

RAPPORT

Planlagt gang- og sykkelveg, Bjørkelangen

OPPDRAGSGIVER

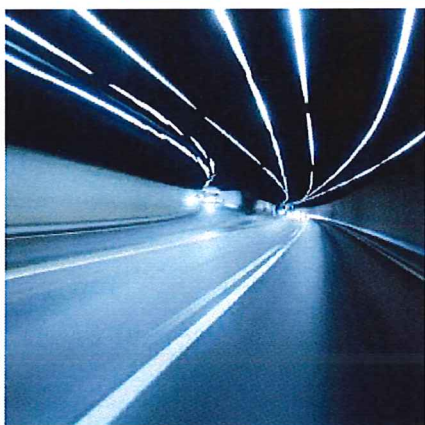
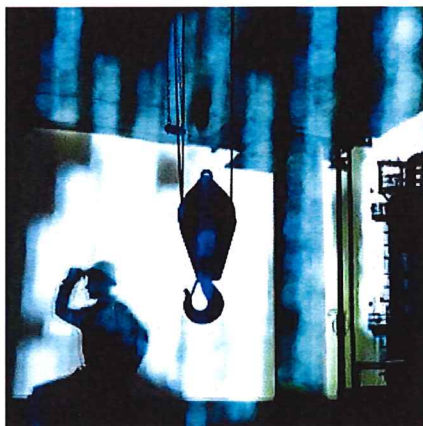
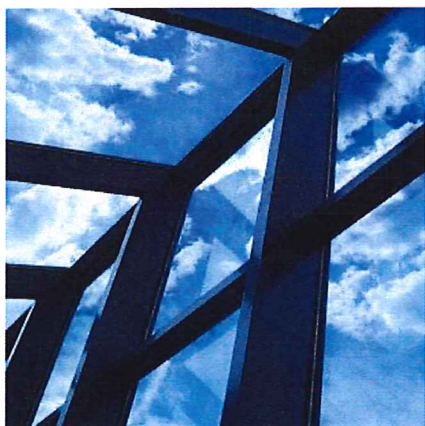
Aurskog – Høland kommune

EMNE

Grunnforhold datarapport

DATO / REVISJON: 2. MARS 2017 / 00

DOKUMENTKODE: 512563-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.

RIG-RAP-001

OPPDRAG	Planlagt gang- og sykkelveg, Bjørkelangen	DOKUMENTKODE	512563-RIG-RAP-001
EMNE	Grunnforhold datarapport	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Aurskog – Høland kommune	OPPDRAGSLEDER	Dag Erik Julsheim
KONTAKTPERSON	Henry Michael Ødegaard	UTARBEIDET AV	Dag Erik Julsheim
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 643580 NORD: 6640277	ANSVARLIG ENHET	1163 Geoteknikk Østfold
GNR./BNR./SNR.			

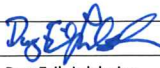
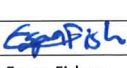
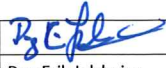
SAMMENDRAG

Nordvest for elva der gang- og sykkelvegen planlegges å krysse elva, er det partier med synlig berg. Borpunktet lengst fra elva, borpunkt 1, viser antatt berg i ca. 9 m dybde. For borpunktet like ved elva, borpunkt 2, viser totalsonderingen antatt berg i rundt 22 m dybde.

Totalsonderingene viser begge at løsmassene under et ca. 1 m tykt topplag har meget liten bormotstand, tilnærmet lik null. Det er litt fastere lagrede masser i rundt 2 m og 5 m dybde for hhv totalsondering 1 og 2, trolig et sandlag. Nærmest antatt berg er det et ca. 3 – 4 m tykt lag med middels fast til fast lagrede masser, antatt morenemasser bestående av sand og grus.

Prøveserien er tatt opp ved borpunkt 2 like ved elva. Øverst er det organisk materiale ned til rundt 2 m dybde. Det er mye planterester i massene samt at de i 1 – 2 m dybde klassifiseres som en leirig gytje. Fra 2 – 3 m dybde er det bløt siltig, gytjeholdig leire. Videre ned til rundt 9 m dybde der prøveserien ble avsluttet er det bløt kvikkleire som er meget kompressibel.

Det er ikke satt ned piezometre for nøyaktig måling av grunnvannstand. Det kan være poreovertrykk i grunnen.

					
	02.03.2017		Dag Erik Julsheim	Espen Fiskum	Dag Erik Julsheim
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Grunnundersøkelser	5
3	Grunnforhold.....	5
3.1	Topografi	5
3.2	Dybder til antatt berg.....	5
3.3	Løsmasser	6
3.4	Grunnvannstand.....	7

Tegninger

512563 -0	Oversiktskart
-1	Borplan
-10	Geotekniske data, prøveserie v/2
-20 og -21	Resultater totalsonderinger
-76.1 og -76.2	Ødometerforsøk for PR v/2
-100	Profil A - A

Vedlegg

Geotekniske bilag:	Feltundersøkelser
	Laboratorieundersøkelser
	Metodestandarder

1 Innledning

Aurskog – Høland kommune planlegger gang- og sykkelveg fra Haldenvegen ved Bjørkelangen skole og like syd for Nordre Greppestad, og derfra nesten rett øst over Lierelva og frem til Leirveien ved Bernhus.

Multiconsult ASA har utført grunnundersøkelser på vestsiden av Lierelva. Planlagte boringer øst for elva måtte kuttes ut på grunn av det ikke ble gitt tillatelse til boringer av grunneier.

Den foreliggende rapport er en ren datarapport som gir en beskrivelse av grunnforholdene.

2 Grunnundersøkelser

På vestsiden av Lierelva er det utført følgende undersøkelser:

- 2 totalsonderinger for antatte dybder til fjell og informasjon om grunnens relative lagringsfasthet.
- Tatt opp 1 prøveserie og i laboratoriet er det foruten rutineundersøkelser utført ett ødometerforsøk for å få en nærmere bestemmelse av grunnens setningsparametre.

For en beskrivelse av felt- og laboratorieundersøkelser samt metodestandarder vises til vedlagte geotekniske bilag.

3 Grunnforhold

Borpunktens plassering er vist i borplanen, tegning nr. 512563-1.

Tegning nr. 512563-10 viser geotekniske data fra prøveserie ved borpunkt 2 like ved elva. Resultater fra totalsonderingene er vist på tegning nr. 512563-20 og -21.

Tegningene nr. 512563-76.1 og -76.2 viser resultatene fra ødometerforsøket.

Resultatene fra undersøkelsene er også tegnet opp i profil på tegning 512563-100.

3.1 Topografi

Fra Haldenvegen faller terrenget svakt mot øst fra ca. kote 133 ved vegen til ca. kote 126 ved starten av det flatere partiet ved elva. På det bratteste har skråningen en helning på rundt 1 : 6. Mot elva er det et rundt 50 m relativt flatt parti frem til elva. Dybder i elva er ikke kjent.

3.2 Dybder til antatt berg

Nordvest for elva der gang- og sykkelvegen planlegges å krysse elva, er det partier med synlig berg. Borpunktet lengst fra elva, borpunkt 1, viser antatt berg i ca. 9 m dybde. For borpunktet like ved elva, borpunkt 2, viser totalsonderingen antatt berg i rundt 22 m dybde.

Det må regnes med uregistrerte variasjoner i dybder til antatt berg utover det som kan antas ved en rettlinjert interpolasjon mellom borpunktene.

3.3 Løsmasser

Totalsonderingene viser begge at løsmassene under et ca. 1 m tykt topplag har meget liten bormotstand, tilnærmet lik null. Det er litt fastere lagrede masser i rundt 2 m og 5 m dybde for hhv totalsondering 1 og 2, trolig et sandlag. Nærmest antatt berg er det et ca. 3 – 4 m tykt lag med middels fast til fast lagrede masser, antatt morenemasser bestående av sand og grus.

Prøveserien er tatt opp ved borpunkt 2 like ved elva. Øverst er det organisk materiale ned til rundt 2 m dybde. Det er mye planterester i massene samt at de i 1 – 2 m dybde klassifiseres som en leirig gytje. Det vises til bilde 1 under som viser massene i 1 – 2 m dybde.



Bilde 1

Fra 2 – 3 m dybde er det bløt siltig, gytjeholdig leire. Videre ned til rundt 9 m dybde der prøveserien ble avsluttet er det bløt kvikkleire, dvs. leire som blir tilnærmet flytende ved omrøring. Leira har en udrenert skjærfasthet $S_u \sim 9 - 12$ kPa.

Vanninnholdet i leira er høyt, stedvis litt over 80 %. Dette viser en meget kompressibel leire, noe som bekreftes av ødometerforsøket.

3.4 Grunnvannstand

Det er ikke satt ned piezometre for nøyaktig måling av grunnvannstand. Det kan være poreovertrykk i massene ved elva på grunn av det høyere liggende terrenget lenger vest.

Det vil være variasjoner i grunnvannstanden avhengig av årstid og nedbørsforhold.

Arkivreferanser:

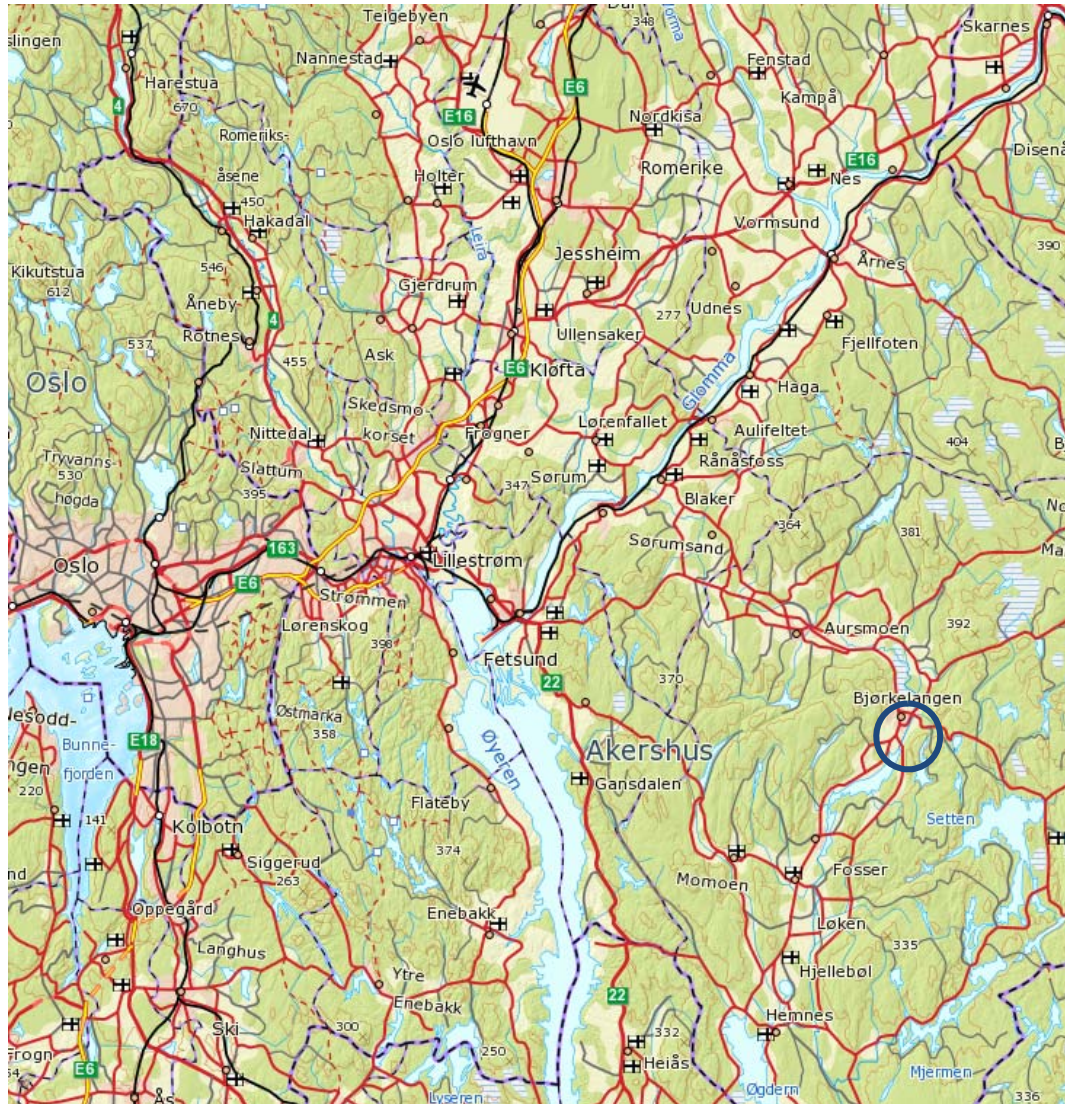
Fagområde:	Geoteknikk		
Stikkord:	Organisk materiale, gytje, bløt kvikkleire		
Land/Fylke:	Akershus	Kartblad:	
Kommune:	Aurskog - Høland	UTM koordinater, Sone:	32V
Sted:	Bjørkelangen	Øst: 643580	Nord: 6640277

Distribusjon:

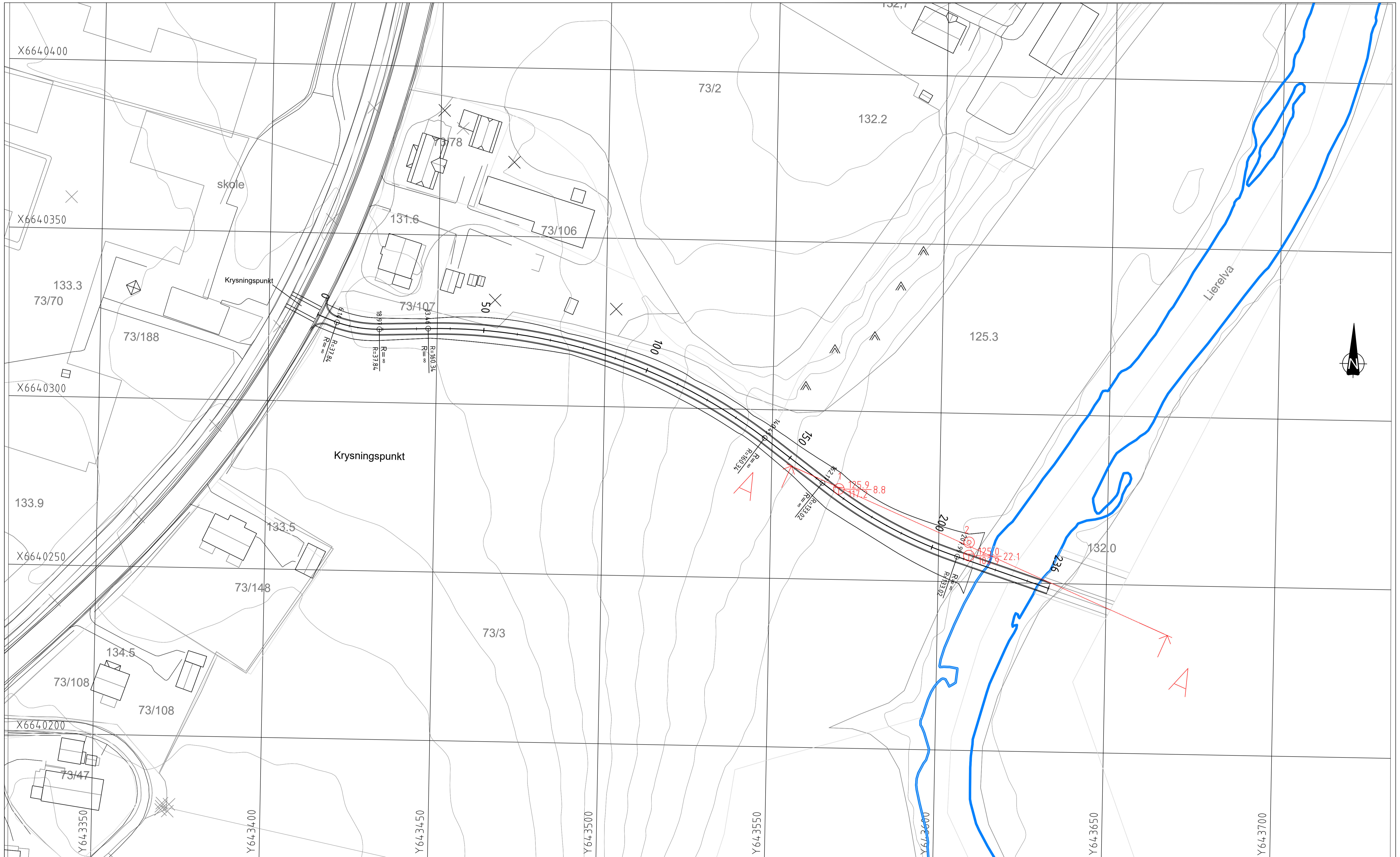
- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)
 Intern
 Fri

Dokumentkontroll:

		Dokument 2. mars 2017		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	02.03.17	<i>DEJ</i>						
	Kontrollert	02.03.17	<i>EF</i>						
Grunnlagsdata	Utarbeidet	02.03.17	<i>DEJ</i>						
	Kontrollert	02.03.17	<i>EF</i>						
Teknisk innhold	Utarbeidet	02.03.17	<i>DEJ</i>						
	Kontrollert	02.03.17	<i>EF</i>						
Format	Utarbeidet	02.03.17	<i>DEJ</i>						
	Kontrollert	02.03.17	<i>EF</i>						
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Oppdragsansvarlig)				Dato: <i>2/3-17</i>		Sign.: <i>[Signature]</i>			



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
OVERSIKTSKART		Original format A4	Fag Geo		
		Tegningens filnavn			
AURSKOG – HØLAND KOMMUNE GANG- OG SYKKELVEI		Målestokk	Tegnet: DEJ		
			Kontrollert: ESF		
Multiconsult		Dato 01.03.2017	Godkjent: DEJ		
		Oppdrag nr. 512563	Tegning nr. 0	Rev.	



SYMBOLER

- Dreiesonering ✦ Fjellkontrollboring ⊙ Prøveserie/Skovlboring ⊖ Poretrykksmåling
- Enkel sondering ⊕ Dreietrykksondering □ Prøvegrop ▲ Fjell i dagen
- ▽ Trykksondering ⊕ Totalsondering + Vingebooring

Borhull nr. Terreng (bunn) kote Boret dybde + (boret i fjell)
 Antatt fjellkote

Borboknr. :
 Lab.boknr. :
 Kartgrunnlag :

Rev.	Beskrivelse	Endrliste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	BORPLAN					GEOTEKNIKK
	AURSKOG - HØLAND KOMMUNE GANG - OG SYKKELVEI					Målestokk A1 1:500
	Multiconsult www.multiconsult.no		Dato 07.02.2017	Konstr./Tegnet HELED	Kontrolleret DEJ	Godkjent DEJ
			Oppdragsnr. 512563	Tegningsnr. 1	Rev.	

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)								
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50									
1	ORGANISK MATERIALE, leirig, siltig planterester									6,1															
2	GYTJE, leirig							132		16,7															
3	LEIRE, siltig, gytjeholdig	foto						83	1,52	70	4,0	1,0					13								
																								14	
4	KVIKKLEIRE							60	1,74	58	1,2	0,5					19								
																									14
5	KVIKKLEIRE, siltig siltlag på ca. 20 cm i bunn av prøven							60	1,77	56	0,4						24								
																									18
6	KVIKKLEIRE	sjikt av silt	Ø					69	1,76	59	0,4						28								
																									48
7	KVIKKLEIRE							59	1,60	67	0,3						37								
																									40
9	KVIKKLEIRE, siltig, sandig	foto						83	1,95	47	0,4						24								

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir deformasjon (%) ved brudd)

○ Vanninnhold

▼ Omrørt konus

ρ = Densitet

T = Treaksialforsøk

ρ_s : 2,75 g/cm³

┌ Plastisitetsindeks, Ip

▽ Uomrørt konus

S_t = Sensitivitet

Ø = Ødometerforsøk

Grunnvannstand: m

K = Korngradering

Borbok: DBB

Lab-bok: DLB

PRØVESERIE

Borhull:

PR v/2

AURSKOG - HØLAND KOMMUNE

Dato:

2017-02-06

GANG- OG SYKKELVEI

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

HALGE

Kontrollert:

SIOR

Godkjent:

DEJ

Oppdragsnummer:

512563

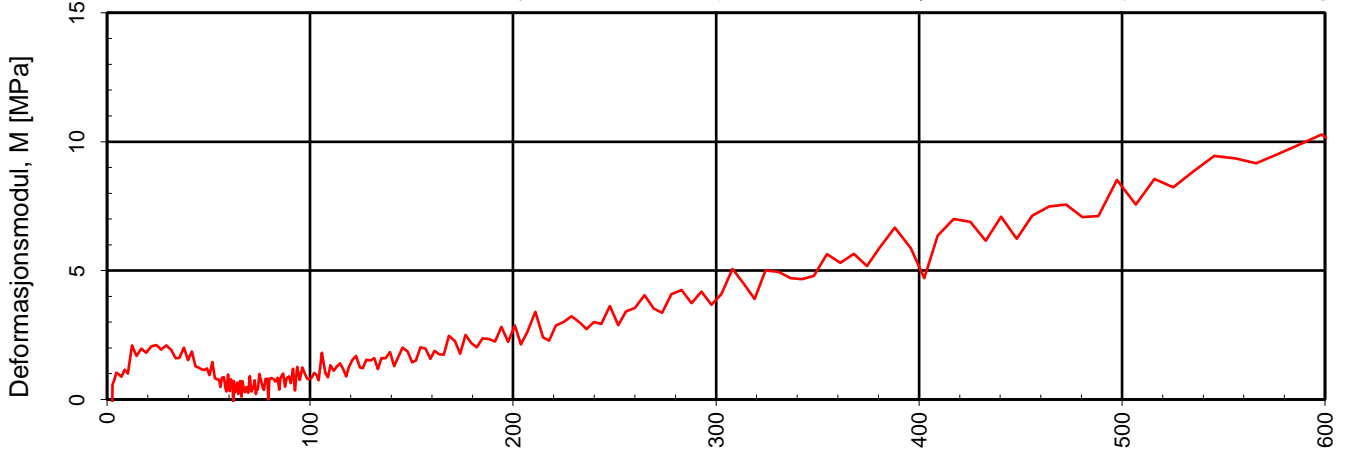
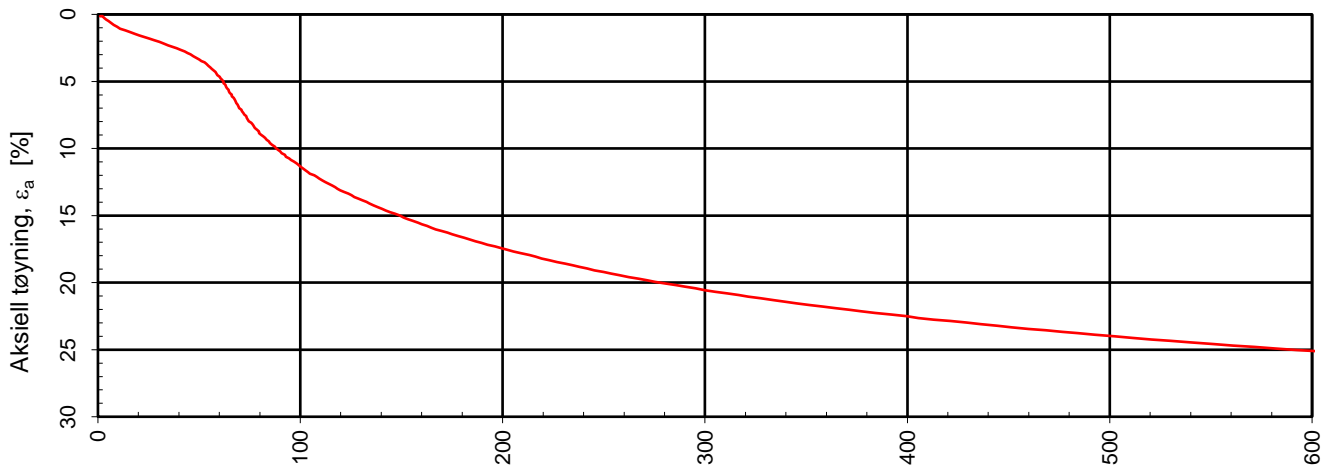
Tegningsnr.:

10

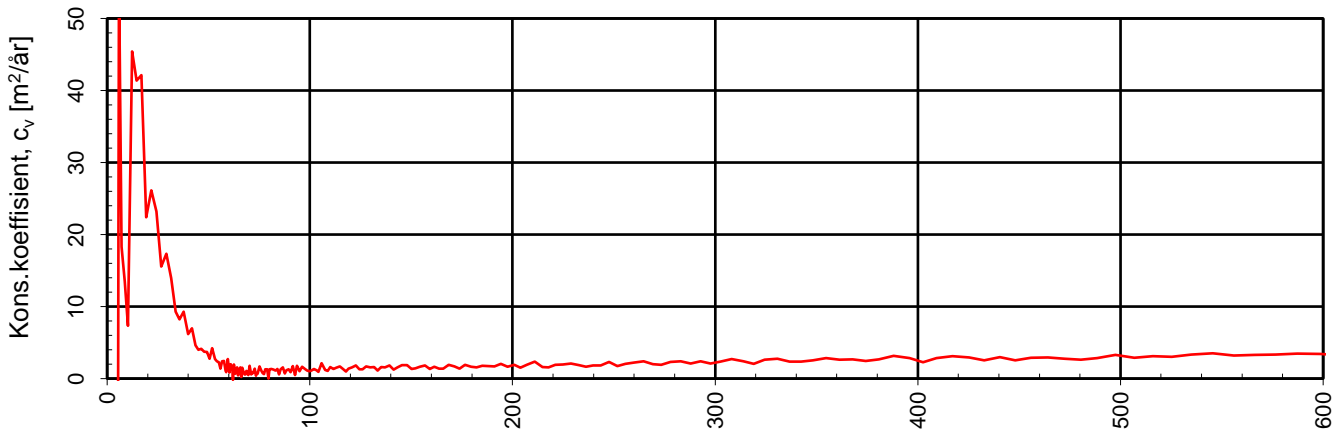
Rev. nr.:

00

Effektiv gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]



Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]



Densitet ρ (g/cm³): **1,73**
 Vanninnhold w (%): **52,73**

Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa):

AURSKOG - HØLAND KOMMUNE
GANG- OG SYKKELVEI

Rapportdato:

02.02.2017

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v .

MULTICONSULT AS

Box 265 Skøyen
 N-0213 OSLO
 Tlf.: 21 58 50 00

Forsøksdato:
 31.01.2017

Dybde, z (m):
 5,60

Borpunkt nr.:
 PR v/2

Forsøknr.:
 1

Tegnet av:
 HALGE

Kontrollert:
 SIOR

Godkjent:
 DEJ

Oppdrag nr.:
 512563

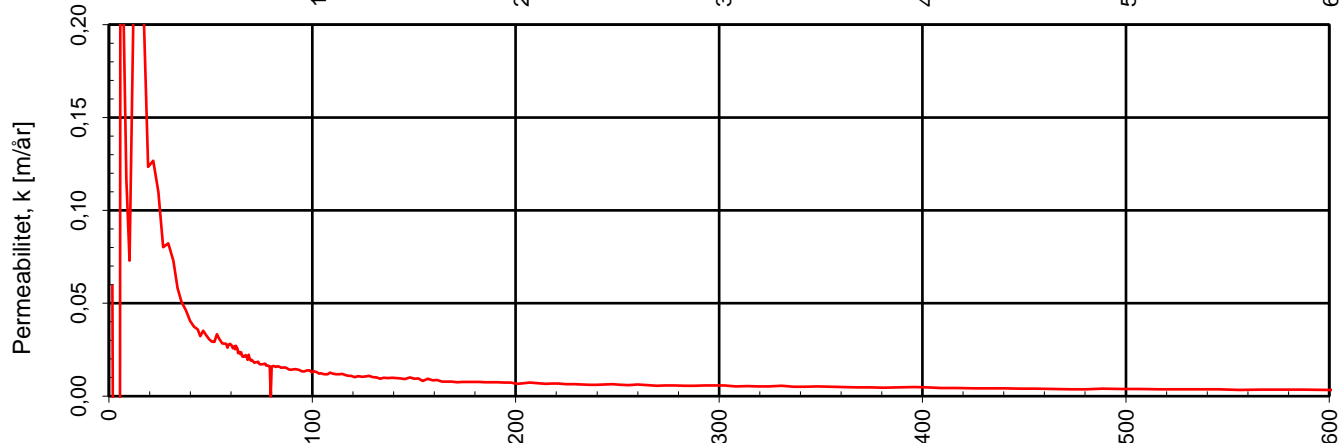
Tegning nr.:
 76.1

Prosedyre:
 CRS

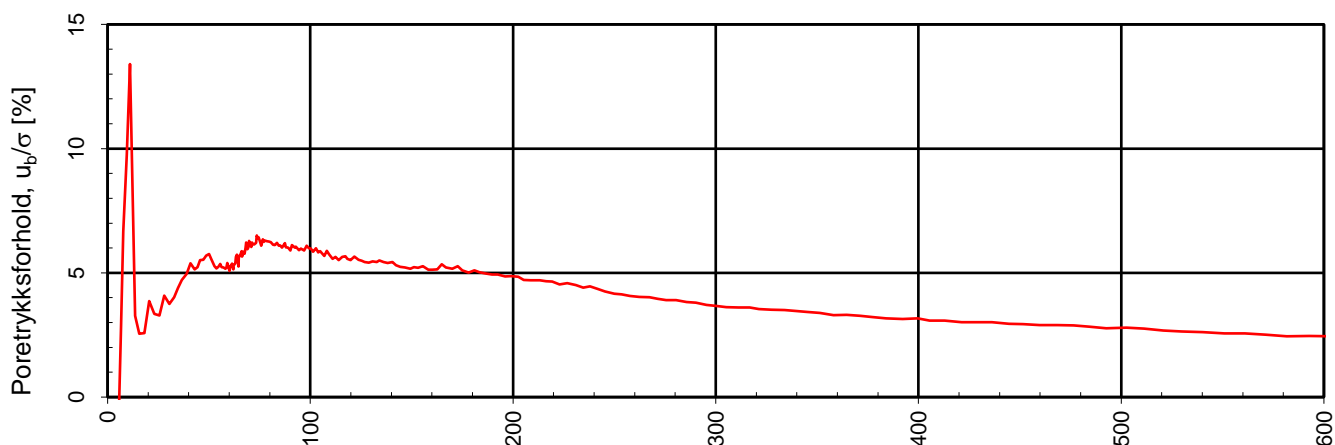
Programrevisjon:
 07.01.2014



Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]



Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]



Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]

Densitet ρ (g/cm³):

1,73

Vanninnhold w (%):

52,73

Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa):

AURSKOG - HØLAND KOMMUNE

GANG- OG SYKKELVEI

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, k og u_b/σ .

Rapportdato:

02.02.2017

MULTICONSULT AS

Box 265 Skøyen
N-0213 OSLO
Tlf.: 21 58 50 00

Forsøksdato:

31.01.2017

Dybde, z (m):

5,60

Borpunkt nr.:

PR v/2

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

HALGE

Kontrollert:

SIOR

Oppdrag nr.:

512563

Tegning nr.:

76.2

Prosedyre:

CRS

Godkjent:

DEJ

Programrevisjon:

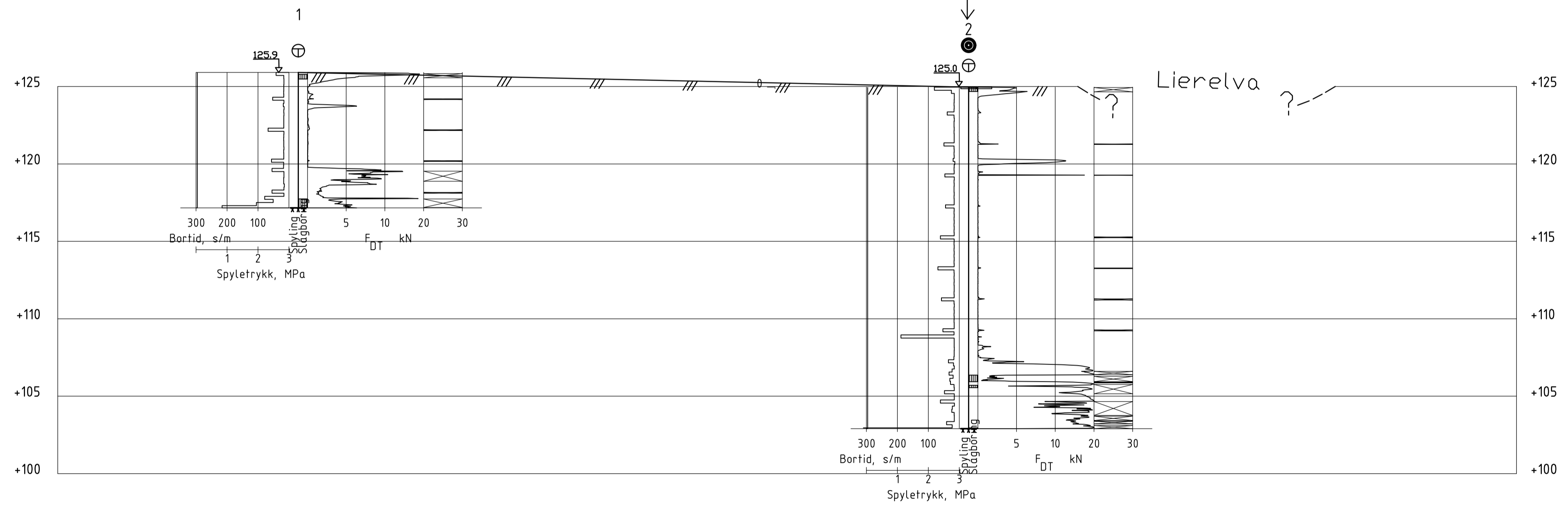
07.01.2014

Multi
consult

Dybde (m)	Beskrivelse	Plutt	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser				Utsnert skjærfasthet (kPa)				R _z (°)			
			w	LL	PL	CI	q _v (kPa)	q _u (kPa)	q _h (kPa)	q _v (kPa)				
1	ORGANISKE MATERIALE, vått, sligg													
2	GYTJE, sligg					130								
3	LEIRE, vått, gyphetlag					83	52	70	4.0	1.0				13
4	KVAKLEIRE					74	58	58	1.2	0.9				14
5	KVAKLEIRE, vått sligg på ca. 20 cm i bunnen av prøven					60	77	56						24
6	KVAKLEIRE					78	58	58						18
7	KVAKLEIRE					80	60	67						28
8	KVAKLEIRE, vått, sandig					56	47							48
9														37
10														40

Symbollegende:
 □ Vanninnhold (w)
 ○ Konsistensgrenser (LL, PL, CI)
 T = Trekkfasthet
 D₅₀ = Gjennomsnittlig kornstørrelse
 D₆₀ = Kornstørrelse
 D₁₀ = Kornstørrelse
 D₂₀ = Kornstørrelse
 D₄₀ = Kornstørrelse
 D₆₀ = Kornstørrelse
 D₈₀ = Kornstørrelse
 D₁₀₀ = Kornstørrelse

PROVESERIE: PR v12
 AURSKOG - HØLAND KOMMUNE 2017-02-06
 GANG- OG SYKKELVEI
 Prosjekt: HALGE SJOR DEJ
 Oppdragsnr.: 512563 10 00



Rev.	Beskrivelse	Endr. liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	PROFIL A-A					GEOTEKNIKK
	AURSKOG - HØLAND KOMMUNE GANG- OG SYKKELVEI		Målestokk A1 1:200			
	Multiconsult www.multiconsult.no		Dato 07.02.2017 Oppdragsnr. 512563	Konstr./Tegnet HELED Tegningsnr. 100	Kontrollert DEJ	Godkjent DEJ
					Rev.	-

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

Feltundersøkelsesmetoder beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende norske veiledninger fra NGF (Norsk Geoteknisk Forening), norske standarder (NS) og andre referansedokumenter:

NGF Veiledninger Norske standarder NS	Tema
NGF 1 (1982)	SI Enheter
NGF 2, rev.1 (2012)	Symboler og terminologi
NGF 3, rev. 1 (1989)	Dreiesondering
NGF 4 (1981)	Vingeboring
NGF 5, rev.3 (2010)	Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU)
NGF 6 (1989)	Grunnvanns- og poretrykksmåling
NGF 7, rev. 1 (1989)	Dreietrykksondering
NGF 8 (1992)	Kommentarkoder for feltundersøkelser
NGF 9 (1994)	Totalsondering
NGF 10, rev.1 (2009)	Beskrivelsestekster for grunnundersøkelser
NGF 11 rev.1 (2012) NS-EN ISO 22475-1 (2006)	Prøvetaking
Statens vegvesen Geoteknisk felthåndbok 280 (2010)	Feltundersøkelser

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

Laboratorieundersøkelser beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende norske standarder (NS) og referansedokumenter:

Norske standarder NS	Tema
NS8000 (1982)	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001 (1982)	Støtflytegrense
NS8002 (1982)	Konusflytegrense
NS8003 (1982)	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004 (1982)	Svinngrense
NS8005 (1990)	Kornfordelingsanalyse
NS8010 (1982)	Jord – bestanddeler og struktur
NS8011 (1982)	Densitet
NS8012 (1982)	Korndensitet
NS8013 (1982)	Vanninnhold
NS8014 (1982)	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS8015 (1987)	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016 (1987)	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS8017 (1991)	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018 (1993)	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS14688-1 og -2 (2009)	Klassifisering og identifisering av jord
NS-EN ISO/TS 17892-8 + -9 (2005)	Treaksialforsøk (UU, CU)
Statens vegvesen Håndbok 015 (2005)	Laboratorieundersøkelser

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

Ved prøveåpning klassifiseres og identifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjoner er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse (mm)	<0,002	0,002-0,063	0,063-2	2-63	63-630	>630

En jordart kan inneholde en eller flere av fraksjonene over. Jordarten benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den fraksjon som har dominerende betydning for jordartens egenskaper og adjektiv for medvirkende fraksjoner (for eksempel siltig sand). Leirinnholdet har størst betydning for benevnelse av jordarten. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leire til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

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

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

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet.
• <i>Fibrig torv</i>	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke.
• <i>Delvis fibrig torv, mellomtorv</i>	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene.
• <i>Amorf torv, svarttorv</i>	Ingen synlig plantestruktur, svampig konsistens.
Gytje og dy	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler.
Humus	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold.
Mold og matjord	Sterkt omvandlet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget.

SKJÆRFASTHET

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

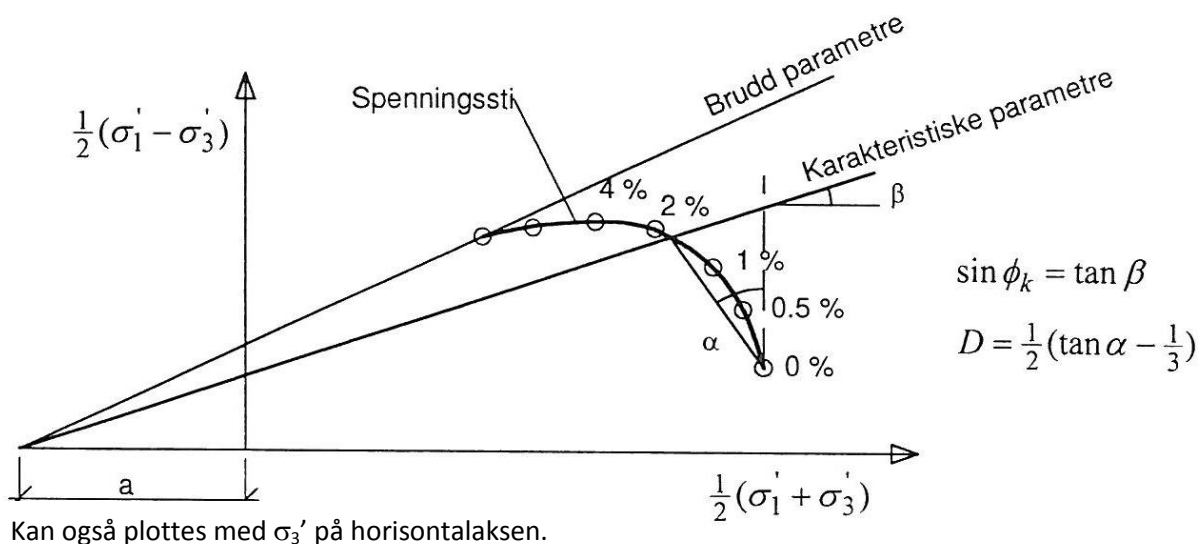
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (kPa, kPa, °, (-))

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon), $\tan\phi$ (friksjon) og eventuelt $c = a \tan\phi$ (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_{ut}) (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 trykksondering med poretrykkmåling (CPTU) (c_{ucptu}) eller vingebor (c_{uv} , c_{ur}).



SENSITIVITET S_t (-)

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

VANNINNHOLD (w %) (NS 8013)

Vanninnholdet angir masse av vann i % av masse tørt (fast) stoff i massen og bestemmes fra tørking av en jordprøve ved 110°C i 24 timer.

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

Konsistensgrensene (Atterbergs grenser) for en jordart angir vanninnholdsområdet der materialet er plastisk (formbart). Flytegrensen angir vanninnholdet der materialet går fra plastisk til flytende tilstand. Plastisitetsgrensen (utrullingsgrensen) angir vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten at det sprekker opp. Plastisiteten $I_p = w_l - w_p$ (%) angir det plastiske området for jordarten og benyttes til klassifisering av plastisiteten. Er det naturlige vanninnholdet høyere enn flytegrensen blir materialet flytende ved omrøring (vanlig for kvikkleire).

DENSITETER (NS 8011 & 8012)

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

TYNGDETETHETER

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

PORETALL OG PORØSITET (NS 8014)

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

KORNFORDELINGSANALYSER (NS 8005)

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter $d > 0,063$ 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, $\sigma' < \sigma'_c$ (σ'_c = prekonsolideringsspenningen)
Lineært økende modul	$M = m(\sigma'(\pm \sigma_r))$	Leire, fin silt, $\sigma' > \sigma'_c$
Parabolisk økende modul	$M = m\sqrt{\sigma'\sigma_a}$	Sand, grov silt, $\sigma' > \sigma'_c$

PERMEABILITET (k cm/sek eller m/år)

Permeabiliteten defineres som den vannmengden q som under gitte betingelser vil strømme gjennom et jordvolum pr. tidsenhet. Generelt bestemmes permeabiliteten fra følgende sammenheng: $q = kiA$, der A er bruttoareal av tverrsnittet normalt på vannets strømningsretning og i = hydraulisk gradient i strømningsretningen (= potensialforskjell pr. lengdeenhet). Permeabiliteten kan bestemmes ved strømningsforsøk i laboratoriet ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt.

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

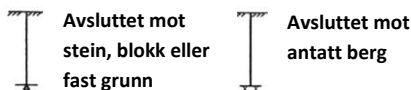
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_r som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifikasjon av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold (w_{opt}).

TELEFARLIGHET

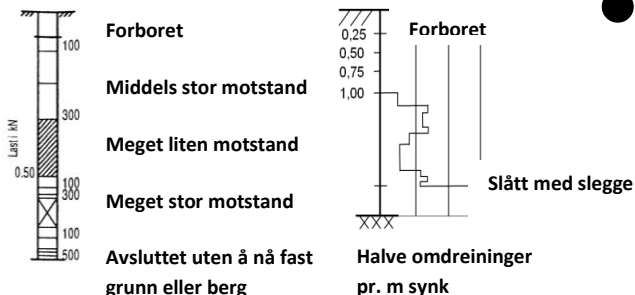
En jordarts telefarlighet bestemmes ut i fra kornfordelingskurven eller ved å måle den kapillære stighøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig).

HUMUSINNHOLD

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



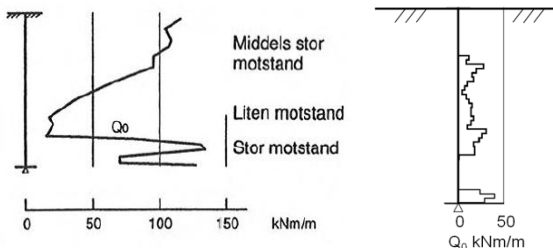
Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



DREIESONDERING (NGF MELDING 3)

Utføres med skjøtbare $\phi 22$ mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall $\frac{1}{2}$ -omdreininger pr. 0,2 m synk registreres.

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

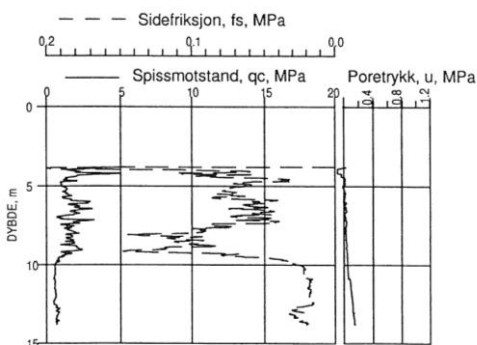


RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)

Boringen utføres med skjøtbare $\phi 32$ mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres.

Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden Q_0 pr. m nedramming.

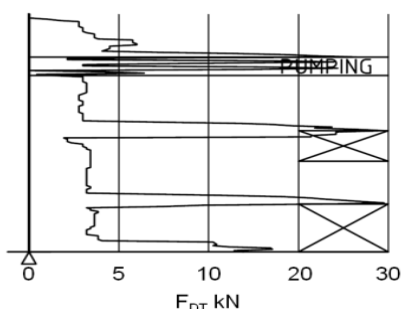
$Q_0 = \text{loddets tyngde} * \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$



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).

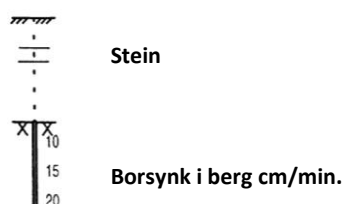


DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)

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.

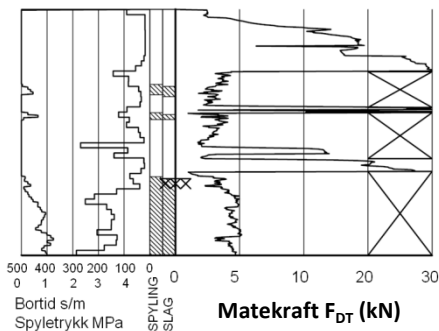
Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

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.



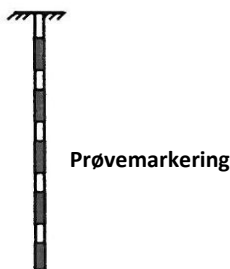
T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)

Kombinerer metodene dreietrykkssondering 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 lag 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 borrhigg 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.

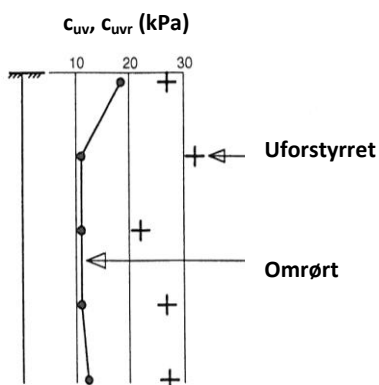


⊙ PRØVETAKING (NGF MELDING 11)

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. 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.



⊖ PORETRYKKS MÅLING (NGF MELDING 6)

Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykksmåler). Filteret eller piezometerspissen påmontert piezometerrør presses ned i grunnen til ønsket dybde. Stabilt poretrykk registreres fra vannets stige høyde i røret, eller ved avlesning av en elektrisk trykkmåler i spissen. Valg av utstyr vurderes på bakgrunn av grunnforhold og hensikten med målingene. Grunnvannstand observeres eller peiles direkte i borhullet.

