



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 3331	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Nordland	Gradering
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr Åga 8711	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Elektromagnetiske dybdesonderinger SYSCAL EM, Sølvbergsonen, Mofjellet				
Forfatter Harald Elvebakk Ole Bernt Lile		Dato 1986	Bedrift Bergverkselskapet Nord-Norge A/S	
Kommune Rana	Fylke Nordland	Bergdistrikt Nordlandske	1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
Fagområde Geofysikk	Dokument type Rapport	Forekomster		
Råstofftype	Emneord EM dybdesonderinger SYSCAL EM Malmgeofysikk			
Sammendrag				



7034 TRONDHEIM – NTH

TLF.: (07) 59 49 21

RAPPORTENS TITTEL

Elektromagnetiske dybdesonderinger
SYSCAL EM, Sølvbergsonen, Mofjellet

DATO

ANTALL SIDER

SAKSBEARBEIDER/FORF.

Harald Elvebakk, Ole Bernt Lile

OPPDRAAGSGIVER

OPPDRA. GIVERS REF.

EKSTRAKT

Det er utført elektromagnetiske dybdesonderinger, SYSCAL EM, over Sølvbergsonen i Mofjellet. Profil 46200 Y ble målt, og malmsonen ble tydelig indikert. Både dyp og fall stemte bra med resultatene fra boring. I tillegg fikk en variasjoner i ledningsevne-tykkelses produktet, og dette var størst over nordre del av malmlata.

3 STIKKORD PÅ NORSK

KEYWORDS IN ENGLISH

EM dybdesonderinger

EM depth soundings

SYSCAL EM

SYSCAL EM

Malmgeofysikk

Mining geophysics

NTF 1.10.86.

Hojellet Guler
v/ A. Knuse.

Herved oversendes rapport over de Syscal-målingene jeg gjorde tidligere i høst sammen med NGU (Røming). Det ble dessverre ikke tid og anledning til å måle mer enn ett profil, men en fikk i allefall testet metoden på en kjent forekomst. Dette vil være nyttig i tolkning av måledata.

Som det fremgår av rapporten fikk jeg meget gode målinger og malmen ble tydelig indikert. Det er tydelig at metoden egner seg godt for slike malmer. Vi har også erfart at en kan dekkere to ~~no~~ ledere som ligger over hverandre hvis de ildes ligger for nær.

Målingene er noe tidkrevende (to mann), men de opplysninger en får kan være verdifull for prospekteringen i område. (Kvalitetsbedømmelse.) Vi har også oppnådd gode resultater i Joma, der metoden er brukt til å følge opp Turam-anomalier (dype 2-300 m)

Jeg vil også benytte anledningen til å takke for jeg fikk gjøre disse målingene og for oppholdet i Mo den uken vi var der.

Med hilsen

Harald Blubalder.

SAMMENDRAG.

Det er gjort elektromagnetiske dybdesonderinger med EM SYSCAL over deler av Sølvbergsonen ved Mofjellet Gruber. Hensikten var å teste målemetoden over en kjent og forholdsvis dyp sulfidmalm. Resultatene viser at malmlaten indikeres tydelig. Både dyp og fall stemmer bra med det som er kjent fra boringer. I tillegg varierer ρt -produktet (ledningsevne x tykkelse) over malmlaten med størst verdi i nordre del. Denne del av forekomsten er ikke oppboret slik at en ikke har kontroll med dette. Målingene ble utført i samarbeid NGU.

SYSCAL EM.

Elektromagnetisk dybdesondering med kontrollert sender, CSAMT, er en ny geofysisk målemetode for malmlating i Norge. Metoden har vært testet og utprøvd i et eget forskningprosjekt ved NTH de to siste årene. Instrumentet er fransk og heter SYSCAL EM. Som et ledd i dette prosjektet ble det målt over Sølvbergsonen i Mofjellet. Denne malmsønen var tidligere indikert med Turam målinger av NGU, og boringer påviste en lang, nesten flattliggende plate på 200 - 250 m dyp (profil 46200 Y). SYSCAL EM er først og fremst beregnet på å detektere dype massive sulfidmalmer. I tillegg til å bestemme dyp og fall kan også kvaliteten (ρt -produktet) av lederen vurderes.

1.1 Måleprinsipp og måleopplegg.

Ved SYSCAL EM benyttes en sløyfe på bakken som sender. I en viss avstand (opp til 1500 m) fra sløyfen måles summen av det elektromagnetiske feltet fra sløyfen og eventuelle sekundærfelt fra ledere i undergrunnen. Det måles både elektrisk og magnetisk komponent på 12 forskjellige frekvenser. Lavere frekvens gir dypere inntrengning av EM - feltet. For hver frekvens beregnes den tilsynelatende motstand , ρ_A , av undergrunnen. Dermed fås en motstandssondering mot dypet. Ved hjelp av datamaskin og et tolkningsprogram kan en så beregne og tilpasse en lagdelt modell til de målte verdier i hvert punkt. Ved å kombinere det målte elektriske og magnetiske felt samt avstanden til sendersløyfen på forskjellige måter , har en tre forskjellige uttrykk for tilsynelatende motstand å velge mellom. Disse betegnes ρ_A , ρ_A' og ρ_A'' . Til beregning av dypet benyttes ρ_A' som kun inneholder komponenter av det magnetiske feltet. Ut fra den modell som passer til de målte data kan en beregne σt -produktet til en eventuell leder. σ og t kan ha uendelig mange verdier for et bestemt σt -produkt , men ved å anta en ledningsevne kan en beregne en tilnærmet tykkelse av lederen (eller ledningsevnen hvis en vet tykkelsen).

1.2 Måleresultater og tolkning , Sølvbergsonen.

Profil 46200 Y ble målt fra 24300 X til 25000 X med unntak av 24900 X. Desverre oppsto en feil på instrumentet slik at en i 25000 X bare fikk målt på fire frekvenser. Sendersløyfen (130 x 130 m) lå med sentrum i 46800 Y , 24700 X. Avstand mellom målepunktene var 100 m. Fig.1 viser dette. Måleforholdene var meget gode med lite støy. Instrumentet har svært liten båndbredde på de forskjellige frekvensene slik at målingene blir lite påvirket av "kulturstøy".

Måleresultatene kan presenteres på forskjellige måter. Fig. 2 , 3 og 4 viser såkalte pseudoseksjoner av de tre motstandene for profil 46200 Y. Her er ρ -verdiene i de forskjellige målepunktene plottet mot synkende frekvens (laveste frekvens er nederst). Frekvensene går fra 8.75 Hz til 17920 Hz. En slik seksjon viser hvordan den

tilsynelatende motstand varierer mot dypet og langs profilet. Det er ikke noen målestokk på dypet i en slik seksjon, så en kan ikke si noe om dypet til en leder og heller ikke noe om størrelsen. Fig. 2 som viser ρ_A , viser tydelig lave motstander på de lave frekvensene fra 24500 X til 24800 X. En slik kontrast i motstandsverdier som en ser på denne seksjonen tyder på en leder i dette området. Det ser også ut som om den er best ved 24500 X og 24800 X. For å si noe mer konkret må en tolke dybdesonderingskurven for hvert punkt. Fig. 5 - 11 viser dybdesonderingskurven for ρ_A' for alle målepunktene. De målte verdiene er plottet med *, mens den heltrukne kurven er den beregnede ut fra den innlagte og tilpassede lagmodell. Her er synkende frekvens langs X-aksen og økende tilsynelatende motstand langs Y-aksen. Når kurven synker tyder det på en leder i dypet. I punkt 24300 X, fig.5, ser det ut som om en har to ledere. En liten knekk på kurven tyder på det. En modell med to ledere er derfor lagt inn. Dypet til den øverste er 255 m og den nederste 349 m. Spesifikk motstand er satt til henholdsvis 1 og 0.1 Ω m. Dypet til de forskjellige lagene er beregnet av datamaskin ved kurvetilpasning mellom modellkurven og den målte kurven. ρ_t -produktet til den dypeste lederen i dette punktet blir :

$$\rho_t = 1/\rho_A * 7.18 = 1/.1 * 7.18 = 71.8 \text{ S.}$$

Tilsvarende modelleringer og beregninger er gjort for alle målepunkter. I punkt 25000 X har en data bare fra de 4 laveste frekvensene slik at tolkningen er noe usikker her.

Fig.12 viser profil 46200 Y med malmens beliggenhet og resultatene fra SYSCAL målingene plottet inn. Det er ρ_t -produktet som er skrevet på i hvert sonderingspunkt ved det beregnede dyp. Når en måler med SYSCAL EM langs et profil over en begrenset leder vil en også få indikert lederen i målepunkter som ligger utenfor kanten av lederen. Det beregnede dyp vil imidlertid øke og ρ_t -produktet vil avta kraftig. Dette ser en tydelig fra 24800 X til 25000 X. ρ_t faller fra 250 S til 40 S og dypet øker fra 186 m til 225 m. Den samme tendensen har en på sørsiden av malmen. Her er ikke fallet i ρ_t like stort, men det er tydelig at lederen blir dårligere og dårligere jo lenger sør en kommer. En kan ikke ut fra disse målinger si nøyaktig hvor malmens kanter er. Det en kan si er at malmsplaten iallfall går fra 24500 X til 24800 X. Fallet stemmer meget bra med det virkelige, og dybdebestemmelsen må også sies å være akseptabel. Maksimum 10 - 15 m feil på over 200 m dyp bør være bra. Terrengvariasjonene kan føre til

feil både i opptegning og i selve målingene. Måleprinsippet er egentlig basert på at sender og mottaker ligger i samme horisontalplan. Sendersløyfen ligger fast , mens mottakeren nødvendigvis må flyttes. I kupert terreng vil dette føre til høydeforskjeller sendersløyfe og målepunktene. Høydeforskjellen mellom sender og mottaker var her på maksimum 75 m , og med en avstand mellom sender og mottaker på maksimum 665 m var dette akseptabelt.

Det som imidlertid er mest interessant er det høye σ_t -produktet en får i nordre del av plata , 200 S i 24700 X og 250 S i 24800 X. Dette tyder på at plata her er tykkere eller har bedre ledningsevne. Dessuten ser det ut som om den er dårligere midt på , 24600 X. Dette kan også tolkes som to adskilte plater (ledere) hvor den nordligste har størst σ_t -produkt. Tolkning av feltkurven fra NGU's Turam målinger kan også tyde på to strømkonsentrasjoner i det kurven svekkes to steder langs profilet. Vanligvis tolkes dette som to ledere når en har konduktiv energisering med strømtilførsel direkte til en leder. Resultater fra boring på andre profil tyder imidlertid ikke på at det er to ledere , men en sammenhengende plate. Turam anomaliene er tolket som kantene på plata og dette ser ut til å stemme. De andre borprofilene er 1 km øst og 1 km vest for profil 46200 Y slik at en har ikke helt kontroll med dette profilet hvor det ikke er boret på nordre del av plata.

I de tre sydligste punktene detekteres også en noe grunnere og dårligere leder. I punkt 24500 X ser en dette tydelig (fig.7). Her faller dybdesonderingskurven på de to høyeste frekvensene. Det tyder på en leder. Deretter flater kurven noe ut. Det tyder på et høymotstandslag som ligger under. Så faller kurven igjen og det indikerer en leder under høymotstandslaget. Egentlig burde kurven flate ut på de laveste frekvensene , hvis da ikke lederen er så god at en ikke "ser" gjennom den. God ledningsevne demper det elektriske feltet raskt.

KONKLUSJON.

Det ble under gode måleforhold oppnådd resultater som tydelig indikerer Sølvbergsonen. Både fall og dyp til malmslata stemmer godt. I tillegg indikeres variasjoner i σ_t -produktet i et profil over malmen

og dette er størst på den nordligste del. Dette har en imidlertid ikke kontroll med p.g.a. at boringer mangler her. Ett profil er også for lite til å dra endelige slutninger om dette. Hadde en kunnet følge denne tendensen på flere profiler , ville en nok kunne vært mer sikker. Det vi hittil har erfart med SYSCAL er at metoden egner seg godt til å følge opp dype Turam anomalier. På den måten kan en vurdere hvor kvaliteten av lederen er best og på den måten styre boringen. Høy ledningsevne trenger imidlertid ikke nødvendigvis å bety høyt innhold av basismetaller (Cu , Zn , Pb). Massiv svovelkis eller magnetkis har meget god ledningsevne og vil også gi et høyt øt-produkt.

46 000 Y 46 200 Y 46 400 Y 46 600 Y 46 800 Y 47 000 Y

47 200 Y



Fig. 1
1:10 000

SYSCAL EM
 PLOTT AV R0a
 STED: SØLVBERGSONEN
 PROFIL: 46200Y
 DATO: 20.08.1986 HE

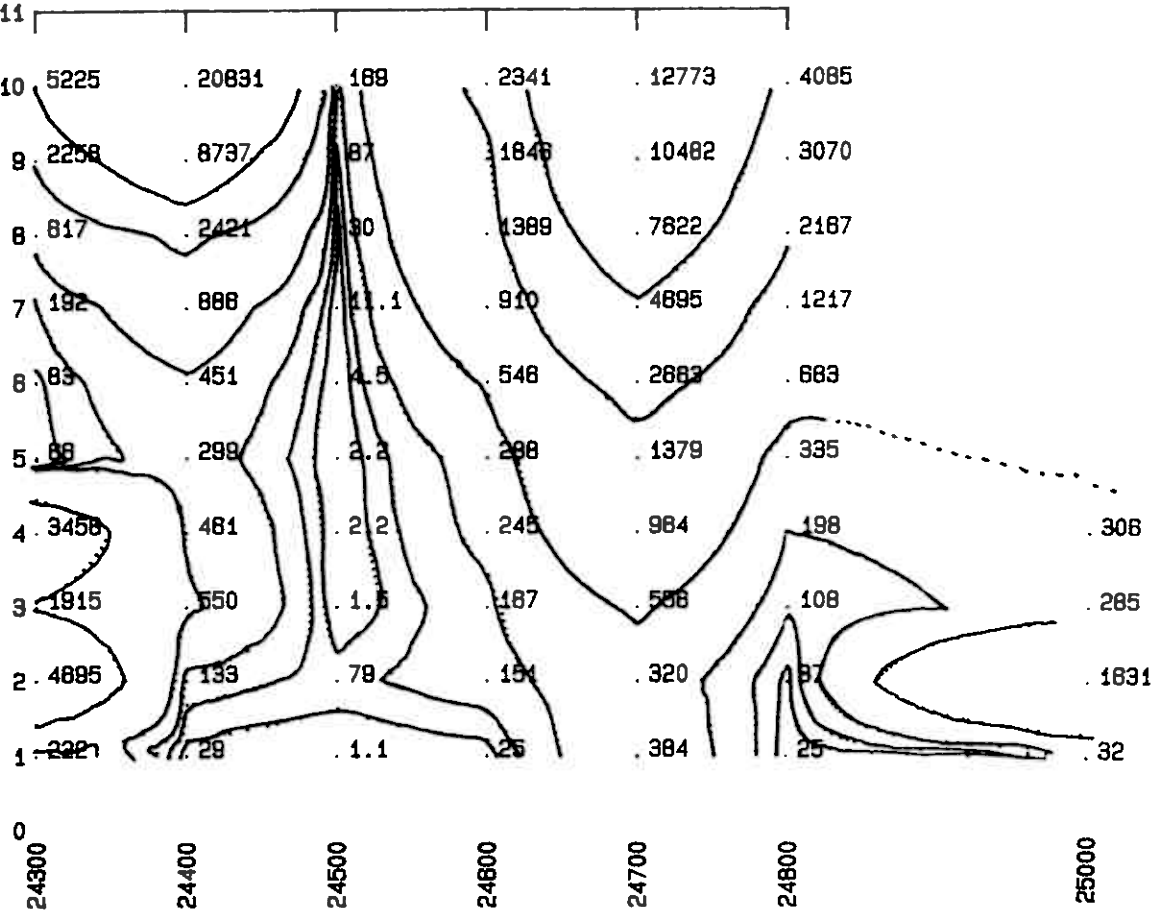
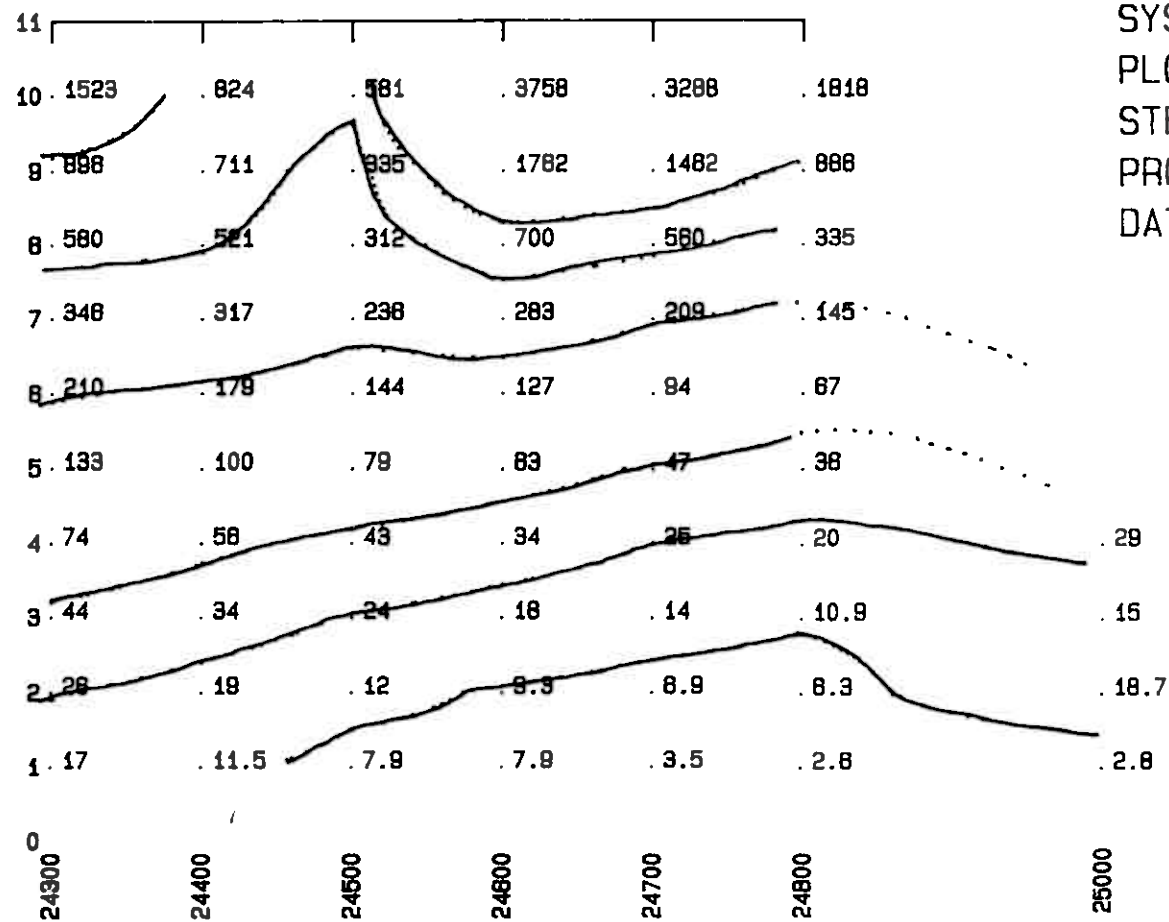


Fig. 2

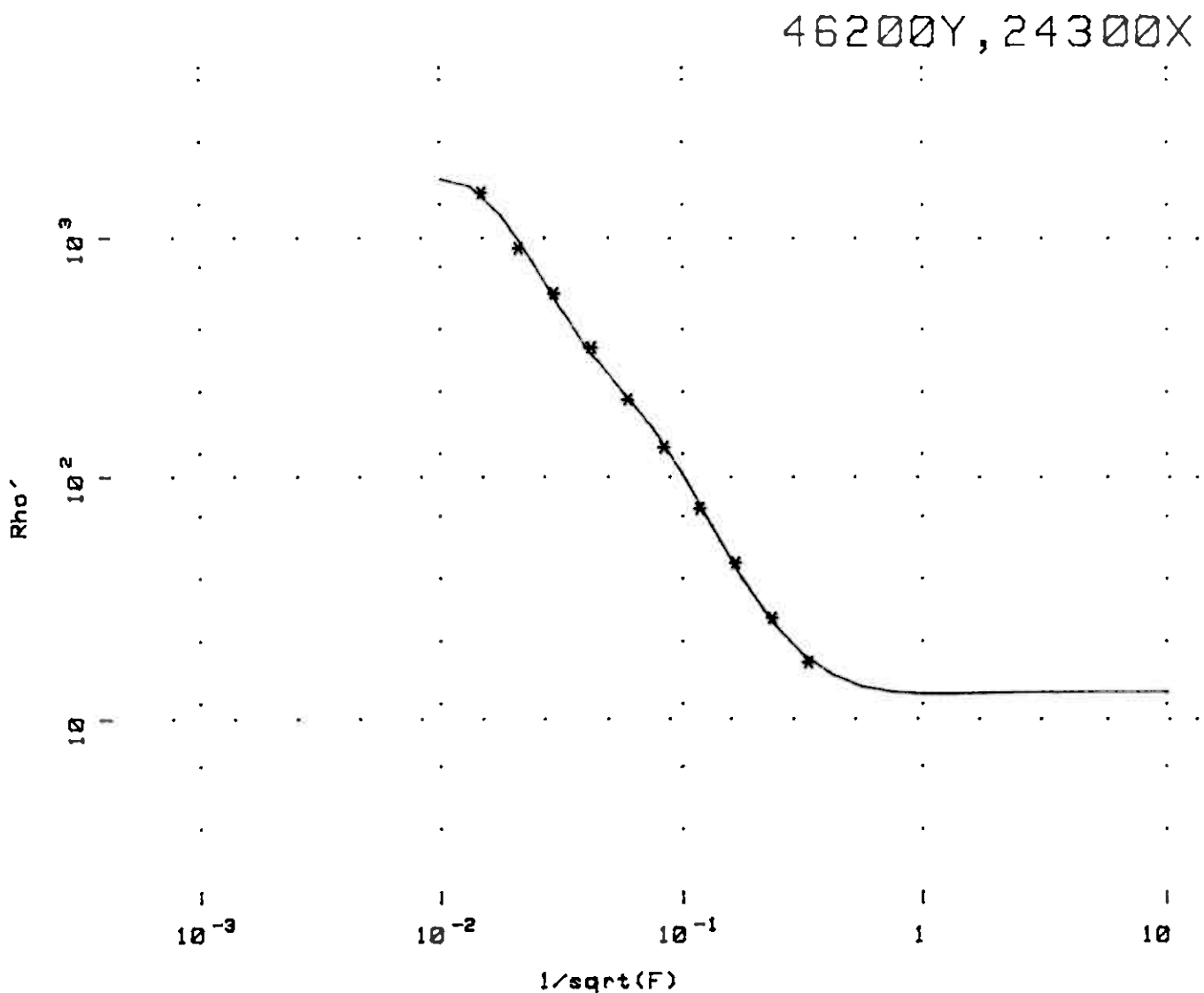
Fig. 3



SYSCAL EM
 PLOTT AV R0a'
 STED: SØLVBERGSONEN
 PROFIL: 46200Y
 DATO: 20.08.1986

MOFJELLET 1986

Resistivity (ohm.m)	Depth (m)
1500.000	0.000
1.000	255.841
2000.000	280.884
.100	348.782
2000.000	358.847

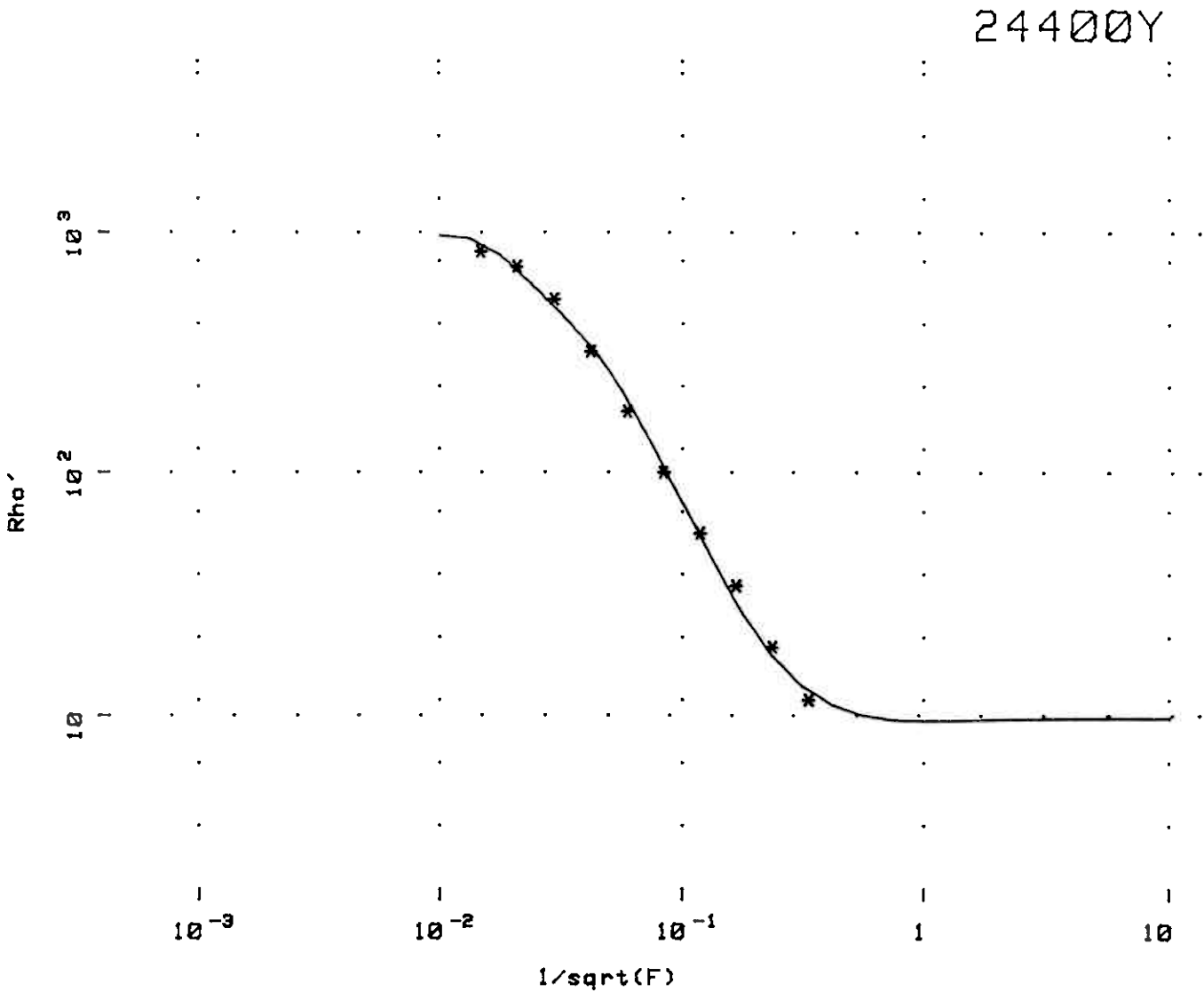


* BRGM/GPH * MELOSI *

Fig.5

MOFJELLET 1986

Resistivity (ohm.m)	Depth (m)
00	
1-----	0.000
850.000	
2-----	231.177
1.000	
3-----	233.359
2000.000	
4-----	291.402
.100	
5-----	299.445
2000.000	

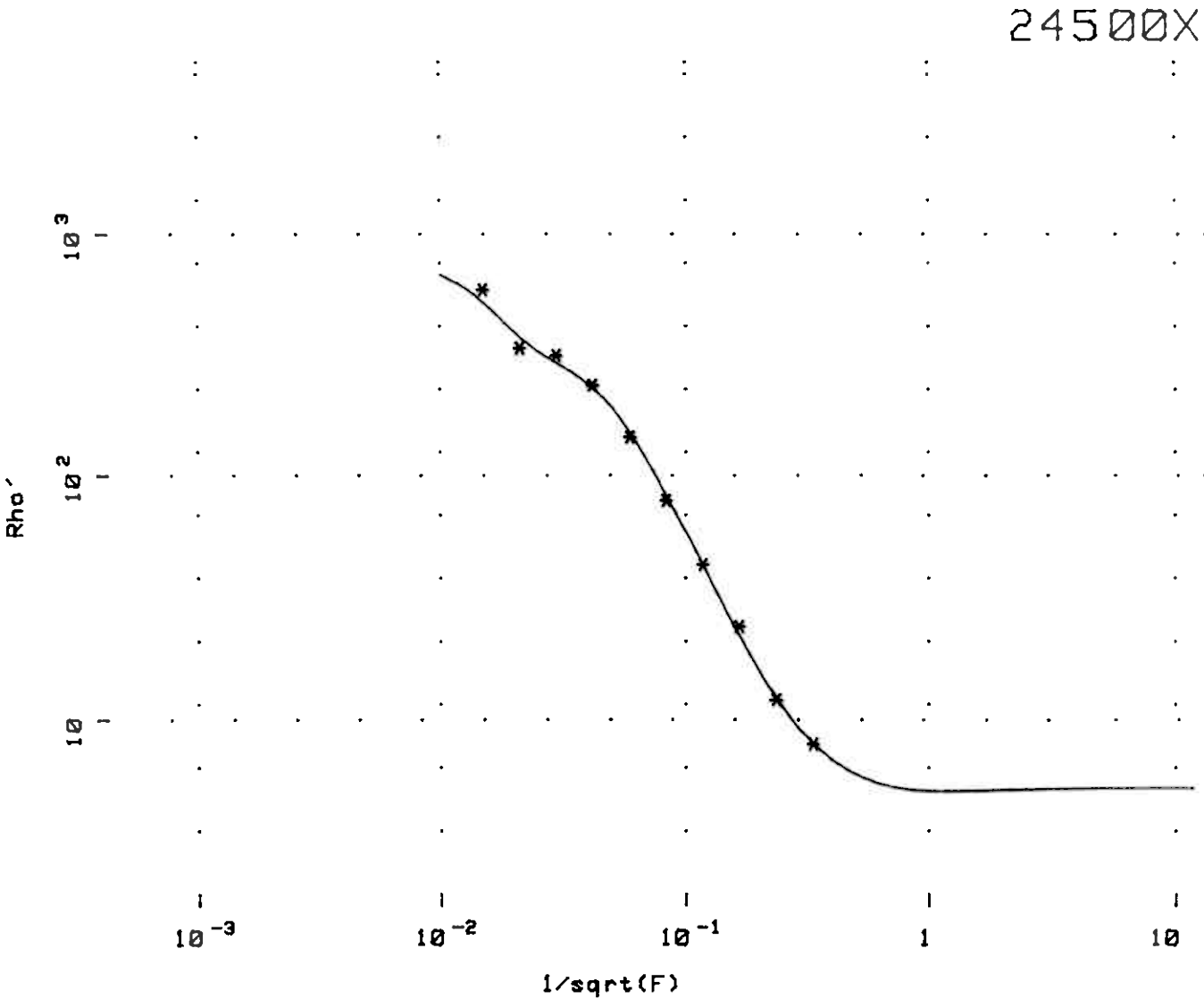


* BRGM/GPH * MELOSI *

Fig.6

MOFJELLET 1986

Resistivity (ohm.m)	Depth (m)
00	
1-----	0.000
600.000	
2-----	172.328
1.000	
3-----	173.773
2000.000	
4-----	259.933
.100	
5-----	273.531
2000.000	

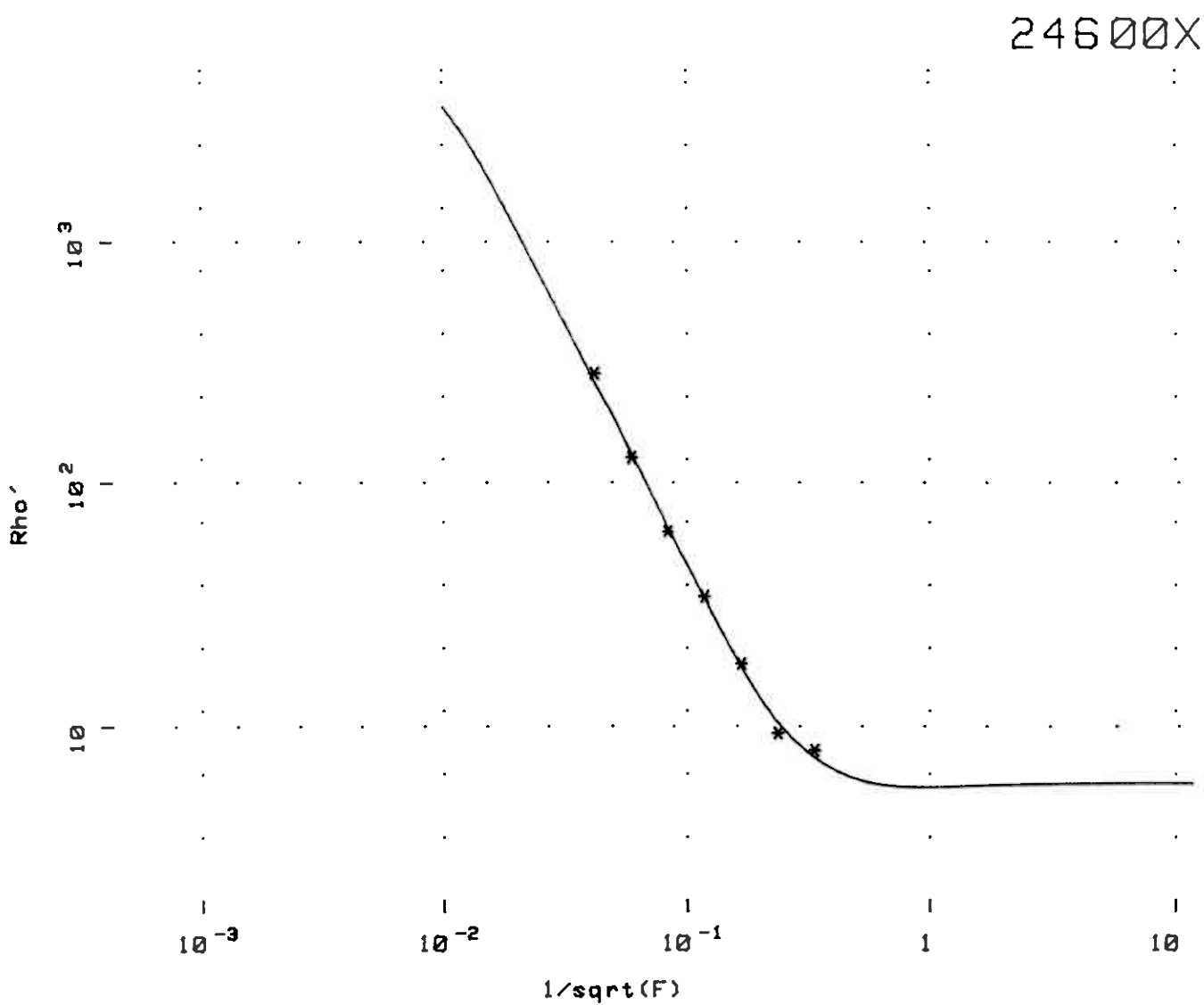


* BRGM/GPH * MELOSI *

Fig.7

MOFJELLET 1986

Resistivity (ohm.m)	Depth (m)
oo	0.000
4000.000	231.857
.100	242.444
2000.000	

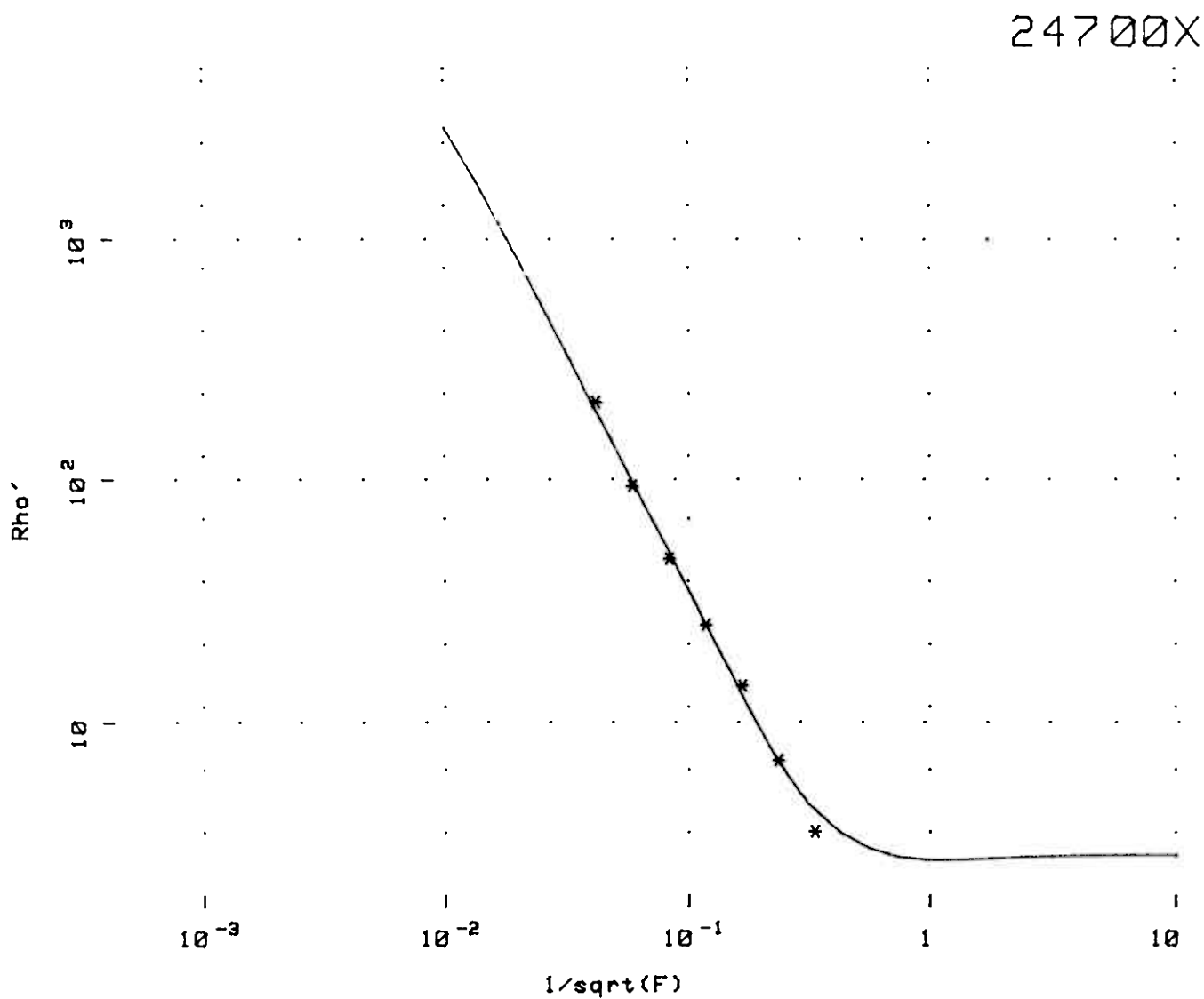


* BRGM/GPH * MELOSI *

Fig.8

MOFJELLET 1986

Resistivity (ohm.m)	Depth (m)
1----- oo	0.000
2----- 4000.000	204.179
3----- .100	224.179
2000.000	

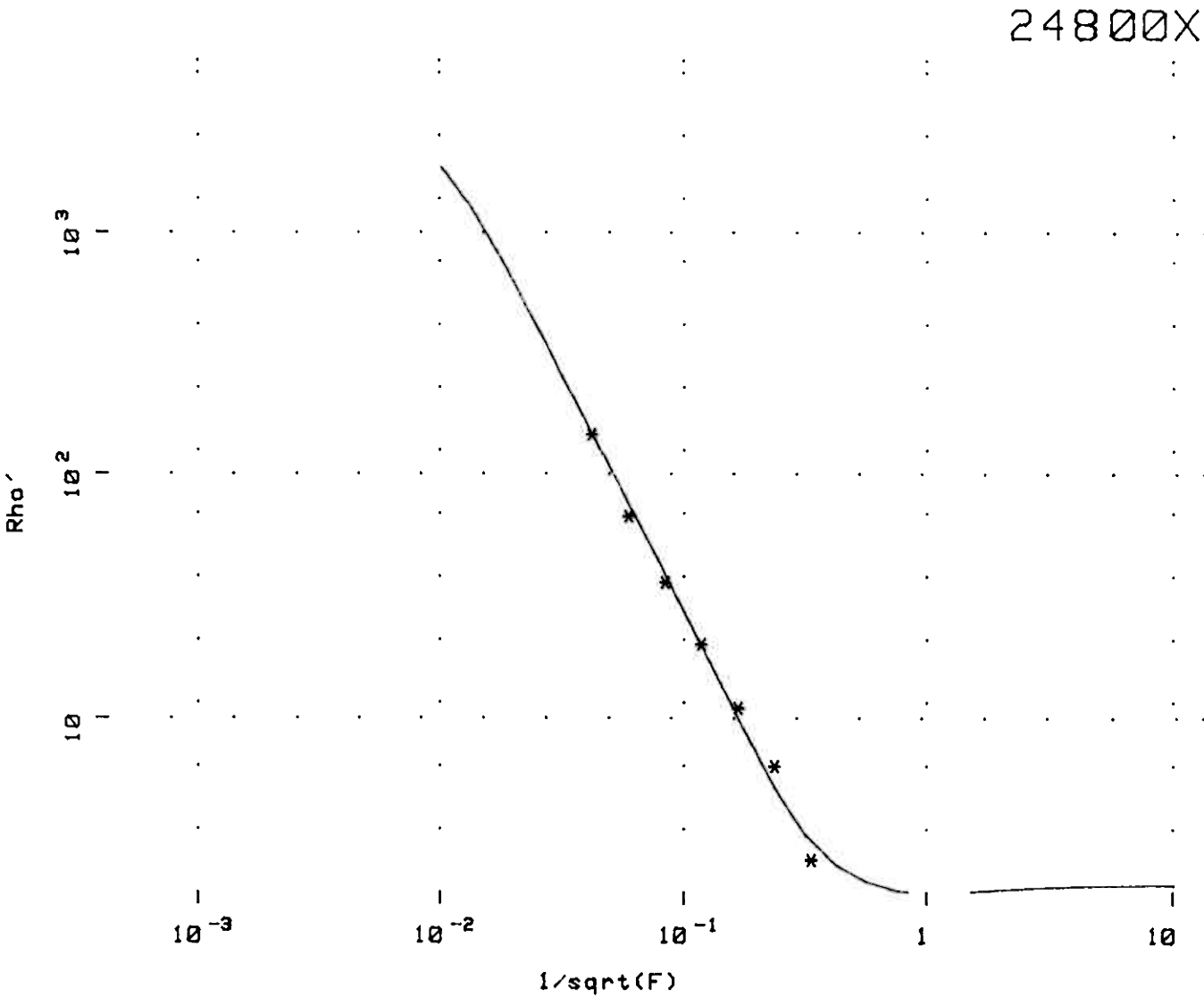


* BRGM/GPH * MELOSI *

Fig.9

MOFJELLET 1986

Resistivity (ohm.m)	Depth (m)
00	
1-----	0.000
2000.000	
2-----	186.353
.100	
3-----	211.353
2000.000	

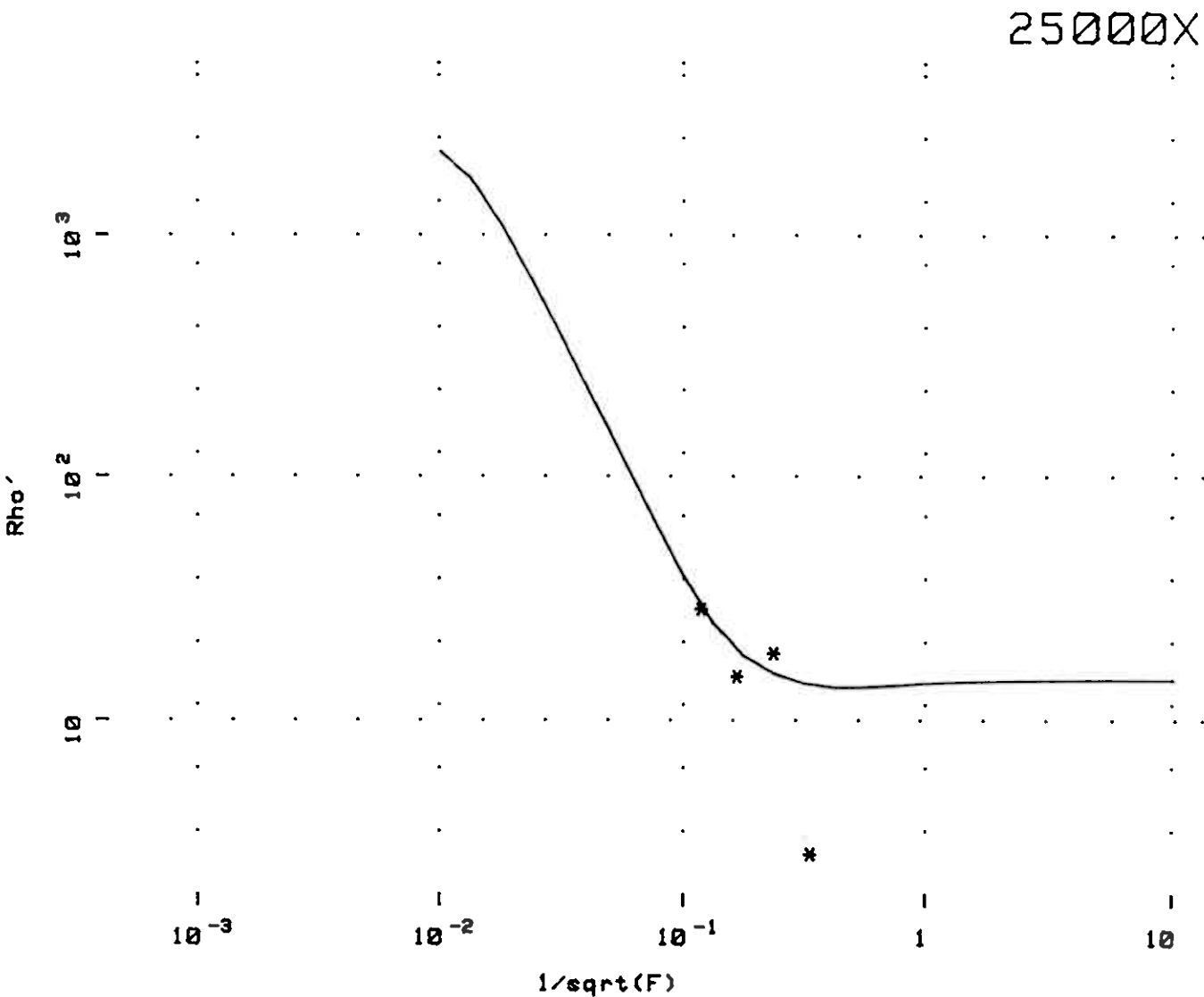


* BRGM/GPH * MELOSI *

Fig. 10

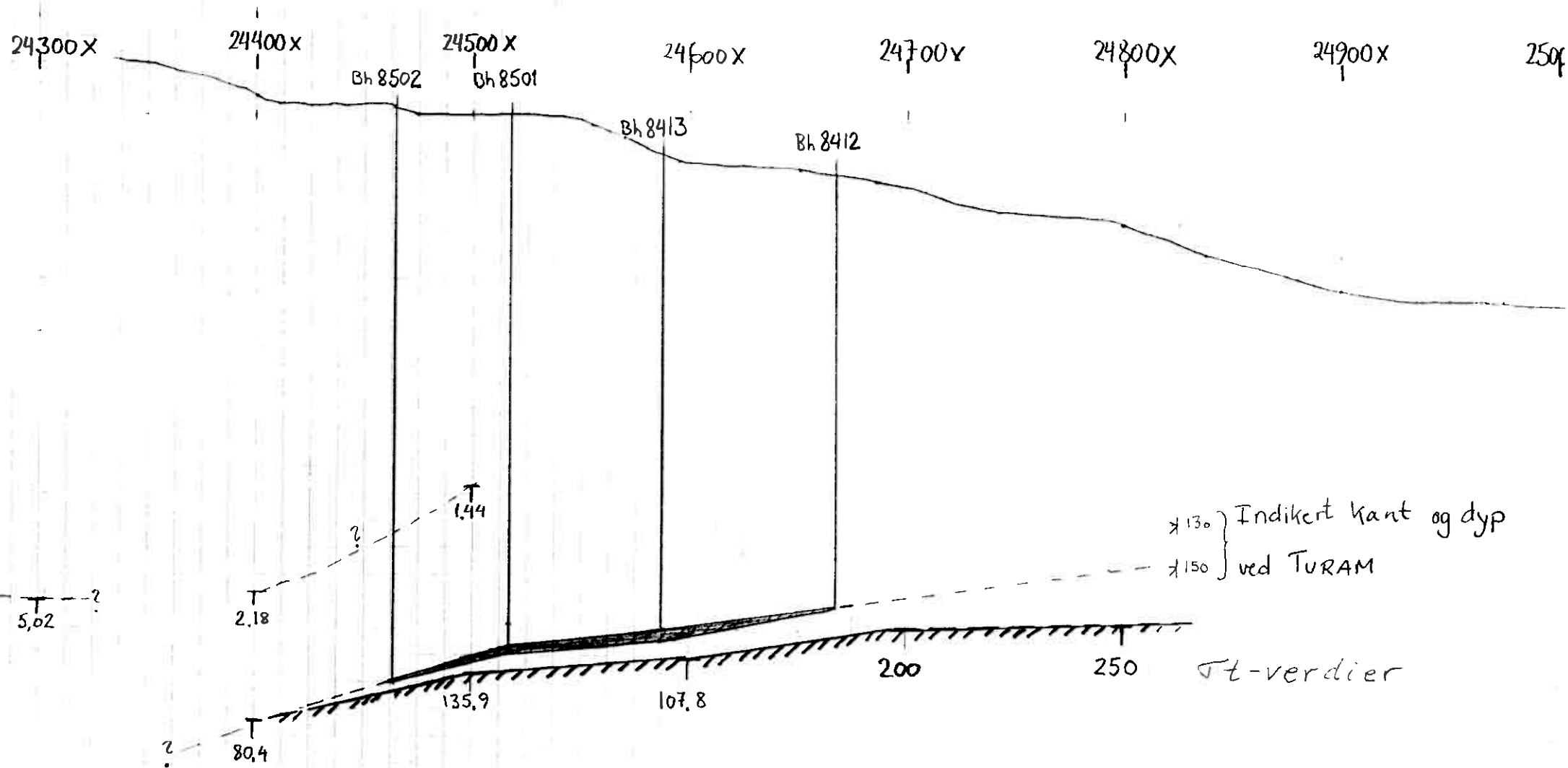
MOFJELLET 1986

Resistivity (ohm.m)	Depth (m)
oo	0.000
2000.000	225.000
.100	229.000
2000.000	



* BRGM/GPH * MELOSI *

Fig.11



T 71.8

Fig. 12

tolket beliggenhet av Leder med SYSCAL

EM SYSCAL
SØLVBERGSONEN
Plott av G-t
20.08.1986 HE.
M: 1:2500

T 40