

# Nghiên cứu dự báo xâm nhập mặn tầng chứa nước Pleistocen vùng ven biển Nam Định bằng phương pháp phần tử hữu hạn

Trần Thị Thúy Hương<sup>1</sup>, Trịnh Hoài Thu<sup>2</sup>, Trần Thị Lệ Hằng<sup>1</sup>, Vũ Văn Mạnh<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Trường Đại học Khoa học tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

<sup>2</sup> Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Nhận ngày 26 tháng 5 năm 2016

Chỉnh sửa ngày 28 tháng 7 năm 2016, chấp nhận đăng ngày 06 tháng 9 năm 2016

**Tóm tắt:** Nước dưới đất được coi là nguồn nước sạch, là nguồn cấp cho sinh hoạt, chăn nuôi, công nghiệp cho đa số các huyện của tỉnh Nam Định. Tuy nhiên việc khai thác nước dưới đất như hiện nay làm cho quá trình xâm nhập mặn diễn ra nhanh và mạnh mẽ hơn. Hiện tại, tỉ lệ diện tích nhiễm mặn tầng chứa nước đã lên đến gần 50% ở tầng Pleistocen và hầu như toàn bộ tầng Holocen dưới.

Bằng cách sử dụng mô hình phần tử hữu hạn, đề tài đã tiến hành nghiên cứu, đánh giá các phương án khai thác nước dưới đất khác nhau với lưu lượng các lỗ khoan khai thác tăng dần theo thời gian để đáp ứng nhu cầu cấp nước theo tốc độ tăng dân số đến năm 2030. Kết quả nghiên cứu cho thấy ở phương án 1 (PA1), diện tích đới nhạt sau khi khai thác tính đến năm 2030 là 855,6 km<sup>2</sup> (diện tích nhiễm mặn chiếm gần 2% đới nhạt). Còn theo phương án 2 (PA2), xâm nhập mặn diễn ra nhanh hơn PA1, diện tích đới nhạt sau khi bị nhiễm mặn còn 852,01 km<sup>2</sup>, giảm gần 4 km<sup>2</sup> so với PA1.

**Từ khóa:** Nước dưới đất, xâm nhập mặn, tầng chứa nước Pleistocen, phần tử hữu hạn.

## 1. Mở đầu

Nam Định là một tỉnh thuộc khu vực ven biển Đồng bằng sông Hồng (ĐBSH), là nơi tập trung dân cư, trung tâm kinh tế, giao thông quan trọng của đất nước. Tại Nam Định nhu cầu sử dụng nước cho sinh hoạt, sản xuất không ngừng tăng lên cùng với sự phát triển kinh tế - xã hội. Do vậy, khả năng xâm nhập mặn của nước mặn vào tầng chứa nước, thấu kính nước nhạt đang có nguy cơ ngày càng gia tăng, đặc

biệt trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng như hiện nay.

Theo các kết quả điều tra, quan trắc nghiên cứu và đánh giá tài nguyên nước dưới đất từ trước đến nay cho thấy nguồn tài nguyên nước dưới đất (NDD) ở nhiều khu vực ven biển đã và đang bị ô nhiễm và nhiễm mặn, hoặc có dấu hiệu bị ô nhiễm và nhiễm mặn. Nguyên nhân chủ yếu do khai thác quá mức nguồn tài nguyên nước dưới đất dẫn đến quá trình xâm nhập mặn diễn ra nhanh và mạnh mẽ hơn. Đặc biệt, Nam Định là vùng có tầng chứa nước Pleistocen nguy cơ bị nhiễm mặn trầm trọng hơn [1]. Giai đoạn năm 2013-2015, theo số liệu thu thập cho thấy lượng khai thác nước tăng dần theo

\* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-972117813  
Email: thuyhuong7th@gmail.com

từng giai đoạn, tầng qp chiếm gần 80% tổng lượng nước khai thác nước dưới đất (thuộc dự án Quy hoạch tài nguyên nước ngầm tỉnh Nam Định). Vấn đề này được nhiều tác giả nghiên cứu bằng các mô hình sử dụng phương pháp sai phân hữu hạn và phần tử hữu hạn [2-5]. Vì thế đề tài đã tiến hành nghiên cứu xâm nhập mặn bằng mô hình phần tử hữu hạn (PTHH) theo 2 phương án khai thác nước khác nhau để đánh giá và đưa ra các khuyến cáo cho việc khai thác nước dưới đất tốt nhất

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Thu thập và xử lý số liệu

- Để xây dựng mô phỏng 3 chiều khu vực nghiên cứu, đề tài nghiên cứu tham khảo các tài liệu về lỗ khoan khảo sát ĐCTV được thu thập trong đề án “Lập bản đồ địa chất thủy văn vùng Nam Định tỷ lệ 1:50.000”[6] do đoàn ĐCTV – ĐCCT 47 thi công năm 1996. Tỉnh Nam Định có 17 lỗ khoan nghiên cứu tầng chứa nước Pleistocen (qp) tập trung chủ yếu ở phía Bắc tỉnh Nam Định gồm 14/17 lỗ khoan. Từ số lỗ khoan có thể phân chia ra các đơn vị ĐCTV từ trên xuống dưới như sau:

+ Tầng chứa nước lỗ hồng các trầm tích Holocen trên (qh2)

+ Các thành tạo ngèo nước Holocen dưới (qh1)

+ Tầng chứa nước lỗ hồng các trầm tích Holocen dưới (qh1)

+ Các thành tạo ngèo nước Pleistocen trên

+ Tầng chứa nước lỗ hồng các trầm tích Pleistocen (qp)

- Thu thập hàm lượng Tổng độ khoáng hóa (TDS) ở khu vực ven biển Nam Định đã được trình bày trong các báo cáo của Nguyễn Văn Độ (1996)[6], Trịnh Hoài Thu và nnk (2015)[7], dự án Đức BGI (2011), Frank Wagner và cộng sự (2011)[8] được đề tài nghiên cứu được tổng hợp lại và sử dụng trong mô hình.

### 2.2. Phương pháp mô hình hóa

Để tính toán xâm nhập mặn, phương pháp phần tử hữu hạn sử dụng với phương trình dòng chảy nước dưới đất và phương trình lan truyền chất ô nhiễm.

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Xây dựng các tham số mô hình ban đầu

Mô hình được xây dựng theo 5 bước:

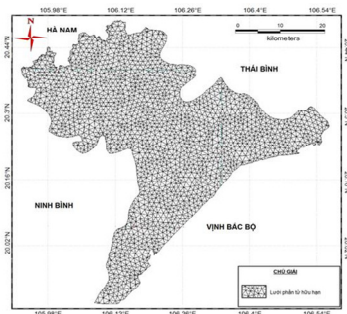
- Xác định vùng lập mô hình và lưới phần tử hữu hạn.

- Phân tầng mô hình

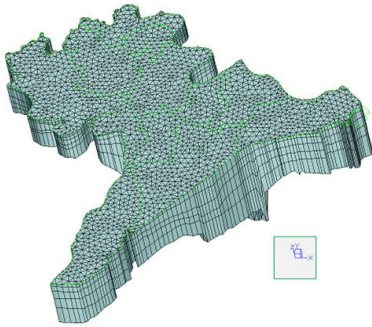
- Hiệu chỉnh mô hình: Độ tin cậy của mô hình được tiến hành bằng cách so sánh giá trị mực nước so sánh với giá trị mực nước thực tế đo được tại các lỗ khoan quan trắc Quốc gia là Q108b, Q.109a, Q.110a [8,9,10]. Nếu mực nước tính toán với mô hình và mực nước thực tế có sai số lớn, độ tin cậy không cao thì cần tiến hành hiệu chỉnh các thông số đầu vào mô hình như hệ số thấm, hệ số nhả nước, hệ số chứa, các điều kiện biên.

- Biên và điều kiện biên

Biên trên mô hình được mô phỏng biên sông là sông Đáy có quan hệ thủy lực với tầng chứa nước qp, biên biên là biên đông có quan hệ với tầng qh1, biên bờ cập được chứng minh là khu vực tiếp giáp với phía tây vùng nghiên là khu vực phía Tây tiếp giáp giữa các tầng chứa nước lỗ hồng và các tầng chứa nước khe nứt, karst, đá vôi của tỉnh Ninh Bình [10].



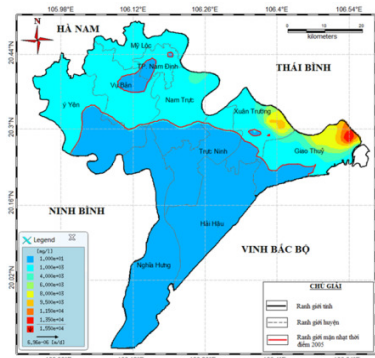
Hình 2. Lưới phần tử hữu hạn.



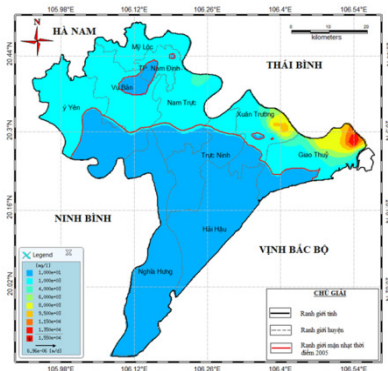
Hình 3. Cấu trúc 3D khu vực nghiên cứu.

- Cập nhật thông số ĐCTV: Các thông số ĐCTV sau khi chỉnh lý đưa vào mô hình tính toán.

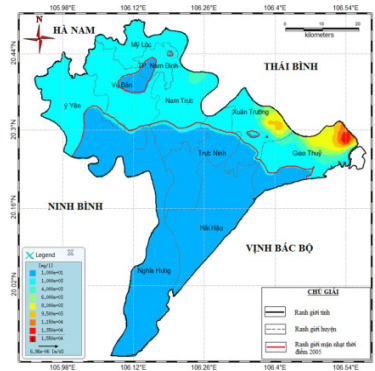
3.2. Kết quả dự báo xâm nhập mặn TCN Pleistocen



Hình 4. Bản đồ dự báo xâm nhập mặn TCN qp theo PA1 năm 2020.



Hình 5. Bản đồ dự báo xâm nhập mặn TCN qp theo PA1 năm 2025.

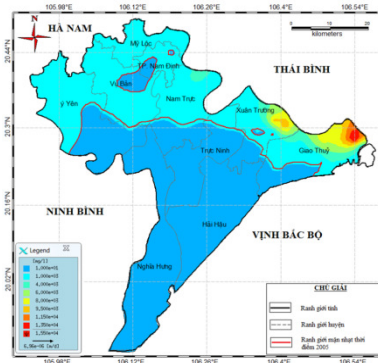


Hình 6. Bản đồ dự báo xâm nhập mặn TCN qp theo PA1 năm 2030.

Phương án 1: Dự báo XNM TCN qp với lưu lượng khai thác trong dải nước nhạt giữ nguyên như hiện tại.

Lượng nước khai thác được tính theo nhu cầu sử dụng hiện tại ( $86.587 \text{ m}^3/\text{ngày}$ ). Các thông số đầu vào sau khi được hiệu chỉnh được đưa vào mô hình tính toán từ 01/01/2014 đến 31/12/2030:

Nhận xét: Diện tích đới nhạt ở thời điểm ban đầu là  $870,50 \text{ km}^2$ , kết quả dự báo xâm nhập mặn đến năm 2030 đới nhạt giảm còn  $860,6 \text{ km}^2$ . Trong những năm 2020, 2025, 2030 lưỡi mặn tiến sâu về phía Nam tỉnh Nam Định. Huyện Nam Trực lưỡi mặn lan ra  $6,7 \text{ km}^2$ , huyện Xuân Trường lan ra khoảng  $5,78 \text{ km}^2$ .

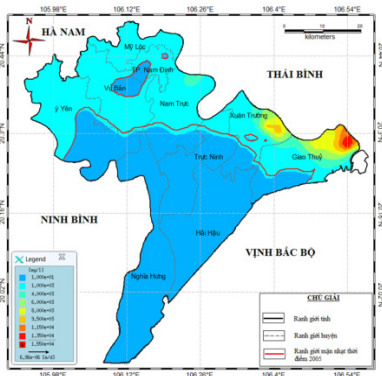


Hình 7. Bản đồ dự báo xâm nhập mặn TCN qp theo PA2 năm 2020.

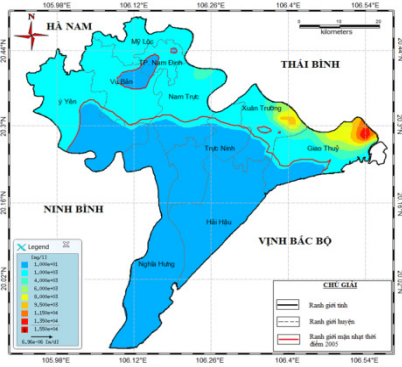
**Phương án 2: Dự báo XNM TCN qp với lưu lượng các lỗ khoan khai thác tăng dần theo nhu cầu sử dụng nước.**

Theo phương án 2 này, tổng lưu lượng khai thác tăng dần theo thời gian, với mức khai thác thời điểm 2020, 2025, 2030 lần lượt là 113.500 m<sup>3</sup>/ngày; 114.530 m<sup>3</sup>/ngày; 115.600 m<sup>3</sup>/ngày.

Kết quả dự báo theo phương án này cho thấy xâm nhập mặn diễn ra nhanh hơn. Các bản đồ dự báo xâm nhập mặn từ 01/01/2014 đến 31/12/2030 như sau:



Hình 8. Bản đồ dự báo xâm nhập mặn TCN qp theo PA2 năm 2025.



Hình 9. Bản đồ dự báo xâm nhập mặn TCN qp theo PA2 năm 2030.

**Nhận xét:** Lượng khai thác phương án 2 tăng dần theo thời gian, phụ thuộc vào nhu cầu dùng nước theo tốc độ tăng dân số đến năm 2020, 2025, 2030 và vị trí các lỗ khoan phân bố ở đới nhạt giống phương án 1 thì đến năm 2030

lưỡi mặn tiến mạnh hơn ở các huyện gần ranh giới mặn - nhạt. Diện tích bị xâm nhập mặn năm 2025 là 14,22 km<sup>2</sup>, đến năm 2030 gần 18,49 km<sup>2</sup> chiếm 2,12% diện tích đới nhạt ban đầu.

#### 4. Kết luận

Bằng phương pháp mô hình hóa xây dựng các phương án khai thác khác nhau và lưu lượng các lỗ khoan khai thác tăng dần theo thời gian để đáp ứng nhu cầu cấp nước theo tốc độ tăng dân số đến năm 2030 và cho ra được các kết quả dự báo xâm nhập mặn. Kết quả nghiên cứu bước đầu cho thấy có độ tin cậy cao hơn so với việc sử dụng phương pháp sai phân hữu hạn. Cụ thể, trong cả 2 phương án, lưỡi mặn đều có xu hướng lấn sâu vào cái đới nhạt. Ở PA1, diện tích đới nhạt sau khi khai thác tính đến năm 2030 là 855,6 km<sup>2</sup> (diện tích nhiễm mặn chiếm gần 2% đới nhạt). Còn theo PA2, XNM diễn ra nhanh hơn PA1, diện tích đới nhạt sau khi bị nhiễm mặn còn 852,01 km<sup>2</sup>, giảm gần 4 km<sup>2</sup> so với PA1. Phương pháp phần tử hữu hạn có thể sử dụng cho các nghiên cứu tương tự cho nước dưới đất.

#### Tài liệu tham khảo

- [1] Trịnh Hoài Thu, Đánh giá hiện trạng và dự báo xâm nhập mặn tầng nước ngầm Pleistocene do khai thác nước ngầm vùng ven biển đồng bằng sông Hồng, Luận án Tiến sĩ Khoa học Môi trường, Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 2015.
- [2] Ngô Đức Chân, Tính toán xâm nhập mặn tầng Pliocen trên do ảnh hưởng của khai thác tại Tp. Hồ Chí Minh, Liên đoàn Địa chất Thủy văn – Địa chất Công trình Miền Nam, Việt Nam, (2005).
- [3] Nguyễn Văn Hoàng, Nguyễn Thành Công, Lập phương trình động liên kết với mô hình phần tử hữu hạn trong tính toán khai thác tối ưu nước TCN không áp, Tạp chí Địa chất, 260, 51– 62, (2000).
- [4] Khomine Abdelrahem Allow, Seawater intrusion in Syrian coastal aquifers, past, present and future,

- case study, Arab J Geosciences, Volume 4, Issue 3-4, pp.645 – 653, (2011).
- [5] Pantelis Soupios et al., Modeling Saltwater Intrusion at an Agricultural Coastal Area Using Geophysical Methods and the FEFLOW Model, EngGeol Soc Territ, 3, 249 – 252, (2014).
- [6] Nguyễn Văn Độ, Báo cáo kết quả lập bản đồ Địa chất thủy văn vùng Nam Định, tỷ lệ 1:50.000, Liên đoàn II Địa chất thủy văn, Hà Nội (1996).
- [7] Trịnh Hoài Thu và nnk, Nghiên cứu mức độ xâm nhập mặn tầng chứa nước Pleistocen khu vực ven biển Nam Định do khai thác quá mức NDD, Viện Hàn lâm Khoa Học và Công Nghệ Việt Nam, (2015).
- [8] Frank W., Dang Tran Trung, Hoang Dai Phuc and Falk L., Assessment of Groundwater Resources in Nam Dinh Province, Part A, Improvement Groundwater Protection Viet Nam (2011).
- [9] Falk L., Rebecca B., Frank W., Assessment of Groundwater Resources in Nam Dinh Province, Part B, Improvement Groundwater Protection Viet Nam (2011).
- [10] Hoàng Văn Hoan, Nghiên cứu xâm nhập mặn nước dưới đất trầm tích Đệ Tứ vùng Nam Định, Luận án Tiến sĩ Đại chất, Đại học Mỏ - Địa chất, 2014

## Study on Forecast the Salinization Intrusion Pleistocene Aquifer in the Coastal Zone of Nam Dinh Province by Finite Element Method

Tran Thi Thuy Huong<sup>1</sup>, Trinh Hoai Thu<sup>2</sup>, Tran Thi Le Hang<sup>1</sup>, Vu Van Manh<sup>1</sup>

<sup>1</sup> VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam

<sup>2</sup> Institute of Marine Geology and Geophysics, VAST

**Abstract.** Groundwater is considered as a freshwater source which supplying for domestic, livestock, industry for most of districts in Nam Dinh. The exploitation and extraction of groundwater makes the salinization process faster and stronger. Currently, the saline area has risen to nearly 50% in Pleistocene aquifer and almost all bottom Holocene aquifer.

By using finite element model different groundwater have been studied to meet the water area by 2030 is 855.6 km<sup>2</sup> (in which the intrusion area account for nearly 2%). In the second scenario, the sea water intrusion happen faster, the fresh water zone is 852.01 km<sup>2</sup>, reduced nearly 4 km<sup>2</sup> than the first mining plan.

*Keywords:* Groundwater, saltwater intrusion, Pleistocene aquifer, finite element.