

DATARAPPORT FRA GRUNNUNDERSØKELSE

Norges vassdrags og energidirektorat
Kvikkleirekartlegging Søgne, delområde 1

Oppdrag nr: 1350014266

Rapport nr. 006rev01

Dato: 14.02.17

Fylke Vest Agder	Kommune Søgne	Sted Søgne	UTM-sone 32V 04285-64399
Byggherre Norges vassdrags- og energidirektorat			
Oppdragsgiver Norges vassdrags- og energidirektorat			
Oppdrag formidlet av			
Oppdragsreferanse Prosjekt 1350014266 NVE-kvikkleirekartlegging Sørlandet			
Antall sider 4	Tegn.nr 601-610	Bilag.nr. -	Antall tillegg 2

Prosjekt-tittel

**Kvikkleirekartlegging Sørlandet
Søgne, delområde 1**

Rapport-tittel

**Grunnundersøkelser
Datarapport**

Oppdrag nr: 1350014266	Rapportnr 006	Rev: 01	Dato: 14.02.17	Kontr: TROR
Oppdragsleder: Charlotte S. Fürst		Utarbeidet av: Charlotte S. Fürst		
<p>SAMMENDRAG</p> <p>NVE utfører regional kartlegging av kvikkleiresoner i Kristiansand, Søgne og Songdalen kommune. Kartleggingen har fokus på områder der det potensielt kan utløses store naturlige skred i befolkede områder.</p> <p>Rambøll Norge AS har fått i oppdrag å utføre grunnundersøkelsene, både i felt og laboratoriet.</p> <p>Foreliggende rapport inneholder revisjon 01 av de samlede resultater fra den geotekniske grunnundersøkelsen i Søgne kommune. Dette omfatter utvidet tegningsgrunnlag, laboratorieresulater samt situasjonsplan oversikt.</p> <p>Bore- og prøveprogram er satt opp av fagansvarlig hos NGI.</p> <p>Datarapporten inneholder ingen geotekniske vurderinger.</p>				

INNHold

1	INNLEDNING	3
1.1	Prosjekt	3
1.2	Innhold	3
2	UNDERSØKELSER	3
2.1	Feltundersøkelser	3
2.2	Laboratorieundersøkelser	3
2.3	Oppmåling.....	3
2.4	Innmåling-borpunktliste.....	4
2.5	Henvisninger.....	4
3	GRUNNVANN	4

TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
601		OVERSIKTSKART	1: 50 000
601B		SITUASJONSPLAN OVERSIKT	1: 20 000
602-606		SITUASJONSPLAN 1-1 TIL 1-5	1: 1000
607		SONDERINGSRESULTATER 1-1 TIL 1-5	1: 200
608-610		BORPROFIL 1-2, 1-3 OG 1-4	1: 100

TILLEGG

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER

1 INNLEDNING

1.1 Prosjekt

NVE utfører regional kartlegging av kvikkleiresoner i Kristiansand, Søgne og Songdalen kommune. Kartleggingen har fokus på områder der det potensielt kan utløses store naturlige skred i befolkede områder.

Rambøll Norge AS har fått i oppdrag å utføre de geotekniske grunnundersøkelsene. Prosjektet er delt i to faser, Fase 1, som skal danne grunnlag for videre vurderinger for prøvetakingsplan og Fase 2, opptak av prøver og laboratorieundersøkelser. Fagansvaret og prosjekterende er Norges Geotekniske Institutt (NGI).

1.2 Innhold

Foreliggende datarapport, inneholder resultatene fra de geotekniske grunnundersøkelsene med felt- og laboratoriedata i Søgne kommune basert på kjennskap til grunnforholdene i det aktuelle området. Revisjon 01 inneholder følgende endringer:

- Ekstra situasjonsplan oversikt, nytt tegningsnr. 601B. Tegningen viser en oversikt over alle boringene.
- Revisjon 01 av tegningsnr. 602, 605, 606 og 607 som inkluderer symbol for prøveserie
- Nye tegninger, nr. 608, 609 og 601. Tegningene viser en presentasjon av laboratorieundersøkelser på opptatte prøver.

Datarapporten inneholder ingen geotekniske vurderinger.

2 UNDERSØKELSER

2.1 Feltundersøkelser

Det er i løpet av vår og sommer 2016 utført grunnundersøkelser i form av 5 dreietrykksonderinger og opptak av 3 prøveserier. Prøvene er tatt opp med ø54 mm sylindprøvetaker (ufortyrrede prøver). Prøvene ble analysert på geoteknisk laboratorium.

Borpunkt 1-6 utgikk da informasjon om grunnforhold fra tidligere grunnundersøkelser er tilgjengelig.

2.2 Laboratorieundersøkelser

Sylinderprøver ble analysert på laboratorium som vist på tegning 608-610.

2.3 Oppmåling

Punktene er satt ut av Rambøll og Landmåler Sør i samarbeid etter borplan og veiledende kof-fil utarbeidet av NGI. Høydene er oppgitt i høydesystem NN2000. Koordinater er vist i tabell 1. Flyttede punkt er målt inn etter avsluttede arbeider i felt.

2.4 Innmåling-borpunktliste

Tabell 1 Borpunktliste. UTM Euref 89 (sone 32V), NN2000

Punkt-nummer	Øst	Nord	Terrengkote
1-1	430292.667	6439810.231	+11.4
1-2	430731.051	6439746.166	+10.4
1-3	431603.374	6439334.318	+7.9
1-4	425991.822	6440005.364	+9.2
1-5	427626.375	6440071.697	+11.7

2.5 Henvisninger

Oversiktskart er vist på tegning 601.

Situasjonsplan oversiktskart er vist på tegning 601B.

Situasjonsplaner er vist på tegning 602-606.

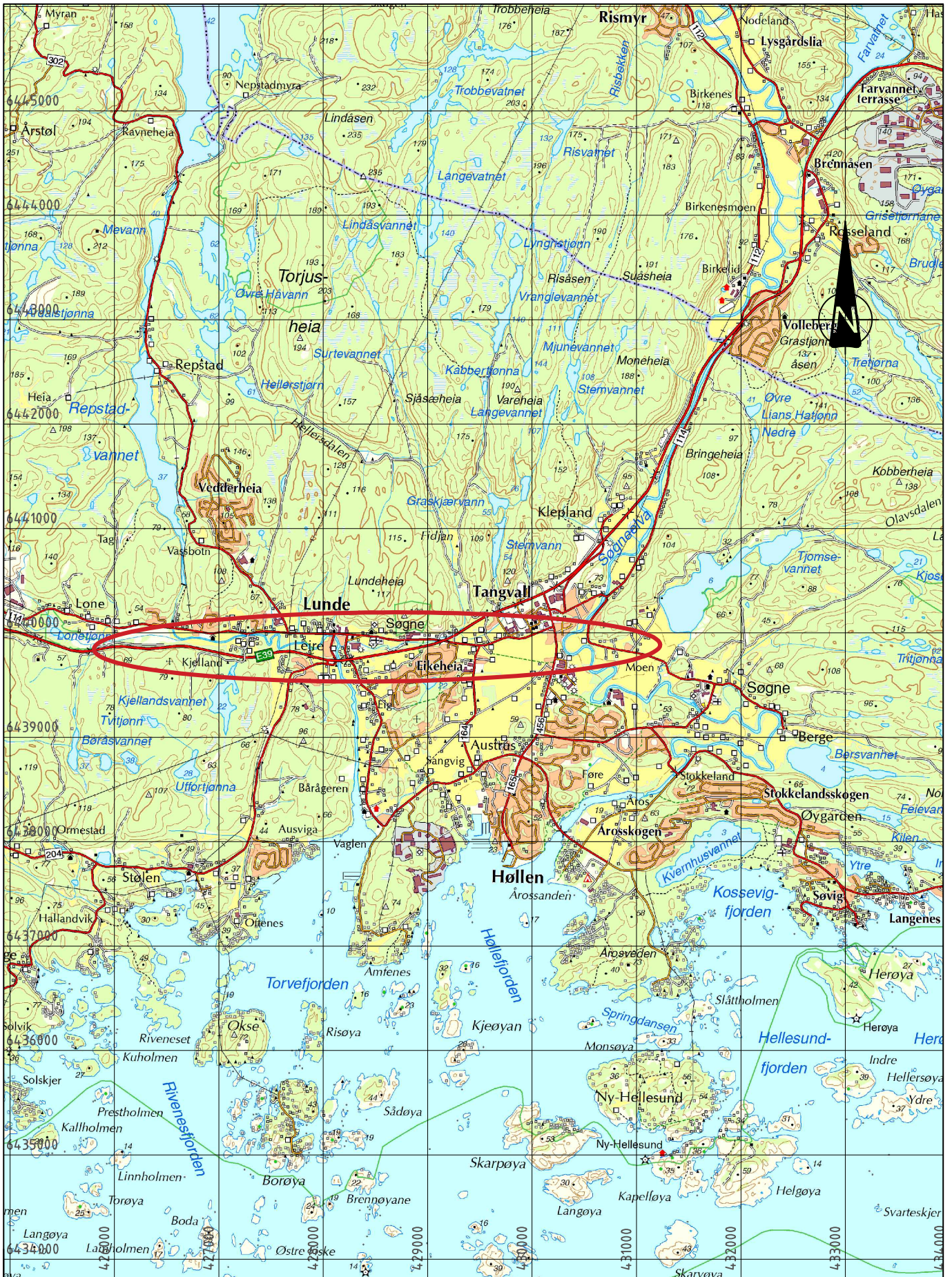
Resultater fra dreietrykksonderingene er vist på tegning 607.

Resultater fra laboratorieundersøkelser er vist på tegning 608-610.

Tilleggene I og II gir forklaring og metodebeskrivelse for utførte felt- og laboratoriearbeider.

3 GRUNNVANN

Det er ikke etablert grunnvannsmålere i de aktuelle boreområdene.



0	14.10.2016		AKM	ERPY	CHFS
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350014266 Målestokk: 1: 50 000 Status:

Kvikkleirekartlegging Søgne
NVE

OVERSIKTSKART
UTM32 (Euref89): 04285 64399



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: 601 Rev: 0



Boring type (symbol)		FORKLARING - BORING	
⊕	Terrengkote	—	Boredybde i løsmasse + boring i fjell (m)
⊙	Fjellkote		

00	14.02.2017		AKM	ERP	CHFS
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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

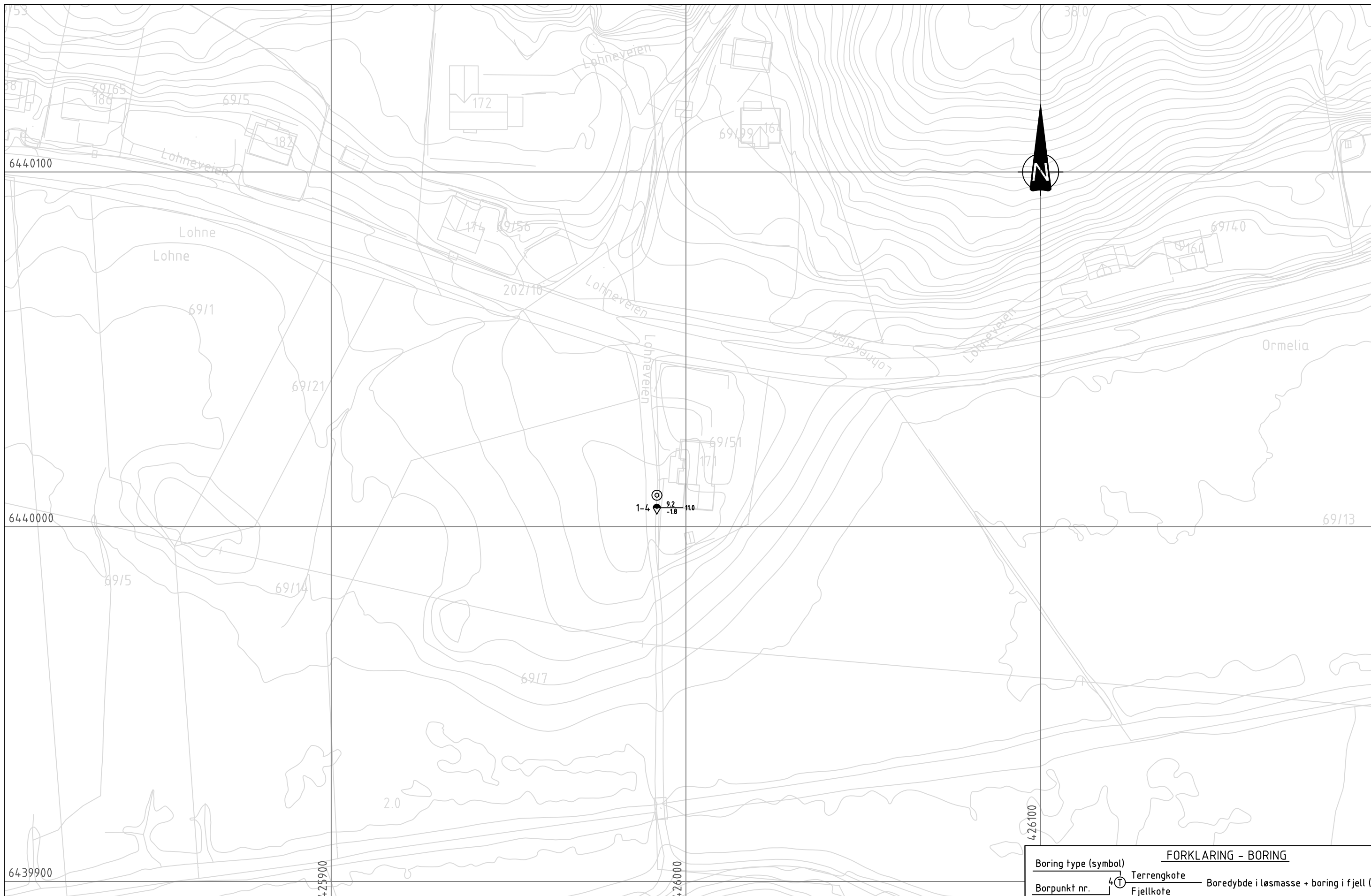
OPPDRAG
Kvikkleirekartlegging Søgne

OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHOOLD
SITUASJONSPLAN OVERSIKT

- ⬢ Dreietrykksondring
- ⊙ Prøveserie
- ▽ Trykksondring (CPTU)

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350014266	1:20 000	01	01
TEGNING NR.		REV.	
601B		0	



1-4 9.2
-1.8

FORKLARING - BORING	
Boring type (symbol)	Terrengkote
Borpunkt nr.	Fjellkote

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
01	14.02.2017	Prøvesymbol inkludert	AKM	ERPY	CHFS
00	14.10.2016		AKM	ERPY	CHFS

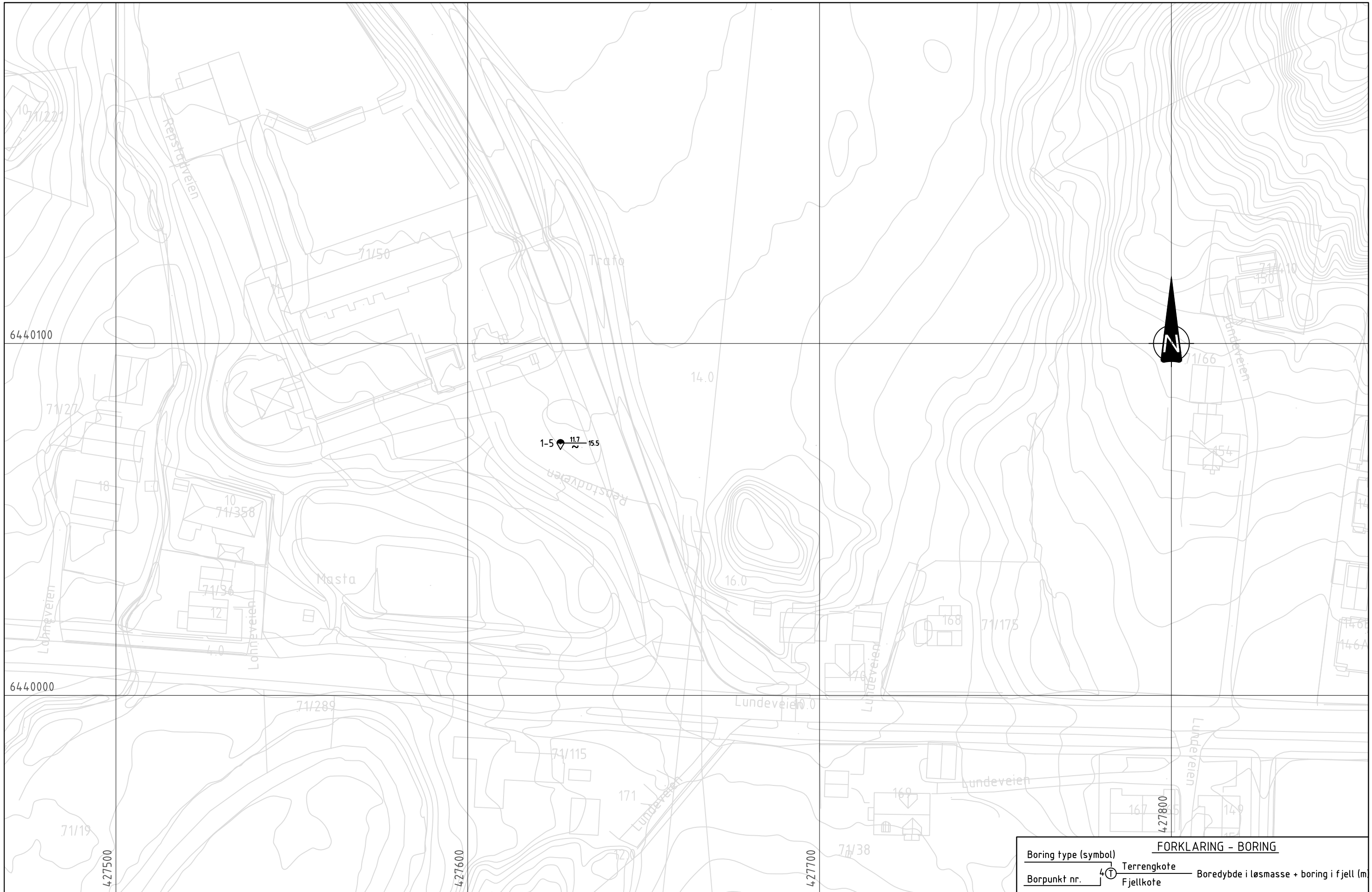
RAMBOLL
 Rambøll AS - Region Midt-Norge
 P.b. 9420 Sluppen
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPPDRAG
Kvikkleirekartlegging Søgne
 OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHOOLD
SITUASJONSPLAN
 Dreietrykksondering
 Prøveserie

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350014266	1:1000	01	01
TEGNING NR.		REV.	
602		01	

TEGNINGSSTATUS



FORKLARING - BORING			
Boring type (symbol)		Terrengkote	Boredybde i løsmasse + boring i fjell (m)
Borpunkt nr.	4	Fjellkote	

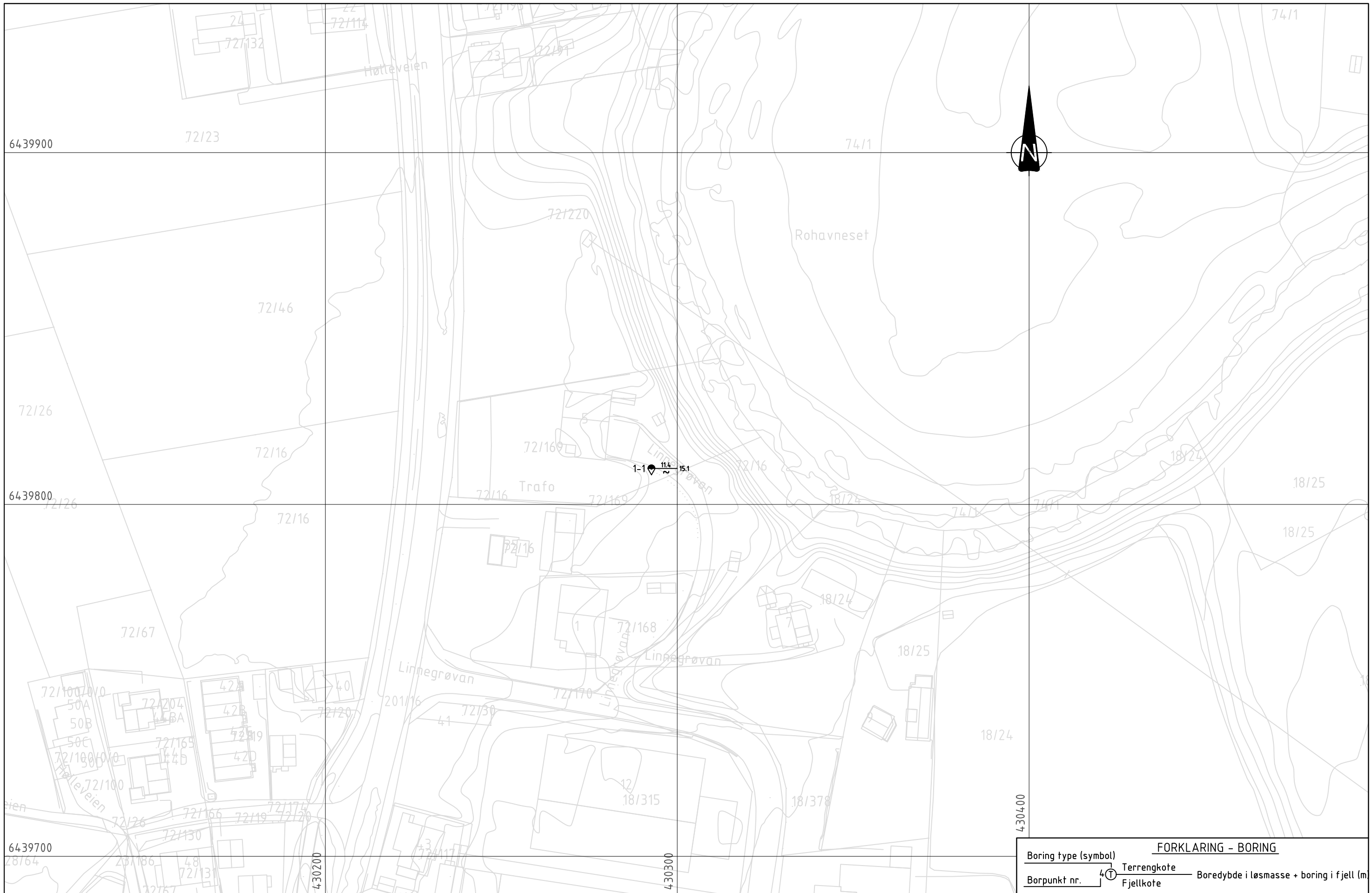
00	14.10.2016		AKM	ERPY	CHFS
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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
Kvikkleirekartlegging Søgne
 OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHOOLD
SITUASJONSPLAN
 Dreietrykksondering
 © Prøveserie

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350014266	1:1000	01	01
TEGNING NR.		REV.	
603		0	



FORKLARING - BORING	
Boring type (symbol)	Terrengkote
Borpunkt nr.	Fjellkote
	Boreddybde i løsmasse + boring i fjell (m)

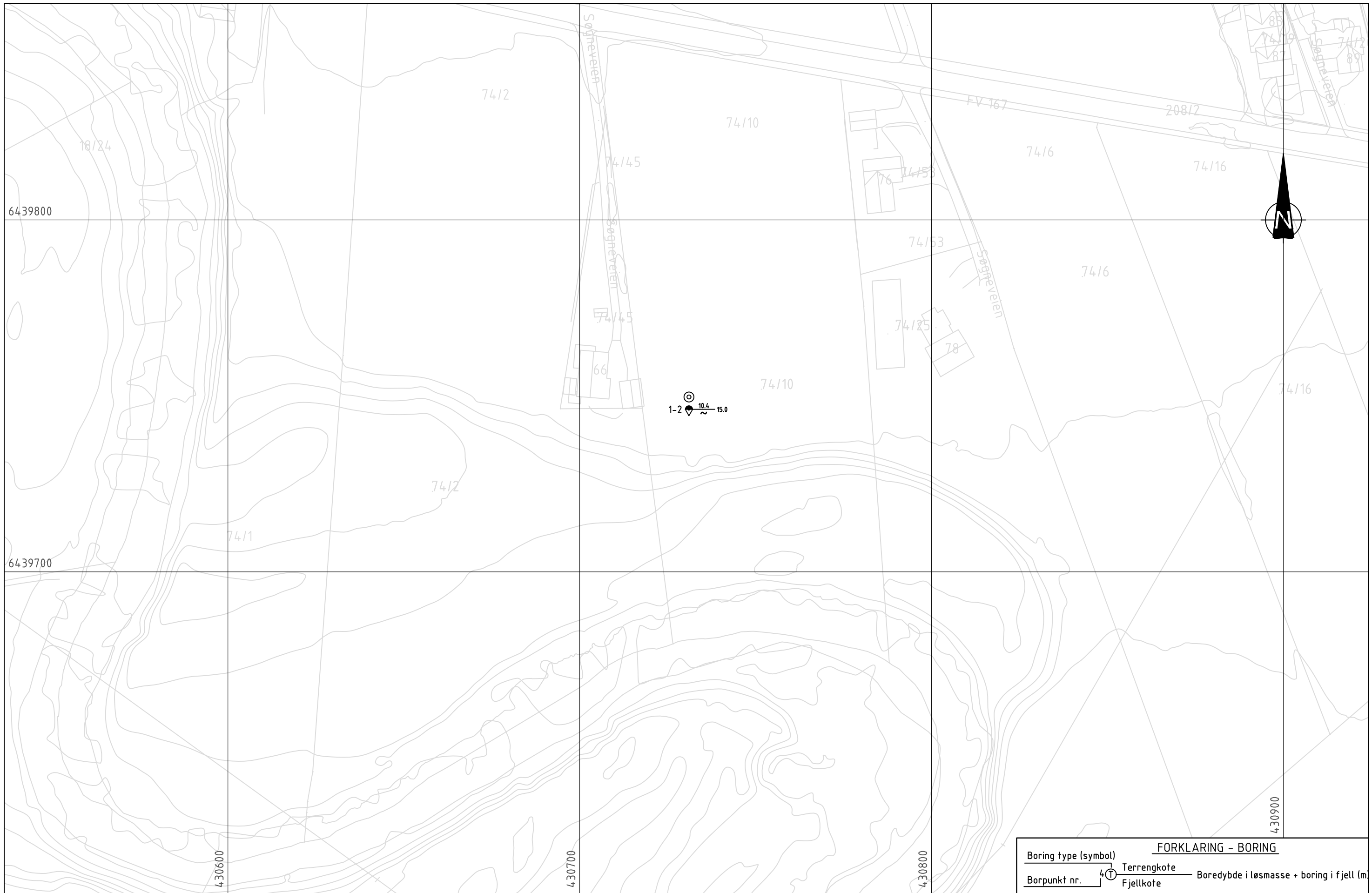
00	14.10.2016		AKM	ERPY	CHFS
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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
Kvikkleirekartlegging Søgne
 OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHOOLD
SITUASJONSPLAN
 Dreietrykksondering
 Prøveserie

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350014266	1:1000	01	01
TEGNING NR.		REV.	
604		0	



FORKLARING - BORING	
Boring type (symbol)	Terrengkote
Borpunkt nr.	Fjellkote
	Boreddybde i løsmasse + boring i fjell (m)

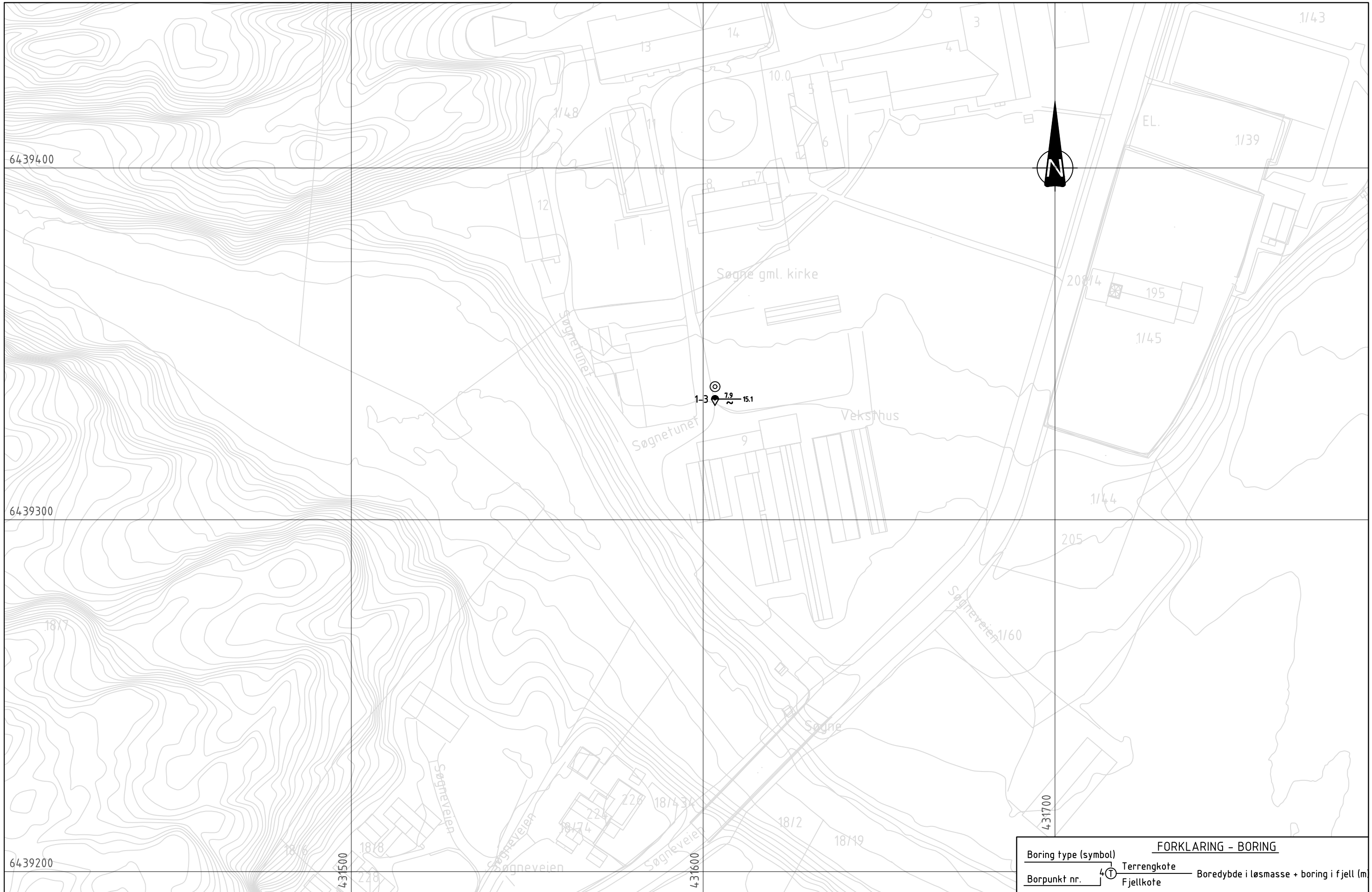
01	14.02.2017	Prøvesymbol inkludert	AKM	ERPY	CHFS
00	14.10.2016		AKM	ERPY	CHFS
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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
Kvikkleirekartlegging Søgne
 OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHOOLD
SITUASJONSPLAN
 Dreietrykksondering
 Prøveserie

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350014266	1:1000	01	01
TEGNING NR.		REV.	
605		01	



FORKLARING - BORING	
Boring type (symbol)	Terrengkote
Borpunkt nr.	Fjellkote
Boreddybde i løsmasse + boring i fjell (m)	

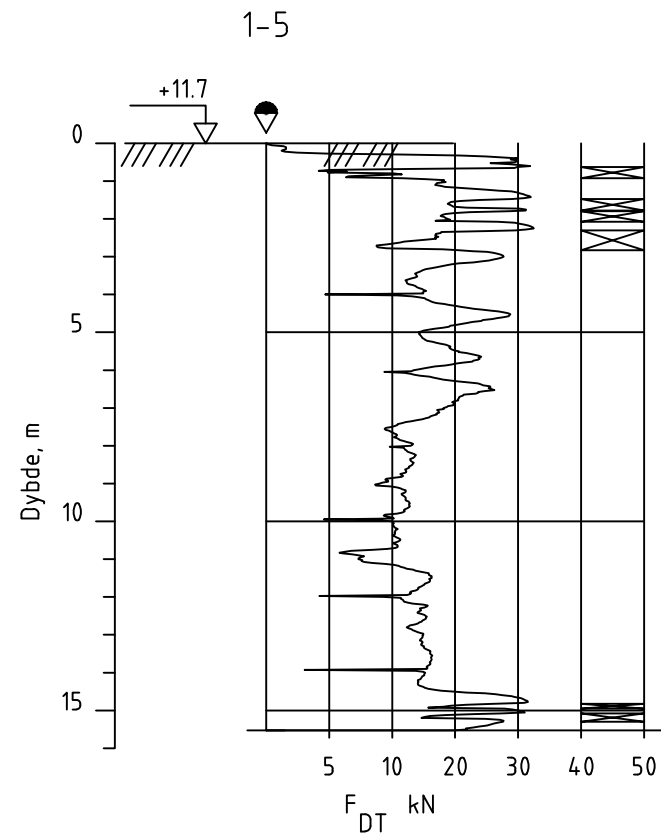
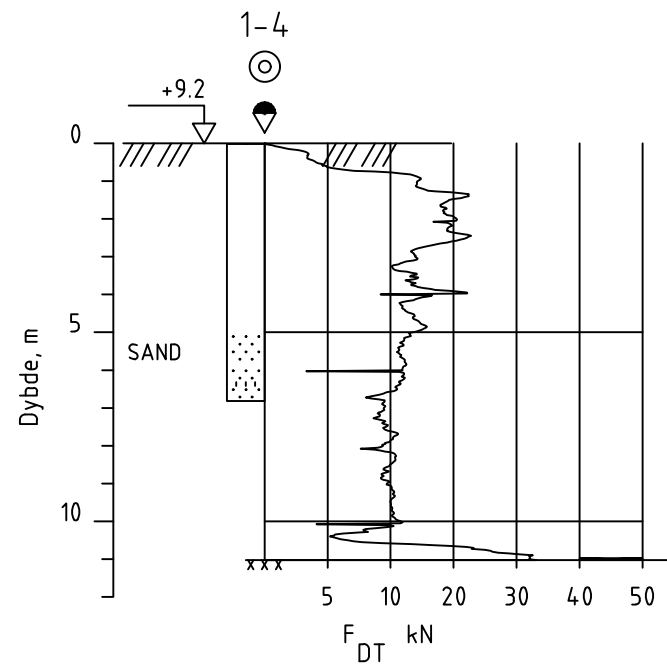
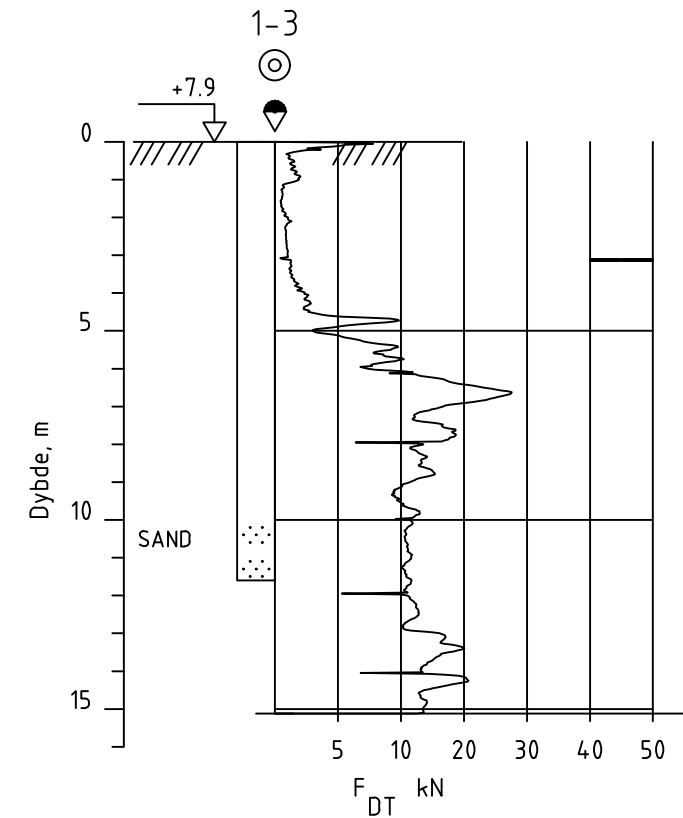
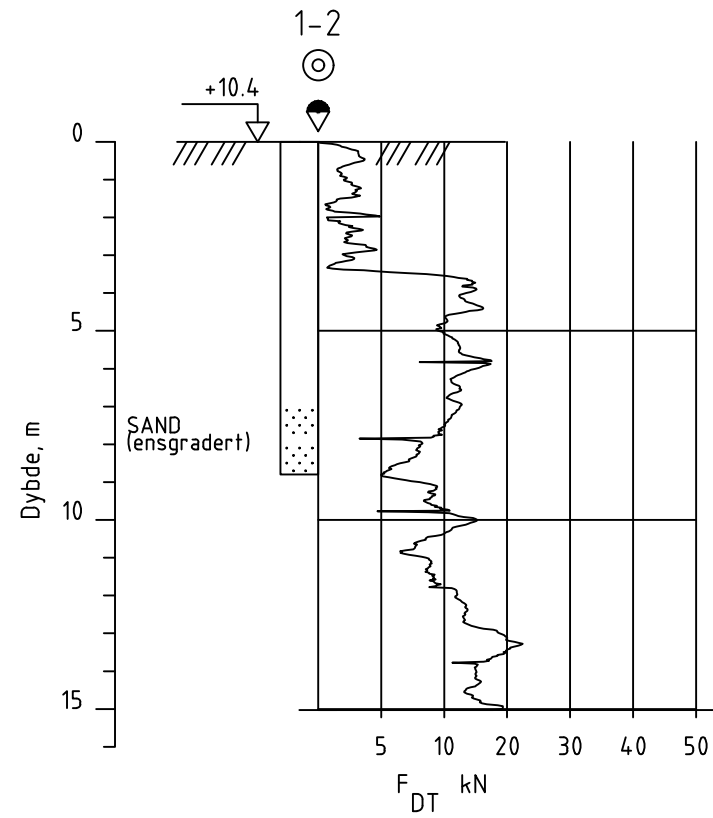
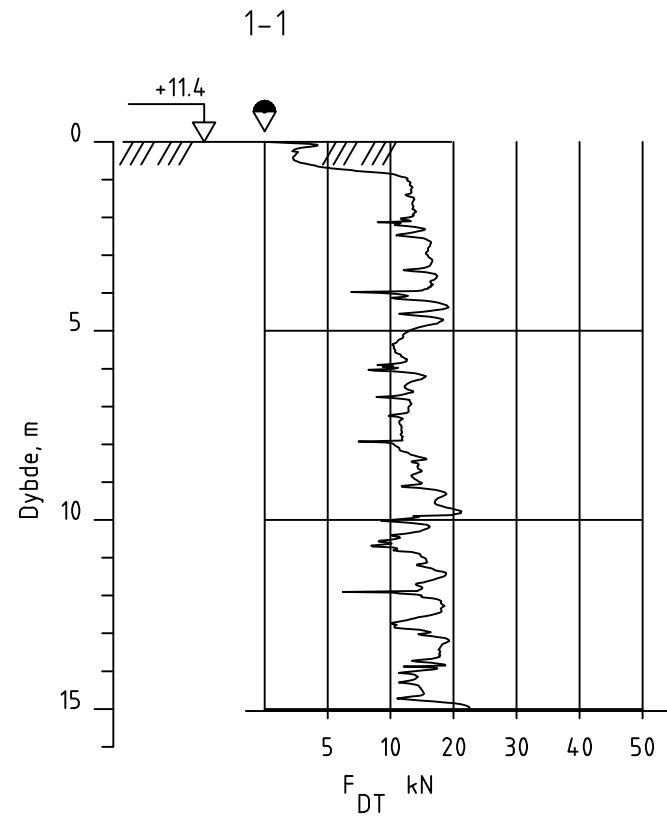
01	14.02.2017	Prøvesymbol inkludert	AKM	ERPY	CHFS
00	14.10.2016		AKM	ERPY	CHFS
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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
Kvikkleirekartlegging Søgne
 OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHOOLD
SITUASJONSPLAN
 Dreietrykksondering
 Prøveserie

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350014266	1:1000	01	01
TEGNING NR.		REV.	
606		01	



01	14.02.2017	Prøvesymbol inkludert	AKM	ERPY	CHFS
00	29.04.2016		AKM	EPN	CHFS
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



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
Kvikkleirekartlegging Søgne

OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHOOLD
BORERESULTATER
⊕ Dreietrykksondering
⊙ Prøveserie

OPPDRAG NR. 1350014266	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 607			REV. 01

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	SAND(ensgradert)		1					16.1							
10			2												
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	14.02.2017		AKM	ERPY	CHFS
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350014266 Målestokk: 1:100 Status: Datarapport
 Kvikkleirekartlegging Søgne
 NVE
 BORPROFIL HULL NR.: 1-2
 TERRENGHØYDE: +10.4 PRØVETYPPE: 54mm

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
 Tegning nr. 608 Rev. 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														
10	SAND		1					18.9						
			2					19.1						
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	14.02.2017		AKM	ERP	CHFS
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350014266 Målestokk: 1:100 Status: Datarapport



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

Kvikkleirekartlegging Søgne
NVE

BORPROFIL HULL NR.: 1-3

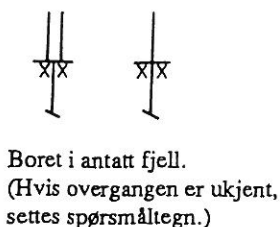
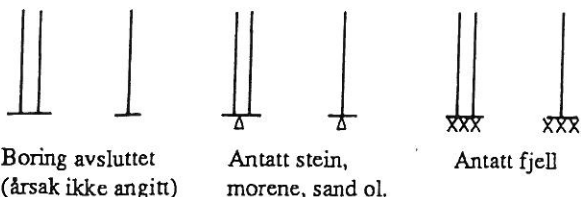
TERRENGHØYDE: +7.9 PRØVETYPPE: 54mm

Tegning nr. 609 Rev. 0

MARKUNDERSØKELSER

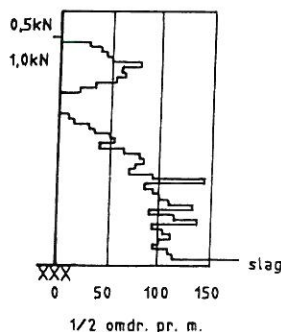
Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt fjell eller annen fast grunn.

Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).



● 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 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.

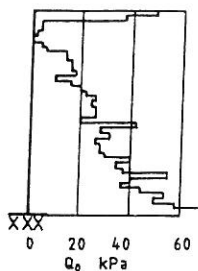
▼ Ramsondering

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:

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

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.

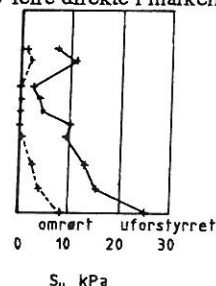
⊙ Prøvetaking

utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper. Uforstyrrede prøver tas opp med NGI's 54 mm stempelprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tyunnveggede 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 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 vingekor, 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.

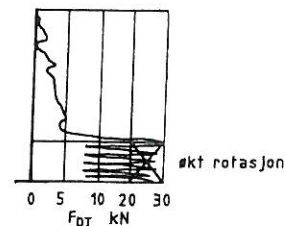


Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

⊖ 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 $110\text{ }^\circ\text{C}$.

Flytegrense

(w_L i %) og utrollingsgrense (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

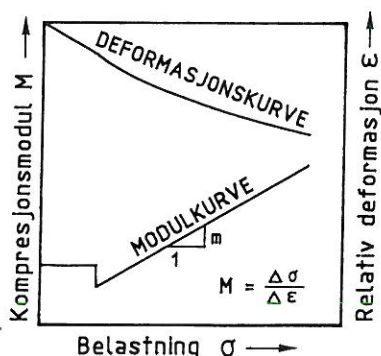
(s_u i kN/m^2) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6\text{ cm}^2$ (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen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

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 setnings- beregning.



Humusinnhold

(relativt) ut fra fargeomslag i en natronlutopløsning.

En nøyaktigere metode er våt-oksidasjon 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 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.

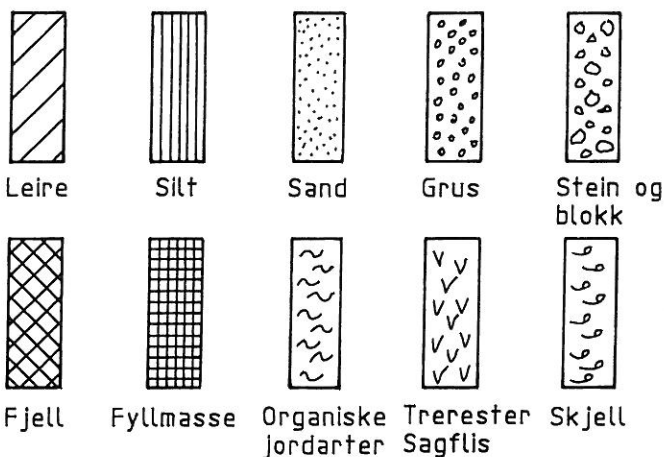
Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørr. mm	< 0,002	0,002-0,06	0,06-2	2-60	60-600	> 600

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).



Anmerkning

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