

DATARAPPORT FRA GRUNNUNDERSØKELSE

NVE Region Midt-Norge **Kvikkleirekartlegging Storaunet-Skei**

Oppdrag nr: 6070700

Rapport nr. 05

Dato: 4.5.2010



Fylke Sør-Trøndelag	Kommune Rissa	Sted Storaunet-Skei	UTM 05508 70446 (WGS84)
Byggherre NVE Midt-Norge			
Oppdragsgiver NVE Midt-Norge			
Oppdrag formidlet av NVE Midt-Norge v/Trude Skaret Krogstad			
Oppdragsreferanse Oppdragsbekreftelse av 12.1.2010			
Antall sider 4	Tegn.nr 301 - 315	Bilag.nr. 1	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

**NVE Midt-Norge
Kvikkleirekartlegging
Storaunet-Skei**

Rapport-tittel

**Grunnundersøkelser
Datarapport**

Oppdrag nr: 6070700	Rapport nr: 05	Rev: 01	Dato: 4.5.2010	Kontr: 
Oppdragsleder: Oddbjørn Lefstad		Utarbeidet av: Øyvind Bredvold 		
<p>SAMMENDRAG</p> <p>Feltarbeidene er utført fra 1.2-5.2.2010. Det er i området Storaunet - Skei utført dreietrykksonderinger i 2 punkt ned til fast grunn, trykksonderinger (CPTU) i 2 punkt og poretrykksmålinger i ett punkt. Det er i tillegg tatt opp uforstyrrede prøver i ett punkt og skovelprøver i 6 punkt.</p> <p>Løsmassene består generelt av marine havavsetninger av leire, silt og sand. Utførte sonderinger tyder på bløt sensitiv og/eller kvikk leire.</p> <p>Prøvetakingen i pkt 17 viser middels fast, lite plastisk kvikkleire. Tyngdetettheten og vanninnholdet er målt til hhv. 19-20 kN/m³ og 25-36 %.</p>				

INNHOOLD

1	INNLEDNING	3
1.1	Prosjekt	3
1.2	Oppdrag	3
1.3	Innhold	3
2	UNDERSØKELSER.....	3
2.1	Feltundersøkelser	3
2.2	Oppmåling	3
2.3	Laboratorieundersøkelser.....	3
2.4	Resultater.....	4
3	GRUNNFORHOLD	4
3.1	Terreng	4
3.2	Løsmasser. Området Storaunet - Skei	4
3.3	Fjell	4
3.4	Grunnvann.....	4

TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
301		Oversiktskart	1 : 50 000
302		Situasjonsplan Storaunet-Skei	1 : 4 000
303		Dreietrykk- og trykksondering	1 : 200
304		Dreietrykk- og trykksondering	1 : 200
305		Piezometer	1 : 200
306		Borprofil pkt 17	1 : 100
307		Borprofil pkt 21	1 : 100
308		Borprofil pkt 22	1 : 100
309		Borprofil pkt 23	1 : 100
310		Borprofil pkt 24	1 : 100
311		Borprofil pkt 25	1 : 100
312		Borprofil pkt 26	1 : 100
313		Kontinuerlig ødometer, dybde 3,5m og 9,5m	
314		Treaksialforsøk, dybde 4,5m og 4,7m	
315		Treaksialforsøk, dybde 6,5m og 9,7m	

BILAG

- 1 Koordinatliste

TILLEGG

- I Markundersøkelser
II Laboratorieundersøkelser
III Spesielle undersøkelser

1 INNLEDNING

1.1 Prosjekt

NVE har som del av deres kvikkleireprogram bedt om tilleggsboringer for de utførte grunnundersøkelser for avgrensning og vurdering av større skred i tidligere kartlagte kvikkleiresoner i området Storaunet-Skei, Ersland og Grønli, Rissa kommune 2007 og 2008. Tilleggsboringene skal danne grunnlaget for videre detaljering av tiltak langs Prestelva i Stadsbygd.

1.2 Oppdrag

Rambøll Norge AS har utført grunnundersøkelser for prosjektet.

Oppdraget er formidlet av NVE Midt-Norge.

1.3 Innhold

Rapporten er en ren datarapport som inneholder resultater av de utførte grunnundersøkelser. Geoteknisk vurdering utføres av Multiconsult.

2 UNDERSØKELSER

2.1 Feltundersøkelser

Feltundersøkelsene er utført 1.2-5.2.2010. Følgende feltarbeider ble utført:

- Dreietrykkssonderinger i 2 punkt ned til fast grunn.
- Trykksonderinger (CPTU) i 2 punkt, i 12,5-32,5 meter under terreng.
- Poretrykksmåling i 1 punkt, med avlesning i 2 dybder.
- Prøvetaking i 7 punkt, inntil 10 meter under terreng.

Plassering av borpunktene er vist på situasjonsplan, tegning 302.

Boringene og prøvetaking er utført med hydraulisk borerigg av typen Geotech 604 D med PC - logg registreringsenhet.

Nærmere beskrivelse av utføring av boringer er gitt i tillegg I "Feltundersøkelser".

2.2 Oppmåling

Borpunktene er satt ut av Rambøll Norge AS, og senere innmålt av Rambøll Norge AS, se koordinatliste bilag 1.

2.3 Laboratorieundersøkelser

Det er tatt opp 4 uforstyrrede Ø54 mm sylinderprøver og 30 representative i 6 punkt. Prøvene er åpnet og undersøkt ved Rambølls og ved NTNUs laboratorier i Trondheim.

Prøvene er klassifisert, og det er utført rutinemessig undersøkelse av vanninnhold og tyngdetetthet. Det er videre målt udrenert skjærstyrke S_u ved konusforsøk og enaksiale trykkforsøk. Det er i tillegg utført bestemmelse av konsistensgrenser på 2 prøver.

For vurdering av effektive skjærstyrkeparametere, er det utført i alt 2 treaksialforsøk på prøver av kvikkleire.

For vurdering av overkonsolideringsgrad og opprinnelig terrengnivå i området er det utført 2 kontinuerlige ødometerforsøk. Forsøkene er utført ved NTNU.

Utførelse og resultatpresentasjon av laboratorieundersøkelser er nærmere beskrevet i tillegg II og III bak i rapporten.

2.4 Resultater

Plassering av borepunkter og boredybder er vist på situasjonsplanen, tegning 302. Resultater av dreietrykksonderinger og trykksonderinger (CPTU) er framstilt grafisk som enkeltboringer på tegning 303-304.

Resultater fra laboratorieundersøkelsene er vist i borprofilene på tegning 306-312. Ødometer- og treaksialforsøkene er vist på tegning 313-315.

Poretrykksmålingene er framstilt på tegning 305.

3 GRUNNFORHOLD

3.1 Terreng

Borpunkt 17 og 19-26 er utført fra Ersland i nord langs med Prestelva ned mot Skei i sør. Terrenget i området skråner fra nord mot sør og ned mot Prestelva, og består hovedsakelig av dyrket mark.

3.2 Løsmasser

Punkt 17

Opptatte prøver i punkt 17 viser middels fast kvikkleire med tyngdetetthet fra 19-20 kN/m³. Målt vanninnhold er i størrelsesorden 25-36 % og konsistensgrenseforsøkene viser at kvikkleira er lite plastisk.

Punkt 19

Utførte sonderinger i punkt 19 viser hovedsakelig tørrskorpeleire i 1 meter mektighet over bløt kvikkleire ned til ca. 17 meter under terreng. Videre med dybden tyder sonderingene på lagdelte masser bestående av leire og kvikk/sensitiv leire ned til avsluttet sondering ved 32,5 meter dybde.

Punkt 20

Sonderingene i punkt 20 tyder på bløt sensitiv/kvikk leire fra ca. 1,5 meter under terreng ned til antatt påtruffet fjell ved 12,5 meters dybde.

Punkt 21-26

Skovelboringene i pkt 21-26 viser tørrskorpeleire, silt eller sand ned til ca. 1-2 meter under terreng. Det er i flere av punktene registrert både planterester og gruskorn. Målt vanninnhold varierer fra 17-23 % og omrørt skjærstyrke er meget fast, $S_r > 200$ kPa. Videre med dybden består løsmassene generelt av siltig leire med innhold av gruskorn. Målt vanninnhold varierer fra 20-36 % og målt omrørt skjærstyrke fra 5-200 kPa.

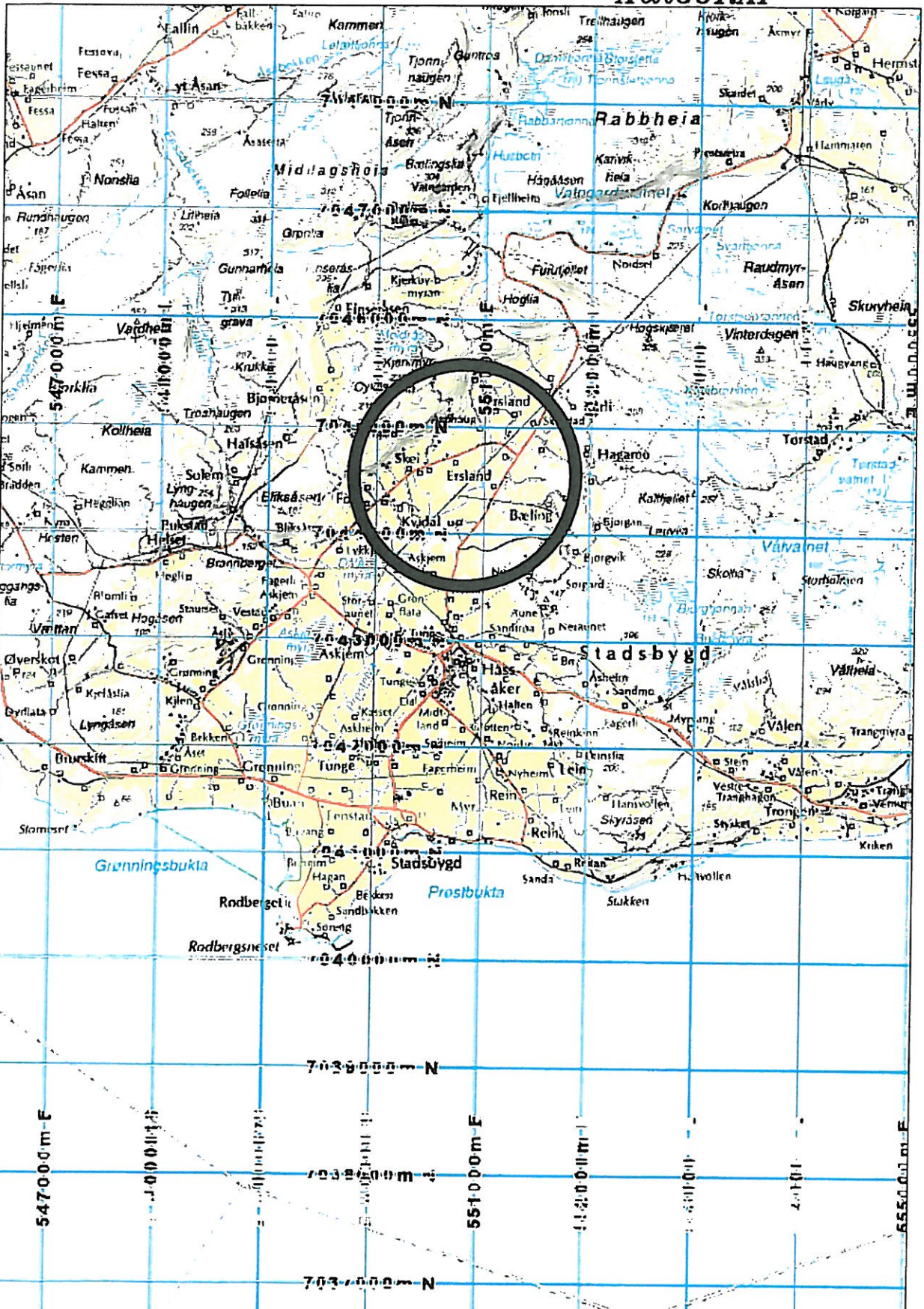
I pkt 25 og 26 er det påtruffet lag bestående av sand og grus.

3.3 Fjell

Sonderingene er avsluttet i fast grunn eller antatt påtruffet fjell. Det er ikke foretatt kontrollboring ned i fjell.

3.4 Grunnvann

I borpunkt 17, ved Ersland, er det blitt foretatt måling av poretrykket ved bruk av elektrisk piezometer. Målingene viser at grunnvannstanden ligger på ca. 1 meter under terreng. Videre med dybden viser målingene at poretrykket er større enn hydrostatisk fordelt, se tegning 305.



RAMBOLL

NVE Region Midt-Norge
Rissa område Storaunel - Skei og Grønli

OVERSIKTSKART

UTM-ref. (WGS84): 05508 70446

MALESTOKK

1 : 50000

TEGNET/KONTR.

OBD/ *[Signature]*

DATO

10.12.2010

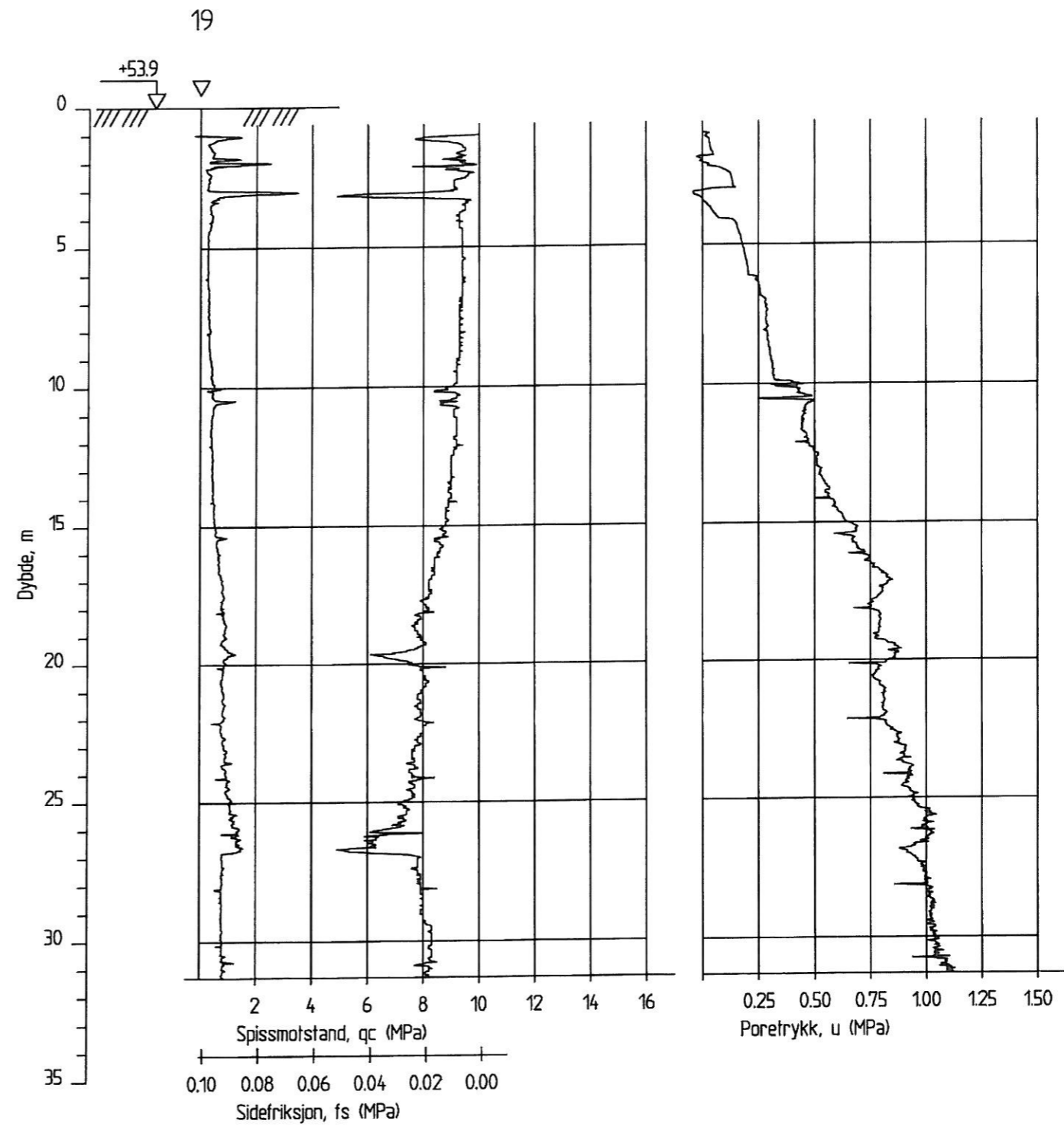
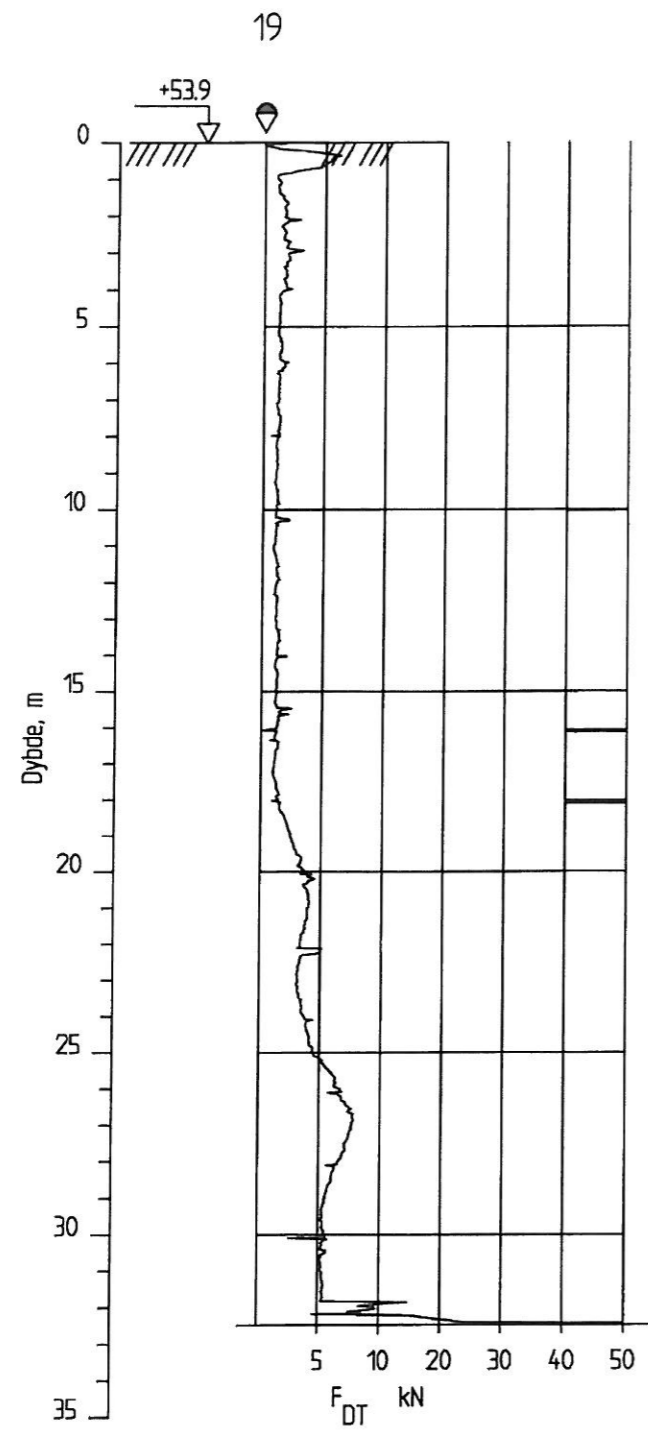
OPPDRAG

6070700

BILAG

TEGN. NR.

301



00	1.2.2010		OBD	<i>[Signature]</i>
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR
TEGNINGSSTATUS		Datarapport		

RAMBOLL

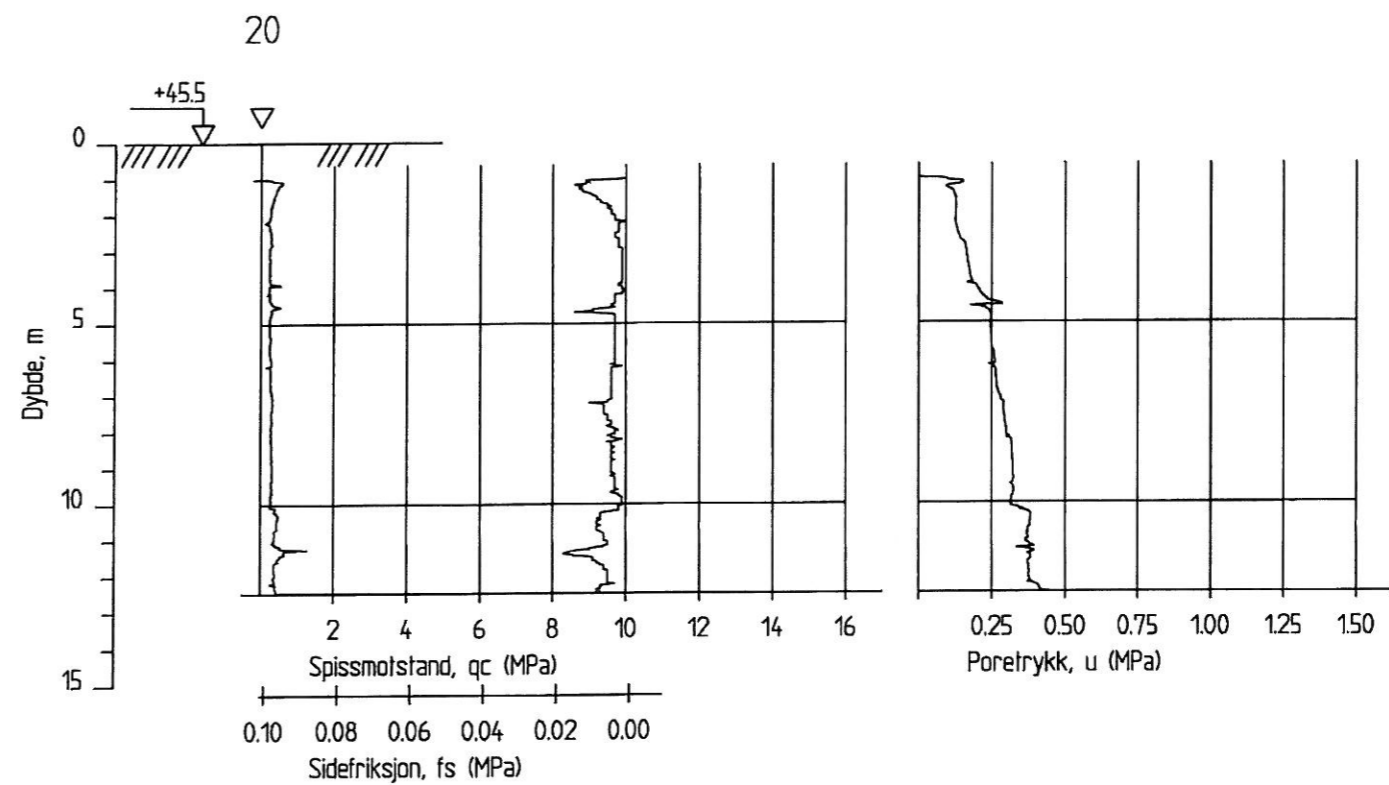
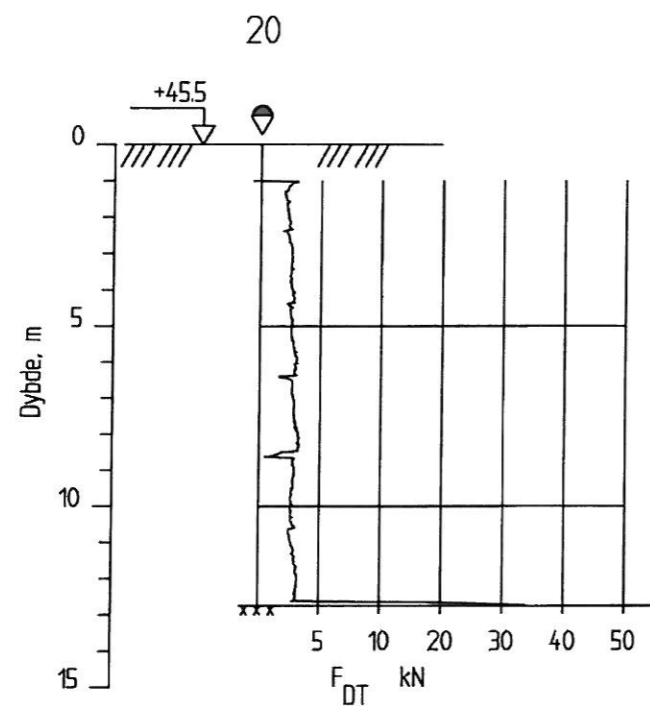
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAG
Område Storaunet - Skei

OPPDRAGSGIVER
NVE Region Midt-Norge

INNHOLD
Boreresultater
▽ Trykksondering
♦ Dreietrykksondering

OPPDRAG NR. 6070700	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 303		REV. 0	



00	1.2.2010		OBD	GA	GA
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS			Datarapport		

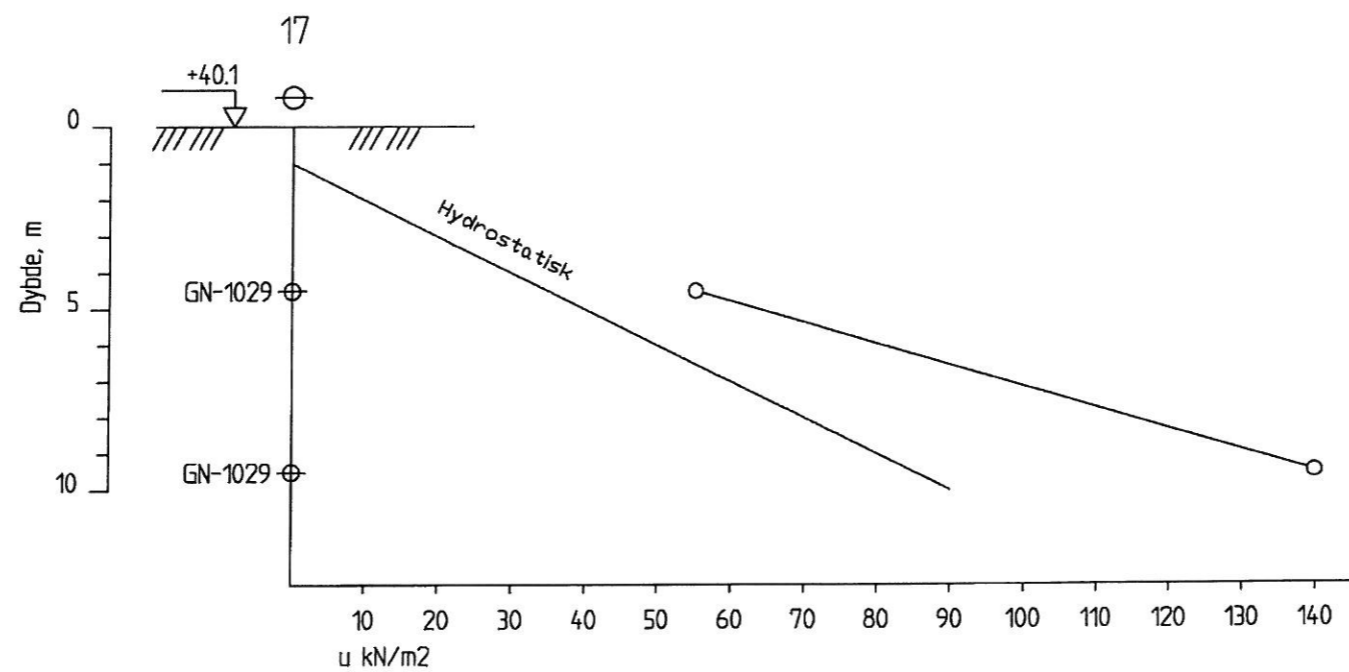
RAMBOLL

P.B. 7493 Mellomlia 79, N-7018 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAG
Område Storaunet - Skei
 OPPDRAGSGIVER
NVE Region Midt-Norge


INNHOOLD
 Boreresultater
 ▽ Trykksondering
 ♦ Dreietrykksondering

OPPDRAG NR. 6070700	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 304			REV. 0



TEGNINGSSTATUS			Datarapport					OPPDRAG Område Storaunet - Skei		INNHOLD Boreresultater ⊕ Piezometer		OPPDRAG NR. 6070700	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 305	AV 0
00	22.3.2010		OBD	sa		P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60		OPPDRAGSGIVER NVE Region Midt-Norge				TEGNING NR. 305		REV. 0	

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærstyrke (S_u) i kPa				S_f
				10	20	30	40		10	20	30	40	
5	KVIKKLEIRE	enk tynde siltlag enk gruskorn	30				18.9 19.2					170 240	
			31				19.2 19.3					320 370	
10	KVIKKLEIRE		32				19.4 19.5					220 59	
			33				19.6 20.2					145 130	
15													
20													

Enkelt trykkforsøk :  (strek angir def. % v/brudd)

Konussforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk Konsistensgrense w_p ————— w_L Andre forsøk:

T= Treaksialforsøk

Ø= Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

0	10.4.2010		OBD		
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 6070700 Målestokk 1:100 Status Datarapport

NVE Region Midt-Norge
Område Storaunet-Skei

BORPROFIL HULL NR.: 17

TERRENHØYDE: +40.1 PRØVETYPE: Skovel


RAMBOLL

P.B. 7493 Mellomila 79
N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

Tegning nr. Rev

306 0

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærstyrke (S _u) i kPa				S _l
				10	20	30	40		20	40	30	40	
5	SILT, leirig, sandig planterøtter	siltig m siltlag	34		20								
	LEIRE		35		20								
			36		20								
			37		20								->100.0
			38		20								
10													
15													
20													

Enkelt trykkforsøk :  (strek angir def.% v/brudd) Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽
 Penetrometerforsøk Konsistensgrense w_p ————— w_L Andre forsøk:
 T= Treaksialforsøk Ø= Ødometerforsøk K= Kornfordeling

0	10.4.2010		OBD	<i>u</i>	<i>u</i>
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr 6070700 Målestokk 1:100 status Datarapport
 NVE Region Midt-Norge
 Område Storaunet-Skei
 BORPROFIL HULL NR.: 21
 TERRENGHØYDE: +41.9 PRØVETYPE: Skovel


 P.B. 7493 Mellomila 79
 N-7018 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no
 Tegning nr 307 Rev 0

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærstyrke (S _u) i kPa				S _t
				10	20	30	40		20	40	30	40	
5	TØRRSKORPELEIRE	siltig	39		22								->200.0
			40		22								->250.0
	LEIRE	tørreskorpelekker	41		28								
			42		35								
			43		35								
10													
15													
20													

Enkelt trykkforsøk :  (strek angir def.% v/brudd)


Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk Konsistensgrense w_p |-----| w_L Andre forsøk:

T= Treksialforsøk

Ø= Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

0	10.4.2010		OBD	
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr

Oppdrag nr 6070700 Målestokk 1:100 Status Datarapport

NVE Region Midt-Norge
Område Storaunet-Skei

BORPROFIL HULL NR.: 22

TERRENGHØYDE: +37.0 PRØVETYPE: Skovel

RAMBOLL
P.B. 7493 Mellomila 79
N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

Tegning nr 308 Rev 0

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærstyrke (S _u) i kPa				S _t	
				10	20	30	40		20	40	30	40		
5	SAND, siltig gruskorn, planterester		56		20									
	LEIRE		57		25									->2500
	enk gruskorn		58		30									
	enk gruskorn		59		25									
			60		25									
10														
15														
20														

Enkelt trykkforsøk : (strek angir def.% v/brudd)

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk Konsistensgrense w_p |-----| w_L Andre forsøk:

T= Treksialforsøk

Ø= Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

0	10.4.2010		OBD		
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr 6070700 Målestokk 1:100 Status Datarapport

NVE Region Midt-Norge
Område Storaunet-Skei


BORPROFIL HULL NR.: 23

TERRENGHØYDE: +32.8 PRØVETYPE: Skovel

RAMBOLL
P.B. 7493 Mellomila 79
N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

Tegning nr 309 Rev 0




Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærstyrke (S _u) i kPa				S _t	
				10	20	30	40		20	40	30	40		
5	TØRRSKORPELEIRE, siltig, planterester		61										->250.0	
	tørrskorpeflekker humustag		62										->100.0	
	tørrskorpeflekker		63										->100.0	
	LEIRE		64											
			65											
10														
15														
20														

Enkelt trykkforsøk :  (strek angir def.% v/brudd)

Konussforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk Konsistensgrense W_p |————| W_L Andre forsøk:

T= Treaksialforsøk Ø= Ødometerforsøk K= Kornfordeling

0	10.4.2010		OBD			
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj	

Oppdrag nr 6070700 Målestokk 1:100 Status Datarapport

NVE Region Midt-Norge
Område Storaunet-Skei


BORPROFIL HULL NR.: 24
TERRENGHØYDE: +33.1 PRØVETYPE: Skovel

RAMBOLL

P.B. 7493 Mellomila 79
N-7018 Trondheim
Tlf: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

Tegning nr 310 Rev 0

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærstyrke (S _u) i kPa				S _I
				10	20	30	40		20	40	30	40	
5	TØRRSKORPELEIRE	siltig skjellrester	50		20								->250.0
			51			25							->200.0
			52				20						->200.0
	LEIRE, siltig		53				20						->200.0
	LEIRE, SAND OG GRUS		54		15								
5	LEIRE		55										->100.0
10													
15													
20													

Enkelt trykkforsøk :  (strek angir def.% v/brudd) Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽
 Penetrometerforsøk Konsistensgrense w_p ————— w_L Andre forsøk:
 T= Treaksialforsøk Ø= Ødometerforsøk K= Kornfordeling

0	10.4.2010		OBD	<i>el</i>	
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr 6070700 Målestokk 1:100 Status Datarapport

NVE Region Midt-Norge
Område Storaunet-Skei

BORPROFIL HULL NR.: 25
TERRENGHØYDE: +28.8 PRØVETYPE: Skovel

RAMBOLL
 P.B. 7493 Mellomila 79
 N-7018 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

Tegning nr 311 Rev 0

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærstyrke (S_u) i kPa				S_t	
				10	20	30	40		20	40	30	40		
5	TØRRSKORPELEIRE, siltig	[Hatched pattern]	44											->200.0
	GRUS, sandig, siltig		45											
	LEIRE, SILT, SAND, GRUS		46											
	LEIRE		47											
	m mye gruskorn		48											
10														
15														
20														

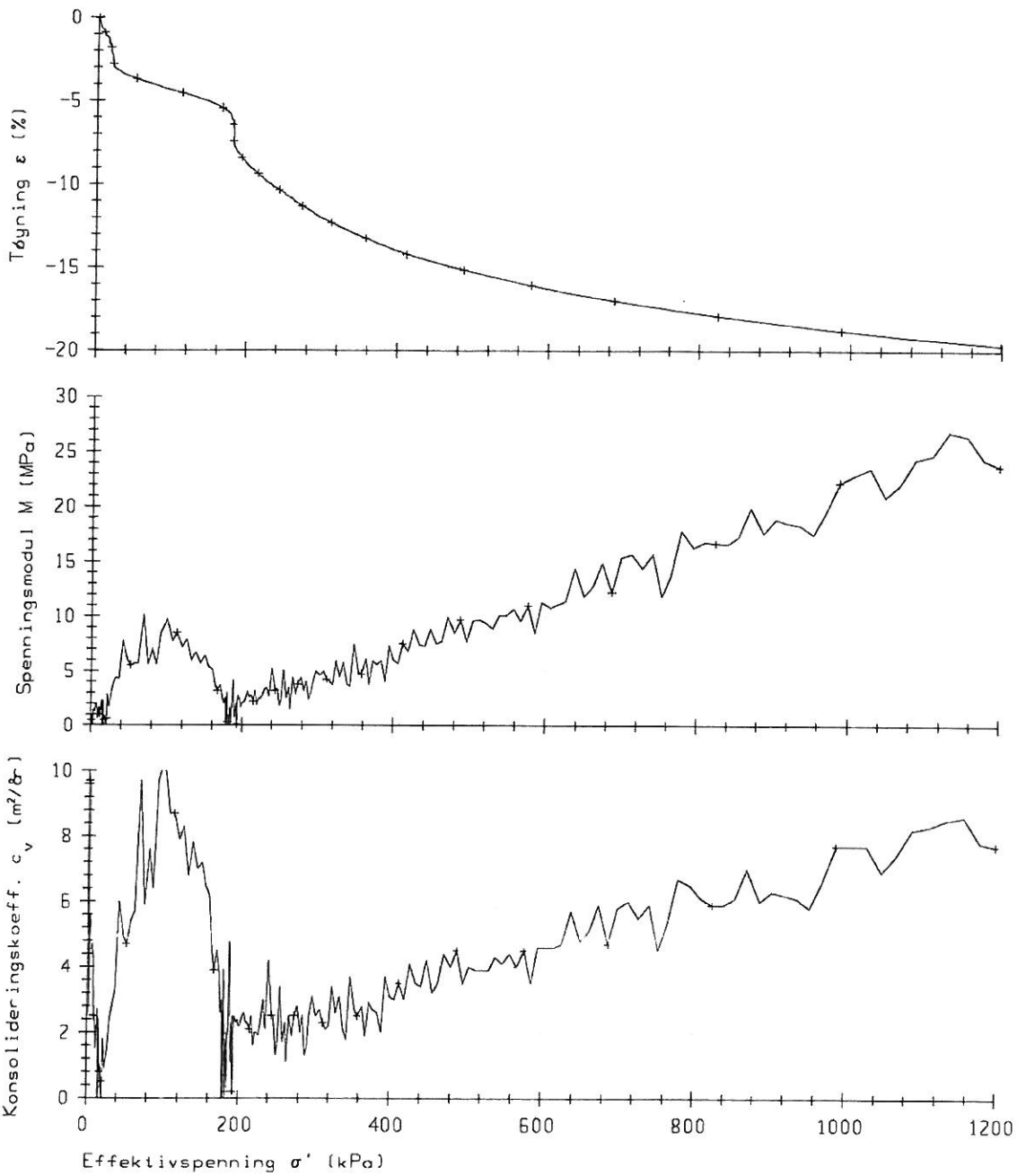
Enkelt trykkforsøk : (strek angir def.% v/brudd) Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽
 Penetrometerforsøk Konsistensgrense w_p ————— w_L Andre forsøk:
 T= Treaksialforsøk \emptyset = Ødometerforsøk K= Kornfordeling

Oppdrag nr 6070700	Målestokk 1:100	Status. Datarapport
NVE Region Midt-Norge Område Storaunet-Skei		
BORPROFIL HULL NR.: 26 TERRENGHØYDE: +23.7 PRØVETYPE: Skovel		

RAMBOLL
 P.B. 7493 Mellomila 79
 N-7018 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

0	10.4.2010	OBD		Utaib	Kontr	Godskj
Rev	Dato	Tekst				

Tegning nr 312 Rev 0



Boring	Dybde,m	Labnr.	F.type	Kommentar
17	3.52	111	CRS	Stadsbygd

KONTINUERLIG ØDOMETER

Oppdrag
2010.09

NTNU Geoteknikk

Date
2010-06-13
Fig.

RAMBOLL

NVE Region Midt-Norge
Område Storaunet - Skei

MÅLESTOKK

OPPDRAG
6070700

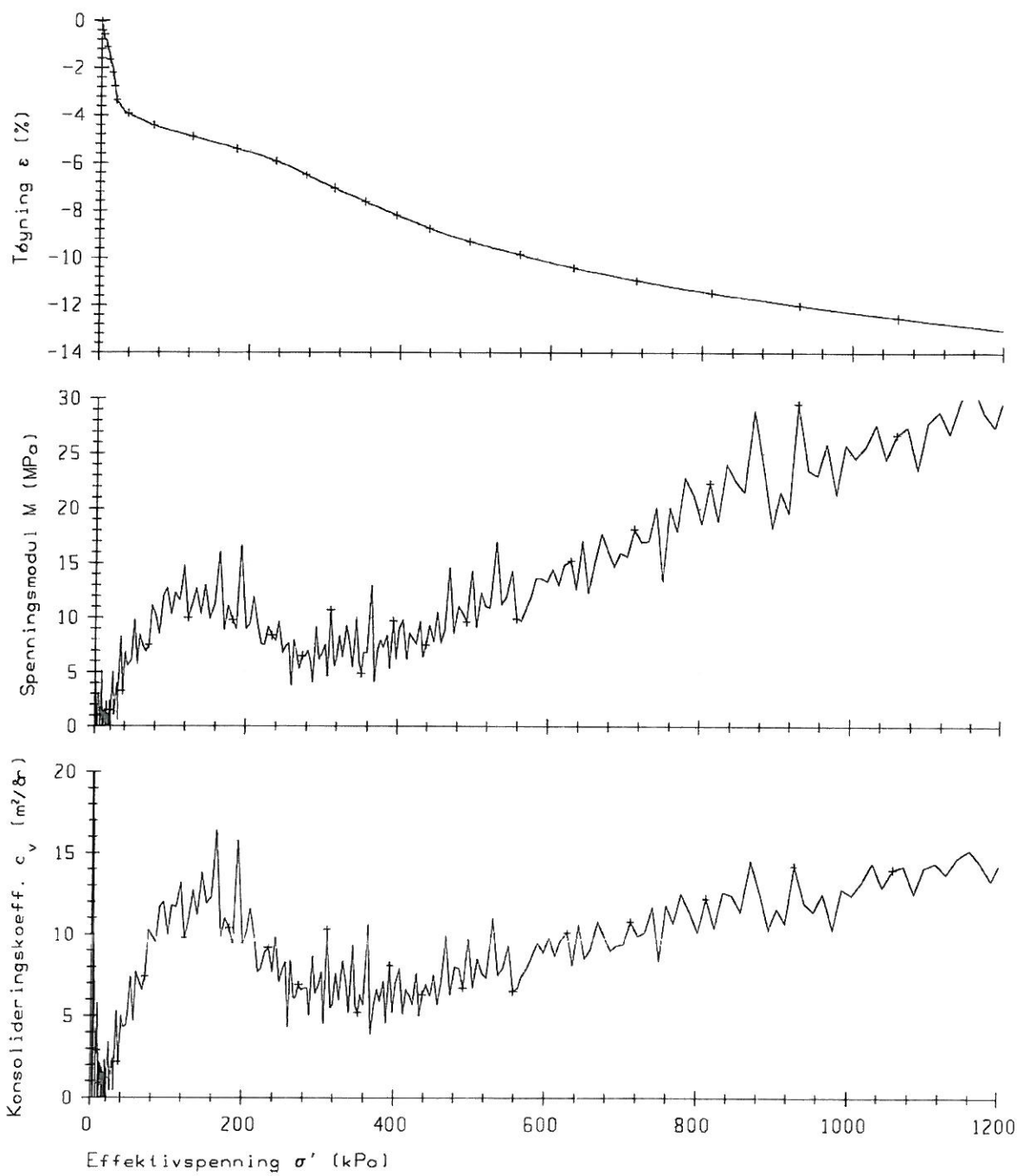
Kontinuerlig ødometer
Boring 17, dybde 3.5 m,
labnr. 111

TEGNET
OBD

BILAG

DATO
6.01.2010

TEGN.NR.
313 A



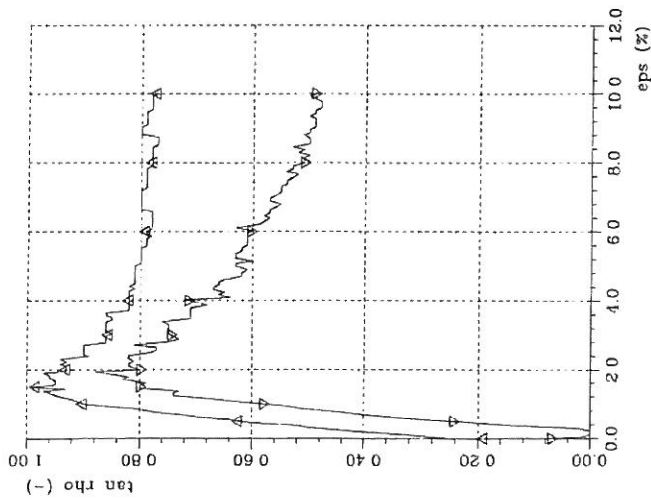
Boring	Dybde, m	Labnr.	F.type	Kommentar
17	9.52	111	CRS	Stadsbygd

KONTINUERLIG ØDOMETER	Oppdrag	2010.09
	Date	2010-06-12
NTNU Geoteknikk	Fig.	

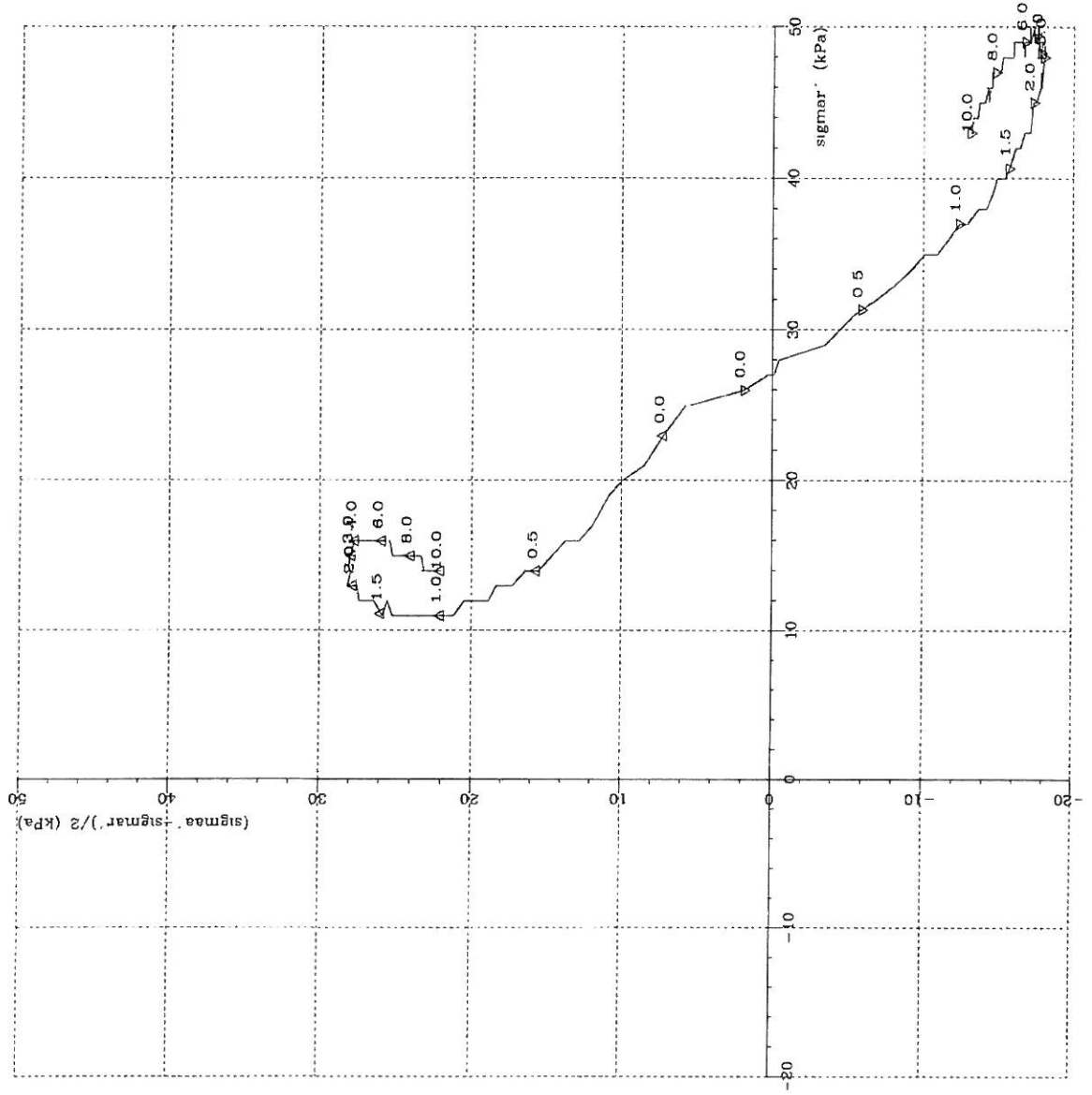


NVE Region Midt-Norge Område Storaunet - Skei Kontinuerlig ødometer Boring 17, dybde 9.5 m, labnr. 111	MÅLESTOKK	OPPDRAG
	TEGNET	BILAG
	DATE	TEGN.NR.
	6.1.2010	313 B

Sym	Profil	Dybde(m)	Labnr	Forsøksstype	dV(cm ³)	Korr.	Kommentar
△	17	4.70	31	CAUA	2.90	4	Kvikkleire
▽	17	4.50	31	CAUP	2.10	4	Kvikkleire



a (kPa) = 0.00
 a (kPa) = 0.00



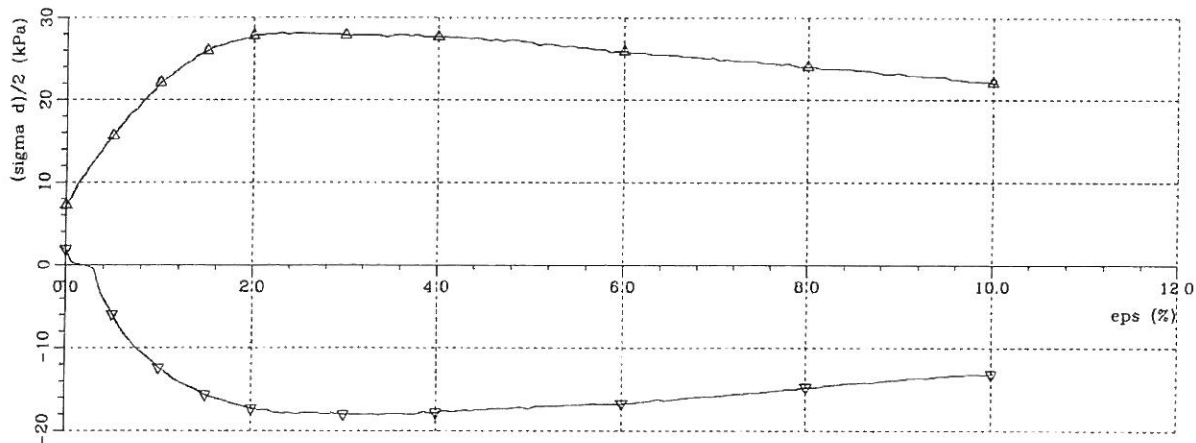
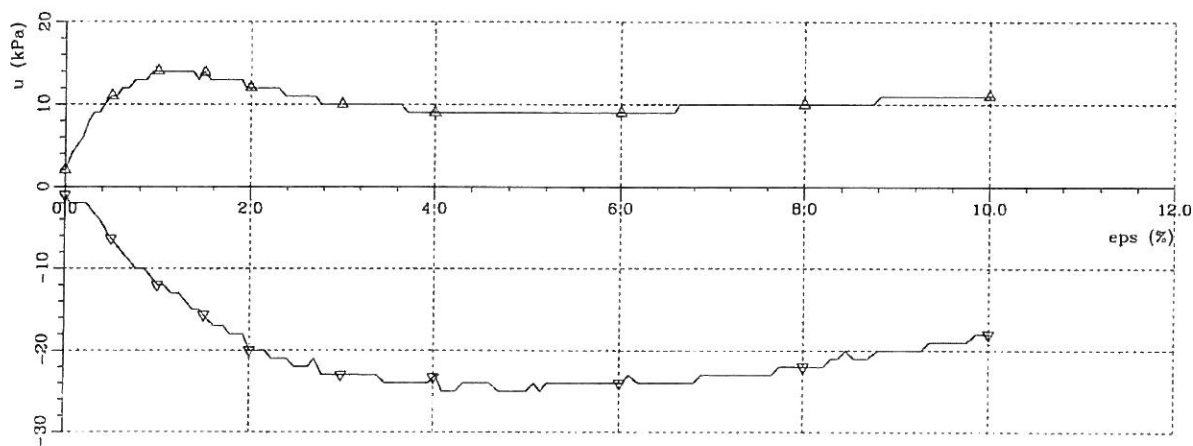
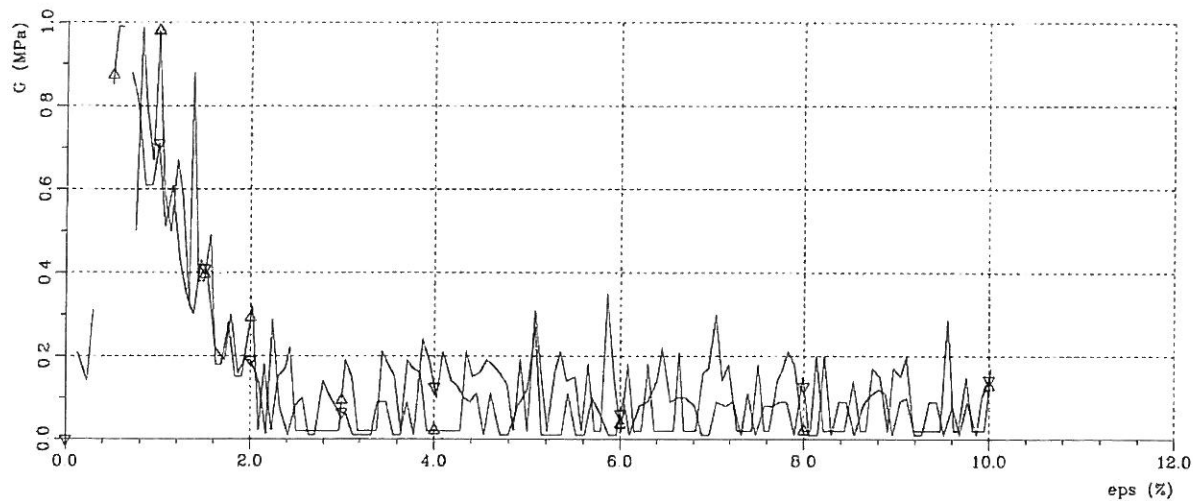
TREKSIALFORSØK

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr.nr.
6070700

Dato
15. 4 10 /*ra*

Fig
37 A



Sym	Profil	Dybde(m)	Labnr	Forsøkstype	dV(cm ³)	Korr	Kommentar
▲	17	4.70	31	CAUA	2.90	4	Kvikkleire
▼	17	4.50	31	CAUP	2.10	4	Kvikkleire

TREAKSIALFORSØK

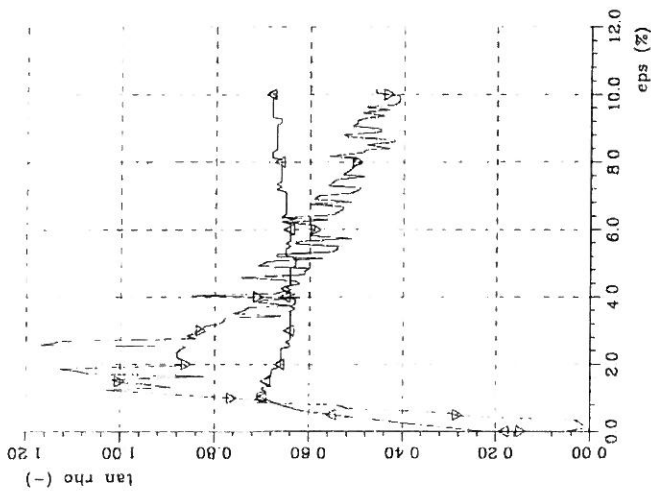
Oppdr.nr.
6070700

Dato
15. 4.10 /a

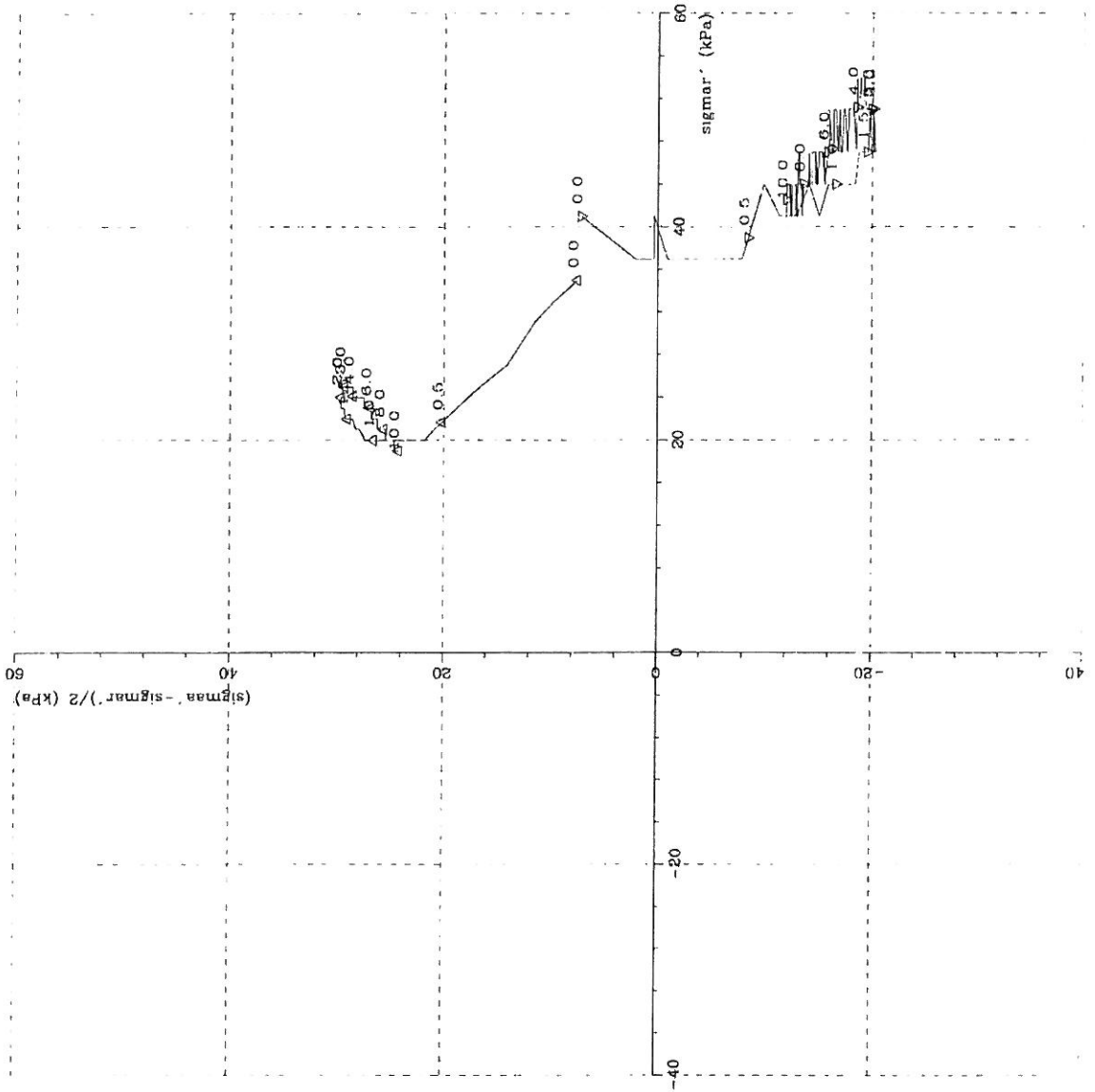
RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Fig.
317 B

Sym	Profil	Dybde(m)	Labnr	Forsøksstype	dV(cm3)	Korr	Kommentar
△	17	9.60	33	CAVA	3.00	4	Kvikkleire
▽	17	9.70	33	CATP	1.80	4	Kvikkleire



a (kPa) = 0.00
 a (kPa) = 0.00



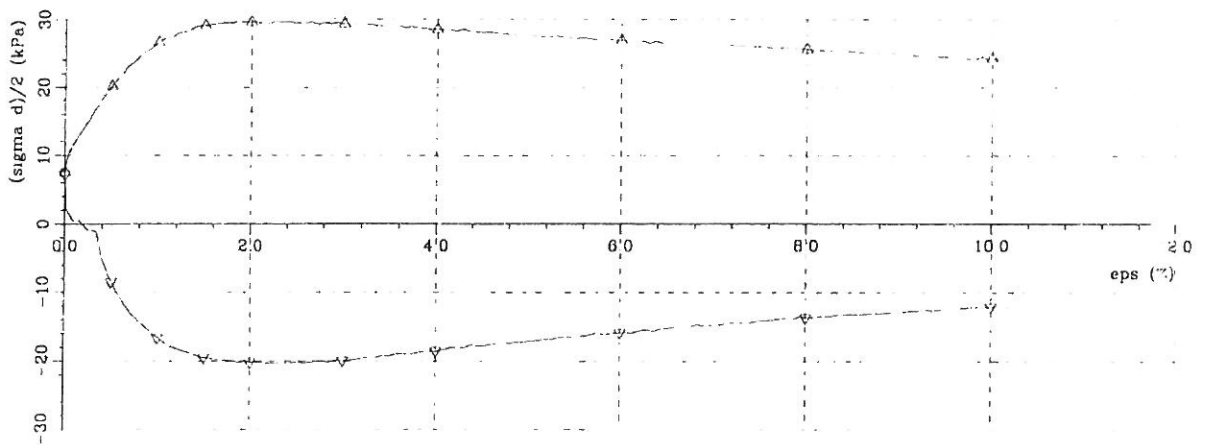
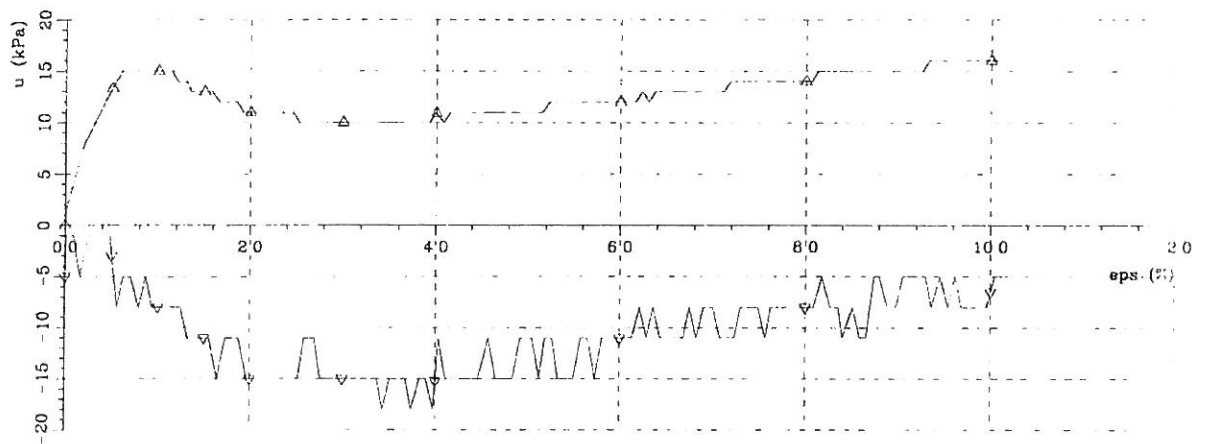
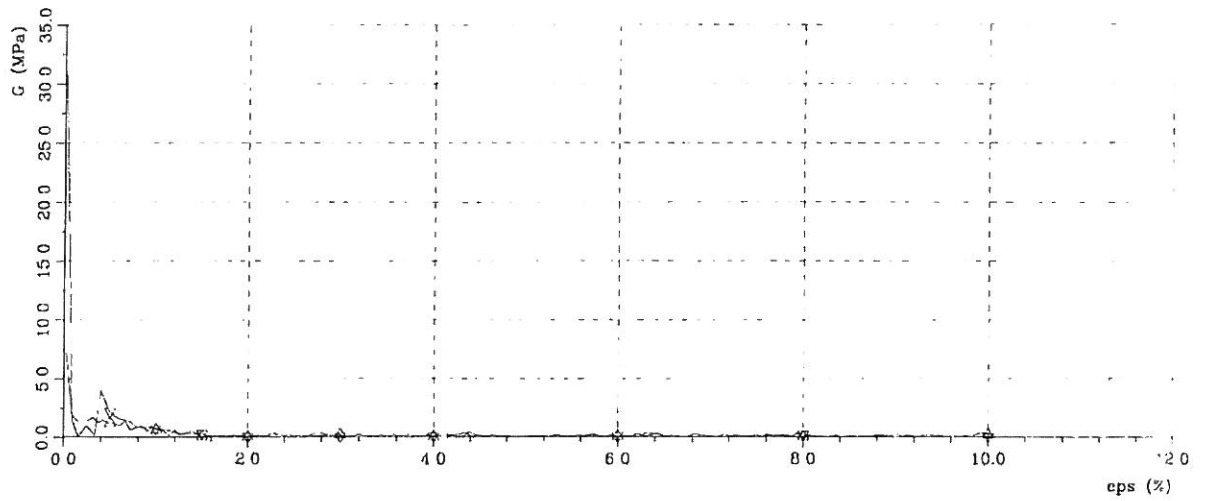
TREAKSIALFORSØK

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr.nr
6070700

Dato
14. 4.10 /a

Fig
315 A



Sym	Profil	Dybde(m)	Labnr	Forsøkstype	dV(cm ³)	Korr.	Kommentar
	17	9.60	33	CAUA	3.00	4	Kvikkleire
	17	9.70	33	CAUP	1.80	4	Kvikkleire

TREAKSIALFORSØK

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr.nr.
6070700

Dato
14. 4. 10 /a

Fig
315 B

Bilag 1

Det ble benyttet GPS av typen Leica 1200. Målingene er utført i Euref 32, Høydegrunnlag NGO.

Borpunkt	N	E	H
Storaunet - Skei			
17	7045078.8	551029.0	40.1
19	7045127.0	551201.0	53.9
20	7044503.9	550775.0	45.5
21	7044970.2	551020.1	41.9
22	7044703.7	551001.5	37.0
23	7044472.1	550977.7	32.8
24	7044434.4	550859.2	33.1
25	7044179.0	550505.9	28.8
26	7044074.7	550481.9	23.7

MERKNAD:

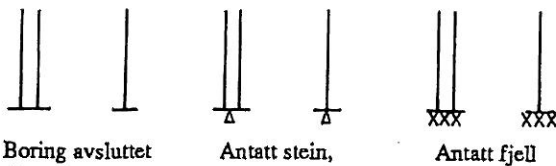
Punkt 24 var midt i bekk flyttet nordvestlig retning ca 9 meter.

Punkt 23 flyttet ca 3 meter nordøstlig retning pga stort tre.

MARKUNDERSØKELSER

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

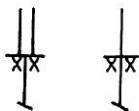
Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).



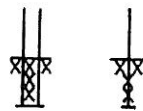
Boring avsluttet (årsak ikke angitt)

Antatt stein, morene, sand ol.

Antatt fjell



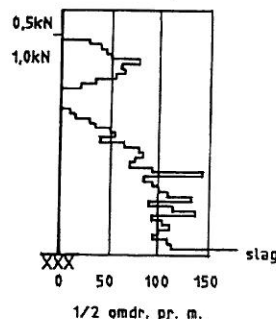
Boret i antatt fjell. (Hvis overgangen er ukjent, settes spørsmåltegn.)



Boret i fjell og kjerne opptatt.

● 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.

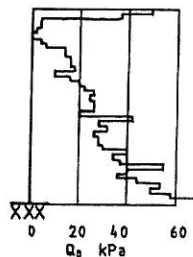
▼ Råmsondering

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.

Rammemotstanden:

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

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

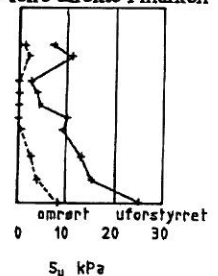
utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper.

Uforstyrrede prøver tas opp med NGI's 54 mm stempelprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveggede stålsylindere med innvendig diameter 54 mm og lengde 80 cm (evt. 40 cm). Prøvene forsegles i begge ender for å hindre uttørking før de åpnes i laboratoriet.

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

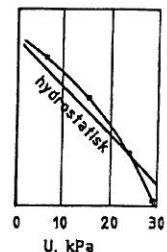
+ Vingeboring

bestemmer udrenert skjærstyrke (s_u) av leire direkte i marken (in situ). Måling utføres ved at et vingekors, 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

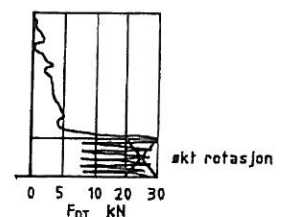
i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten hydraulisk som stighøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer over terreng)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



LABORATORIEUNDERSEKELSER

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

Romvekt

(γ i kN/m^3) for hel sylinder og utskåret del.

Vanninnhold

(w i %) angitt i prosent av tørrvekt etter tørking ved 110 °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 plastisitetsindeks. Er det naturlige vanninnhold over flytegrensen, blir materialet flytende ved omrøring.

Udrenert skjærstyrke

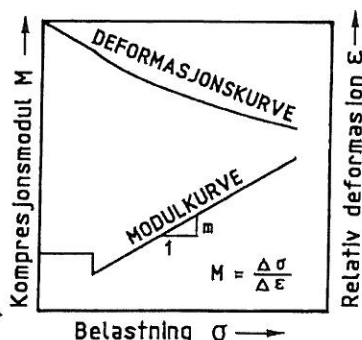
(s_u i kN/m^2) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$ (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen 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_t)

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 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 modulkurve og gir grunnlag for setningsberegning.



Humusinnhold

(relativt) ut fra fargeomslag i en natronlutopløsning.

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

Saltinnhold

(g/l eller o/oo) i porevannet ved titrering med sølvnitratopløsning og kaliumkromat som indikator.

Kornfordeling

ved sikting av fraksjonene større enn 0,06 mm. For de finere partikler bestemmes den ekvivalente korndiameter ved hydrometeranalyse. En kjent mengde materialer slemmes 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.

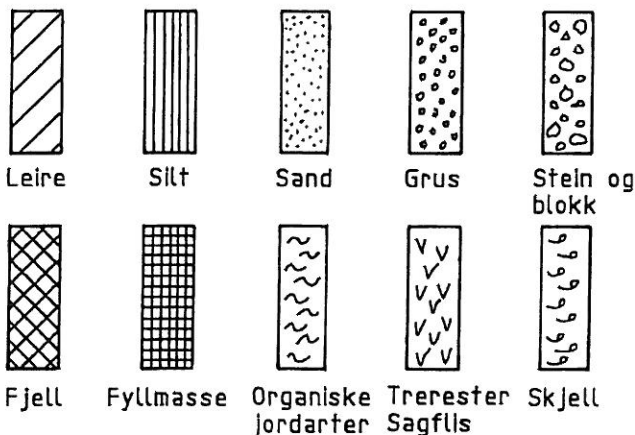
Fraksj. betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstør. mm	< 0,002	0,002-0,06	0,06-2	2-60	60-600	> 600

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

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

SPESIELLE UNDERSØKELSER

SPESIELLE MARKUNDERSØKELSER.

Feltkompressometer

benyttes for undersøkelse av grunnens kompressibilitet direkte i marken. I prinsippet består utstyret av en skrueplate med diameter 16 cm som kan skrues ned til ønsket dybde.

For hver valgt dybde utføres et belastningsforsøk ved hjelp av en jekk og sammenhengen mellom belastning og setning registreres.

Resultatene fremstilles som deformasjonskurver og derav kan beregnes modul tall (m) som uttrykk for grunnens kompressibilitet og benyttes ved setningsberegning.

Permeabilitetsmåling

in situ utføres ved infiltrasjonsforsøk eller prøvepumping. Infiltrasjonsforsøk kan for eksempel utføres ved hjelp av et piezometer som fylles opp med vann og synkehastigheten måles. Ved prøvepumping må vannstanden observeres i flere punkter i forskjellig avstand.

Korrosjonssondering

utføres med en sonde av stål med isolert magnesiumspiss (NGI's type). Strømstyrke og motstand måles i forskjellige dybder i grunnen og derav kan beregnes en relativ depolarisasjonsgrad samt grunnens spesifikke motstand. Ut fra dette kan korrosjonshastigheten for stål vurderes.

Feltkontroll av komprimeringsgrad.

Komprimeringsgraden for oppfylt materiale er forholdet mellom oppnådde tørr-romvekt γ_d ved feltkomprimering og maksimal tørr-romvekt $\gamma_{d\ max}$ bestemt ut fra standardiserte komprimeringsforsøk i laboratoriet.

- Sandvolummeter- og vannvolummetermetoden.

I felten bestemmes γ_d ved å måle volumet av en utgravd prøve og å veie det utgravde materiale i fuktig og tørr tilstand. Volumet av prøven bestemmes ved å fylle det utgravde hull med en tørr sand med kjent romvekt, eller ved å forsegle hullet og fylle det opp med vann. Ut fra kjente data kan således vanninnhold og tørr-romvekt av det utgravde materialet bestemmes. Denne metode kan benyttes i relativt finkornig og ensgradert materiale.

- Platebelastningsforsøk.

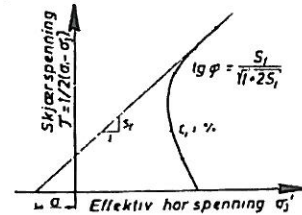
I grov og samfengt masse (grov grus, finsprengt stein o.lign.) gir sandvolummeter og vannvolummetermetoden utilfredsstillende nøyaktighet, og komprimeringen av slikt materiale undersøkes ved å bestemme oppfyllingens elastisitetsmodul ut fra platebelastningsforsøk.

En sirkulær plate med $\varnothing = 30$ cm plasseres på den komprimerte grunnen og belastes trinnvis samtidig som nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning avsettes i diagram og elastisitetsmodulen E beregnes. Den målte elastisitetsmodul sammenholdes med oppsatte krav til elastisitetsmodul ut fra aktuelle belastningsforhold, og forholdet mellom disse verdier betegnes komprimeringsgrad.

SPESIELLE LABORATORIEUNDERSØKELSER.

Skjærstyrkeparametrene.

friksjonsvinkel (ϕ) og attraksjon (a i kN/m^2 , evt. kohesjon $c = a \cdot \text{tg } \phi$) bestemmes ved triaksialforsøk på små prøver i laboratoriet. En sylindrisk prøve konsolideres for et allsidig trykk og vertikalbelastningen økes deretter til brudd. Under forsøket måles poretrykk, slik at effektive spenninger kan beregnes (totaltrykk minus poretrykk). Forsøket fremstilles oftest som en vektor i et hovedspenningsdiagram.



Permeabilitetskoeffisienten

(k i cm/s) er strømningshastigheten for vann gjennom materialet ved en hydraulisk gradient lik 1,0. I laboratoriet måles permeabiliteten ved direkte vanngjennomgangsforsøk på små prøver for konstant eller fallende potensial. Dette kan gjøres i triaksialapparat for finkornige prøver eller i større apparatur for mer grovkornige prøver.

Maksimal tørr-romvekt og optimalt vanninnhold etter Proctor-metoden.

Ved komprimering av jordartsmateriale oppnåes tetteste lagring av mineralkornene, dvs. høyest tørr-romvekt, når vanninnholdet i materialet har en bestemt verdi under komprimeringsarbeidet. Materialets egenskaper som stabilitet øker, og kompressibiliteten avtar med økende lagringstetthet.

I laboratoriet bestemmes det optimale vanninnholdet ved å komprimere prøver av materialet med varierende vanninnhold etter en standardisert forskrift, Proctormetoden. De samhørende verdier for prøvenes vanninnhold og tørr-romvekt beregnes og plottes i et diagram med tørr-romvekt som funksjon av vanninnholdet. Den høyest oppnådde tørr-romvekt betegnes som $\gamma_{d\ max}$ og det tilhørende vanninnhold W_{opt} .

CBR-forsøk.

For materialer som inngår i veg- og eller flyplassoverbygning, eller trafikkbelastet grunn forøvrig, kan dimensjonerende bæreevne semiempirisk bestemmes ut fra belastningsforsøk etter CBR-metoden (California Bearing Ratio).

Materialet som skal undersøkes komprimeres lagvis ved optimalt vanninnhold i en sylinder med volum ca. 2,3 l. Komprimeringsarbeidet tilsvarer Modifisert Proctor. Deretter settes sylindren med prøve i vannbad i 96 timer for fullstendig vannmetning. Etter vannmetning påføres prøven belastning ved et stempel med areal 3 inch^2 med konstant bevegelsehastighet = 0,05 inch pr. min. presses ned i denne. Rundt stempelet på prøvens overflate er prøven belastet med blyringer med vekt som tilsvarer vekten av evt. overbygning. Stempelkraften ved 0,1" og 0,2" inntrykking av stempelet registreres og sammenlignes med verdier for tilsvarende inntrykking på et referansemateriale. Forholdet mellom den avleste kraft og referansekraften beregnes i prosent og betegnes CBR-verdi. Dersom CBR-verdien ved 0,2" er høyere enn ved 0,1" stempelinntrykking kan denne verdien rapporteres som materialets CBR-verdi hvis dette forhold bekreftes ut fra forsøk på 2 prøver.