

AURSKOG HØLAND KOMMUNE





Myrvang boligområde

Grunnundersøkelser

Mars 2015

RAPPORT

Myrvang boligområde – Grunnundersøkelser – Mars 2015

Rapport nr.: RIG-02		Oppdrag nr.: 14245001		Dato: 10.06.2015	
Kunde: Aurskog Høland kommune					
MYRVANG BOLIGOMRÅDE, AURSKOG HØLAND KOMMUNE GRUNNUNDERSØKELSER, MARS 2015					
Sammendrag:					
<p>Sweco Norge har på oppdrag for Aurskog Høland kommune foretatt geotekniske undersøkelser på en tomt på Bjørkelangen for å vurdere grunnforholdene i forbindelse med planer om utbygging av boliger for mennesker med bistandsbehov. Det er utført 9 totalsonderinger og 4 trykksonderinger (CPTU) samt tatt opp prøver ved et av borehullene (5 sylindere) som er analysert i geoteknisk laboratorium. Det er videre installert en poretrykkmåler til 6,8 m dybde.</p> <p>Grunnundersøkelsene viser at det på tomten er til dels store variasjoner i dybdene til berg og i løsmassesammensetningen. Følgende løsmasselag er identifisert gjennom grunnundersøkelsene: fyllmasser, tørrskorpeleire, torv, meget bløt til middels fast sensitiv (kanskje kvikk) leire, lagdelte avsetninger av silt/sand, og morene (grus, stein) over berg. Noen lag kan på deler av tomten være fraværende.</p> <p>Det anbefales å plassere bebyggelsen så langt øst på tomten som mulig, der det kan fundamenteres på utsprengt berg eller korte pilarer til berg. Dersom bebyggelsen ikke kan plasseres her vil det være fordelaktig å unngå de dårligste områdene sør og nord på tomten. Peling av bebyggelsen vil antakelig være nødvendig.</p>					
Rev.	Dato	Revisjonen gjelder		Sign.	
Utarbeidet av:			Sign.:		
Michael Laubo					
Kontrollert av:			Sign.:		
Hans Jonny Kvalsvik					
Oppdragsansvarlig / avd.:			Oppdragsleder / avd.:		
Hans Jonny Kvalsvik / Anleggsavdelingen			Michael Laubo / Anleggsavdelingen		

Innhold

1	INNLEDNING	2
2	PLANOMRÅDET	2
3	FELT- OG LABORATORIEARBEID	3
4	GRUNNFORHOLD	3
	4.1 Generelt	3
	4.2 Tolkning av grunnforhold	4
5	UTNYTTELSE AV TOMTEN, EGNETHET	6
	5.1 Generelt	6
	5.2 Fundamentering	6
	5.3 Oppfyllingsarbeider	7
	5.4 Anleggsgjennomføring	7
	5.5 Infiltrasjon i grunnen	7
6	KONKLUSJON	7

Tillegg

Tillegg 1: Tegnforklaring og jordartsklassifisering

Tillegg 2: Markundersøkelser – Boremetoder

Tillegg 3: Laboratorieundersøkelser

Vedlegg

Vedlegg 1: Oversiktskart

Vedlegg 2: Borplan

Vedlegg 3: Totalsonderinger (9 stk)

Vedlegg 4: Trykksonderinger (CPTU, 4 stk)

Vedlegg 5: Laboratorieundersøkelser (2 sider)

Vedlegg 6: Innmåling av borpunkter

Vedlegg 7: Piezometerkort

1 INNLEDNING

På forespørsel fra Aurskog Høland kommune v/ Tessa Barnett har Sweco fått i oppdrag å utføre geotekniske undersøkelser ved Myrvang på Bjørkelangen og rapportere resultatene.

Aurskog Høland kommune planlegger å bygge boliger tilrettelagt for mennesker med bistandsbehov. Hensikten med undersøkelsene har vært å finne ut av grunnforholdene samt hvordan fundamenteringen kan utføres.

Feltundersøkelsene er utført av Romerike Grunnboring 19.-23. mars 2015, mens laboratoriearbeidene er utført av Multiconsult i april 2015. Borpunktene er innmålt med koordinater og høyde av Romerike Grunnboring (se vedlegg 6).

Rapporten gir en oppsummering av de utførte feltarbeidene. I tillegg er det gitt overordnede vurderinger med hensyn til fundamentering.

2 PLANOMRÅDET

Den undersøkte tomten på Bjørkelangen, mellom Bakkeveien, Einerhaugveien og Hagen/Bjørkelangen videregående skole (se oversiktskart i vedlegg 1 samt borplanen i vedlegg 2). Den undersøkte tomten er vist på figur 1.



Figur 1: Lokalisering av den undersøkte tomten

Terrenget ligger ifølge innmålingene mellom kote +132 ved borpunkt 18 og kote +137 ved borpunkt 13.

3 FELT- OG LABORATORIEARBEID

Det er foretatt 9 stk. totalsonderinger til dybder varierende mellom 2,5 m og 21,6 m, 4 stk. trykksonderinger (CPTU) til dybder varierende fra 6,3 m til 9,3 m samt tatt opp prøver i hull 16 (5 stk. Ø54 mm sylindre). Det er videre installert en hydraulisk poretrykksmåler til 6,8 m dybde i punkt 16 (se vedlegg 7).

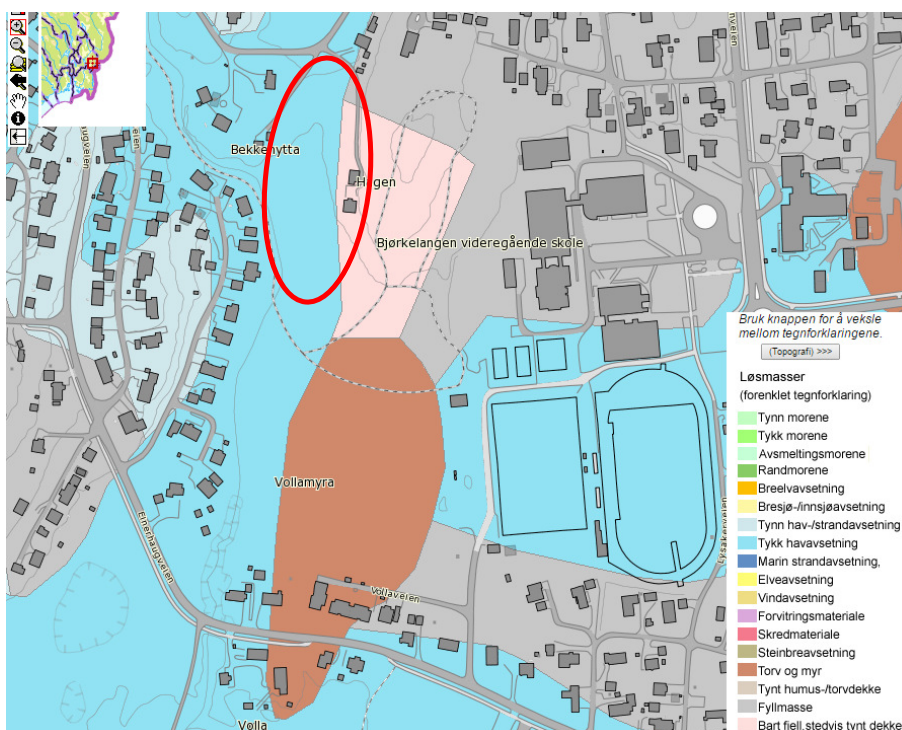
Totalsondering gir normalt sikker bergbestemmelse ved at det bores ned til berg og inn i berg. Trykksondering gir skjær- og deformasjonsegenskaper på semi-empirisk basis.

Borpunktene er innmålt med koordinater og høyde av Romerike Grunnboring AS. For plassering av borpunktene vises det til vedlagte borplan og innmålingsdataene fra Romerike Grunnboring AS (vedlegg 2 og 6).

4 GRUNNFORHOLD

4.1 Generelt

Grunnen i området består ifølge NGU's kartunderlag av tykke havavsetninger som har lagt seg inn mot berg (se figur 2). Det er inntegnet myr (Vollemyra) rett sør for området. Basert på kartunderlaget til NVE sitt skredatlas (www.skrednett.no) skal det videre ikke være registrert noen kvikkleiresone i det aktuelle området.



Figur 2: Utskrift av NGU sitt løsmassekart over området. Tegnforklaringen viser at løsmassene skal bestå av tykke havavsetninger. Kartet viser torv/myr rett ved tomta (Vollamyra).

rao4n 2008-01-23

4.2 Tolkning av grunnforhold

På den aktuelle tomten er berg eller antatt berg påtruffet i alle 9 totalsonderinger ved dybder varierende fra 0,5 m til 19,6 m.

Følgende tabell 1 viser boret dybde ved hvert av borpunktene samt kotene til berg.

I punkt 17 er det en usikkerhet rundt dybden til berg da bormannskapet trodde berg var på 11,2 m dybde mens tolking av utskriften (utført av geotekniker) tilsier at berg allerede er påtruffet etter 1,9 m boring.

Borpunkt	Terreng kote	Boret dybde (m)	Kote berg
11	135,0	15,8	121,2
12	135,3	8,8	128,6
13	137,0	5,9	133,0
14	133,7	13,2	122,5
15	136,0	2,5	135,5
16	132,2	9,1	125,1
17	132,4	13,2	130,6
18	132,0	21,6	112,4
19	132,3	7,9	126,4

Tabell 1: Terrengkoter, boret dybde og kote berg

Ut ifra sonderingsprofilene og bormannskapets inntrykk kan grunnforholdene på tomta oppsummeres på følgende måte (fra terrengnivå og nedover):

✓ Fyllmasser

Fyllmasser er antageligvis påtruffet i hull 12 og 14 til dybder fra terreng på mellom 1 m og 2 m. Fyllmassene må forventes å variere i tykkelse og sammensetning der de påtreffes.

✓ Fast leire / tørrskorpeleire

Basert på de utførte sonderingene forefinnes det tørrskorpeleire til dybder fra terreng varierende mellom 1,5 m til 3,5 m i hull 11, 12 og 13. CPTU-sonderingen i punkt 12 antyder at tørrskorpen er fast og at den lokalt kan inneholde mindre siltlag. Prøveserien i punkt 16 påviser også fast siltig leire mellom 3 m og 4,1 m dybde. Tykkelsen av og fastheten i dette laget må antas å kunne variere en god del. Tørrskorpen synes å være fraværende på store deler av tomta.

✓ Torv

I hull 14 samt hull 16 til 19 er det påvist torv til dybder fra terreng varierende mellom 2 m og 3 m. I prøveserien i hull 16 (se vedlegg 5) er torva identifisert som H2-H3 i henhold til Von Post skala, og den inneholder en del trerester. Den har et vanninnhold i området 580% til 1050%, og et organisk innhold på 90-94%.

✓ **Bløt til middels fast sensitiv (muligens kvikk) leire**

Under fyllmassene/tørrskorpen/myrmassene er det i sonderingene 11, 12, 14 og 16 registrert bløt (hovedsakelig) til middels fast og sensitiv (muligens kvikk) leire til dybder fra terreng varierende fra 5,5 m til 11,3 m.

✓ **Meget bløt sensitiv/kvikk leire**

Det er påvist meget bløt og sensitiv/kvikk leire i hull 18 til mellom 3 m og 9,2 m dybde.

✓ **Lagdelte masser av silt og sand**

Det er påvist lagdelte masser av silt og/eller sand i følgende borpunkter og dybder:

- * Borhull 11: fra 10,3 m til 11,2 m dybde,
- * Borhull 12: fra 5,2 m til 6,4 m dybde.
- * Borhull 13: fra 2,5 m til 2,9 m dybde.
- * Borhull 14: fra 5,8 m til 6,7 m dybde.
- * Borhull 16: fra 5,5 m til 7,0 m dybde.
- * Borhull 18: fra 9,6 m til 10,3 m dybde.

✓ **Morene**

Det er registrert faste morenemasser (antatt grus/stein) over berg i følgende sonderinger og dybder:

- * Borhull 11: fra 12,2 m til 13,5 m dybde,
- * Borhull 13: fra 2,9 m til 4 m dybde,
- * Borhull 14: fra 6,7 m til 11,2 m dybde,
- * Borhull 18: fra 10,3 m til 19,5 m dybde.

✓ **Berg**

Berg er påtruffet i alle punkter på dybder varierende fra 0,5 m (hull 15) til 19,6 m (hull 18). Bergoverflaten ser ut til å falle av mot vestre side av det undersøkte området, noe som bekrefter tolkningen av morfologien på stedet.

Grunnvannstanden er målt i punkt 16 ved at det er installert en hydraulisk poretrykksmåler med filterspiss i 6,8 m dybde under terreng. Målingen utført på installasjonsdagen 18. mars viser et poretrykk som tilsvarer et grunnvannsnivå ca. 0,3 m under terreng, eller med andre ord en kotehøyde på 131,9. Det vises til vedlegg 7.

Laboratorieundersøkelsene viser at torvmassene ned til 2,4 m dybde i hull 16 er klassifisert som H2-H3 i henhold til Von Post skala, og at de inneholder en del trerester. De har et vanninnhold i området 580% til 1050%, og et organisk innhold på 90-94%. Porøsiteten ligger på 95-97%, og tyngdetettheten er på rundt 9,5 kN/m³.

Den underliggende leira er siltig, middels til meget plastisk ($I_p = 19-34 \%$) og den har et økende vanninnhold med dybden (25 til 55%) samt en relativt høy tyngdetetthet ($19,0-20,6 \text{ kN/m}^3$). Porøsiteten ligger på ca. 40-52%. Det øvre faste laget har en skjærfasthet målt til $60-135 \text{ kN/m}^2$ og inneholder noe organisk materiale (1,8-2,2%). Den underliggende leira er middels fast til bløt (synkende skjærfasthet i området $30-20 \text{ kN/m}^2$) ned til 5,6 m dybde. Leira er lite sensitiv i øvre del ($St = 2-6$), og blir middels sensitiv fra 5 m dybde ($St = 10-30$).

5 UTNYTTELSE AV TOMTEN, EGNETHET

På bakgrunn av de utførte grunnundersøkelsene har vi gjort en vurdering av tomten med tanke på fundamentering av den planlagte bebyggelsen.

5.1 Generelt

Grunnundersøkelsene viser at det på tomta er til dels store variasjoner i dybdene til berg og i løsmassesammensetningen. Følgende løsmasselag er identifisert gjennom grunnundersøkelsene: fyllmasser, tørrskorpeleire, torv, meget bløt til middels fast sensitiv (kanskje kvikk) leire, lagdelte avsetninger av silt/sand, og morene (grus, stein) over berg. Noen lag kan på deler av tomta være fraværende. Det henvises til avsnitt 4.2 for nærmere beskrivelse av forholdene i hvert borhull.

5.2 Fundamentering

Vi kjenner ikke til detaljer for den planlagte bebyggelsen og kan derfor kun gi generelle anbefalinger om fundamentering på tomten.

På søndre del av tomten er grunnforholdene svært krevende, og det må forventes at det må gjøres geotekniske tiltak dersom dette arealet skal benyttes. Videre nordover synes grunnforholdene å være noe bedre, men også her er det til dels bløte masser på vestre side av tomten. Inn mot kollen på østre del av tomten er det grunnere til berg og gode fundamenteringsforhold. Helt nord på tomten, ved borpunkt 11, er det igjen bløtere masser og behov for geotekniske tiltak.

Fundamentering på de bløte massene anbefales utført med spissbærende peler til berg. Valg av peletype må baseres på blant annet sannsynligheten for skrått berg og på eventuelle behov for å ta opp strekkrefter i forbindelse med jordskjelvbetraktninger. Dersom det ikke oppstår strekkrefter kan spissbærende betongpeler til berg vurderes der dybden til berg er større en 4-5 m.

Dersom byggeteknisk rådgiver påviser behov for peler som kan ta opp strekkrefter anbefales det å benytte spissbærende peler innboret i berg (eksempelvis stålkjernepeler eller RD-peler). Da leirmassene antas å være bløte og sensitive/kvikke anbefales det å benytte en skånsom vandreven boremethode for å hindre poretrykksoppbygging i massene og dertil mulige terrengsetninger rundt pelehodene.

5.3 Oppfyllingsarbeider

Med bakgrunn i den leirige karakteren til løsmassene vil en generell oppfylling av tomta kunne medføre terrengsetninger. Det rådes derfor til ikke å dandere terrenget nevneverdig, og spesielt ikke på vestsiden av tomten eller i nordre og søndre ende.

5.4 Anleggsgjennomføring

Eventuelle utgravinger i løsmassene skal ikke gjøres med graveskråninger brattere enn 1:1,5. Grunne utgravinger i tørrskorpeleiren kan gjøres med en skråning på 1:1. I de bløtete massene må graveskråninger vurderes spesielt.

Avslutningen av utgravinger i de stedlige massene må utføres med graveskuffe uten tenner for å unngå omrøring av massene i traubunn. Ved etablering av arbeidsplattform bør det legges ut fiberduk og eventuelt armeringsnett med pukkk tilpasset nettmasken. Magerbetong kan også være et alternativ for etablering av arbeidsplattform.

Vinterarbeider medfører fare for teledannelse under fundamenter med påfølgende setningsproblemer. Dersom fundamenteringen skal foregå på vinterstid må det tas spesielle hensyn for å unngå frost i bakken. Erfaringsmessig bør fundamentering i leire helst unngås på vinterstid. Alle fundamenter må ligge på frostfri dybde eller isoleres i henhold til gjeldende regler.

5.5 Infiltrasjon i grunnen

Det bør ikke regnes med infiltrasjonsmuligheter i grunnen siden denne i all hovedsak består av leire.

6 KONKLUSJON

Grunnundersøkelsene utført på tomten viser at grunnforholdene er gunstigst på østre del av tomta. Bergdybdene øker mot vest, og det påvises myr/torv og bløte (og antageligvis sensitive og/eller kvikke) leirmasser fra dybder varierende fra 0 m til 2 m.

Det anbefales å plassere bebyggelsen så langt øst på tomten som mulig, der det kan fundamenteres på utsprengt berg eller korte pilarer til berg. Dersom bebyggelsen ikke kan plasseres her vil det være fordelaktig å unngå de dårligste områdene sør og nord på tomta. Peling av bebyggelsen vil da antakelig være nødvendig.

Tillegg















Tillegg 1: Tegnforklaring og jordartsklassifisering

Tillegg 2: Markundersøkelser – Boremetoder

Tillegg 3: Laboratorieundersøkelser

Tegnforklaring og jordartklassifisering

TEGNINGSSYSTEMER I PLAN

Symbol	Metode	Anmerkning	Symbol	Metode	Anmerkning
	Prøveserie	Prøver tatt med boreredskap (skovl, kannebor, prøvetager mm)		Fjellkontrollboring	Boring ned til og i fjell
	Prøvegrop			Vannstands- måling	
	Prøvebelastning			Vannprøver	
	Setningsmåling	Sondering uten registrering av motstand		Poretrykksmåling	Infiltrasjonsforsøk, prøvepumping mm
	Enkel sondering			In situ permabilitetsmåling	
	Dreiesondering	Maskinsondering med automatisk opptegning		Vingeboring	Boring ned til og i fjell
	Dreie-trykk sondering			Totalsondering	

Nivåer og dybder (i meter)

$$\frac{12,8}{\div 5,7} \quad 18,5 + 3,0$$

Over linjen: Kote terreng eller elvøbunn, sjøbunn ved boring i vann

Ut for linjen: Boret dybde i løsmasser (18,5). Event. boret dybde i fjell angis etter plusstegn (+3,0)

Under linjen: Kote antatt fjell (+5,7). Dersom det er antatt at fjell ikke er påtruffet, angis ~

KORNFRAKSJONER

Kornstørrelse i mm	Betegnelse av fraksjonen	Signatur	Betegnelse
> 600	Blokk		STEIN/BLOKK
600-60	Stein		GRUS
60-20	Grovgrus		SAND
20-6	Mellomgrus		SILT
6-2	Fingrus		LEIRE
20-0,6	Grovsand		
0,6-0,2	Mellomsand		
0,2-0,06	Finsand		
0,06-0,002	Silt		
< 0,002	Leir		

Den kvantitative største fraksjon nevnes i substantivform, de øvrige fraksjoner tas med i adjektivform etter prosentandel i den utstrekning det er av betydning for karakterisering av jordarten.

Eksempler: sandig grus; steinig sand; sandig silt.

DREIESONDERING

Sonderingsmotstand	Last kN	Antall halve omdr. pr. m
Meget liten motstand	1	0
Liten motstand	1	< 35
Middels stor motstand	1	35-125
Stor motstand	1	125-250
Meget stor motstand	1	> 250

UDRENERT SKJÆRSTYRKE

Betegnelse av leire	Betegnelse av skjærstyrke	Skjærstyrke kN/m ²
Meget bløt leire	Meget lav skjærstyrke	< 12,5
Bløt leire	Lav skjærstyrke	12,5-25
Middels fast leire	Middels høy skjærstyrke	25-50
Fast leire	Høy skjærstyrke	50-100
Meget fast leire	Meget høy skjærstyrke	> 100

SENSITIVITET

Sensitivitet er forholdet mellom skjærstyrken til uforstyrret og omrørt materiale.

Betegnelse av leire	Betegnelse av sensitivitet	Sensitivitet St
Lite sensitiv leire	Lav sensitivitet	< 8
Middels sensitiv leire	Middels høy sensitivitet	8-30
Meget sensitiv leire	Høy sensitivitet	> 30

Med *kvikkleire* forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, dvs. omrørt skjærstyrke < 0,5 kN/m²

Markundersøkelser - Boremeterer

FORMÅL: Grunnundersøkelser utføres vanligvis for å klarlegge grunnens beskaffenhet tilstrekkelig til at grunnarbeider og fundamenteringsarbeider kan utføres på en teknisk og samtidig økonomisk forsvarlig måte.

- Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens lagringsfasthet og dybder til antatt fjell eller fast grunn.
- Vingeboringer utføres for in-situ bestemmelse av udrenert skjærfasthet i leire.
- For nærmere bestemmelse av grunnens geotekniske egenskaper tas det opp prøver.

Markundersøkelsene vil også kunne omfatte måling av grunnvannstand og poretrykk, måling av deformasjon i grunnen og på konstruksjoner, samt belastningsforsøk på f.eks. peler.

ENKEL SONDERING

Utstyret består av Ø 22 mm stålrør i 1 m lengder som skrues sammen med glatte skjøter. Det benyttes en Ø 25 mm 200 mm lang spiss. Boret bores ned ved hjelp av en bærbar slagmaskin. Normal kapasitet 20 - 100 m pr.dag.

Enkel sondering gir veiledende bestemmelse av dybden til antatt fjell eller fast grunn. Utstyret har begrensninger med hensyn til sikker fjellbestemmelse.

DREIESONDERING

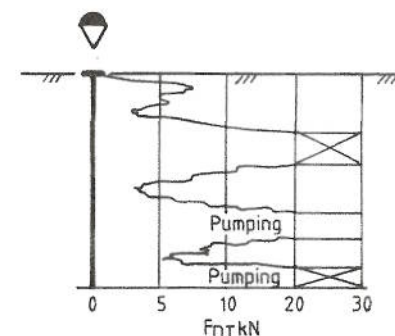
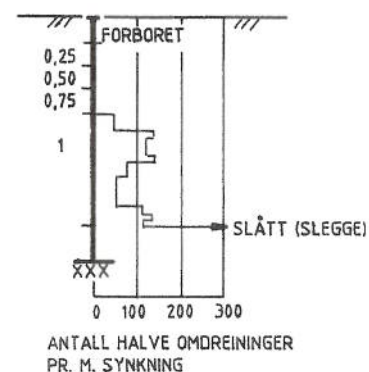
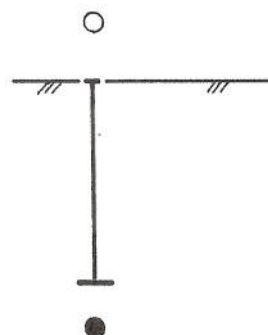
Utstyret består av Ø 22 mm stålrør i 1 m lengder som skrues sammen med glatte skjøter. Spissen er pyramideformet med lengde 200 mm og største sidekant 25 mm.

Boret belastes trinnvis opptil 1 kN. Synker ikke boret ved 1 kN belastning, dreies den ned med motor. Antall halve omdreininger noteres. Normal kapasitet 20 - 100 m pr.dag.

Diagrammet viser antall halve omdreininger pr.meter synkning. Belastning på utstyret angis i kN til venstre.

DREIETRYKKSONDERING

Utstyret består av Ø 36 mm stålrør i 2 m lengde som skrues sammen i glatte skjøter. Det benyttes en Ø 40 mm 225 mm lang spiss påsveiset en 5 mm høy skrueformet sveiselarve. Boret drives ned med konstant nedpressningshastighet 3 m/min. og med konstant omdreiningshastighet 25 omdr./min. Nedpressningskraften blir målt kontinuerlig ved hjelp av en automatisk skriver. Når motstanden øker slik at normert nedregningshastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet.



FJELLKONTROLLBORING

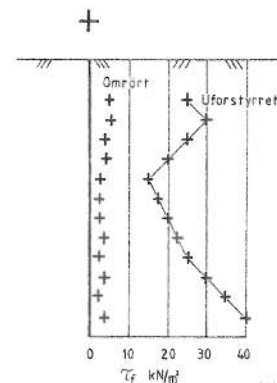
Utsyret består av Ø 32 mm stålrør med muffeskjøter og hardmetallkrone. Boret drives av en hydraulisk borhammer under spyling med vann under høyt trykk. Når fjellet er nådd, bores noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 m, under registrering av borsynk for sikker påvisning.



VINGEBORING

Vingeboring brukes til å bestemme in-situ udrenert skjærfasthet av kohesjonsmaterialer, vesentlig leire. Utstyret består av et vingekors som presses ned i grunnen. I ønsket dybde måles det maksimale torsjonsmoment ved sakte omdreining til brudd. Maksimale moment gir grunnlag for beregning av skjærfasthet som bestemmes i uforstyrret og etter brudd, i omrørt tilstand. Forholdet mellom skjærfasthet før og etter brudd kalles sensitivitet (St)

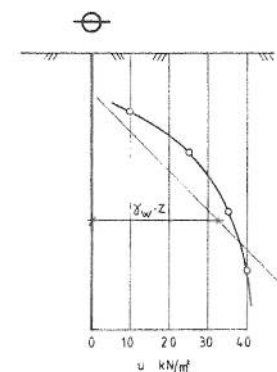
Lommevingebor er et forenklet utstyr for omtrentlig bestemmelse av udrenert skjærfasthet f.eks. i grøfter og utgravninger. Måledybden er begrenset til 3 meter.



PORETRYKKSÅLING

Trykket i porevannet i en gitt dybde måles med poretrykkmåler (piezometer). Utstyret består av et Ø32 mm porøst filter (bronse eller epoxy) av lengde 300 mm som trykkes ned i ønsket dybde ved hjelp av forlengelsesrør. Fra filteret føres en plastslange opp til over terreng. Poretrykket måles som vannstand i plastslangen eller ved hjelp av manometer tilkoblet systemet.

Alternativt måles poretrykket ved hjelp av elektrisk registrering av trykket på en fleksibel membran.



PRØVETAGNING

For opptak av uforstyrrende prøver benyttes vanligvis Ø54 mm NGI stempelprøvetager. Standard prøvelengde 800 mm.

Skovlbor benyttes for opptak av prøver i de øvre jordlag. Skovlboret er laget av to skålførmede stålblader som skrues ned ved hjelp av Ø 19 mm forlengelsesrør med muffe.

For opptak av omrørte prøver av torv, leire og delvis sand og grus under grunnvannstanden, kan kannebor benyttes. Kanneboret er nederst forsynt med en snodd spiss og forlenges med Ø 22/Ø 12 mm sonderør.



Laboratorieundersøkelser

FORMÅL: Laboratorieundersøkelser utføres for klassifisering og identifisering av jordarten. I tillegg utføres forsøk for bestemmelse av jordartens mekaniske egenskaper og parametere for bruk i geotekniske analyser.

Korndensitet (Spesifikk vekt) (ρ_s i t/m^3) er forholdet mellom masse av korn og kornvolum i prøven.

Romvekt (γ i kN/m^3) er forholdet mellom total tyngde og totalt volum av prøven.

Vanninnhold (w) angir i prosent forholdet mellom masse av porevann og masse av korn etter uttørkning ved $110^\circ C$.

Flytegrense (w_L) angir i prosent vanninnhold av omrørt jord på grensen mellom flytende og plastisk tilstand.

Plastisitetsgrense (w_p) angir i prosent vanninnhold av omrørt jord på grensen mellom plastisk og halvstiv tilstand.

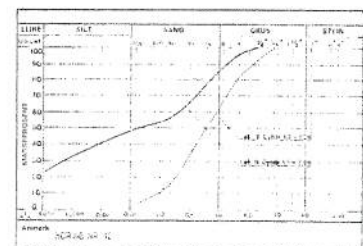
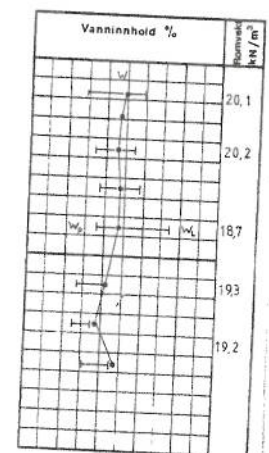
Plastisitetsindeksen (I_p i %) er differansen mellom flyte- og utrullingsgrense. $I_p = w_L - w_p$.

Udrenert skjærstyrke (s_u i kN/m^2) av leire bestemmes ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med $\varnothing 54$ mm og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten.

Skjærstyrken måles også i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk hvor nedsynkningen av en normert konus registreres og skjærstyrken tas ut av en kalibreringstabell.

Saltinnhold (i g/l) bestemmes ved å måle elektrisk ledningsevne i en liten mengde utpresset porevann. Saltinnholdet angis ekvivalent med en natriumkloridkonsentrasjon med samme ledningsevne.

Kornfordelingen i jord bestemmes ved sikting og dråpeforsøk. For fraksjoner større enn 0,074 mm utføres kornfordelingsanalysen ved hjelp av en siktesats. For finere fraksjoner (silt og leire) bestemmes kornfordelingen ved hjelp av dråpeforsøk. Analysen bygger på Stoke's lov. En viss mengde tørket materiale slemmes opp med vann til en jevn suspensjon som settes til sedimentasjon. Etter bestemte tidsintervaller tas det ut prøvedråper fra en gitt dybde i oppløsningene med mikropipette. Dråpene slippes i en anisoppløsning, og falltiden over en gitt høyde bestemmer mengden. Kornstørrelsen bestemmes fra sedimentasjonstiden.



Kompressibiliteten av jord bestemmes ved konsolideringsforsøk i ødometer. Prøvehøyden er 20 mm og diameter 50 mm. Prøven bygges inn i en stålsylinder og belastes trinnvis. For hvert lasttrinn måles sammentrykning av jordprøven som en funksjon av tid etter pålastning. For praktiske formål kan variasjon i kompressibilitet uttrykkes ved en parameter, spenningsmodulen M. Diagrammet viser en typisk belastningskurve, og spenningsmodulen er definert som

$$M = \frac{\delta\sigma'}{\delta\varepsilon}$$

Forsøksresultatene gir grunnlag for beregning av konsolideringssetningene og setningenes tidsforløp.

Komprimeringsforsøk (Proctor-forsøk) utføres for bestemmelse av jordens komprimeringsegenskaper. Forsøket utføres ved innstamping av materiale i en stålsylinder ved varierende vanninnhold. Stempelets tyngde, fallhøyde og antall slag holdes konstant. Den maksimale tørrdensitet ρ_{dopt} og tilsvarende vanninnhold w_{opt} bestemmes.

Luftporøsitet (A_r) er volum av luft (gass), V_g , angitt i prosent av total volum, V .

Metningsgraden (S) er volum av porevann, V_w , angitt i prosent av porevann, V_p .

Porøsitet (n) er porevolum, V_p , angitt i prosent av total volum, V .

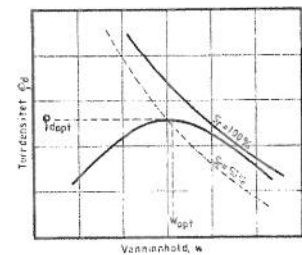
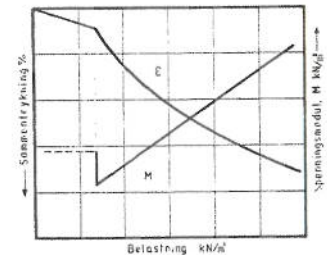
Permeabilitetskoeffisienten (k i mm/s) er et uttrykk for materialets evne til å slippe væske gjennom porene definert som strømningshastighet for en hydraulisk gradient lik 1. I laboratoriet måles permeabiliteten ved direkte vanngjennomgangsforsøk.

I finkornig jord kan permeabiliteten bestemmes på grunnlag av konsolideringsforsøk i ødometer.

Fri svelling er volum av en leirprøve som får svulle fritt etter tilsetning av destillert vann angitt i prosent av volumet av tørr prøve.

Fritt svellevolum er volum av vann innesluttet i en leirprøve etter fri svelling angitt i prosent av volumet av tørr prøve.

Svelletrykk på leirprøver fra svakhetssoner i fjell måles i ødometer. En tørket prøve bygges inn, konsolideres og tilføres destillert vann. Volumet av prøven holdes konstant under svelling, og prøvens aktive svelletrykk registreres.



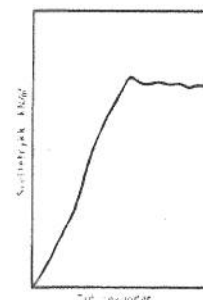
$$A_r = \frac{V_g}{V}$$

$$S = \frac{V_w}{V_p} \quad V_p = V_w + V_g$$

$$n = \frac{V_p}{V}$$

Jordart	k (mm/s)
grus	10
sand	$10^{-3} - 10^{-3}$
silt	$10^{-3} - 10^{-6}$
leire	$10^{-6} - 10^{-8}$

Typiske variasjonsområder



Vedlegg

Vedlegg 1: Oversiktskart

Vedlegg 2: Borplan

Vedlegg 3: Totalsonderinger (9 stk)

Vedlegg 4: Trykksonderinger (CPTU, 4 stk)

Vedlegg 5: Laboratorieundersøkelser (2 sider)

Vedlegg 6: Innmåling av borpunkter

Vedlegg 7: Piezometerkort

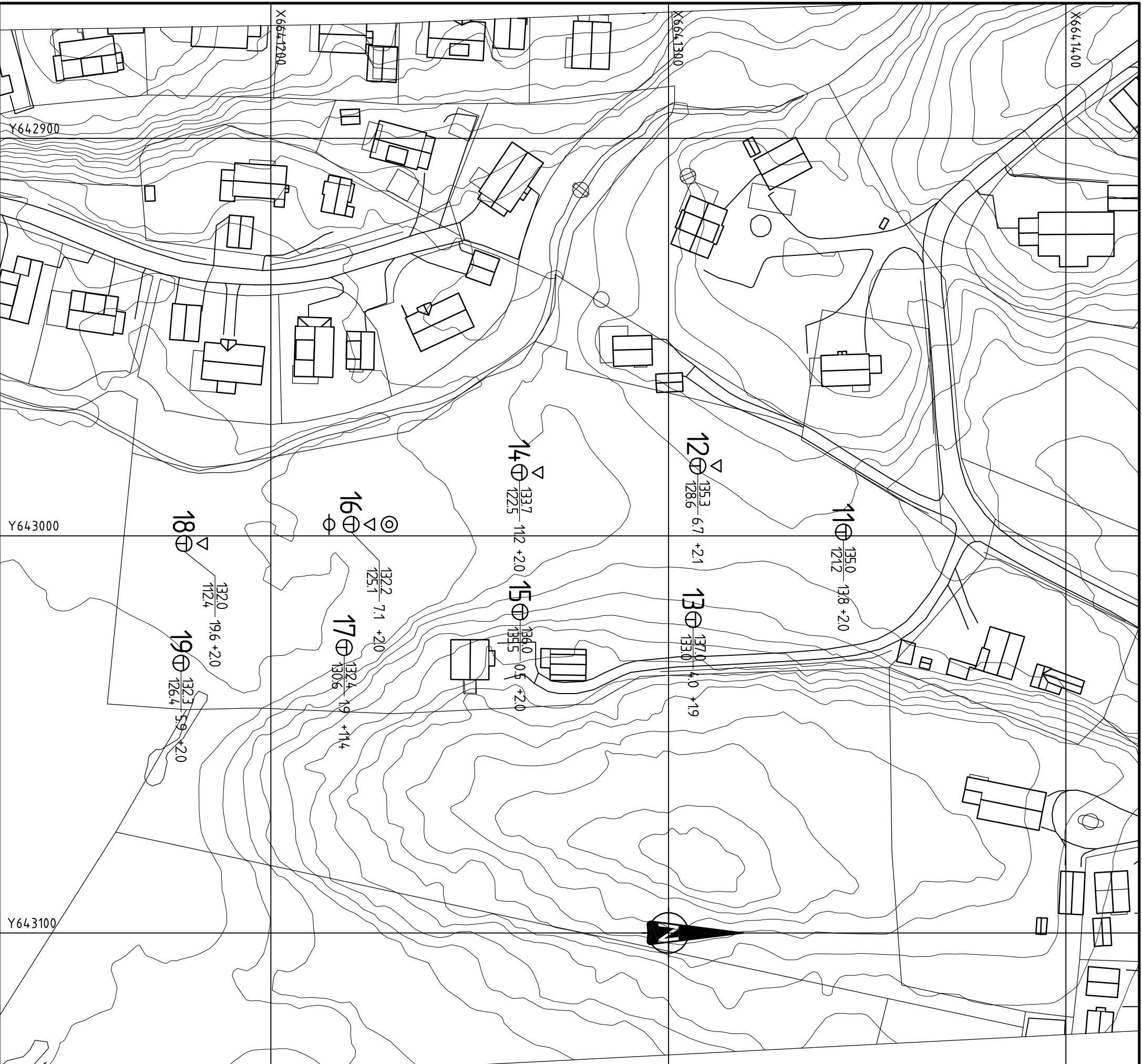
VEDLEGG 1: OVERSIKTSKART



Oversiktskart, ref.: <http://kart.finn.no/> (© OpenStreetMap Contributors)

VEDLEGG 2:

BORPLAN



TEGNFORKLARING

- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊖ PORETRYKSMÅLER
- ⊙ Ø54 mm PRØVESERIE
- ▽ CPTU-SONDERING

Status	Rev.	Endring		Dato
		MILA	HJK	13.04.2015
		Målestokk	1:1000	Format
				A3

Aurskog-Høland kommune

Myrvang boliger

Oppdragsleder:
Hans Johnny Kvalsvik

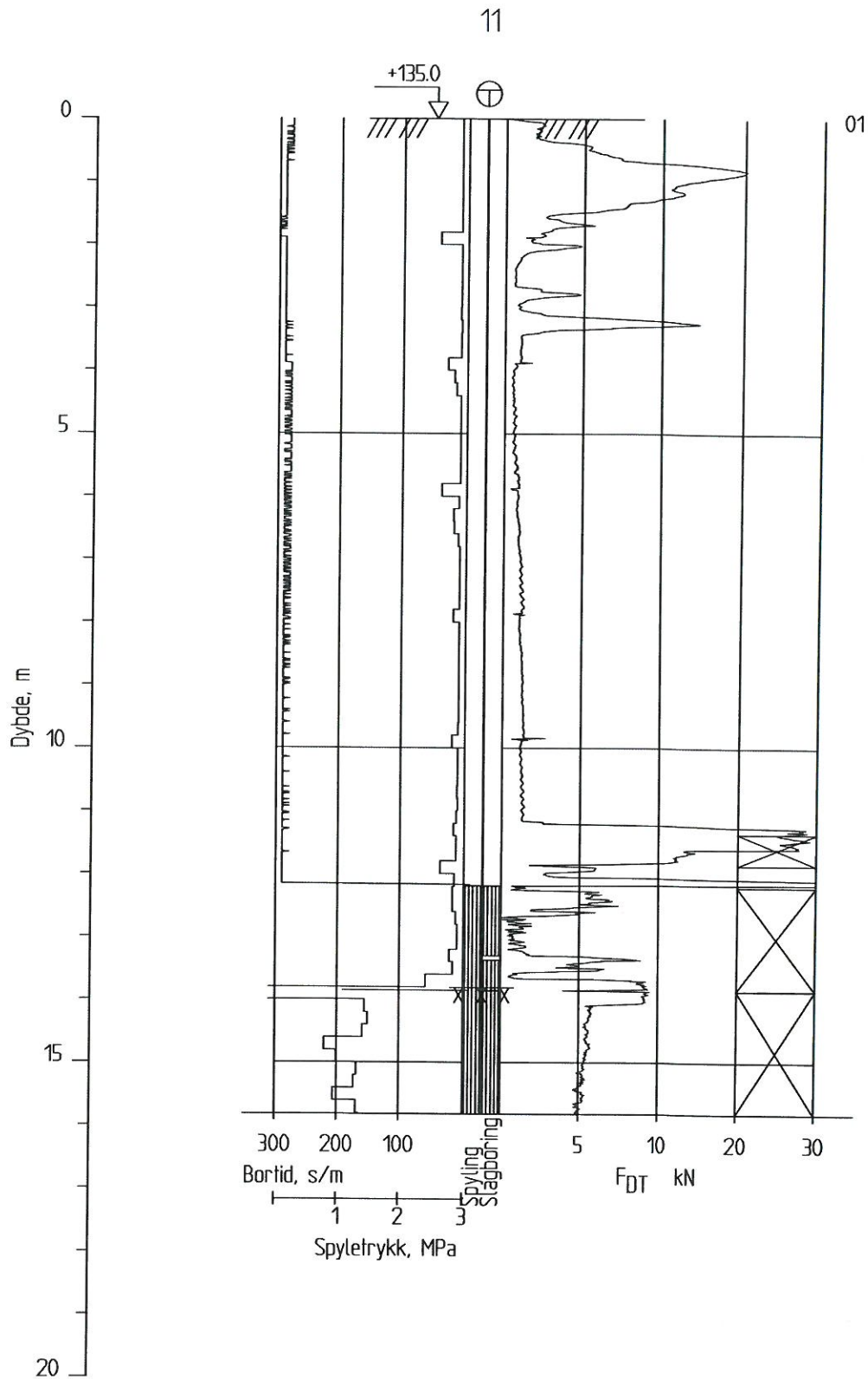
Grunnundersøkelser
Borplan


Oppdragsnr.:
14245001

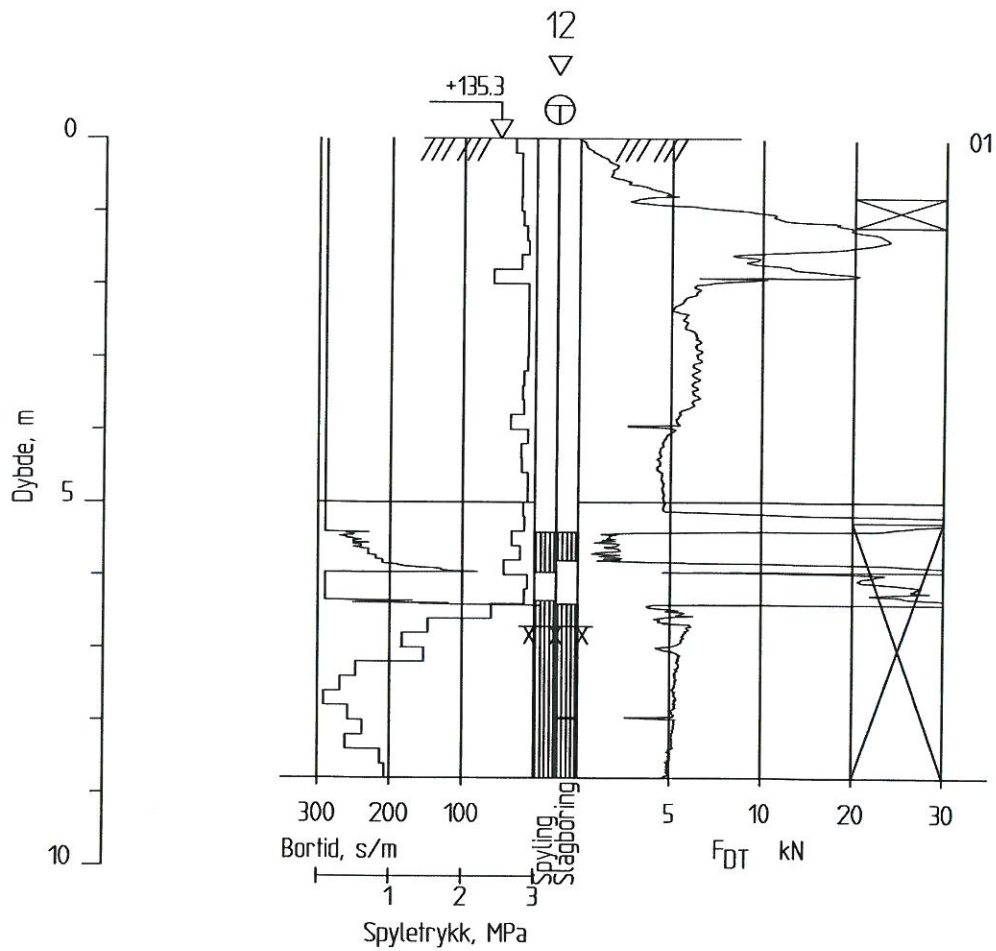
SWECO  Sweco Norge AS
Drammensveier 280, 0212 Oslo
Tlf.: 07 12 80 00 Faks: 07 12 88 40

Disiplin: **GEO** Lepe nummer: **02** Status Rev: **00**

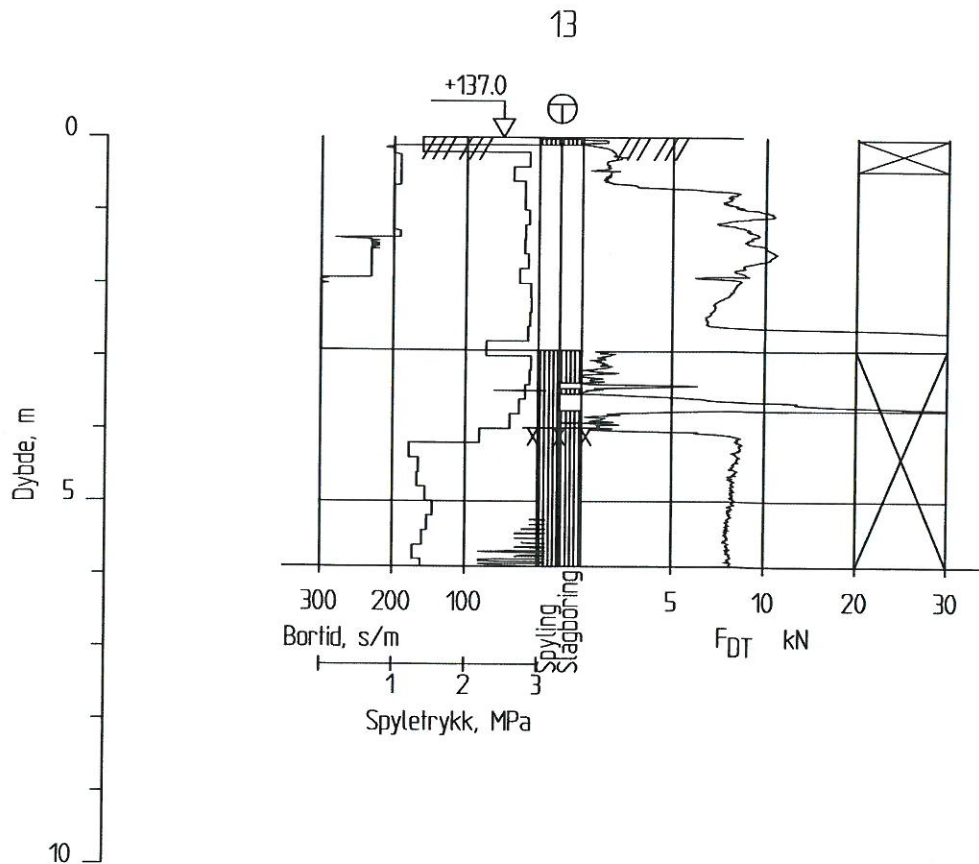
VEDLEGG 3:
TOTALSONDERINGER (9 STK)




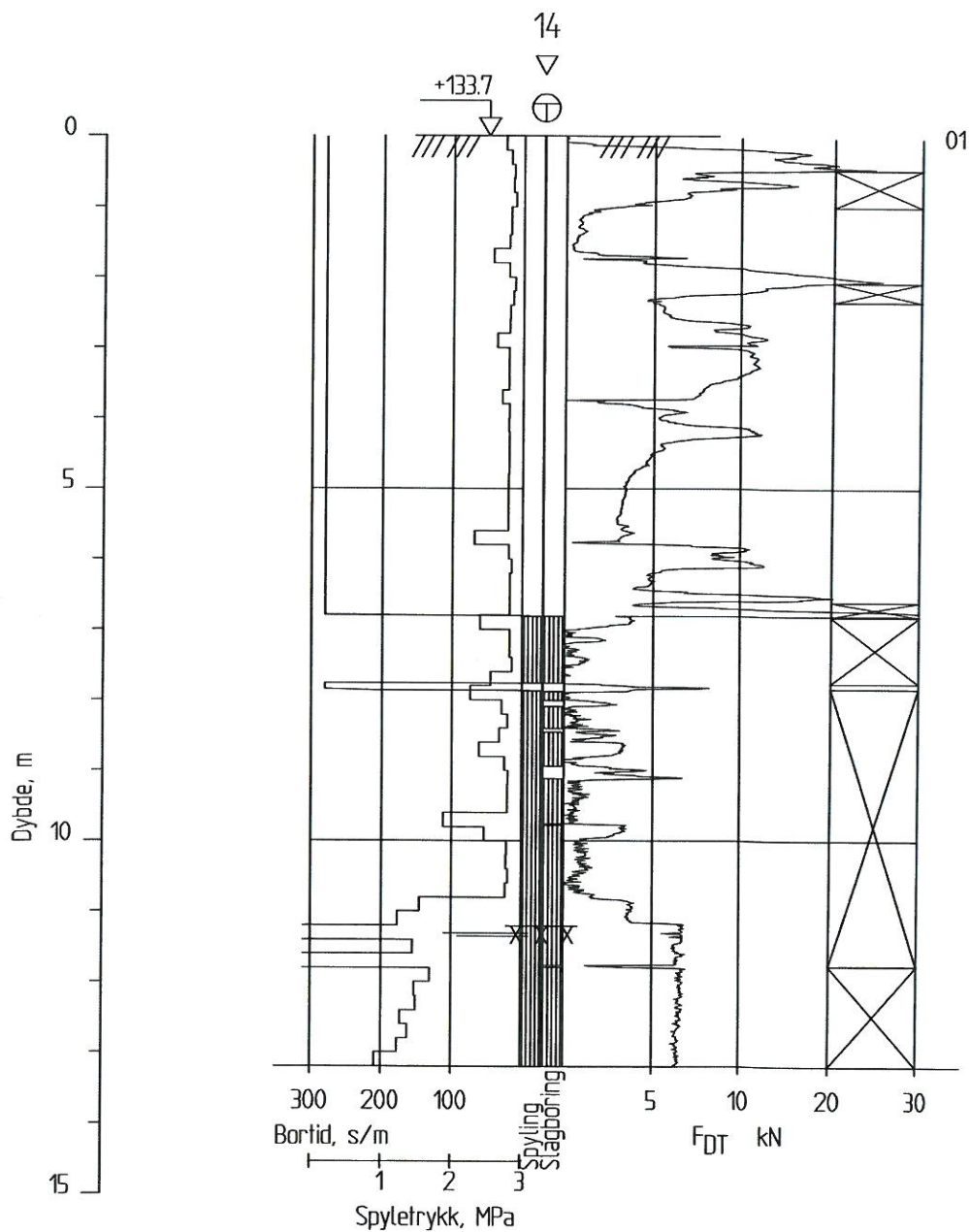
TOTALSONDERING	Borpunkt nr.	11	Dato	25.03.2015
			Målestokk	1:100
ROMERIKE GRUNNBORING AS	Tegnet	NOMILA	Oppdragsnr. 14245001	
	Kontr.	NOKVAL		
MYRVANG BOLIGER			DRAMMENSVEIEN 260 PB 80, 0212 OSLO Tlf: 67 12 80 00	




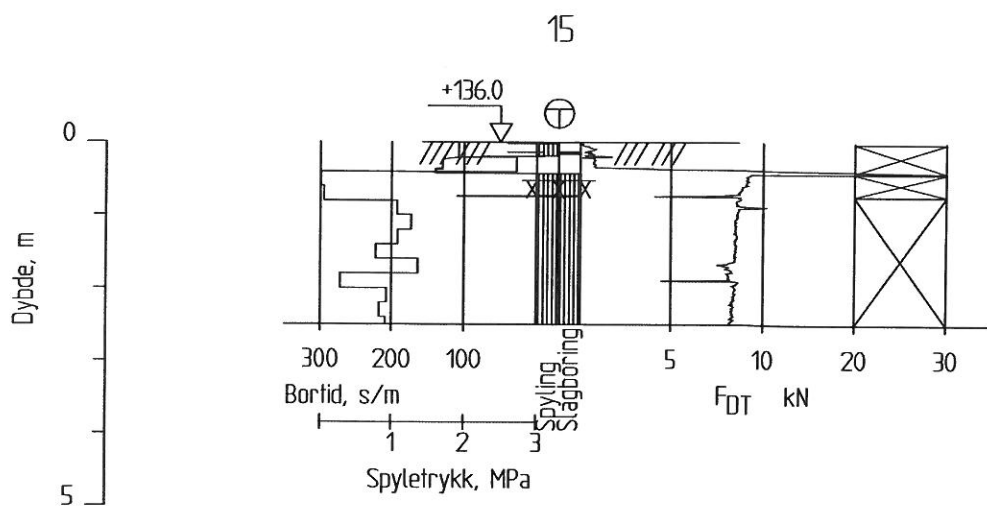
TOTALSONDERING	Borpunkt nr.	12	Dato	25.03.2015
			Målestokk	1:100
ROMERIKE GRUNNBORING AS	Tegnet	NOMILA	Oppdragsnr. 14245001	
	Kontr.	NOKVAL		
MYRVANG BOLIGER			DRAMMENSVEIEN 260 PB 80, 0212 OSLO Tlf: 67 12 80 00	




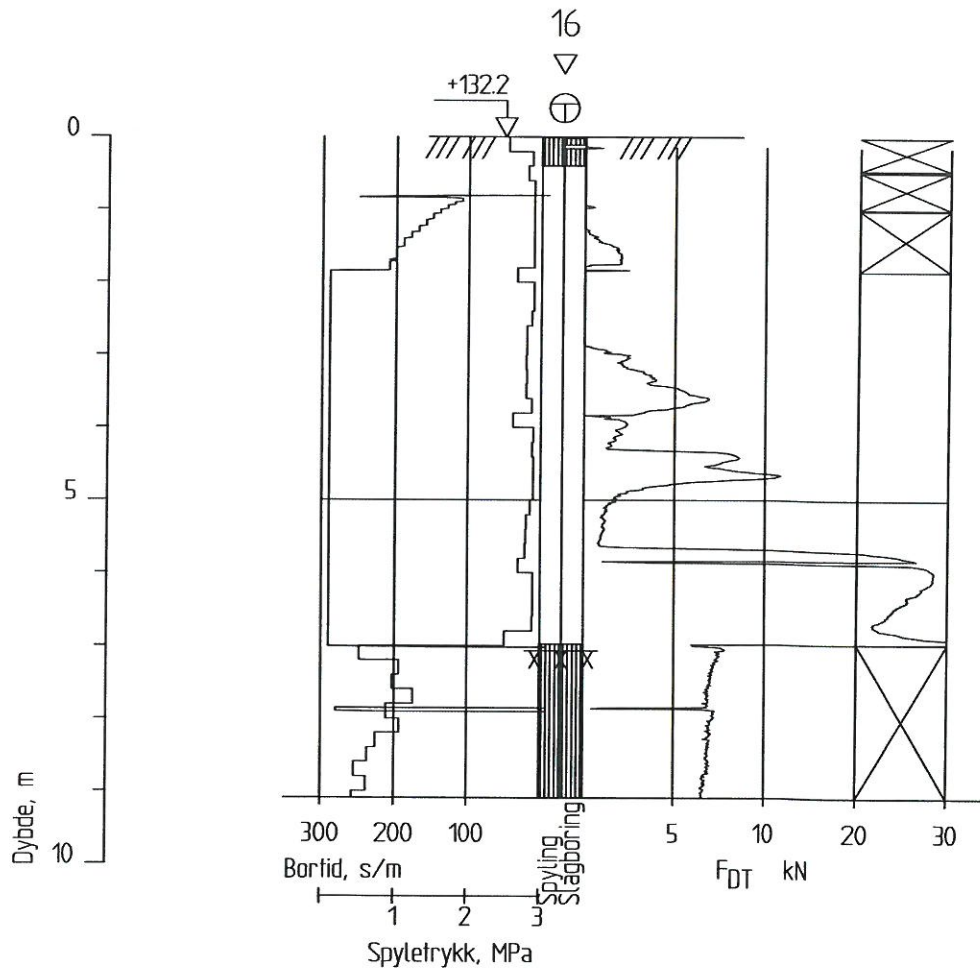
TOTALSONDERING	Borpunkt nr.	13	Dato	25.03.2015
			Målestokk	1:100
ROMERIKE GRUNNBORING AS	Tegnet	NOMILA	Oppdragsnr. 14245001	
	Kontr.	NOKVAL		
MYRVANG BOLIGER			DRAMMENSVEIEN 260 PB 80, 0212 OSLO TLF: 67 12 80 00	




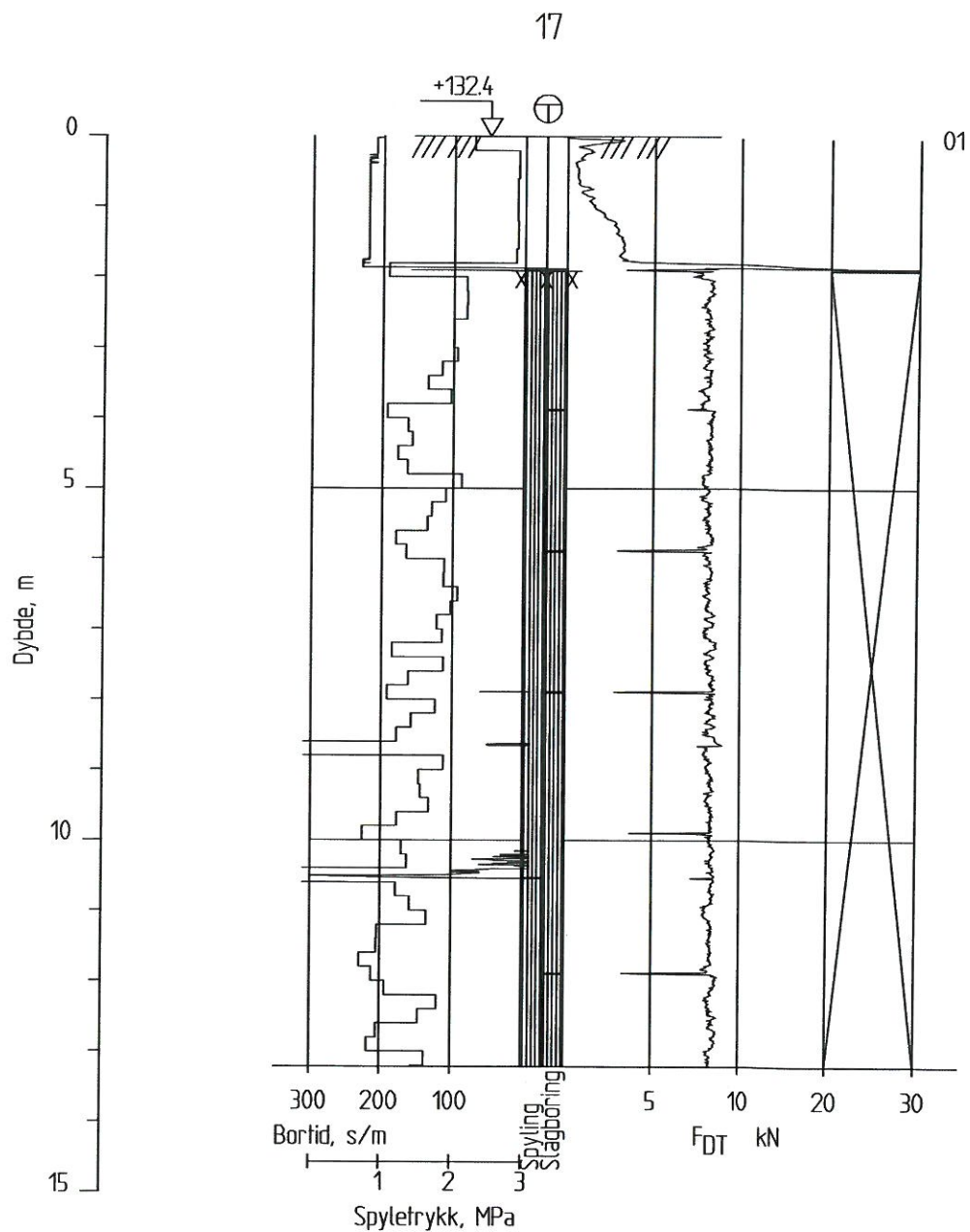
TOTALSONDERING	Borpunkt nr.	14	Dato	25.03.2015
			Målestokk	1:100
ROMERIKE GRUNNBORING AS	Tegnet	NOMILA	Oppdragsnr. 14245001	
	Kontr.	NOKVAL		
MYRVANG BOLIGER			DRAMMENSVEIEN 260 PB 80, 0212 OSLO Tlf: 67 12 80 00	




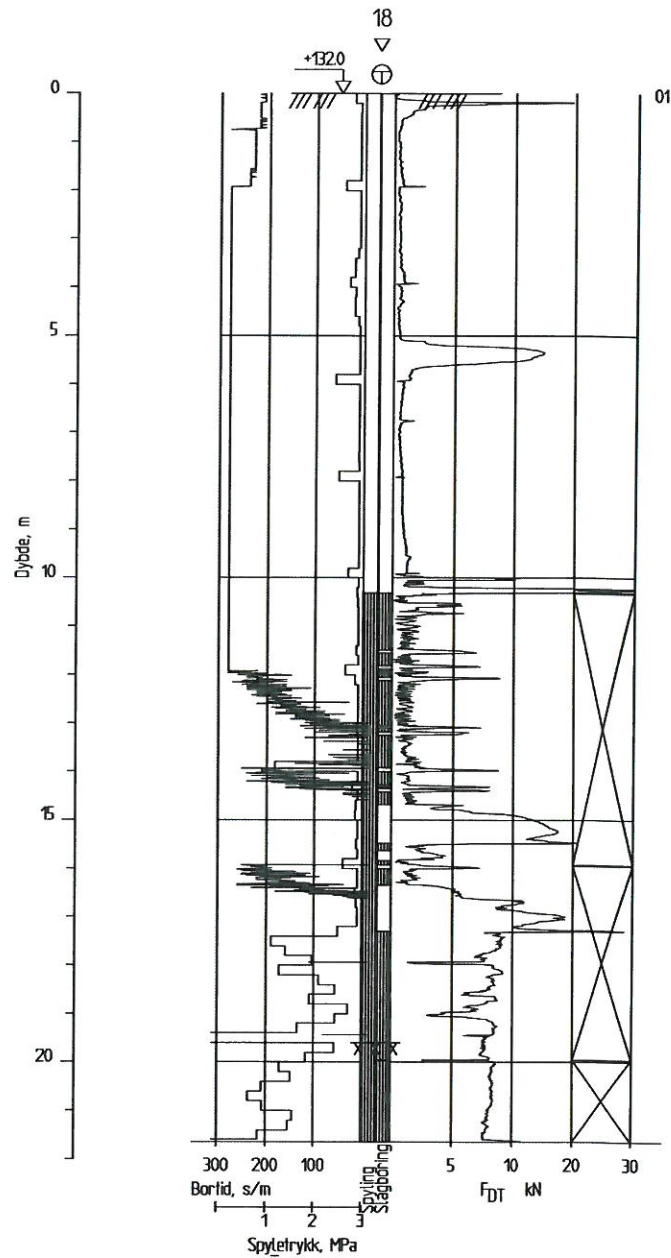
TOTALSONDERING	Borpunkt nr.	15	Dato	25.03.2015
			Målestokk	1:100
ROMERIKE GRUNNBORING AS	Tegnet	NOMILA	Oppdragsnr.	14245001
	Kontr.	NOKVAL		
MYRVANG BOLIGER			DRAMMENSVEIEN 260 PB 80, 0212 OSLO TLF: 67 12 80 00	




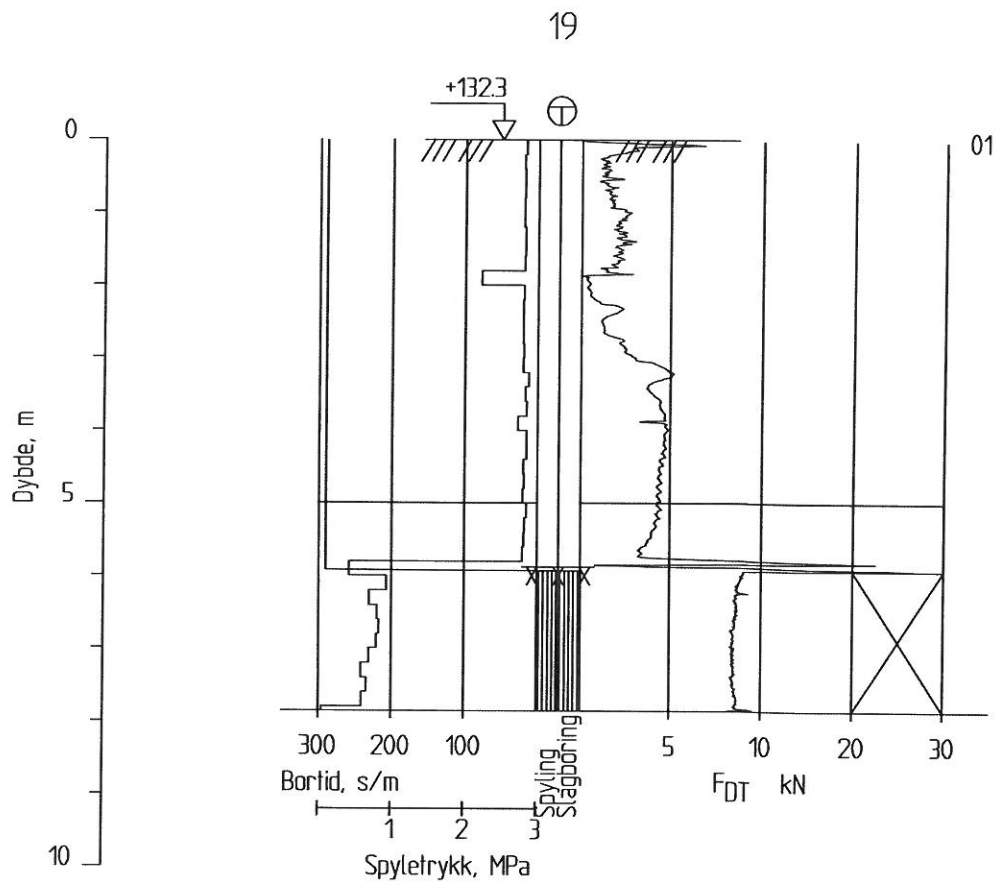
TOTALSONDERING	Borpunkt nr.	16	Dato	25.03.2015
			Målestokk	1:100
ROMERIKE GRUNNBORING AS	Tegnet	NOMILA	Oppdragsnr. 14245001	
	Kontr.	NOKVAL		
MYRVANG BOLIGER			DRAMMENSVEIEN 260 PB 80, 0212 OSLO TLF: 67 12 80 00	




TOTALSONDERING	Borpunkt nr.	17	Dato	25.03.2015
			Målestokk	1:100
ROMERIKE GRUNNBORING AS	Tegnet	NOMILA	Oppdragsnr. 14245001	
	Kontr.	NOKVAL		
MYRVANG BOLIGER			DRAMMENSVEIEN 260 PB 80, 0212 OSLO Tlf: +47 12 80 00	



TOTALSONDERING	Borpunkt nr.	18	Dato	25.03.2015
			Målestokk	1:150
ROMERIKE GRUNNBORING AS	Tegnet	NOMILA	Oppdragsnr.	14245001
	Kontr.	NOKVAL		
MYRVANG BOLIGER			DRAMMENSVEIEN 260 PB 80, 0212 OSLO TLF: 67 12 80 00	



TOTALSONDERING	Borpunkt nr.	19	Dato	25.03.2015
			Målestokk	1:100
ROMERIKE GRUNNBORING AS	Tegnet	NOMILA	Oppdragsnr.	14245001
	Kontr.	NOKVAL		
MYRVANG BOLIGER			DRAMMENSVEIEN 260 PB 80, 0212 OSLO Tlf: 67 12 80 00	

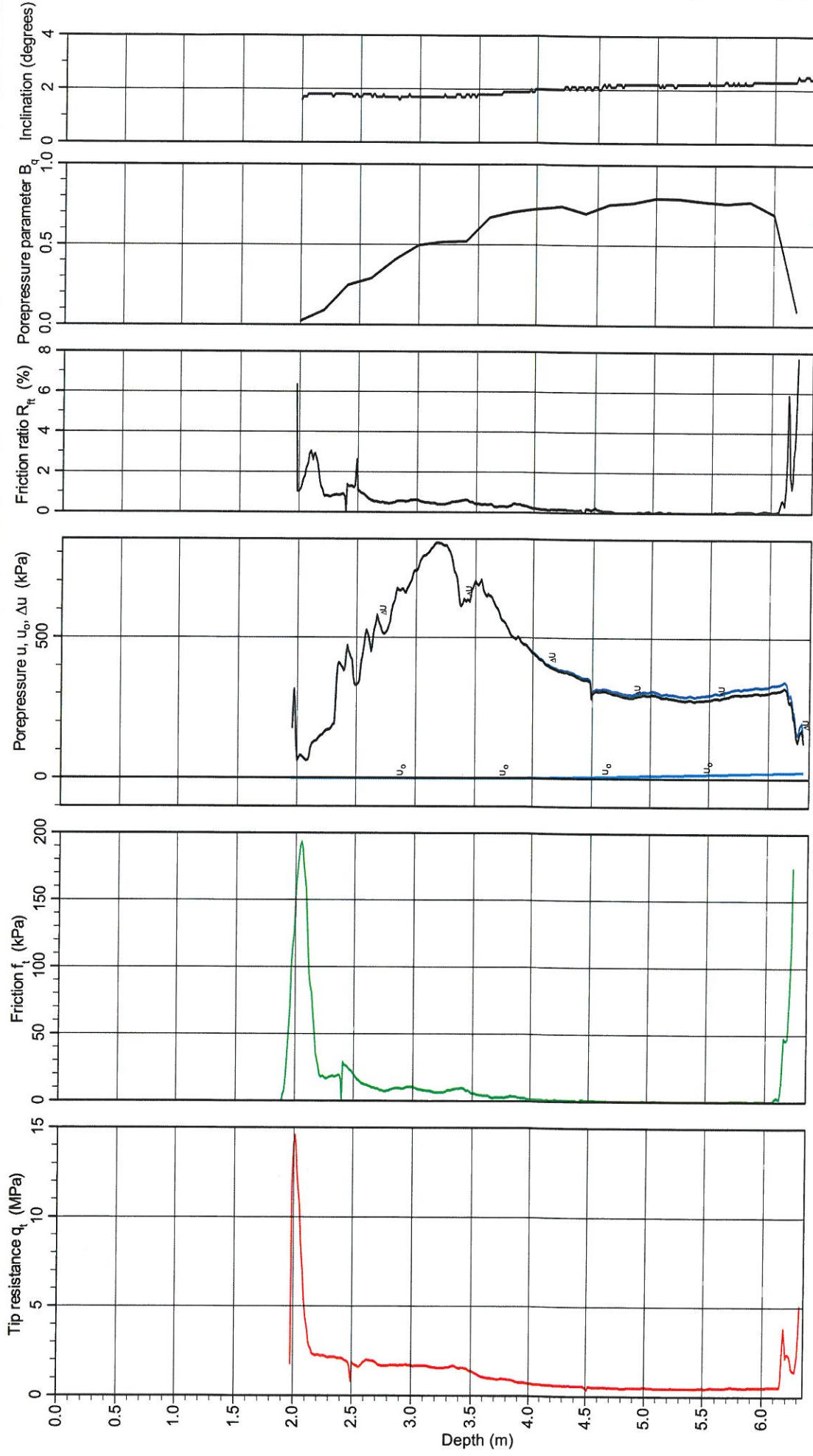
VEDLEGG 4:
TRYKKSONDERINGER (CPTU)

CPT-test performed according to EN ISO 22476-1

Project Bjørkelangen grunnundersøkelser
 Project nr 14245001
 Site Myrvang boligtomter
 Designation Hull 12
 Date 20150323

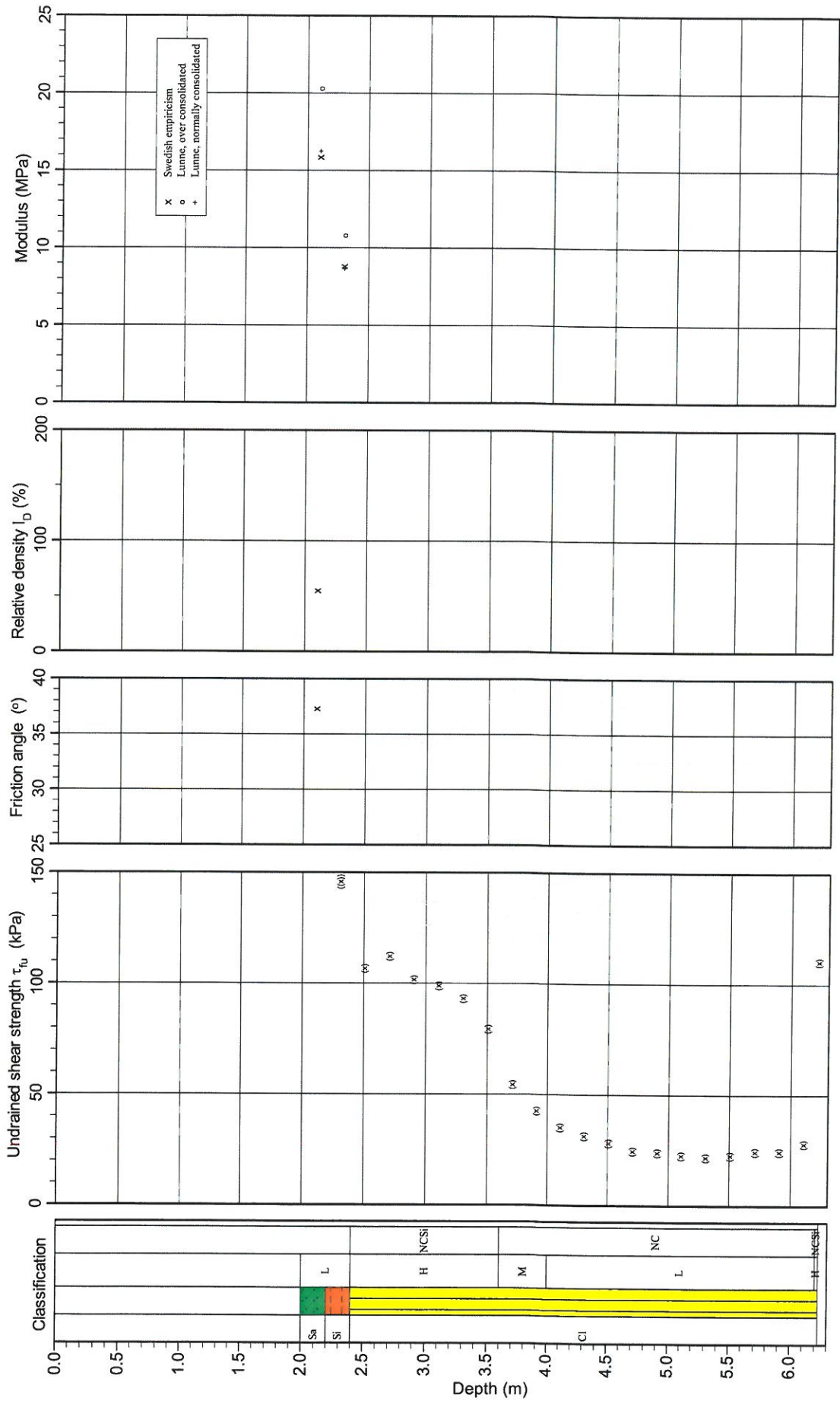
Pre-drilling depth 2.00 m
 Start depth 2.00 m
 Stop depth 6.34 m
 Ground water level 3.80 m

Reference Fluid in filter
 Level at reference Coordinates
 Pre-drilled material Equipment
 Geometry Normal Cone nr 51401



CPT test evaluated according to SGI Information 15 rev. 2007

Reference Level at reference Ground water level Start depth	Predrilling depth 2.00 m Predrilled material Equipment Geometry Normal
Evaluator MILA Evaluation date 24.03.2015	Project Bjørkelangen grunnundersøkelser Project nr 14245001 Site Myrvang boligtomter Designation Hull 12 Date 20150323



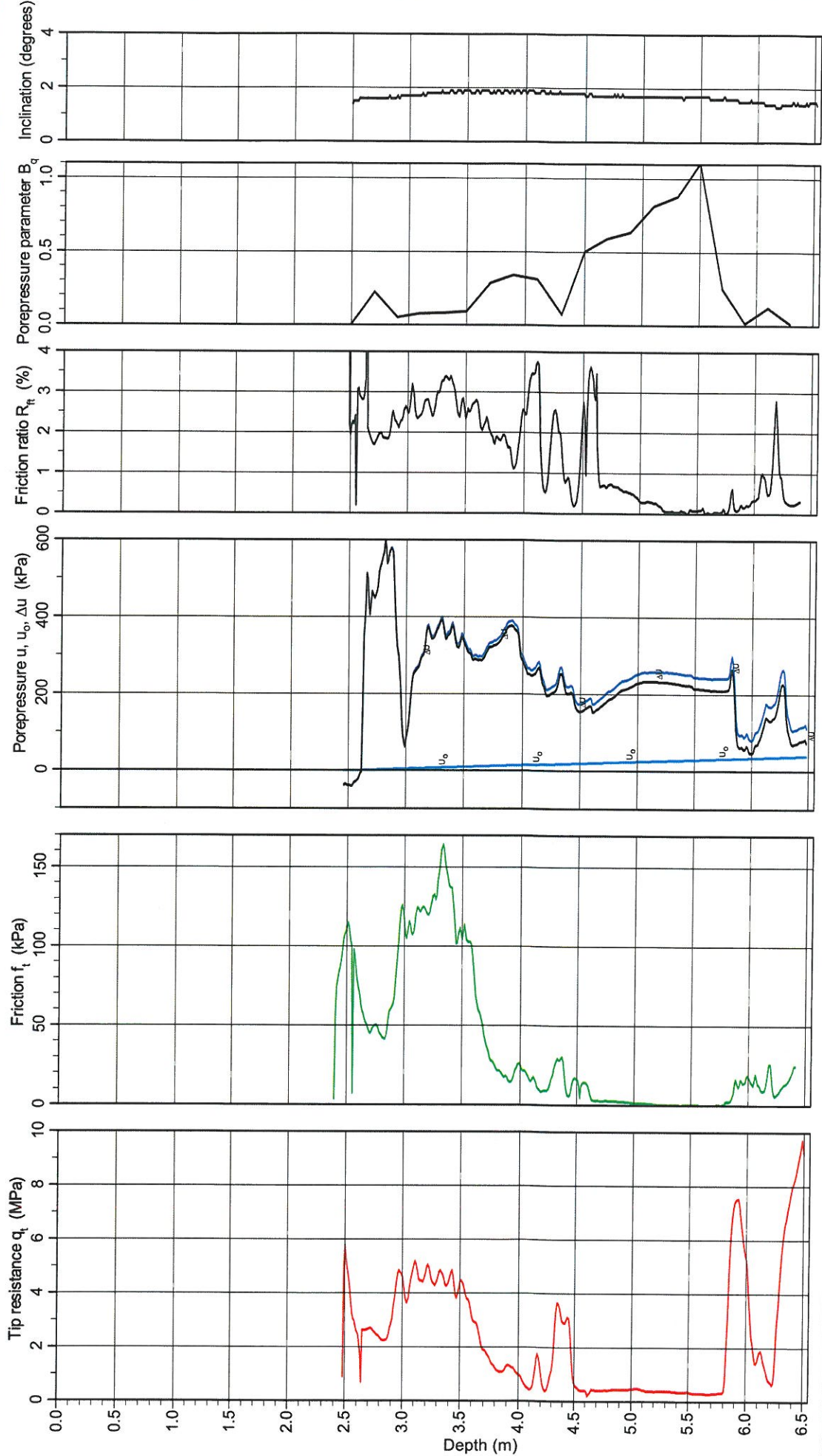
CPT-test performed according to EN ISO 22476-1

Predrilling depth 2.50 m
 Start depth 2.50 m
 Stop depth 6.52 m
 Ground water level 2.60 m

Reference
 Level at reference
 Predrilled material
 Geometry Normal

Fluid in filter
 Coordinates
 Equipment
 Cone nr 51401

Project Bjørkelangen grunnundersøkelser
 Project nr 14245001
 Site Myrvang boligtomter
 Designation Hull 14
 Date 20150323



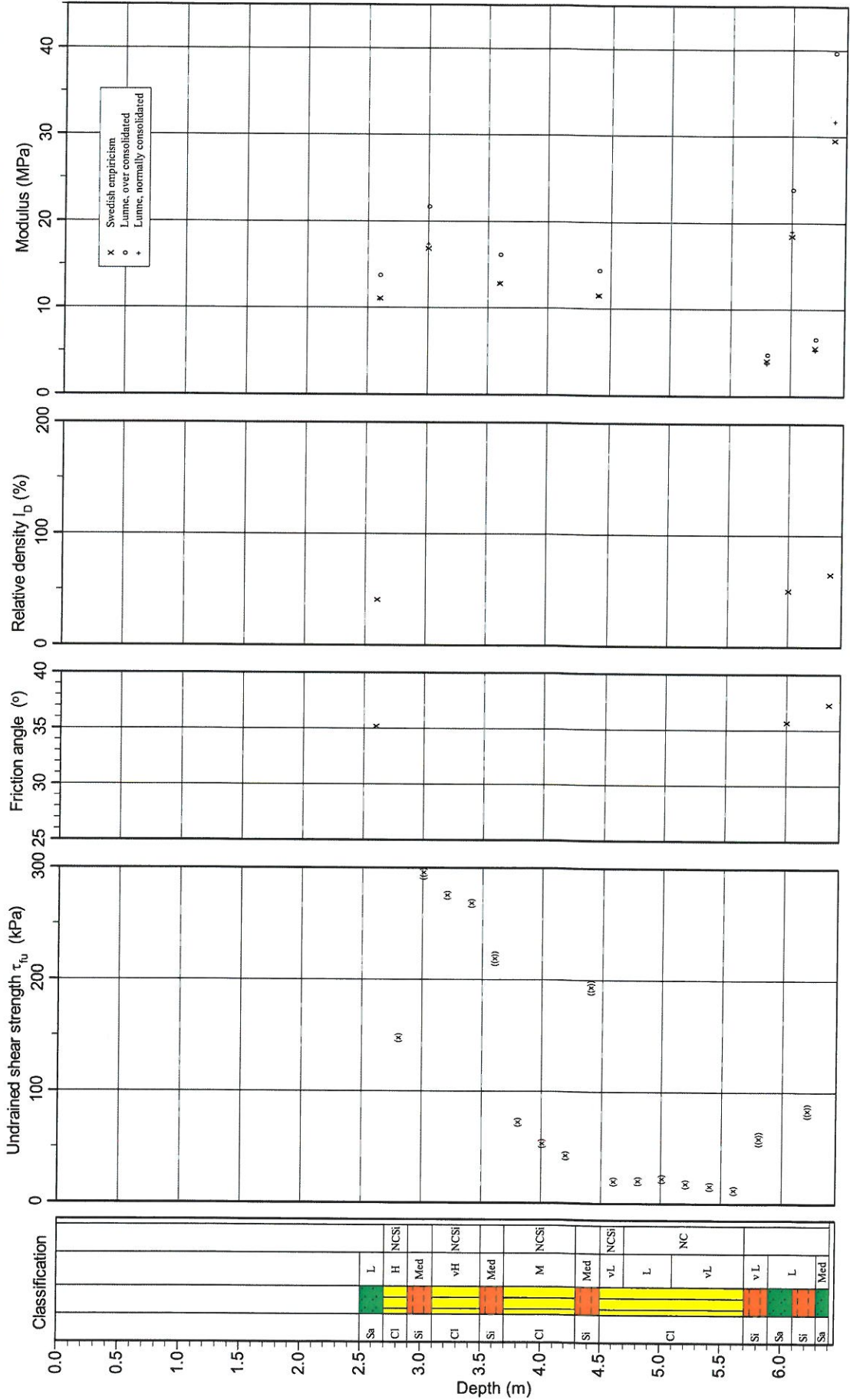
CPT test evaluated according to SGI Information 15 rev. 2007

Reference
 Level at reference
 Ground water level 2.60 m
 Start depth 2.50 m

Predrilling depth 2.50 m
 Predrilled material
 Equipment
 Geometry Normal

Evaluator MILA
 Evaluation date 24.03.2015

Project Bjørkelangen grunnundersøkelser
 Project nr 14245001
 Site Myrvang boligtomter
 Designation Hull 14
 Date 20150323



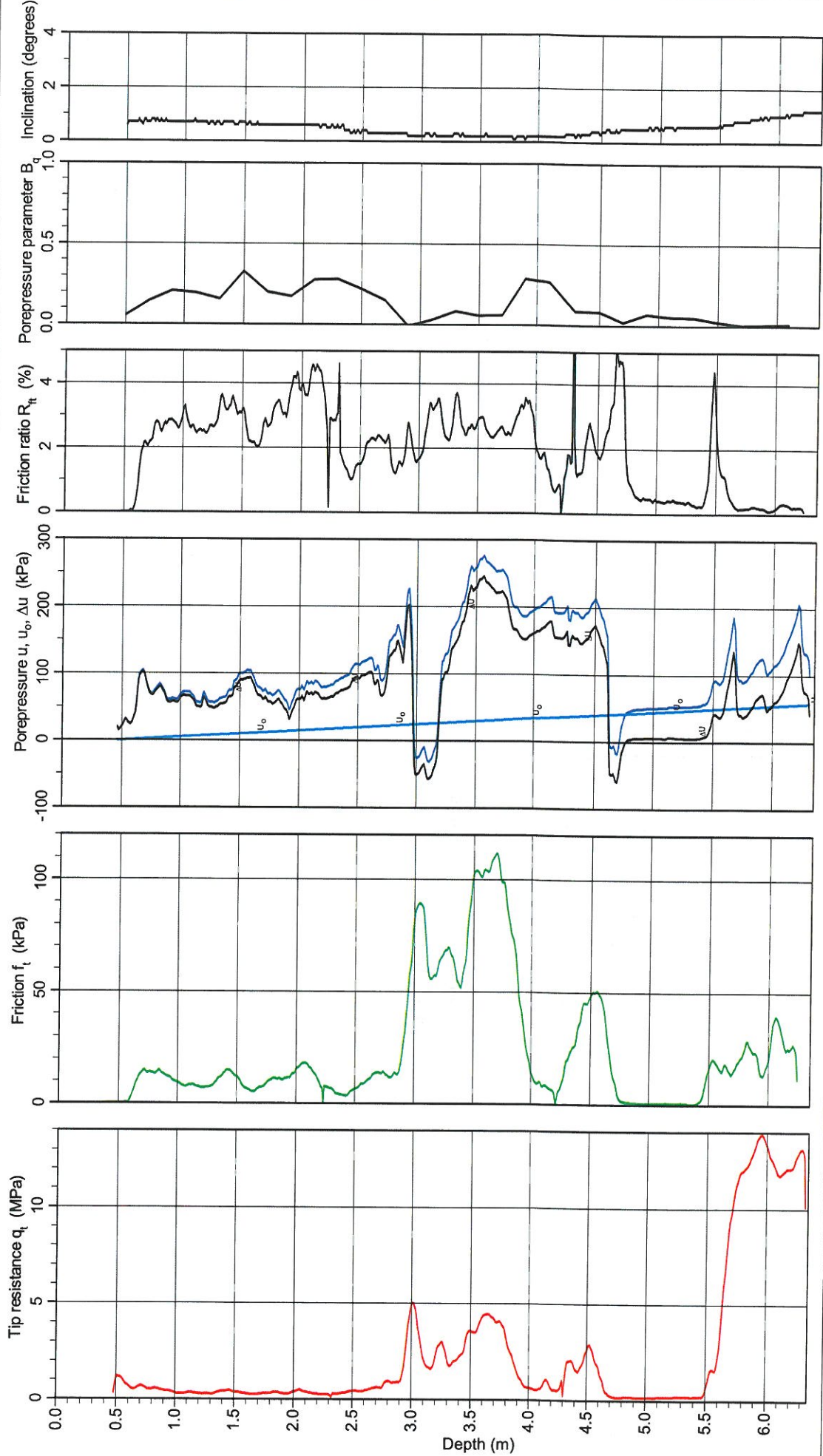
CPT-test performed according to EN ISO 22476-1

Pre-drilling depth 0.50 m
 Start depth 0.50 m
 Stop depth 6.36 m
 Ground water level 0.50 m

Reference
 Level at reference
 Pre-drilled material
 Geometry Normal

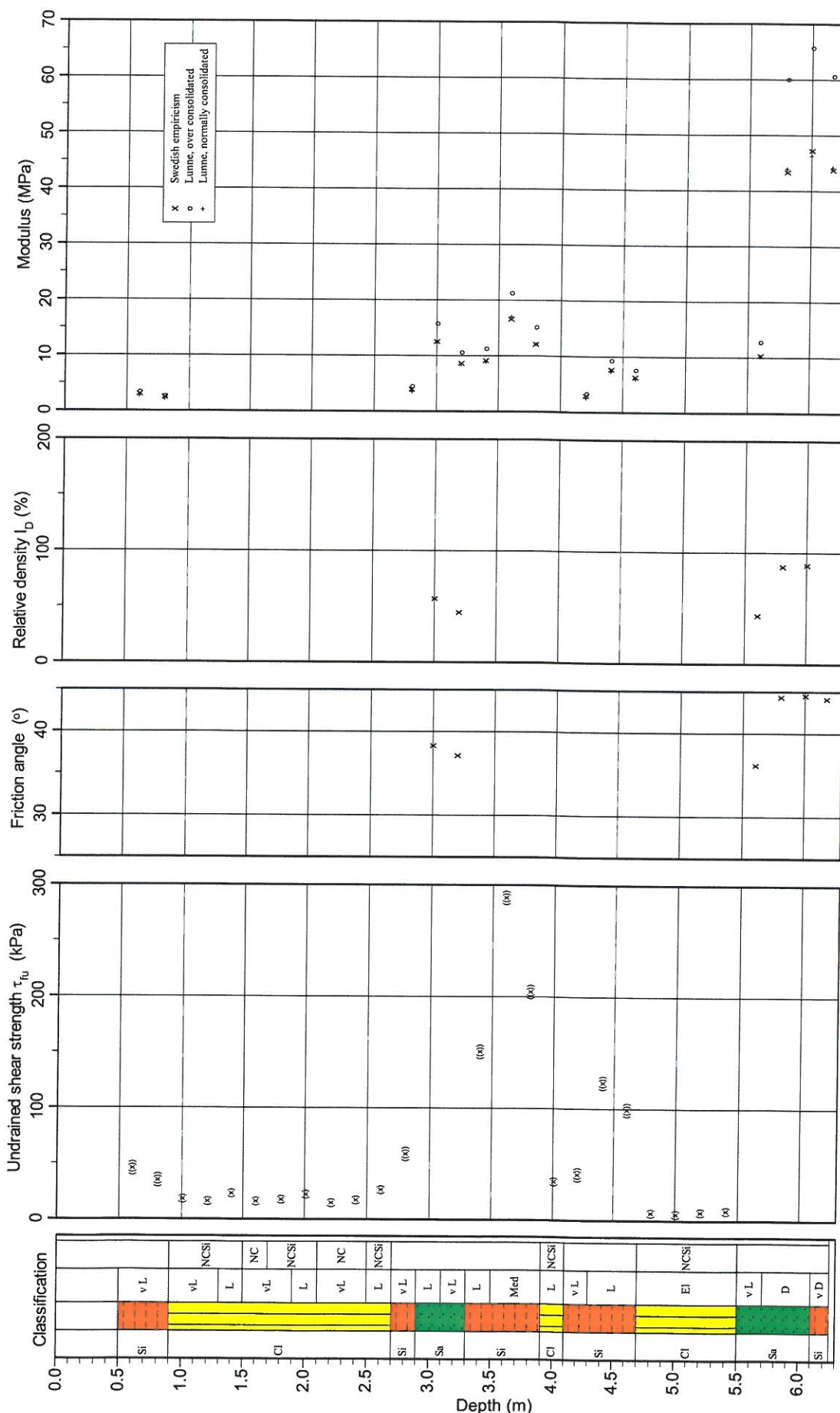
Fluid in filter
 Coordinates
 Equipment
 Cone nr 51401

Project Bjørkelangen grunnundersøkelser
 Project nr 14245001
 Site Myrvang boligtomter
 Designation Hull 16
 Date 20150323



CPT test evaluated according to SGI Information 15 rev. 2007

Reference Level at reference Ground water level Start depth	Predrilling depth 0.50 m Predrilled material Equipment Geometry Normal
Project Project nr Site Designation Date	Bjørkelangen grunnundersøkelser 14245001 Myrvang boligtomter Hull 16 20150323
Evaluator Evaluation date	MILA 24.03.2015



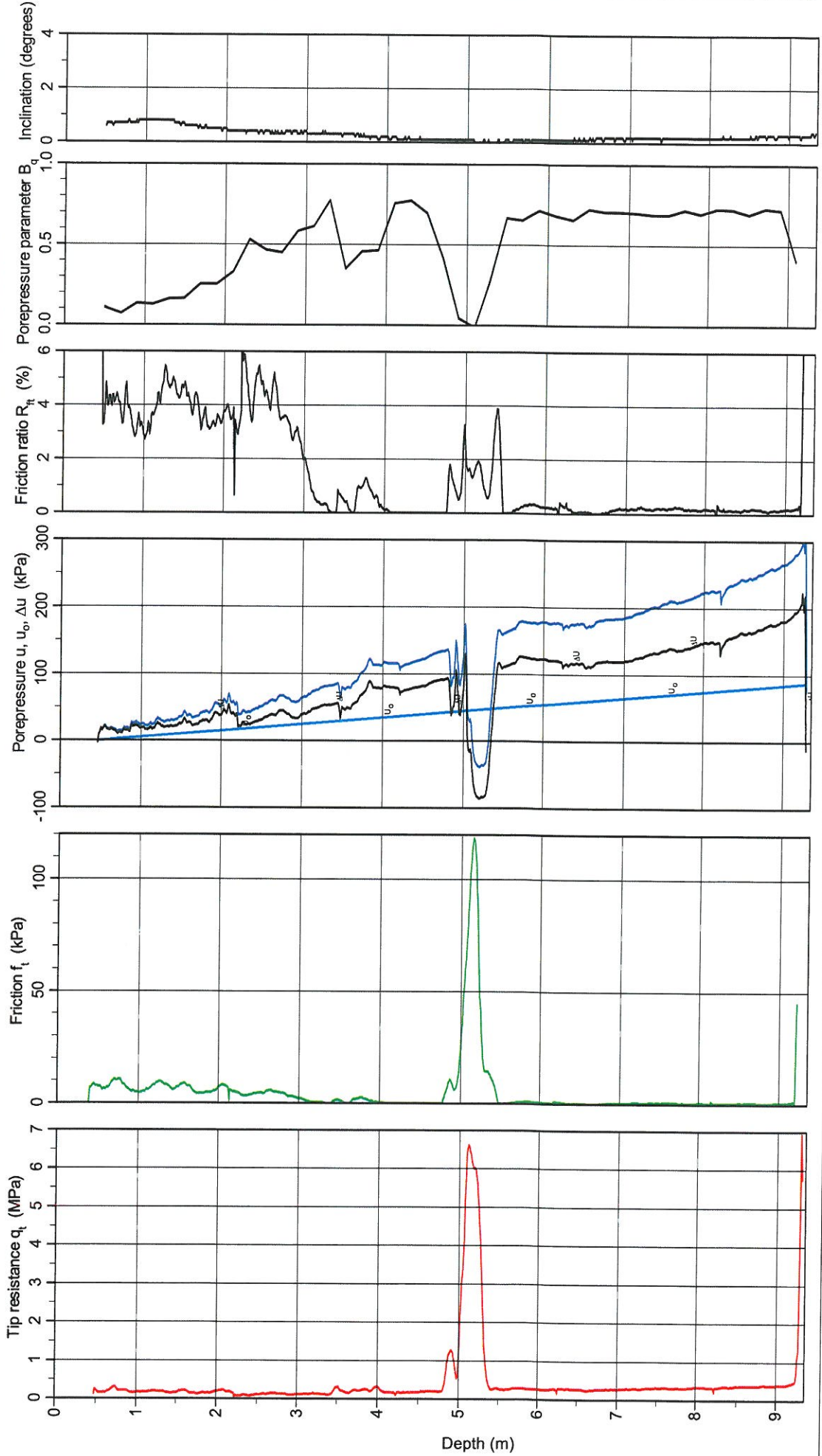
CPT-test performed according to EN ISO 22476-1

Predrilling depth 0.50 m
 Start depth 0.50 m
 Stop depth 9.33 m
 Ground water level 0.50 m

Reference
 Level at reference
 Predrilled material
 Geometry Normal

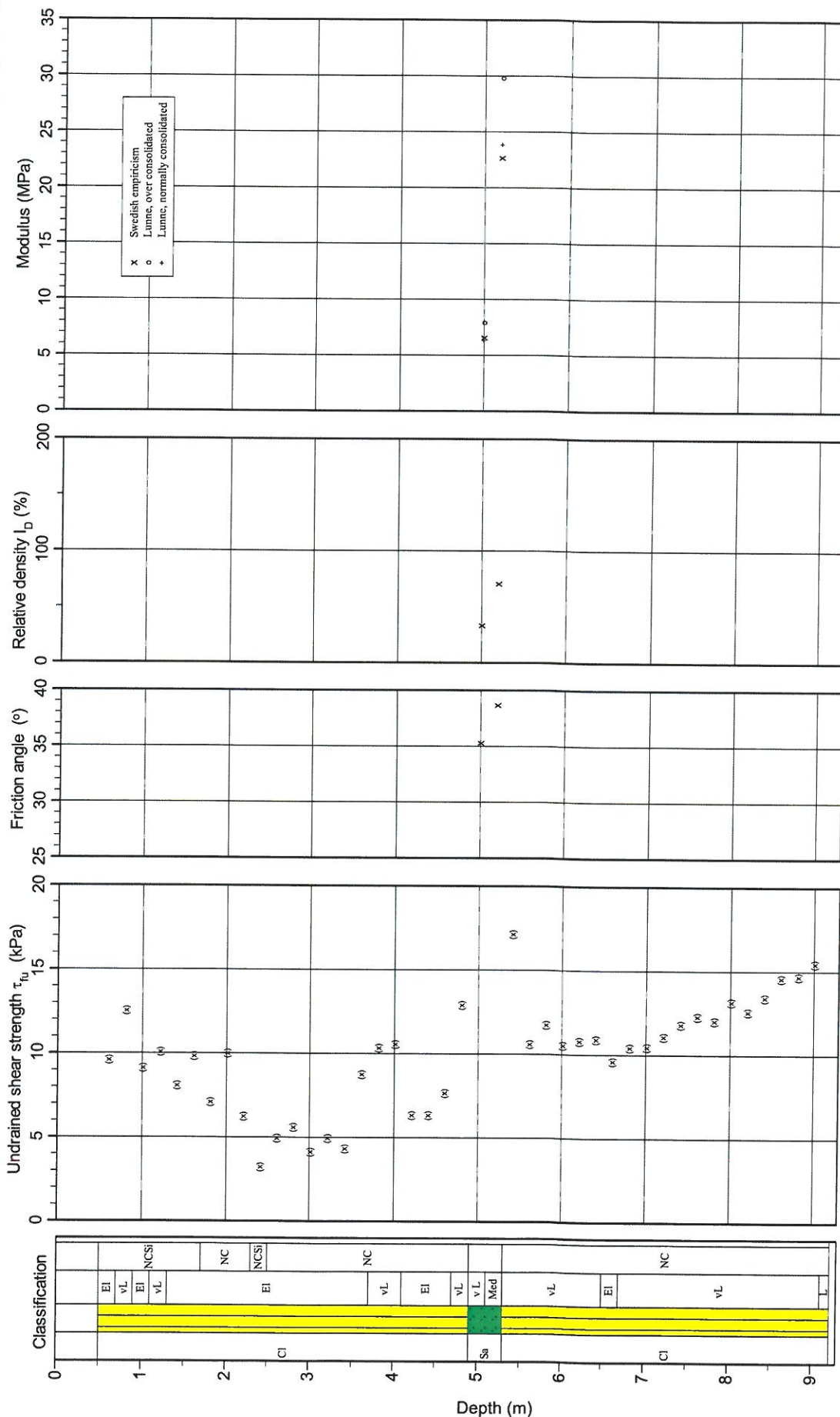
Fluid in filter
 Coordinates
 Equipment
 Cone nr 51401

Project Bjørkelangen grunnundersøkelser
 Project nr 14245001
 Site Myrvang boligtomter
 Designation Hull 18
 Date 20150323



CPT test evaluated according to SGI Information 15 rev. 2007

Reference Level at reference Ground water level Start depth	Predrilling depth 0.50 m Predrilled material Equipment Geometry Normal
Project Bjørkelangen grunnundersøkelser Project nr 14245001 Site Myrvang boligtomter Designation Hull 18 Date 20150323	Evaluator MILA Evaluation date 24.03.2015



VEDLEGG 5:
RESULTATER FRA GEOTEKNISK LABORATORIUM
(2 sider)

Dybde (m)	Beskrivelse kt. +	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					S _t (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
	TORV H2 - H3							1031 1046	0,93 0,97	97 97	93,4						
	Øverste 40 cm TORV H2-H3 med trerester nederst silt, sandig, leirig		K					582 67	1,00	95	89,8 5,8	▼			▽		3
	LEIRE, siltig	fast							2,06	40	2,2			○	▼		4
	LEIRE		K						1,92	47	1,8	▼		○	▼		2
5	med et par tynne siltsjikt																6
	LEIRE, siltig								1,90	52	1,3	▼	○	▽			30
																	10
10																	
15																	
20																	

Symboler

○ Vanninnhold
 ▽ Omrørt konus
 ▽ Uomrørt konus
 — Plastisitetsindeks, I_p
 Enaksialforsøk (strek angir deformasjon (%) ved brudd)
 ρ = Densitet
 S_t = Sensitivitet
 T = Treaksialforsøk
 Ø = Ødometerforsøk
 K = Korngradering
 ρ_s: 2.75 g/cm³
 Grunnvannstand: m
 Borbok:
 Lab-bok: 3146

PRØVESERIE

Borhull:
16

SWECO NORGE AS

Dato:
2015-04-28

Myrvang boligområde

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:
METS

Kontrollert:
GEO

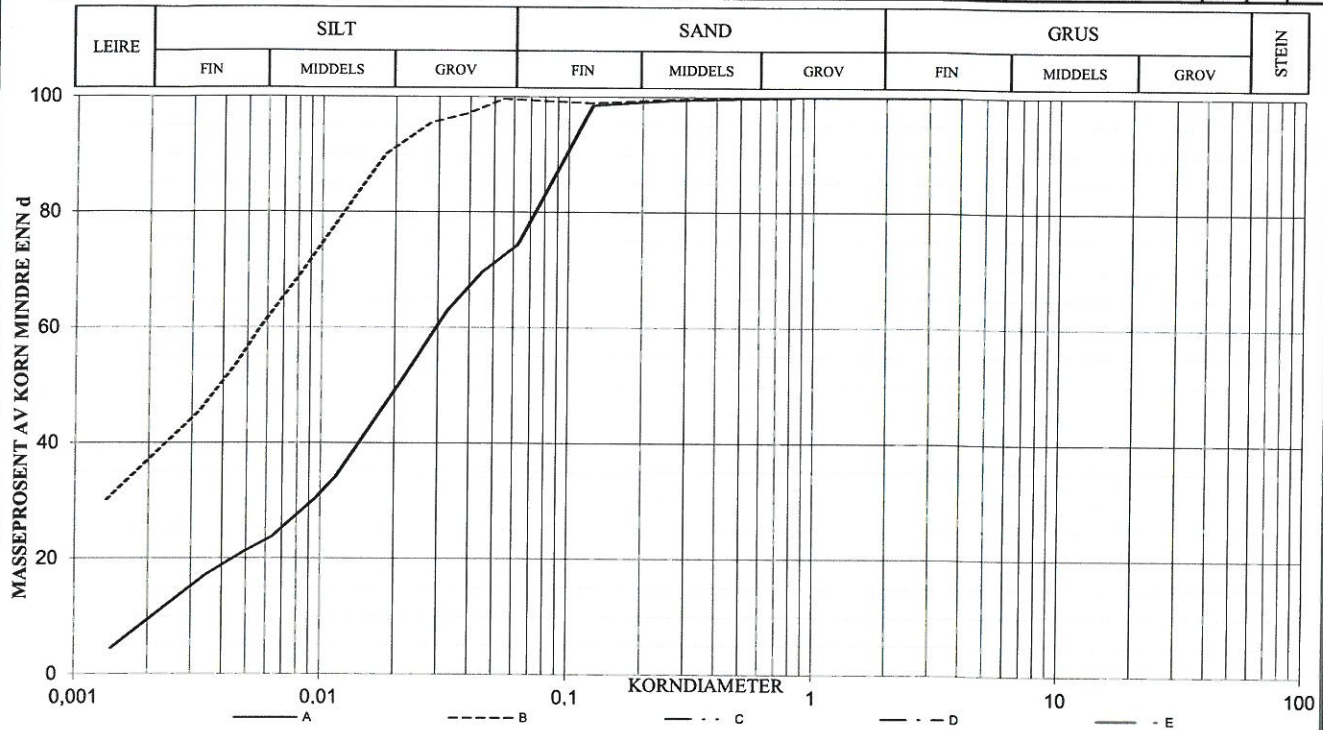
Godkjent:
GEO

Oppdragsnummer:
127521

Tegningsnr.:
10

Rev nr.:
00

SYMBOL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	Hull 16	2,35-2,6	SILT, sandig, leirig		X	X	
B	Hull 16	4,0-5,0	LEIRE		X	X	
C							
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

METODE:

TS = Torr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

SYM BOL	Tele gruppe	W %	Su kN/m ²	Su r kN/m ²	Plastisitet		Glødetap Ogl %	< 0,02 mm %	Tot. densitet kN/m ³	D ₁₀ mm	D ₃₀ mm	D ₅₀ mm	D ₆₀ mm
					Wf	Wp							
A										0,0023	0,0094	0,0209	0,0300
B												0,0039	0,0056
C													
D													
E													

KORNGRADERING

SWECO NORGE AS
Myrvang boligområde

Konstr./Tegnet
METS

Kontrollert
GEO

Godkjent
GEO

Dato
27.04.15

Multiconsult
www.multiconsult.no

OPPDRAG NR.

127521

TEGN.NR.

60

REV.

00

VEDLEGG 6: INNMÅLING AV BORPUNKTER (UTFØRT AV ROMERIKE GRUNNBORING AS)

Borpunkt	X	Y	Z
11	6641344,05	642999,09	135,0
12	6641307,40	642982,45	135,3
13	6641306,24	643021,14	137,0
14	6641262,51	642984,09	133,7
15	6641262,67	643019,21	136,0
16	6641220,17	642997,14	132,2
17	6641218,42	643028,15	132,4
18	6641178,10	643001,97	132,0
19	6641177,36	643032,08	132,3

VEDLEGG 7: PIEZOMETERKORT

Piezometer		Romerike Grunnboring		
Sted:	Myrvang boliger	D (Meter):	6,8	
Oppdrag:	Bjørkelangen	Høyde rør	1,60	
Profil / Hull:	16	Terreng kote	132,2	
Piezo. dato	27.3.15 kl 09:30	Topp rør kote	133,80	
H (Meter):	8,4	a (Meter):	0	

D = dybde av spiss under terreng
 h_u = trykkehøyde (m)
H = høyde fra topp rør til filteret (m)
a = avstand fra topp rør til topp slange (m)
b = målt dybde fra topp slange til vannstand i slangen (m)

$H = 17,15$
 $a = 0,10$

$h_u = H + a - b$

Dato	Tid	Avlesning - Meter (b)	Trykkehøyde - Meter (hu)	Kommentarer
27.mar	10:00	1,92	6,48	avlesning etter 30 min

rafidn 2008-01-23