

DATARAPPORT FRA GRUNNUNDERSØKELSE

Norges vassdrags- og energidirektorat
Grunnundersøkelser Hegramo

Oppdrag nr.: 1350004193

Rapport nr. 01 rev.01

Dato: 17.12.2014

Fylke Nord-Trøndelag	Kommune Stjørdal	Sted Hegra	UTM- sone 32V 06053 70394
Byggherre			
Oppdragsgiver Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)			
Oppdrag formidlet av Ingrid Havnen			
Oppdragsreferanse 201400261			
Antall sider 6	Tegn.nr 101 - 128	Bilag.nr. 3	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

Grunnundersøkelser Hegramo

Rapport-tittel

Grunnundersøkelser Datarapport

Oppdrag nr: 1350004193	Rapport nr: 1	Rev: 01	Dato: 17.12.2014	Kontr: <i>PKW</i>
Oppdragsleder: Helle Bråtteng Olsen <i>Helle Bråtteng Olsen</i>		Utarbeidet av: Helle Bråtteng Olsen		
<p>SAMMENDRAG</p> <p>NVE skal utføre utredning av et kvikkleireområde ved Hegramo i Stjørdal kommune. Rambøll har på oppdrag av NVE utført supplerende grunnundersøkelser for utredning/avgrensning av kvikkleiresonen. Det er utført 13 totalsonderinger, 3 trykksonderinger (CPTU) og tatt opp 5 prøveserier. Hydrauliske poretryksmålere er installert i 2 punkter.</p> <p>Utførte sonderinger viser generelt et tørrskorpelag på ca. 1-5 meter over leire. I enkelte av punktene ligger et lag av silt, sand og/eller grus over leirlaget. Leirlaget har varierende mektighet fra ca. 5 til 40 meter. I enkelte punkter er det påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale av varierende mektighet og i varierende dybder. Under leiren ligger det faste masser. Leiren i området er bløt til meget fast, og lite til meget sensitiv.</p> <p>Det er stedvis boret til store dybder uten å påtreffe fjell. I 3 borpunkter er sonderingene avsluttet mot antatt fjell.</p>				

INNHold

1	INNLEDNING.....	4
1.1	Prosjekt	4
1.2	Oppdrag	4
1.3	Innhold	4
2	UNDERSØKELSER	4
2.1	Feltundersøkelser	4
2.2	Oppmåling.....	4
2.3	Laboratorieundersøkelser	5
2.4	Resultater	5
3	GRUNNFORHOLD	5
3.1	Terreng	5
3.2	Løsmasser	5
3.3	Grunnvann	5
3.4	Fjell	6

TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
101		OVERSIKTSKART	1: 50 000
102	01	SITUASJONSPLAN	1: 2 000
103		TOTALSONDERING, PKT. 20	1: 200
104		TOTALSONDERING, PKT. 21	1: 200
105		TOTALSONDERING, PKT. 22	1: 200
106		TOTALSONDERING, PKT. 23	1: 200
107		TOTALSONDERING, PKT. 24	1: 200
108		TOTALSONDERING, PKT. 25	1: 200
109		TOTALSONDERING, PKT. 26	1: 200
110		TOTALSONDERING, PKT. 27	1: 200
111		TOTALSONDERING, PKT. 28	1: 200
112		TOTALSONDERING, PKT. 29	1: 200
113		TOTALSONDERING, PKT. 30	1: 200
114		TOTALSONDERING, PKT. 31	1: 200
115		TOTALSONDERING, PKT. 32	1: 200
116		TRYKKSONDERING (CPTU), PKT. 18	1: 200
117		TRYKKSONDERING (CPTU), PKT. 22	1: 200
118		TRYKKSONDERING (CPTU), PKT. 32	1: 200
119		BORPROFIL, PKT. MC-15	1: 100
120		BORPROFIL, PKT. 22	1: 100
121		BORPROFIL, PKT. 25	1: 100
122		BORPROFIL, PKT. 28	1: 100
123A	01	BORPROFIL, PKT. 32 (0-20 METER)	1: 100
123B	01	BORPROFIL, PKT. 32 (20-40 METER)	1: 100
124		ØDOMETERFORSØK PKT. 22, LAB. NR. 14	
125		ØDOMETERFORSØK PKT. 32, LAB. NR. 18	
126		ØDOMETERFORSØK PKT. 32, LAB. NR. 20	
127		TREKSIALFORSØK PKT. 22, SPENNINGSSTI	
128		TREKSIALFORSØK PKT. 22, G-MODUL, PORETRYKK OG SPENNING/DEFORMASJON	

BILAG

- 1 KVALITETSSKJEMA CPTU, PKT. 18
- 2 KVALITETSSKJEMA CPTU, PKT. 22
- 3 KVALITETSSKJEMA CPTU, PKT. 32

TILLEGG

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER
- III SPESIELLE UNDERSØKELSER

1 INNLEDNING

1.1 Prosjekt

NVE skal utføre utredning av et kvikkleireområde ved Hegramo i Stjørdal kommune. Kvikkleireforekomsten ble avdekket under tidligere arbeid med utredning av ny barneskole i Hegra.

1.2 Oppdrag

Rambøll har på oppdrag av NVE utført supplerende grunnundersøkelser for utredning/avgrensning av kvikkleiresonen.

1.3 Innhold

Datarapporten inneholder resultater fra supplerende grunnundersøkelser med felt- og laboratoriedata. Geoteknisk vurdering vil bli gitt i egen rapport.

2 UNDERSØKELSER

2.1 Feltundersøkelser

Det er i juni 2014 utført totalsonderinger i 13 punkter, punkt 20 - 32. Det er tatt opp prøveserier i 5 punkter, kjørt trykksondering (CPTU) i 3 punkter, og installert poretrykksmålere i 2 punkter. Borpunktene plassering er vist på tegning 102, som også viser tidligere utførte undersøkelser.

2.2 Oppmåling

Borpunktene koordinater er innmålt av Rambøll, og er angitt i tabell 1. Oppgitte koordinater er i UTM sone 32V, referert til høydesystem NN1954.

Tabell 1: Innmålte koordinater og høyder for borpunkt

Borhull	Nord	Øst	Høyde
18 (CPTU)	7039747.5	605510.2	+75.9
20	7039517.0	605750.9	+62.3
21	7039144.4	605741.0	+15.7
22	7039127.1	605461.0	+21.1
23	7038982.0	605519.3	+19.7
24	7039146.9	605343.0	+32.4
25	7039146.8	605196.2	+24.6
26	7039140.4	605097.3	+14.5
27	7039241.1	605068.1	+14.7
28	7039291.3	605132.7	+26.4
29	7039613.5	605104.5	+42.4
30	7039835.1	605059.6	+ 44.3
31	7039181.5	605561.7	+51.7
32	7039162.3	605411.6	+34.7
MC-15 (prøve)	7039795.5	605209.4	+55.0

2.3 Laboratorieundersøkelser

På samtlige prøver er det utført klassifisering og rutineundersøkelser mht. vanninnhold og tyngdetetthet. På leirholdige prøver er det utført målinger av udrenert skjærfasthet. På et utvalg av prøvene er det i tillegg utført 3 målinger av plastisitetsindeks, 3 ødometerforsøk og 1 treaksialforsøk.

2.4 Resultater

Resultater fra totalsonderinger og trykksonderinger (CPTU) er presentert grafisk som enkeltboringer på tegning 103 – 118.

Resultater fra rutineundersøkelsene er vist i borprofil på tegning 119 – 123. Ødometer- og treaksialforsøkene er vist på tegning 124 – 128.

Tillegg I – III gir forklaring på utførte felt- og laboratorieundersøkelser.

3 GRUNNFORHOLD

3.1 Terreng

Undersøkelsene er utført på og rundt en terrengrygg avgrenset av bekkedaler i nordvest og øst. Europaveg 14 avgrenser terrengryggen i sør. Terrengryggen skrånner nedover fra boligfeltet Prestegårdsfeltet mot E14 med en høydeforskjell på ca. 30 meter.

3.2 Løsmasser

Sonderingene viser generelt for alle punktene et topplag av tørrskorpeleire med mektighet på ca. 1-5 meter. Under tørrskorpeleiret er det i de fleste punktene et leirlag, men i enkelte punkt ligger et lag av silt, sand og/eller grus over leirlaget. Leirlagets mektighet varierer fra ca. 5 til ca. 40 meter. Under leirlaget ligger et fast lag med varierende mektighet. Sondering i punkt 21 viser ikke leire. Det er påvist kvikkleire ved prøvetaking i 4 punkter, punkt MC-15, 22, 25 og 32.

I punkt MC-15 viser prøvetaking siltig leire 7-8 meter under terreng. Fra ca. 10-11 meter er det påvist silt, før prøvene viser siltig leire fra 13-14 meter. Den siltige leiren er fast, og lite til middels sensitiv. Fra 14 til 16 meter under terreng viser prøvetakingen sprøbruddmateriale over kvikkleire.

Prøve fra 6-7 meter under terreng i punkt 22 viser fast leire, middels sensitiv, over kvikkleire/sprøbruddmateriale fra 8 til 11 meter. Fra 12-13 meter viser prøvetakingen fast til meget fast, meget sensitiv leire.

I punkt 25 viser prøvetaking fast, meget sensitiv leire fra 5 til 6 meter under terreng. Fra 8-9 meter er det påvist kvikkleire, før prøvene viser fast til meget fast leire som er lite til middels sensitiv.

Prøvetaking i punkt 28 viser sand og grus til 3,5 meter under terreng. Under er det leire med sand og gruskorn.

I punkt 32 viser prøvene fast, middels sensitiv leire fra 6-7 meter under terreng. Fra 10 til 23 meter er det påvist kvikkleire over sprøbruddmateriale fra 29-31 meter. Mellom 34 og 35 meter under terreng viser prøvetakingen fast, middels sensitiv leire.

3.3 Grunnvann

Det er installert hydrauliske poretrykksmålere i punkt 22 og 32. Poretrykksmålerne er installert på 2 ulike dybder i hvert av punktene, til sammen 4 målere totalt. Avleste data og filterdybder er vist i tabell 2.

Tabell 2: Poretrykksmålinger

Punkt 22, terrengkote +21,1		
Dybde filter: 12 m under terreng.		
Dato	Målt poretrykk [kPa]	Kommentar
24.6.2014		Installert
26.6.2014	37,8	
27.6.2014	35,8	
2.7.2014	26,2	
23.7.2014	11,8	Lite nedbør over lengre tid.
31.7.2014	9,0	
Dybde filter: 6 m under terreng.		
Dato	Målt poretrykk [kPa]	Kommentar
24.6.2014		Installert
26.6.2014	8,7	
27.6.2014	7,1	
2.7.2014	5,5	
23.7.2014	3,2	Lite nedbør over lengre tid.
31.7.2014	-	Tørr
Punkt 32, terrengkote +34,7		
Dybde filter: 16 m under terreng.		
Dato	Målt poretrykk [kPa]	Kommentar
27.6.2014		Installert
2.7.2014	106,0	
23.7.2014	86,3	Lite nedbør over lengre tid.
31.7.2014	85,7	
Dybde filter: 10 m under terreng.		
Dato	Målt poretrykk [kPa]	Kommentar
27.6.2014		Installert
2.7.2014	53,7	
23.7.2014	50,7	Lite nedbør over lengre tid.
31.7.2014	49,4	

3.4 Fjell

De fleste av boringene er boret til stor dybde uten å påtreffe fjell. Det er antatt påtruffet fjell i 3 punkter, punkt 27, 28 og 29. Alle 3 punktene ligger vest for terrengryggen. Alle øvrige sonderinger er avsluttet i faste masser.



Referanse til grunnundersøkelser

Rapportnr.	Utført av	Dato
G-rap-001 135004193 rev.01	Rambøll	17.12.2014
G-rap-002 6130064	Rambøll	18.12.2013
G-rap-003 6130064	Rambøll	18.12.2013
G-rap-001 6130064	Rambøll	10.4.2013
415028-RIG-RAP-001	Multiconsult	19.11.2012
412633-2	Multiconsult	8.6.2011
412633-1	Multiconsult	15.2.2007
G-rap-001 640466A	Rambøll	1.10.2004
VD-1178 A	Statens vegvesen	21.2.2000
D.8251	Kommune	6.12.1990
D.2210	Kommune	11.12.1975
D.6162-2	Kommune	31.1.1973
D.610	Kommune	9.2.1967

FORKLARING - BORING

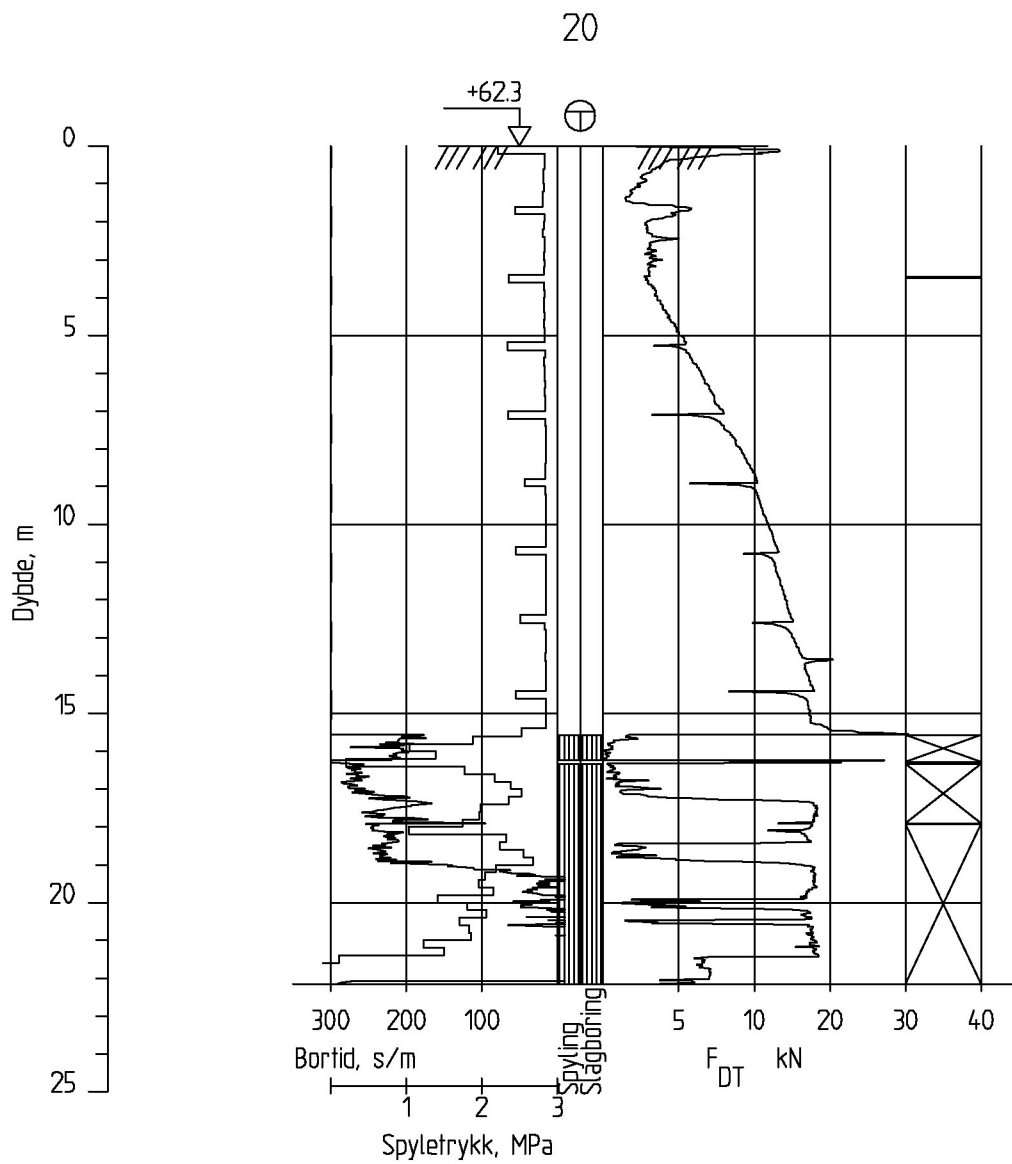
Boring type (symbol)	Terrangskilte	Boredybde i løsnasse + boring i fjell (m)
⊕	⊕	
⊖	⊖	

01	17.12.2014	Inkl. referanse til grunnundersøkelser	HBO	HBO	PAW
00	24.7.2014		HBO	HBO	PAW
REV.	DATE	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

OPPDRAG	Grunnundersøkelser Hegramo	INNHOLD	SITUASJONSPLAN
OPPDRAGSGIVER	Norges vassdrags- og energidirektorat	OPPDRAGSGIVER	⊕ Totalsondering ⊖ Porettrykkmålling
			⊕ Prøvetaking
			⊖ Trykksjondring (CPTU)

OPPDRAG NR.	MÅLSTOKK	BLAD NR.	AV
1350004193	1:2000 (A1)		
TEGNING NR.	REV.		
102	01		

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



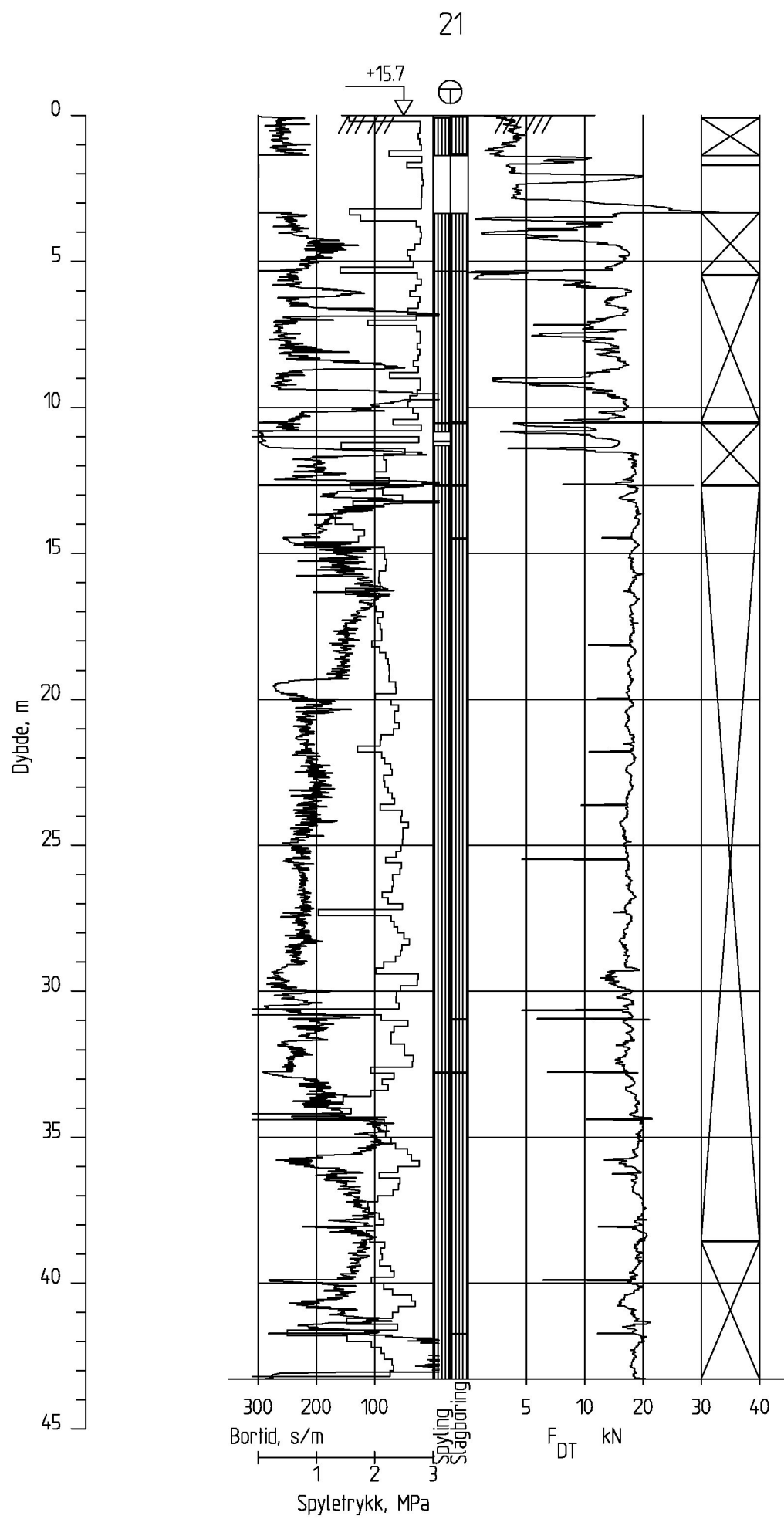
00	24.7.2014		HBO	HBO	PAW
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350004193 Målestokk: 1:200 Status:

Grunnundersøkelser Hegramo
Norges vassdrags- og energidirektorat

BORERESULTAT
⊕ Totalsondering

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: 103 Rev: 00



00	24.7.2014		HBO	HBO	PAW
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350004193 Målestokk: 1:200 Status:

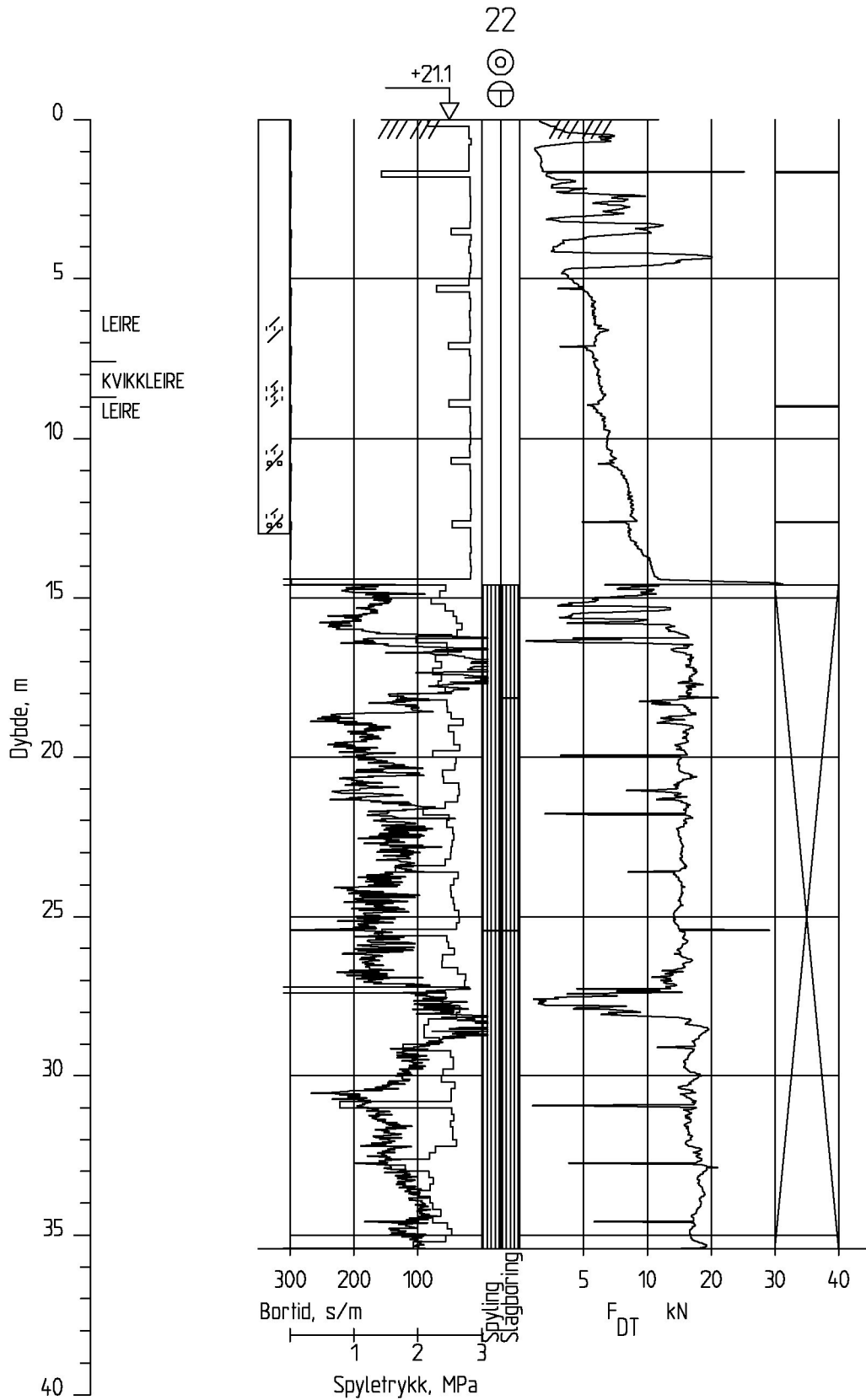
Grunnundersøkelser Hegramo
Norges vassdrags- og energidirektorat

BORERESULTAT
⊕ Totalsondering



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: 104 Rev: 00



00	24.7.2014		HBO	HBO	PAW
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350004193 Målestokk: 1:200 Status:

Grunnundersøkelser Hegramo
Norges vassdrags- og energidirektorat

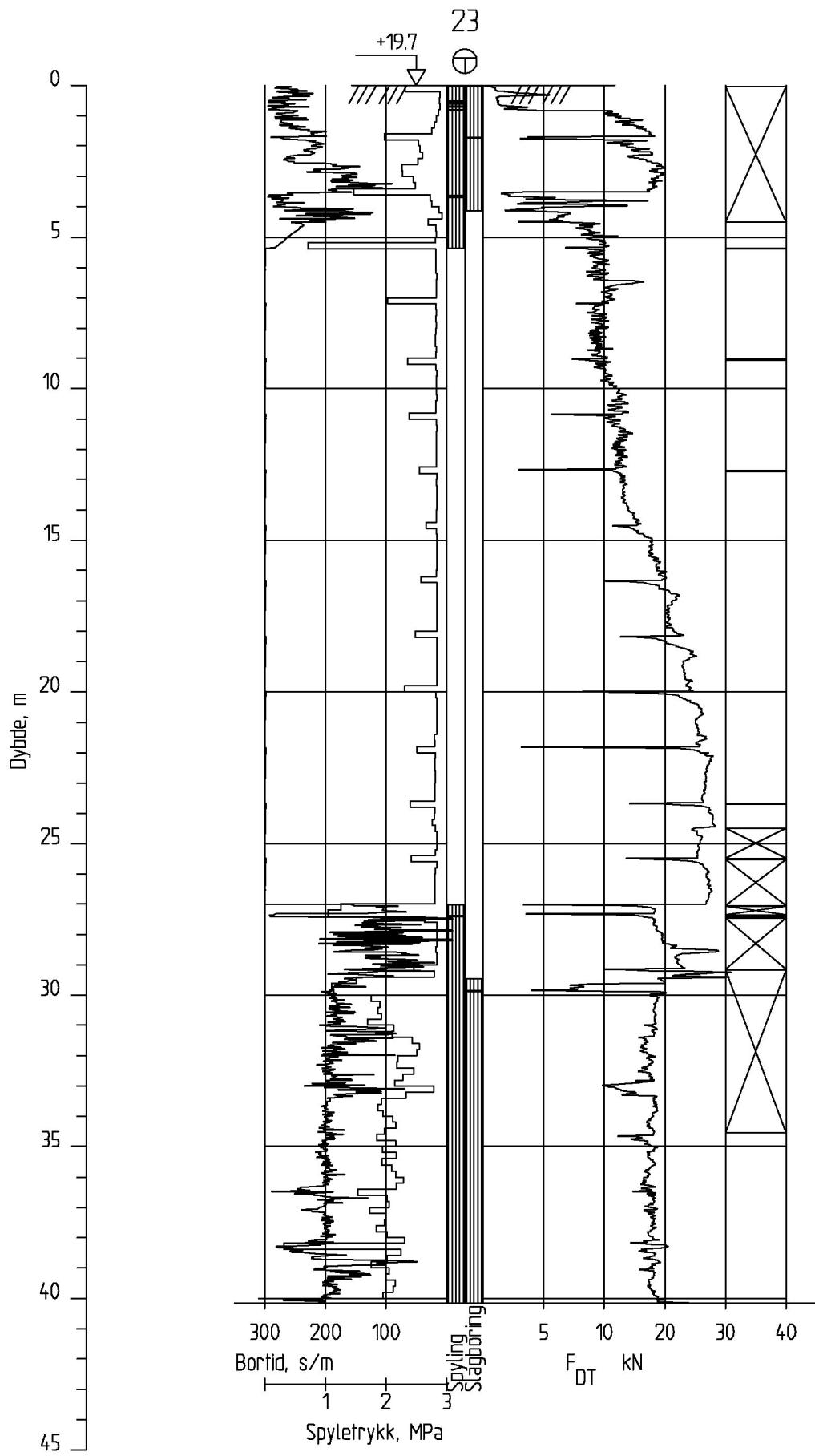
BORERESULTAT

⊕ Totalsondering ⊗ Prøvetaking

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: 105 Rev: 00



00	24.7.2014		HBO	HBO	PAW
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350004193 Målestokk: 1:200 Status:

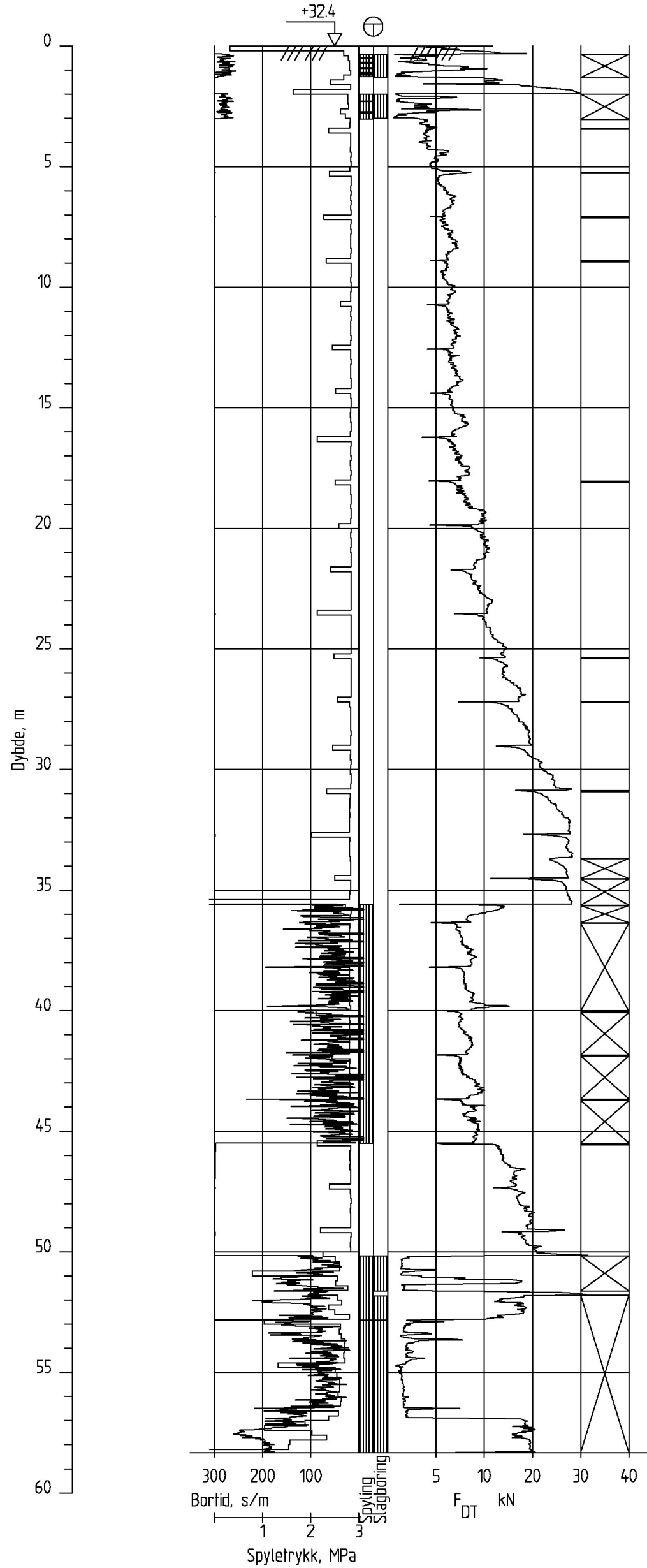
Grunnundersøkelser Hegramo
Norges vassdrags- og energidirektorat

BORERESULTAT
⊕ Totalsondering

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: 106 Rev: 00

24



00	24.7.2014		HBO	HBO	PAW
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

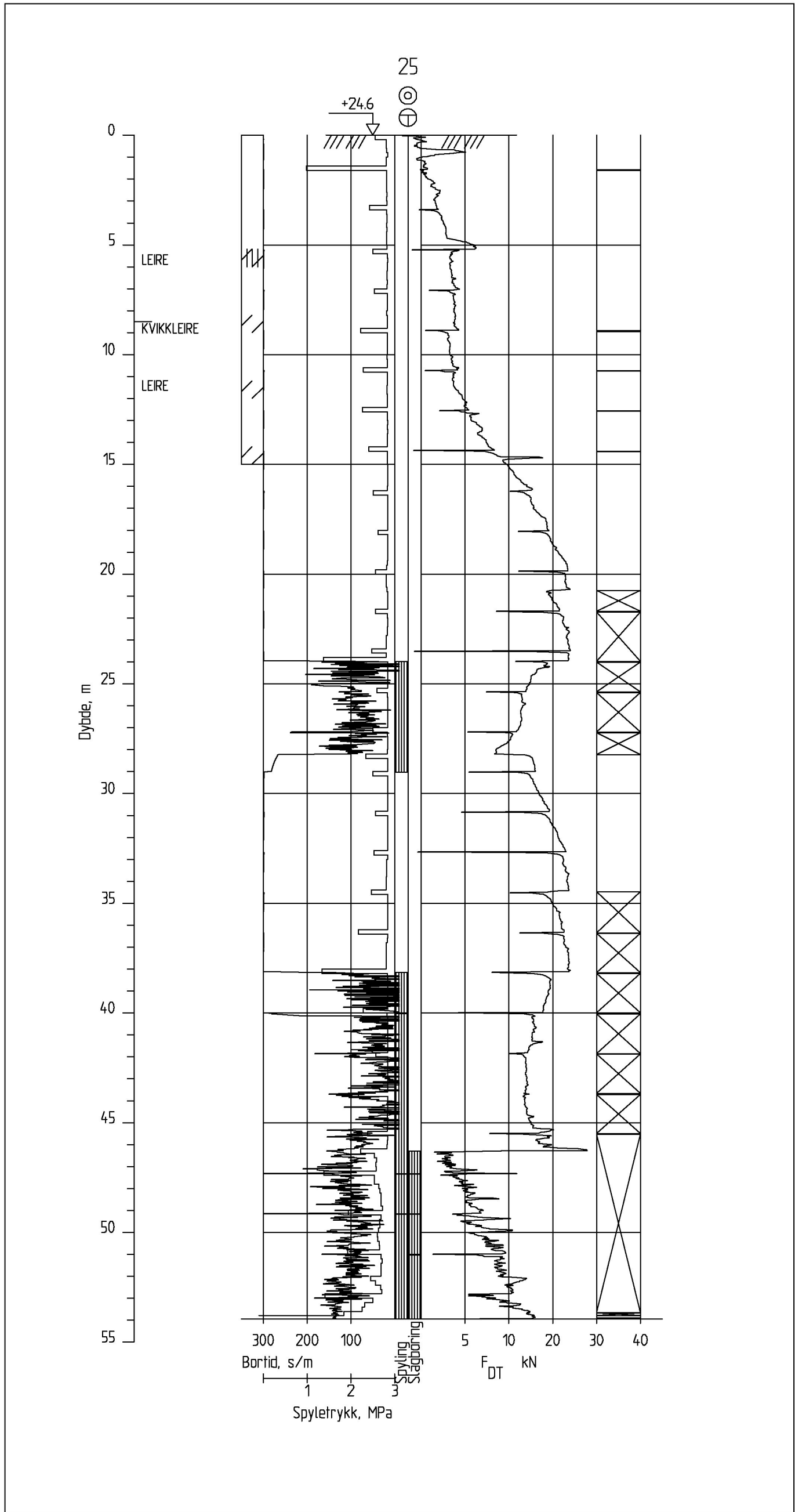
Oppdrag nr: 1350004193 Målestokk: 1:200 Status:

Grunnundersøkelser Hegramo
Norges vassdrags- og energidirektorat

BORERESULTAT
⊕ Totalsondering

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: 107 Rev: 00

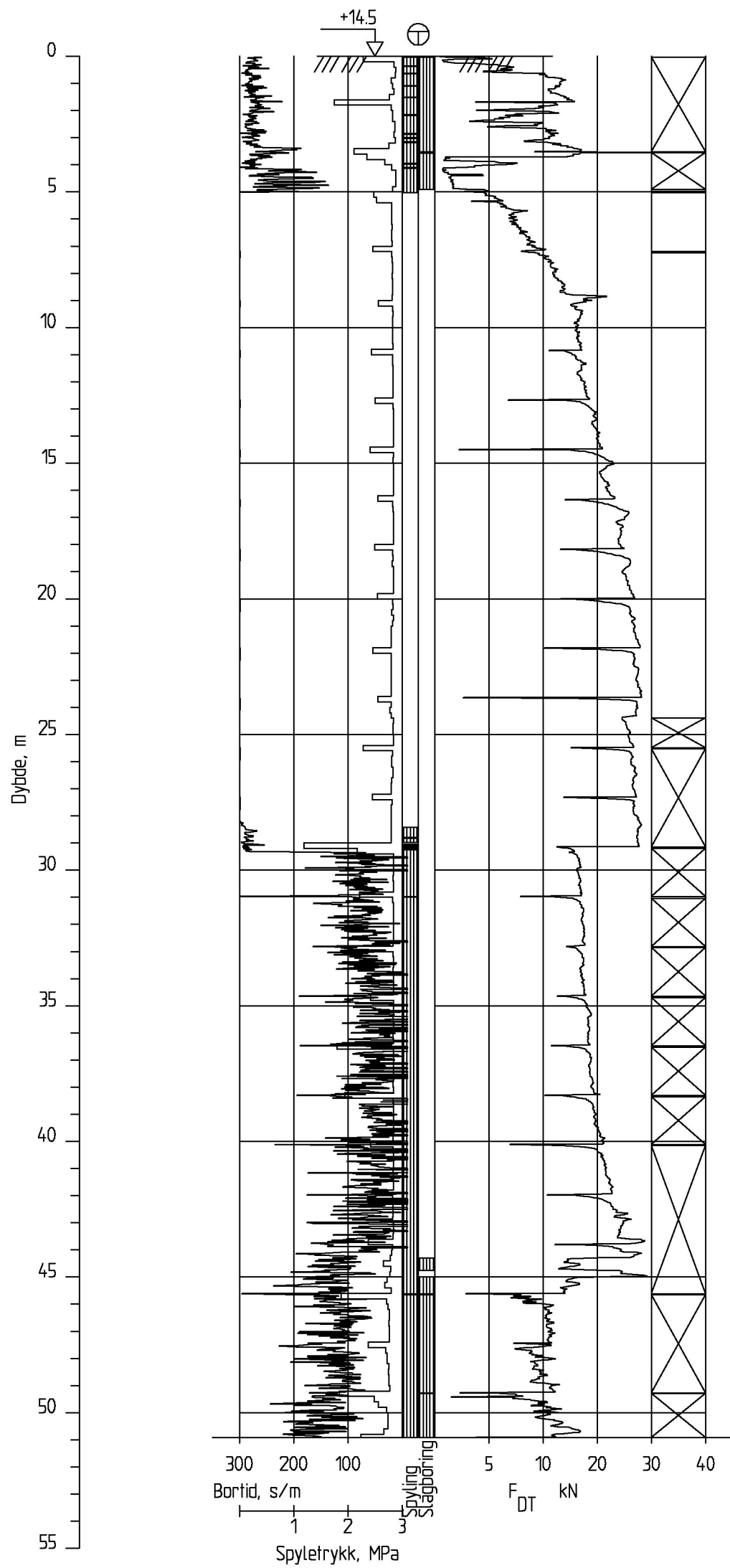


00	24.7.2014		HBO	HBO	PAW
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350004193 Målestokk: 1:200 Status:
 Grunnundersøkelser Hegramo
 Norges vassdrags- og energidirektorat
BORERESULTAT
 ⊕ Totalsondering ⊙ Prøvetaking

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: 108 Rev: 00

26



00	24.7.2014		HBO	HBO	PAW
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350004193 Målestokk: 1:200 Status:

Grunnundersøkelser Hegramo
Norges vassdrags- og energidirektorat

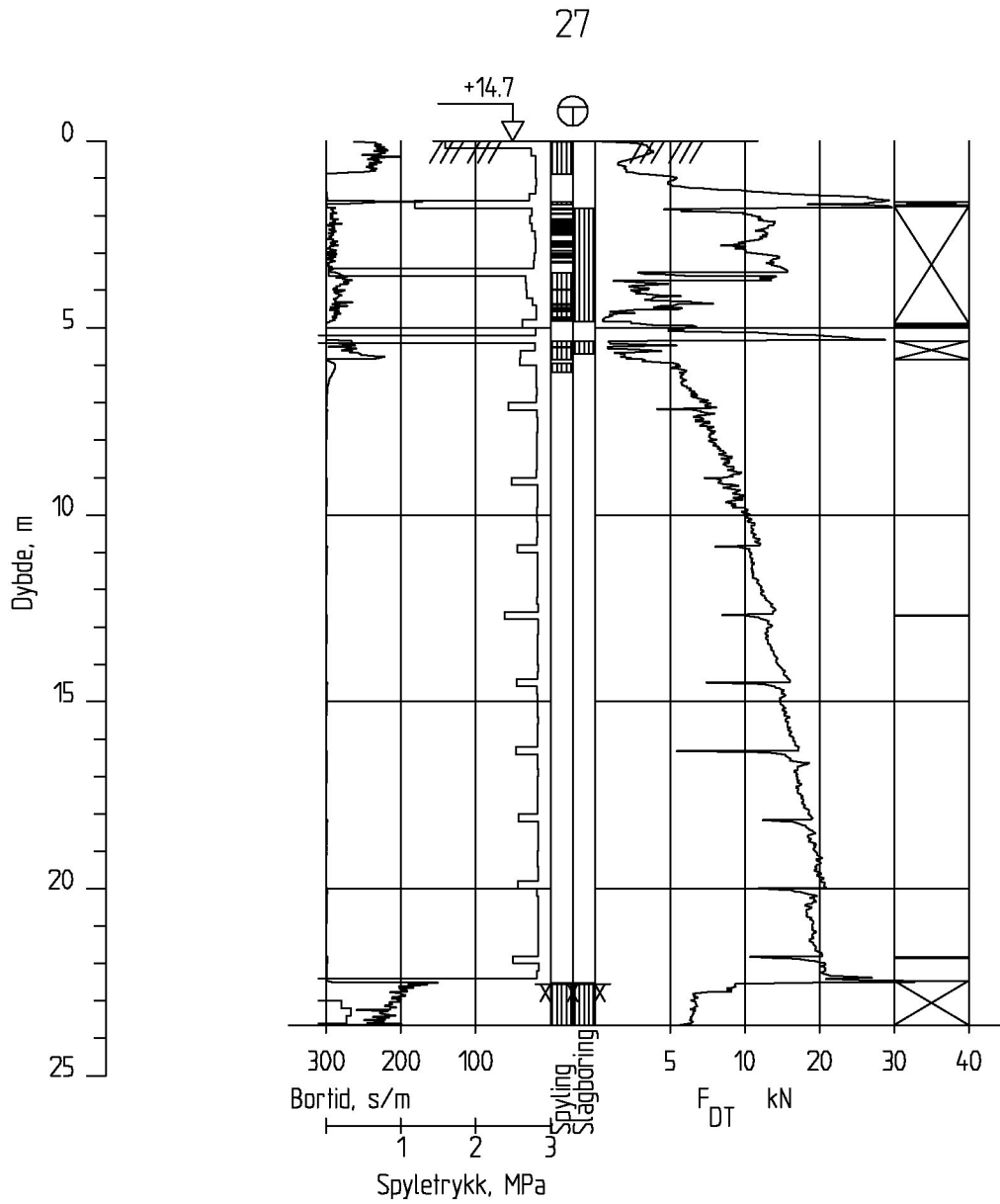
BORERESULTAT

⊕ Totalsondering

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: 109 Rev: 00



00	24.7.2014		HBO	HBO	PAW
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350004193 Målestokk: 1:200 Status:

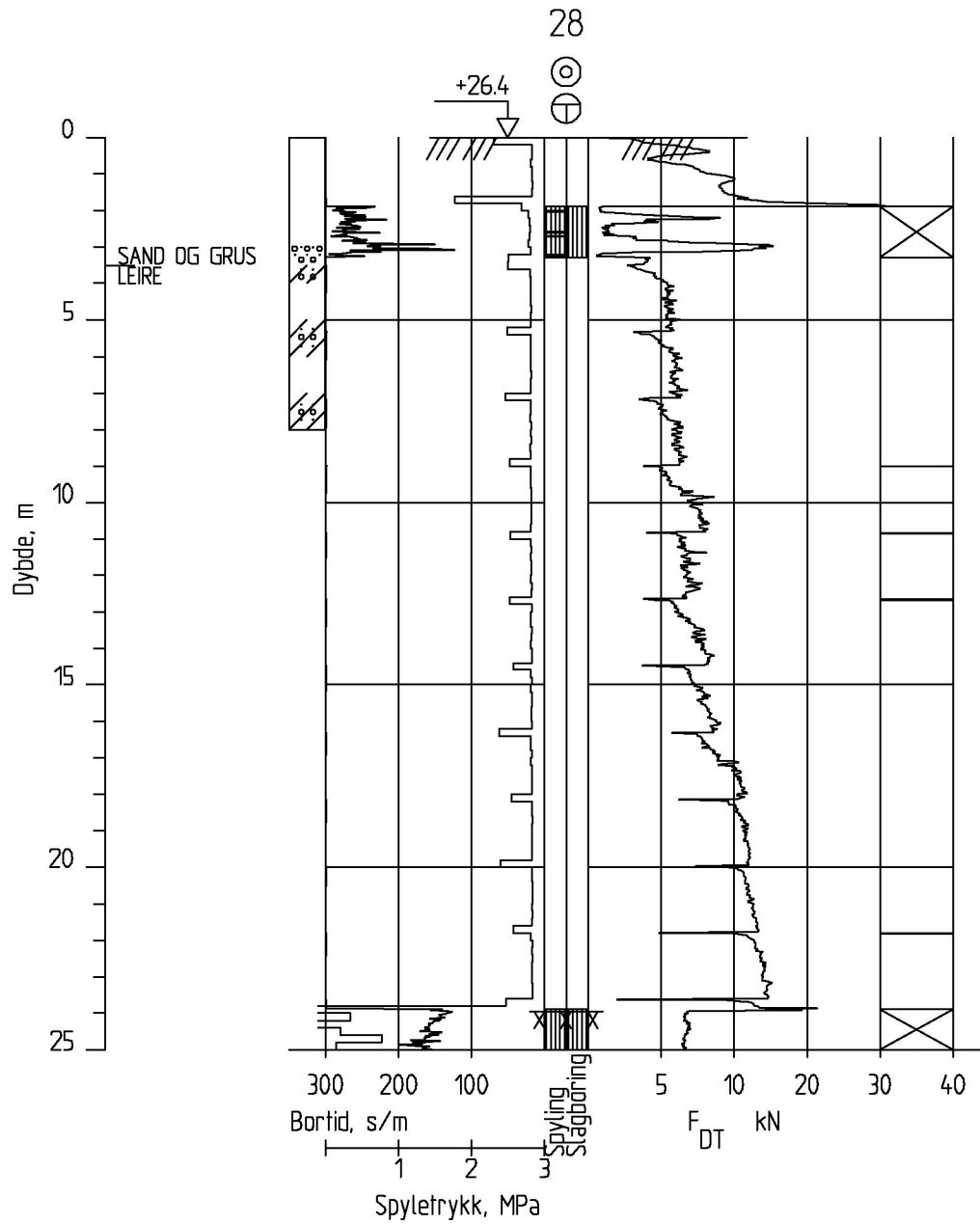
Grunnundersøkelser Hegramo
Norges vassdrags- og energidirektorat

BORERESULTAT
⊕ Totalsondering

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: 110 Rev: 00



00	24.7.2014		HBO	HBO	PAW
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

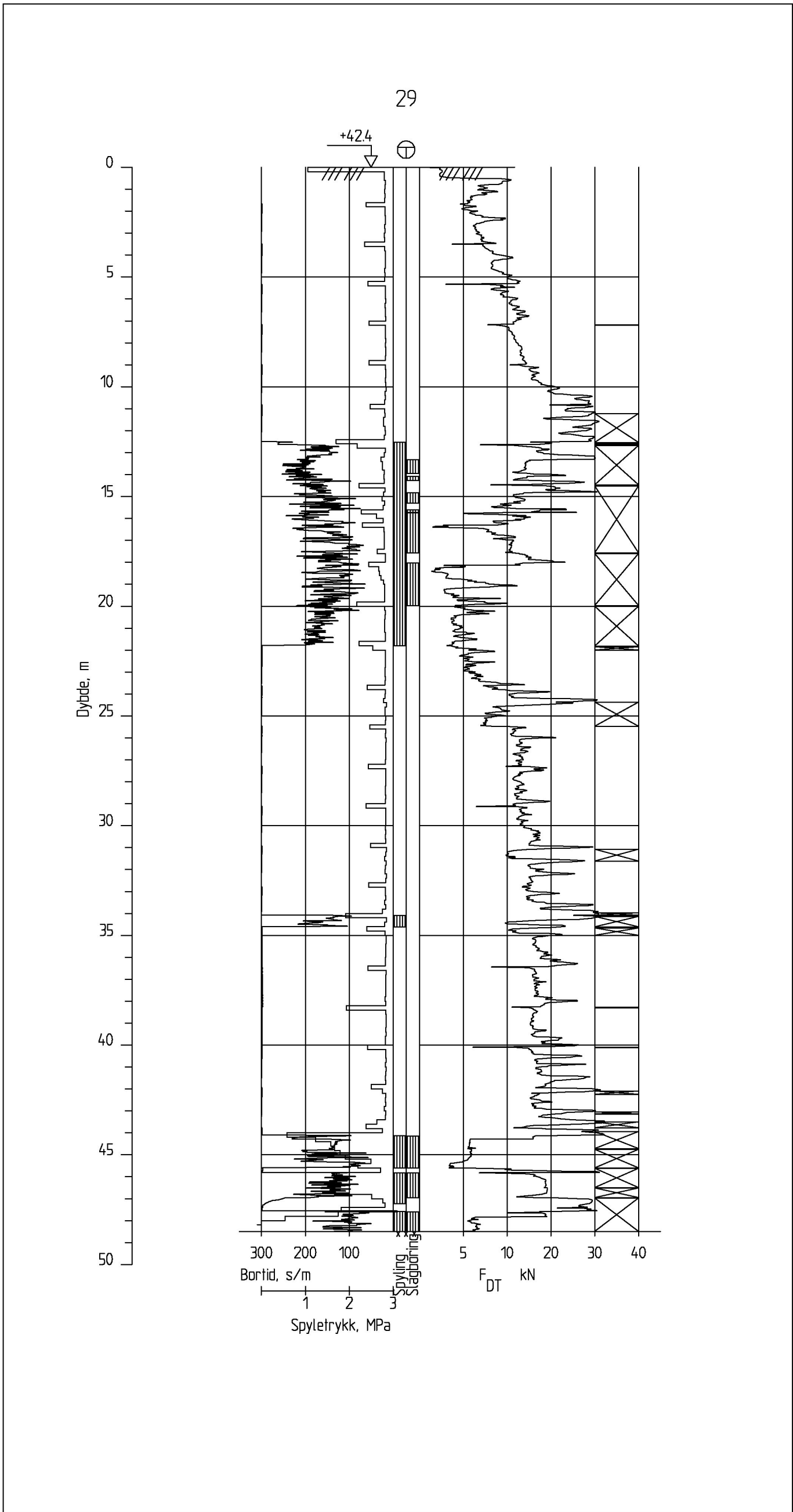
Oppdrag nr: 1350004193 Målestokk: 1:200 Status:

Grunnundersøkelser Hegramo
Norges vassdrags- og energidirektorat

BORERESULTAT

⊕ Totalsondering ⊙ Prøvetaking

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: 111 Rev: 00



00	24.7.2014		HBO	HBO	PAW
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350004193 Målestokk: 1:200 Status: _____

Grunnundersøkelser Hegramo
Norges vassdrags- og energidirektorat

BORERESULTAT

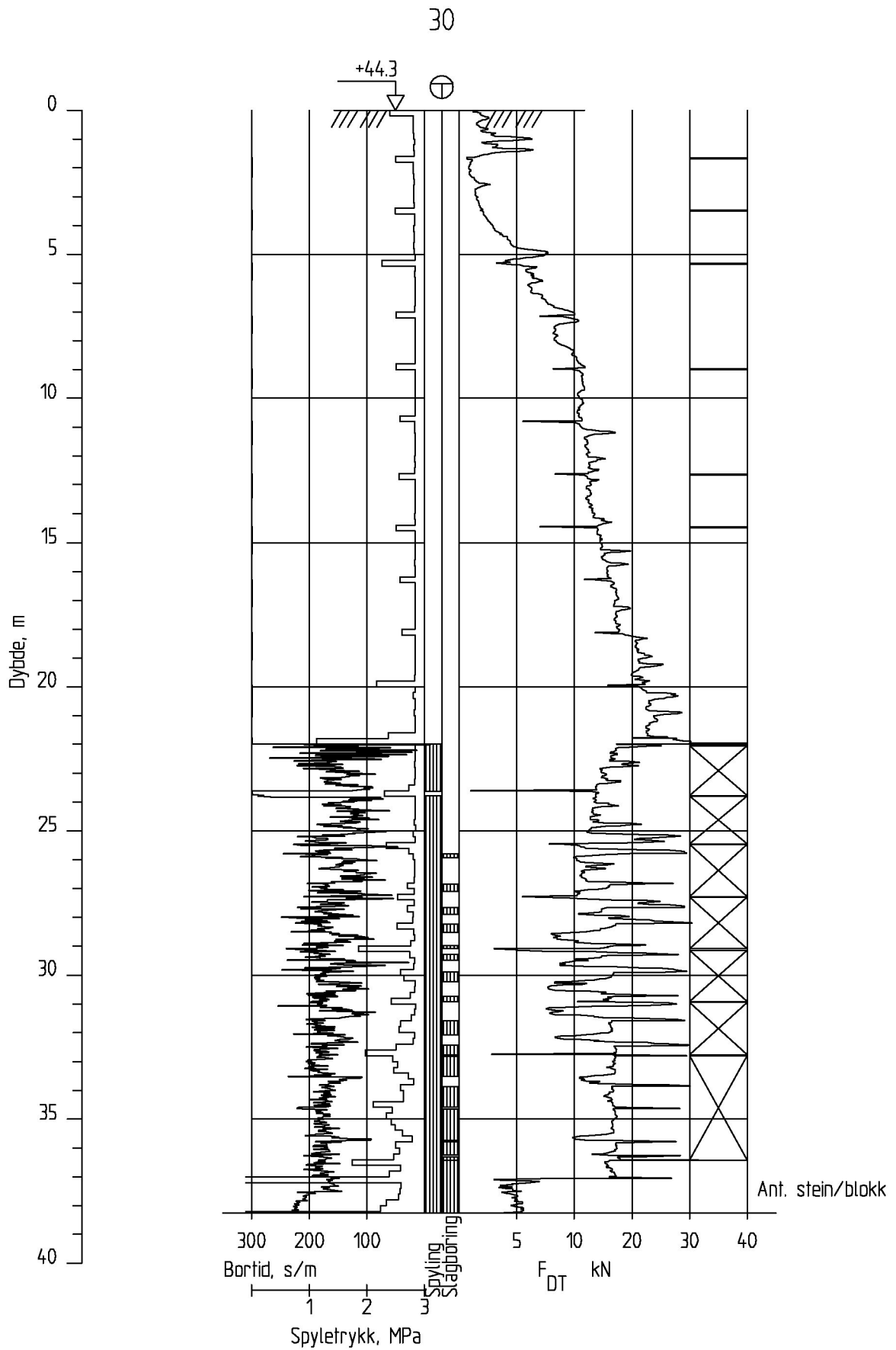
⊕ Totalsondering

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: _____ Rev: _____

112 00



00	24.7.2014		HBO	HBO	PAW
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350004193 Målestokk: 1:200 Status:

Grunnundersøkelser Hegramo
Norges vassdrags- og energidirektorat

BORERESULTAT

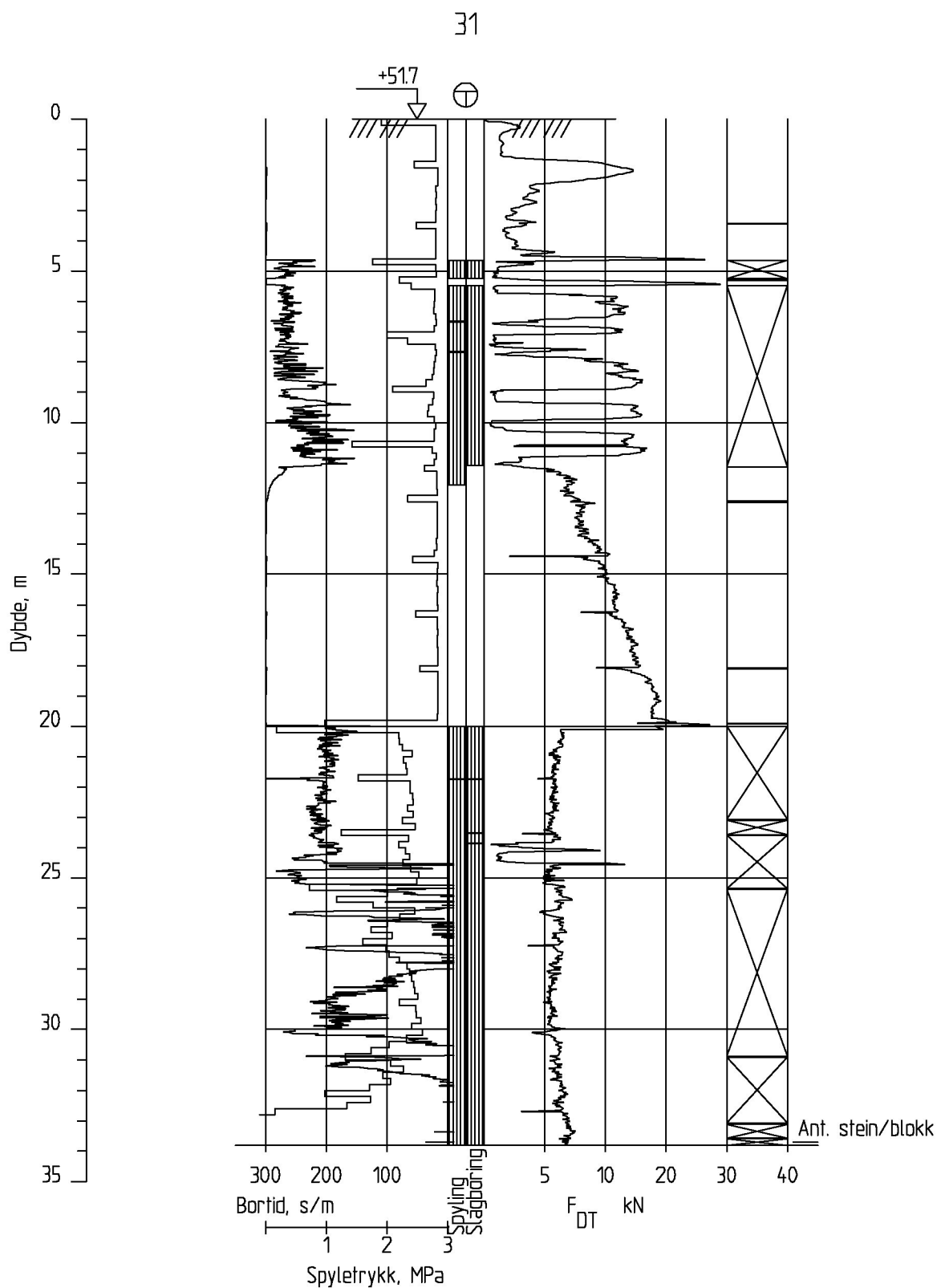
⊕ Totalsondering

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: Rev:

113

00



00	24.7.2014		HBO	HBO	PAW
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350004193 Målestokk: 1:200 Status:

Grunnundersøkelser Hegramo
Norges vassdrags- og energidirektorat

BORERESULTAT
⊕ Totalsondering



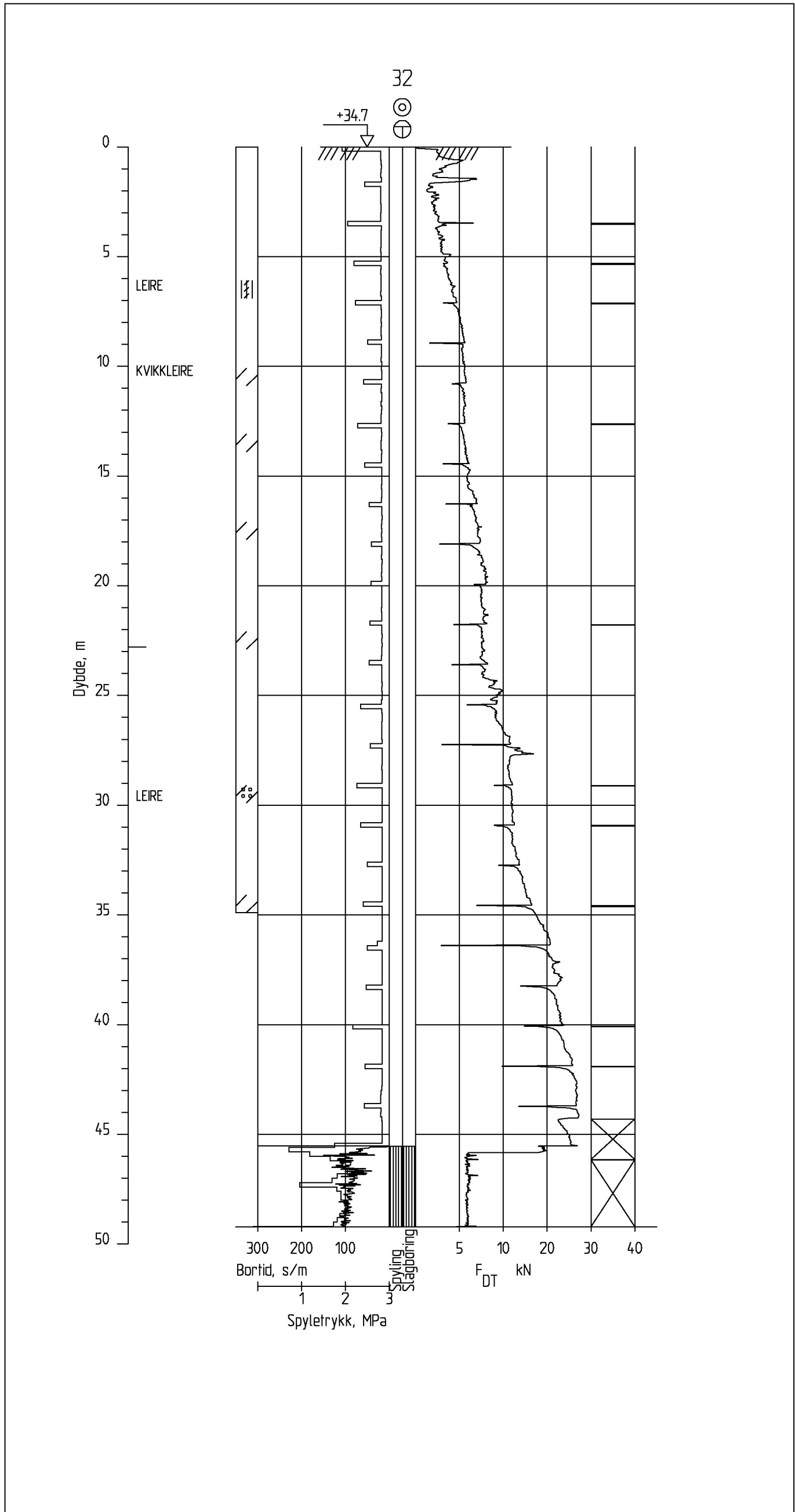
Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

Tegning nr:

Rev:

114

00



00	24.7.2014		HBO	HBO	PAW
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350004193 Målestokk: 1:200 Status:

Grunundersøkelser Hegramo
Norges vassdrags- og energidirektorat

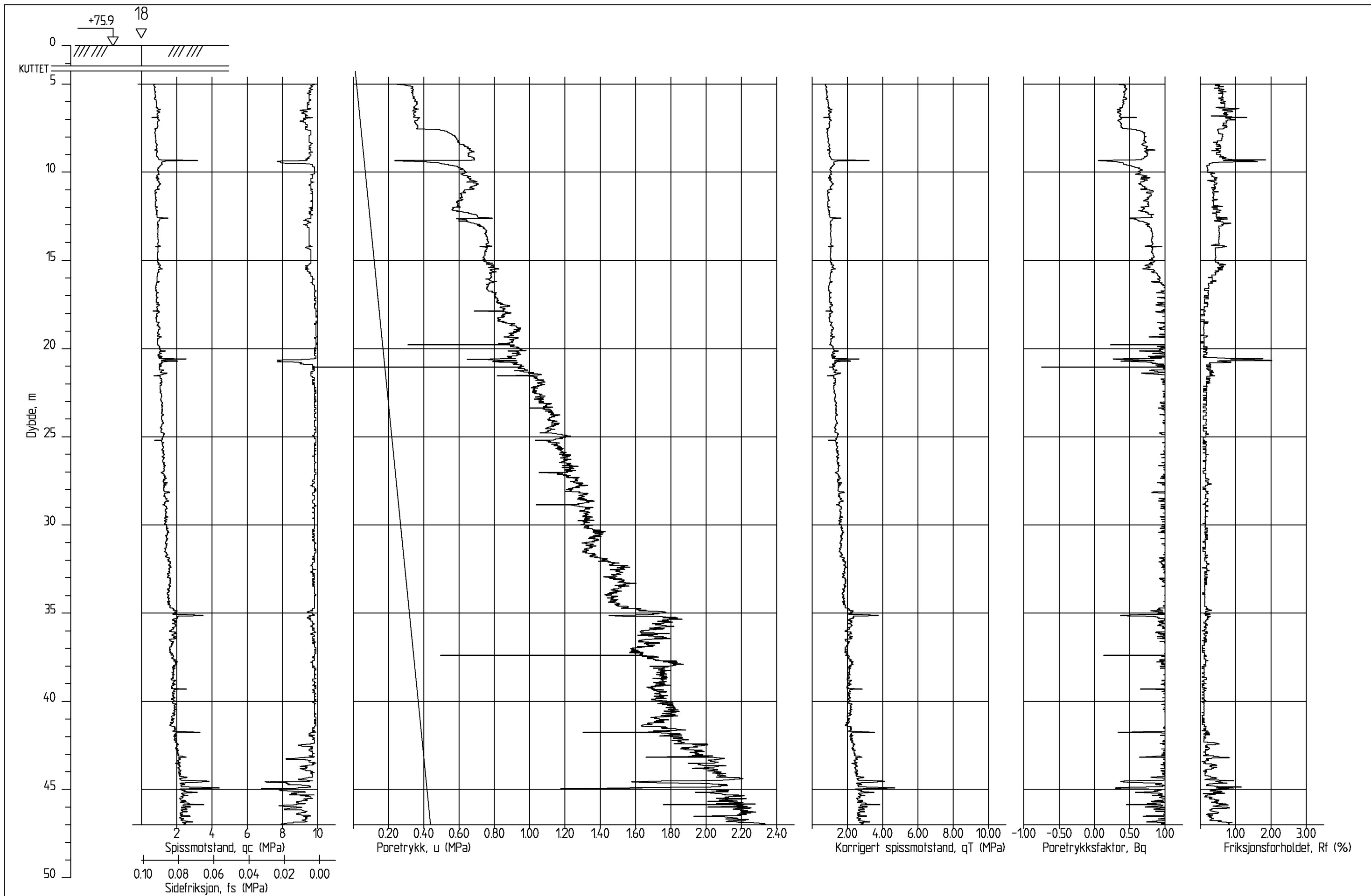
BORERESULTAT

⊕ Totalsondering ⊙ Prøvetaking



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: 115 Rev: 00



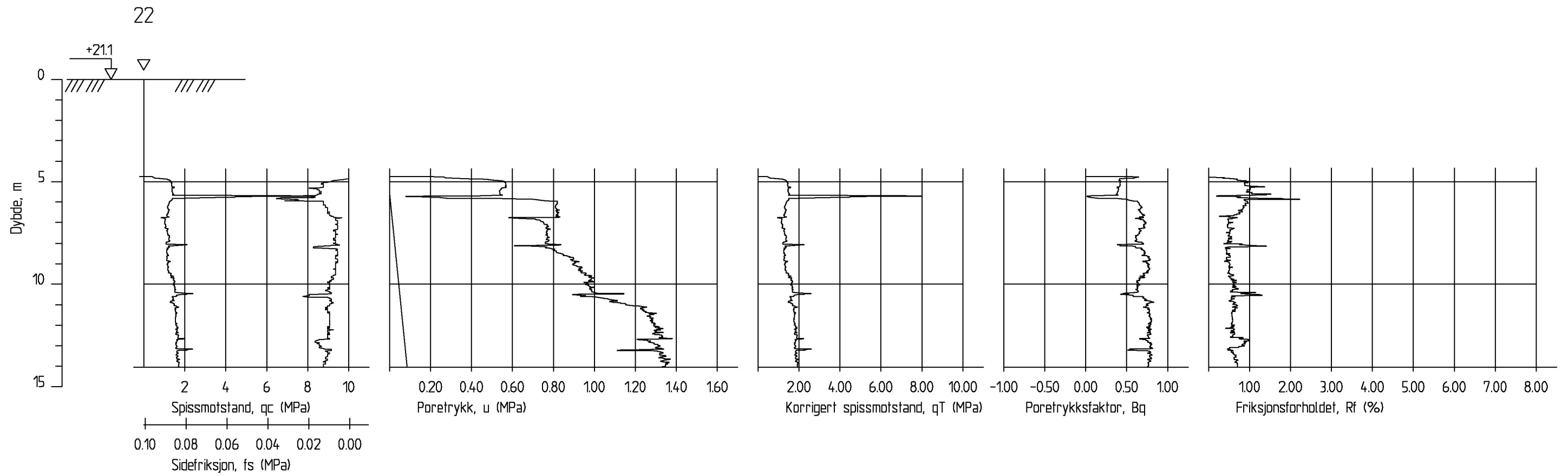
00	24.7.2014		HBO	HBO	PAW
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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
Grunnundersøkelser Hegramo
 OPPDRAGSGIVER
 Norges vassdrags- og energidirektorat

INNHOOLD
BORERESULTAT
 ▽ Trykksondering (CPTU)

OPPDRAG NR. 1350004193	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. -	AV -
TEGNING NR. 116			REV. 00



00	24.7.2014		HBO	HBO	PAW
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

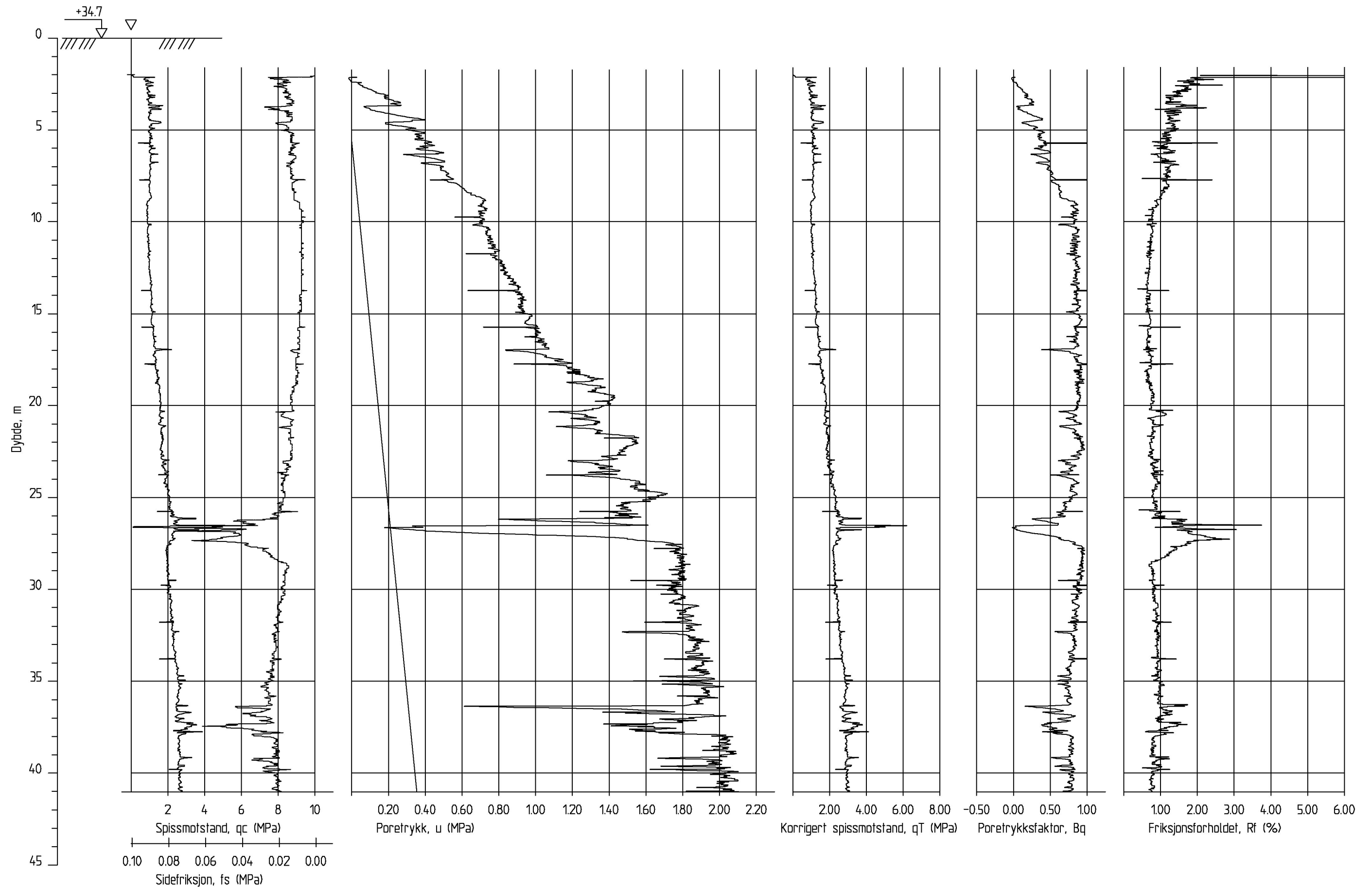


Rambøll AS - Region Midt-Norge
 P.b. 9420 Sluppen
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPPDRAG
Grunnundersøkelser Hegramo
 OPPDRAGSGIVER
 Norges vassdrags- og energidirektorat

INNHOOLD
BORERESULTAT
 Trykksondring (CPTU)

OPPDRAG NR. 1350004193	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. -	AV -
TEGNING NR. 117			REV. 00



00	24.7.2014		HBO	HBO	PAW
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					




Ramboll 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
Grunnundersøkelser Hegramo
 OPPDRAGSGIVER
 Norges vassdrags- og energidirektorat

INNHold
BORERESULTAT
 ▽ Trykksondring (CPTU)

OPPDRAG NR. 1350004193	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. -	AV -
TEGNING NR. 118		REV. 00	

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærfasthet (C _u) i kPa				S _t
				10	20	30	40		20	40	60	80	
5													
10	LEIRE, siltig enkelte gruskorn	01					20.2 21.5						3 3
15	SILT leirig	02					20.8 21.5						5 8
15	LEIRE, siltig enkelte gruskorn	03					21.0 21.5						11 13
15		04					21.2 21.5						43
20	KVIKKLEIRE, siltig med gruskorn	05					21.3 21.7						55 90 100

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

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

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

T= Treaksialforsøk

Ø= Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

00	24.7.2014		HBO	HBO	PAW
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350004193 Målestokk: 1:100 Status:

Grunnundersøkelser Hegramo
Norges vassdrags- og energidirektorat

BORPROFIL HULL NR.: MC-15

TERRENHØYDE: +55.0 PRØVETYPE: 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. 119 Rev. 00

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærfasthet (C _d) i kPa				S _t
				10	20	30	40		20	40	60	80	
5													
	LEIRE med enkelte tynne siltlag		13				19.6 19.8						13 27
	KVIKKLEIRE med tynne siltlag		14				20.0 20.3						145 128
10	LEIRE med tynne siltlag enkelte små gruskorn		15				20.3 20.7						103 67
			16				20.2 20.2						31 36
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

00	24.7.2014		HBO	HBO	PAW
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj


Oppdrag nr. 1350004193 Målestokk: 1:100 Status:

Grunnundersøkelser Hegramo
Norges vassdrags- og energidirektorat

BORPROFIL HULL NR.: 22
TERRENGHØYDE: +21.1 PRØVETYPE: 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. 120 Rev. 00

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærfasthet (C_u) i kPa				S _t
				10	20	30	40		20	40	60	80	
5													
	LEIRE	silting	06		••			20.1 21.2	▼ ▼		▼ ○		49 41
	KVIKKLEIRE		07		•••			20.4 21.0	▼ ▼		▼ ○		78 185
10													
	LEIRE		08		•••			20.2 20.3	▼ ▼		▼ ▼	->110.0	26 21
15													
			09		•••			18.7 20.2	▼ ▼		▼ ▼	->116.0	8 4
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

00	24.7.2014		HBO	HBO	PAW
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350004193 Målestokk: 1:100 Status:

Grunnundersøkelser Hegramo
Norges vassdrags- og energidirektorat

BORPROFIL HULL NR.: 25

TERRENHØYDE: +24.6 PRØVETYPE: 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.

Rev.

121

00

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærfasthet (C_u) i kPa				S _t		
				10	20	30	40		20	40	60	80			
5	SAND OG GRUS LEIRE med sand og gruskorn		10	•											
			11			•									
			12					•							
10															
15															
20															

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

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

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

T= Treksialforsøk

Ø= Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

00	24.7.2014		HBO	HBO	PAW
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350004193 Målestokk: 1:100 Status:


Grunnundersøkelser Hegramo
Norges vassdrags- og energidirektorat

BORPROFIL HULL NR.: 28

TERRENGHØYDE: +26.4 PRØVETYPE: Skovl

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. 122 Rev. 00

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærfasthet (C _d) i kPa				S _t
				10	20	30	40		20	40	60	80	
5													
	LEIRE, siltig med tynne siltlag	17					20.4 20.7						16 18
10	KVIKKLEIRE	18					20.8 20.3	(▽)					(60) (180)
15		19		(I)			20.4 21.1	(▽)					(39) 410
20		20					20.5 21.5	(▽)	(Q)				(66) 340

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

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk  Konsistensgrense w_p ———— w_L

Andre forsøk:

T= Treksialforsøk Ø= Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

01	17.12.2014	Korrigert prøvetype	HBO	HBO	PAW
00	24.7.2014		HBO	HBO	PAW
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350004193 Målestokk: 1:100 Status:

Grunnundersøkelser Hegramo
Norges vassdrags- og energidirektorat

BORPROFIL HULL NR.: 32 (0-20 meter)

TERRENHØYDE: +34.7 PRØVETYPE: 75mm

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.

123A


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		20	40	60	80	
25			21					20.2					88
								20.2					65
30	LEIRE med mye gruskorn		22					20.7					23
								21.3					17
35			23					20.4					9
								20.7					15
40													

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

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk  Konsistensgrense w_p ———— w_L Andre forsøk:

T= Treksialforsøk \emptyset = Ødometerforsøk K= Kornfordeling

01	17.12.2014	Korrigert prøvetype	HBO	HBO	PAW
00	24.7.2014		HBO	HBO	PAW
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350004193 Målestokk: 1:100 Status:

Grunnundersøkelser Hegramo
Norges vassdrags- og energidirektorat

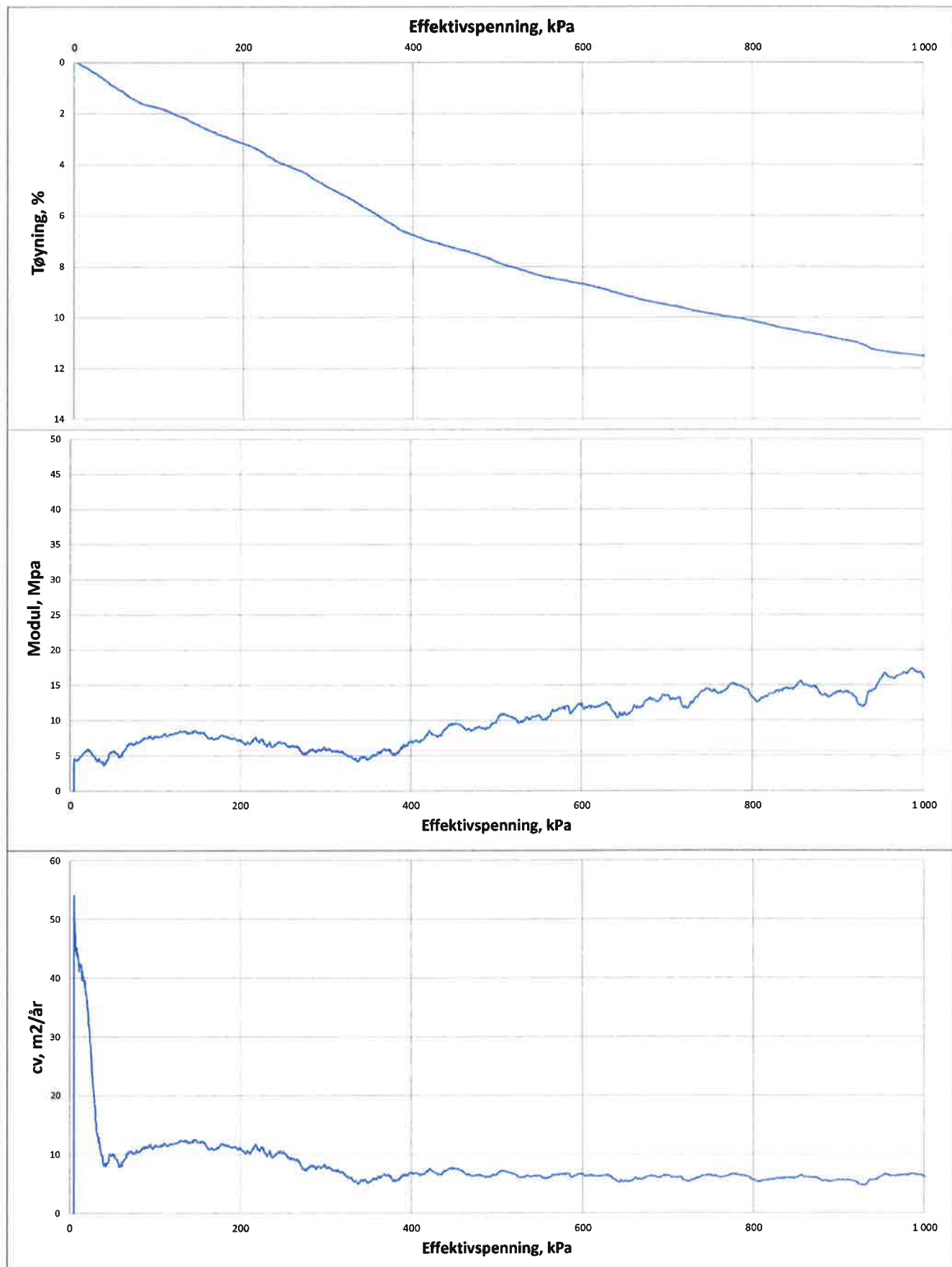
BORPROFIL HULL NR.: 32 (20-40 meter)

TERRENGHØYDE: +34.7 PRØVETYPE: 75mm

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. 123B Rev. 01



Pkt. 22 Lab. 14 Dybde 8,75m Leire



Grunnundersøkelser Hegramo

Norges vassdrags- og energidirektorat

ØDOMETERFORSØK

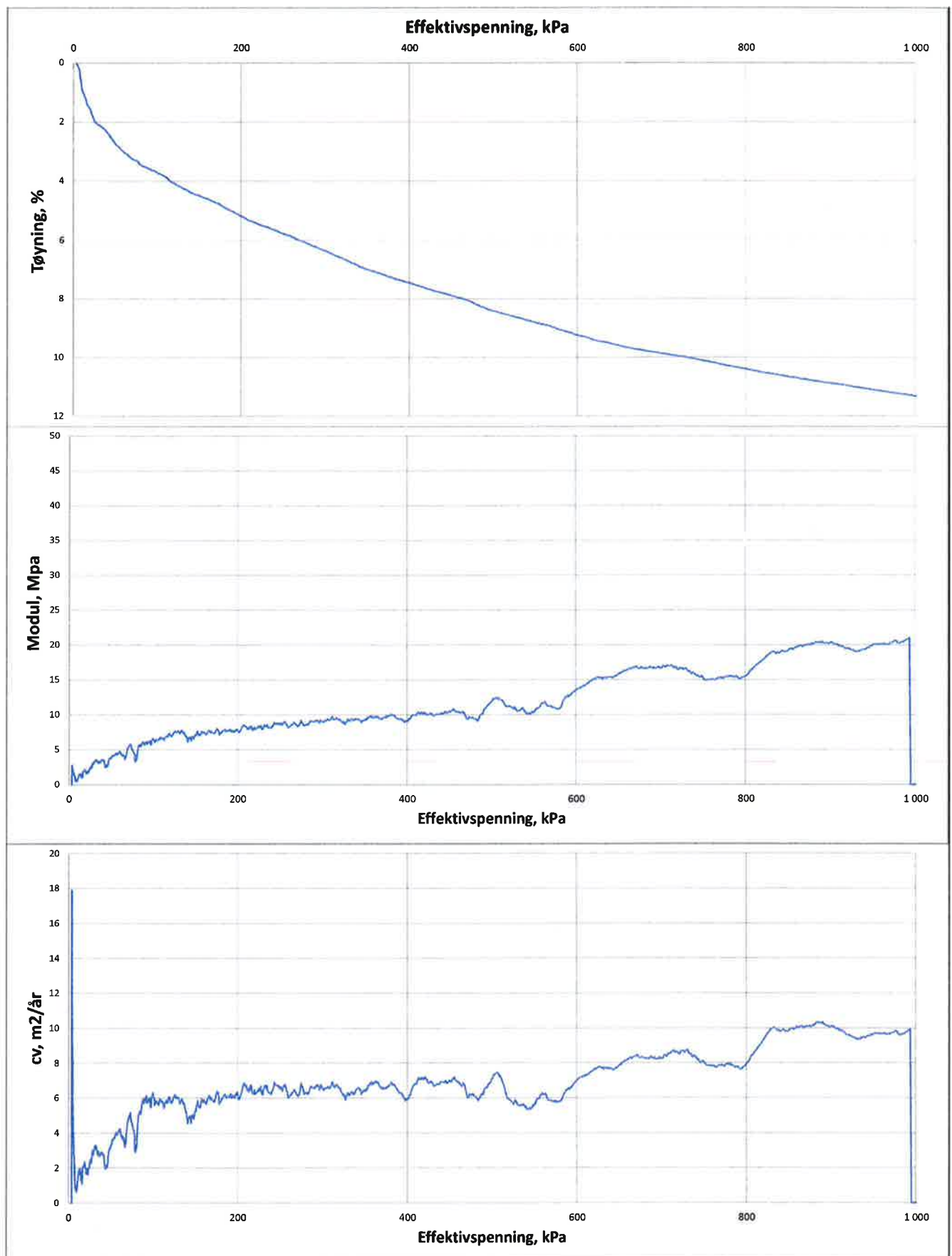
Oppdrag
1350004193

Tegn./kontr.
HBO/PAW

Dato
24.07.2014

Bilag
-

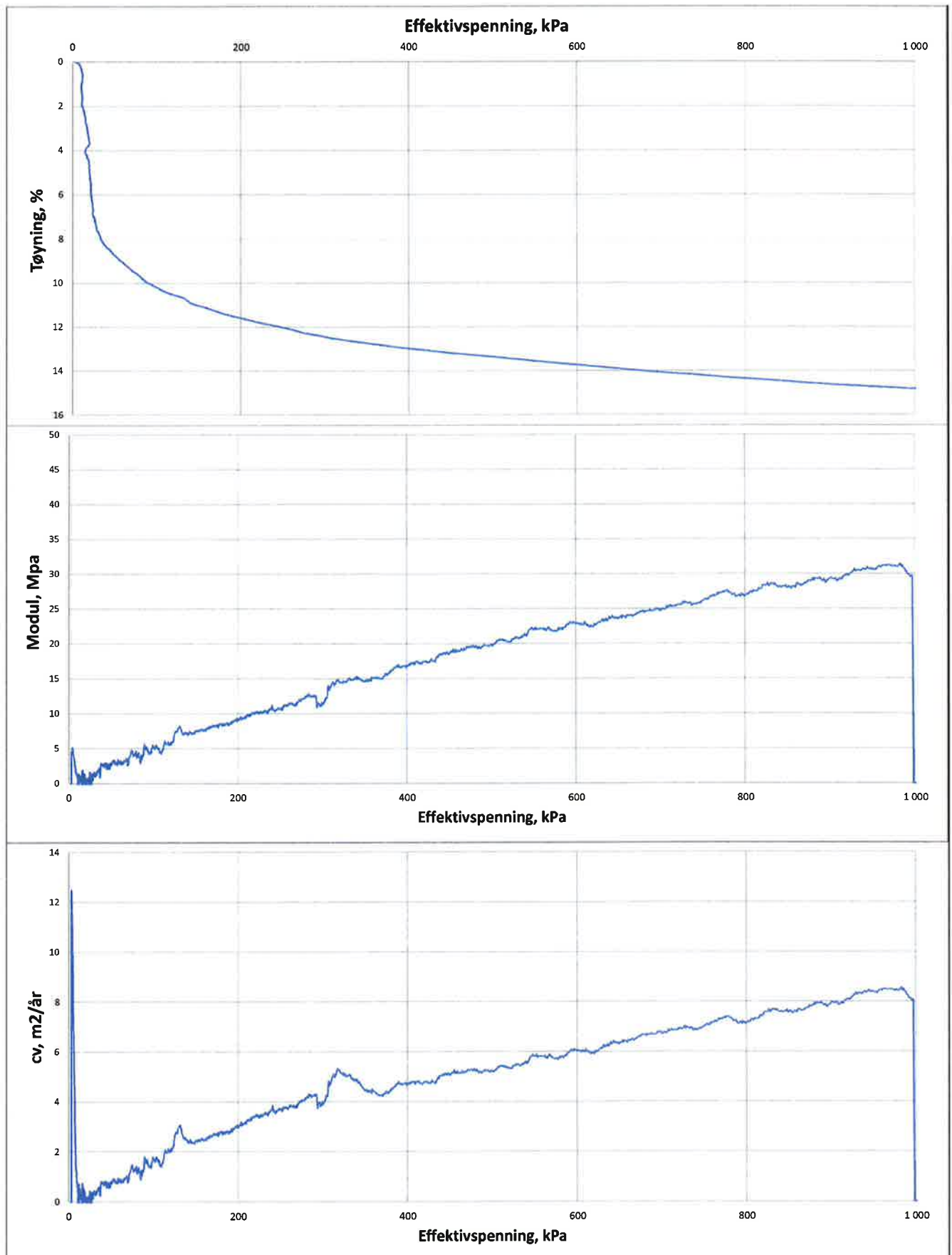
Tegn. nr.
124



Pkt. 32 Lab. 18 Dybde 10,80m Kvikkleire



Grunnundersøkelser Hegramo		Oppdrag 1350004193
	Norges vassdrags- og energidirektorat	Tegn./kontr. HBO/PAW
	ØDOMETERFORSØK	Dato 24.07.2014
		Bilag -
		Tegn. nr. 125



Pkt. 32 Lab. 20 Dybde 17,30m Kvikkleire



Grunnundersøkelser Hegramo

Norges vassdrags- og energidirektorat

ØDOMETERFORSØK

Oppdrag
1350004193

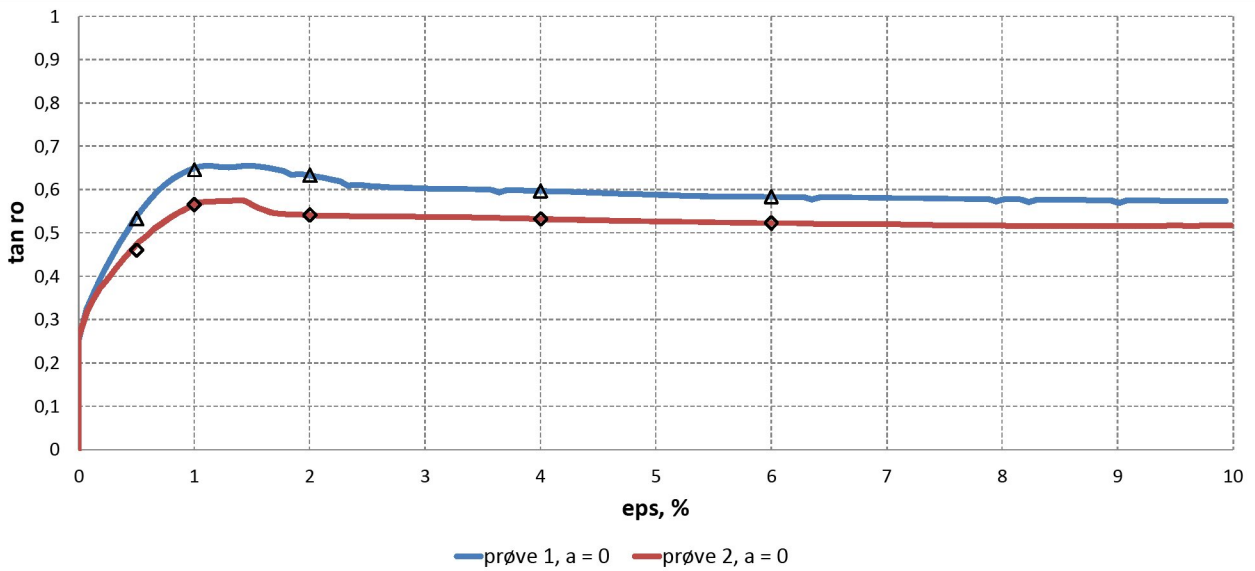
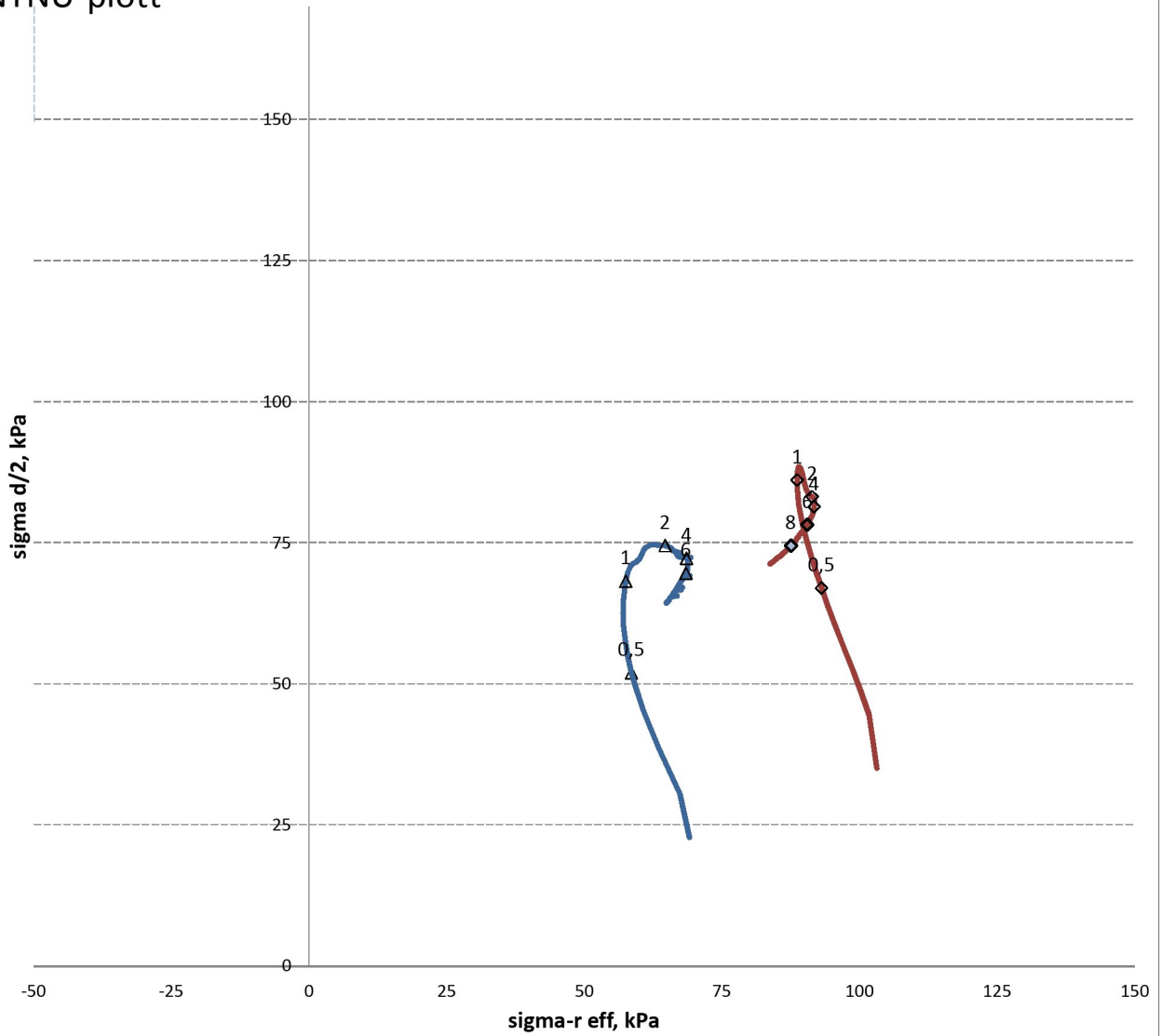
Tegn./kontr.
HBO/PAW

Dato
24.07.2014

Bilag

Tegn. nr.
126

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	dV (cm ³)	dV (%)	KOMMENTAR
1	Δ	22	14	8,55m	CAUc	4,5	2,0	Leire
2	◊	22	14	8,65m	CAUc	4,8	2,1	Leire



Grunnundersøkelser Hegramo

Norges vassdrags- og energidirektorat

TREKSIALFORSØK

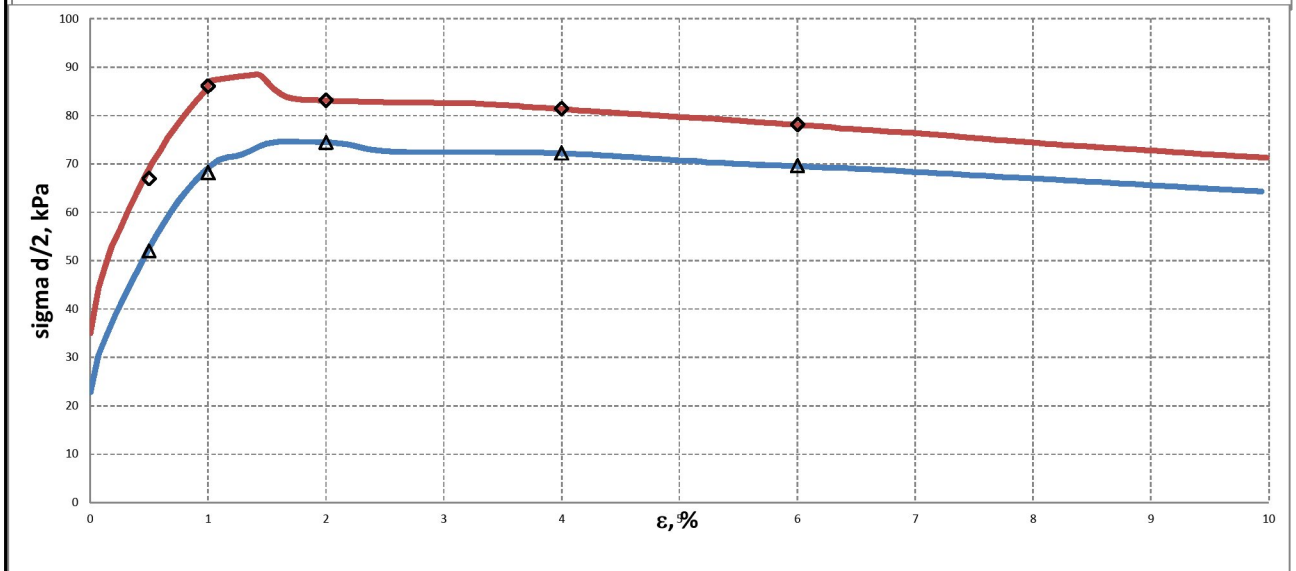
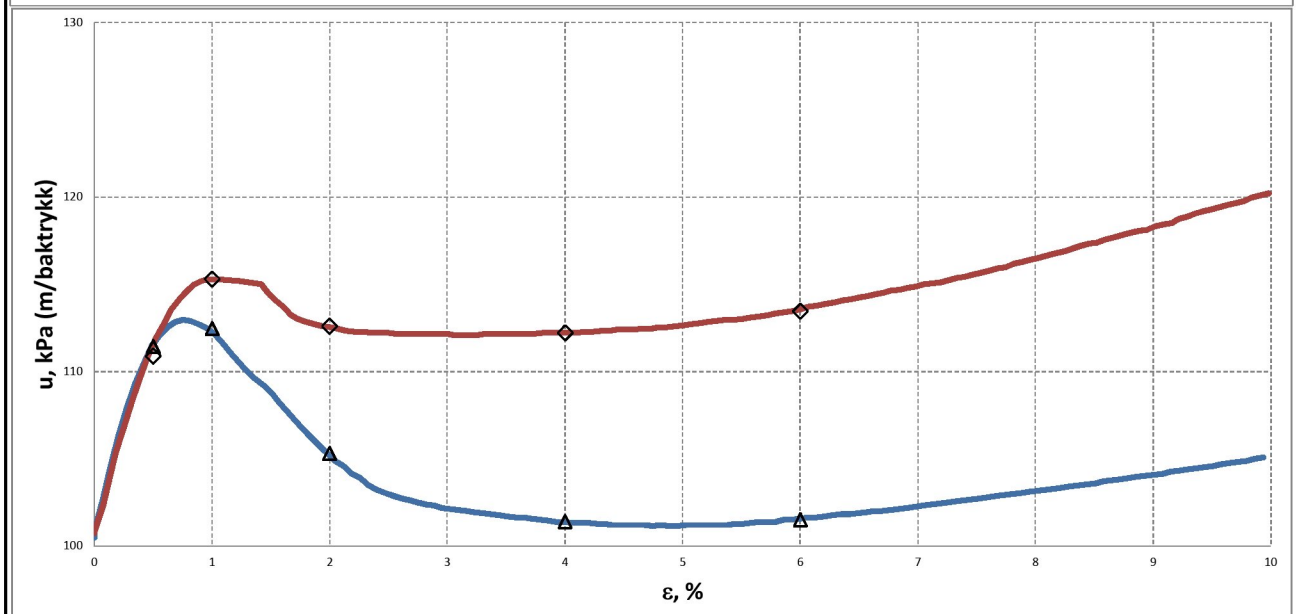
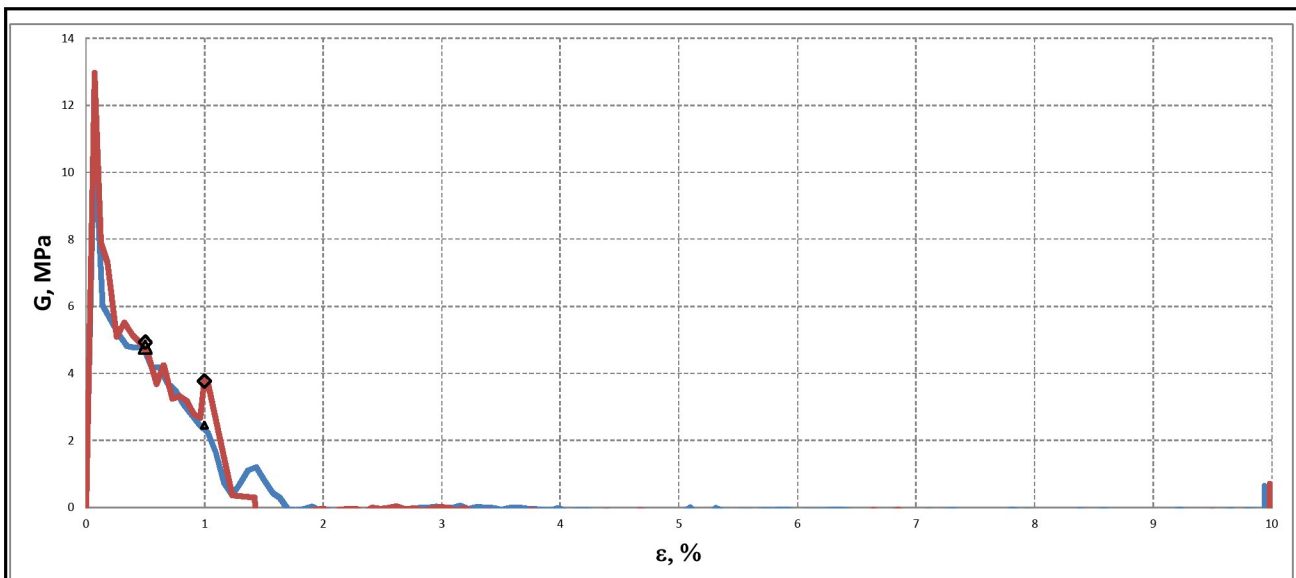
Oppdrag
1350004193

Tegn./kontr.
HBO/PAW

Dato
24.07.2014

Bilag
-

Tegn. Nr.
127



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	dV (cm ³)	dV (%)	KOMMENTAR
1	△	22	14	8,55m	CAUc	4,5	2,0	Leire
2	◇	22	14	8,65m	CAUc	4,8	2,1	Leire



Grunnundersøkelser Hegramo

Norges vassdrags- og energidirektorat

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
1350004193


Tegn./kontr.
HBO/PAW

Dato
24.07.2014


Bilag
-

Tegn. Nr.
128


DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4353	Oppløsning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,831	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	03.04.2013	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Oppløsning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Oppløsning 18-bit [kPa]:	0,5723	0,0102	0,0194
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	21,1751	0,459	0,5044
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	18	Dato:	24.04.2014
Borleder:	Husby, Allan	Assistent:	Ingen
Filtertype:	Spaltefilter	Mettningsmedium:	Silikonfett/frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	12,7
Forboring [m]:	5	Sondetemperatur slutt [°C]:	6,9
Sum boring [m]:	47,02	Kontroll skriver [m]:	47,02
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	14,8
Merknad:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	3,0704	0,0666	0,0731
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0155	0,3	0,7
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	19,1427	0,3768	0,7925
Tillatt nøyaktighet A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: Norges vassdrags- og energidirektorat Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: Grunnundersøkelser Hegramo		
Borpunkt nr.:	18	Sonde:	4353
	Dato: 04.06.2014	Tegnet: Husby, Allan	Kontrollert: HBO
	Oppdragsnr.: 1350004193	Bilag nr.: 1	

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4353	Oppløsning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,831	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	03.04.2013	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Oppløsning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Oppløsning 18-bit [kPa]:	0,5723	0,0102	0,0194
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	21,1751	0,459	0,5044
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	22	Dato:	25.06.2014
Borleder:	Husby, Allan	Assistent:	Innleid
Filtertype:	Spaltefilter	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	11,3
Forboring [m]:	4,7	Sondetemperatur slutt [°C]:	7,3
Sum boring [m]:	14,1	Kontroll skriver [m]:	14,06
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	3,4
Merknad:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	2,1175	0,0459	0,0504
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0069	0,1	0,6
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	9,5898	0,1561	0,6698
Tillatt nøyaktighet A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: Norges vassdrags- og energidirektorat Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: Grunnundersøkelser Hegramo		
Borpunkt nr.:	22	Sonde:	4353
	Dato: 25.06.2014	Tegnet: Husby, Allan	Kontrollert: HBO
	Oppdragsnr.: 1350004193	Bilag nr.: 2	

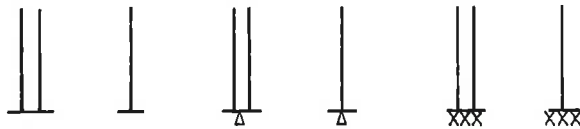
DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4505	Oppløsning:	18-bit	
SONDEDATA				
Arealforhold, a:	0,851	Arealforhold, b:	0	
Kalibreringsdato:	11.10.2012	Utførende:	Geotech AB	
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK	
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2	
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2	
Oppløsning 12-bit [kPa]:	-	-	-	
Oppløsning 18-bit [kPa]:	0,5741	0,0104	0,0222	
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	26,9827	0,6968	0,7104	
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40	
Merknad:				
UTFØRELSE				
Borpunkt nr.:	32	Dato:	26.06.2014	
Borleder:	Foss, Johan	Assistent:	Krokstad, Jon Løvås	
Filtertype:	Ferdigmettet porøfilter	Mettningsmedium:	Frostvæske	
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	18,9	
Forboring [m]:	2	Sondetemperatur slutt [°C]:	7,1	
Sum boring [m]:	41	Kontroll skriver [m]:	41,02	
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	5,1	
Merknad:				
MÅLEVARIALE				
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK	
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	7,9599	0,2056	0,2096	
NULLPUNKTKONTROLL				
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)	
Før sondering:				
Etter sondering:				
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0046	0,1	0,8	
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE				
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK	
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	13,1340	0,3160	1,0318	
Tillatt nøyaktighet A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10	
Tillatt nøyaktighet A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25	
Tillatt nøyaktighet A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50	
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1	
Vurdering profil:				
Oppdragsgiver: Norges vassdrags- og energidirektorat Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: Grunnundersøkelser Hegramo			
Borpunkt nr.:	32	Sonde:	4505	
	Dato:	26.06.2014	Tegnet:	Foss, Johan
	Oppdragsnr.:	1350004193	Bilag nr.:	3
		Kontrollert:	HBO	

MARKUNDERSØKELSER

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

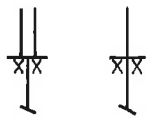
Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).



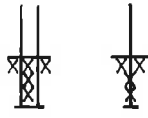
Boring avsluttet (årsak ikke angitt)

Antatt stein, morene, sand ol.

Antatt fjell



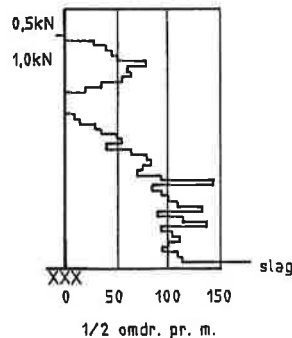
Boret i antatt fjell. (Hvis overgangen er ukjent, settes spørsmåltegn.)



Boret i fjell og kerne opptatt.

● **Dreiesondering**

utføres med 22 mm stålstenger med glatte skjøter påsatt en 200 mm lang spiss av firkantstål som er tilspisset i enden og vridd en omdreining. Boret belastes med inntil 1 kN og hvis det ikke synker for denne last, dreies det ned med motor eller for hånd. Antall halve omdreininger pr. 20 cm synkning noteres. Ved opptegninger vises antall halve omdreininger pr. meter synkning grafisk med dybden i borhullet og belastningen angis til venstre for borhullet.



Ⓣ **Totalsondering**

kombinerer dreietrykksondering og fjellkontrollboring. Det brukes hydraulisk drevet borrhigg. Boring gjennom stein og blokk og ned i berg utføres ved slag og spyling.

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

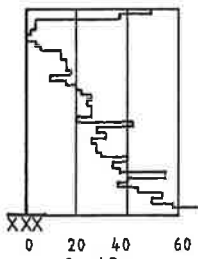
▼ **Ramsondering**

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**

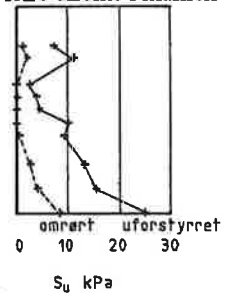
utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper.

Uforstyrrede prøver tas opp med NGI's 54 mm stempelprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveggede stålsylindre 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 tilfredsstillende formålet.

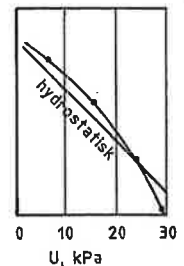
+ **Vingeboring**

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.

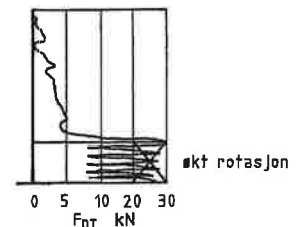


Grunnvanstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

⊖ **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 nødvendig 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 utrullingsgrense (w_P i %) som angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk (formbart) område av leirmateriale. Differansen $w_L - w_P$ benevnes plastisitetindeks. Er det naturlige vanninnhold over flytegrensen, blir materialet flytende ved omrøring.

Udrenert skjærstyrke

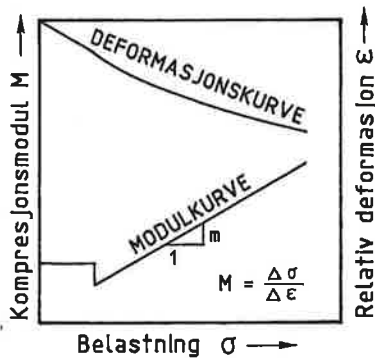
(s_u i kN/m^2) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$ (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen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

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 modulkurve 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 sølvnitratopløsning og kaliumkromat som indikator.

Kornfordeling

ved sikting av fraksjonene større enn 0,06 mm. For de finere partikler bestemmes den ekvivalente komdiamter ved hydrometeranalyse. En kjent mengde materialer slemmes opp i vann og romvekten av suspensjonen måles i en bestemt dybde som funksjon av tiden. Kornfordelingen kan så beregnes ut fra Stoke's lov om kulers sedimentasjonshastighet.

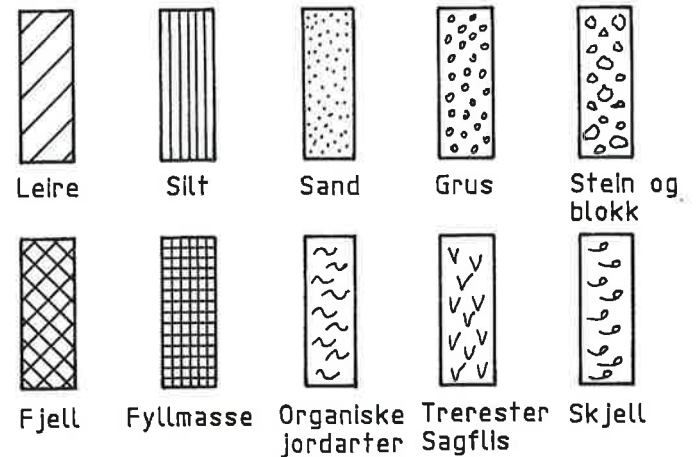
Fraksj. betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstør. mm	< 0,002	0,002-0,06	0,06-2	2-60	60-600	> 600

Jordarten

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

Organiske jordarter

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



Anmerkning

- Leire: 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

SPESEIELLE UNDERSØKELSER

SPESEIELLE MARKUNDERSØKELSER.

Feltkompressometer

benyttes for undersøkelse av grunnens kompressibilitet direkte i marken. I prinsippet består utstyret av en skruplate 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.

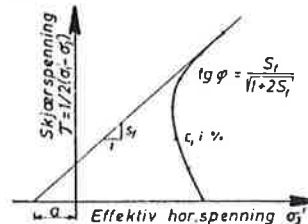
I grov og samfengt masse (grov grus, finsprengt stein o.lign.) gir sandvolummeter og vannvolummetermetoden utilfredsstillende nøyaktighet, og komprimeringen av slikt materiale undersøkes ved å bestemme oppfyllingens elastisitetsmodul ut fra platebelastningsforsøk.

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.

SPESEIELLE 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 strømningsshastigheten 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 tettete lagring av mineral Kornene, 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 at et stempel med areal 3 inch² med konstant bevegelseshastighet = 0,05 inch pr. min. presses ned i denne. Rundt stempelen 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 stempelen 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.