

Rapport

615894 Vardevegen 33

OPPDRAAGSGIVER

Austrheim kommune

EMNE

Geotekniske grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 6. juli 2015 / 00

DOKUMENTKODE: 615894-RIG-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	615894 Vardevegen 33	DOKUMENTKODE	615894-RIG-RAP-001
EMNE	Geotekniske grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Austrheim kommune	OPPDRAGSLEDER	Hilde Sunde Tveit
KONTAKTPERSON	Hilde Hardang	UTARBEIDET AV	Hilde Sunde Tveit
KOORDINATER	SONE: 32 ØST: 2825 NORD: 67471	ANSVARLIG ENHET	2212 Bergen Geoteknikk
GNR./BNR./SNR.	130 / 13 / / Austrheim		

SAMMENDRAG

Austrheim kommune planlegger å bygge et nytt omsorgssenter. I den forbindelse ønsker de å vurdere beskaffenheten av grunnen i Vardevegen for å kunne vurdere om tomten er tilpasset dette formålet. Multiconsult ASA er engasjert av tiltakshaver for å utføre grunnundersøkelse på tomten.

Det ble utført et borprogram bestående av 15 totalsonderinger og 2 prøveserier.

Løsmassene i området antas generelt å bestå av et 2,3- 9,0 m tykt topplag av torv. Under dette laget er det i flere borer et lag av antatt sandig silt med tykkelse opptil 3,5 m. Videre nedover mot berg er det et lag av antatt morene med mektighet opptil 2,2 m.

De mineralske massene under torvlaget er meget telefarlig (Telegruppe T4).

00	06.07.15	Klar for utsendelse	Hilde Sunde Tveit	Jann Atle Jensen	Hilde Sunde Tveit
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Lokalitet	5
3	Utførte undersøkelser.....	5
4	Grunnforhold.....	6
4.1	Resultater fra feltarbeidet	6
4.2	Resultater fra laboratorieundersøkelsene	6
4.3	Vannstand.....	7
4.4	Oppsummering og tolking av resultater	7
5	Fundamentering	7

TEGNINGER

615894	- G0	Oversiktskart
	- G1	Borplan
	- G10	Geoteknisk data PR I
	- G10	Geoteknisk data PR II
	- G60	Korngradering PR I
	- G61	Korngradering PR II
	- G100	Profil A-A
	- G101	Profil B-B
	- G102	Profil C-C
	- G103	Profil D-D

VEDLEGG OG BILAG

Vedlegg A	Koordinatliste
Geoteknisk bilag	Feltundersøkelser
Geoteknisk bilag	Laboratorieundersøkelser

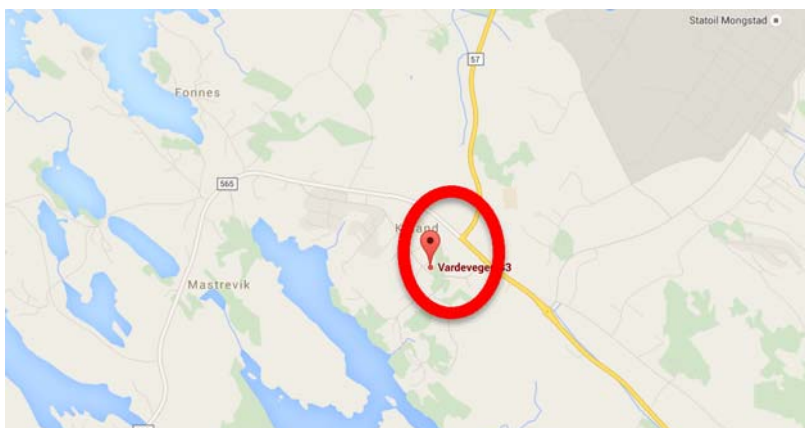
1 Innledning

Austrheim kommune planlegger å bygge et nytt omsorgssenter. I den forbindelse ønsker de å vurdere beskaffenheten av grunnen i Vardevegen for å kunne vurdere om tomten er tilpasset dette formålet. Multiconsult AS er engasjert av tiltakshaver for å utføre grunnundersøkelse på tomten.

Foreliggende rapport presenterer resultatene fra geoteknisk grunnundersøkelse og beskriver grunnforholdene på tomten.

2 Lokalitet

Tomten ligger på Kaland i Austrheim kommune. I sør og vest begrenses tomten av Vardevegen. I nord og i øst går eiendoms grensen i myr og terreng. Plassering er markert på Figur 1 og tening nr. -G0.



Figur 1: Lokalitet av tomten. Kilde kart: www.maps.google.no

3 Utførte undersøkelser

Feltarbeidet ble utført mellom 4. og 8. juni 2015 av vår boreleder Frank Dyrkolbotn.

Grunnundersøkelsene ble utført med en geoteknisk borerigg av typen GM 100 GTT. Riggeren er utstyrt med en elektronisk registreringsenhet for automatisk logging og opptegning av sonderingsdata.

Innmåling av borepunkter og terrenghøyder ble utført med GPS-utrustning av typen Leica RX 125 XC. Det ble i tillegg registrert fjell i dagen.

Følgende geoteknisk feltprogram ble gjennomført:

- 15 totalsonderinger
- 2 prøveserier

Totalsondering er en kombinasjon av fjellkontrollboring og modifisert dreietrykkssondering. Metoden viser normalt lagdeling og har god nedtreningssevne ved at det kan kobles inn vannspyling og slag under sonderingen. Metoden gir relativ sikker påvisning av bergnivå ved at det normalt blir avsluttet etter boring i antatt berg.

Prøveseriene ble tatt med naverprøvetaker som gir omrørte men representative prøver. Prøven ble åpnet og analysert i vårt geotekniske laboratorium i Bergen, og i tillegg til rutineundersøkelser ble det utført korngraderingsanalyser på utvalgte prøver.

For nærmere forklaring av boremetoder og tolkning av resultater vises det til rapportens geotekniske bilag «Feltundersøkelser». For nærmere forklaring av geotekniske definisjoner og laboratoriedata vises det til rapportens geotekniske bilag «Laboratorieundersøkelser».

4 Grunnforhold

Borpunktene plassering og resultater fra profileringen er vist i plan på rapportens tegning nr. -G1 og resultatene fra grunnundersøkelsene er tegnet opp i profiler på rapportens tegninger nr. -G100 og -G103. Koordinater for borpunktene og hvor fjell i dagen er registrert er angitt i Vedlegg A.

Koordinater i x- og y-retning er angitt i henhold til referansesystemet WGS 1984 UTM sone 32 og terrenghøyder med høydereferanser angitt i NN 1954.

Resultater fra laboratorieforskene er presentert som geotekniske data på tegningene nr. -G10 og -G11 og som korngradering på tegningene nr. -G60 og -G61.

4.1 Resultater fra feltarbeidet

Terrenget på tomten er relativt jevnt, men det er noen fjellknauser som stikker opp i vestre del av tomten. Ut mot eiendomsgrensene av tomten i både vest og øst stiger terrenget litt. Terrenget i borpunktene er registrert mellom kote 27,5 i sørvestre del av område og kote 31,6 i sørøstre del av området.

Berg er påtruffet i alle borpunkt. Det er i tillegg til dette registrert berg i dagen på vestre del av tomten. Bergoverflaten anses å være småkupert på store deler av tomten, men i nordøstre del av eiendommen er det et markant fordypning i bergoverflaten. I borpunktene er bergoverflaten registrert mellom kote 15,8 i nordøst og kote 30,3 i øst.

Løsmassemektigheten i området varierer mellom 0,4 og 12,6 m, og det er i nordøstre del av tomten at mektigheten er størst.

Totalsonderingene viser at massene generelt består av et 0,3 til 10,9 m tykt lag av svært løst lagrede masser. I flere av borpunktene går dette laget helt ned til berg. I flere av boringene er det et lag av middels faste masser under dette laget, og dette laget er opptil 3,5 m tykt. Videre ned til berg er det i noen av punktene et fast lag hvor det stort sett er benyttet spyling, salg og økt rotasjon. Mektigheten av dette laget er opptil 2,2 m.

4.2 Resultater fra laboratorieundersøkelsene

Analyser av prøvemateriale viser at prøveserien fra PR I i dybde 1,0-5,0 m under terreng består av torv. Vanninnholdet i torvmassene er registrert mellom $w=1079-1227\%$, som er svært høyt. I dybdeintervallet 5,0-8,8 m består grunnen av silt som er sandig, og med et litt større leirinnhold i dybde 7,0-8,0 m. Vanninnholdet i silten varierer mellom $w=26$ til 35% , humusinnholdet er lavt, men massene er meget telefarlig (T4). Videre nedover i dybdeintervallet 8,8-9,0 m består massene av velgradert sand, siltig. Vanninnholdet er registrert til å være lik $w=49\%$. Sanden er meget telefarlig (T4) og humusinnholdet er høyere enn $2,0\%$.

I prøven PR II består massene i prøveserien i dybde 1,0-4,0 m under terreng av torv hvor vanninnholdet er registrert mellom $w=745-897\%$. I dybde 4,0-5,0 m består grunnen av ensgradert silt, sandig med kalkrester. Her er vanninnholdet registrert lik $w=28,6\%$, humusinnholdet i massene er lavt, men massene er meget telefarlig (T4). Videre nedover i dybde 5,0-6,0 m består massene av velgradert sandig, grusig materiale. Vanninnholdet $w=16,5\%$ i dette laget, materialet er meget telefarlig (T4) og humusinnholdet er lavt.

4.3 Vannstand

Grunnvannstanden ble ikke registrert i denne undersøkelsen, men da store deler av området er myr og noen steder svært bløtt antas grunnvannstanden å ligge like under terreng.

4.4 Oppsummering og tolking av resultater

Massene i området antas generelt å bestå av et 2,3- 9,0 m tykt topplag av torv. Under dette laget er det i flere boringer et lag av antatt sandig silt med tykkelse opptil 3,5 m. Videre nedover mot berg er det et lag av antatt morene med mektighet opptil 2,2 m.

Telefarligheten i de mineralske massene under torvlaget er meget telefarlig (T4).

5 Fundamentering

Løsmassene i området består hovedsakelig av torv. Dette organiske materiale er svært kompressibelt ved økning i belastning og vil kunne medføre betydelige setninger på bygg. På grunnlag av dette anbefales det at området hvor bygg skal fundamenteres blir masseutskiftet med komprimert sprengstein til berg og/eller at bygget og setningsømfintlig infrastruktur blir fundamentert på peler.



AUSTRHEIM KOMMUNE
VARDEVEGEN 33

OVERSIKTSKART

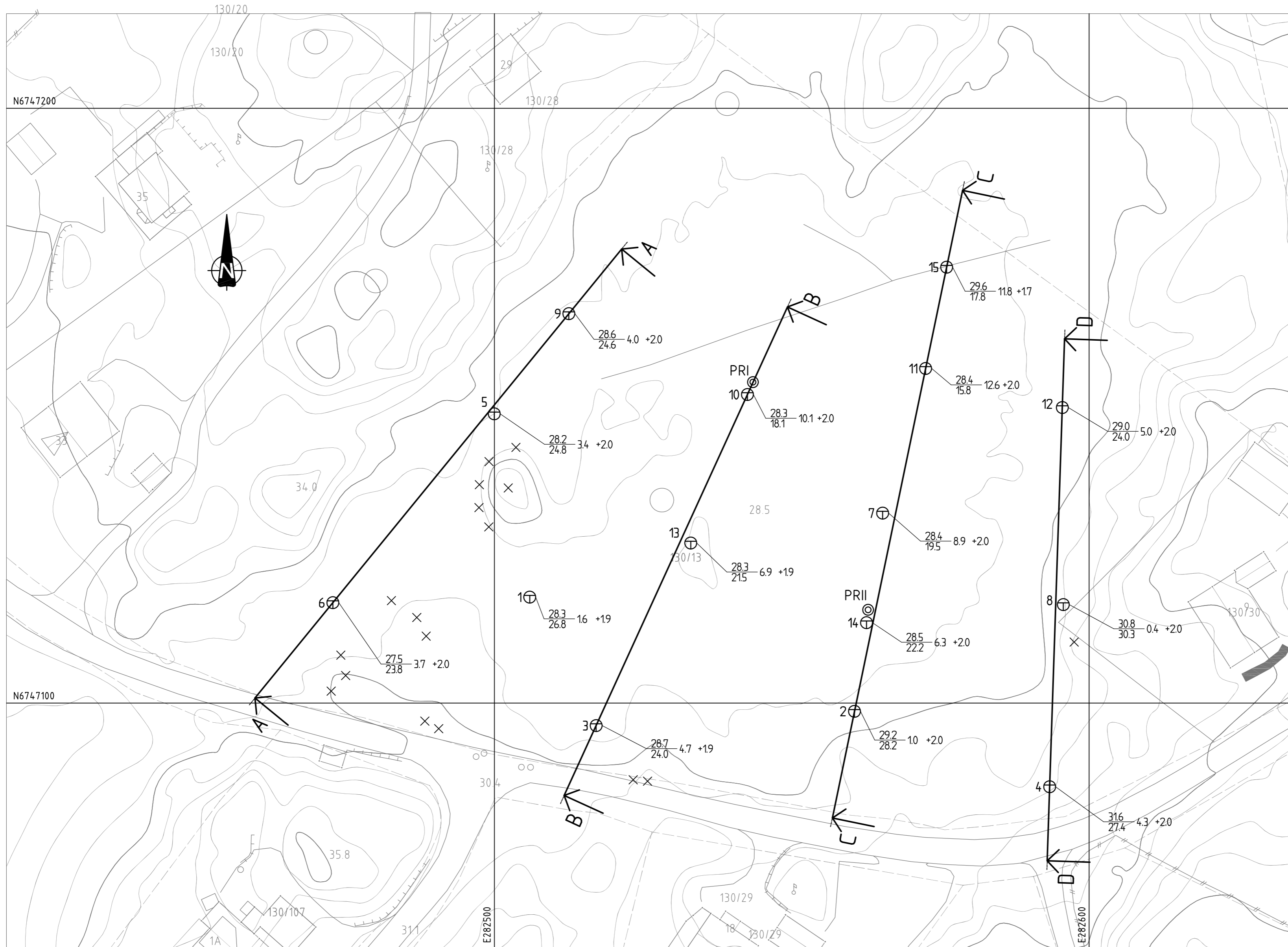
Fag	Format
RIG	A4

Dato
29.06.15

Format/Målestokk:
1:50000

Multiconsult
www.multiconsult.no

Status	Konstr./Tegnet /JSB	Kontrollert	Godkjent
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
615894		GO	



● DREIESONDERING	✱ FJELLKONTROLLBORING	⊙ PRØVESERIE	+ VINGEBORING
○ ENKEL SONDERING	⊕ KJERNEBORING	□ PRØVEGROP	⊖ PORETRYKKMÅLING
▼ RAMSONDERING	⦿ TRYKKDREIESONDERING	▽ TRYKKSONDERING	⊕ TOTALSONDERING
			× BERG I DAGEN
BORHULL NR. $\frac{\text{TERRENG (BUNN) KOTE}}{\text{ANTATT FJELLKOTE}}$ BORET DYBDE + (BORET I FJELL)			
BORBOK NR. DIGITAL BORBOK		LAB BOK NR.	
KARTGRUNNLAG: AUSTRHEIM KOMMUNE			
UTGANGSPUNKT FOR INNMÅLING: SPIDERNETT			

AUSTRHEIM KOMMUNE		Fag	Format
VARDEVEGEN 33		RIG	A2
		Dato	29.06.15
BORPLAN		Format/Målestokk:	1:500
Multiconsult		Status	Godkjent
www.multiconsult.no		Konstr./Tegnet /JSB	
Oppdragsnr. 615894	Tegningsnr. G1	Kontrollert	
		Rev.	

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					S _t (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
	TORV H7							1079									
5	TORV H8							1227									
	SILT, SANDIG		K			○				0,6							
	SILT OG SAND						○										
	SILT, LEIRIG, SANDIG		K			○				0,7							
	SILT OG SAND SAND,SILTIG		K			○				1,0							
10										>2,0							
15																	
20																	

Symboler

- Vanninnhold
- ◡ Omrørt konus
- ◣ Uomrørt konus
- Enaksialforsøk (strek angir deformasjon (%) ved brudd)
- ◉ Plastisitetsindeks, I_p
- ◊ Omrørt konus
- ◓ Uomrørt konus
- ρ = Densitet
- S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk
 Ø = Ødometerforsøk
 K = Komgradering
 P_v: 2.75 g/cm³
 Grunnvannstand: 0 m
 Borbok: digital
 Lab-bok: 1974 1974

PRØVESERIE		Tegningens filnavn: 615894-G10	
AUSTRHEIM KOMMUNE		Tegnet: HN	
VARDEVEGEN 33		Kontrollert:	
Multiconsult		Godkjent:	
Dato: 2015-06-26		Borhull: PR I	
Oppdragsnummer: 615894		Tegningsnr.: G10	
		Rev nr.:	

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					S _t (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
	TORV H7 M/ TRERESTER							897									
	TORV H8-H9							745									
5	SAND, SILTIG		K			○				0,7	▼						
	SILTIG, SANDIG, GRUSIG MATERIALE		K		○					0,8							
10																	
15																	
20																	

Symboler


Enaksialforsøk (strek angir deformasjon (%) ved brudd)



Vanninnhold


 Plastisitetsindeks, I_p


Omrørt konus



Uomrørt konus

 ρ = Densitet

 S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk

Ø = Ødometerforsøk

K = Komgradering

 ρ_r : 2.75 g/cm³

Grunnvannstand: 0 m

Borbok: digital

Lab-bok: 1974 1974

PRØVESERIE

Tegningens filnavn:

615894-G11

AUSTRHEIM KOMMUNE

VARDEVEGEN 33

Tegnet: HN

Kontrollert:

Multiconsult

Dato: 2015-06-26

Oppdragsnummer: 615894

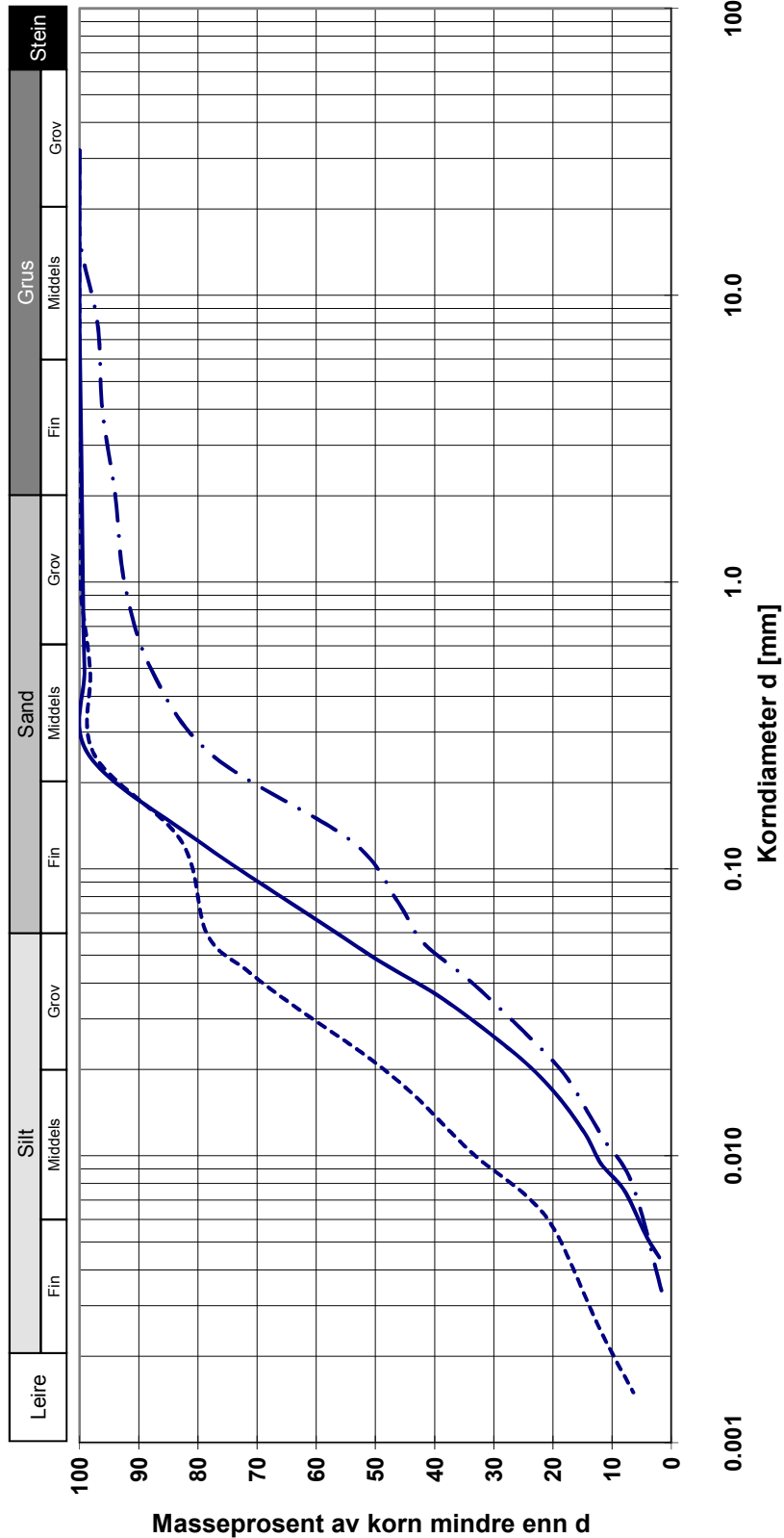
Borhull: PR II

Tegningsnr.: G11

Godkjent:

Rev nr.:

KORNGRADERINGSKURVE



SYM-BOL	PRØVE-SERIE NR.:	DYBDE m (KOTE)	JORDARTSBETEGNELSE	w [%]	Ona [%]	ANMERKNING	METODE		
							TØRR-SIKT	HYDR. F.DROP	VÅT+TØRR SIKT
—	PR I	5,1-5,8m	Silt, sandig	27.5	0.6	Meget telefarlig (T4)	X	X	
.....	PR I	7-8m	Silt, leirig, sandig	26.4	0.7	Meget telefarlig (T4)	X	X	
- - -	PR I	8,8-9m	Siltig, sandig m/kalkrester	49.4	>2,0	Meget telefarlig (T4)	X	X	

AUSTRHEIM KOMMUNE
VARDEVEGEN 33

Borina nr.
PR I

Tegningens filnavn

Borplan nr.
G1

Borbok/Lab.bok
/1974

Multi
consult

KORNGRADERING

MULTICONSULT
Nesitunbrekka 95, 5221 Nesitun
Tlf. 55 62 37 00 - Faks: 55 62 37 01

Dato
15.06.2015

Tegnet
NN

Kontrollert
HST

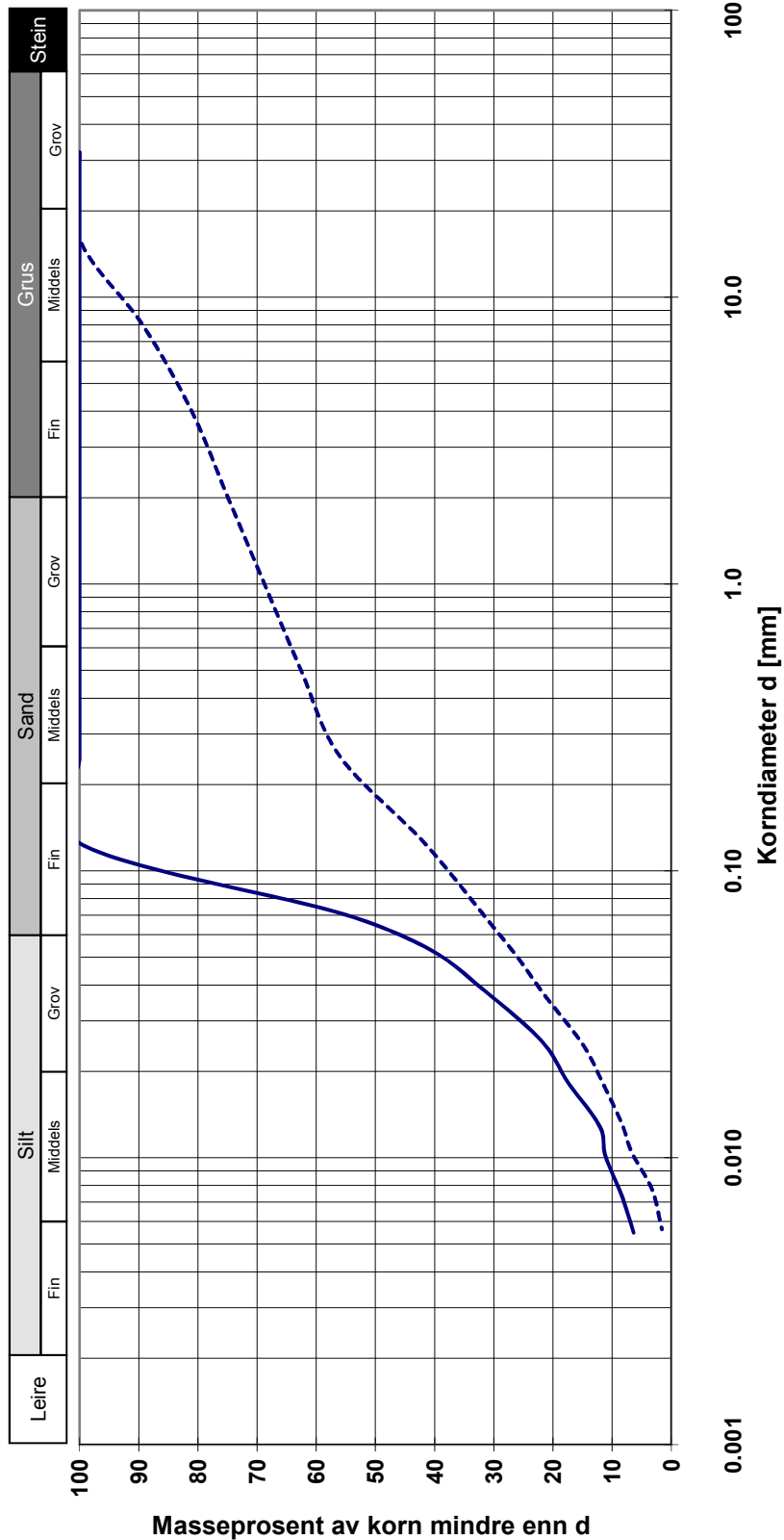
Godkjent
HST

Oppdrag nr.
615894

Tegning nr.
G60

Rev.

KORNGRADERINGSKURVE



SYM- BOL	PRØVE- SERIE NR.:	DYBDE m (KOTE)	JORDARTSBETEGNELSE	w [%]	Ona [%]	ANMERKNING	METODE		
							TØRR- SIKT	HYDR. F.DROP	VÅT+TØRR SIKT
—	PR II	4-5m	Sand, siltig	28.6	0.7	Meget telefarlig (T4)	X	X	
.....	PR II	5-6m	Siltig, sandig, grusig materiale	16.5	0.8	Meget telefarlig (T4)	X	X	

AUSTRHEIM KOMMUNE
VARDEVEGEN 33

Borina nr.
PR II

Tegningens filnavn

Borplan nr.
G1

Multi
consult

KORNGRADERING

Borbok/Lab.bok
/1974

MULTICONSULT
Nesitunbrekka 95, 5221 Nesttun
Tlf. 55 62 37 00 - Faks: 55 62 37 01

Dato
15.06.2015

Tegnet
NN

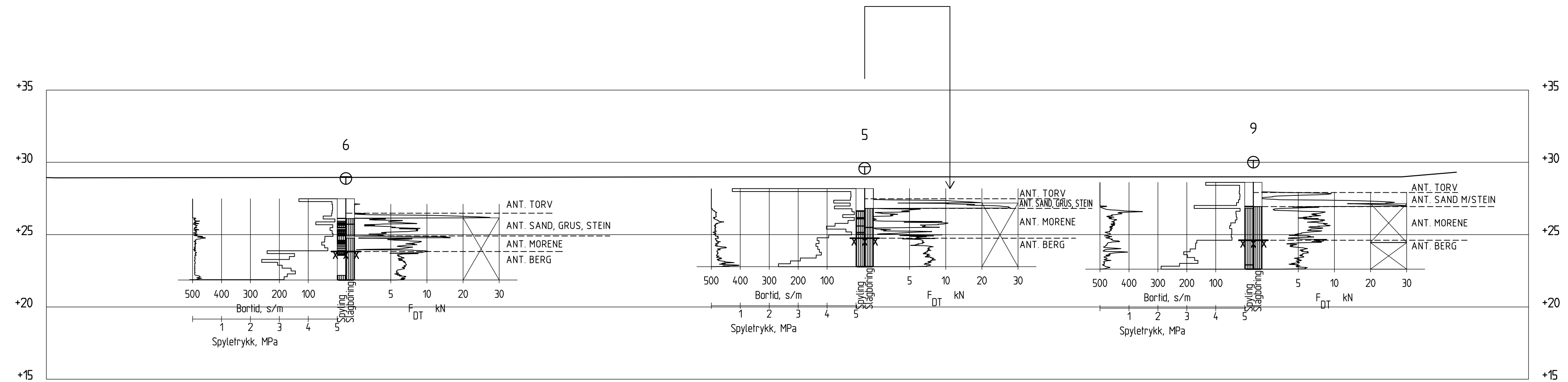
Kontrollert
HST

Godkjent
HST

Oppdrag nr.
615894

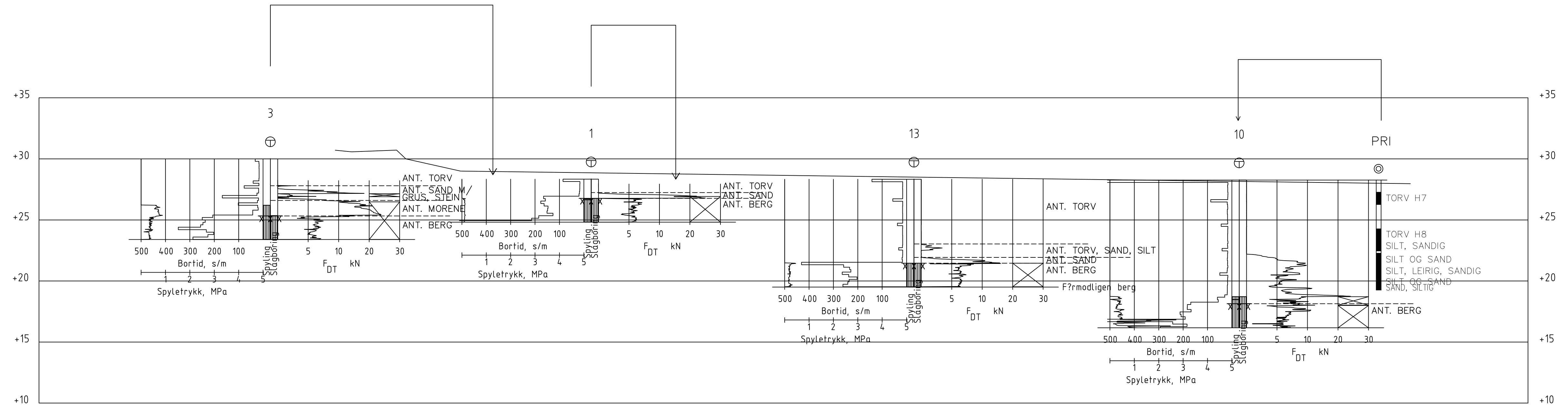
Tegning nr.
G61

Rev.



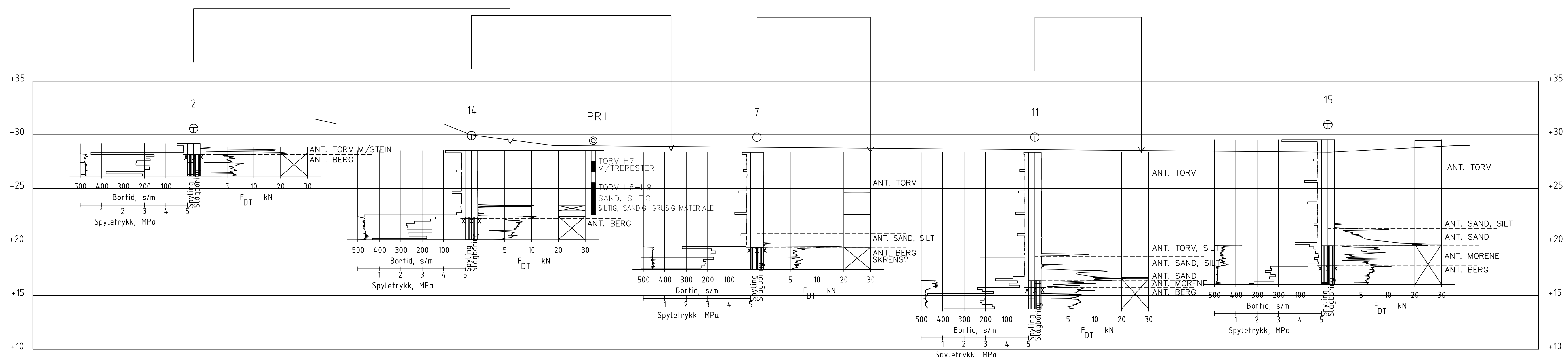
Profil A-A
1 : 200

AUSRHEIM KOMMUNE		Fag	Format
VARDEVEGEN 33		RIG	A3F
PROFIL A-A		Dato	29.06.15
		Format/Målestokk:	1:200
Multiconsult www.multiconsult.no	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Godkjent
	615894	G100	Rev.



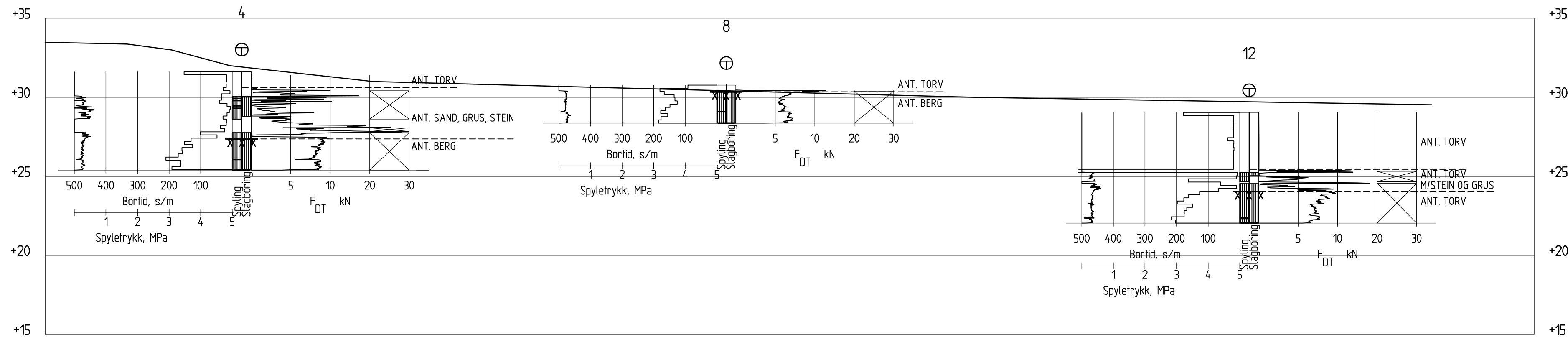
Profil B-B
1 : 200

AUSTRHEIM KOMMUNE		Fag	Format
VARDEVEGEN 33		RIG	A3F
PROFIL B-B		Dato	29.06.15
		Formål/Målestokk	1:200
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Godkjent
Oppdragsnr. 615894		Konstr./Tegnet /JSB	Kontrollert
		Tegningsnr. G101	Rev.



Profil C-C
1 : 200

AUSTRHEIM KOMMUNE		Fag	Format
VARDEVEGEN 33		RIG	A3F
PROFIL C-C		Dato	29.06.15
		Format/Målestokk	1:200
Multiconsult		Status	Godkjent
www.multiconsult.no		Oppdragsnr.	615894
		Konstr./Tegnet /JSB	Tegningsnr.
		Kontrollert	G102
		Rev.	

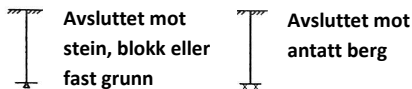


Profil D-D
1 : 200

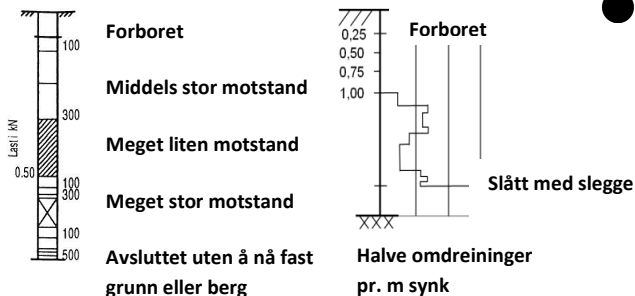
AUSTRHEIM KOMMUNE		Fag	Format
VARDEVEGEN 33		RIG	A3F
PROFIL D-D		Dato	29.06.15
		Format/Målestokk	1:200
Multiconsult www.multiconsult.no	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Godkjent
	615894	G103	Rev.

Koordinatliste

Målepunkt	Y-koordinat	X-koordinat	Terrengkote
FJ01	6747095.701	282490.639	30.491
FJ02	6747096.975	282488.316	30.573
FJ03	6747104.624	282474.993	29.861
FJ04	6747102.008	282472.57	30.406
FJ05	6747108.064	282474.184	28.843
FJ06	6747117.231	282482.692	28.378
FJ07	6747114.383	282486.957	30.025
FJ08	6747111.262	282488.534	30.39
FJ09	6747129.617	282499.06	28.283
FJ10	6747132.867	282497.41	28.151
FJ11	6747136.72	282497.481	28.211
FJ12	6747140.585	282499.113	28.714
FJ13	6747142.988	282503.627	28.504
FJ14	6747136.162	282502.334	32.121
FJ15	6747110.259	282597.478	32.34
FJ16	6747086.869	282525.756	31.579
FJ17	6747087.109	282523.338	31.127
TOT01	6747117.813	282505.948	28.343
TOT02	6747098.614	282560.546	29.171
TOT03	6747096.217	282517.114	28.705
TOT04	6747085.935	282593.366	31.619
TOT05	6747148.632	282499.982	28.183
TOT06	6747116.883	282472.848	27.484
TOT07	6747131.938	282565.281	28.372
TOT08	6747116.557	282595.659	30.769
TOT09	6747165.471	282512.524	28.613
TOT10	6747151.882	282542.551	28.268
TOT11	6747156.256	282572.507	28.376
TOT12	6747149.688	282595.491	29.042
TOT13	6747126.911	282533.017	28.331
TOT14	6747113.517	282562.571	28.534



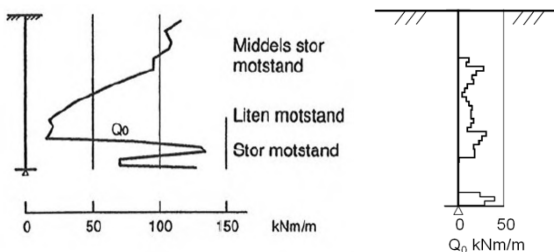
Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



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.

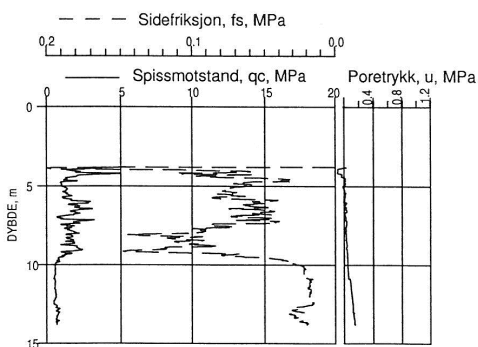
Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100 $\frac{1}{2}$ -omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.



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.

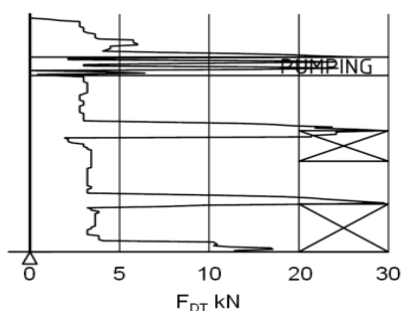
Q_0 = loddets tyngde * fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)



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).

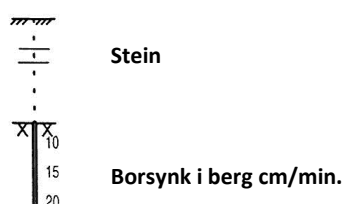


DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)

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.

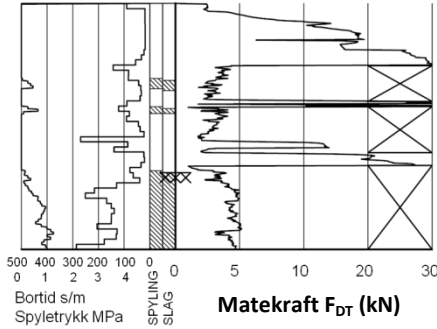


BERGKONTROLLBORING

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.

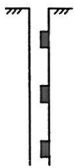
Geotekniske bilag

Feltundersøkelser



TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)

Kombinerer metodene dreietrykksondering og bergkontrollboring. Det benyttes $\phi 45$ mm skjøtbare borstenger og $\phi 57$ mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag benyttes dreietrykkmodus, og boret presses ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette synk av boret benyttes spyling og slag på borkronen. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens markering av spyletrykk, slag og bortid vises til venstre.



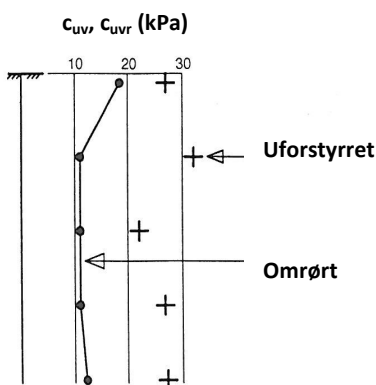
MASKINELL NAVERBORING

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



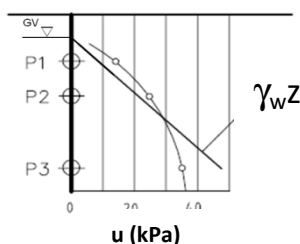
PRØVETAKING (NGF MELDING 11)

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylindreprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde blir prøvesylinderen presset ned mens innerstangen med stempelet holdes i ro. Det skjæres derved ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der den blir forseglet for transport til laboratoriet. Prøvediameteren kan variere mellom $\phi 54$ mm (vanligst) og $\phi 95$ mm. Det er også mulig å benytte andre typer prøvetakere, som for eksempel ramprøvetakere og blokkprøvetakere. Prøvekvaliteten inndeles i Kvalitetsklasse 1-3, der 1 er høyeste kvalitet. Stempelprøvetaking gir vanligvis prøver i Kvalitetsklasse 1-2 for leire.



VINGEBORING (NGF MELDING 4)

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.



PORETRYKSMÅLING (NGF MELDING 6)

Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykkmåler). Filteret eller piezometerspissen påmontert piezometerør 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 borhullet.

Geotekniske bilag

Laboratorieforsøk

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.

SKJÆRFASHTHET

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

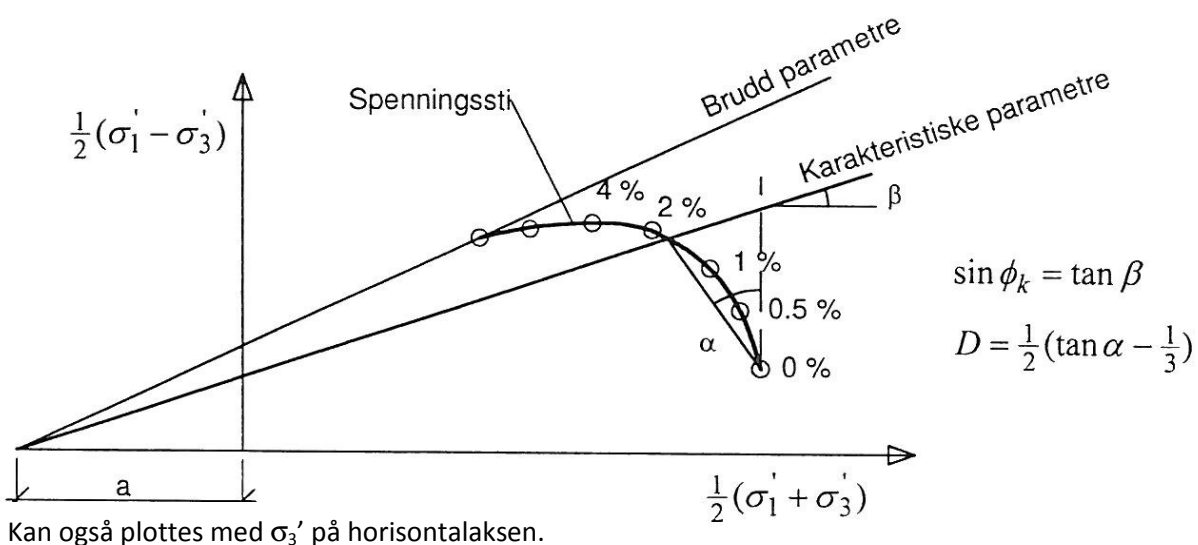
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (kPa, kPa, °, (-))

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon), $\tan\phi$ (friksjon) og eventuelt $c = a \tan\phi$ (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_{uA}) (NS8016), konusforsøk (c_{uK} , c_{uKr}) (NS8015), udrenerte treaksialforsøk (c_{uA} , c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{uD}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksoneering med poretrykkmåling (CPTU) ($c_{u(CPTU)}$) 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.

Geotekniske bilag

Laboratorieforsøk

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/cm³) Masse av prøve pr. volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del.

Korndensitet (ρ_s , g/cm³) Masse av fast stoff pr. volumenhet fast stoff

Tørr densitet (ρ_d , g/cm³) Masse av tørt stoff pr. volumenhet

TYNGDETTETTHETER

Tyngdetetthet (γ , kN/m³) 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/m³) Tyngde av fast stoff pr. volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)

Tørr tyngdetetthet (γ_d , kN/m³) 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. Sammenhengende 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, $\sigma' < \sigma'_c$ ($\sigma'_c =$ 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 mineralkornene. 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-oksydasjon med hydrogenperoksyd, kan også benyttes.