

Công nghệ tìm kiếm quặng sắt ẩn MIREX

Tác giả: Phạm Khánh Hội

I. Lịch sử nghiên cứu:

- Năm 1966 – 1967: Đo vẽ địa vật lý tại vùng mỏ Trại Cau – Bò Cu
- Năm 1967 – 1968: Đo vẽ địa vật lý tại vùng mỏ sắt Ba Hòn – Làng Léch.
- Từ năm 1973 – 1983: Đo vẽ địa vật lý tại Phú Nhuận và Pha Léch (Lào).

Thử nghiệm xây dựng công nghệ địa vật lý tìm kiếm

- Năm 1985: Khảo sát chi tiết vùng mỏ sắt Pha Léch, viết công nghệ tìm kiếm quặng sắt ẩn với ba tiêu chí:

a. Nhanh chóng chỉ ra sự tồn tại thân quặng sau một phép đo vật lý (phép đo quy ước)

b. Ổn định về phương pháp và thiết bị đo; vùng đo tiếp địa được

c. Loại trừ ngay các đối tượng quặng sắt có hàm lượng thấp thường gọi là quặng nghèo có hàm lượng $C \leq 20 \%$

- Năm 2006: Tham gia hoạt động công nghệ tại Pháp và Singapore, sau đợt này đã đề xuất công ty Mirex mua máy SYSCAL – R2 phù hợp với việc tìm kiếm quặng sắt ẩn

- Từ 2007 đến nay: Thử nghiệm áp dụng công nghệ địa vật lý tìm kiếm quặng sắt tại các vùng: Bản Luộc, Bản Nùng I, Bản Nùng II, Phu Mon, Phu Thinh, Bó Ninh, Bản Chang, Nam Mỏ Sắt, Pắc Thây, Minh Thanh, Khuổi Tông, Ngườm Cháng...

II Phương pháp áp dụng

1 Đo từ ΔT : Đây là phương pháp được sử dụng phổ biến để tìm kiếm quặng sắt, nhất là quặng magnetit. Bức tranh trường từ còn cung cấp các thông tin về trường quặng, đứt gãy dẫn quặng và các đới biến đổi,...

2 Đo điện trường thiên nhiên theo phương pháp thế ΔV

Phương pháp này được tiến hành cùng trên tuyến đo với phương pháp từ. Phương pháp này có vai trò quan trọng trong việc phát hiện các loại hình quặng sắt đặc biệt với Limolit, Hêmatit, Gotit, Specularit,...

3 Phương pháp đo sâu phân cực kích thích với thiết bị Wenner đan dày(VES - IP)

Phương pháp này được tiến hành ngay trên vùng có dị thường từ ΔT và dị thường điện thiên nhiên ΔV .

III. Máy móc thiết bị

1. Từ kế proton GSM – 19T:

- Năm sản xuất: 2007
- Nơi sản xuất: Canada
- Tiêu chuẩn quốc tế

2. Máy đo điện trường thiên nhiên TD 2000

- Năm sản xuất: 2007
- Nơi sản xuất: Việt Nam
- Tiêu chuẩn ngành

3. Máy đo phân cực kích thích SYSCAL – R2

- Năm sản xuất: 2006
- Nơi sản xuất: Pháp
- Tiêu chuẩn quốc tế

IV. Trình tự thu thập tài liệu

1 Thu thập tài liệu địa chất

Đây là công việc quan trọng hàng đầu trong việc tìm kiếm quặng sắt. Từ các tài liệu địa chất như bản đồ địa chất, đặc biệt là các nguồn tài liệu thực tế của các nhà địa chất sẽ phác họa bức tranh trường quặng, các loại hình quặng, vị trí không gian của thân quặng sẽ giúp ích cho việc chọn lựa các phương pháp địa vật lý thích hợp để việc tìm kiếm có lợi nhất

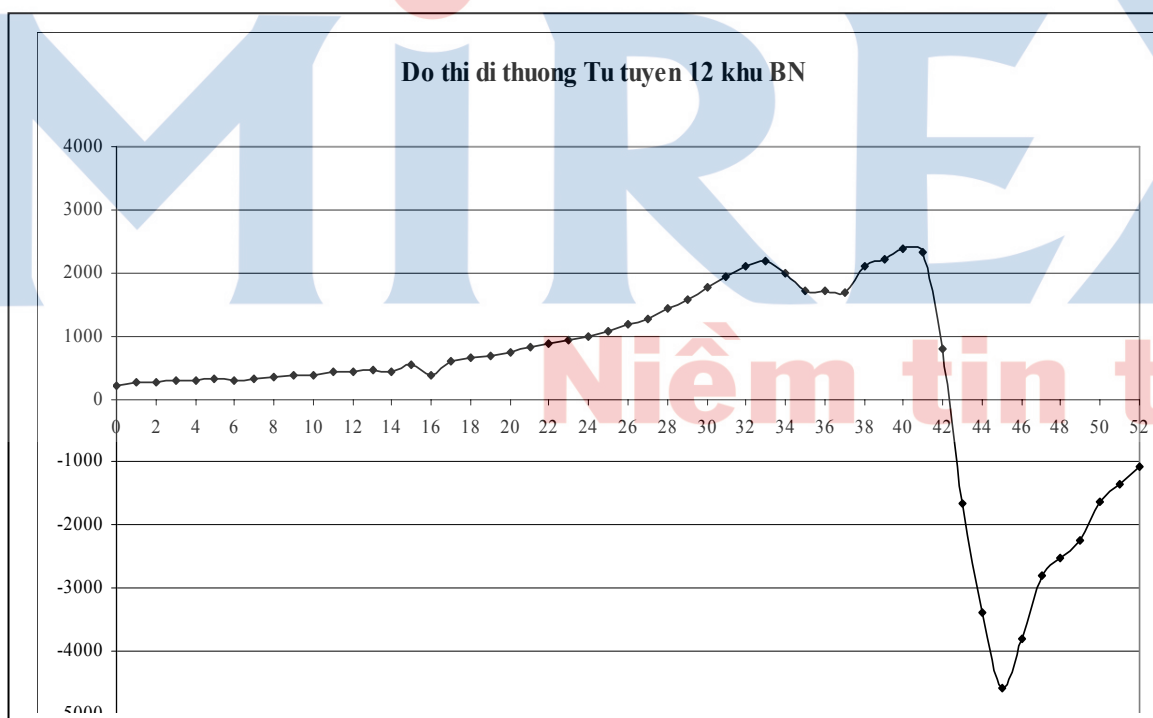
2. Đo vẽ theo lộ trình địa chất: chủ yếu dùng phương pháp từ.

Xuất phát từ điểm KT gần nơi đóng quân và thời gian luôn khép nhỏ hơn 2h30'. Cần tránh sai số do biến đổi trường ngày đêm gây ra. Bước khảo sát 5 – 10 m. Trong một vùng có thể có một số điểm KT, các điểm này cần được liên kết lại với nhau

3. Đo vẽ theo mạng lưới định sẵn: Mạng lưới này do các nhà địa chất đảm nhiệm. Dựa trên mạng lưới này sẽ tiến hành các phương pháp sau:

a Đo từ ΔT , $d=5m$

Dựa vào giá trị quan sát, toạ độ địa lý vùng quan sát và tài liệu trường từ tỷ lệ 1/200.000 để sơ bộ xây dựng vật thể gây từ, đặc biệt chú ý hướng



Hình 1: Đồ thị dị thường từ T12 BN

phát triển thân quặng xuống sâu.

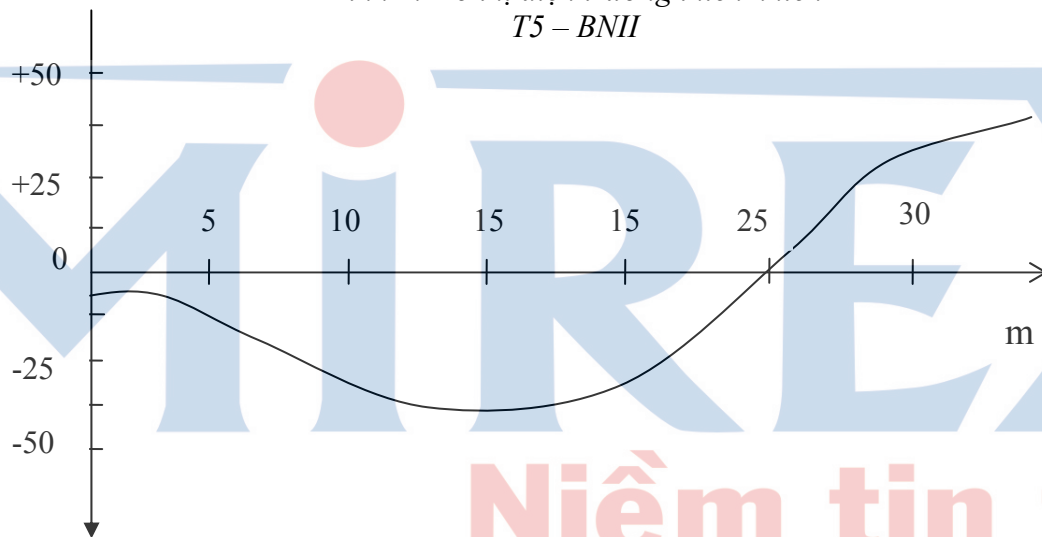
b Đo điện trường tự nhiên bằng phương pháp thế $d=5m$

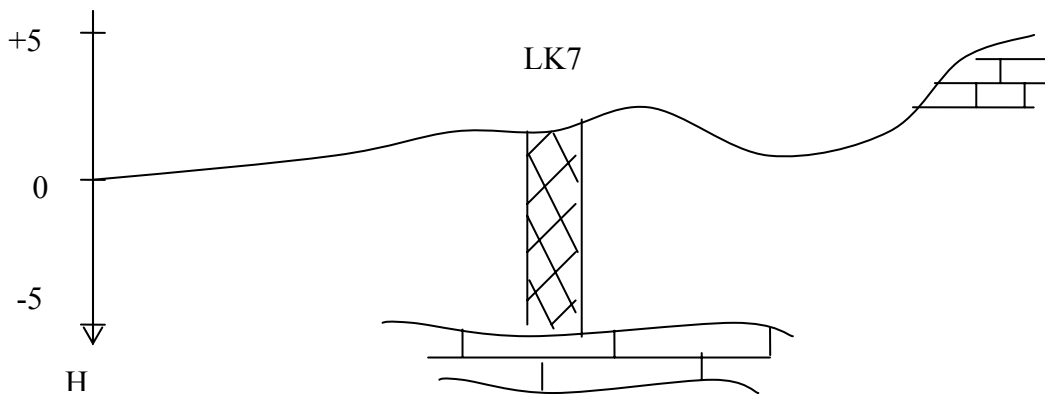
Trong nhiều trường hợp, có điều kiện thuận lợi sẽ đưa thêm phương pháp điện trường thiên nhiên vào đây. Tuyến đo trùng với tuyến đo từ, đặc biệt

những vùng nghiên cứu có trường từ thấp hoặc không rõ ràng việc sử dụng phương pháp điện trường thiên nhiên là cần thiết.

Trường điện trường thiên nhiên cũng được phân tích định tính có thể sử dụng phương pháp gradient, đo gradient toả tia để xác định phương kéo dài của thân quặng,...

$\Delta V(\text{mV})$





Đá vôi



Quặng magnetit

c. Phương pháp phân cực kích thích.

c1. Đo sâu phân cực kích thích bằng thiết bị Wenner đơn dày.

Thiết bị đo sâu phân cực kích thích được dùng theo bảng dưới đây.

Bảng 1

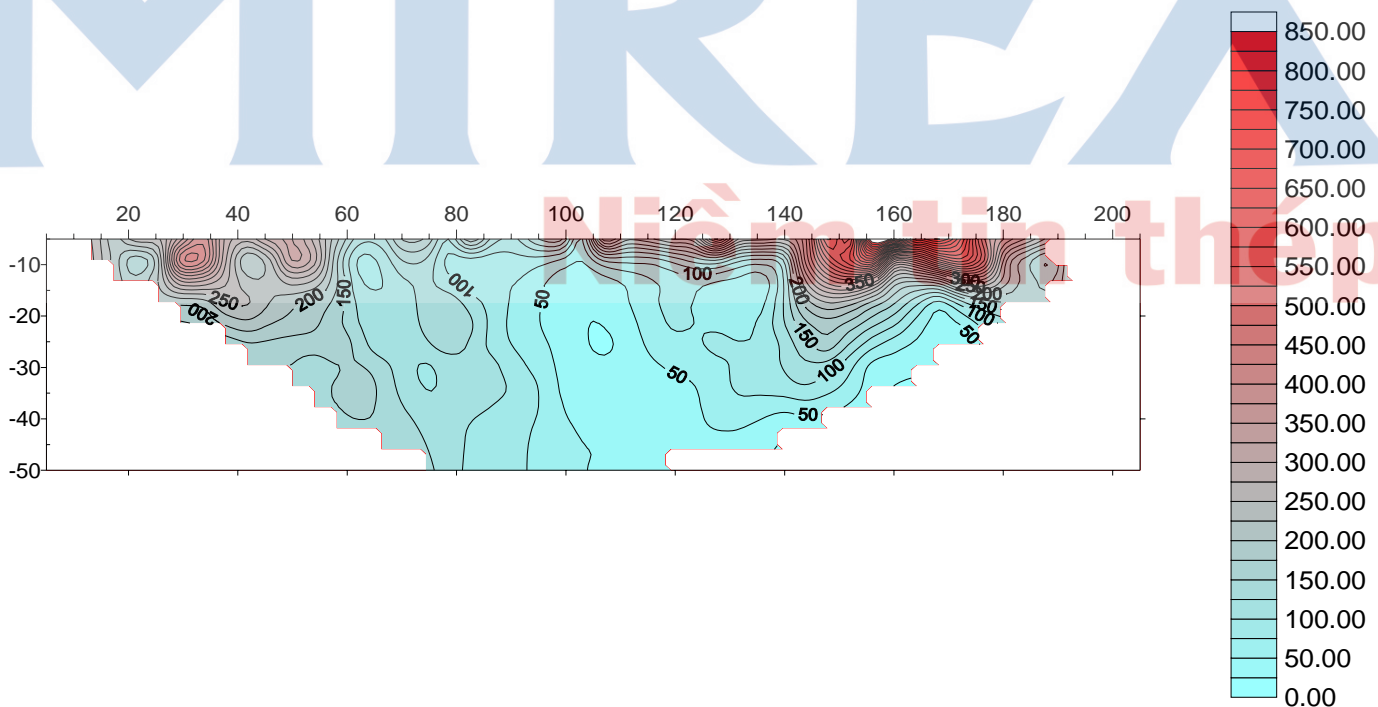
AB/2(m)	MN/2(m)
3	1
6	2
12	3
...	...
...	...
...	...
150	50
...	...

Trong trường hợp không thuận lợi có thể dùng AB/2 từ 6m trở đi. Để nghiên cứu xuống sâu có thể mở rộng AB/2 lớn hơn 150m hoặc hơn nữa

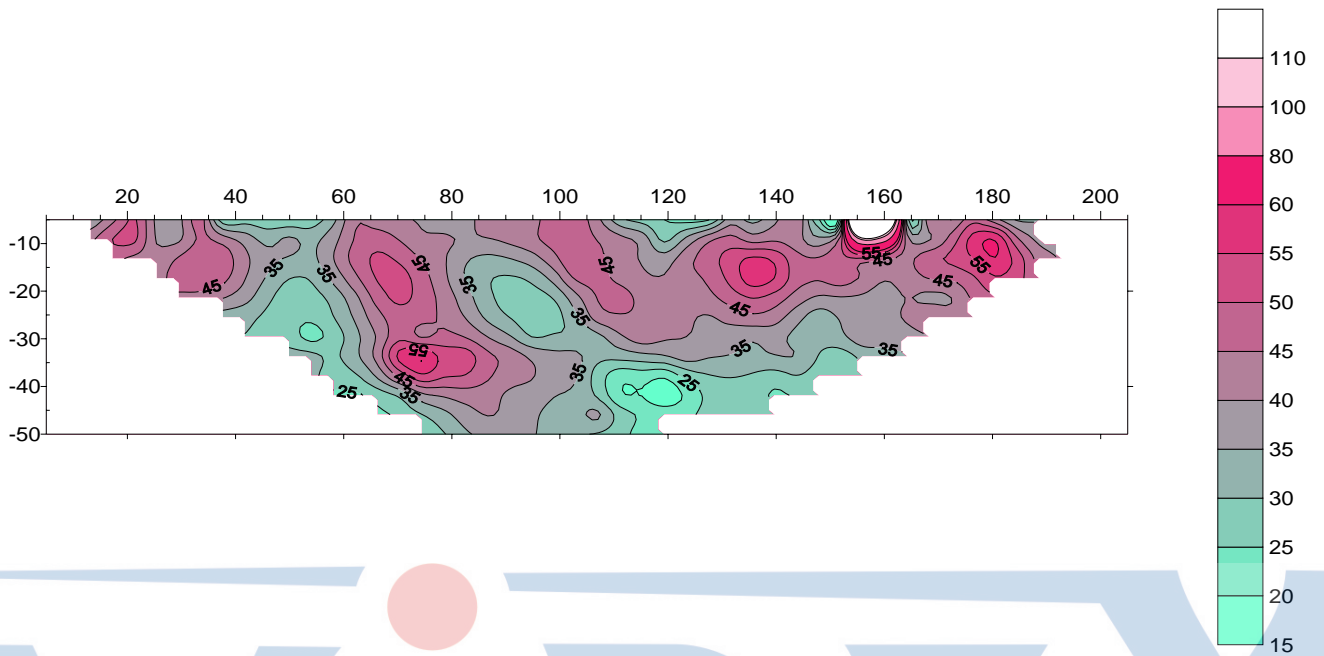
c2. Xây dựng bức tranh ảnh điện

Để có bức tranh ảnh điện về điện trở suất biểu kiến và độ phân cực biểu kiến thường áp dụng phương pháp mặt cắt lưỡng cực dịch chuyển đều. Tăng chiều sâu nghiên cứu bằng cách mở rộng OO' (tâm hai cực phát và hai cực thu) Trong những trường hợp địa hình phân cắt có thể sử dụng phương pháp mặt cắt đối xứng AMNB. Chiều sâu nghiên cứu phát triển theo việc mở rộng AB và MN

Hình 3a: Mặt cắt T5 khu S3 (R) KT



Hình 3b: Mặt cắt T5 Khu S3 (IP) KT



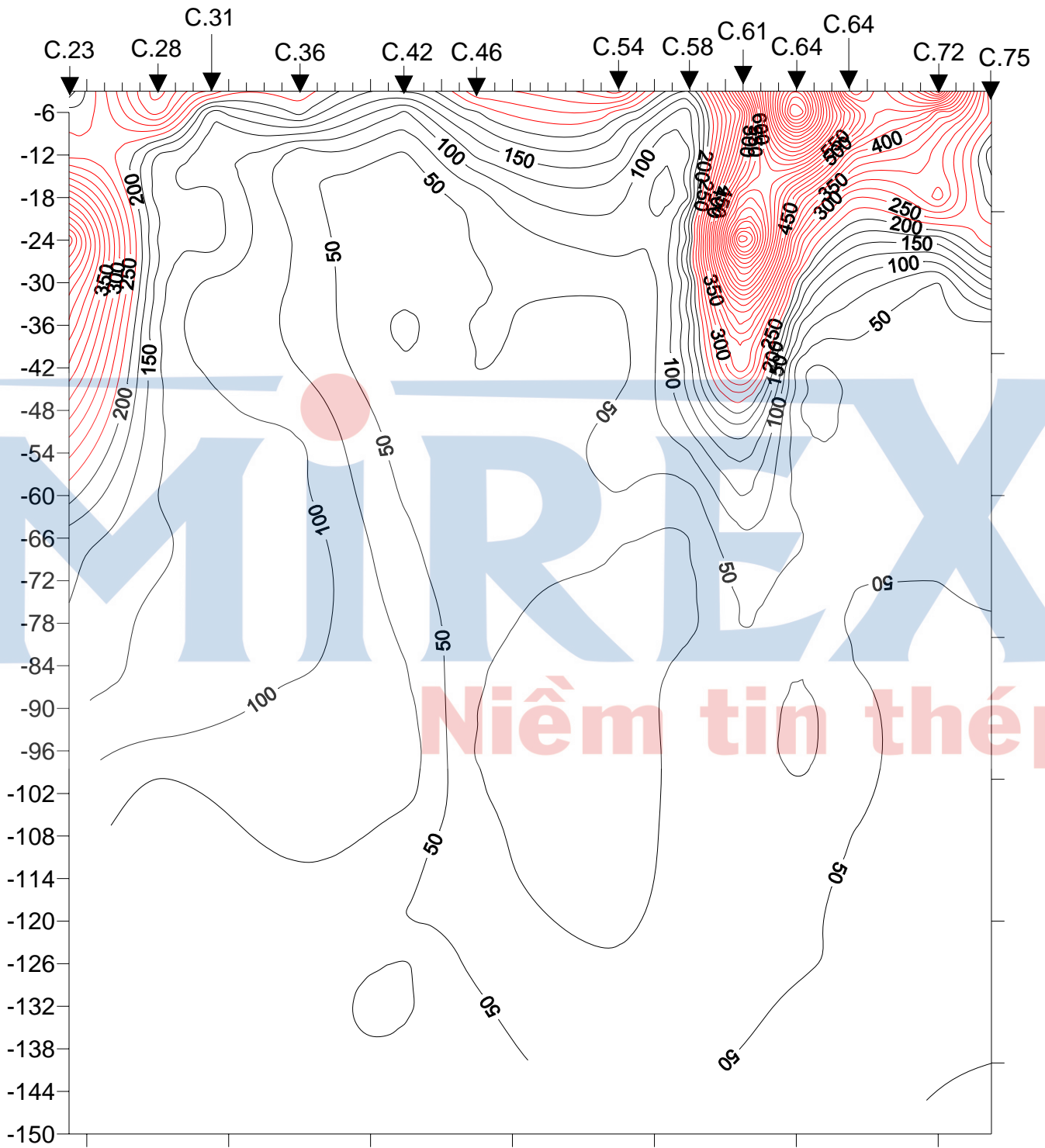
c3. Xây dựng bức tranh ảnh điện bằng chính điểm đo sâu VESIP

Đây là cách liên kết các điểm đo sâu đối xứng theo tuyến cố định.

Khoảng cách giữa các điểm là 20m

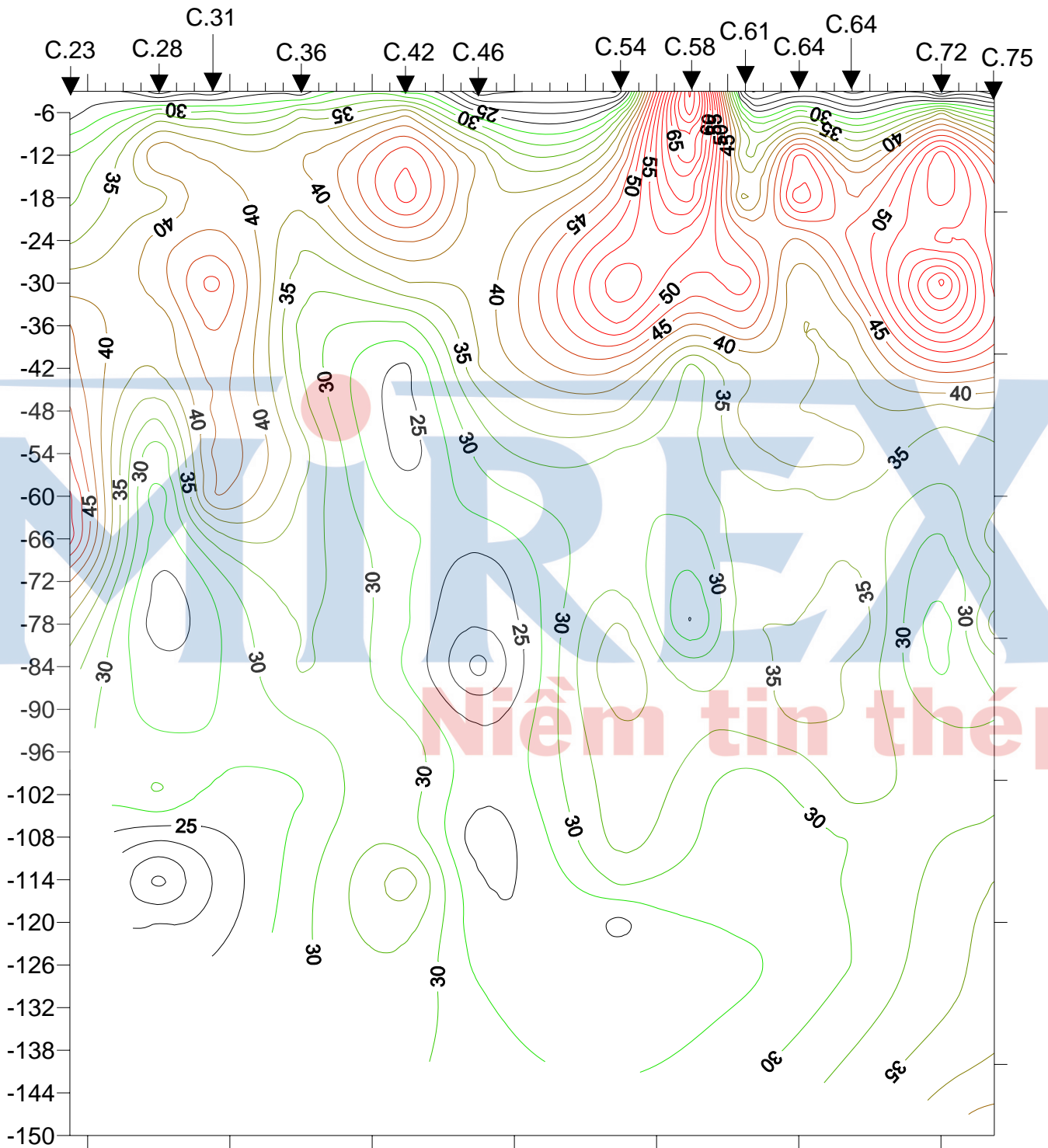
MIIREX
Niềm tin thép

Mat cat tuyến T5 Khuoi Tong
(Theo tai lieu do sau)
(R₀)



Hình 4a: Mặt cắt R₀ T5 KT

**Mat cat tuyến T5 Khuoi Tong
(Theo tai lieu do sau)
(M1)**



Hình 4b: Mặt cắt IP T5 KT

V. Phân tích định tính

1. Tài liệu từ và điện trường thiên nhiên

Những vùng khoáng hoá vừa tồn tại dị thường từ và điện trường thiên nhiên âm hoặc chỉ có từ ΔT , hoặc chỉ có ΔT điện trường thiên nhiên âm là những dấu hiệu rất cần thiết cho việc tìm kiếm các thân quặng ẩn sâu dưới lớp phủ hoặc nằm xen kẽ trong đá gốc. Mọi phương pháp phân tích chi tiết các dị thường này đều chỉ xem là định tính vì nó chưa thể đưa ra hình dạng không gian của vật thể một cách tin cậy cũng như bản chất quặng của vật thể

2. Tài liệu đo sâu phân cực kích thích

a. Xác định ranh giới vật thể bằng ma trận chéo.

Trong việc ĐSPCKT các thiết bị AB/2 đều cách nhau trung bình 6m. Do vậy việc dịch chuyển theo chiều sâu đều đặn cũng là cách theo dõi sự thay đổi bản chất vật thể được dễ dàng. Mặt khác, với một vị trí đo sẽ có M_1, M_2, M_3, M_4 tương ứng với 4 trề ta có ma trận 4 hàng 4 cột dưới đây:

	M_1	M_2	M_3	M_4
AB/2=6	x	x	x	x
AB/2=12	x	x	x	x
AB/2=18	x	x	x	x
AB/2=24	x	x	x	x

Những phép biến đổi ma trận chéo sẽ có dạng

	M_1	M_2	M_3	M_4
6	x	-	-	0
12	-	x	-	-
18	-	-	x	-
24	0	-	-	x

Đường chéo phản ánh những biến đổi về ranh giới vật thể so với môi trường. Ma trận tiếp theo sẽ có tính chòm gối và kế thừa

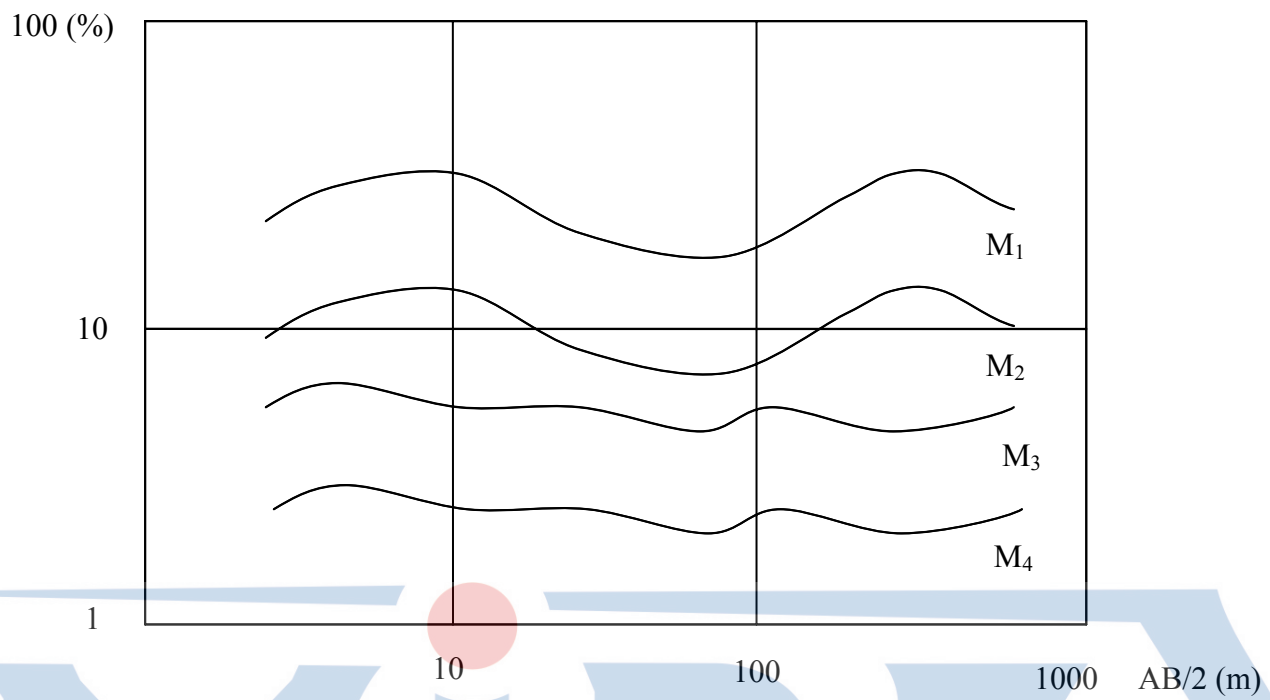
	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄
12	x	x	x	x
18	x	x	x	x
24	x	x	x	x
30	x	x	x	x

	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄
12	*			
18		*	0	
24		0	*	
30				*

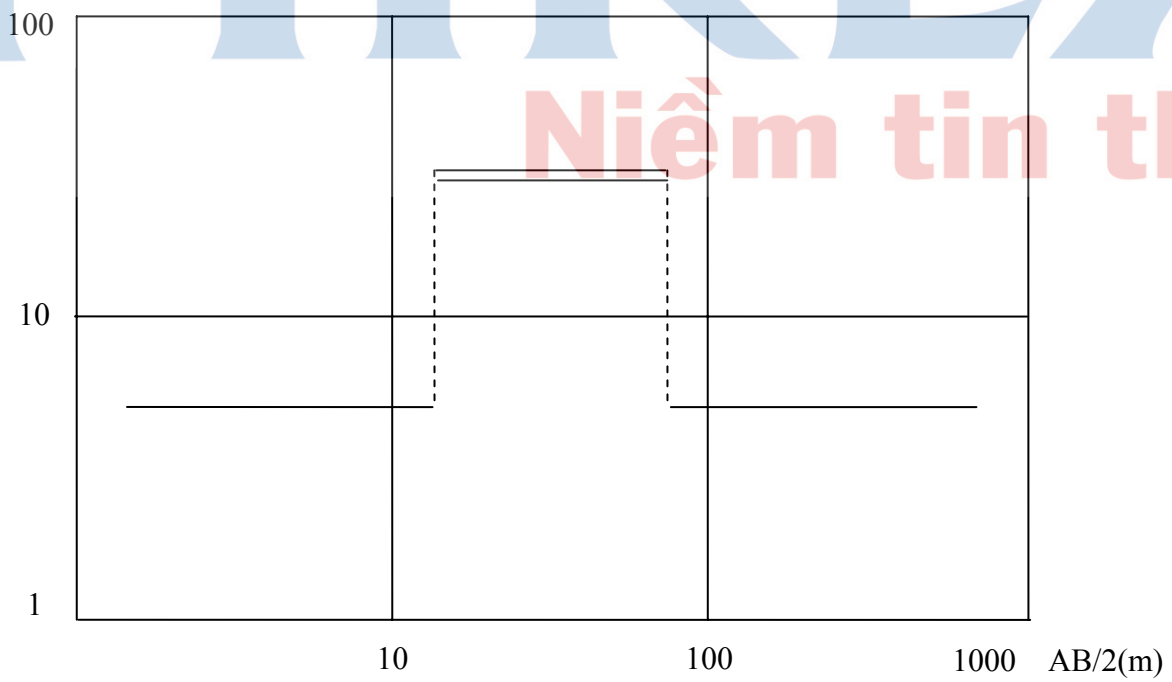
Các ma trận được kế tiếp xây dựng và chéo hoá cho đến hết giá trị quan sát. Từ giá trị chéo hoá sẽ thu được những đường cong phân chia vật thể so với môi trường xung quanh

Hình vẽ

Niềm tin thép



Hình 5a: Đo sâu 17T9 BL



Hình 5b: Đo sâu 17T9 BL – Đường chéo hoá

Từ kết quả trên hình vẽ 2 cho thấy rõ ràng có hai vật thể gây phân cực.

Một vật thể nằm nông và một vật thể nằm sâu.

b. Xác định phổ năng lượng bằng trọng số ma trận

Từ các kết quả quan sát lại xây dựng tiếp các ma trận 4 hàng 4 cột. Từ mỗi ma trận sẽ tính ra trọng số kiểu toả tia

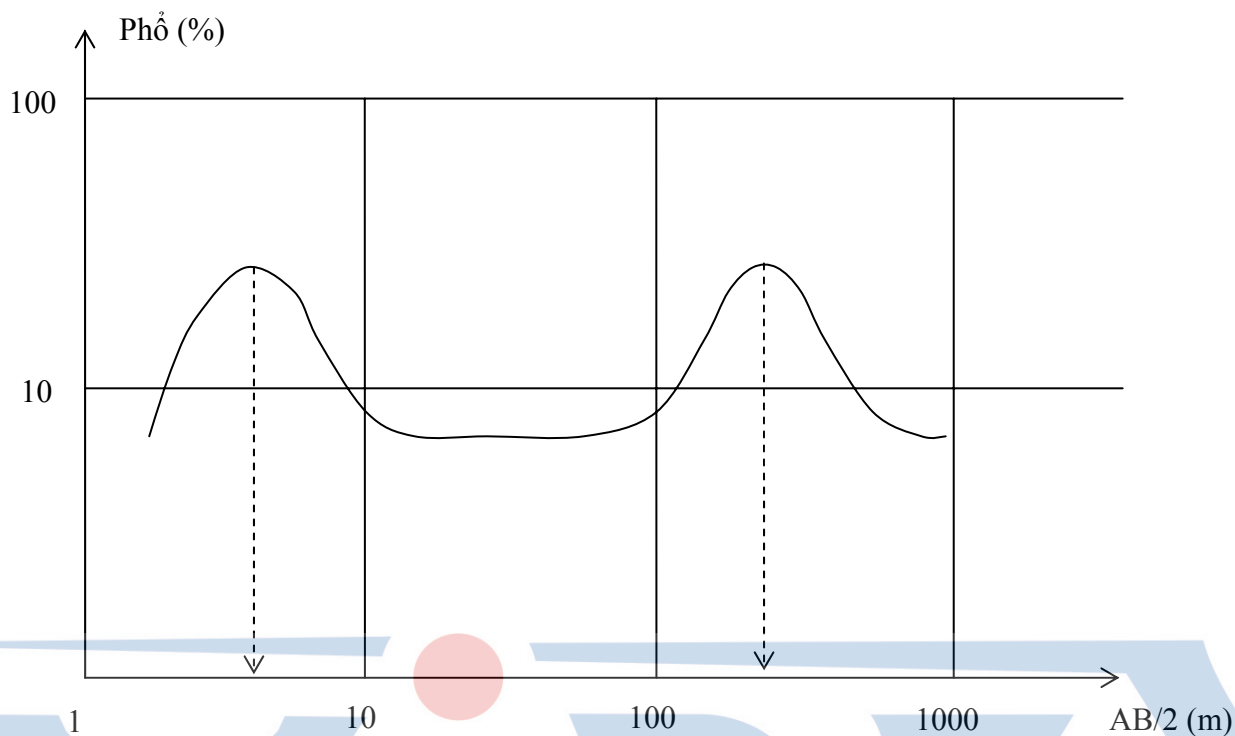
	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄
6	x	x	x	x
12	x	x	x	x
18	x	x	x	x
24	x	x	x	x

Sau khi tính trọng số

	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄
6				
12		*		
18				
24				

*: trọng số rơi vào tâm ma trận

Như vậy mỗi ma trận sẽ chỉ còn một số liệu phản ánh phổ năng lượng tập trung nhất. Tiếp tục xây dựng các ma trận có tính kế thừa và chờm gổi theo các hàng 12 – 18 – 24 và 30 cho tới hết đường cong quan sát. Đường cong phổ năng lượng thể hiện trên **hình 6**



Hình 6: Đo sâu BL 17 T9 – Phổ năng lượng

Dựa vào qui luật hình Lenitscate de Bernoullie thì phổ năng lượng phản ánh hàm lượng quặng có qui luật khác nhau. Phần trên cho thấy hàm lượng quặng có xu thế giảm khi xuống sâu. Phần dưới cho thấy xu thế quặng có chiều hướng tăng khi xuống sâu

c. Mặt cắt ảnh điện

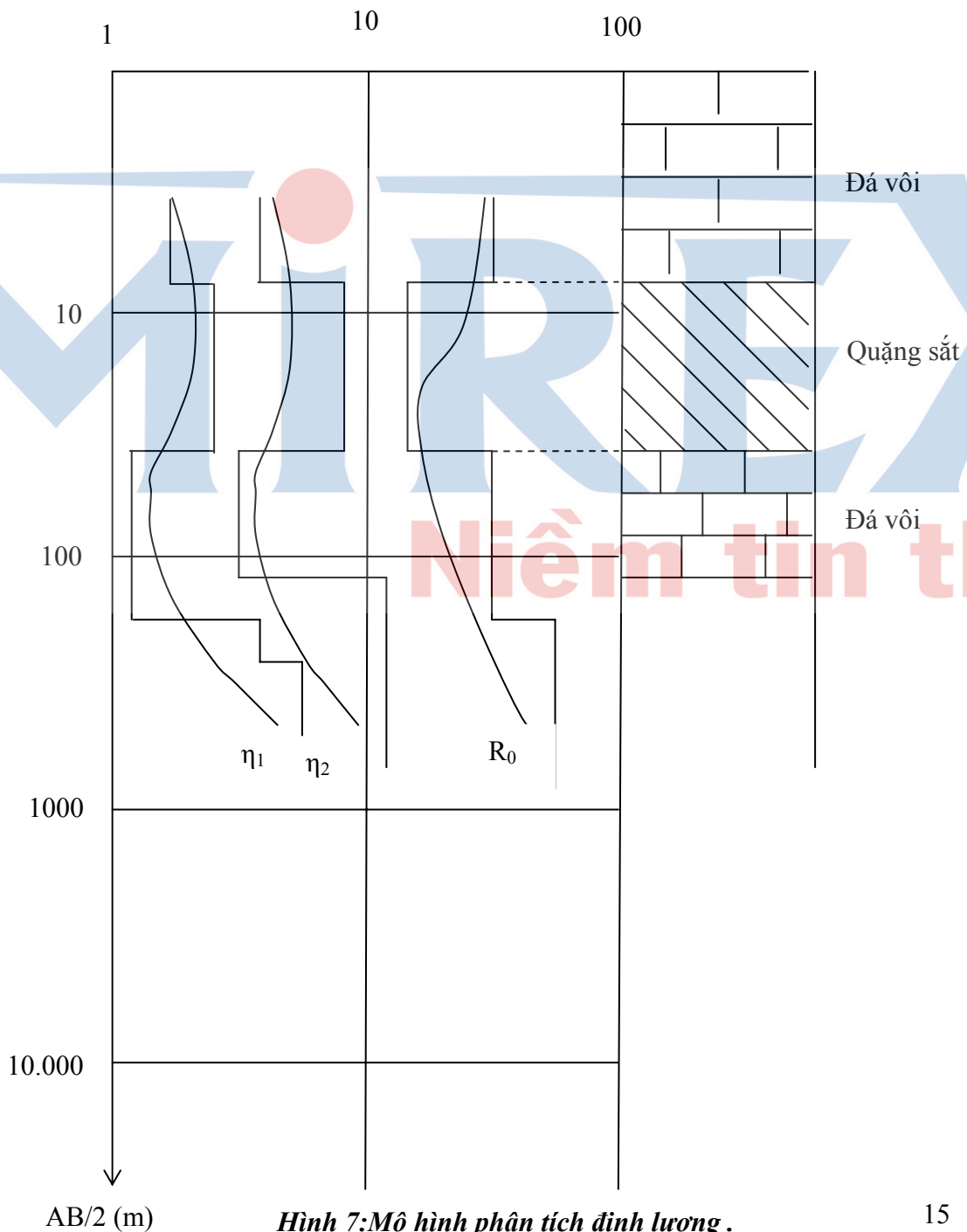
Phần này đã được giới thiệu chi tiết ở trên.

B. Phân tích định lượng tài liệu ĐSPCKT bằng chương trình VESIP 3.5

1. Chế độ chạy tự động: Tất cả 5 đường cong R_0, M_1, M_2, M_3, M_4 đều được chạy chế độ này. Công việc cần thiết ở đây là nhanh chóng chọn ra đường cong R_0 và hai đường cong phân cực có các lớp địa điện gần trùng khớp nhau về ranh giới địa điện để chuyển sang chế độ phân tích souple (mềm mại). Đường cong S_p (độ phân cực tự nhiên) có chế độ phân tích riêng nhằm phục vụ cho việc xác định các tham số thạch vật lý. Tham số nổi trội

là sự phân biệt giữa đá gốc và các trầm tích bờ ròi, giữa đá gốc phong hoá và đá gốc ổn định.

2. Chế độ souplesse: với chế độ này ba đường cong có ranh giới các lớp địa địa điện (thậm chí một lớp) gần trùng khớp sẽ được chỉnh mềm mại nhằm chọn ra một lớp trùng khớp nhau về mặt ranh giới địa điện. **Hình vẽ:**



**Hình 7: Mô hình phân tích định lượng .
ĐS1 – Phou Mi**

Với cách phân tích định tính và định lượng chỉ có một lớp địa điện có sự trùng chập cả trên 3 đường cong R_0 , η_1 và η_2

$$R_0 = 110 \text{ Ohm}$$

$$H_1 = 8 \text{ m}$$

$$H_2 = 55 \text{ m}$$

$$H = H_2 - H_1 = 47 \text{ m}$$

$$\eta_1 = 9 \%$$

$$\eta_2 = 4 \%$$

$$A = \eta_2 - \eta_1 = 5 \%$$

$$A^* = A/\rho = 5/110$$

D: độ dính kết (%)

C: Hàm lượng quặng (%)

H₃: Hoạt hoá kim loại với quặng sắt (mT)

Các đại lượng D, C, H₃ được tính toán theo các công thức sau: (*)

3. Độ dính kết D (%)

$$\ln(D + 1.75) = 17.95 - 4.5R_0 - 25.1A - 0.024A^* + 1.58A^{*2} + 0.68 \ln R + 35.3 \ln(A + 1.47) + 0.65 \ln(A^* + 1.58 + 3.8L) \quad (1)$$

4. Hàm lượng quặng C (%)

$$\ln(C + 0.45) = 9.55 \ln(S_+ + 1.75) + \ln(3.5A^* + V + 0.6D/2) \quad (2)$$

5. Hoạt hoá kim loại H₃

$$\ln(H_3 + 95.7) = \ln(M/R_0 + 8.56D/2) - Z_f \ln(A^* + 1.76) \quad (3)$$

Với loại hình quặng Sulfua, H₅ được tính theo công thức sau:

$$\ln(H_5 + 107.9) = \ln(M/R_0 + 8.56D/3) - Z_f \ln(A^* + 1.76) + S_+ \ln(A^* + 1.76) \quad (4)$$

6. Xây dựng cột lỗ khoan theo tài liệu địa vật lý

Đây là bước quan trọng nhất trong việc tìm kiếm quặng bằng phương pháp địa vật lý. Sau bước này ta có thể chuyển tất cả các thông số cho các

nhà địa chất sử dụng. Việc liên kết theo tuyến, theo thân quặng hoặc theo cấu trúc trường quặng sẽ do các nhà địa chất quyết định.

Bảng 2: Giá trị các tham số đá và quặng sắt

CÁC THAM SỐ CHỦ YẾU

D(%)	C(%)	H ₃ (mT)	Đối tượng
≥ 70	-	-	Đá vôi rắn chắc
≥ 70	-	-	Gabro rắn chắc
40 – 60	-	-	Gabro phong hoá
≥ 72	-	-	Granit rắn chắc
40 – 55	-	-	Trầm tích lục nguyên
30 – 45	-	-	Đất sét
15 – 30	-	-	Đất sét ẩm, đất phủ
60 – 70	30 – 90	90 – 150	Magnetit dạng góc
55 – 60	30 – 90	90 – 120	Magnetit dạng eluvi - deluvi
45 – 55	30 – 90	80 – 110	Hematit, limolit, gotit

(*) Ghi chú: Việc tính các tham số D, C, và H₃ từ phương trình toán lý do Phạm Khánh Huy thực hiện

Cột lỗ khoan theo tài liệu địa vật lý:


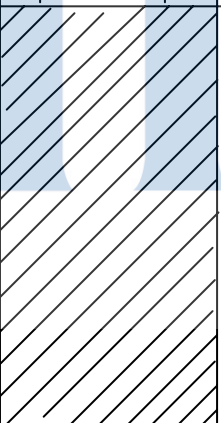
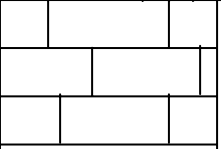
Kết luận

Công nghệ tìm kiếm quặng sắt ản Mirex đã vượt qua phương pháp mà là công nghệ. Công nghệ này có khả năng giải quyết các vấn đề sau:

1. Sau khi đo sâu phân cực kích thích có ngay câu trả lời “có” hoặc “không” có quặng. Nếu “có” sẽ lập tức đưa ra vị trí không gian của thân quặng gồm các tham số như độ kết dính D, hàm lượng quặng C và hoạt hoá kim loại H₃.

2. Công nghệ có thể tiến hành với quy mô công nghiệp trên vùng rộng nhằm xác định vị trí không gian của thân quặng. Nhà đầu tư dựa trên sơ đồ này có thể khoan kiểm tra một số vị trí hoặc có thể thuê công ty Mirex.
3. Công nghệ cũng sẵn sàng đo ngay tại một vị trí mà nhà đầu tư cần nghiên cứu để đưa ra **một câu trả lời** “có” hoặc “không” như đã nêu trên sau một phép đo vật lý

Hình 8: Cột lỗ khoan địa tầng ĐS1 Phou Pha Léch

Chiều sâu (m)	Địa tầng	Mô tả
8		Đá vôi D = 72,5 % nằm dưới lớp phủ mỏng
		Magnetit rắn chắc D = 67,5 % C = 57 % H ₃ = 121 mP Hàm lượng quặng có xu thế tăng theo chiều sâu
55		Đá vôi ổn định D = 74 %