

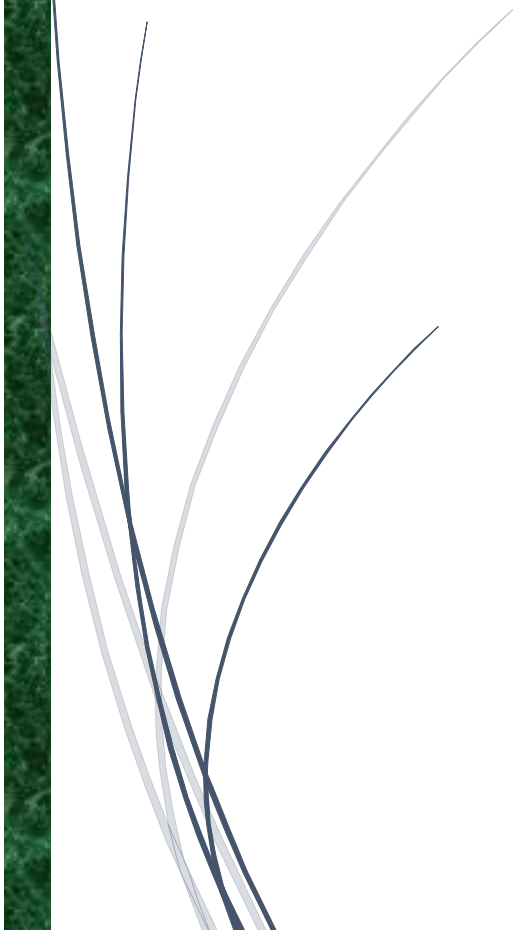


29.12.2021

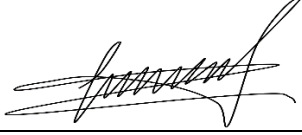
GEO TEKNIKK

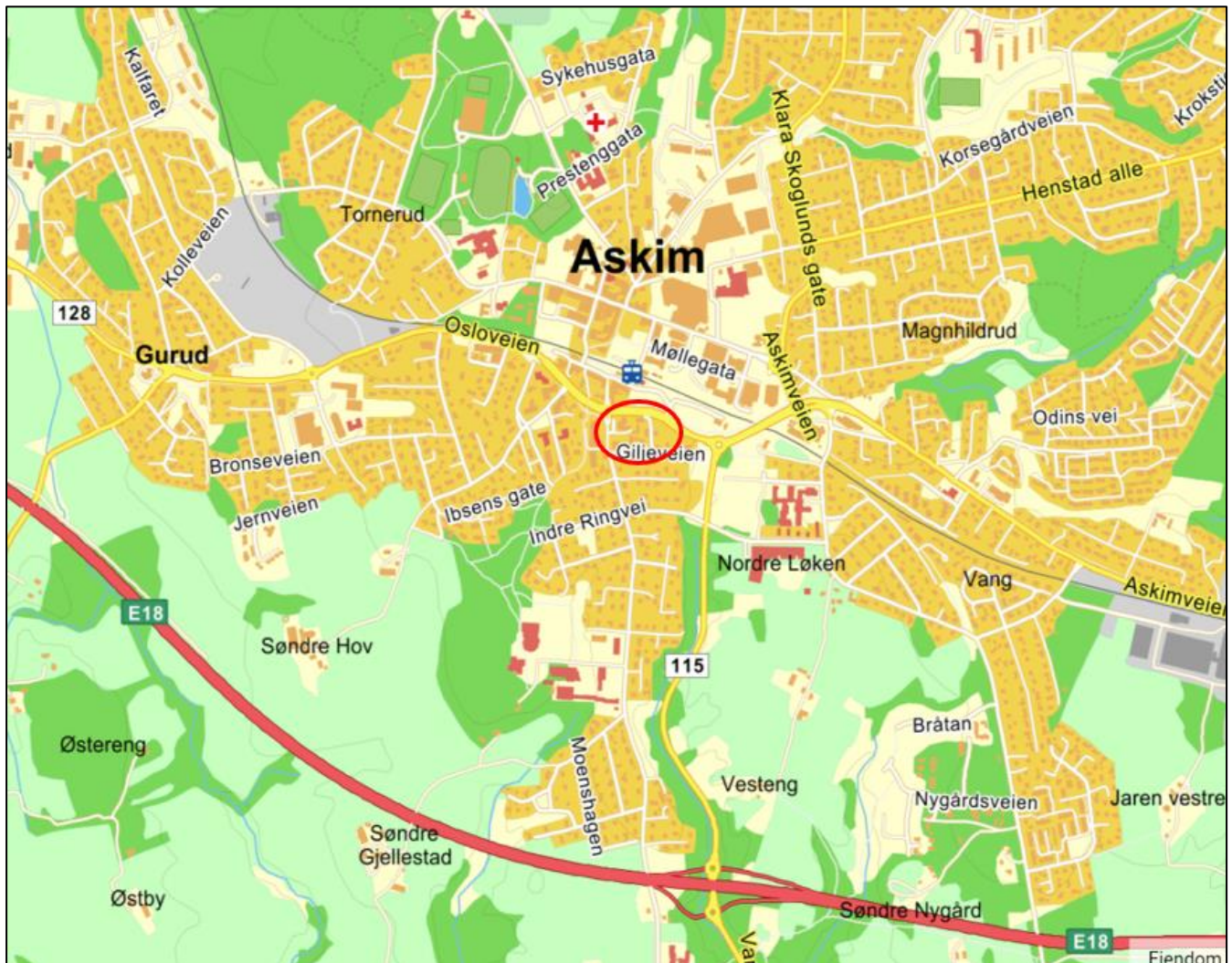
Geoteknisk datarapport

Vammaveien(Askim)
Indre Østfold kommune



Rapport nr: 1	Dato: 29.12.21
Til:	Entreprenør 1
Oppdrag:	Vammaveien, Indre Østfold kommune
Emne:	Geoteknisk grunnundersøkelser

Utarbeidet av	Siv. Ing. Tesfaye K. Tilahun	
Godkjent av	Senior Ing. Hans Petter Bøckmann	



Figur 1: Kart hentet fra Gulesider. Tiltaksområdet vist med den røde sirkelen.

Innholdsfortegnelse

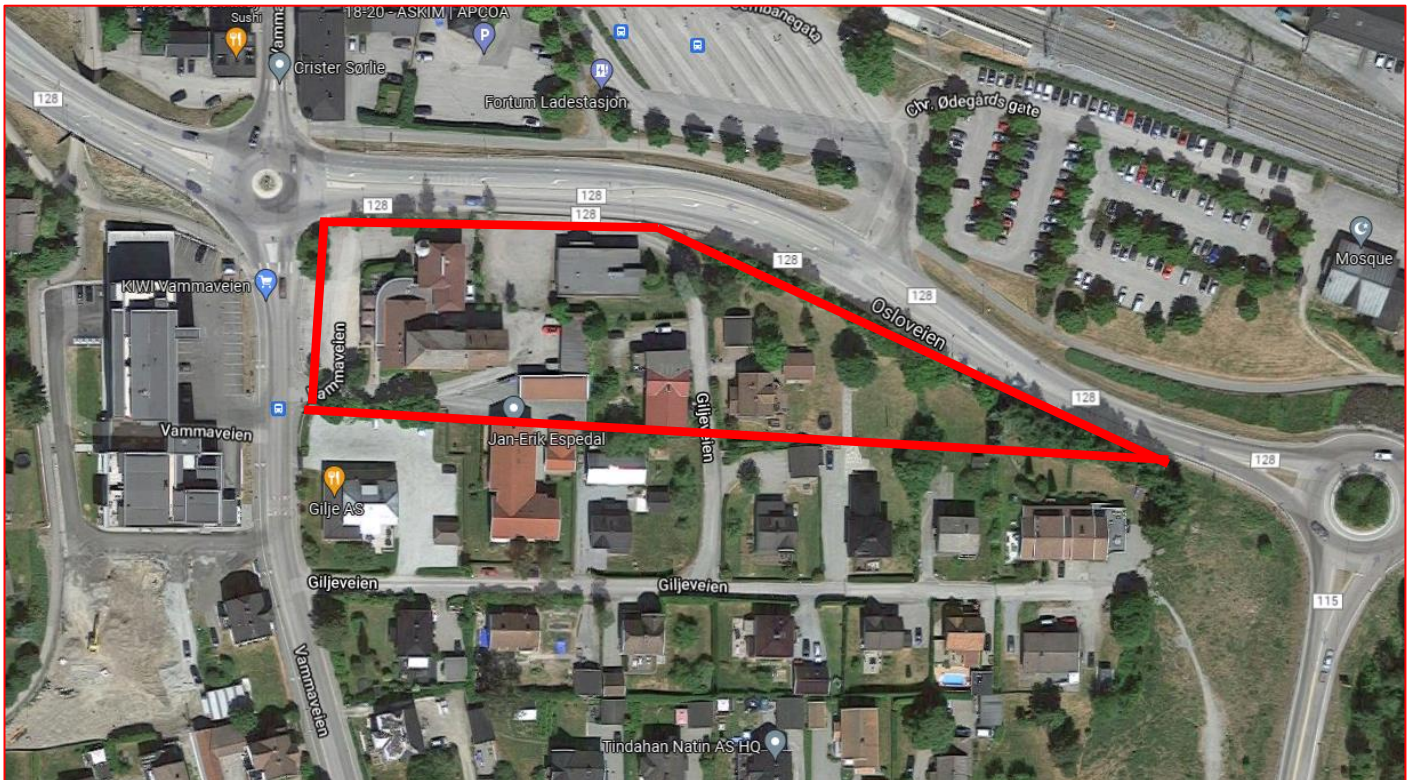
Innhold

1. Innledning/ orientering	3
1.1 Formål og bakgrunn	3
1.2 Utførelse	5
1.3 Kvalitetssikring og standardkrav	5
1.4 Innhold og bruk av rapporten	5
2. Topografi	6
2.1 Topografi	6
3. Geotekniske grunnundersøkelser	6
3.1 Feltundersøkelser	6
3.2 Laboratorieundersøkelser	6
4. Grunnforholdsbeskrivelse	7
4.1 Kvartærgeologisk kart	7
4.2 Sikkerhet mot Kvikkleire	8
4.3 Generelt	9
4.4 Dyder til fjell	9
4.5 løsmasser	9
4.6 Poretrykk og grunnvannstand	9
4.7 Laboratorieundersøkelser	10
5. Geoteknisk evaluering av resultatene	11
5.1 Avvik fra standard utførelsesmetode	11
5.2 Viktige forutsetninger	11
5.3 Undersøkelse- og prøvekvalitet	11
5.4 Påvisning av bergnivå	11
6. Behov for supplerende grunnundersøkelser	12
7. Referanser	12
6. Vedlegg: Totalsonderinger og laboratorieanalyse resultater	13
8. Bilag 1 Geotekniske bilag – Feltundersøkelser	24
9. Bilag 2 Geotekniske bilag – Laboratorieforsøk	26

1. Innledning/ orientering

1.1 Formål og bakgrunn

I forbindelse med planlagt utvikling av området øst for Vammaveien (som inkluderer eiendommene: Gnr: 53, Bnr: 27,28,32,33,34,653,821 og 81) i Indre Østfold kommune, har Geoteknikk AS fått i oppdrag med å få utført en grunnundersøkelse med tilhørende geoteknisk datarapport.



Figur 2: Bilde over planområdet angitt med rød firmakt, tatt fra Google Maps.

b) planområdet og om planarbeidet vil få virkninger utenfor planområdet	Berørte eiendommer: gnr.53, bnr.27, 28, 32, 33, 34, 653, 821 og muligens del av 81. Planområdets størrelse: 7577 m² Planbegrensningen ønskes å diskuteres med kommunen. Illustrasjonen nedenfor viser en planbegrensning som følger eiendomsgrenser, men uten nordlig del av eiendom gnr/bnr 53/81.  Eksisterende situasjon: 
--	---

Figur 3: Oversikt over planområdet.

1.2 Utførelse

Boringens utførelse er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 1, mens oversikt over metodestandarder for utførelse er gitt i geoteknisk bilag 3.

Metodikk/prosedyre for utførelse av laboratorieundersøkelsene er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 2.

Feltundersøkelsene ble utført av Norsk grunnboring AS med hydraulisk borerigg av borleder Tobias Bøckmann. Alle kotehøyder referer til NN 2000 og borpunktene er målt inn i koordinatsystem Euref89 UTM, sone 32.

Laboratorieundersøkelsene er utført ved DMR's geotekniske laboratorium i Oslo.

1.3 Kvalitetssikring og standardkrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Geoteknikk AS styringssystem. Systemet omfatter prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 [1]. Feltundersøkelsene er utført iht. NS 8020-1:2016 [3] og tilgjengelige metodestandarder fra Norsk Geoteknisk Forening [6].

Laboratorieundersøkelsene er utført iht. NS 8000-serien og relevante ISO-standarder. Datarapporten er utarbeidet i henhold til NGF-melding nr. 2 [6] og krav i NS-EN-1997 (Eurokode 7) – Del 2 [2].

Oversikt over utvalgte metodestandarder er vist i geoteknisk bilag 3.

1.4 Innhold og bruk av rapporten

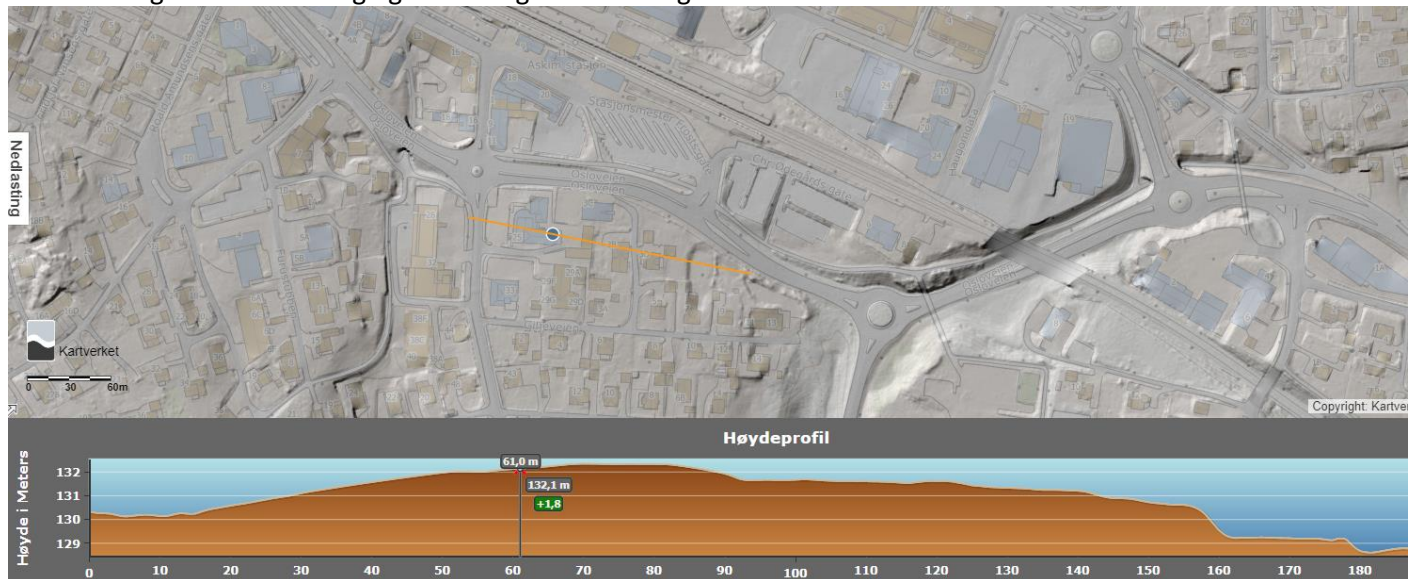
Geoteknisk datarapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser i geotekniske termer og krever geoteknisk kompetanse for videre bruk i rådgivings- og prosjekteringssammenheng. Rapporten inneholder i så måte ingen vurderinger av byggbarhet, metoder eller tiltak, og vi anbefaler at det engasjeres geoteknisk kompetanse i det videre arbeidet med prosjektet.

Geoteknisk datarapport omhandler ikke data eller vurderinger knyttet til tilstedeværelse av forurensset grunn i det undersøkte området.

2. Topografi

2.1 Topografi

Den aktuelle tiltaksområdet ligger på relativt flatt terreng på gjennomsnitt kote ca 132 moh. Området er hovedsakelig utviklet for bolig og forretningsformål. Se figurene under.



Figur 4. Topografi med profil som tatt gjennom tiltaksområdet og bilde som viser området og omkring.

3. Geotekniske grunnundersøkelser

3.1 Feltundersøkelser

Feltarbeidene bestod av:

- 6 stk. totalsonderinger for å finne dybde til fjell, samt få informasjon om lagrinsfastheten i massene
- Opptak av prøveserie med 54mm stålsylinder i borepunkt 1 for analyse i laboratoriet.

3.2 Laboratorieundersøkelser

Prøvene fra grunnundersøkelsene er undersøkt i DMR's geotekniske laboratorium i Oslo.

Rutineundersøkelser er gjennomført for alle opptatte prøver, dvs. klassifisering og identifikasjon av materiale, vanninnhold og skjærfasthet (konus).

Prøvene er beskrevet og klassifisert, videre er densitet og vanninnhold er bestemt. Den udrenerte skjærfastheten er bestemt ved konus- og trykkforsøk. Sensitiviteten er beregnet på grunnlag av konusforsøkene. Flyte- og plastisitetstegrener og porøsitet er bestemt på utvalgte sylinderprøver.

Resultatene fra rutineundersøkelser er presentert som geoteknisk data for borepunkt 1 er vist i tegning 10214016-RIG-TEG-200.

Følgende laboratorieundersøkelser er utført:

- Rutineundersøkelser av 2 sylinderprøver (54 mm)

4. Grunnforholdsbeskrivelse

4.1 Kvartærgeologisk kart

NGUs kvartærgeologiske kart indikerer at tomta befinner hovedsakelig på hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, ofte med stor mektighet. Finkornige, marine avsetninger med mektighet fra 0,5 m til flere ti-tall meter. Avsetningstypen omfatter også skredmasser fra kvikkleireskred, ofte angitt med tilleggssymbol. Det er få eller ingen fjellblotninger i området. Iht. NGUs kart, er marin grense i området ca. 208 moh og tiltaksområdet ligger på svært stor mulighet for leire.

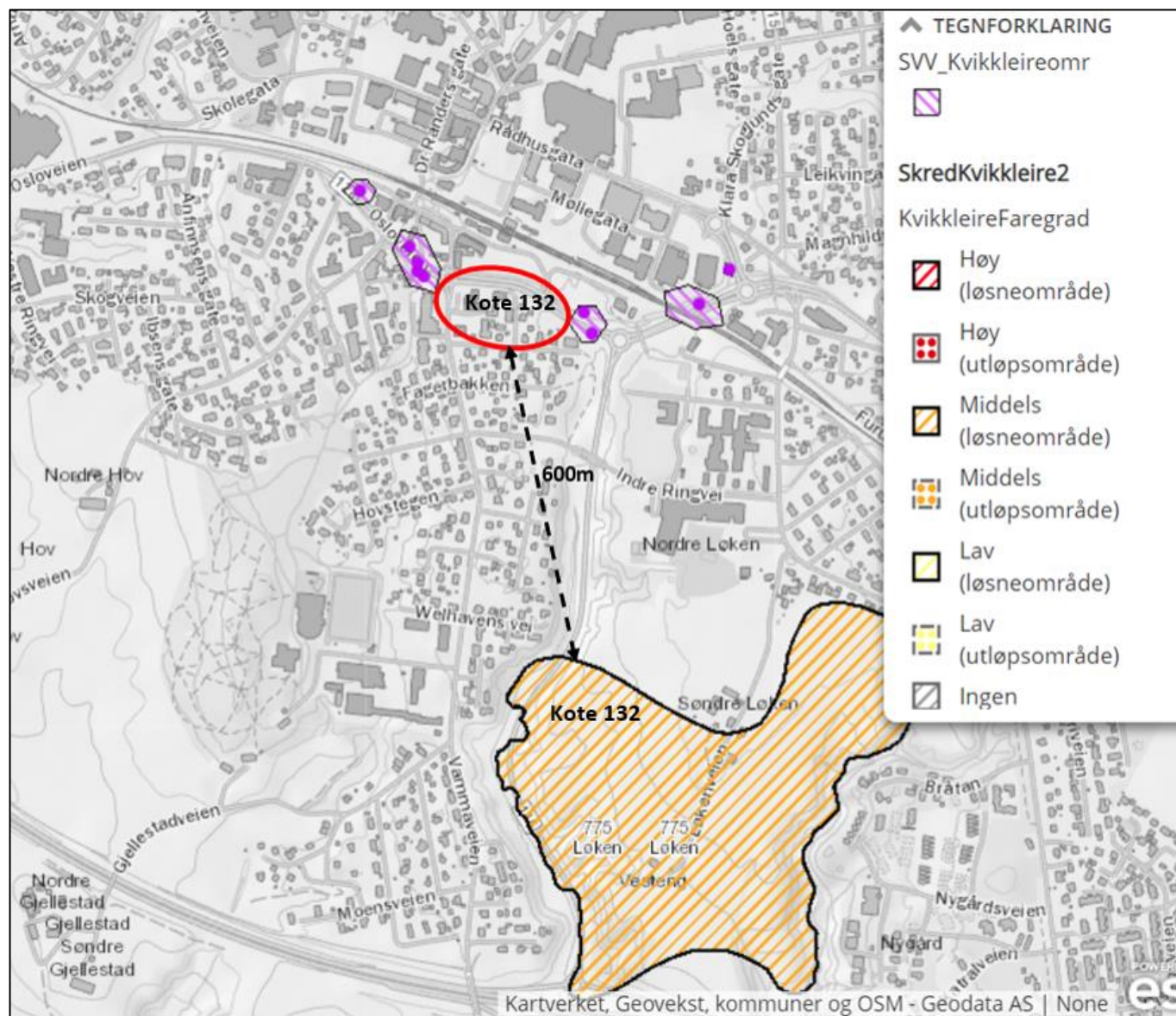
Det kvartærgeologiske kartgrunnlaget gir en visuell oversikt over landskapsformende prosesser over tid, samt løsmassenes overordnede fordeling. Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun i begrenset omfang fysiske undersøkelser. Kartene gir ingen informasjon om løsmassefordeling i dybden og kun begrenset informasjon om løsmassemektighet. For mer informasjon om kvartærgeologiske kart og anvendelse/kvalitet vises til www.ngu.no [5].



Figur 5: NGU'S kvartærgeologiske kart.

4.2 Sikkerhet mot Kvikkleire

I henhold til faresonekart på NVE-Atlas er det ingen tidligere kartlagte faresoner for kvikkleireskred i planområdet. Figur xx viser kart med registrerte skredhendelser/fareområder i nærheten av planområdet. Lilla prikker og skravert område viser kvikkleireområder registrert av SVV (Statens Vegvesen).



Figur6. NVE'S kvikkleirekart som viser kartlagte fareområder hvor det tidligere er påvist kvikkleire

4.3 Generelt

Det er tolket følgende lagdelingene basert på den visuelle tolkningen av gjennomførte totalsonderinger. (Se vedlagte tolkede totalsonderinger for mer visuell tolkning med hensyn til rotasjoner og bormotstand.)

Pkt. #	Prøve dybde(m)	Beskrivelse /kommentarer
1	0 - 1	-Fylling/grusig (ble det brukt økt rotasjon for å komme seg gjennom laget)
	1 - 3	-Silt sandig leire
	3 - 7	-Siltig leire, lite sensitiv
	7 - 8	-Grusig/sandig (ble det brukt økt rotasjon før stoppet på antatt fjell)
	8 - 11	- Sonderingen avsluttet på antatt fjell med ekstra 3m fjellkontrollboring
2	0 - 1	-Fylling/grusig (ble det brukt økt rotasjon for å komme seg gjennom laget)
	1 - 6,5	-Silt sandig leire, fast
	6,5 - 9,5	- Sonderingen avsluttet på antatt fjell med ekstra 3m fjellkontrollboring
3	0 - 1	-Fylling/grusig (ble det brukt økt rotasjon for å komme seg gjennom laget)
	1 - 9	-Silt sandig leire, fast
	9 - 12	- Sonderingen avsluttet på antatt fjell med ekstra 3m fjellkontrollboring
4	0 - 1	-Jord/sandig
	1 - 10,5	-Silt leire, fast
	10,5 - 14	- Sonderingen avsluttet på antatt fjell med ekstra 3,5m fjellkontrollboring
5	0 - 1	-Jord/sandig
	1 - 12	-Silt leire, sensitiv/antatt bløt
	12 - 15	-Grusig/sandig (ble det brukt økt rotasjon for å komme seg gjennom laget)
	15 - 18,5	- Sonderingen avsluttet på antatt fjell med ekstra 3,5m fjellkontrollboring
6	0 - 2	-Jord/sandig
	2 - 10	-Silt leire, fast
	10 - 23,5	-Grusig/sandig (ble det brukt økt rotasjon for å komme seg gjennom laget)
	23,5 - 26,5	- Sonderingen avsluttet på antatt fjell med ekstra 3m fjellkontrollboring

Fig 7. Jordbeskrivelse basert på felt undersøkelser dvs. totalsonderinger. Se også vedlagt tolket totalsonderinger.

4.4 Dyder til fjell

Totalsonderingene ble avsluttet i antatt fastmasser/berg i dybder fra 9,5 til 26,5m, med 3 til 3,5m fjellkontrollboring. Generelt må det antas at det kan være uregistrerte variasjoner i fjelltopografien utover det som kan antas ut fra en rettlinjert interpolasjon mellom borpunktene.

4.5 løsmasser

Sonderingene viser at grunnen består stort sett et topplag av fylling/grusig/sandig masser ned til ca 2m etterfulgt av relativt fast siltig leire ned til ca 12m under terreng. Videre er det påvis et lag med antatt morene som ligger rett på fjell

4.6 Poretrykk og grunnvannstand

Det ble satt ned et piezometer på tomten for måling av nivået. Piezometeret er pt ikke avlest. Men ut ifra resultatet fra grunnundersøkelsen antas at grunnvannstanden generelt på tomten antas til å være på ca 1 til 2m under terreng. Grunnvannsnivået på området antas å variere med årstider og nedbør.

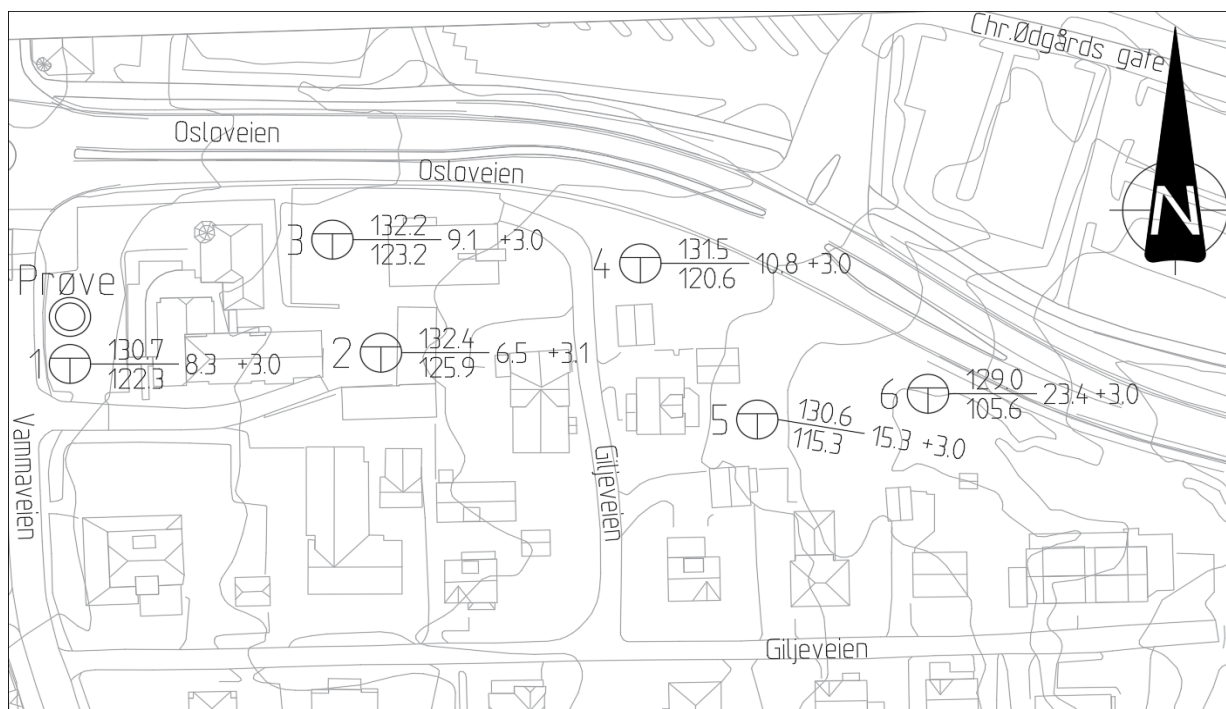


Fig.8. Boreplan med utført totalsonderinger og prøvetaking.

4.7 Laboratorieundersøkelser

DMR

Borprofil, tabell

Oppdragsnr.: 48321004

Navn: Vammaveien

Analyseår: 2021

Provetype: 54mm stål

Hullnummer: 1

Prøve	Delprøve	Dybde	Jordart	Densitet	Humusinnhold	Vanninnhold W	Flytegrense W _L	Utlutningsgrense W _p	Enkelt trykksøk		Konus, Uomrørt, C _u	Konus, Omrørt, C _u	Sensitivitet, St
									C _u	Deformasjon			
		[m]		[kN/m3]	[%]	[%]	[%]	[%]	[kPa]	[%]	[kPa]	[kPa]	
1	A	4.15	LEIRE, slitt middels fast enkelt slitt mark grå			29.4					38.4	4.2	9
1	B	4.25											
1	C	4.35											
1	D	4.45		19.6		30.0			29.8	10.4			
1	E	4.55									26.8	2.5	11
1	F	4.65				29.0							
2	A	5.15	LEIRE, slitt bløt til meget bløt enkelt gruskom i toppen noen brune flekker mark grå			27.6					4.7	2.8	2
2	B	5.25											
2	C	5.35											
2	D	5.45		18.8		29.9			19.2	15.0			
2	E	5.55									17.3	3.7	5
2	F	5.65				28.4							
3	A	6.15	LEIRE, bløt enkelt gruskom i bunn av prøven mark grå			28.6					21.7	3.7	6
3	B	6.25											
3	C	6.35											
3	D	6.45		19.8		29.5			19.4	11.0			
3	E	6.55									15.6	1.9	8
3	F	6.65				29.7							

Fig 9. Utført laboratorieundersøkelsen på pkt 1 i henhold til avtalt omfang. (Kilde: DMR rapport).

Leirens vanninnhold (w) er målt til å ligge fra 27,6% til 30%. Det er innen sjiktet av hva som er naturlig vanninnhold i norske leirer (25-45%). Noe som indikerer at massene er middels kompressible.

Sensitivitet, S_t er tolket fra 2 til 11. Det vil si at leiren defineres som lite til middels sensitiv. Se tabellen under for betegnelsen.

Udrenert skjærstyrke ligger mellom 15 til 38kPa i dybder fra 4,15 til 6,55m. Leiren defineres som bløt til middels fast.

Det ble påvist leire med sprøbruddegenskaper ($S_u(r) < 2\text{kPa}$) i dybde på ca 6,55m under terreng. Se den røde firkanten i figur 9 ovenfor.

Total densitet av massene er målt til å ligge på ca 19 kN/m^3 .

Betegnelse	Sensitivitet S_t	Leirtype	c_{ut} kN/m ²
Lite sensitiv	< 8	Bløt	< 25
Middels sensitiv	8 - 30	Middels fast	25 – 50
Meget sensitiv	> 30	Fast	> 50
(a)		(b)	

Fig 10. Betegnelsen av leire ut fra udrenert skjærstyrke og sensitivitet. SVV håndbok V220

5. Geoteknisk evaluering av resultatene

5.1 Avvik fra standard utførelsesmetode

Det var ingen avvik fra standard metoder og prosedyrer under utførelsen av grunnundersøkelsen.

5.2 Viktige forutsetninger

Det gjøres oppmerksom på at grunnundersøkelsene kun av dekket lokale forhold i de respektive utførte borpunktene. Dette benyttes videre til å gi en generell beskrivelse av grunnforholdene i området. Grunnforholdene mellom punktene kan variere mer enn det som eventuelt kan interpoleres fra utførte grunnundersøkelser.

5.3 Undersøkelse- og prøve kvalitet

Generelt vurderes kvaliteten på opptatte prøver og utførte undersøkelser som god/akseptabel. Noe prøveforstyrrelse må forventes i lagdelte masser., spesielt bløt leire. Resultatene er i samsvar med forventning og tilsvarende grunnforhold i området.

5.4 Påvisning av bergnivå

Spesielt for påvisning av overgang til antatt berg ved totalsondering anmerkes følgende:

- 1: Påvisning av overgang til antatt berg foregår normalt sett ved at det kontrollbores 2-3 meter ned i antatt berg. Slik påvisning kan være utfordrende i tilfeller med fast morene over berg. Dette på grunn av at sonderingsresultatet (responsen) fra fast morenemateriale i noen tilfeller er vanskelig å skille fra respons i berg.
- 2: I områder med dårlig bergkvalitet i overgangssonen mellom løsmasser og berg er det ofte meget vanskelig å skille ut berghorisonten, spesielt i overgangen mellom løsmasser (f. eks morene) og berg. Som utgangspunkt settes alltid antatt bergnivå til tolket øvre berghorisont, uavhengig av kvaliteten på berget. Antatt sone med dårlig bergkvalitet er evt. Beskrevet i tekst i rapporten og/eller angitt på sonderingsutskriftene.
- 3: I tilfeller der det kan være blokk i grunnen med størrelse over 2-3 meter i tverrmål, vil det også være en mulighet for at det som antas som bergnivå i virkeligheten er blokk dersom kontrollboringen avsluttes etter 2-3 meter boring i blokk.

I nevnte tilfeller kan virkelig bergnivå/berghorisont avvike esentlig fra antatte nivåer tolket fra undersøkelsene. Angitte kotenivåer for antatt bergoverflate må derfor benyttes med forsiktighet.

6. Behov for supplerende grunnundersøkelser

Iht. NS-EN-1997-2 skal grunnundersøkelser normalt utføres i minst 2 omganger:

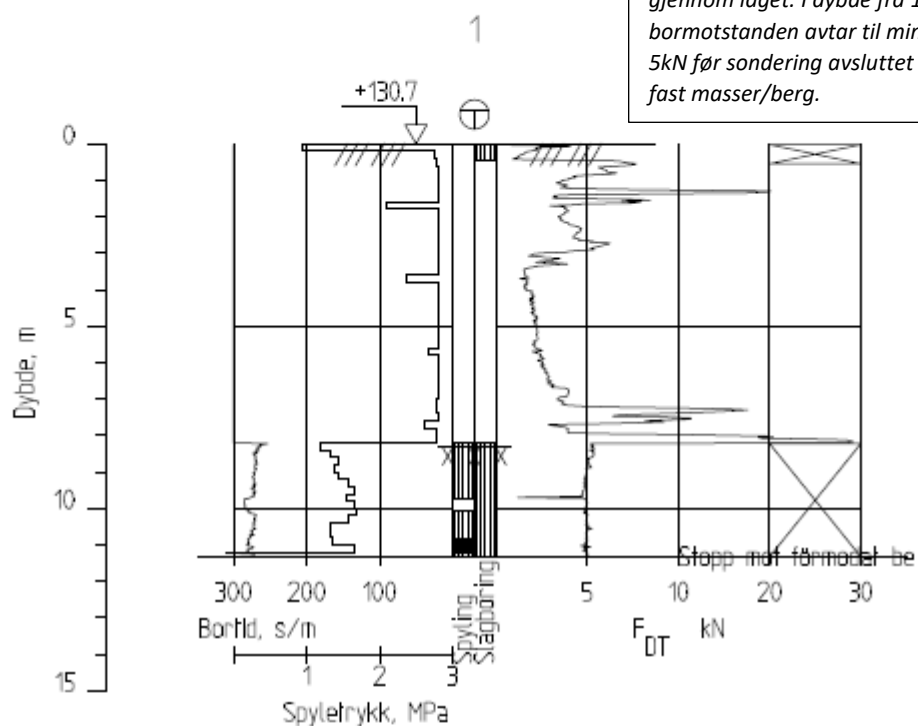
- Forundersøkelser (Typisk skisse/forprosjekt)
- Prosjekteringsundersøkelser (typisk detaljprosjekt)

Det er geoteknisk prosjekterende som er ansvarlig for å bedømme nødvendig omfang for geotekniske grunnundersøkelser for aktuelt prosjekt og relevante problemstillinger. Tilsvarende er det også geoteknisk prosjekterende som må vurdere om det er behov for supplerende grunnundersøkelser, utover de undersøkelsene som er presentert i foreliggende rapport.

7. Referanser

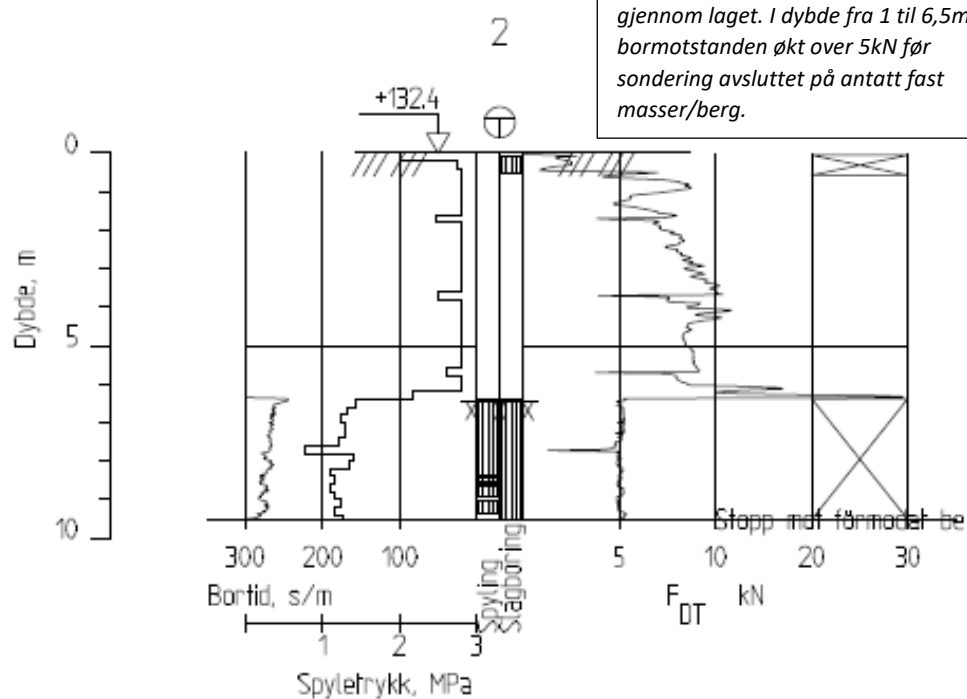
- Standard Norge, «Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2015)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN ISO 9001:2015.
- Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver (NS-EN 1997-2:2007)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-2:2007/AC:2010+NA:2008, Mars 2007.
- Standard Norge, «Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser – Del 1: Geotekniske feltundersøkelser (NS 8020-1:2016)», Standard Norge, Norsk standard NS 8020-1:2016, Juni 2016
- Statens vegvesen, Vegdirektoratet, «Geoteknikk i vegbygging (Håndbok V220)», Vegdirektoratet, Oslo, Veiledning, Juni 2010.
- NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase - kvartærgeologiske kart».
- Norsk Geoteknisk Forening (NGF): NGF-Melding nr. 1-11.
- Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE): atlas.nve.no

6. Vedlegg: Totalsonderinger og laboratorieanalyser



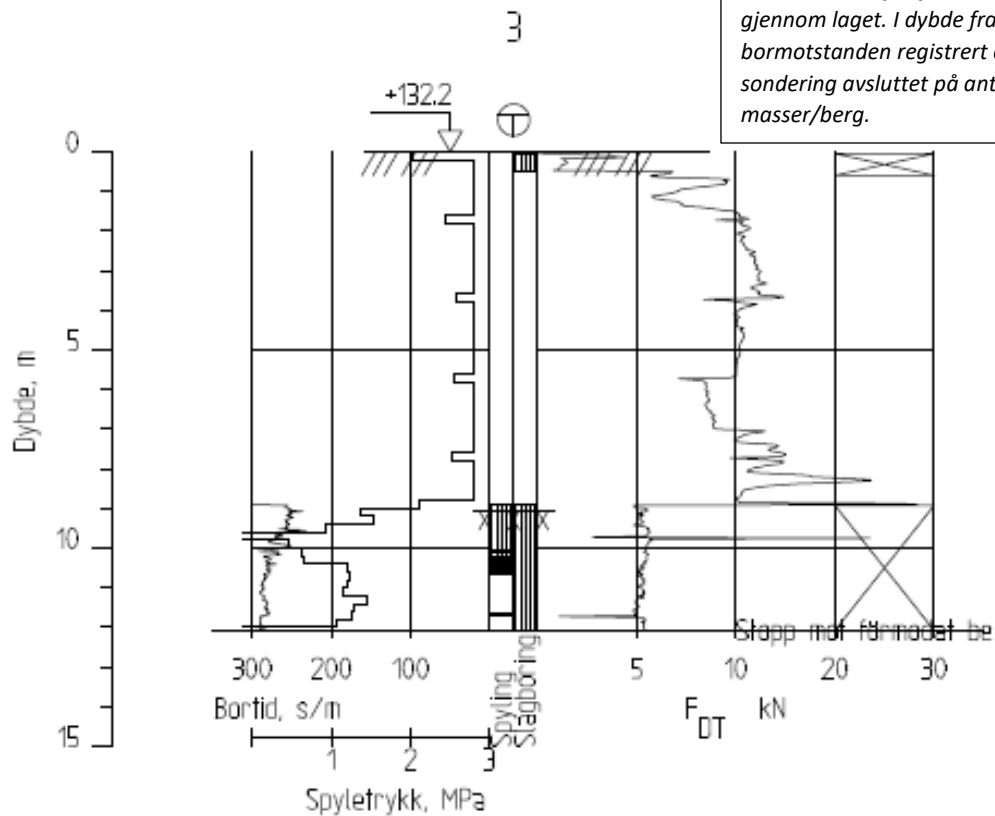
Totalsondering nr.1: Total bordybde 11,5m. Sonderingen viser et hardt lag på toppen mellom 0 og 1m hvor ble det brukt økt rotasjon for å komme seg gjennom laget. I dybde fra 1 til 7m, er bormotstanden avtar til mindre enn 5kN før sondering avsluttet på antatt fast masser/berg.

Oppdragsgiver:	Emne:	A4
Adresse: Vammaveien	Totalsonderinger	Skala:
		Dato:
Geoteknikk1 AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Askim kommune	22/12-2021
	Gnr/bnr.	Tgn.nr.

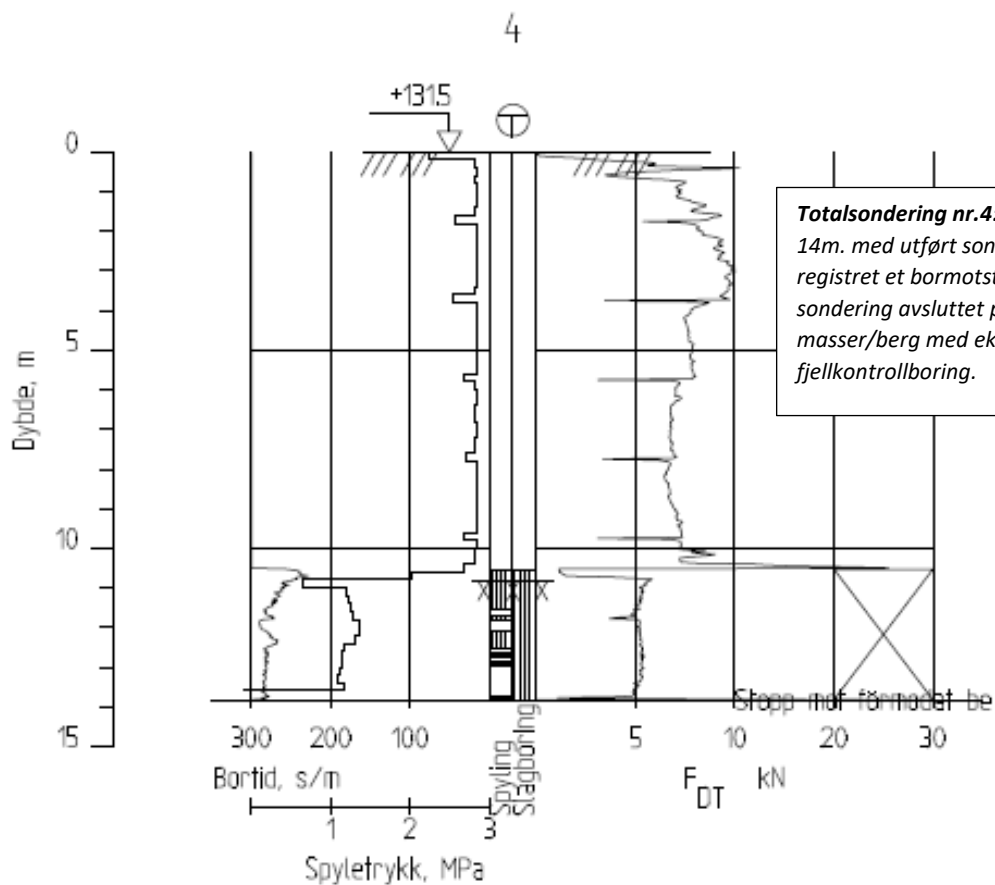


Oppdragsgiver:	Emne:	A4
Adresse: Vammaveien	Totalsonderinger	Skala:
		Dato:
Geoteknikk1 AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Askim kommune	22/12-2021
	Gnr/bnr.	Tgn.nr.

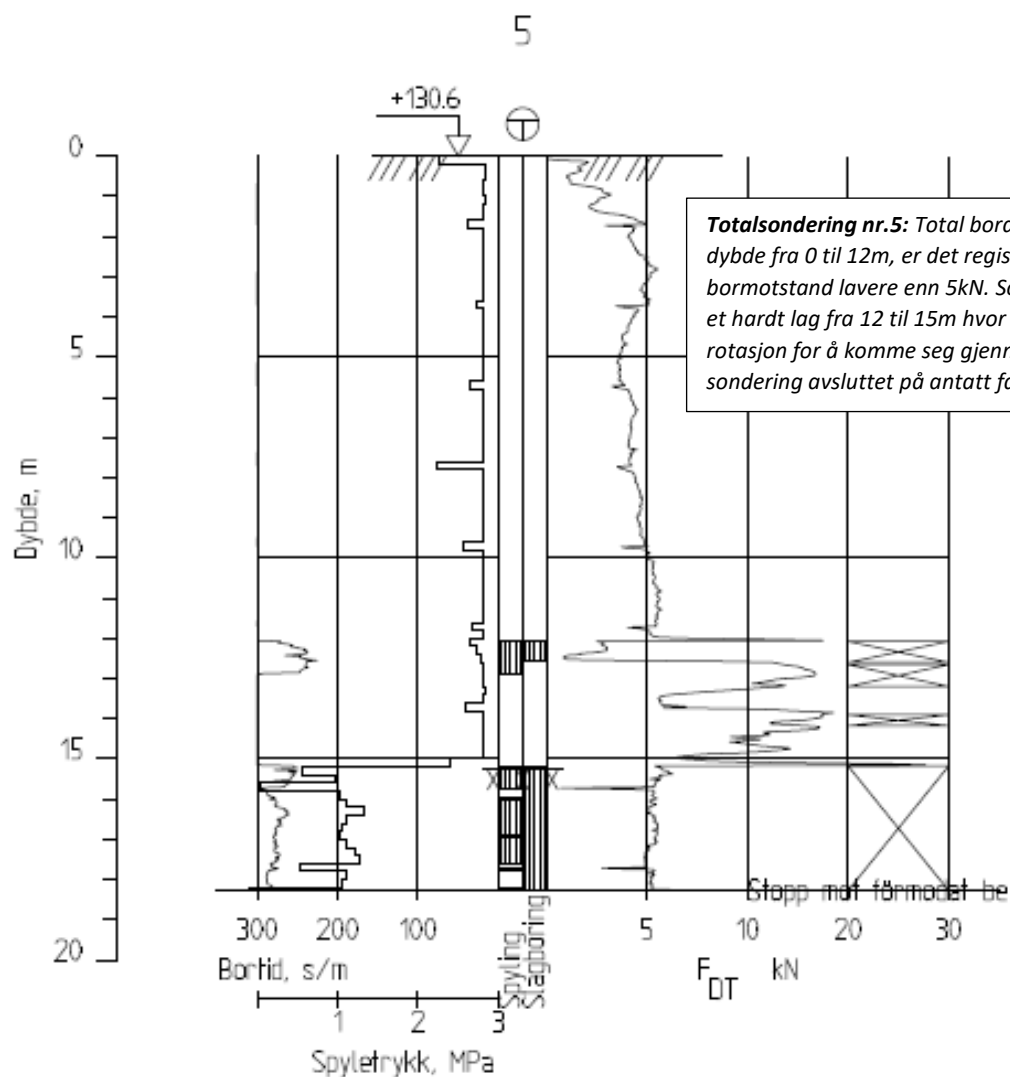
Totalsondering nr.3: Total borybde 12m. Sonderingen viser et hardt lag på toppen mellom 0 og 1m hvor ble det brukt økt rotasjon for å komme seg gjennom laget. I dybde fra 1 til 9m, er bormotstanden registrert over 10kN før sondering avsluttet på antatt fast masser/berg.



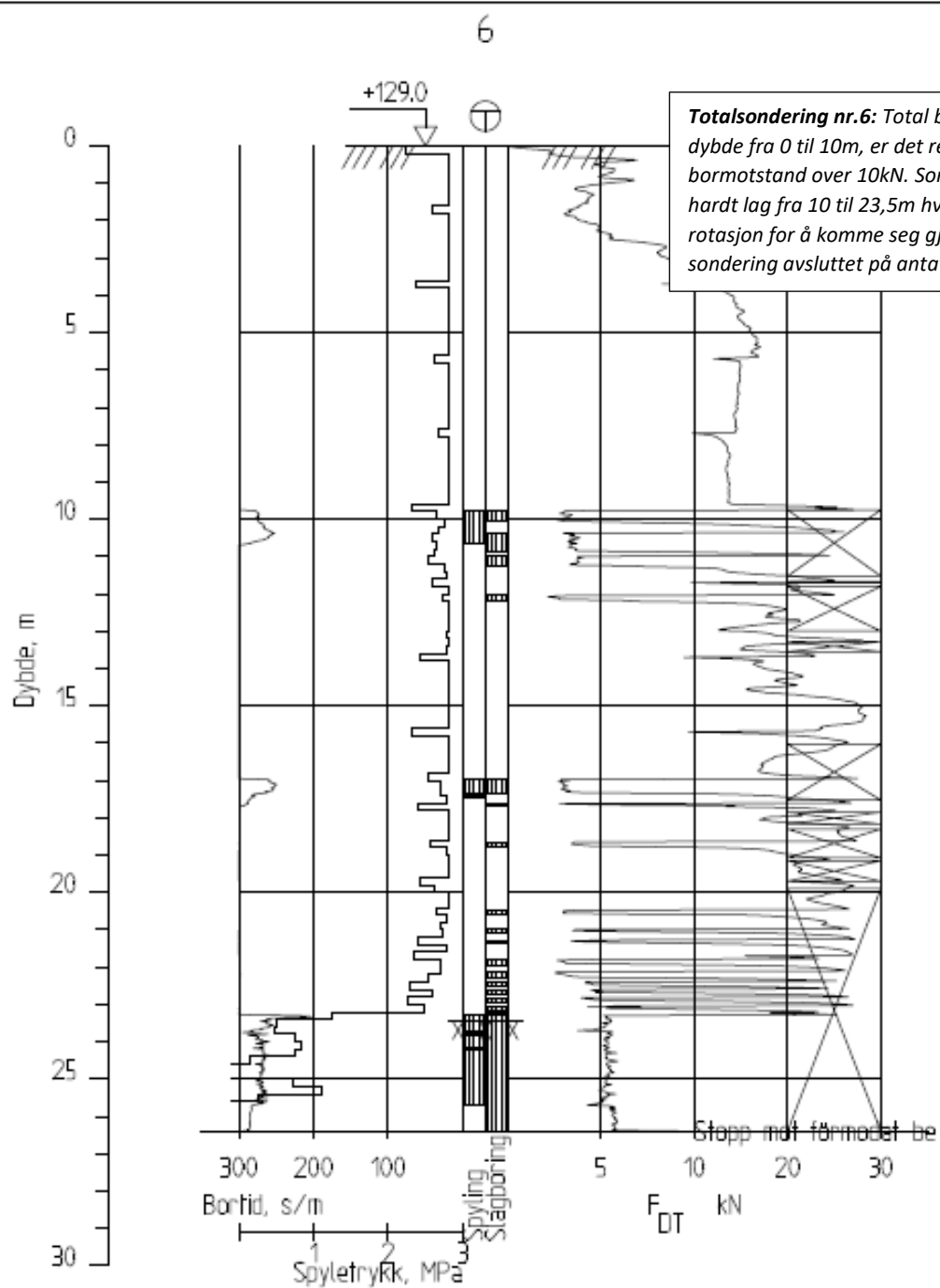
Oppdragsgiver:	Emne:	A4
Adresse: Vammaveien	Totalsonderinger	Skala:
		Dato:
Geoteknikk1 AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Askim kommune	22/12-2021
	Gnr/bnr.	Tgn.nr.



Oppdragsgiver:	Emne:	A4
Adresse: Vammaveien	Totalsonderinger	Skala:
		Dato:
Geoteknikk1 AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Askim kommune	22/12-2021
	Gnr/bnr.	Tgn.nr.



Oppdragsgiver:	Emne:	A4
Adresse: Vammaveien	Totalsonderinger	Skala:
		Dato:
Geoteknikk1 AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Askim kommune	22/12-2021
	Gnr/bnr.	Tgn.nr.



Totalsondering nr.6: Total borybde 26,5m. I dybde fra 0 til 10m, er det registrert et bormotstand over 10kN. Sonderingen viser et hardt lag fra 10 til 23,5m hvor ble det brukt økt rotasjon for å komme seg gjennom laget før sondering avsluttet på antatt fast masser/berg.

Oppdragsgiver:	Emne:	A4
Adresse: Vammaveien	Totalsonderinger	Skala:
		Dato:
Geoteknikk1 AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Askim kommune	22/12-2021
	Gnr/bnr.	Tgn.nr.



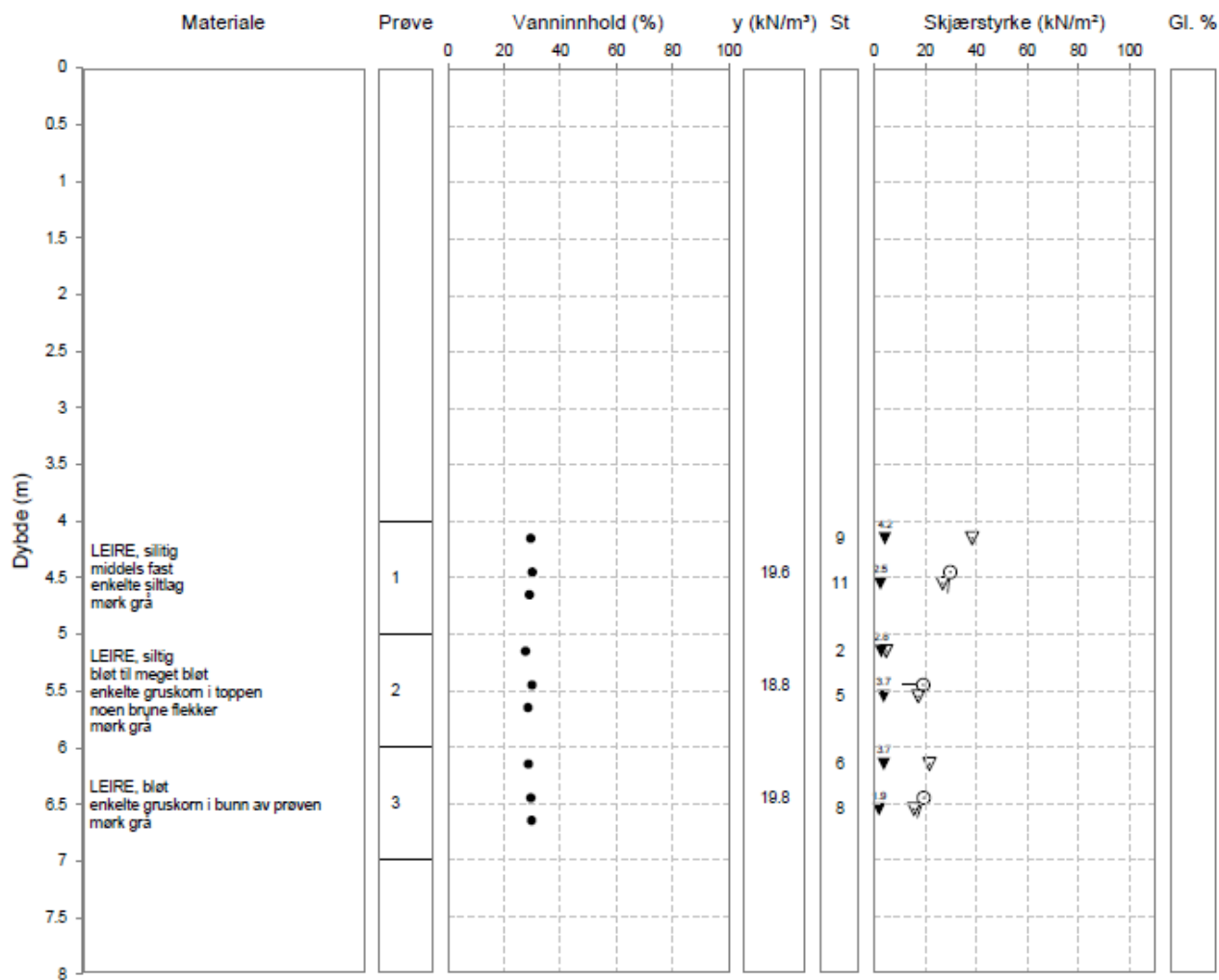
Borprofil

Oppdragsnr.: 48321004
Hullnummer: 1

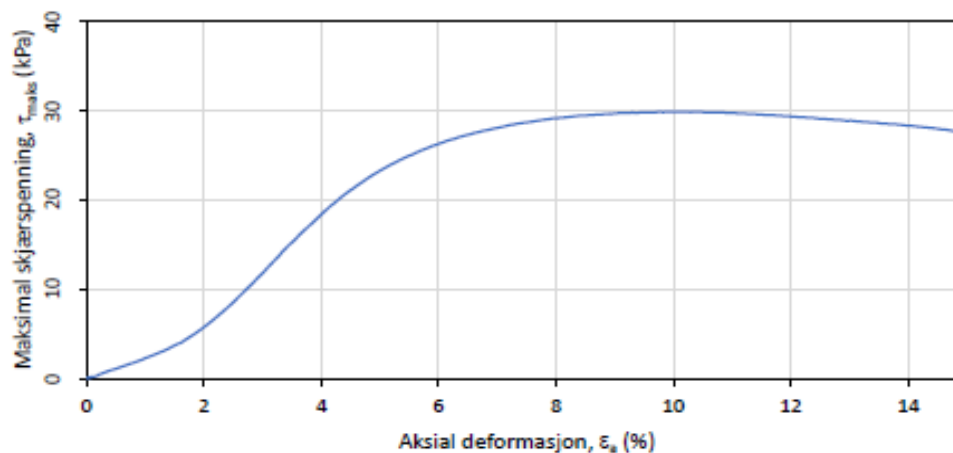
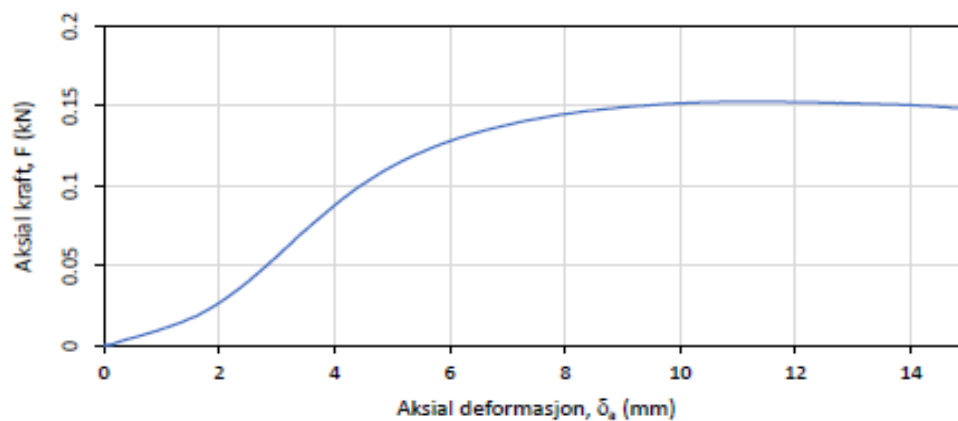
Navn: Vammaveien

Analyseår: 2021

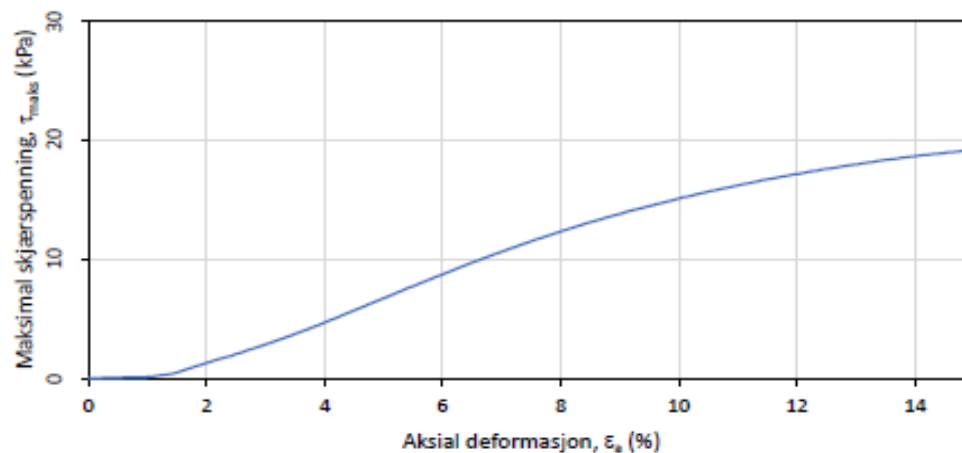
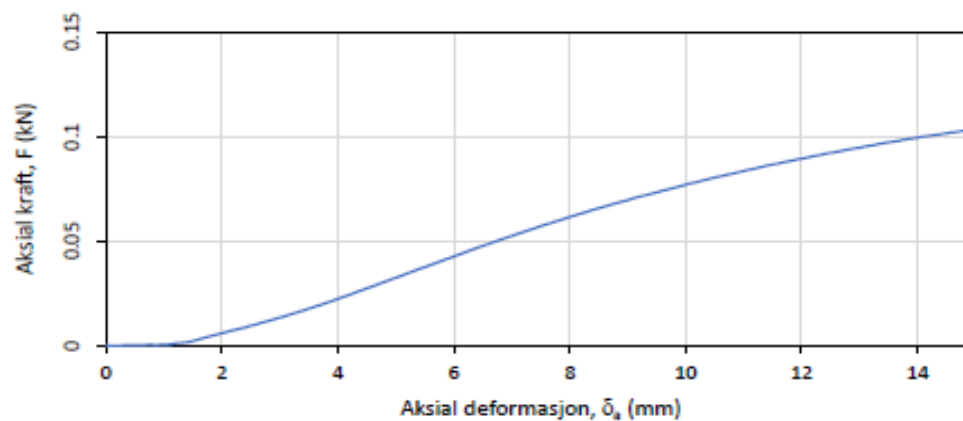
Prøvetype: 54mm stål



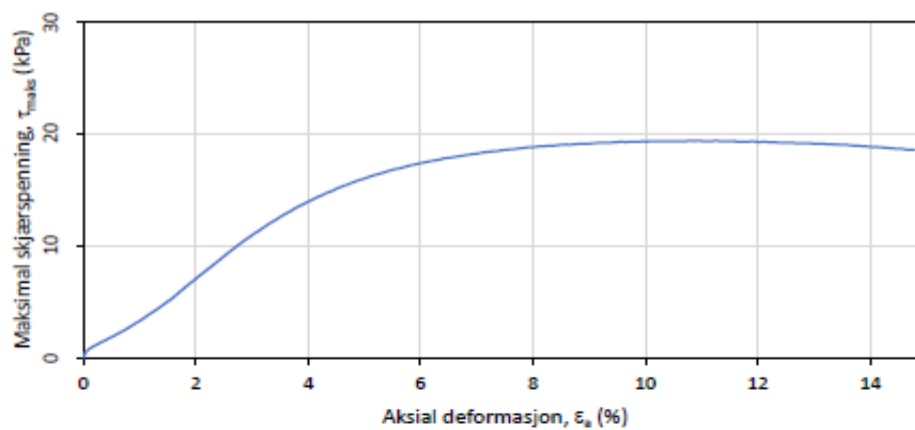
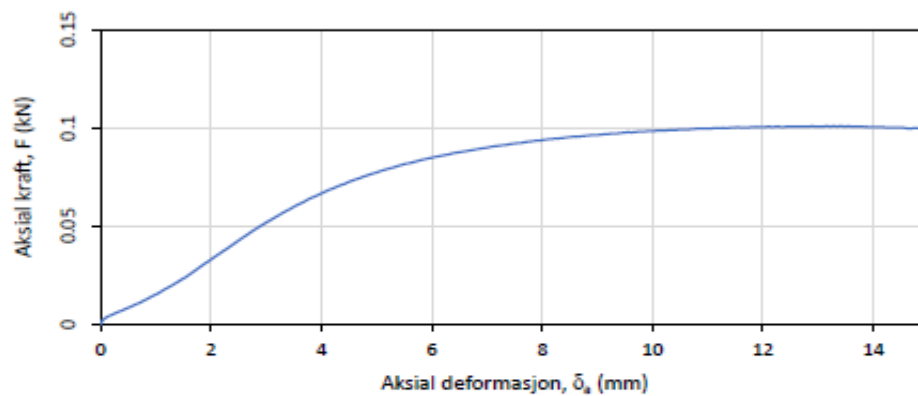
Prøve	Delpreve	Dybde	Jordart	Densitet	Humusinnhold	Vanninnhold	Flytegrense	Utrullingsgrense	Enkelt trykktørsek		Konus, Uomrørt, C _{uc}	Konus, Omrørt, C _{uc}	Sensitivitet, St
		[m]		[kN/m ³]	[%]	[%]	[%]	[%]	C _{uc}	Deformasjon	[kPa]	[kPa]	
1	A	4.15	LEIRE, siltig middels fast enkelte siltlag mørk grå			29.4					38.4	4.2	9
1	B	4.25											
1	C	4.35											
1	D	4.45		19.6		30.0			29.8	10.4			
1	E	4.55									26.8	2.5	11
1	F	4.65				29.0							
2	A	5.15	LEIRE, siltig bløt til meget bløt enkelte gruskom i toppen noen brune flekker mørk grå			27.6					4.7	2.8	2
2	B	5.25											
2	C	5.35											
2	D	5.45		18.8		29.9			19.2	15.0			
2	E	5.55									17.3	3.7	5
2	F	5.65				28.4							
3	A	6.15	LEIRE, bløt enkelte gruskom i bunn av prøven mørk grå			28.6					21.7	3.7	6
3	B	6.25											
3	C	6.35											
3	D	6.45		19.8		29.5			19.4	11.0			
3	E	6.55									15.6	1.9	8
3	F	6.65				29.7							



Rekvirent: Geoteknikk AS	Enaksialt trykkforsøk			Forsøksdato 08.12.2021
	Prosjekt og prosjektnr. 21-0001-14 Vammaveien		Utført av AR	Rapportdato 13.12.2021
	Innhold: Plott: F- δ_a og τ_{maks} - ε_a		Tegnet av KNK	DMR-saksnr. 21-0001-14
DMR Miljø og Geoteknikk AS Maridalsveien 163 0461 Oslo Tlf. 22 12 02 03 E-post: oslo@dmr.as www.dmr.as	Adresse Vammaveien		Kontrollert TRM	A4
	Prøvenr. 1	Prosedyre Enaks	U. Skjærfasthet (kPa) 29.8	Vedlegg A.1
	Borpunkt 1	Dybde (m) 4.45	Tøyning ved brudd (%) 10.4	

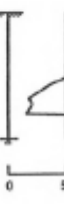
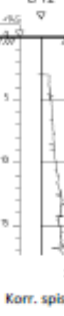


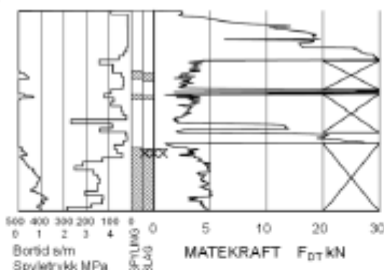
Rekvirent: Geoteknikk AS	Enaksialt trykkforsøk			Forsøksdato 08.12.2021
	Prosjekt og prosjektnr. 21-0001-14 Vammavelen		Utført av AR	Rapportdato 13.12.2021
	Innhold: Plott: F- δ_a og τ_{maks} - ε_a		Tegnet av KNK	DMR-saksnr. 21-0001-14
DMR Miljø og Geoteknikk AS Maridalsveien 163 0461 Oslo Tlf. 22 12 02 03 E-post: oslo@dmr.as www.dmr.as	Adresse Vammavelen		Kontrollert TRM	A4
	Prøvenr. 2	Prosedyre Enaks	U. Skjærfasthet (kPa) 19.2	Godkjent TRM
	Borpunkt 1	Dybde (m) 5.52	Tøyning ved brudd (%) 15	
				Vedlegg A.2



Rekvirent: Geoteknikk AS	Enaksialt trykkforsøk			Forøksdato 08.12.2021
	Prosjekt og prosjektnr. 21-0001-14 Vammaveien		Utført av AR	Rapportdato 13.12.2021
	Innhold: Plott: F- δ_a og τ_{maks} - ε_a		Tegnet av KNK	DMR-saksnr. 21-0001-14
DMR Miljø og Geoteknikk AS Maridalsveien 163 0461 Oslo Tlf. 22 12 02 03 E-post: oslo@dmr.as www.dmr.as	Adresse Vammaveien		Kontrollert TRM	A4
	Prøvenr. 3	Prosedyre Enaks	U. Skjærfasthet (kPa) 19.4	Godkjent TRM
	Borpunkt 1	Dybde (m) 6.5	Tøyning ved brudd (%) 11	
				Vedlegg A.3

8. Bilag 1 Geotekniske bilag – Feltundersøkelser

 Avsluttet mot stein, blokk eller fast grunn  Avsluttet mot antatt berg	Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».
 Forboret Middels stor motstand Meget liten motstand Meget stor motstand Avsluttet uten å nå fast grunn eller berg  Forboret Slått med slegge Halve omdreining pr. m synk	 DREIESONDERING 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 ½-omdreining pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrekk for hver 100 ½-omdreining. Skravur angir synk uten dreiling, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.
 Middels stor motstand Liten motstand Stor motstand  Middels stor motstand Liten motstand Stor motstand	 RAMSONDERING 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. $Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$
 CPT2 Korr. spissmotstand [MPa] Poretrykk [MPa] Sidefriksjon [MPa]	 TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) 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).
 DREITRYKKSONDERING FDT kN Poretrykk [MPa] Sidefriksjon [MPa]	 DREITRYKKSONDERING Utføres med glatte skjøtbare $\phi 36$ mm borstenger med en normert spiss med hardmetallspiss. Borstengene presses ned i grunnen med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreining/min. Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig (markeres med kryss på høyre side). 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.
 Stein Borsynk i berg cm/min.	 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

Kombinerer metodene dreietrykksondering og bergkontrollboring. Det benyttes $\phi 45$ mm borstenger og $\phi 57$ mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag presses boret ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreining/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten (markeres som kryss til høyre). Gir ikke dette synk av boret benyttes spyling og slag på borkronen.

Nedpressingskraften F_{Dr} (kN) registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens markering av spyletrykk, slag og bortid vises til venstre.



O PRØVETAKING

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet.

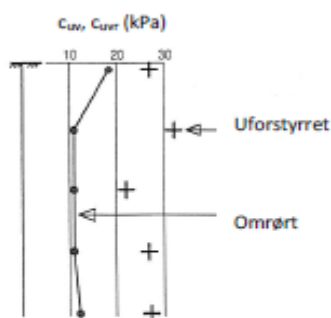
Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):

Utføres med hul borstang påsveis et metallspiral med fast stighøyde (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 spiralsklivene. Det er også mulig å benytte enklere håndholdt utstyr som for eksempel skovlprøvetaking.

Sylinder/blokkprøvetaking (Uforstyrrede prøver):

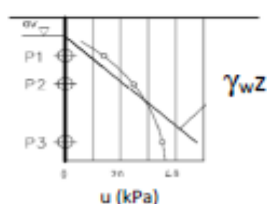
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der 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.



+ VINGEBORING

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 omdreining av vingekorset. Udrenert skjærfasthet c_{uv} og c_{ue} beregnes ut fra henholdsvis dreiemomentet ved brudd og etter omrøring. Fra dette kan også sensitiviteten $S_i = c_{ue}/c_{uv}$ bestemmes. Tolkede verdier må vanligvis korrigeres empirisk for opptredende effektivt overlagingstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.



⊖ PORETRYKSMÅLING

Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykksmåler). Filteret eller piezometerspissen påmontert piezometerør presses ned i grunnen til ønsket dybde. Stabilt poretrykk registreres fra vannets stighøyde 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.

9. Bilag 2 Geotekniske bilag – Laboratorieforsøk

Laboratorieundersøkelser utføres for sikker klassifisering og bestemmelse av mekaniske egenskaper. Forsøkene utføres på prøver som er tatt opp i felt. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag 3 – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».

MINERALSKE JORDARTER

Ved prøveåpning klassifiseres og indentifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjonene 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 leir til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

ORGANISKE JORDARTER

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

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet
- Fibrig torv - Delvis fibrig torv, mellomtorv - Amorf torv, svarttorv	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene 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 omdannet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget

KORNFORDELINGSANALYSER

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.

VANNINNHold

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

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. Plastisitetsindeksen $I_p = w_f - w_p$ (%) 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).

HUMUSINNHold

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

DENSITET, TYNGDETETHET, PORETALL OG PORØSITET

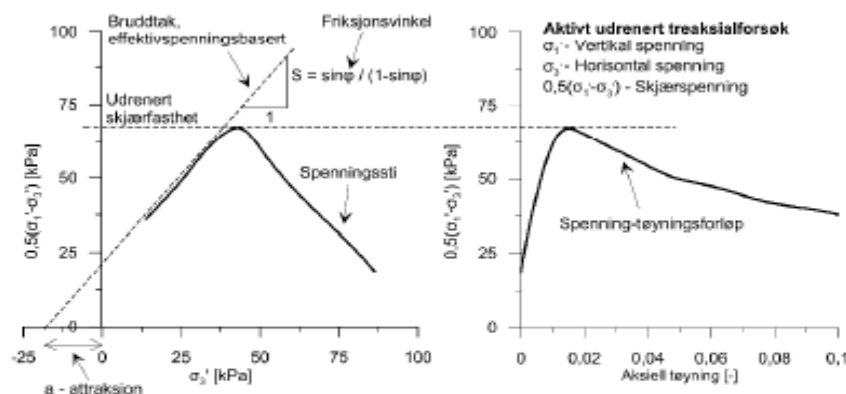
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm ³	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm ³	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm ³	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m ³	Tyngde av prøve per volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der g er tyngdeakselerasjonen)
Spesifikk tyngdetetthet	γ_s	kN/m ³	Tyngde av fast stoff per volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet	γ_d	kN/m ³	Tyngde av tørt stoff per volumenhet ($\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$)
Porertall	e	-	Volum av porer dividert med volum av fast stoff ($e = n/(1-n)$, n som desimaltall)
Porøsitet	n	%	Volum av porer i % av totalt volum av prøven ($n = e/(1+e)$)

SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten beskriver jordens styrke og benyttes bla. til beregning av motstand mot utglidninger og grunnbrudd. Skjærfasthet benyttes i beregninger av skråningsstabilitet og bæreevne. For korttidsbelastninger i finkornige materialer (leire) oppfører jorden seg udrenert og skjærfastheten beskrives ved udrenert skjærfasthet. Over lengre tidsintervaller vil oppførselen karakteriseres som drenert. Det benyttes da effektivspenningsparametere.

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon) og $\tan \phi$ (friksjon) 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.

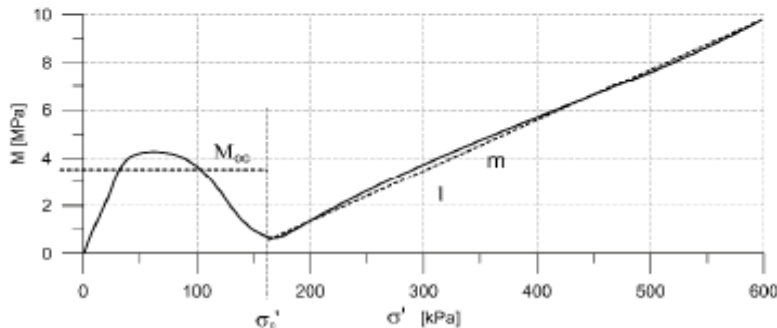
Udrenert skjærfasthet c_u (kPa) bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen i en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykksforsøk (c_{ue}), konusforsøk (uforstyrret c_{ufc} , omrørt c_{ufc}), udrenerte treaksialforsøk (kompresjon/aktiv c_{ua} , avlastning/passiv 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 (uforstyrret c_{uv} , omrørt c_{uvr}).

**SENSITIVITET**

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

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGNSKAPER

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved beregning av setninger og deformasjoner. Disse mekaniske egenskapene bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon. Belastningen skjer vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last/spenning (σ'). Sammenhørende verdier for spenning og deformasjon (tøyning ϵ) registreres, og materialets stivhet (deformasjonsmodul) kan beregnes som $M = \Delta\sigma' / \Delta\epsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen. En sentral parameter som tolkes i sammenheng med ødometerforsøk er forkonsolideringsspenningen (σ'_c). Dette er det største lastnivået som jorda har opplevd tidligere (f.eks. tidligere overlaging eller islast). Deformasjonsmodulen viser typisk forskjellig oppførsel under og over forkonsolideringsspenningen. I leire vil stivheten for spenningsnivåer under σ'_c representeres ved en konstant stivhetsmodul M_{oc} . For spenningsnivåer over σ'_c vil stivheten øke med økende spenning. Denne økningen kan beskrives ved modultallet m .



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) etter SVV Håndbok N200.

KOMPRIMERINGSEGNSKAPER

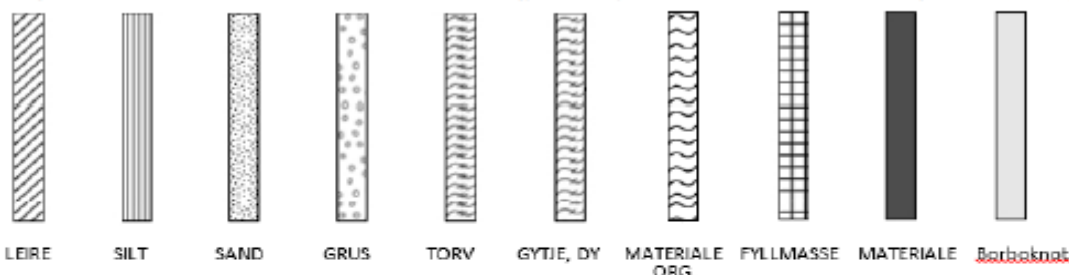
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr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

PERMEABILITET

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 samt ødometerforsøk.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - PRØVESKRAVERING

Analyserte prøver skraveres på prøveserietegningen i henhold til hovedbenevnelsen av materialet. Det er i tillegg en egen skravering for eventuelle notater hentet fra borbok til den gjeldende prøveserien. De ulike skraveringene er som følger:



NB: Med mindre en kornfordelingsanalyse er utført, er dette kun en subjektiv og veiledende klassifisering som er basert på laborantens visuelle vurdering av materialet.

LEIRE: Leirinnholdet er større enn 15 %

SILT: Silteinnholdet er større enn 45 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

SAND: Sandinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

GRUS: Grusinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

MATERIALE: Brukes når materialet har en slik sammensetning at ingen av de ovennevnte betegnelse kan benyttes.

Dette fremkommer normalt fra en kornfordelingsanalyse

TORV: Mer eller mindre omvandlede planterester

GYTJE/DY: Består av vannavsatte plante- og dyrerester. De kan virke fete og elastiske

MATERIALE ORG.: Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur

FYLLMASSE: Avsetninger som ikke er naturlige (utlagte masser)

Borboknotat: Merknader fra borleder (hentet fra borbok), f.eks. «tom sylinder», «foringsrør», «forboring» osv.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SPESIALFORSØK – Korngradering (K) / Treksialforsøk (T) / Ødometerforsøk (Ø)

Eventuelt utførte spesialforsøk på en prøveserie markeres med K, T eller Ø ved tilhørende prøve. Markeringene indikerer ikke nøyaktig dybde for spesialforsøkene, men er referanse til at det foreligger egne tegninger for forsøket inkludert resultater og ytterlig forsøksinformasjon.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Vanninnhold og konsistensgrenser

Vanninnhold og konsistensgrenser utført ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom et vanninnhold overstiger grafens maksgrænse vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Vanninnhold w		Plastisitetsgrense w_p	
		Flytegrense w_f	

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Udrenert skjærfasthet

Resultatene fra utførte konus- og enaksiale trykkforsøk ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom en skjærfasthetverdi overstiger grafens maksgrænse vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Uomrørt konus c_{ufc}		Omrørt konus c_{wfc}	
Enaksial trykkforsøk Strek angir aksial tøyning (%) ved brudd		Omrørt konus $c_{wfc} \leq 2,0 \text{ kPa}$	0,9