

Rapport

Oppdragsgiver: **Stjørdal kommune**

Oppdrag: **Steinvik lager**

Emne: **Orienterende geoteknisk vurdering
Stabilitet**

Dato: **14. mars 2011**

Rev. - Dato

Oppdrag- /
Rapportnr. **414505 - 2**

Oppdragsleder: **Roar Skulbørstad**

Sign.:

Saksbehandler: **Roar Skulbørstad**

Sign.:



Kontaktperson
hos Oppdragsgiver: **Leif Roar Skogmo**

Sammendrag:

Stjørdal kommune planlegger omregulering av det tidligere militære området Steinvik lager til friluftsområde. Videre planlegges det å anlegge en parkeringsplass i tilknytning til eksisterende adkomstveg. Det aktuelle området ligger i Hammerbukta, Skatval.

Steinvik lager er et ammunisjonslager oppført av den tyske okkupasjonsmakten under den andre verdenskrig. Selve ammunisjonslageret er bygd opp av 26 stk stoller som er dekket over med løsmasser. Eiendommen ligger delvis innfor kvikkleiresone nr. 1136 Hammerbukta.

Foreliggende rapport presenterer vurdering av områdestabilitet samt lokalstabilitet av planlagt parkeringsplass.

Løsmassene består i hovedsak av et topplag av matjord med mektighet mellom 0,1 og 0,5 m over grus ned til ca. 1 til 3 m under terreng. Derunder er det leire med enkelte sand- og gruslag og noe skjellrester. Leira er stedvis kvikk/meget sensitiv.

Områdestabilitet

De utførte grunnundersøkelsene viser at det ikke er kvikkleire eller sprøbruddmaterialer innenfor eiendommen Steinvik lager. Det er imidlertid registrert kvikkleire vest for gården Hammer. Basert på resultat fra grunnundersøkelsene er det utarbeidet et forslag til ny avgrensning av kvikkleiresona. Eiendommen Steinvik lager kommer da utenfor sona. Beregninger viser at stabiliteten ned mot strandsona er tilfredsstillende.

Parkeringsplass

Ved eksisterende adkomstveg til Steinvik lager ved den gamle porten er det planlagt en parkeringsplass.

På det aktuelle området ligger terrenget mellom ca. kote +9 og +15. Terrenget faller av mot sjøen med en gjennomsnittlig terrenghelning på ca. 1:9. Forutsatt at parkeringsplassen tilpasses eksisterende terreng og fyllinger begrenses til 2 m vurderes stabiliteten av parkeringsplassen å være tilfredsstillende.

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	3
2.	Grunnlag	3
3.	Topografi og grunnforhold.....	3
4.	Sikkerhetsprinsipper.....	5
4.1	Geotekniske problemstillinger.....	5
4.2	Konsekvensklasse og pålitelighetsklasse.....	5
4.3	Geoteknisk kategori.....	5
4.4	Tiltakskategori.....	5
5.	Materialparametre	6
6.	Beregninger og geotekniske vurderinger	7
6.1	Områdestabilitet.....	7
6.1.1	Generelt	7
6.1.2	Beregningsverktøy.....	8
6.1.3	Stabilitetsberegninger	8
6.2	Parkeringsplass	8
7.	Referanser	9

Tegninger

414505 -0	Oversiktskart
-2	Situasjonsplan med forslag til ny avgrensning av kvikkleiresone
-12	Geotekniske data, PR. 8 med valgt styrkeprofil for s_{uA}
-30	Poretrykksmåling, PZ. 11
-31	Poretrykksmåling, PZ. 12
-300	Profil D-D, stabilitetsberegning, dagens geometri, ADP-analyse
-301	Profil D-D, stabilitetsberegning, dagens geometri, $a\phi$ -analyse

1. Innledning

Stjørdal kommune planlegger omregulering av det tidligere militære området Steinvik lager til friluftsområde. Videre planlegges det å anlegge en parkeringsplass i tilknytning til eksisterende adkomstveg. Det aktuelle området ligger i Hammerbukta, Skatval. Steinvik lager ligger delvis innfor kvikkleiresone nr. 1136 *Hammerbukta*.

Multiconsult AS er engasjert for å utføre grunnundersøkelser samt gi en orienterende vurdering av områdestabiliteten. Foreliggende rapport inneholder orienterende vurdering av områdestabilitet samt vurdering av lokalstabilitet for planlagt parkeringsplass.

2. Grunnlag

Resultat fra grunnundersøkelsene utført av Multiconsult AS er presentert i rapport nr. 414505-1.

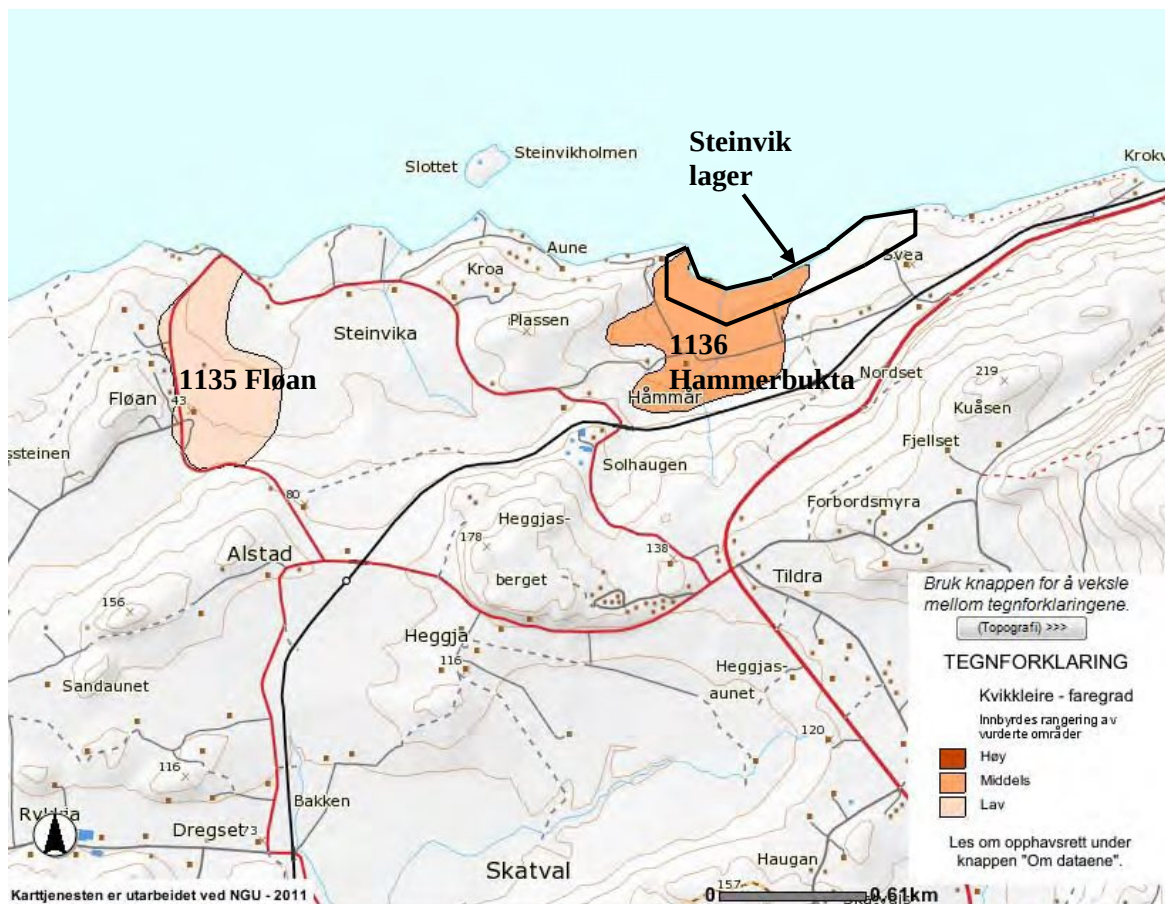
NGI har i forbindelse med kvikkleirekartlegging i Stjørdal tidligere utført undersøkelser i dette området. Det vises til rapport nr. 890059-2 (1992). Relevante grunnundersøkelser fra disse undersøkelsene er vedlagt rapport nr. 414505-1.

Reguleringsplan for prosjektet er under utarbeidelse av PLAN arkitekter AS.

3. Topografi og grunnforhold

Iht. NVEs kvikkleirekartlegging ligger Steinvik lager delvis innenfor kvikkleiresone nr. 1136 *Hammerbukta*, se figur 3.1. Sona er klassifisert med middels faregrad, konsekvensklasse alvorlig og risikoklasse 2.

I forbindelse med kvikkleirekartlegginga ble det utført grunnundersøkelser ved gården Hammer, se vedlegg 1 i rapport nr. 414505-1.



Figur 3.1 Kvikkleirekartlegging - faregrad (kilde: www.skrednett.no)

Kvikkleiresona er angitt å strekke seg opp til ca. kote + 50. Gjennomsnittlig skråningshelning fra bakkant av kvikkleiresona og ned mot strandsona er ca. 1:10.

Det går en bekk gjennom området øst for gården Hammer. Det er ikke registrert pågående erosjon langs bekken.

Det er registrert berg i dagen flere plasser innenfor kvikkleiresona samt like i nærheten. Observasjoner av berg i dagen er skissert på borplanen, tegning nr. -1.

Løsmassene består i hovedsak av et topplag av matjord med mektighet mellom 0,1 og 0,5 m over grus ned til ca. 1 til 3 m under terreng. Derunder er det leire med enkelte sand- og gruslag og noe skjellrester. Leira er stedvis kvikk/meget sensitiv. Under leira viser sonderingene et meget fast lag. Dette laget er, basert på sonderingsmotstanden, vurdert å være morene eller fast lagret sand/grus.

For nærmere beskrivelse av grunnforholdene vises det til rapport nr. 414505-1.

Grunnvann

Det er satt ned to hydrauliske poretrykksmålere. Disse er satt ned ved BP. 11 og BP. 12 i dybde 5,0 m under terreng. Målt poretrykk fram til 7. mars 2011 er vist på tegning nr. 414505-30 og -31. Tabell 3.1 viser målte poretrykk og tilsvarende grunnvannsnivå.

Tabell 3.1 Poretrykksavlesning

Borpunkt	Kote terreng	Kote piezometerspiss	Løsmasser ved pz-spiss	Høyeste avleste poretrykk [kPa]	Grunnvannsnivå fra poretrykk [kote]*
11	+39,8	+34,8	Kvikkleire	36,4	+38,5
12	+19,9	+14,9	Leire	32,0	+18,1

* Hydrostatisk poretrykksfordeling

Grunnvannstanden varierer normalt med årstider og nedbør. Erfaringsmessig kan grunnvannsnivået stå vesentlig høyere i perioder med nedbør og/eller snøsmelting.

4. Sikkerhetsprinsipper

4.1 Geotekniske problemstillinger

Geotekniske problemstillinger for utbygginga er hovedsakelig relatert til:

- Områdestabilitet av skråning ned mot strandsonen.
- Lokalstabilitet av parkeringsplass.

4.2 Konsekvensklasse og pålitelighetsklasse

Etter NS-EN 1990:2002+NA:2008, "Eurokode 0", vurderes konsekvensklassen til CC2 og pålitelighetsklassen til RC2, dvs. at svikt eller brudd medfører middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv og/eller betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser.

4.3 Geoteknisk kategori

Prosjektet plasseres i geoteknisk kategori 2.

4.4 Tiltakskategori

Klassifiseringa av sona, se kapittel 3, er styrende for krav til utredninger og analyser iht. NVEs retningslinjer for prosjektering i kvikkleireområder; Retningslinjer 1/2008 "Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag".

Tiltaket medfører ikke tilflytting, og det er oppgitt at det skal gjennomføres enkelte små terrenginngrep i strandsona og anlegges en parkeringsplass utenfor kvikkleiresona i tilknytning til eksisterende atkomstveg.

I forbindelse med oppstart av reguleringsarbeidene kom NVE med en forhåndsuttalelse (brev datert 23. september 2010) med krav om geoteknisk vurdering om området har tilfredsstillende sikkerhet mot utglidninger.

Den 10. november 2010 ble det avholdt et møte med NVE, Stjørdal kommune, PLAN Arkitekter AS og Multiconsult AS der tiltakskategori og behov for grunnundersøkelser samt stabilitetsvurderinger ble diskutert.

Tiltaket ble etter diskusjonen i møtet plassert i *Tiltakskategori K1 – Små tiltak uten tilflytting av personer. Ingen negativ påvirkning på stabilitetsforholdene. Tiltakskategori K1* medfører i utgangspunktet ingen krav etter NVEs retningslinjer 1/2008 om grunnundersøkelser eller stabilitetsberegninger.

NVE anbefalte i møtet at blir utført en orienterende grunnundersøkelse og gitt en orienterende geoteknisk vurdering av stabilitetsforholdene selv om tiltaket ble plassert i *K1*. Dette på bakgrunn av at kvikkleiresona kun er basert på ei sondering sentralt i sona, og at utbredelsen av sona følgelig er usikker.

NVE's retningslinjer 1/2008 krever i utgangspunktet en sikkerhet mot utglidning på $\gamma_M > 1,4$.

5. Materialparametre

Tolkning av parametre er utført på basis av utførte laboratorieanalyser på opptatte prøver.

Udrenerte styrkeparametre

s_u fra enaks og konus

Verdier for s_u fra rutineundersøkelser på opptatte prøver (enaks og konus) er i våre vurderinger benyttet som verdier for direkte skjærfasthet, s_{uD} . Rutineundersøkelsene viser noen variasjoner i målt udrenert skjærfasthet og indikerer varierende prøve kvalitet. Valgt styrkeprofil er vist på tegning nr. 414505-12.

Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet på opptatte prøver er benyttet som grunnlag. Ved store variasjoner i målte verdier er gjennomsnittlige verdier benyttet. For materialer som det ikke er målt tyngdetetthet på, er det benyttet erfaringsverdier iht. Statens Vegvesens håndbok 016.

Se tegning nr. 414505-10 t.o.m. -12 i rapport nr. 414505-1 for geotekniske data.

Anisotropi

Dersom det ikke er utført laboratorieundersøkelser for å fastlegge forholdet mellom aktiv, passiv og direkte udrenert skjærfasthet kan dette i henhold til håndbok 016, kapittel 4.4.4 anslagsvis settes til:

$$s_{uA} = 1,5 \cdot (a_u + p_0') \cdot \tan \theta_u$$

$$s_{uD} = 1,0 \cdot (a_u + p_0') \cdot \tan \theta_u$$

$$s_{uA} = 0,5 \cdot (a_u + p_0') \cdot \tan \theta_u$$

Dette gir følgende anisotropiforhold:

$$\frac{s_{uD}}{s_{uA}} = 0,67$$

$$\frac{s_{uP}}{s_{uA}} = 0,33$$

I valgte styrkeprofiler er det lagt inn verdi for s_{uA} basert på rutinedata. I styrkeprofilene er s_{uD} fra rutineanalyser omregnet til s_{uA} .

Effektivspenningsparametre, friksjonsvinkel, ϕ_k

For effektivspenningsparametere på sand/grus og kvikkleira er det benyttet erfaringsverdier.

Sand/grus

Basert på erfaringsverdier iht. Statens Vegvesens håndbok 016 vurderes karakteristisk friksjonsvinkel til å være $\phi_k = 35,0^\circ$ ($\tan \phi_k = 0,70$) og attraksjon $a = 0$ kPa.

Kvikkleire

Ut i fra erfaringsverdier (treaksjalforsøk utført på trønderske leirer) vurderes karakteristisk friksjonsvinkel til å være $\phi_k = 26,6^\circ$ ($\tan \phi_k = 0,50$) og attraksjon $a = 5$ kPa.

Valgte styrkeparametere benyttet ved beregningene er angitt i tabell 5.1 under.

Materialparametre

Valgte styrkeparametere benyttet ved beregningene er angitt i tabellen under. Følgende materialparametre er benyttet:

Tabell 5.1 Materialparametre

	Tyngdetetthet, γ	Friksjon, $\tan \phi_k$	Attraksjon, a
Sand/grus	19,0 kN/m ³	0,70 ($\phi_k = 35,0^\circ$)	0 kPa
Kvikkleire	19,0 kN/m ³	0,50 ($\phi_k = 26,6^\circ$)	5 kPa

6. Beregninger og geotekniske vurderinger

6.1 Områdestabilitet

6.1.1 Generelt

De utførte grunnundersøkelsene viser at det ikke er kvikkleire eller sprøbruddmaterialer innenfor eiendommen Steinvik lager. Det er imidlertid registrert kvikkleire vest for gården Hammer.

Basert på resultat fra grunnundersøkelsene og observasjoner av berg i dagen er det utarbeidet et forslag til ny avgrensning av kvikkleiresone nr. 1136 *Hammerbukta*. Den nye avgrensninga er vist på tegning nr. -2.

Eiendommen kommer med den nye avgrensninga helt utenfor kvikkleiresona, men ligger i utløpsområdet fra et eventuelt skred i kvikkleiresona.

For å vurdere områdestabiliteten er det utført stabilitetsberegninger for et utvalgt snitt, profil D-D. Plassering av profilet er vist på tegning nr. -1

6.1.2 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet "GeoSuite Stability" versjon 5.0.4 med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetode, og anvender en versjon av lamellmetoden som tilfredsstillende både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet.

6.1.3 Stabilitetsberegninger

I denne fasen er det utført beregninger for dagens geometri.

Dagens geometri er beregnet ved udrenert totalspenningsanalyse, ADP-analyse, og drenert effektivspenningsanalyse, $\alpha\phi$ -analyse.

For beregninger på totalspenningsbasis (ADP-analyser) er det benyttet anisotropisk jordmodell.

Tabell 6.1 Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate profil D-D

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate
414505-300	Profil D-D, dagens geometri	ADP-analyse	1,90
414505-301	Profil D-D, dagens geometri	$\alpha\phi$ -analyse	2,78

Beregningene viser at områdestabiliteten for dagens geometri er tilfredsstillende ($\gamma_M > 1,4$).

6.2 Parkeringsplass

Ved eksisterende adkomstveg til Steinvik lager ved den gamle porten er det planlagt en parkeringsplass.

På det aktuelle området ligger terrenget mellom ca. kote + 9 og +15. Terrenget faller av mot sjøen med en gjennomsnittlig terrenghelning på ca. 1:9.

Løsmassene ved den planlagte parkeringsplassen består i hovedsak av et tynt lag med matjord over sand/grus med leirlag og organisk materiale ned til ca. 1,5 m under terreng. Derunder er det bløt til middels fast leire.

Planeringsnivå for parkeringsplassen er ikke bestemt. Den er planlagt tilpasset eksisterende terreng for å redusere fyllings- og skjæringsbehov.

Forutsatt at oppfylling for parkeringsplassen begrenses til 2 m vurderes stabiliteten å være tilfredsstillende. Dersom terrenget ved parkeringsplassen skal heves utover dette må stabiliteten vurderes særskilt.

Det må ikke mellomlagres fyllmasser i området uten nærmere geoteknisk vurdering.

Midlertidige graveskrånninger bør ikke etableres brattere enn 1:2 for skråningshøyder inntil 2 m. Eventuelle permanente skjæringer i eksisterende masser som utføres brattere enn 1:2,5 må påregnes å bli utsatt for teleglidning. Dersom brattere skråning kreves for å gjennomføre

utgravinga, bør det vurderes særskilte tiltak. Dette gjelder også hvis det påtreffes vannførende lag.

Sand- og grusmassene på tomta inneholder noe leire og organisk materiale og er noe telefarlig. Stedlige masser uttatt fra skjæring egner seg følgelig i utgangspunktet ikke til kvalitetsfylling.

Matjord og humusholdige masser under parkeringsplassen må fjernes. Videre må det legges separasjonsduk mellom naturlig grunn og fylling (sprengstein eller grus).

All oppfylling må utføres på telefri grunn, eventuelt må telelag fjernes. Fyllingsutslag for oppfylling på tomta tilrås utført med helning 1:2.

7. Referanser

/1/	Standard Norge (2002) <i>NS-EN 1990:2002+NA:2008 Eurokode - Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner</i>
/2/	Standard Norge (2004) <i>NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 Eurokode 7 - Geoteknisk prosjektering av konstruksjoner</i>
/3/	Statens Vegvesen (2010). <i>Håndbok 016 – Geoteknikk i vegbygging</i>
/4/	NVE (2009). <i>Retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag.</i>
/5/	NGI-rapport 20001008-2 Rev. 3 (2008). <i>Program for økt sikkerhet mot leirskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire.</i>

Arkivreferanser:

Fagområde:	geoteknikk		
Stikkord:	kvikkleire, stabilitet, leire		
Land/Fylke:	Nord-Trøndelag	Kartblad:	1622 II
Kommune:	Stjørdal	UTM koordinater, Sone:	32V
Sted:	Hammerbukta	Øst: 5911	Nord: 70470

Distribusjon:

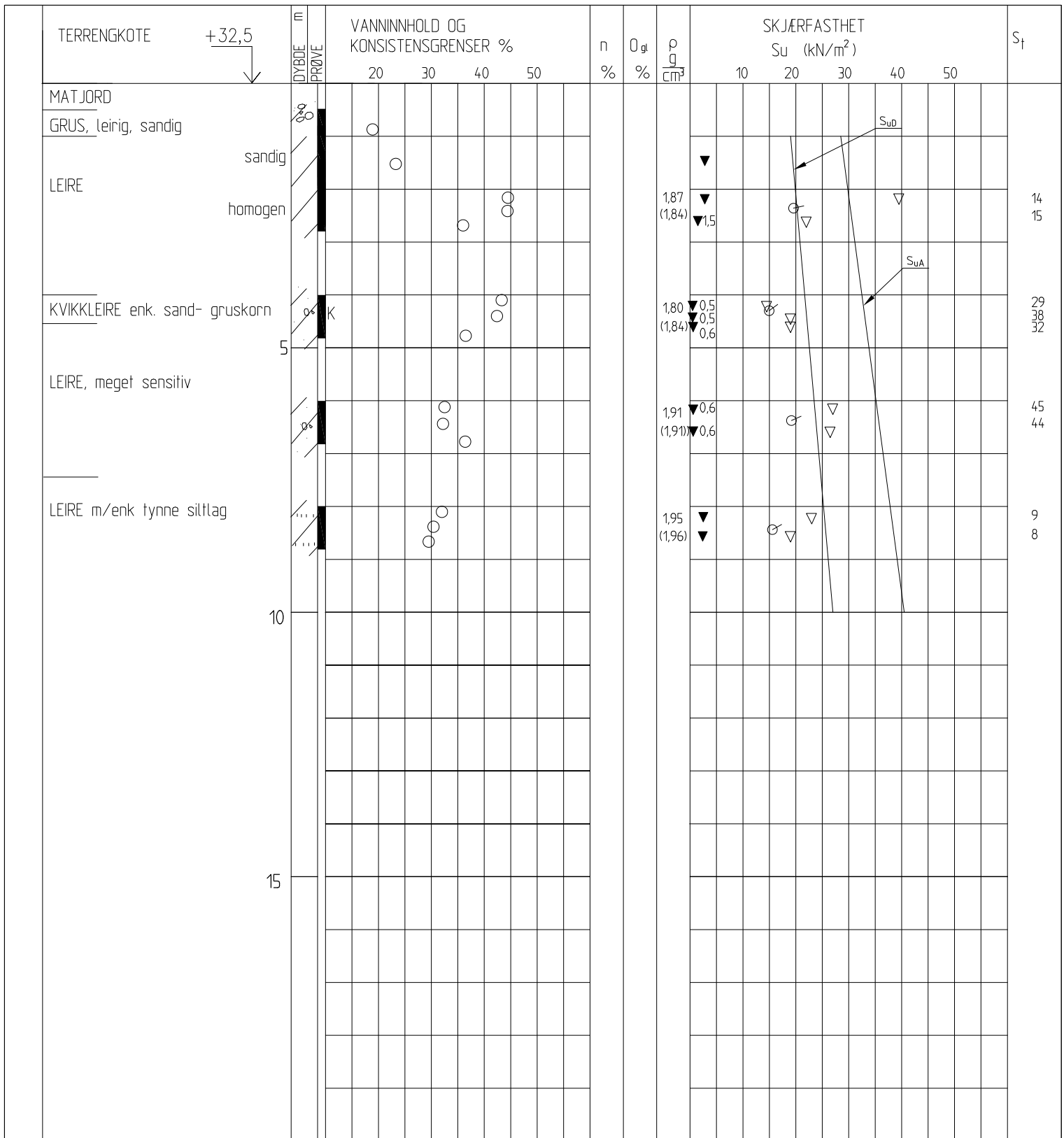
- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)
 Intern
 Fri

Dokumentkontroll:

		Dokument 14. mars 2011		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	14.03.11	ROS						
	Kontrollert	14.03.11	OMS						
Grunnlagsdata	Utarbeidet	14.03.11	ROS						
	Kontrollert	14.03.11	OMS						
Teknisk innhold	Utarbeidet	14.03.11	ROS						
	Kontrollert	14.03.11	OMS						
Format	Utarbeidet	14.03.11	ROS						
	Kontrollert	14.03.11	OMS						
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Oppdragsansvarlig)					Dato: 15.03.11		Sign: 		



OVERSIKTSKART		Borplan nr.	
		-1	
STJØRDAL KOMMUNE		Målestokk	
STEINVIK LAGER		1:50 000	
MULTICONSULT AS		Dato	Tegnet
		04.03.2011	RDS
		Oppdragsnr.	Kontrollert
		414505	EMS
		Tegningsnr.	Godkjent
		0	GVV
7486 Trondheim Tlf: 73 10 62 00 - Faks: 73 10 62 30/70		Rev.	



PR = PRØVESERIE
 SK = SKOVLEBORING
 PG = PRØVEGRUPP
 VB = VINGEBORING
 BORBOK NR.: 26073
 LAB.BOK NR.: 2199

○ NATURLIG VANNINNHold
 — W_L FLYTEGRENSE
 W_f — " — KONUSMETODE
 — W_p PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
 O_{Na} = HUMUSINNHold
 O_{gl} = GLØDETAP
 ρ = DENSITET

▽ KONUSFORSØK
 ▼ OMRØRT SKJÆRFASHTET
 ○ TRYKKFORSØK
 15-Ø-5 % DEFORMASJON VED BRUDD
 + VINGEBORING
 S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

GEOTEKNISKE DATA

Stjørdal kommune
 Steinvik lager
 Grunnundersøkelser

Boring nr.

8

Tegningens filnavn

Hull 8-12.dwg

Borplan nr.

-1

Boret dato:

31.01.2011



MULTICONSULT AS

Dato 03.03.2011

Tegnet
kjt

Kontrollert
OMS

Godkjent
ARV

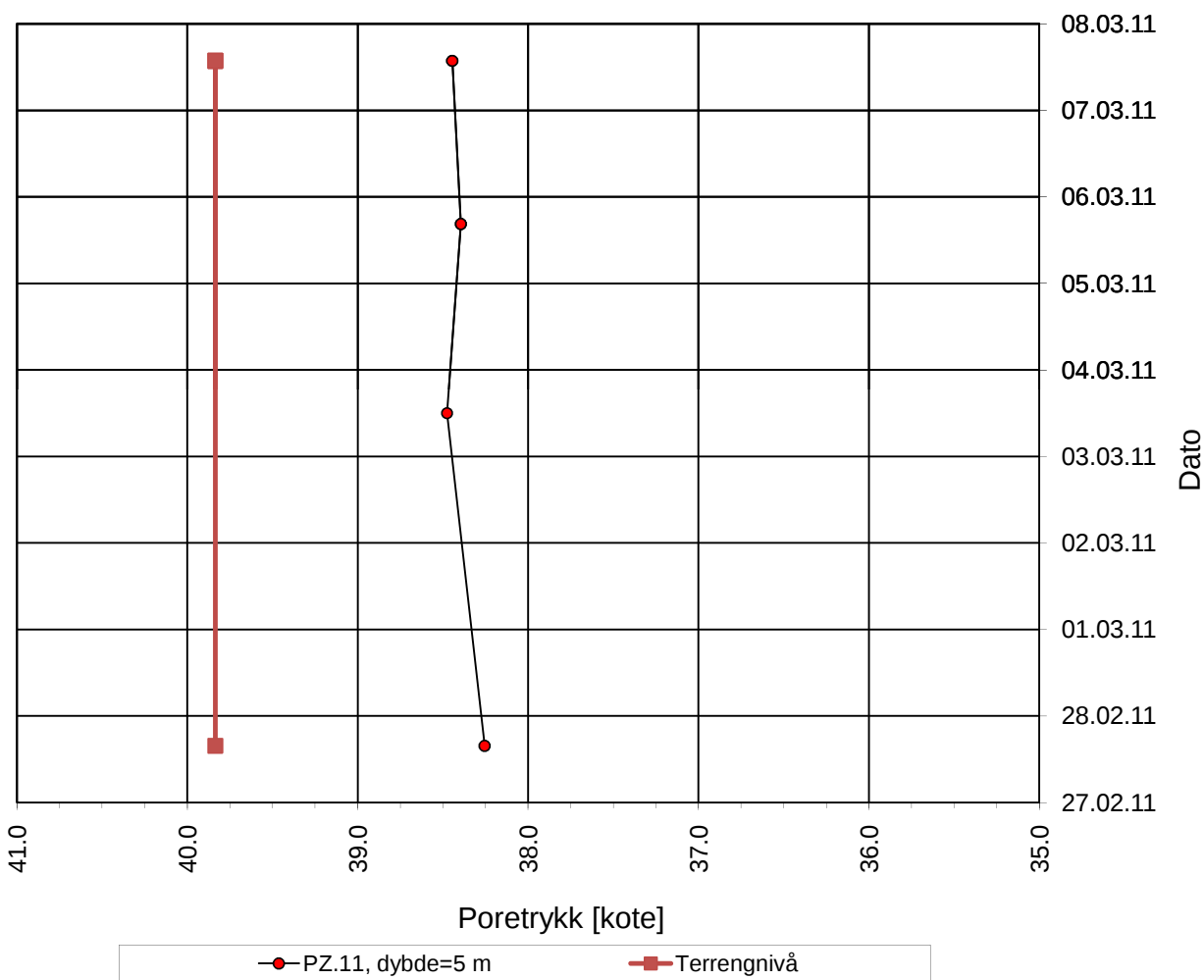
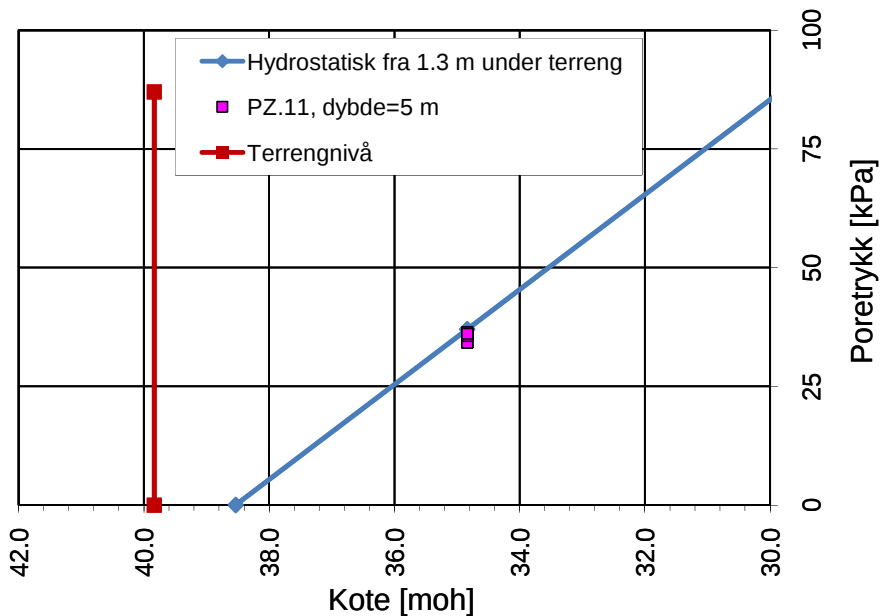
Oppdragsnr.
414505

Tegningsnr.

12

Rev.

7486 TRONDHEIM
 Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70



PORETRYKSMÅLING

Åpne hydrauliske poretrykksmålere, BP. 11

Stjørdal kommune

Steinvik lager

Grunnundersøkelser

Konstr./Tegnet

ROS

Dato

11.03.11

Kontrollert

OMS

Godkjent

ARV



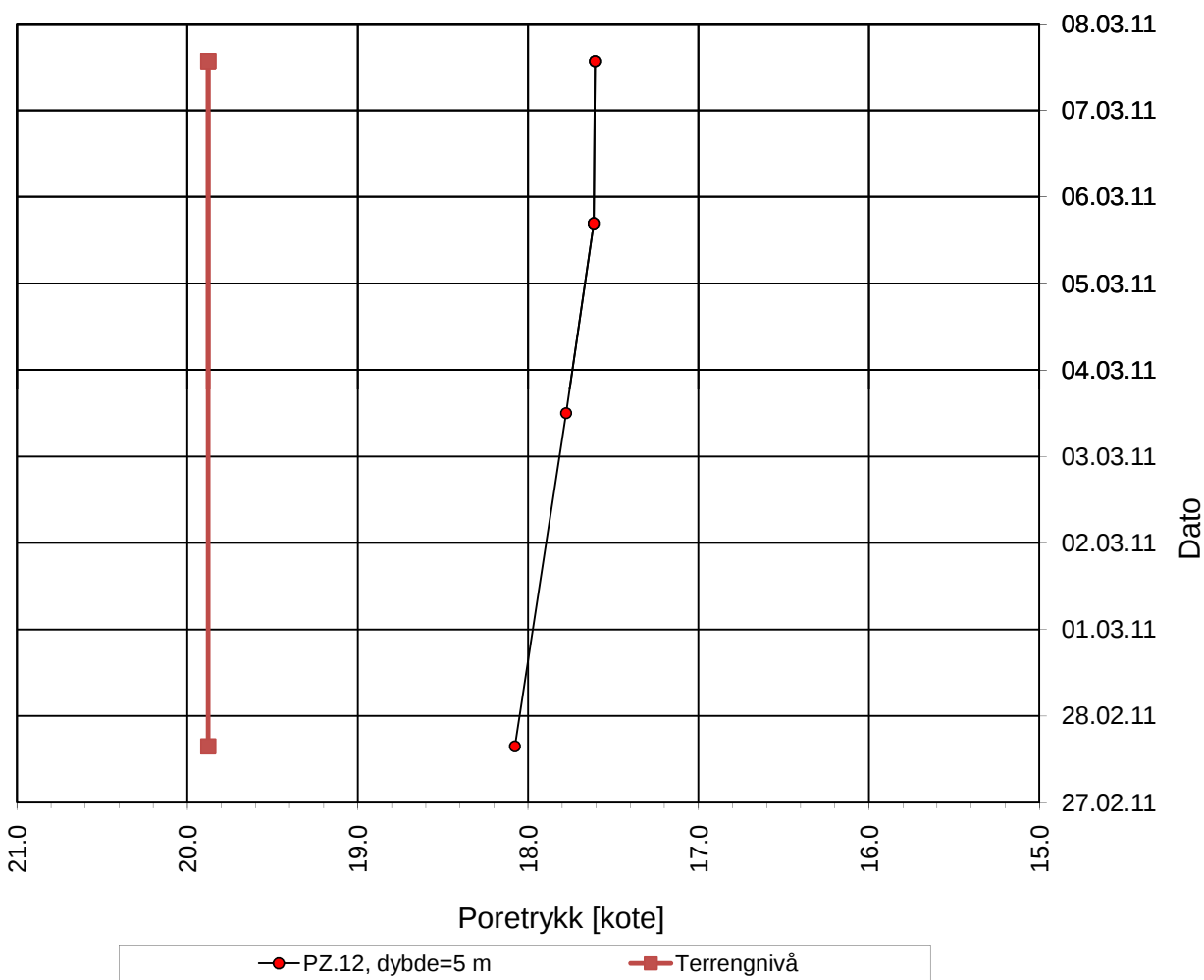
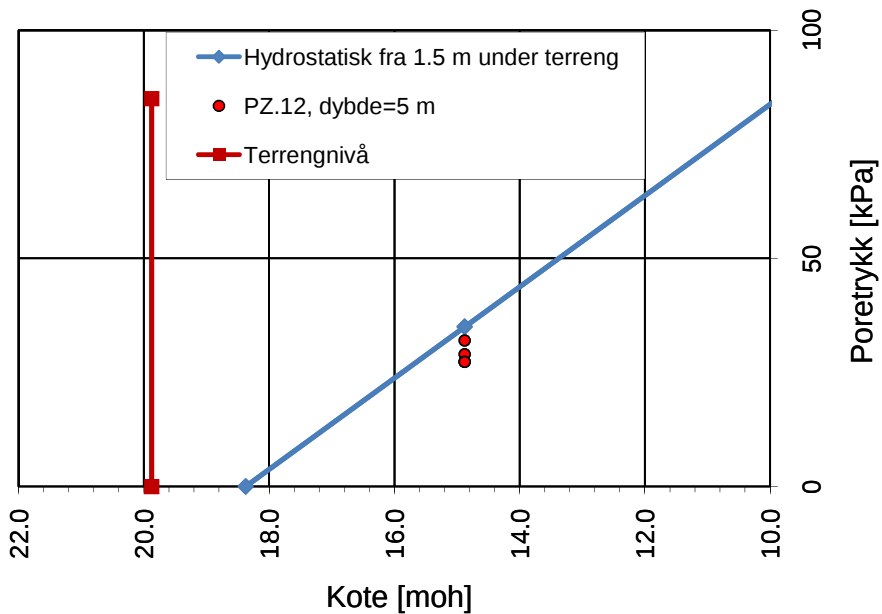
OPPDRAG NR.

414505

TEGN.NR.

30

REV.



PORETRYKKSMÅLING

Åpne hydrauliske poretrykksmålere, BP. 12

Stjørdal kommune

Steinvik lager

Grunnundersøkelser

Konstr./Tegnet

ROS

Dato

11.03.11

TEGN.NR

Kontrollert

OMS

Godkjent

ARV

REV.

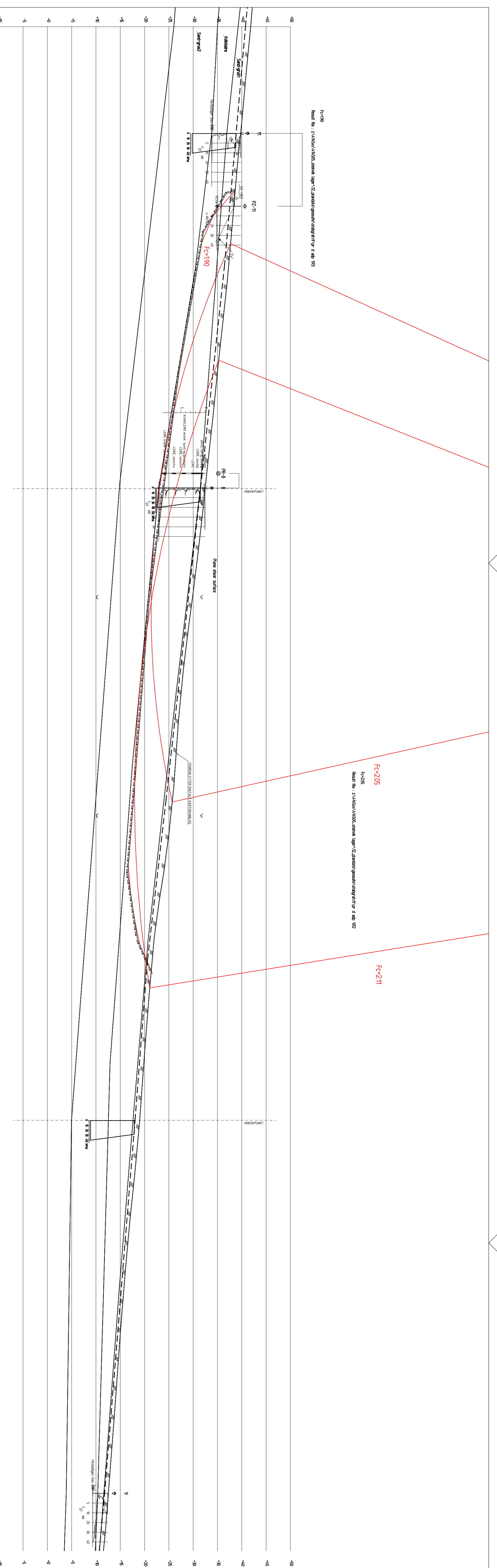


MULTICONSULT AS

OPPDRAG NR.

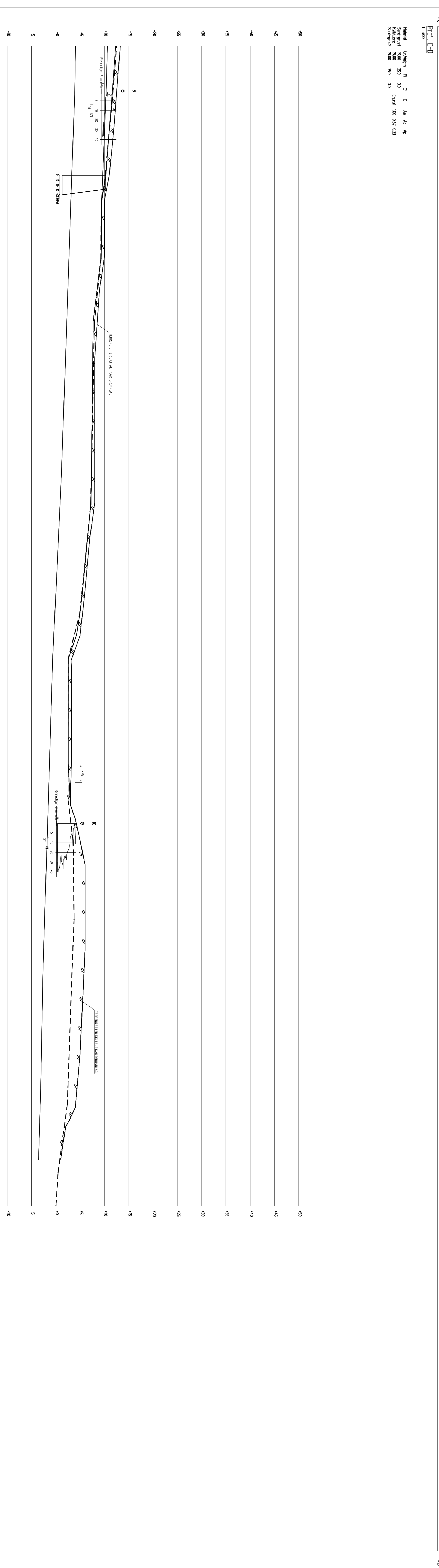
414505

31



Profil D-D
1:400

Manntall: 145000 B 1 C 2 C 3a 3b 3c 3d
 Sjødybde: 800 850 900
 Sjødybde: 800 850 900
 Sjødybde: 800 850 900



Beskrivelse	STJØRDAL KOMMUNE STEINVIK LAGER GRUNNUNDERSØKELSE		
Oppdraget	Dato	Kontrollert	Godkjent
414505	11.03.2011	ROS	ARV
PROFIL D-D STABILITETSBEREGNING DAGENS GEOMETRI UDRENERT ANALYSE, ADP-BEREGNING			
MULTICONSULT AS		7468 RONNINGEN TL: 73 10 82 00 - Fax: 73 10 82 30/70	
Oppdragsgiver		Kontrollert	
414505		ROS	
Dato		Godkjent	
11.03.2011		ARV	
Oppdragsleder		Kontrollert	
E. Ø.		ROS	
Faglig ansvarlig		Kontrollert	
E. Ø.		ROS	
PR D ADP 1.0.dwg		Kontrollert	
414505 - 1103		Kontrollert	
Profil D.dwg		Kontrollert	
Utsnitt		Kontrollert	
A1 - 1:400		Kontrollert	
MULTICONSULT AS		Kontrollert	
7468 RONNINGEN		Kontrollert	
TL: 73 10 82 00 - Fax: 73 10 82 30/70		Kontrollert	

