

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT  
-----o0o-----

**BÁO CÁO SINH HOẠT HỌC THUẬT  
NĂM HỌC 2023-2024**

**PHƯƠNG PHÁP CHIẾU SÓNG ĐỊA CHẤN GIỮA CÁC LỖ KHOAN VÀ  
MỘT SỐ ỨNG DỤNG**

**NGƯỜI BÁO CÁO: TRẦN DANH HÙNG  
ĐƠN VỊ: BỘ MÔN ĐỊA VẬT LÝ  
KHOA DẦU KHÍ VÀ NĂNG LƯỢNG**

**Hà Nội, 10/2023**

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**  
-----o0o-----

**BÁO CÁO SINH HOẠT HỌC THUẬT**  
**NĂM HỌC 2023-2024**

**PHƯƠNG PHÁP CHIẾU SÓNG ĐỊA CHẤN GIỮA CÁC LỖ KHOAN VÀ**  
**MỘT SỐ ỨNG DỤNG**

**PHÒNG KHCN**

**BỘ MÔN**

**NGƯỜI BÁO CÁO**

**TRẦN DANH HÙNG**

**Hà Nội, 10/2023**

## MỤC LỤC

<b>PHƯƠNG PHÁP CHIẾU SÓNG ĐỊA CHẤN GIỮA CÁC LỖ KHOAN VÀ MỘT SỐ ỨNG DỤNG.....</b>	<b>4</b>
<b>Chương 1. TỔNG QUAN PHƯƠNG PHÁP CHIẾU SÓNG ĐỊA CHẤN.....</b>	<b>4</b>
1.1                    Tổng quan về tình hình nghiên cứu và ứng dụng phương pháp chiếu sóng địa chấn	4
1.2 <i>Ứng dụng chiếu sóng địa chấn trên thế giới và ở Việt Nam .....</i>	<i>22</i>
1.3 <i>Phương pháp tiến hành.....</i>	<i>23</i>
1.4                    Xử lý tài liệu .....	24
1.4.1 <i>Các bước xử lý cụ thể .....</i>	<i>24</i>
<b>Chương 2. MỘT SỐ KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM .....</b>	<b>27</b>
2.1                    Nghiên cứu khối đá nền móng ở dự án thủy điện Nậm Kông .....	27
2.2 <i>Cặp hố khoan BH27 - BH28 .....</i>	<i>28</i>
2.3 <i>Cặp hố khoan BH30 - BH31 .....</i>	<i>32</i>

# **PHƯƠNG PHÁP CHIẾU SÓNG ĐỊA CHẤN GIỮA CÁC LỖ KHOAN VÀ MỘT SỐ ỨNG DỤNG**

## **Chương 1. TỔNG QUAN PHƯƠNG PHÁP CHIẾU SÓNG ĐỊA CHẤN**

### **1.1 Tổng quan về tình hình nghiên cứu và ứng dụng phương pháp chiếu sóng địa chấn**

Vào đầu những năm 1970, học giả người Anh G. Hounsfield đã phát minh ra công nghệ chụp cắt lớp (CT) và nó đã nhanh chóng được ứng dụng rộng rãi trong y học. Công nghệ này dựa vào việc phát và thu sóng siêu âm hay năng lượng bức xạ gama, xử lý chúng để đưa ra hình ảnh của những phần “không nhìn thấy” trong cơ thể con người [33]. Công nghệ CT đã nhanh chóng được nhiều nhà khoa học nghiên cứu phát triển và ứng dụng trong nghiên cứu địa kỹ thuật và địa chất công trình với tên gọi là chiếu sóng địa chấn, chiếu sóng siêu âm hay chiếu sóng nói chung (Seismic Tomography, Sonic Tomography,... Tomography).

Chụp cắt lớp là một kỹ thuật giải ngược xác định sự phân bố trong không gian một thông số vật lý nhất định như sự suy giảm của tia X bên trong một đối tượng quan tâm bằng việc đo phản ứng của đối tượng với nguồn năng lượng khảo sát từ nhiều hướng. Ban đầu người ta sử dụng tia X làm nguồn năng lượng để chụp ảnh cắt lớp trong y học, sau đó phát triển chụp cắt lớp bằng sóng siêu âm. Ứng dụng thành công chụp cắt lớp siêu âm là nền tảng khởi đầu cho sự phát triển phương pháp chiếu sóng địa chấn. Trong chiếu sóng địa chấn, nguồn năng lượng để khảo sát là sóng địa chấn và các đối tượng khảo sát là các bất đồng nhất nằm bên dưới bề mặt, giữa các hố khoan hay giữa các mặt thoáng. Bằng sử dụng sóng địa chấn với các bước sóng khác nhau, các bất đồng nhất với các kích thước khác nhau được khảo sát và xây dựng lại hình ảnh [54].

Các phương pháp chiếu sóng có thể phân thành 2 loại. Loại thứ nhất là các phương pháp dựa trên các định luật quang hình hay biểu thức tia sóng được gọi

là chiếu sáng theo tia (ray tomography). Loại thứ 2 là phương pháp chiếu sáng tán xạ (diffraction tomography).

Cơ sở toán học của chiếu sáng theo tia được thiết lập bởi Radon năm 1917

[53, tr. 11], ông đã rút ra được phương pháp mô tả hai hàm kích thước bên trong một khu vực bằng các tích phân đường dọc theo các đường cắt ngang khu vực đó. Phương pháp này được Bracewell năm 1956 [53, tr. 11] lựa chọn để xây dựng lại hình ảnh mặt trời. Từ đó chiếu sáng theo tia được áp dụng tới các lĩnh vực khác nhau như chụp cắt lớp trong y học và kính hiển vi điện tử. Tới nay, đã có ba loại thuật toán xây dựng lại hình ảnh đối với chiếu sáng theo tia được phát triển đó là: 1) thuật toán xây dựng lại hình ảnh bằng khai triển chuỗi;

2) thuật toán xây dựng lại hình ảnh bằng biến đổi Fourier trực tiếp và 3) thuật toán xây dựng lại hình ảnh chiếu ngược có lọc (the filtered backprojection reconstruction algorithm). Kak năm 1985 [53, tr. 11] đã đưa ra cái nhìn tổng quan về cả ba thuật toán này. Chiếu sáng theo tia làm việc tốt khi sự tương tác giữa năng lượng chiếu và đối tượng khảo sát có thể mô tả bằng biểu thức tia sáng. Đây là trường hợp khi kích thước của đối tượng lớn hơn nhiều so với bước sóng, và khi sự thay đổi vận tốc là từ từ sao cho sự khúc xạ của tia nổi trội so với tán xạ.

Chiếu sáng địa chấn theo tia lần đầu tiên được áp dụng để nghiên cứu hình ảnh các lớp bên dưới bề mặt đất bởi Dines và Lytle năm 1979 [53, tr. 13]. Chiu và nhiều người khác năm 1986 [53, tr. 13] đã đề xuất phương pháp chiếu sáng theo tia bình phương tối thiểu cưỡng bức bằng sử dụng phân tích giá trị đơn để giải bài toán ngược ổn định hơn. Bregman và nhiều người khác năm 1987 [53, tr. 13] sử dụng cả thông tin thời gian truyền sóng và biên độ đối với phương pháp chiếu sáng địa chấn theo tia. Năm 1987, Um và Thurber [18, tr. 9] đưa ra lý thuyết chiếu sáng theo tia cong. Ecoublet P.E. [15] đã phát triển lý thuyết chiếu sáng theo tia cong và nó đã nhanh chóng được ứng dụng bổ sung

cho phương pháp chiếu sóng theo tia trong trường hợp môi trường có sự thay đổi đột ngột về vận tốc truyền sóng. Hiện nay các phần mềm xử lý chiếu sóng thương mại được phát triển theo hướng này kết hợp với đo sự suy giảm năng lượng.

Ngoài ra, chiếu sóng địa chấn theo tia cũng trình bày trong các tác phẩm của Tien When Lo [53], Berryman J.G. [7], Pratt R.G. [37, 39], Chapman C.H. và Pratt R.G. [11], Iyer H.M. , Hirahara K. [24], Tien-when Lo, Philip Inderwiesen [54], Shuster G.T. [48], Spetzler Jesper và Snieder Roel [51], Ajo- Franklin Jonathan và nnk. [5], Domenico Patella và nnk. [14], Ian F. Jones [21] và Suryono và nnk. [50].

Khi kích thước của đối tượng ngang bằng với bước sóng của sóng chiếu, sự tán xạ trở thành quá trình nhiễu xạ. Trong trường hợp như vậy, sự tương tác giữa năng lượng chiếu và đối tượng khảo sát phải được mô tả bằng biểu thức sóng thay vì biểu thức tia. Chiếu sóng tán xạ được đề xướng trong tác phẩm của Wolf vào năm 1969 [53, tr. 12]. Wolf rút ra quan hệ giữa trường sóng tán xạ và phân bố không gian chỉ số khúc xạ của nguồn tán xạ bằng sử dụng xấp xỉ Born. Dựa trên tác phẩm của Wolf, Muller và nhiều người khác vào năm 1979, 1980 [53, tr. 12] đã phát triển phương pháp chiếu sóng tán xạ sóng âm trong môi trường nền không thay đổi (constant background). Lý thuyết của phương pháp chiếu sóng tán xạ sóng âm trong môi trường nền không đổi đã được kiểm

tra bởi một vài nghiên cứu thí nghiệm siêu âm với góc chiếu  $360^0$ : Kavel và

nhiều người khác năm 1979 [53, tr. 12] đã tiến hành thí nghiệm chiếu sóng tán xạ siêu âm đầu tiên; Adams và Anderson năm 1980 [53, tr. 12] chiếu sóng tán xạ theo cơ chế phản xạ (reflection mode diffraction tomography); Greenleaf năm 1983 [53, tr. 12] kiểm tra chiếu sóng tán xạ sóng qua (transmission mode diffraction tomography) bằng sử dụng xấp xỉ Born. Lý thuyết chiếu sóng tán xạ

sóng âm trên nền không thay đổi sau đó được tổng quát hóa tới trường hợp nền thay đổi bởi Levy, Esmersey và Mora năm 1987 [53, tr. 12], và tới trường hợp chiều sóng tán xạ đàn hồi bởi Beylkin và Burridge năm 1987 [53, tr. 12]. Chiều sóng tán xạ cũng có 3 loại thuật toán xây dựng lại hình ảnh là thuật toán xây dựng lại hình ảnh bằng khai triển chuỗi, thuật toán xây dựng lại hình ảnh bằng biến đổi Fourier trực tiếp và thuật toán xây dựng lại chiều ngược có lọc (Kak, năm 1985 [53, tr. 12]). Một sự so sánh giữa thuật toán xây dựng lại hình ảnh bằng biến đổi Fourier trực tiếp và thuật toán xây dựng lại chiều ngược có lọc được thực hiện bởi Pan và Kak năm 1983 [53, tr. 12] bằng mô hình số. Thuật toán khai triển chuỗi đối với chiều sóng tán xạ được mô tả bởi Devaney năm 1985 [53, tr. 12] và Mohammad – Djafari và Demoment năm 1986 [53, tr. 13]. Thuật toán này tương tự như thuật toán khai triển chuỗi đối với trường hợp chiều sóng theo tia ngoại trừ bài toán thuận của chiều sóng khai triển theo chuỗi là một biểu thức ma trận liên quan đến hàm đối tượng và trường tán xạ, mà các thành phần của ma trận này là các hàm Green.

Phương pháp chiều sóng tán xạ lần đầu tiên được đề xuất ứng dụng bởi Devaney năm 1984 [53, tr. 13]. Năm 1986, Witten và Long [53, tr. 13] đã kiểm tra ảnh hưởng của mật độ lấy mẫu trong không gian của các nguồn tán xạ mạnh và tần số sóng trong chiều sóng tán xạ bằng số liệu tổng hợp. Wu và Toksoz năm 1987 [53, tr. 13] đã biến đổi phương pháp chiều sóng tán xạ sóng phẳng của Devaney bằng sử dụng nguồn đường và đã đưa ra công thức của các thuật toán xây dựng lại hình ảnh truyền ngược đối với các trường hợp giữa các hố khoan, VSP, và phản xạ. Năm 1987, Harris [53, tr. 13]) đã sử dụng phương pháp tổng hợp sóng phẳng để bỏ qua xấp xỉ trường ở xa trong công thức của Devaney làm cho các bất đồng nhất tán xạ yếu gần nguồn phát và thu có thể xây dựng lại được. Chiều sóng tán xạ không chỉ được kiểm tra trên số liệu tổng hợp mà còn trên thí nghiệm siêu âm bởi Lo và nhiều người khác năm 1987 [53,

tr. 13]. Pratt R.G. và nhiều người khác [43] đã nghiên cứu chiếu sóng tán xạ trên mô hình. Pratt và nnk. [40] đã phát triển lý thuyết giải ngược áp dụng cho chiếu sóng giữa các hố khoan trong trường hợp dùng nhiều nguồn. Pratt R.G. và nnk. [37] đã nghiên cứu kết hợp chiếu sóng địa chấn tán xạ với chiếu sóng địa chấn theo tia để làm tăng độ phân giải của phương pháp chiếu sóng. Song Zhong Min và nnk. [49] đã sử dụng chiếu sóng địa chấn tán xạ để nghiên cứu môi trường địa chất phức tạp bằng mô hình. Greg Gbur và Emil Wolf [19] đã nghiên cứu quan hệ giữa chiếu sóng tán xạ với chụp cắt lớp trong y học. Wang Hui [59] áp dụng chiếu sóng tán xạ theo biên độ trong nghiên cứu khối đá nền móng công trình. Brender A.J. và nnk. [8] ứng dụng chiếu sóng tán xạ và suy giảm năng lượng trong nghiên cứu cấu trúc lớn.

Ngoài ra chiếu sóng địa chấn tán xạ cũng được trình bày trong tác phẩm của Tien-when Lo [53] Tien-when Lo và Philip Inderwiesen [54], các nghiên cứu và ứng dụng thực tế của Pratt R.G. và nnk. [42, 43, 45, 46], Youli Quan và Jerry M. Harris [61], Mark A. Anastasio và nnk. [31], Bronstein M.M. [10], Pei Zhenglin và nnk. [35], Chuchart Pintavirooj và Manas Sangworasil [12], Ying Rao và Yanghua Wang [60]. Tuy nhiên, cho đến nay hầu hết các công việc ứng dụng chiếu sóng địa chấn tán xạ chỉ hạn chế ở nghiên cứu cấu trúc nhỏ, hoặc khi sử dụng kết hợp với chiếu sóng địa chấn theo tia. Điều này có thể do thông tin biên độ khi nghiên cứu cấu trúc lớn là không rõ ràng, sự suy giảm sóng, sự tán xạ, sự lan tỏa cầu, sự chuyển đổi sóng, và hiệu ứng phản xạ/ sóng qua có thể giống nhau sinh ra các hiệu ứng tương tự trong hình dạng con sóng. Như vậy, để áp dụng thành công chiếu sóng địa chấn tán xạ trong nghiên cứu cấu trúc lớn phải giải quyết được những vấn đề này một cách đồng thời trên tập số liệu thực [8]. Việc giải bài toán động lực này rất phức tạp và cho đến nay vẫn chưa giải quyết được triệt để [2].



Trong khuôn khổ luận văn này chỉ tập trung nghiên cứu phương pháp thu thập, xử lý và minh giải tài liệu theo phương pháp chiếu sóng địa chấn theo tia.

## **1.2 Ứng dụng chiếu sóng địa chấn trên thế giới và ở Việt Nam**

Trên thế giới, chiếu sóng địa chấn đã được sử dụng nhiều trong nghiên cứu các đặc điểm địa chất công trình ở các công trình xây dựng lớn như đập thủy lợi, thủy điện, điện hạt nhân [23, 26, 42, 47, 57, 58]. Ngoài ra, nó còn được sử dụng trong nghiên cứu địa chất thủy văn [34], nghiên cứu đánh giá môi trường [17, 28], quan trắc quá trình khai thác thu hồi dầu khí [20, 52, 54], nghiên cứu địa chất mỏ và quan trắc an toàn quá trình khai thác mỏ khoáng sản [27, 32, 46] và nghiên cứu cấu trúc lớn [9, 36]. Trong thời gian gần đây, chiếu sóng địa chấn còn được sử dụng để kiểm tra chất lượng bê tông và quan trắc đánh giá mức độ an toàn của các công trình xây dựng bằng bê tông [16, 25, 29, 30, 33, 50, 55, 56].

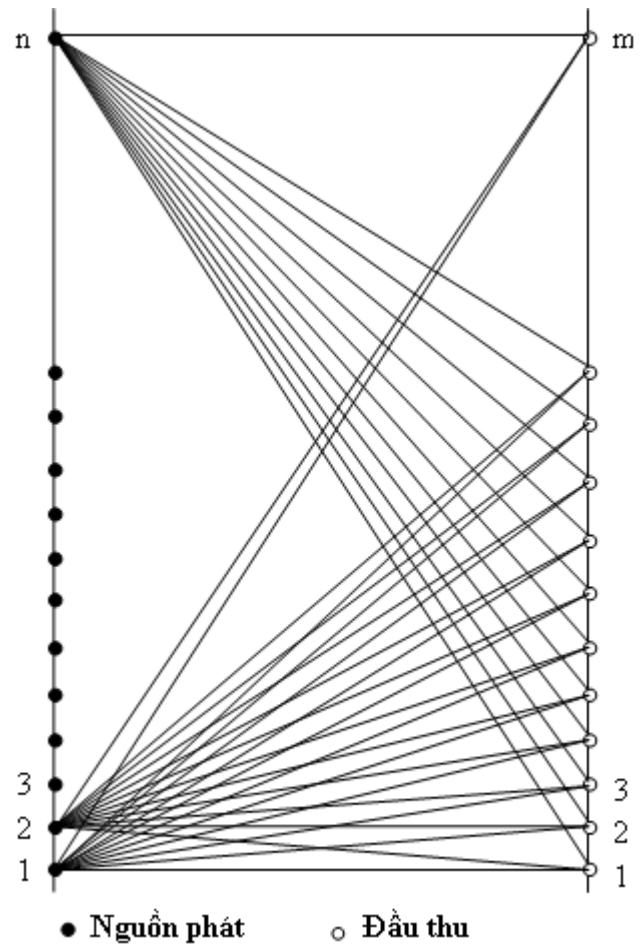
Năm 2008, tại dự án thủy điện Sê Kông và Nậm Kông tại Cộng hòa dân chủ nhân dân Lào, Công ty cổ phần tư vấn xây dựng Điện 1 đã áp dụng chiếu sóng địa chấn nghiên cứu khối đá nền móng đập và nhà máy dự kiến [62, 63]. Năm 2013, tại dự án điện hạt nhân Ninh Thuận 1, chiếu sóng địa chấn cũng đã được tiến hành với khối lượng lớn nhằm nghiên cứu khối đá nền móng tại khu vực dự kiến bố trí nhà máy.

Nhìn chung, việc áp dụng phương pháp chiếu sóng địa chấn trong nghiên cứu nền móng công trình ở Việt Nam còn rất hạn chế cả về số lượng và chất lượng. Các lĩnh vực kiểm tra chất lượng, quan trắc các công trình xây dựng bằng bê tông, quan trắc đánh giá tác động môi trường, tai biến địa chất, nghiên cứu địa chất thủy văn, quan trắc các mỏ khai thác khoáng sản góp phần vào việc dự báo sự ổn định và an toàn của công trình, mỏ hầu như chưa được quan tâm nghiên cứu.

Tương tự như các phương pháp địa chấn thông thường, trong phương pháp chiếu sóng địa chấn cũng cần tiến hành 3 bước, đó là: 1) Thu thập tài liệu; 2) Xử lý tài liệu và 3) Minh giải tài liệu. Sau đây chúng ta lần lượt xem xét các bước một cách cụ thể.

### 1.3 Phương pháp tiến hành

Để tiến hành thu số liệu, máy thu được thả xuống đáy hố khoan thu (vị trí 1), tiến hành phát sóng ở vị trí 1 (đáy hố khoan phát), sau đó dịch chuyển máy thu đến vị trí thứ 2 và tiếp tục phát sóng ở vị trí 1 (hình 1). Việc chuyển điểm phát sóng từ vị trí 1 sang vị trí thứ 2 chỉ thực hiện khi máy thu di chuyển hết toàn bộ phần hố khoan thu (tức là vị trí m). Việc dịch chuyển điểm phát sóng kết thúc ở vị trí thứ n (vị trí cuối cùng trong hố khoan phát cần khảo sát). Khi đó tia sóng đã bao phủ toàn bộ diện tích giữa các máy thu và các điểm phát sóng.



Hình 1. Sơ đồ mô tả phương pháp thi công chiếu sóng địa chấn

## 1.4 Xử lý tài liệu

Trong chiếu sóng địa chấn, nguồn năng lượng để khảo sát là sóng địa chấn và các đối tượng khảo sát là các bất đồng nhất nằm bên dưới bề mặt, giữa các hố khoan hay giữa các mặt thoáng. Bằng sử dụng sóng địa chấn với các bước sóng khác nhau, các bất đồng nhất với các kích thước khác nhau được khảo sát và giải đoán để xây dựng lại hình ảnh [54].

Phương pháp chiếu sóng địa chấn theo tia hiện nay được xử lý dựa trên 2 thuật toán, đó là: 1) các phương pháp biến đổi (transform methods) và 2) các phương pháp khai triển chuỗi (series expansion methods). Các phương pháp biến đổi thường được ứng dụng trong nghiên cứu thiên văn và y học, chúng được sử dụng rất hạn chế trong chiếu sóng địa chấn do liên quan đến tia truyền thẳng và góc quan sát rộng. Các phương pháp khai triển chuỗi là một nhóm các thuật toán tính toán dùng xác định hàm mô hình của đối tượng, mà những thuật toán này dễ dàng cho phép chiếu tia cong qua đối tượng (hình 2.4) và do đó chúng phù hợp với các ứng dụng trong chiếu sóng địa chấn [15]. Do vậy, trong khuôn khổ luận văn này chỉ tập trung trình bày phần cơ sở lý thuyết của phương pháp khai triển chuỗi.

### 1.4.1 Các bước xử lý cụ thể

Các bước xử lý số liệu chiếu sóng địa chấn được trình bày trên biểu đồ ở

hình 2.6. Dưới đây là mô tả chi tiết từng bước:

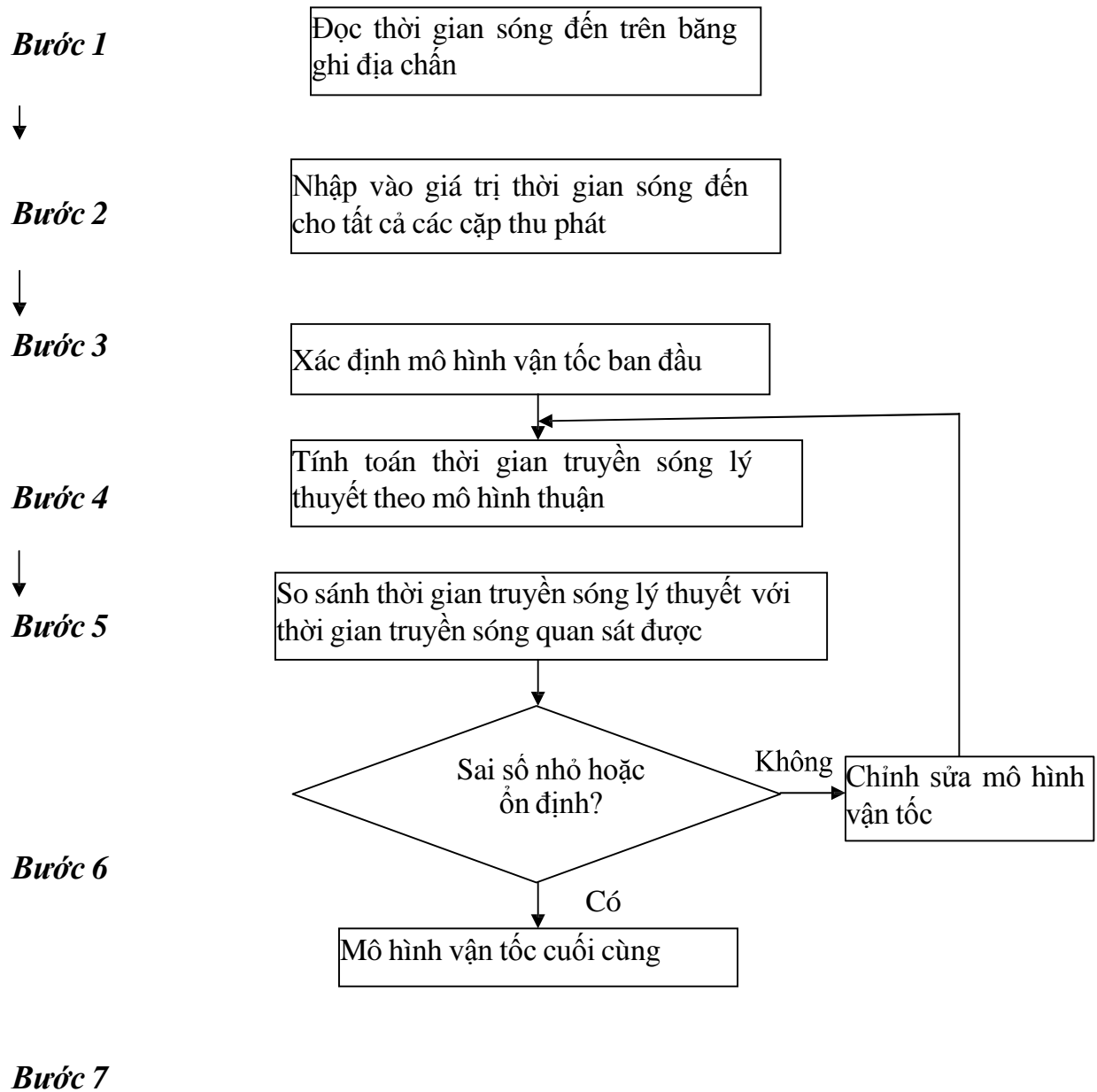
- Bước 1 – Chọn thời gian sóng đến trên băng ghi địa chấn thu được (xem hình 2).
- Bước 2 – Nhập vào giá trị thời gian sóng đến cho tất cả các cặp thu phát: Đối với các phần mềm chiếu sóng thương mại đang sử dụng phổ biến hiện nay như GeoTom CG (của Mỹ), Firstomo (của Nga) thì tệp số liệu chiếu sóng đầu vào gồm các thông tin và có dạng như trình bày trong bảng 2.1.
  - Dòng thứ nhất: Tọa độ nguồn phát, máy thu và thời gian tới của tia thứ nhất.
  - Dòng thứ 2: Tọa độ nguồn phát, máy thu thời gian tới của tia thứ 2.

...

- Dòng thứ I: Tọa độ nguồn phát, máy thu, thời gian tới của tia thứ I.

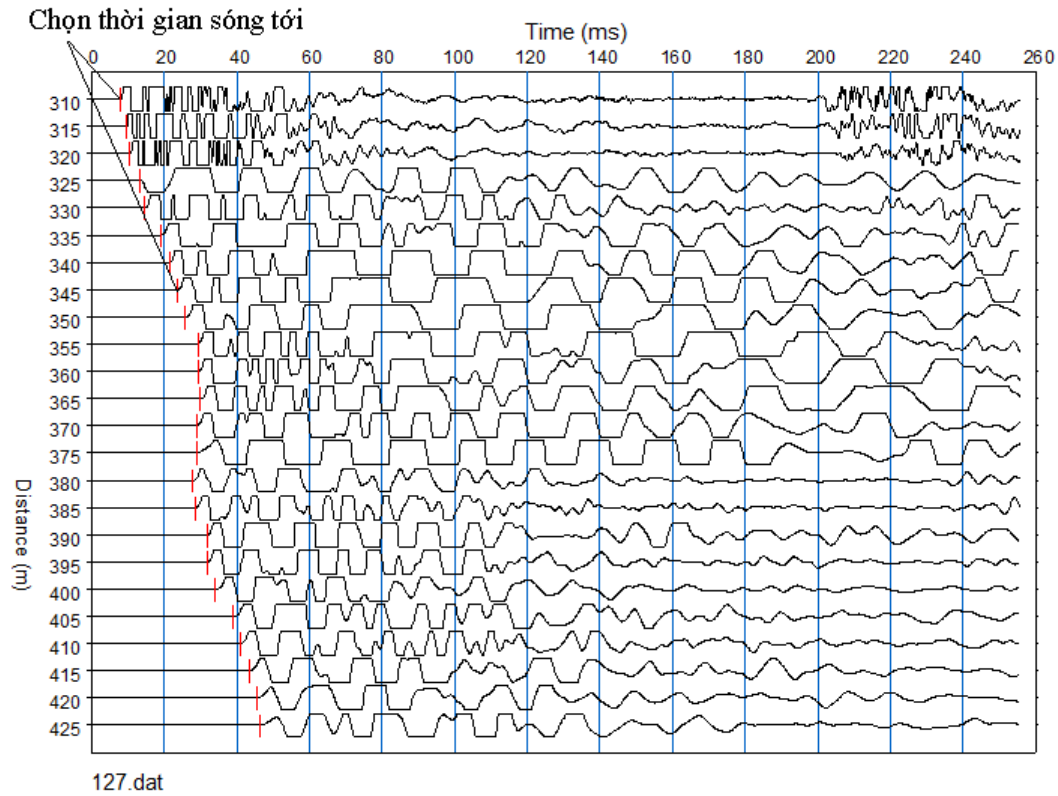
– Bước 3 – Xác định mô hình vận tốc ban đầu. Các thông số cần chọn để xây dựng mô hình vận tốc ban đầu gồm:

- Giá trị tọa độ theo trục X nhỏ nhất, tọa độ theo trục X lớn nhất, số ô theo trục X (liên quan đến kích thước của ô theo trục X);



Hình 2. Biểu đồ các bước xử lý số liệu chiếu sóng địa chấn [47].

- Giá trị tọa độ Y nhỏ nhất, tọa độ Y lớn nhất, số ô theo trục Y (trong trường hợp nghiên cứu vật thể 3 chiều);
- Giá trị tọa độ theo trục Z (cao độ H) nhỏ nhất, tọa độ theo trục Z lớn nhất, số ô theo trục Z.
- Vận tốc ban đầu của tất cả các ô trong mô hình được lấy trong khoảng vận tốc nhỏ nhất đến vận tốc trung bình theo tia thẳng, và thường được lấy bằng vận tốc trung bình theo tia thẳng.



Hình 3. Chọn thời gian sóng tới

Bảng 1. Định dạng tệp số liệu chiếu sóng của một số phần mềm xử lý

Số hiệu tia	Tọa độ nguồn phát			Tọa độ đầu thu			Thời gian truyền sóng
	X	Y	Z	X	Y	Z	
01							
02							
...							
I							

## Chương 2. MỘT SỐ KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

### 2.1 Nghiên cứu khối đá nền móng ở dự án thủy điện Nậm Kông

Khu vực dự kiến bố trí công trình thủy điện Nậm Kông nằm trên các phân bố phun trào rhyolite màu xám vàng, xám trắng, xám xanh. Theo tài liệu khoan, đá có dạng cấu trúc khối, kiến trúc porphyritic, kích thước hạt khác nhau từ 1 - 3mm, hiếm khi từ 5 - 15mm. Trong đá gốc ít nứt nẻ, nhưng tồn tại hệ thống lỗ hổng kích thước từ 3 – 15mm. Chiều sóng địa chấn được tiến hành ở cặp hố khoan BH27 - BH28, BH30 - BH31, BH32 - BH33, BH34 - BH36

được bố trí ở các vị trí quan trọng như chân đập, cửa nhận nước và nhà máy dự kiến (xem hình 1.2, hình 1.3) nhằm nghiên cứu chất lượng khối đá ở trạng thái tự nhiên, mức độ bảo toàn và tính đồng nhất của khối đá giữa hai hố khoan.

Máy thu được sử dụng thí nghiệm chiếu sóng tại khu vực công trình là máy thu Geospace được gia công gắn thành chuỗi dài gồm 6 chiếc. Trạm địa chấn Geometric NZ24 được sử dụng để ghi số liệu. Chiều dài băng ghi và bước lấy mẫu được lựa chọn theo công thức (2.2) và công thức (2.3) kết hợp với các bước lấy mẫu thiết kế cố định trên trạm máy địa chấn và chọn chung cho toàn bộ công trình là 32ms và 32 $\mu$ s [62].

Để phát sóng gây dao động chiếu sóng địa chấn tại khu vực công trình đã sử dụng kíp nổ tức thời K8 và một lượng nhỏ thuốc nổ Amonit. Theo kết quả tài liệu địa chấn trong hầm ngang A2, dải tần số của loại nguồn này có phổ tín hiệu thu được rõ ràng trong khoảng 300 – 1.500Hz, tần số lớn nhất quan sát được khoảng 5.000Hz. Như vậy khoảng cách giữa các máy thu hay khoảng cách giữa các điểm phát sóng tính theo công thức (2.1) là  $S_{\min} < 2m$ . Tại khu vực công trình đã lựa chọn khoảng cách giữa các máy thu bằng 2m và khoảng cách giữa các điểm phát sóng bằng 5m [62].

## 2.2 Cặp hố khoan BH27 - BH28

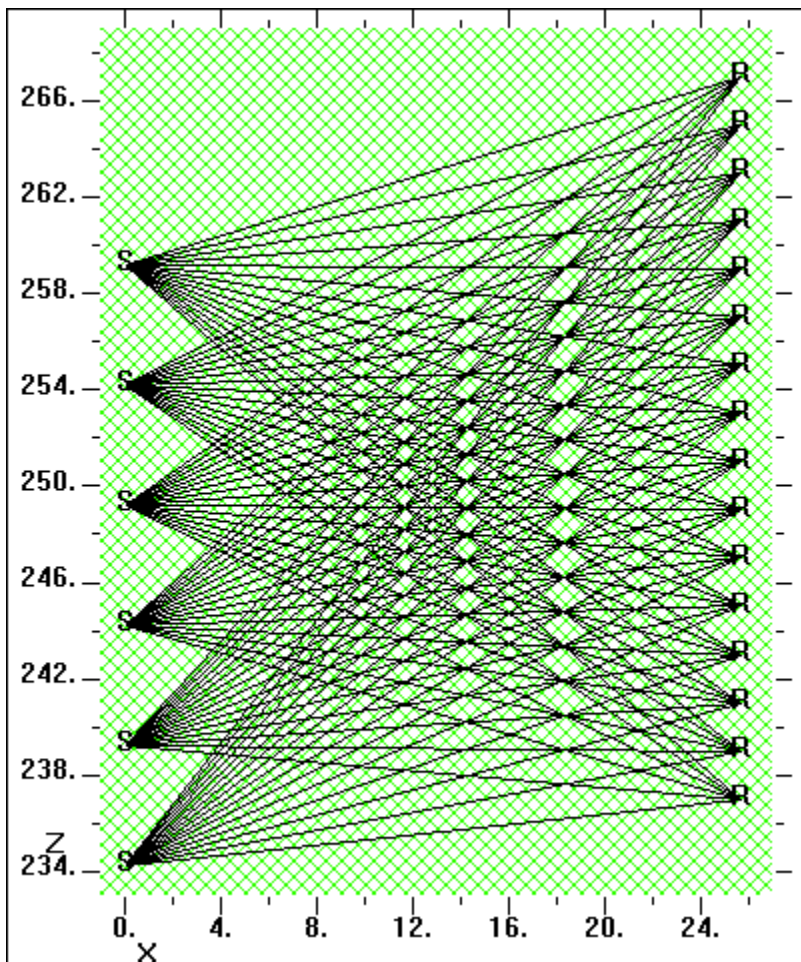
Cặp hố khoan này được bố trí ở bờ trái tuyến đập dự kiến (xem hình 1.2).

### 2.2.1.1 Thu thập số liệu

Hình 3.1 là sơ đồ bố trí điểm phát và điểm thu giữa cặp hố khoan BH27 – BH28, trong đó S là kí hiệu vị trí nguồn phát, R là kí hiệu vị trí máy thu. Khoảng cách giữa hai miệng hố khoan là 25,65m. Máy thu địa chấn được bố trí trong hố khoan BH27 ở độ sâu từ 9m đến 39m tương ứng với cao độ từ 267m đến 237m.

BH28

BH27



Hình 4. Sơ đồ bố trí điểm thu-phát sóng địa chấn ở cặp hố khoan BH27 – BH28.

Các điểm phát sóng được bố trí trong hố khoan BH28 ở các độ sâu 15m, 20m, 25m, 30m, 35m và 40m tương ứng với các cao độ 259,2m, 254,2m, 249,2m, 244,2m, 239,2m, 234,2m.

### 2.2.1.2 Xử lý số liệu

Số liệu chiếu sóng được xử lý theo các bước như trình bày ở mục 2.3.2. Đầu tiên bảng địa chấn được hiển thị, khuếch đại bằng phần mềm TomTime (GeoTom CG) như trên hình 3.2 sao cho có thể chọn chính xác thời gian sóng tới. Sau đó nhập vào giá trị thời gian sóng tới ( $t^{\text{obs}}$ ) cho tất cả các cặp thu phát theo định dạng như trình bày ở bước 2 hoặc bảng 2.1, mục 2.3.2. Việc xây dựng mô hình vận tốc ban đầu ở cặp hố khoan này được thực hiện bằng cách chọn các tọa độ lớn nhất và nhỏ nhất theo các trục X, Z sao cho nó bao toàn bộ vùng khảo sát và kích thước ô vận tốc được chọn ở đây bằng 2m (xem hình 3.3). Vận tốc ban đầu của các ô được chọn giống nhau, bằng vận tốc trung bình theo tia thẳng của tất cả các tia  $V = 4,595 \text{ km/s}$  ở cặp hố khoan này.

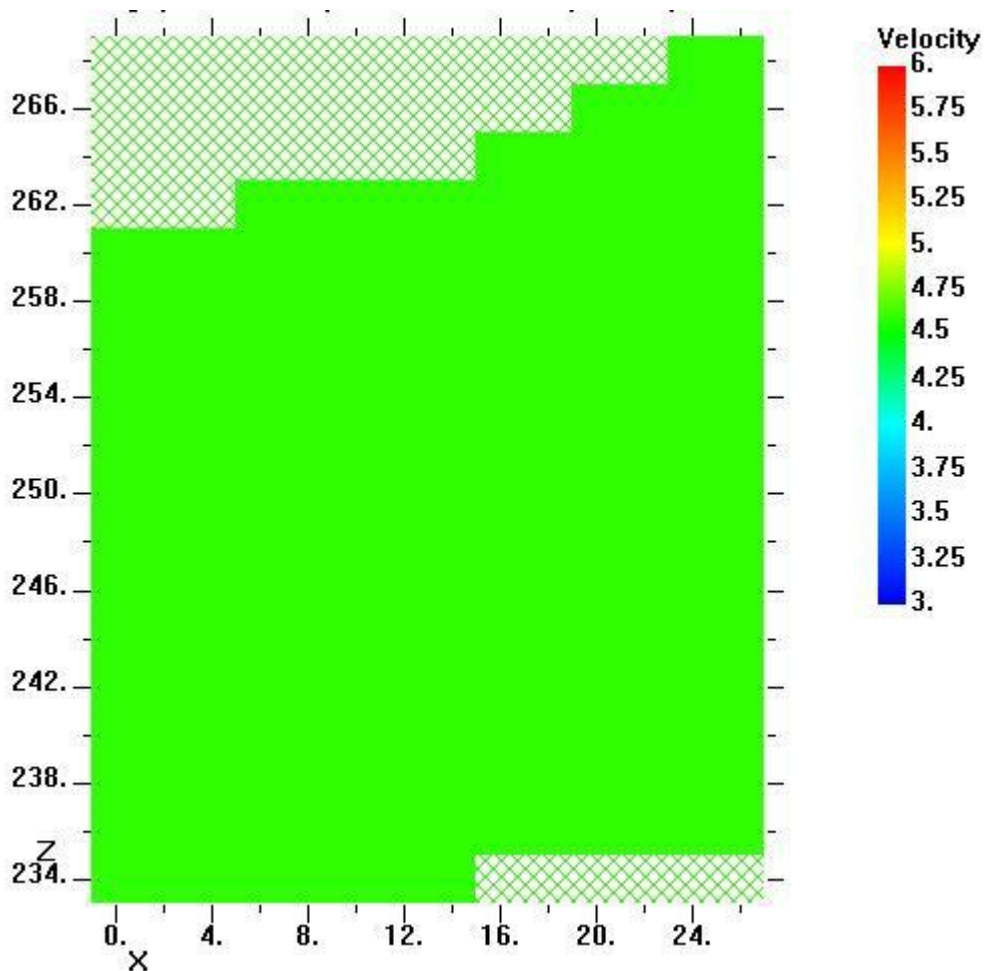


Hình 5. Chọn thời gian sóng tới bằng phần mềm TomTime



BH28

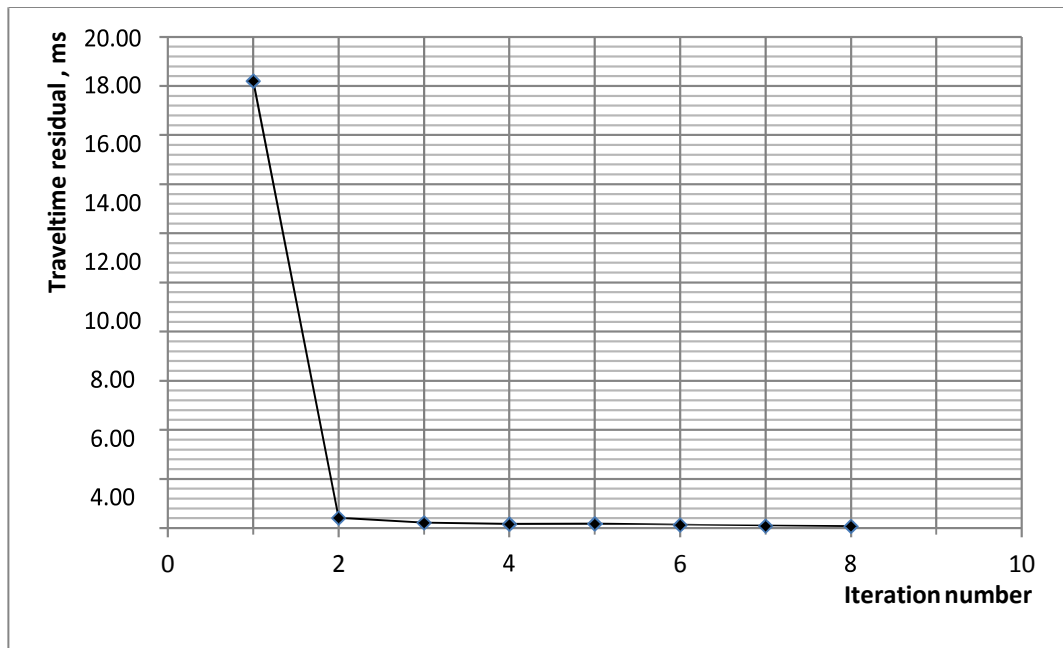
BH27



Hình 6. Mô hình vận tốc ban đầu ở cặp hố khoan BH27-BH28

Bước đầu tiên của thuật toán SIRT là thực hiện việc chiếu tia qua mô hình đánh giá ở trên đối với từng cặp thu phát. Sử dụng định luật Snell để ‘chiếu tia’ vì ở đây chỉ sử dụng sóng đến trực tiếp. Ngoài việc cung cấp thời gian truyền sóng tính toán ( $t^{pre}$ ), việc chiếu tia cũng cung cấp chiều dài của tia qua mỗi ô theo yêu cầu của thuật toán. Sau đó so sánh thời gian truyền sóng quan sát được với thời gian truyền sóng tính toán qua mô hình. Nếu hiệu số (sai số) thời gian truyền sóng tính toán qua mô hình và thời gian truyền sóng quan sát này lớn thì hiệu chỉnh mô hình theo bước 2, bước 3 của thuật toán SIRT và tiếp tục chương trình giải lặp - chạy giải lặp vòng tiếp theo. Nếu sai số là nhỏ và có trị

số ổn định (xem hình 3.4) sau một số lần giải lặp thì dừng chương trình xử lý, ta thu được mô hình vận tốc cần tìm. Việc tính toán thời gian truyền sóng qua mô hình, tính sai số, hiệu chỉnh mô hình và chạy giải lặp được thực hiện hoàn toàn bằng phần mềm xử lý GeoTom CG. Sai số của quá trình giải lặp trên luôn hiển thị trên màn hình và lưu tự động trong tệp với tên tương ứng có phần mở rộng “.rsd”.



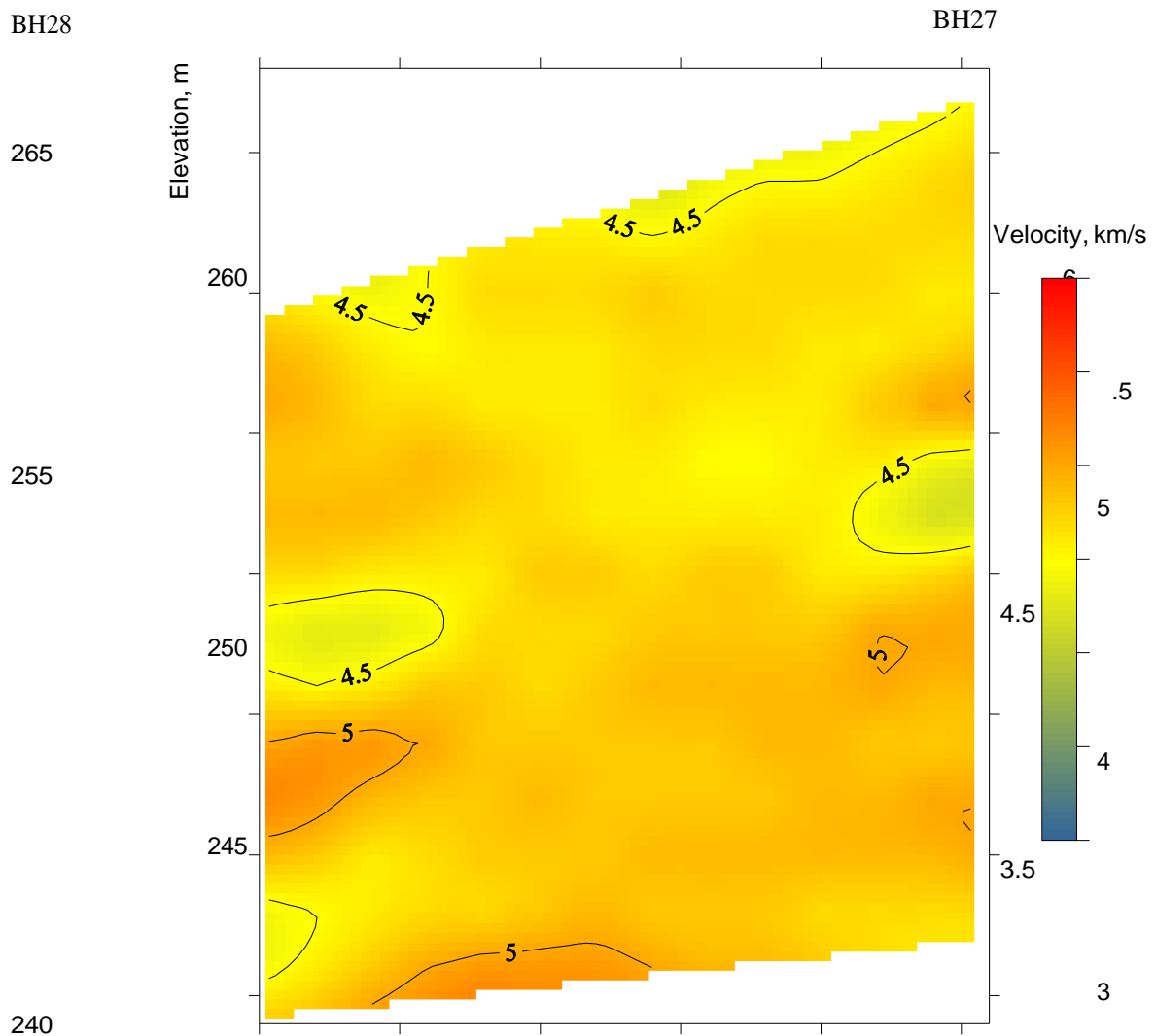
Hình 7. Biểu đồ sai số xử lý ở cặp hố khoan BH27- BH28.

### 2.2.1.3 Minh giải tài liệu

Hình 3.5 là lát cắt vận tốc truyền sóng thu được ở cặp hố khoan BH27- BH28 sau khi xử lý số liệu chiếu sóng. Số liệu kết quả chiếu sóng được trình bày trong bảng A1 – phụ lục A. Dựa vào kết quả chiếu sóng địa chấn thu được, tài liệu khoan ở hai hố khoan BH27 và BH28 (Hình B1, B2 - phụ lục B) và quan hệ nêu ở bảng 2.2 có một số nhận xét:

- Khối đá rhyolite phong hóa nhẹ giữa 2 hố khoan có vận tốc truyền sóng  $V_p = 4,2 - 5,3 \text{ km/s}$ .
- Dựa vào kết quả vận tốc truyền sóng thu được có thể nhận định chất lượng khối đá giữa hai hố khoan tương đối tốt.

- Mức độ bảo toàn của khối đá gốc tương đối tốt và đồng nhất.
- Phương pháp có khả năng đánh phát hiện các bất đồng nhất khá tốt, tại các vị trí trong hố khoan BH27, BH28 nơi có giá trị chỉ số chất lượng khối đá (RQD) giảm vận tốc truyền sóng thu được cũng giảm theo.



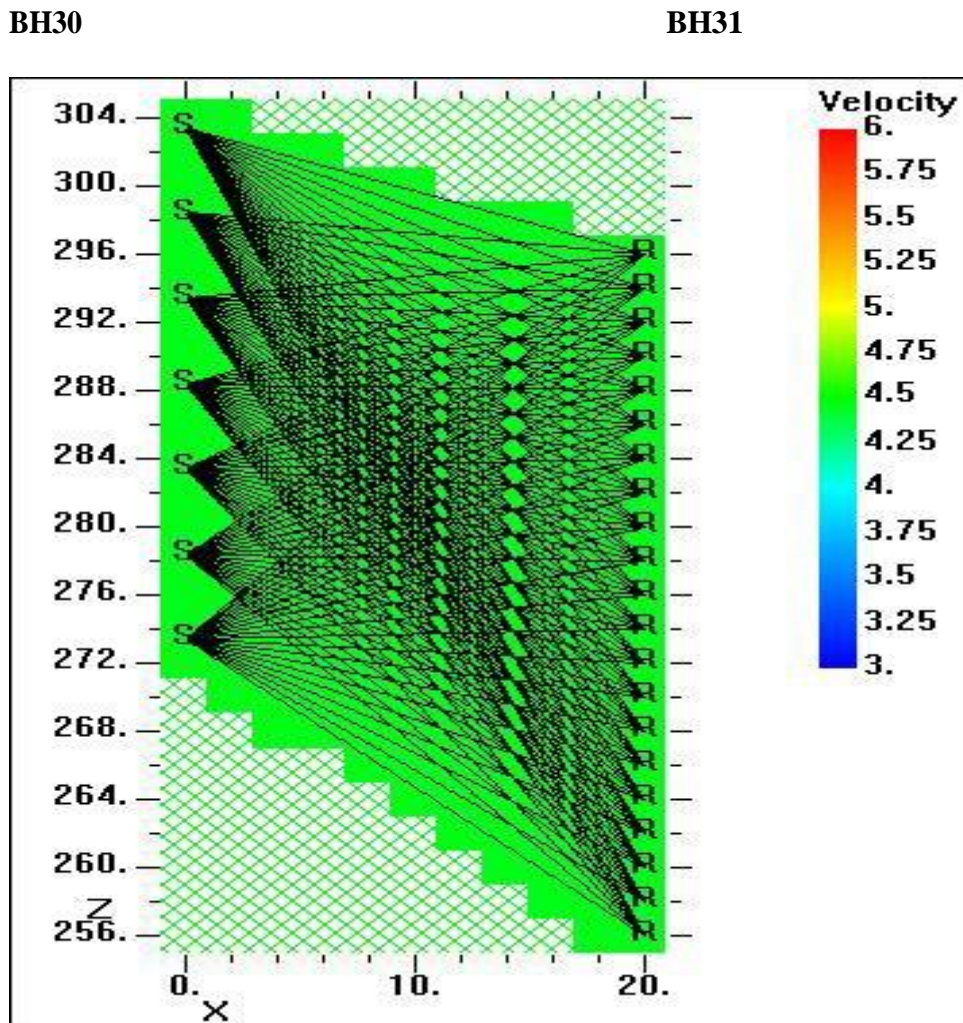
Hình 8. Lát cắt vận tốc truyền sóng dọc thu được ở cặp hố khoan BH27 - BH28, dự án thủy điện Nậm Kông.

### 2.3 Cặp hố khoan BH30 - BH31

Cặp hố khoan này được bố trí ở bờ phải tuyến đập dự kiến (xem hình 1.2).

### 2.3.1.1 Thu thập số liệu

Hình 3.6 là sơ đồ bố trí điểm phát và điểm thu giữa cặp hố khoan BH30 – BH31. Khoảng cách giữa hai miệng hố khoan là 20m.



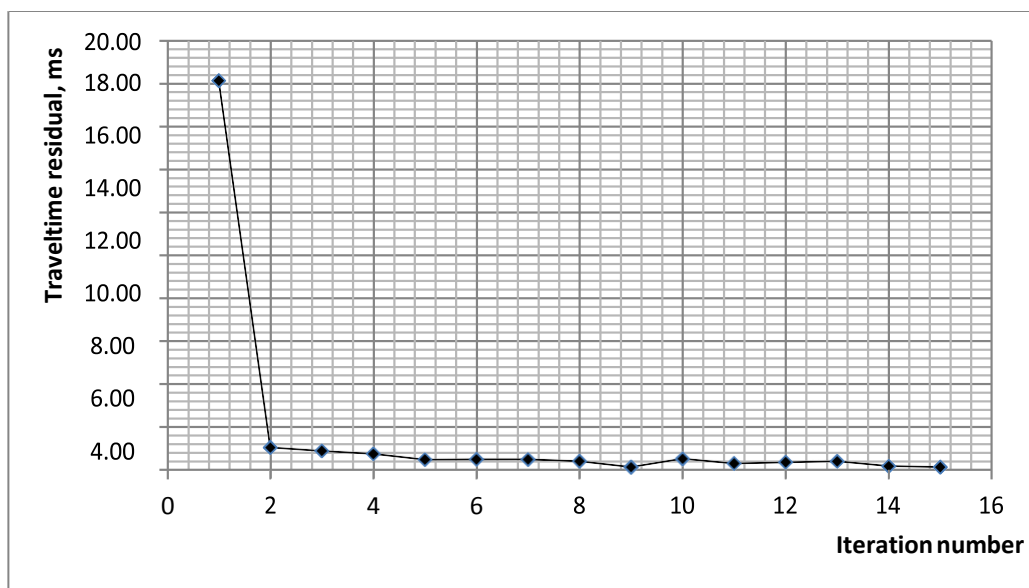
Hình 9. Sơ đồ bố trí điểm thu - phát sóng địa chấn và mô hình vận tốc ban đầu ở cặp hố khoan BH30 – BH31.

Các điểm phát sóng được bố trí trong hố khoan BH30 ở các độ sâu 20m, 25m, 30m, 35m, 40m, 45m và 50m tương ứng cao độ là 303,4m; 298,4m; 293,4m; 288,4m; 283,4m; 278,4m và 273,4m.

Máy thu địa chấn được bố trí trong hố khoan BH31 ở độ sâu từ 19,5m đến 59,5m tương ứng với cao độ từ 296m xuống đến 256m.

### 2.3.1.2 Xử lý số liệu

Xử lý số liệu chiều sóng địa chấn ở cặp hố khoan BH30-BH31 được tiến hành tương tự như ở cặp hố khoan BH27-BH28, với vận tốc ban đầu lựa chọn cho các ô là  $V = 4,456 \text{ km/s}$  (xem hình 3.6). Sai số của quá trình xử lý số liệu chiều sóng ở cặp hố khoan BH30-BH31 được biểu diễn trên hình 10.



Hình 10. Biểu đồ sai số xử lý ở cặp hố khoan BH30- BH31.

### 2.3.1.3 Minh giải tài liệu

Hình 11: là lát cắt vận tốc truyền sóng thu được ở cặp hố khoan BH30- BH31 sau khi xử lý. Số liệu kết quả chiều sóng được trình bày trong bảng A2 – phụ lục A. Dựa vào kết quả chiều sóng địa chấn thu được và tài liệu khoan ở hai hố khoan BH30 và BH31 (Hình B3, B4 - phụ lục B) có một số nhận xét:

- Khối đá rhyolite phong hóa nhẹ giữa hai hố khoan có vận tốc truyền sóng  $V_p = 4,1 - 5,2 \text{ km/s}$ .
- Chất lượng khối đá giữa hai hố khoan từ trung bình đến tốt.
- Mức độ bảo toàn của khối đá gốc tương đối tốt và đồng nhất.

