

DATARAPPORT FRA GRUNNUNDERSØKELSE

Norges vassdrags og energidirektorat
Kvikkleirekartlegging Kristiansand, delområde 4

Oppdrag nr: 1350014266

Rapport nr. 009rev01

Dato: 21.03.17

Fylke Vest Agder	Kommune Kristiansand	Sted Kristiansand	UTM-sone 32V 04405-64470
Byggherre Norges vassdrags- og energidirektorat			
Oppdragsgiver Norges vassdrags- og energidirektorat			
Oppdrag formidlet av			
Oppdragsreferanse Prosjekt 1350014266 NVE-kvikkleirekartlegging Sørlandet			
Antall sider 4	Tegn.nr 901-909	Bilag.nr. -	Antall tillegg 2

Prosjekt-tittel

**Kvikkleirekartlegging Sørlandet
Kristiansand, delområde 4**

Rapport-tittel

**Grunnundersøkelser
Datarapport**

Oppdrag nr: 1350014266	Rapportnr 009	Rev: 01	Dato: 21.03.17	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 på geoteknisk laboratorium</p> <p>Foreliggende rapport inneholder revisjon 01 av de samlede resultater fra den geotekniske grunnundersøkelsen i Kristiansand kommune, område Kristiansand sentrum. Dette omfatter utvidet tegningsgrunnlag, laboratorieresultater samt situasjonsplan oversikt.</p> <p>Bore-, prøve- og laboratorieprogram er satt opp av fagansvarlig hos NGI.</p> <p>Det er ikke etablert grunnvannsmålere i de aktuelle områdene.</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
901		OVERSIKTSKART	1: 50 000
901B		SITUASJONSPLAN OVERSIKT	1: 20 000
902-906		SITUASJONSPLAN 4-1, 4-2, 4-4 TIL 4-7 OG 4-101	1: 1000
907		SONDERINGSRESULTATER 4-1, 4-2, 4-4	1: 200
908		SONDERINGSRESULTATER 4-5 TIL 4-7 OG 4-101	1: 200
909		BORPROFIL 4-4	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 Kristiansand sentrum basert på kjennskap til grunnforholdene i det aktuelle området. Revisjon 01 inneholder følgende endringer:

- Ekstra situasjonsplan oversikt, nytt tegningsnummer 901B. Tegningen viser en samlet oversikt over alle boringene.

- Revisjon 01 av tegning 905 og 906 som gjelder inkludering av maglende tegningsnummer og fjerning av symbol for prøveserie ved borpunkt 4-1.

- Ny tegning, nr. 909. Tegning viser en presentasjon av laboratorieundersøkelser på opptatte sylindere ved borpunkt 4-4.

Datarapporten inneholder ingen geotekniske vurderinger.

2 UNDERSØKELSER

2.1 Feltundersøkelser

Det er i løpet av vår og sommer 2016 utført grunnundersøkelser i form av 7 dreietrykksonderinger og opptak av 2 prøveserier. Prøvene i borpunkt 4-4 er tatt opp med ø54 mm sylinderprøvetaker ved 8 og 11 m under terreng. Det ble tatt opp poseprøver ved borpunkt 4-1. Poseprøver ønskes ikke analysert og vises derfor ikke i profilene.

CPTU ble ikke gjennomført ved borpunkt 4-101 da det var steinmasser ned til 16 m under terreng.

2.2 Laboratorieundersøkelser

Laboratorieundersøkelsene er utført på Rambølls laboratorium på Heimdal. Det er skovlet og presset nedover i profilet og tatt opp 2 sylinderprøver fra borpunkt 4-4. Prøvedyp og laboratorieprogram er bestemt av NGI.

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
4-1	439243.9	6446045.8	+20.4
4-2	440122.4	6448297.2	+15.7
4-4	441885.6	6446910.7	+19.1
4-5	441799.3	6446153.2	+21.0
4-6	441728.9	6446641.1	+21.3
4-7	439213.9	6446190.6	+27.7
4-101	440093.4	6448218.8	+11.6

2.5 Henvisninger

Oversiktskart er vist på tegning 901

Situasjonsplaner er vist på tegning 902-906.

Resultater fra dreietrykksonderingene er vist på tegning 907-908.

Resultater fra geoteknisk laboratorium er vist på tegning 909.

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

3 GRUNNVANN

Det er ikke etablert grunnvannsmålere i de aktuelle boreområdene.



0	14.10.2016		AKM	ERP	CHFS
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

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

Kvikkleirekartlegging Kristiansand
NVE

OVERSIKTSKART
UTM32 (Euref89): 04405 64470

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: 901 Rev: 0



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

01	21.03.2017		AKM	TROR	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 Kristiansand

OPPDRAGSGIVER
 NVE

INNHOOLD
 SITUASJONSPLAN OVERSIKT

- ◆ Dreietrykkssondering
- ⊙ Prøveserie
- ▽ Trykksondering (CPTU)

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350014266	1:20 000	01	01
TEGNING NR.		REV.	
901B		01	



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

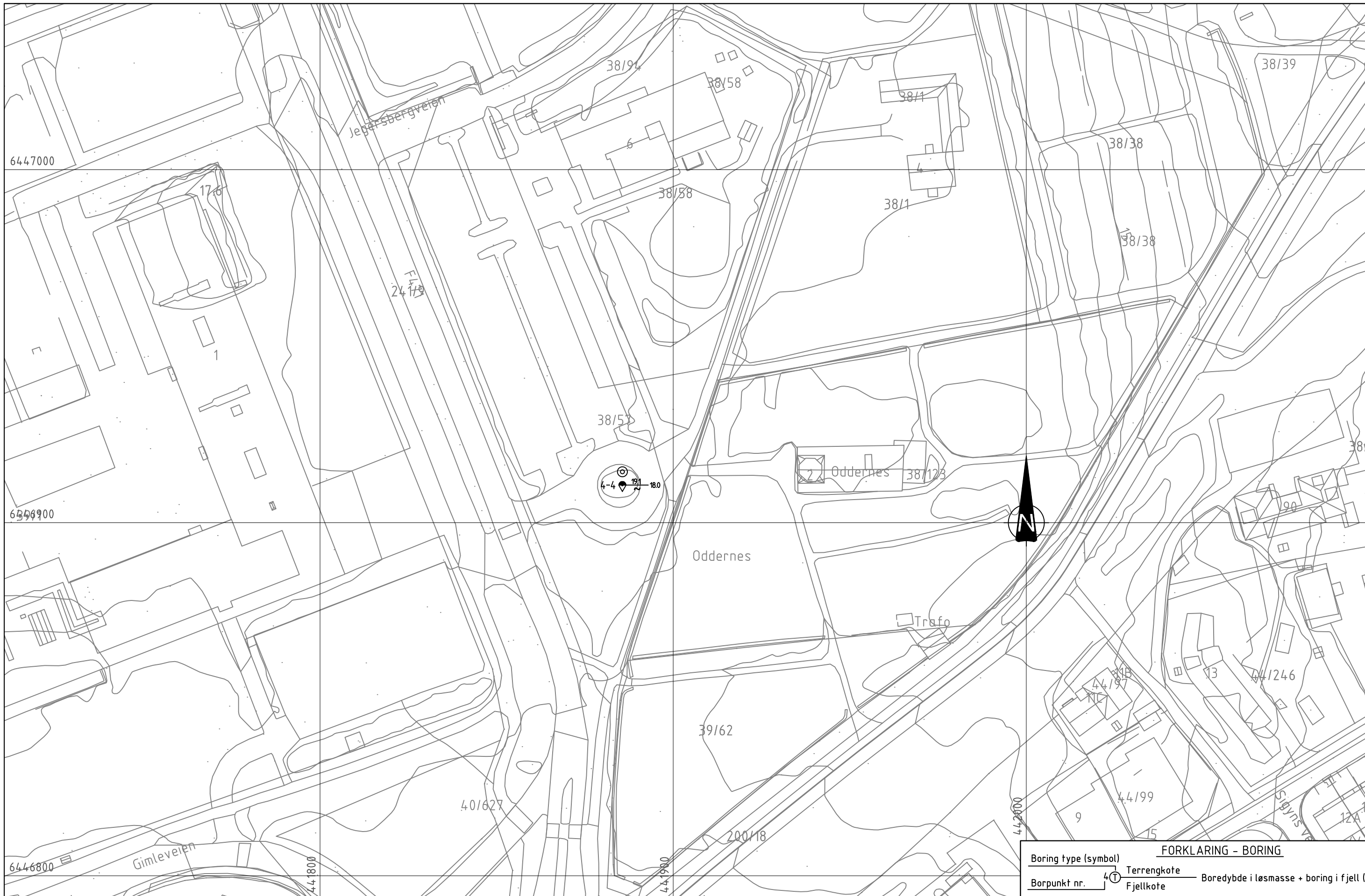
00	14.10.2016		AKM	ERP	CHFS
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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 Kristiansand
 OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHOOLD
SITUASJONSPLAN
 Dreietrykksondering
 Prøveserie

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350014266	1:1000	01	01
TEGNING NR.		REV.	
902		0	



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

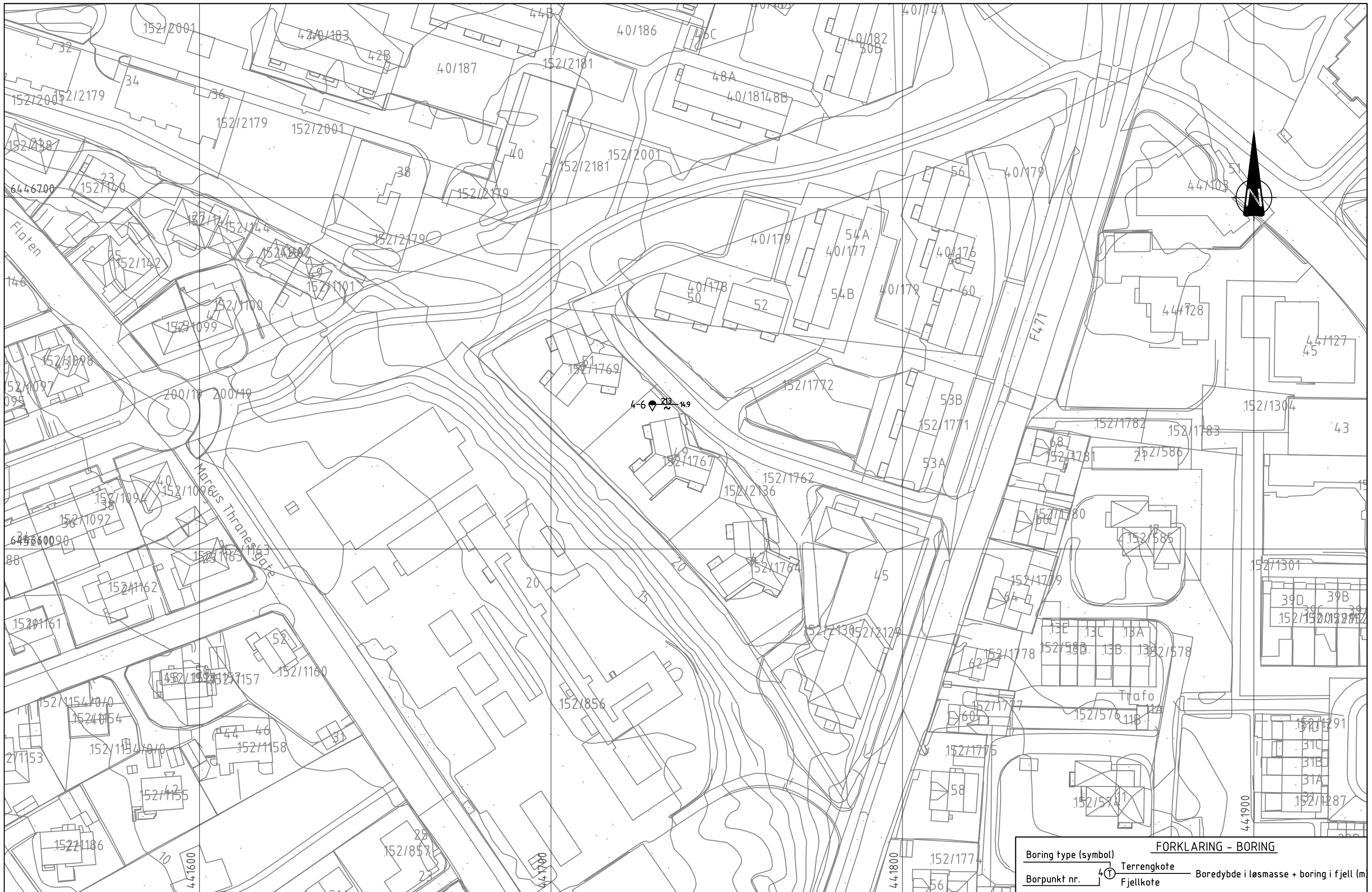
00	14.10.2016		AKM	ERP	CHFS
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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 Kristiansand
 OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHOOLD
SITUASJONSPLAN
 Dreietrykksondering
 Prøveserie

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350014266	1:1000	01	01
TEGNING NR.			REV.
903			0



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

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

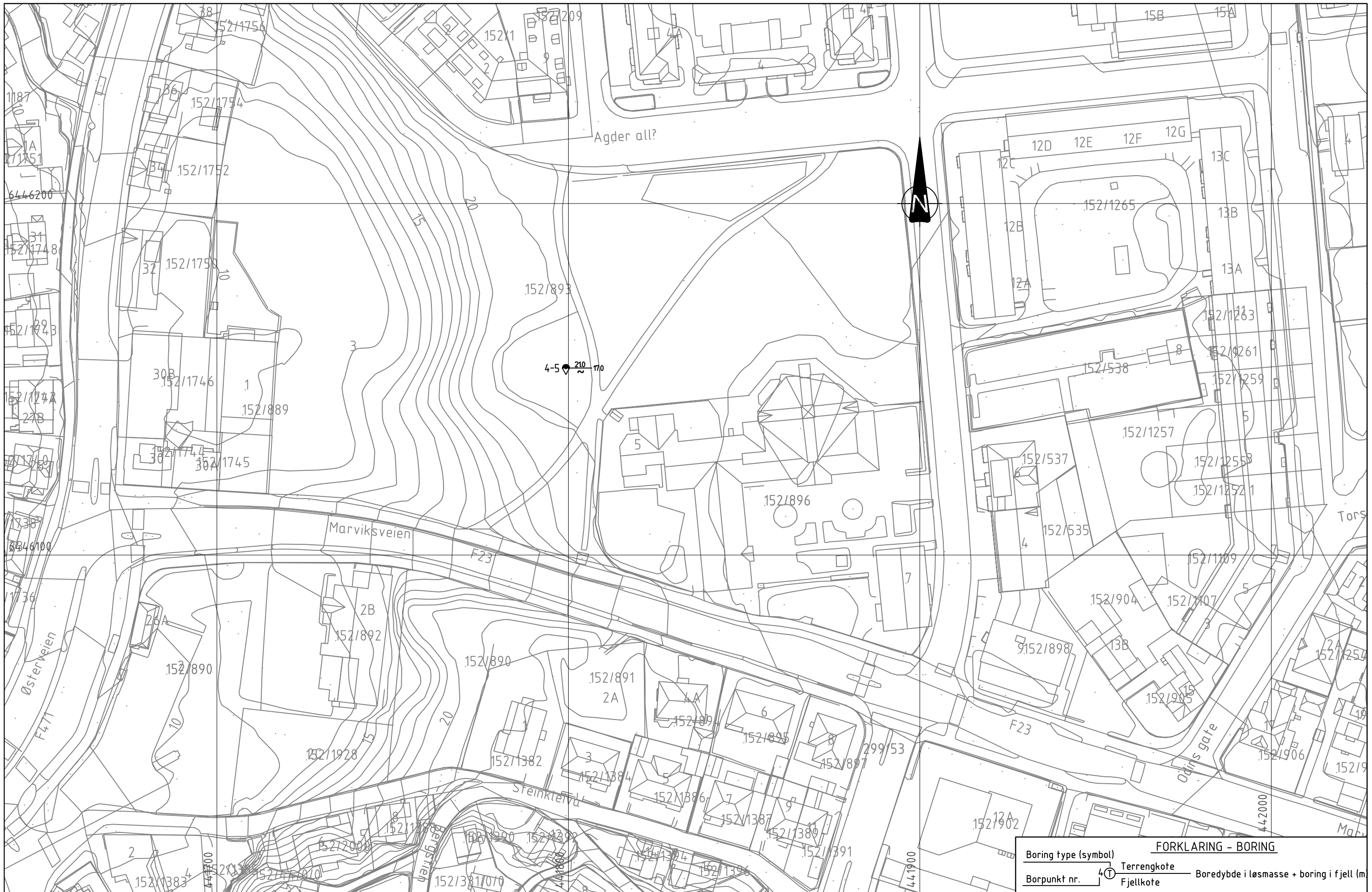
RAMBOLL
 Rambøll AS - Region Midt-Norge
 P.b. 9420 Sluppen
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPPDRAG
Kvikkleirekartlegging Kristiansand

OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHOOLD
SITUASJONSPLAN
 Dreietrykksondering
 Prøveserie

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350014266	1:1000	01	01
TEGNING NR.		REV.	
904		0	



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

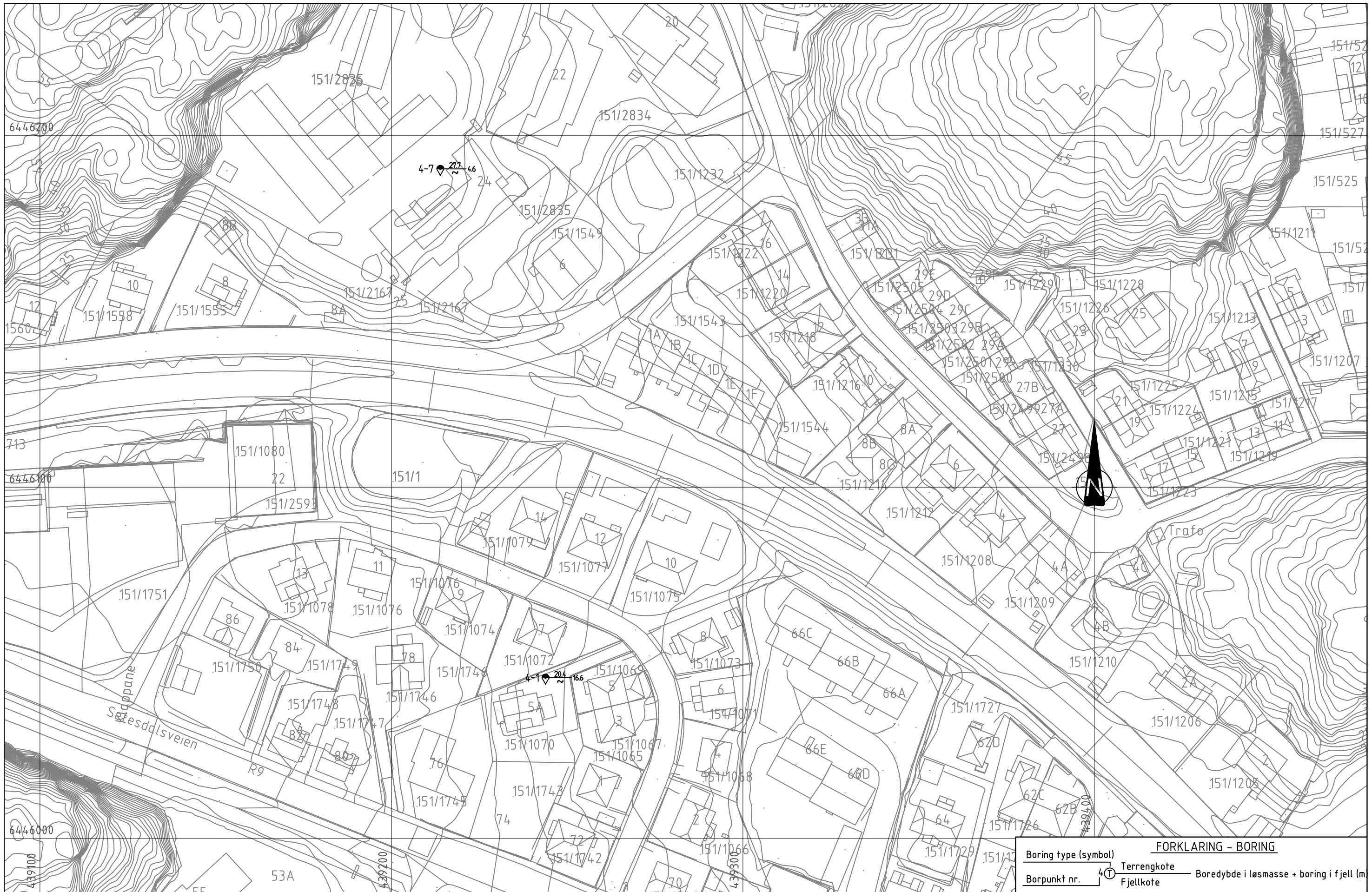
01	21.03.2017		AKM	TROR	CHFS
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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 Kristiansand
 OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHOOLD
SITUASJONSPLAN
 Dreietrykksondering
 Prøveserie

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350014266	1:1000	01	01
TEGNING NR.		REV.	
905		01	



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

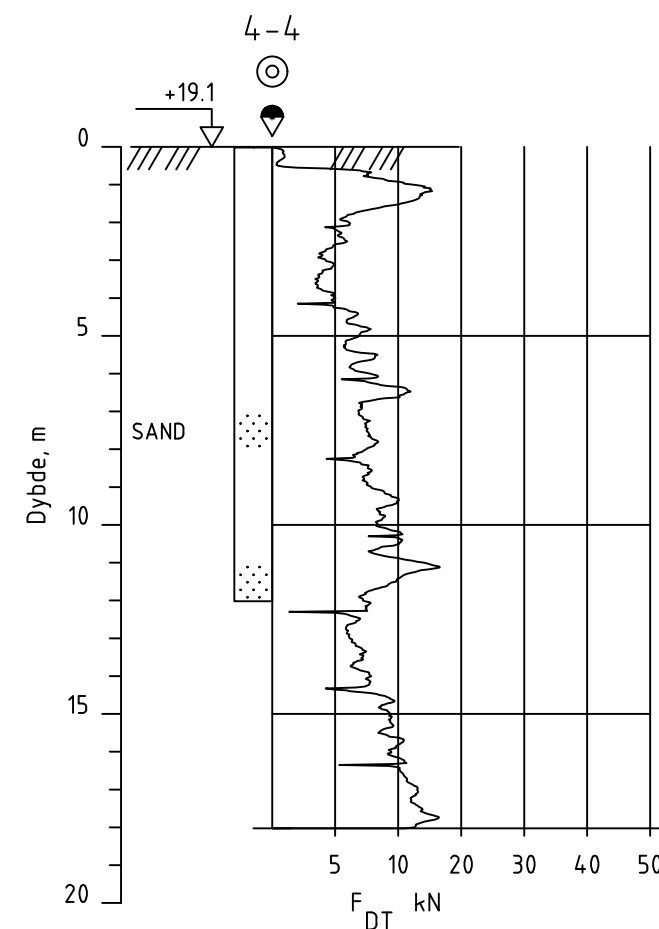
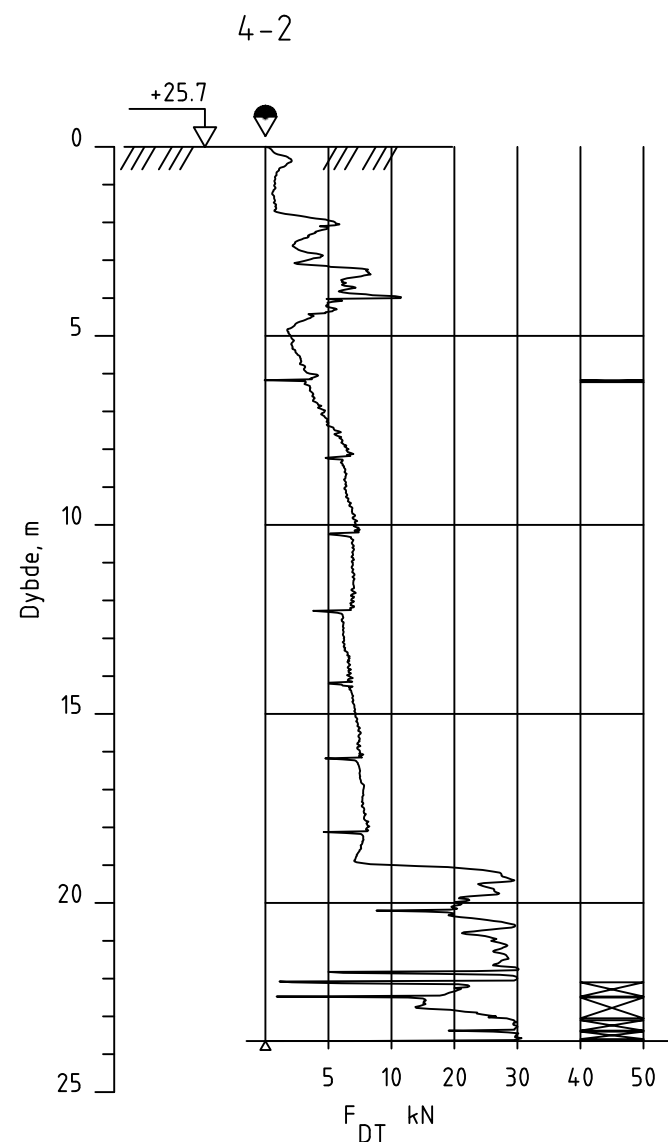
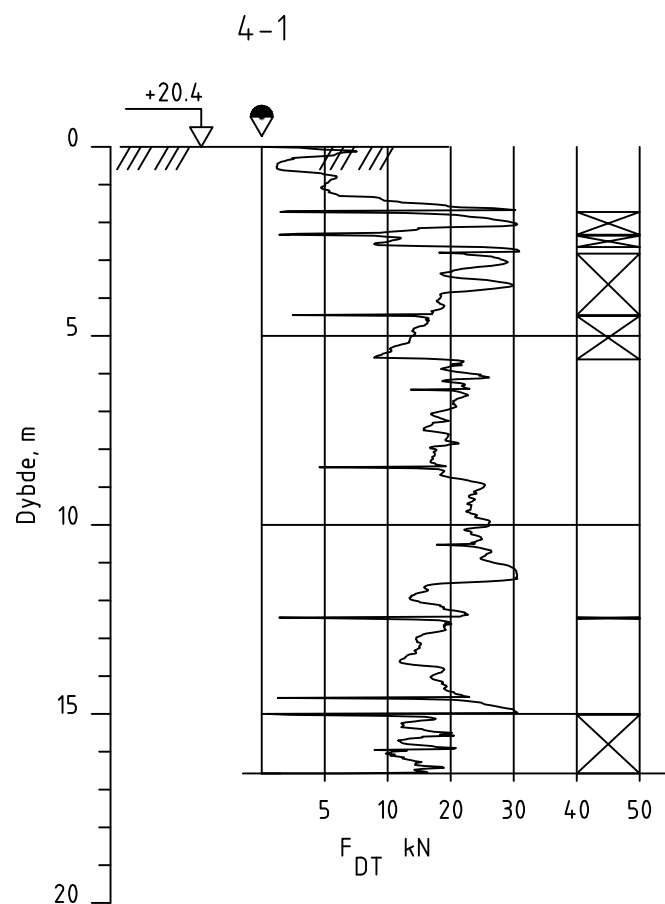
01	21.03.2017		AKM	TROR	CHFS
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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 Kristiansand
 OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHOLD
SITUASJONSPLAN
 Dreietrykksondering
 Prøveserie

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350014266	1:1000	01	01
TEGNING NR.		REV.	
906		01	



00	29.04.2016		AKM	EPN	CHFS
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



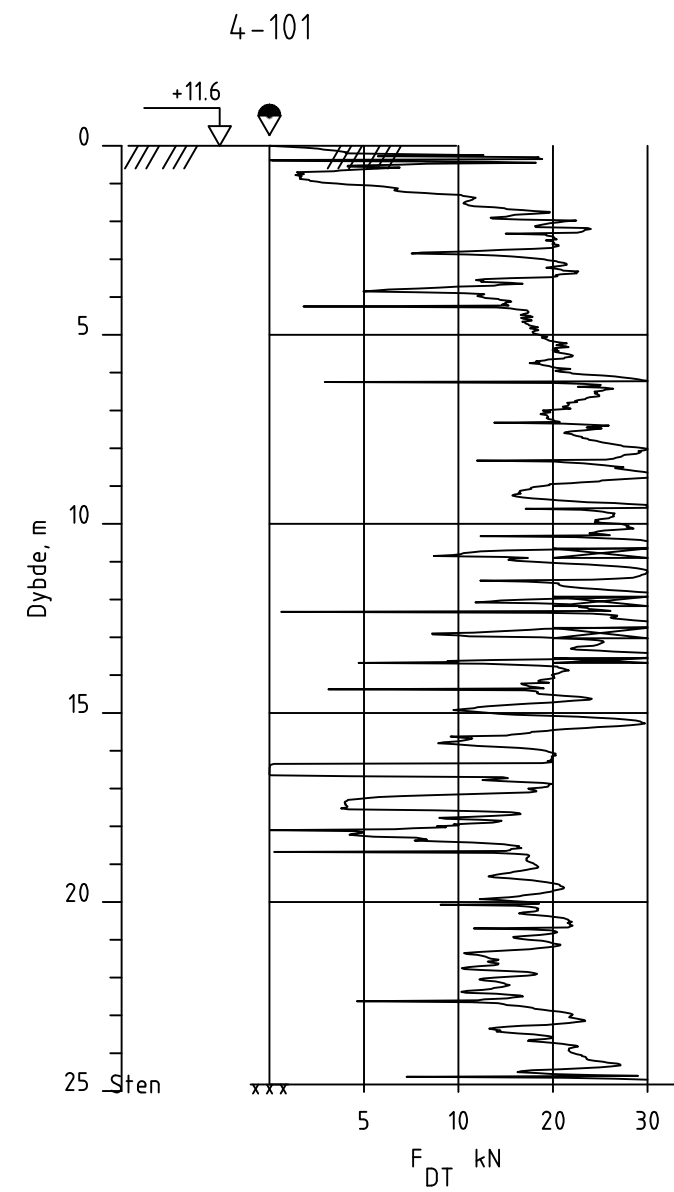
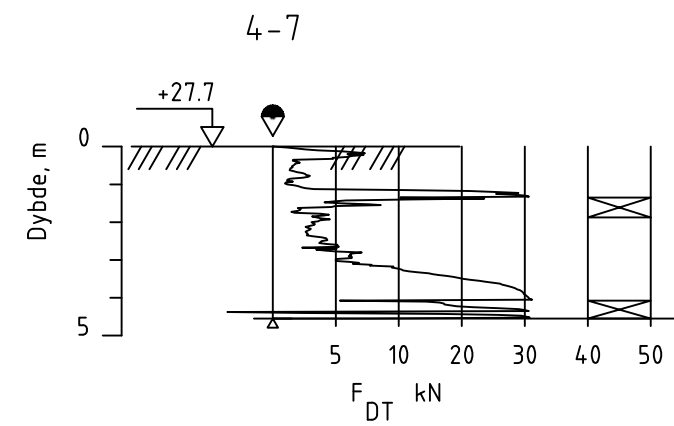
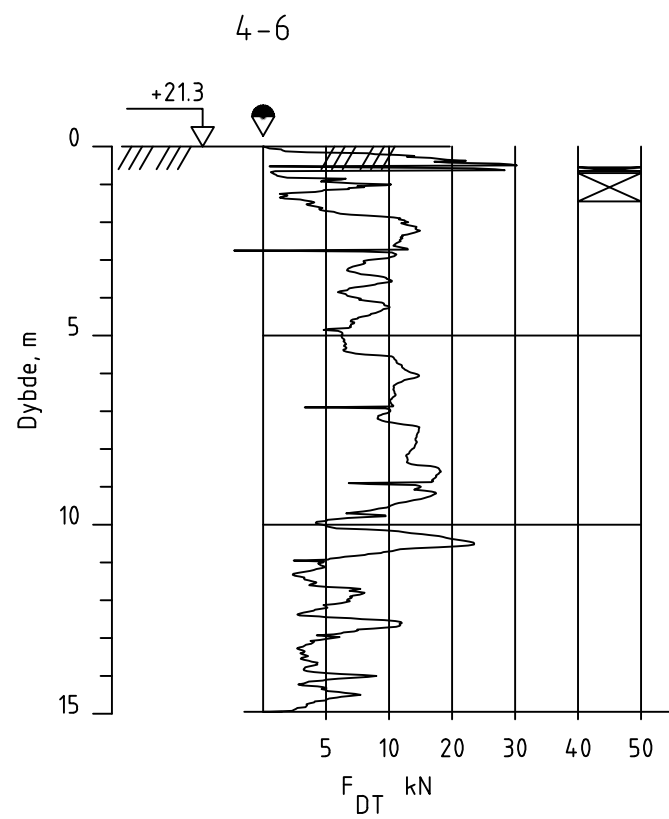
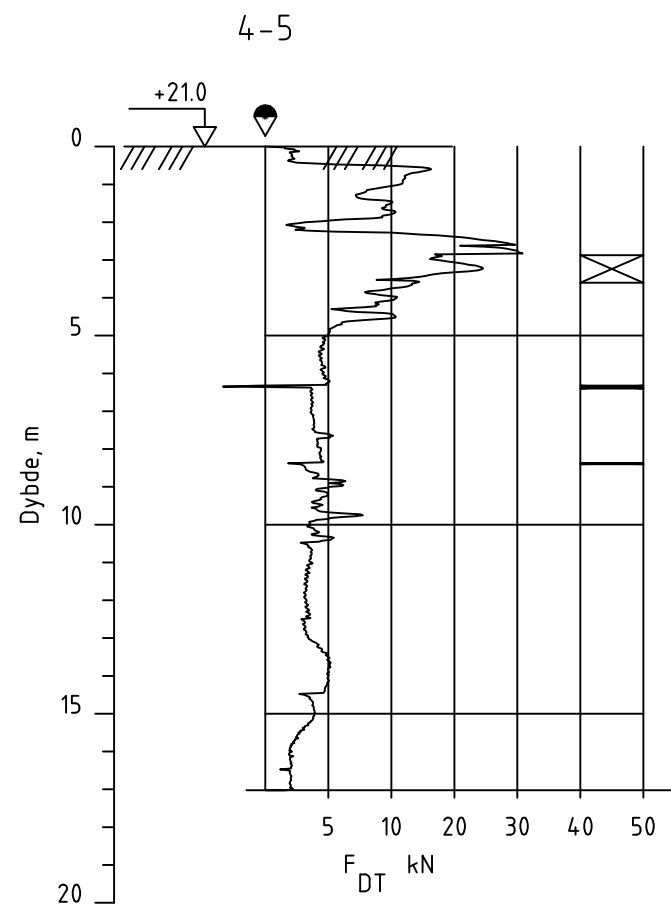
Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

OPPDRAG
Kvikkleirekartlegging Kristiansand

OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHOOLD
BORERESULTATER
⊕ Dreietrykksondering
⊙ Prøveserie

OPPDRAG NR. 1350014266	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 907			REV. 0



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 Kristiansand
OPPDRAGSGIVER	NVE

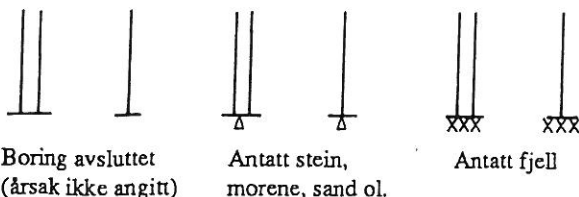
INNHOOLD
BORERESULTATER
⊕ Dreietrykksondering
⊙ Prøveserie

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350014266	1:200	01	01
TEGNING NR.			REV.
908			0

MARKUNDERSØKELSER

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

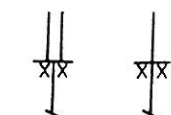
Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).



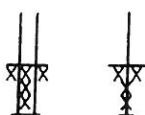
Boring avsluttet (årsak ikke angitt)

Antatt stein, morene, sand ol.

Antatt fjell



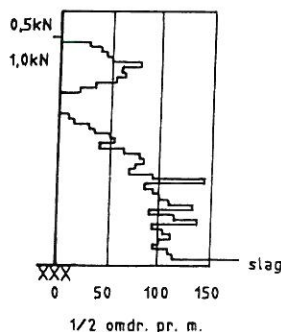
Boret i antatt fjell. (Hvis overgangen er ukjent, settes spørsmåltegn.)



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 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.

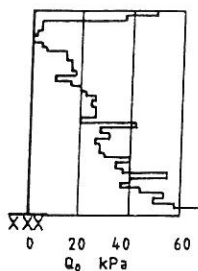
Ramsondering

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

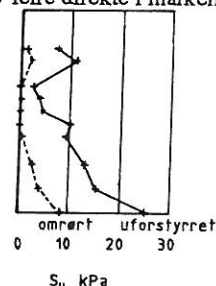
utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper.

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 sylindrerprøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstiller formålet.

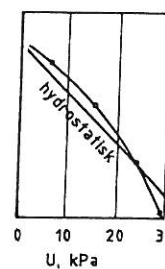
Vingeboring

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.

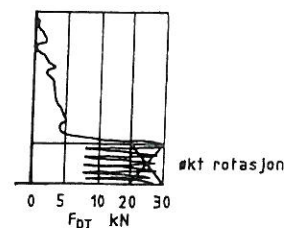


Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

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 nedpressingskraft 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 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

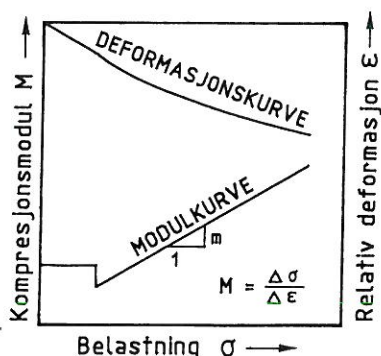
(s_u i kN/m^2) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$ (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen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



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.

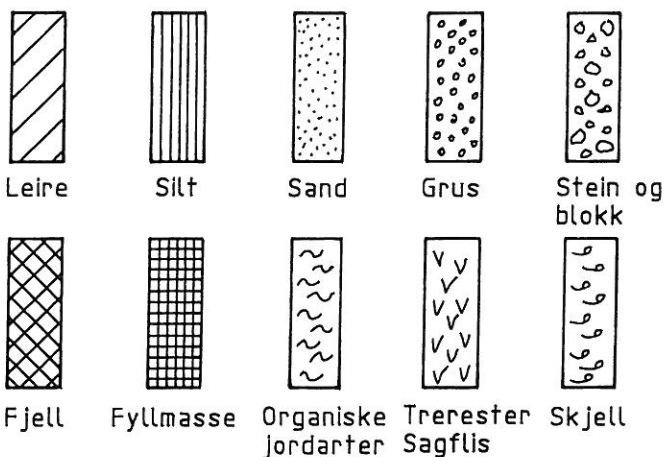
Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørr. mm	< 0,002	0,002-0,06	0,06-2	2-60	60-600	> 600

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