

Rapport

Oppdrag: **Røst**

Emne: **Utfylling i sjø og mudring**

Rapport: **Grunnundersøkelse og geoteknisk vurdering**

Oppdragsgiver: **Kystverket Nordland**

Dato: **20. februar 2012**

Oppdrag- / Rapportnr. **711188 / 2**

Tilgjengelighet Ikke begrenset

Utarbeidet av:	Tore Braaten	Fag/Fagområde:	Geoteknikk
Kontrollert av:	Dag Roti	Ansvarlig enhet:	Tromsø
Godkjent av:	Dag Roti	Emneord:	

Sammendrag:

Kystverket planlegger utvidelse i Sørhavna Røst. Tiltaket omfatter utdypningsarbeider i to mindre havneavsnitt og oppfylling av landområde med utdypningsmassene.

Ved Gåsvalen er det registrert berg mellom kote pluss 0,3 og kote minus 6,5, og løsmassemekktighet mellom 0 og 4,2 m.

Det er registrert et øvre lag på 0-1 m med liten til middels sonderingsmotstand, over et lag på 0-3 m med stor/meget stor sonderingsmotstand over berg.

Ved Glea er det registrert berg mellom kote minus 1,0 og kote minus 9,3, og løsmassemekktighet mellom 0,2 og 4,3 m.

Det er registrert et øvre lag på 0-1,8 m med liten sonderingsmotstand, over et lag på 0-1 m med middels til stor sonderingsmotstand. Over berg er det 0-1,5 m med stor/meget stor sonderingsmotstand

Stabilitetsvurderingene viser at fyllinger kan bygges uten stabiliserende tiltak.

Det anbefales kraftig hydraulisk graveutstyr med fast arm for mudringsarbeidet, og det må påregnes sprengning for utdypning til kote minus 2,5 ved Gåsvalen og kote minus 5 ved Glea.

1	20.02.2012		6	TOB	DIR	DIR
Utg.	Dato	Tekst	Ant.sider	Utarb.av	Kontr.av	Godkj.av

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	3
2.	Utførte undersøkelser	3
3.	Grunnforhold	3
3.1	Henvisninger	3
3.2	Områdebeskrivelse	3
3.3	Løsmasser	4
3.3.1	Gåsvallen	4
3.3.2	Glea	4
4.	Stabilitet	5
4.1	Geoteknisk kategori	5
4.2	Stabilitetsanalyse for nye fyllinger	5
4.3	Mudring og stabilitet av mudringsskråninger	6

Tegninger

711188 -0	Oversiktskart
-1	Borplan
-10	Geotekniske data, BP.18
-11	Geotekniske data, BP.39
-60	Korngradering, BP.39
-100	Borpunkt 1-19
-101	Borpunkt 20-49

Vedlegg

- Geotekniske Bilag for felt-og laboratorieanalyser
- Koordinatliste

1. Innledning

Kystverket planlegger utvidelse av fiskeflåten i Sørhavna Røst. Tiltaket omfatter utdypningsarbeider i to mindre havneavsnitt og oppfylling av landområde med utdypningsmassene.

Myklebust AS har utarbeidet forprosjekt for prosjektet.

Multiconsult AS har utført geotekniske grunnundersøkelser. Foreliggende rapport inneholder resultater fra undersøkelsen, samt en stabilitetsvurdering av utdypnings- og fyllingsarbeidet.

Rapport 711188/1(06.10.2011) omhandler miljøundersøkelsen.

2. Utførte undersøkelser

Feltarbeidet ble utført i uke 34 og 35 år 2011.

Boringene ble utført med borebåten MK Borebas.

Det er foretatt 49 totalsonderinger.

Totalsondering gir informasjon om løsmassenes beskaffenhet og lagringsforhold samtidig som de har god nedtrengningsevne og kan benyttes til bergpåvisning.

I tillegg er det tatt opp 2 prøveserier med 54 mm prøvetakingsutstyr. Prøvene er klassifisert og rutineundersøkt i vårt laboratorium i Tromsø.

Alle høyder på borpunkter er oppgitt i sjøkartnull. Bunnkotekartene er i NGO sitt høydesystem. Da Multiconsult sine målinger utføres i NGO sitt høydesystem er Bodø benyttet som standardhavn ved omgjøring av koordinater til sjøkartnull. Forskjellen mellom NGO's høydesystem og sjøkartnull er 1,60 m i Bodø.

Borpunktene er satt ut med Trimble DGPS med nøyaktighet innenfor 0,5 m i x,y,z.

Det vises for øvrig til geotekniske bilag for beskrivelse av undersøkelsesmetoder og geotekniske begrep.

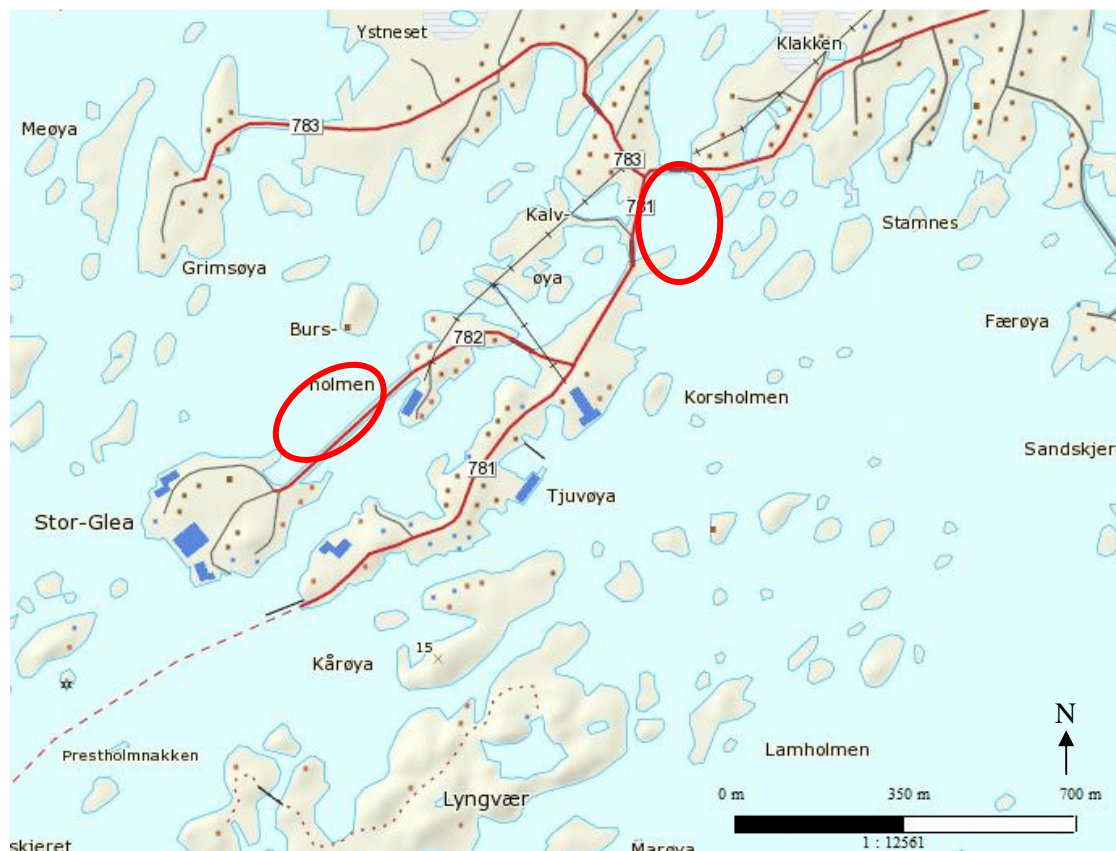
3. Grunnforhold

3.1 Henvisninger

Plassering av borpunkt er vist på borplanen, tegning nr. 711188-1 og -2. Resultat av boringene er vist i profil på tegning nr. 711188-100 og -101.

3.2 Områdebeskrivelse

Områdene som er undersøkt ligger i tilknytning til bebyggelsen på Røstlandet. Det har tidligere vært mudret og bygd molo/veg/bru i tilknytning til områdene som nå er undersøkt, se avmerkninger på oversiktskartet i Figur 1.



Figur 1. Oversiktskart Røst, Gåsvalen (rød sirkel til høyre) og Glea (Kilde: GisLink karttjeneste).

Ved Gåsvalen er sjøbunnen relativt flat. Ved indre del av Gåsvalen ligger sjøbunn på kote pluss 1 til kote minus 1,5. I innseiling ligger sjøbunnen på kote minus 1,5 til kote minus 2,5. Ved det andre området nord for Glea ligger sjøbunnen på kote minus 1 ved land til kote minus 6 i vest lengst fra land.

3.3 Løsmasser

3.3.1 Gåsvalen

Alle sonderingene er avsluttet i berg. Bergoverflaten i borpunktene varierer mellom kote pluss 0,3 og kote minus 6,5.

Registrert løsmassemengde er 0,0 m til 4,2 m.

Grunnen består av 1- 2 lag.

Det er registrert et øvre lag på 0-1 m med liten til middels sonderingsmotstand, over et lag på 0-3 m med stor/meget stor sonderingsmotstand over berg.

Prøveserien ved borpunkt 18 er avsluttet 0,4 m under sjøbunnen i faste masser, og består av organisk materiale med vanninnhold på 352 %.

3.3.2 Glea

Alle sonderingene er avsluttet i berg. Bergoverflaten i borpunktene varierer mellom kote minus 1,0 og kote minus 9,3.

Registrert løsmassemengde er 0,2 m til 4,3 m.

Grunnen består av 1- 3 lag.

Det er registrert et øvre lag på 0-1,8 m med liten sonderingsmotstand, over et lag på 0-1 m med middels til stor sonderingsmotstand. Over berg er det 0-1,5 m med stor/meget stor sonderingsmotstand.

Prøveserien ved borpunkt 39 er avsluttet 3,5 m under sjøbunnen i faste masser. Øverste 1,8 m består i hovedsak av organisk materiale på ca. 500 % vanninnhold. Derunder er det registrert sand med innhold av skjell og koraller. Målt vanninnhold er på 43-58 %. Tyngdetettheten varierer.

Den korallholdige sanden karakteriseres som ikke telefarlig(T1).

4. Stabilitet

Utgangspunktet for vurdering av stabilitet for mudrings – og fyllingsarbeidene er forprosjekt utarbeidet av Myklebust AS. Plantegningen viser plassering av fyllinger og arealer for mudring. Fyllingene ligger på kote 4,2 i sjøkartnull, og planlegges utført med omfatningsmoloer av sprengstein og mudringsmasser på innsiden.

4.1 Geoteknisk kategori

NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 "Krav til prosjektering".

Det velges krav til prosjektering i henhold til geoteknisk kategori 2.

4.2 Stabilitetsanalyse for nye fyllinger

For vurdering av stabilitetsforholdene er det gjennomført beregning i regneprogrammet Geosuite "STABIL".

For beregningen er det forutsatt direkte utfylling på sjøbunnen. Skråningshelning til omfatningsmolo er på 1:1,3. Ved Gåsvalen skal sjøbunnen utdypes til kote minus 2,5 og ved Glea til kote minus 5,0. Da blir fyllingshøyden ved Gåsvalen på 6,7 m, og ved Glea på 9,2. Beregningene er utført både for utfyllingsfasen – udrenert tilstand og permanenttilstanden – drenert tilstand.

Krav til sikkerhet vurderes til $F \geq 1,4$ i anleggsfasen, og $F \geq 1,5$ for permanenttilstanden.

Følgende materialparametre er benyttet:

	Jordvekt [kN/m ³]	Attraksjon [kPa]	Phi [deg]
Sprengstein	19	-	45
Korallsilt	18	-	35
Morene	20	10	40

Beregningen viser at omfatningsmoloene oppnår tilfredsstillende stabilitet med oppfylling i to lag. Første laget fylles opp til kote pluss 1,5. Deretter kan molo fylles opp til kote 4,2.

Fyllingsfront til andre lag må ligge minimum 1 uke etter fyllingsfront til første lag.

Oppfylling fra land forutsettes utført med gravemaskin på tipp slik at en får fyllingstå langt nok ut til at fyllingsskråning i hele fyllingsperioden er 1:1,3 eller slakere.

4.3 Mudring og stabilitet av mudringsskråninger

Det er planlagt utdyping til kote minus 2,5 ved Gåsvalen og kote minus 5,0 ved Glea.

Det løse topplaget antas å være lett mudderbart ved de fleste typer av godt mudringsutstyr.

For å oppnå mudringsdybder til kote minus 2,5 og minus 5,0 må det påregnes mudring i meget faste morenemasser. Karakteristiske kjennetegn for disse massene forventes å være:

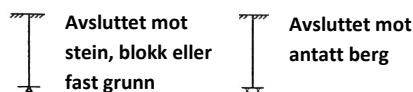
- Velgraderte masser med fraksjoner fra leire til stein og blokk.
- Romvekt 21-22,5 kN/m³.
- Vanninnhold 8-17 %.
- Enaksial trykkstyrke > 250 kN/m².

Parametrene tilsier at mudringsutbyttet blir lavt selv med godt og kraftig hydraulisk graveutstyr med fast arm.

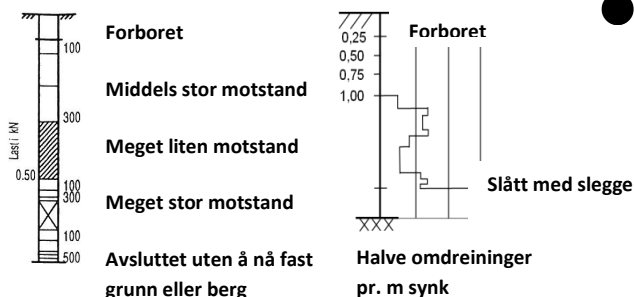
Berg er påtruffet høyere enn kote minus 2,5 ved Gåsvalen og høyere enn kote minus 5,0 ved Glea. Eventuell mudring inkluderer derfor sprengning av berg.

For planlagte mudring kan graveskråningene stå brattere enn 1:1 i kortere tid. Over tid ventes skråningene å bli nedslaket til slakere enn 1:3 i det øvre laget av korallsand. Det nedre morenelaget ventes å kunne stå med helning på 1:1 også over tid. Ubeskyttede skråninger fra kote minus 2 og oppover ventes og slakes ned til slakere enn 1:4. Stabilitetsberegninger bør gjennomføres for alle konstruksjoner som kan bli berørt av mudringsskråninger brattere enn 1:4.

Det øvre laget med organisk materiale ventes å være bløtt og ha liten bæreevne. Det anbefales at disse massene legges nederst i fyllingen bak omfatningsmoloer. Mudringsmassene av sand med innhold av skjell og koraller ventes å kunne benyttes til oppfylling på land som del av underbygning. Det ventes relativt raskt å oppnå god bæreevne.



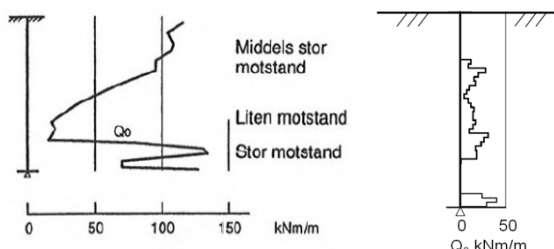
Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



DREIESONDERING (NGF MELDING 3)

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 tverrstrek for hver 100 $\frac{1}{2}$ -omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikalast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.

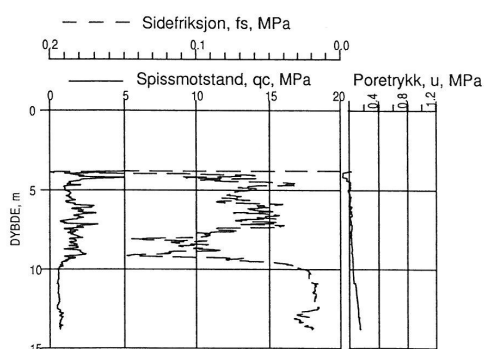


RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)

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.

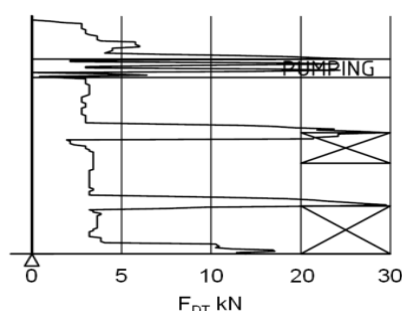
Q_0 = loddets tyngde * fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)



TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) (NGF MELDING 5)

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).

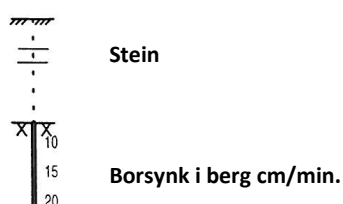


DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)

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. 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.



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.



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



Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrhogg 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.



Prøvekvaliteten inndeles i Kvalitetsklasse 1-3, der 1 er høyeste kvalitet. Stempelprøvetaking gir vanligvis prøver i Kvalitetsklasse 1-2 for leire.



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



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 stige høyde 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 borrhullet.

MINERALSKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

Ved prøveåpning klassifiseres og identifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjoner 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 leire til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

ORGANISKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

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

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet.
• <i>Fibrig torv</i>	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke.
• <i>Delvis fibrig torv, mellomtorv</i>	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene.
• <i>Amorf torv, svarttorv</i>	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 omvandlet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget.

SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten uttrykkes ved jordens skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (effektivspenningsanalyse) eller c_u (c_{uA} , c_{uD} , c_{uP}) (totalspenningsanalyse).

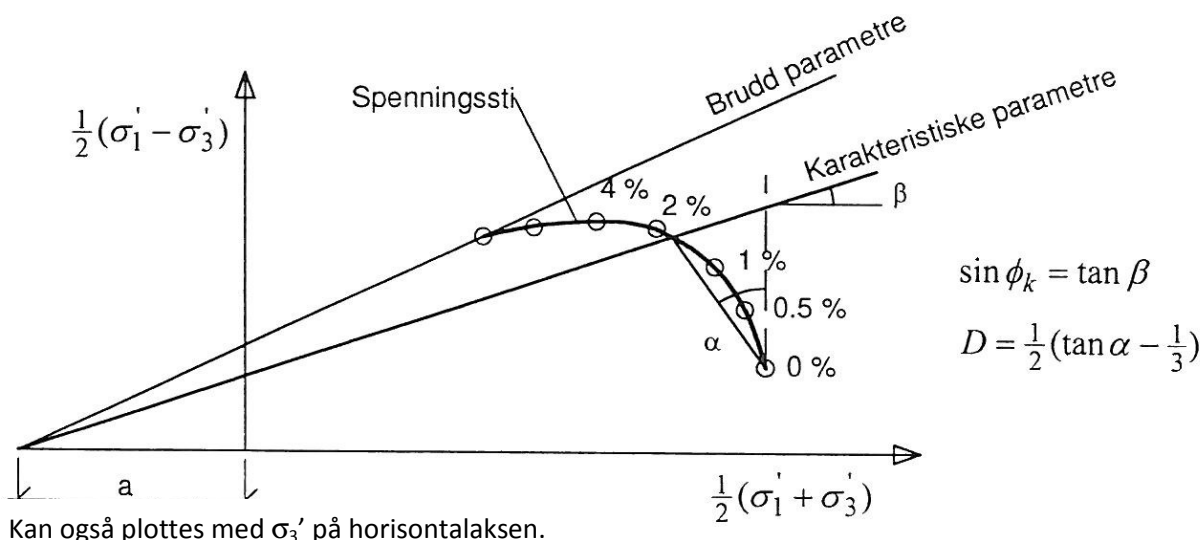
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (kPa, kPa, °, (-))

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon), $\tan\phi$ (friksjon) og eventuelt $c = \tan\phi$ (kohesjon) 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.

For korttids effektivspenningsanalyse kan også poretrykkparametrene A , B og D bestemmes fra forsøksresultatene.

Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærfasthet, c_u (kPa)

Udrenert skjærfasthet bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen. Denne skjærfastheten representerer en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}) (NS8016), konusforsøk (c_{ukr} , c_{ukr}) (NS8015), udrenerte treaksialforsøk (c_{uA} , c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{uD}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksøndering med poretrykksmåling (CPTU) (c_{ucptu}) eller vingebor (c_{uv} , c_{ur}).



SENSITIVITET S_t (-)

Sensitiviteten $S_t = c_u/c_r$ uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet (NS 8015) eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet c_r ($s_r < 0,5$ kPa), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

VANNINNHold (w %) (NS 8013)

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 – FLYTEGRENSE (w_l %) OG PLASTISITETSGRENSE (w_p %) (NS 8002 & 8003)

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. Plastisiteten $I_p = w_l - w_p$ (%) 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).

DENSITETER (NS 8011 & 8012)

Densitet (ρ , g/cm ³)	Masse av prøve pr. volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del.
Korndensitet (ρ_s , g/cm ³)	Masse av fast stoff pr. volumenhet fast stoff
Tørr densitet (ρ_d , g/cm ³)	Masse av tørt stoff pr. volumenhet

TYNGDETETHETER

Tyngdetetthet (γ , kN/m ³)	Tyngde av prøve pr. volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der $g = 10 \text{ m/s}^2$)
Spesifikk tyngdetetthet (γ_s , kN/m ³)	Tyngde av fast stoff pr. volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet (γ_d , kN/m ³)	Tyngde av tørt stoff pr. volumenhet ($\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$)

PORETALL OG PORØSITET (NS 8014)

Poretall e (-)	Volum av porer dividert med volum fast stoff ($e = n/(100-n)$) der n er porøsitet (%)
Porøsitet n (%)	Volum av porer i % av totalt volum av prøven

KORNFORDELINGSANALYSER (NS 8005)

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter $d > 0,063 \text{ mm}$. 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.

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER (NS 8017 & 8018)

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved setningsberegning og bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon og belastes vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last. Sammenhørende verdier for last og deformasjon (tøyning ϵ) registreres, og materialets deformasjonsmodul (stivhet) kan beregnes som $M = \Delta\sigma'/\Delta\epsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen σ' . Deformasjonsmodulen viser en systematisk oppførsel for ulike jordarter og spenningstilstander, og oppførselen kan hensiktsmessig beskrives med modulfunksjoner og inndeles i tre modeller:

Modell	Moduluttrykk	Jordart - spenningsområde
Konstant modul	$M = m_{oc}\sigma_a$	OC leire, $\sigma' < \sigma'_c$ (σ'_c = prekonsolideringsspenningen)
Lineært økende modul	$M = m(\sigma' \pm \sigma_r)$	Leire, fin silt, $\sigma' > \sigma'_c$
Parabolisk økende modul	$M = m\sqrt{\sigma'\sigma_a}$	Sand, grov silt, $\sigma' > \sigma'_c$

PERMEABILITET (k cm/sek eller m/år)

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.

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineral Kornene. 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_r som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifisering av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold (w_{opt}).

TELEFARLIGHET

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

HUMUSINNHold

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

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)	Vinge boring
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

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



OVERSIKTSKART

Kystverket Nordland
Røst
Røst kommune

MULTICONSULT AS

Fiolveien 13, 9016 TROMSØ
Tlf.: 77 60 69 40 – Faks: 77 60 69 41

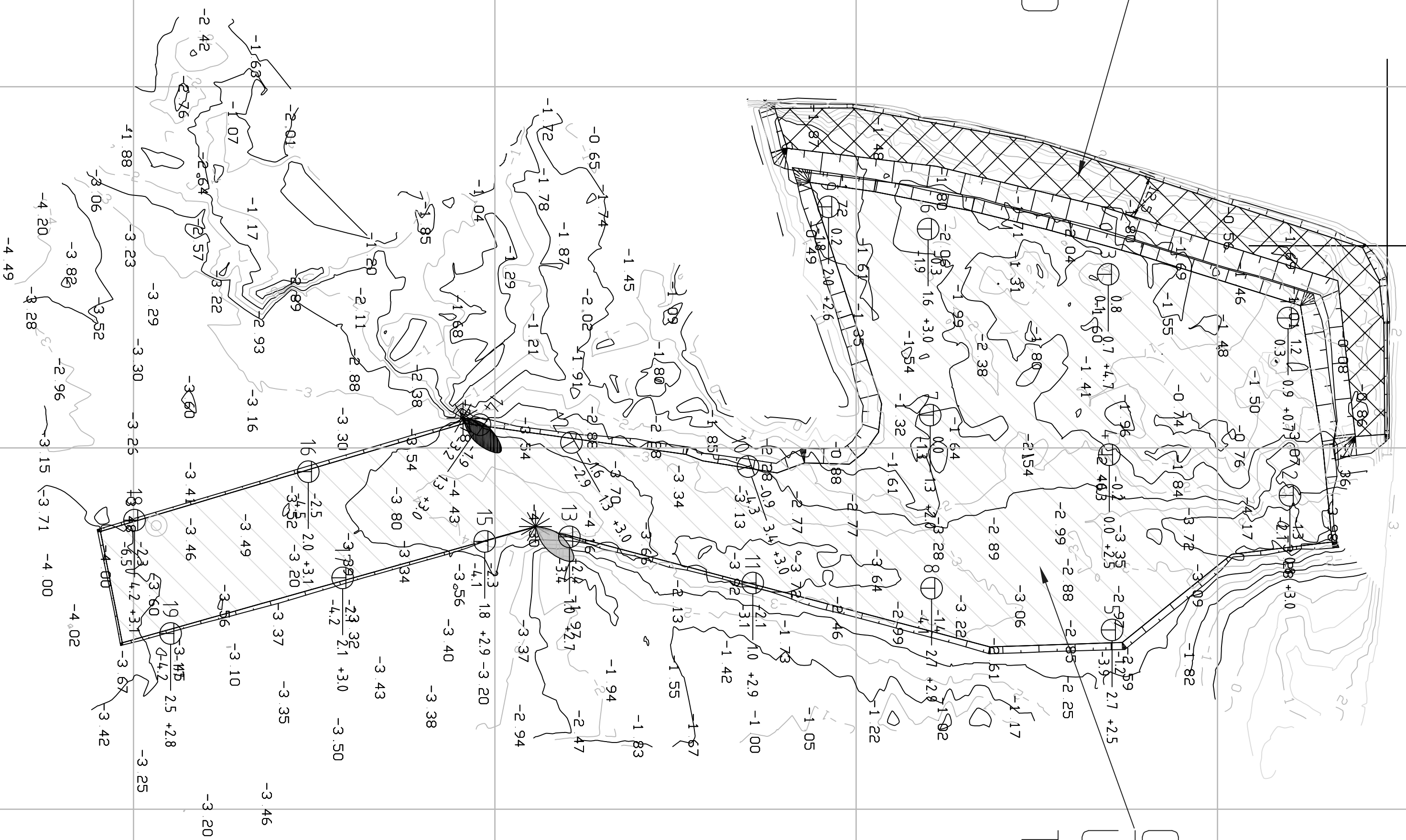
Dato
20.02.2012
Oppdragsnr.
711188

Tegnet
tob
Tegningsnr.
0

Kontrollert
dir
Rev.

Tegningens filnavn
711188-0
Målestokk
1:50000
Godkjent
tob



TEGNFORKLARING

 TOTALSONDERING
  DREIESONDERING
  PRØVESERIE

BORETT DYBDE + (DYBDE I FJELL

KOORDINATSYSTEM: NGO 1948 (ARKE 4.)
SJØBUUNNSKART I NGO SITT HØYDESYSTEM
HØYDER PÅ BOPUNKTER OPPGITT I SJØKARTNULL

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.		Godkj.
			Kontr.		

Kystverket Nordland	Agnes Torset	1978	1998 GEOTEKNIKK 1999
Røst	Torstein Rønne	1971	
Røst kommune	Undersjøen Finnøy	1988-1.dag	

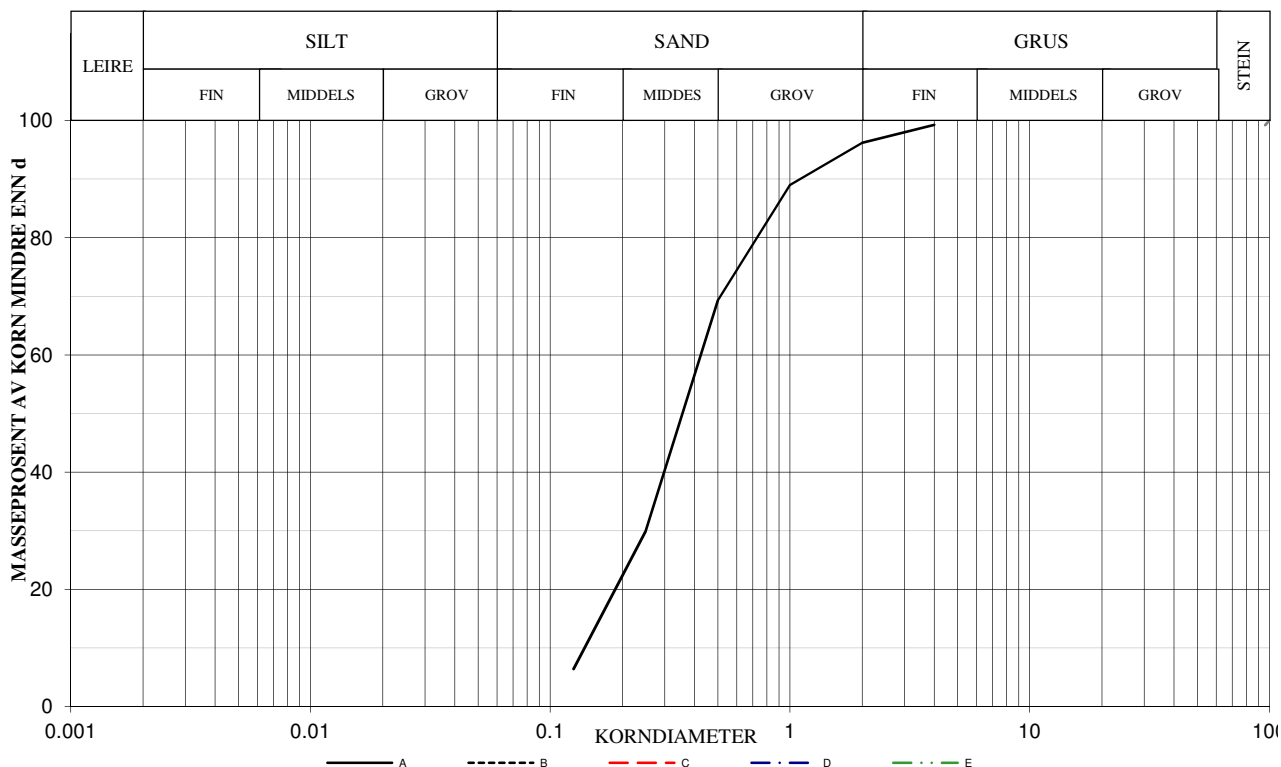
Borpan Gåsvalen	1:1 000	
-----------------	---------	---

MULTICONCONSULT AS Folstein 13, 9016 ROMSØ Tlf.: 77 60 89 40 – Fax: 77 60 89 41		Dato 16.02.2012		Konstr./egnet (tob)		Kontrollert dir		Godkjent dir	
Oppdragsnr. 711188		Tegningssk. 1							

[illegible]

GEOTEKNISKE DATA		Boring nr. BP.39	Tegningens filnavn 711188-10.dwg
Kystverket Røst Sørhavna, Røst kommune		Borplan nr. 711188-2	
		Boret dato:	
MULTICONSULT AS Fiolveien 13, 9016 TROMSØ Tlf.: 77 60 69 40 – Faks: 77 60 69 41	Dato 16.02.2012	Tegnet tob	Kontrollert DIR
	Oppdragsnr. 711188	Tegningsnr. 11	Godkjent DIR
			Rev.

7 BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	BESKRIVELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	BP.39	2.5-2.6	SAND	Mye koraller		x	
B							
C							
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

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

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

METODE:

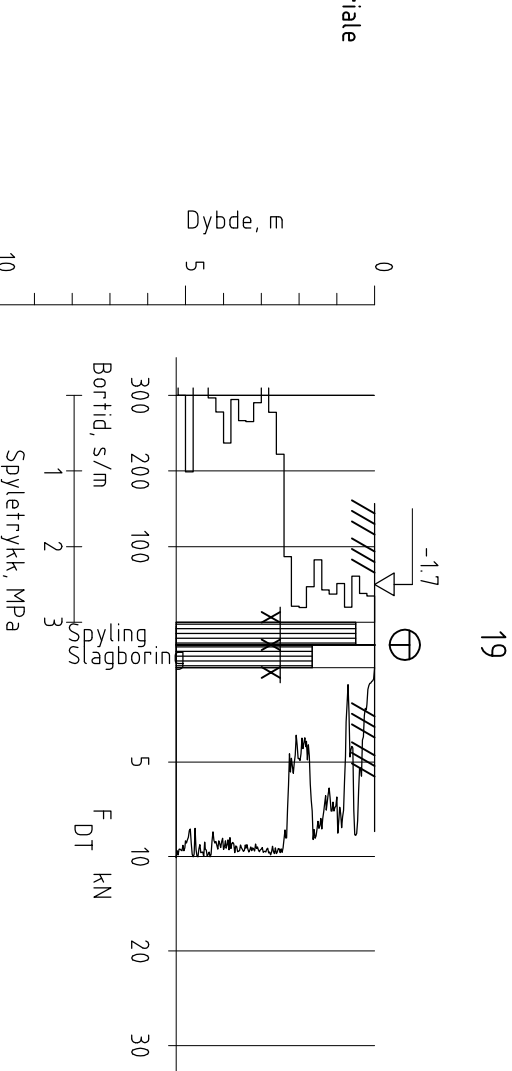
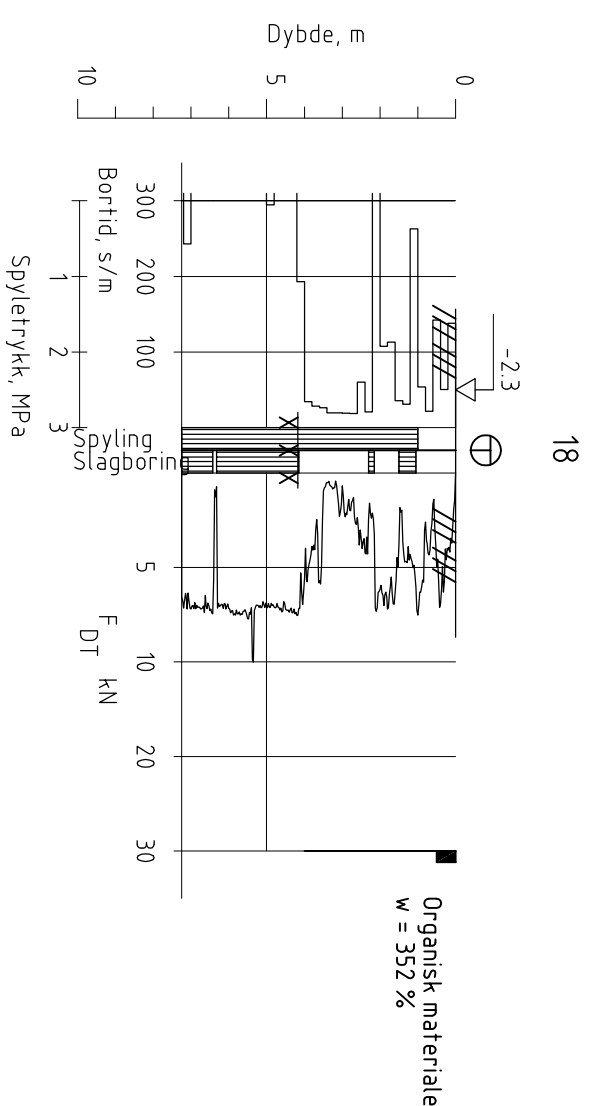
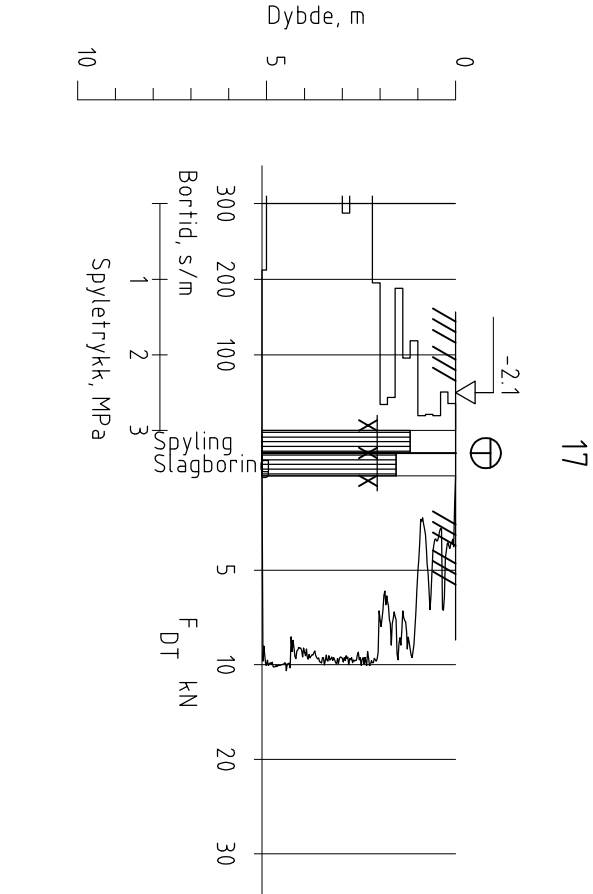
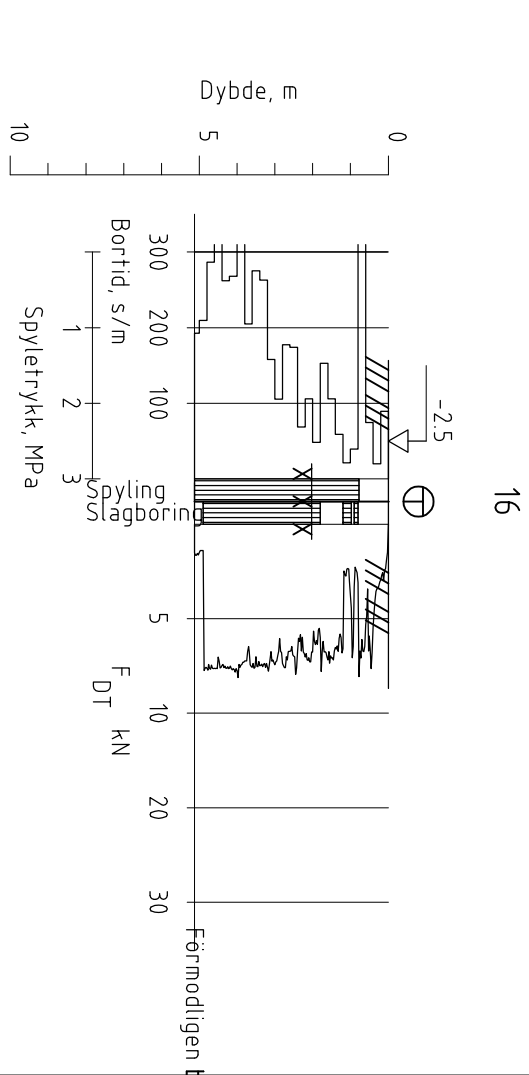
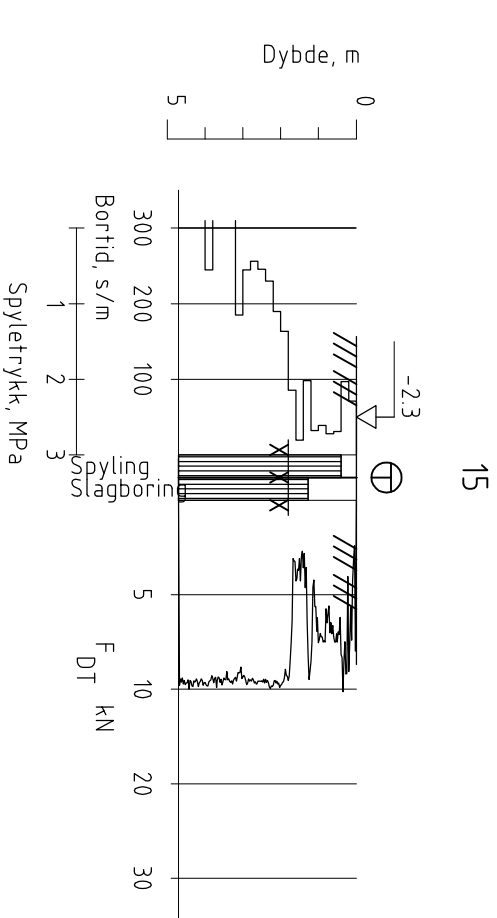
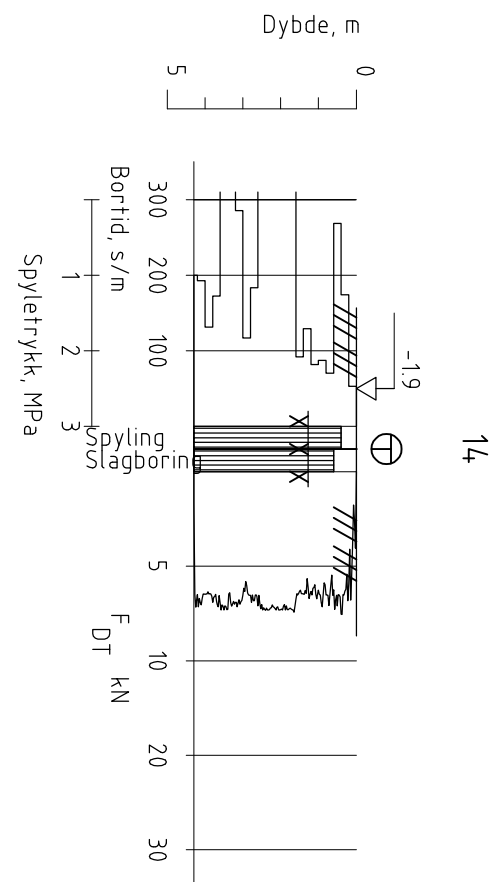
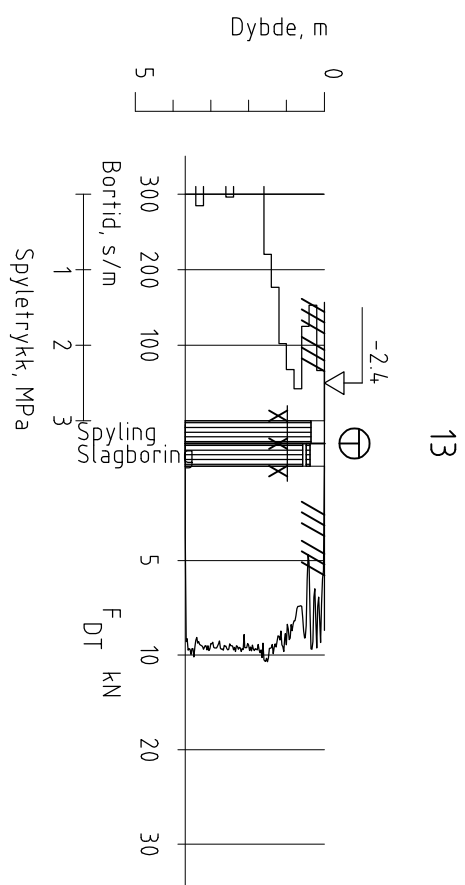
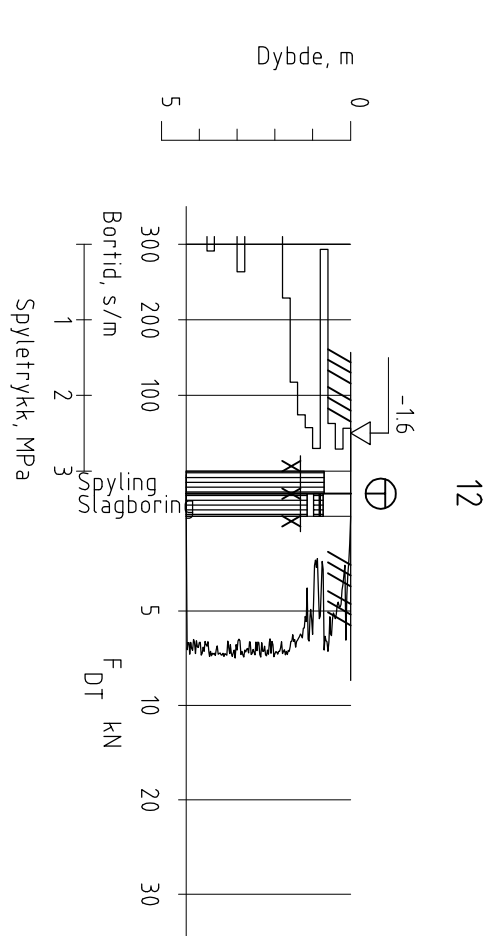
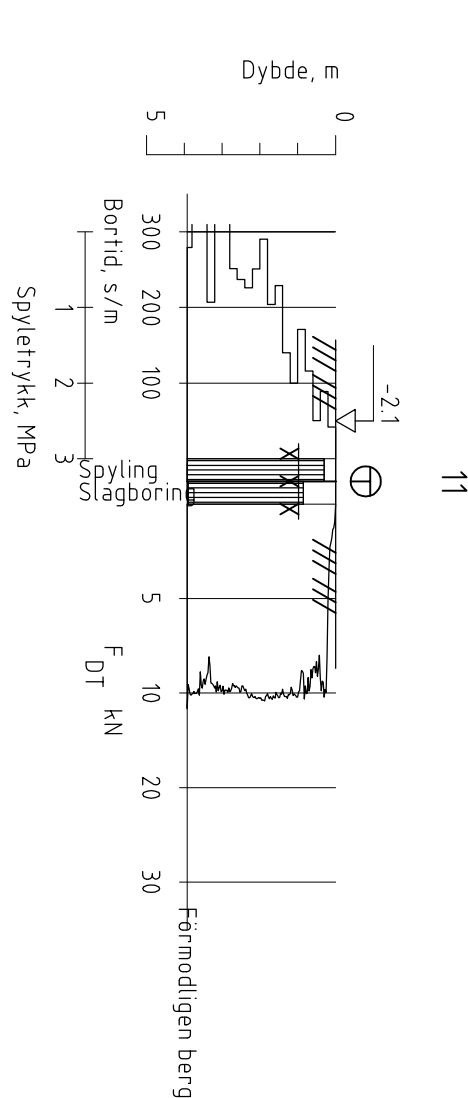
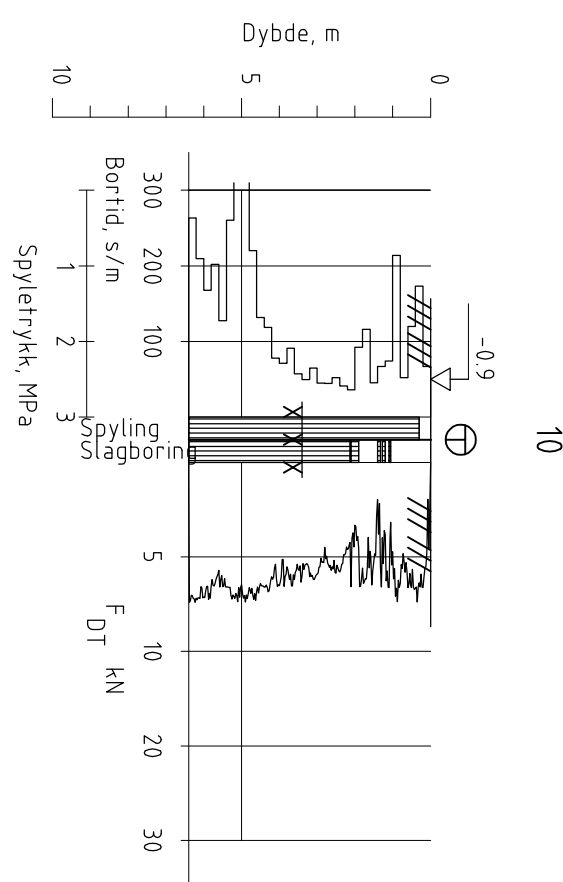
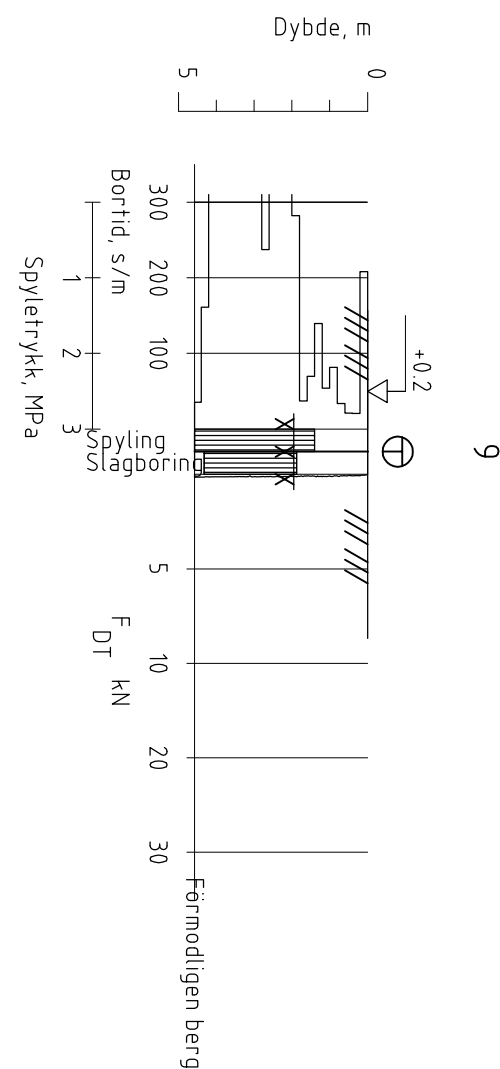
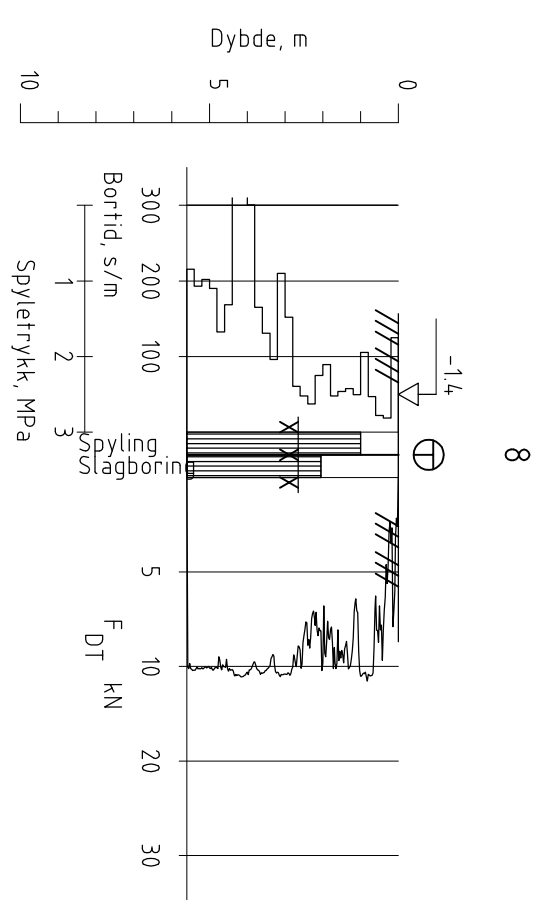
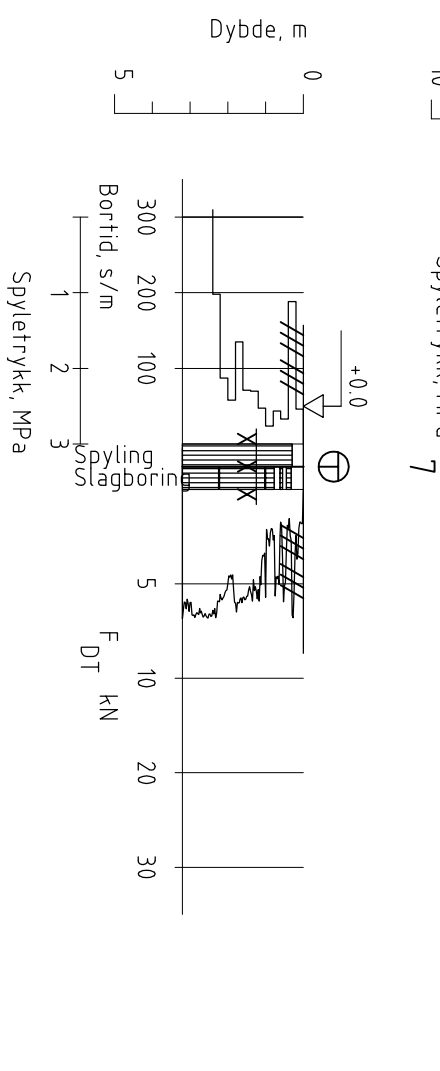
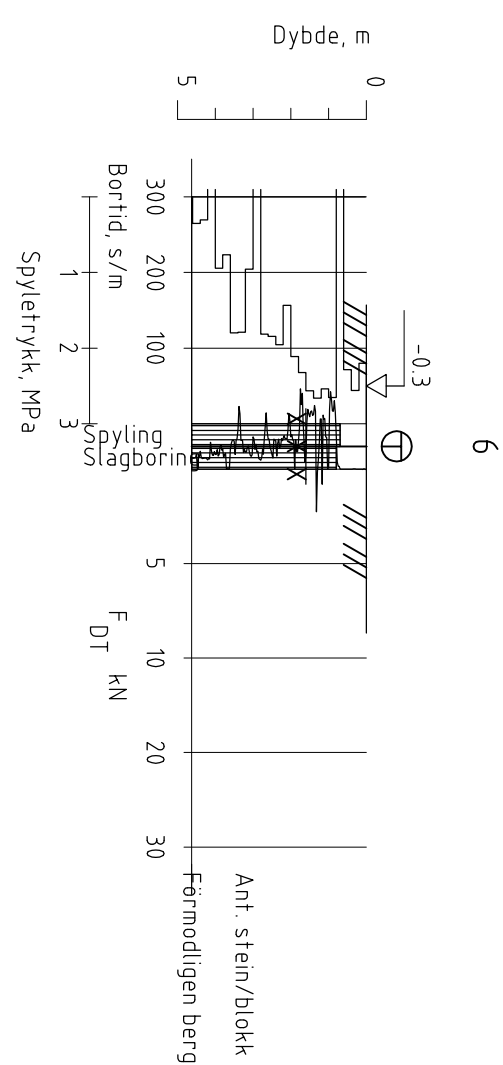
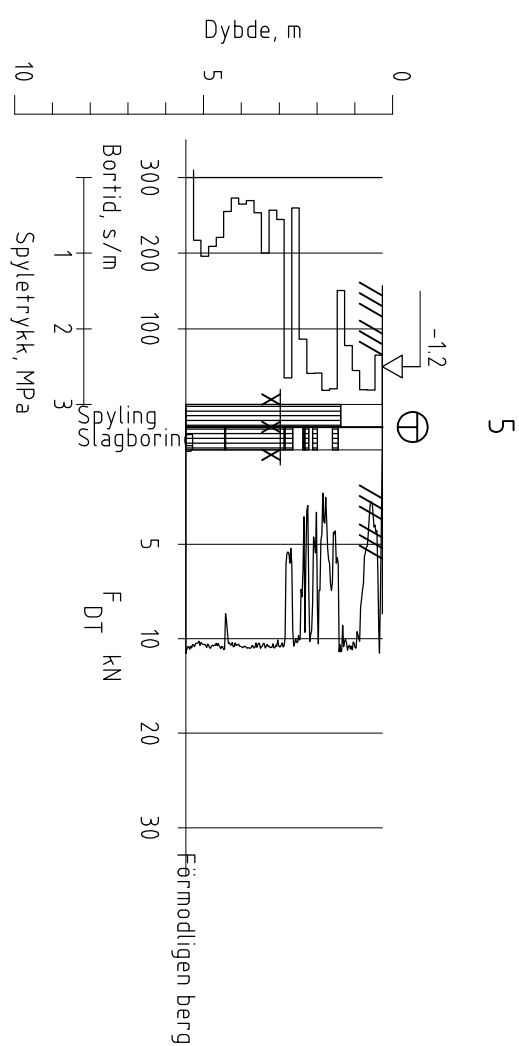
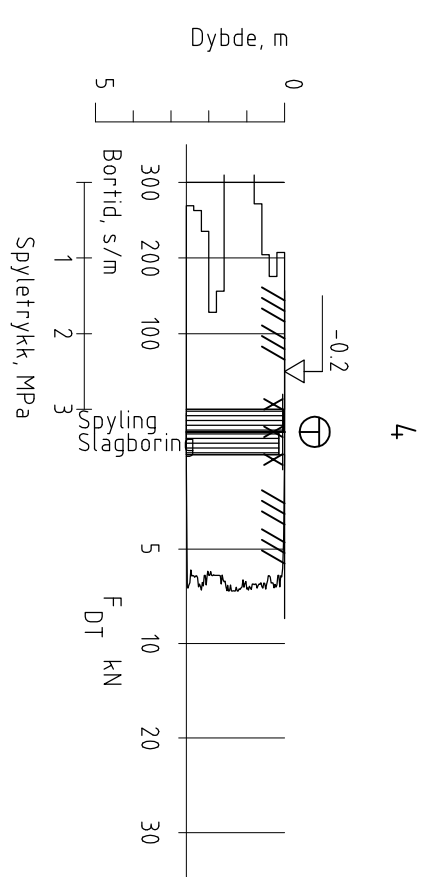
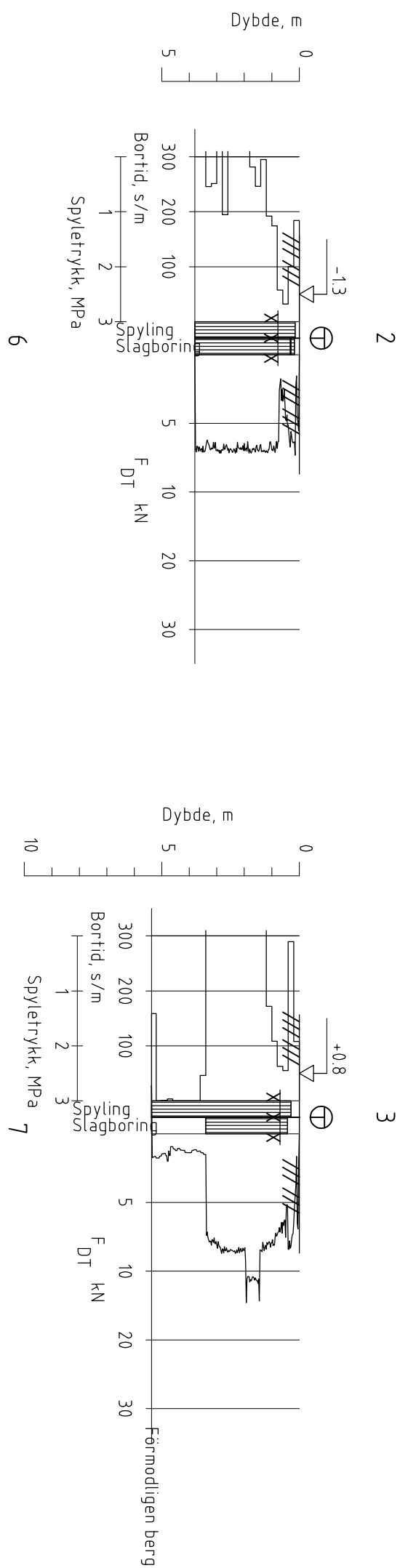
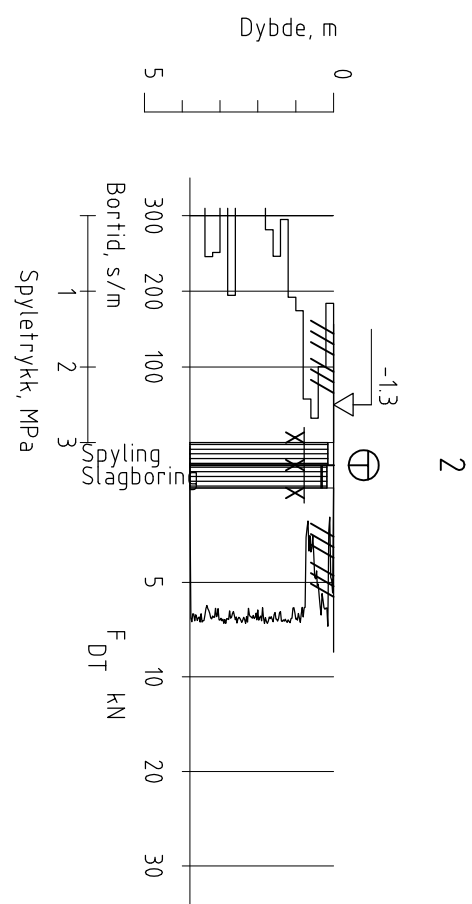
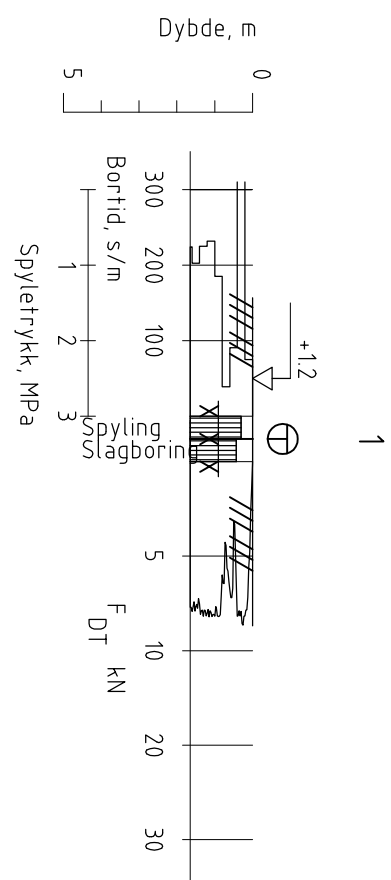
TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

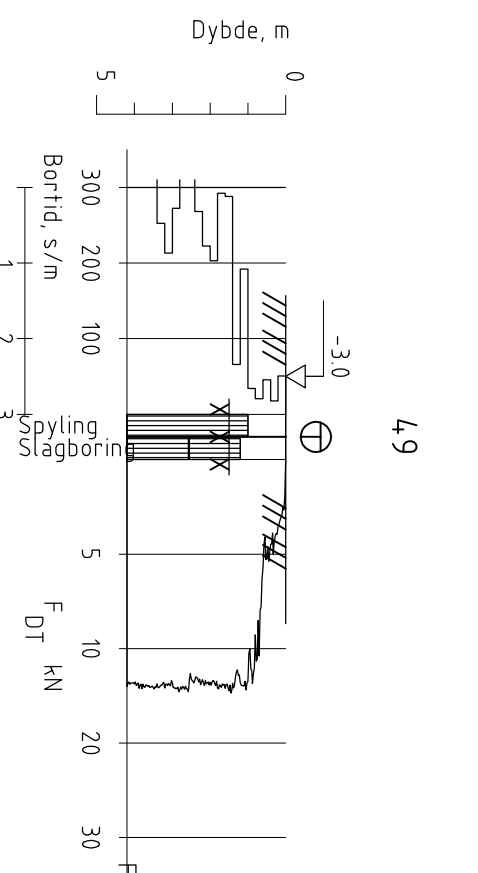
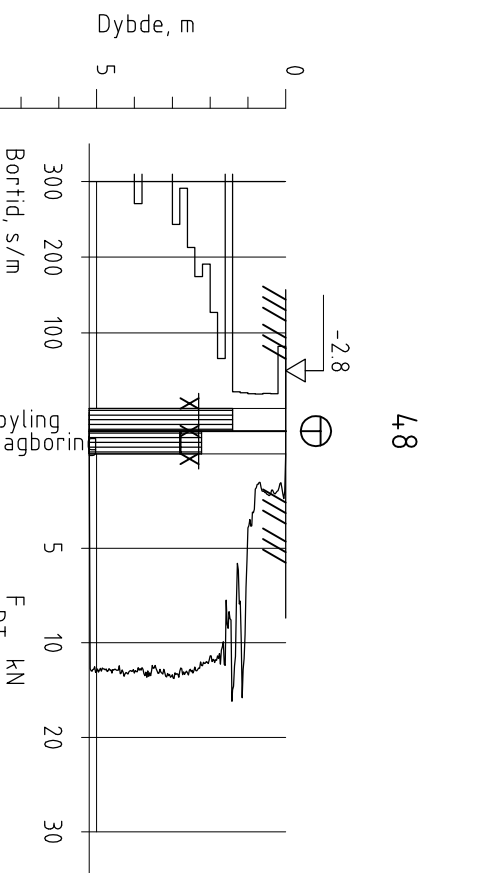
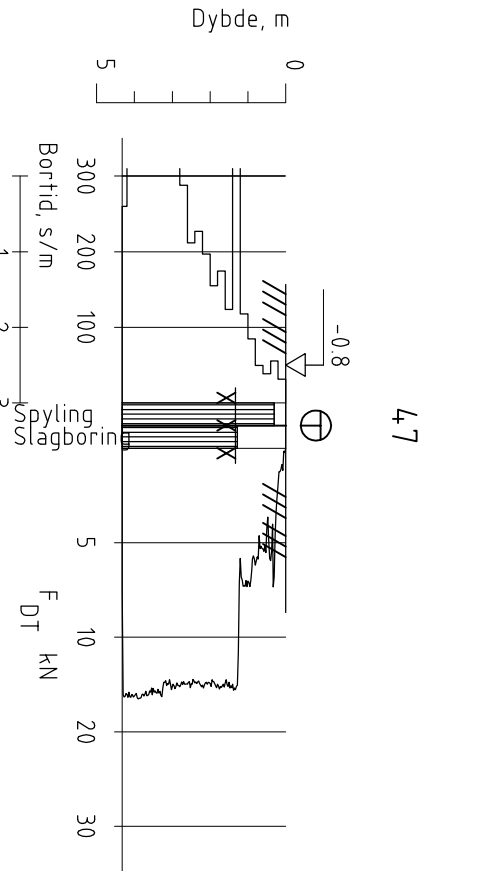
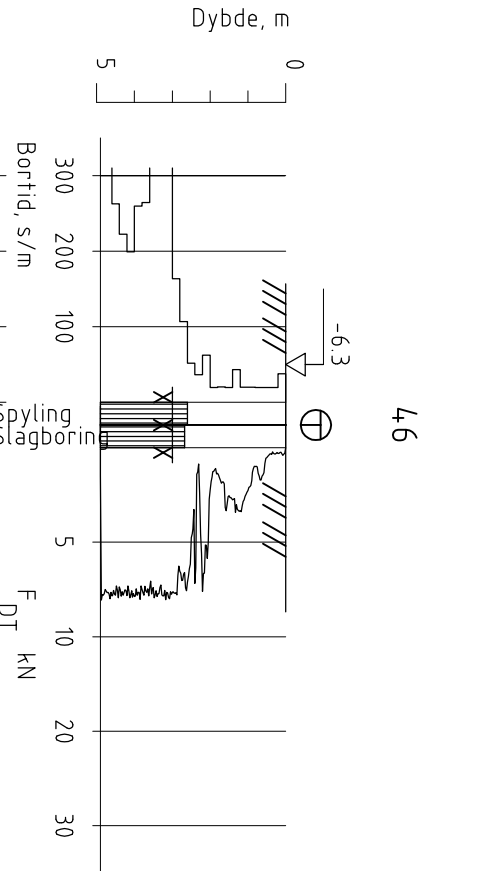
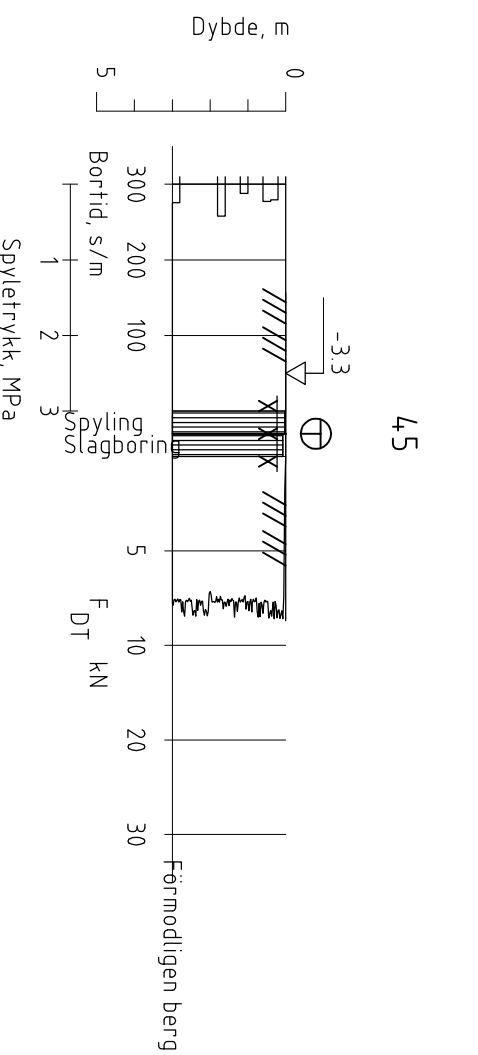
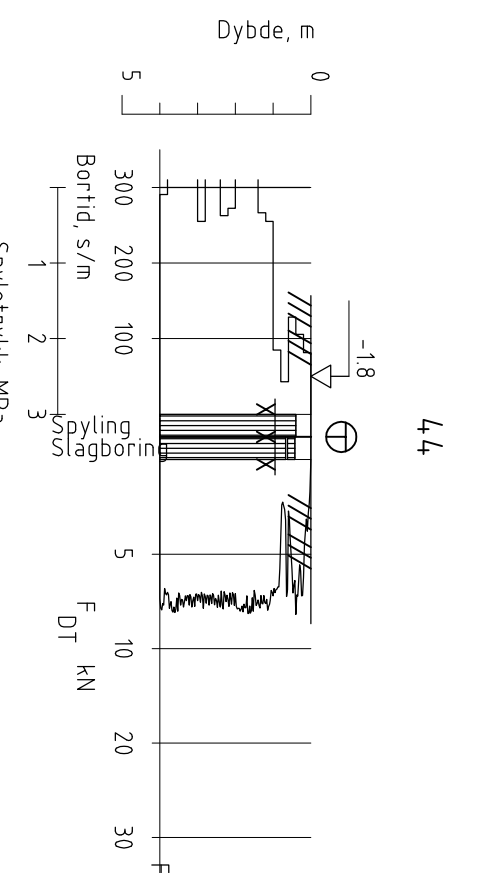
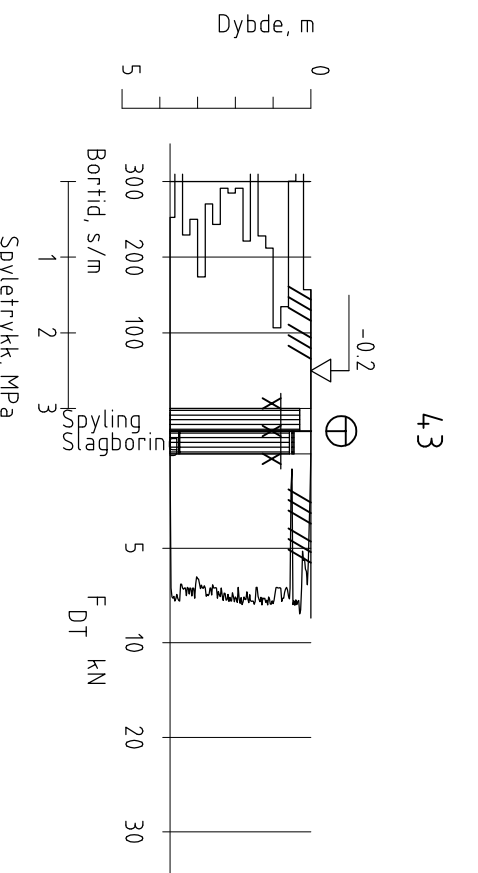
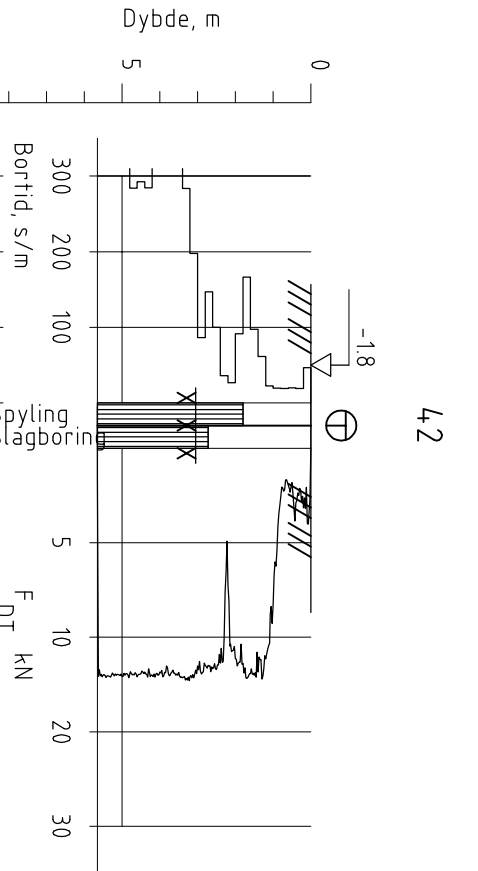
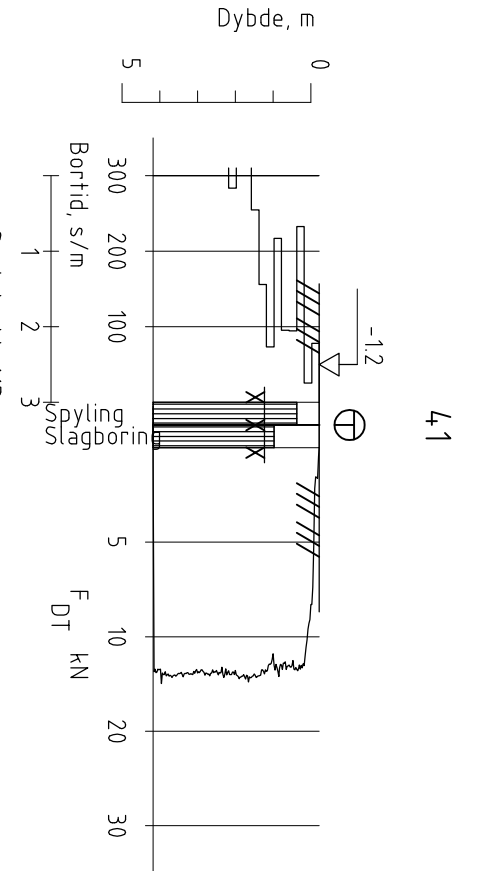
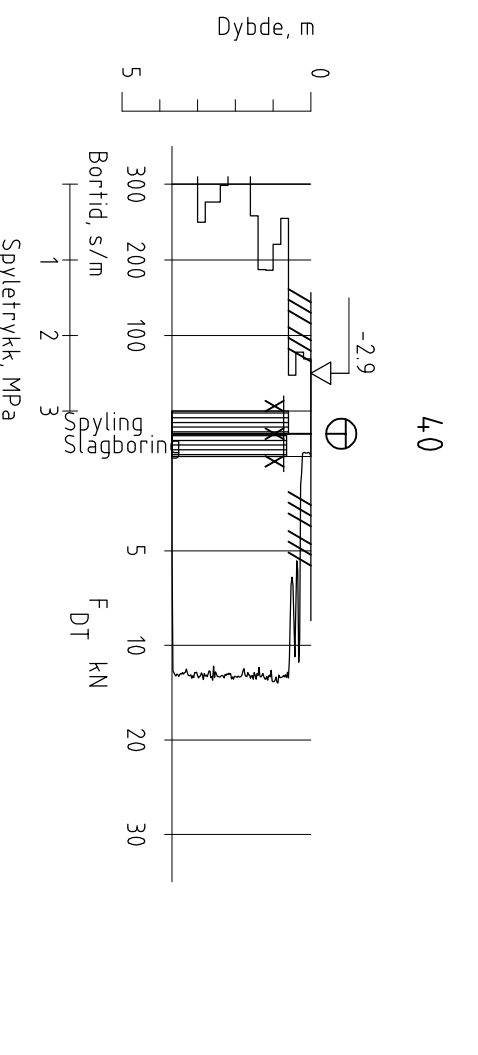
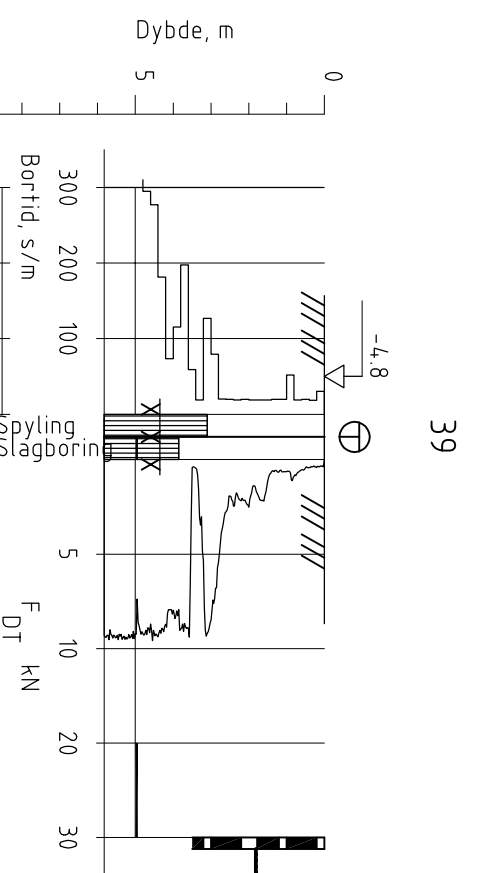
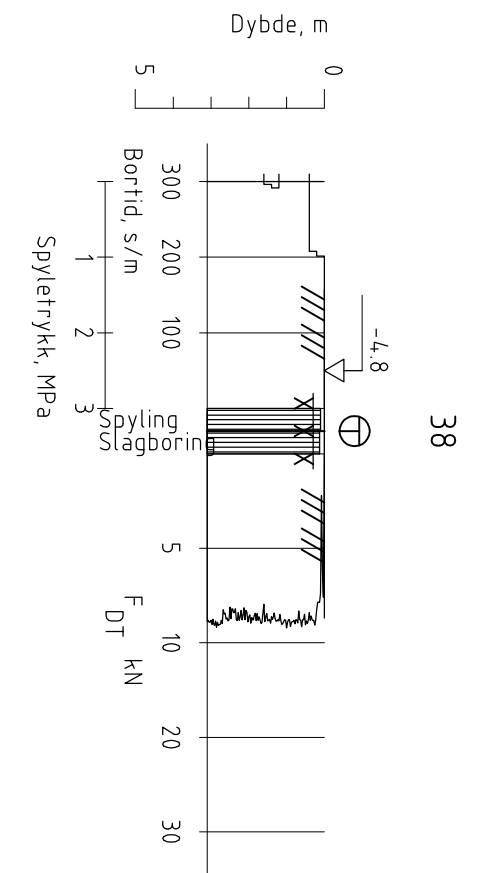
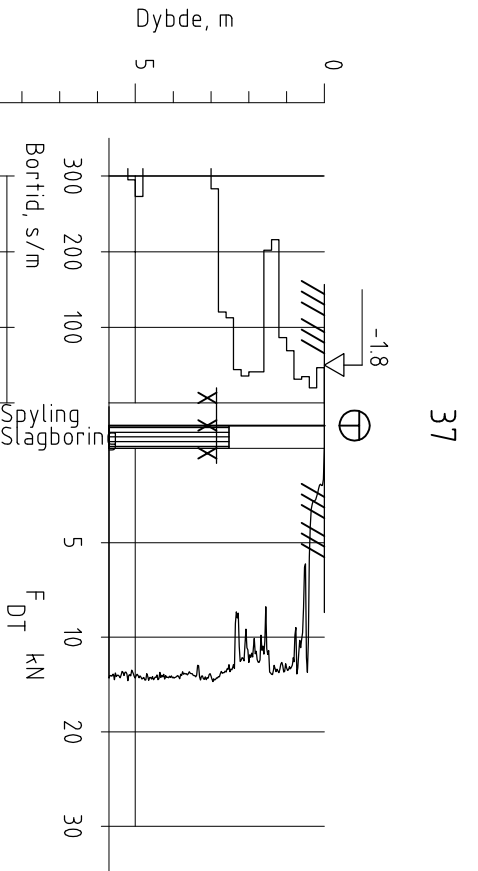
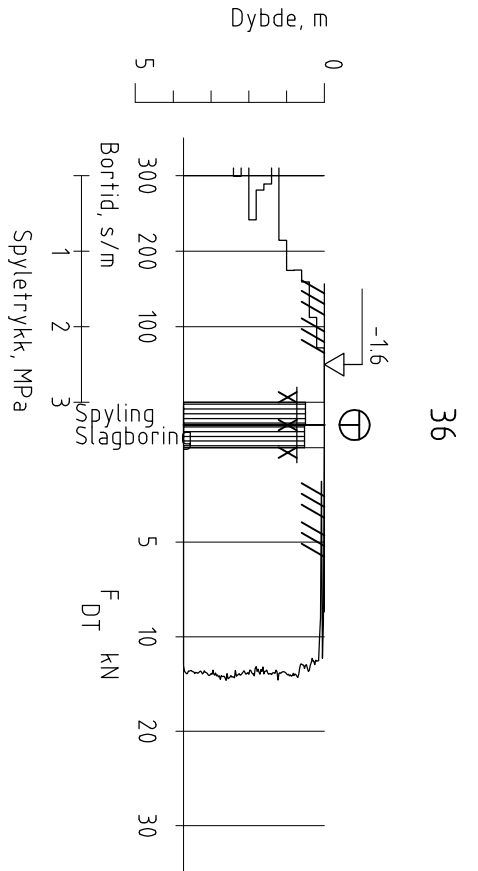
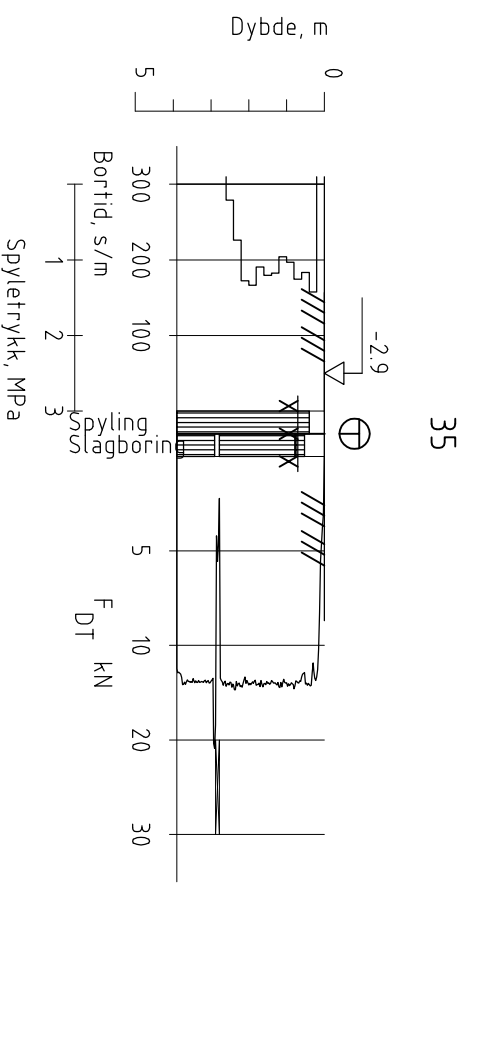
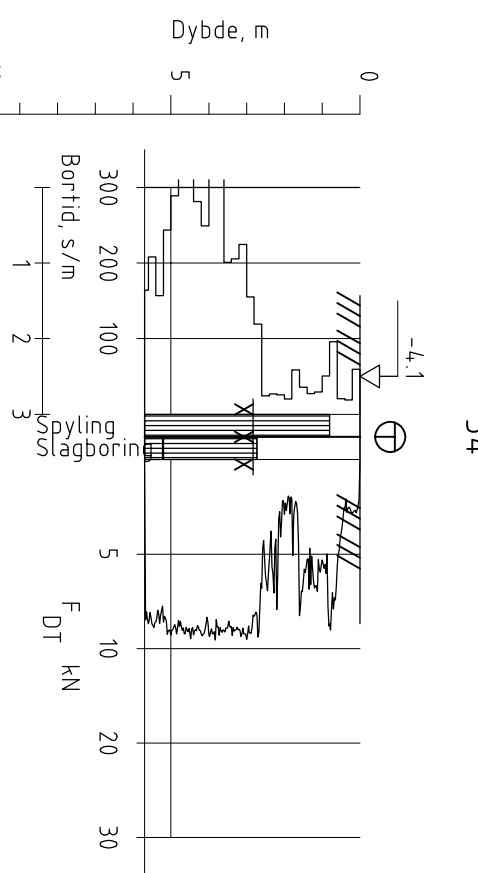
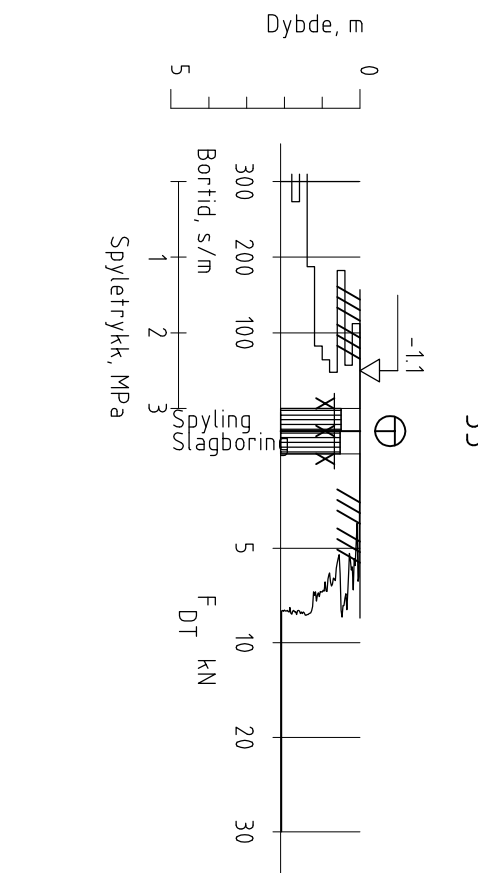
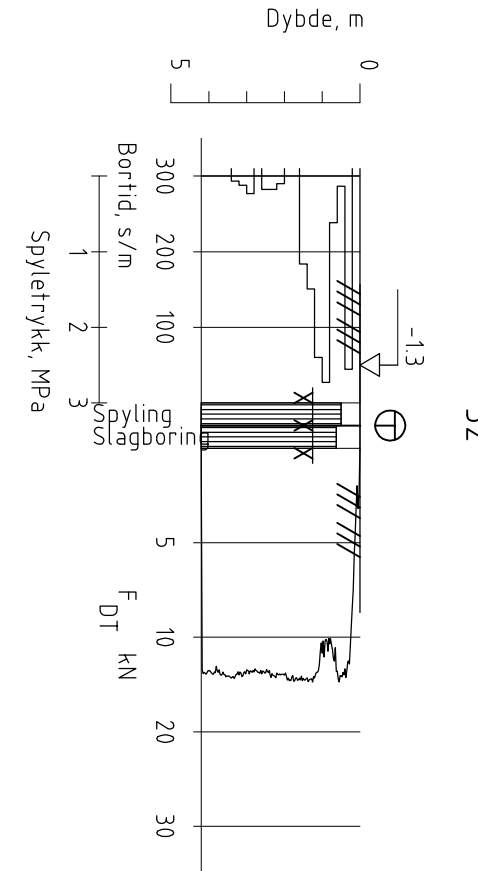
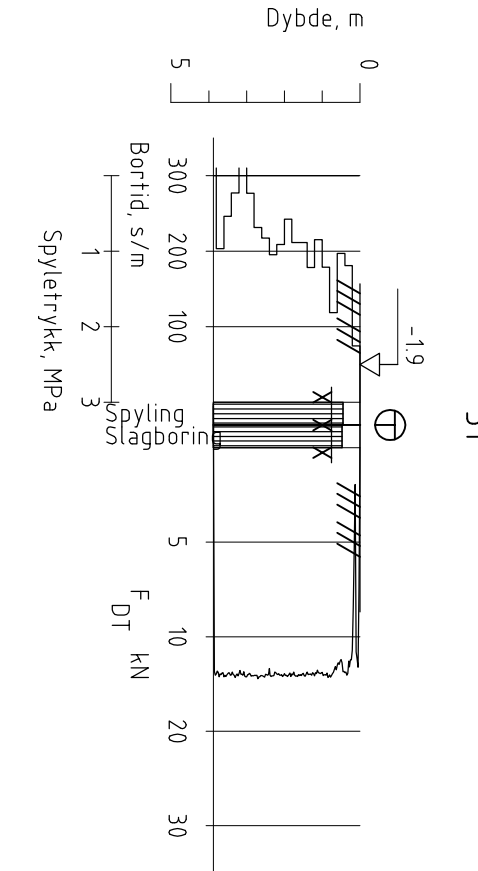
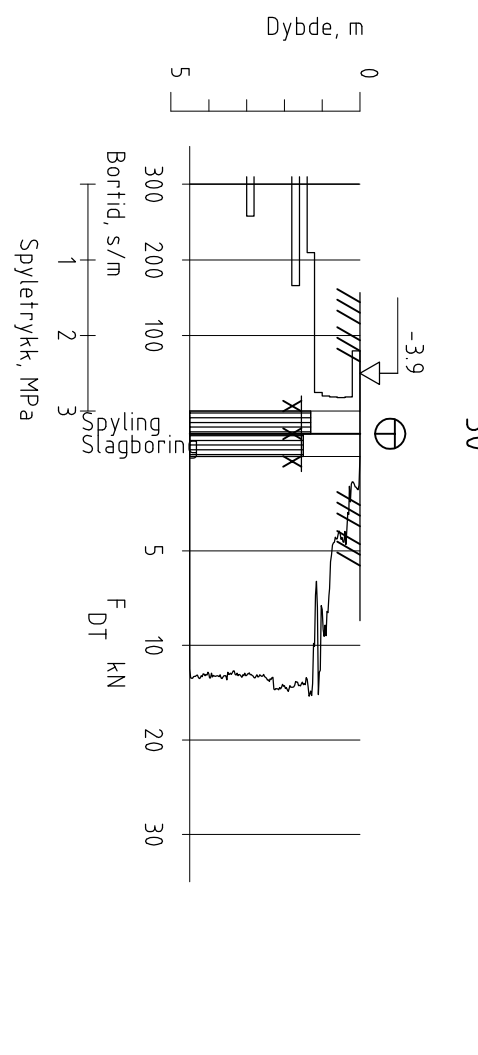
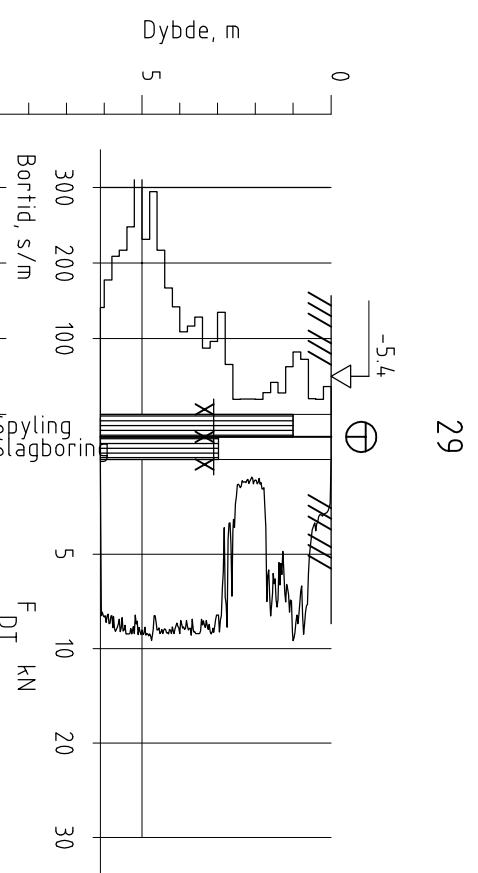
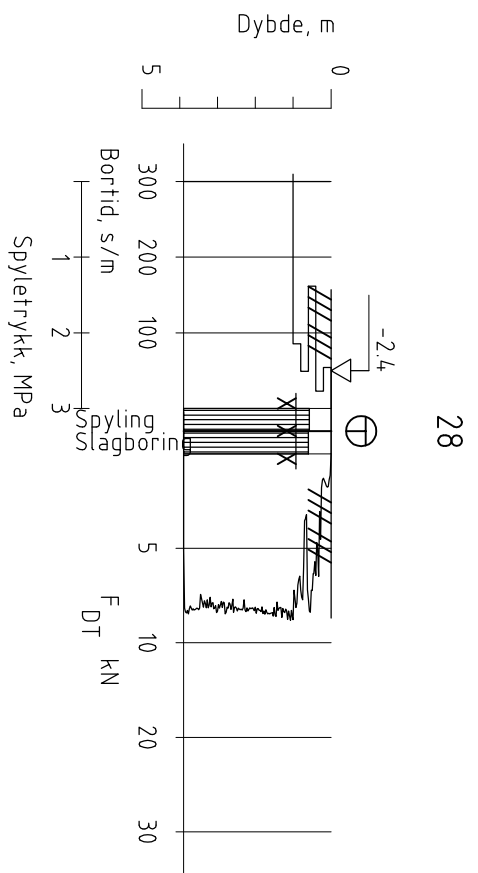
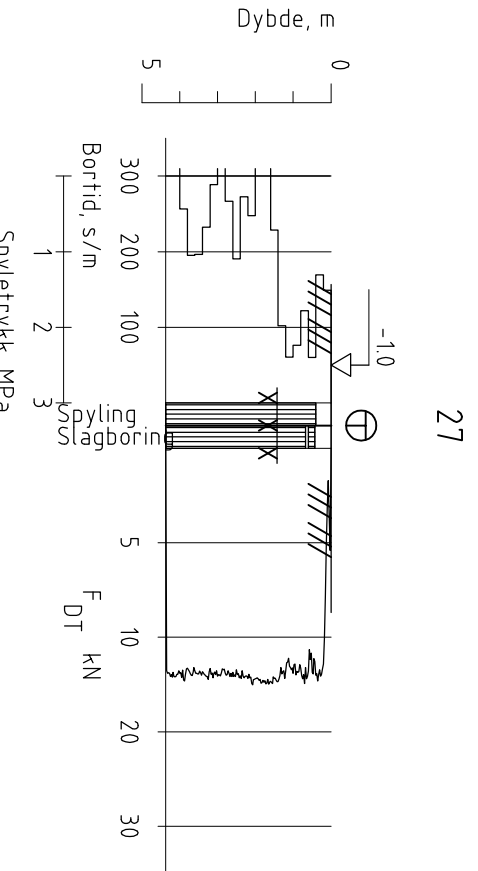
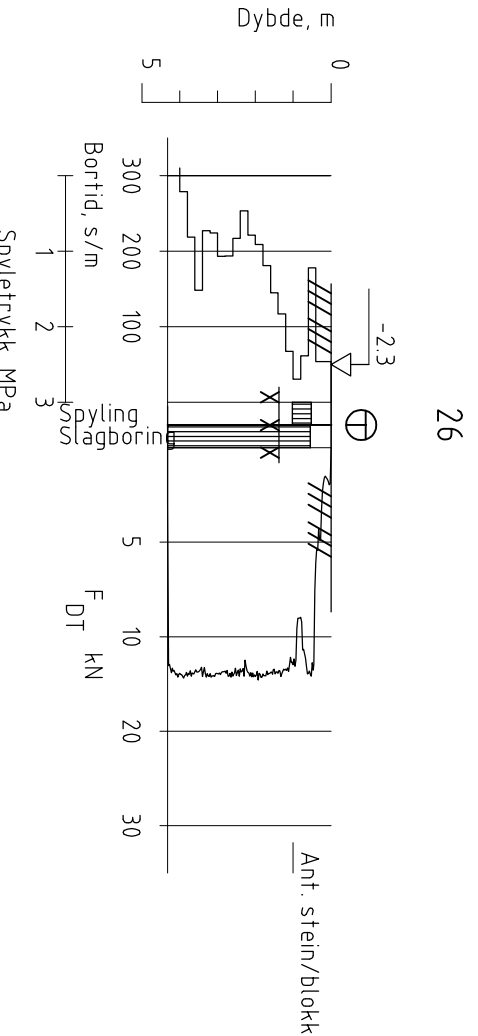
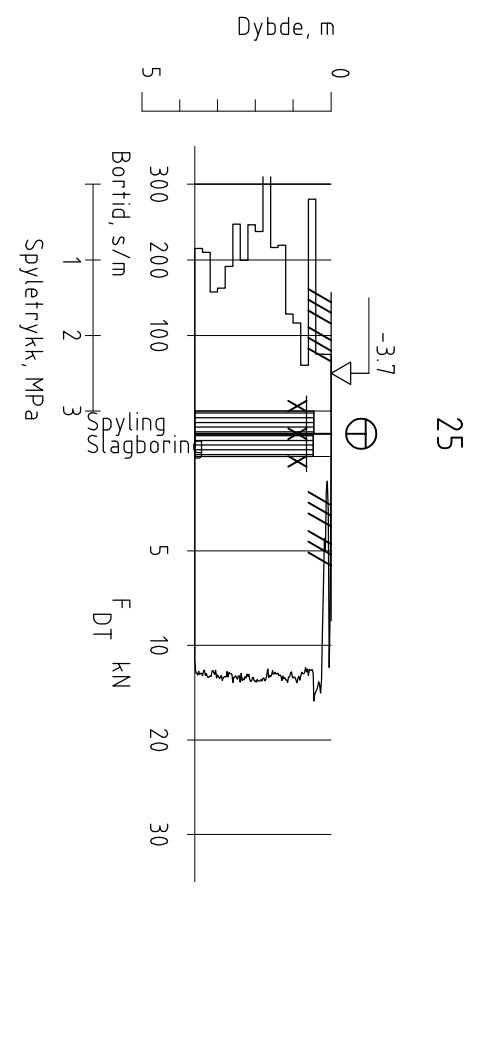
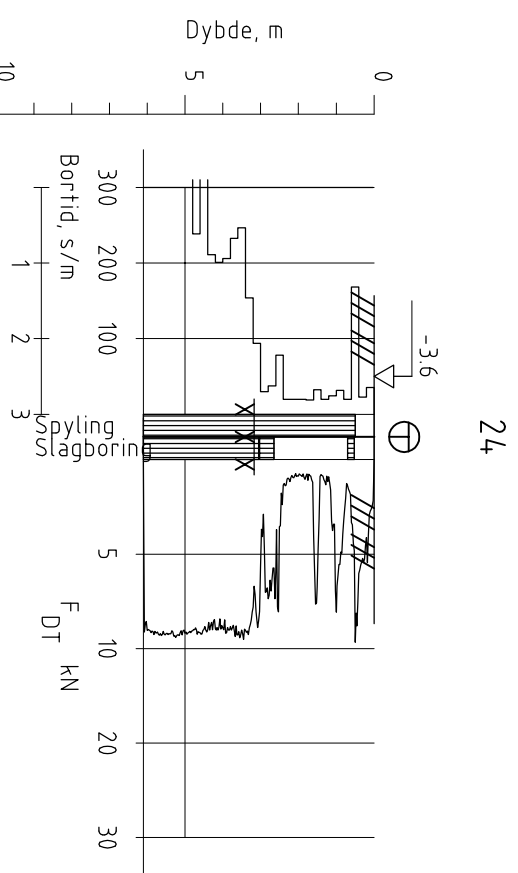
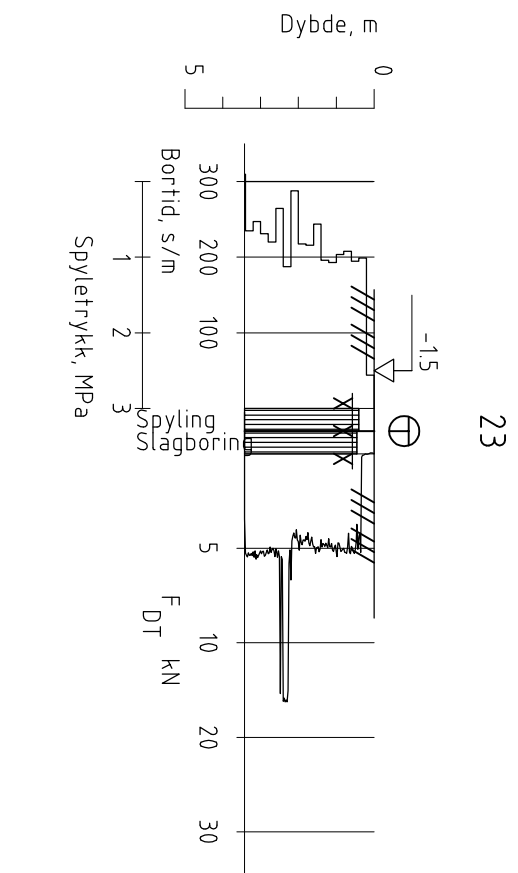
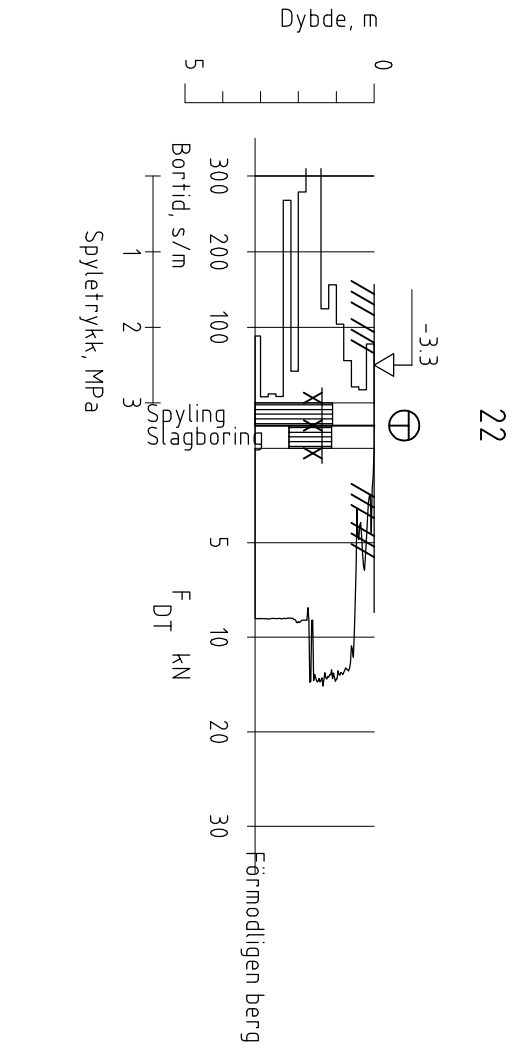
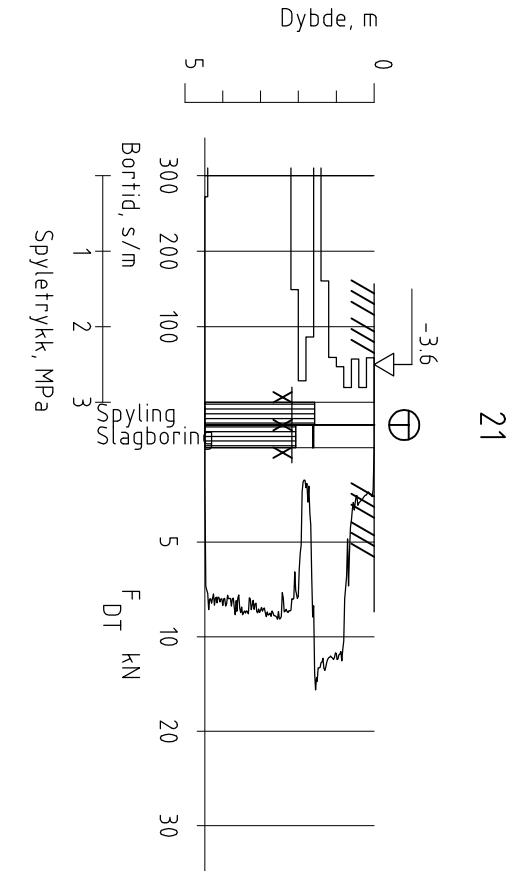
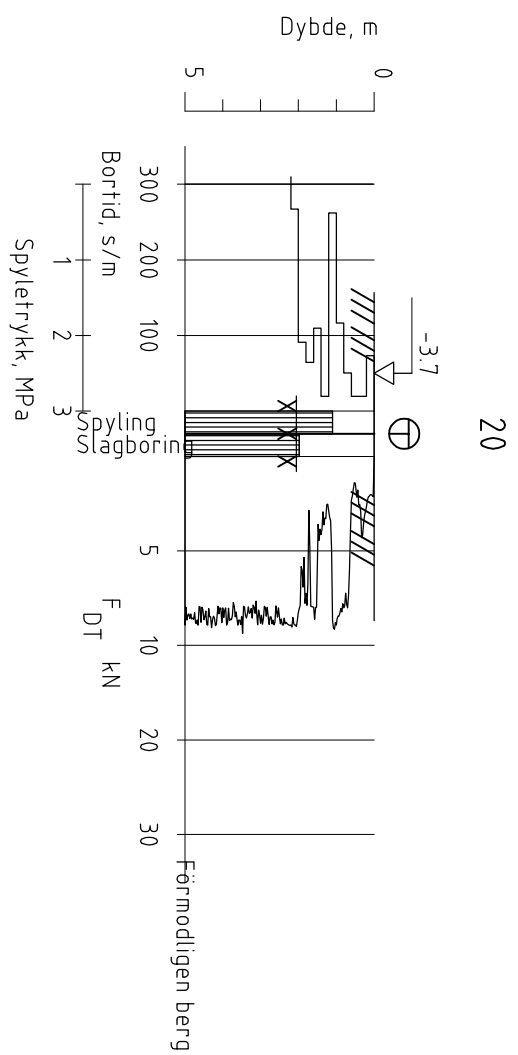
HYD = Hydrometer

SYM BOL	Vanninnhold %	Telegruppe	< 0,063 mm %	< 0,02 mm %	C_z	C_u	D_{10} mm	D_{30} mm	D_{50} mm	D_{60} mm
A	53.0	T1				3.1	0.144	0.251	0.378	0.441
B										
C										
D										
E										

KORNGRADERING					
Kystverket Nordland Røst Røst				Kontrollert	Godkjent
				Dato	
				20.02.2012	
MULTICONSULT AS				Tegnings nr.	Rev.
Fiolveien 13, 9016 TROMSØ Tlf.: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41				Oppdragsnummer	
				711188	60

[illegible]

Utskrift av sønderinger ved Gåsvalden		1:200			
MULTICONSULT AS		16.02.2012			
Postboks 13, 9006 TRONDHØM		Oppdragsgiver:			
Tlf.: 77 60 69 40 – Fax: 77 60 69 41		711188			
		100			
		Kont./Ingeniør			
		Tegningsnr.			
		Kontrollert			
		dtr			
		Godkjent			
		dtr			
		Rev.			



Højst organisk indhold
w = 500 %
SAND m/støv og kornaler
w = 4,3 - 58 %

KOORDINATER NGO 1948 (AKSE 4)

BOR-PUNKT	NORD	ØST	VANN-DYBDE	BORET I LØSMASSE	BERG-KOTE
1	1060519.58	-48136.01	1.2	0.9	0.3
2	1060520.10	-48086.89	-1.3	0.8	-2.1
3	1060469.80	-48148.12	0.8	0.7	0.1
4	1060470.08	-48098.17	-0.2	0.1	-0.3
5	1060470.87	-48049.65	-1.2	2.7	-3.9
6	1060419.95	-48160.65	-0.3	1.6	-1.9
7	1060420.52	-48109.13	0.0	1.3	-1.3
8	1060420.90	-48061.21	-1.4	2.7	-4.1
9	1060392.36	-48166.79	0.2	2.0	-1.8
10	1060370.10	-48094.88	-0.9	3.4	-4.3
11	1060371.40	-48062.63	-2.1	1.0	-3.1
12	1060321.22	-48101.54	-1.6	1.3	-2.9
13	1060320.65	-48075.44	-2.4	1.0	-3.4
14	1060295.92	-48106.46	-1.9	1.3	-3.2
15	1060297.21	-48074.16	-2.3	1.8	-4.1
16	1060248.37	-48093.45	-2.5	2.0	-4.5
17	1060257.90	-48064.06	-2.1	2.1	-4.2
18	1060200.27	-48080.04	-2.3	4.2	-6.5
19	1060210.27	-48048.66	-1.7	2.5	-4.2
20	1060245.58	-48784.07	-3.7	2.1	-5.8
21	1060215.48	-48784.07	-3.6	2.2	-5.8
22	1060197.41	-48739.81	-3.3	1.4	-4.7
23	1060180.02	-48717.19	-1.5	0.6	-2.1
24	1060223.86	-48840.80	-3.6	3.2	-6.8
25	1060197.80	-48807.63	-3.7	0.7	-4.4
26	1060173.36	-48775.04	-2.3	1.4	-3.7
27	1060148.27	-48742.74	-1.0	1.4	-2.4
28	1060216.15	-48896.46	-2.4	0.9	-3.3
29	1060196.49	-48873.07	-5.4	3.1	-8.5
30	1060172.52	-48839.10	-3.9	1.6	-5.5
31	1060147.02	-48808.67	-1.9	0.8	-2.7
32	1060120.59	-48774.21	-1.3	1.3	-2.6
33	1060202.01	-48944.85	-1.1	0.7	-1.8
34	1060170.91	-48905.60	-4.1	2.8	-6.9
35	1060145.48	-48872.45	-2.9	0.7	-3.6
36	1060119.72	-48839.66	-1.6	0.7	-2.3
37	1060094.08	-48807.90	-1.8	2.9	-4.7
38	1060179.90	-48971.92	-4.8	0.3	-5.1
39	1060144.68	-48938.17	-4.8	4.4	-9.2
40	1060119.94	-48906.31	-2.9	0.7	-3.6
41	1060093.12	-48872.14	-1.2	1.5	-2.7
42	1060069.32	-48840.16	-1.8	3.1	-4.9
43	1060070.35	-48897.38	-0.2	0.8	-1.0
44	1060094.79	-48935.26	-1.8	1.0	-2.8
45	1060114.87	-48965.20	-3.3	0.2	-3.5
46	1060137.59	-48994.29	-6.3	3.0	-9.3

47	1060061.44	-48944.37	-0.8	1.3	-2.1
48	1060061.76	-48982.92	-2.8	2.3	-5.1
49	1060060.68	-49009.76	-3.0	1.5	-4.5