

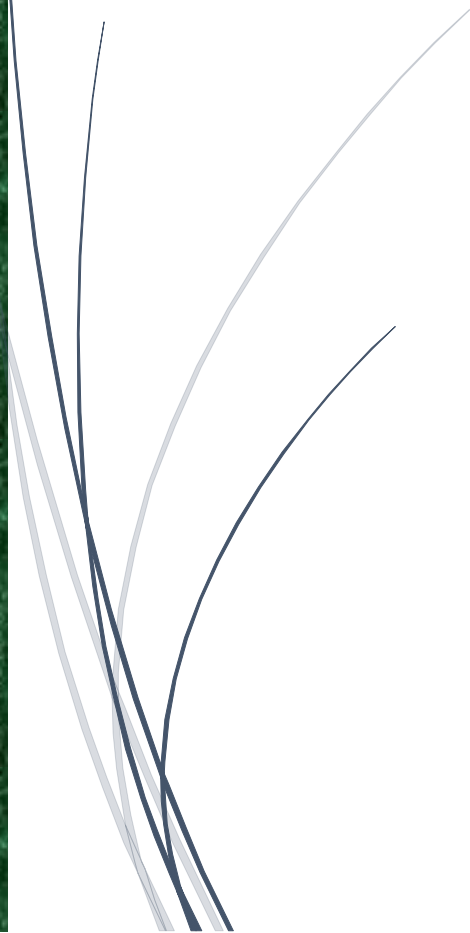


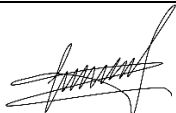
25.08.2022



Geoteknisk datarapport

Engan 40, 7290 Støren
Midtre Gauldal kommune



Rapport nr.: 1			
Oppdrag/emne	Geotekniske grunnundersøkelser		
Oppdragsgiver	Midtre Gauldal Kommune		
Kontaktperson	Vegar Myren		
Gnr/bnr.	45/113		
Adresse	Engan 40, 7290 Støren		
Ansvarlig foretak	Geoteknikk AS		
Utarbeidet av	Siv Ing Tesfaye Tilahun	Sign	
Godkjent av	Senior Ing. Hans Petter Bøckmann	Sign.	
Tlf. Geoteknikk AS	(+47) 69 33 33 00		
E-post	hpb@geoteknikk1.no : Hans Petter Bøckmann, Senior Geoteknikker		
Dato	25.08.2022		
Revisjon	0		



Figur 1: Oversikt over tiltaksstedets beliggenhet, markert med sort markør (Gulesider, 2022).

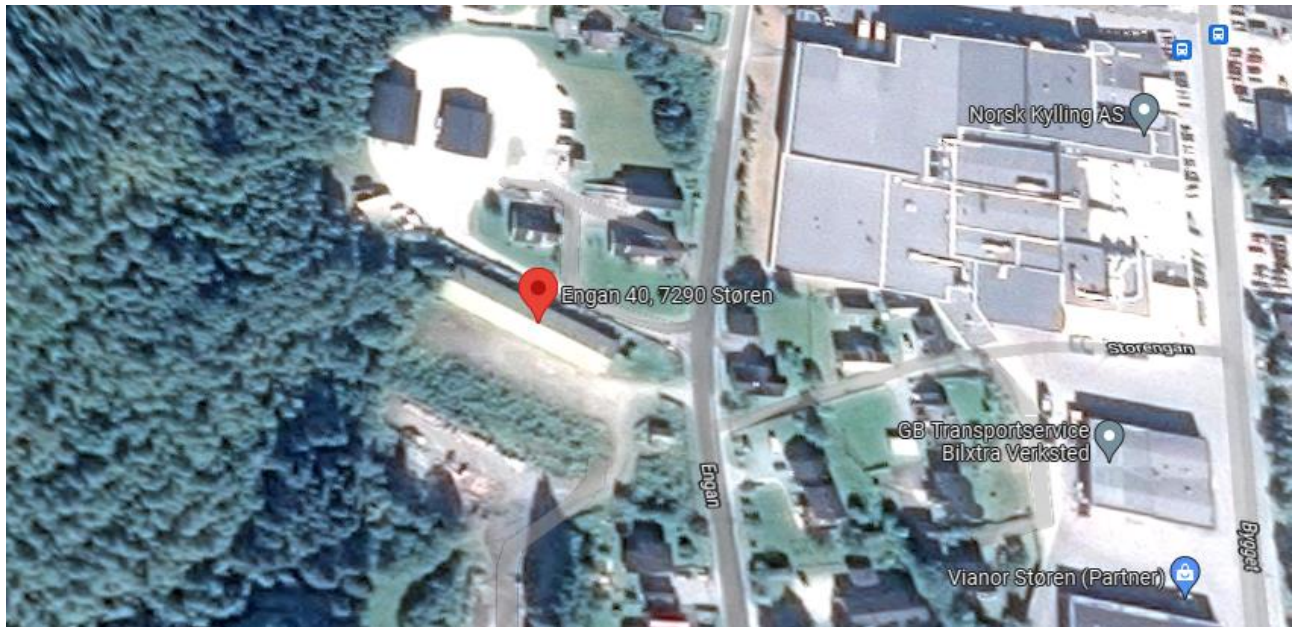
Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	1
1.1	Formål og bakgrunn.....	1
1.2	Utførelse.....	1
1.3	Kvalitetssikring og standardkrav.....	1
1.4	Innhold og bruk av rapporten.....	1
2	Topografi og områdebeskrivelse.....	2
2.1	Topografi.....	2
3	Geotekniske grunnundersøkelser.....	2
3.1	Feltundersøkelser.....	2
3.2	Laboratorieundersøkelser.....	2
4	Beskrivelse av grunnforhold.....	3
4.1	Kvartærgeologi.....	3
4.2	Sikkerhet mot kvikkleire.....	4
4.3	Generelt.....	5
4.4	Dybder til fjell.....	5
4.5	Løsmasser.....	6
4.6	Poretrykk og grunnvannstand.....	6
4.7	Laboratorieundersøkelser.....	6
4.8	Tolkning av CPTu-sonderinger.....	6
5	Geoteknisk evaluering av resultater.....	7
5.1	Avvik fra standard utførelsesmetode.....	7
5.2	Viktige forutsetninger.....	7
5.3	Undersøkelles- og prøvekvalitet.....	7
5.4	Generell påvisning av grunnfjellsnivå.....	7
6	Behov for supplerende grunnundersøkelser.....	7
7	Referanser.....	8
	Vedlegg 1: Totalsonderinger.....	9
	Bilag 1: Geoteknisk bilag – Feltundersøkelser.....	16
	Bilag 2: Geoteknisk bilag – Laboratorieforsøk.....	18
	Bilag 3: Geoteknisk bilag – Metodestandarder for utførelse.....	22

1 Innledning

1.1 Formål og bakgrunn

I forbindelse med planlagt utvikling av Engan 40, på Støren (figur 1 og 2), har Geoteknikk AS fått i oppdrag av Midtre Gauldal Kommune/v Vegar Myren med å få utført en grunnundersøkelse på tomten, samt utarbeide en datarapport basert på resultatene fra feltarbeidene.



Figur 2: Oversiktsbildet over tiltaksstedet (Google, 2022).

1.2 Utførelse

Boringens utførelse er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 1, mens oversikt over metodestandarder for utførelse er gitt i geoteknisk bilag 3.

Metodikk/prosedyre for utførelse av laboratorieundersøkelsene er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 2.

Feltundersøkelsene ble utført av Norsk grunnboring AS med hydraulisk borerigg av borleder Ørjan Stokmann. Alle kotehøyder referer til NN 2000 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 [1]. Feltundersøkelsene er utført iht. NS 8020-1:2016 [3] og tilgjengelige metodestandarder fra Norsk Geoteknisk Forening [5].

Laboratorieundersøkelsene er utført iht. NS 8000-serien og relevante ISO-standarder. Datarapporten er utarbeidet i henhold til NGF-melding nr. 2 [5] og krav i NS-EN-1997 (Eurokode 7) – Del 2 [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 byggbarhet, 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.

2 Topografi og områdebeskrivelse

2.1 Topografi

Tiltaksstedet ligger omtrent 72 moh. i et svakt hellende terreng (figur 3). Terrenget heller svakt nedover mot elven i øst og faller fra tiltaksstedet og nedover til omtrent 57,5 moh. i bunnen av elven og går over en avstand på omtrent 410m. Dette utgjør en høydeforskjell i terreng på omtrent 14,5m og gir et gjennomsnittlig helningsforhold på 1:28.



Figur 3: Terreng og høydeprofil gjennom tiltaksstedet, markert med rød sirkel (Kartverket, 2022).

3 Geotekniske grunnundersøkelser

3.1 Feltundersøkelser

Feltarbeidene bestod av:

- 7 stk. totalsonderinger for å finne dybde til fjell, samt få informasjon om lagringsfastheten i massene.

3.2 Laboratorieundersøkelser

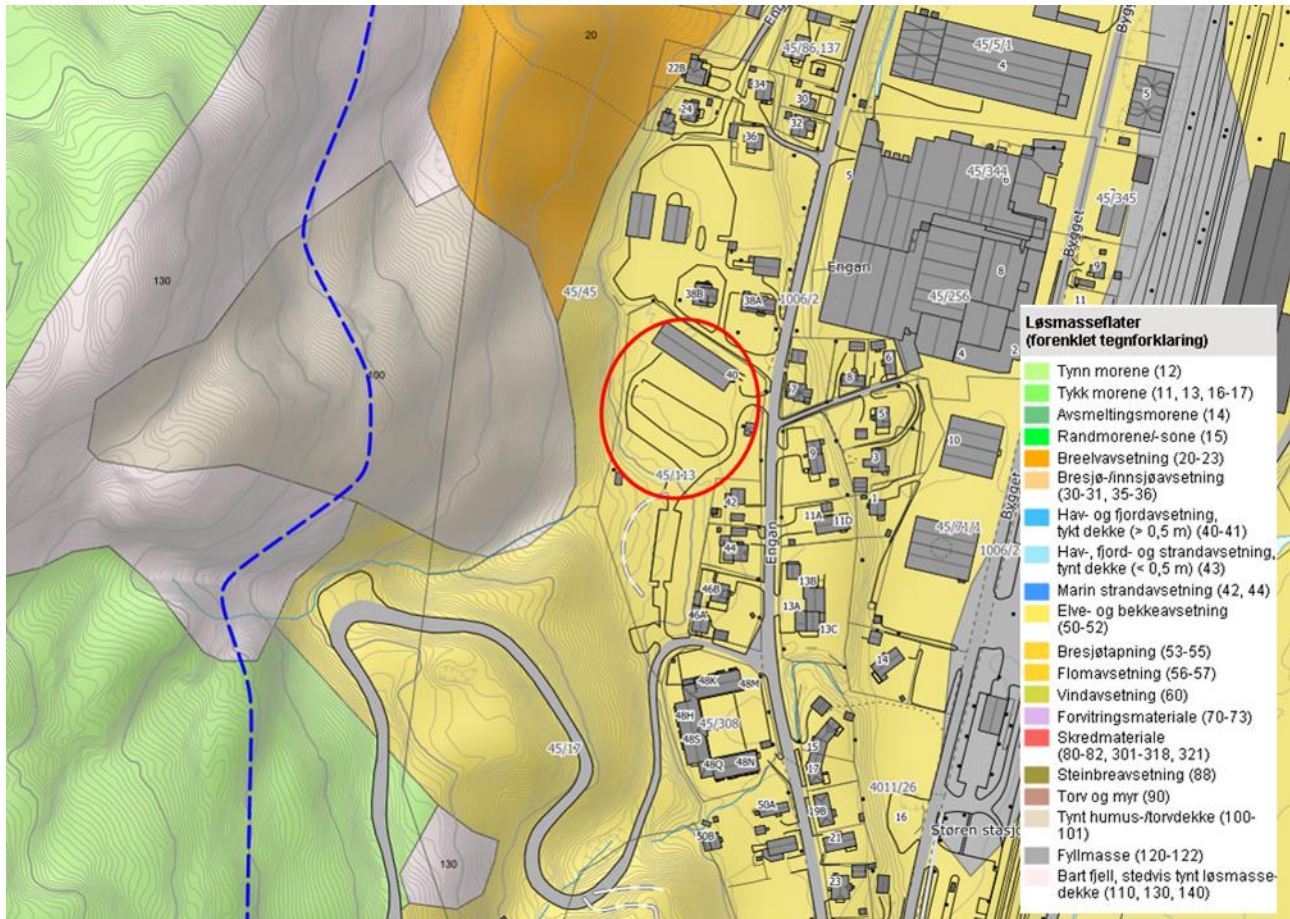
Det er ikke tatt opp noen prøveserie for analyse.

4 Beskrivelse av grunnforhold

4.1 Kvartærgeologi

Iht. NGUs kvartærgeologiske kart ligger tiltaksstedet innenfor et område med elve- og bekkeavsetninger (figur 4). Generelt består disse løsmassene av sorterte avsetninger av sand og grus og kan ha en mektighet over 10m. Vest for tiltaksstedet er det kartlagt områder med breelvavsetninger (sand/grus og noe stein), bart fjell, tynt humus/torv dekke og tynt morenedekke (kornstørrelser fra leire til blokk).

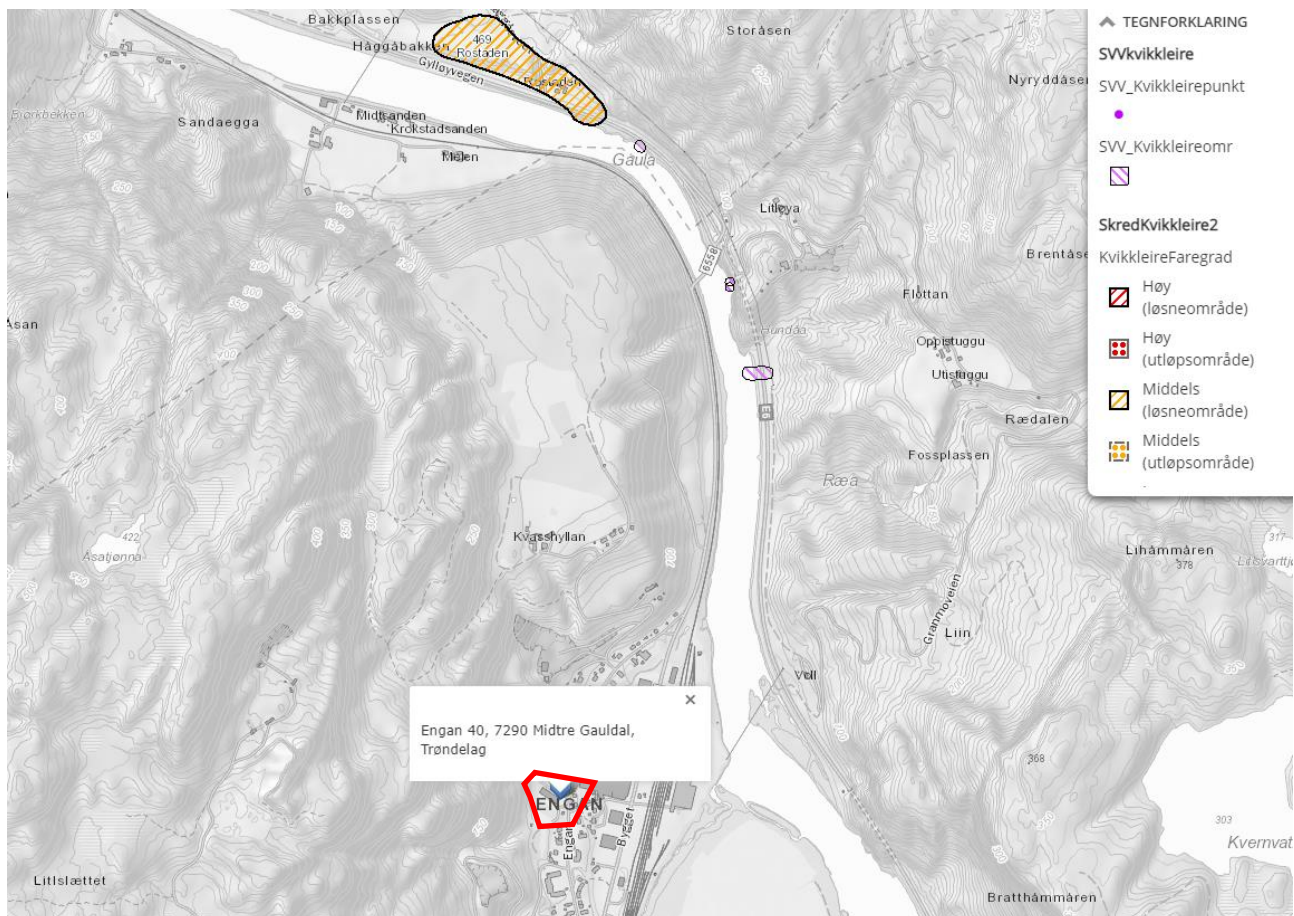
Tiltaksstedet ligger under marin grense som i dette området er kartlagt til å ligge omtrent 190 moh.



Figur 4: Oversikt over løsmasser på og rundt tiltaksstedet, markert med rød sirkel (NGU, 2021). Marin grense er angitt med blå stiplet linje.

4.2 Sikkerhet mot kvikkleire

Ifølge NVEs faresonekart for kvikkleire ligger ikke tiltaksstedet innenfor tidligere kartlagt faresone (figur 4). Nærmeste kartlagte faresone (469 Rostaden) ligger omtrent 1,6km nord for tiltaksstedet ved E6 og er angitt som et løснеområde med middels faregrad og risikoklasse 3. Det er også kartlagt et kvikkleireområde omtrent 1,1km nordøst for tiltaksstedet ved E6.



Figur 5: Faresonekart for kvikkleire på og rundt tiltaksstedet, markert med en blå markør (NVE, 2022).

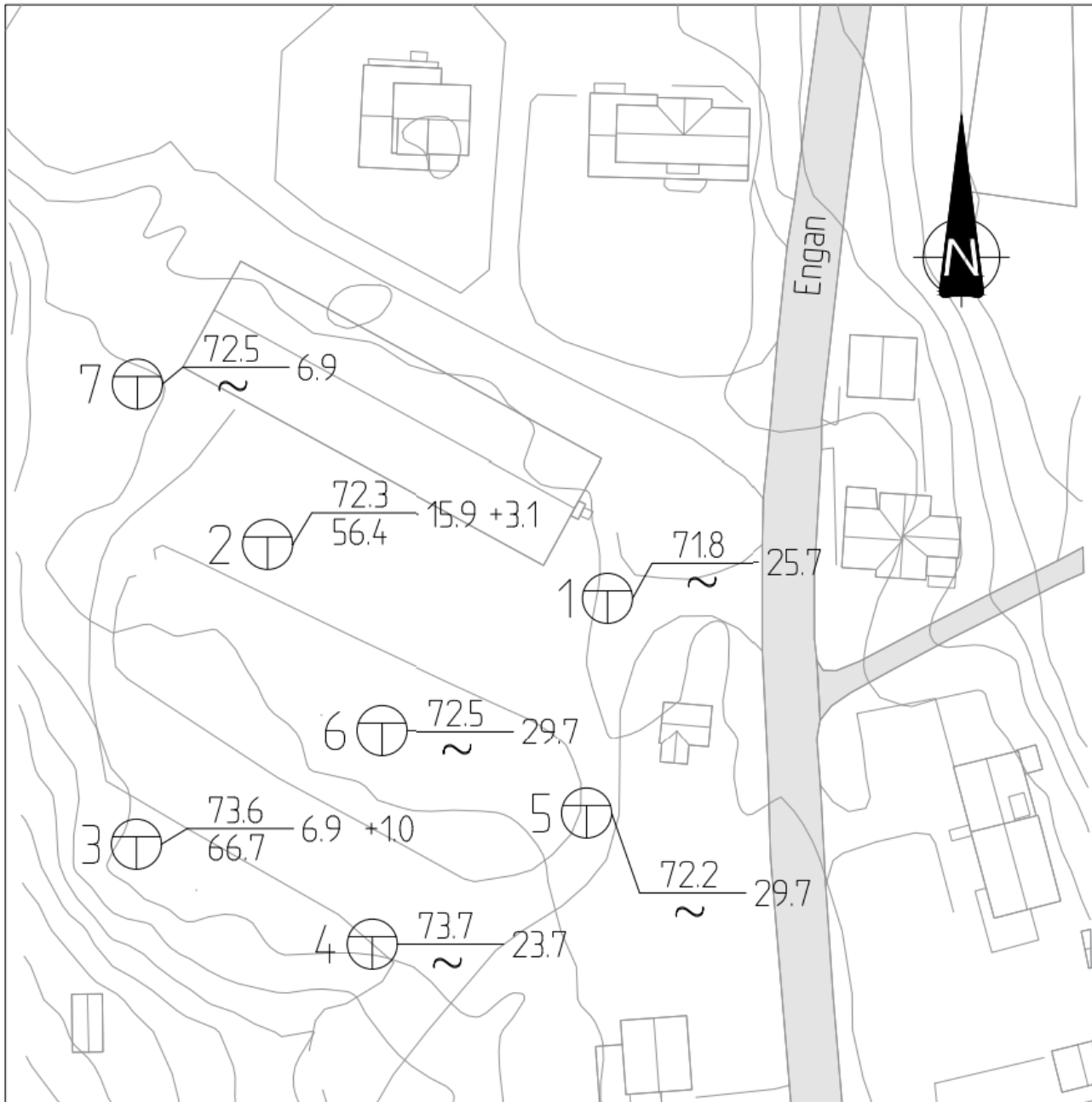
4.3 Generelt

Det er tolket følgende lagdelinger basert på den visuelle tolkningen av gjennomførte totalsonderinger (vedlegg 1).

4.4 Dybder til fjell

Totalsonderingene i borpunkt 2 og 3 ble avsluttet i antatt faste masser/fjell i dybder mellom 7m og 16m under terreng, med 1m og 3m fjellkontrollboring. Sonderingene i borpunkt 1, 4, 5, 6 og 7 ble avsluttet i faste masser uten å treffe fjell i dybder mellom 7m og 30m under terreng.

Generelt må det antas at det kan være uregistrerte variasjoner i fjelltopografien utover det som kan antas ut fra en rettlinjert interpolasjon mellom borpunktene (figur 6).



Figur 6: Borplan.

4.5 Løsmasser

Sonderingene viser generelt hardpakkede masser ned til fast fjell/avsluttet sonderingsdybde og det ble benyttet økt rotasjon for å bore seg ned i massene i alle borpunkter. Ut ifra tolkningen av sonderingene kan man se at det er et par bløtere sjikt i toppen av sonderingsprofilene i alle borpunktene i varierende dybder mellom 1-4m under terreng. Grunnen består stort sett et topplag av fylling/grusig/sandig masser ned til ca. 1-2m etterfulgt av faste sand og grus forekomster ned til omtrent 10m under terreng. Videre er det påvist et lag med antatt morene ned til avsluttet sonderingsdybde ned til ca. 30m under terreng.

Det er vurdert til at det er gode grunnforhold på eiendommen.

4.6 Poretrykk og grunnvannstand

Ut ifra resultatet fra grunnundersøkelsen antas det at grunnvannstanden generelt på tomten ligger ca. 1,5 til 2,5 meter under terreng. Grunnvannsnivået i området antas å variere med årstider og nedbør.

4.7 Laboratorieundersøkelser

Det er ikke tatt opp prøver i forbindelse med grunnundersøkelsene og ingen laboratorieundersøkelser utført.

4.8 Tolkning av CPTu-sonderinger

På generell basis skal CPTu-sondering gi oversikt over den nøyaktige, type jordart i lagene, evt. beliggenhet av grunnvannstand, *in situ* bestemmelse av skjærfasthet, deformasjonsparametere. Trykksonden (figur 7) presses ned i grunnen med konstant hastighet på 2 cm/sek. Det benyttes kun statisk trykk uten rotasjon eller slag.



Figur 7: CPTu-sonde.

På grunn av faste og hardpakkede masser på tomten var det ikke mulig å gjennomføre CPTu-sonderingen.

5 Geoteknisk evaluering av resultater

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 Undersøkelles- og prøve kvalitet

Det er ikke tatt prøver i forbindelse med det planlagte prosjektet.

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 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 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.

7 Referanser

- Standard Norge, «Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2015)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN ISO 9001:2015.
- Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver (NS-EN 1997-2:2007)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-2:2007/AC:2010+NA:2008, mars 2007.
- Standard Norge, «Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser – Del 1: Geotekniske feltundersøkelser (NS 8020-1:2016)», Standard Norge, Norsk standard NS 8020-1:2016, juni 2016
- Statens vegvesen, Vegdirektoratet, «Geoteknikk i vegbygging (Håndbok V220)», Vegdirektoratet, Oslo, Veiledning, juni 2010.
- Norsk Geoteknisk Forening (NGF): NGF-Melding nr. 1-11.

GOOGLE (2022). *Goolge Maps* [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.google.no/maps/@64.1657568,15.0217161,5.14z?hl=no> [Hentet: 25.08 2022].

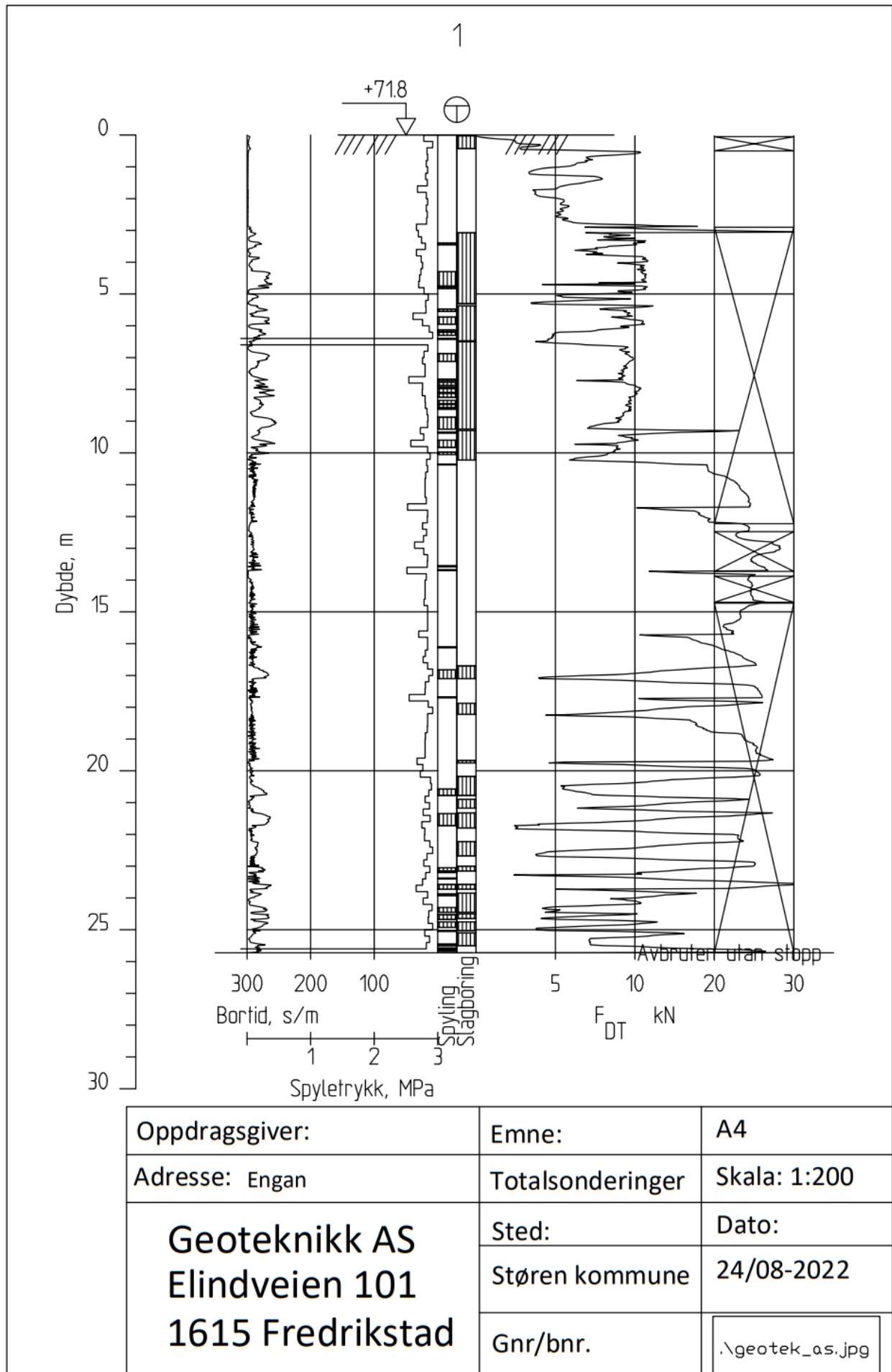
GULESIDER (2022). *Gule Sider* [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.gulesider.no/> [Hentet: 25.08 2022].

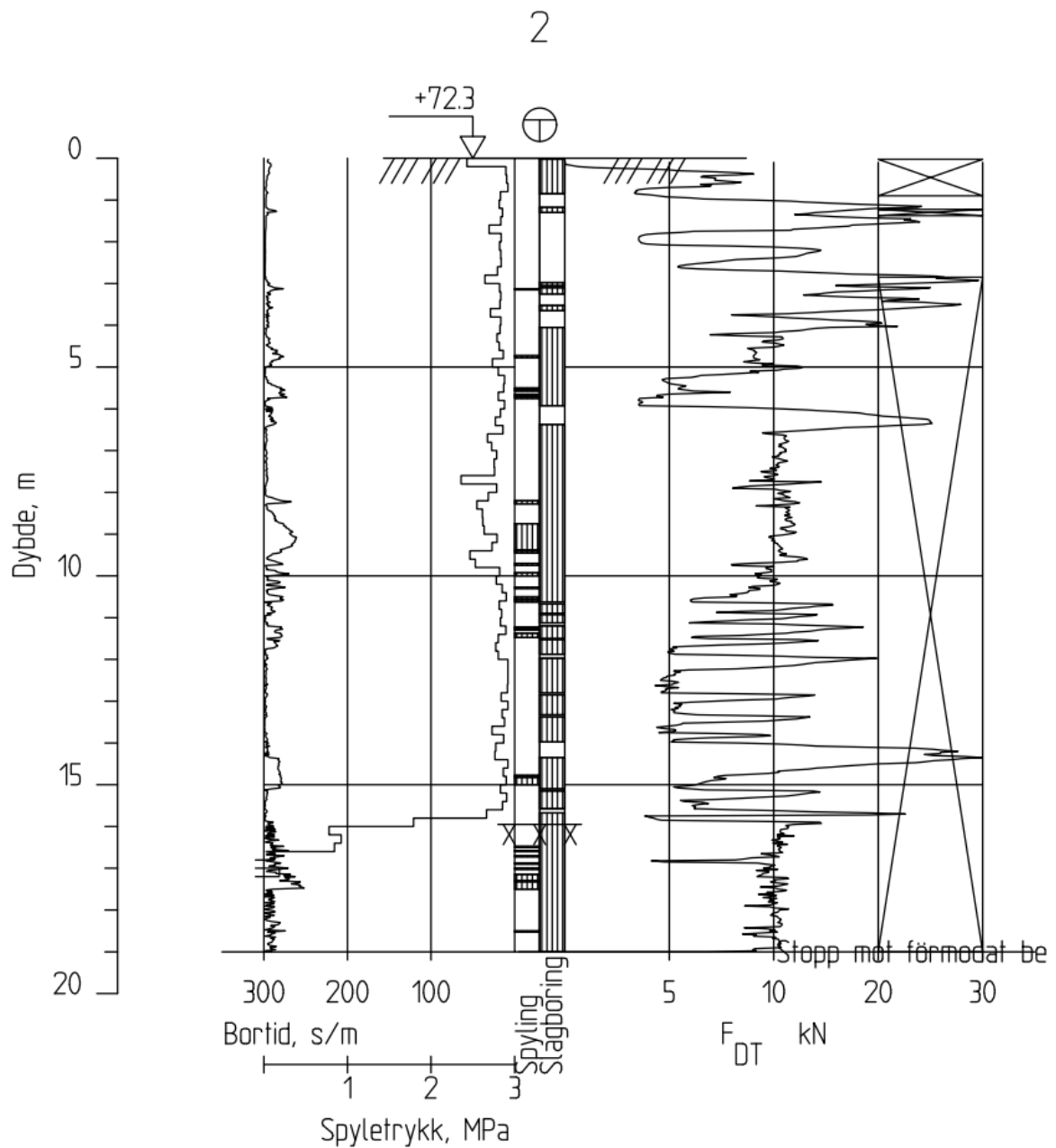
KARTVERKET (2022). *Høydedata* [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/> [Hentet: 25.08 2022].

NGU (2021). *Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase* [Internett]. Tilgjengelig fra: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/ [Hentet: 25.08 2022].

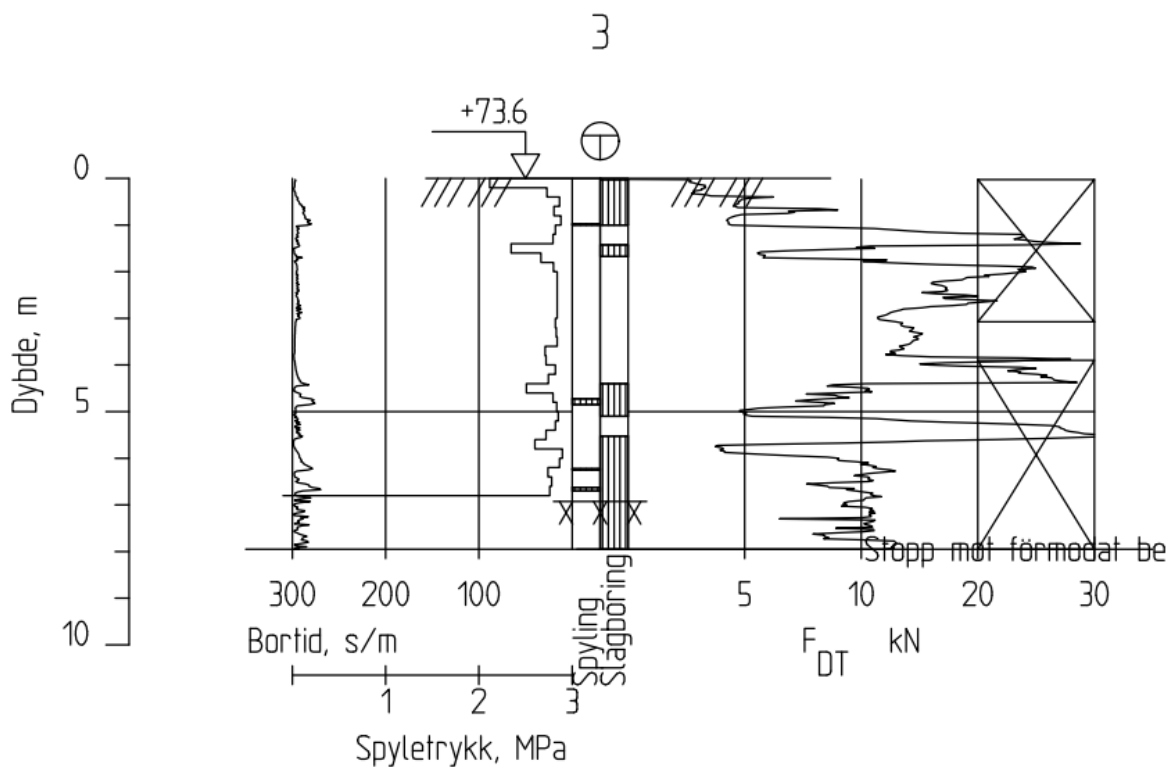
NVE (2022). *NVE Atlas* [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#> [Hentet: 25.08 2022].

Vedlegg 1: Totalsonderinger

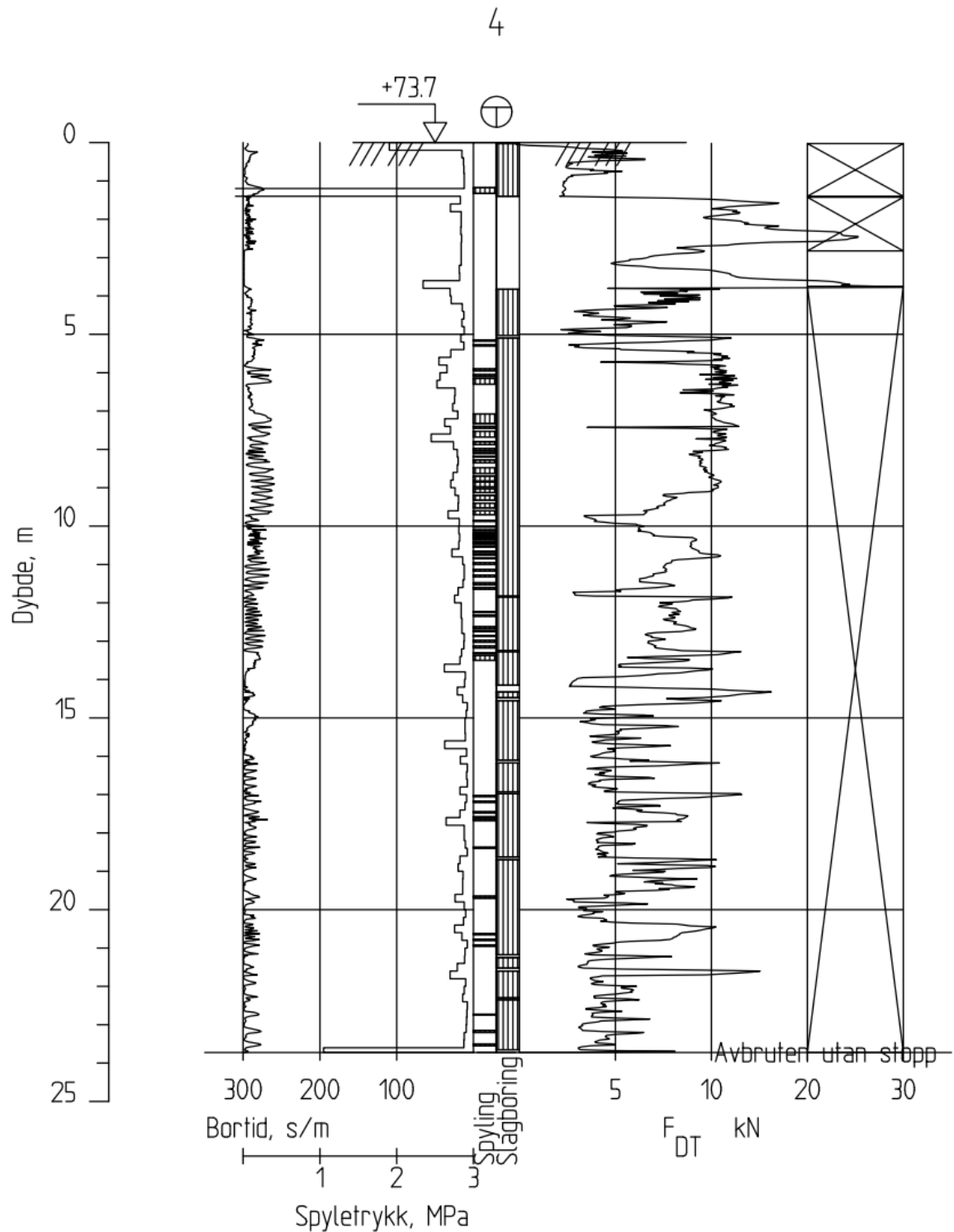




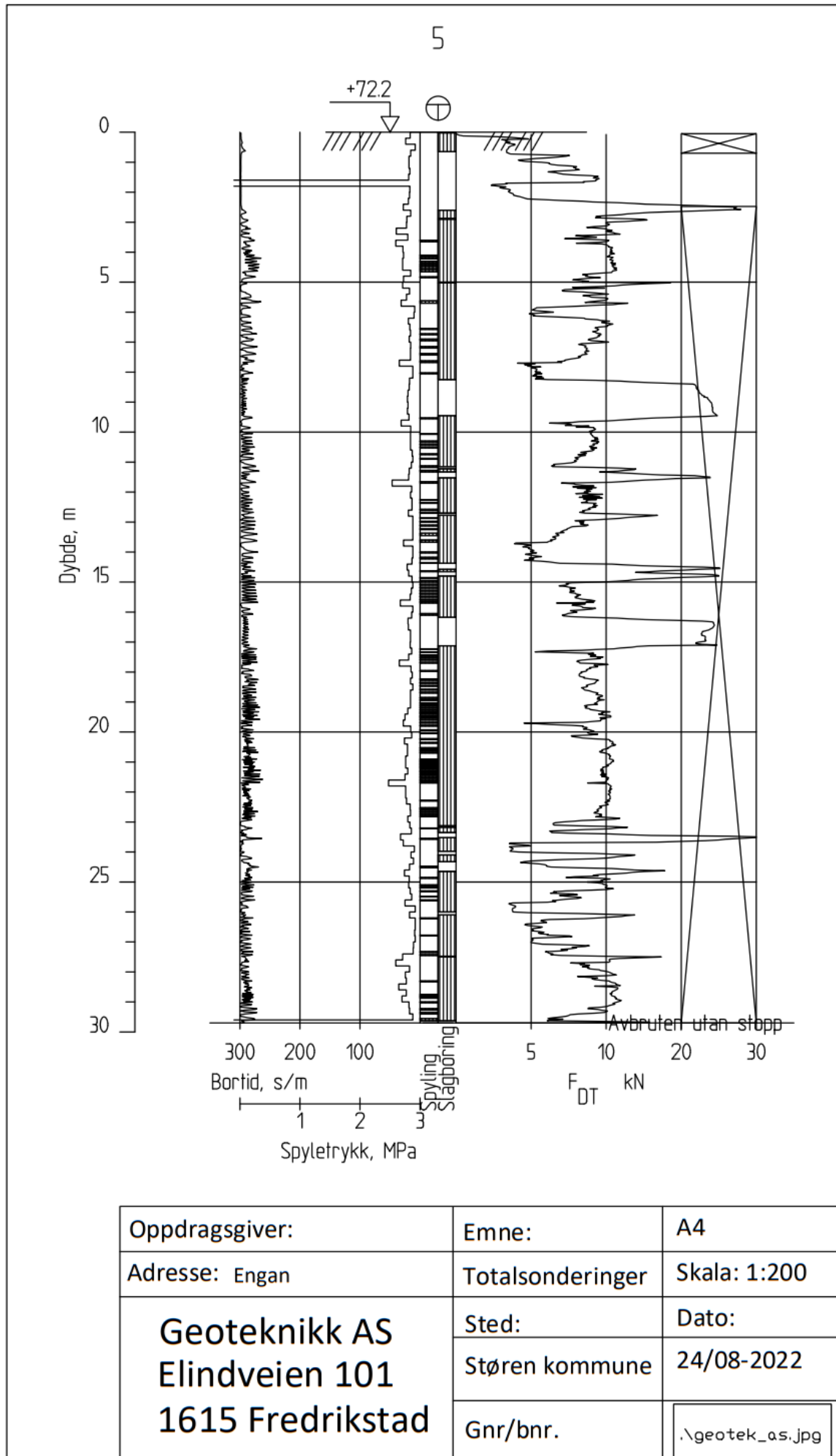
Oppdragsgiver:	Emne:	A4
Adresse: Engan	Totalsonderinger	Skala: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Sted:	Dato:
	Støren kommune	24/08-2022
	Gnr/bnr.	.\geotek_as.jpg

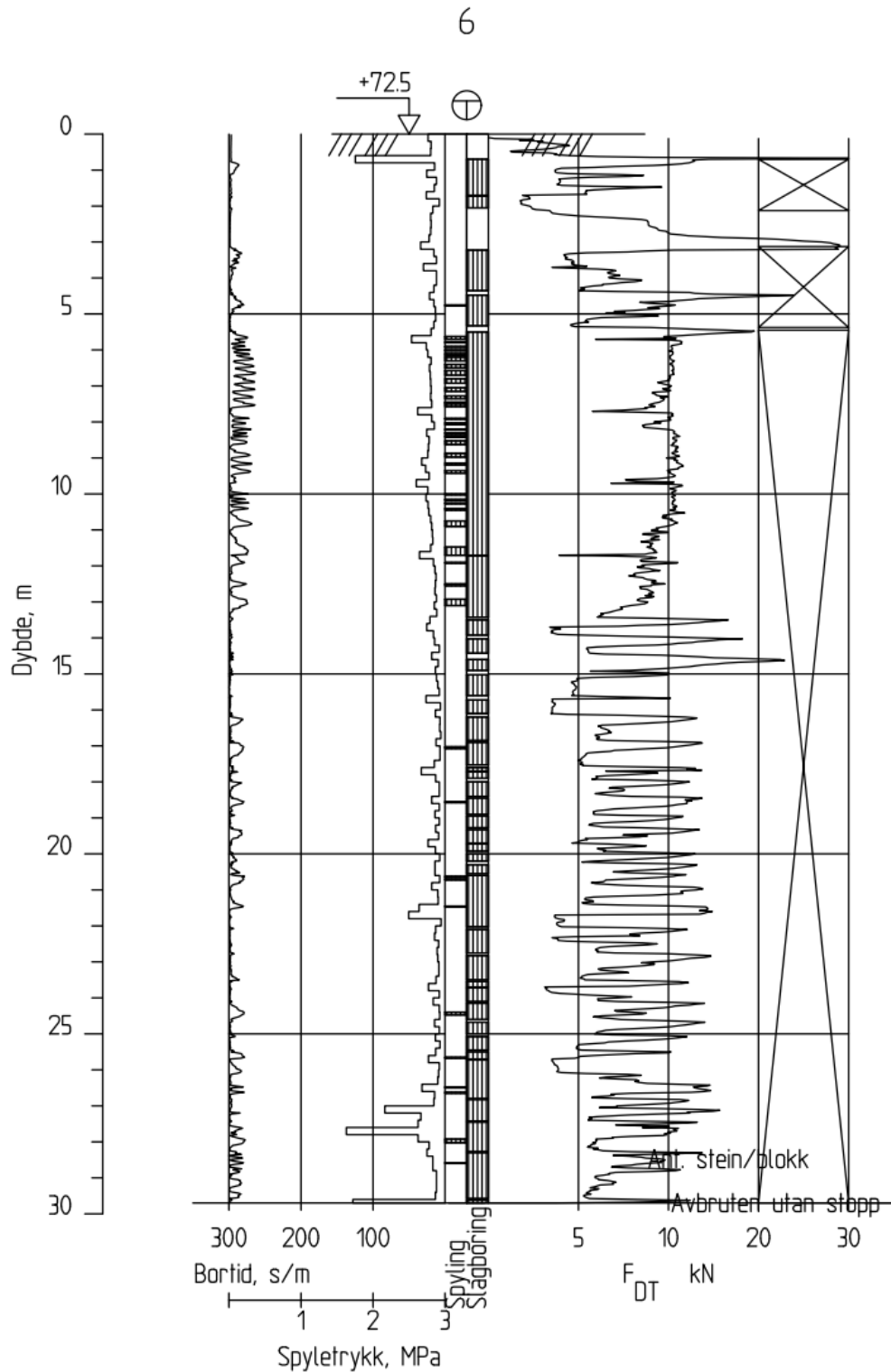


Oppdragsgiver:	Emne:	A4
Adresse: Engan	Totalsonderinger	Skala: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Sted:	Dato:
	Støren kommune	24/08-2022
	Gnr/bnr.	.\geotek_as.jpg

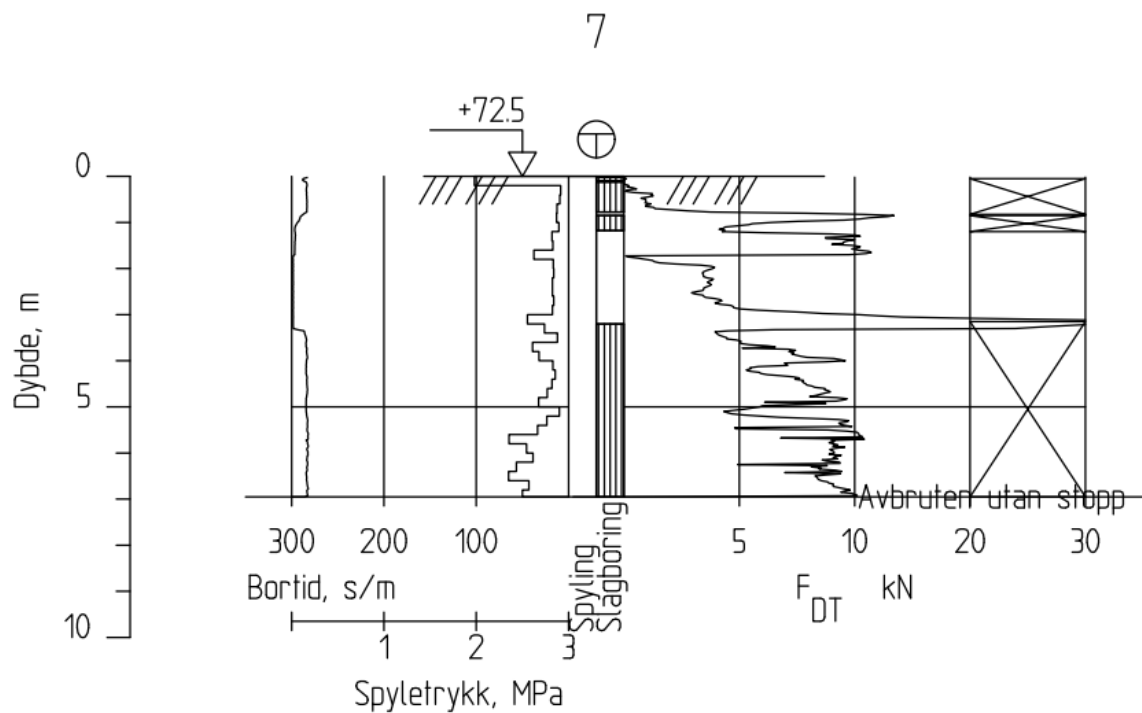


Oppdragsgiver:	Emne:	A4
Adresse: Engan	Totalsonderinger	Skala: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Sted:	Dato:
	Støren kommune	24/08-2022
	Gnr/bnr.	.\geotek_as.jpg





Oppdragsgiver:	Emne:	A4
Adresse: Engan	Totalsonderinger	Skala: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Sted:	Dato:
	Støren kommune	24/08-2022
	Gnr/bnr.	.\\geotek_as.jpg



Oppdragsgiver:	Emne:	A4
Adresse: Engan	Totalsonderinger	Skala: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Sted:	Dato:
	Støren kommune	24/08-2022
	Gnr/bnr.	.\\geotek_as.jpg

Bilag 1: Geoteknisk bilag – Feltundersøkelser

Avsluttet mot stein, blokk eller fast grunn

Avsluttet mot antatt berg

Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».

Forboret

Middels stor motstand

Meget liten motstand

Meget stor motstand

Avsluttet uten å nå fast grunn eller berg

Slått med slegge

Halve omdreininger pr. m synk

DREIESONDERING

Utføres med skjøtbare $\phi 22$ mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall $\frac{1}{2}$ -omdreininger pr. 0,2 m synk registreres.

Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrekk for hver 100 $\frac{1}{2}$ -omdreininger. Skravur angir synk uten dreiling, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.

Middels stor motstand

Liten motstand

Stor motstand

Q_0

0 50 100 150 kNm/m

Q_0 kNm/m

RAMSONDERING

Boringen utføres med skjøtbare $\phi 32$ mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden Q_0 pr. m nedramming.

Q_0 = loddets tyngde * fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)

CPT2

Korr. spissmotstand [MPa]

Poretrykk [MPa]

Sidefriksjon [MPa]

TRYKKSONDERING (CPT - CPTU)

Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand q_c og sidefriksjon f_s kan bestemmes (CPT). I tillegg kan poretrykket u måles like bak den koniske spissen (CPTU). Målingene utføres kontinuerlig for hver 0,02 m, og metoden gir derfor detaljert informasjon om grunnforholdene.

Resultatene kan benyttes til å bestemme lagdeling, jordart, lagringsbetingelser og mekaniske egenskaper (skjærfasthet, deformasjons- og konsolideringsparametre).

F_{DT} kN

DREIETRYKKSONDERING

Utføres med glatte skjøtbare $\phi 36$ mm borstenger med en normert spiss med hardmetallsveis. Borstengene presses ned i grunnen med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min.

Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig (markeres med kryss på høyre side). Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

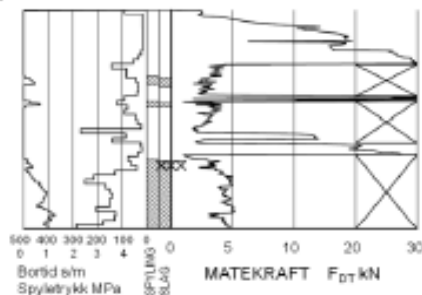
Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.

Stein

Borsynk i berg cm/min.

BERGKONTROLLBORING

Utføres med skjøtbare $\phi 45$ mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering av berginntrengning bores 3 m ned i berget, eventuelt med registrering av borsynk for sikker påvisning.



TOTALSONDERING

Kombinerer metodene dreielektrykksundering 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 omdreininger/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_{Dr} (kN) registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens markering av spyletrykk, slag og bortid vises til venstre.



Prøvemarker



PRØVETAKING

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet.

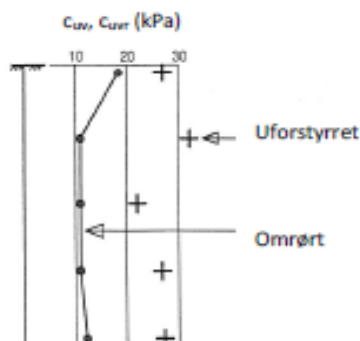
Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):

Utføres med hul borstang påsveis et metallspiral med fast stighøyde (auger). Med borrhjelp kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet 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):

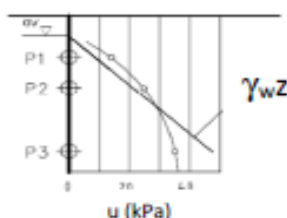
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der den blir forseglet for transport til laboratoriet. Prøvediametere 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 $S_f = c_{uv}/c_{ur}$ bestemmes. Tolkede verdier må vanligvis korrigeres empirisk for opptredende effektivt overlappingsstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.



PORETRYKSMÅLING

Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykksmåler). Filteret eller piezometerspissen påmontert piezometerrør 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.

Bilag 2: Geoteknisk bilag – Laboratorieforsøk

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 $I_p = w_L - w_p$ (%) 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.

DENSITET, TYNGDETETTHET, PORETALL OG PORØSITET

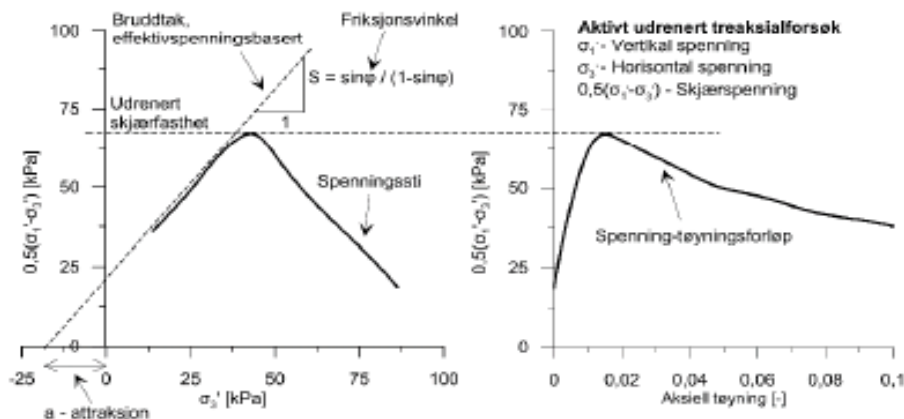
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm^3	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm^3	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm^3	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m^3	Tyngde av prøve per volumenhet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

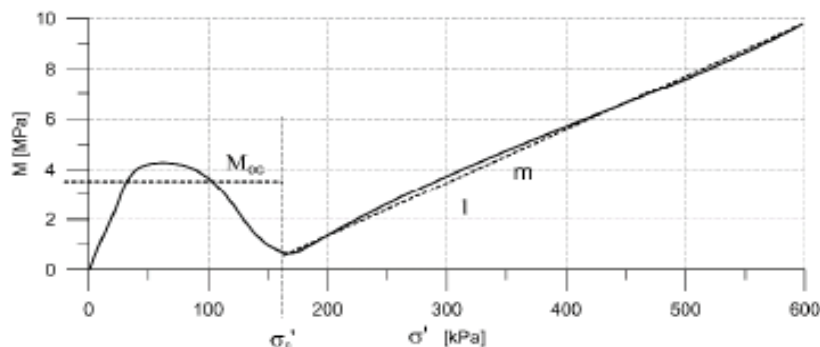


SENSITIVITET

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), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGNSKAPER

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'). Sammenhengende 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 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.

KOMPRIMERINGSEGNSKAPER

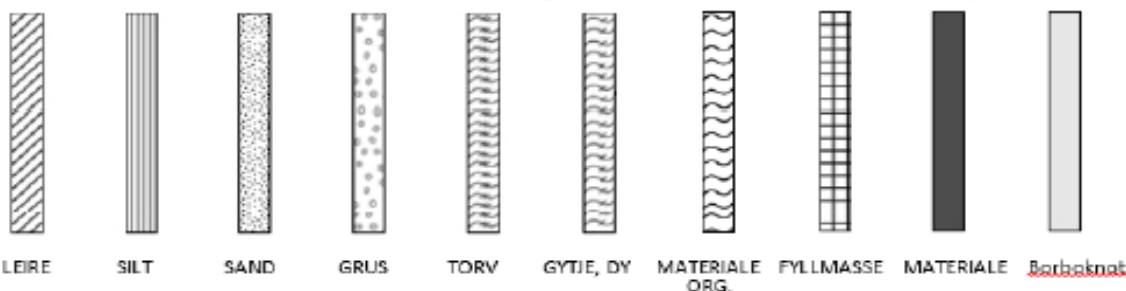
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr 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.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - PRØVESKRAVERING

Analyserte prøver skraveres på prøveserietegningen i henhold til hovedbenevnelsen av materialet. Det er i tillegg en egen skraving for eventuelle notater hentet fra borbok til den gjeldende prøveserien. De ulike skravingene 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 betegnelse 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)

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

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SPESIALFORSØK – Korngradering (K) / Treaksialforsøk (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 maksgrense 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 maksgrense vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

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

Bilag 3: Geoteknisk bilag – Metodestandarder for utførelse

Geotekniske bilag

Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

Feltundersøkelsesmetoder beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende norske veiledninger fra NGF (Norsk Geoteknisk Forening), norske standarder (NS) og andre referansedokumenter:

NGF Veiledninger Norske standarder NS	Tema
NGF 1 (1982)	SI Enheter
NGF 2, rev.1 (2012)	Symboler og terminologi
NGF 3, rev. 1 (1989)	Dreiesondering
NGF 4 (1981)	Vingeboring
NGF 5, rev.3 (2010)	Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU)
NGF 6 (1989)	Grunnvanns- og poretrykksmåling
NGF 7, rev. 1 (1989)	Dreietrykksondering
NGF 8 (1992)	Kommentarkoder for feltundersøkelser
NGF 9 (1994)	Totalsondering
NGF 10, rev.1 (2009)	Beskrivelsestekster for grunnundersøkelser
NGF 11 rev.1 (2012) NS-EN ISO 22475-1 (2006)	Prøvetaking
Statens vegvesen Geoteknisk felthåndbok 280 (2010)	Feltundersøkelser

Geotekniske bilag

Oversikt over metodestandarder og retningslinje

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

Norske standarder NS	Tema
NS8000 (1982)	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001 (1982)	Støtflytegrense
NS8002 (1982)	Konusflytegrense
NS8003 (1982)	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004 (1982)	Svinngrense
NS8005 (1990)	Kornfordelingsanalyse
NS8010 (1982)	Jord – bestanddeler og struktur
NS8011 (1982)	Densitet
NS8012 (1982)	Korndensitet
NS8013 (1982)	Vanninnhold
NS8014 (1982)	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS8015 (1987)	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016 (1987)	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS8017 (1991)	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018 (1993)	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS14688-1 og -2 (2009)	Klassifisering og identifisering av jord
NS-EN ISO/TS 17892-8 + -9 (2005)	Treaksialforsøk (UU, CU)
Statens vegvesen Håndbok 015 (2005)	Laboratorieundersøkelser