-19	-Siltig sandig leire, bløt
	19-19,5	-Grus
	19,5-	-Sondering avsluttet på antatt fjell i dybde på ca 19,5m.
N3	0-2	-Jord/sandig
	2-9	-Siltig sandig leire, bløt
	9-22	-Siltig leire. Sondering avsluttet uten å treffe fast masser/fjell i dybde på ca 22m.
N4	0-2	-Jord/sandig
	2-10	-Siltig leire, bløt
	10-27	-Siltig leire
	27-27,5	-Grusig
	27,5-	-Sondering avsluttet på antatt fjell i dybde på ca 27,5m.
N5	0-1	-Jord/sandig
	1-3	-Siltig leire, bløt
	3-37	-Siltig leire
	37-	-Sondering avsluttet på antatt fjell i dybde på ca 37m.

Fig 10. Jordbeskrivelse basert på felt undersøkelser. Se vedlagt tolket sonderinger for oversikt.

Samtlige gjennomførte totalsonderinger ble alle avsluttet på antatt fjell i dybde på ca. fra 8,6 m til 37 m under dagens terreng. I henhold til utført totalsonderingene består massene av stort sett av bløt siltig leire ned til ca. 37m fra dagens terreng. Nylyt utført sondering på pkt N3 avsluttet uten å treffe fast masser/fjell. Utførte totalsonderinger viser veldig lav materkraft, noe som tilsier kvikk/sprøbrudd materialer.

Tolkning av CPTu:

De utførte CPTu-sonderingene oppsummert som følger: Se vedlagt resultater for generell oversikt.

CPTu #	Su(kPa)	M(MPa)	Ø(°)	OCR()
2	18kPa til 40kPa(1,5m til 13,5m)	2,5MPa (gjennomsnitt)	24°(1,8 til 3,5m)	>3(1,8 til 10m) 1(under 10m)
N2	24kPa(1m til 6m) 24kPa til 48kPa(6m til 15m)	5MP (gjennomsnitt)	33 til 20°(1-8m) 30°(8 til 15m)	1 til 4m >3 OC-leire 4 til 6m(1,5) 6 til 15m(1) NC-leire
N4	8kPa til 30kPa(2m til 11,5m)	1,5MPa (gjennomsnitt)	11°(2 til 4,7m) 16°(4,7 til 11,5m)	>3(2 til 4,5m) <1(under 4,5m)

Fig 11. Oppsummert tolket CPTu undersøkelser.(Se vedlagt tolket CPTu for mer oversikt).

Se vedlagt tolket CPTu og laboratorieresultater for oversikt over tolket skjærstyrke parameter.

De utførte laboratorieundersøkelser oppsummert som følger:

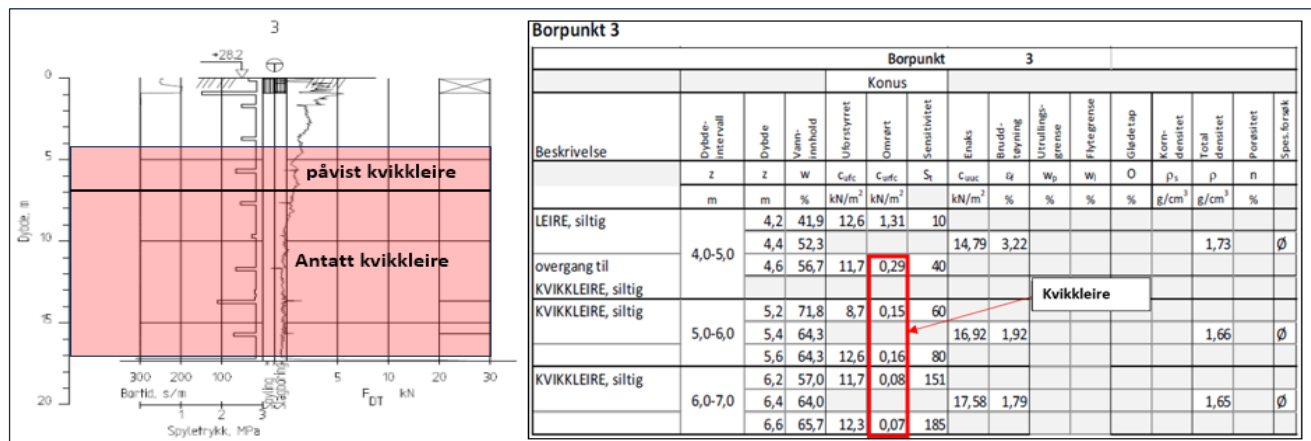


Fig 12. Totalsondering i borpunkt 3 med resultater fra lab. Rødt felt markerer kvikkleire påvist i laboratorieforsøk.

Basert på prøveserien i borpunkt 3, må det altså antas at det er kvikkleire i dybden. I tillegg til påvist kvikkleire i dybde ca 4 til 7m, antas det kvikkleire fra 7m nedover.

Iht utført laboratorieundersøkelser i punkt 3, ble det påvist kvikkleire fra dybde 4,6 til 6,6 m under terreng.

Multiconsult laboratorie utfører sine undersøkelser etter ISO 17892-6. Ifølge NVE kvikkleireveileder 01/2019, skal omrørt skjærstyrke <0,69 kPa vurderes som kvikkleire.

Tabellen ovenfor viser at det er siltig leire med vanninnhold w fra 41,9% til 71,8% som hovedsakelig tilhører over normal sjiktet av hva som er naturlig vanninnhold i norske leirer (25-45%). Leire med høyt vanninnhold vil være setningsgivende ved på lastning. [14].

Udrenert skjærstyrke er målt til å ligge fra 8,70 kPa (uomrørt konus) til 17,6 kPa (enaks) i dybde fra 4,4 til 6,6m som tilhører bløt leire. Se figur 14 for Betegnelsen av leire ut fra udrenert skjærstyrke og sensitivitet.

Sensitivitet S_t ligger mellom 10 til 185. Iht. SVV betegnelsen av leire, er massene tilhører middels til meget sensitiv. Densitet ligger fra 16 til 17kN/m³.

Betegnelse	Sensitivitet S_t	Leirtype	c_{ut} kN/m ²
Lite sensitiv	< 8	Bløt	< 25
Middels sensitiv	8 - 30	Middels fast	25 - 50
Meget sensitiv	> 30	Fast	> 50

(a) (b)

Fig 13. Betegnelsen av leire ut fra sensitiviteten(a) og udrenertskjærstyrke (b). SVV håndbok V220[14]

5.3 Oppsummering av utførte grunnundersøkelser i forhold til reguleringssaken

Samtlige gjennomførte totalsonderinger ble alle avsluttet på antatt fjell i dybde fra 8,5m til 37m under dagens terreng. I henhold til utført felt- og laboratorieundersøkelsen består massene av stort sett bløt siltig leire ned til ca 37m under 1 til 2m jord/grusig sandig masser.

Utførte totalsonderinger viser veldig lav materkraft, noe som tilsier kvikkleire. Utførte laboratorietester viser at leirens udrenerte skjærkraft variere i dybden.

Iht. utført enaksialforsøk i borpunkt 3, gjennomsnitt udrenert skjærfasthet er 14,8kPa til 17.5kpa i forskjellige dyp fra 4m til 7m under terreng som viser bløt leire med lav skjærstyrke.

I henhold til utførte laboratorieanalyser, er det påvist kvikkleire i dybde på ca fra 4,6 til 6,6m under terreng. Se figur 12.

5.4 Kvalitet på grunnundersøkelser

Kvaliteten på de undersøkelser som er gjennomført av Geoteknikk AS i forbindelse med planlagt tiltak vurderes som tilfredsstillende og iht. NS8020-1:2016(58) [kvalifisert personell] og for øvrig:

Totalsonderinger iht. NGF meld. Nr. 9

Trykksondering CPTu iht. NGF meld nr. 5

Prøvetaking iht. NGF meld nr. 11

Laboratorieundersøkelser av Multiconsult iht Norsk standard NS 8000-serien og NS-EN ISO 17892.

6. Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av faresone

6.1 Aktuelle skredmekanismer

Skredmekanisme er avgjørende for størrelsen på løsne- og utløpsområdet: Vil et initialscred utløse et retrogressiv skred, eller vil det kunne gå et flakscred eller rotasjonsscred.

Iht. NVEs kvikkleire veileder 1/2019 kapittel 4.5.1 «Metodikk for vurdering av skredmekanismemetodene»

Vurdering av aktuell skredmekanisme forutsetter informasjon om løsmassetypen og lagdeling, sprøbruddmaterialets omrørte fasthet, $c_{u,r}$. (bestemt fra laboratorieundersøkelser på opptatte prøver).

Basert på utførte laboratorieundersøkelser er omrørt skjærstyrken under dybde 4,6m mindre enn 1kpa eller iht. ISO17892 <0,69 kPa. Se figur 12 ovenfor.

I henhold til NVEs veileder 01/2019 flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme, aktuelle skredmekanismen tilhører retrogressivt.



Figur 14. Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme for profil A-A.[2]

Ut fra de øvrige sonderingene i området, er det for profil A-A antatt en total skråningshøyde på ca 15m og en kvikkleiremektighet fra $0,25 \cdot H$ og opp til 15 meter under terreng.

En konservativ antakelse medfører derfor en mulig mektighet på kvikkleira på ca. 4,5m, noe som igjen medfører et b/D-forhold på godt over 40%. I dette tilfellet er det tatt hensyn til b/D forholdet langs 1:15 linjen under skråningstopp, og må følgelig ses på som konservativ.

I det mulige løsneområdet vurderes det til at skredmekanisme vil være retrogressivt skred.

6.2 Avgrensning av løsne- og utløpsområde

Siden det er gjennomført grunnundersøkelser på reguleringsområdet, er skredmekanisme og følgelig løsneområde definert øst for tiltaksområdet langs skråningen. Se figuren under. Løsneområdet er avgrenset som retrogressivt skredmekanisme.

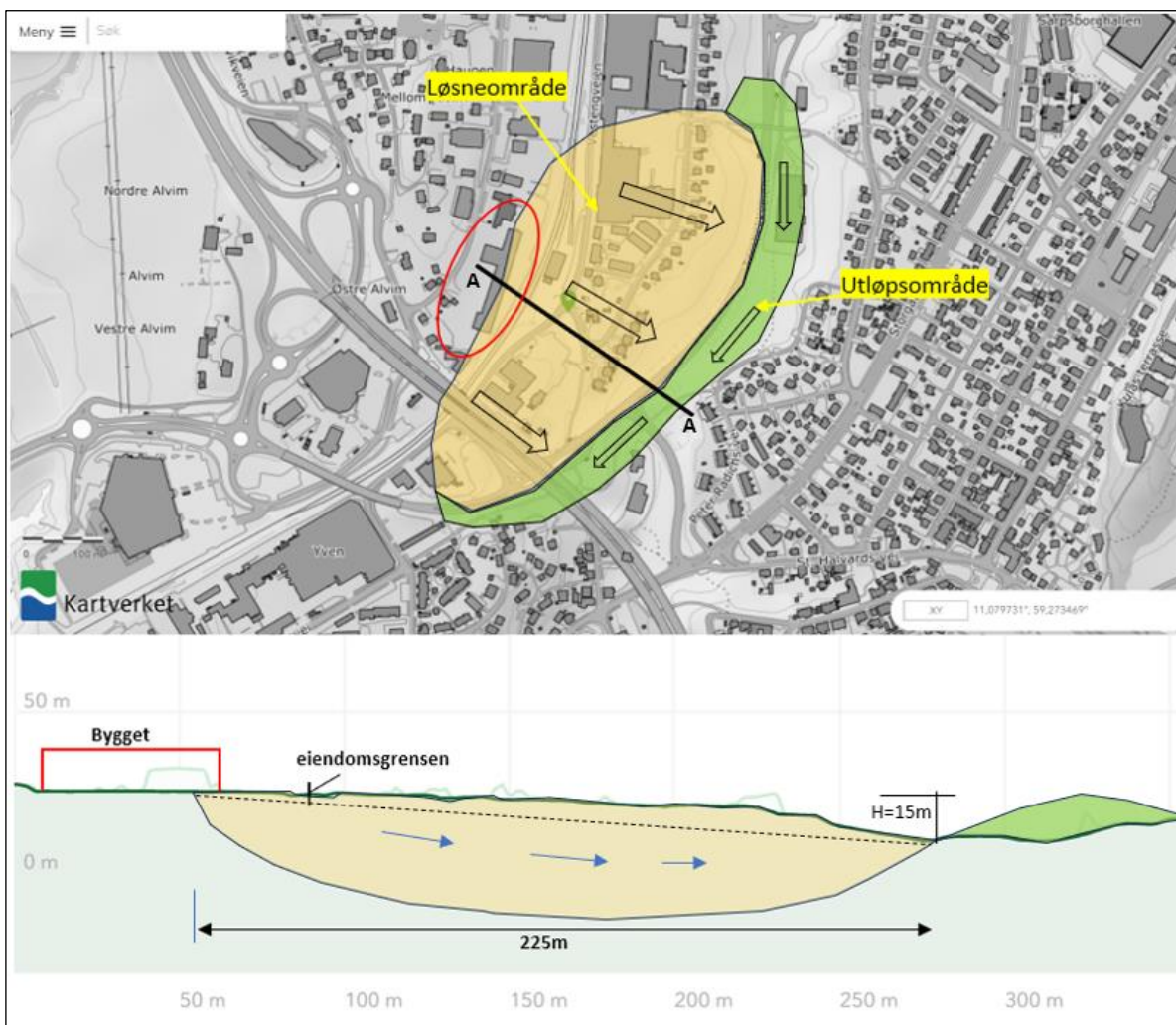
Det vurderes derfor som mest hensiktsmessig å avgrense sonen hovedsakelig mot øst, nordøst og sørøst basert på eksisterende grunnlag.

Lengden ($L = 15 \times H = 15 \times 15 = 225\text{m}$, løsne lengde) bakover fra foten av skråningen er definert. Dette antas som en konservativ fremgangsmåte for å kartlegge løsneområdet.

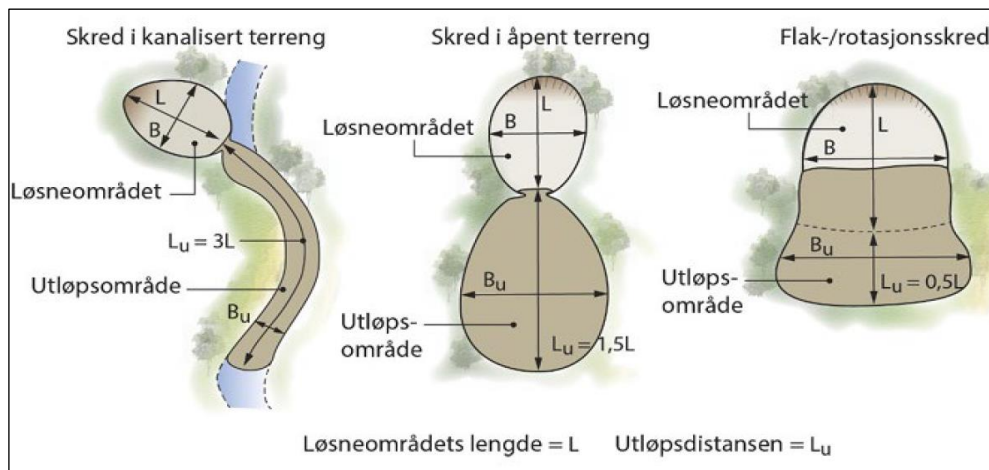
Detaljert stabilitetsvurdering utført på skråningen mot øst. Se figuren under for oversikt over utførte avgrensingen på området.

Avgrensning av utløpsområde er gjort iht. figuren under for skred i kanalisert terreng. Utløpsdistansen L_u er beregnet som 3 ganger lengden på løsneområdet. Se figur 16.

Ut fra beregnet avstand til løsneområdet (L), er planområdet/eiendommen innenfor rasfaresonen dersom utglidning skjer i områdets nærhet. Se figuren under.



Figur 15: Løsne- og utløpsområde, retrogressivt skred.



Figur 16: Figur for vurdering av utløpsdistanse. Hentet NVE veilederen 01/2019.[2]

7. Klassifisering av faresone

7.1 Klassifisering av ny sone eller reklassifisering av eksisterende sone iht. NVE ekstern rapport 9/2020.

Området skal klassifiseres med faregrad. Det gjøres med en kvalitativ metode, som baserer seg på poengverdier, beskrevet i NGI-rapporten fra 2001.[15]

Faregraden er vurdert med utgangspunkt topografi og hydrologi i området. Konsekvens er evaluert med utgangspunkt i bebyggelse, konstruksjoner og infrastruktur innenfor sonen. Risikoklassen er en funksjon av faregrad og konsekvens. Det er fem risikoklasser, der 5 er høyeste nivå.

Skadekonsekvensvurdering:

I forbindelse med faresoneevalueringen er det gjort en egen vurdering av skadekonsekvens for skred i området. Denne fremkommer i tabellen under.

Poengsummen funnet i vurderingen er 27 av 45, som tilsvarer 60% av maksimal poengsum. Iht skadekonsekvensvurdering er planområdet plassert i skadekonsekvensklasse meget alvorlig.

Tabell for evaluering skadekonsekvens: 23 - 45(meget alvorlig) 7 - 22(Alvorlig) 0 - 6(Mindre alvorlig)								
Faktorer	Vektall	Konsekvens, score				Poeng	Score	Kommentar
		3	2	1	0			
Boligheter, antall	4	Tett >5	Spredt >5	Spredt <5	Ingen	3	12	
Næringsbygg, personer	3	> 50	10-50	<10	Ingen	3	9	
Annen Bebyggelse	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0	0	
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	3	6	
Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen	0	0	
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	0	0	
Oppdemming flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	0	0	
Sum poeng		45	30	15	0		27	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0		60,0 %	

Fig 17. Skadekonsekvensvurdering av området.[15]

Faresonevurdering:

Tabellen under viser faresoneevalueringen for sonen. Den gir en poengsum på 9 av 51, som tilsvarer faregradsklasse lav og en prosentandel på 17,6% av maksimal poengsum.

Tabell for evaluering av faregrad, fra ref. /2/. 0-17 poeng gir lav faregrad, 18-25 poeng gir middels og 26-51 poeng høy faregrad.								
Faktorer	Vekttall	Faregrad, score				Poeng	Score	Kommentar
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	2	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	Ingen registrerte skred fra tidligere i området.
Skråningshøyde	1	>30	20-30	15-20	<15	1	1	Total høydeforskjell innenfor området er ca 15m
Tidligere nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	1	2	Litt til middels overkonsolidert
Poretrykk, overtrykk	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0	0	Hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk	0	0	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	> H/2	H/2- H/4	> H/4	Tynt lag	2	4	
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	< 20	2	2	
Erosjon	3	Aktiv/Glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen erosjon skjer
Inngrep, forverring	3	Stor	noe	Liten	Ingen	0	0	
Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	
Sum		51	34	17	0		9	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		17,6 %	

Fig 18. Faresoneevalueringen av området. [15]

Risikoklasse

Risiko er lik skadekonsekvens multiplisert med faregrad. Tallverdien for risiko er definert som produktet av %-tallet for skadekonsekvens og faregrad som angitt over. Det er 5 risikoklasser:

- Risikoklasse 1 omfatter soner med tallverdi fra 0 til 170
- Risikoklasse 2 omfatter soner med tallverdi fra 171 til 630
- Risikoklasse 3 omfatter soner med tallverdi fra 631 til 1 900
- Risikoklasse 4 omfatter soner med tallverdi fra 1901 til 3 200
- Risikoklasse 5 omfatter soner med tallverdi fra 3201 til 10 000

Kvikkleiresonen får poengsummen $60 \times 17,6 = 1056$. Sonen plasseres dermed i risikoklasse 3.

8. Kritiske snitt og material parametere**8.1 Opptegning av kritiske snitt**

Se kapittel 3.6 for generell oversikt over terreng.

8.2 Lagdeling og beliggenhet av sprøbruddsmateriale

Se kapitel 5.2 for oversikt over lagdelingen.

8.3 Laster

Ikke relevant ifm. reguleringsplanen, men vil aktualiseres når bygninger skal etableres.

Med utført stabilitetsberegningen, er det brukt 30kPa for eksisterende boliger nær skråningen.

8.4 Grunnvannstand og poretrykksforhold

Grunnvannsnivå ble ikke målt på eiendommen.

Iht. området topografi forhold og utførte feltundersøkelser på eiendommen, er grunnvannsnivå antatt på ca. 1,5 til 2m under terreng. Det vil være variasjoner i grunnvannstanden avhengig av årstid og nedbørsforhold.

8.5 Tolkning av konsolideringsforhold

Området er antatt litt til middels overkonsolidert da marin grense og tidligere vannstand var på ca 190moh.

8.6 Tolkning av skjærfasthet

Iht utført laboratorieundersøkelser i punkt 3, ble det påvist kvikkleire i dybde 4,6 til 6,6m under terreng. Multiconsult laboratorie utfører sine undersøkelser etter ISO 17892-6. Ifølge NVE kvikkleireveileder 01/2019, skal omrørt skjærstyrke $< 0,69$ kPa vurderes som kvikkleire.

Udrenert skjærstyrke er målt til å ligge fra 8,70kPa(uomrørt) til 17,6kPa(enaks) i dybde fra 4,4 til 6,6m som tilhører bløt leire.

Iht. betegnelsen av leire ut fra udrenert skjærstyrke og sensitivitet, massene kan vurderes som bløt masser etter bedømmelse av Su.[14]

9. Stabilitetsvurdering

9.1 Stabilitetsvurderinger (drenert og udrenert)

Iht NVE veileder 01/2019 kapittel 3.3.7[2], det anbefaler at en skråning vurderes som upåvirket av tiltaket så lenge det ikke bygges i eller nært skråningen, det vil si at skråningen ligger utenfor influensområdet til tiltaket.

Det er utført en stabilitetsberegning med eksisterende boliger for den meste kritiske skråning som faller mot øst.(Se figur 19).

Følgende stabilitetsberegning er utført med bruk av GeoSuite versjon 16.1.3.0.[16]

Basert på utført beregning oppnås følgende resultat:

Valgt profil	Beregningstype	Oppnådd sikkerhetsfaktor(SF)	Merknader
Profil A-A	Su (udrenert analyse)	1,64	-
	a-ø (drenert analyse)	1,69	-
	Sammensatte glideflater	1,67	-

Iht utført beregningen, fikk en sikkerhetsfaktor som oppfylder kravet for skråninger på tiltaksområdet, samt på området i nærheten som kan influere på områdestabiliteten.($> 1,61$).

Terreng- og områdestabilitet er tilstrekkelig i tiltaksområdet. Se figuren under for mer oversikt over brukte parametere, valgt kritisk profil og beregningsresultater.

Byggeområdet ligger i en avstand ca 141m fra skråningen som ligger øst og nordøst for eiendommen. Ifølge NVE 01/2019, dersom det planlagte bygget/prosjektet ligger i en avstand på mer enn $2H$ (*hvor H, er skråningshøyden*) fra skrånende terreng, kan det vurderes som utenfor influensområdet. Uansett er denne skråningen kontrollert for stabilitet og oppfylder kravene godt.

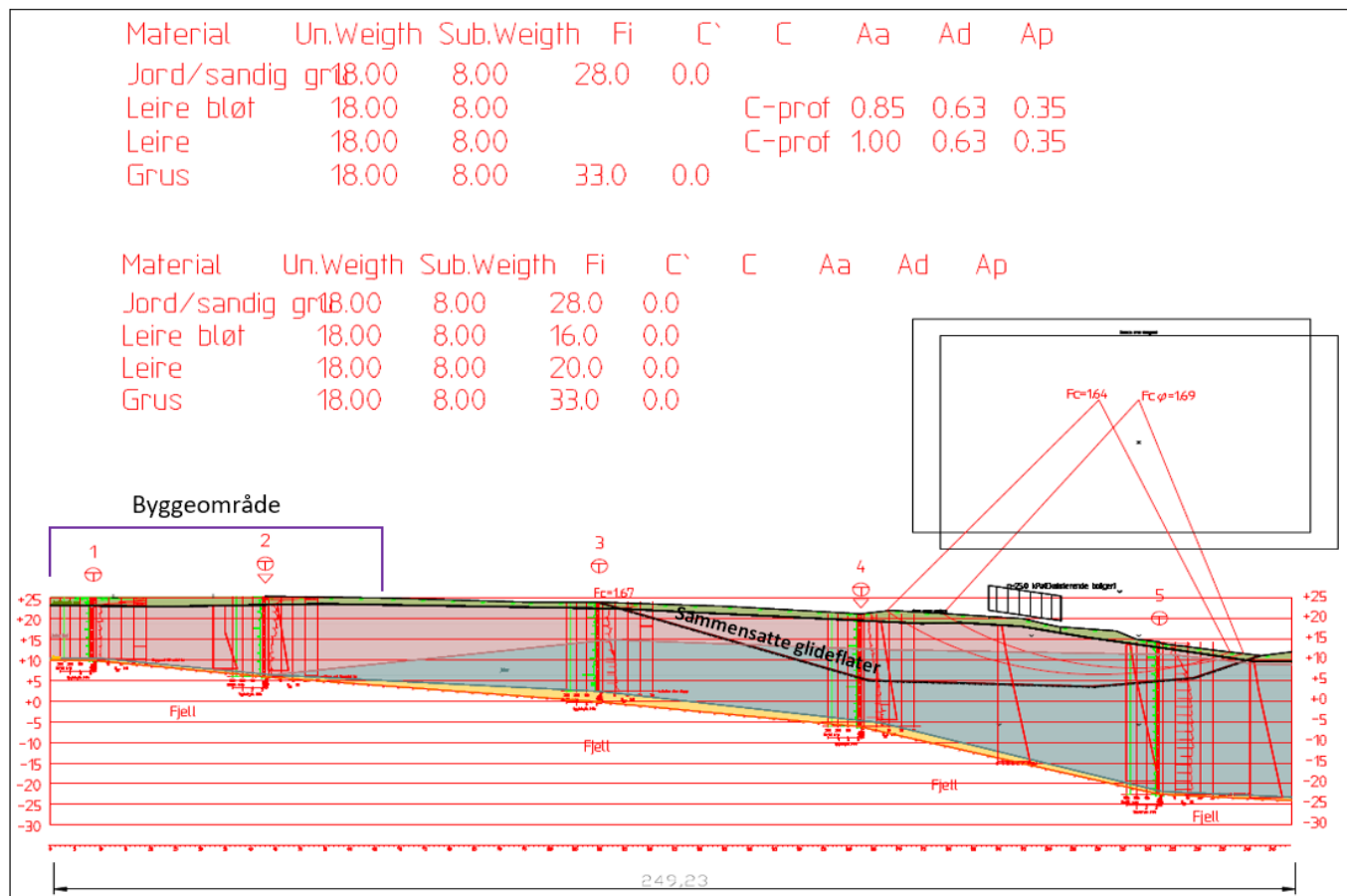


Fig 19. Stabilitetsberegning med eksisterende bygget. (Profil A-A).

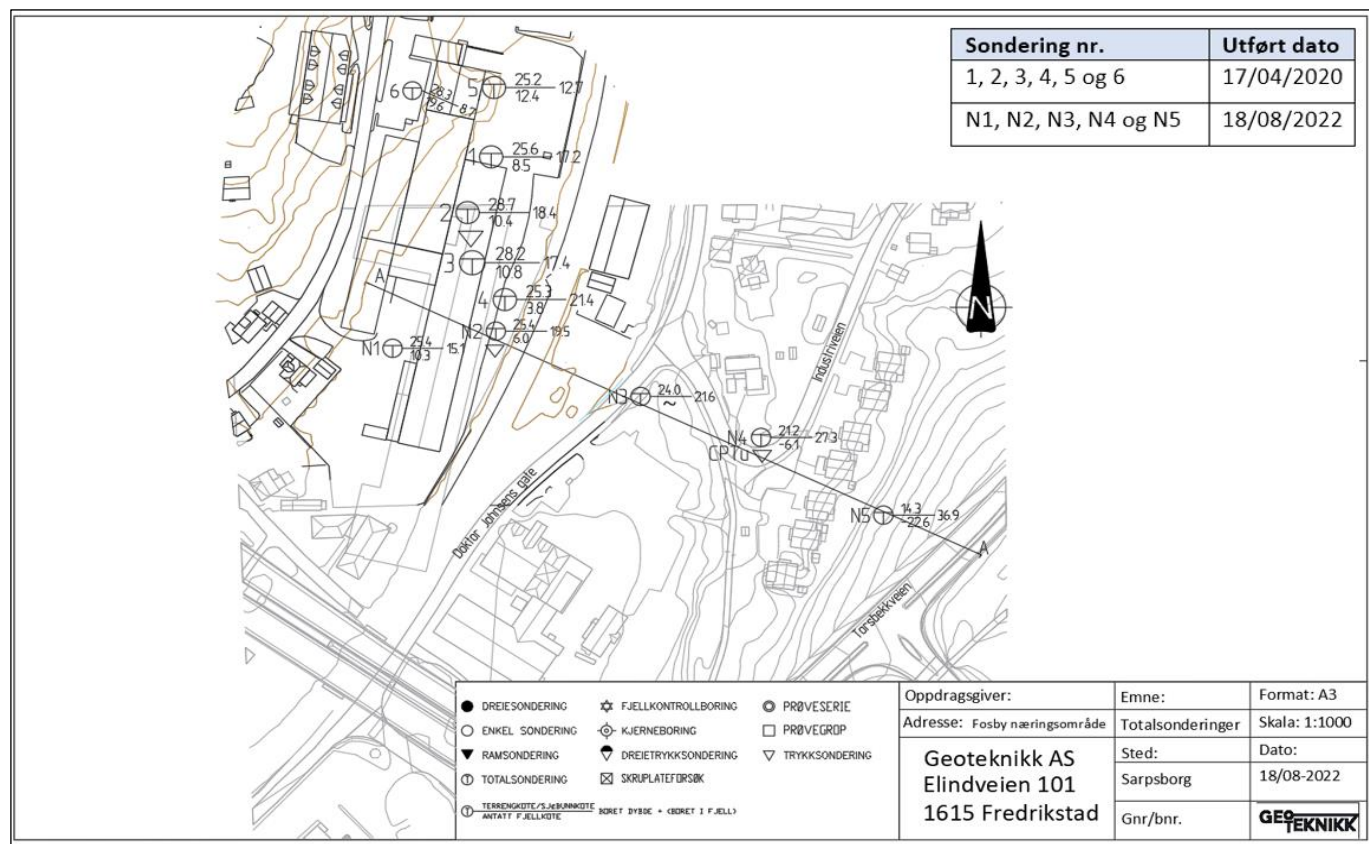


Fig. 20. Alle utførte feltundersøkelser på datoen 17/04/2020 og nylig på datoen 18/08/2022 langs skråningen mot øst. Valgt beregnings profil A-A vist på tegningen.

9.2 Vurdering av sikringsbehov for ny og for eksisterende bebyggelse dersom aktuelt

Ikke nødvendig.

9.3 Stabilitetsvurderinger etter evt. sikringstiltak

Ikke aktuelt. Terreng- og områdestabilitet er tilstrekkelig i tiltaksområdet.

9.4 Volumoverslag av evt. sikringstiltak

Ikke nødvendig å vurdere på nåværende tidspunkt.

10. Stabiliserende tiltak

10.1 Anbefalte stabiliserende tiltak for å øke stabiliteten og hindre erosjon

Ikke aktuelt.

10.2 Miljø og landskapspåvirkning

Ikke aktuelt.

10.3 Hensyn ved anleggsdrift – faseplaner mv.

Ikke aktuelt.

10.4 Prosjektering, kontroll og oppfølging av tiltak

Ikke aktuelt i forhold til regulering. På generell basis er stabiliserende tiltak i områder med kvikkleire/sprøbruddeleire skal normalt plasseres i tiltaksklasse 2 eller 3 for fagområdet geoteknikk iht. SAK 10 §9-4, og klassifiseres i pålitelighetsklasse 2 eller 3. Det vil da være krav til uavhengig kontroll etter SAK 10 og utvidet kontroll etter Eurokode 0[7]. Geoteknisk kategori skal bestemmes iht. Eurokode 7.[6]

11. Konklusjon

Terrengprofilen for tiltaksområdet bekrefter at tiltaksområdet ligger på kote ca. 25 til 26 moh. Tiltaksområdet og omkring vurderes ut fra kravet med NVE kvikkleireveileder 01/2019.[2]

Det er utført en stabilitetsberegning for den meste kritiske skråning som faller mot øst.

Iht. utført stabilitetsberegningen, fikk en sikkerhetsfaktor som oppfyller kravet[2] for skråninger på området i nærheten som kan influere på områdestabiliteten ($> 1,61$). Terreng- og områdestabilitet er tilstrekkelig i tiltaksområdet. Da områdestabiliteten er tilstrekkelig, vurderes det til at området ikke vil ha innvirkning på omkringliggende infrastruktur.

På grunn av påvist kvikkleire med utført feltundersøkelse på området, bør lokal stabilitet mht. utgraving kontrolleres. Det anbefales at det enkelte byggetiltak må prosjekteres særskilt i forhold til geotekniske problemstillinger som lokal stabilitet, bæreevne, setninger osv.

12. Referanser

- [1] «Gule Sider® Kart». Åpnet: 6. oktober 2023. [Online]. Tilgjengelig på: <https://kart.gulesider.no/?c=63.389270,10.395786&z=17&fs=true>
- [2] «NVE veileder nr. 01/2019_Sikkerhet mot kvikkleireskred».
- [3] «Datarapport utført av Geoteknikk AS_datert 24.04.2020».
- [4] «<http://www.norgeskart.no>».
- [5] «Plan og bygningsloven, Byggeteknisk forskrift –TEK17».
- [6] «- Eurokode 7- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016_Geoteknisk prosjektering – Del 1: Allmenne regler».
- [7] «- Eurokode 0-NS-EN 1990-1:2002+A1:2005+NA:2016_Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner».
- [8] «- Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). (2020). Sikkerhet mot kvikkleireskred - Veileder nr. 1/2019. ».
- [9] «Høydedata». Åpnet: 25. september 2023. [Online]. Tilgjengelig på: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>
- [10] «Norges geologiske undersøkelse. Geologi. NGU.» Åpnet: 25. september 2023. [Online]. Tilgjengelig på: <https://www.ngu.no/>
- [11] «Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE): atlas.nve.no».
- [12] «Nasjonal database for grunnundersøkelser». Åpnet: 13. oktober 2023. [Online]. Tilgjengelig på: <https://geo.ngu.no/kart/nadag/>
- [13] «Utført feltundersøkelser av Norsk Grunnboring AS.»
- [14] «Statens vegvesen, Vegdirektoratet, 'Geoteknikk i vegbygging (Håndbok V220)', Vegdirektoratet, Oslo, Veiledning, juni 2010.»
- [15] «NGI (2008) 'Program for økt sikkerhet mot leirskred – metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire' NGI, 2001».
- [16] «Novapoint GeoSuite Version 24.0.7.0».

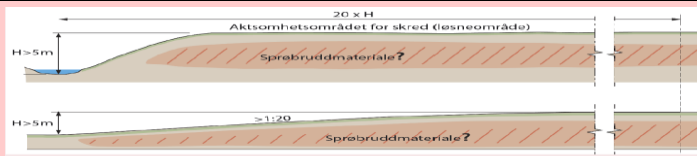
13. Vedlegg 1: Vurderingsprosedyre NVE 1/2019

Tabell 3.1 viser en stegvis prosedyre for hvordan utrede fare for områdeskred. Prosedyren kan grovt sett deles i to hoveddeler[2]:

- Del 1, som omfatter steg 1-3, for innledende vurderinger og avgrensning av aktsomhetsområder for områdeskredfare.
- Del 2, som omfatter steg 4-11, for utredning av faresoner med tilhørende dokumentasjon. Prosedyre for utredning av aktsomhetsområder og faresoner vurdering fremgår generelt av tabell 1.

Tabell 1: Oppsummering av gjennomgått prosedyre iht. NVEs veileder 1/2019 tabell 3.1.

Pkt.	Prosedyre for utredning av områdeskredfare	Kommentar
1	<p>Undersøk om det finner registrert faresoner(kvikkleiresoner) i området</p> <p>Oversikt over registrerte kvikkleiresoner finnes på NVEs temakart Kvikkleire (16). NB-Skredfare er ikke avklart om byggeområdet ligger utenfor registrerte kvikkleiresoner eller det ikke er registrert kvikkleiresoner i området.</p> <p>Dersom planlagte tiltak ligger innenfor en registrert faresone (kvikkleiresone) fortsetter prosedyren fra sted 4. Ellers fortsetter prosedyren i neste punkt.</p>	NVEs kvikkleirekart viser at planlagt byggeområde delvis grenser til et skredutsatt område mot sør og sørøst.
2	<p>Avgrens områder med mulig marin leire</p> <p>Areal under marin grense kan brukes som et generelt aktsomhetsområde for områdeskred. Marin Grense vises i NVEs temakart Kvikkleire (16). I områder hvor det er gjort detaljerte løsmasse kartlegging, kan NGUs kart «Muligheter for marin leire» (MML) brukes som grunnlag for et mer nøyaktig aktsomhetsområde for hvor det kan finnes kvikkleire/sprøbruddsmateriale. Områdeskred kan oppstå i områder med sammenhengende marin leire. Disse områdene vises som aktsomhetsområder i NVEs temakart Kvikkleire. ¹⁾</p> <p>Ved påvist berg i dagen eller grunt til berg (<2 m), er det ikke fare for at det vil utløse områdeskred.</p> <p>Det må også vurderes om det er mulig marin leire høyere opp i terrenget – slik at planområdet kan bli truffet av skred som løsner derfra. (Terreng som kan inngå i utløpsområdet for et skred kan avgrenses til 3 x løsneområdet lengde målt fra nedre kan av løsneområdet).</p> <p>Dersom planlagte tiltak ligger over marin grense, er de ikke utsatt for områdeskredfare. Dersom planlagte tiltak ligger innenfor områder med mulig marin leire eller ligger nedenfor områder med mulig marin leire, må det gjennomføres videre utredning iht. prosedyren.</p>	Tiltaksstedet ligger under marin grense.
3	<p>Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred</p> <p>Følgende terrengkriterier legges til grunn for å tegne aktsomhetsområder:</p> <p>a) Terreng som kan inngå i løsneområde for et skred:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Total skråningshøyde (i løsmasser) over 5 meter, eller Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 m <p>Aktsomhetsområder ligger innenfor 20 x skråningshøyden, H, målt fra bunn av skråning (ravinebunn, bunn av elv eller marbakke i sjø (inntil 25 muh.)).</p>	Terreng øst for tiltaksområdet hullet mot Torsbekkdalen med en høydeforskjell i terrenget og en helning brattere enn 1:20. Se kapittel 6.2 for oversikt over utførte avgrensingene.



Figur 3.1 Aktsomhetsområde for løsneområde

b) Terreng som kan inngå i utløpsområdet for et skred:

- 3 x lengden til løsneområdets lengde. Løsneområdet er enten en eksisterende faresone (steg 1) eller et aktsomhetsområde (steg 3a). eller
- Utløpssone som allerede er kartlagt (som vist på NVEs temakart Kvikkleire (16)).



Figur 3.2 Aktsomhetsområde for skred som inkluderer utløpsområde

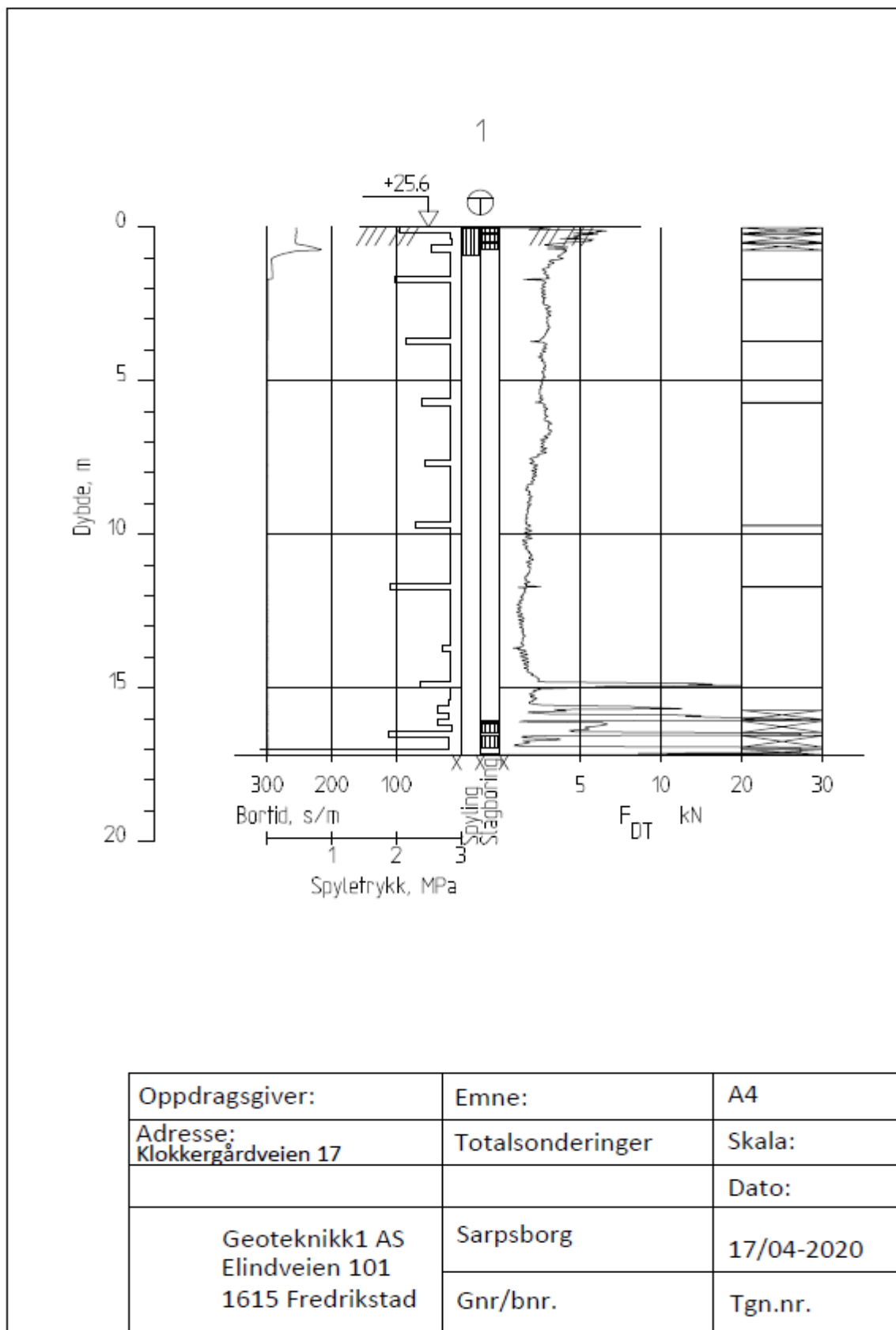
Kriteriene a) og b) benyttes for å tegne opp aktsomhetsområder for områdeskred. En geotekniker kan gjøre en mer nøyaktig avgrensning av faresonen, dette inngår i prosedyrens del 2. Terrengkriteriene viser at også terreng som er helt flatt kan være utsatt for områdeskred. Derfor er det også nødvendig å vurdere hvilke skråninger et skred kan starte utenfor eiendommen eller plangrensen.

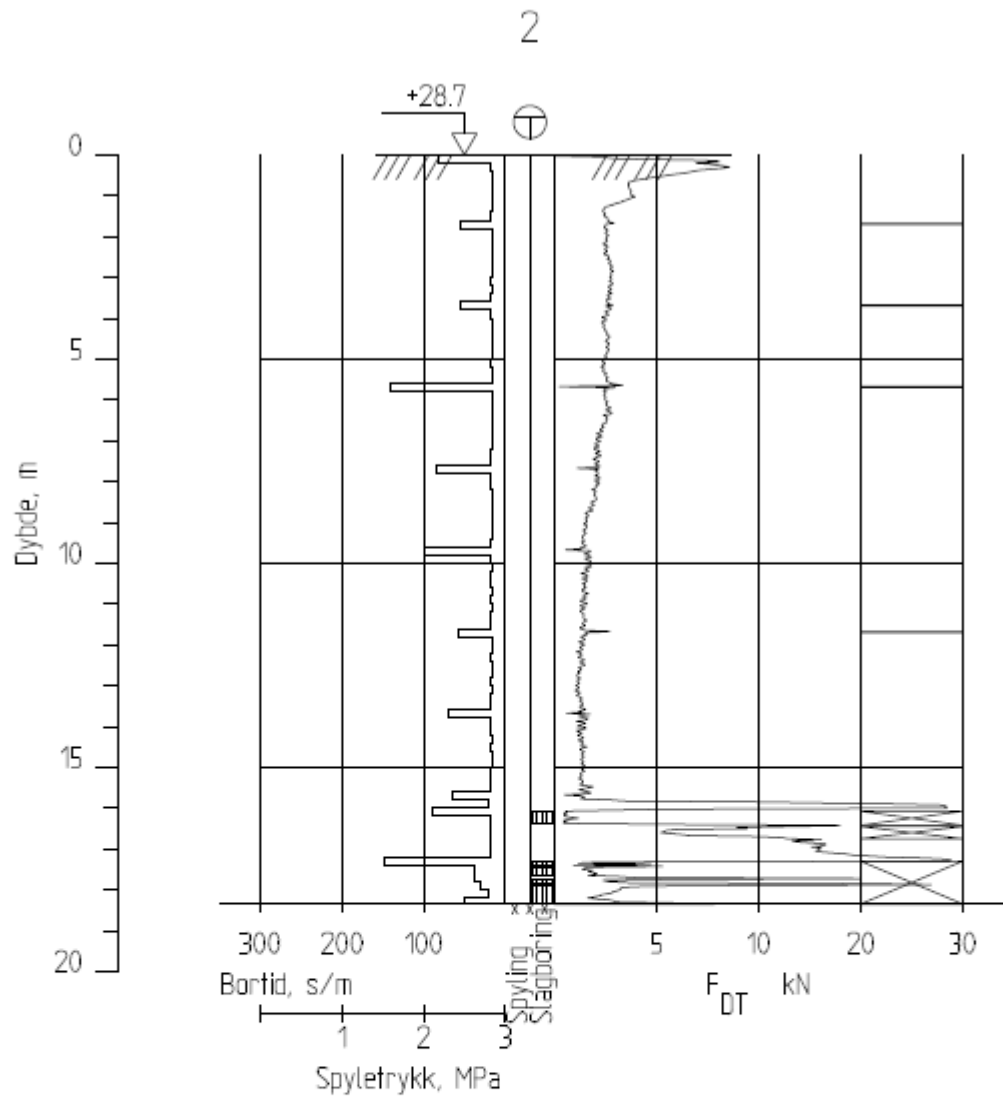
Dersom planlagte tiltak ligger i terreng som er innenfor et aktsomhetsområde, må det utredes videre av geotekniker iht. prosedyrens punkt 4-11.

4	<p>Bestem tiltakskategori</p> <p>Tiltakskategori bestemmes ut fra konsekvens av tiltaket ved skred, se NVE's veileder 3.3.1. Videre utredning avhenger av tiltakskategorien. Omfang av utredningen tilpasse plannivå se NVE's veileder 3.4.</p> <p>For tiltakskategori K3-K4 må det utredes videre iht. denne prosedyren. For tiltakskategori K0-K2 må sikkerhet mot områdeskred dokumenteres iht. kravene i NVE's veileder kap. 3.3.3 til 3.3.5</p>	<p>Tiltakskategori (iht. NVE 1/2019) vurderes å være K4. (Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt nærings- og industribygg).</p>
5	<p>Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområder</p> <p>Tidligere grunnundersøkelser/geotekniske vurderinger, samt detaljerte kart gir grunnlag for å identifisere skråninger hvor skred kan initieres og eventuelt utvikle seg til områdeskred. Potensielle løsneområder for områdeskred med lengde $L = 15H$ tegnes som grunnlag for befaringen, grunnundersøkelser og stabilitetsberegninger. Avgrensningen av tidligere registrerte soner må verifiseres iht. dagens kartgrunnlag, inkludert dybder under vann. Se kap. 4.2.</p> <p>Eksisterende grunnundersøkelser kan vise at det ikke er sprøbruddsmateriale i grunnen, og dermed dokumentere at det ikke er områdeskredfare.</p> <p>Dersom planlagte tiltak ligger innenfor et mulig løsne- eller utløpsområde, må det utredes videre iht. denne prosedyren.</p>	<p>NVEs kvikkleirekart viser at det planlagte byggeområde grenser til et skredutsatt område i sør og sørøst. Flere tidligere kartlagte skredutsatt områder er synlig mot sørover. Se kapittel 1.3 for oversikt.</p> <p>Iht utført laboratorieundersøkelser i punkt 3, ble det påvist kvikkleire fra dybde 4,6 til 6,6 m under terreng. Multiconsult laboratorie utfører sine undersøkelser etter ISO 17892-6. Ifølge NVE kvikkleireveileder 01/2019, skal omrørt skjærstyrke $< 0,69$ kPa vurderes som kvikkleire.</p> <p>Se kapittel 3.6 og 5.2 i rapporten for oversikt. Byggeområdet ligger ifølge NAVE 01/2019 utenfor influenssonen som er $> 2H$ fra det vurderte skrånende terrenget som ligger mot øst. Uansett er denne skrånningen kontrollert for stabilitet og oppfyller kravene godt.</p>
6	<p>Befaring</p> <p>Befaring er nødvendig for å få oversikt over forhold som topografi, erosjon, berg i dagen, tidligere inngrep og annet som kan ha betydning for avgrensning av løsneområdet skissert i steg 5 og for</p>	<p>Etter utført befaring på området, er det ingen synlig inngrep (i terreng) som kan ha betydning for stabiliteten. Området er i</p>

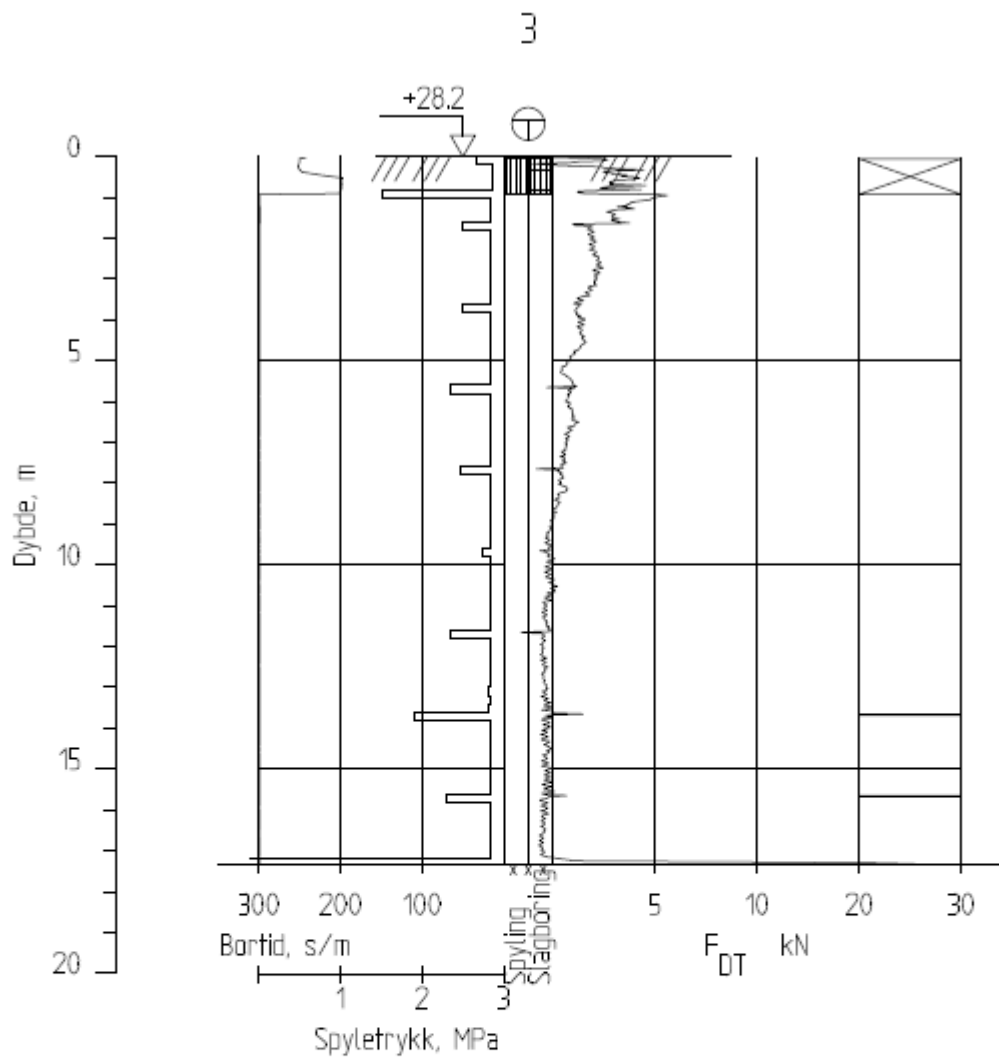
	<p>planlegging av grunnundersøkelser. I noen tilfeller vil geotekniker ved befaring kunne avkrefte muligheten for områdeskred, men ofte vil det være behov for supplerende grunnundersøkelser for å avklare dette. Se kap. 4.3</p>	<p>hovedsak utviklet for industri/næringsformål.</p>
7	<p>Gjennomfør grunnundersøkelser Det må gjennomføres geotekniske grunnundersøkelser der det ikke finnes tilstrekkelige data fra tidligere utførte undersøkelser. Grunnundersøkelser utføres for å kartlegge forekomst av kvikkleire/sprøbruddsmateriale som grunnlag for soneavgrensning, faregradsklassifisering og ev. videre stabilitetsberegning. Se kap.4.4. Innledende grunnundersøkelser bør gjennomføres så tidlig behovet for videre undersøkelser og utredninger. Økt omfang av grunnundersøkelser vil medføre mindre usikkerhet i vurderingene. Innledende grunnundersøkelser vil i noen tilfeller kunne avkrefte at det er sprøbruddsmateriale i området. Dersom det er påvist/antatt sprøbruddsmateriale i de mulige løsneområdene som kan berøre tiltaket, må det utredes videre iht. denne prosedyren</p>	<p>Grunnundersøkelser utført av Geoteknikk AS i samme arbeid med Norsk Grunnboring AS på eiendommen samt på området mot øst for stabilitet vurderingsformål.</p>
8	<p>Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder Aktuelle skredmekanismer i sprøbruddsmateriale er bl.a. avhengig av terrengforhold, sprøbruddsmateriale beliggenhet og leiras omrørte fasthet. Metodikk for bestemmelse av aktuell skredmekanisme og nærmere avgrensning av løsneområdet er beskrevet i kap. 4.5. Utløpsområdes utstrekning er avhengig av aktuell skredmekanisme, løsneområdet størrelse og terrengforholdene i utløpsområdet. Hvordan avgrens utløpsområder er nærmere beskrevet i kap. 4.6. Dersom tiltaket ligger innenfor et løsne- eller utløpsområde, må det utføres videre utredning iht. denne prosedyren.</p>	<p>I henhold til NVEs veileder 01/2019 flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme, aktuelle skredmekanismen tilhører retrogressivt. Se kapitel 6.1.</p>
9	<p>Klassifiser Faresoner Faresoner klassifiseres med faregrad og konsekvens som beskrevet i kap. 4.7. Utløpsområdene får samme faregrad som løsneområdet. Konsekvens klassifiseres samlet for sonens løsne- og utløpsområde. For tidligere klassifiserte faresoner skal klassifiseringen (faregrad og konsekvens) vurderes på nytt. Beregnet faregrad avgjør sikkerhetskrav, se Tabell 3.3 Tilfredsstillende sikkerhet dokumenteres iht. punkt 10 i prosedyren.</p>	<p>Klassifisering av ny sone eller reklassifisering av eksisterende sone iht. NVE ekstern rapport 9/2020 er utført. Se kapitel 7.</p>
10	<p>Dokumentere tilfredsstillende sikkerhet Stabilitetsberegninger gjennomføres og sikkerhet dokumenteres, iht. Sikkerhetskravene i kap. 3.3. Hvis sikkerheten er for lav, skal mulige sikringstiltak vurderes for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet. Stabilitetsberegninger skal gjennomføres som beskrevet i kap. 4.8 og kap. 5. Føringer for detaljprosjektering, kontroll av prosjektering og utførelseskontroll skal beskrives. Om nødvendig skal det utarbeides krav til rekkefølge av bygge- og anleggstiltak, f.eks. i form av rekkefølgebestemmelser og faseplaner. I arealplaner må nødvendige føringer fremgå av planbestemmelsene. Soneutredninger inkludert beregning av dagens stabilitet og stabilitet med evt. sikringstiltak for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet dokumenteres. Vurderinger skal kvalitetssikres av uavhengig foretak.</p>	<p>Områdestabiliteten og nærliggende faresone er vurdert. Det ingen terreng som skape skredfare mot tiltaksområdet. Tiltaket ansees ikke ha noe innvirkning på stabiliteten i området og på omkringliggende bygninger. Iht utført beregningen, fikk en sikkerhetsfaktor som oppfyller kravet for skråninger på tiltaksområdet, samt på området i nærheten som kan influere på områdestabiliteten.(> 1,61). Terreng- og områdestabilitet er tilstrekkelig i tiltaksområdet.</p>

14. Vedlegg 2: Totalsonderinger, CPTu, laboratorieundersøkelser, boreplan og situasjonsplan

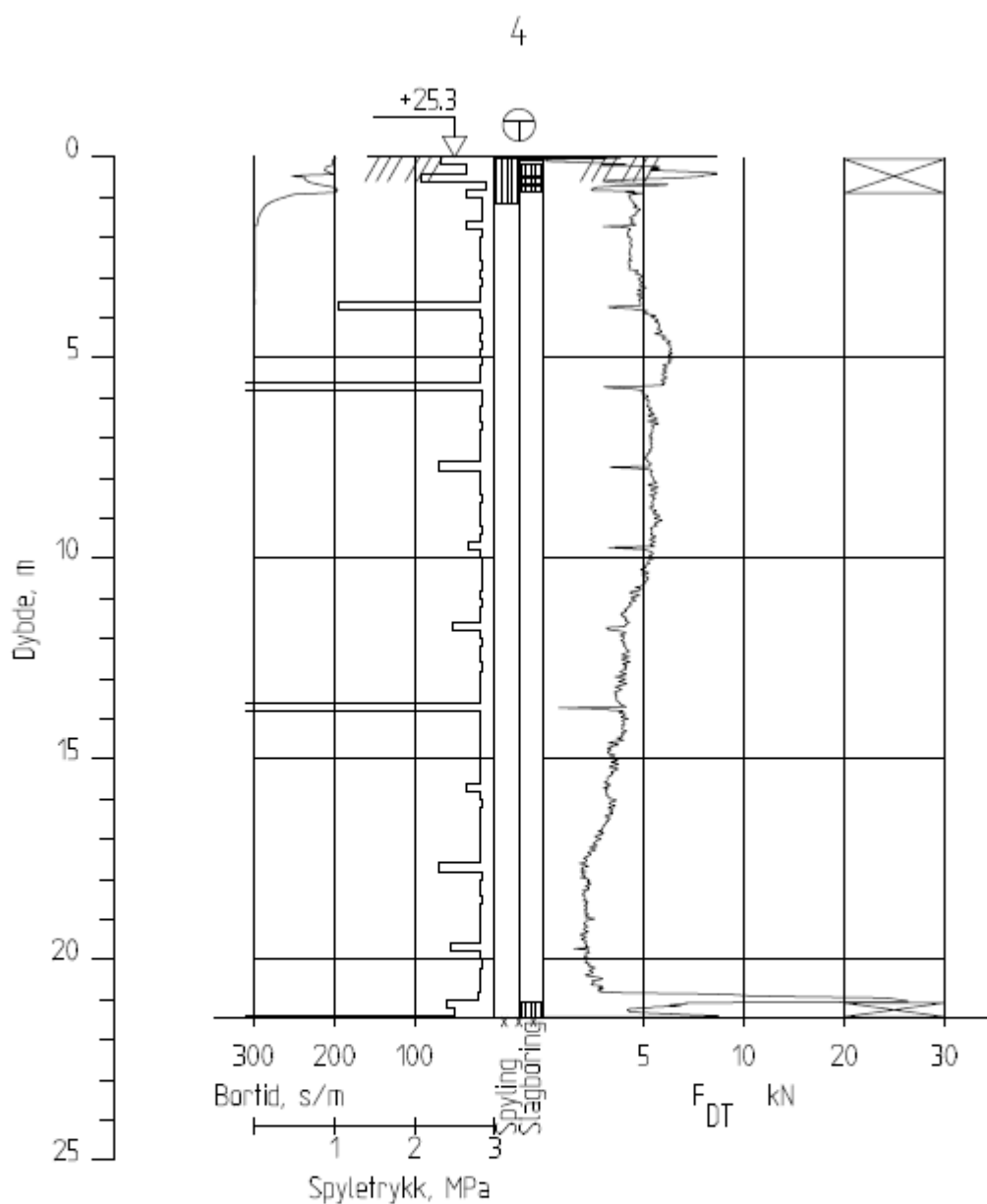




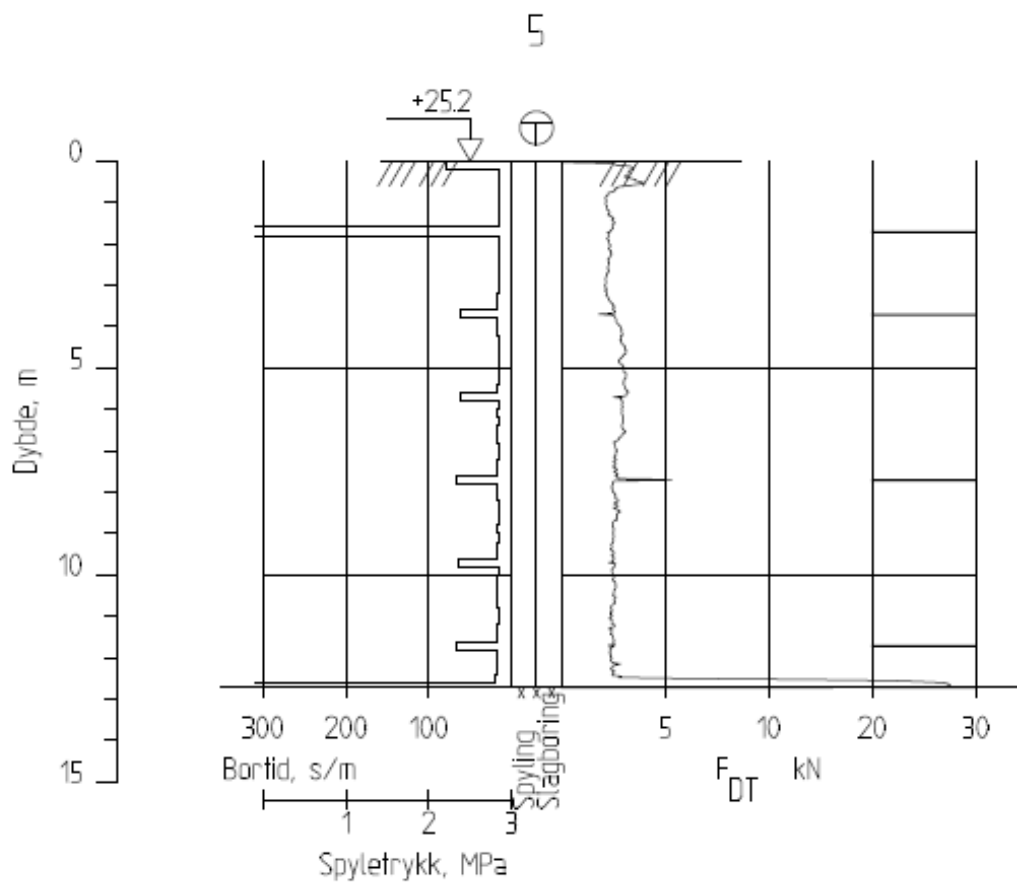
Oppdragsgiver:	Emne:	A4
Adresse: Klokkergårdveien 17	Totalsonderinger	Skala:
		Dato:
Geoteknikk1 AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Sarpsborg	17/04-2020
	Gnr/bnr.	Tgn.nr.



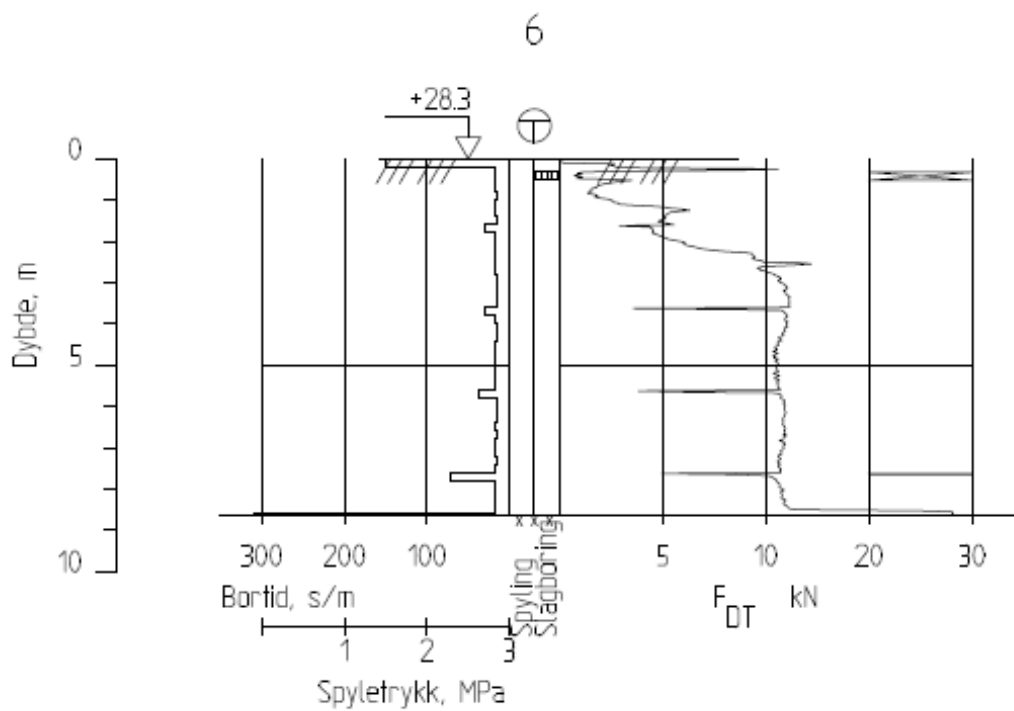
Oppdragsgiver:	Emne:	A4
Adresse: Klokkergårdveien 17	Totalsonderinger	Skala:
		Dato:
Geoteknikk1 AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Sarpsborg	17/04-2020
	Gnr/bnr.	Tgn.nr.



Oppdragsgiver:	Emne:	A4
Adresse: Klokkergårdveien 17	Totalsonderinger	Skala:
		Dato:
Geoteknikk1 AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Sarpsborg	17/04-2020
	Gnr/bnr.	Tgn.nr.

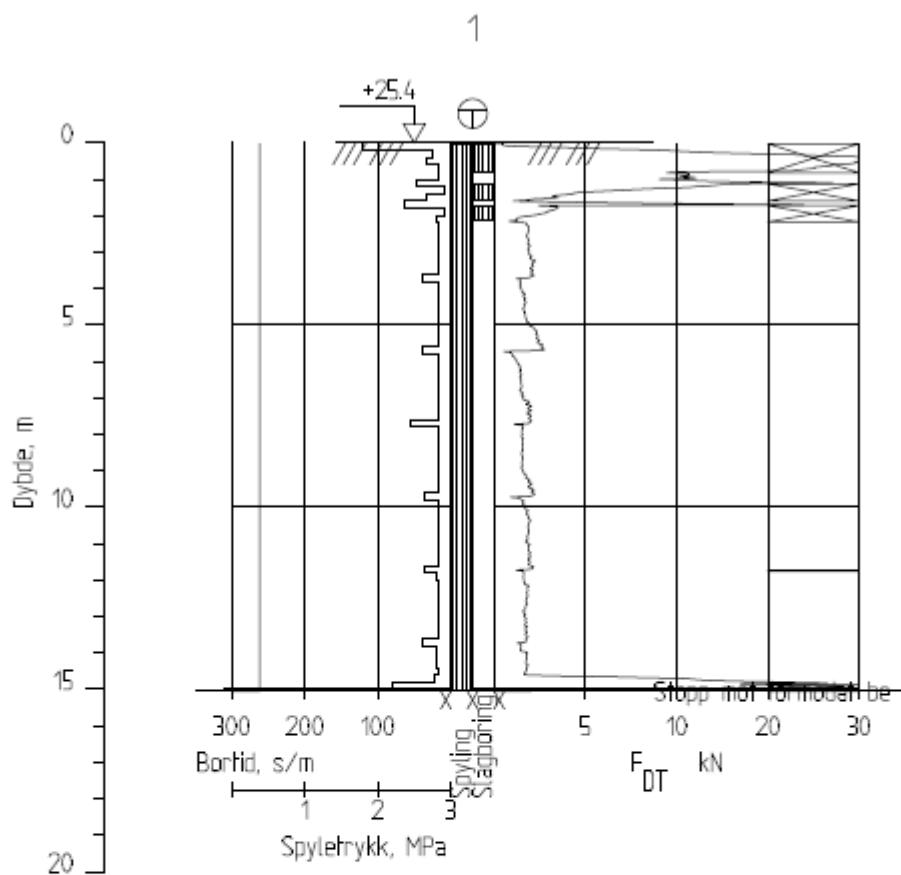


Oppdragsgiver:	Emne:	A4
Adresse: Klokkergårdveien 17	Totalsonderinger	Skala:
		Dato:
Geoteknikk1 AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Sarpsborg	17/04-2020
	Gnr/bnr.	Tgn.nr.

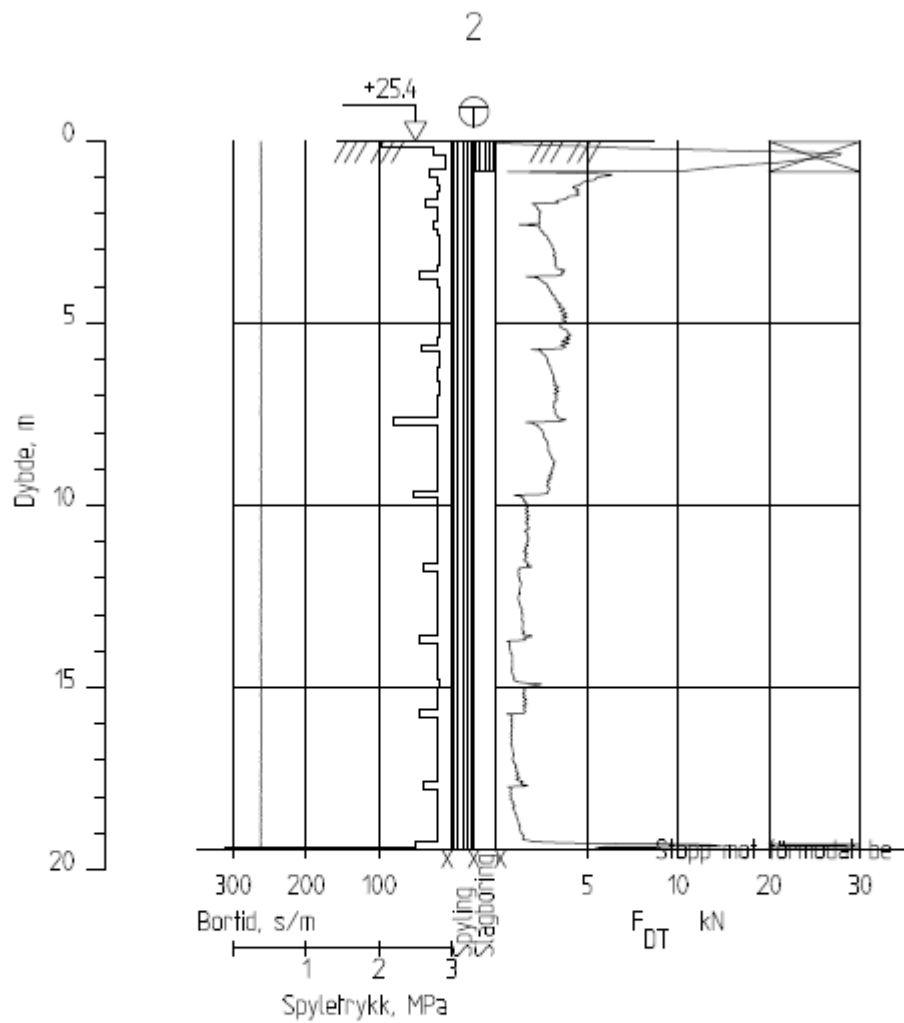


Oppdragsgiver:	Emne:	A4
Adresse: Klokkergårdveien 17	Totalsonderinger	Skala:
		Dato:
Geoteknikk1 AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Sarpsborg	17/04-2020
	Gnr/bnr.	Tgn.nr.

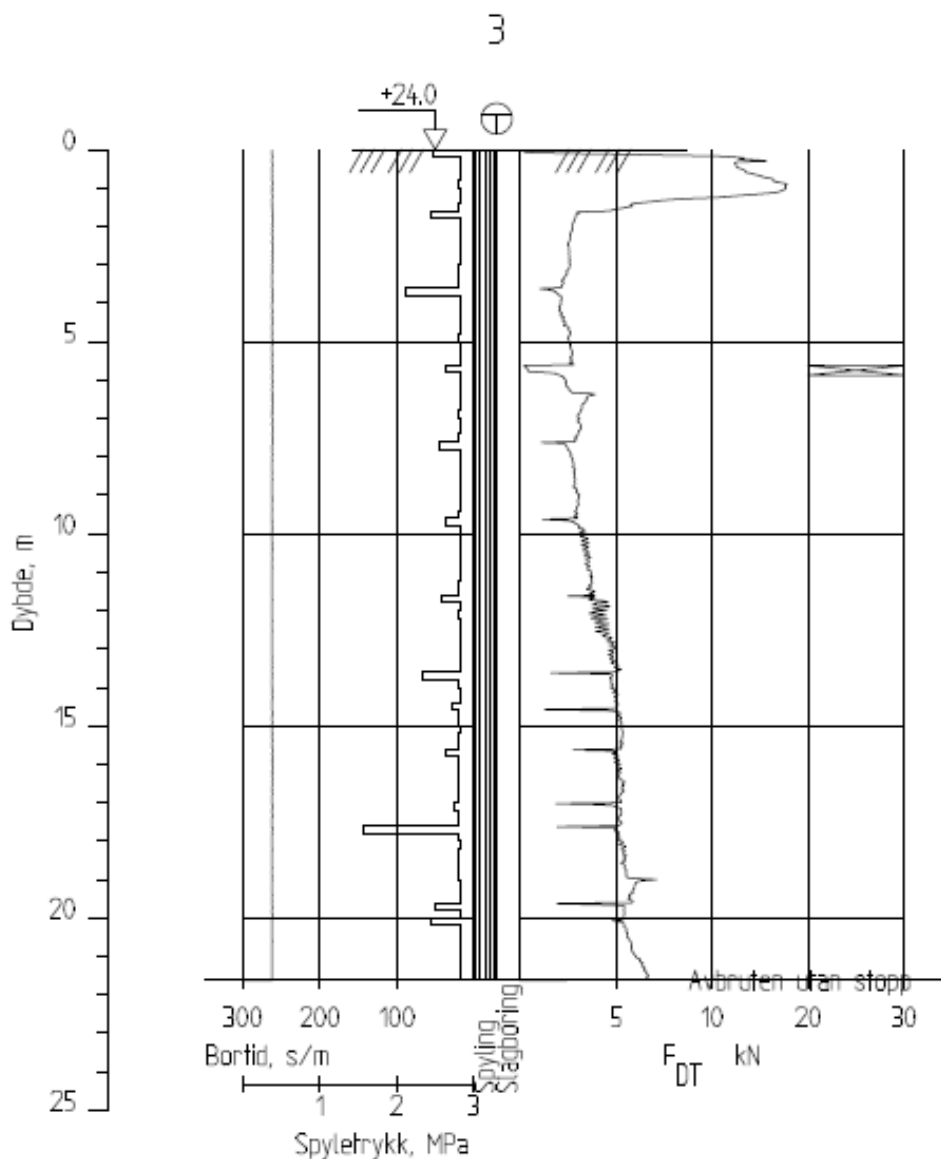
Nylig utført totalsonderinger mot øst ifm. stabilitetsvurdering av området.



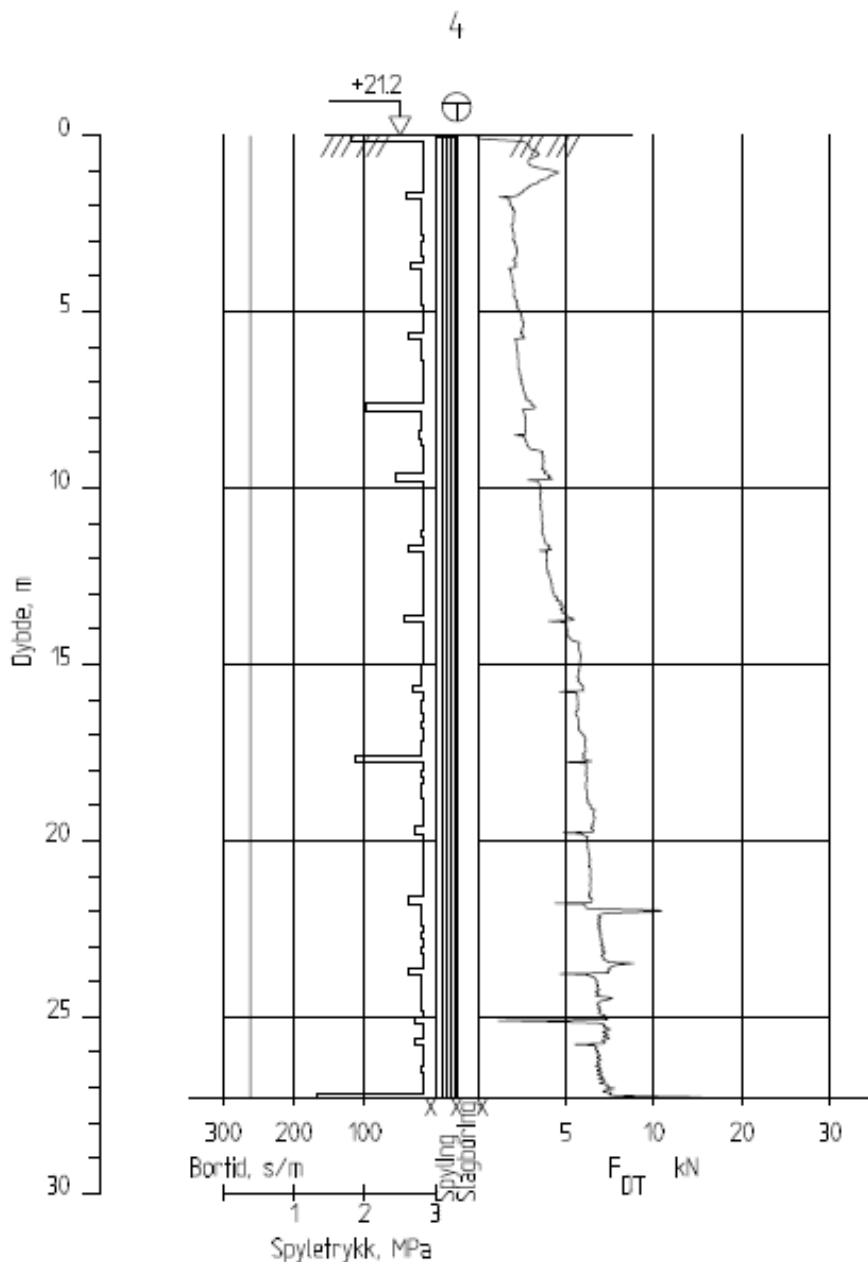
Oppdragsgiver:	Emne:	A4
Adresse: Fosby(SArpsborg)	Totalsonderinger	Skala: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Sted:	Dato:
	Sarpsborg	18/08-2022
	Gnr/bnr.	.\geotek_as.jpg



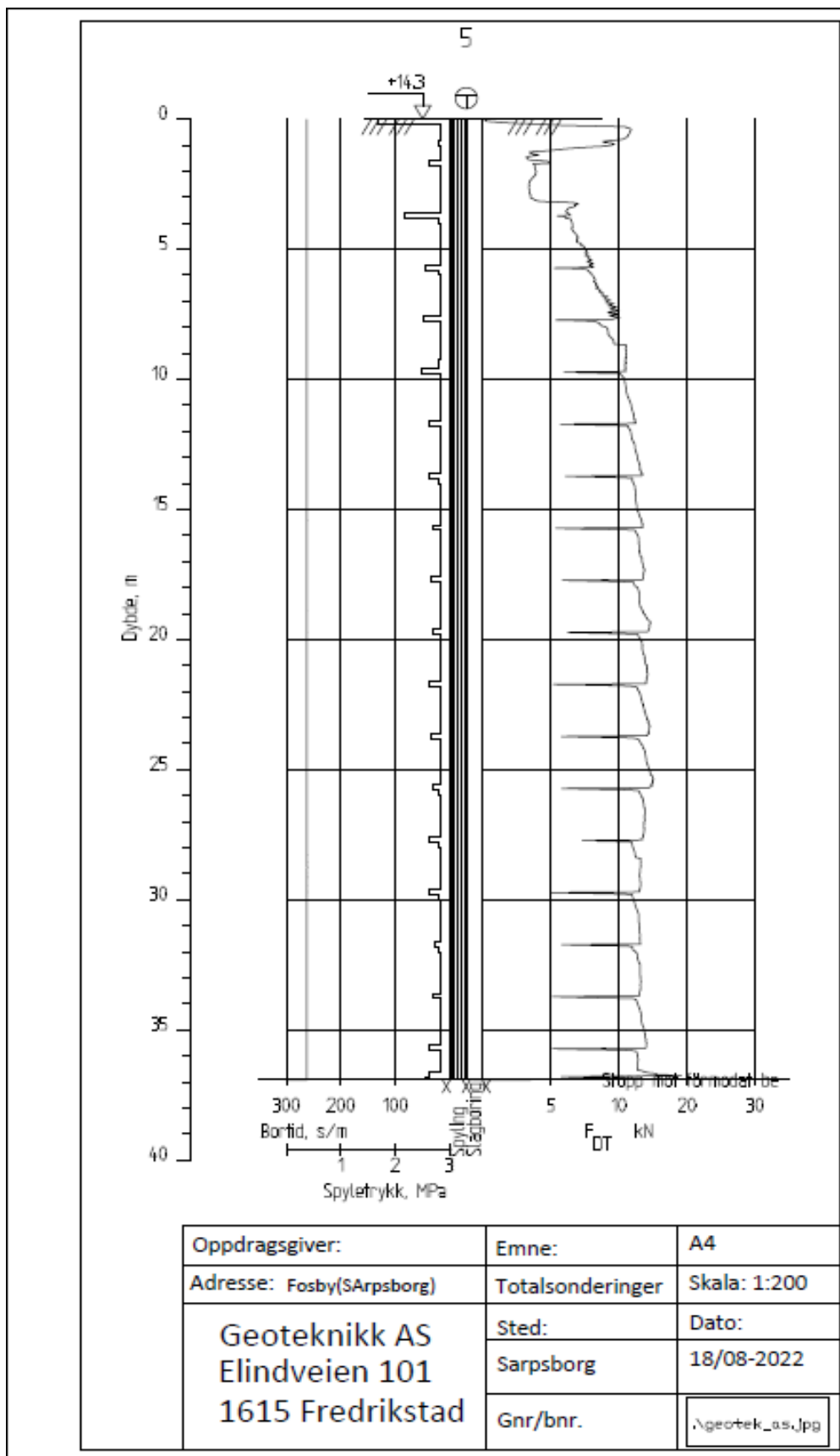
Oppdragsgiver:	Emne:	A4
Adresse: Fosby(SArpsborg)	Totalsonderinger	Skala: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Sted:	Dato:
	Sarpsborg	18/08-2022
	Gnr/bnr.	.\geotek_as.jpg



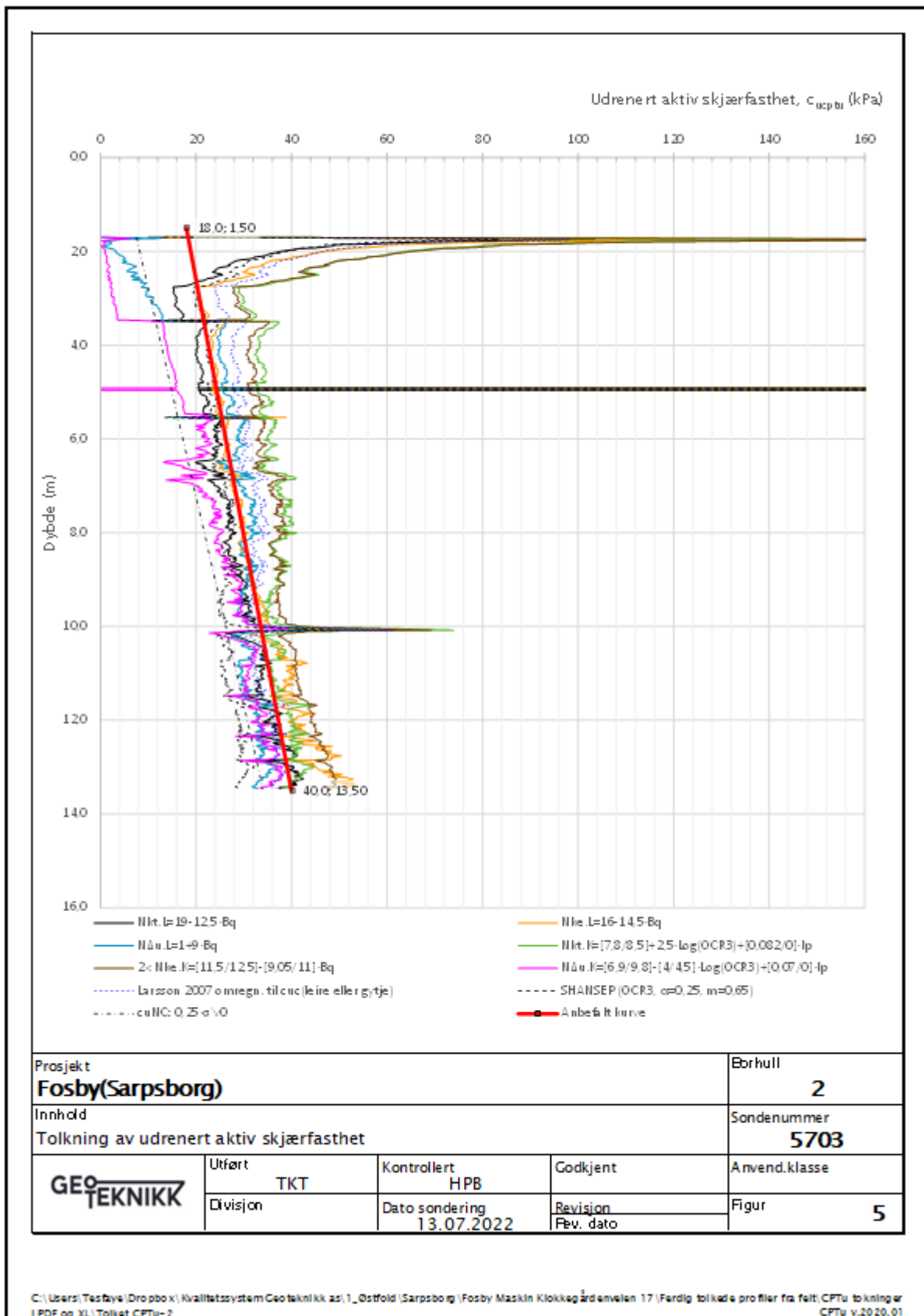
Oppdragsgiver:	Emne:	A4
Adresse: Fosby(SArpsborg)	Totalsonderinger	Skala: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Sted:	Dato:
	Sarpsborg	18/08-2022
	Gnr/bnr.	.\\geotek_as.jpg

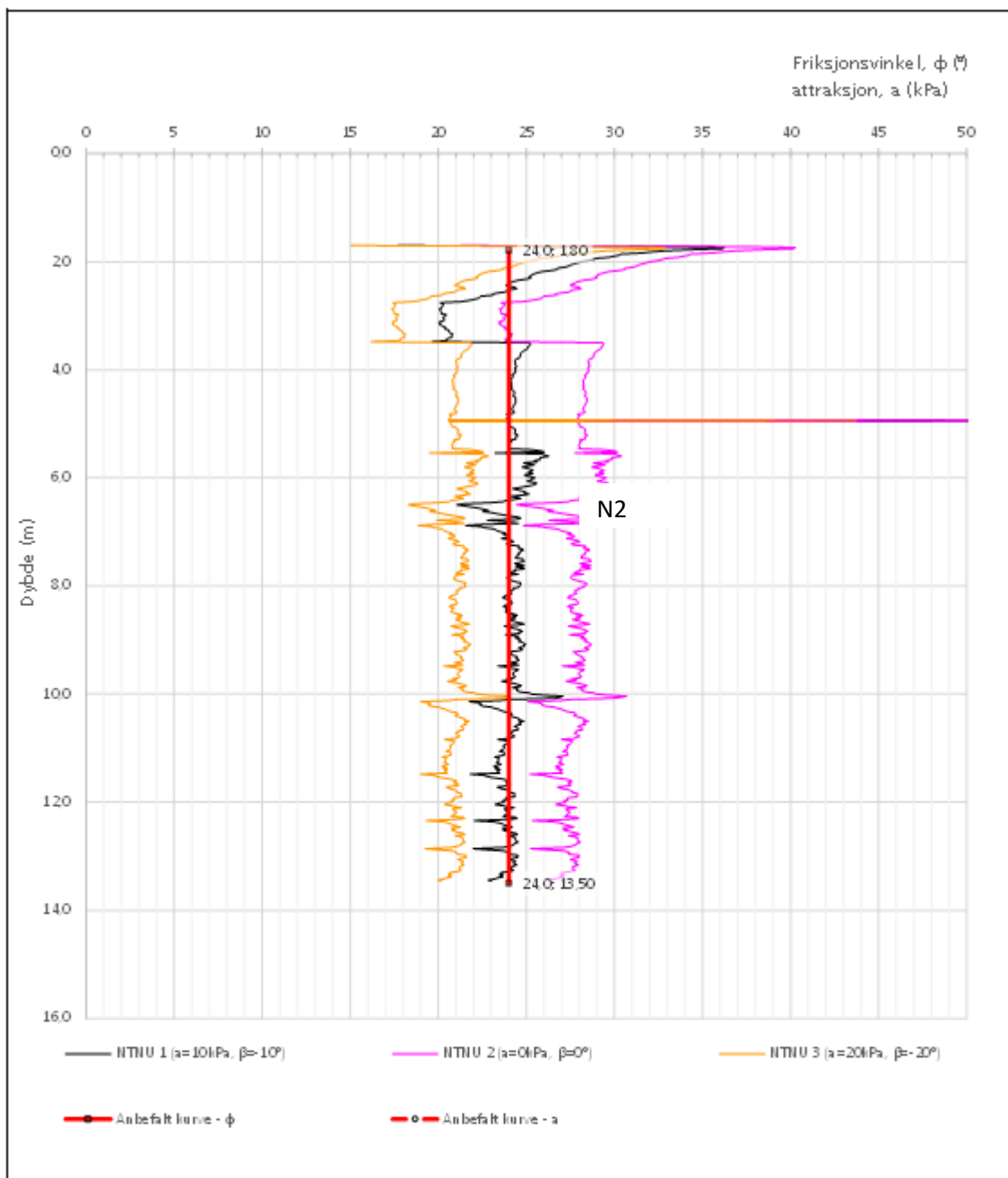


Oppdragsgiver:	Emne:	A4
Adresse: Fosby(SArpsborg)	Totalsonderinger	Skala: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Sted:	Dato:
	Sarpsborg	18/08-2022
	Gnr/bnr.	^geotek_as.jpg



Tolket CPTu -2

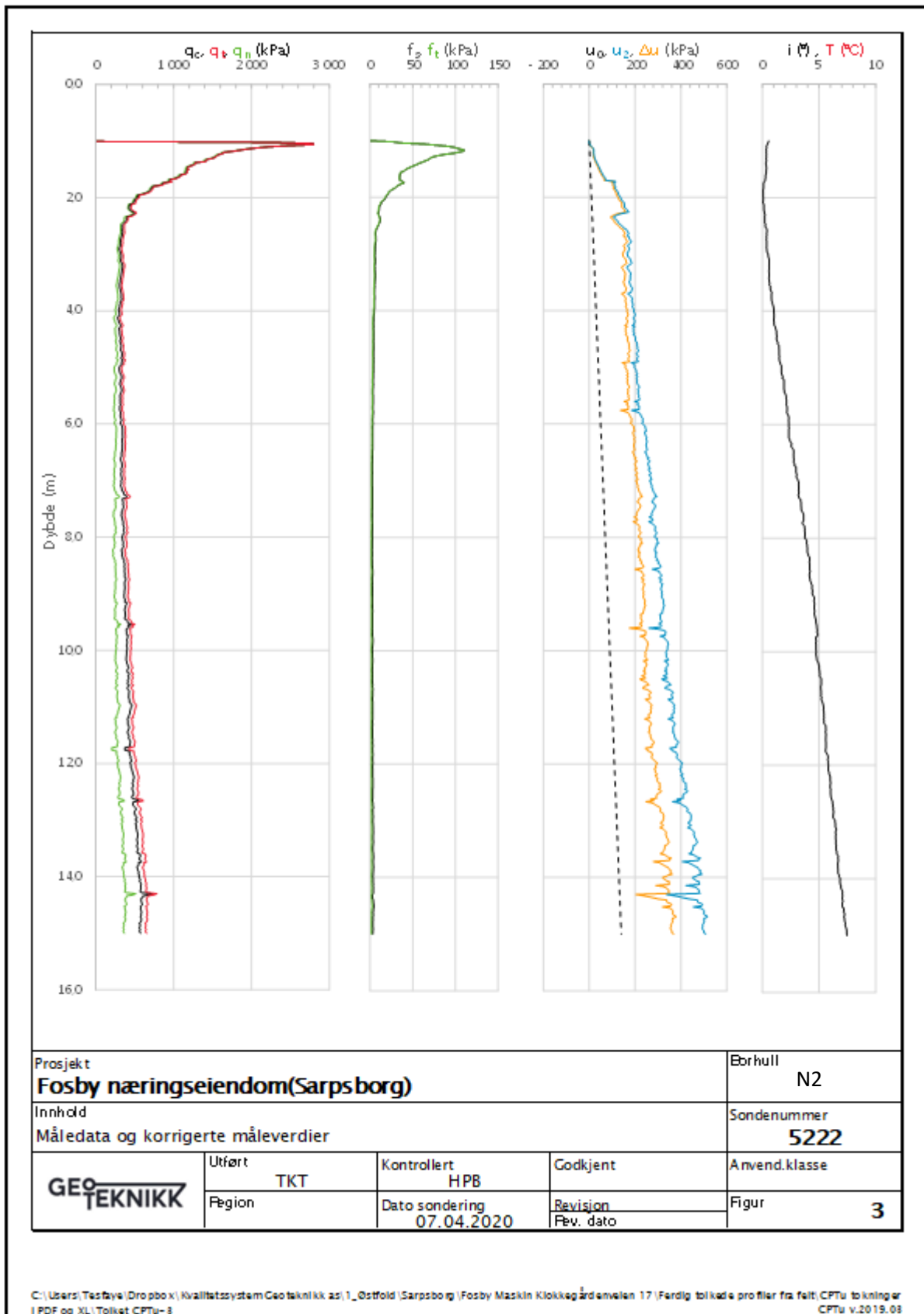


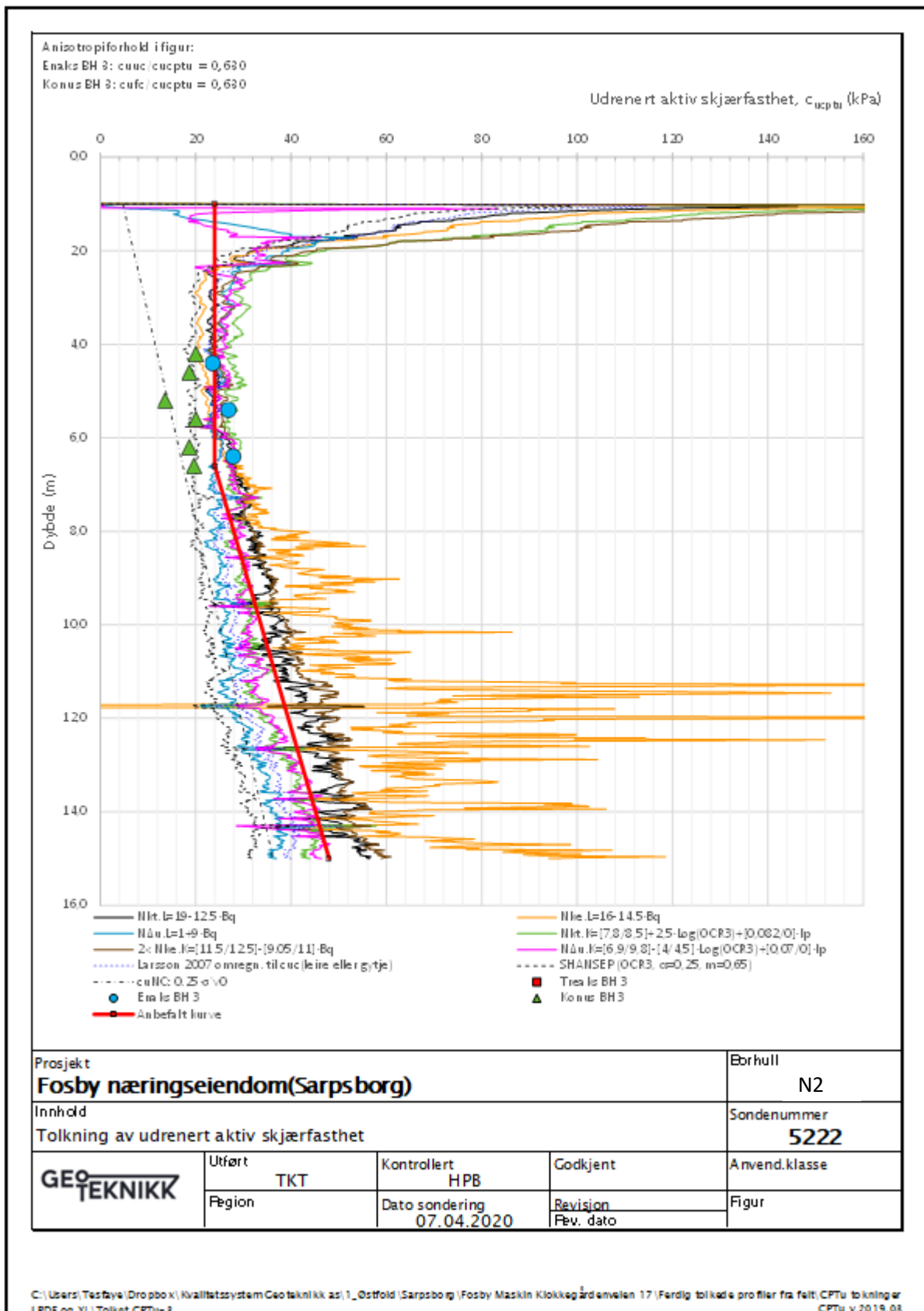


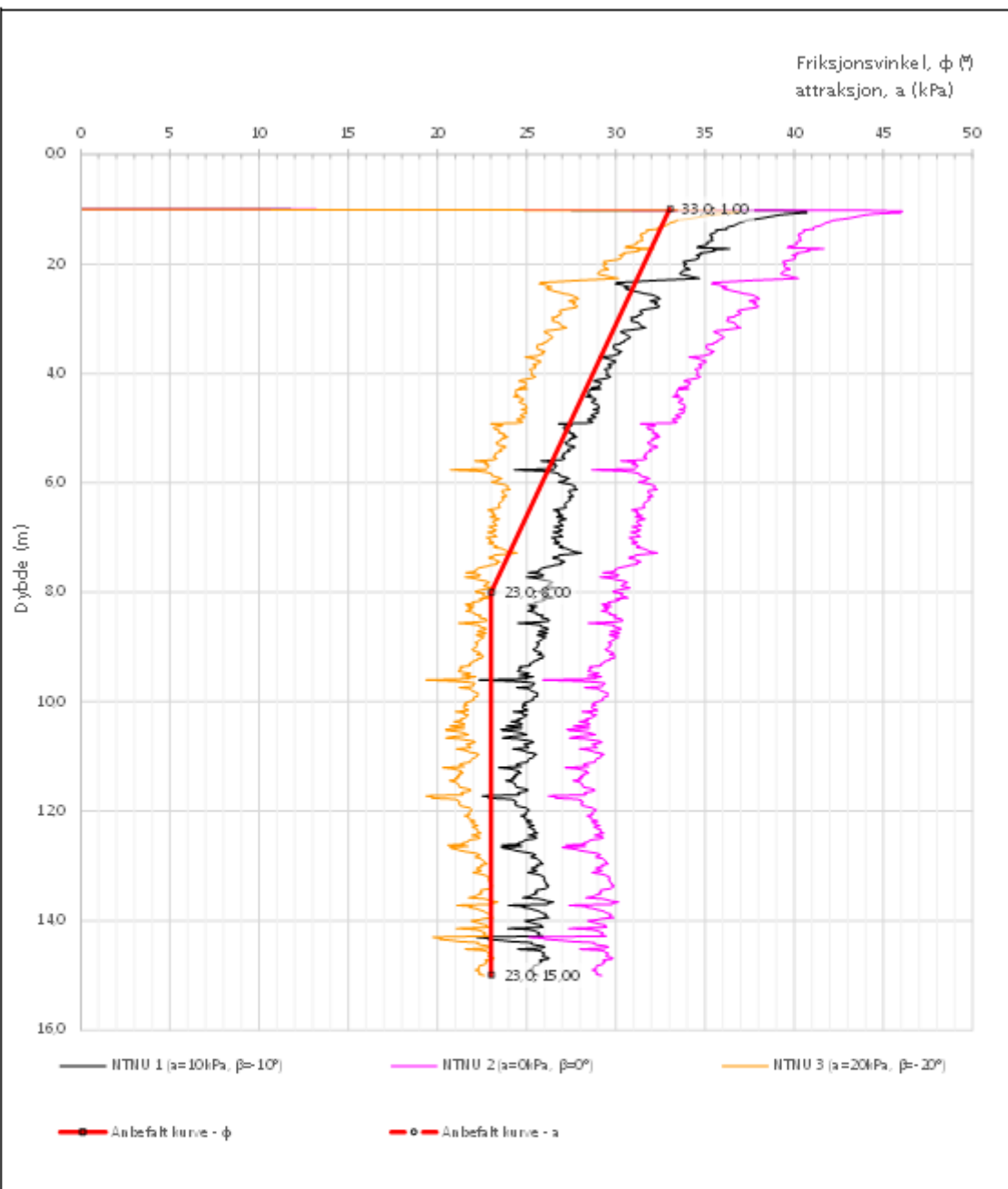
Prosjekt Fosby(Sarpsborg)				Ebrhull 2
Innhold Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				Sondennummer 5703
GEO TEKNIKK	Utført TKT	Kontrollert HPB	Godkjent	Arvend.klasse
	Divisjon	Dato sondering 13.07.2022	Revisjon Rev. dato	Figur 6

C:\Users\Testbyte\Dropbox\Kvalitetssystem Geoteknikk as\1_Østfold\Sarpsborg\Fosby Maskin Klokkegård anvelen 17\Ferdig_tolkede profiler fra felt\CPTu_tolkninger PDF og XL\Tolket CPTu-2

Tolket CPTu -N2

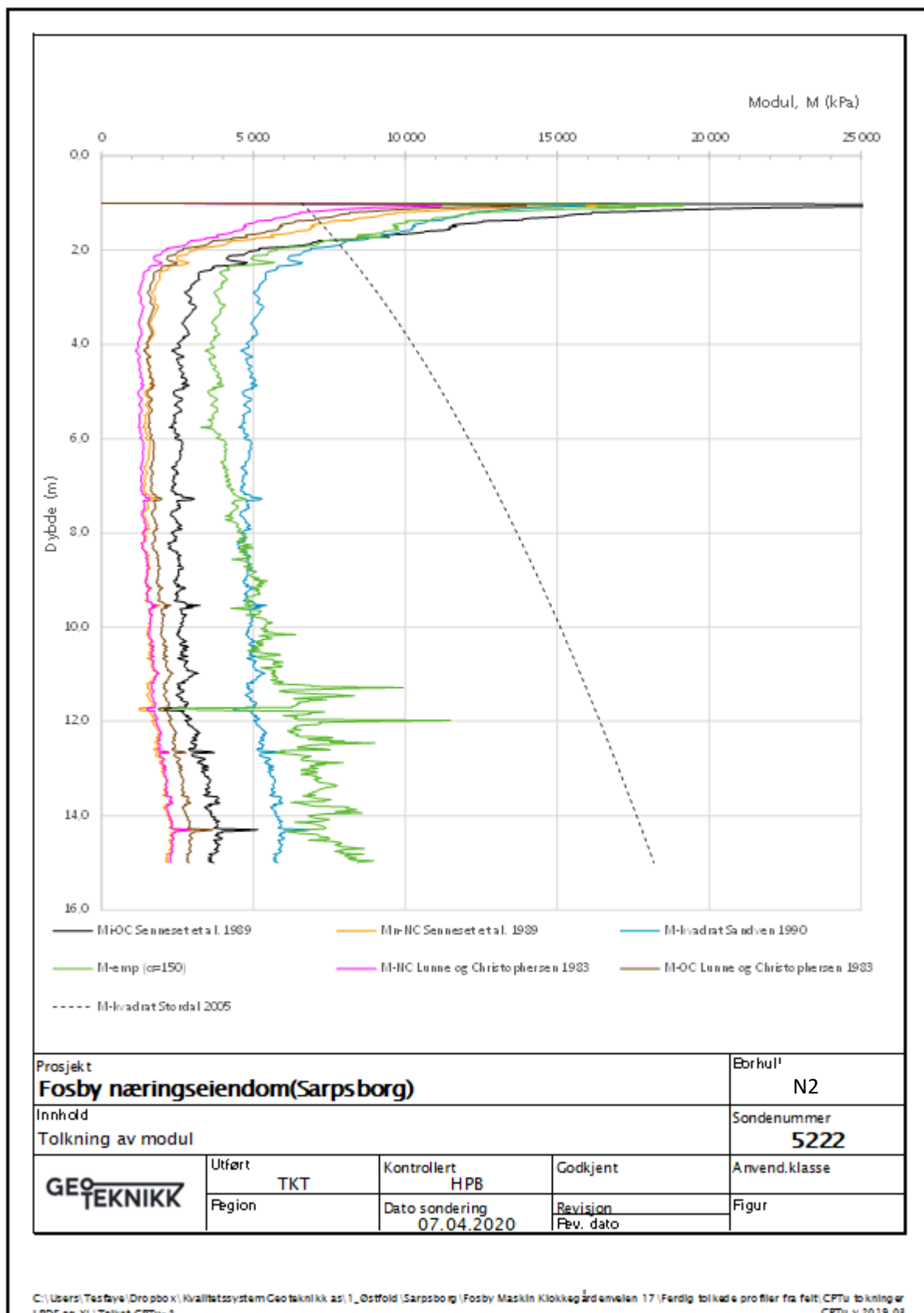


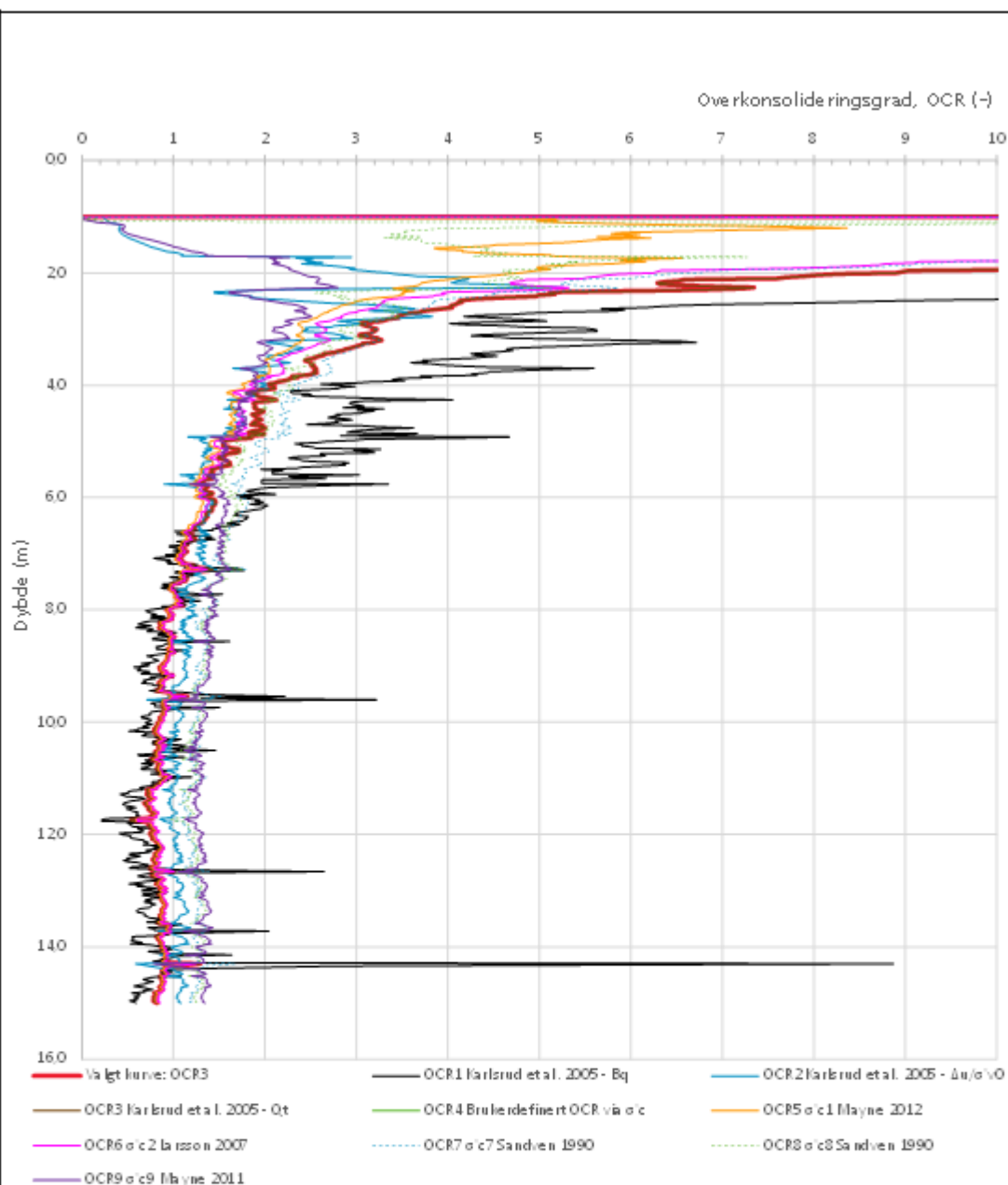




Prosjekt Fosby næringseiendom(Sarpsborg)			Borhu ¹¹ N2	
Innhold Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon			Sondennummer 5222	
GEO TEKNIKK	Utført TKT	Kontrollert HPB	Godkjent	Anvend.klasse
	Region	Dato sondering 07.04.2020	Revisjon Fev. dato	Figur

C:\Users\Testfaye\Dropbox\Kvalitetssystem\Geoteknikk as\1_Østfold (Sarpsborg)\Fosby Maskin Klokkegård\emvellen 17\Ferdig tolkede profiler fra felt\CPTu tolkninger i PDF og XLI\Tolket CPTu-3

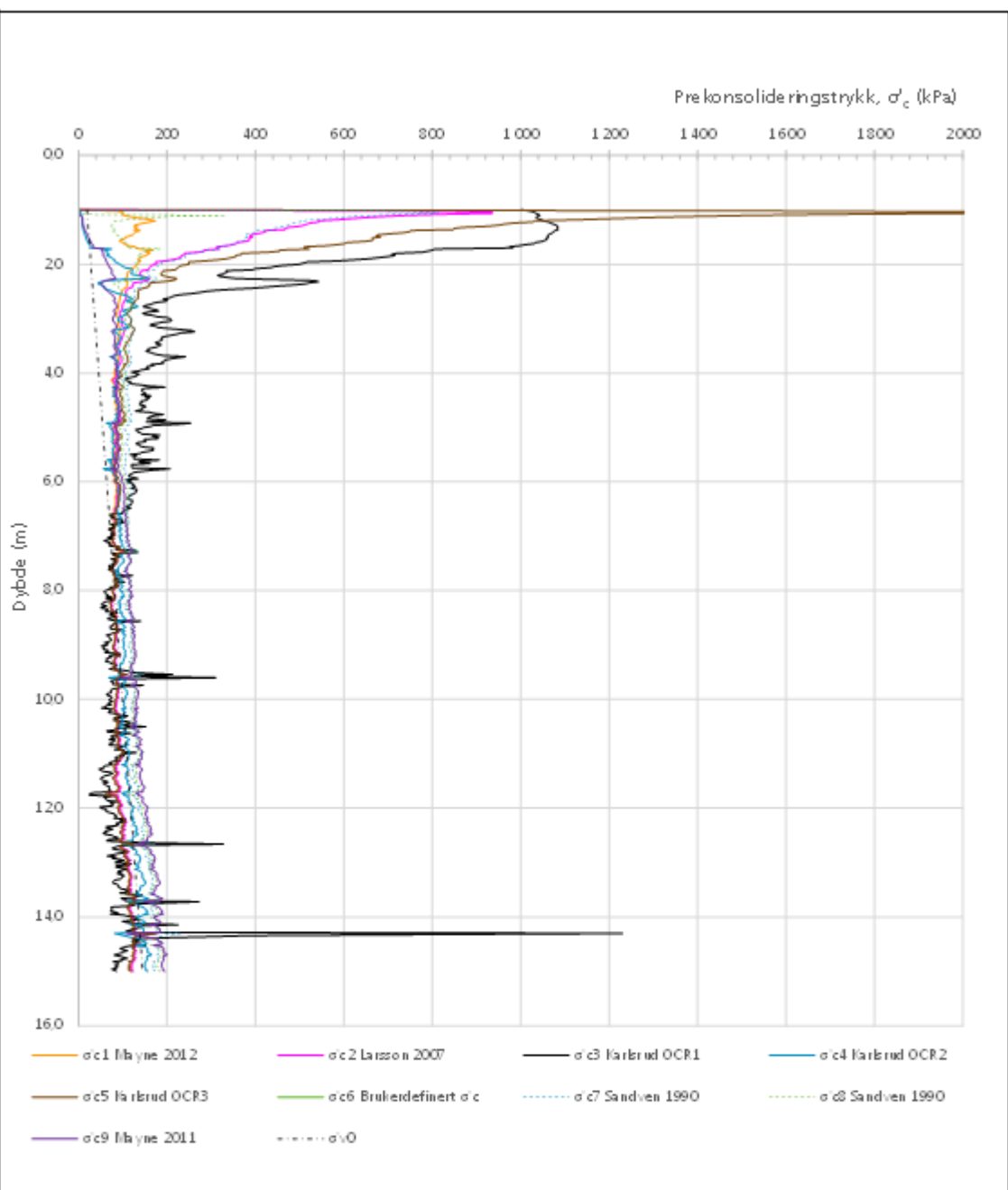




Prosjekt Fosby næringseiendom(Sarpsborg)			Borhull N2	
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR			Sondennummer 5222	
	Utført TKT	Kontrollert HPB	Godkjent	
	Region	Dato sondering 07.04.2020	Revisjon	Anvend.klasse
				Figur 8

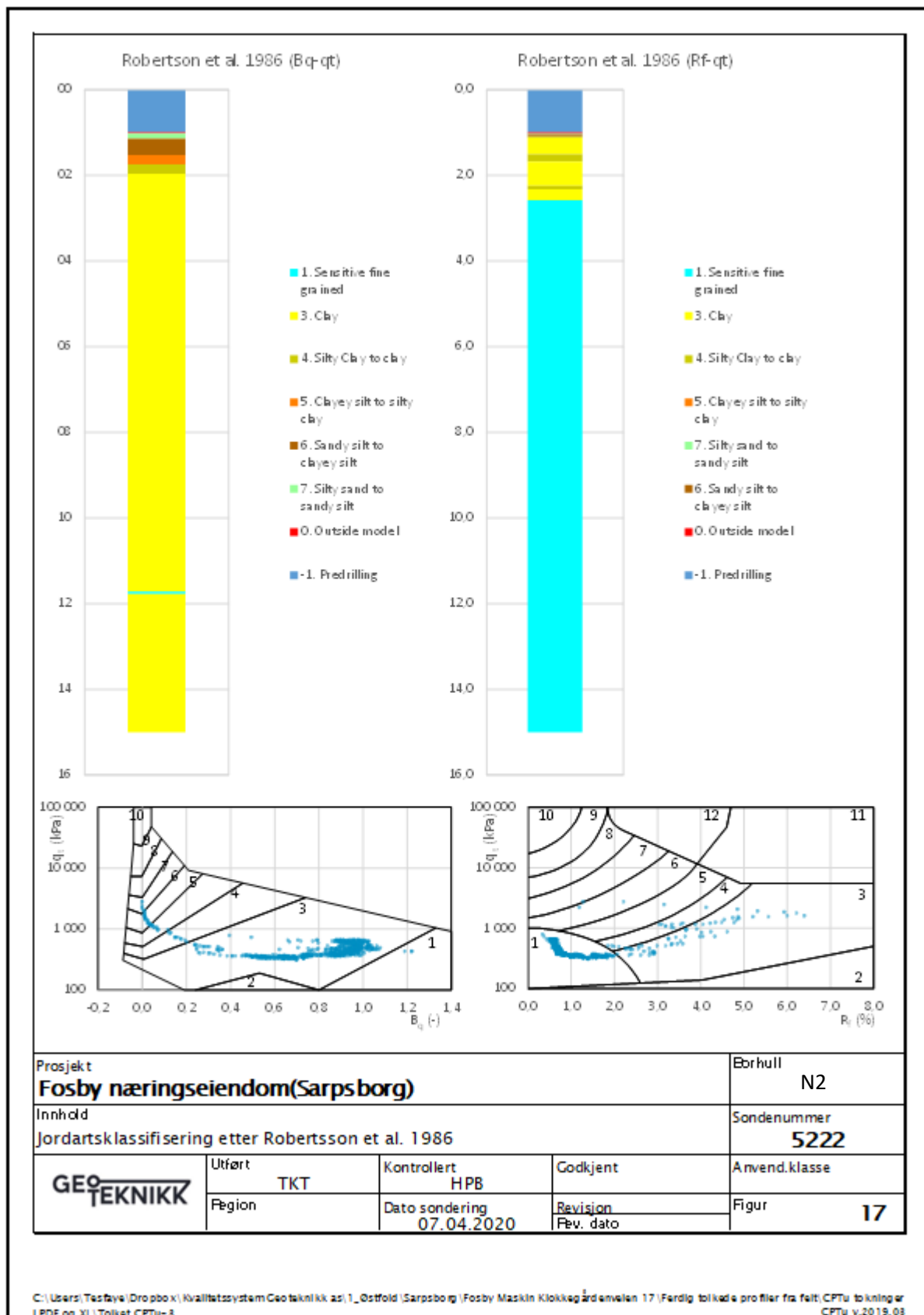
C:\Users\Testfaye\Dropbox\Kvalitetssystem Geoteknikk as\1_Østfold (Sarpsborg)\Fosby Maskin Klokkeregård anvelen 17\Ferdig\tolkkede profiler fra felt\CPTu\to kninger i PDF og XLI\Tolket CPTu-8

CPTu v.2019.08

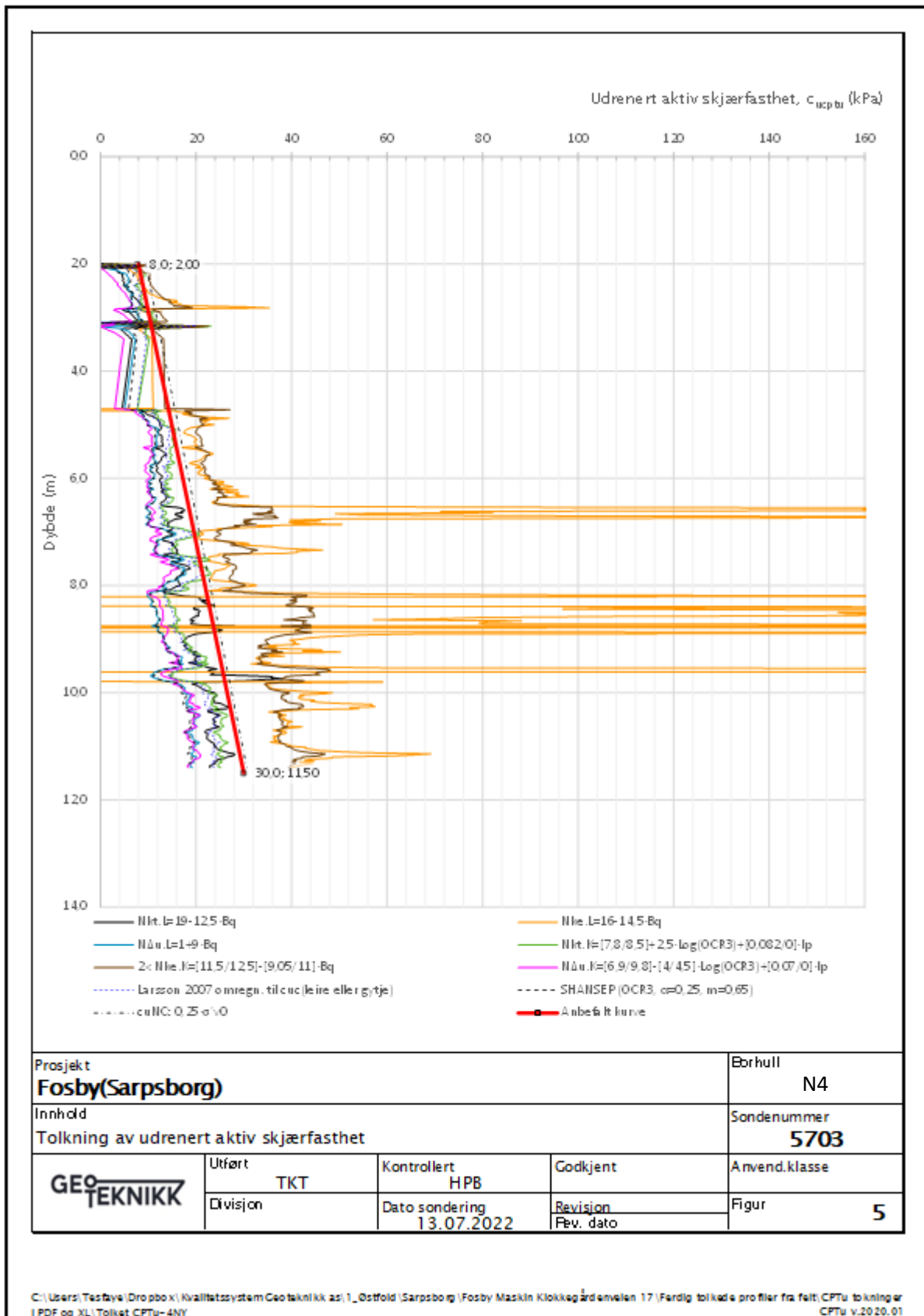


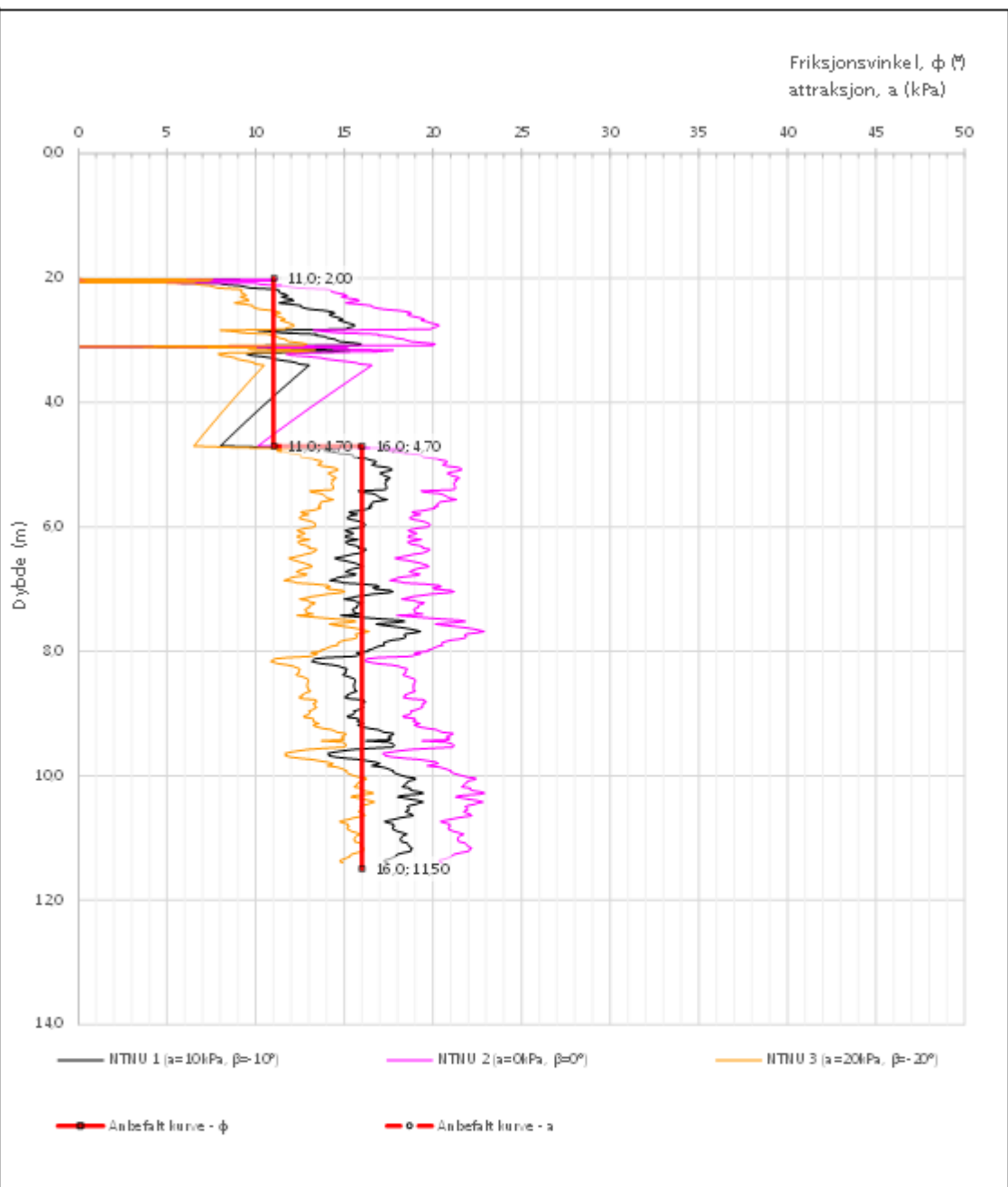
Prosjekt Fosby næringseiendom(Sarpsborg)			Borhull N2
Innhold Prekonsolideringstrykk, $\sigma'c$			Sondennummer 5222
	Utført TKT	Kontrollert HPB	Godkjent
	Region	Dato sondering 07.04.2020	Revisjon Rev. dato
			Anvend.klasse Figur 9

C:\Users\Tesfaye\Dropbox\Kvalitetssystem\Geoteknikk as\1_Østfold\Sarpsborg\Fosby Maskin Klokkegårdsveien 17\Ferdig_tolkede profiler fra felt\CPTu_tolkinger i PDF og XL\Tolket CPTu-3



Tolket CPTu N4





Prosjekt Fosby(Sarpsborg)			Ebrhull N4
Innhold Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon			Sondennummer 5703
GEO TEKNIKK	Utført TKT	Kontrollert HPB	Godkjent
	Divisjon	Dato sondering 13.07.2022	Revisjon Fev. dato
			Anvend.klasse Figur 6

C:\Users\Testbys\Dropbox\Kvalitetssystem Geoteknikk as\1_Østfold\Sarpsborg\Fosby Maskin Klokkegårdenveien 17\Ferdig\Tolkede profiler fra felt\CPTu\Tolkninger i PDF og XL\Tolket CPTu-4NY

RAPPORT

Laboratorieundersøkelser

OPPDRAGSGIVER
Geoteknikk AS

OPPDRAG
Fosby Maskiner Sarpsborg

DATO / REVISJON: 17. april 2020 / 00
DOKUMENTKODE: 10218618-RIG-LAB-RAP



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

Multiconsult

RAPPORT

EMNE	Laboratorieundersøkelser	DOKUMENTKODE	10218618-RIG-LAB-RAP
OPPDRAG	Fosby Maskiner Sarpsborg	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Geoteknikk AS	OPPDRAGSLEDER	Anna Molnes
KONTAKTPERSON	Hans Petter Bøckmann	UTARBEIDET AV	Anna Molnes
KOORDINATER	SONE: XXX ØST: XXXX NORD: XXXXXX	ANSVARLIG ENHET	10101070 GeoLab
GNR./BNR./SNR.	X / X / X /		

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av Geoteknikk 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	17.04.2020	Første utsendelse av rapport	ANNM	GRD	ANNM
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Bakgrunn	5
2	Omfang av laboratorieundersøkelsen	5
3	Prosedyrer for gjennomføring	5
4	Resultater	6
4.1	Borpunkt 3	6
5	Tegningsliste	6
6	Vedlegg	6
6.1	Geotekniske bilag	6

1 Bakgrunn

Multiconsult AS har på oppdrag fra Geoteknikk AS utført laboratorieundersøkelser for oppdrag «Fosby Maskiner Sarpsborg». Omfang av undersøkelsen er i henhold til bestilling mottatt fra oppdragsgiver 14.04.2020 og er angitt i tabell i pkt. 2. Prøvetakingen er utført av Norsk Grunnboring AS og prøvene ble levert til vårt laboratorium som 54 mm sylindprøver den 14.04.2020. Multiconsult AS har ikke vært involvert i bestemmelse av omfang, verken for prøvetaking eller analyse.

2 Omfang av laboratorieundersøkelsen

Laboratorieundersøkelsen ble utført i perioden 15.04.2020 – 16.04.2020 og omfatter følgende undersøkelser:

Undersøkelse	Type	Antall	Merknad/awik
Prøveåpning (standard undersøkelse)	54mm	3	
Ødometerforsøk	CRS	3	

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 3

Borpunkt 3															
Beskrivelse	Konus														
	Dybde-intervall	Dybde	Vanninnhold	Uforstyrret	Omrørt	Sensitivitet	Enaks	Brødd- tøyning	Utrullings- grense	Flyegrense	Gledelap	Korn- densitet	Total densitet	Porøsitet	Spes.forsøk
	z	z	w	C _{uc}	C _{urc}	S _r	C _{uc}	i _r	W _p	w _l	O	p _s	p	n	
	m	m	%	kN/m ²	kN/m ²		kN/m ²	%	%	%	%	g/cm ³	g/cm ³	%	
LEIRE, siltig	4,0-5,0	4,2	41,9	12,6	1,31	10									
overgang til KVIKKLEIRE, siltig		4,4	52,3				14,79	3,22					1,73		∅
		4,6	56,7	11,7	0,29	40									
KVIKKLEIRE, siltig	5,0-6,0	5,2	71,8	8,7	0,15	60									
		5,4	64,3				16,92	1,92					1,66		∅
		5,6	64,3	12,6	0,16	80									
KVIKKLEIRE, siltig	6,0-7,0	6,2	57,0	11,7	0,08	151									
		6,4	64,0				17,58	1,79					1,65		∅
		6,6	65,7	12,3	0,07	185									

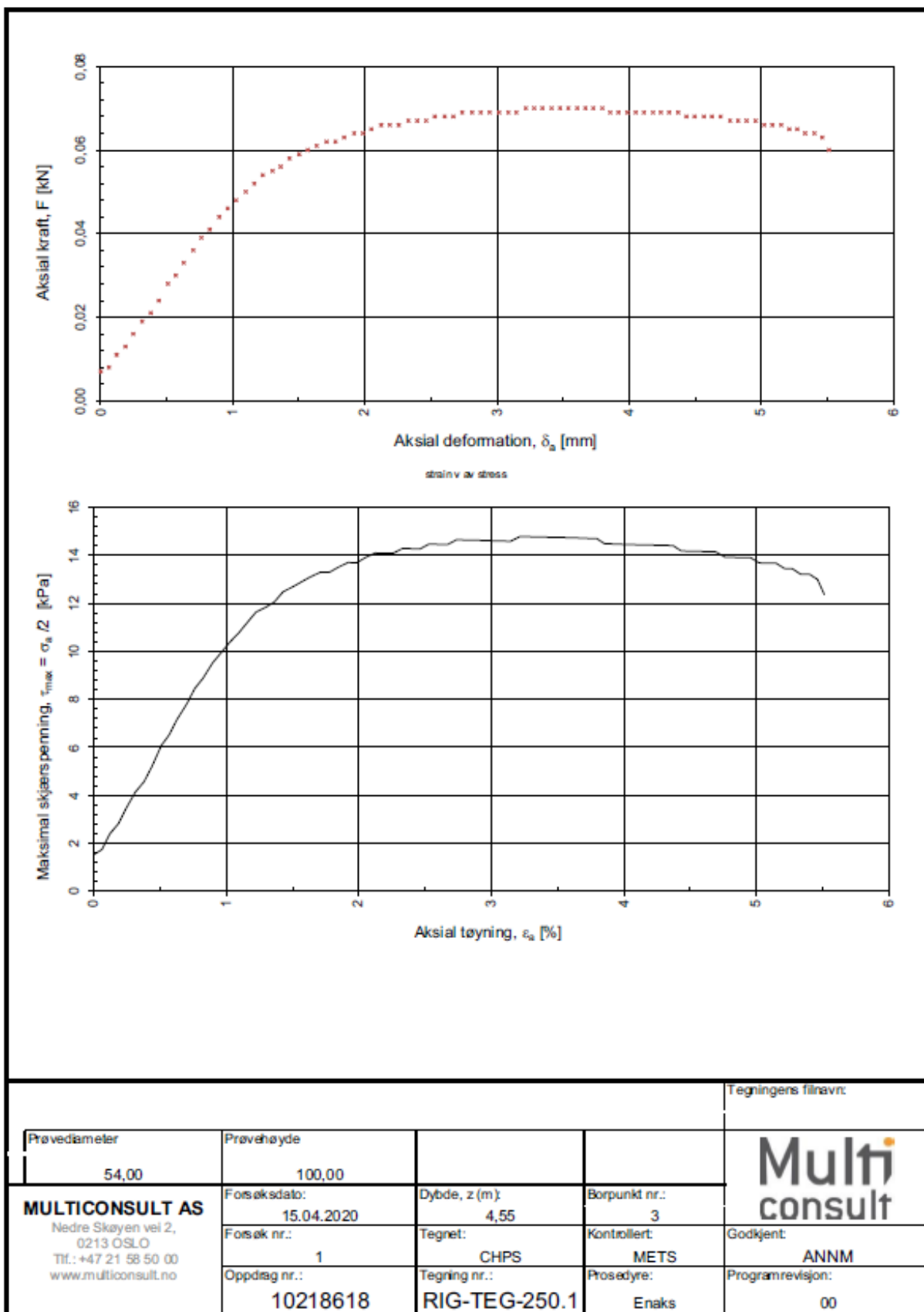
5 Tegningsliste

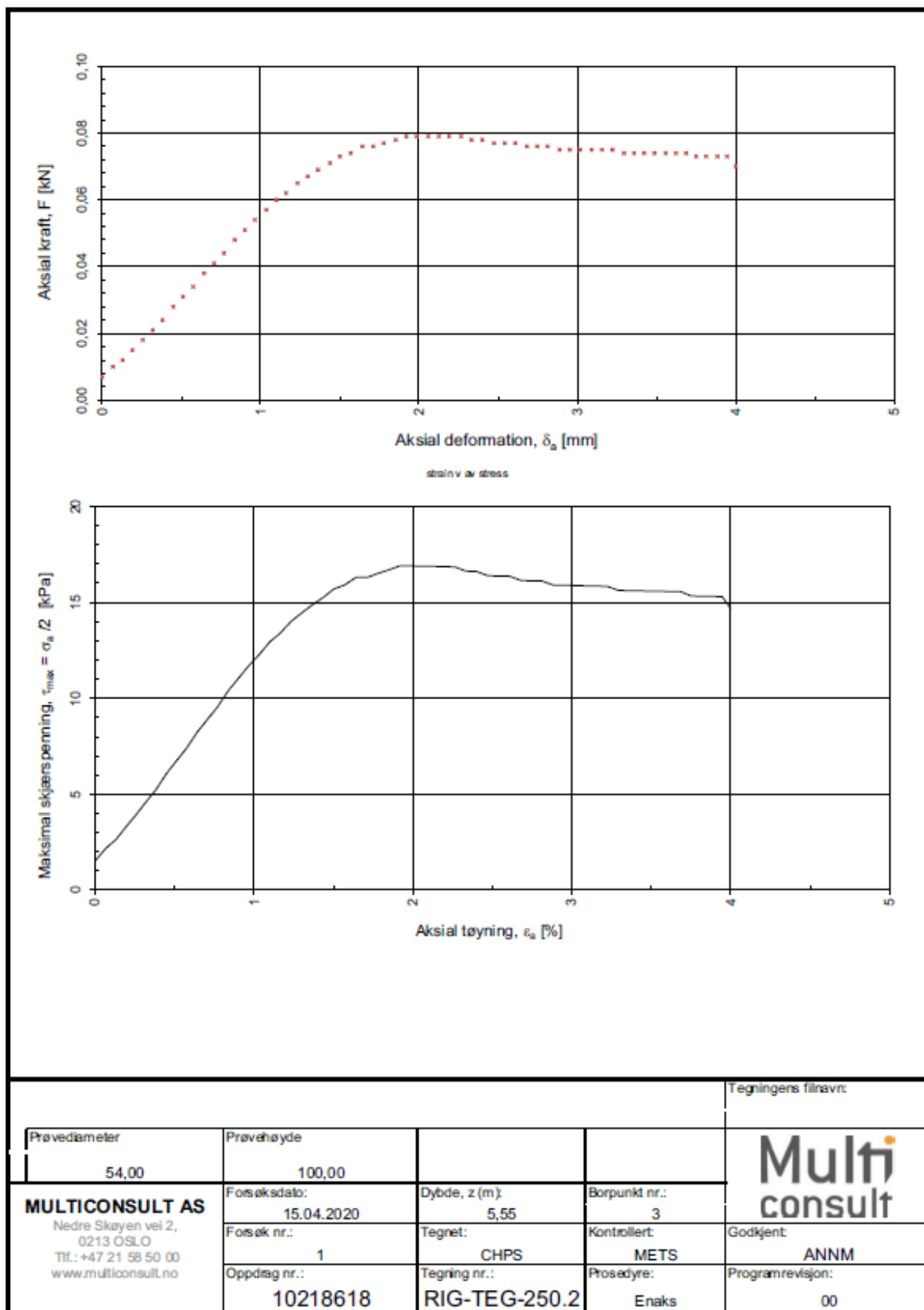
10218618-RIG-TEG-200	Geotekniske data, borpunkt 3
10218618-RIG-TEG-250.1-3	Enaksialforsøk, borpunkt 3
10218618-RIG-TEG-400.1-2	Ødometerforsøk, CRS, borpunkt 3, dybde = 4,35m
10218618-RIG-TEG-401.1-2	Ødometerforsøk, CRS, borpunkt 3, dybde = 5,40m
10218618-RIG-TEG-402.1-2	Ødometerforsøk, CRS, borpunkt 3, dybde = 6,40m

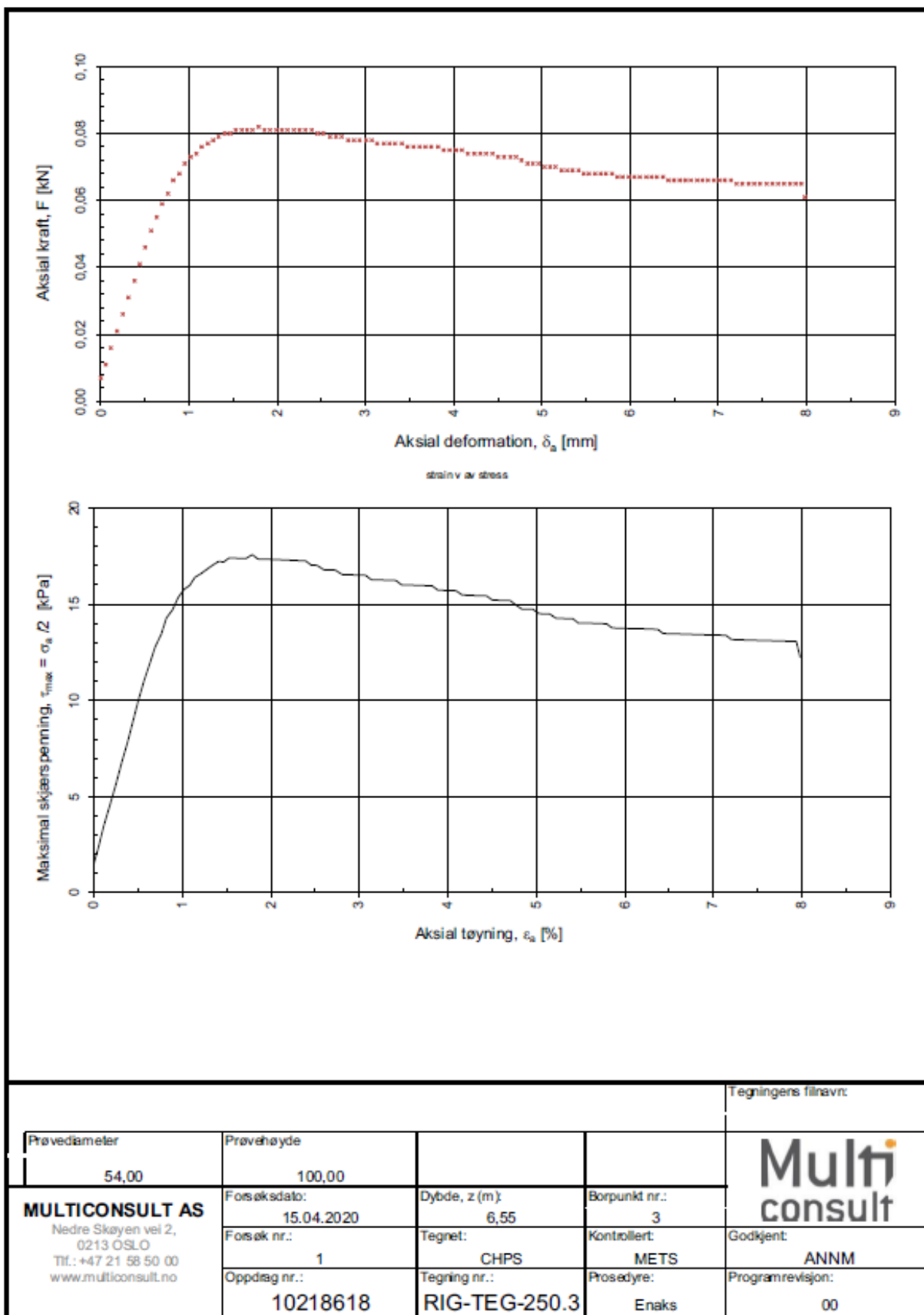
6 Vedlegg

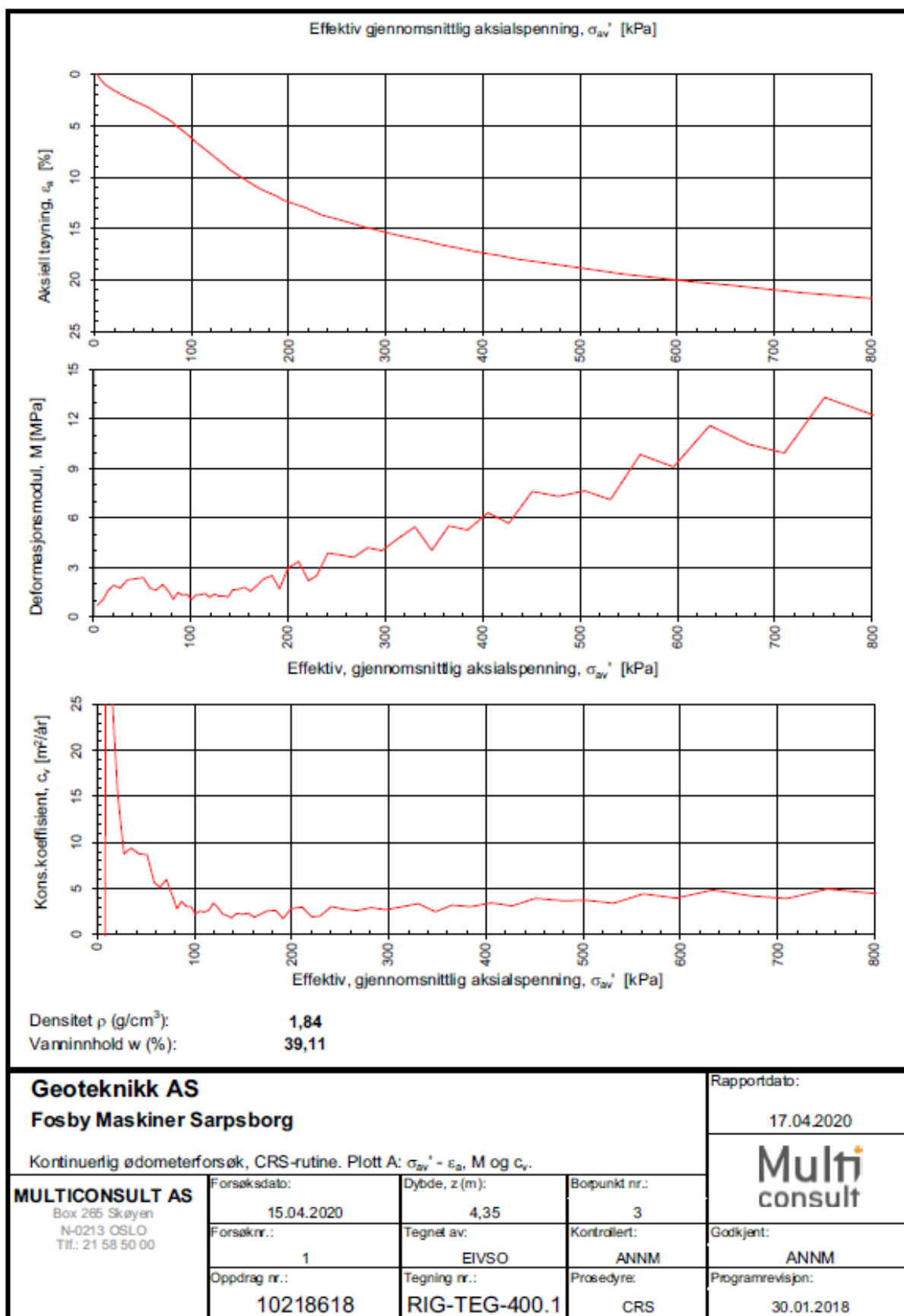
6.1 Geotekniske bilag

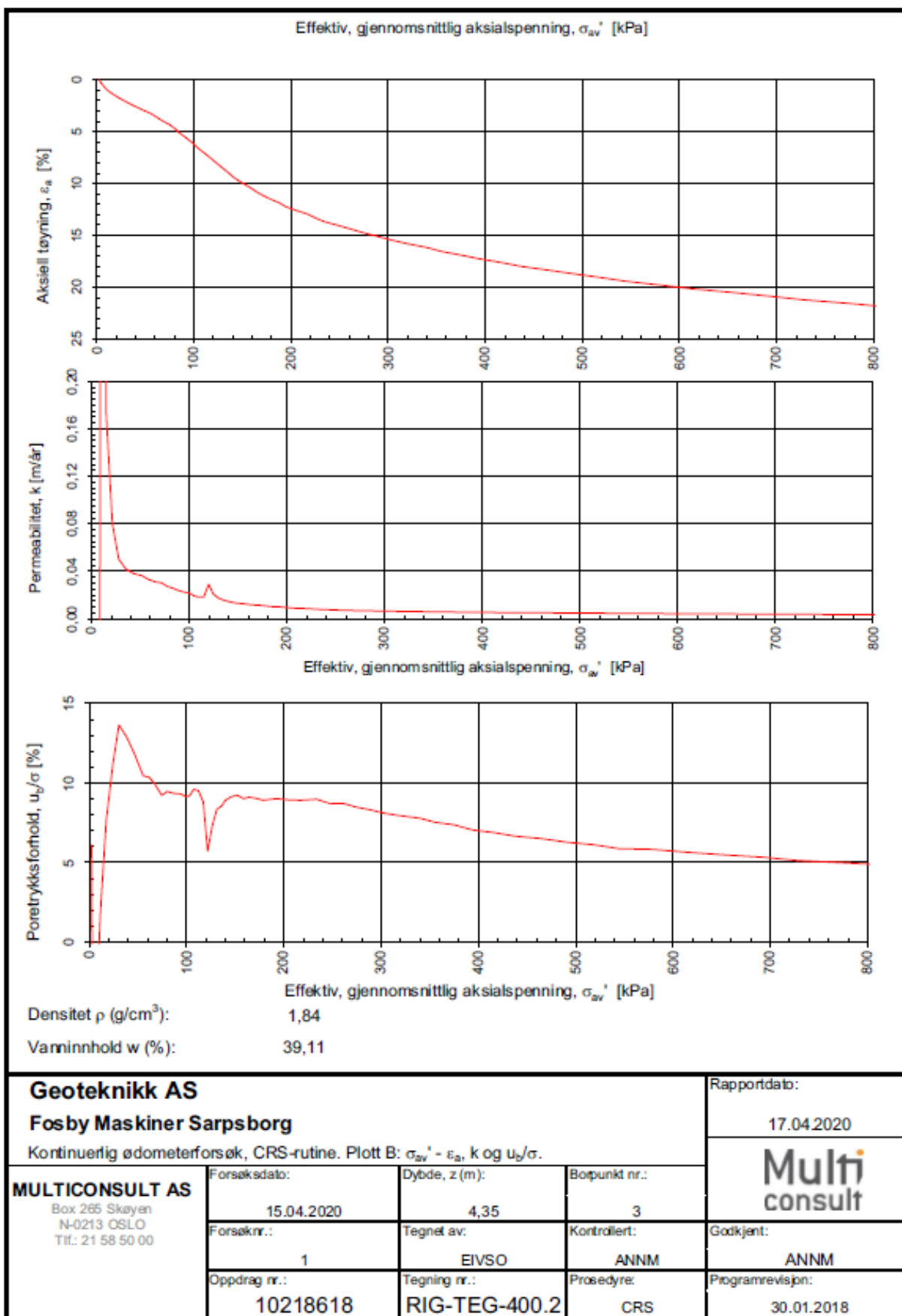
1. Laboratorieforsøk
2. Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

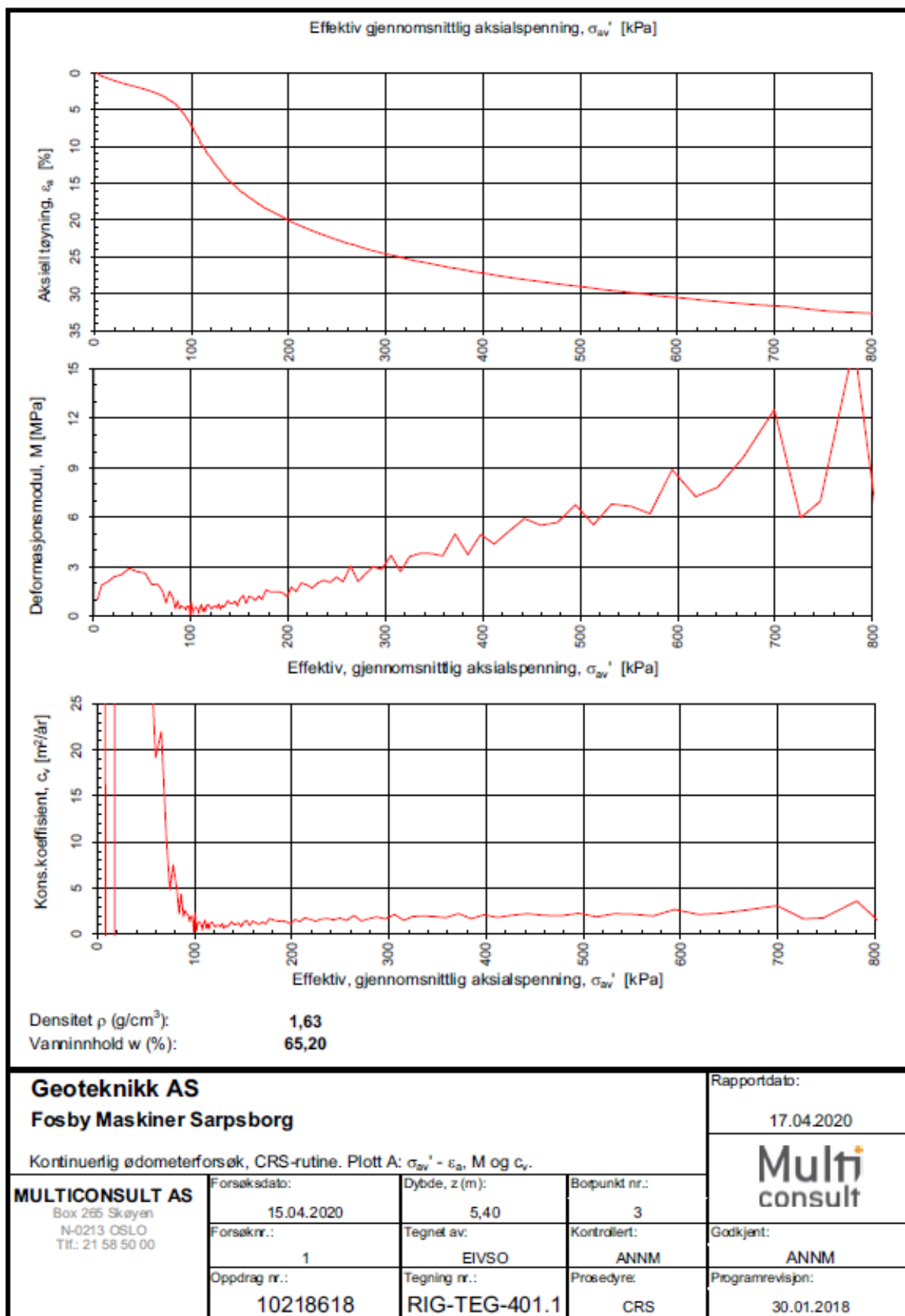


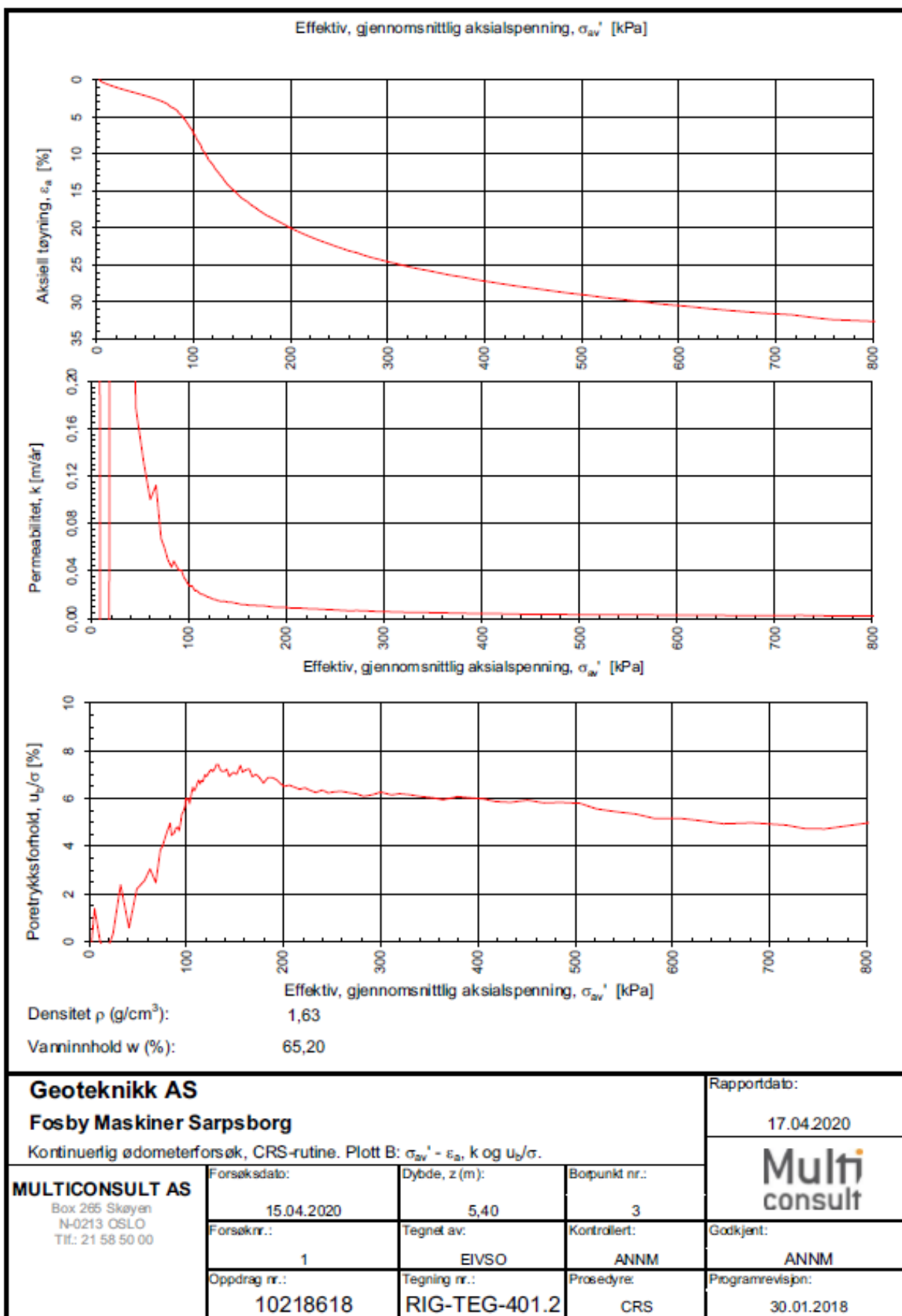


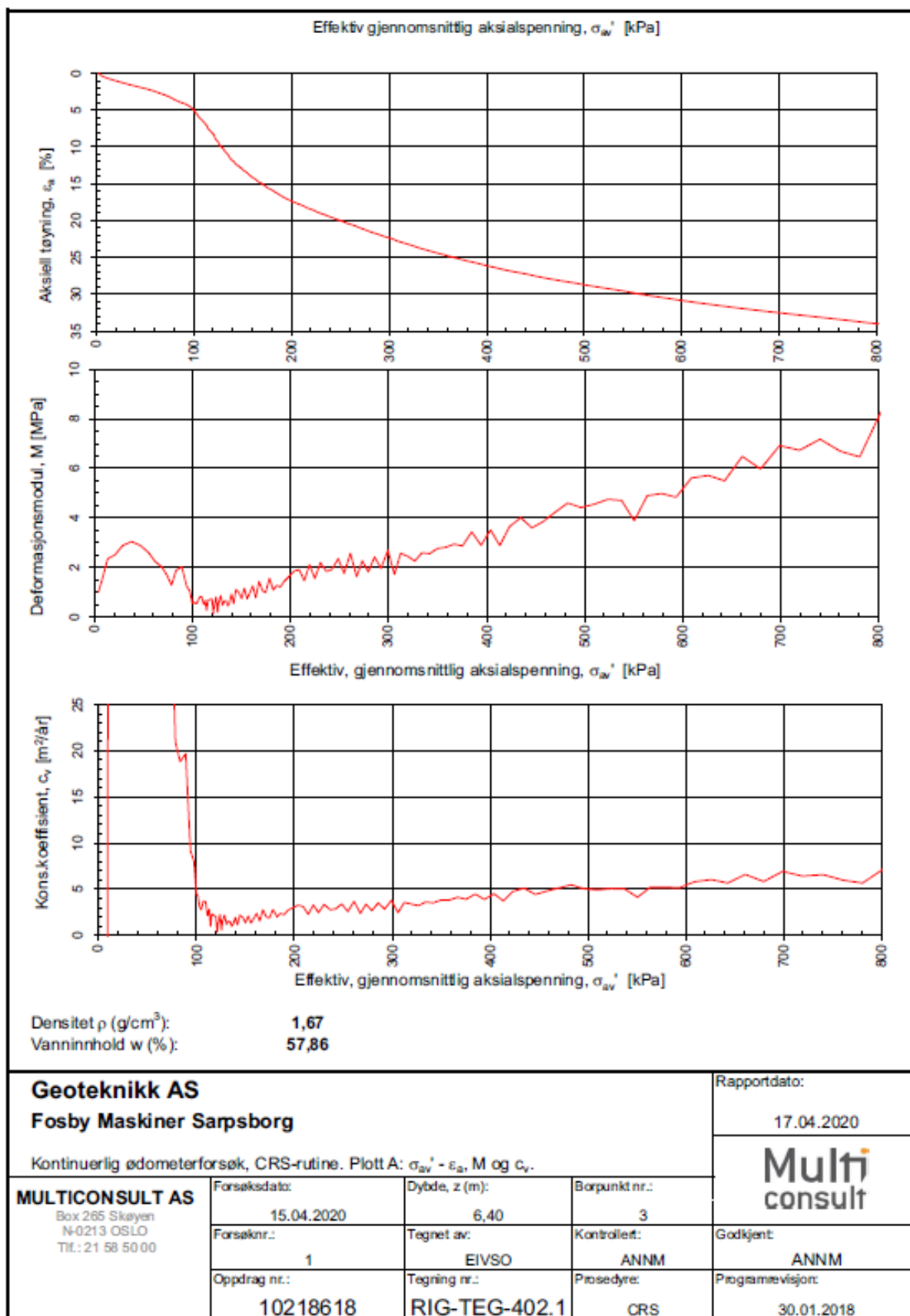


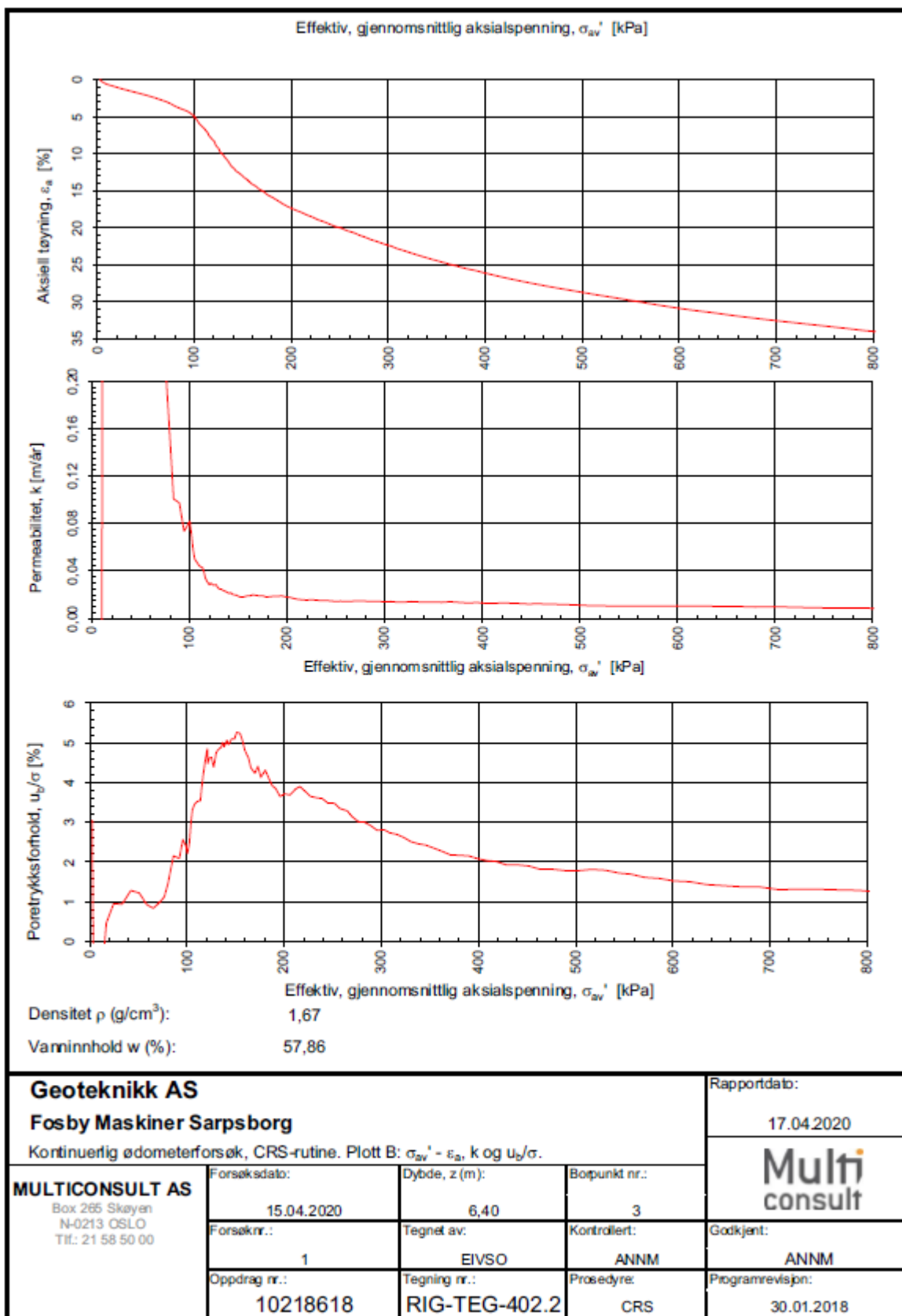


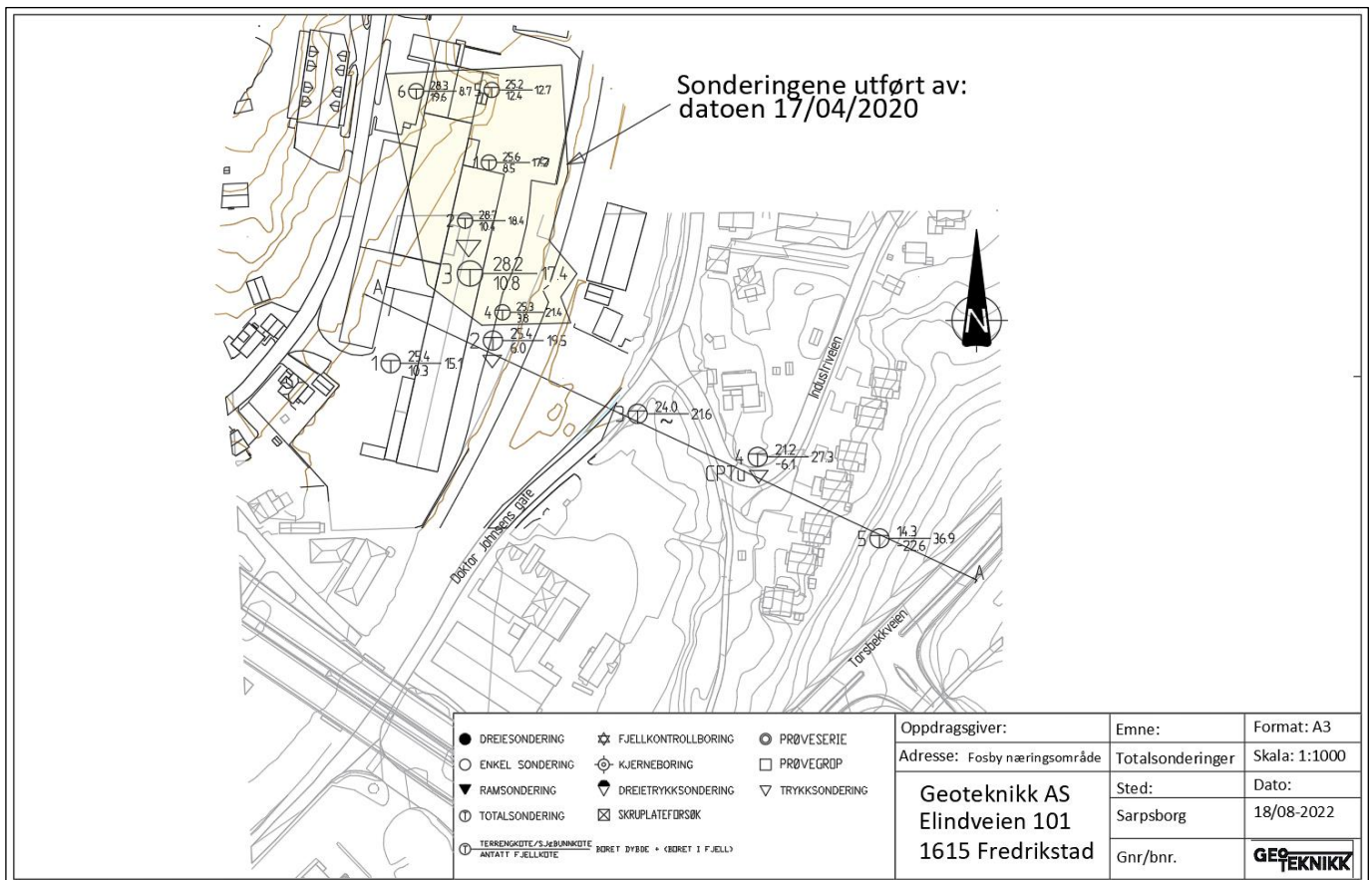












Geotekniske bilag 2

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».

MINERALISKE 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
<ul style="list-style-type: none"> • Fibrig torv • Delvis fibrig torv, mellomtorv • Amorf torv, svarttorv 	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene 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.

VANNINNHold

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 (fombart). 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).

HUMUSINNHold

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

Geotekniske bilag 2

Laboratorieforsøk

Multiconsult

DENSITET, TYNGDETTETHET, PORETALL OG PORØSITET

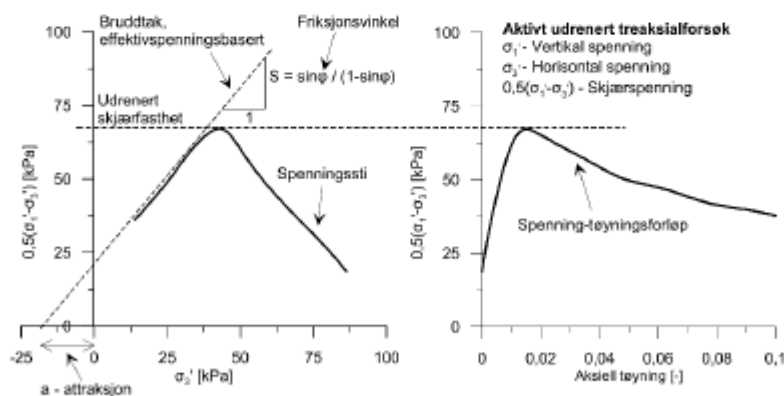
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm ³	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm ³	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm ³	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m ³	Tyngde av prøve per volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der g 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 ($\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$)
Porertall	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 ensiale trykkforsøk (c_{ue}), konusforsøk (uforstyrret c_{ufc} , omrørt c_{ufc}), 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 poretrykkmåling (CPTU) (c_{uepka}) eller vingebor (uforstyrret c_{uv} , omrørt c_{uv}).



SENSITIVITET

Sensitiviteten $St = c_u/c$, 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 ($c_u < 0,5$ kPa NS8015, $c_u < 0,33$ kPa ISO 17892-6), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

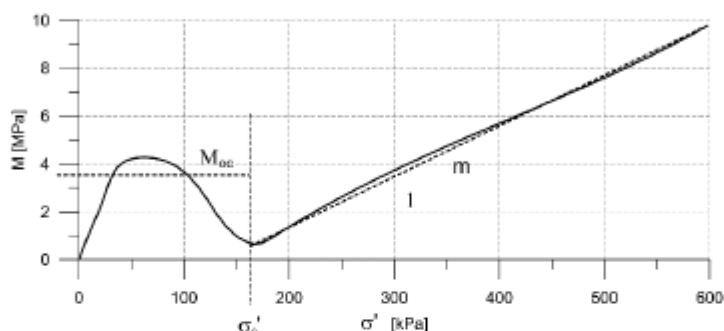
Geotekniske bilag 2

Laboratorieforsøk

Multiconsult

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGS EGENSKAPER

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 overlagering eller ilast). Deformasjonsmodulen viser typisk forskjellig oppførsel under og over forkonsolideringsspenningen. I leire vil stivheten for spenningsnivåer under σ'_c representeres ved en konstant stivhetsmodul M_{0cc} . For spenningsnivåer over σ'_c vil stivheten øke med økende spenning. Denne økningen kan beskrives ved modultallet m .

**TELEFARLIGHET**

En jordarts telefarlighet bestemmes ut ifra 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.

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkomene. 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.

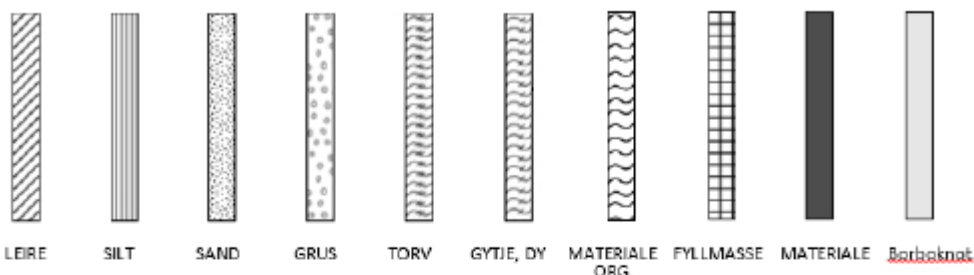
Geotekniske bilag 2

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 – Komgradering (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.

Uomrørt konus $c_{u\phi}$	▽	Omrørt konus $c_{u\phi}$	▼
Enaksialt trykkforsøk Strek angir aksial tøyning (%) ved brudd		Omrørt konus $c_{u\phi} \leq 2,0 \text{ kPa}$	▼ 0,9

Geotekniske bilag 3

Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

Multiconsult**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	Svinggrense
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
NS8017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO/TS 17892-8 og -9	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser

