

# ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT TẦNG NÔNG DẢI VEN SÔNG HỒNG - TÂY HỒ - HÀ NỘI THEO TÀI LIỆU ĐỊA VẬT LÝ

NGUYỄN VĂN GIẢNG<sup>1</sup>, NOBORU HIDA<sup>2</sup>, MAKSIM BANO<sup>3</sup>

E-mail: giangnv@igp-vast.vn

<sup>1</sup>*Viện Vật lý Địa cầu - Viện KH&CN Việt Nam*

<sup>2</sup>*Akita University, Japan*

<sup>3</sup>*EOST - Strasbourg University, France*

Ngày nhận bài: 8 - 4 - 2012

## 1. Mở đầu

Nghiên cứu cấu trúc địa chất - địa chất thủy văn dải ven sông Hồng thuộc thành phố Hà Nội bằng các tài liệu khảo sát địa vật lý góp phần làm cơ sở khoa học cho việc triển khai các đề án thăm lọc trong quy hoạch quản lý và khai thác nguồn nước dưới đất có ý nghĩa khoa học và thực tiễn hiện nay.

Như chúng ta đã biết, vùng ven sông, hồ có điều kiện thuận lợi để xây dựng các công trình khai thác thăm. Nguyên lý làm việc của công trình khai thác thăm ven bờ là khi khai thác, mực nước dưới đất hạ thấp xuống dưới mực nước sông hoặc hồ, từ các nguồn nước mặt sẽ thấm xuyên qua các lớp đất đá bổ sung cho công trình khai thác [3]. Thực chất đó là một dạng bổ sung tự nhiên đơn giản, thuận lợi vì một mặt lợi dụng được các nguồn nước trên mặt sẵn có mà không cần phải xây dựng các bồn chứa nhân tạo cho nước thấm, mặt khác các công trình khai thác thường có lưu lượng lớn và chất lượng tốt.

Sông Hồng, đoạn từ Việt Trì đến hết địa phận thành phố Hà Nội có nhiều điều kiện tự nhiên, điều kiện địa chất - địa chất thủy văn triển vọng tốt để xây dựng các công trình khai thác thăm [4, 13].

Để góp phần minh chứng cho luận điểm trên đây, một tổ hợp các phương pháp địa vật lý đã được thực hiện như đo sâu điện đối xứng (VES) và đo sâu mặt cắt điện (EP) kiểu Schlumberger; đo điện từ tần số rất thấp (VLF); đo Georadar (GPR), nhằm tìm ra cấu trúc địa chất - địa chất thủy văn

tầng nông có khả năng đáp ứng cho công tác bổ sung tầng chứa nước dưới đất tại dải ven sông Hồng, Tây Hồ, Hà Nội mà kết quả nghiên cứu khảo sát sẽ được trình bày dưới đây. Vì muốn tiếp cận tối đa, trực tiếp đến cấu trúc dải ven sông và dải cát nổi giữa lòng sông, nên các phương pháp đo địa vật lý phải tiến hành trong các thời kỳ mực nước sông hạ xuống thấp nhất có thể và vào mùa khô. Do đó, các đợt khảo sát địa vật lý ở đây được thực hiện từ 2006 đến 2010.

## 2. Sơ lược về điều kiện tự nhiên vùng nghiên cứu

Vùng nghiên cứu là dải ven sông Hồng từ cầu Thăng Long đến cầu Long Biên thuộc địa phận quận Tây Hồ, thành phố Hà Nội. Đây là khu vực bằng phẳng thuộc đồng bằng aluvi trẻ tuổi Holocen hình thành từ 4000 năm trước [4, 13], độ cao tuyệt đối 6-8m và có đặc điểm khí hậu chung với toàn bộ đồng bằng châu thổ sông Hồng là nhiệt đới ẩm có gió mùa với nhiệt độ không khí bình quân năm là 23,4°C. Mùa nóng đồng thời là mùa mưa kéo dài từ tháng 5 đến tháng 10, chiếm khoảng 85% lượng mưa cả năm (lượng mưa trung bình năm là 1532mm) nên thời kỳ này có độ dư nước lớn. Mùa khô từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau là mùa ít mưa, lượng mưa ít hơn lượng bốc hơi; đó là thời kỳ hụt nước [7, 13].

Sông Hồng là sông lớn thứ hai ở Việt Nam bắt nguồn từ Trung Quốc chảy qua Việt Nam dài 510km. Chiều rộng của sông thay đổi theo các thời kỳ trong năm từ 480 đến 1440m với lưu lượng bình quân trong thời kỳ từ 1990 đến nay là 2640m<sup>3</sup>/s.

Về mùa lũ mực nước sông dâng cao, thường trên 10m tức là cao hơn bề mặt đồng bằng trong đê. Mùa khô ít nước nhưng lại bị khai thác mạnh mẽ để tưới. Nước sông Hồng nói chung tốt về thành phần hoá học, riêng độ đục rất lớn đặc biệt là về mùa lũ. Độ cao tuyệt đối đáy sông (chỗ sâu nhất) từ 0,2 đến 2,0m [4, 5].

### 3. Khái quát về đặc điểm địa chất

Khu vực nghiên cứu nằm trong đới Hà Nội có lịch sử phát triển địa chất gồm 3 giai đoạn lớn: Neoproterozoi - Cambri sớm, Mesozoi và Neogen - Đệ tứ.

Thời kỳ Neogen, do sự tái hoạt động mạnh mẽ

của các đứt gãy sâu Sông Lô, Sông Cháy, Vĩnh Ninh, vùng trũng Hà Nội hình thành cấu trúc dạng khối tảng. Dọc các đứt gãy sâu diễn ra quá trình tách giãn tạo nên các địa hào, địa hình bị lún chìm, nước biển lấn sâu vào lục địa để lắng đọng hệ tầng Vĩnh Bảo ( $N_2vb$ ) dày khoảng 50-350m. Đến cuối Pliocen giữa lại được nâng cao chịu sự bóc mòn. Đến Đệ tứ các quá trình lún chìm và nâng cao diễn ra có tính chu kỳ dẫn đến biến tiến cùng với quá trình lắng đọng các trầm tích với những kiểu nguồn gốc khác nhau để hình thành các hệ tầng Lê Chi, Hà Nội, Vĩnh Phúc, Hải Hưng, Thái Bình [13].

Thang địa tầng các trầm tích Đệ tứ được phân chia như *bảng 1* dưới đây.

**Bảng 1. Thang địa tầng Đệ tứ**

Giới	Hệ	Thống	Phụ thống	Ký hiệu	Niên đại tuyệt đối (năm)
Kainozoi	Đệ tứ	Holocen	Thượng	$Q_2^3$	4000
			Trung	$Q_2^2$	6000
			Hạ	$Q_2^1$	10.000
		Pleistocen	Thượng	$Q_1^3$	125.000
			Trung	$Q_1^2$	700.000
			Hạ	$Q_1^1$	1.600.000
	Neogen			$N_2$	

Toàn bộ diện tích khu vực nghiên cứu được phủ bởi các trầm tích Đệ tứ và được phân làm 9 phân vị với tuổi và nguồn gốc khác nhau gồm: hệ tầng Lê Chi tuổi Pleistocen sớm ( $aQ_1^1lc$ ), hệ tầng Hà Nội tuổi Pleistocen giữa - muộn ( $a, apQ_1^{2-3}hm$ ), hệ tầng Vĩnh Phúc tuổi Pleistocen muộn ( $a, lbQ_1^3vp$ ), hệ tầng Hải Hưng tuổi Holocen sớm - giữa ( $lb, mQ_2^{1-2}hh$ ), hệ tầng Thái Bình tuổi Holocen muộn ( $a_1; alb; a_2Q_2^3tb$ ).

Các trầm tích hệ tầng Hà Nội không lộ trên mặt mà chỉ bắt gặp được nhờ các lỗ khoan ở độ sâu khoảng 20m trở xuống, chiều dày đến 34m. Mặt cắt của hệ tầng được phân làm 3 lớp từ dưới lên gồm cuội lẫn sỏi, sỏi lẫn cát hạt thô, và bột sét lẫn cát hạt mịn.

Hệ tầng Thái Bình ( $Q_2^3tb$ ) là trầm tích hiện đại được tạo thành sau khi biển lùi, mực nước biển hạ thấp, vai trò của sông Hồng lớn dần trong quá trình hình thành đồng bằng sông Hồng mà ở giai đoạn này có quá trình xâm thực ngang chiếm ưu thế. Trầm tích hiện đại chủ yếu có nguồn gốc sông phân bố dọc hai bờ. Hệ thống đê ven sông được thiết lập dẫn tới phần trầm tích trong đê bị ngừng bồi đắp phù sa, trong khi đó ngoài đê hàng năm vào mùa lũ, các bãi bồi lại được phủ một lớp mỏng phù sa là cát bột sét màu mỡ. Như vậy, lịch sử phát triển các trầm tích Đệ tứ ở vùng nghiên cứu trải qua 3 giai đoạn:

- Giai đoạn đầu: địa hình bị phân dị mạnh, dẫn tới quá trình xâm thực sâu, sông đào lòng mạnh đưa đến việc bồi lắng vật liệu hạt thô là chính tạo nên các trầm tích của hệ tầng Lê Chi, Hà Nội, chứa nước rất phong phú và là đối tượng cung cấp nước chính.

- Giai đoạn giữa: mức độ phân dị địa hình giảm hơn trước, xâm thực sâu giảm. Cuối giai đoạn này quá trình xâm thực dần dần cân bằng với quá trình tích tụ. Nét đặc trưng của trầm tích hệ tầng Vĩnh Phúc là vào cuối giai đoạn bị phong hoá mạnh dẫn tới hình thành bề mặt dạng sét loang lổ.

- Giai đoạn cuối: nhiều biến cố địa chất xảy ra bằng việc mở đầu là sự tích tụ hồ đầm lầy ven biển với các tích tụ than bùn. Quá trình phân dị địa hình yếu, quá trình bồi tụ tăng cường. Môi trường địa chất ngày nay chịu sự tác động của các quá trình nội sinh, ngoại sinh và con người.

### 4. Số liệu khảo sát địa vật lý ngoài thực địa

Các tuyến đo sâu điện chạy dọc theo đường bờ sông và cắt ngang qua sông Hồng được xác định là nguồn tài liệu chính phục vụ cho nghiên cứu cấu trúc địa chất thủy văn. Trong thời gian thực hiện các phép đo điện và điện từ vào mùa khô từ 2006 đến 2010, mực nước sông Hồng có những lúc xuống thấp kỷ lục nên cũng là điều kiện thuận lợi

để hoàn thành một số tuyến đo Georadar cắt ngang qua sông và dọc theo bờ phải sông Hồng.

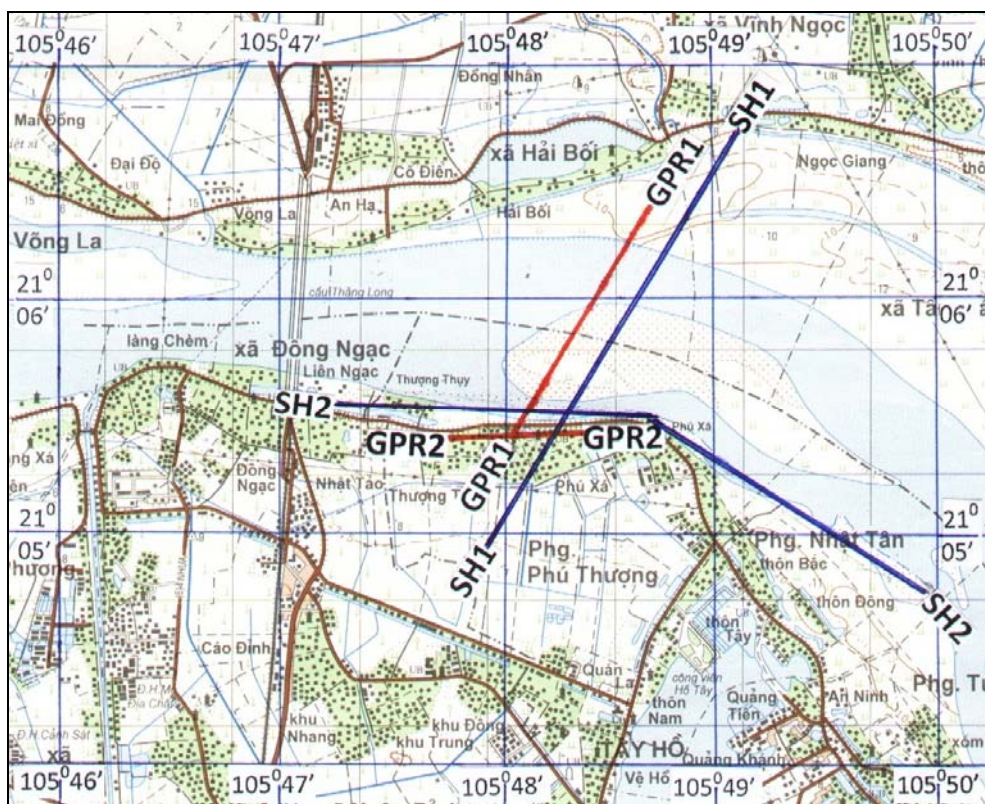
Tất cả các điểm đo sâu điện theo kiểu đo đối xứng Schlumberger (VES) với khoảng cách cực đại giữa hai cực phát dòng là  $AB=1000m$  và tương ứng với hai cực thu thế là  $100m$ , đồng thời kiểu đo mặt cắt (EP) với khoảng cách hai cực phát cố định là  $400m$  đã được sử dụng để thu thập số liệu địa điện bằng thiết bị SAS 4000 do hãng ABEM chế tạo [1, 9, 16, 17]. Mật độ điểm đo trên các tuyến đối với VES là  $200m/điểm$ , còn đối với EP là  $50m/điểm$  trừ những đoạn tuyến cắt ngang qua dòng chảy của lòng sông. Hình 1 trình bày sơ đồ vị trí các tuyến đo VES và EP tại dải ven sông Hồng. Số lượng các điểm đo cụ thể cho từng tuyến được tổng hợp trong bảng 2 sau đây:

Bảng 2. Tổng hợp các điểm đo VES và EP trên từng tuyến đo

Tên tuyến đo	Số điểm VES	Số điểm EP	Ghi chú
SH1	16	68	Bộ 600m của 2 khúc lòng sông
SH2	25	100	Tuyến dọc bờ phải sông Hồng

Hai tuyến đo Georadar cũng đã được thực hiện trong khu vực nghiên cứu, trong đó tuyến thứ nhất GPR1 cắt ngang qua sông dài  $750m$  và tuyến thứ hai GPR2 dọc theo bờ phải sông Hồng dài  $1000m$  (hình 1, 2). Công việc đo Georadar đều được tiến hành vào thời điểm nước sông Hồng xuống mức cạn kiệt và môi trường trên mặt đất khô ráo hoàn toàn. Mục đích của đo radar nhằm tìm ra cấu trúc địa chất phân nông bằng thiết bị Pulse Ekko 100A với các dải tần số anten thu-phát  $100$  và  $50MHz$  [2, 6, 8, 12]. Cũng có cùng vị trí với tuyến GPR2 là  $2000m$  tuyến đo điện từ tần số rất thấp (VLF) với bước đo  $5m$  (hình 2) nhằm tìm ra các đới cấu trúc có khả năng ngậm nước hoặc đập vỡ bằng thiết bị VLF-Wadi [15].

Trên cơ sở 6 điểm đo chập VES [12] và  $200m$  tuyến đo chập của Georadar và VLF [15] cho phép xác định sai số phép đo đối với tài liệu VES là  $8\%$ , còn đối với tài liệu VLF là  $5\%$  và radar là  $2\%$ . Như vậy, có thể đánh giá các tài liệu đo đều đạt chất lượng tốt và đủ điều kiện làm nguồn tài liệu đầu vào cho minh giải cấu trúc địa chất ở phần dưới đây.



Hình 1. Sơ đồ vị trí tuyến đo địa vật lý dải ven sông Hồng - Tây Hồ, Hà Nội



Hình 2. Tuyến đo địa vật lý dọc bờ phải sông Hồng

### 5. Kết quả minh giải tài liệu địa vật lý

Mỗi loại đất đá có một độ dẫn điện khác nhau và người ta đo giá trị điện trở suất của đất đá  $\rho[\Omega m]$  để xác định độ dẫn điện của chúng. Điện trở suất phụ thuộc vào thành phần thạch học, độ rỗng, độ bão hòa các chất lưu trong đất đá, nhiệt độ và áp suất nên đối với từng loại đất đá và khoáng vật chúng nằm trong dải giá trị nhất định [14, 16, 17]. Để có cơ sở cho việc minh giải địa chất tài liệu địa điện, các tác giả đã thực hiện việc nghiên cứu xác định giá trị điện trở suất của một số mẫu vật trong cấu trúc địa chất tại khu vực nghiên cứu và nhận được kết quả trình bày trong *bảng 3* dưới đây:

**Bảng 3. Điện trở suất của một số loại vật liệu tại Tây Hồ - Hà Nội**

Vật liệu	Điện trở suất $[\Omega m]$
Nước mặt	75
Nước giếng khoan	120
Đất trồng khô	200
Đất trồng ướt	18
Đất sét khô	500
Đất sét ướt	10
Cát khô	1000
Cát ướt	50

Việc phân tích đường cong đo sâu điện dựa trên cơ sở xây dựng mô hình lý thuyết để tiếp cận đến đường cong quan sát thực tế nhằm tìm ra các lớp cấu trúc có bề dày và giá trị điện trở suất biểu kiến tương ứng đặc trưng cho môi trường nghiên cứu. Các tác giả đã sử dụng phương pháp phân tích lựa chọn [10] để lần lượt thay đổi tham số của mô hình tiên nghiệm sao cho đường cong lý thuyết của mô hình trùng với đường cong đo đạc với một sai số chấp nhận. Hay nói khác là cực tiểu hóa phiếm hàm sau:

$$G(\vec{p}) = \sum_{i=1}^n \left\{ \left[ \rho_{ei}(r_i, \vec{p}) - \rho_k(r_i) \right] / \rho_k(r_i) \right\}^2 \min$$

Trong đó:

$\vec{p} = \{ \rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n, h_1, h_2, \dots, h_{n-1} \}$  là tham số điện trở suất và bề dày lớp của mô hình.

$\rho_{ei}(r_i, \vec{p})$  là đường cong lý thuyết của mô hình  $\vec{p}$

$\rho_k(r_i)$  là đường cong đo đạc ngoài thực tế

Quá trình cực tiểu hóa phiếm hàm  $G(\vec{p})$  thực hiện trên máy tính là quá trình lặp, sao cho đường cong lý thuyết sát với đường cong đo đạc ngoài thực tế. Do vậy, bài toán này không có nghiệm duy

nhất. Muốn có nghiệm ổn định chúng ta phải tìm mô hình ban đầu sát với thực tế [10] và phiếm hàm  $G(\vec{p})$  được thay bằng phiếm hàm điều chỉnh:

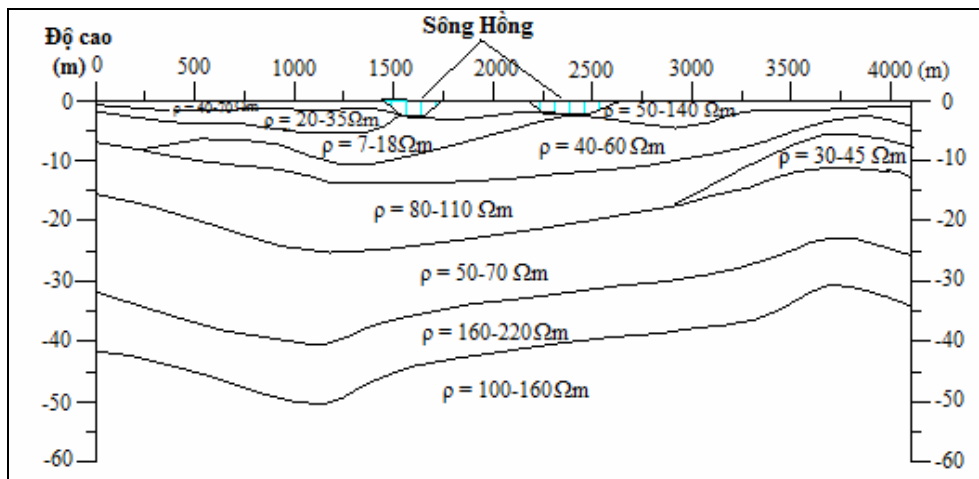
$$M\alpha(\vec{p}) = G(\vec{p}) - \alpha\Omega(\vec{p})$$

trong đó  $\Omega(\vec{p})$  là toán tử ổn định nghiệm của bài toán.

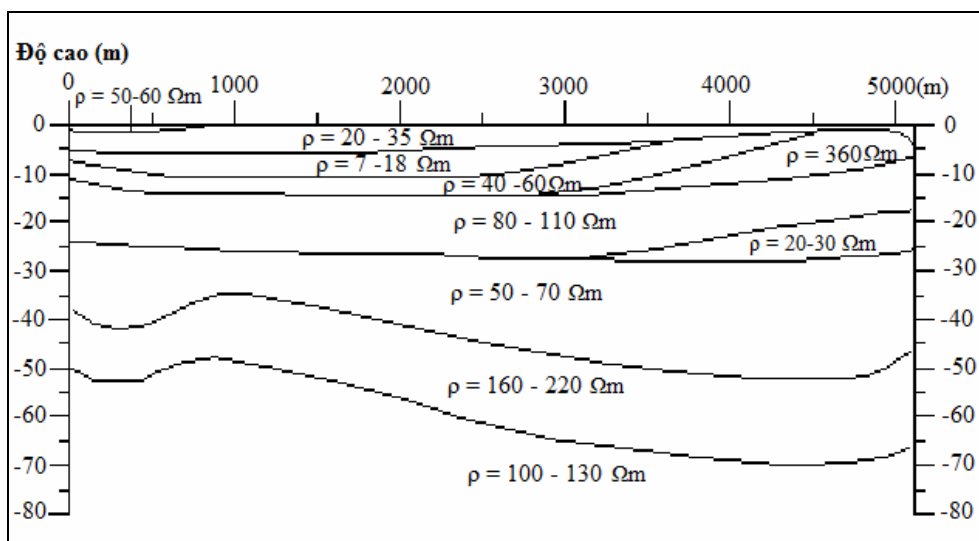
Chúng ta có thể thay đổi các tham số của lát cắt, sao cho đường cong mô hình lý thuyết trùng với đường cong đo đạc thực hiện trực tiếp trên màn hình máy tính [5].

Hình 3 là mặt cắt địa điện theo tài liệu tuyến SH1 cắt ngang qua sông Hồng với độ dài 4200m, trong đó cắt qua hai khúc lòng sông và có hướng từ bờ hữu sang bờ tả. Nhìn vào hình thái các lớp được

phân chia ở phần nông trên mặt cắt cho thấy có sự đan xen của một số ranh giới. Điều này chứng tỏ rằng cấu tạo của đáy sông và các tầng bên bờ phải có sự liên kết với nhau và như vậy nước sông có sự thông thủy với tầng chứa nước ngầm bên bờ phải. Hình 4 trình bày mặt cắt địa điện tuyến SH2 dọc theo ven sông phía bờ phải theo hướng đông - tây với độ dài 5200m. Các lớp cấu trúc được phân chia theo mức độ dẫn điện của chúng hay là giá trị điện trở suất tính bằng Ohm.m. Hình thái giữa các lớp không bằng phẳng, nhất là ở đoạn cuối của tuyến (phía Tây), không biểu hiện các đường ranh giới liên tục mà bị cắt nhau ở phần cấu trúc nông (đến 30m). Đặc điểm này là cơ sở để chúng ta liên tưởng đến kiểu cửa sổ địa chất thủy văn trong cấu trúc địa chất tầng nông ở đây.



Hình 3. Mặt cắt địa điện theo tài liệu VES tuyến SH1



Hình 4. Mặt cắt địa điện theo tài liệu VES tuyến SH2

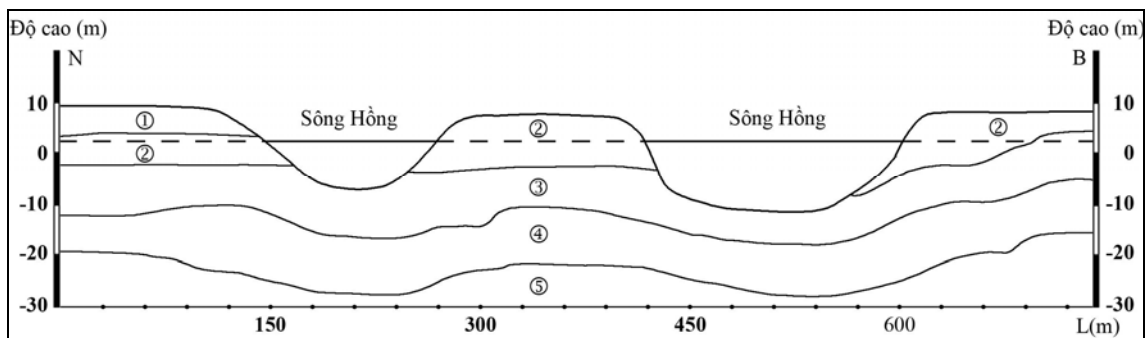
Đối với số liệu Georadar trong mục tiêu nghiên cứu khảo sát của chúng ta là xây dựng các mặt cắt phản ánh hiện trạng cấu trúc của vật chất ở bên dưới mặt đất với độ phân giải cao. Dựa trên cơ sở lý thuyết của sóng radar cho trường hợp sử dụng kiểu đo phản xạ góc rộng cho thấy các sóng phản xạ thu được trên giản đồ đều được tạo ra từ những mặt ranh giới trung gian trong môi trường địa chất nên các sóng phản xạ thường liên quan đến những điều kiện thành tạo tự nhiên trong cấu trúc địa chất như: ranh giới các lớp vật liệu trầm tích có tính chất vật lý khác nhau, các khe nứt nê, các khối xâm thực [2, 6, 8]. Nghĩa là, khi chúng ta phát sóng xuống đất ở dải tần số 50MHz thì sóng sẽ truyền sâu xuống môi trường, nhưng khi đang truyền mà ở phía trước có gặp mặt ranh giới (mặt trung gian) giữa hai loại vật chất có tính chất điện khác nhau của một môi trường biến đổi thì hệ số phản xạ R và hệ số truyền qua T có thể xác định được.

Tính chất điện (độ dẫn, hằng số điện môi) của môi trường khảo sát có ảnh hưởng trực tiếp đến độ sâu nghiên cứu. Khi độ dẫn của môi trường khảo sát lớn hơn 10mS/m (điện trở suất nhỏ hơn 100Ohm.m) thì GPR bị hạn chế về độ xuyên sâu. Lúc này muốn đi sâu thì do tần số anten quyết định. Trong các vật chất của môi trường khảo sát thì nước là thành phần quan trọng quyết định tính chất điện của môi trường [3, 8]. Đối với môi trường địa chất ven sông Hồng, chúng ta thấy có hai loại vật liệu đặc trưng, đó là môi trường cát có độ dẫn khoảng 0,01mS/m và môi trường sét, bùn sét có độ dẫn khoảng >10mS/m. Trong xử lý tín hiệu radar, chúng ta phải chọn các tín hiệu rõ với

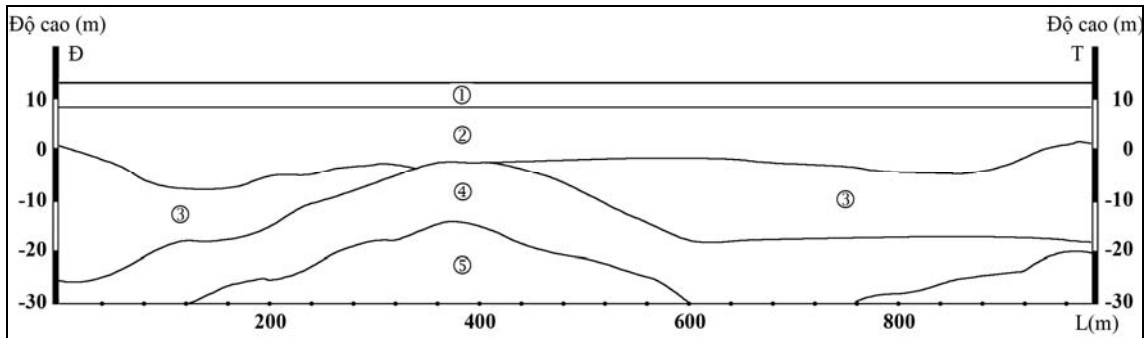
tiêu chí là hệ số phản xạ phải đạt giá trị tối thiểu là 0,01.

Do các tuyến đo của chúng ta bố trí qua sông hoặc dọc theo ven sông với địa hình có nhiều vật cản nên chế độ thu thập số liệu đã được chọn là chế độ rời rạc. Nghĩa là, người điều khiển quá trình thu thập số liệu bằng cách ấn phím cách trên bàn phím hoặc nút bấm của Trigger hoặc Odometer nối với khối điện tử. Bước đo ở đây là 0,5m cho loại anten có tần số 50MHz. Như vậy, tổng số điểm đo trên các tuyến là rất lớn để bảo đảm điều kiện sử dụng chương trình Reflexw trong minh giải số liệu radar [11].

Sau khi đã chuyển số liệu từ PulseEKKO sang dạng format của Reflexw, ta đã có thể bắt đầu các bước xử lý bằng các chức năng trong những bộ lọc: 1D, 2D. Trong đó, bộ lọc 1D có thể dùng để xử lý từng bước theo từng tia sóng (trace) riêng biệt; bộ lọc 2D có thể dùng để loại các trace bị nhiễu và minh giải số liệu [11, 12]. Mặt cắt cấu trúc là dạng cuối cùng mà Reflexw đưa ra được trình bày theo tuyến trong đó phản ánh hiện trạng cấu trúc địa chất đến độ sâu 30m. Kết quả giải đoán số liệu radar theo tuyến GPR1 và GPR2 đều chia mặt cắt cấu trúc ra 5 lớp khác nhau (hình 5, 6) có các loại vật liệu tương ứng như: ① - Đất bồi, ② - Cát pha bột sét, ③ - Cát pha sét, ④ - Sét pha cát, ⑤ - Sét. Hình thái của các lớp cấu trúc ở đây khá đa dạng, không theo dạng phân lớp ngang mà chúng cũng đan cắt nhau, rõ nhất ở lớp thứ 2 và thứ 3. Kết quả này cũng tương đồng với kết quả mặt cắt cấu trúc theo số liệu VES ở hình 3 và 4 đã mô tả phần trên.



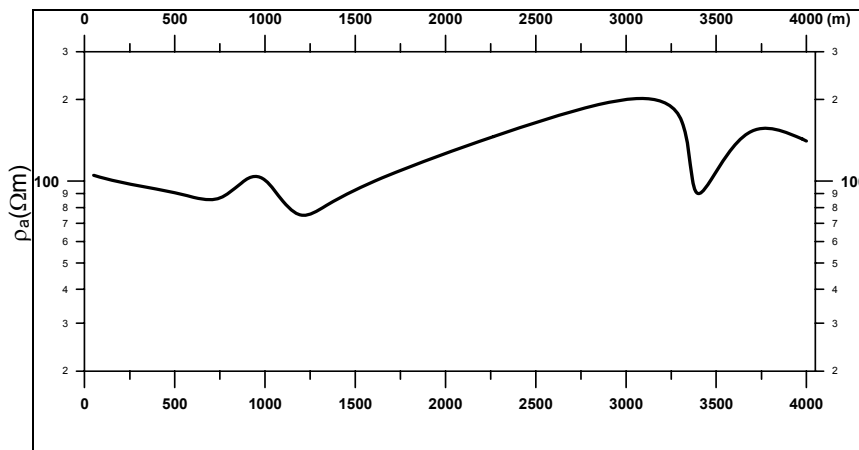
Hình 5. Mặt cắt Georadar tuyến GPR1 dài 750m từ phải đến bờ trái sông Hồng (N-B)  
Ký hiệu: ① = Đất bồi, ② = Cát pha bột sét, ③ = Cát pha sét, ④ = Sét pha cát, ⑤ = Sét



Hình 6. Mặt cắt Georadar tuyến GPR2 dài 1000m theo hướng đông - tây (Đ-T) thuộc bờ phải sông Hồng  
 Ký hiệu: ① = Đất bồi, ② = Cát pha bột sét, ③ = Cát pha sét, ④ = Sét pha cát, ⑤ = Sét

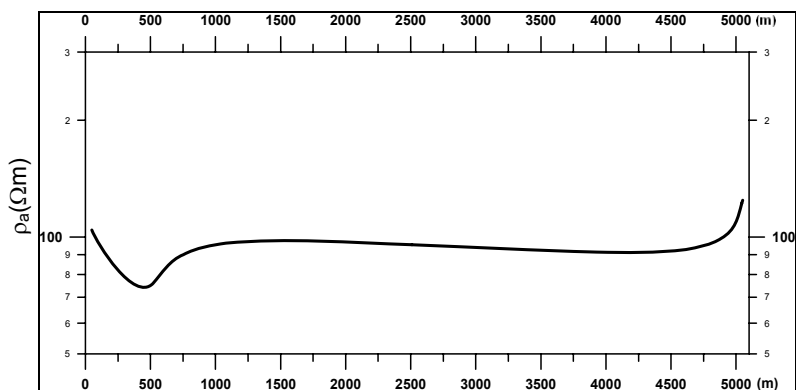
Do độ sâu nghiên cứu bằng số liệu radar trong môi trường địa chất khu vực này bị hạn chế (30m), nên muốn tìm hiểu hình thái cấu trúc sâu hơn, các tác giả đã sử dụng số liệu đo mặt cắt điện theo kiểu EP để xây dựng đường cong điện trở suất biểu kiến  $\rho_a$  cho tuyến SH1 (hình 7) và SH2 (hình 8). Hình

dáng các đường cong này phản ánh cấu trúc bất đẳng hướng theo cả hai tuyến đo. Như vậy, cấu trúc ở dưới 30m cũng tạo ra các mặt lồi lõm rõ ràng là điều kiện thuận lợi cho việc chứa và liên thông của các tầng chứa nước ngầm trong vùng nghiên cứu [14].



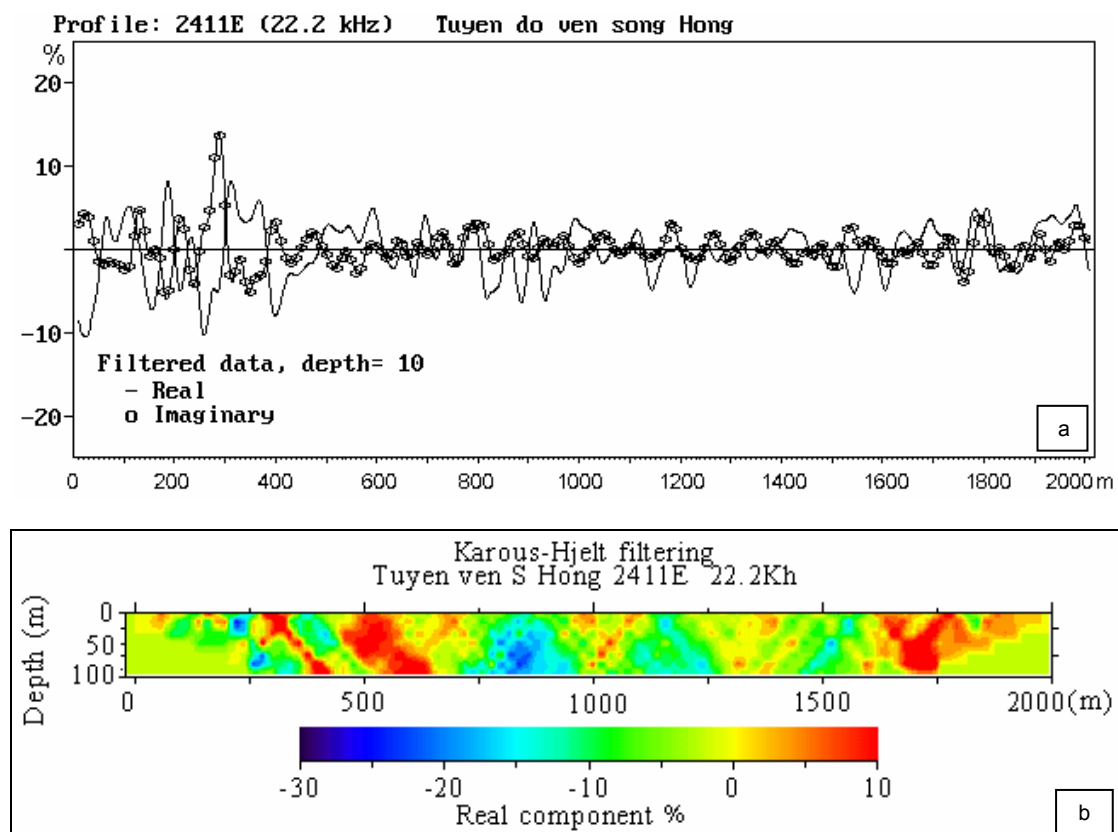
← Hình 7. Đường cong  $\rho_a$  theo tài liệu EP tuyến SH1

→ Hình 8. Đường cong  $\rho_a$  theo tài liệu EP tuyến SH2



Đồng thời các tác giả đã sử dụng số liệu VLF để nghiên cứu cấu trúc địa chất nằm gần mặt đất, xác định vị trí các đới cấu trúc bị phá hủy, các cấu trúc bất đồng nhất, đặc biệt là ứng dụng vào việc xác định và đánh giá hiện trạng các tầng chứa nước ngầm theo tuyến dài 2000m dọc bờ phải sông Hồng, có cùng vị trí với tuyến GPR2 (hình 2). Trong dải tần số thấp, thông thường là từ 15 đến 30kHz, sóng VLF được truyền từ các đài phát khi gặp bề mặt phân cách (ví dụ như không khí/đất chẳng hạn) thì sẽ xuất hiện một dòng thứ cấp trong đất (tương tự như dòng cảm ứng). Dòng này tạo ra một trường thứ cấp ngược dấu với trường sơ cấp. Thiết bị Wadi ghi lại tỷ số (tỷ số phần trăm) của cường độ trường theo phương thẳng đứng và theo phương nằm ngang trên bề mặt Trái Đất. Vì trường sơ cấp được phát đi từ các đài phát là theo phương nằm ngang, điều đó chứng tỏ rằng bình thường tỷ số này xấp xỉ = 0. Nó cũng xấp xỉ = 0 nếu không tồn tại một vùng dẫn trong môi trường địa chất đồng nhất. Sự lệch khỏi trạng thái thông thường chứng tỏ có dị thường xuất hiện. Khi tiến hành

khảo sát bằng thiết bị Wadi ta đồng thời xác định giá trị biên độ và giá trị lệch pha của trường thứ cấp so với trường sơ cấp ban đầu. Với VLF-Wadi, các đại lượng này được xác định thông qua phần thực và phần ảo tương ứng của trường đo được [15]. Thiết bị Wadi cho phép ghi nhận giá trị cả phần thực lẫn phần ảo (hình 9a), song những thông tin phản ánh thực trạng cấu trúc của môi trường thông qua giá trị của phần thực là chính. Việc xử lý, minh giải dị thường VLF được tiến hành qua từng bước với sự trợ giúp của các chương trình tính toán, xây dựng mô hình cấu trúc theo độ dẫn điện của môi trường khảo sát. Trên cơ sở giá trị phân bố của điện trở suất ta có thể giải đoán ra được hiện trạng cấu trúc của môi trường địa chất. Mật cắt theo độ dẫn điện được thành lập bằng số liệu VLF cho tuyến ven sông Hồng được trình bày trên hình 9b, trong đó ta thấy các đới có giá trị độ dẫn tương phản nhau xuất hiện xen kẽ nhau trong mật cắt, và điều này một lần nữa khẳng định vùng nghiên cứu có cấu trúc tầng nông bất đẳng hướng và bất đồng nhất rõ rệt.



Hình 9. Mật cắt theo độ dẫn điện của tuyến VLF tuyến ven sông Hồng  
 a) Số liệu VLF xử lý ở độ sâu 10m; b) Mật cắt theo độ dẫn điện



## 6. Kết luận

Số liệu đo sâu điện, đo Georadar và đo VLF cho phép ta xây dựng các mặt cắt cấu trúc tầng nông vùng nghiên cứu với độ chính xác và độ phân giải chấp nhận, giúp ta liên kết để làm rõ được đặc điểm cấu trúc bất đẳng hướng và bất đồng nhất dải ven bờ phải sông Hồng cũng như dưới đáy sông thuộc Tây Hồ - Hà Nội.

Đến độ sâu 30m, mặt cắt cấu trúc được phân chia ra 5 lớp với hình thái xen kẽ nhau, nhất là ở các lớp 2 và 3, tương ứng với độ sâu đáy sông và bằng các vật liệu có khả năng thấm nước tốt là tiền đề cho sự bổ cập nước sông cho các tầng chứa nước ngầm đang khai thác. Hình thái cấu trúc của các lớp ở độ sâu lớn hơn 30m có bề mặt đa dạng là điều kiện thuận lợi cho việc chứa và liên thông của các tầng chứa nước ngầm trong vùng nghiên cứu. Việc hình thành các đới cấu trúc phân chia theo độ dẫn điện cũng là cơ sở cho việc phân chia theo cấu trúc địa chất thủy văn, nhất là các cấu trúc ở độ sâu đến gần 100m.

Tình hình khai thác nước dưới đất tập trung ở Hà Nội đang tăng lên mạnh mẽ theo thời gian, khoảng 700.000m<sup>3</sup>/ngày trong năm 2011. Như vậy, công tác điều tra nghiên cứu đánh giá tài nguyên nước nói chung và nước dưới đất nói riêng phải được đẩy mạnh, nhất là việc đánh giá nguồn bổ cập làm cơ sở cho các giải pháp phát triển bền vững nguồn nước thì kết quả nghiên cứu trên đây đã có ý nghĩa thực tiễn.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOSTED); đề tài mã số 105.04-2011.05.

### TÀI LIỆU DẪN

[1] *B. Allred, N. Fausey, J. Daniels, R. Ehsani*, 2003: Applications of near-surface geophysical methods to midwest USA agriculture. Proceedings of the EAGE 65th Annual Conference & Exhibition, Stavanger, Norway, 2-5 June 2003.

[2] *J.L. Davis, A.P. Annan*, 1989: Ground penetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy. Geophysical Prospecting, 37(5), p.531-551.

[3] *P. De Beukelaar, et al*, 2004: Monitoring of water infiltration using GPR data. Near surface 2004 - 10<sup>th</sup> European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics, Utrecht, Netherlands. A027.

[4] *Nguyễn Văn Đán, Tống Ngọc Thanh*, 2000: Về khả năng xây dựng các công trình khai thác thăm lọc ven sông Hồng cung cấp nước cho thành phố Hà Nội. TC Địa chất, A/260; tr.43-49.

[5] *Nguyễn Văn Giảng*, 1998: Kết quả bước đầu nghiên cứu biến động môi trường nước ngầm ở Hà Nội bằng phương pháp địa điện. TC Các Khoa học về Trái Đất, T. 20, 1, tr.21-26.

[6] *Nguyễn Văn Giảng*, 2000: Khả năng áp dụng radar xuyên đất trong địa kỹ thuật và môi trường ở Việt Nam. Tạp chí Địa chất, A/257 (3-4), tr.23-32.

[7] *Lê Văn Hiến* (chủ biên), 2000: Nước dưới đất đồng bằng Bắc Bộ. Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Hà Nội.

[8] *S.Mc Greary, J.F. Daly*, 1998: High-resolution imaging of Quaternary coastal stratigraphy using GPR. Proceedings of GPR'98. pp.273-277.

[9] *Michael S.Z.*, 1994: The geoelectrical methods in Geophysical exploration. Chapter 9. Elsevier publishers.

[10] *Nguyễn Trọng Nga*, 1997: Thăm dò điện phân giải cao (Dùng cho học viên cao học Địa vật lý). Đại học mỏ Địa chất - Hà Nội.

[11] *K.J Sandmeier*. REFLEX version 4.2. Copyright 1998.

[12] *Sensors & Software*, 1996: PulseEKKO100RUN, User's Guide, Version 1.2. Technical Manual 25.

[13] *Vũ Nhật Thăng* (chủ biên), 2003: Địa chất và tài nguyên khoáng sản thành phố Hà Nội. Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Hà Nội.

[14] *D.V. Tuyen, T. Canh, A. Weller*, 2000: The Application of Electrical tomography for solving Hydro-Engineering Geology problems in Vietnam, Advances in Natural Science, vol 1, N<sup>o</sup>.3, pp.101-108.

[15] VLF WADI instrument manual introduction, 1995: ABEM Sweden.

[16] *Zdanov M.X.*, 1986: Thăm dò điện. Nhà xuất bản Nedra, Matxcova (tiếng Nga).

[17] *Zonge Engineering & Research Organization, Inc.*, 1999: The application of Surface Electrical Geophysics to Ground Water Problems. p.27.

## SUMMARY

### **The characteristics of shallow geological structure for Red River side - Tayho - Hanoi area by geophysical data**

The study of shallow geological structure by geophysical data is interested for many scientists by advanced geophysical technology nowadays. The exploiting groundwater is too much by time for domestic and social-economic development.

The complex of geophysical methods as well as electrical sounding and profiling and electromagnetic methods such as Georadar and VLF were carried out by longitudinal and cross-lines in the study area for near-surface structure investigation. The measured geophysical data were processed and interpreted by modern geophysical tools. The results are clearly shown anisotropy and inhomogeneous of shallow structure by morphology for the study area. The near-surface structure consists of 5 layers upto 30 m of depth revealed by GPR data. The depths of the second and third layers in different locations are alternately corresponding to the river-bed levels. This is a good condition for linked assessment between aquifers and possibility for recharge by the Red River water to groundwater on right side of the river.