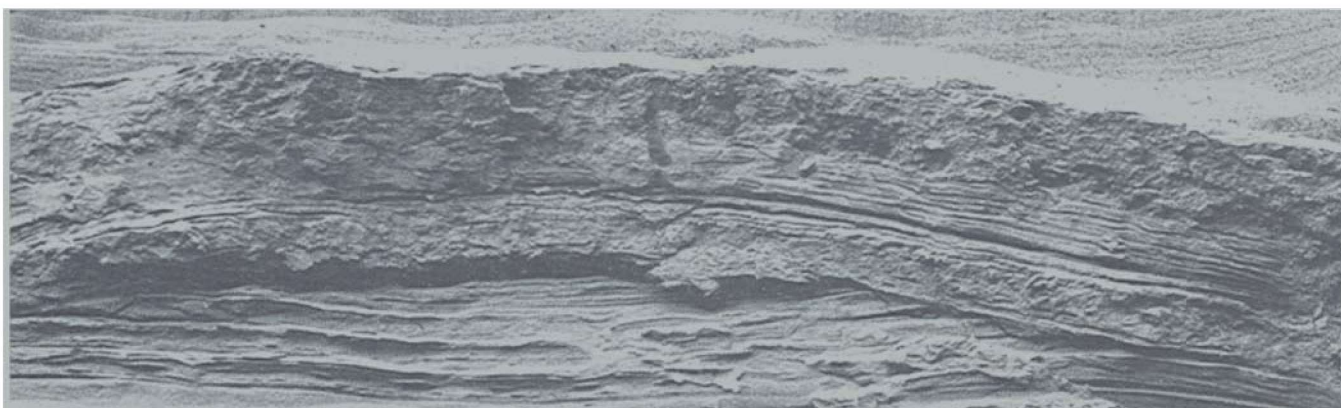




DATARAPPORT FRA GRUNNUNDERSØKELSE

Peder Morsets veg 21
Zolen og Månen AS

Oppdrag nr: 1350023644
Rapport nr. 1

Dato: 22.09.2017

Fylke Sør-Trøndelag	Kommune Trondheim	Sted Heimdal	Euref 89 UTM sone 32 05684 70264
Byggherre			
Oppdragsgiver Zolen & Månen AS			
Oppdrag formidlet av Norconsult v/Willy Wøllo			
Oppdragsreferanse Oppdragsbekreftelse fra 06.07.17			
Antall sider 4	Tegn.nr 101 – 107	Vedlegg.nr. -	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

Peder Morsets veg 21

Rapport-tittel

**Grunnundersøkelser
Datarapport**

Oppdrag nr: 1350023644	Rapport nr: 1	Rev: 0	Dato: 22.09.2017	Kontr: 
Oppdragsleder: Bård Arvid Gjengstø		Utarbeidet av:  Maren S. Kallelid/Bård A. Gjengstø		
SAMMENDRAG Zolen & Månen AS planlegger å bygge nye boliger på eiendom gnr/bnr 315/244 på Heimdal i Trondheim kommune. Rambøll, divisjon Geo, er engasjert for å utføre grunnundersøkelser og en geoteknisk vurdering for prosjektet. Det er utført 4 totalsonderinger og tatt opp 2 prøveserier. Sonderingene og prøvetakingene viser at løsmassene består av tørrskorpeleire med mektighet ca. 1 – 2 meter og derunder bløt til middels fast og middels sensitiv leire. Videre nedover består grunnen av faste masser til avsluttet sondering. Totalsonderinger er avsluttet før berg er registrert.				

INNHold

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	Løsmasser	4
3.2	Grunnvann	4
3.3	Berg	4

TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
101		OVERSIKTSKART	1 : 50 000
102		SITUASJONSPLAN	1 : 500
103		SONDERING PKT 1 OG 2	1 : 200
104		SONDERING PKT 3 OG 4	1 : 200
105		BORPROFIL PKT 2	1 : 100
106		BORPROFIL PKT 3	1 : 100
107		ØDOMETERFORSØK PKT 3 LAB 9	

TILLEGG

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER
- III SPESIELLE FORSØK

1 INNLEDNING

1.1 Prosjekt

Zolen & Månen AS planlegger å bygge nye boliger på eiendom gnr/bnr 315/244 på Heimdal i Trondheim kommune.

1.2 Oppdrag

Rambøll, divisjon Geo, er engasjert for å utføre grunnundersøkelser og en geoteknisk vurdering for prosjektet.

1.3 Innhold

Denne datarapporten inneholder felt- og laboratorieresultater fra utførte grunnundersøkelser, samt en geoteknisk beskrivelse av grunnforholdene. Rapporten inneholder ingen geoteknisk vurdering.

2 UNDERSØKELSER

2.1 Feltundersøkelser

Feltundersøkelsene ble utført uke 32/2017 og har bestått av følgende omfang:

- 4 totalsonderinger til dybde ca. 20 – 40 meter under terreng.
- 2 prøveserier i pkt. 2 og 3 bestående av totalt 9 uforstyrrede 54 mm sylinderprøver og 2 stk. representative poseprøver.

Utførelse av feltundersøkelsene er nærmere beskrevet i tillegg I.

Plassering av borpunktene er vist på situasjonsplan, tegning 102. Boringene er vist med symbol for undersøkelsesmetode, samt angivelse av terrenghøyde og boreddybde.

2.2 Oppmåling

Borpunktene er satt ut og målt inn av Rambøll AS. Koordinater og høyder er vist i tabell 1. De målte koordinatene er i Euref 89 UTM sone 32 og NN2000-høydesystem. Innmåling av punkt 1 og 4 kan være noe unøyaktig pga dårlig dekning.

Tabell 1: Koordinater og høyder for borpunkt

Borpunkt	Nord	Øst	Høyde
1	7026414.4	568362.1	139.5
2	7026405.6	568375.8	141.1
3	7026386.4	568364.6	141.3
4	7026399.4	568350.5	138.3

2.3 Laboratorieundersøkelser

Opptatte prøver er åpnet og rutinemessig undersøkt i vårt geotekniske laboratorium. I tillegg er det utført ett ødometerforsøk for bestemmelse av prøvens deformasjonsegenskaper.

Tillegg II og III gir forklaring og metodebeskrivelse på utførte laboratorieundersøkelser.

2.4 Resultater

Resultater fra totalsonderinger er presentert som enkeltboringer på tegning 103 og 104. Resultater fra laboratorieundersøkelser er presentert i borprofiler på tegning 105 og 106. Resultater fra ødometerforsøk er presentert grafisk på tegning 107.

3 GRUNNFORHOLD

3.1 Løsmasser

Sondering 1, 2 og 4 er avsluttet i løsmasser ved ca. 20 meter under terreng og sondering 3 er avsluttet i løsmasser ved ca. 40 meter under terreng. Sonderingene indikerer et topplag av 1 – 2 meter tykk tørrskorpeleire over bløte masser med til dybder 4 – 7 meter under terreng. Derunder er massene av fastere karakter og det er stedvis benyttet slag, spyling og økt rotasjon. Resultatet fra sondering 3 indikerer faste masser fra dybde 20 meter og ned til 40 meters dybde.

Prøvetaking i pkt. 2 og 3 viser at løsmassene ned til ca. 1 – 2 meters dybde består av tørrskorpeleire. Derunder viser prøvetakingen at massene består av bløt til middels fast og middels sensitiv leire ned til ca. 6 – 7 meters dybde. Både tørrskorpeleiren og leiren inneholder innslag av siltlag, plante- og skjellrester ned til ca. 4 meters dybde, og fra ca. 5 – 7 meters dybde er det i tillegg funnet sand og gruskorn.

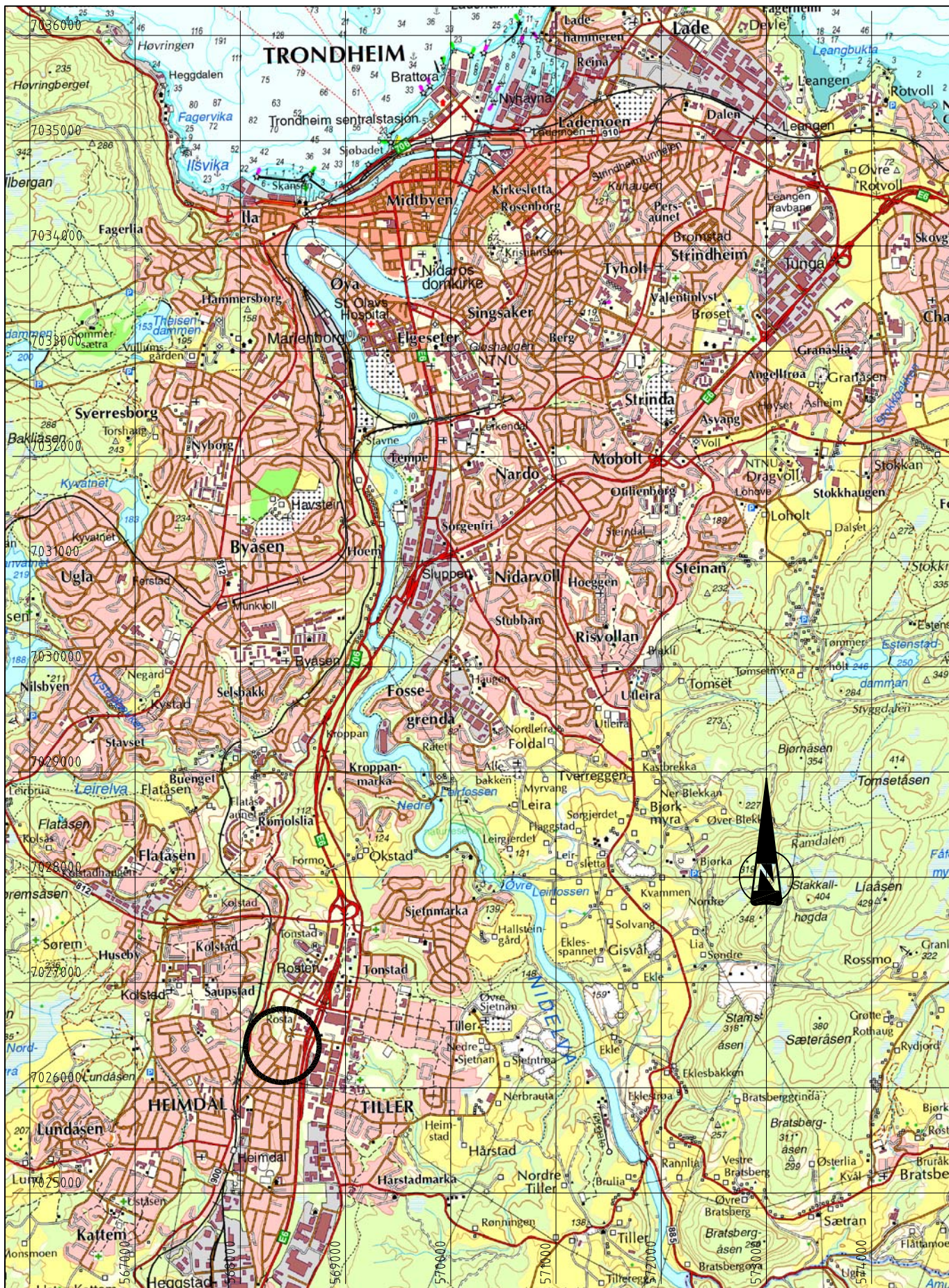
I én av prøvene er det funnet sprøbruddmateriale slik det er definert i NVEs retningslinjer 7/2014. Det bemerkes at dette kun er en enkeltverdi som er gjeldende for svært liten lagtykkelse. Gjennomsnittsverdier for omrørt s_u og sensitivitet i prøvene mellom 1 og 4 meter under terreng viser ikke sprøbruddmateriale.

3.2 Grunnvann

Grunnvannstand og poretrykksforhold er ikke undersøkt for dette prosjektet.

3.3 Berg

Totalsonderinger er avsluttet uten at berg er registrert.



0	22.09.17		MSKA	BAG	PAW
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350023644 Målestokk: 1:50 000 Status: Datarapport

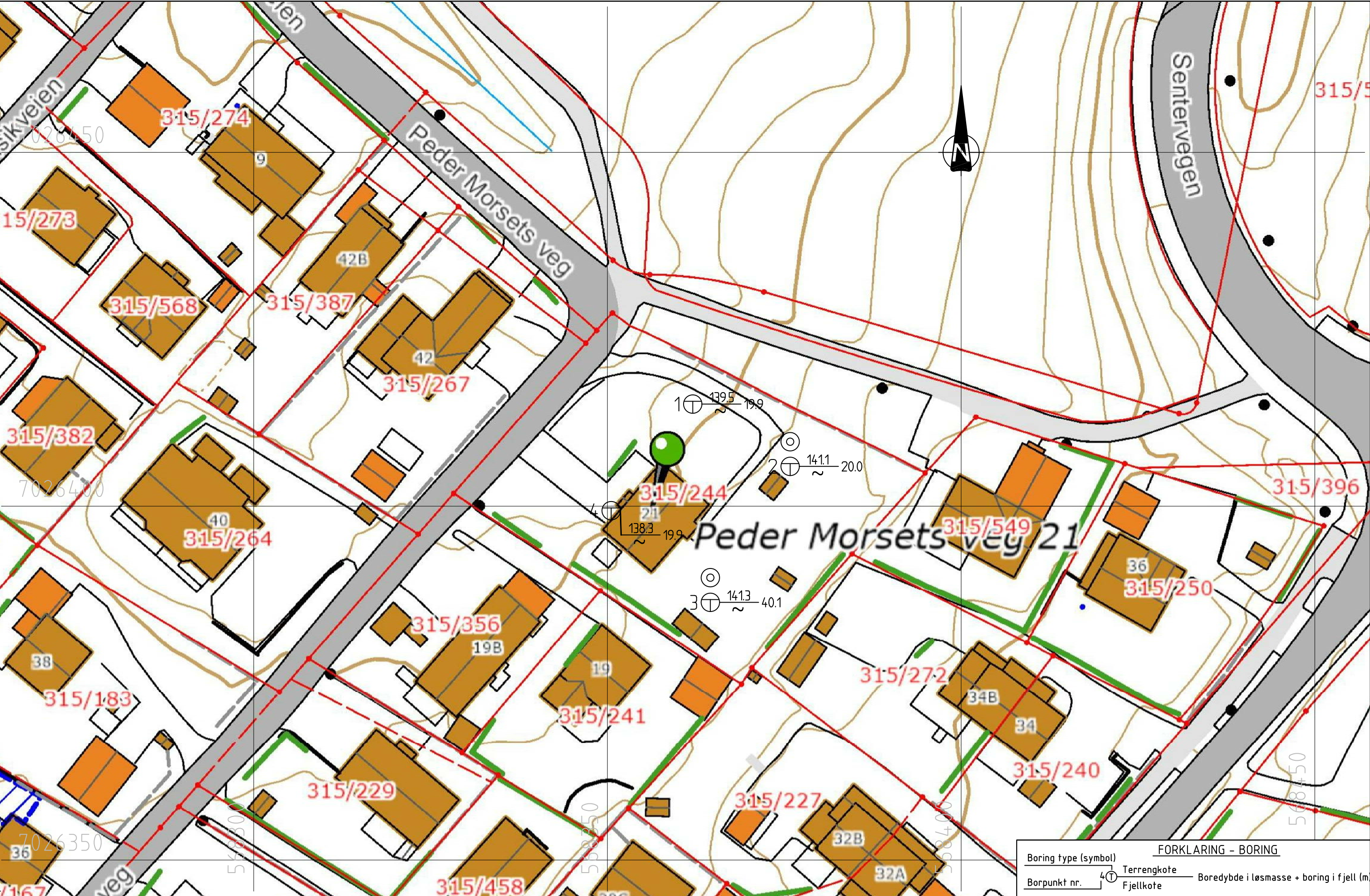
Peder Morsets veg 21
Zolen & Månen AS

OVERSIKTSKART
UTM32 (Euref89): 05684 70264

RAMBOLL

Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

Tegning nr: 101 Rev: 0



00	22.09.17		MSKA	BAG	PAW
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS		Datarapport			

RAMBOLL

Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

OPPDRAG

Peder Morsets veg 21

OPPDRAGSGIVER

Zolen & Månen AS

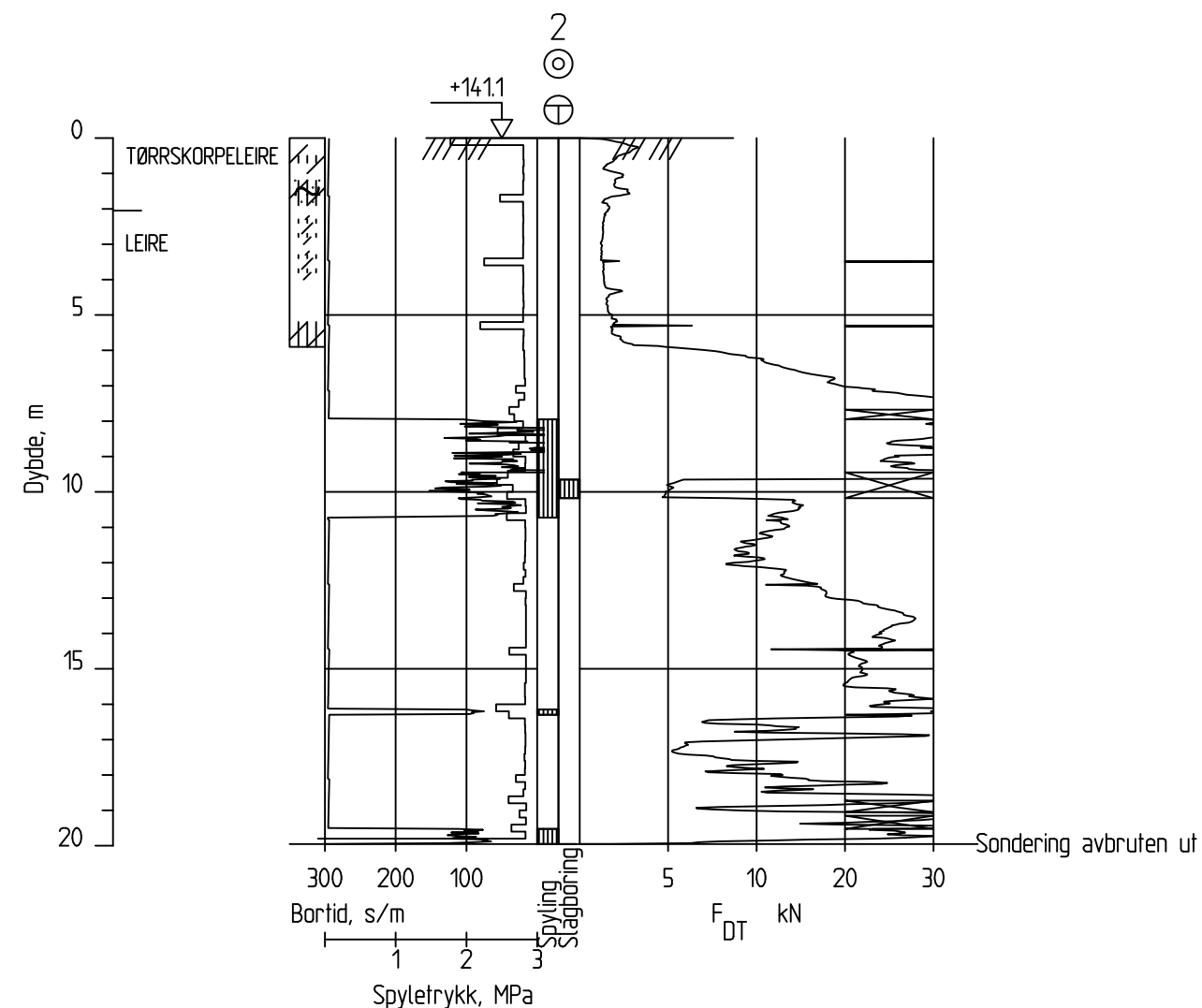
INNHOOLD

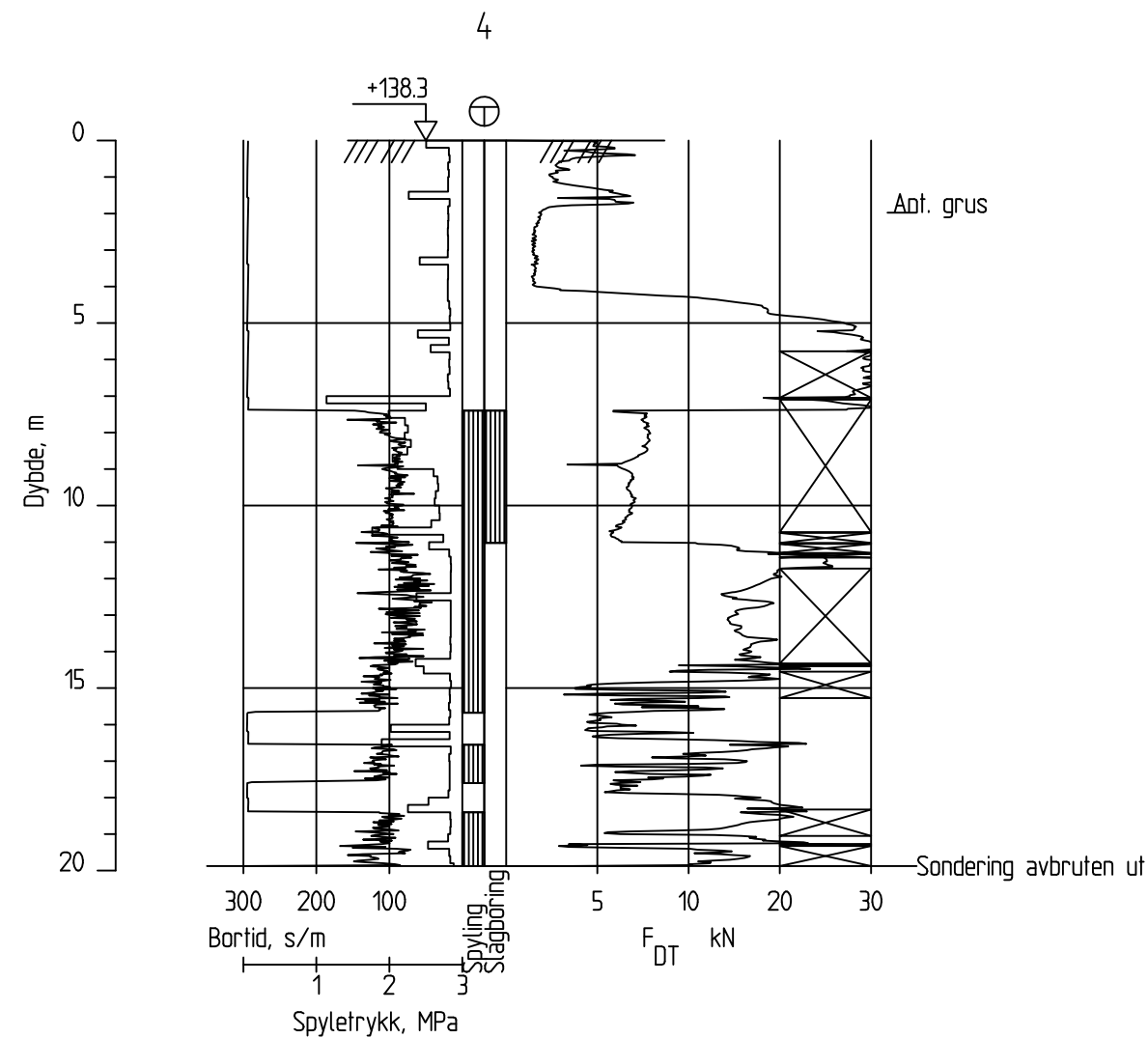
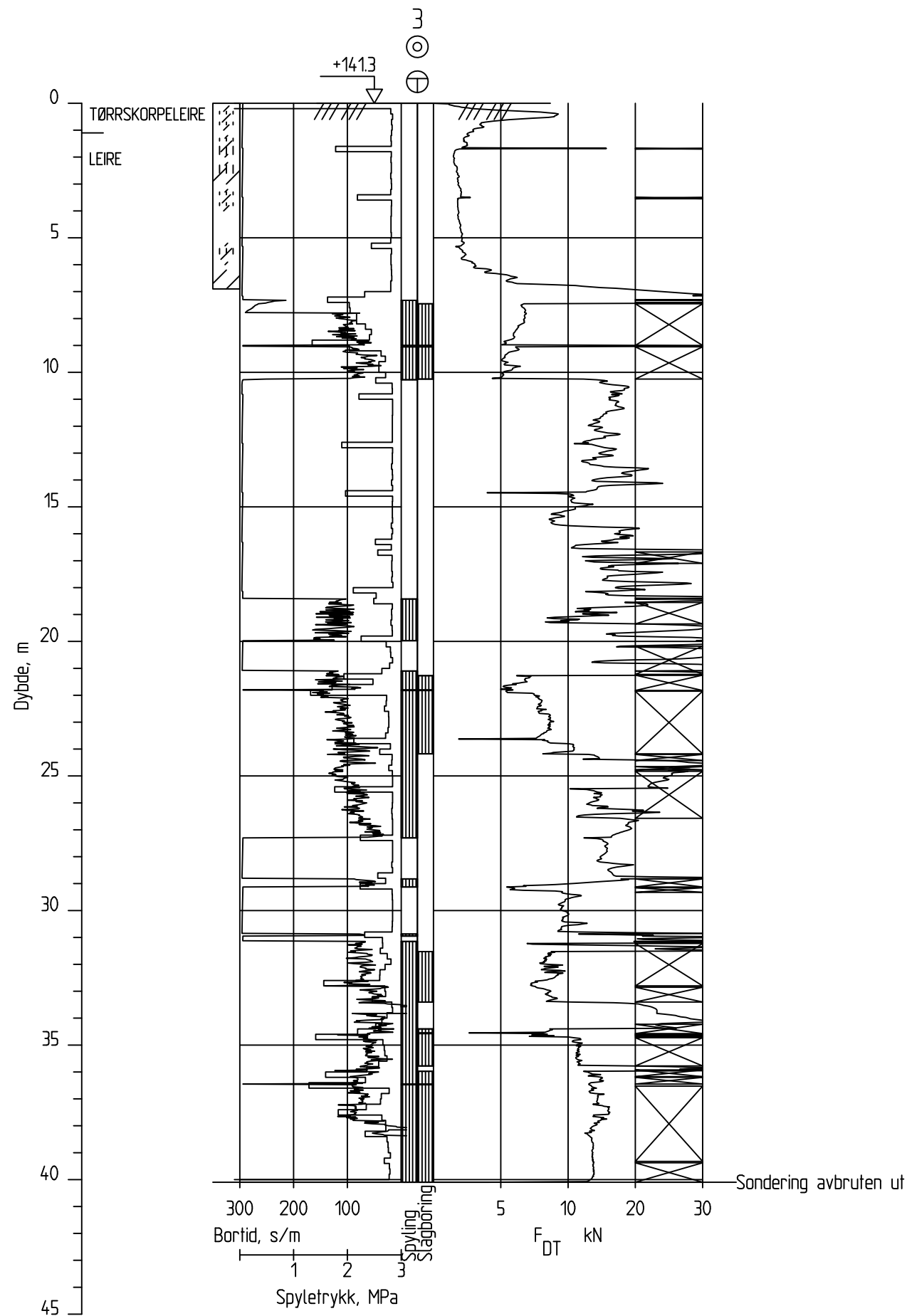
SITUASJONSPLAN

⊕ Totalsondering

⊙ Prøveserie

FORKLARING - BORING			
Boring type (symbol)	⊕	Terrengkote	Boredybde i løsmasse + boring i fjell (m)
Borpunkt nr.	4	Fjellkote	
OPPDRAG NR.	1350023644	MÅLESTOKK	1:500
BLAD NR.	01	AV	01
TEGNING NR.		REV.	
102		0	





						 Rambøll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellomila 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no	OPPDAG Peder Morsets veg 21	INNHold <u>SITUASJONSPLAN</u> ⊕ Totalsondering ⊙ Prøvetaking	OPPDAG NR. 1350023644	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
00	22.09.17		MSKA	BAG	PAW				TEGNING NR.		REV.	
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ		104		0			
TEGNINGSSTATUS							Datarapport					

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %					γ kN/m ³	Skjærfasthet (C_u) i kPa					S_t
				10	20	30	40			10	20	30	40		
5	TØRRSKORPELEIRE delvis siltig, planterester		01											(->100.0)	
	sandig, siltig, leirig materiale, rotete masse mye humus og planterester, oppfylt?		02						17.4 17.7						
	LEIRE														
	tynne siltlag/lommer, små planterester		03						18.6 18.6	▼					8
	lommer med silt/sand, små skjellrester		04						18.3 18.6	▼					8 12 12
10															
15															
20															
	siltig, mye sand og grus, små enkelte små skjellrester		05						20.5 20.4		▼				3

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	22.09.17		MSKA	BAG	PAW
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350023644 Målestokk: 1:100 Status: Datarapport

Peder Morsets veg 21
Zolen & Månen AS

BORPROFIL HULL NR.: 2

TERRENGHØYDE: +141,1 PRØVETYPE: naver/54 mm



Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

Tegning nr.

Rev.

105

0

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærfasthet (C_u) i kPa				S_t
				10	20	30	40		10	20	30	40	
5	TØRRSKORPELEIRE silt/finsandlag, små planterester		06										
	tørreskorpeflekker		07					18.7					10
	delvis siltig,silt/finsandlommer,små planterester		08					18.7					9
	LEIRE		09					18.4					11
	delvis siltig,silt/finsandlommer små planterester,små skjellrester		10					18.7					12
10	lommer med silt/finsand små skjellrester		11					18.1					16
			12					18.2					12
			13										
15	delvis siltig,mye sandlag/lommer små skjellrester,enkelte små gruskorn		14					19.5					8
			15					19.9					(22)
	sand og små gruskorn		16					21.0					
20			17					20.8					
			18										
			19										

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	22.09.17		MSKA	BAG	PAW
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350023644

Målestokk: 1:100

Status: Datarapport

Peder Morsets veg 21
Zolen & Månen AS

BORPROFIL HULL NR.: 3

TERRENGHØYDE: +141,3 PRØVETYPE: naver/54 mm



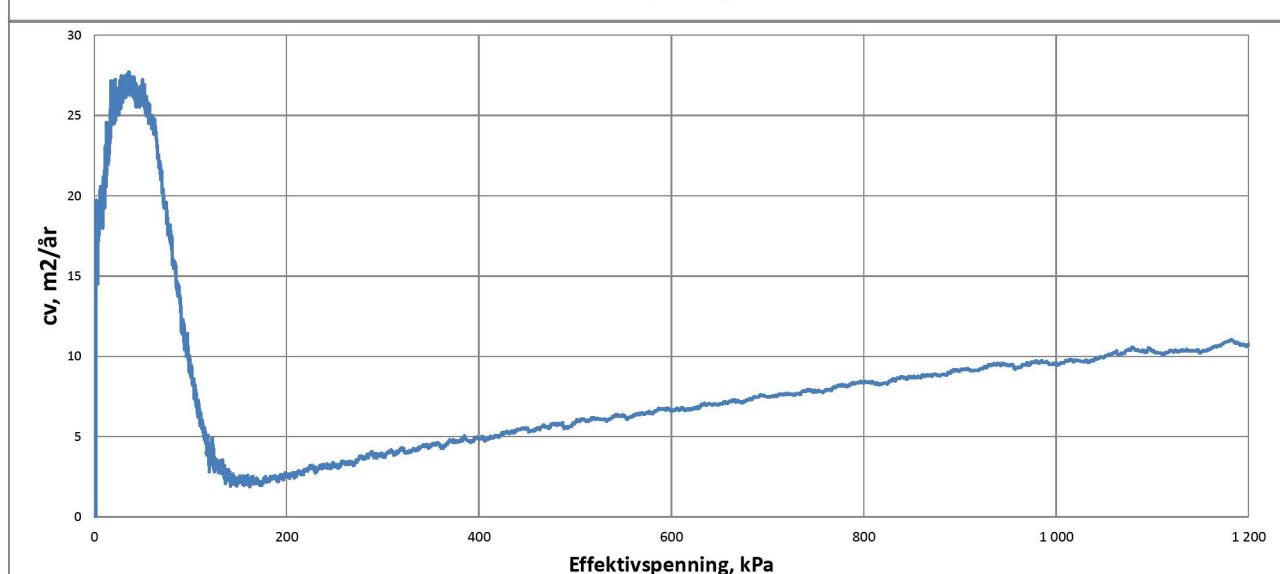
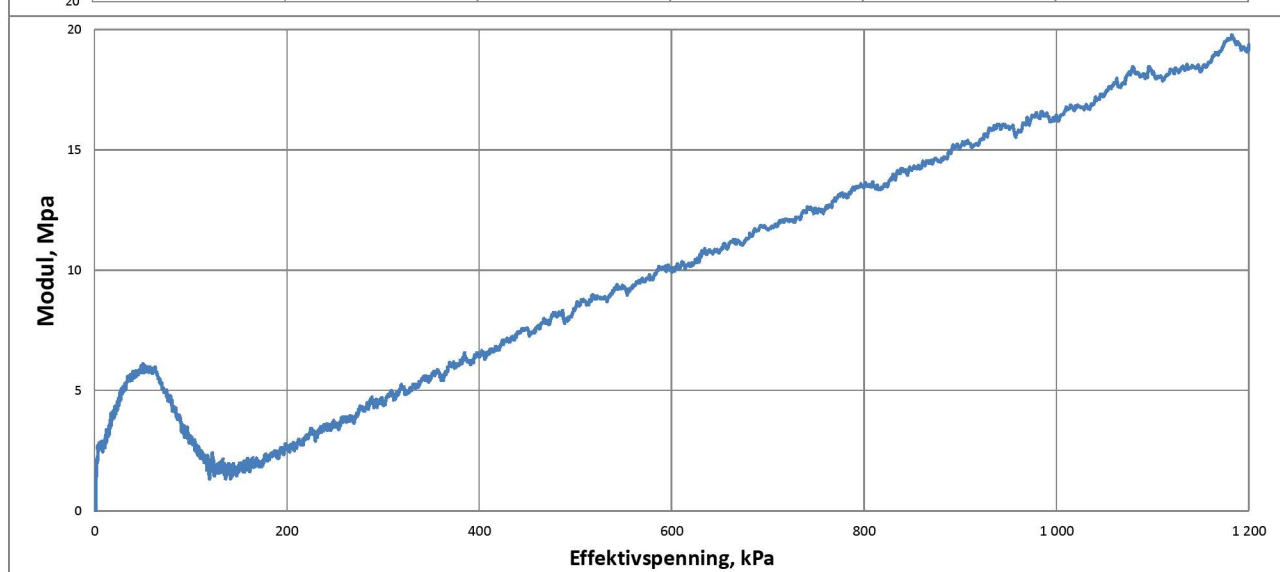
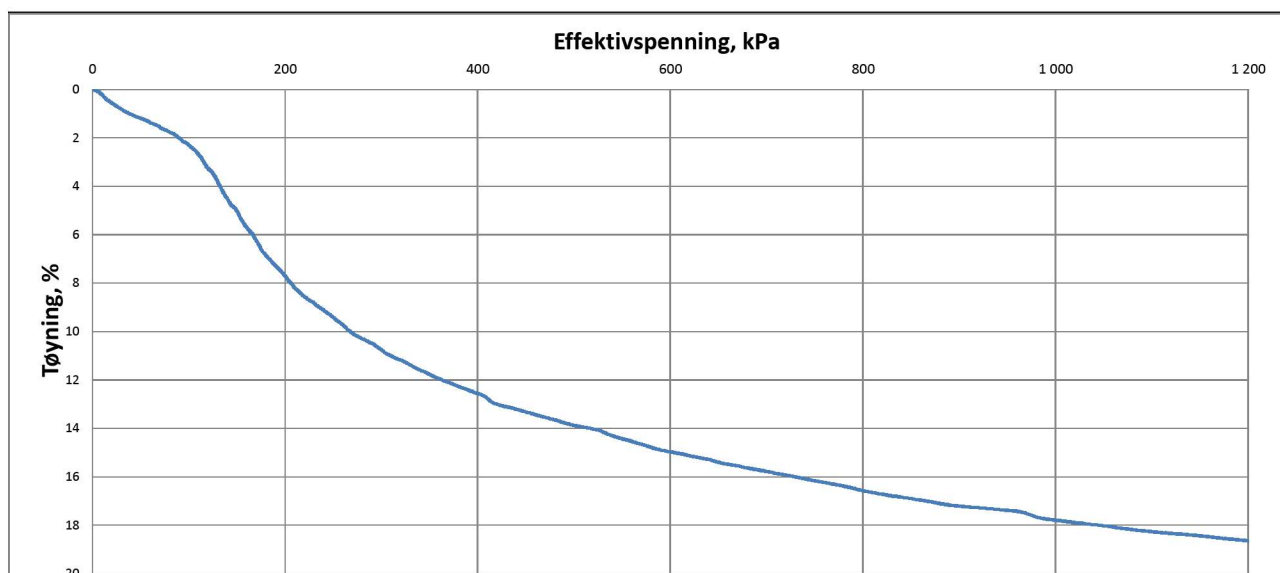
Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

Tegning nr.

Rev.

106

0



pkt 3 lab 9 dybde 3,60m Leire



Zolen & Månen AS

Peder Morsets veg 21

Ødometerforsøk

Oppdrag
1350023644

Tegn./kontr.
MSKA/PAW

Dato
11.08.2017

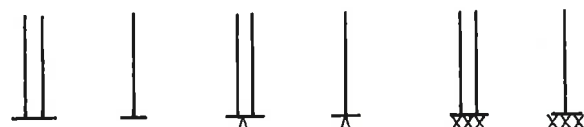
Bilag
-

Tegn. Nr.
107

MARKUNDERSØKELSER

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

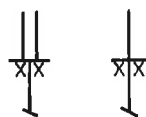
Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).



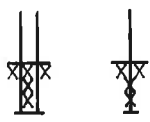
Boring avsluttet
(årsak ikke angitt)

Antatt stein,
morene, sand ol.

Antatt fjell



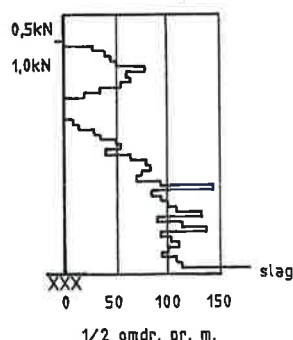
Boret i antatt fjell.
(Hvis overgangen er ukjent,
settes spørsmåltegn.)



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 optegninger 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 borrhjelp. Boring gjennom stein og blokk og ned i berg utføres ved slag og spyling.

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

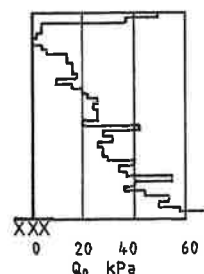
Ramsondering

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

Rammemotstanden:

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

angis i diagram som funksjon av dybden.



Fjellkontrollboring

utføres med 32 mm stenger med muffeskjøter og hardmetallkrone 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

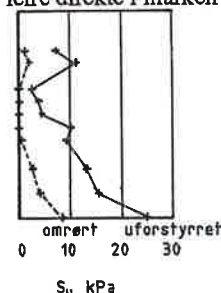
utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper.

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 uttørring før de åpnes i laboratoriet.

Representative prøver tas med forskjellige typer støtbor- og ram-prøvetaker, ved sandpumpe i nedspyte eller nedrammede foringsrør, av oppspytt 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.

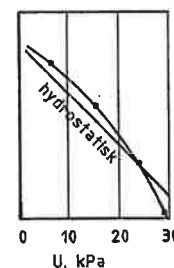
Vingeboring

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

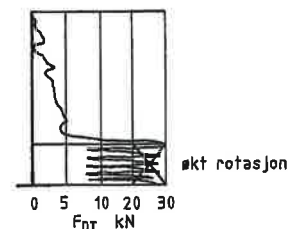
i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten hydraulisk som stighøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer over terreng) 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 nedpressningskraft for å holde normert nedtrengnings-hastighet. Når motstanden øker slik at normert nedtrengnings-hastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet.



LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

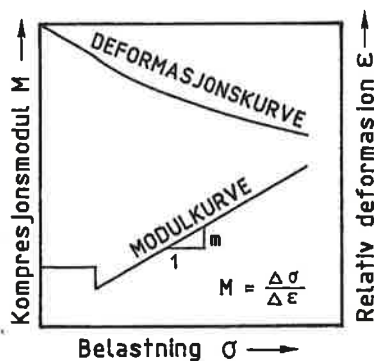
(s_u i kN/m^2) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$ (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen 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 kvikkleire 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 modul-kurve 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 vekttapet (evt. glødetapet ved humusrike jordarter) og uttrykkes i vektprosent av tørt materiale.

Saltinnhold

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

Kornfordeling

ved sikting av fraksjonene større enn $0,06 \text{ mm}$. For de finere partikler bestemmes den ekvivalente korndiamter 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.

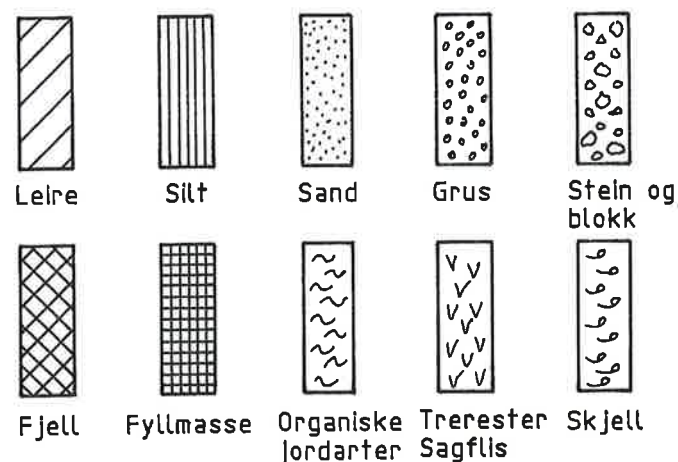
Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørr. mm	$< 0,002$	$0,002 - 0,06$	$0,06 - 2$	$2 - 60$	$60 - 600$	> 600

Jordarten

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

Organiske jordarter

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



Anmerking

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

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 modultall (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.

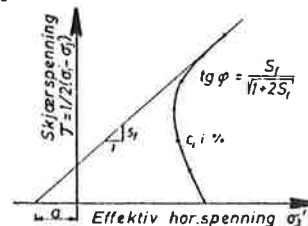
En sirkulær plate med $\varnothing = 30$ cm plasseres på den komprimerte grunnen og belastes trinnvis samtidig som nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning 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 $c = a \cdot \tan \phi$) 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 tetttest lagring av mineralkomene, 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 samnhørende 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 bevegelseshastighet = 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.