

# SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP MÔ HÌNH HÓA ĐỊA CHẤT THỦY VĂN DỰ BÁO ẢNH HƯỞNG XÂM NHẬP MẶN TẦNG NƯỚC NGẦM Ở HAI HUYỆN ĐÔNG HUNG, HUNG HÀ, THUỘC TỈNH THÁI BÌNH

**Trịnh Hoài Thu**

*Viện Địa chất và Địa vật lý biển-Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam*

Địa chỉ: Trịnh Hoài Thu, Viện Địa chất và Địa vật lý biển,  
18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam. Email: [tthtu@imgg.vast.vn](mailto:tthtu@imgg.vast.vn)

Ngày nhận bài:

## TÓM TẮT:

*Khu vực nghiên cứu được mô phỏng bằng mô hình gồm 5 lớp: 3 lớp chứa nước và 2 lớp cách nước. Bản đồ phân bố tổng chất khoáng hòa tan và sơ đồ cấu trúc tầng chứa nước là cơ sở số liệu hữu ích cho việc áp dụng phương pháp mô hình số địa chất thủy văn để dự báo mức độ nhiễm mặn và lưu lượng khai thác hợp lý của vùng nghiên cứu. Sử dụng phương pháp mô hình hóa địa chất thủy văn đã giải quyết tốt nhiệm vụ nghiên cứu dự báo ảnh hưởng xâm nhập mặn tầng nước ngầm khu vực nghiên cứu. Với các kịch bản dự báo dựa theo lưu lượng khai thác nước tinh theo nhu cầu sử dụng nước bình quân đầu người, có tính đến tốc độ tăng dân số; và kịch bản xác định trữ lượng khai thác an toàn đã xác định được lưu lượng khai thác bền vững của tầng chứa nước không bị biến đổi theo thời gian. Trong vùng nghiên cứu, các lỗ khoan được bố trí tại tâm các xã nằm trong vùng chứa nước nhạt của tầng chứa nước Pleistocen. Lưu lượng khai thác tại mỗi lỗ khoan khai thác được thừ dần sao cho khi khai thác với lưu lượng đó thì không xảy ra xâm nhập mặn. Kết quả là duy trì ranh giới mặn /nhạt như hiện nay của tầng chứa nước Pleistocen thì lưu lượng khai thác an toàn của tầng này là 27.850 m<sup>3</sup>/ngày.*

## MỞ ĐẦU

Quá trình khai thác sử dụng nước thiếu quy hoạch đã dẫn đến các hiện tượng suy thoái tài nguyên môi trường nước, đặc biệt là sự cạn kiệt, ô nhiễm, trong đó có sự di chuyển các biên mặn đối với các vùng ven biển. Ở khu vực Thái Bình, một số huyện như huyện Đông Hưng, Hưng Hà, ... đang có những biểu hiện chịu ảnh hưởng của các quá trình đó.

Với điều kiện địa chất thủy văn phức tạp, đa phần các tầng chứa nước đều có hiện tượng bị nhiễm mặn [8, 9]. Mặc dù hiện tại chưa có công trình khai thác nước ngầm trên quy mô lớn nhưng đã có trên 225.000 giếng khoan kiểu UNICEF đang khai thác sử

dụng là tác nhân đáng kể gây nhiễm mặn, nhiễm bẩn các tầng chứa nước. Các kết quả nghiên cứu môi trường nước ngầm gần đây [1, 2, 3] đã cho thấy Thái Bình đang phải đối mặt với tình trạng xâm nhập mặn các nguồn nước ngầm ở tốc độ cao. Trước những thực trạng trên, cần phải có những phương pháp nghiên cứu hiệu quả để xác định ranh giới nhiễm mặn và dự báo hiện tượng nhiễm mặn phục vụ cho công tác quy hoạch khai thác nước ngầm.

## SƠ LƯỢC ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT THỦY VĂN

Trên cơ sở phân tích tài liệu địa chất, địa chất thủy văn khu vực với các tài liệu lỗ khoan trong tỉnh, đồng thời tham khảo những kết quả nghiên cứu

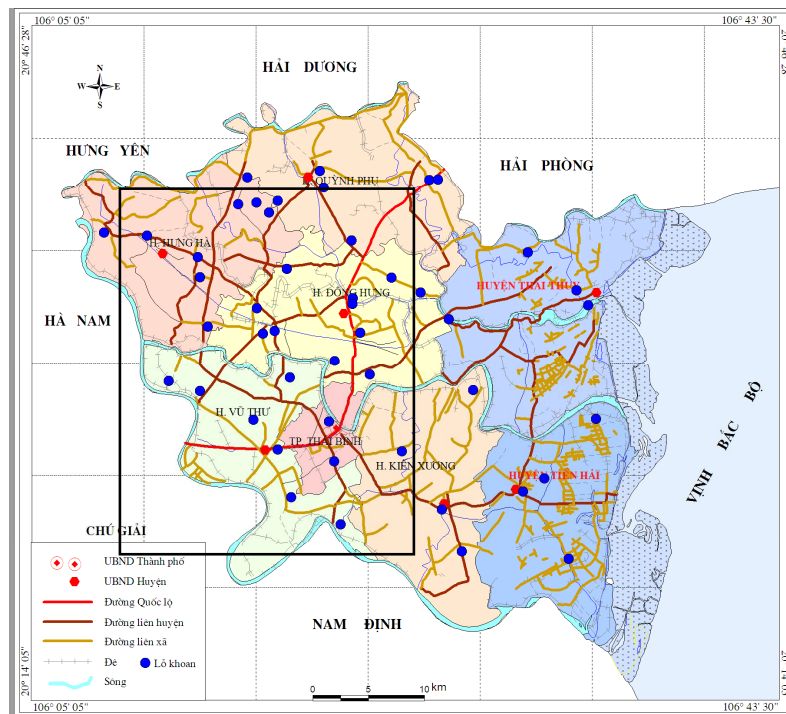
của các đề án, đề tài nghiên cứu về nước dưới đất trong vùng theo nguyên tắc dạng tồn tại của nước dưới đất, có thể thấy đặc điểm địa chất thủy văn của khu vực nghiên cứu như sau:

### Nước lỗ hổng

#### Tầng chứa nước lỗ hổng Holocen trên ( $qh_2$ )

Diện phân bố của tầng khá rộng, phủ gần kín toàn bộ diện tích của tỉnh, khoảng 1200 km<sup>2</sup>. Thành phần của đất đá chứa nước là các trầm tích có nhiều nguồn gốc khác nhau: sông - biển, biển gió, biển, biển - đầm lầy, sông, hồ đầm lầy. Các thành tạo nguồn gốc biển, biển - gió và sông - biển có thành phần chủ yếu là cát lẫn ít bột, tạo thành các cồn gần song song với đường bờ biển và có địa hình cao hơn hai bên sườn, có khả năng thấm nước và lưu thông

nước tốt. Các trầm tích có nguồn gốc biển - đầm lầy và sông trong vùng thường có thành phần thạch học là bột sét, bột cát màu xám, nên có khả năng chứa nước kém hơn. Những nơi trầm tích nguồn gốc hồ - đầm lầy có thành phần chủ yếu là sét bùn màu nâu thì khả năng chứa nước kém và có nhiều vật chất hữu cơ, chứa sắt nên nước có màu vàng, mùi tanh, chất lượng kém. Chất lượng nước trong các trầm tích thuộc tầng chứa nước  $qh_2$  không đồng đều. Độ tổng khoáng hoá thay đổi với biên độ lớn: từ  $M = 0,3$  g/l đến  $M = 18,3$  g/l, chia tầng chứa nước theo diện nhạt và mặn đan xen nhau phức tạp. Tầng chứa nước thuộc huyện Đông Hưng với thành phần đất đá là cát, bột, bùn nguồn gốc hồ - đầm lầy, độ thấm nước kém, địa hình thấp nên mức độ thau chua rửa mặn kém.



**Hình 1.** Vị trí khu vực nghiên cứu

#### Tầng chứa nước lỗ hổng Holocen dưới ( $qh_1$ )

Thành phần của đất đá chứa nước là cát thạch anh hạt nhỏ màu xám đen, xám vàng chứa mica và dầu tích đọng thực vật. Chiều dày trung bình của tầng chứa nước là 14,22m. Tại một số nơi, các trầm tích của tầng chứa nước này bị vát mỏng và không có như tại LK58-01 (Đông Hưng). Tuy nhiên, từ tài

liệu khoan kết hợp với tài liệu đo địa vật lý cho thấy những vị trí như vậy có diện phân bố rất nhỏ. Nước trong tầng  $qh_1$  được cung cấp bởi nhiều nguồn như nước mưa, nước tưới thấm trực ở những xuất lộ và thấm qua tầng  $qh_2$ . Một số nơi nước dưới đất trong tầng này còn được cung cấp từ tầng chứa nước  $qp$  (khu vực xã Duyên Hải, huyện Hưng Hà). Nước

dưới đất của tầng này thoát ra đồng mặt, có thể thoát vào tầng chứa nước  $q_2$  khi mực nước của tầng này hạ thấp. Nhìn chung, qua kết quả thống kê cho thấy tầng chứa nước  $q_1$  trong phạm vi khu vực nghiên cứu có độ giàu nước trung bình. Nước dưới đất thuộc loại áp lực yếu, nằm gần mặt đất nhưng chất lượng nước hầu hết là kém (chủ yếu là nước lợ và mặn), không đảm bảo tiêu chuẩn đối với nước cung cấp cho ăn uống sinh hoạt nên không có ý nghĩa đối với việc khai thác sử dụng trong vùng.

#### *Tầng chứa nước lỗ hổng Pleistocen (qp)*

Thành phần của đất đá chứa nước của tầng chứa nước này là cát hạt mịn, trung, thô, cuội sỏi, cuội lẫn sét phân bố theo thứ tự từ trên xuống dưới. Tầng chứa nước này được nghiên cứu khá kỹ và hầu hết các lỗ khoan trong vùng đều bắt gặp các trầm tích thuộc tầng này. Chiều sâu bắt gặp các trầm tích này từ 26,0m đến 143m. Chiều dày trung bình của tầng qp là 56,91m. Theo kết quả bơm hút thí nghiệm tại hàng chục lỗ khoan trong tầng phân bố đồng đều và thí nghiệm nghiên cứu từng hệ tầng cũng như nghiên cứu tổng hợp tất cả các hệ tầng cho thấy lưu lượng các lỗ khoan thay đổi từ nhỏ đến rất lớn ( $Q = 28.261/s - LK 5803$ ). Đa số các lỗ khoan đều cho  $Q > 10l/s$ . Lưu lượng trung bình của các lỗ khoan hút nước thí nghiệm trong tầng qp là 11,33 l/s. Với kết quả thí nghiệm như vậy đã chứng tỏ tầng chứa nước qp là tầng giàu nước. Các kết quả thí nghiệm địa chất thủy văn trong tầng chứa nước qp cho các thông số địa chất thủy văn của tầng như sau: hệ số thấm trung bình của đất đá  $K = 22 \text{ m/ngày}$ ; hệ số dẫn nước trung bình  $K_m = 1476 \text{ m}^2/\text{ngày}$ ; hệ số nhả nước trọng lực trung bình  $\mu = 0,182$ ; hệ số nhả nước đàn hồi  $\mu^* = 0,0069$ . Chất lượng nước dưới đất trong tầng qp có sự thay đổi khá phức tạp. Với ranh giới mặn nhạt là đường đẳng độ tổng khoáng hoá  $M = 1g/l$  thì tầng chứa nước qp trong phạm vi khu vực nghiên cứu nước có độ tổng khoáng hoá  $M < 1g/l$ , phân bố ở phần phía bắc của tỉnh là một dải kéo dài liên tục trong phạm vi các huyện Hưng Hà, Đông Hưng. Đã tiến hành hút nước thí nghiệm tại một số lỗ khoan trong tầng qp và tổng lưu lượng thực hút trong các lỗ khoan này đạt 273.661/s tương đương với 23.151  $\text{m}^3/\text{ngày}$ .

Tóm lại, tầng chứa nước qp trong phạm vi khu vực nghiên cứu là tầng chứa nước lỗ hổng có trữ lượng phong phú nhất trong vùng, nhiều lỗ khoan có lưu lượng lớn, có thể đáp ứng được nhu cầu cung cấp nước cho ăn uống sinh hoạt. Tuy nhiên, nguy cơ

nhễm mặn và nhiễm bẩn tầng chứa nước này là rất lớn nên cần phải có phương hướng quy hoạch khai thác, bảo vệ hợp lý nước dưới đất để đảm bảo cung cấp nước lâu dài và an toàn về chất lượng, trữ lượng.

#### **Nước khe nứt**

Tồn tại trong các trầm tích gắn kết yếu có tuổi Neogen. Độ giàu nước và chất lượng nước rất không đều, chúng phụ thuộc vào điều kiện thành tạo, thành phần thạch học và điều kiện địa chất thủy văn.

Tầng chứa nước này được phân bố đều khắp diện tích tỉnh và bị các trầm tích Đệ tứ phủ kín. Chiều sâu bắt gặp các trầm tích của tầng này khoảng 88m (LK2B - Duyên Hải - Hưng Hà). Chiều sâu đáy và chiều dày của tầng chứa nước này chưa có cơ sở xác định chính xác. Theo kết quả hút nước thí nghiệm trong các lỗ khoan vào tầng Neogen cho thấy đây là tầng chứa nước có áp lực. Mực nước tĩnh nằm gần mặt đất hoặc cao hơn mặt đất, chiều sâu mực nước tĩnh trung bình là 0,07m (LK16  $H_t = 2.75m$ ). Theo số liệu thống kê ở trên cho thấy tầng chứa nước khe nứt - lỗ hổng Neogen tương đối giàu nước. Tầng chứa nước này có thể chứa nước nóng, nước khoáng, là nguồn tài nguyên quý giá đối với tỉnh. Tuy nhiên, số liệu nghiên cứu chưa đầy đủ để có thể đánh giá triển vọng của tầng chứa nước này. Qua nghiên cứu sơ bộ thấy rằng nguồn cung cấp nước nhạt cho tầng chứa nước này chủ yếu là nước tuần hoàn sâu trong các đứt gãy và từ tầng chứa nước Pleistocen phía trên.

#### **TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

##### **Số liệu phân tích, tính toán**

##### *Lựa chọn vị trí lấy mẫu nước và đo VES*

Do không có kinh phí khoan lấy mẫu nước, nên công tác lấy mẫu nước ở đây hoàn toàn dựa vào các giếng khoan khai thác nước sinh hoạt của dân địa phương. Kết quả khảo sát thực trạng khai thác và sử dụng nước ngầm ở hai khu vực huyện Hưng Hà và Đông Hưng, cho thấy phần lớn các giếng khoan khai thác nước của dân có chiều sâu từ 50-80 mét thuộc tầng chứa nước Pleistocen. Do vậy, việc bố trí thu thập các mẫu nước ngầm và đo sâu VES được tiến hành theo ba nguyên tắc sau:

Tại khu vực Hưng Hà và Đông Hưng tiến hành lấy mẫu nước ngầm tại các giếng khoan có chiều sâu  $> 50$  mét, đồng thời tiến hành đo độ dẫn điện của các mẫu nước này tại hiện trường và tại những địa

điểm giếng khoan thích hợp tiến hành đo sâu VES để xác định điện trở suất của tầng chứa nước.

Tỷ lệ lấy mẫu: lượng mẫu lấy và đo VES tập trung

dày ở xung quanh ranh giới nhiễm mặn dự đoán và thưa dần khi xa ranh giới nhiễm mặn, sao cho đảm bảo được tỷ lệ đo khoảng 1: 50.000.

**Bảng 1.** Tổng hợp kết quả phân tích mẫu nước ngầm [2]

STT	Ký hiệu mẫu	Chiều sâu GK (m)	Độ dẫn 25°C (s/m)	TDS (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)
1	MT3	70	0,194	686	327,3
2	MT4	60	0,155	428	249,1
3	MT5	63	0,179	642	298,8
4	MT6	65	0,144	534	220,5
5	MT7	64	0,207	960	426,1
6	MT9	73	0,110	436	172,3
7	MT10	69	0,099	298	130,9
8	MT11	60	0,099	301	140,5
9	MT12	70	0,121	396	172,2
10	MT13	55	0,154	468	260,3
11	MT14	77	0,187	652	249,1
12	MT15	68	0,165	446	223,5
13	MT16	52	0,121	404	215,7
14	MT17	70	0,132	416	236,6
15	MT20	65	0,440	1.670	806,9
16	MT23	70	0,242	1.058	443,2
17	MT24	51	0,154	544	281,1
18	MT25	78	0,275	804	334,4
19	MT26	60	0,165	602	270,3
20	MT27	65	0,209	986	453,8
21	NA2	65	0,198	598	348,6
22	NA3	70	0,308	1.024	611,8
23	NA4	60	0,363	1.324	725,6
24	NA5	64	0,341	1.334	626,1
25	NA6	72	0,176	658	362,8
26	NA7	68	0,154	556	270,3
27	NA10	56	0,704	3.002	1.666,9
28	NA12	70	0,110	478	180,1
29	NA13	58	0,231	1.032	405,5
30	NA15	61	0,176	658	322,3
31	NA16	56	0,209	896	476,7
32	NA17	68	0,275	1.326	516,3
33	NA18	67	0,220	776	386,3
34	NA19	73	0,176	652	291,7
35	NA20	70	0,176	668	297,5
36	NA21	73	0,209	988	415,3
37	NA22	96	0,187	754	298,8
38	NA23	100	0,374	1.346	749,1
39	NA24	69	0,308	1.126	562,1
40	NA25	78	0,275	1.202	498,1
41	NA26	76	0,220	790	377,1
42	NA28	70	0,242	838	429,1
43	NA29	70	0,319	1.140	617,5
44	NA30	70	0,297	1.030	537,1
45	NA31	70	0,407	1.398	764,8
46	NA32	70	0,407	1.424	761,2
47	NA34	60	0,451	1.684	910,6
48	NA38	60	0,209	916	441,2

### Đo độ dẫn và lấy mẫu nước ngầm

Tổng số mẫu nước ngầm lấy về để phân tích hóa trong phòng thí nghiệm là 65 mẫu và tổng số mẫu đo độ dẫn điện của nước là 127 mẫu.

### Đo số liệu VES trên thực địa

Tổng khối lượng đo sâu VES trong khu vực nghiên cứu gồm 52 điểm phân bố khá đồng đều trên diện tích nghiên cứu. Trong tổng số các điểm đo VES này có 25 điểm đo trùng với giếng khoan có lấy mẫu nước và đo độ dẫn điện của nước. Tại mỗi điểm đo sâu VES hệ số điện cực là: số khoảng mở AB/2 là 25 khoảng và AB/2 lớn nhất là 400 mét. Như vậy, với khoảng mở AB/2<sub>max</sub> = 400 mét thì chiều sâu khảo sát có thể lên đến 100-120m.

*Bản đồ TDS, Cl<sup>-</sup> và ranh giới nhiễm mặn của tầng chứa nước Pleistocen [1, 4, 5]:*

*Nguyên tắc thành lập Bản đồ phân bố hàm lượng TDS và Cl<sup>-</sup>:*

Bản đồ phân bố hàm lượng TDS và Cl<sup>-</sup> của tầng chứa nước Pleistocen trong khu vực nghiên cứu được xây dựng trên cơ sở các nguồn số liệu đo và tính toán sau: [10]

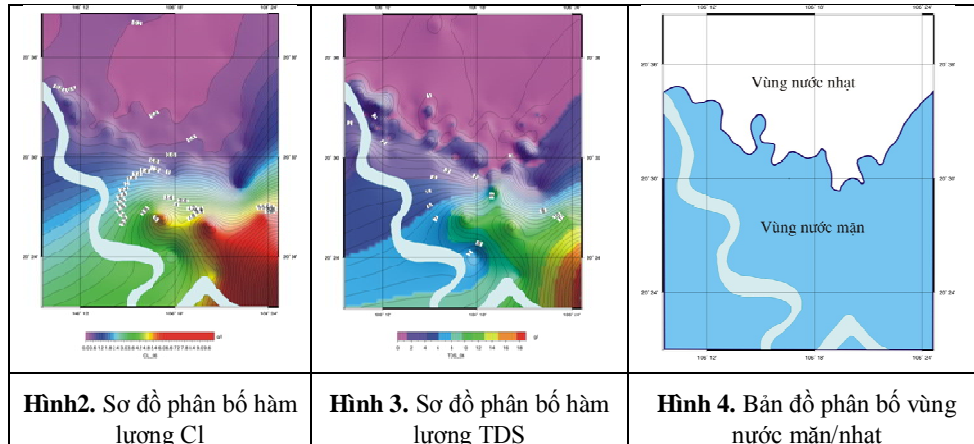
Tại những giếng khoan có lấy mẫu và phân tích hàm lượng TDS, Cl<sup>-</sup>

Tại những vị trí có giếng khoan chỉ đo độ dẫn điện của nước ngầm tầng Pleistocen thì sử dụng hàm tương quan để tính ra hàm lượng TDS và Cl<sup>-</sup>.

Tại những khu vực có điểm đo sâu VES nhưng không có giếng khoan thì sử dụng hàm tương quan để tính ra hàm lượng TDS và Cl<sup>-</sup>.

*Nguyên tắc thành lập Bản đồ phân bố vùng nước mặn/nhạt:*

Dựa theo tiêu chuẩn chất lượng nước ngầm TCVN-5944-95, vùng nước ngầm nhạt được qui định bởi hàm lượng tổng độ khoáng hoá từ 750 - 1500 mg/l và hàm lượng Clorua trong khoảng từ 200 - 600g/l.



### Phương pháp mô hình số địa chất thủy văn

Cơ sở của phương pháp dự báo xâm nhập mặn dựa trên lời giải của Bài toán dòng chảy và bài toán lan truyền vật chất:

(1) Bài toán mô hình dòng chảy với biến số là sự phân bố cốt cao mực nước theo không gian; và

(2) Bài toán lan truyền vật chất với biến số là phân bố nồng độ nhiễm mặn của nước theo không gian.

### Bài toán mô hình dòng chảy:

$$\frac{\partial}{\partial x} (K_{xx} \frac{\partial h}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (K_{yy} \frac{\partial h}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (K_{zz} \frac{\partial h}{\partial z}) - W = S_s \frac{\partial h}{\partial t}$$

Trong đó:

$K_{xx}, K_{yy}, K_{zz}$ : Các hệ số thấm theo phương x, y, z. Chiều z là chiều thẳng đứng.

h: cột cao mực nước tại vị trí (x, y, z) ở thời điểm t;

W: Modul dòng ngầm, hay là giá trị bổ cập, giá trị thoát đi của nước ngầm tính tại vị trí (x, y, z) ở thời điểm t.

$W = W(x, y, z, t)$  là hàm số phụ thuộc thời gian và không gian  $(x, y, z)$ ;

S: hệ số nhả nước;

$S_s = S_s(x, y, z)$ ,  $K_{xx} = K_{xx}(x, y, z)$ ,  $K_{yy} = K_{yy}(x, y, z)$ ,  $K_{zz} = K_{zz}(x, y, z)$  các hàm phụ thuộc vào vị trí không gian  $x, y, z$ .

Phương trình được giải với các điều kiện biên:

Điều kiện biên loại I: là điều kiện biên mực nước được xác định trước (còn gọi là biên Dirichlet)  $H = h(t)$ . Đó là ô mà mực nước được xác định trước và giá trị này không đổi trong suốt bước thời gian tính toán.

Điều kiện biên loại II là điều kiện biên dòng chảy được xác định trước (còn gọi là biên lưu lượng Neuman)  $Q = q(t)$ . Đó là các ô mà lưu lượng dòng chảy qua biên được xác định trước trong suốt bước thời gian tính toán. Trường hợp không có dòng chảy thì lưu lượng được xác định bằng không.

Điều kiện biên loại III là điều kiện biên lưu lượng trên biên phụ thuộc vào mực nước (còn gọi là biên hỗn hợp Cauchy)  $Q = f(H)$ .

### ***Bài toán mô hình lan truyền vật chất:***

Phương trình đạo hàm riêng mô tả quá trình lan truyền vật chất trong dòng nước ngầm do cả hai cơ chế lôi cuốn và phân tán trong không gian hai chiều  $(x, y)$  được viết như sau:

$$D_{xx} \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + D_{yy} \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} - V_x \frac{\partial C}{\partial x} - V_y \frac{\partial C}{\partial y} + Q = R \frac{\partial C}{\partial t}$$

Trong đó:

C: nồng độ vật chất trong nước (g/l);

$V_x, V_y$ : vận tốc của dòng nước (m/ngày đêm);

$V_x, V_y$  được tính như sau:

$$V_x = \frac{q_x}{n} \quad V_y = \frac{q_y}{n}$$

$q_x, q_y$ : lưu lượng đơn vị theo hướng x và y (m/ngày đêm);

n: độ rỗng; t: thời gian (s)

$D_{xx}, D_{yy}$ : các hệ số phân tán thủy động lực theo hướng x, y ( $m^2/ngày\ đêm$ );

Q: lượng vật chất hoà tan sinh ra hoặc bị hấp thụ (g/l);

R: hệ số chậm trễ, biểu thị mức độ ảnh hưởng của quá trình lan truyền vật chất do bị hấp thụ hoặc phông thích.

Phương trình trên chỉ có lời giải duy nhất khi có đầy đủ các điều kiện ban đầu và điều kiện biên được mô tả như sau:

Điều kiện ban đầu: Phân bố nồng độ chất ô nhiễm đang xem xét vào thời điểm ban đầu tùy ý  $t = t_0$  tại mọi vị trí trong miền tính toán là  $C = C_0(x, y)$ .

Các điều kiện biên có thể là một hoặc đồng thời các dạng sau:

Biên có nồng độ đã biết:  $C = C_c$  trên  $\Gamma_c$

Biên Neumann (gradient nồng độ pháp tuyến với đường biên đã biết):  $\frac{\partial C}{\partial n} = q$  trên  $\Gamma_{qc}$

Biên Cauchy (dòng vật chất phân tán - lôi cuốn pháp tuyến với biên đã biết):

$$V_n C - D_n \frac{\partial C}{\partial n} = \frac{V_0 C_v}{n_{hh}} \text{ trên } \Gamma_{qvc}$$

Ở đây:  $V_0, C_v$  tương ứng là vận tốc dòng chất lỏng và nồng độ vật chất của chất lỏng này qua biên;  $n_{hh}$  là độ rỗng hữu hiệu.

Cho đến nay bài toán (1) và (2) được giải khá hoàn chỉnh theo phương pháp sai phân hữu hạn và phần tử hữu hạn. Nhiều phòng thí nghiệm địa chất thủy văn trên thế giới đã lập trình bài toán (1) và (2) để tính mô hình dòng chảy và dự báo lan truyền vật chất. Trong bài báo này các tác giả sử dụng sản phẩm phần mềm Visual Modflows của công ty Watertool, Canada [6, 7].

### **XÂY DỰNG MÔ HÌNH**

Mô hình khái niệm có thể được hiểu là sơ đồ hóa hệ thống nước dưới đất thành các lớp chứa nước, cách nước với các thông số địa chất thủy văn khác nhau, các điều kiện biên khác nhau sao cho thể hiện một cách gần đúng nhất hệ thống nước dưới đất.

*Thiết kế lưới mô hình:*

Toàn bộ diện tích lập mô hình  $847km^2$  ( $25,9 \times 32,7km$ ) được chia thành các ô hình vuông với kích thước không gian mỗi ô là  $250 \times 250m$  bao gồm 104 cột và 131 hàng.

*Hệ thống các tầng chứa nước và cách nước:*

**Lớp chứa nước 1:** Tương ứng với tầng chứa nước trong trầm tích Holocen trên  $qh_2$  ( $Q_{IV}^{3tb}$ ). Bề dày tầng chứa nước thay đổi từ 2.5 đến 23m. Nguồn cung cấp cho nước dưới đất tầng này chủ yếu là nước mưa, nước mặt sông hồ, ao. Tổng độ khoáng hoá thay đổi với biên độ lớn 0.3 – 18.3 g/l

**Lớp cách nước 2:** Mô phỏng lớp cách nước trong trầm tích Holocen hệ tầng Hải Hưng. Chiều dày biến đổi từ 2 – 33m. Thành phần thạch học là sét, sét bột thấm nước kém.

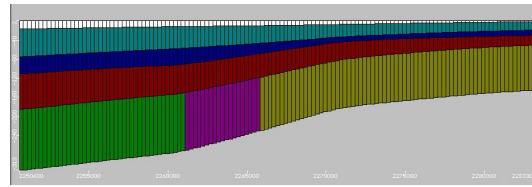
**Lớp chứa nước 3:** Tương ứng với tầng chứa nước trong trầm tích Holocen dưới  $qh_1$  ( $Q_{IV}^{1-2} hh_1$ ) và bị phủ hoàn toàn bởi tầng chứa nước nằm trên. Thành phần đất đá chứa nước là cát thạch anh hạt nhỏ màu xám đen, xám vàng chứa mica và dấu tích động thực vật. Chiều dày tầng chứa nước thay đổi trong phạm vi lớn, từ 2.9m đến 32.5m. Tầng chứa nước  $qh_1$  có chất lượng kém, nước hầu hết bị mặn, có lỗ khoan tổng độ khoáng hoá lên tới 27.42 g/l. Nguồn cung cấp cho nước dưới đất tầng  $qh_1$  chủ yếu là nước mưa, nước mặt sông hồ, ao.

**Lớp cách nước 4:** Lớp cách nước trong hệ tầng trong trầm tích pleistocen hệ tầng Vĩnh Phúc. Thành phần thạch học chủ yếu là sét, sét bột màu xám

xanh, tính thấm nước kém, chiều dày biến đổi từ 3 - 30m, trung bình 12.83m.

**Lớp chứa nước 5:** Tầng chứa nước trong trầm tích Pleistocen (qp) phân bố rộng khắp trong tỉnh, chúng bị các trầm tích trẻ hơn phủ kín. Thành phần đất đá chứa nước của tầng chứa nước này là cát hạt mịn, trung, thô, cuội sỏi, cuội lẫn sét phân bố theo thứ tự từ trên xuống dưới, chiều dày tầng chứa nước thay đổi từ 29 – 68.5m. Đây là tầng chứa nước áp lực và tương đối giàu nước. Mực nước tĩnh dao động khoảng 0.523 - 2.277 m cách mặt đất.

Hình 5 minh họa hệ thống các lớp chứa nước và cách nước đã được sơ đồ hóa trong mô hình dòng chảy nước dưới đất vùng nghiên cứu.



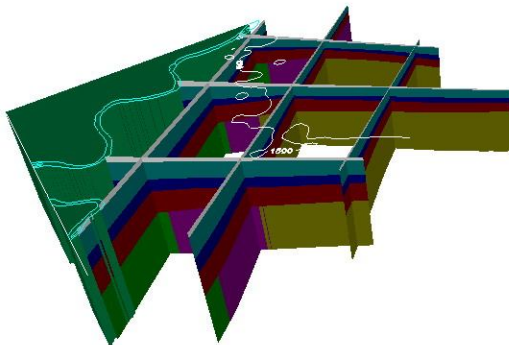
**Hình 5.** Hệ thống các tầng chứa nước và cách nước

Các thông số địa chất thủy văn được liệt kê trong bảng 2:

**Bảng 2.** Thông số địa chất thủy văn đặc trưng cho các lớp

Các thông số	Lớp 1 (chứa nước)	Lớp 2 (cách nước)	Lớp 3 (chứa nước)	Lớp 4 (cách nước)	Lớp 5 (chứa nước)
Hệ số thấm K (m/ngày)	1,49	0,002	0,61-1,29	0,0015	22
Hệ số nhà nước trọng lực (Sy)	0,1238	0,05	0,1188	0,0032	0,182
Hệ số nhà nước đàn hồi (Ss)					0,0069
Độ lỗ hổng hữu hiệu ( $n_0$ )		0,02		0,01	0,18
Tổng độ lỗ hổng (n)	0,15	0,05	0,15	0,05	0,25

*Điều kiện biên:*



**Hình 6.** Các loại biên trong mô hình

Vùng nghiên cứu được giới hạn bởi phía Tây, Tây Nam là sông Hồng, phía Bắc là sông Vân úc. Trên mô hình, sông Hồng được mô phỏng là biên loại 3 (lưu lượng cung cấp, thoát của tầng chứa nước phụ thuộc vào chênh lệch mực nước trên biên).

*Lượng bổ cập và thoát của tầng chứa nước:*

Theo các tài liệu quan trắc mưa cho thấy lượng mưa trung bình nhiều năm khoảng 1590 mm/năm. Các tài liệu nghiên cứu khu vực đồng bằng Bắc Bộ cho thấy lượng ngấm của nước mưa cung cấp cho tầng chứa nước khoảng 5 – 15% tổng lượng mưa hàng năm. Trên mô hình lượng ngấm của nước mưa được lấy khoảng 8%.

Tài liệu nghiên cứu bốc hơi từ nước mặt đồng bằng Bắc Bộ khoảng 1200 mm/năm. Lượng bốc hơi



từ bề mặt nước dưới đất trong vùng ven biển đồng bằng Bắc Bộ vào khoảng 50 – 70% tổng lượng bốc hơi. Trong mô hình lượng thoát từ nước ngầm lấy bằng 60% tổng lượng bốc hơi.

*Các thông số và điều kiện biên khi tính toán dịch chuyển vật chất:*

Để tính toán quá trình di chuyển của vật chất, cụ thể là sự di chuyển của ranh giới độ tổng khoáng hoá của nước, bài toán dựa vào các giả định sau:

Bỏ qua quá trình giải phóng và hấp phụ độ khoáng hoá của môi trường (hệ số chậm trễ  $R = 1$ ).

Chuyển động của dòng vật chất chủ yếu là cơ chế phân tán dọc theo dòng chảy.

Dòng vật chất chuyển động với vận tốc bằng vận tốc thực của dòng nước ngầm.

Trong quá trình di chuyển vật chất không bị mất đi do quá trình phân ứng hoá học hoặc phân huỷ phóng xạ, phân giải bởi vi khuẩn.

Các thông số liên quan đến quá trình di chuyển vật chất trong môi trường lỗ hổng, các tham số độ rỗng hữu hiệu, hệ số phân tán được chọn như sau: Độ lỗ hổng hữu hiệu  $n = 0.15$  đối với 2 tầng chứa nước nằm trên (tương ứng với thành phần thạch học đất đá là cát, cát pha), tầng chứa nước nằm dưới chọn  $n = 0.25$  (tương ứng với thành phần thạch học là cát hạt thô lẫn sạn sỏi). Đối với tầng sét cách nước  $n = 0.05$  (tương ứng với sét). Hệ số phân tán đối với các lớp 1, lớp 2, lớp 4 (các lớp chứa nước) là  $\alpha_L = 12m$  (tương ứng với thành phần hạt là cát các loại). Đối với sét  $\alpha_L = 36m$  (tương ứng với thành phần hạt là sét). Các thông số này sẽ được chỉnh lý và chính xác hoá khi giải bài toán ngược.

*Hiệu chỉnh các tham số mô hình [3]:* Hiệu chỉnh theo bài toán ngược ổn định.

Mục đích chỉnh lý hệ số thấm và điều kiện biên của vùng nghiên cứu. Bằng các tài liệu thu thập được làm đầu vào cho mô hình chúng tôi tiến hành chỉnh lý các hệ số bằng phương pháp giải bài toán ngược theo phương pháp lựa chọn. Do không có tài liệu quan trắc giếng khoan nên chúng tôi chỉnh lý bài toán ngược dựa vào mực nước tĩnh trong các giếng khoan trong vùng nghiên cứu. Khi sử dụng các tài

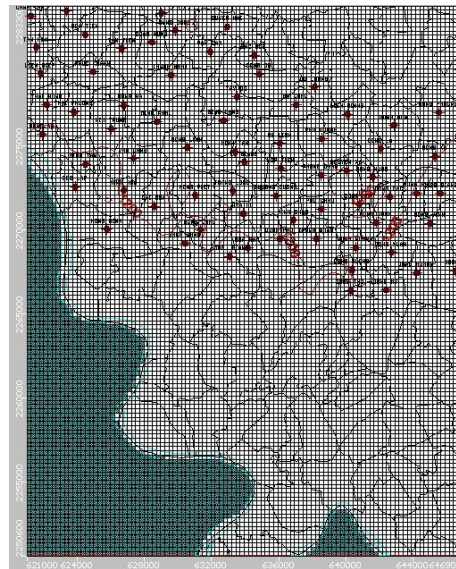
liệu này chúng tôi có hiệu chỉnh để loại bỏ sai số thô và dùng phương trình hồi quy tuyến tính để đưa giá trị mực nước tĩnh về cùng một thời điểm.

## KẾT QUẢ DỰ BÁO XÂM NHẬP MẶN

Sau khi đã xác định được mô hình địa chất thủy văn cho các tầng chứa và cách nước cho vùng nghiên cứu. Các đặc điểm về phân bố tổng độ khoáng hoá đo được cho năm 2006 đã được tính toán và kiểm nghiệm trên mô hình nhằm hiệu chỉnh và xác định các tham số cần thiết để tính toán; chỉnh lý mô hình bằng bài toán ngược ổn định và không ổn định; tiến hành dự báo hạ thấp mực nước và diễn biến xâm nhập mặn trong quá trình khai thác. Bài toán dự báo được tiến hành bằng 2 phương án sau:

*Phương án 1. Dự báo diễn biến mực nước, xâm nhập mặn theo thời gian với lưu lượng khai thác nước tính theo nhu cầu sử dụng nước bình quân đầu người, có tính đến tốc độ tăng dân số và mỗi xã bố trí một giếng khoan lớn.*

**Điều kiện ban đầu:**



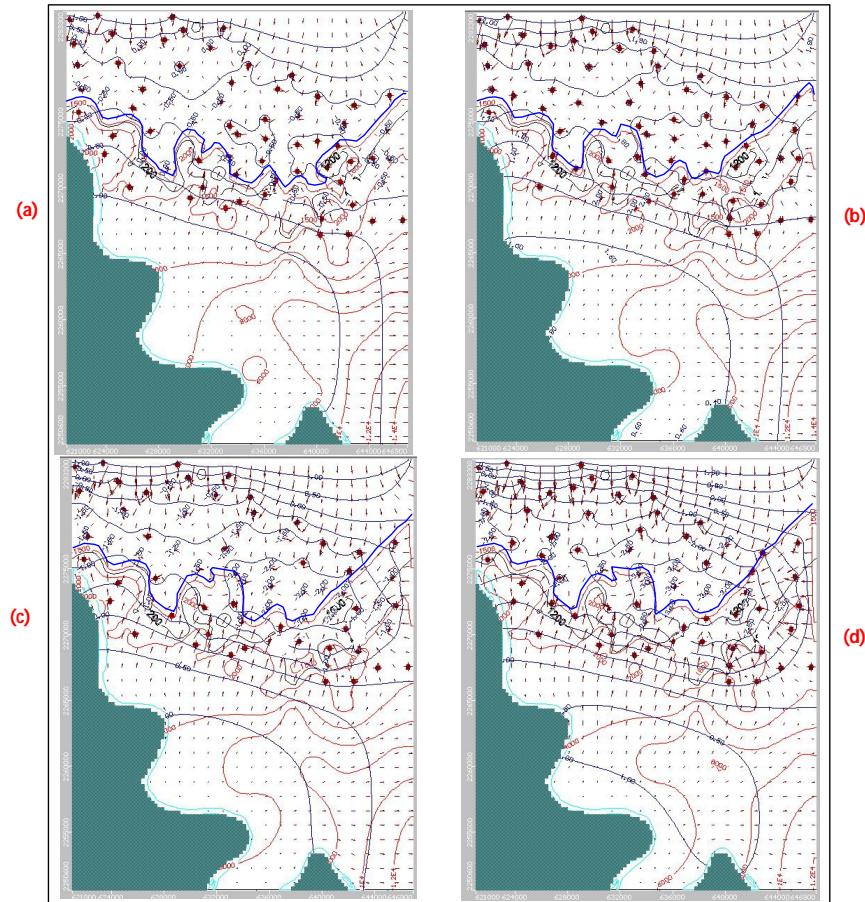
**Hình 7.** Hệ thống các lỗ khoan khai thác nước dự kiến trong vùng nghiên cứu

Trong vùng nghiên cứu gồm 70 xã, trong mô hình mô phỏng lượng khai thác nước trong 1 xã bằng 1 giếng lớn. Lưu lượng khai thác tại các giếng lớn được tính toán theo nhu cầu sử dụng nước hàng năm tương ứng với lượng tăng dân số. Hình 7 là sơ



đồ thể hiện hệ thống các lỗ khoan khai thác nước dự kiến trong vùng nghiên cứu. Từ các điều kiện này chúng ta tiến hành tính dự báo lan truyền hàm lượng tổng độ khoáng hóa và hạ thấp mực nước cho các năm 2010, 2015, 2020, 2030.

**Kết quả tính toán:** Sau khi chạy mô hình tính toán chúng ta nhận được kết quả là các bản đồ đẳng mực nước và đẳng tổng độ khoáng hoá của tầng chứa nước qp theo các thời gian đã định là năm 2010, 2015, 2020 và 2030 (xem hình 8).



**Hình 8.** Kết quả tính dao động mực nước và độ tổng khoáng của tầng chứa nước Pleistocen cho các năm (a) năm 2010; (b) năm 2015; (c) năm 2020; (d) năm 2030 theo phương án 1

Kết quả dự báo cho thấy mực nước của tầng chứa nước (qp) liên tục bị hạ thấp và tạo thành phổ hạ thấp mực nước có diện tích tương đối lớn. Trong khoảng thời gian đầu khai thác mực nước bị hạ thấp rất nhanh và có xu hướng dần ổn định khi khoảng thời gian khai thác càng dài. Cao độ mực nước thấp nhất năm 2030 khoảng -3 đến -3.5m, nằm dưới mực nước biển (xem hình 7d). Các đường đẳng tổng độ khoáng hoá có xu hướng tiến dần về tâm phổ hạ thấp mực nước nhưng tốc độ nhỏ, không đều nhau theo các hướng. Phần phía đông vùng nghiên cứu

các đường đẳng khoáng hoá có tốc độ di chuyển nhanh hơn. Ngược lại, phía tây vùng nghiên cứu các đường đẳng tổng độ khoáng hoá có tốc độ di chuyển không đáng kể.

Với lưu lượng và chế độ khai thác như đã nêu, tiến hành tính toán cân bằng nước cho đến cuối thời điểm khai thác năm 2030 cho thấy các thành phần trữ lượng động do dòng chảy nước dưới đất cung cấp cho hệ thống lỗ khoan khai thác nước trong tầng qp là 27850 m<sup>3</sup>/ngày (chiếm khoảng 35% tổng lượng khai thác), lượng thấm xuyên từ tầng chứa

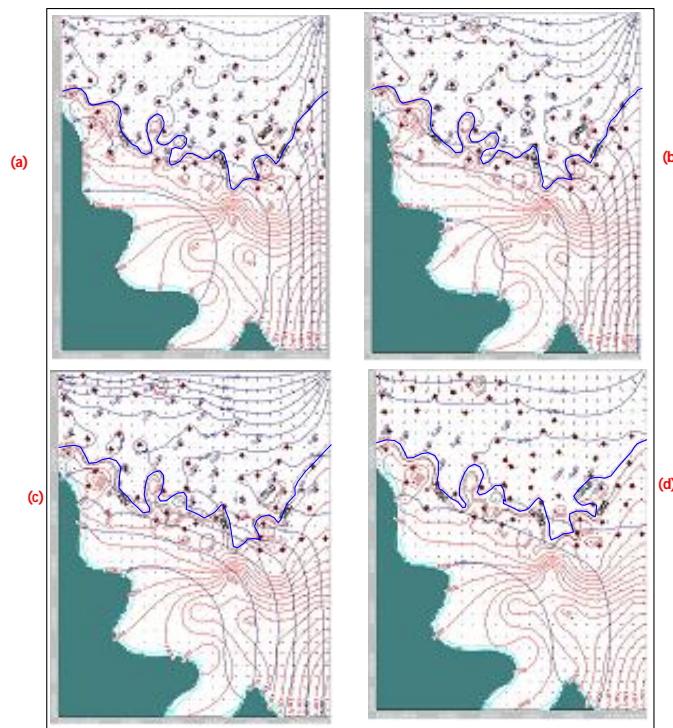
nước  $q_1$  là 6402 m<sup>3</sup>/ngày (chiếm khoảng 8% tổng lượng khai thác), phần trừ lượng tính là 44391 m<sup>3</sup>/ngày (chiếm khoảng 47% tổng lượng khai thác).

**Phương án 2. Xác định trữ lượng khai thác an toàn để ranh giới mặn tầng chứa nước Pleistocen không thay đổi theo thời gian.**

**Điều kiện ban đầu:** Căn cứ kết quả tính toán nêu trong phương án 1 xác định lưu lượng khai thác an toàn để ranh giới mặn tầng chứa nước  $q_p$  không bị biến đổi theo thời gian. Lưu lượng khai thác an toàn chính là phần trừ lượng động tham gia vào trữ lượng khai thác nước dưới đất khoảng 27850 m<sup>3</sup>/ngày. Với lưu lượng khai thác nêu trên chia đều cho 70 giếng khai thác, sơ đồ mạng lưới bố trí các lỗ khoan như trong phương án 1, chỉ khác là lưu lượng

khai thác tại mỗi lỗ khoan là 397,85 m<sup>3</sup>/ng. Từ các điều kiện trên chúng ta tiến hành tính dự báo lan truyền hàm lượng tổng độ khoáng hóa và hạ thấp mực nước cho các năm 2010, 2015, 2020, 2030.

**Kết quả tính toán:** Sau khi chạy mô hình tính toán chúng ta nhận được kết quả là các bản đồ đẳng mực nước và đẳng tổng độ khoáng hoá của tầng chứa nước  $q_p$  theo các thời gian đã định là năm 2010, 2015, 2020 và 2030 (xem hình 9). Từ kết quả tính toán dự báo cho thấy với lưu lượng khai thác là 27850 m<sup>3</sup>/ngày mực nước hạ thấp trong tầng chứa nước  $q_p$  được hạn chế tối đa (năm 2030 cao độ mực nước lớn nhất khoảng -0,5 đến 0m), ranh giới mặn tầng chứa nước  $q_p$  hầu như không bị thay đổi dịch chuyển.



**Hình 9.** Kết quả tính dao động mực nước và độ tổng khoáng hoá của tầng chứa nước Pleistocen cho các năm (a) năm 2010; (b) năm 2015; (c) năm 2020; và (d) năm 2030 theo phương án 2

## KẾT LUẬN

Kết quả dự báo diễn biến xâm nhập mặn theo thời gian với lưu lượng khai thác nước tính theo nhu cầu sử dụng nước bình quân đầu người, có tính đến tốc độ tăng dân số và mỗi xã bố trí một giếng khoan lớn đã thấy diện tích nước nhạt bị thu hẹp theo các

năm. Để đảm bảo cho diện tích nước không bị thu hẹp lại thì lưu lượng khai thác cho cả vùng cần phải điều chỉnh thấp hơn lưu lượng khai thác an toàn là 27.850m<sup>3</sup>/ngày.

Tầng chứa nước Pleistocen ( $q_p$ ) là tầng cấp nước có nhiều triển vọng đang trong tình trạng bị nhiễm

mặn. Nhu cầu khai thác nước ngầm phục vụ dân sinh và phát triển kinh tế ngày một tăng cao, đòi hỏi cần có sự quy hoạch cũng như giám sát biến động các tầng nước ngầm đồng bằng ven biển nước ta.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Như Trung, Nguyễn Văn Nghĩa, Nguyễn Bá Minh, 2005. Dự báo xâm nhập mặn nước ngầm vùng Hải Phòng bằng phương pháp mô hình điện trở và địa chất thủy văn. Tuyển Tập báo cáo Hội Nghị Khoa Học Kỹ Thuật Địa Vật Lý Việt Nam lần thứ 4, Nxb. KHKT. Tr. 609-618.
2. Nguyễn Như Trung, Trịnh Hoài Thu, Nguyễn Văn Nghĩa, (2008), “Ứng dụng phương pháp điện và mô hình thủy văn và điện trở suất trong đo vẽ bản đồ và dự báo xâm nhập mặn tại Thái Bình”, tạp chí Địa chất, số 31-32, 2008, tr. 241-248.
3. Ngô Đức Chân, 2009. “Đánh giá trữ lượng nước dưới đất vùng Côn Đảo bằng phương pháp mô hình”, Tạp chí Khoa học và phát triển Công nghệ, số 5, ĐHBK HCM, tr 80-89.
4. Nguyễn Thành Công và Nguyễn Văn Hoàng, 2001. “Tổng quan nghiên cứu nhiễm mặn đất và nước vùng ven biển và một số kết quả nghiên cứu bước đầu của giải pháp bổ cập nhân tạo nước ngầm và chống xâm nhập mặn bằng đê ngầm”  
[http://www.idm.gov.vn/nguon\\_luc/Xuat\\_ban/2001/A2654.htm](http://www.idm.gov.vn/nguon_luc/Xuat_ban/2001/A2654.htm)
5. Chieh-Hou Yang, Lun-Tao Tong and Ching-Feng Huang, 1999. Combined application of DC and TEM to sea - water intrusion mapping. Geophysics, Vol. 64, No. 2, p. 417-427.
6. www.in-situ.com. Total Dissolved Solids from conductivity, Technical Note 14.
7. Mary P. A and William W. Woessner, 1992. Applied ground water modeling. Academic Press, Inc., New York.
8. Nilson Guiguer and Thomas Franz, 2004. Visual Modflow, Waterflow Hydrogeologic Software, Toronto, 2004.
9. Priyantha Ranjan, So Kazama and Masaki Sawamoto, 2006. “Effects of climate change on coastal fresh groundwater resources”, Science Direct, Elsevier, No. 16 (2006), p. 388-399., Japan.
10. Roberto Balia, Enrico Gavaudò, Federica Ardaù, and Giorgio Ghiglieri, 2003. Geophysical approach to the environmental study of the coastal plain, Geophysics, Vol. 68, No. 5, P. 1,446-1,459.

## APPLICATION OF HYDROGEOLOGY MODELING METHOD TO FORECAST THE SALTWATER INTRUSION IN GROUNDWATER AQUIFER IN DONG HUNG, HUNG HA DISTRICT - THAIBINH PROVINCE

Trinh Hoai Thu

**ABSTRACT:** The study area was simulated by the model consists of five layers: three aquifers and two aquitards. Map of distribute the total dissolved solids (TDS) and the structure of aquifer and confines are usefull data resouces for applying numerical hydrogeology modeling to forecast the saltwater intrusion and suitable pumping rate in the study area.

The sustainbale pumping rate is how volum of water exploited so that the salt/freshwater boundary has no change by the time. In the study area, assuming the pumping wells are located in the center of every commune of the freshwater area of the Pleistocene aquifer. The pumping rate at earch well is adjusted and operations repeated until a total acceptable pumping rate dosen't make change of the salt/freshwater boundary. As the result, to remain the current salt/freshwater boundary of the Pleistocene aquifer, the pumping rate of the Pleistocene aquifer should be 27,850 m<sup>3</sup>/day.