22 A4/A3
nsg 89106

NÄMNDEN FÖR STATENS GRUVEGENDOM

NSG

GEOFYSISKA UNDERSÖKNINGAR VID MÅNGSBODARNA

NSG nr 89106

Arkiv-
exemplar
Utlånas ej

© Sveriges geologiska undersökning (SGU)
(Geological Survey of Sweden)

nr 2(3)

NÄMNDEN FÖR STATENS GRUVEGENDOM
INK 89 -12- 13
Dnr 123-151/87

till PH → 3 ex + kopia av missiv
Diarict; kopia sid 1 av rapport

HEMLIG
Sekretessbelagd
enl. SekrL 6 kap 4 §
NÄMNDEN FÖR STATENS GRUVEGENDOM
1989-12-13

GEOFYSISKA UNDERSÖKNINGAR VID

MÅNGSBODARNA

NSG nr 89106

Rapport och arbeten utförda av

ABEM AB

på uppdrag av NSG

ABEM AB

Mätningsavdelningen

Uppdragsgivare: NSG

Börje Niva

RAPPORT

Id-nr: MT 89/R BN/591

Datum: 1989-12-11

NSG:s ID-nr: 89106

Best.nr: 6-G79/1989

GEOFYSISKA UNDERSÖKNINGAR VID MÅNGSBODARNA

SAMMANFATTNING

ABEM AB har på uppdrag av Nämnden för Statens Gruvegendom, NSG, utfört borrhålsgeofysiska och petrofysiska mätningar vid prospekteringsobjektet Mångsbodarna i Dalarna. Mätningarna har avsett borrhål BH 1. Totalt borrhålsdjup har angivits till 723.20 m. De mätningar som utförts i borrhålet har varit uppmätning av den naturliga gammastrålningen, bergets resistivitet, densitet, magnetisk susceptibilitet samt akustisk gångtid.

Vidare har petrofysiska mätningar på borrkärneprover från samma borrhål utförts. De parametrar som bestämts är magnetisk susceptibilitet och remanent magnetisering, densitet, porositet samt resistivitet och IP- effekt.

I denna rapport beskrivs de utförda mätningarna, de använda metoderna samt kalibreringsrutinerna för dessa.

Mätresultaten presenteras sist i rapporten.

Nyckelord: Geofysisk loggning, gammastrålning, resistivitet, densitet, gångtid, susceptibilitet.

SAMMANFATTNING sid

INNEHÅLLSFÖRTECKNING i

1 INLEDNING 1

2 METODBESKRIVNING 1

2.1 Beskrivning av mätutrustning 1
2.1.1 Datainsamling 2
2.1.2 Naturlig gammastrålning 2
2.1.3 Normal resistivitet 2
2.1.4 Densitetsmätning 2
2.1.5 Magnetisk susceptibilitet 3
2.1.6 SONIC 3

2.2 Kalibrering av sonder 3
2.2.1 Gammalogg 3
2.2.2 Normal resistivitet 3
2.2.3 Densitetslogg 3
2.2.4 Magnetisk susceptibilitet 4
2.2.5 SONIC 4

2.3 Petrofysiska mätningar 4
2.3.1 Magnetisk susceptibilitet 4
2.3.2 Densitet 6
2.3.3 Resistivitet 7
2.3.4 Porositet 8

2.4 Databearbetning 8

3 UTFÖRDA MÄTNINGAR 9

Bilagor

Loggning BH 1

Petrofysiska mätningar på borrkärnor BH 1

1 INLEDNING

ABEM AB har på uppdrag av Nämnden för Statens Gruvegendom, NSG, utfört borrhålsgeofysiska och petrofysiska mätningar på prospekteringsobjektet Mångsbodarna i Dalarna. NSGs uppdragsnummer är 6-G79/1989.

I denna rapport beskrivs de utförda mätningarna samt de använda metoderna och kalibreringsrutinerna för dessa.

2 METODBESKRIVNING

2.1 Beskrivning av mätutrustning

Vid mätningarna i Mångsbodarna har följande geofysiska borrhålsmetoder använts;

Metod	Tillverkare	Yttre diameter (mm)
Naturlig gammastrålning	SGAB	42
Normal resistivitet	SGAB	52
Gamma-gamma (Densitet)	Mount Soupris Co	52
Magnetisk susc.	Geoinstruments OY	54
SONIC	Simplec Co	52

Densitet och SONIC har mätts med stålkabel medan de övriga metoderna har mätts med en 5-ledad polyuretankabel.

Töjningen av polyuretankabeln relativt stålkabeln har observerats vara försumbar, vid jämförelse av de olika mätresultaten.

Vid all loggning har markytan använts som 0-djup.

2.1.1 Datainsamling

Vid loggningen har ett datoriserat datainsamlingssystem använts. Detta möjliggör utprintning av rådata under mätning och efterföljande kalibreringar för slutgiltig resultatredovisning. Under mätningarna har ett mätpunktsavstånd av 0.10 meter i borrhålet använts.

Markenheten består av följande enheter;

* Compaq II- dator med 20 Mb hårddisk för lagring av data
* Mäthjul med digital djupgivare
* Winch med borrhålskabel
* Strömgenerator

2.1.2 Naturlig gammastrålning

Den naturliga gammaintensiteten har uppmätts med en sond innehållande en scintillationsdetektor. Denna är uppbyggd kring en 1.5" NaI- kristall ansluten till en fotomultiplikator, som överför ljusblixtarna i kristallen till en elektrisk ström proportionell mot den inkommande gammaintensiteten. Den nedre känslighetsgränsen ligger vid 300 KeV.

2.1.3 Normal resistivitet

Resistivitetsmätning har utförts med av SGAB tillverkad fyr- elektrodutrustning. En ström- och potentialelektrod är monterade i borrhålssonden med ett inbördes avstånd av i detta fall 1.6 m. De två andra ström- och potentialelektroderna är placerade på ca 50 m avstånd från borrhålet i motsatt riktning, på markytan. En fyrkantsström med en frekvens av 11 Hz utsänds på strömelektroderna. Spänningsskillnaden mellan mätelektroderna i borrhålet och på marken uppmäts varefter resistansen kan beräknas. Utgående från mätgeometrin kan därefter resistiviteten beräknas.

2.1.4 Densitetsmätning

Densiteten har mätts med en gamma- gamma sond, tillverkad av Mount Soupris Co, innehållande ett 300 mCi Cs- 137 preparat som utsänder gammastrålning med en energi av 660 KeV. En Geiger- Müller detektor mäter den inkommande gammastrålningen vilken står i proportion till densiteten av materialet mellan strålkällan och detektorn. En enarms- caliper pressar sonden mot borrhålsväggen för bästa respons.

2.1.5 Magnetisk susceptibilitet

Den magnetiska susceptibiliteten har mätts med ett instrument tillverkat av Geoinstruments OY. Mätningen bygger på principen om elektromagnetisk induktion i två mätspolar i sonden. Susceptibilitetsförändringar i berget omkring ett borrhål ger upphov till en mätbar förändring av induktionen i spolarna.

Mätinstrumentet kan också användas till att mäta konduktiviteten i berget i en välledande miljö, från ca 1 ohmm till ca 0.0001 ohmm. Detta har dock ej gjorts här.

2.1.6 SONIC

Instrumentet mäter gångtidsskillnaden för en elastisk kompressionsvåg mellan två mottagare på fixt avstånd.

Givaren är en magnetostriktiv akustisk typ med en frekvens av 20 000 Hz. Pulsfrekvensen är 15 Hz. Avståndet mellan de två registrerande mottagarna är en fot. Sonden är tillverkad så att den direkta vågen längs sonden alltid färdas långsammare än vågen genom berget. Eftersom gångtidsskillnaden redovisas görs ingen kalibrering av mätmetoden senare. Ur gångtidsskillnaden kan vågens hastighet i berget sedan beräknas.

2.2 Kalibrering av sonder

Efter insamling av mätdata måste dessa överföras till användbara enheter genom jämförelse med kalibreringsdata erhållna från mätning på referenser. Dessa referenser kan se olika ut beroende på mätmetod.

Följande kalibreringsförfarande har tillämpats för de olika metoderna.

2.2.1 Naturlig gammastrålning

Kalibrerats genom mätning på olika avstånd från att radioaktivt preparat med känd aktivitet.

2.2.2 Normal resistivitet

Kalibreras i fält mot en variabel resistor varvid systemet kalibreras mot känd resistans. Resistiviteten beräknas med kännedom om elektrodkonfigurationen.

2.2.3 Densitet

Kalibrering har utförts genom loggning dels i ett borrhål på ABEM där densiteten är känd, dels genom loggning i ett diabasblock med densiteten 2900 kg/m^3. Loggning i vatten har dessutom utförts.

2.2.4 Magnetisk susceptibilitet

Kalibrering har utförts i fält mot två referensprover tillhörande mätutrustningen samt i luft. De två referensproverna besitter känd susceptibilitet, 660 respektive 1500 X 10^{-5} (SI).

2.3 Petrofysiska mätningar

På borrkärneprover från borrhål BH 1 har petrofysiska bestämningar utförts. Dessa har omfattat bestämning av magnetisk susceptibilitet och remanent magnetisering, densitet, porositet samt resistivitet och IP- effekt.

Nedan beskrivs mätförfarandena vid de olika metoderna. Resultaten av mätningarna redovisas i bilagorna dels för varje metod och dels med samlade resultat.

2.3.1 Magnetisk susceptibilitet

Mätning av bergartsprov utföres i ett speciellt plexiglasstativ, i vilket provet kan placeras i bestämda lägen. Kring provet finns fyra fluxgate sonder anslutna till en Oerstedtmeter. Sonderna är arrangerade så att instrumentet endast ger utslag för provets magnetisering i en viss riktning. Genom att mäta provet i sex riktningar kan storleken på dess susceptibilitet och remanens i tre riktningar, samt dess genomsnittliga suscept och remanens, beräknas.

Är provets orientering på hällen känd tillsammans med det geomagntiska fältet på provplatsen, kan bergartens remanenta och totala magnetiseringsriktning även bestämmas.

Borrkärneprover sätts in i en speciell hållare som är märkt på likartat sätt som provkuberna.

Susceptibiliteten, k, definieras som förhållandet mellan den inducerade magnetiseringen, I, och det yttre påverkande fältet, H (jordmagnetiska fältet på mätplatsen, riktat parallellt med mätriktningen);

$$k = I/H$$

Provets magnetisering, I, erhålles genom att multiplicera avläst värde på Oerstedtmetern (Obs) med skalområde (RANGE) och apparatkonstant (APK). Enär APK ges i magnetiskt moment/skaldel, dvs Gauss cm /skaldel, måste man också dividera med provets volym, V.

(I = M/V , M = magnetiskt moment).

Susceptibiliteten skall ej vara riktningsberoende (skalär) varför medelvärdet för de två mätningarna (t.ex. +A och -A) enkelt erhålles som medelvärdet av desamma (dvs. (Obs(+A)+Obs(-A))/2).

i de tre riktningarna erhålles sålunda;

$$k(A) = 4\Pi * (Obs(+A)+Obs(-A)) * Range * APK/(2*V*H)$$
$$k(B) = 4\Pi * (Obs(+B)+Obs(-B)) * Range * APK/(2*V*H)$$
$$k(C) = 4\Pi * (Obs(+C)+Obs(-C)) * Range * APK/(2*V*H)$$

Susceptibilitet i cgs-systemet erhålles genom att ta bort faktorn 4Π i ekvationerna dvs SI= 4Π cgs.

Dessa värden korrigeras sedan för avmagnetisering genom användandet av avmagnetiseringsfaktorn N. Denna faktor räknas ut som följer;

SI-systemet:	cgs-systemet:
$N(A) = (1-N(C))/2$	$N(A) = (4\Pi-N(C))/2$
$N(B) = N(A)$	$N(B) = N(A)$
$N(C) = 1-P/\sqrt{(P^2+1)}$	$N(C) = 4\Pi(1-P/\sqrt{(P^2+1)})$

där P = L/D,
L = provets längd,
D = provets diameter.

För ett kubiskt prov användes avmagnetiseringsfaktorn för en sfär, dvs 1/3 (SI) eller 4Π/3 (cgs) i alla riktningar.

De korrigerade susceptvärdena blir således;

$$k(A)c = k(A)/(1-N(A)*k(A))$$
$$k(B)c = k(B)/(1-N(B)*k(B))$$
$$k(C)c = k(C)/(1-N(C)*k(C))$$

Susceptibiltetens medelvärde blir därmed;

$$k = (k(A)c+k(B)c+k(C)c)/3$$

och Anisotropin = k(max)/k(min)

Remanensens storlek i de olika mätriktningarna blir i enlighet med susceptberäkningarna ovan;

REM(A) = (Obs(+A)-Obs(-A))* RANGE*APK/2V
REM(B) = (Obs(+B)-Obs(-B))* RANGE*APK/2V
REM(C) = (Obs(+C)-Obs(-C))* RANGE*APK/2V

Hänsyn måste dock även här tas till avmagnetiseringsfaktorn N.

Ovanstående värden korrigeras med användande av formlerna;

REM(A)c = REM(A)*k(A)c/k(A) = REM(A)/(1-N(A)*k(A))
REM(B)c = REM(B)*k(B)c/k(B) = REM(B)/(1-N(B)*k(B))
REM(C)c = REM(C)*k(C)c/k(C) = REM(C)/(1-N(C)*k(C))

Medelvärdet erhålles ur (vektoraddition);

$$REM = \sqrt{((REM(A)c) + (REM(B)c) + (REM(C)c))}$$

Q- värdet, eller Königsbergerfaktorn, definieras som förhållandet mellan den remanenta magnetiseringen och den inducerade magnetiseringen.

2.3.2 Densitet

Proverna som skall mätas m.a.p. densitet läggs först i rent ledningsvatten under minst tolv (12) timmar (eftersom det är våtdensiteten, dvs. densiteten när provet är mättat med vatten, som eftersöks). Porösa bergarter behöver ligga i vatten betydligt längre tid. Vägning sker först i vatten (vikt i vatten = Ww), de får sedan ligga i rumstemperatur tills vattnet har avdunstat på ytan. Efter högst en timme vägs de i luft. Vikten i luft benämns Wa. Noggrannheten vid vägningarna är 0,1 gram när provvikten överstiger 0,3 kg, i annat fall är noggrannheten 0,01 gram. Noggrannheten i densitetsbestämningen blir i det första fallet bättre än 10 kg/m^3. Provets totala volym (V) erhålles enligt Arkimedes princip ur skillnaden mellan Wa och Ww dividerat med densiteten för vätskan, ρ_f , ;

$$V = (Wa - Ww)/\rho_f$$

Eftersom densiteten definieras som massa per volymsenhet, dvs.Wa/V, erhålles densiteten ur följande förhållande;

$$\rho = Wa/V = Wa/(Wa - Ww)/\rho_f$$

Observera att det är den mättade våtdensiteten som beräknas. Effekten av öppna porer är ofta liten, ca. - 20 kg/m^3. Effekten av kvarsittande ytvatten beror på ytstrukturen och kan uppgå till + 20kg/m^3.

2.3.3 Resistivitet

Provets resistivitet och IP-effekt bestäms med användande av instrumentet ABEM RIPS-3, genom att potentialskillnaden över provet mäts när strömstyrkan genom detsamma är känd. ABEM RIPS-3 består av två enheter sammanbyggda i ett skal. Två plexiglasrör fyllda med tvättsvamp, öppna i den inre änden,tjänstgör som strömelektroder, via vilka strömpulser sänds genom det prov som monterats mellan desamma. Två platinaelektroder tjänstgör som potentialelektroder. Elektroderna är placerade innerst på den övre delen av instrumentet och i kontakt med ändarna på tvättsvamparna som har kontakt med provet. Strömpulsen som passerar genom provet ger upphov till en potentialskillnad mellan potentialelektroderna M och N. Denna potentialskillnad används för att beräkna provets resistivitet. Strömmen genom provet ger även upphov till en IP-effekt. Denna mäts som en potentialskillnad (M-N) under definierade tidsintervall utmed det existerande pulståget. IP- effekten fås som procentandelen potential vid IP- tiden dividerat med den initiala potentialskillnaden.

Resistiviteten, beräknas ur följande formel

$$R = (Vp/I)*(A/L)$$

där

R = resistiviteten i Ohmm,
Vp = potentialskillnaden i mV,
I = strömstyrkan i mA,
A = arean i m ,
L = provets längd i m,

Noggrannheten i mätningarna uppskattas till 1.5% av uträknat värde. Mätintervall ca. 8.6E-05 - 4.2E+06 Ohmm. Här har mätning utförts längs med och vinkelrätt mot kärnan. Resultaten liksom medelvärdet redovisas.

IP- effekten fås ur

$$IP = (Vip/Vp)* 100$$

där

Vip = potentialskillnaden vid IP- tiden i mV

2.3.4 Porositet

Den porositet som beräknas i laboratoriet är den sammanlagda effekten av den kinematiska porositeten och diffusionsporositeten. Porositeten beräknas som förhållandet mellan volymen sammanbundna porer och den totala volymen. Bergartsproven hettas upp i en ugn (temperatur 105° C) under 48 timmar för att avlägsna allt fritt vatten, vägs (torrvikt Wt), och placeras i en vakuum-kammare (25 mm Hg) under 4 - 6 timmar. Proven mättas sedan, under vakuum, med vatten under en tidsperiod av 48 timmar. När provytorna har torkat, eller torkats med en hårtork, vägs proverna igen (blötvikt Wb). Porositeten, Θ, beräknas med hjälp av viktskillnaden Wb - Wt, vattnets densitet ρ_f, och provets kända volym V

$$\text{Porvolym} = (Wb - Wt)/\rho_f$$

$$\text{Totalvolym} = V = (Wa - Ww)/\rho_f$$

$$\Theta = \text{Porvolym/Totalvolym}$$

$$\Theta = (Wb - Wt)/(Wa - Ww)$$

Porositeten anges i procent (%) av den totala volymen. Noggrannheten i bestämningen är ca. 0,005%. Det är mycket viktigt att komma ihåg att ovanstående beskrivna typ av porositesbestämning ej tar med den volym porer som är isolerade från andra porer (dvs. den residual porositeten) i beräkningarna. Mätningarna bygger ju på att provet kan återfyllas med vatten, något som inte är möjligt om porerna ej står i förbindelse med varandra.

2.4 Databearbetning

Databearbetning innefattar för loggningen kalibrering mot referenser för att få mätdata i användbara enheter beskrivet ovan och djupjustering för mätpunktsdjup för respektive sond. Den djupreferens som används som 0-djup här är markytan. Ingen justering för ev kabeltöjning mot ex vis borrkärna har utförts.

De petrofysiska mätresultaten har bearbetats och presenteras sist i rapporten.

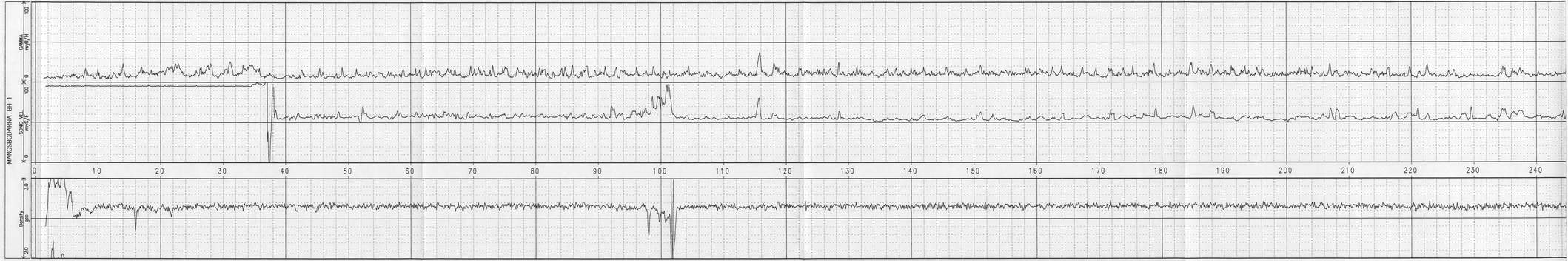
3 UTFÖRDA MÄTNINGAR

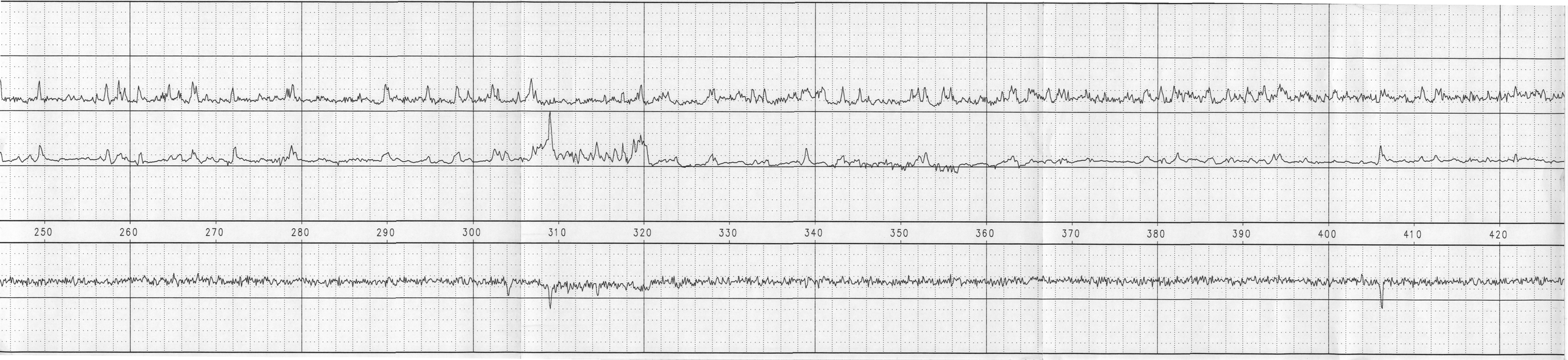
De mätmetoder och respektive loggintervall som har använts vid loggning i borrhål BH 1 i Mångsbodarna framgår av nedanstående tabell.

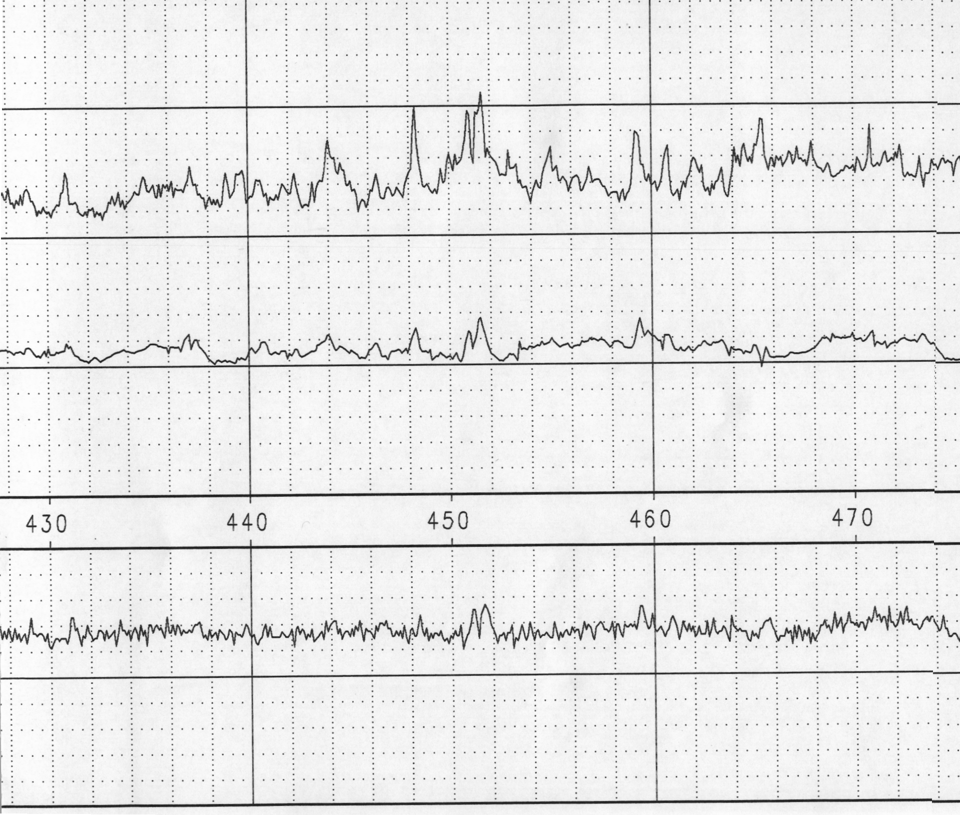
Metod	Loggat djup (m)
Naturlig gamma	1.64- 721.04
Resistivitet	0.99- 720.88
Gamma-gamma (Densitet)	1.64- 721.04
Susceptibilitet	2.35- 722.35
SONIC	1.65- 719.95

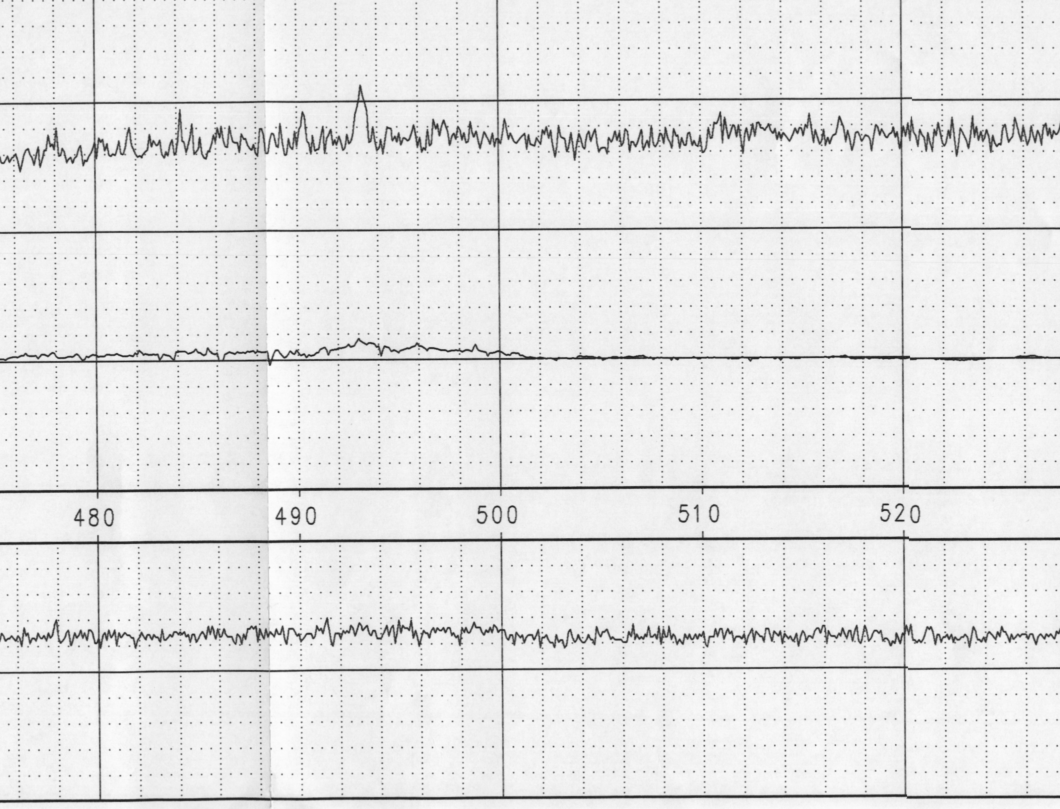
De borrkärneprover som mätts petrofysiskt har benämnts Må 1- 15. Totalt har 17 prover mätts. Dessa prover härrör från följande djup i borrhålet;

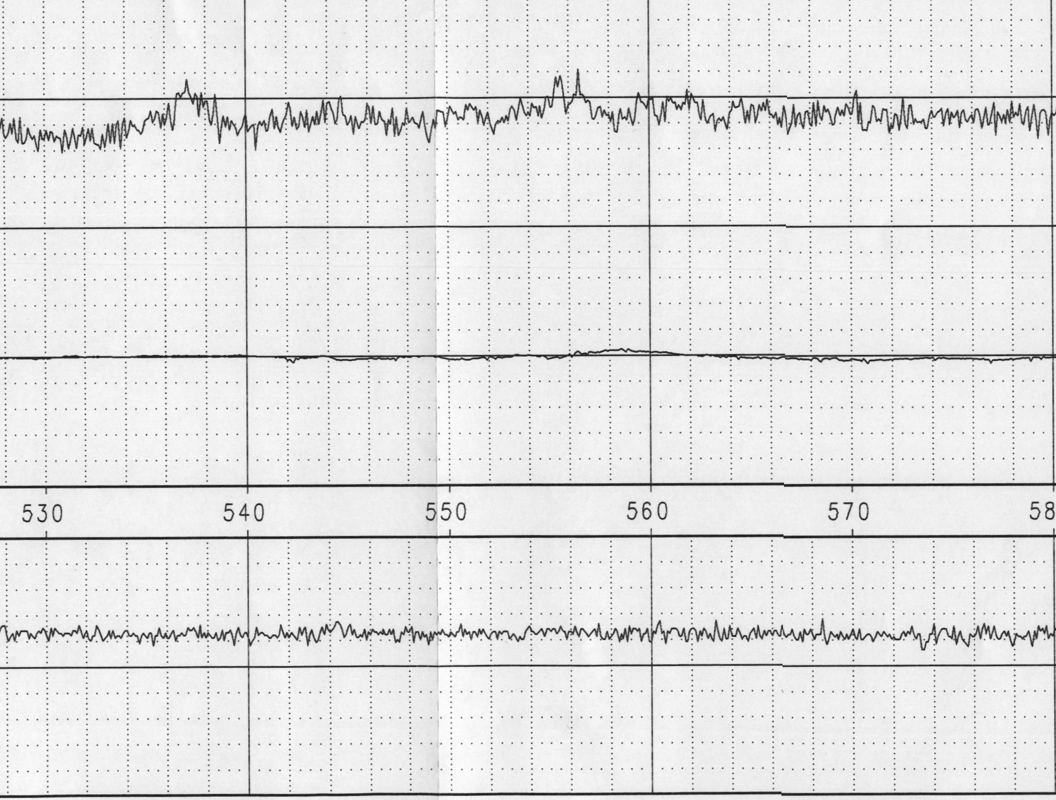
Prov nr	Djup (m)
1	5.36
2	60.20
3	105.30
4	155.30
5	205.40
6	255.40
7	305.15
8	355.53
9	405.34
10	455.16
11	507.68
12A	553.49
12B	555.22
13A	604.77
13B	604.88
14	653.51
15	704.56

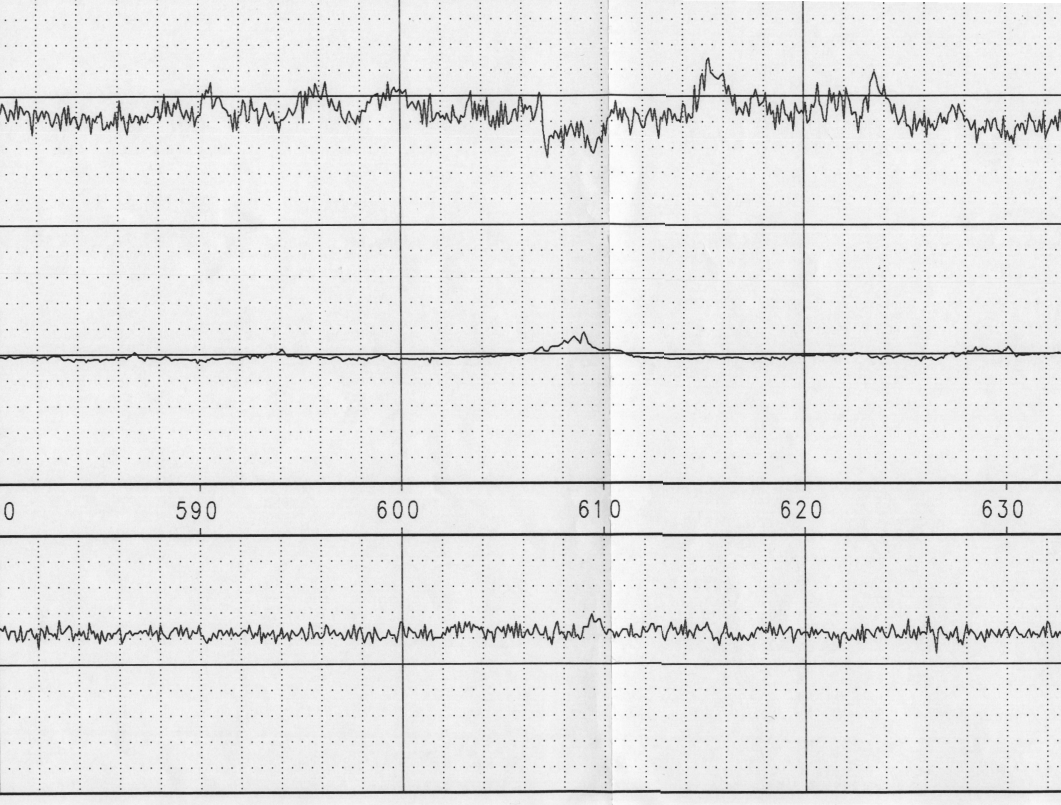

MANGSBODARNA BH 1
GAMMA
mR/h
100
0
SONIC VEL
m/s/ft
100
0
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
140
150
160
170
180
190
200
210
220
230
240
Density
gcc
3.0
2.0

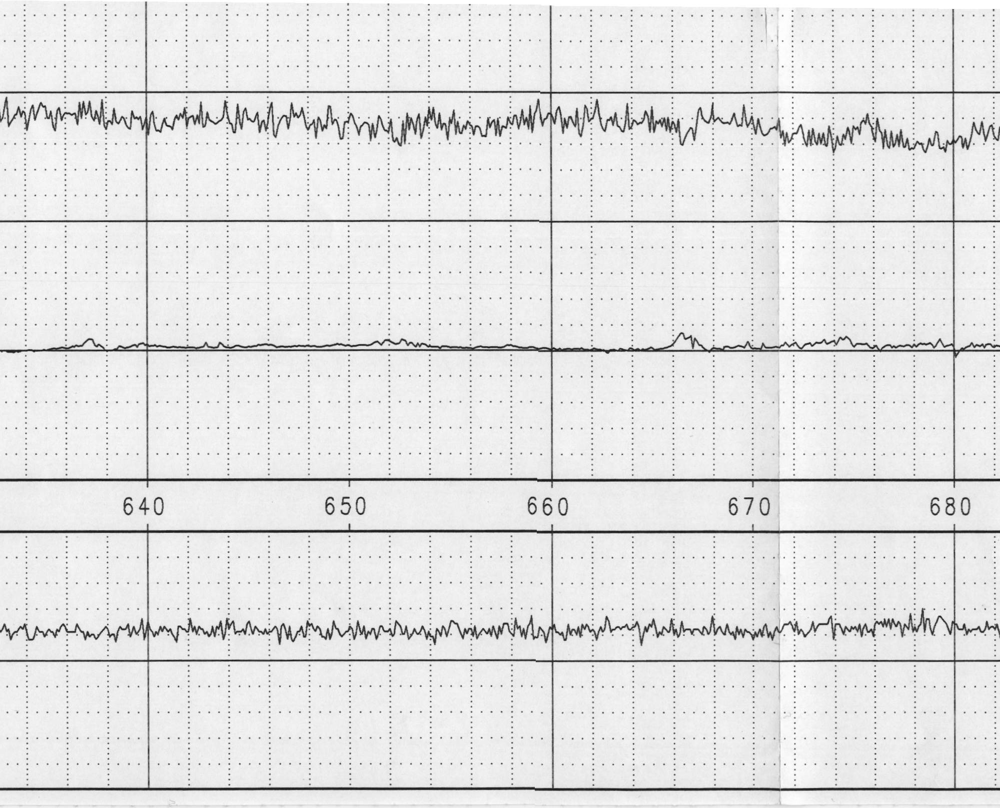

250
260
270
280
290
300
310
320
330
340
350
360
370
380
390
400
410
420

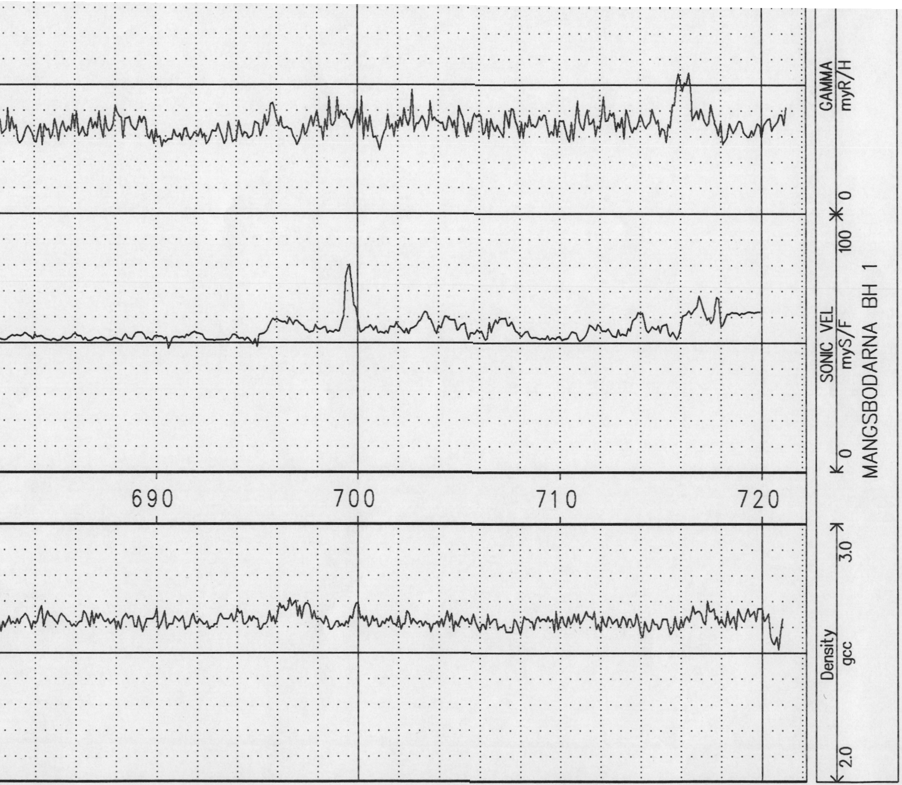

430
440
450
460
470


480
490
500
510
520


530
540
550
560
570
58


0
590
600
610
620
630


640
650
660
670
680


GAMMA
myR/H
0
100
SONIC VEL
myS/F
0
MANGSBODARNA BH 1
690
700
710
720
3.0
Density
gcc
2.0

SUSCEPT AND REMANENS ANALYSIS. ABEM, PETROPHYSICAL LAB.

ORDER FROM: , NSG.
AREA: MÅNGSBODARNA. DATE: 891026 .
PROCESSED BY: SB.
REMARK: .

RESULT.

ID.	SUS(A)	SUS(B)	SUS(C)	REM(A)	REM(B)	REM(C)	SUS(M)	ANISOTR.	REM(M)	Q.
MA1	7.0E-05	0.0E+00	0.0E+00	-2.8E-06	0.0E+00	0.0E+00	≤2.3E-5		2.8E-06	3.00E+00
MA2	7.0E-05	0.0E+00	-7.0E-05	-2.8E-06	0.0E+00	-2.8E-06	≤2.3E-5	1.0	4.0E-06	1.04E+05
MA3	0.0E+00	-6.9E-05	6.9E-05	0.0E+00	2.8E-06	-2.8E-06	≤2.3E-5	1.0	4.0E-06	1.04E+05
MA4	6.9E-05	6.9E-05	0.0E+00	-2.8E-06	-2.8E-06	0.0E+00	4.6E-05	1.0	3.9E-06	2.12E+00
MA5	0.0E+00	7.0E-05	7.0E-05	0.0E+00	2.8E-06	-2.8E-06	4.6E-05	1.0	4.0E-06	2.12E+00
MA6	7.0E-05	7.0E-05	0.0E+00	2.8E-06	2.8E-06	0.0E+00	4.7E-05	1.0	4.0E-06	2.12E+00
MA7	7.0E-05	1.4E-04	1.4E-04	2.8E-06	0.0E+00	0.0E+00	1.2E-04	2.0	2.8E-06	6.00E-01
MA8	6.8E-05	6.8E-05	6.8E-05	2.8E-06	2.8E-06	-2.8E-06	6.8E-05	1.0	4.8E-06	1.73E+00
MA9	7.0E-05	7.0E-05	7.0E-05	-2.8E-06	-2.8E-06	-2.8E-06	7.0E-05	1.0	4.9E-06	1.73E+00
MA10	1.4E-04	6.9E-05	1.4E-04	-5.6E-06	2.8E-06	-5.6E-06	1.1E-04	2.0	8.3E-06	1.80E+00
MA11	7.7E-04	5.6E-04	7.0E-04	-8.5E-06	-5.7E-06	-1.7E-05	6.8E-04	1.4	2.0E-05	7.24E-01
MA12A	8.5E-04	7.1E-04	9.2E-04	-5.7E-06	0.0E+00	-2.0E-05	8.2E-04	1.3	2.1E-05	6.24E-01
MA12B	7.0E-04	6.3E-04	8.4E-04	-5.7E-06	-2.8E-06	-3.4E-05	7.3E-04	1.3	3.5E-05	1.18E+00
MA13A	1.8E-03	1.8E-03	2.0E-03	-2.0E-05	0.0E+00	-6.3E-05	1.9E-03	1.1	6.6E-05	8.78E-01
MA13B	1.8E-03	1.9E-03	2.0E-03	-1.2E-05	5.9E-06	-5.9E-05	1.9E-03	1.2	6.0E-05	7.89E-01
MA14	1.5E-03	1.3E-03	1.7E-03	-8.4E-06	-5.6E-06	-5.6E-05	1.5E-03	1.3	5.7E-05	9.69E-01
MA15	1.9E-03	1.5E-03	1.9E-03	-1.4E-05	5.6E-06	-4.7E-05	1.8E-03	1.2	5.0E-05	7.05E-01

A,B and C are the measuring directions, while M = Mean value.
ANISOTR. = Suscept Max / Suscept Min.
Q = Königsberger ratio.

OBS! Suscept given in SI units. Remanens given in nT.

INPUT VALUES.

ID.	CODE	X-CCORD	Y-COORD	APP.CONST	RANGE	FIELD (nT)	Volume (cc)	A+	A-	B+	B-	C+	C-
MA1				4.629E-03	1	50700	81.6	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
MA2				4.629E-03	1	50700	82.4	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0
MA3				4.629E-03	1	50700	82.7	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.1
MA4				4.629E-03	1	50700	83.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0
MA5				4.629E-03	1	50700	82.5	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1
MA6				4.629E-03	1	50700	81.8	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
MA7				4.629E-03	1	50700	81.6	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
MA8				4.629E-03	1	50700	83.8	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1
MA9				4.629E-03	1	50700	82.5	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1
MA10				4.629E-03	1	50700	83.2	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.2
MA11				4.629E-03	1	50700	81.9	0.4	0.7	0.3	0.5	0.2	0.8
MA12A				4.629E-03	1	50700	81.3	0.5	0.7	0.5	0.5	0.3	1.0
MA12B				4.629E-03	1	50700	81.7	0.4	0.6	0.4	0.5	0.0	1.2
MA13A				4.629E-03	1	50700	81.2	0.9	1.6	1.3	1.3	0.3	2.5
MA13B				4.629E-03	1	50700	78.7	1.0	1.4	1.4	1.2	0.4	2.4
MA14				4.629E-03	1	50700	82.5	0.9	1.2	0.8	1.0	0.2	2.2
MA15				4.629E-03	1	50700	83.0	1.1	1.6	1.2	1.0	0.5	2.2

A,B and C values in mOe.

DENSITY ANALYSIS. ABEM, PETROPHYSICAL LAB.

ORDER FROM: , NSG.
AREA: MÅNGSBODARNA. DATE: 891026 .
PROCESSED BY: SB.
REMARK: .

ID.NR	GEO.CODE	X-COORD	Y-COORD	WEIGHT(A) (kg)	WEIGHT(W) (kg)	DENSITY (kg/m3)
MÅ1				0.2159	0.1343	2650
MÅ2				0.2179	0.1355	2640
MÅ3				0.2190	0.1363	2650
MÅ4				0.2199	0.1368	2650
MÅ5				0.2179	0.1354	2640
MÅ6				0.2161	0.1343	2640
MÅ7				0.2151	0.1335	2640
MÅ8				0.2223	0.1385	2650
MÅ9				0.2186	0.1361	2650
MÅ10				0.2213	0.1381	2660
MÅ11				0.2151	0.1332	2630
MÅ12A				0.2142	0.1329	2630
MÅ12B				0.2156	0.1339	2640
MÅ13A				0.2131	0.1319	2620
MÅ13B				0.2066	0.1279	2630
MÅ14				0.2167	0.1342	2630
MÅ15				0.2182	0.1352	2630

WEIGHT(A) = WEIGHT IN AIR, WEIGHT(W) = WEIGHT IN WATER.

IP- AND RESISTIVITY ANALYSIS. ABEM, PETROPHYSICAL LAB.

ORDER FROM: , NSG.
AREA: MÅNGSBODARNA. DATE: 891026 .
PROCESSED BY: SB.
REMARK: .

MEAN VALUES CALCULATED FROM DIFFERENT MEASURING DIRECTIONS.

ID.NR	CODE	X-COORD	Y-COORD	RES.MEAN (Ohmm)	RES.ANISOTR.	IPMEAN (%)	IP ANISOTR.
MA1				1.97E+03	1.6	1.2	4.5
MA2				2.72E+02	1.1	0.5	14.5
MA3				6.89E+02	1.0	0.3	1.8
MA4				6.03E+02	1.3	1.0	1.4
MA5				6.03E+02	1.1	1.5	1.2
MA6				6.45E+02	1.1	0.3	2.1
MA7				6.23E+02	1.2	0.3	1.1
MA8				4.59E+02	1.0	0.1	1.1
MA9				5.86E+02	1.2	0.2	4.7
MA10				5.97E+02	1.2	0.4	2.1
MA11				2.95E+05	1.1	2.3	1.0
MA12A				1.52E+05	1.1	1.1	1.0
MA12B				8.58E+04	6.0	2.1	1.0
MA13A				4.46E+05	2.8	2.8	2.6
MA13B				1.39E+06	1.2	3.7	1.0
MA14				5.36E+04	1.0	1.8	1.1
MA15				1.99E+05	8.1	2.3	1.5

ANISOTROPHY = VALUE(MAX) / VALUE(MIN).

IP- and RESISTIVITY ANALYSIS. ABEM, PETROPHYSICAL LAB.

ORDER FROM: , NSG.
AREA: MANGSBODARNA. DATE: 891026 .
PROCESSED BY: SB.
REMARK: .

ID.NR	DIR.	AREA (mm2)	SD(R,mV)	SV(R,mV)	SD(IP,mV)	SV(IP,mV)	Current (mA)	Length (m)	RESISTIVITY (Ohmm)	IP%
MA1	1	900	51	10.0	24	0.40	5.0E-03	6.0E-02	1.53E+03	1.9
MA1	2	900	55	10.0	58	0.04	5.0E-03	4.1E-02	2.41E+03	0.4
MA2	1	900	88	10.0	53	0.01	5.0E-02	6.0E-02	2.64E+02	0.1
MA2	2	900	64	10.0	56	0.10	5.0E-02	4.1E-02	2.81E+02	0.9
MA3	1	900	45	10.0	86	0.01	1.0E-02	6.0E-02	6.75E+02	0.2
MA3	2	900	32	10.0	28	0.04	1.0E-02	4.1E-02	7.02E+02	0.4
MA4	1	900	46	10.0	94	0.04	1.0E-02	6.1E-02	6.79E+02	0.8
MA4	2	900	24	10.0	69	0.04	1.0E-02	4.1E-02	5.27E+02	1.2
MA5	1	900	43	10.0	71	0.10	1.0E-02	6.1E-02	6.34E+02	1.7
MA5	2	900	26	10.0	35	0.10	1.0E-02	4.1E-02	5.71E+02	1.3
MA6	1	900	45	10.0	25	0.04	1.0E-02	6.0E-02	6.75E+02	0.2
MA6	2	900	28	10.0	33	0.04	1.0E-02	4.1E-02	6.15E+02	0.5
MA7	1	900	45	10.0	36	0.04	1.0E-02	6.0E-02	6.75E+02	0.3
MA7	2	900	26	10.0	77	0.01	1.0E-02	4.1E-02	5.71E+02	0.3
MA8	1	900	31	10.0	40	0.01	1.0E-02	6.1E-02	4.57E+02	0.1
MA8	2	900	21	10.0	30	0.01	1.0E-02	4.1E-02	4.61E+02	0.1
MA9	1	900	43	10.0	35	0.01	1.0E-02	6.0E-02	6.45E+02	0.1
MA9	2	900	24	10.0	92	0.01	1.0E-02	4.1E-02	5.27E+02	0.4
MA10	1	900	43	10.0	30	0.04	1.0E-02	6.0E-02	6.45E+02	0.3
MA10	2	900	25	10.0	36	0.04	1.0E-02	4.1E-02	5.49E+02	0.6
MA11	1	900	94	10.0	55	0.40	5.0E-05	6.0E-02	2.82E+05	2.3
MA11	2	900	70	10.0	40	0.40	5.0E-05	4.1E-02	3.07E+05	2.3
MA12A	1	900	53	10.0	60	0.10	5.0E-05	6.0E-02	1.59E+05	1.1
MA12A	2	900	66	10.0	75	0.10	1.0E-04	4.1E-02	1.45E+05	1.1
MA12B	1	900	83	10.0	42	0.40	5.0E-04	6.1E-02	2.45E+04	2.0
MA12B	2	900	67	10.0	35	0.40	1.0E-04	4.1E-02	1.47E+05	2.1
MA13A	1	900	78	10.0	30	0.40	5.0E-05	6.0E-02	2.34E+05	1.5
MA13A	2	900	150	10.0	150	0.40	5.0E-05	4.1E-02	6.59E+05	4.0
MA13B	1	900	430	10.0	400	0.40	5.0E-05	6.0E-02	1.29E+06	3.7
MA13B	2	900	340	10.0	320	0.40	5.0E-05	4.1E-02	1.49E+06	3.8
MA14	1	900	37	10.0	70	0.10	1.0E-04	6.1E-02	5.46E+04	1.9
MA14	2	900	24	10.0	40	0.10	1.0E-04	4.1E-02	5.27E+04	1.7
MA15	1	900	240	10.0	650	0.10	1.0E-04	6.1E-02	3.54E+05	2.7
MA15	2	900	99	10.0	45	0.40	5.0E-04	4.1E-02	4.35E+04	1.8

DIR 1 = Along core axis.
DIR 2 = At right angle to core axis.

POROSITY ANALYSIS. ABEM, PETROPHYSICAL LAB.

ORDER FROM: , NSG.
AREA: MÅNGSBODARNA. DATE: 891026 .
PROCESSED BY: SB.
REMARK: .

ID.NR.	CODE	X-COORD	Y-COORD	WEIGHT(A)	WEIGHT(W)	WEIGHT(B)	WEIGHT(D)	POROSITY (%).
MA1				0.2159	0.1343	0.2161	0.2158	0.34
MA2				0.2179	0.1355	0.2181	0.2174	0.79
MA3				0.2190	0.1363	0.2191	0.2186	0.59
MA4				0.2199	0.1368	0.2200	0.2195	0.58
MA5				0.2179	0.1354	0.2180	0.2176	0.51
MA6				0.2161	0.1343	0.2162	0.2158	0.54
MA7				0.2151	0.1335	0.2154	0.2147	0.81
MA8				0.2223	0.1385	0.2225	0.2218	0.80
MA9				0.2186	0.1361	0.2188	0.2182	0.74
MA10				0.2213	0.1381	0.2214	0.2208	0.71
MA11				0.2151	0.1332	0.2152	0.2150	0.20
MA12A				0.2142	0.1329	0.2142	0.2141	0.14
MA12B				0.2156	0.1339	0.2157	0.2156	0.09
MA13A				0.2131	0.1319	0.2131	0.2131	0.02
MA13B				0.2066	0.1279	0.2066	0.2066	0.06
MA14				0.2167	0.1342	0.2168	0.2165	0.30
MA15				0.2182	0.1352	0.2181	0.2180	0.17

A = Air, W = Water, B = Wet, D = Dry.
All weights in kg.

LIST OF PETROPHYSICAL PROPERTIES.

ORDER FROM: , NSG.
AREA: MÅNGSBODARNA. DATE: 891026 .
PROCESSED BY: SB.
REMARK: .

ID.	GEO.CODE	X-COORD	Y-COORD	DENS. (kg/m3)	POR. (%)	RESIST. (Ohmm)	IP (%)	SUSCEPT (SI)	REMANENS (nT)	Q-VALUE
MA1				2650	0.34	1.97E+03	1.2	≤2.30E-05	2.84E-06	3.00E+00
MA2				2640	0.79	2.72E+02	0.5	≤2.30E-05	3.97E-06	1.04E+05
MA3				2650	0.59	6.89E+02	0.3	≤2.30E-05	3.96E-06	1.04E+05
MA4				2650	0.58	6.03E+02	1.0	4.60E-05	3.94E-06	2.12E+00
MA5				2640	0.51	6.03E+02	1.5	4.64E-05	3.97E-06	2.12E+00
MA6				2640	0.54	6.45E+02	0.3	4.68E-05	4.00E-06	2.12E+00
MA7				2640	0.81	6.23E+02	0.3	1.17E-04	2.84E-06	6.00E-01
MA8				2650	0.80	4.59E+02	0.1	6.85E-05	4.78E-06	1.73E+00
MA9				2650	0.74	5.86E+02	0.2	6.95E-05	4.86E-06	1.73E+00
MA10				2660	0.71	5.97E+02	0.4	1.15E-04	8.35E-06	1.80E+00
MA11				2630	0.20	2.95E+05	2.3	6.77E-04	1.98E-05	7.24E-01
MA12A				2630	0.14	1.52E+05	1.1	8.23E-04	2.07E-05	6.24E-01
MA12B				2640	0.09	8.58E+04	2.1	7.26E-04	3.46E-05	1.18E+00
MA13A				2620	0.02	4.46E+05	2.8	1.86E-03	6.59E-05	8.78E-01
MA13B				2630	0.06	1.39E+06	3.7	1.90E-03	6.04E-05	7.89E-01
MA14				2630	0.30	5.36E+04	1.8	1.46E-03	5.71E-05	9.69E-01
MA15				2630	0.17	1.99E+05	2.3	1.75E-03	4.98E-05	7.05E-01

REMARKS:

ABEM AB, PETROPHYSICAL LABORATORY.

SKOLGATAN 11, S - 930 70 MALA, SWEDEN.

PHONE INTERNATIONAL +46 953 10710, DOMESTIC 0953 - 10710.

ATTN: O. PERSSON.