

# MỘT SỐ KẾT QUẢ PHƯƠNG PHÁP ĐỊA VẬT LÝ LỖ KHOAN TRONG THĂM DÒ MUỐI MỎ KALI Ở KHAMMOUAN VÀ SAVANNAKHET, CHDCND LÀO

NGUYỄN TRƯỜNG LƯU<sup>1</sup>, KIỀU HUỖNH PHƯƠNG<sup>1</sup>, NGUYỄN VĂN SANG<sup>1</sup>,  
NGUYỄN THẾ HÙNG<sup>1</sup>, NGUYỄN TRẦN TÂN<sup>2</sup>, NGUYỄN TUẤN TRUNG<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Liên đoàn Vật lý Địa chất, Km9, Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội;

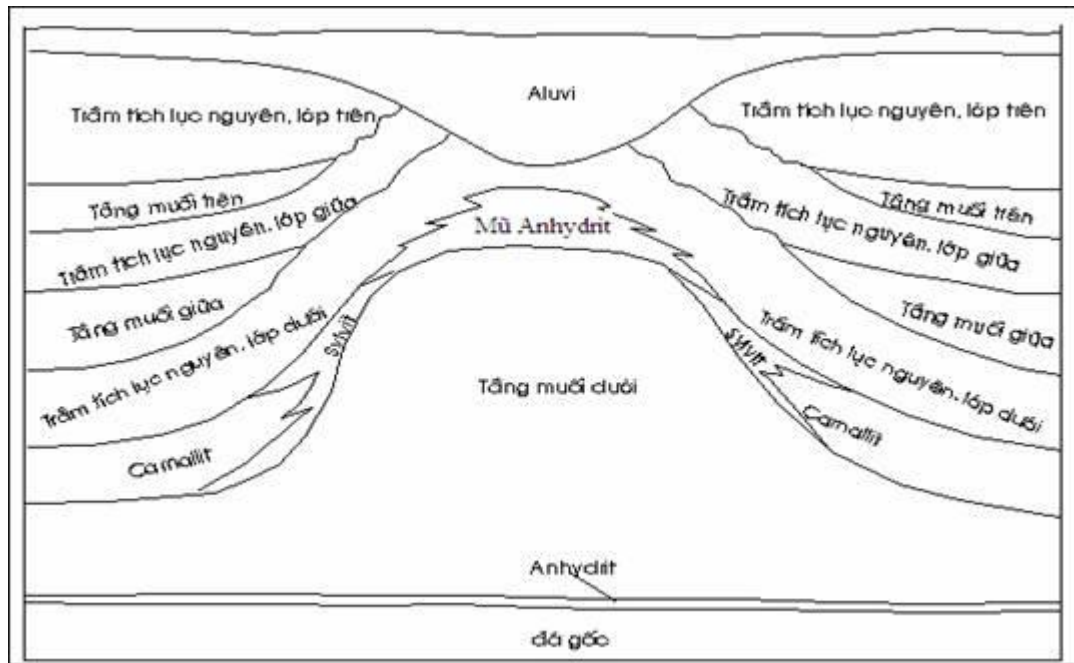
<sup>2</sup>Hội KHKT Địa Vật lý Việt Nam, <sup>3</sup>Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Đông Ngạc, Từ Liêm, Hà Nội

**Tóm tắt:** Hiện nay trên thế giới áp dụng nhiều phương pháp địa vật lý tìm kiếm, thăm dò muối mỏ. Bài báo này đề cập đến một số phương pháp địa vật lý thăm dò muối mỏ kali, trong đó có phương pháp xử lý số liệu để tính hàm lượng muối thông qua số liệu đo địa vật lý ở CHDCND Lào.

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự tồn tại của tầng muối mỏ Halit (NaCl) và Canalit (KCl) tại vùng Sakon Nakhon - Thái Lan kéo sang tỉnh Khammouan và tỉnh Savannakhet thuộc CHDCND Lào. Tại đây đã phát hiện được 3 tầng muối: tầng trên, tầng giữa và tầng dưới (Hình 1). Các tầng muối phân bố trong tầng Maha Sarakham và được chia thành 10 tập. Công tác thăm dò muối mỏ ở đã tiến hành với các phương pháp địa vật lý: địa chấn phản xạ 2D, địa chấn dọc thành lỗ khoan (VSP), địa vật lý lỗ khoan cùng với công tác khoan, lấy mẫu.

Việc xác định hàm lượng muối kali (Carnallit) từ trước tới nay theo kết quả phân tích hóa mẫu lõi khoan. Trong dự án này đã tính hàm lượng muối kali thông qua tài liệu đo địa vật lý lỗ khoan.



Hình 1. Mô hình cấu trúc vùng mỏ muối ở các vùng Khorat và Sakon Nakhon (theo Hite, 1982).

Để xác định các tầng muối, ngoài công tác khoan, đã tiến hành đo địa chấn phản xạ 2D, địa chấn dọc thành lỗ khoan (VSP) và địa vật lý lỗ khoan. Trong bài báo này các tác giả trình bày kết

quả xác định các tập muối kali và phương pháp tính hàm lượng muối bằng tài liệu địa vật lý lỗ khoan.

## **II. ĐO ĐỊA VẬT LÝ LỖ KHOAN**

Để phát hiện và tính hàm lượng tập muối kali, tại đây đã đo địa vật lý các lỗ khoan với tổ hợp phương pháp: điện trở, gamma tự nhiên gamma-gamma, phổ gamma và đường kính lỗ khoan.

Máy và thiết bị đo: máy đo là trạm đo địa vật lý lỗ khoan MATRIX (Mỹ) có sử dụng bộ điều khiển MGX-4 tạo thành một trạm đo hoàn chỉnh với các đầu đo là: 2PGA (đo gamma tự nhiên), 2SNA (đo phổ gamma), 2PEA (đo điện trở suất), 2PCA (đo đường kính lỗ khoan), KLP (đo gamma - mật độ).

Việc đo ghi được bắt đầu từ khi kéo đầu thu từ đáy lỗ khoan lên liên tục cho đến miệng lỗ khoan.

Các phương pháp địa vật lý lỗ khoan đã thực hiện trong 3 lỗ khoan LK-1 (358,5 m), LK-2 (395,6 m) và LK-3 (383,4 m):

Số liệu đo được máy tự động ghi và hiển thị trên màn hình máy tính và được xử lý bằng phần mềm chuyên dụng (Welcad).

## **III. PHÂN TÍCH ĐỊA CHẤT TÀI LIỆU ĐỊA VẬT LÝ LỖ KHOAN**

### **1. Phân chia địa tầng lỗ khoan LK2**

Theo kết quả địa vật lý lỗ khoan, mẫu địa chất, cột địa tầng lỗ khoan LK2 được phân chia như sau:

Từ 0 đến 15,00 m là trầm tích Đệ tứ: điện trở suất nhỏ, mức phóng xạ trung bình.

Từ 15 m đến 90,62 m là tập trầm tích lục nguyên, cường độ phóng xạ  $8 \mu\text{R/h}$ , điện trở suất trung bình cỡ  $11 \Omega\text{m}$ .

Từ 90,65 m đến 110,22 m là tập muối ăn, có cường độ phóng xạ rất thấp (cỡ  $0,8 \mu\text{R/h}$ ) và điện trở suất cao đạt đến  $114 \Omega\text{m}$ .

Từ 110,22 m đến 198,12 m là tập trầm tích lục nguyên, có đặc trưng giá trị trường phóng xạ, cũng như dị thường mật độ đều thấp.

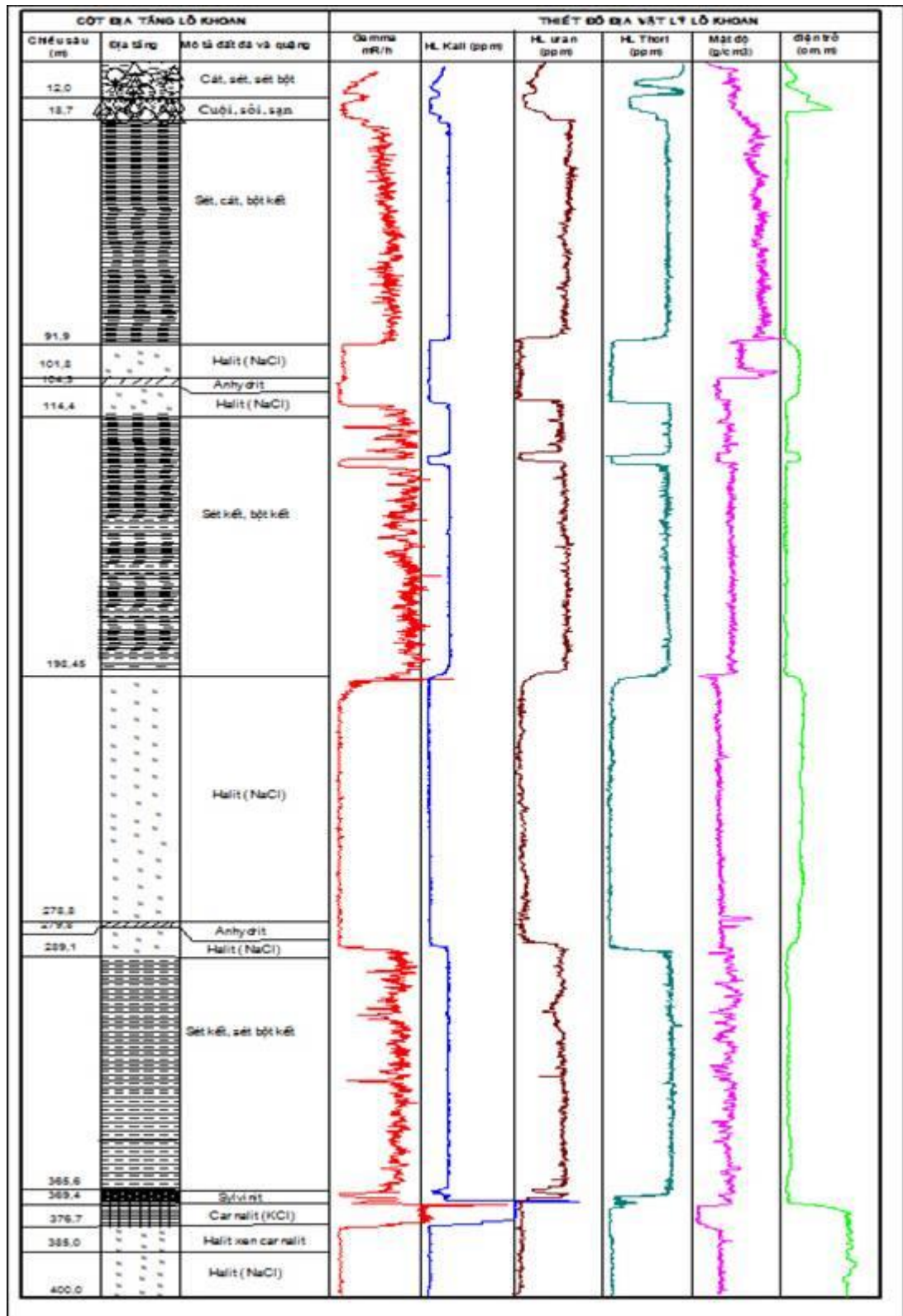
Từ 198,12 m đến 285,92 m là tập muối ăn, có cường độ phóng xạ rất nhỏ và điện trở suất cao. Ngoài ra trong tập cũng tồn tại một vài tập mỏng anhydrit ở độ sâu 275 m và 277,82 m với mật độ tăng cao tại các vị trí này.

Từ 285,92 m đến 366,62 m là tập trầm tích lục nguyên có cường độ phóng xạ và mật độ tương tự như tập trầm tích lục nguyên ở phía trên.

Từ 366,62 m đến 373,82 m là tập muối kali, đặc trưng bởi dị thường gamma cao, dị thường mật độ thấp, dị thường hàm lượng kali cao.

Từ 373,82 m đến đáy lỗ khoan là tập muối natri gần như không chứa kali, tập này có dị thường phóng xạ rất nhỏ và mật độ trung bình  $2,19 \text{ g/cm}^3$ .

Kết quả phân tích cho thấy phân biệt giữa muối halit và muối kali bằng tổ hợp dị thường gamma tự nhiên cao, dị thường hàm lượng kali cao và dị thường mật độ thấp.



Hình 2. Kết quả đo địa vật lý lỗ khoan LK-2 (Báo cáo thăm dò muối mỏ tại huyện Nongbok, tỉnh Khammouan và huyện Xaibouli tỉnh Savannakhet, CHDCND Lào).

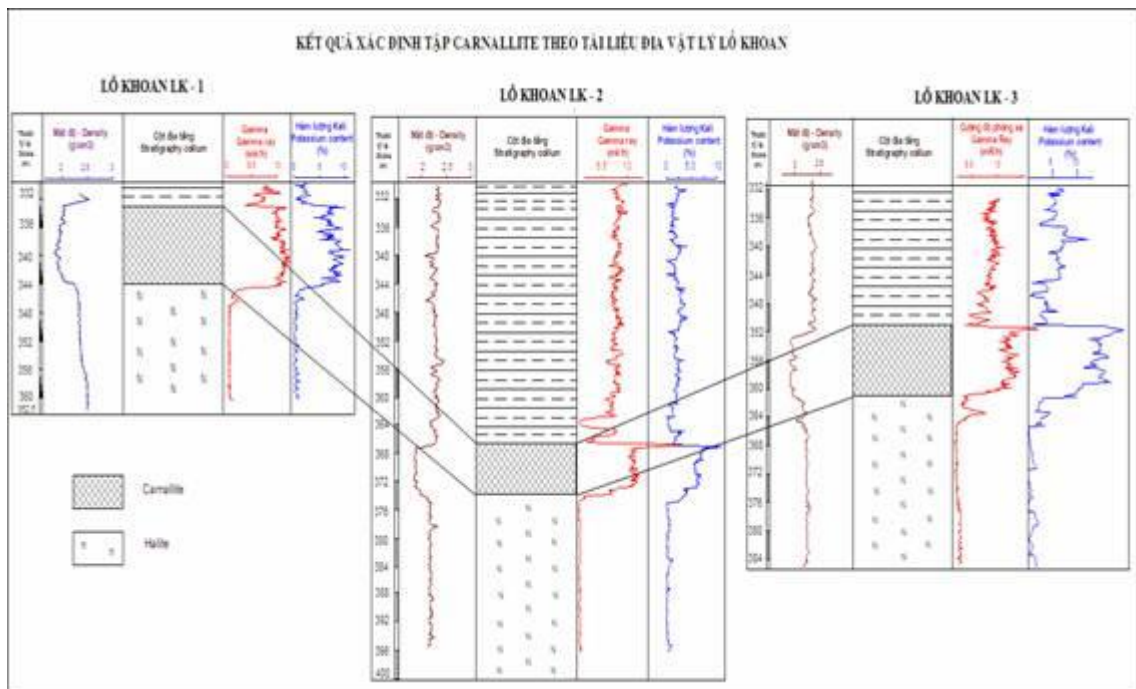
## 2. Xác định tập quặng chứa kali (Carnalit)

Các thân quặng muối kali xác định theo địa vật lý lỗ khoan thể hiện trên Hình 3.

Lỗ khoan LK-3 thân quặng chứa hàm lượng kali trung bình 6,6% với chiều dày 9,4 m, nằm từ độ sâu 351,2 m đến 360,6 m.

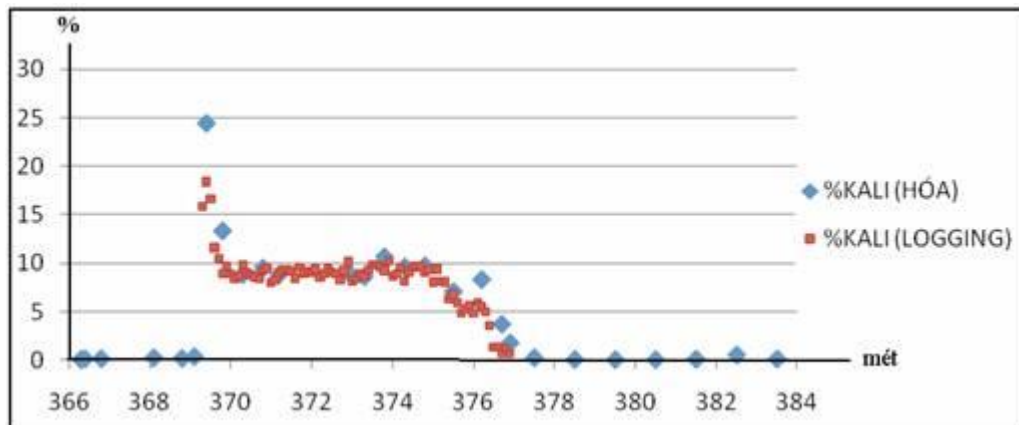
Lỗ khoan LK-2 thân quặng có chiều dày 6,9 m, hàm lượng kali trung bình 7,7 %, nằm từ độ sâu 366,8 m đến 373,7 m.

Lỗ khoan LK-1 thân giếng có chiều dày 11,1 m, hàm lượng kali trung bình 7,5%, nằm từ độ sâu 333,15 m đến 344,25 m.

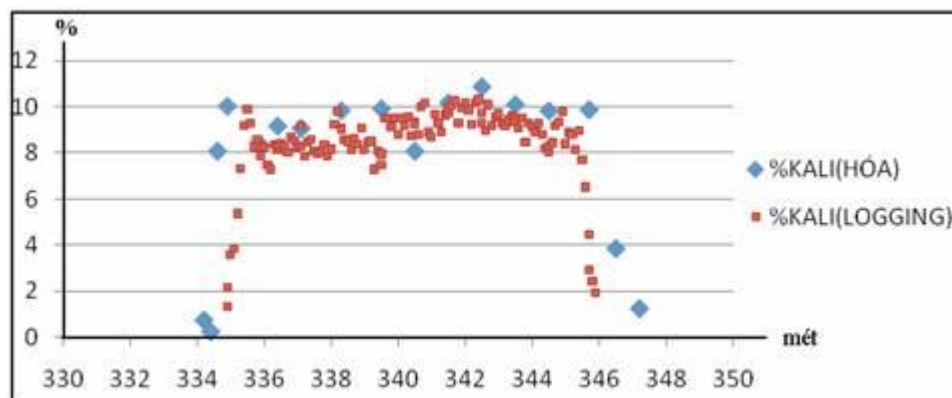


Hình 3. Kết quả xác định lớp quặng kali tại 3 lỗ khoan.

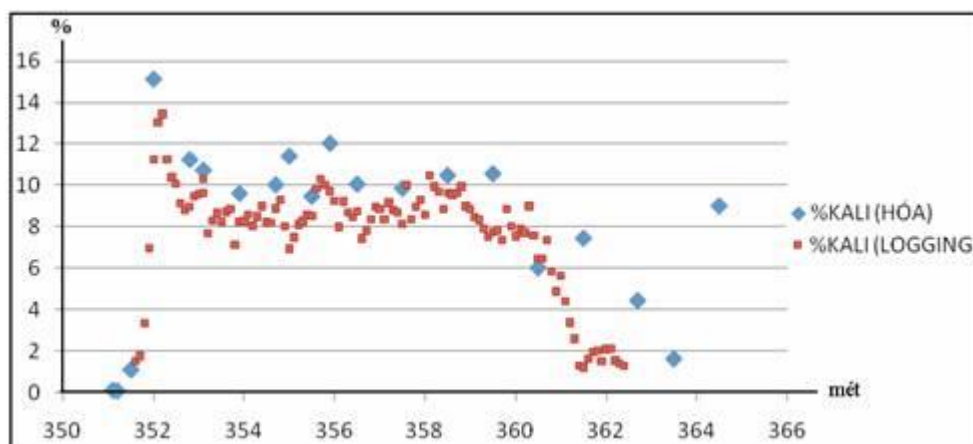
So sánh kết quả phân tích hóa hàm lượng kali và theo địa vật lý lỗ khoan (Hình 4-6) cho thấy việc sử dụng kết quả phân tích theo địa vật lý để phục vụ tính toán hàm lượng muối là có cơ sở và tin cậy.



Hình 4. Hàm lượng kali theo tài liệu phân tích hóa và địa vật lý lỗ khoan LK-2.



Hình 5. Hàm lượng kali theo tài liệu phân tích hóa và địa vật lý lỗ khoan LK-1.



Hình 6. Hàm lượng kali theo tài liệu phân tích hóa và địa vật lý lỗ khoan LK-3.

### 3. Xác định các khoáng vật trong quặng muối

#### a) Tính hàm lượng các khoáng vật:

Việc xác định các khoáng vật trong quặng muối đóng một vai trò quan trọng trong quá trình thăm dò và khai thác muối mỏ. Người ta thường sử dụng cả kết quả phân tích hoá nghiệm và kết quả đo địa vật lý lỗ khoan: gamma tự nhiên, gamma mật độ, phổ gamma và đôi khi cả đo điện trở dọc lỗ khoan để xác định và đối sánh hàm lượng các khoáng vật có trong các tập quặng chứa kali.

Để tính toán hàm lượng các khoáng vật, phải giả thiết tập muối kali có dạng khối, độ rỗng rất nhỏ và chứa các khoáng vật muối như carnallit, halit, tachyhydrite lẫn bischofite và anhydrit hoặc sét.

Dưới đây là kết quả tính toán cho lỗ khoan LK-2.

#### - Xác định tổng hàm lượng KCl

Tổng hàm lượng KCl trong tập muối kali có thể xác định cách sử dụng giá trị gamma tự nhiên hoặc phổ gamma trong lỗ khoan.

+ Xác định hàm lượng kali theo giá trị gamma tự nhiên.

Trong tập muối kali không chứa uran, thori, do đó giá trị gamma tự nhiên gây nên chủ yếu do kali.

Để tính hàm lượng kali theo giá trị gamma tự nhiên, trước hết cần phải chuẩn hoá số liệu khi hiệu chuẩn phân máy đo tại Cơ sở Kiểm định máy địa vật lý VILAS-009 TCVN ISO/IEC 17025: 2005 - Liên đoàn Vật lý Địa chất.

Sau khi số liệu đo gamma tự nhiên dọc lỗ khoan đã được chuẩn hoá, giá trị hàm lượng KCl được tính theo công thức:

$$KCl\% = ((I - I_{\min}) / I_0) * 100\% \quad (1)$$

Ở đây: I: Giá trị của I (gamma) tự nhiên đo được dọc lỗ khoan;  $I_{\min}$ : Giá trị đo được trong tầng không chứa kali;  $I_0$ : Giá trị đo được trên mẫu chuẩn bão hòa có hàm lượng 100% KCl.

Kết quả tính toán hàm lượng KCl theo giá trị I (gamma) tự nhiên cho các tập quặng kali tại lỗ khoan LK-2 được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Kết quả tính hàm lượng KCl theo giá trị gamma tự nhiên lỗ khoan LK-2



Lỗ khoan LK-2								
Độ sâu (m)	I(gamma) (cps)	KCl%	Độ sâu (m)	I(gamma) (cps)	KCl%	Độ sâu (m)	I(gamma) (cps)	KCl%
366,7	97,631	30,76	369,3	57,723	18,19	371,9	60,142	18,95
366,8	113,257	35,69	369,4	56,627	17,85	372,0	60,473	19,06
366,9	102,746	32,38	369,5	58,671	18,49	372,1	60,142	18,95
367,0	72,044	22,70	369,6	53,667	16,91	372,2	56,945	17,95
367,1	65,245	20,56	369,7	56,126	17,69	372,3	58,310	18,38
367,2	55,866	17,61	369,8	59,137	18,64	372,4	50,767	16,00
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
368,7	57,793	18,21	371,3	63,891	20,13	373,9	9,687	3,06
368,8	58,289	18,37	371,4	54,334	17,12	374,0	9,978	3,15
368,9	57,418	18,09	371,5	56,151	17,70	374,1	5,842	1,85
369,0	53,063	16,72	371,6	59,795	18,84	374,2	9,248	2,92
369,1	60,100	18,94	371,7	51,157	16,12	374,3	5,842	1,85
369,2	56,209	17,71	371,8	57,106	18,00			

+ Xác định hàm lượng KCl theo dị thường phổ gamma

Do tầng muối mỏ gần như chỉ chứa kali mà không chứa uran và thori, hàm lượng kali tính theo dị thường phổ gamma như sau:

$$\% \text{ KCl} = ((K_{\text{cps}} - K_{\text{mincps}})/K_0) \times 100\% \quad (2)$$

Trong đó:  $K_{\text{cps}}$ : Số đọc kênh Kali (cps) dọc lỗ khoan trong vùng có quặng;  $K_{\text{mincps}}$ : Số đọc kênh Kali (cps) trong tầng muối không có kali;  $K_0$ : Số đọc kênh Kali trên mẫu chuẩn 100% KCl

Kết quả tính hàm lượng KCl theo dị thường phổ gamma dọc lỗ khoan LK-2 (Bảng 2) phù hợp với kết quả phân tích hóa, được sử dụng để tính toán hàm lượng KCl trong quặng.

**Bảng 2. Kết quả tính tổng hàm lượng KCL LK-2 theo dị thường phổ gamma**

Lỗ khoan LK - 2								
Độ sâu (m)	$K_{\text{cps}}$	% KCl	Độ sâu (m)	$K_{\text{cps}}$	% KCl	Độ sâu (m)	$K_{\text{cps}}$	% KCl
366,7	2,51	4,79	369,4	6,89	13,14	372,1	8,14	15,53
366,8	15,61	29,77	369,5	7,17	13,68	372,2	7,84	14,96
366,9	13,71	26,15	369,6	7,09	13,53	372,3	7,79	14,86
367,0	11,85	22,60	369,7	7,11	13,56	372,4	7,56	14,42
367,1	10,30	19,65	369,8	6,96	13,2,8	372,5	7,57	14,44
367,2	9,13	17,42	369,9	7,08	13,51	372,6	7,48	14,27
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
368,7	8,06	15,37	371,4	7,86	14,99	374,1	4,00	7,63
368,8	9,16	17,47	371,5	7,64	14,57	374,2	3,72	7,10
368,9	7,43	14,17	371,6	7,79	14,86	374,3	3,45	6,58
369,0	7,21	13,75	371,7	7,42	14,15	374,4	3,17	6,05
369,1	7,86	14,99	371,8	7,66	14,61	374,5	3,04	5,80

Lỗ khoan LK - 2								
Độ sâu (m)	K <sub>cps</sub>	% KCl	Độ sâu (m)	K <sub>cps</sub>	% KCl	Độ sâu (m)	K <sub>cps</sub>	% KCl
369,2	7,02	13,39	371,9	7,79	14,86	374,6	2,87	5,48
369,3	6,77	12,91	372,0	7,62	14,54	374,7	2,72	5,19

**b) Xác định hàm lượng carnallit:**

Trong mỏ muối thuộc vùng công tác, quặng tồn tại cả khoáng vật sylvit, carnallit, halit mà không có tachyhydrit

Trong khoáng vật carnallit  $KMgCl_3 \cdot 6H_2O$  có chứa 26,83 % KCl. Mặt khác, mật độ carnallit là  $1,61g/cm^3$ , mật độ của halit là  $2,17 g/cm^3$  và mật độ sylvit là  $1,98 g/cm^3$ .

Với những giả thiết nêu trên, dựa vào kết quả đo địa vật lý dọc lỗ khoan: gamma mật độ, phổ gamma tự nhiên, có thể tính được hàm lượng kali và từ đó tính được tổng hàm lượng KCl có trong quặng.

Để tính hàm lượng carnallit sử dụng hệ phương trình sau:

$$\begin{cases} X\% + Y\% + Z\% = 100\% \\ \frac{100\%}{\frac{X\%}{1,98} + \frac{Y\%}{1,61} + \frac{Z\%}{2,17}} = Dens \\ X\% + 0,2683 \cdot Y\% = KCl\% \end{cases} \quad (3)$$

Trong đó: X%: hàm lượng sylvit tính bằng %; Y%: hàm lượng carnallit tính bằng %; Z%: hàm lượng halit tính bằng %; Dens: mật độ của quặng đã được chuẩn hóa tính bằng  $g/cm^3$ ; KCl%: tổng hàm lượng KCl có trong quặng.

Giải hệ phương trình trên chúng ta thu được hàm lượng carnallit.

$$Y\% = \frac{100\% \cdot \left( \frac{1}{Dens} - 0,4608 \right) - 0,0442KCl\%}{0,1483} \quad (4)$$

Kết quả tính hàm lượng carnallit tại lỗ khoan LK-2 được trình bày ở Bảng 3.

**Bảng 3. Kết quả tính hàm lượng carnallit lỗ khoan LK-2**

Độ sâu (m)	Mật độ (g/cm <sup>3</sup> )	Kali (%)	Tổng KCl (%)	Carnallit (%)	Độ sâu (m)	Mật độ (g/cm <sup>3</sup> )	Kali (%)	Tổng KCl (%)	Carnallit (%)
366,92	2,06	13,71	26,15	9,46	370,82	1,88	8,52	16,25	43,50
367,02	1,99	11,85	22,60	21,23	370,92	1,87	7,29	13,91	45,92
367,12	1,91	10,30	19,65	37,02	371,02	1,86	8,16	15,57	47,37
367,22	1,86	9,13	17,42	46,82	371,12	1,85	8,43	16,08	48,98
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
368,72	1,87	8,06	15,37	45,49	372,62	1,90	7,48	14,27	40,49
368,82	1,86	9,16	17,47	46,80	372,72	1,88	7,52	14,35	44,06
368,92	1,87	7,43	14,17	45,85	372,82	1,91	4,40	8,40	40,38
369,02	1,90	7,21	13,75	40,65	372,92	1,96	5,19	9,90	29,84
369,12	1,88	7,86	14,99	43,87	373,02	1,96	4,53	8,64	30,22

Độ sâu (m)	Mật độ (g/cm)	Kali (%)	Tổng KCl (%)	Carnallit (%)	Độ sâu (m)	Mật độ (g/cm <sup>3</sup> )	Kali (%)	Tổng KCl (%)	Carnallit (%)
369,22	1,88	7,02	13,39	44,35	373,12	1,98	4,86	9,27	26,91
369,32	1,88	6,77	12,91	44,49	373,22	1,97	4,54	8,66	28,47
369,42	1,87	6,89	13,14	46,15	373,32	1,98	5,09	9,71	26,78
369,52	1,87	7,17	13,68	45,99	373,42	2,00	4,84	9,23	23,69
369,62	1,89	7,09	13,53	42,41	373,52	1,97	5,04	9,62	28,18
369,72	1,88	7,11	13,56	44,30	373,62	1,95	4,76	9,08	31,67
369,82	1,87	6,96	13,28	46,11	373,72	1,97	4,87	9,29	28,28
369,92	1,88	7,08	13,51	44,31	373,82	2,03	4,65	8,87	18,98
370,02	1,89	6,91	13,18	42,51	373,92	2,07	4,37	8,34	13,18
370,12	1,89	7,08	13,51	42,41	374,02	2,10	3,87	7,38	8,95
370,22	1,89	7,34	14,00	42,27	374,12	2,11	4,00	7,63	6,13
370,32	1,88	7,06	13,47	44,33	374,22	2,11	3,72	7,10	6,29
370,42	1,89	7,06	13,47	42,42	374,32	2,11	3,45	6,58	6,45
370,52	1,90	7,10	13,54	40,71	374,42	2,10	3,17	6,05	9,35
370,62	1,90	7,02	13,39	40,75	374,52	2,11	3,04	5,80	6,68
370,72	1,87	7,02	13,39	46,08					

#### IV. KẾT LUẬN

Công tác khảo sát địa vật lý trên khu mỏ muối thuộc CHDCND Lào mang ý nghĩa rất quan trọng và góp phần tích cực cho quá trình đánh giá tiềm năng khoáng sản cũng như định hướng khai thác khoáng sản trong giai đoạn tiếp theo. Đã phát hiện được các dị thường phóng xạ cao, dị thường mật độ thấp liên quan đến tập quặng muối kali đạt chỉ tiêu công nghiệp với chiều dày thay đổi từ 6,9 m đến 11,1 m và hàm lượng carnallit trung bình 63,7% nằm ở độ sâu khoảng 350 m.

Qua kết quả trên, khẳng định hiệu quả công tác đo địa vật lý lỗ khoan trong thăm dò muối mỏ kali, xác định hàm lượng muối có thể tính được từ số liệu đo địa vật lý lỗ khoan. Phương pháp tính này có thể áp dụng và hạ giá thành trong quá trình thăm dò và khai thác hóa lỏng muối kali.

Chúng tôi hy vọng phương pháp địa vật lý lỗ khoan sẽ được áp dụng trong quá trình khai thác khu mỏ muối kali nước CHDCND Lào.

#### VĂN LIỆU

1. Báo cáo khảo sát, tìm kiếm khoáng sản vùng châu thổ sông Mê Kông của Cục Khoáng sản Thái Lan (Department of Mineral Resource of Thailand). Năm 1965.
2. Báo cáo tìm kiếm muối kali của các nhà địa chất Thái Lan và Mỹ (Robert J. Hite và n.n.k). Năm 1982.
3. Potash and rock salt in Thailand. Parkorn Suwanich – 1983.
4. Rauche H., Sebastiaan N.G.C., 2007. Resource Estimate for the Makola Exploration Permit Area, Kouilou Region, Republic of Congo, Technical Report, ERCOSPLAN Ingenieurgesellschaft. *Geotechnik und Bergbau mbH, Germany.*
5. Satarugsa P., Virasri R., Navawitphaisith S., Chotrasri O., 2000. Evaluation of Geophysical Investigations for Rapid Mapping of the Rock Salt in the Maha Sarakham Formation in Northeastern Thailand. *Int. Conf. on Applied Geophysics, Chiang Mai, Thailand.*
6. Báo cáo thăm dò muối mỏ tại huyện Nongbok, tỉnh Khammouan và huyện Xaibouli tỉnh Savannakhet, Nước CHDCND Lào. *Liên đoàn Vật lý Địa chất, năm 2010.*



