

# Rapport

Oppdragsgiver: **Primahus Bolig AS**

Oppdrag: **Boligutbygging Kyllø**

Emne: **Grunnundersøkelser  
Datarapport**

Dato: **18. november 2010**

Rev. - Dato

Oppdrag- /  
Rapportnr. **413904 - 1**

Oppdragsleder: **Roar Skulbørstad**

Sign.:

Saksbehandler: **Roar Skulbørstad**

Sign.:



Kontaktperson  
hos Oppdragsgiver: **Tore Haugen**

## Sammendrag:

Primahus Bolig AS planlegger boligutbygging ved Kyllø, Hegra i Stjørdal kommune. Den planlagte boligutbygginga ligger innenfor kvikkleiresone nr. 638 *Kyllø øst*.

Foreliggende rapport presenterer resultater fra grunnundersøkelser for den planlagte utbygginga.

Det er utført 10 dreietrykksonderinger og tatt opp 2 prøveserier for å vurdere fundamenteringsløsning for boligene samt å vurdere risikoen for kvikkleireskred.

Den planlagte boligutbygginga er lokalisert i bakkant av skredgropa etter Kylløfallet i 1686. Gjennomsnittlig skråningshelning er ca. 1:3. Sør og vest for den planlagte utbygginga går det en flombekk. Det er ikke registrert noe pågående erosjon langs bekken.

Det er registrert berg i dagen flere plasser innenfor den planlagte utbygginga samt like i nærheten, både ovenfor og nedenfor.

Løsmassene består i hovedsak av middels fast til fast leire med enkelte sandlag. Det er ikke påtruffet kvikkleire eller sprøbruddmaterialer innenfor det planlagte boligfeltet eller oppstrøms feltet.

## Innholdsfortegnelse

1.	Innledning .....	3
2.	Utførte undersøkelser .....	3
2.1	Feltarbeider .....	3
2.2	Laboratoriearbeider .....	3
2.3	Henvisninger .....	3
3.	Grunnforhold .....	4
3.1	Generelt .....	4
3.2	Berg i dagen .....	5
3.3	Løsmasser .....	5
3.3.1	Generelt .....	5
3.3.2	Rutineanalyser .....	6
3.4	Grunnvann .....	6

## Tegninger

4000	-1d	Geoteknisk bilag, Bormetoder og opptegning av resultater
4000	-2d	Geoteknisk bilag, Geotekniske definisjoner, laboratedata
413904-0		Oversiktskart
	-1	Borplan
	-10	Geotekniske data, PR.4
	-11	Geotekniske data, PR.6
	-60	Korngradering, PR.4
	-100	Profil A-A
	-101	Profil B-B
	-150	Borutskrift, BP. 2, 7 og 10

## Vedlegg

1. Tidligere grunnundersøkelser fra kvikkleirekartlegging i Stjørdal
2. Fotovedlegg

## 1. Innledning

Primahus Bolig AS planlegger boligutbygging ved Kyllø, Hegra i Stjørdal kommune. Den planlagte boligutbygginga ligger innenfor kvikkleiresone nr. 638 *Kyllø øst*.

Multiconsult AS er engasjert for å utføre grunnundersøkelser samt å vurdere risiko for kvikkleireskred for den planlagte utbygginga iht. NVEs retningslinjer 1/2008 "Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag".

Multiconsult har tidligere gitt en innledende geoteknisk vurdering av den planlagte utbygginga basert på befaring og tidligere grunnundersøkelser i området. Det vises til notat GEO 1, datert 4. november 2009.

Foreliggende rapport presenterer resultater fra grunnundersøkelsene.

## 2. Utførte undersøkelser

### 2.1 Feltarbeider

Feltarbeidet ble utført i uke 41-42/2010.

Boringene ble utført med hydraulisk borerigg av typen Geotech 710.

Det er foretatt 10 dreietrykksonderinger og tatt opp 2 prøveserier med 54 mm prøvetakingsutstyr og skovelprøvetaker.

Dreietrykksondering gir informasjon om løsmassenes beskaffenhet og lagringsforhold samt dybde til fast grunn. Utstyret har begrenset nedtrengningsevne i steinholdig grunn og kan ikke benyttes til bergpåvisning.

Alle høyder i rapportens tekst og tegninger refererer seg til NGOs høydesystem. Borpunktene er innmålt med sanntids Trimble GPS. Horisontal og vertikal nøyaktighet er oppgitt å være henholdsvis  $\pm 20\text{mm}$  og  $\pm 35\text{mm}$ .

### 2.2 Laboratoriearbeider

Prøvene er analysert etter standard analyseprogram i vårt geotekniske laboratorium. Ved denne undersøkelsen er prøvene geoteknisk klassifisert og beskrevet med måling av vanninnhold og tyngdetetthet. Der det lar seg gjøre er det også målt udrenert og omrørt skjærstyrke i massene. På 2 utvalgte prøver er det tatt korngradering.

### 2.3 Henvisninger

Plassering av borpunkt er vist på borplanen, tegning nr. 413904-1. Borpunktene er opptegnet i profil på tegning nr. 413904-100 og -101. Boringer som ikke er opptegnet i lengdeprofiler er vist på tegning nr. -150.

Geotekniske data for prøveseriene er vist på tegning nr. -10 og -11. Kornfordelingskurvene er vist på tegning nr. -60.

Det vises for øvrig til rapportens generelle vedlegg tegning nr. 4000-1d og -2d for beskrivelse av undersøkelsesmetoder og geotekniske begrep.

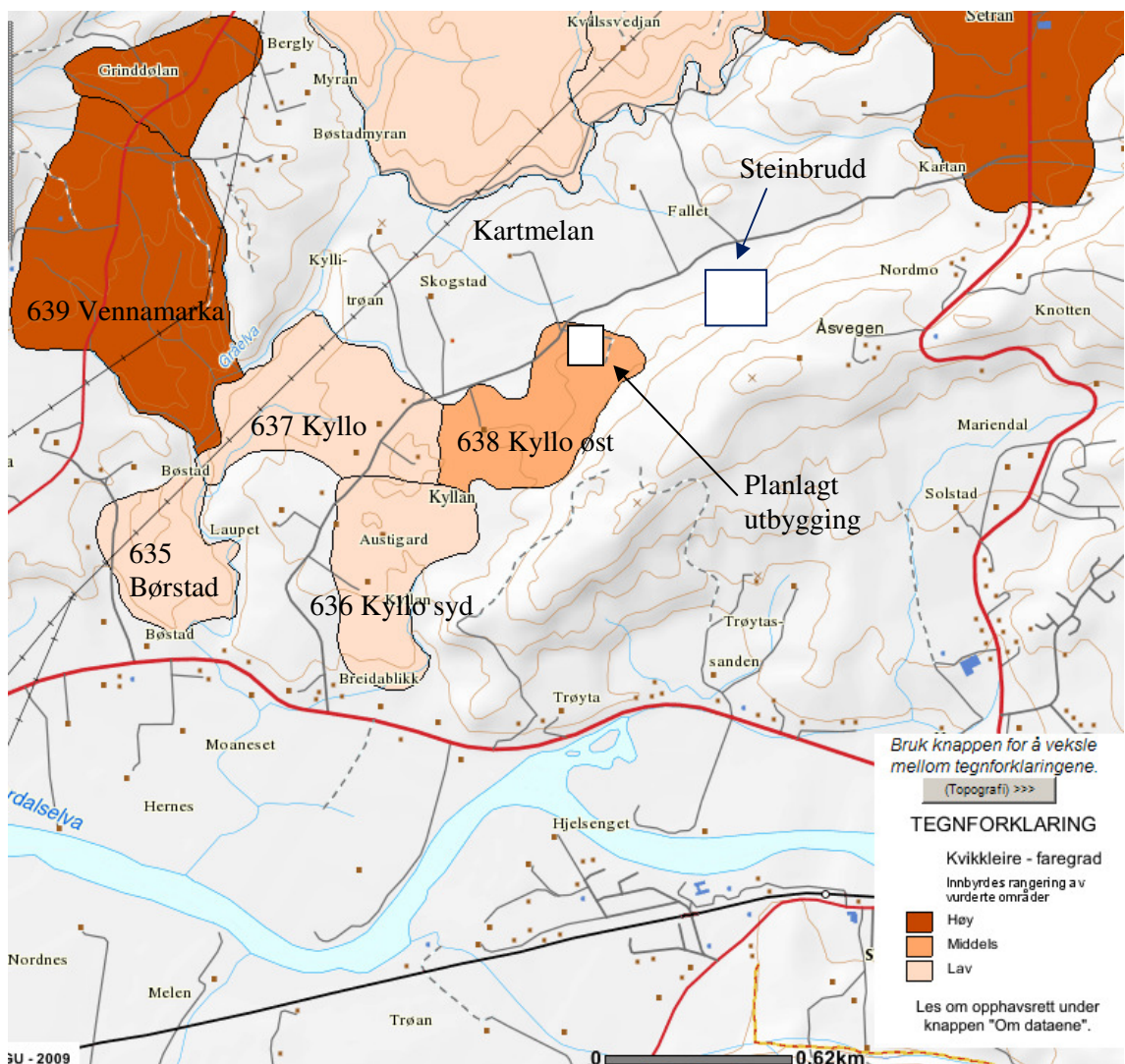
### 3. Grunnforhold

#### 3.1 Generelt

Iht. NVEs kvikkleirekartlegging ligger den planlagte utbygginga innenfor kvikkleiresone nr. 638 *Kyllø øst*, se figur 3.1. Sona er klassifisert med middels faregrad, konsekvensklasse mindre alvorlig og risikoklasse 2.

I forbindelse med kvikkleirekartlegging ble det utført grunnundersøkelser ved to av gårdene på Kyllø og langs Gråelva, se vedlegg 1.

Det ble ikke etter det vi kjenner til utført grunnundersøkelser i forbindelse med kvikkleirekartlegginga innenfor kvikkleiresone nr. 638 *Kyllø øst*.



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

I 1686 gikk det et stort leirskred ved Kyllø, kalt Kylløfallet. Rasgropa er ca. 700 da og lagde de store flatene mellom Gråelva og Kyllø. Området kalles i dag Kartmelan.



Den planlagte boligutbygginga ligger ut mot kanten av skråninga ned mot skredgrova etter Kyllofallet. Gjennomsnittlig skråningshelning er ca. 1:3. Sør og vest for den planlagte utbygginga går det en flombekk.

Det er ikke registrert noe pågående erosjon langs bekken.

### 3.2 Berg i dagen

Det er registrert berg i dagen flere plasser innenfor den planlagte utbygginga samt like i nærheten. Øst for det aktuelle området renner bekken delvis på berg i dagen.

Observasjoner av berg i dagen er vist på borplanen, tegning nr. -1. Videre er det vist bilder av utvalgte observasjoner i vedlegg 2.

I tabell 3.1 er observasjonene oppsummert. I tabellen er det gitt henvisning til plassering av observasjon på tegning nr. -1 (punkt nr.) og henvisning til utvalgte bilder.

Tabell 3.1 Observasjoner av berg i dagen

Punkt	Kommentar	Bilde
1	Berg i dagen	V2.2
2	Berg i dagen	V2.1
3	Berg i dagen	
4	Bekk renner på berg i dagen.	
5	Berg i dagen både i avlingsveg og øst for vegen	V2.3
6	Berg i dagen både i avlingsveg og øst for vegen	V2.3
7	Berg i dagen sørøst for utbyggingsområdet	V2.4
8	Berg i dagen sør for utbyggingsområdet	V2.5

### 3.3 Løsmasser

#### 3.3.1 Generelt

Alle sonderinger er avsluttet mot antatt berg. Da det ikke er boret i berg er bergpåvisninga noe usikker. Antatt bergoverflate i borpunktene varierer mellom kote +49 og kote +70. Sonderingsdybdene, sammen med registreringene av berg i dagen, antyder at berghorisonen har en djupål sør for den planlagte utbygginga.

Sonderingsresultatene indikerer at grunnen er noe lagdelt. Sonderingsmotstanden er generelt lav, med enkelte inskutte lag med middels sonderingsmotstand. Over antatt berg er det flere tynne lag med middels sonderingsmotstand. Disse lagene er basert på sonderingsmotstanden vurdert til å være sand/grus.

Prøvetaking viser at løsmassene i hovedsak består av leire med enkelte sandlag. Det er registrert planterester i leira ned til ca. 3 m under terreng på det dypeste.

### 3.3.2 Rutineanalyser

**Prøveserie PR.4**, tegning nr. 413904-10, er tatt opp ved borpunkt 4. Prøveserien viser i hovedsak leire med enkelte sandlag og noen gruskorn ned til ca. 7 m under terreng, hvor prøveserien er avsluttet. Mellom 5,3 og 6 m under terreng er det lag med silt som er lagdelt med leire og sand. Det er registrert planterester i leira ned til ca. 3 m under terreng. Vanninnholdet i løsmassene varierer mellom 19 og 35 %. På de opptatte prøvene er det målt en densitet mellom 1,94 og 2,08 g/cm<sup>3</sup>. Udrenert skjærfasthet er målt til mellom 27,5 og 134 kN/m<sup>2</sup>. Omrørt skjærfasthet er målt til mellom 2,5 og 29 kN/m<sup>2</sup>. Leira er middels fast til fast og lite til middels sensitiv.

Typiske korngraderingskurver er vist på tegning nr. 413904-60.

**Prøveserie PR.6**, tegning nr. 413904-6, er tatt opp ved borpunkt 6. Prøveserien viser leire med enkelte sandlag og noen gruskorn ned til ca. 6 m under terreng, hvor prøveserien er avsluttet. Det er registrert planterester i leira ned til ca. 2 m under terreng. Vanninnholdet i leira varierer mellom 21 og 42 %. På de opptatte prøvene er det målt en densitet mellom 1,94 og 2,11 g/cm<sup>3</sup>. Udrenert skjærfasthet er målt til mellom 12 og 44 kN/m<sup>2</sup>. Omrørt skjærfasthet er målt til mellom 2,5 og 83 kN/m<sup>2</sup>. Leira er i hovedsak middels fast og lite sensitiv.

### 3.4 Grunnvann

Grunnvannstanden er peilet til 1,0 m under terreng i borpunkt 6.

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

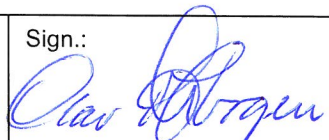
**Arkivreferanser:**

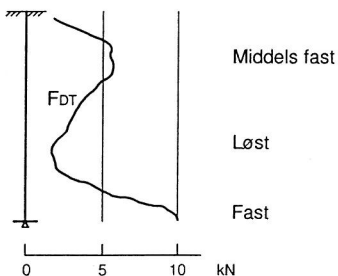
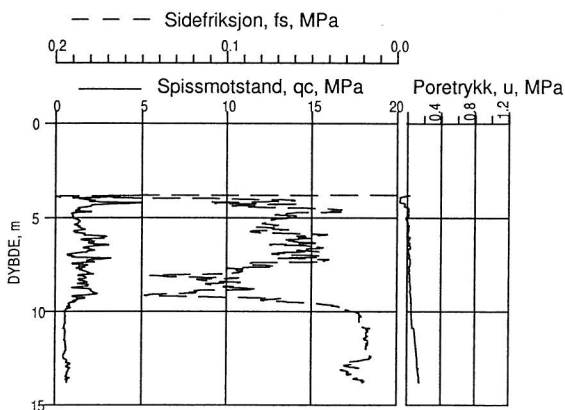
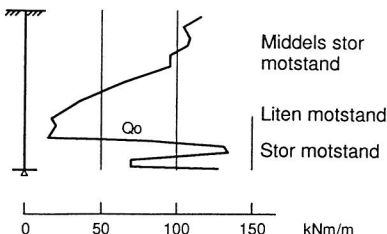
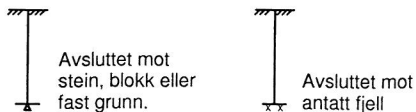
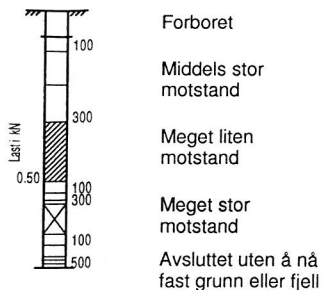
Fagområde:	geoteknikk		
Stikkord:	leire, datarapport		
Land/Fylke:	Nord-Trøndelag	Kartblad:	1621 I
Kommune:	Stjørdal	UTM koordinater, Sone:	32V
Sted:	Kyllø	Øst: 6038	Nord: 70404

**Distribusjon:**

- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)  
 Intern  
 Fri

**Dokumentkontroll:**

		Dokument		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		18. november 2010							
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	18.11.10	ROS						
	Kontrollert	18.11.10	arv						
Grunnlagsdata	Utarbeidet	18.11.10	ROS						
	Kontrollert	18.11.10	arv						
Teknisk innhold	Utarbeidet	18.11.10	ROS						
	Kontrollert	18.11.10	arv						
Format	Utarbeidet	18.11.10	ROS						
	Kontrollert	18.11.10	arv						
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Oppdragsansvarlig)					Dato:		Sign.:		
					18.11.2010				



### DREIESONDERING

Utføres med skjøtbare borstenger (22mm) med 30 mm skruespiss. Boret dreies med hånd- eller motorkraft under 1kN vertikallast. Nedsynkning registreres.

Bormotstanden illustreres med tverrstrek i den dybde spissen nådde for hver 100 halve omdreining. Skravur angir synkning uten dreining, påført vertikallast under synk angis på venstre side av borchullet. Kryss angir at boret ble slått ned.

### ENKEL SONDERING

Borstål slås med slegge eller bormaskin eller spyles til fast grunn (eller antatt fjell).

### RAMSONDERING

Utføres med skjøtbare borstenger (32 mm) med 38 mm spiss (6-kantet). Boret rammes med en rammeenergi på opptil 0.5 kNm. Antall slag for hver 0.5 m registreres.

Bormotstanden illustreres ved angivelse av rammearbeidet (Q0) pr. m neddriving.

$$Q_0 = (\text{Loddets tyngde} \times \text{fallhøyde}) / (\text{Synk pr. slag}) \text{ [kNm/m]}$$

### TRYKKSONDERING (CPT - CPTU)

Utføres ved at en sylindrisk sonde med kon spiss presses ned i grunnen med konstant hastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften (qc) mot den koniske spissen og sidefriksjonen (fs) mot friksjonshylsen på den sylindriske delen (CPT). I tillegg kan poretrykket (u) måles på en eller flere steder langs sondens overflate (CPTU).

Målingene registreres kontinuerlig vha. en elektronisk data logger og gir detaljert informasjon om grunnforholdene.

Resultatene kan benyttes til å bedømme lagdelinger, jordart, lagringsbetingelser og jordartens mekaniske egenskaper (styrkeegenskaper og deformasjons- og konsoliderings-egenskaper).

### DREIETRYKKSONDERING

Utføres med skjøtbare borstenger (36 mm) med utvidet sonderspiss. Borstangen presses ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant dreiehastighet 25 omdr./min.

Nedpressingskraften  $F_{DT}$  registreres automatisk og angis i kN.

### FJELLKONTROLLBORING

Utføres med skjøtbare stenger (45 mm) og med 57 mm borkrone. Det benyttes hydraulisk slagborhammer med vannspyling. Boring gjennom ulike lag (leire, grus) kan registreres, likeså gjennom større steiner.

For registrering av fjell bores flere meter i fjell. Evt. med registrering av borsynk (cm/min).

## GEOTEKNISK BILAG

### BORMETODER OG OPPTEGNING AV RESULTATER



MULTICONSULT AS

Dato 15.12.1999

Konstr./Tegnet ABe

Kontrollert JAF

Godkjent O. Bør

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

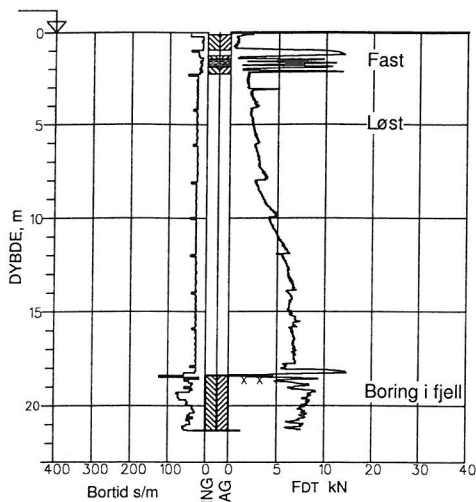
Oppdragsnr. 4000

Tegningsnr. 1

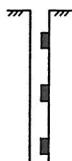
1

Rev. D

D

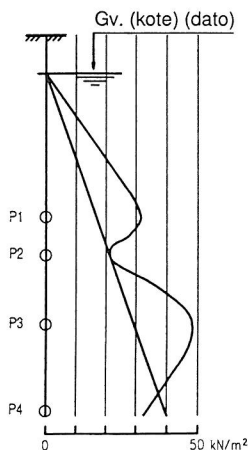
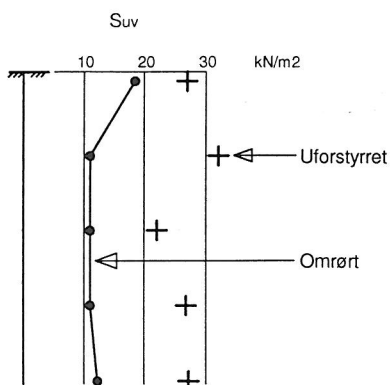


Kjerneboring i fjell



Opptegning i profiler

Resultater av laboratorieundersøkelser vises på egne ark



## Ⓣ TOTALSONDERING

Kombinerer dreietrykkssondering og fjellkontrollboring. Det benyttes 45 mm skjøtbare borstenger og 57 mm borkrone.

Under nedboring i bløte lag fungerer utstyret som sonderbor (dreietrykkssondering) og borstangen trykkes ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min. og konstant dreiehastighet 25 omdr./min. Når det påtreffes faste lag, økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette borsynk går en over til fjellkontrollboring ved at spyling og slag kobles inn. For registrering av fjell kan det bores flere meter i fjell.

Nedpressingskraften registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens og bortid vises på venstre side.



## KJERNEBORING

Utføres med borstenger med et ca. 3 m langt kjernerør med diamantkroner nederst. Når kjernerøret er fullt heises borstrengen opp og kjernen tas ut for merking og senere klassifisering eller prøving.

Det kan benyttes bor av ulike typer og diametre, og det er mulig å ta kjerner som er orientert i forhold til fjellstrukturen.



## MASKINSKOVLING

Utføres med hul borstang påsveisert en spiral (auger). Med borrhjelp kan det skovles til 5 - 20 m avhengig av massenes art og fasthet og av grunnvannstanden. Det kan tas forstyrrede prøver fra forskjellige dyp.

Skovling kan også utføres med enklere utstyr (skovlbor).



## PRØVETAKING

Den mest brukte prøvetaker er en tynnvegget stål- eller plast-sylinder (60 - 90 cm lang, 54 mm diameter) med innvendig stempel. I ønsket dybde blir cylinderen presset ned uten at stemplet følger med. Jordprøven som dermed skjæres ut heises opp med borstrengen til overflaten hvor den forsegles for forsendelse til laboratoriet.

Avhengig av grunnforholdene benyttes andre typer prøvetakere.



## VINGEBORING

Utføres ved at et vingekors (normalt 65x130 mm) presses ned i jorden (leiren) og dreies rundt samtidig som dreiemomentet blir målt. Udrenert skjærstyrke ( $S_{uv}$  kN/m<sup>2</sup>) beregnes ut fra dreiemoment ved brudd.

Målingen gjøres 2 ganger i hver dybde, annen gang etter omrøring.



## MÅLING AV GRUNNVANNSTAND OG PORETRYKK

Utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk eller elektrisk piezometer. Hvilket utstyr som er egnet avhenger av både grunnforhold og formålet med målingene.

Filteret eller piezometerspissen trykkes ved hjelp av rør til ønsket dybde. Poretrykket registreres som vannets stighøyde i røret, i en tynn plastslange eller ved elektriske signaler.

## MINERALSKE JORDARTER

Klassifiseres på grunnlag av korngraderingen. Betegnelsen på de enkelte fraksjoner er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse mm	< 0.002	0.002-0.06	0.06-2	2-60	60-600	>600

En jordart kan inneholde en eller flere kornfraksjoner og betegnes med substantiv for den fraksjon som har størst betydning for dens egenskaper og med adjektiv for medvirkende fraksjoner (eksempel: siltig og sandig leire).

Morene er en usortert istidsavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leire til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen (eksempel: grusig morene, moreneleire).

## ORGANISKE JORDARTER

Klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

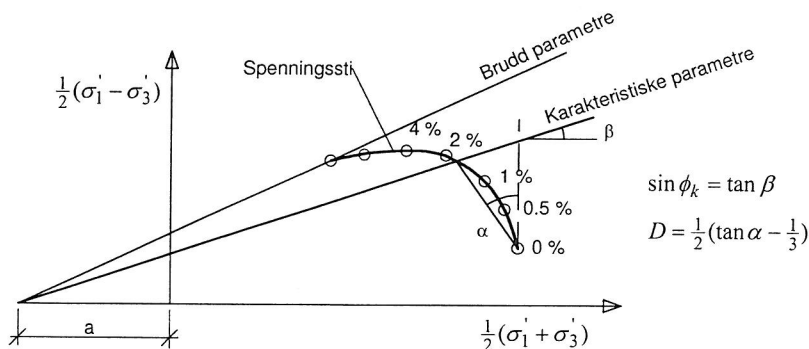
<b>Torv</b>	<i>Myrplanter, mindre eller mere omdannet (fibertorv, mellomtorv, svarttorv).</i>
<b>Gytje, dy</b>	<i>Omdannede, vannavsatte plante- og dyrerester</i>
<b>Mold</b>	<i>Organisk materiale med løs struktur</i>
<b>Matjord</b>	<i>Det øvre, moldholdige jordlag</i>

## SKJÆRSTYRKE

Skjærstyrken på et plan gjennom jord avhenger av effektiv normalspenning på planet (totalspenning ÷ poretrykk) og av jordens skjærstyrkeparametre ( $a$ ,  $\phi$ ,  $D$ , eller  $S_{Ua}$ ,  $S_{Ud}$ ,  $S_{Up}$ )

### Effektivspenningsanalyse: Skjærstyrkeparametre ( $a$ , $\phi$ og $D$ )

Disse bestemmes ved treaksiale trykkforsøk på representative prøver. Forsøksresultatene fremstilles som "spenningstier", dvs. diagrammer som viser utviklingen av hovedspenningene eller av spenningene på et bestemt plan (f.eks. bruddplanet) med prosentvis aksial tøyning avmerket på spenningsstien. På dette og annet grunnlag fastsettes karakteristiske parametre for det aktuelle problem.



### Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærstyrke ( $S_u$ [ $\text{kN/m}^2$ ])

gjelder ved raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk og bestemmes i laboratoriet ved enkle trykkforsøk ( $S_{Uk}$ ), konusforsøk ( $S_{Uk}$ ), udrenerte treaksialforsøk ( $S_{Ua}$ ,  $S_{Up}$ ), direkte skjærforsøk ( $S_{Ud}$ ) eller ved in-situ målinger (vingeboringer, trykksonderinger (CPTU))

### SENSITIVITET ( $S$ )

er forholdet mellom en leires udrenerte skjærstyrke i uforstyrret og i omrørt tilstand, bestemt ved konus- eller vingeforsøk. Leire som blir flytende ved omrøring betegnes kvikkleire.

### VANNINNHOLD ( $W$ %)

angir massen av vann i % av massen av fast stoff i prøven og bestemmes ved tørking ved  $110^\circ\text{C}$ .

## GEOTEKNISK BILAG

### GEOTEKNISKE DEFINISJONER, LABORATORIEDATA



MULTICONSULT AS

Dato 15.12.1999

Konstr./Tegnet  
ABe

Kontrollert

*ZAF*

Godkjent

*0.13c*

Oppdragsnr.

4000

Tegningsnr.

2

Rev.

D



**FLYTEGRENSE ( $W_L$  %)****PLASTISITETSGRENSE ( $W_p$  %)****PLASTISITETSIKKEDEKS ( $I_p$  %) ( $I_p = W_L - W_p$ )**

(Atterbergs grenser) angir det vanninnhold hvor en omrørt leire går over fra plastisk til flytende konsistens, henholdsvis fra plastisk til smuldrende konsistens.

**PORØSITET ( $n$  %)**

er volumet av porene i % av totalvolumet av prøven.

**PORETALL ( $e$ )**

er volum av porer delt på volum av fast stoff:  $e = \frac{\text{volum av porer}}{\text{volum av fast stoff}}$ , eller som  $e = \frac{n}{100 - n}$  hvor  $n$  (porøsitet) gis i %

**KORNDENSITET ( $\rho_s$  g/cm<sup>3</sup>)**

er massen av fast stoff pr. volumenhet av fast stoff.

**DENSITET ( $\rho$  t/m<sup>3</sup>)**

er massen av prøven pr. volumenhet.

**TØRR DENSITET ( $\rho_D$  t/m<sup>3</sup>)**

er massen av tørrstoff pr. volumenhet.

**SPESIFIKK TYNGDETTETTHET ( $\gamma_s$  kN/m<sup>3</sup>)**

er tyngden av fast stoff pr. volumenhet av fast stoff ( $\gamma_s = \rho_s \cdot g$  hvor  $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ )

**TYNGDETTETTHET (romvekt) ( $\gamma$  kN/m<sup>3</sup>)**

er tyngden av prøven pr. volumenhet ( $\gamma = \rho \cdot g = (1+w/100)(1-n/100) \cdot \gamma_s$ )

**TØRR TYNGDETTETTHET (tørr romvekt) ( $\gamma_D$  kN/m<sup>3</sup>)**

er tyngden av tørrstoff pr. volumenhet. ( $\gamma_D = \rho_D \cdot g = (1-n/100) \cdot \gamma_s$ )

**KOMPRIMERINGSEGENSKAPER**

for en jordart undersøkes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Proctor-forsøk). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet som funksjon av vanninnhold. Den maksimale tørre densitet som oppnås benyttes ved spesifikasjon av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider.

**HUMUSINNHOLD (ONa)**

bestemmes ved en kolorimetrisk natronlutmetode og angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala. Glødning og andre metoder kan også brukes.

**KOMPRESSIBILITET**

Relasjonen spenning/deformasjon måles ved ødometerforsøk eller ødotreaksialforsøk i laboratoriet. Motstanden mot sammenpressing defineres ved modulen  $M = \text{spenningsendring/deformasjonsendring}$ . Måleresultatene uttrykkes ved en regnemodell med en parameter  $m$  (modultallet). 3 regnemodeller er tilstrekkelig for å representere normalt forekommende jordarter.

For overkonsolidert leire (OC) kan setningsmodulen uttrykkes enten som konstant verdi ( $M$ ), eller som spenningsavhengig med modultall,  $m_{OC}$  ( $M = m_{OC} \cdot \sigma'$ ).

For normalkonsolidert leire (NC) er modulen spenningsavhengig med modultall,  $m_{NC}$  ( $M = m_{NC} \cdot \sigma'$ ).

For friksjonsmasser uttrykkes spenningsmodulen ved hjelp av modultall  $m_s$  ( $M = p_a \cdot m_s \cdot \sqrt{\sigma'/p_a}$ ), hvor  $p_a$  er atmosfærisk trykk ( $p_a = 100 \text{ kN/m}^2$ )

**KORNFORDELINGSANALYSE**

utføres ved sikting av fraksjonene større enn 0.125 mm. For de mindre partikler bestemmes den ekvivalente korn-diameter ved hydrometeranalyse. Materialet slemmes opp i vann, densiteten av suspensjonen måles med bestemte tidsintervaller og kornfordelingen kan dernest beregnes ut fra Stokes lov om partiklenes sedimentasjonshastighet.

**TELEFARLIGHET**

bestemmes ut fra kornfordelingen eller ved å måle den kapillære stighøyde. Telefarligheten graderes i gruppene T1 (ikke telefarlig), T2 (lite telefarlig), T3 (middels telefarlig) og T4 (meget telefarlig).

**PERMEABILITETEN ( $k$  cm/s eller m/år)**

bestemmer den vannmengde  $q$  som vil strømme gjennom en jordart pr. tidsenhet under gitte betingelser (Betegnelsen "hydraulisk konduktivitet" benyttes også)  $q = k \cdot A \cdot i$  hvor  $A$  = bruttoareal normalt strømrretningen  
 $i$  = gradient i strømrretningen

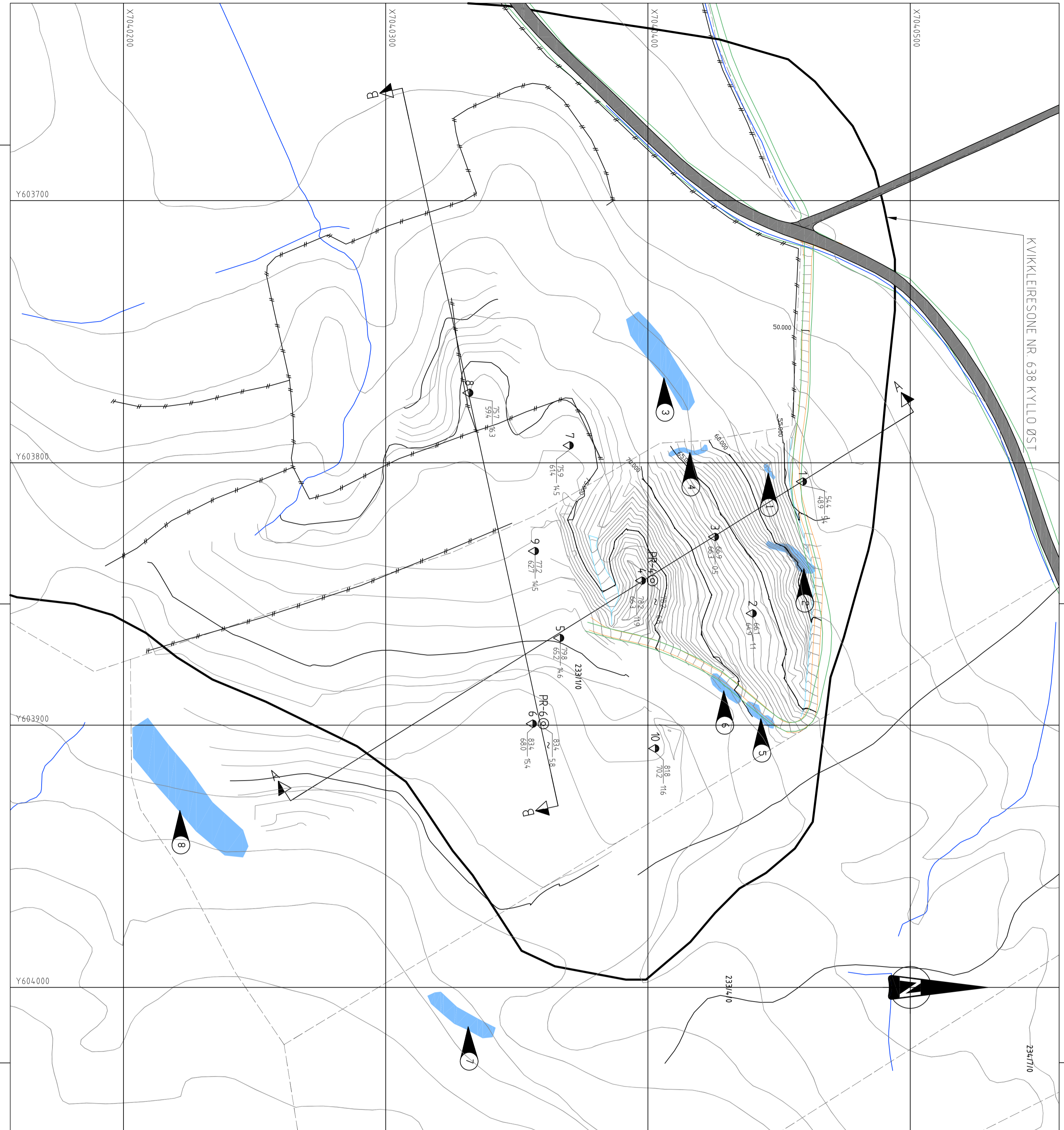




OVERSIKTSKART		Borplan nr.	
PRIMAHUS BOLIG AS BOLIGUTBYGGING KYLLO		Målestokk	-1
MULTICONSULT AS		150 000	
Dato	Tegnet	Kontrollert	Godkjent
18.11.2010	ROS	Arv	
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
413904	0		

7486 Trondheim  
Tlf: 73 10 62 00 - Faks: 73 10 62 30/70





- TEGNFORKLARING:**
- DREIESONDERING
  - TOTALSONDERING
  - ANNETT BERØRTE
  - ▲ DREITRYKKSSONDERING
  - ⊕ VINSGØRING
  - BORET TRØSK + BOKET I BERG
  - PRØVESERIE
  - PRØVEGRUPP
  - ENKEL SONDERING
  - BERG I DAGEN

BORBOK NR: 26023  
 LABBOK NR: 2069  
 KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA NIDAROS OPPMÅLING AS OG STUBDAL KOMMUNE  
 KOORDINATSYSTEM: EUREF 89 SONE 32  
 HØYDEREFERANSE: NN 1954 (NG0)  
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLENT: BORBUPUNKT INNVALT MED SANNITDS TRIMBLE GPS

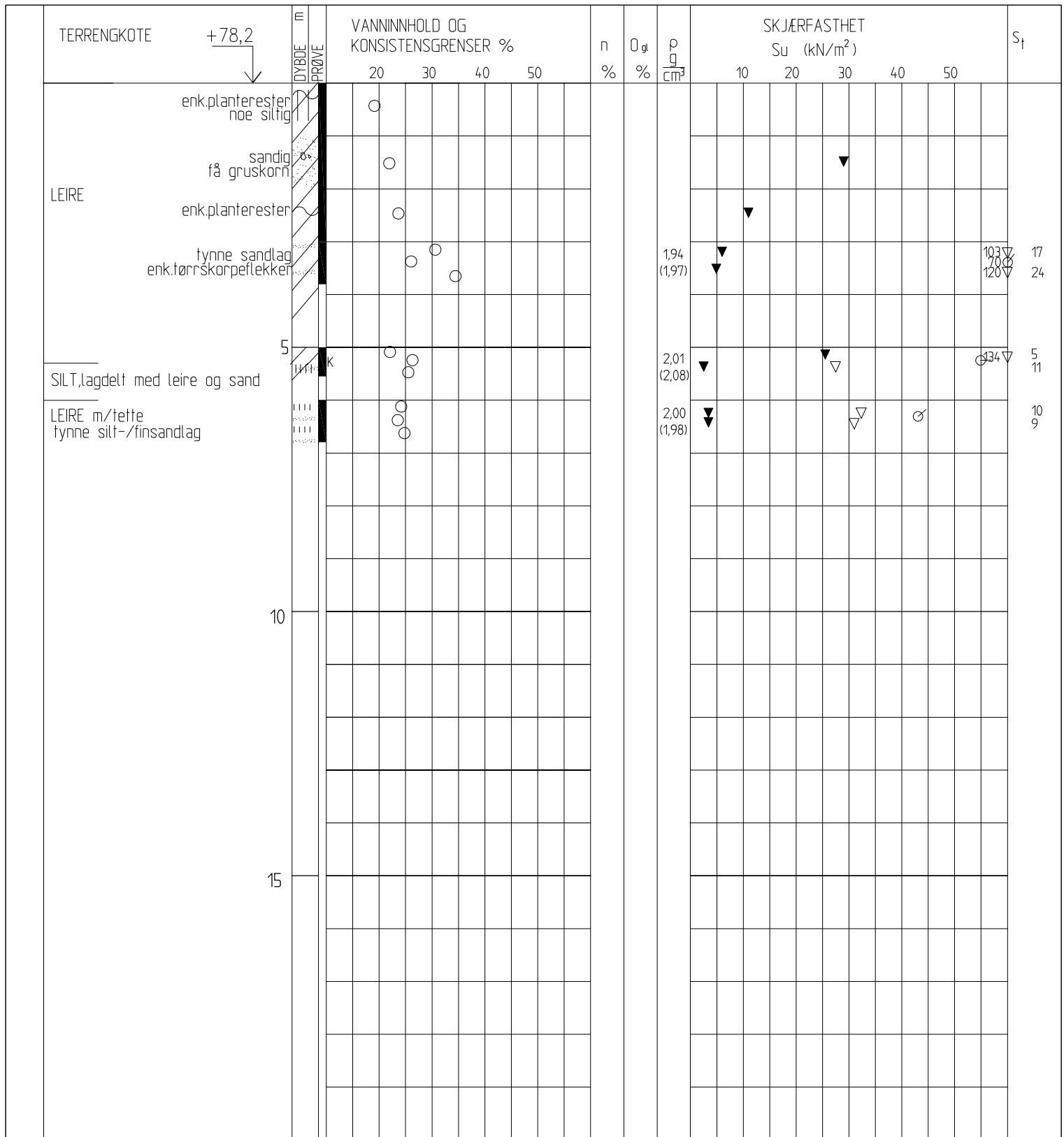
Rev.	Beskrivelse	Dato	Kontrollert/Signert	Kontrollert/Signert	Godkjent	Godkjent

**PRIMAHUS BOLIG AS**  
 BOLIGUTBYGGING KYLLO  
 GRUNNUNNERSØKELSER  
 BORPLAN

**MULTICONSULT AS**  
 7488 TRONDHEIM  
 Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 3070

Dato	18.11.2010	Kontrollert/Signert	413904	Godkjent	0AA
Oppgjør nr.	413904	Oppgjør nr.	1	Rev.	

1:1000



PR = PRØVESERIE  
 SK = SKOVLEBORING  
 PG = PRØVEGROP  
 VB = VINGEBORING  
 BORBOK NR.: 26023  
 LAB.BOK NR.: 2069

○ NATURLIG VANNINNHOOLD  
 — W<sub>L</sub> FLYTEGRENSE  
 W<sub>f</sub> — " — KONUSMETODE  
 — W<sub>p</sub> PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET  
 O<sub>Na</sub> = HUMUSINNHOOLD  
 O<sub>gl</sub> = GLØDETAP  
 ρ = DENSITET

▼ KONUSFORSØK  
 ▼ OMRØRT SKJÆRFASTHET  
 ○ TRYKKFORSØK  
 15-5 % DEFORMASJON VED BRUDD  
 + VINGEBORING  
 S<sub>t</sub> SENSITIVITET

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

## GEOTEKNISKE DATA

Primhus Bolig AS  
 Bolligutbygging Kyllø  
 Grunnundersøkelser

Boring nr.

Tegningens filnavn

4

Hull 4-10.dwg

Borplan nr.

-1

Boret dato:

18.10.2010



**MULTICONSULT AS**

Dato 17.11.2010

Tegnet truk

Kontrollert ROS

Godkjent OAA

Oppdragsnr.

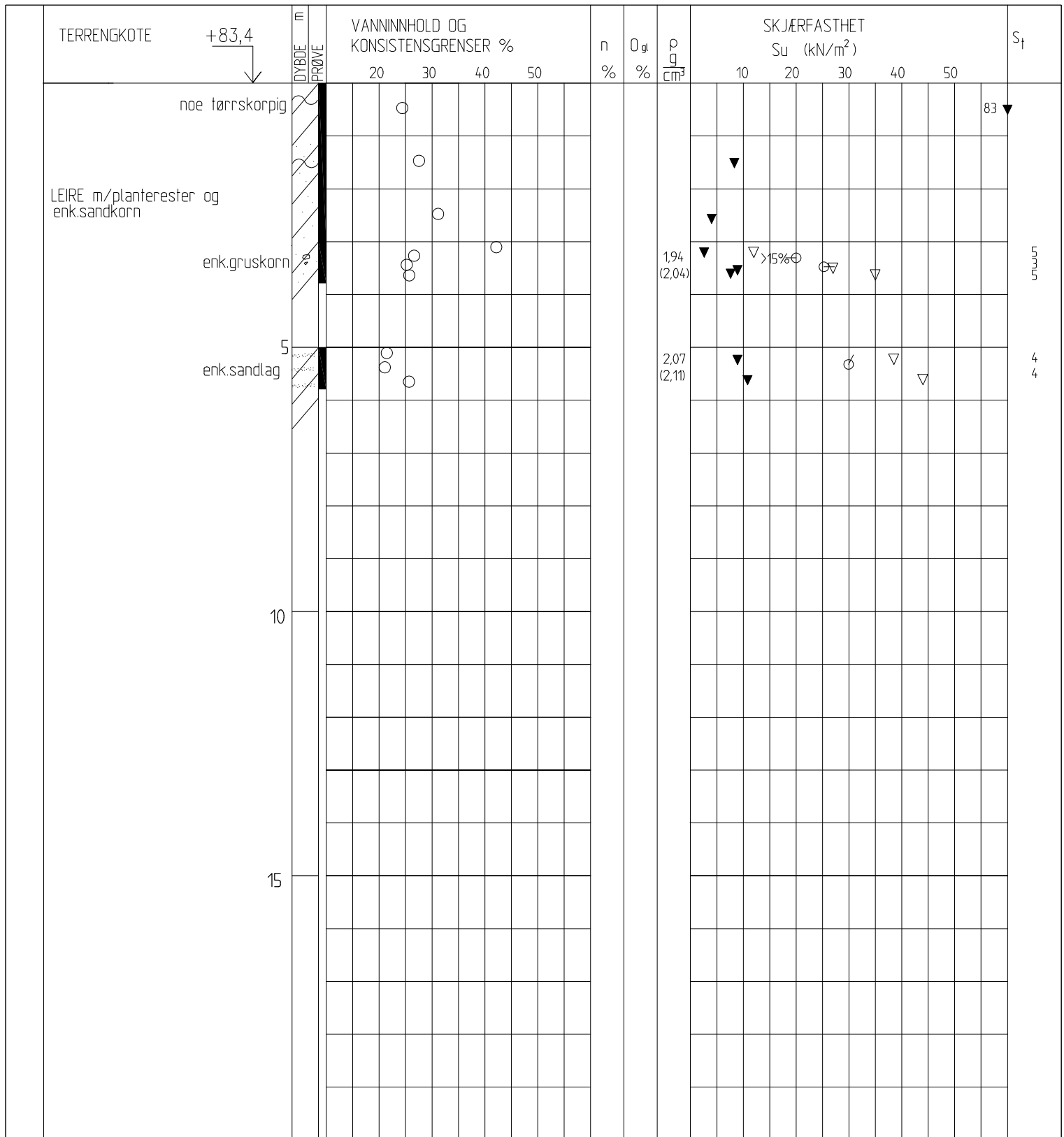
413904

Tegningsnr.

10

Rev.

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



PR = PRØVESERIE  
 SK = SKOVLEBORING  
 PG = PRØVEGROP  
 VB = VINGEBORING  
 BORBOK NR.: 26023  
 LAB.BOK NR.: 2069

○ NATURLIG VANNINNHold  
 — W<sub>L</sub> FLYTEGRENSE  
 W<sub>f</sub> — " — KONUSMETODE  
 — W<sub>p</sub> PLASTISITETSGRENSE


n = PORØSITET  
 O<sub>Na</sub> = HUMUSINNHold  
 O<sub>gl</sub> = GLØDETAP  
 ρ = DENSITET

▽ KONUSFORSØK  
 ▼ OMRØRT SKJÆRFESTHET  
 ○ TRYKKFORSØK  
 15-5 % DEFORMASJON VED BRUDD  
 + VINGEBORING  
 S<sub>t</sub> SENSITIVITET

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

## GEOTEKNISKE DATA

Primhus Bolig AS  
 Boligutbygging Kyllø  
 Grunnundersøkelser

Boring nr. 6	Tegningens filnavn Hull 6-11.dwg
Borplan nr. -1	
Boret dato: 18.10.2010	

**MULTICONSULT AS**

Dato 17.11.2010

Tegnet  
truk

Kontrollert  
RØS

Godkjent  
OAA

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

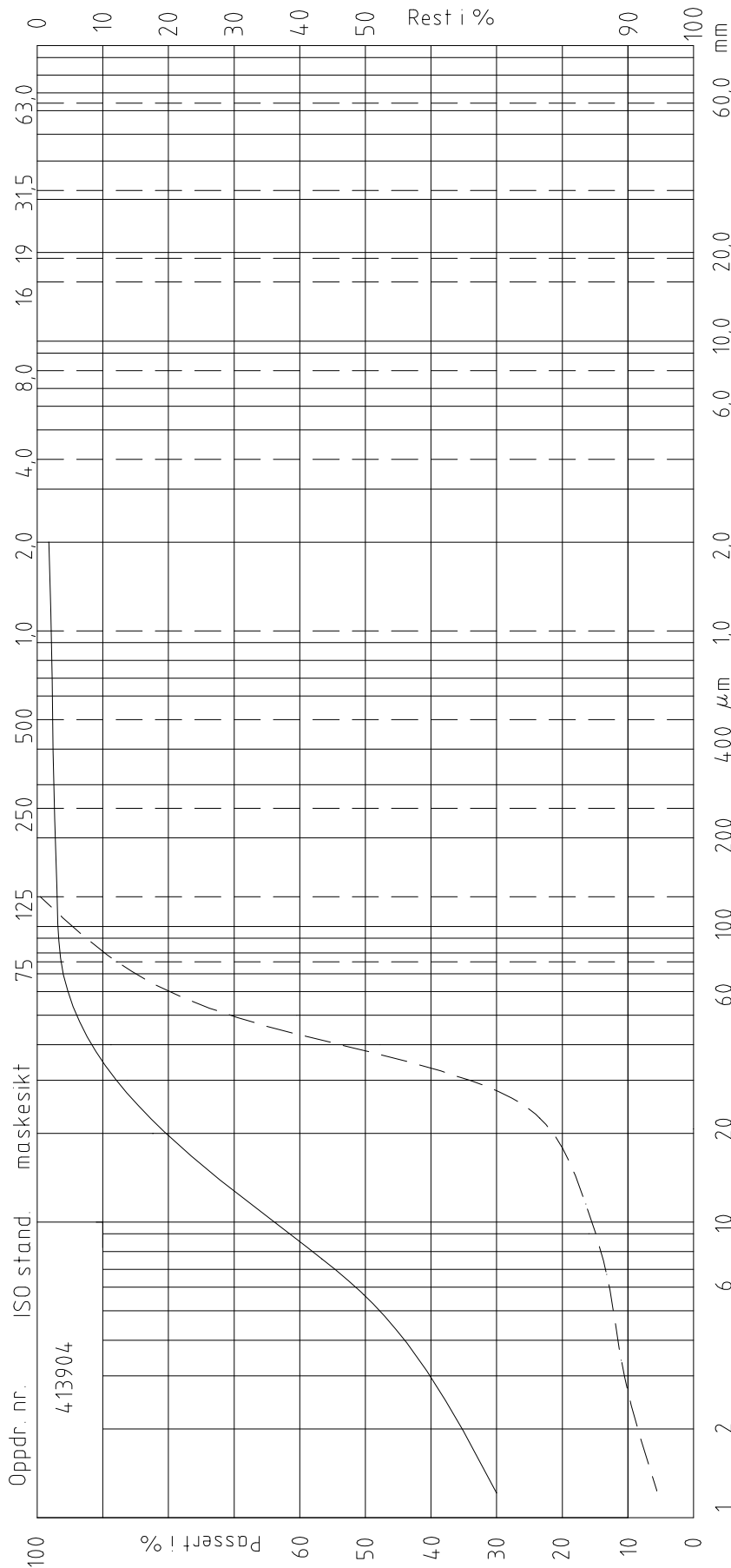
Oppdragsnr.  
413904

Tegningsnr.

11

Rev.

LEIR		SILT			SAND			GRUS			STEIN		
	FIN	MIDDELS	GROV			FIN	MIDDELS	GROV		FIN	MIDDELS	GROV	



Symb.	PR.seriennr	Dybde	Jordartsbetegnelse	Anmerkning	Metode	
					Terrisikt	Hydr. F.Drop Våt + Terr Sikt
	Hull 4	5,15 m	LEIRE	noe finsand		X
	Hull 4	5,38 m	SILT, leirig	noe finsand	X	X

# KORNGRADERING

Primahus Bolig AS  
Boligutbygging Kyllø

Boring nr.  
4

Borplan nr.  
-1

Boret dato:  
18.10.2010



**MULTICONSULT AS**

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

Dato 18.11.2010

Oppdragsnr.  
413904

Konstr./Tegnet  
truk

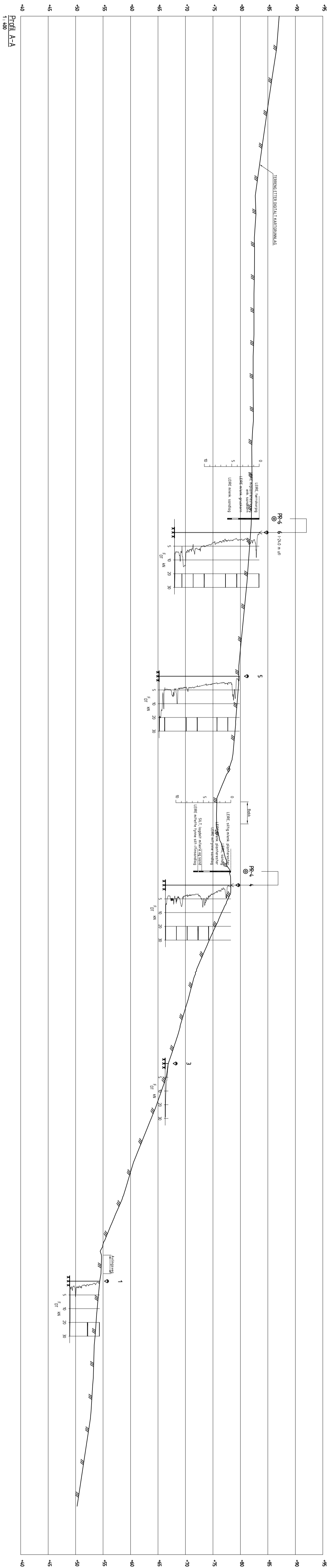
Tegningsnr.  
60

Kontrollert  
ROS

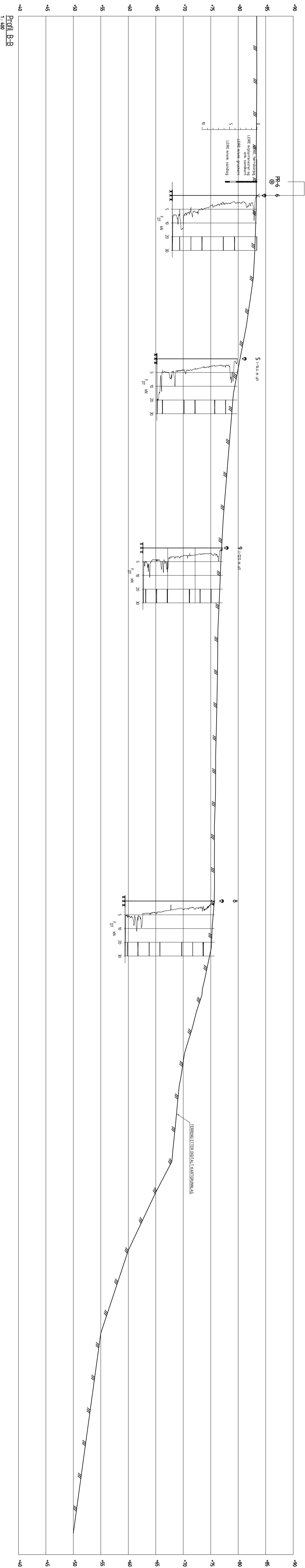
Godkjent  
OAA

Rev.





NO	REVISI	REVISI	REVISI	REVISI	REVISI
PRIMAHTUS BOQUE AS PRIMAHTUS BOQUE AS GRUNDLÄGGANDE ARBETEN GRUNDLÄGGANDE ARBETEN					
PROJEKT A-A PROJEKT A-A					
MULTICONSULT AS MULTICONSULT AS 413904			1:400 1:400 100		



NO	REVISI	REVISI	REVISI	REVISI	REVISI
PRIMAHTUS BOQUE AS PRIMAHTUS BOQUE AS GRUNDLÄGGANDE ARBETEN GRUNDLÄGGANDE ARBETEN					
PROJEKT B-B PROJEKT B-B					
MULTICONSULT AS MULTICONSULT AS 413904			1:400 1:400 101		



## VEDLEGG 1

**Tidligere grunnundersøkelser fra  
kvikkleirekartlegging i Stjørdal.**

**(5 sider)**



Kyllo: (670 mål)

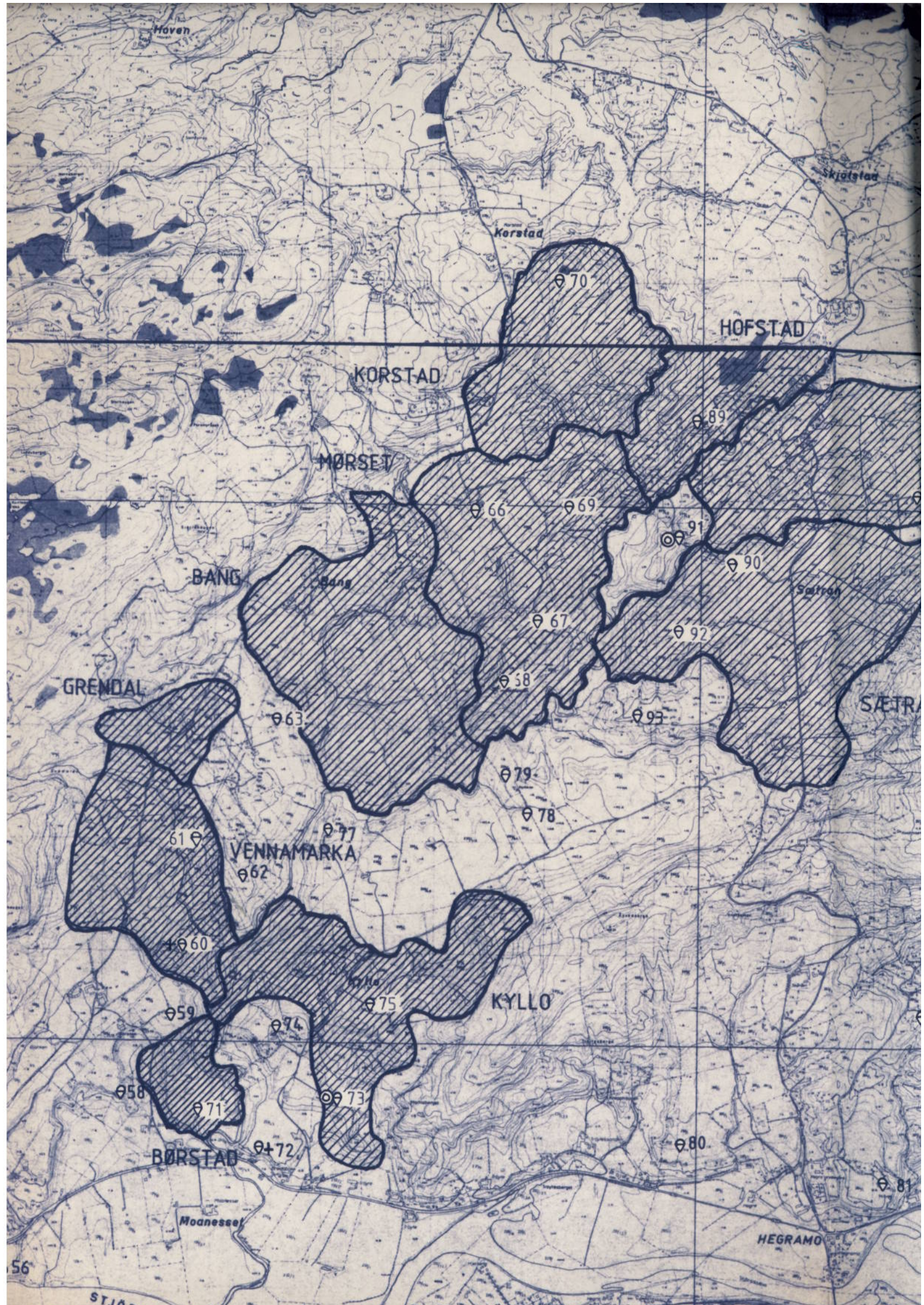
Koordinater: X 609800 - Y 17700

Vurderingsgrunnlag: Kvantærgeologisk kart, topografisk kart, befaring, dreie-trykksondering nr. 73 og 75, prøveserie nr. 73.

Området utgjør restene av et platå i et ravinert leirterreng like øst for Gråelva. Gamle skredgroper omgir platået på tre sider (nord, øst og vest) hvor skråningshøyden varierer mellom 15 m og 25 m. Gråelva har gravet seg ned i den vestre skredgropen slik at det i dag er ca. 15 m høy skråning fra elva og opp til bunnen av gropen.

Dreie-trykksondering nr. 75, i nordre del av området, indikerer kvikkleire fra 10 m til 22 m dybde. Forøvrig antas relativt homogen leire til 31 m dybde hvor boringen ble avsluttet. Prøveserie nr. 73 viser at det i søndre del av området er sensitiv (nesten kvikk) leire fra 9 m til 18 m dybde. Dreie-trykksonderingen indikerer at det her forøvrig er sand/ grusholdige masser ned til 5 m dybde og ellers homogen leire til 50,4 m dybde hvor boringen ble avsluttet.





Hoven

Skjotstad

Korstad

HOFSTAD

KORSTAD

MØRSET

BANG

Bang

Sattron

GRENDAL

SÆTRA

VENNAMARKA

KYLLO

BØRSTAD

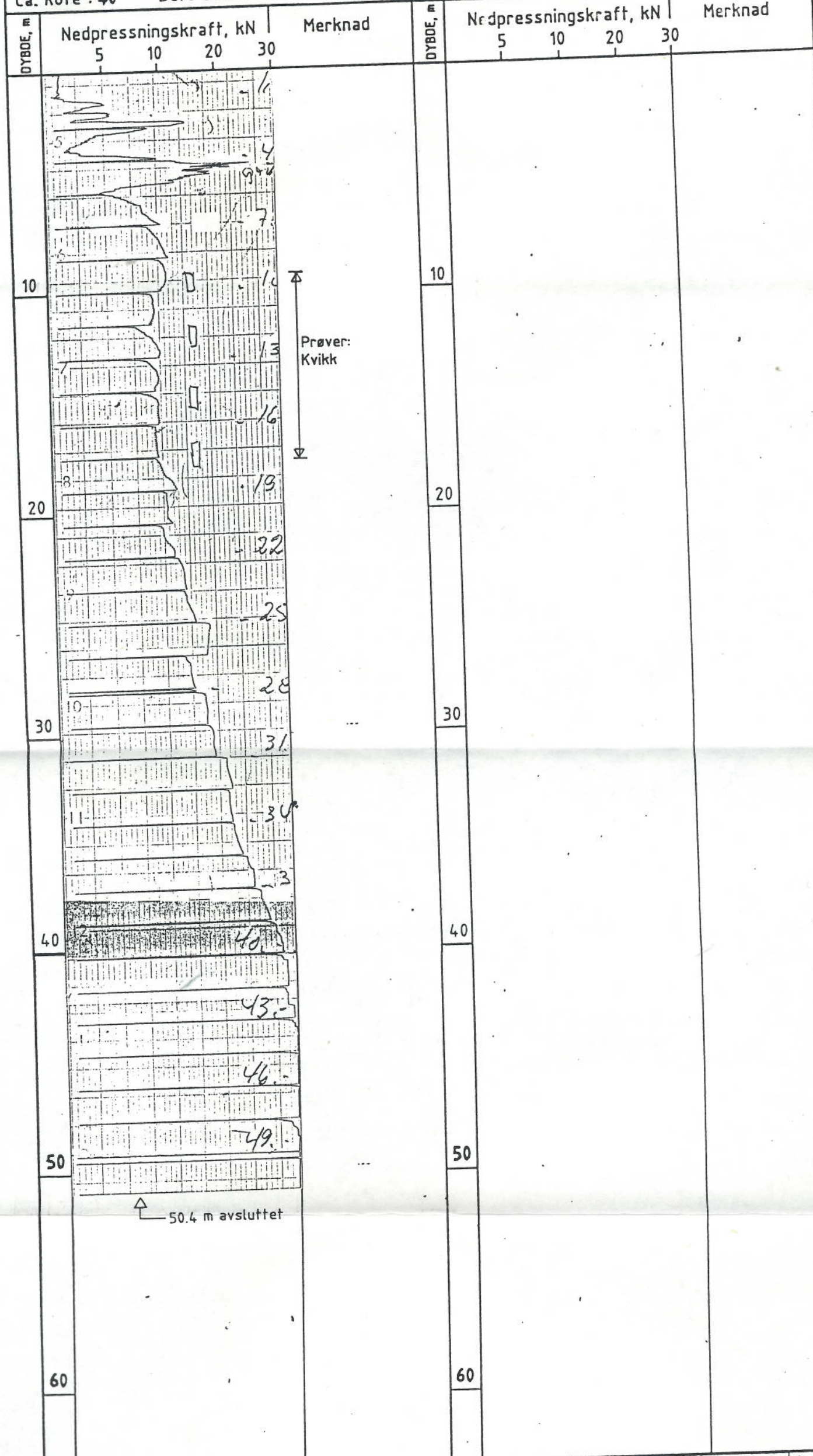
Moanesset


HEGRAMO



Hull nr : 73      Sted : Kyllø Nedre  
 Ca. kote : 40      Dato boret : 18.10.84

Hull nr :      Sted  
 Ca. kote :      Dato boret :

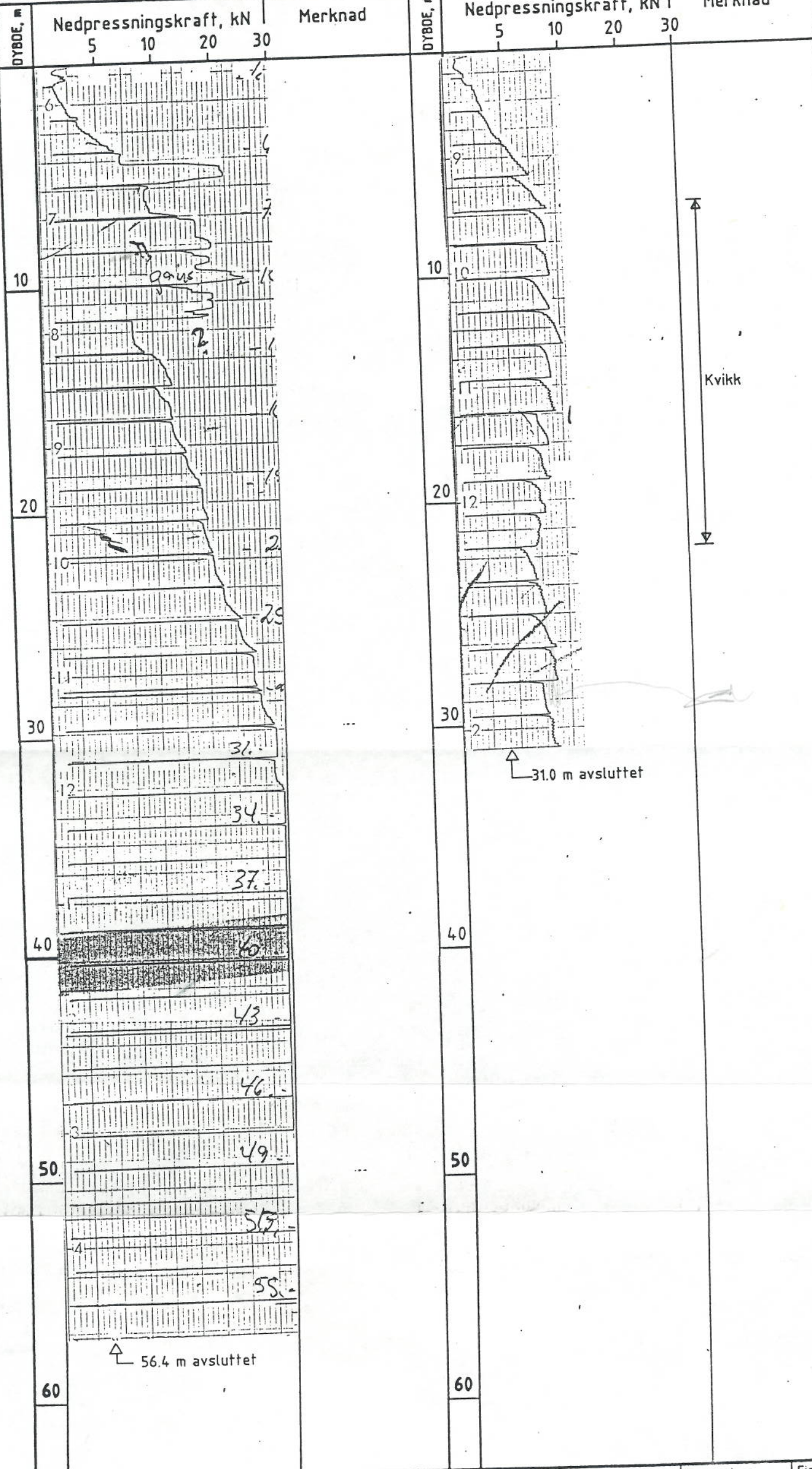


KARTLEGGING AV KVIKKLEIREOMRÅDER		Rapport nr 82033	Figur nr. 040
Kartblad Stjørdal 1621 I Dreietrykksonderinger M = 1:200		Tegner	Dato 16.06.88
		Godkjent ?	
		Kontrollert 9	


8910 01-87, 0098, 1. utgave 1. 8. 84



Hull nr : 74      Sted : Kyllø	Hull nr : 75      Sted : Kyllø
Ca. kote : 50      Dato boret : 18.10.84	Ca. kote : 60      Dato boret : 18.10.84



Kvikk

<p style="text-align: center;"><b>KARTLEGGING AV KVIKKLEIREOMRÅDER</b></p> <p>Kartblad Stjørdal 1621 I Dreietrykksonderinger M = 1 : 200</p>	Rapport nr <b>82033</b>	Figur nr. <b>041</b>
	Tegner	Dato <b>16.06.88</b>
	Godkjent <i>7</i>	 <b>NGI</b>
	Kontrollert <i>7</i>	

BOK 81-87. 2000. Lønnvall & J. J. I



Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold w, %				Total densitet $\rho_t/m^3$	Skjærstyrke $s_u$ , kN/m <sup>2</sup>					Sensi- tivitet $S_r$	
				10	20	30	40		10	20	30	40	50		
10	LEIRE, siltig		10					2.02							28 15
	sensitiv, noen få tynne siltlag		11					1.99							19 30
15	lagdelt		12					2.06							15 14
			13					2.03							16 13

### KARTLEGGING AV KVIKKLEIREOMRÅDER

Kartblad Stjørdal 1621I  
Borprofil

$w_L, w_p$  = flyte- og utrullingsgrense

- + vingebooring
- trykkforsøk
- ▽ konus

Hull. . . . . 73 . . . . .  
Terr. kote . . . . .  
Prøve  $\phi$ . 54 mm . . . . .

Dato  
16.06.88

Tegner

Godkjent

Kontrollert

Rapport nr. 82033



## VEDLEGG 2

### **Fotobilag**

**(3 sider)**



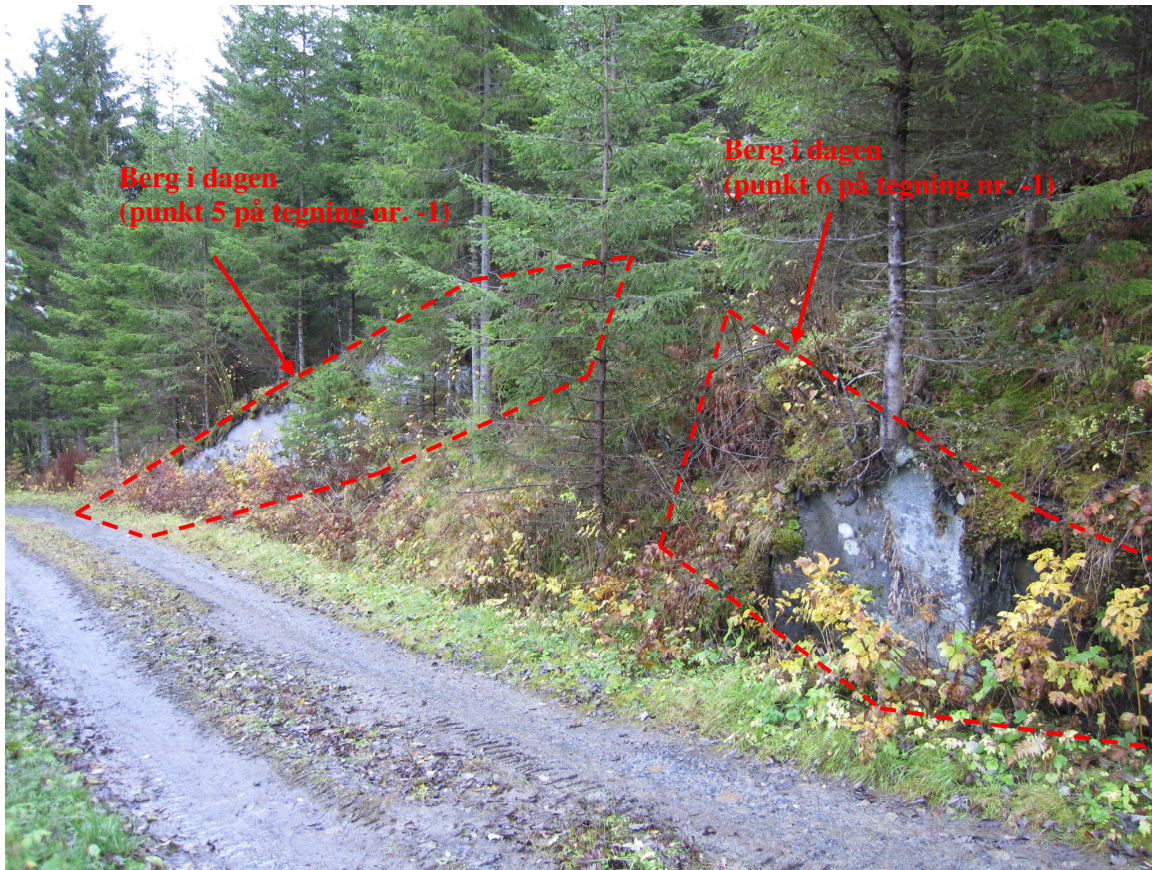


Bilde V2.1 Utbyggingsområde sett fra nord



Bilde V2.2 Utbyggingsområde sett fra nord





Bilde V2.3 *Berg i dagen langs avlingsveg*



Bilde V2.4 *Berg i dagen sørøst for utbyggingsområdet*





Bilde V2.5    Berg i dagen sør for utbyggingsområdet