

# TÍNH GÓC NGHIÊNG CỦA DỊ THƯỜNG TỪ DẠNG VĨA Ở NAM BỘ BẰNG BIẾN ĐỔI WAVELET POISSON-HARDY

Dương Hiếu Đầu<sup>1</sup> và Phạm Tuấn Thanh<sup>2</sup>

## ABSTRACT

*In recent years, solving the invert problems of magnetic potential field was done by Poisson - Hardy wavelet transforms as well as the filtering data technique (LWF, LINE-WEIGHT FUNCTION)) for an estimation of the tilted angle, the depths to the top and to the bottom of the simple magnetic homogeneous anomaly sources being the dike form in order to determine the sizes of the magnetic anomaly-sources. Results from the analysis using proposed method on the theoretical models can be applied for the calculations of the source properties as tilted angle and the dimensions of the magnetic anomalies on Tra Vinh – Dong Thap profiles measuring in the Mekong delta.*

**Keywords:** *Poisson - Hardy wavelet transforms, magnetic homogeneous anomaly sources*

**Title:** *Determination of the tilted angle for the magnetic anomaly of the dike sources at Mekong delta using the Poisson – Hardy walet transformation*

## TÓM TẮT

*Việc giải bài toán ngược trường thế trong những năm gần đây được thực hiện bằng phép biến đổi wavelet dùng hàm Poisson – Hardy kết hợp phép lọc dữ liệu dùng hàm trong lượng tuyến (LWF) với mục đích xác định góc nghiêng của các dị thường từ có dạng vĩa, độ sâu đến mặt trên và độ sâu đến mặt đáy của nguồn dị thường đồng nhất, đơn giản từ đó ước lượng gần đúng kích thước của các nguồn được phân tích. Kết quả sự phân tích bằng phương pháp được đề xuất trên mô hình lý thuyết là cơ sở cho việc tính toán để xác định kích thước và độ nghiêng các dị thường dạng vĩa trên tuyến đo từ Trà Vinh – Đồng Tháp ở đồng bằng Nam bộ.*

**Từ khóa:** *Biến đổi wavelet Poisson - Hardy, nguồn dị thường từ đồng nhất.*

## 1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Để khử nhiễu trong các tín hiệu không gian, người ta thường sử dụng mặt nạ lọc trung bình hoặc bộ lọc ILPF (Ideal lowpass filter) hay những bộ lọc thông thấp BLPF (Butterworth lowpass filter). Việc sử dụng các phương pháp trên khử được nhiễu nhưng đồng thời nó cũng làm giảm độ tương phản hay làm sai lệch vị trí của biên nguồn. Để lọc nhiễu và đồng thời tăng độ tương phản của các biên nguồn, Fiorentini. A và Mazzatini .L, (1966) đã giới thiệu phương pháp hàm trọng lượng tuyến LWF để xử lý dữ liệu trước khi tác động bởi các phép biến đổi nhằm xác định biên; hàm LWF không những loại nhiễu hiệu quả mà còn tăng cường hệ số phản giải ở biên, rất thích hợp cho việc xác định độ sâu và vị trí của các nguồn dị thường từ bằng phương pháp biên đa tỉ lệ dùng biến đổi wavelet với hàm wavelet Poisson – Hardy theo Đặng Văn Liệt *et al.* (2009). Trong nghiên cứu này, chúng tôi trình bày về hàm kết hợp tuyến tính giữa hàm Gauss và đạo hàm bậc hai của

<sup>1</sup> Khoa Khoa Học, Trường Đại học Cần Thơ

<sup>2</sup> Trường THPT Trần Văn Bảy, Sóc Trăng

hàm Gauss theo không gian tạo ra hàm LWF để ứng dụng tính góc nghiêng của các nguồn dị thường từ có dạng vĩa đơn giản và đồng nhất bằng phương pháp biên đa tỉ lệ dùng biến đổi wavelet liên tục Poisson – Hardy. Các kết quả được tính trên mô hình lý thuyết để kiểm chứng và sau đó áp dụng trên các dị thường từ dạng vĩa của tuyến đo Trà Vinh – Đồng Tháp thuộc vùng Nam bộ.

**2 PHƯƠNG PHÁP WAVELET XÁC ĐỊNH BIÊN ĐA TỈ LỆ**

**2.1 Biến đổi wavelet liên tục với hàm wavelet Poisson - Hardy**

Phép biến đổi wavelet liên tục trên tín hiệu một chiều  $f(x) \in L^2(\mathbf{R})$  cho bởi:

$$W(s, b) = \frac{1}{\sqrt{s}} \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \overline{\psi}\left(\frac{b-x}{s}\right) dx = \frac{1}{\sqrt{s}} (f * \overline{\psi}) \quad (1)$$

với,  $s \in \mathbf{R}^+$  là tham số tỉ lệ và  $b \in \mathbf{R}$  là tham số vị trí (độ dịch chuyển),  $L^2(\mathbf{R})$  là không gian Hilbert của các hàm một chiều có năng lượng hữu hạn và  $\overline{\psi}(x)$  là liên hiệp phức của  $\psi(x)$ , là hàm wavelet dùng trong biến đổi,  $[f * \overline{\psi}(x)]$  là ký hiệu tích chập của hàm  $f(x)$  và  $\overline{\psi}(x)$ . Biến đổi wavelet có ưu điểm là có thể sử dụng nhiều hàm phân tích wavelet khác nhau tùy vào dạng thông tin mà ta cần phân tích.

Để xác định vị trí và độ sâu của các nguồn dị thường từ, hàm wavelet phức Poisson-Hardy theo Dau D.H. (2008) sử dụng có dạng như sau:

$$\psi^{(PH)}(x) = \psi^{(2)}(x) + i \psi^{(H)}(x) \quad (2)$$

trong đó,  $\psi^{(2)}(x)$  là đạo hàm bậc hai của  $\theta_{up}(x)$  theo “phương ngang” và tính bởi:

$$\psi^{(2)}(x) = \frac{d^2}{dx^2} \frac{1}{\pi} \left( \frac{1}{1+x^2} \right) = -\frac{2}{\pi} \times \frac{1-3x^2}{(1+x^2)^3} \quad (3)$$

và  $\psi^{(H)}(x)$  là biến đổi Hilbert của  $\psi^{(2)}(x)$ :

$$\psi^{(H)}(x) = \text{Hilbert}(\psi^{(2)}(x)) = \frac{2}{\pi} \times \frac{-3x+x^3}{(1+x^2)^3} \quad (4)$$

**2.2 Xác định biên đa tỉ lệ**

Phương pháp tính các biên đa tỉ lệ (MED) liên quan đến việc xác định các điểm kỳ dị trên tín hiệu. Để xác định các điểm kỳ dị trên tín hiệu ta xuất phát từ phương trình (2). Theo Grossmann *et al.* (1987), những đường đẳng trị của biến đổi wavelet phức  $\psi^{(PH)}(x)$  với thành phần góc pha không đổi là các đường thẳng cắt nhau tại các giao điểm-zero tương ứng với các vị trí nguồn điểm của trường, các đường đẳng pha có dạng hình nón và hội tụ về điểm kỳ dị nằm trên biên của tỉ lệ đo theo Dau D.H. (2008), giúp ta xác định nhanh các vị trí nguồn dị vật gây ra dị thường từ quan sát.

**2.3 Phép lọc với hàm trọng-lượng-tuyến**

Phép lọc Gauss (Gaussian filter) thường được dùng trong xác định biên của hình ảnh, thực chất đây là các phép lọc thông thấp nên loại bỏ nó không chỉ nhiễu mà còn loại bỏ các thông tin ẩn chứa trong các tần số cao. Fiorentini A. và Mazzatini L., (1966) đã giới thiệu hàm trọng-lượng-tuyến nhằm loại nhiễu và tăng độ tương phản ở biên. Hàm trọng lượng tuyến là một hàm kết hợp tuyến tính giữa hàm

Gauss và đạo hàm bậc hai của hàm Gauss. Hàm trọng-lượng-tuyến (LWF) có thể viết ở dạng tổ hợp của  $h_0(x/\sigma)$  và  $h_2(x/\sigma)$  theo Đặng Văn Liệt *et al.* (2009).

$$l(x/\sigma) = c_0 h_0(x/\sigma) + c_2 h_2(x/\sigma) \tag{5}$$

trong đó hàm Gauss  $h_0(x/\sigma)$  có dạng tường minh:

$$h_0(x/\sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right) \tag{6}$$

và  $h_2(x/\sigma)$  là đạo hàm bậc hai của hàm Gauss có dạng:

$$h_2(x/\sigma) = \frac{1}{\sqrt{8\pi\sigma^2}} \left( -\exp\left[-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right] + \frac{x^2}{\sigma^2} \exp\left[-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right] \right) \tag{7}$$

Hàm trọng-lượng-tuyến chỉ gồm các hàm Hermite bậc chẵn nên chúng đối xứng. Kennedy L.M. và Basu M., (1997); Basu M., (1994) đã áp dụng LWF để xử lý hình ảnh; sau đó, xác định biên bằng phương pháp Sobel và các kết quả đạt được tốt hơn khi dữ liệu chưa xử lý. Theo các phân tích của Liệt D. V. *et al.* (2009) chúng ta có thể chọn  $c_0 = 0,07$  và  $c_2 = -0,1$  cho bài toán phân tích dữ liệu từ trong Địa Vật lý.

### 3 KIỂM CHỨNG TRÊN MÔ HÌNH

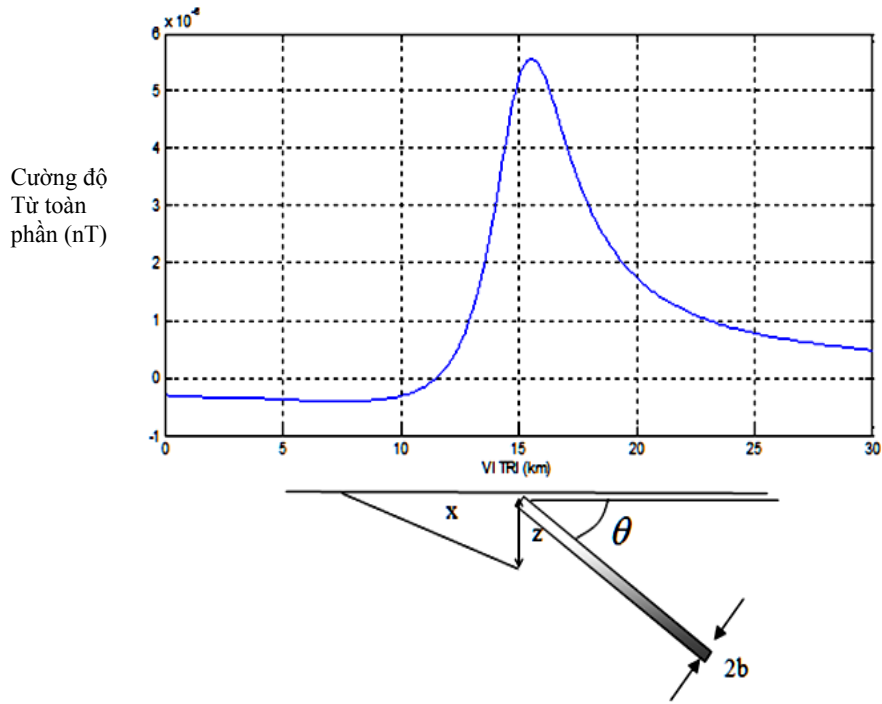
#### 3.1 Mô tả mô hình

Mô hình là nguồn trường của một vỉa mỏng, cắm nghiêng một góc  $\theta$  so với phương ngang, độ dày vỉa  $2b = 10m$ , chiều dài vô hạn và độ sâu (so với mặt đất) đến mặt trên vỉa là  $z = 2km$ . Tuyến đo trên mặt đất có chiều dài là  $30km$ , thẳng góc với đường phương của vỉa, bước đo là  $1km$ ; do đó, tọa độ các điểm đo lần lượt là  $(0; 1,0; 2,0; \dots 30,0km)$ . Nguồn ở giữa tuyến đo có nên tọa độ là  $(x = 15km, z = 2km)$ . Nguồn bị từ hóa thẳng đứng với cường độ từ hóa  $M = 3,0.10^{-4}$  (cgs).

Cường độ từ toàn phần gây ra bởi vỉa theo Babu, R. *et al.* (1986) được viết là:

$$T = 2bM \left[ \cos \theta \left( \tan^{-1} \frac{x+b}{z} - \tan^{-1} \frac{x-b}{z} \right) + \frac{1}{2} \sin \theta \ln \frac{(x+b)^2 + z^2}{(x-b)^2 + z^2} \right] \tag{8}$$

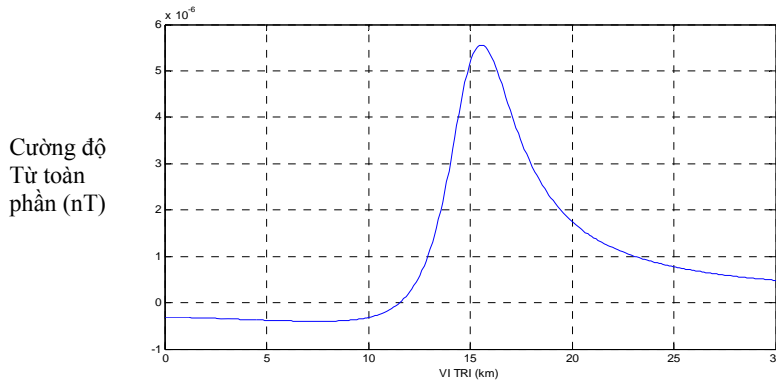
Trong đó,  $2b$  là chiều dày theo phương ngang của vỉa,  $x$  là tọa độ tuyến đo,  $z$  là độ sâu,  $M$  là cường độ từ hóa,  $\theta$  là góc cắm. Hình 1 là cường độ dị thường từ của mô hình một vỉa cắm nghiêng một góc  $\theta$ .



Hình 1: Cường độ dị thường từ của mô hình vỉa chắn nghiêng một góc  $\theta$

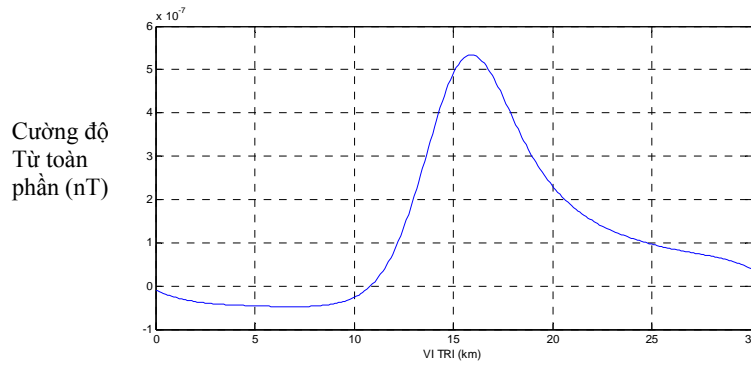
**3.2 Phân tích trường hợp góc  $\theta = 30^\circ$**

Hình 2 là cường độ dị thường từ của mô hình vỉa chắn nghiêng một góc  $\theta = 30^\circ$ .



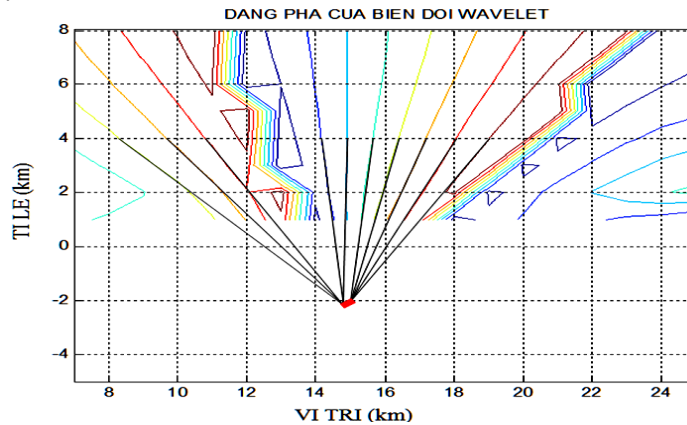
Hình 2: Cường độ dị thường từ của mô hình vỉa chắn nghiêng một góc  $\theta = 30^\circ$

Hình 3 là dị thường từ của mô hình sau khi qua phép lọc LWF cho trường hợp một vỉa có góc nghiêng  $\theta = 30^\circ$ .



**Hình 3: Dị thường từ của mô hình sau khi lọc LWF**

Hình 4 là đồ thị phân tích bằng wavelet Poisson-Hardy trên dữ liệu dị thường từ được lọc qua phép lọc LWF, cho kết quả là các đường đẳng trị hội tụ về các biên nguồn.



**Hình 4: Kết quả phân tích bằng wavelet**

Góc nghiêng so với phương ngang được xác định dựa trên hình chiếu của đường màu đỏ lên trục tỉ lệ (TI LE) và trục vị trí (VI TRI) như trên hình 4.

Khi thực hiện với cùng mô hình trên nhưng với các góc nghiêng khác nhau ta có được bảng so sánh góc nghiêng tính ở công thức (8) và góc nghiêng tính bằng phương pháp được đề xuất trong nghiên cứu này.

**Bảng 1: So sánh kết quả phân tích góc nghiêng cho ở công thức (8) và góc nghiêng tính từ đồ thị dùng các điểm biên của các đường đẳng trị**

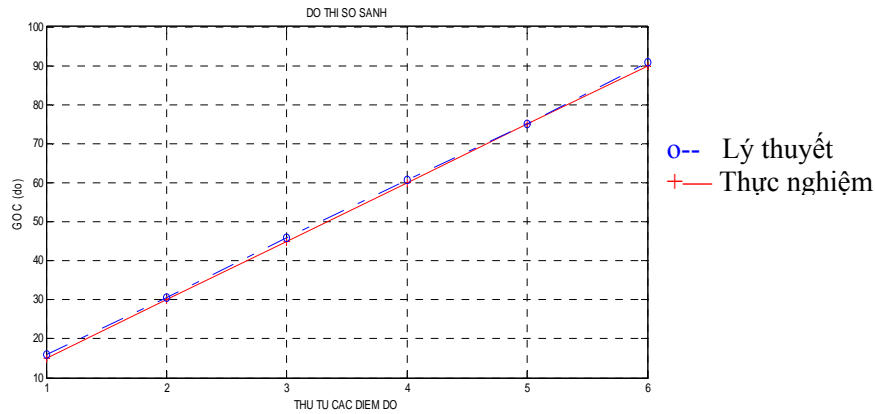
$\theta$ (độ)	0	15	30	45	60	75	90
$\theta'$ (độ)	0,130102	15,96249	30,65981	45,9726266	60,62938	75,15723	90,84

Trong đó:

$\theta$ : góc lệch sử dụng trong công thức lý thuyết.

$\theta'$ : góc lệch tính toán thực tế dựa trên phép biến đổi wavelet.

Hình 5 là đồ thị so sánh giữa đường biểu diễn các giá trị góc nghiêng của mô hình via mỏng tính theo lý thuyết và tính bởi phương pháp được đề xuất.

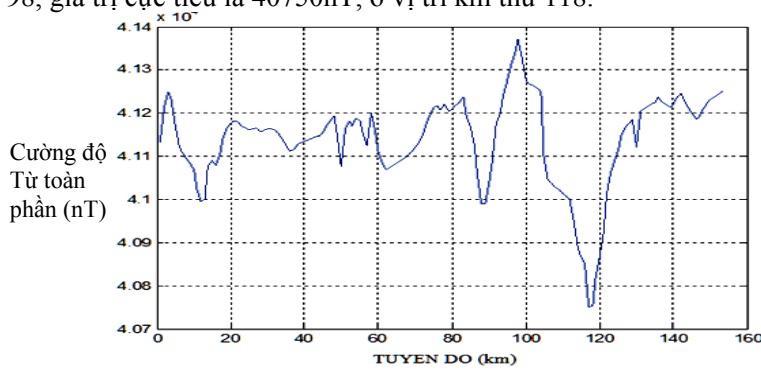


Hình 5: Đồ thị so sánh đường biểu diễn các góc nghiêng lý thuyết và tính toán

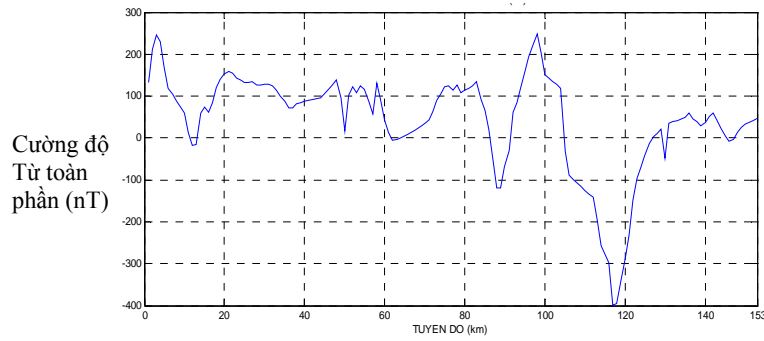
Như vậy khi áp dụng lý thuyết để tính toán góc nghiêng dựa trên mô hình via mỏng cắm nghiêng so với phương ngang, các kết quả tính toán góc nghiêng bằng phương pháp kết hợp lọc LWF và sử dụng wavelet Poisson – Hardy cho kết quả về tính góc nghiêng rất phù hợp với kết quả góc nghiêng xây dựng từ mô hình lý thuyết. Như vậy, phương pháp này có thể dùng để phân tích các dị thường từ dạng via nghiêng trên các tuyến đo thực tế.

#### 4 XÁC ĐỊNH GÓC NGHIÊNG CỦA MỘT SỐ DỊ THƯỜNG TỪ Ở TUYẾN ĐO TRÀ VINH - ĐỒNG THÁP

Tuyến dài 153km, bắt đầu từ Trà Vinh và kết thúc ở Đồng Tháp có phương Đông Nam – Tây Bắc, ở phương Bắc lệch về phía Tây kinh tuyến một góc  $36^{\circ}$ . Trên Hình 6, cường độ từ toàn phần của tuyến có giá trị cực đại là 41370nT ở vị trí km thứ 98, giá trị cực tiểu là 40750nT, ở vị trí km thứ 118.



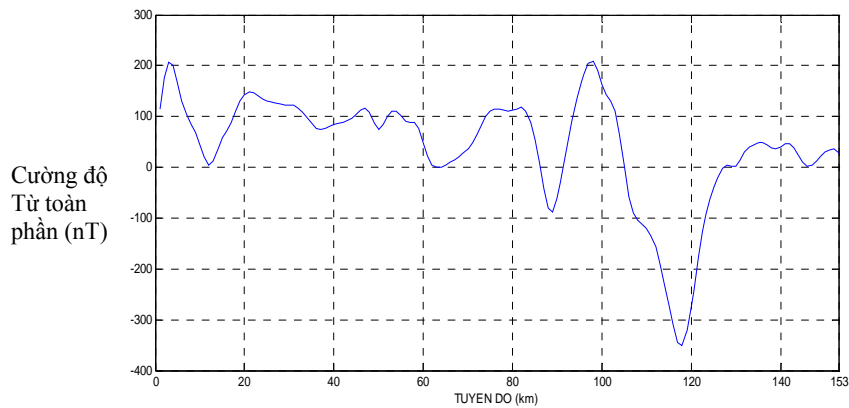
Hình 6: Cường độ từ toàn phần trên tuyến Trà Vinh – Đồng Tháp



**Hình 7: Dị thường từ toàn phần trên tuyến Trà Vinh – Đồng Tháp**

Hình 7 là đồ thị của cường độ dị thường từ toàn phần của tuyến, trên đó có hai dị thường từ mạnh. Thứ nhất ở vị trí km thứ 90, gồm có hai phần dị thường âm và phần dị thường dương xen kẽ. Thứ hai ở vị trí km thứ 118, có phần dị thường âm lớn hơn phần dị thường dương. Cực đại dị thường có giá trị là 270nT, cực tiểu dị thường có giá trị là -340nT ở lân cận hai phía của km thứ 118. Ngoài ra còn có một dị thường rất nhỏ ở vị trí km thứ 145 với phần dị thường dương có cực đại là 80nT. Hình 8 là dị thường từ toàn phần trên tuyến Trà Vinh – Đồng Tháp sau khi lọc bằng hàm trọng lượng tuyến (LWF).

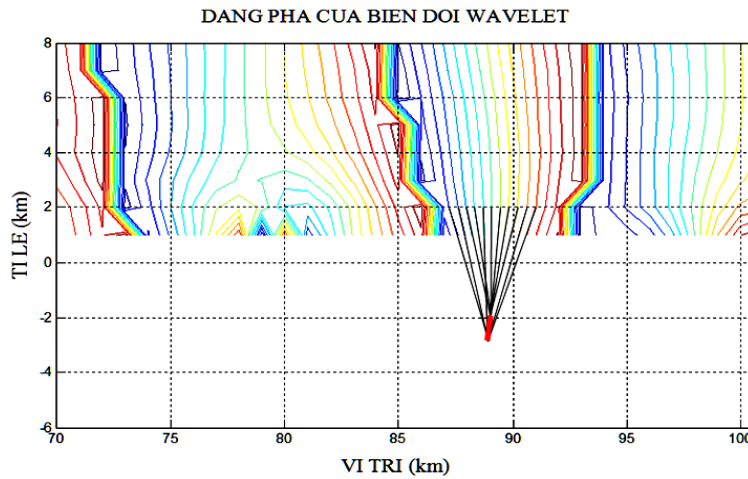
**Dị thường từ toàn phần sau lọc LWF**



**Hình 8: Dị thường từ toàn phần trên tuyến Trà Vinh – Đồng Tháp sau lọc LWF**

**Kết quả phân tích dị thường ở vị trí km thứ 88**

Hình 9 là các đường đẳng pha ở vị trí km thứ 88 và bảng 2 là kết quả phân tích các nguồn dị thường từ có dạng via trên tuyến Trà Vinh – Đồng Tháp.



Hình 9: Các đường đẳng pha ở vị trí km thứ 88

Bảng 2: Kết quả phân tích các nguồn dị thường từ dạng vỉa trên tuyến đo

Vị trí nguồn Km thứ	88	118	144
Kinh độ $\lambda$ và vĩ độ $\phi$	$106^0 05'Đ,$ $10^0 15'B$	$105^0 50'Đ,$ $10^0 26'B$	$105^0 45'Đ,$ $10^0 40'B$
Dạng hình học tương ứng	Vĩa	Vĩa	Vĩa
Độ nghiêng	$74,3^0$	$80,5^0$	$123,7^0$
Độ sâu	1,9km đến 2,9km	1,8km đến 4,2km	1,6km đến 3km
Độ rộng	88,7km đến 89,1km	118km đến 118,25km	143,8km đến 144,7km

Nhìn chung các dị thường từ dạng vỉa được phân tích trên tuyến Trà Vinh – Đồng Tháp nghiêng khá lớn từ  $74,3^0$  đến  $123,7^0$ .

### 5 KẾT LUẬN

Áp dụng phương pháp kết hợp phép lọc sử dụng hàm trọng lượng tuyến LWF và sử dụng biến đổi wavelet liên tục với hàm Poisson – Hardy, chúng ta có thể xác định góc nghiêng của các dị thường từ đơn và đồng nhất có dạng vỉa, ngoài ra chúng ta cũng xác định độ sâu đến mặt trên và độ sâu đến mặt đáy của nguồn dị thường và ước lượng gần đúng kích thước của các nguồn được phân tích. Việc phân tích ba dị thường từ đơn có dạng vỉa trên tuyến Trà Vinh – Đồng Tháp cho ta các kết quả phân tích góc nghiêng và ước lượng kích thước khá tốt cho thấy phương pháp đề xuất là một thành công mang lại nhiều kết quả thiết thực cho việc tìm kiếm các nguồn tài nguyên khoáng sản có chứa từ tính ở vùng Nam bộ.



## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Dương Hiếu Đầu (2008), *Phân tích tài liệu từ ở Nam bộ bằng phép biến đổi wavelet*, Luận án tiến sĩ vật lý, Trường Đại học Khoa Học Tự Nhiên, TP HCM.
- Đặng Văn Liệt, Lương Phước Toàn, Dương Hiếu Đầu (2009), Sử dụng hàm trọng lượng tuyến nhằm tăng cường độ phân giải trong việc phân tích tài liệu từ và trọng lực bằng phép biến đổi Wavelet, *Hội thảo toàn Quốc 2009 của Hội Địa vật lý Việt Nam, Vũng Tàu, tháng 12 năm 2009*.
- Babu, R.H.V, Vijayakumar, V., Rao, D.A., (1986), A simple method for the analysis of magnetic anomalies over dike-like bodies, *Geophysics*, Vol 51, pp. 1119-1126.
- Basu M., (1994), Gaussian derivative model for edge enhancement, *Pattern Recognition*, Vol. 27, No. 11, pp 1451 – 1461.
- Fiorentine, A. and Mazzantini, L., (1966), Neuron inhibition in the human fovea: A study of interaction between two line stimuli, *Atti Fond G Ronchi*, Vol. 21, pp 738-747.
- Gabor D., (1946). *Theory of communication*, Jour. IEEE, (London), 93, pp. 429-457.
- Grossmann, A., Holschneider, M., Kronland Martinet, R. and Morlet, J., (1987) Detection of abrupt changes in sound signals with the help of wavelet transforms In verse Problems, *An Interdisciplinary Study (Adv. Electron. Electron. Phys. 19)*, San Diego, CA: Academic, pp. 298–306.
- Kennedy L.M., M. Basu, (1997), Image enhancement using a human visual system model, *Pattern Recognition*, Vol. 30, No. 12, pp 2001 – 2014.