

# Geoteknisk utredning

Oppdrag 20140402G

## Aune deponi, Klæbu

Gnr/bnr 17/1



Fylke: Sør Trøndelag	Kommune: Klæbu	Sted: 17/1, Aune	Oppdrag: 20140402G
Tiltakshaver Forset Grus			
Oppdrags giver: Forset grus, Ole Arild Haugum, <a href="mailto:ole.arild@forset.no">ole.arild@forset.no</a> mob. 926 77 444 Pro invenia, <a href="mailto:anne.berit.strom@proinvenia.no">anne.berit.strom@proinvenia.no</a> mob. 474 63 701			
Oppdrag formidlet av: Joakim Dørum			
Oppdragsreferanse: Joakim Dørum, <a href="mailto:jd@greenadvisers.no">jd@greenadvisers.no</a> mob.415 51 103			
Antall sider: 24	Tegn.nr. 101 - 116	Tillegg kartsymboler 117, 118	

Prosjekt-tittel:

Rapport tittel: Geoteknisk utredning, Aune Deponi

Oppdrag: 20140402G	Rapport: 01	Rev 02: 27.11.2015 Rev 03 : 07.07.2016	Dato: 11.07.2014	Kontr.: <i>Arnstein Vaslag   AV</i>
Oppdragsleder: Olav R Aarhaug, <a href="mailto:olav.r@geomidt.no">olav.r@geomidt.no</a> mob. 481 78 834			Utarbeidet av: Olav R Aarhaug / <i>Olav R Aarhaug</i>	

#### 0. SAMMENDRAG:

Aune deponi i Klæbu har vært benyttet til deponering av rene fyllmasser i en årrekke. Forset Grus AS planlegger nå en begrenset tilleggsfylling for deretter å arrondere og avslutte deponiet slik at det får bedre overflateavrenning og kan tas i bruk som nytt dyrkingsareal. Det planlegges å tilføre ca 13.000 m<sup>3</sup> nye masser.

Deponiet ligger på eiendommen Aune, gnr/bnr 17/1 i Klæbu kommune.

Skrednett.no / kvikkleire viser at området ligger i registrert kvikkleiresone 1099 Aunet, risikoklasse 2 (av 5) se tegning 115 - 116. Området grenser inn til risikoklasse 4 og 5. Det ble derfor foretatt grundige grunnundersøkelser. Det ble i april 2014 foretatt dreietrykksonderinger i fem punkter hvor fjell ble registrert i dybder fra ca 15 til 31 meter. Det ble tatt opp og analysert 4 uforstyrrede sylinderprøver ned til dybde på ca 4 meter i to punkter, se borplan, tegning 103 og profiler tegning 104 -107.

Grunnundersøkelsene og rutinelab av opptatte prøver fra kritiske borpunkter viser siltig leire / fast leire over fjell.

Skjærstyrkeundersøkelse viser middels fast til fast leire med uomrørt skjærstyrke  $s_u$  fra 40 – 80 kPa. Omrørt skjærstyrke  $s_r$  varierer fra 3 – 50 kPa. Leira i øvre del av området er lite til middels sensitiv.

Planlagt ekstra oppfyllingsgrad er relativt beskjeden, (0 – 3 meter) i forhold til allerede oppfylte masser i området, se profileringer, tegning 104 – 107.

#### Tilleggsundersøkelser:

I uke 47/2015 ble tre nye punkter i nedre del av området mot Sunndalen testet, BP 6, 7 og 8. I uke 23/2016 ble nye prøver tatt til dybde 14,8 meter i BP7, tegning 110. resultater presentert på tegning 111 – 114

Kvikkleire er påvist i prøver fra dybde 11 og 14 meter i borpunkt 7. Her er uomrørt skjærfasthet  $s_u = 50$  kPa. Omrørt skjærfasthet  $s_r = 0.1$  kPa.

Utfyllende vurderinger og kommentarer på side 4 -6.

#### Konklusjon

Grunnundersøkelsene viser at løsmassene i området består av leire, middels fast til fast, ned til fjell i dybde 15-30 m under terreng. Det er registrert kvikkleire i punkt 7 fra dybde 11 m under terreng. Sondringen tyder på sensitiv og mulig kvikk leire i flere av borpunktene.

Oppfyllingen av området har gjennomgående bedret stabiliteten. Den kritiske problemstillingen er knyttet til stabiliteten ut mot Sunndalen i sør-vest. Stabilitetsberegningen viser tilfredsstillende stabilitet for dagens situasjon. For å sikre tilfredsstillende sikkerhet er det avgjørende at det sikres mot inngrep eller erosjon som kan utløse initialskred i området ut mot Sunndalen.

*Olav R*

<b>INNHold</b>	<b>side</b>
0. SAMMENDRAG	2
1. INNLEDNING	4
1.1 Prosjektet	4
1.2 Oppdrag	4
1.3 Innhold	4
2. UTFØRTE UNDERSØKELSER	4
2.1 Feltundersøkelsene	4
Innmåling av borpunkter	4
2.2 Laboratorieundersøkelser	4
2.3 Resultater	4
3. GRUNNFORHOLD	4
3.1 Terreng/ topografi	4
3.2 Karakteristiske egenskaper	5
4. GEOTEKNISK VURDERING	5
4.0 Generell vurdering	5
4.1 Geotekniske problemstillinger	5
4.2 Geoteknisk stabilitet	5
5. KONKLUSJONER	5
6. FAREGRADSEVALUERING	6

**TEGNINGER**

<b>Tegng nr</b>	<b>/</b>	<b>Tittel</b>	<b>Målestokk</b>	<b>side</b>
101		Oversiktskart, Klæbu kommune	1: 250.000	7
102		Område Aune deponi	1: 30.000	8
103		Situasjonsplan, Aune deponi m/borplan	1: 4.000	9
104		Borprofil 400, borpunkt 1, DTR	1: 500	10
105		Borprofil 500, borpunkt 2, DTR og prøveserie	1: 500	11
106		Borprofil 550, borpunkt 3 og 4, DTR og prøveserie	1: 500	12
107		Borprofil 150, borpunkt 5, DTR	1: 500	13
108		Borprofil, borpunkt 2 med rutineundersøkelse og DTR	1: 250	14
109		Borprofil, borpunkt 4 med rutineundersøkelse og DTR	1: 250	15
110		Nye boringer, november 2015, BP6, 7 og 8	1:2000	16
111		Profilering A-B og C-D, borprofil BP 6, 7 og 8	1:250	17
112		Borprofil BP7	1:250	18
113		Lab BP7		19
114		Stabilitetsberegning profil A-B og C-D fra tegning 110	1:1.250	20
115		Kvikkleirekart fra <i>skrednett.no</i> , område Klæbu	1:35.000	21
116		Kvikkleiresone 1099 Aunet	1: 7.500	22
117/				
118	Symbolbruk	Felt og Lab		23 – 24



## **1. INNLEDNING**

### **1.1 Prosjektet**

Aune deponi i Klæbu har vært benyttet for deponering av rene fyllmasser i en årrekke. Forset Grus AS planlegger nå en begrenset tilleggsfylling for deretter å arrondere og avslutte deponiet, slik at dette får bedre overflateavrenning og kan tas i bruk som nytt dyrkingsareal. Det er planlagt å tilføre i størrelsesorden 13.000 m<sup>3</sup> masser. Deponiet ligger på eiendommen gnr/bnr 17/1 i Klæbu kommune. Området er vist på situasjonskart/planutkast tegning nr. 102 – 103.

Området ligger innenfor registrert kvikkleirefaresone ”1099 Aunet” i henhold til NGI’s kartlegging, og er gitt ”faregrad høy” og risikoklasse 2 (av 5). Det grenser også inn mot områder med risikoklasse 4 og 5. Se vedlagte tegning nr. 115 og 116. Det har derfor vært nødvendig å gjennomføre forholdsvis omfattende geotekniske undersøkelser, for å kunne dokumentere områdestabilitet og sikkerhet mot utrasing i henhold til TEK 10, kap. 7 og NVE’s veileder 07/14.

### **1.2 Oppdraget**

GeoMidt AS har hatt i oppdrag å foreta geotekniske undersøkelser i felt og laboratorium, og på det grunnlag gjøre en vurdering av stabiliteten i området.

### **1.3 Innhold**

Rapporten presenterer i tekst og tegninger resultatene fra felt- og laboratorieundersøkelsene, og gir en vurdering av sikkerheten i området.

## **2. UTFØRTE UNDERSØKELSER**

### **2.1 Feltundersøkelsene**

Feltarbeidet ble utført hhv i uke 18/2014, uke 47/2015 og uke 23/2016. Det er foretatt dreietrykkssonderinger i 8 punkter, og tatt opp uforstyrrede sylinderprøver i tre borpunkter. Borplan er presentert på tegning nr. 103 og 110.

### **2.2 Laboratorieundersøkelsene**

Prøvene ble analysert på geoteknisk laboratorium ved HIST.

### **2.3 Resultater**

Resultatene fra felt- og laboratorieundersøkelsene er vist på tegning nr. 104-109 og 111-114. Disse viser 15-31 m tykk avsetning av siltig leire / fast leire over fjell i store deler av området. Lengst i sørvest mot bekkedalen Sunndalen er leira bløtere, og laboratorieundersøkelsene av prøver fra borpunkt nr. 7 viser generelt lav omrørt skjærfasthet. Kvikkleire er påvist for prøver fra hhv 11 og 14 m dybde. Sonderingene tyder også på at det kan være kvikkleire i dybden i flere av de øvrige sonderingspunktene.

## **3. GRUNNFORHOLD**

### **3.1 Terrenget / topografien**

Terrenget er et ca. 650 m langt dalsøkk som går i retning VSV fra kote 148 ved Aune Gård / FV 885 i øst til bekkedal, Sunndalen i vest, kote 106 ved profil 0 tegning 103, en gjennomsnittlig helning på 1:15 (eller ca. 4 grader). Sunndalen er senere oppfylt til ca. kote 113, se tegning 110, og er dermed stabilisert i forhold til opprinnelig terreng.



### 3.2 Karakteristiske egenskaper

Løsmassene består gjennomgående av leire, 15-30 m tykkelse, ned til fjell. Leira er gjennomgående middels til meget fast. uomrørt skjærstyrke fra opptatte prøver varierer mellom 40-80 kPa. I punkt 7 er det funnet kvikkleire, med omrørt skjærstyrke lavere enn 0,5 kPa, i dybde 11 og 14 m. Ut fra sonderingene er det antatt at det er kvikkleire i dybde 9-20 m i dette området. Sonderingene kan tyde på at det er sensitiv og mulig kvikk leire i dybden i flere av punktene (BP1, BP2, BP3, BP4, BP7).

## 4. GEOLOGISK / GEOTEKNISK VURDERING

### 4.0 Geotekniske vurderinger

Vurderingene er gjort i henhold til TEK 10 og NS-EN 1997-1.

Faregrad er bestemt ut fra NVEs Kvikkleireveileder 7/2014, se vedlagte tabell. Faregradsklasse bedømmes ut fra dette som lav.

Pålitelighetsklasse bestemmes i henhold til NS-EN 1990: 2002+NA:2008 – Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner, Tabell NA.A.1 (901). Siden tiltaket ligger i et område som er rapportert å kunne være sensitivt, plasseres det i Pålitelighetsklasse 2, selv om det ut fra lav fareklasse (ovenfor) burde ha kunnet plasseres i Pålitelighetsklasse 1. Pålitelighetsklasse 2 medfører Kontrollklasse N (Normal kontroll).

Tiltaket plasseres i Tiltaksklasse 2 i henhold til Veiledning om byggesak paragraf 9-4. Tiltaksklasse 2 medfører krav om uavhengig kontroll.

Det plasseres videre i Geoteknikk kategori 2 (som har krav til kvantitative geotekniske data og analyse), samt Tiltakskategori 1 (ut fra at tiltaket ikke vil forverre dagens situasjon).

### 4.1 Geotekniske problemstillinger

Oppfyllingen av i hoveddelen av området har en stabiliserende effekt i og med at det reduserer høydeforskjellene. Den kritiske problemstillingen er derfor knyttet til avslutningen av fyllingsområdet ut mot Sunndalen i sør-vest.

### 4.2 Geoteknikk stabilitet

Det er foretatt stabilitetsberegninger i to profiler i SV – ut mot Sunndalen. Profilene er vist på tegning nr. 110 og beregningsresultatene på tegning nr. 114. Se også geotekniske data (felt og laboratorie) på tegning 112 og 113.

Stabilitetsberegningene viser tilfredsstillende stabilitet for dagens situasjon.

## 5. KONKLUSJONER

Grunnundersøkelsene viser at løsmassene i området består av leire, middels fast til fast, ned til fjell i dybde 15-30 m under terreng. Det er registrert kvikkleire i punkt 7 fra dybde 11 m under terreng. Sonderingen tyder på sensitiv og mulig kvikk leire i flere av borpunktene.

Oppfyllingen av området har gjennomgående bedret stabiliteten. Den kritiske problemstillingen er knyttet til stabiliteten ut mot Sunndalen i sør-vest. Stabilitetsberegningen viser tilfredsstillende stabilitet for dagens situasjon. For å sikre tilfredsstillende sikkerhet er det avgjørende at det sikres mot inngrep eller erosjon som kan utløse initialskred i området ut mot Sunndalen.

## 6. FAREGRADSEVALUERING

Tabell for evaluering av faregrad etter NVEs kvikkleireveileder 7/2014. 0 - 17 poeng gir lav faregrad, 18 – 25 p middels

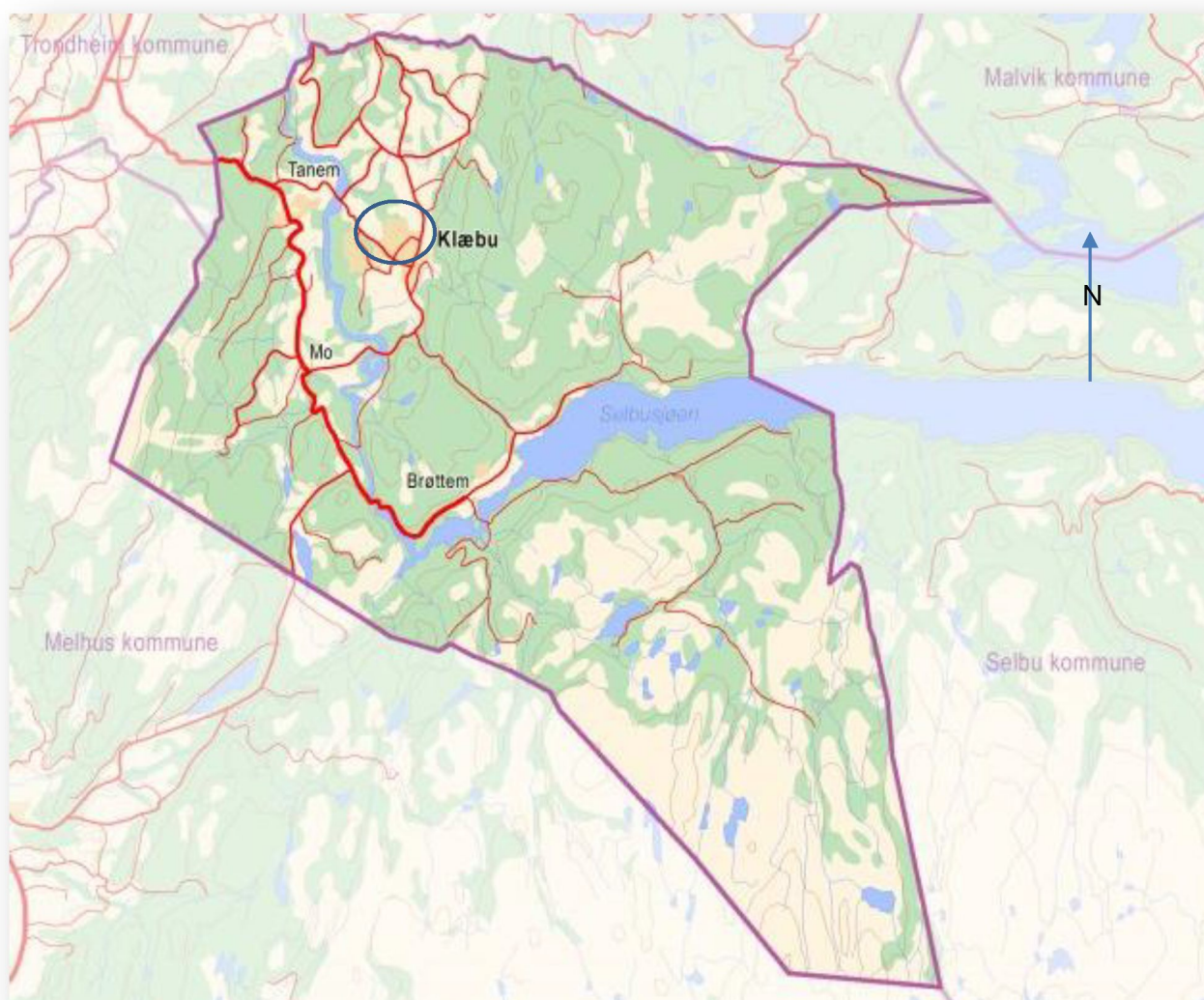
Faktorer	Vekttall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20–30	15–20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0–1,2	1,2–1,5	1,5–2,0	>2,0
Poretrykk. Overtrykk, kPa:	3	> +30	10–30	0–10	Hydrostatisk
Undertrykk, kPa:	-3	> -50	-(20–50)	-(0–20)	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2–H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30–100	20–30	<20
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen
Inngrep: Forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	
Sum		51	34	17	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad / vurdering
Tidligere skredaktivitet	1	0	0	Ingen registrerte
Skråningshøyde, meter	2	1	2	Maks ca 15 meter mot Sunndalan tegning 114
Tidligere / nåværende terrengnivå (OCR)	2	2	4	Basert på tolking av utførte forsøker OCR i kritisk fall = 1,3
Poretrykk. Overtrykk kPa / Undertrykk kPa	3 / -3	0	0	Det antas hydrostatisk poretrykk, ingen momentan pålasting eller massefortrengende pøling.
Kvikkleiremektighet	2	2	4	Ikke registrert, men i kritisk fall halve skråningshøyden
Sensitivitet	1	1	1	S <sub>t</sub> er maks målt til 27 i bunn kritisk punkt BP7.
Erosjon	3	0	0	Ingen registrert erosjon
Inngrep; Forverring / Forbedring	3 / -3	1	3	I kritisk fall settes liten forverring
<b>Poengverdi</b>			<b>14</b>	<b>= faregradsklasse lav.</b>

Evaluering av faregrad, prosjekt 20140402G, Aune Deponi

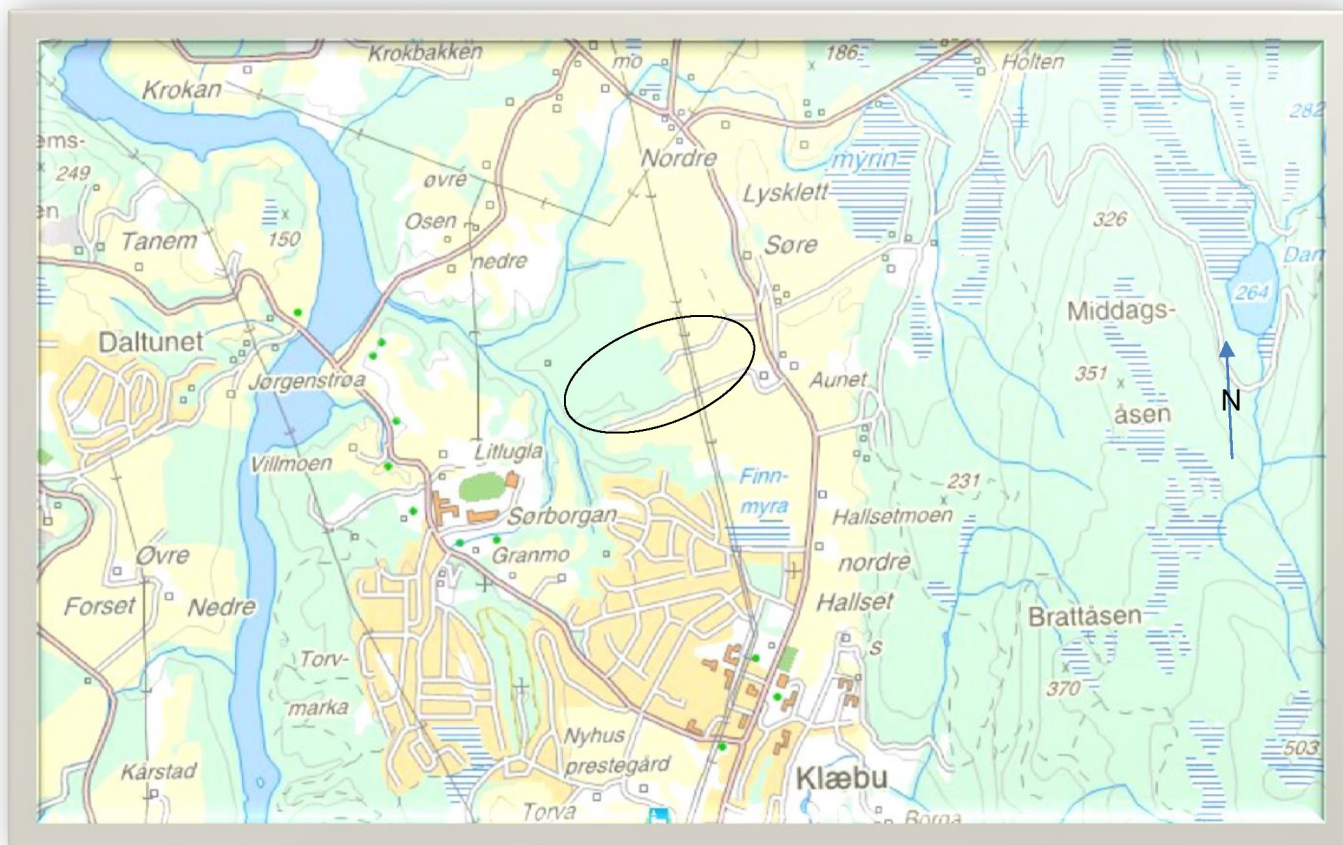
*Olav R*

Olav R Aarhaug  
GeoMidt AS den 07.07.2016



Oversikt 1, Klæbu kommune		Oppdrag 20140402G
Innringet: Område Aune (deponi)	Prosjekt Aune Deponi	Mål 1:250.000
Gnr/bnr 17/1 Klæbu kommune		Dato / sign 27.06.2014   <i>Olav R</i>





Oversikt 2, Utsnitt av Klæbu kommune Innringet: Område Aune (deponi) Se Situasjonsplan /Planutkast tegning 103		Oppdrag <b>20140402G</b>
Innringet: Regulert oppfylingsområde, tegning 103	Prosjekt Aune Deponi	Mål 1:30.000
Gnr/bnr 17/1 Klæbu kommune		Dato / sign 11.07.2014   <i>Olav R</i>

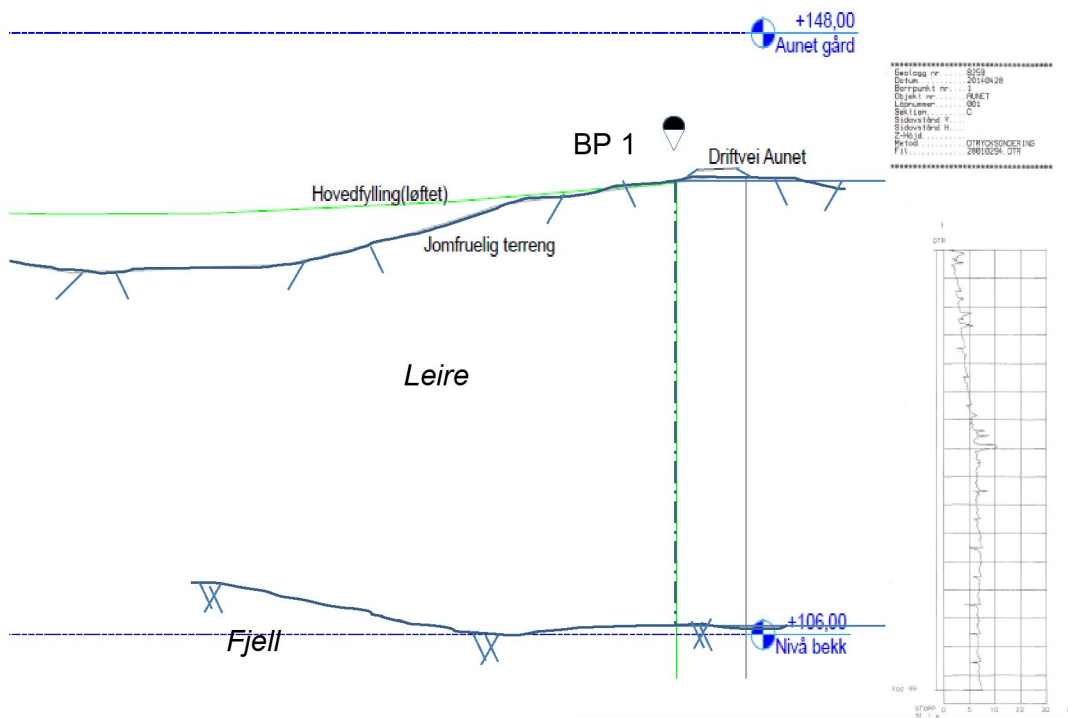

**Fargekoder:**

**Grønn:** Regulert område.

**Brun:** Område tidligere regulert fylling samt utvidelse (lys brun) for å få oppnå planens intensjon om landbruksareal.

<b>Situasjonsplan /Planutkast</b> Aune deponi med borplan Profiler vist på tegning 104 - 107		Oppdrag <b>20140402G</b>
Regulert område med fargekoder	Prosjekt Aune Deponi	Mål 1:4.000
Gnr/bnr 17/1 Klæbu kommune	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">●</span> Borpunkter</li> <li><span style="color: black;">●</span> Dreietrykksonderinger, DTR, 8x</li> <li><span style="color: black;">⊙</span> Prøveserier, borpkt 2, 4 og 7</li> </ul>	Dato / sign 11.07.2014 / 27.11.2015 <i>Olav R</i>






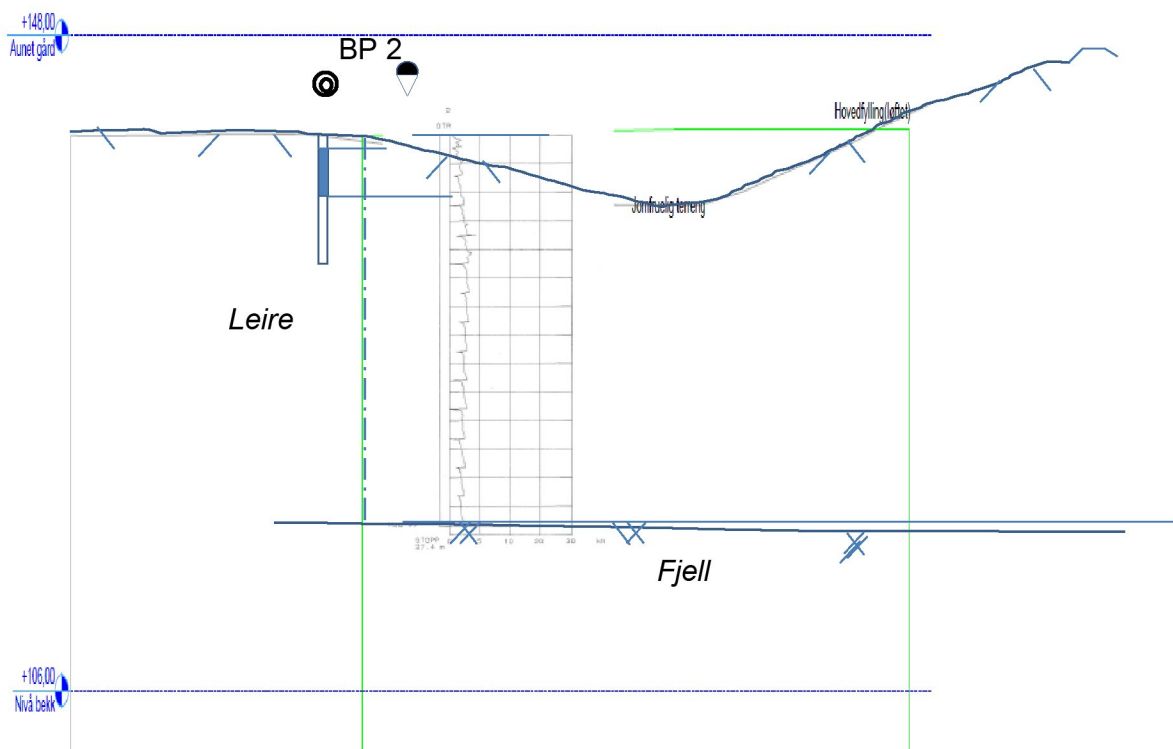
**Profil 400**, Borpunkt 1 kote 138.

Fjellldybde 31,1 m, fjell kote 107.



Profil 400 Aune deponi, Klæbu Se situasjonsplan tegning 103		Oppdrag 20140402G	
	Prosjekt Aune deponi	Mål: HM: 1:500	
Gnr/bnr 17/1 Klæbu kommune	 Dreietrykkssondering, DTR  Georigg Geotech 605D Datalogg Geologg 8259	Dato / sign 11.07.2014   <i>Olav R</i>	

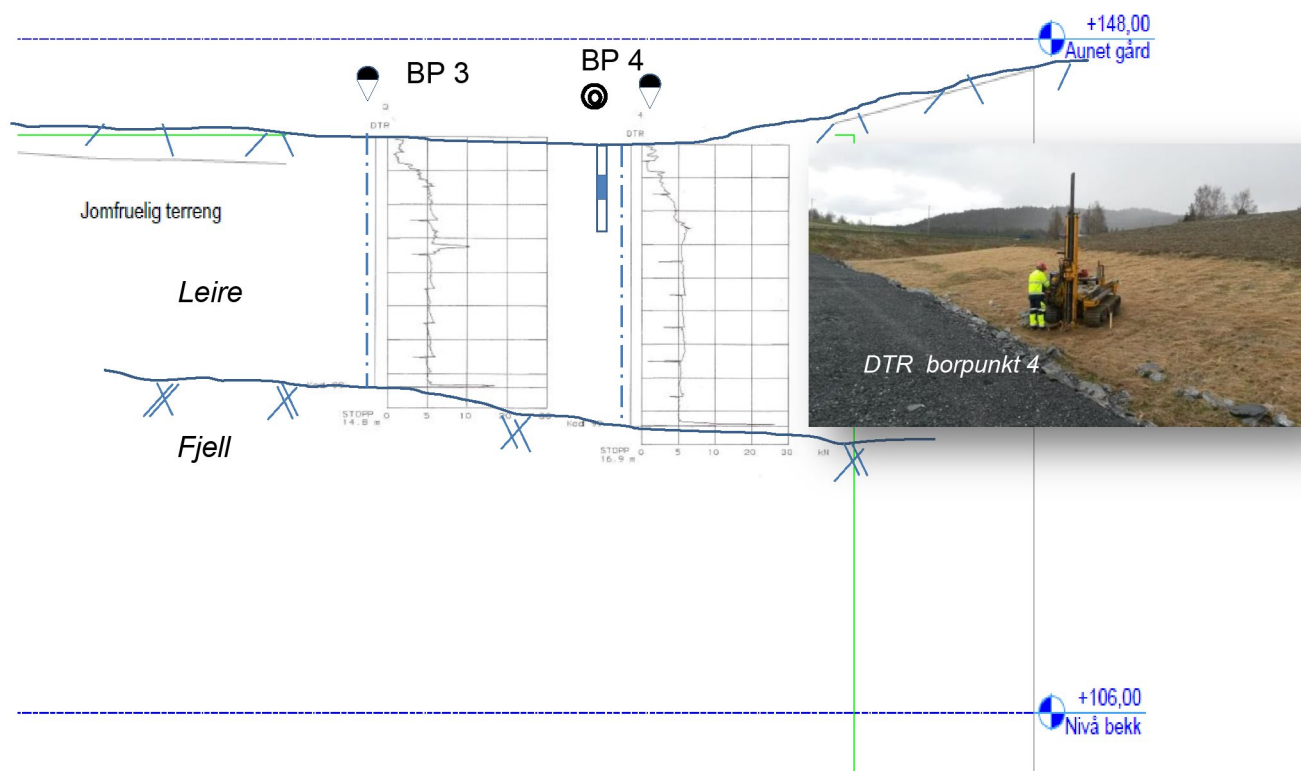




**Profil 500**, Bopunkt 2 kote 140.

Fjelldybde 27,4 m, kote 113, prøveserie fra 1 – 4 meter

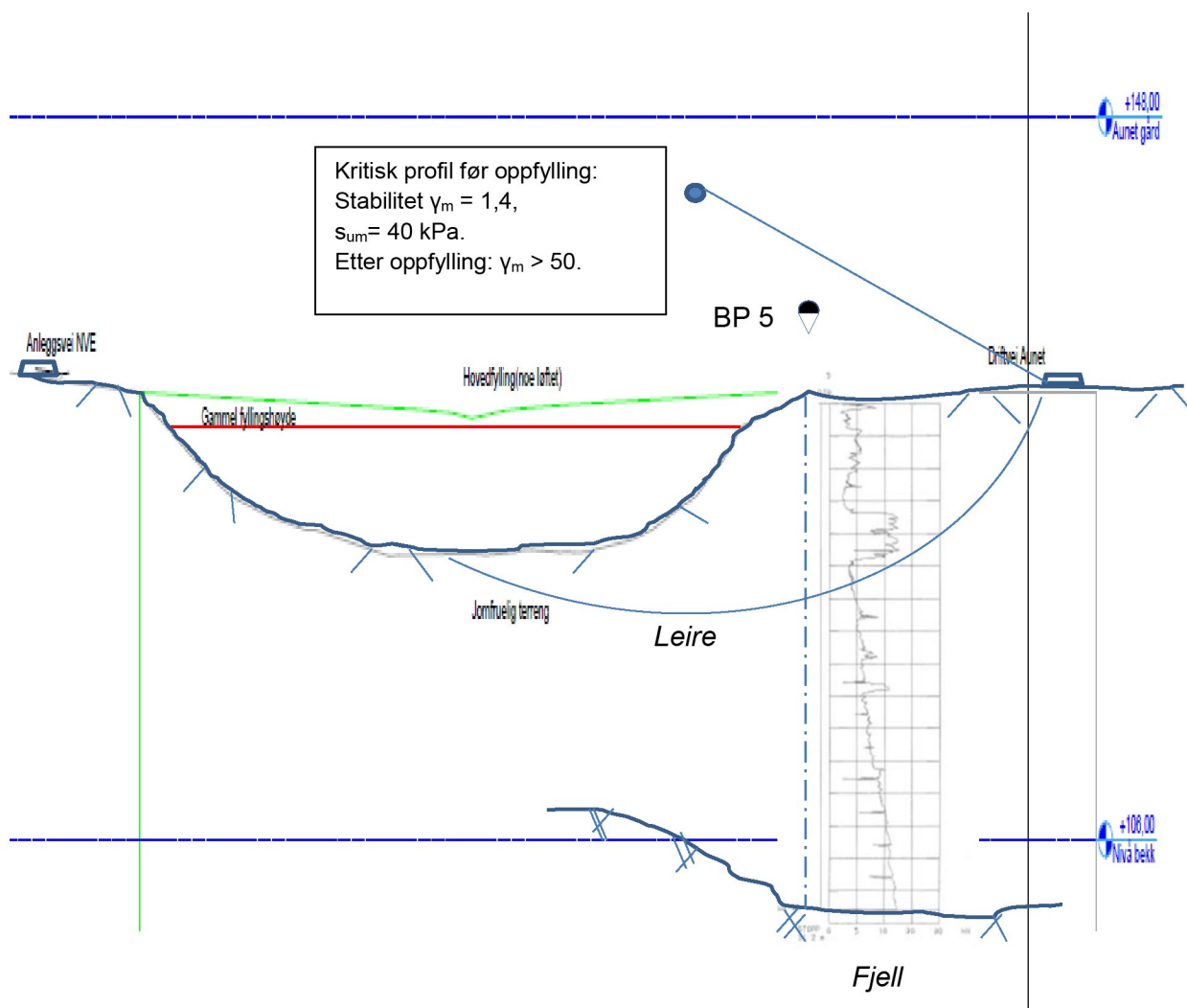
Profil 500 Aune deponi, Klæbu Se situasjonsplan tegning 103		Oppdrag 20140402G	
		Prosjekt Aune deponi	Mål: HM: 1:500
Gnr/bnr 17/1 Klæbu kommune	 Dreietrykkssondering, DTR  Prøveserie 54 mm Georigg Geotech 605D Datalogg Geologg 8259	Dato / sign 11.07.2014   <i>Olav R</i>	



**Profil 550**, Borpunkt 3 kote 141, fjelldybde 14,8 m

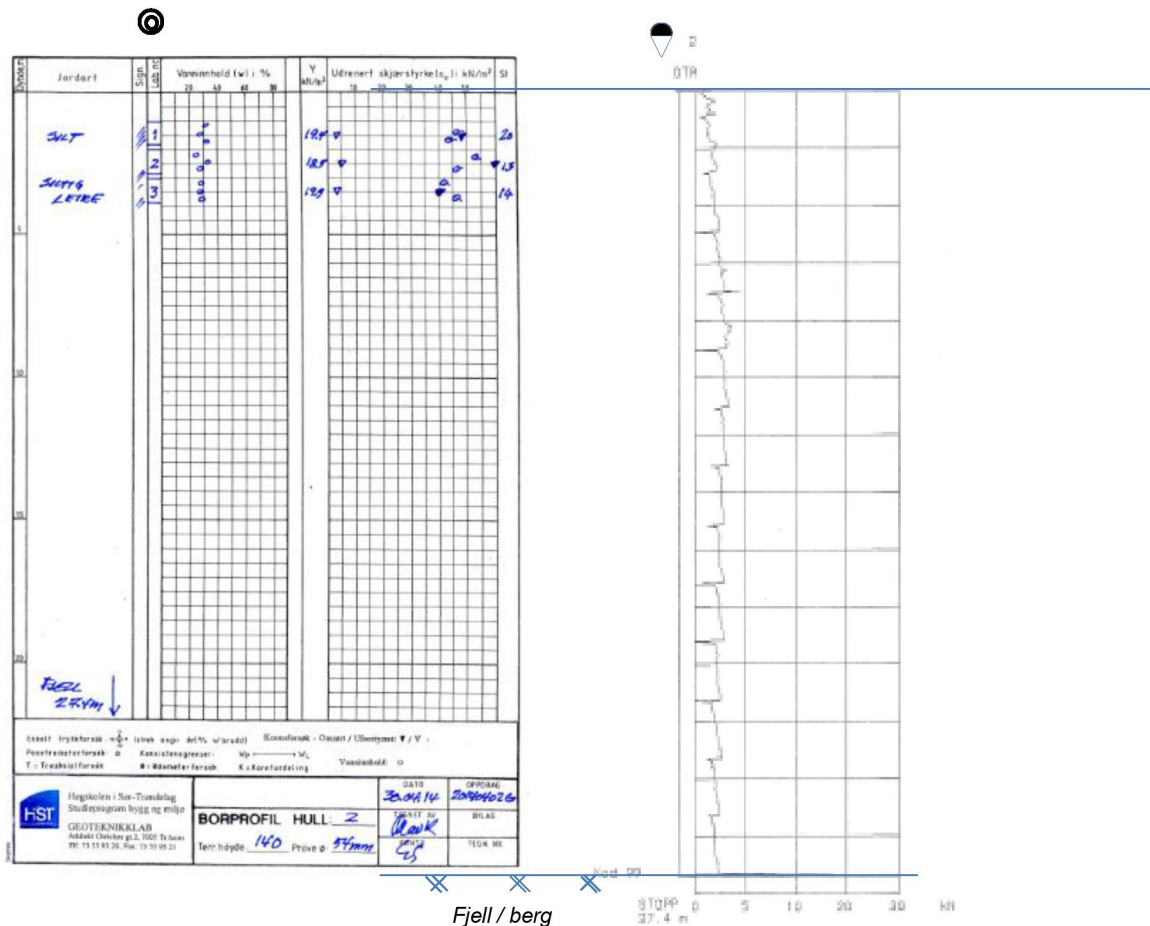
Borpunkt 4 kote 138, fjelldybde 16,9 m, prøveserie fra 2 – 3 meter



Profil 550 Aune deponi, Klæbu Se situasjonsplan tegning 103		Oppdrag 20140402G
	Prosjekt Aune deponi	Mål: HM: 1: 500 LM: 1: 1.000
Gnr/bnr 17/1 Klæbu kommune	▽ Dreietrykksonderinger, DTR ⊙ ▮ Prøveserie 54 mm Georigg Geotech 605D Datalogg Geologg 8259	Dato / sign 11.07.2014   <i>Olav R</i>

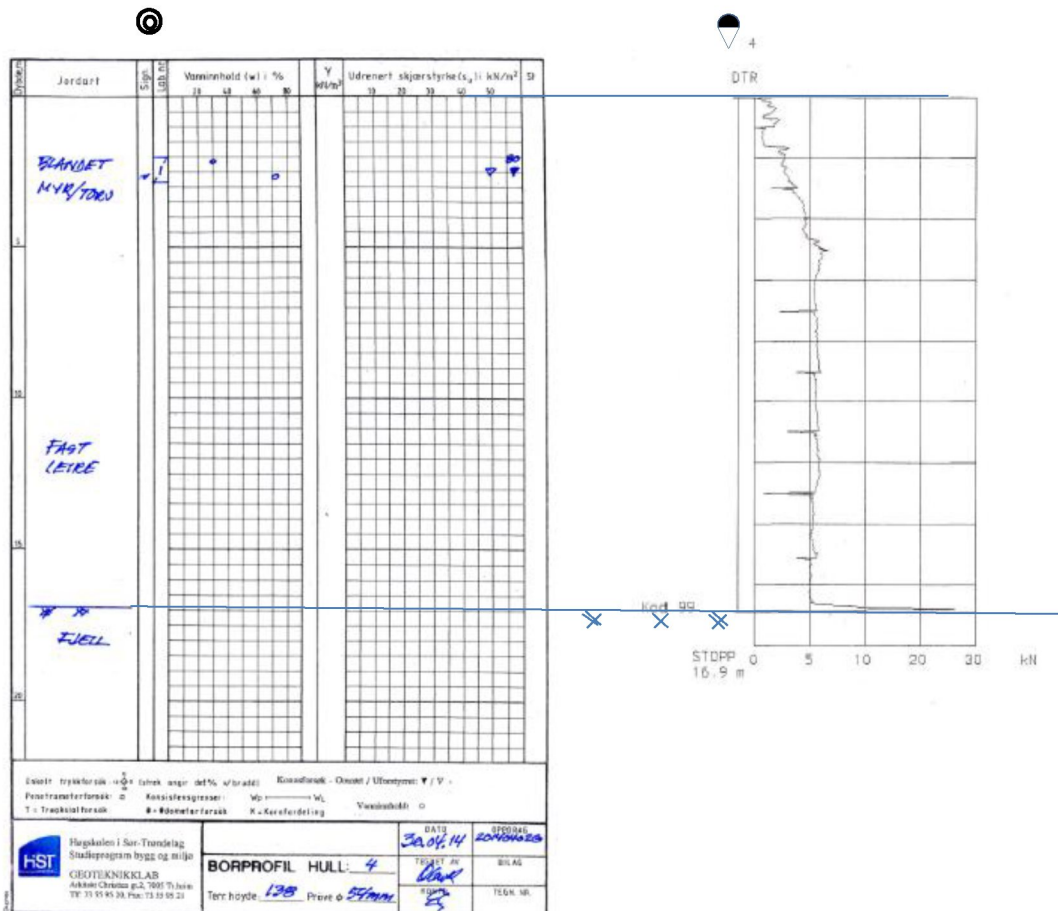

**Profil 150, Borpunkt 5**
**Terreng kote 131, fjelldybde 31,2 m, Fjell kote 100.**



Profil 150 Aune deponi, Klæbu Se plassering, situasjonsplan tegning 103		Oppdrag 20140402G	
Stabilitetstest i mest kritisk profil.	Prosjekt Aune deponi	Mål: HM: 1:500 LM: 1: 1.000	
Gnr/bnr 17/1 Klæbu kommune	Dreietrykksondering, DTR  Georigg Geotech 605D Datalogg Geologg 8259	Dato / sign 11.07.2014   <i>Olav R</i>	

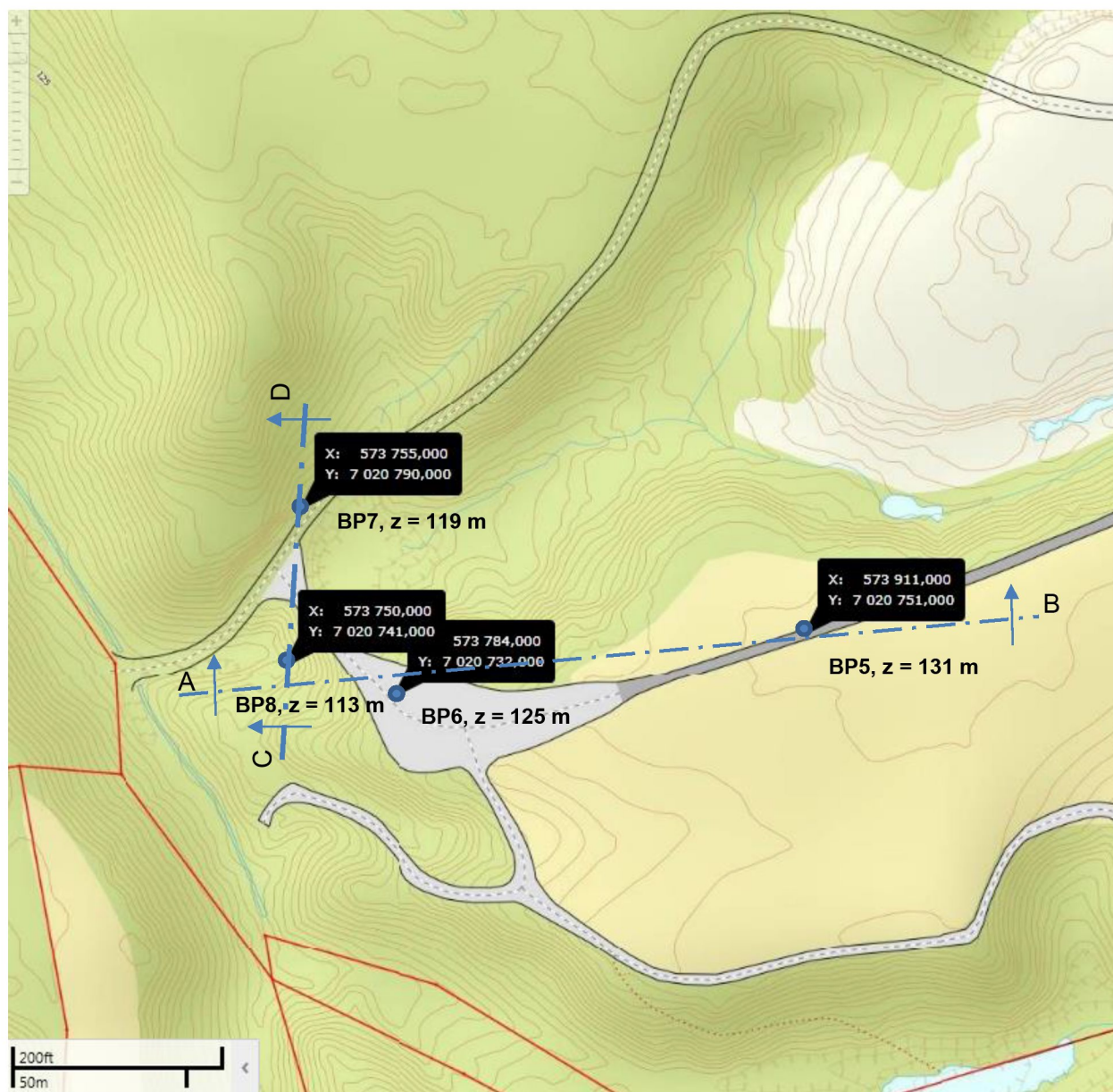








Borprofil, borpunkt 2 med dreietrykksondering,  DTR til 27,4 meter og prøveserie  Se plassering tegning103		Oppdrag 20140402G
	Prosjekt Aune deponi	Mål = 1:250
Gnr/bnr 17/1 Klæbu kommune	Georgig Geotech 605 D Datalogg Geologg 8259	Dato / sign 11.07.2014   Olav R

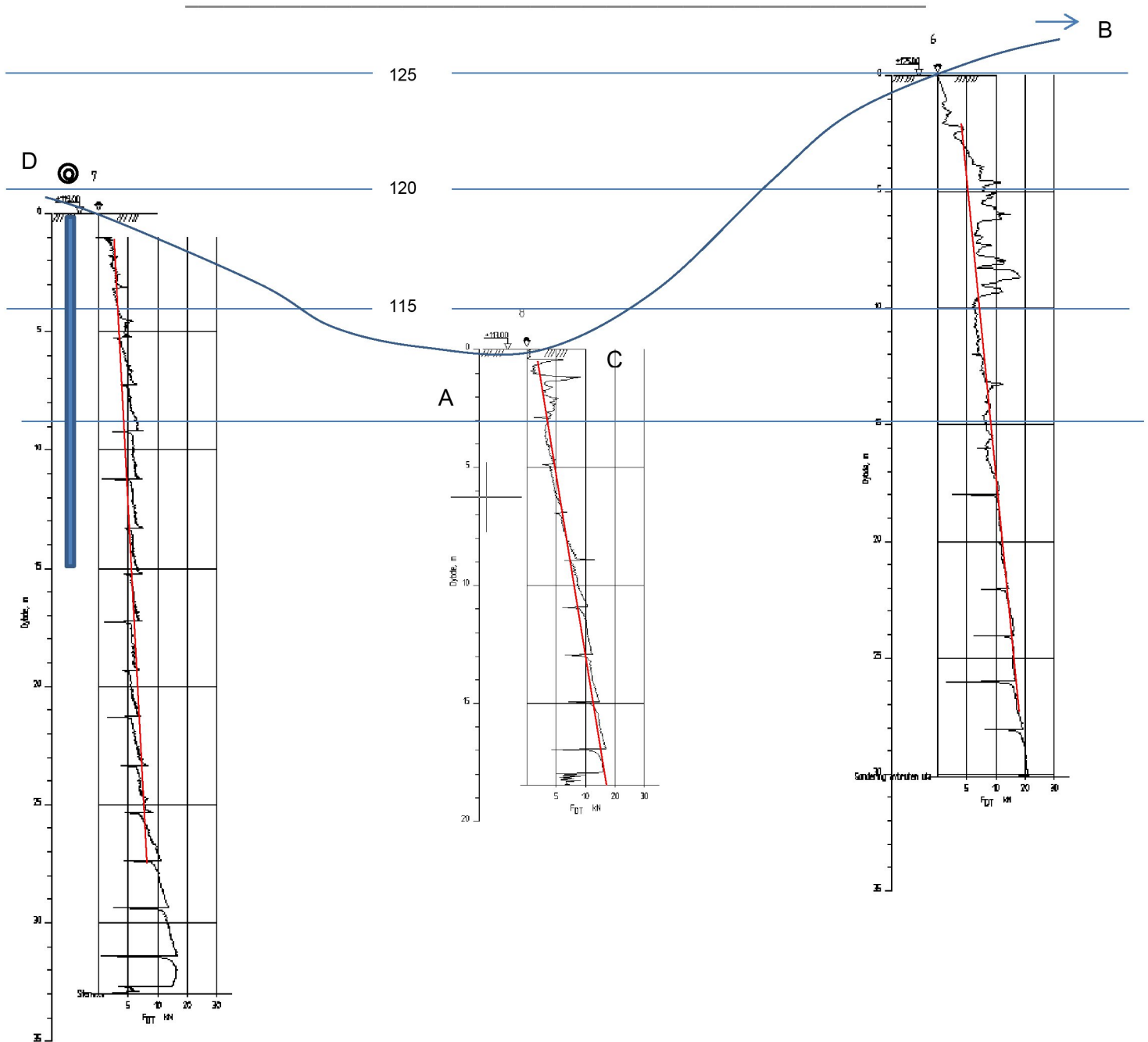






Borprofil, borpunkt 4 med dreietrykksondring,  DTR til 16,9 meter og prøveserie  Se plassering tegning103		Oppdrag 20140402G
	Prosjekt Aune deponi	Mål = 1:250
Gnr/bnr 17/1 Klæbu kommune	Georigg Geotech 605 D Datalogg Geologg 8259	Dato / sign 11.07.2014 / <i>Olav R</i>

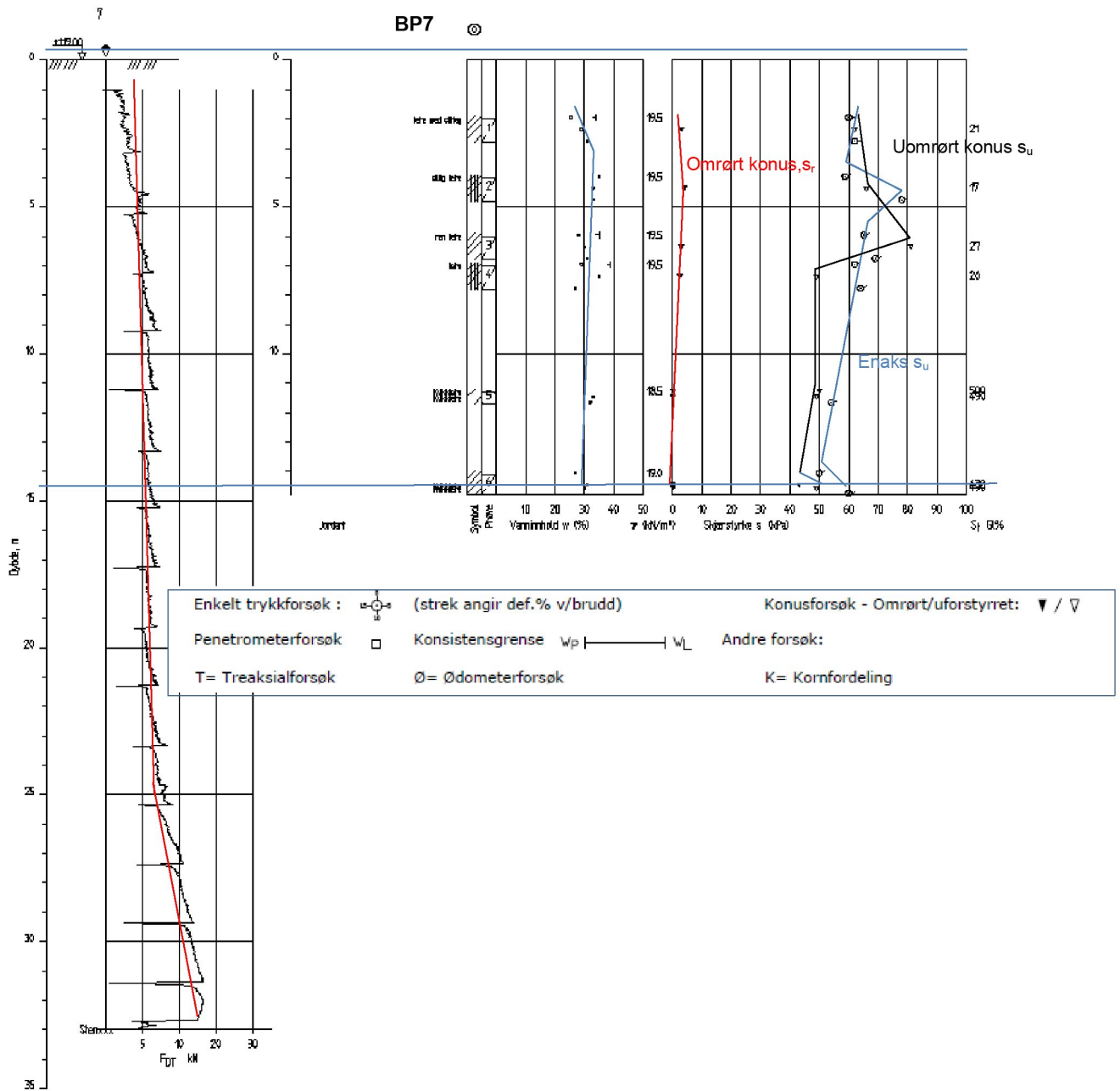


Nye boringer: borpunkt 6, kote 125  DTR til 30.1 m borpunkt 7, kote 119  DTR til 33 m  Prøver til 14,8 m borpunkt 8, kote 113  DTR til 18,5 m		Oppdrag 20140402G2
Tidligere boring, BP 5 kote 131, DTR til dybde 31,2 m.	Prosjekt Aune deponi	Mål = 1: 2.000
Gnr/bnr 17/1 Klæbu kommune	Georigg Geotech 605 D Geosuite	Dato / sign 27.11.2015   <i>Olav R</i>

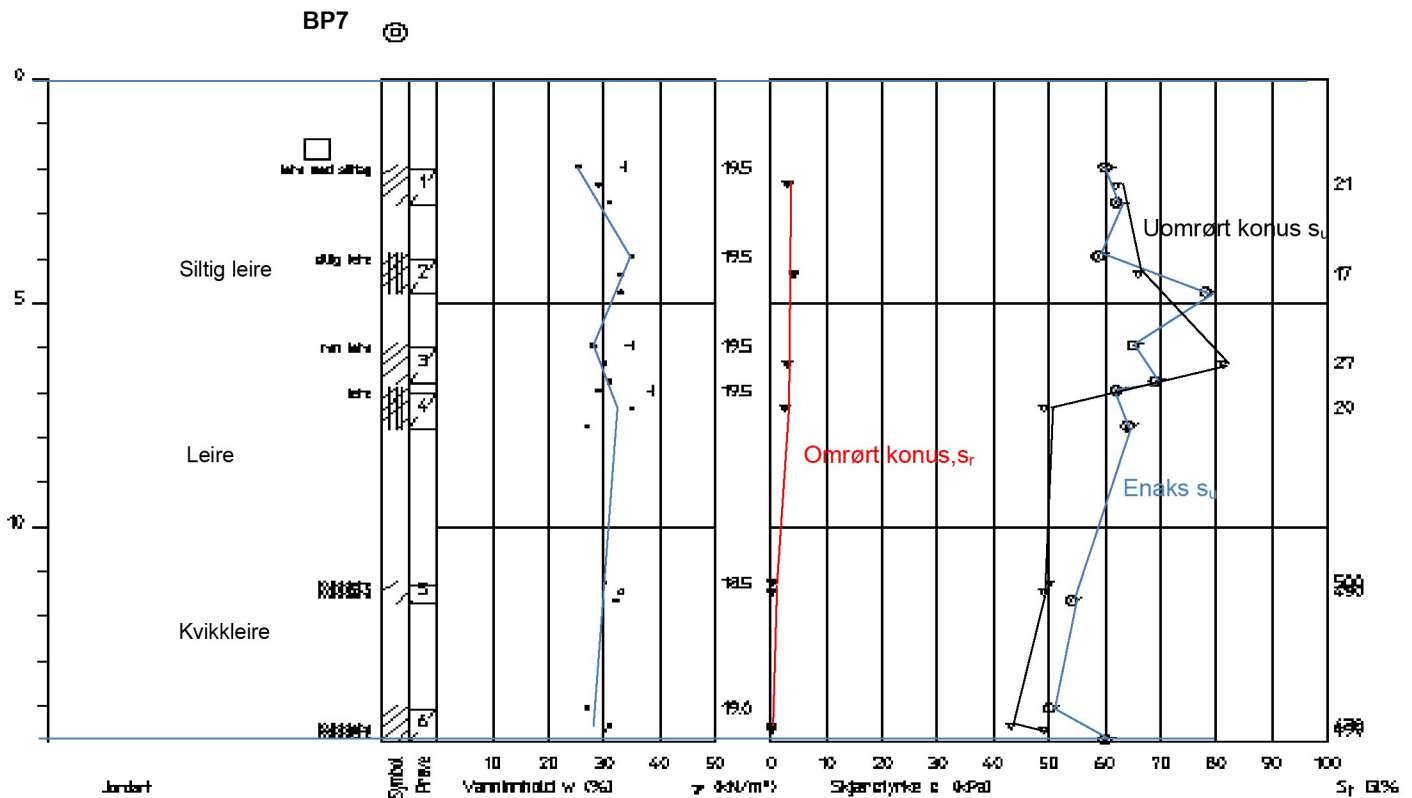








Profil D-C og A-B fra tegning 110 Borprofil, borpunkt 6  DTR til 30.1 m borpunkt 7  DTR til 33 m  <b>Prøver til 14,8 m</b> Borpunkt 8  DTR til 18,5 m		Oppdrag 20140402G2
Stabilitetsberegning tegning 114.	Prosjekt Aune deponi	Mål = 1:250
Gnr/bnr 17/1 Klæbu kommune	Georigg Geotech 605 D Geosuite	Dato / sign 06.07.2016 / <i>Olav R</i>

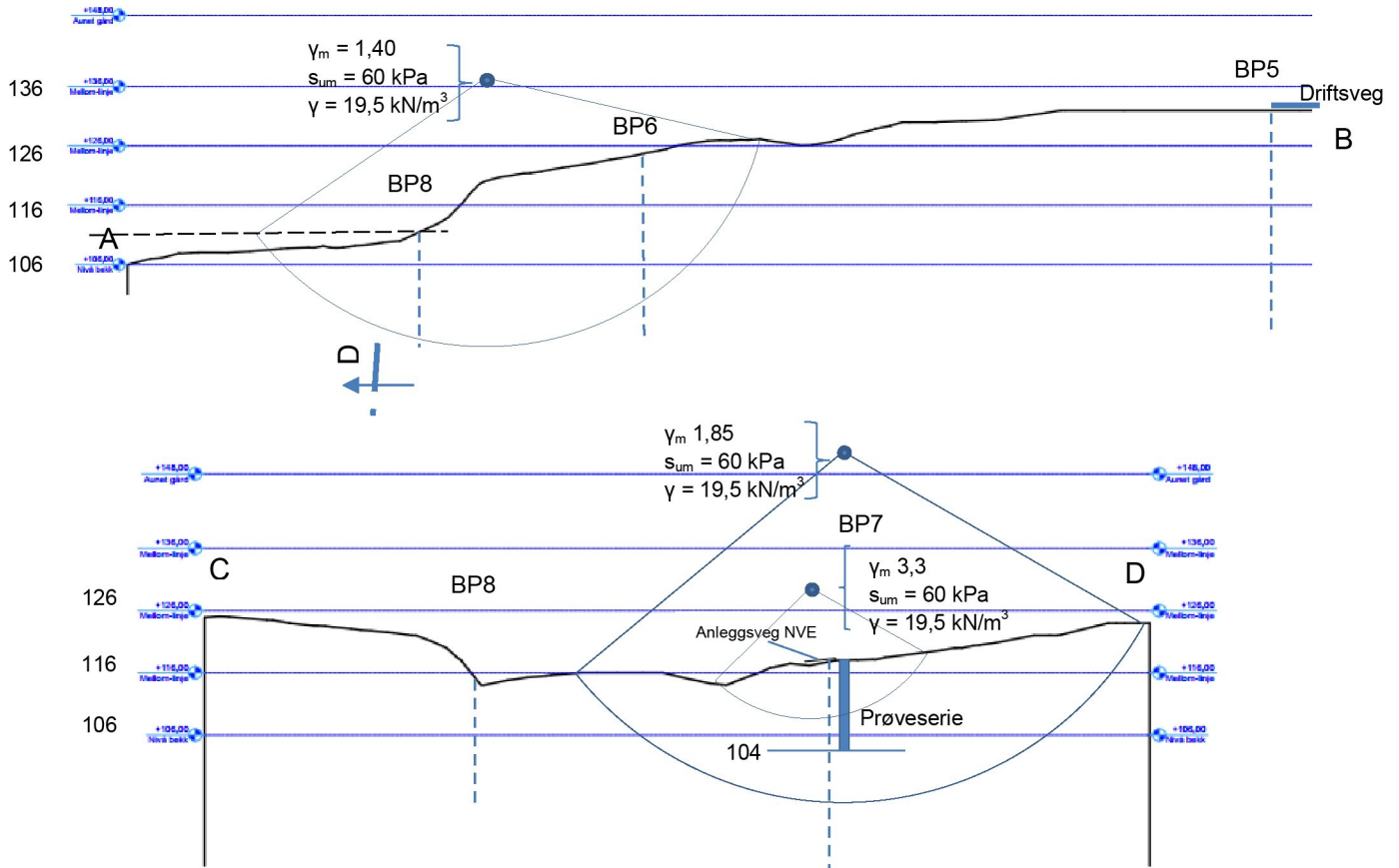


Borprofil borpunkt 7 kote 119      ☉ DTR til 33 m ☉ <b>Prøver til 14,8 m</b>		Oppdrag 20140402G2
$s_u = 50 - 80$ kPa, $s_r = 0,1 - 4$ kPa Forstørret detalj til tegning 113	Prosjekt Aune deponi	Mål = 1:250
Gnr/bnr 17/1 Klæbu kommune	Georigg Geotech 605 D Geosuite	Dato / sign 06.07.2016   <i>Olau R</i>



Enkelt trykkforsøk :  (strek angir def.% v/brudd)	Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: 
Penetrometerforsøk  Konsistensgrense $w_p$   $w_L$	Andre forsøk:
T= Treksialforsøk  $\emptyset$ = $\emptyset$ dometerforsøk	K= Kornfordeling

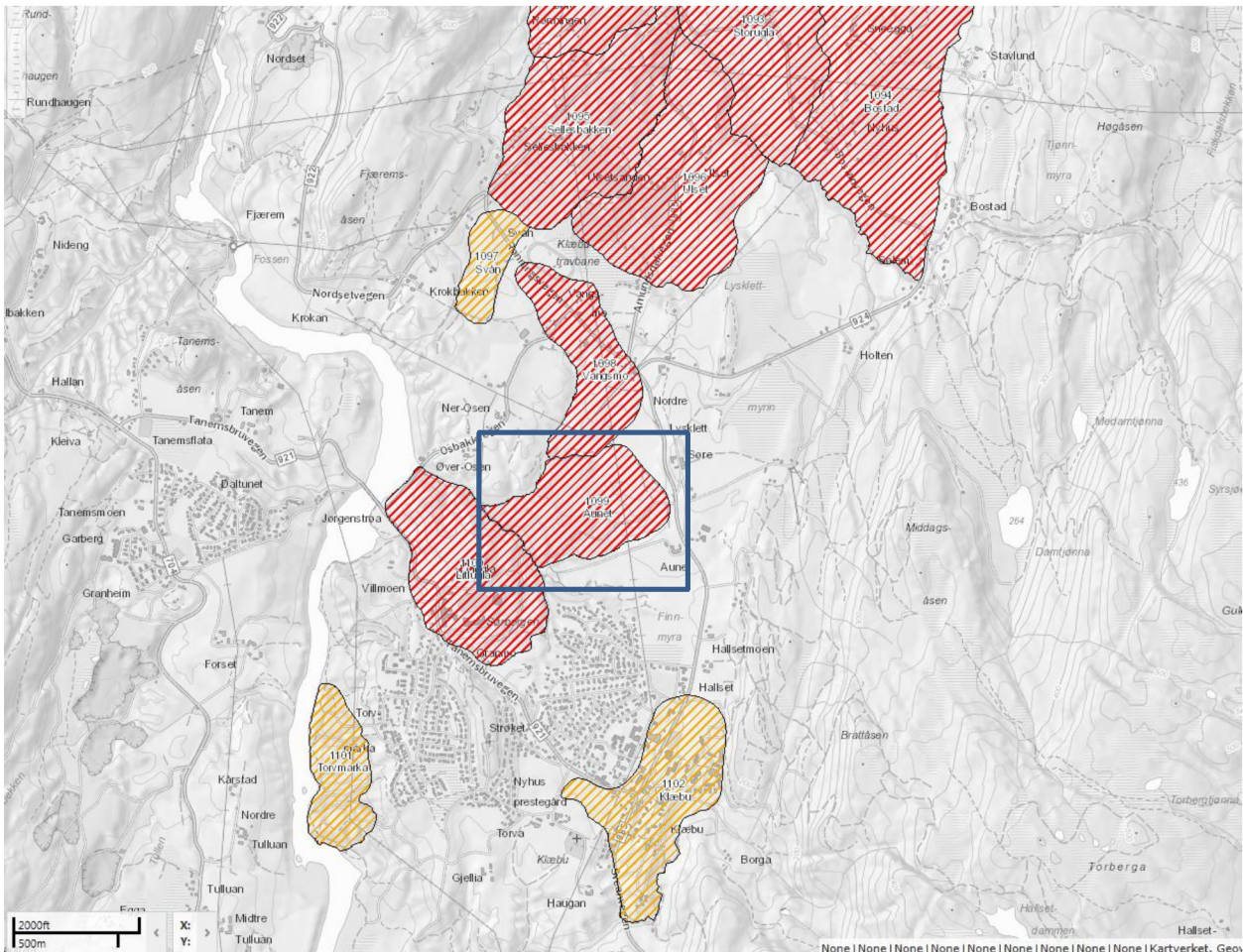
Borprofil, Borpunkt 7, kote 119 <b>⊙ Prøveserie til 14,8 m</b>		Oppdrag 20140402G2
s <sub>u</sub> = 50 – 80 kPa, s <sub>r</sub> = 2,5 – 4 kPa	Prosjekt Aune deponi	
Gnr/bnr 17/1 Klæbu kommune	Georigg Geotech 605 D Geosuite	Dato / sign 06.07.2016 / <i>Olav R</i>



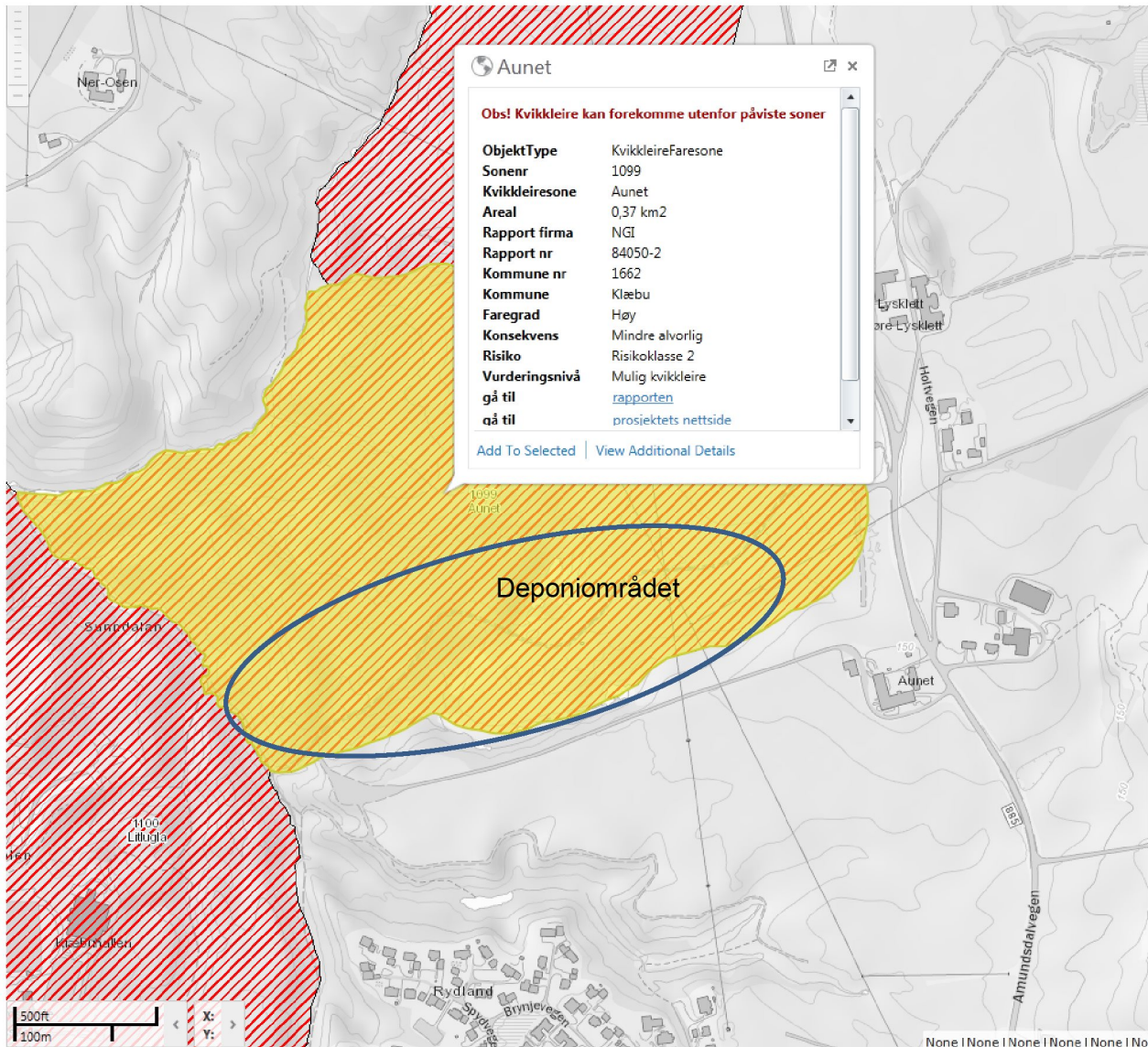
$S_{sum} = 60 \text{ kPa}$  og  $\gamma = 19,5 \text{ kN/m}^3$  fra laboratorietest BP7 tegning 113.

Profil A-B: BP 5 kote 131      DTR til 31,2 m BP 6 kote 125      DTR til 30,1 m BP 8 kote 113      DTR til 18,5 m Profil C-D: BP 7 kote 119      DTR til 33 m Prøver til 14,8 m BP 8 kote 113      DTR til 18,5 m		Oppdrag 20140402G2
	Prosjekt Aune deponi	Mål = 1: 1.250
Gnr/bnr 17/1 Klæbu kommune	Georigg Geotech 605 D Geosuite	Dato / sign 06.07.2016   Olau R





<b>Utsnitt kvikkleirekart, fra skrednett.no</b>		<b>Oppdrag 20140402G</b>
Del av Klæbu		
Innringet: Kvikkleiresone 1099 Aunet, til tegning 115	Prosjekt Aune Deponi	Mål = 1:35.000
Gnr/bnr 17/1 Klæbu kommune		Dato / sign <i>11.07.2014   Olav R</i>



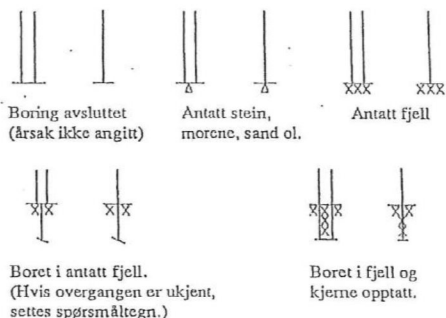
<b>Utsnitt kvikkleirekart, fra skrednett.no</b>		<b>Oppdrag 20140402G</b>
Sone 1099 Aunet		
Innringet: Oppfyllingsområdet, fra tegning 103	Prosjekt Aune Deponi	Mål = 1:7.500
Gnr/bnr 17/1 Klæbu kommune		Dato / sign 11.07.2014   <i>Olav R</i>



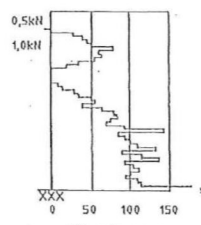
## FELTUNDERSØKELSER

Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt fjell eller annen fast grunn.

Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).



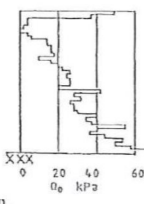
- Dreiesondering** utføres med 22-mm stålstenger med glatte skjøter påsatt en 200 mm lang spiss av firkantstål som er tilspisset i enden og vridd en omdreining. Boret belastes med inntil 1 kN og hvis det ikke synker for denne last, dreies det ned med motor eller for hånd. Antall halve omdreininger pr. 20 cm synkning noteres. Ved opptegninger vises antall halve omdreininger pr. meter synkning grafisk med dybden i borhullet og belastningen angis til venstre for borhullet.



- Totalsondering** kombinerer dreietrykksondering og fjellkontrollboring. Det brukes hydraulisk drevet borrhigg. Boring gjennom stein og blokk og ned i berg utføres ved slag og spyling.

Boredata (nedpressingskraft, synkhastighet, spyletrykk etc.) måles ved elektriske givere og overføres automatisk til en elektronisk registreringsenhet (Geoprinter). Resultatene tegnes opp vha. EDB.

- Ramsondering** utføres med 32 mm stålstenger med glatte skjøter og en normert spiss. Boret rammes ned i grunnen av et fall-lodd med vekt 0,635 kN og konstant fallhøyde 0,6 m. Motstanden mot nedramming registreres ved antall slag pr. 20 cm synkning.



Rammernormstanden:

$$Q_0 = \frac{\text{Loddvekt} \times \text{fallhøyde}}{\text{synkning pr. slag}} \quad (\text{kNm/m})$$

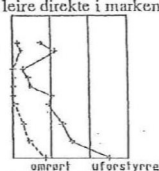
angis i diagram som funksjon av dybden.

- Fjellkontrollboring** utføres med 32 mm stenger med muffeskjøter og hardmetallkroner nederst. Boret drives av en tung trykkluftdrevet borhammer under spyling med vann av høyt trykk. Når fjell er nådd, bores noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 meter, under registrering av borsynk for sikker påvisning.

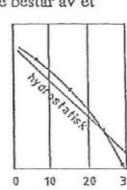
- Prøvetaking** utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper. **Uforstyrrede prøver** tas opp med NGL's 54 mm stempelprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveggede stålsylindrer med innvendig diameter 54 mm og lengde 80 cm (evt. 40 cm). Prøvene forsegles i begge ender for å hindre uttørring før de åpnes i laboratoriet.

**Representative prøver** tas med forskjellige typer støtbor- og ram-prøvetaker, ved sandpumpe i nedspylte eller nedrammede foringsrør, av oppsøylt materiale ved nedspyling av foringsrør og ved skovlboring i de øvre lag. Slike prøver tas hvor grunnen ikke egner seg for vanlig sylindrerprøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstillende formålet.

- Vingeboring** bestemmer udrenert skjærstyrke ( $s_u$ ) av leire direkte i marken (in situ). Måling utføres ved at et vingekor, som er presset ned i grunnen, dreies rundt med bestemt jevn hastighet til brudd i leira. Maksimalt dreiemoment gir grunnlag for å beregne leiras udrenerte skjærstyrke, som også måles i omrørt tilstand etter brudd.

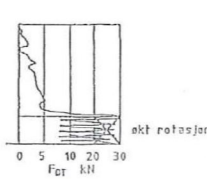


- Porevanntrykket** i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten **hydraulisk** som stige høyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer over terreng) eller **elektronisk** ved hjelp av en direkte trykkmåler innenfor filteret.



Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

- Dreietrykksondering** utføres med 36 mm glatte skjøtbare stålstenger påsatt en normert spiss. Borstangen trykkes ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant rotasjon 25 omdr./min. Sonderingsmotstanden registreres som den til en hver tid nødvendige nedpressingskraft for å holde normert nedtrengnings-hastighet. Når motstanden øker slik at normert nedtrengnings-hastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet.



Symbolbruk, Feltundersøkelser		Oppdrag 20140402G
Dato 11.07.2014	Prosjekt Aune Deponi	
Gnr/bnr 17/1 Klæbu kommune	Dato / sign 11.07.2014   Olav R	



**LABORATORIEUNDERSØKELSER**

Ved åpning av prøven beskrives og klassifiseres jordarten. Videre kan bestemmes:

**Romvekt**  
( $\gamma$  i  $\text{kN/m}^3$ ) for hel sylinder og utskåret del.

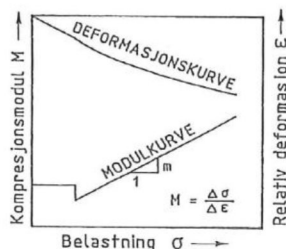
**Vanninnhold**  
( $w$  i %) angitt i prosent av tørrvekt etter tørking ved  $110^\circ\text{C}$ .

**Flytegrense**  
( $w_L$  i %) og **utvullingsgrense** ( $w_p$  i %) som angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk (formbart) område av leirmateriale. Differansen  $w_L - w_p$  benevnes plastisitetindeks. Er det naturlige vanninnhold over flytegrensen, blir materialet flytende ved omrøring.

**Udrenert skjærstyrke**  
( $s_u$  i  $\text{kN/m}^2$ ) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt  $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$  (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt registreres og skjærstyrken tas ut av en kalibreringstabell. Penetrometer, som også er en indirekte metode basert på innsynkning, brukes særlig på fast leire.

**Sensitiviteten** ( $S_v$ ) er forholdet mellom udrenert skjærstyrke av uforstyrret og omrørt materiale, bestemt på grunnlag av konusforsøk i laboratoriet. Med **kvikkeleire** forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, omrørt skjærstyrke  $< 0,5 \text{ kN/m}^2$ .

**Kompressibilitet**  
av en jordart ved ødometerforsøk. En prøve med tverrsnitt  $20 \text{ cm}^2$  og høyde 2 cm belastes trinnvis i et belastningsapparat med observasjon av sammentrykningen for hvert trinn som funksjon av tiden. Resultatet tegnes opp i en deformasjons- og modul-kurve og gir grunnlag for setningsberegning.



**Humusinnhold**  
(relativt) ut fra fargeomslag i en natronlutoopløsning.

En nøyaktigere metode er våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd der humusinnholdet settes lik vektatpet (evt. glødetapet ved humusrike jordarter) og uttrykkes i vektprosent av tørt materiale.

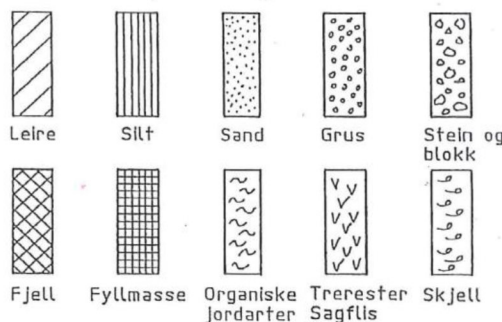
**Saltinnhold**  
( $g/l$  eller  $o/oo$ ) i porevannet ved titrering med sølvnitrat-oppløsning og kaliumkromat som indikator.

**Kornfordeling**  
ved sikting av fraksjonene større enn  $0,06 \text{ mm}$ . For de finere partikler bestemmes den ekvivalente komdiamter ved hydrometeranalyse. En kjent mengde materialer slennes opp i vann og romvekten av suspensjonen måles i en bestemt dybde som funksjon av tiden. Kornfordelingen kan så beregnes ut fra Stoke's lov om kulers sedimentasjonshastighet.

Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørr. mm	$< 0,002$	$0,002 - 0,06$	$0,06 - 2$	$2 - 60$	$60 - 600$	$> 600$

**Jordarten**  
benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den dominerende, og adjektiv for medvirkende fraksjon. Jordarten angis som leire når leirinnholdet er over 15%. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle kornstørrelser fra leir til blokk.

**Organiske jordarter**  
klassifiseres etter opprinnelse og omdanningsgrad (torv, gytje, dy, matjord).


**Anmerkning**

- Leire: T = tørrskorpe  
R = resedimenterte masser  
K = kvikkeleire
- Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.
- Morene vises med skyggelegging.
- For konkresjoner kan bokstavsymboler settes inn i materialsignaturen:  
Ca. = kalkkonkresjoner  
Fe = jernkonkresjoner  
AH = aurbelle

<b>Symbolbruk, laboratorieundersøkelser</b>		<b>Oppdrag 20140402G</b>
Dato 11.07.2014	Prosjekt Aune Deponi	
Gnr/bnr 17/1 Klæbu kommune		Dato / sign 11.07.2014   Olav R