



**TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC**

# **KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**

**Hà Nội, 11 - 11 - 2022**

**ERSD 2022**



**NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI**

Nghiên cứu cường độ bám dính của vữa sử dụng xỉ đáy lò nhà máy nhiệt điện <i>Nguyễn Văn Hùng</i> .....	180
Nghiên cứu khả năng ứng dụng công nghệ cọc Jet grouting đường kính lớn xử lý nền đất yếu. Lấy ví dụ tại cảng Vĩnh Tân, Đồng Nai <i>Nguyễn Thành Dương, Phạm Thị Ngọc Hà, Đỗ Như Tùng</i> .....	187
Baseflow separation using isotopic technique and recursive digital filter method: A case study in the Red River Delta Basin from Vinh Tuong to Hung Yen <i>Võ Thị Anh, Dang Duc Nhan, Ha Lan Anh, Mai Dinh Kien, Vu Hoai</i> .....	195
Nghiên cứu đề xuất các giải pháp công nghệ phục hồi, bảo vệ các nguồn nước karst bị suy thoái ở vùng núi cao khan hiếm nước khu vực phía Bắc <i>Đào Đức Bằng, Nguyễn Văn Trãi, Nguyễn Minh Việt, Nguyễn Văn Lâm, Vũ Thu Hiền</i> .....	202
Cơ sở khoa học quy hoạch công trình ngầm ở Hà Nội trên quan điểm Địa chất thủy văn <i>Đoàn Văn Cảnh, Nguyễn Tiếp Tân, Trần Vũ Long</i> .....	209
Early warning for groundwater depletion in the Lower Mekong river delta <i>Nguyen Thi Ha, Nguyen Thi Hoa, Nguyen Thanh Kim Hue, Tran Viet Hoan,</i> .....	215
Ứng dụng mô hình MIKE dự báo khả năng tiêu thoát, trữ lũ khu vực Rạch Bầu Hạ, thành phố Tuy Hòa theo các kịch bản biến đổi khí hậu <i>Vũ Thu Hiền, Đào Đức Bằng, Trần Vũ Long, Dương Thị Thanh Thủy, Kiều Thị Vân Anh, Nguyễn Thị Bình Minh, Đinh Anh Tuấn, Phạm Minh Hòa</i> .....	221
Đánh giá hiện trạng và đề xuất giải pháp bảo vệ tài nguyên nước dưới đất tỉnh Ninh Bình <i>Nguyễn Đức Huy, Thân Văn Đón</i> .....	227
Xác định thông số địa chất thủy văn theo tài liệu hút nước thí nghiệm từ giếng trong đới ven sông Hồng khi mực nước sông thay đổi <i>Triệu Đức Huy, Tống Ngọc Thanh, Nguyễn Văn Lâm, Đặng Đình Phúc, Phạm Bá Quyền, Hoàng Đại Phúc</i> .....	233
Xây dựng mô hình thủy văn thủy lực phục vụ tính toán ngập lụt trên các sông của tỉnh Ninh Bình <i>Đặng Đình Khá, Tô Xuân Bản</i> .....	239
Trữ lượng khai thác tiềm năng nước dưới đất vùng kinh tế trọng điểm Đồng bằng sông Cửu Long <i>Phan Chu Nam, Phạm Kim Trạch, Vũ Thị Hương, Đặng Văn Túc, Nguyễn Văn Tài, Nguyễn Thanh Hà</i> .....	245
Uncertainty in base flow separation by recursive digital filter – case study in the Sesan river basin, Mekong basin <i>Nguyen Y Nhu, Dang Dinh Kha</i> .....	251
Tính toán mực nước hạ thấp bổ sung và chiều sâu mực nước hạ thấp dự báo cho các giếng khai thác có lưu lượng biến đổi theo thời gian <i>Đặng Đình Phúc, Nguyễn Bách Thảo, Đặng Hữu Nghị, Bùi Thị Vân Anh</i> .....	258
Nghiên cứu áp dụng phương pháp thí nghiệm sử dụng khí nén (PST) thay thế hút nước thí nghiệm trong các lỗ khoan thăm dò thuộc TKV <i>Nguyễn Bách Thảo, Dương Thị Thanh Thủy, Vũ Việt Quyết, Nguyễn Thị Thanh Thủy, Trần Vũ Long, Đào Đức Bằng, Kiều Thị Vân Anh, Vũ Thu Hiền, Nguyễn Tân An</i> .....	262

Nghiên cứu quá trình xâm nhập mặn nước dưới đất vùng hạ lưu sông Lũy, tỉnh Bình Thuận và đề xuất các giải pháp khai thác hợp lý <i>Nguyễn Bách Thảo, Nguyễn Xuân Thanh</i> .....	268
Xác định lượng bổ cập cho tầng chứa nước Holocen vùng bán đảo Phương Mai, Quy Nhơn, Bình Định <i>Dương Thị Thanh Thủy, Nguyễn Thị Hồng, Đặng Trần Trung</i> .....	276
Đánh giá đặc điểm các tầng chứa nước vùng kinh tế trọng điểm Đồng bằng sông Cửu Long <i>Phạm Kim Trạch, Vũ Thị Hương, Lê Quang Đạt, Nguyễn Thị Hải Sâm</i> .....	282
Nghiên cứu phân tích đánh giá thực trạng suy giảm tài nguyên nước dưới đất trong các thành tạo bazan ở Tây Nguyên <i>Đặng Trần Trung, Thân Văn Đón</i> .....	289
Các loại hình du lịch địa học tại Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông <i>Đỗ Mạnh An, Trần Đức Thanh, La Thế Phúc, Nguyễn Tiến Dũng, Bùi Hoàng Bắc, Nguyễn Thị Thanh Thảo</i> .....	295
Đặc điểm thạch học, tướng đá, địa hóa và mối quan hệ nguồn gốc của các thành tạo magma xâm nhập khu vực Đồng Văn, Hà Giang <i>Nguyễn Khắc Du, Hoàng Thị Thoa, Phạm Thị Thanh Hiền, Tạ Thị Toán, Hoàng Văn Dũng, Lê Tuấn Viên, Nguyễn Văn Tuyên</i> .....	303
Phương pháp định tuổi đồng vị U-Pb trong khoáng vật allanite để nghiên cứu địa chất các mỏ khoáng. Áp dụng xác định tuổi thành tạo quặng đất hiếm đi cùng quặng sắt đồng mỏ Sin Quyền, Lào Cai <i>Ngô Xuân Đắc, Khương Thế Hùng, Lê Thị Thu, Hoàng Thị Thoa, Bùi Thị Thu Hiền, Phạm Thị Thanh Hiền</i> .....	309
Tiềm năng tài nguyên quặng thiếc và wolfram khu vực Lâm Đồng - Khánh Hòa <i>Đỗ Văn Định, Nguyễn Phương, Lê Thị Hương, Hoàng Hải Yến, Nguyễn Trường Giang</i> .....	316
Đặc điểm ngọc học amethys Xuân Lẹ, Thường Xuân, Thanh Hóa và phương pháp nâng cấp chất lượng amethys trong vùng nghiên cứu <i>Phạm Thị Thanh Hiền, Tạ Thị Toán, Hoàng Thị Thoa, Lê Thị Thu</i> .....	323
Đặc điểm địa chất mỏ vàng Pác Lạng và triển vọng của chúng ở vùng Đông Bắc Việt Nam <i>Khương Thế Hùng, Nguyễn Văn Đạt, Ngô Xuân Đắc, Phạm Như Sang, Nguyễn Khắc Du</i> .....	329
Nghiên cứu khả năng hấp phụ $Zn^{2+}$ bằng khoáng sét halloysit vùng Thạch Khoán, Phú Thọ <i>Trịnh Thế Lực, Lê Thị Duyên, Nguyễn Việt Hùng, Lê Thị Phương Thảo, Vũ Thị Minh Hồng, Hà Mạnh Hùng, Nguyễn Hữu Hiệp, Bùi Hoàng Bắc</i> .....	337
Đặc điểm hình thái - cấu trúc các vỉa than và định hướng công tác thăm dò phát triển mỏ khu vực Núi Hồng, tỉnh Thái Nguyên <i>Nguyễn Phương, Nguyễn Mạnh Hùng, Nguyễn Phương Đông, Đỗ Xuân Kiên</i> .....	343
Một số kết quả nghiên cứu địa chất mới từ tổng hợp tài liệu và đề xuất công tác nghiên cứu tiếp ở bể than Quảng Ninh <i>Nguyễn Phương, Đào Như Chức, Nguyễn Mạnh Hùng, Hà Minh Thọ, Phạm Tuấn Anh</i> .....	349
Nguồn gốc trầm tích phía Tây Nam Biển Đông trong thời kỳ Đệ tứ muộn dựa trên nghiên cứu thành phần khoáng vật sét và đồng vị Sr-Nd <i>Phạm Như Sang, Khương Thế Hùng, Nguyễn Hữu Hiệp</i> .....	356

## Nghiên cứu quá trình xâm nhập mặn nước dưới đất vùng hạ lưu sông Lũy, tỉnh Bình Thuận và đề xuất các giải pháp khai thác hợp lý

Nguyễn Bách Thảo<sup>1,\*</sup>, Nguyễn Xuân Thanh<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Trường Đại học Mở - Địa chất

<sup>2</sup> Liên đoàn Điều tra và Quy hoạch Tài nguyên nước miền Trung

---

### TÓM TẮT

Hiện tượng các tầng chứa nước bị xâm nhập mặn đang diễn ra khá phổ biến tại các tỉnh đồng bằng ven biển Việt Nam. Khu vực hạ lưu sông Lũy, tỉnh Bình Thuận hiện nay cũng đang chịu ảnh hưởng của vấn đề biến đổi khí hậu cùng quá trình xây dựng, phát triển kinh tế - xã hội. Nhu cầu khai thác, sử dụng các nguồn nước, nhất là nguồn nước dưới đất ngày càng tăng, nhằm phục vụ cho ăn uống sinh hoạt, cho sản xuất công nghiệp, tưới cây nông nghiệp và công nghiệp, và cho các hoạt động kinh tế khác.

Kết quả nghiên cứu cấu trúc và đặc điểm địa chất thủy văn tầng chứa nước đã làm sáng tỏ các nguồn hình thành trữ lượng nước dưới đất bao gồm trữ lượng tĩnh, bổ cập từ mưa, dòng chảy từ xung quanh chảy đến, bổ cập từ sông, suối. Tuy nhiên, các nguồn hình thành trữ lượng nước dưới đất vùng nghiên cứu đang có xu hướng giảm dần do quá trình khai thác nước gây ra. Kết quả tính toán bằng mô hình số cho thấy nguồn hình thành trữ lượng dự báo đến 2030 chỉ đạt 39.874m<sup>3</sup>/ngày so với năm 2012 là 42.141m<sup>3</sup>/ngày. Cũng theo kết quả tính toán bằng mô hình, diện tích tầng chứa nước Holocen bị nhiễm mặn năm 2030 là 28,19km<sup>2</sup>, tăng 1,86km<sup>2</sup> so với năm 2012. Trên cơ sở đó, tập thể tác giả đã đề xuất các phương án khai thác nước dưới đất với sơ đồ và lưu lượng khai thác hợp lý nhằm hạn chế xâm nhập mặn và bảo vệ tài nguyên nước cho vùng nghiên cứu.

*Từ khóa:* xâm nhập mặn, mô hình số, hạ lưu sông Lũy, khai thác hợp lý

---

### 1. Khái quát vùng nghiên cứu

Vùng nghiên cứu bao gồm chủ yếu các xã, thị trấn của huyện Bắc Bình và huyện Tuy Phong với diện tích 258,7 km<sup>2</sup>. Địa hình đặc trưng bởi núi thấp, vùng gò đồi và miền đồng bằng và vùng đồi cát ven biển có xu hướng thấp dần từ Đông sang Tây và từ Bắc xuống Nam với độ cao địa hình thay đổi từ 0m đến 600 m. Vùng nghiên cứu nằm ở vùng cực Nam Trung Bộ nên có chế độ khí hậu nhiệt đới gió mùa, nền nhiệt độ cao, nắng nhiều, lượng bốc hơi nhìn chung là khá lớn. Mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 11, mùa khô từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau. Lượng mưa năm dao động từ 699 mm (tại Thị trấn Liên Hương) đến 1.607 mm (tại Thị xã La Gi), trung bình nhiều năm dao động từ 1.197 mm đến 1.724 mm. Mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 11 chiếm 95% tổng lượng mưa cả năm.

Điều kiện địa chất thủy văn của vùng gồm 3 tầng chứa nước (TCN) chính:

- *TCN lỗ hổng các trầm tích Holocen:* phân bố ở khu vực đồng bằng sông Lũy và ven biển với tổng diện tích phân bố khoảng 83,2 km<sup>2</sup>. Thành phần đất đá đa dạng và hỗn tạp, gồm cuội, sỏi đa khoáng, cát thạch anh, cát pha, cát lẫn bột sét, cát chứa sạn, chứa vỏ sò, mảnh san hô màu xám đen, xám vàng, kết cấu rời rạc. Đáy TCN thay đổi từ 2,2 m đến 15,3 m, trung bình 10,7 m. Bề dày TCN thay đổi từ 1 - 2 m đến 10 - 17 m, trung bình khoảng 10,2 m.

Theo mức độ chứa nước trầm tích, TCN được chia ra hai mức độ chứa nước khác nhau là khu vực nghèo nước và khu vực chứa nước trung bình. Kết quả hút nước thí nghiệm cho thấy lưu lượng các giếng thay đổi từ 0,13 - 2,08 l/s, thường gặp 0,50-1,2 l/s; hệ số thấm thường gặp 3,0 đến 5,0 m/ngày, hệ số nhả nước trung bình 0,08.

Nhìn chung nước trong tầng Holocen là nước siêu nhạt đến mặn, có tổng độ khoáng hóa thay đổi từ 0,085 - 5,91 g/l, giá trị thường gặp từ 0,5 - 0,7 g/l. Các trầm tích thuộc khu vực nghèo nước phân bố ven biển, các cửa sông suối nên có tổng độ khoáng hóa cao do nhiễm mặn từ nước biển. Loại hình hóa học của nước chủ yếu là clorur, bicarbonat calci natri.

\* Tác giả liên hệ

Email: nguyenbachthao@humg.edu.vn

Động thái của nước trong tầng Holocen biến đổi theo mùa, liên hệ chặt chẽ với nước mặt và nước mưa. Thành phần hóa học của nước ít biến đổi theo mùa.

- *TCN lỗ hổng các trầm tích Pleistocen (qp)*: được tạo thành bởi các trầm tích sông, sông biển và biển, thành phần là cát thạch anh lẫn cuội sỏi, sạn, cát sét pha. Nước trong tầng không áp, độ sâu mực nước dao động trong khoảng khá rộng, giá trị thường gặp từ 1,5 đến 56,0 m. Kết quả hút nước thí nghiệm cho thấy lưu lượng các giếng thay đổi từ 0,05 - 2,04 l/s, trung bình là 0,64 l/s; hệ số thấm dao động 0,01 đến 0,09 m/ng.

Mái TCN phân bố từ mặt đất đến độ sâu 17,0 m; độ sâu đáy tầng từ 5,6 m đến 45 m, trung bình 28,4 m. Bề dày TCN Pleistocen thay đổi theo từ 2 - 80 m.

Nhìn chung nước trong tầng Pleistocen chủ yếu là nước siêu nhạt đến nhạt. Tổng độ khoáng hóa thay đổi từ 0,315 - 2,05 g/l, giá trị thường gặp từ 0,5 - 1,0 g/l. Loại hình hóa học nước trong tầng này rất đa dạng, chủ yếu là nước hỗn hợp, nước clorua, clorua - bicacbonat, bicacbonat - clorua.

Động thái của nước trong tầng này biến đổi theo mùa, có sự liên hệ chặt chẽ với nước mặt và nước mưa. Mực nước dâng cao nhất vào tháng 9 (độ sâu mực nước 0,23 m) và hạ thấp nhất vào tháng 4 (độ sâu mực nước 2,1 m), với biên độ dao động theo mùa khoảng 1,87 m. Thành phần hóa học của nước thì ít biến đổi theo mùa. Nguồn cung cấp chủ yếu là nước mưa và nước mặt ở phần lộ và nước từ tầng Holocen ngấm xuống; miền thoát theo mạng sông suối và ngấm xuống cung cấp cho các TCN nằm dưới.

- *TCN khe nứt tuổi Jura*: được tạo thành bởi các đá của hệ tầng La Ngà, không có diện lộ trên bề mặt, phân bố chủ yếu phía Tây nằm bên dưới TCN trầm tích Holocen. Thành phần TCN gồm: cát kết, xen kẽ dạng nhíp với cát - bột kết, bột kết; chuyển xuống phần dưới đá phiến sét màu đen phân lớp mỏng, xen kẽ các lớp bột kết, cát kết. Nước trong tầng thuộc loại nước không áp, độ sâu mực nước tĩnh dao động từ 0,28 - 37,7 m, giá trị trung bình 6,53 m. Lưu lượng các lỗ khoan thay đổi từ 0,02 - 1,18 l/s, trung bình là 0,5 l/s; hệ số thấm của đất đá theo tài liệu thí nghiệm trung bình 0,27 m/ng. Tổng khoáng hóa của nước thay đổi từ 0,057 - đến 0,86 g/l, trung bình 0,30 g/l, thuộc loại nước siêu nhạt đến nhạt. Loại hình hóa học của nước trong tầng này chủ yếu là bicarbonat natri, bicarbonat calci - natri, bicarbonat natri - magie.

*Hiện trạng khai thác và nhu cầu sử dụng nước*: còn mang tính tự phát, thiếu sự quy hoạch, quản lý, các giải pháp bảo vệ tài nguyên nước ngầm chưa thích hợp nên đã xảy ra các hiện tượng suy thoái nguồn nước cùng với quá trình xâm nhập mặn (XNM), ở nhiều nơi đã có dấu hiệu thiếu hụt nguồn nước cấp, nhất là vào mùa khô hạn. Nước dưới đất (NDĐ) chủ yếu được khai thác từ các TCN lỗ hổng Holocen, còn nước trong TCN Pleistocen thường được khai thác ít hơn do có lưu lượng thấp. Số lượng giếng khoan, giếng đào tại các xã trong khu vực nghiên cứu là 6.073 công trình với lưu lượng nước khai thác trong TCN Holocen đạt 4.525 m<sup>3</sup>/ngày, TCN Pleistocen đạt 1.380 m<sup>3</sup>/ngày.

Dựa trên số dân của các xã sử dụng nước trong vùng không bị XNM, nước dùng cho sinh hoạt và ăn uống gồm hai khu vực là đô thị và nông thôn. Lượng nước này được tính theo định mức cho đầu người. Theo tiêu chuẩn sử dụng nước sinh hoạt, giai đoạn 2010 - 2020 nhu cầu nước cho sinh hoạt đô thị là 120 lít/người/ngày, nông thôn có định mức là 80 lít/người/ngày. Giai đoạn 2020 - 2030 nhu cầu nước cho sinh hoạt đô thị là 150 lít/người/ngày, nông thôn có định mức là 100 lít/người/ngày. Kết quả tính toán và dự báo nhu cầu sử dụng nước khu vực nghiên cứu cho các năm 2020, 2025 và 2030 lần lượt là 7.577m<sup>3</sup>/ngày, 8.593m<sup>3</sup>/ngày và 9.650m<sup>3</sup>/ngày.

*Hiện trạng XNM NDĐ*: Theo tài liệu đo vẽ thành lập bản đồ Địa chất thủy văn 1:50.000 tỉnh Bình Thuận, vùng nghiên cứu bị nhiễm mặn ở phía Nam giáp với biển Đông. Ranh mặn với nồng độ khoáng hóa (M>1000g/l) di chuyển dọc theo với đường bờ biển và xâm nhập sâu vào trong đất liền từ 1 - 3 km, riêng khu vực phía Bắc TCN Pleistocen bị XNM sâu hơn 7 km. Cụ thể TCN Holocen có diện tích nhiễm mặn khoảng 26,3 km<sup>2</sup>, tầng Pleistocen có diện tích nhiễm mặn khoảng 36,9 km<sup>2</sup>. Các khu vực nhiễm mặn được phân theo hành chính cấp xã bao gồm: xã Phan Hòa, Phan Hiệp, thị trấn Chợ Lầu, một phần xã Phan Hiệp, một phần xã Phong Phú và phía Bắc xã Phan Rí.

## 2. Nghiên cứu xâm nhập mặn nước dưới đất bằng phương pháp mô hình số

XNM NDĐ là sự gia tăng độ tổng khoáng hóa của TCN vốn dĩ là nước nhạt vì một lý do nào đó mà nước mặn xâm nhập vào. Có hai nguyên nhân chủ yếu làm cho nước mặn xâm nhập:

- Nguyên nhân tự nhiên: gây ra do những tác nhân tự nhiên như biển tiến, các hoạt động kiến tạo như sụt lún của vỏ Trái đất, sự hòa tan các muối trong đất đá, ...

- Nguyên nhân nhân tạo: gây ra do những hoạt động của con người như: khai thác NDĐ quá mức tạo ra hạ thấp mực nước tĩnh, giảm áp lực tầng nước nhạt, do kỹ thuật khoan, các công trình sông, hồ nhân tạo...

Trong các nguyên nhân trên, nguyên nhân tự nhiên không phải là thường xuyên mà chỉ xảy ra trong những giai đoạn lịch sử địa chất nhất định. Nguyên nhân nhân tạo xảy ra thường xuyên và liên tục hơn trong quá trình khai thác NDĐ phục vụ cho đời sống, sản xuất của con người.

Hiện nay, nghiên cứu XNM NĐĐ được chia thành các nhóm nghiên cứu chính, bao gồm: Nhóm mục tiêu đánh giá hiện trạng và xác định nguyên nhân; Nhóm nghiên cứu cơ chế dịch chuyển do ảnh hưởng của tỷ trọng; Nhóm nghiên cứu XNM cổ ứng dụng kỹ thuật đồng vị; Nhóm nghiên cứu dự báo và đánh giá hiện trạng sử dụng mô hình số; Nhóm nghiên cứu đánh giá tác động của biến đổi khí hậu-nước biển dâng và Nhóm nghiên cứu các giải pháp hạn chế XNM.

Trong thực tế, mô hình số còn được các nhà nghiên cứu ứng dụng trong các bài toán để tìm lời giải về cổ XNM, nghiên cứu cơ chế và nguồn gốc XNM cũng như đánh giá các tác động do biến đổi khí hậu và nước biển dâng. Các mô hình tính toán và dự báo XNM đã được nghiên cứu và đưa ra thảo luận từ những năm 80 của thế kỷ trước bằng các mô hình vi phân (Jacob Bear, 1987; Clifford Voss, 1987) hay bằng mô hình phần tử hữu hạn (Diersch H.J, 1988). Một số tác giả sử dụng phần mềm SUTRA thiết lập mô hình nghiên cứu dòng chảy cũng như sự phân bố nồng độ muối trong các TCN. Cũng sử dụng phần mềm SUTRA kết hợp mô hình dòng chảy do chênh lệch tỷ trọng và mô hình dịch chuyển vật chất, Koch và Zhang (1998) đã xây dựng mô hình XNM thẳng đứng do chênh lệch nồng độ. Năm 2001, Voss và Koch đã xây dựng mô hình 2D có tính đến và không tính đến ảnh hưởng của nồng độ. Mô hình đã mô phỏng ảnh hưởng của quá trình khai thác NĐĐ đến sự dịch chuyển biên mặn.

Bên cạnh việc sử dụng các mô hình tính toán và dự báo như SUTRA, SEAWAT, hay MT3DMS hay FEMWATER để giải quyết các bài toán mô hình hóa XNM phù hợp với điều kiện từng vùng hay các điều kiện áp dụng khác nhau. Nghiên cứu của Nguyễn Bách Thảo (2016) đã sử dụng mô hình phần tử hữu hạn (PTHH) FeFlow trong đánh giá hiện trạng và nguồn gốc XNM cho các TCN Đệ tứ vùng đồng bằng ven biển Crau, miền Nam nước Pháp. Tác giả đã sử dụng MODFLOW và MT3DMS trong nghiên cứu xâm nhập mặn thành phố Đà Nẵng. Các nghiên cứu được tác giả kết hợp các nghiên cứu địa vật lý và địa chất thủy văn đồng vị để bổ sung các số liệu đầu vào và chỉnh lý mô hình tính toán.

Để nghiên cứu XNM cần phải phân tích, đánh giá các yếu tố địa chất - địa chất thủy văn; các yếu tố liên quan như khí hậu, thủy văn, hải văn; các hoạt động kinh tế của con người... Đồng thời phải sử dụng các phương pháp phân tích địa chất, địa chất thủy văn, phương pháp địa vật lý kết hợp phân tích hóa, phương pháp mô hình số....

Trong quá trình thấm của nước luôn xảy ra tương tác giữa pha lỏng và pha rắn do quá trình khuếch tán phân tử, phân tán thẩm, hấp phụ trao đổi ion, hòa tan, kết tinh, các phản ứng hóa học... Các hiện tượng này đã làm thay đổi thành phần nồng độ của các chất bản và tốc độ lan truyền của chúng trong lớp chứa nước. Toàn bộ sự lan truyền chất ô nhiễm NĐĐ được mô tả bằng phương trình đạo hàm riêng sau:

$$\frac{\partial(\theta C^k)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_j} (\theta D_{ij} \frac{\partial C^k}{\partial x_j}) - \frac{\partial}{\partial x_i} (\theta v_i C^k) + q_s C_s^k + \sum R_n$$

Trong đó:  $C^k$  là nồng độ hòa tan của chất k,  $ML^{-1}$ ;  $\theta$  là độ rỗng của đất, không thứ nguyên;  $t$  là thời gian,  $T$ ;  $x_i$  là khoảng cách,  $L$ ;  $D_{ij}$  là hệ số khuếch tán,  $L^2T^{-1}$ ;  $v_i$  là vận tốc thấm,  $LT^{-1}$ ;  $q_s$  là tốc độ dòng trên một đơn vị thể tích,  $T^{-1}$ ;  $C_s^k$  là nồng độ của chất k,  $ML^{-3}$  và  $\sum R_n$  là thành phần khi có kể đến phản ứng hóa học,  $ML^{-3}T^{-1}$ .

### 3. Xây dựng mô hình dòng chảy NĐĐ và đánh giá XNM vùng đồng bằng sông Lũy

#### 3.1. Mô hình khái niệm

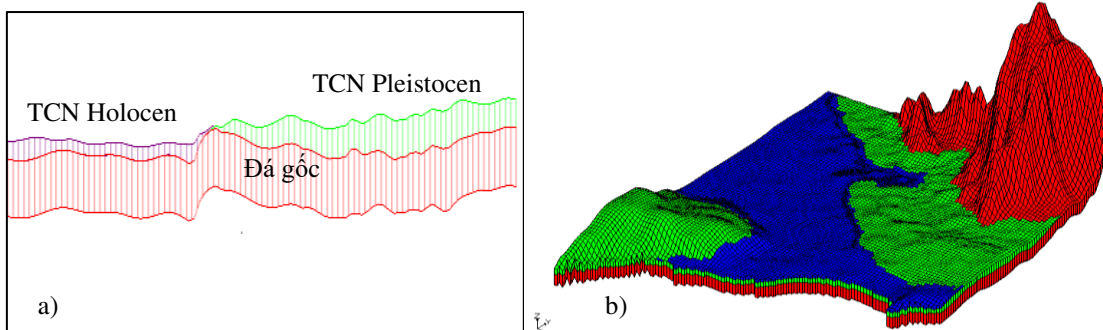
- Phạm vi xây dựng mô hình được giới hạn bởi ranh giới phía Đông, phía Tây và phía Bắc là khung lập mô hình bao phủ hết phần hạ lưu sông Lũy, phía Nam được giới hạn bởi biển Đông với diện tích 258,7km<sup>2</sup>, chia thành 122 hàng và 95 cột với kích thước ô lưới là 150x150m (Hình 1b).

- Phân chia các lớp trong mô hình: Trên cơ sở đặc điểm các TCN, mô hình chia thành 3 lớp (Hình 1a) trong đó có 2 lớp chứa nước và 1 lớp chứa nước rất yếu mô phỏng trong mô hình như hình 1, bao gồm:

Lớp 1: Mô phỏng TCN trầm tích Holocen.

Lớp 2: Mô phỏng TCN trầm tích Pleistocen.

Lớp 3: Mô phỏng TCN Jura hệ tầng La Ngà và phần đá gốc nằm dưới cùng là các đá Mezozoi và được xem như lớp chứa nước yếu.



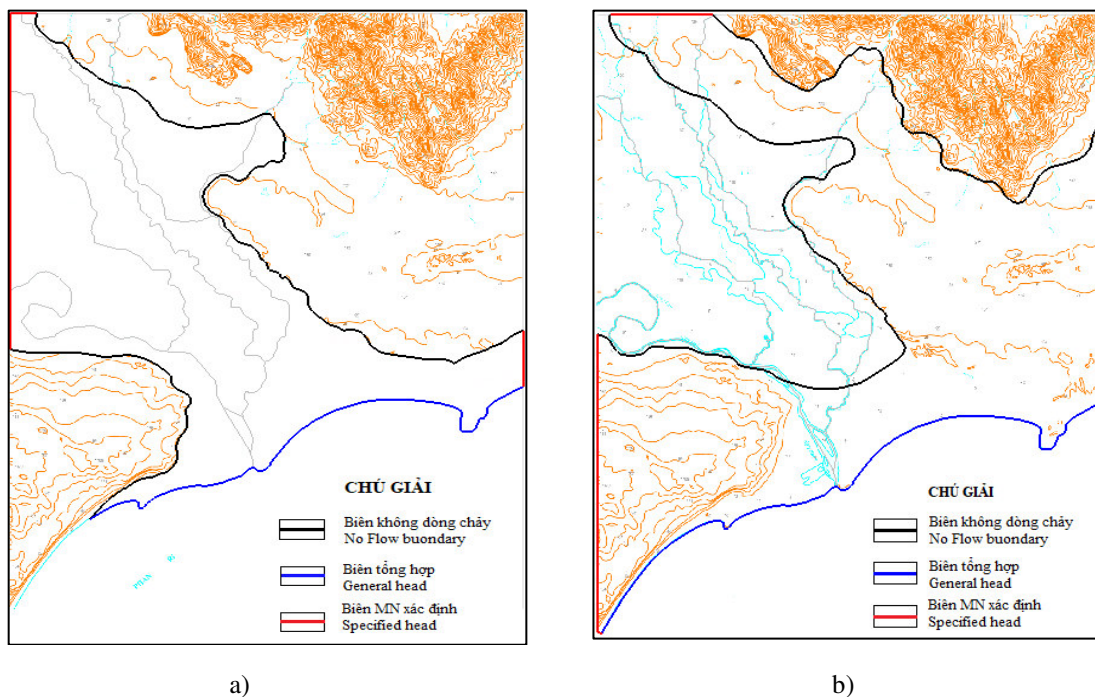
Hình 1. a) Mặt cắt theo hướng Tây - Đông thể hiện cấu trúc hệ thống NDD; b) Sơ đồ khối trong mô hình - Điều kiện biên trong mô hình: Mỗi TCN có biên và điều kiện biên khác nhau trên cả bình đồ lẫn mặt cắt. Trên bình diện các TCN được khống chế bởi ranh giới lập mô hình và ranh giới TCN (Hình 2).

1. Biên không dòng chảy (No Flow boundary  $Q = 0$ ) đây là biên loại II được mô phỏng biên giới không thấm nước (ranh giới TCN) hoặc đỉnh phân thủy NDD.

2. Biên mực nước xác định (Specified Head): đây là điều kiện biên mực nước được xác định trước và giá trị này không đổi trong suốt bước thời gian tính toán được gán cho các ranh giới của mô hình.

3. Biên tổng hợp (General Head): là biên loại III thường được dùng để mô phỏng mối quan hệ trao đổi nước giữa một thể nước mặt với NDD. Biên được áp dụng cho ranh giới phía Nam mô hình nghiên đối với lớp 1 và lớp 2.

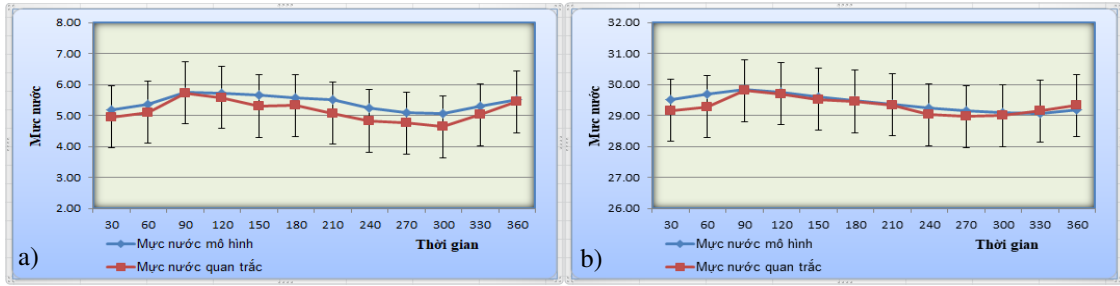
4. Biên sông (River Head): đây cũng là biên loại III thường dùng để mô phỏng mối quan hệ trao đổi nước giữa một thể nước mặt với NDD theo chiều thẳng đứng qua lớp vật liệu đáy của một thể nước mặt nào đó. Lượng nước chảy qua biên này phụ thuộc lớp vật liệu đáy ( $C$ : Conductance) và độ chênh lệch áp lực:  $Q = C \times \Delta H$ . Loại biên này thường dùng cho mạng lưới sông rạch, kênh mương ở lớp 1 và lớp 2.



Hình 2. Các loại biên lớp 1 (a) và lớp 2 (b) trong mô hình

### 3.2. Xây dựng mô hình dòng chảy NDD

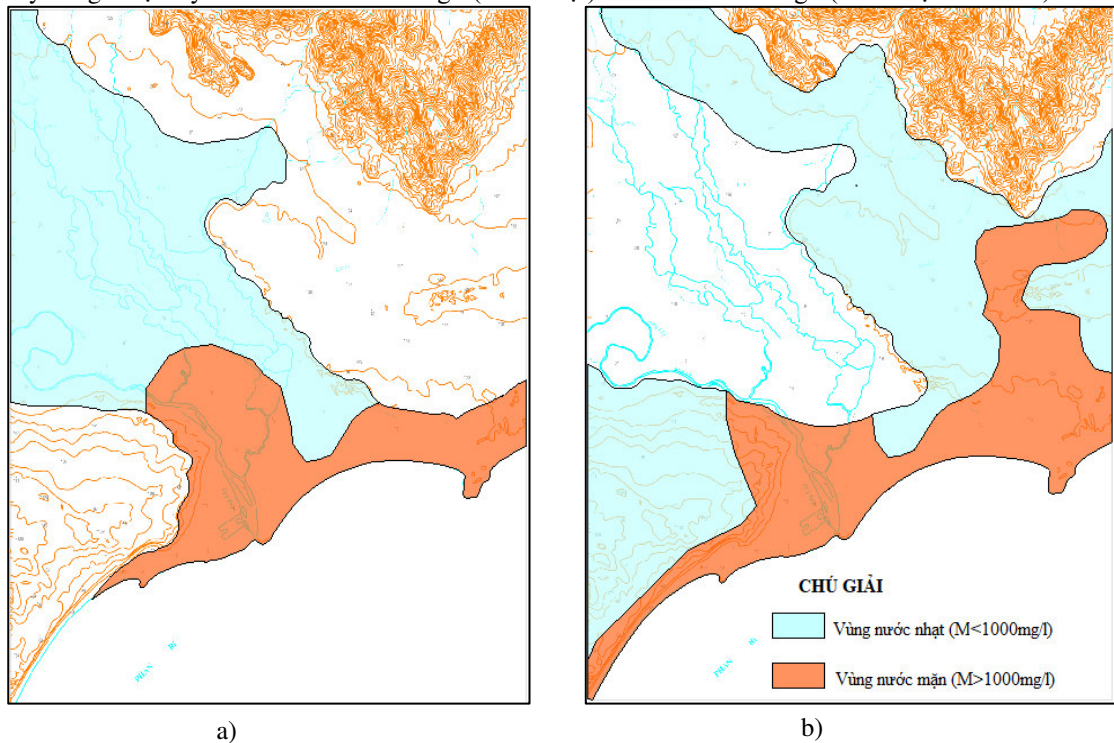
- Kết quả hiệu chỉnh mô hình: Thời gian thực hiện hiệu chỉnh dựa vào chuỗi số liệu quan trắc mực nước và nồng độ mặn trong giai đoạn từ 01/08/2012 đến 30/07/2013 thông qua bài toán hiệu chỉnh ổn định và không ổn định với sai số trung bình là -0,21m và trung bình quân phương là 0,16m (Hình 3).



Hình 3. Kết quả hiệu chỉnh mực nước a) TCN Holocen và b) TCN Pleistocen

### 3.3. Xây dựng mô hình XNM bằng MT3DMS

Theo các kết quả nghiên cứu ĐCTV, nguồn XNM chủ yếu từ biên giới biển phía Nam và các sông rạch nối liền với sông Lũy. Điều kiện ban đầu và nồng độ được xác định theo bản đồ ĐCTV tỉ lệ 1:50.000 tỉnh Bình Thuận (Hình 4). Nồng độ trên các biên được lấy theo tài liệu đo thực tế và phụ thuộc vị trí của dòng chảy mà giá trị thay đổi  $M = 250 - 500 \text{ mg/l}$  (nước nhạt) đến  $M = 30.000 \text{ mg/l}$  (nước mặn ven biển).



Hình 4. Sơ đồ phân bố nhiễm mặn TCN Holocen (a) và TCN Pleistocen (b)

Thời gian tính toán và dự báo trong mô hình từ tháng 8/2012 đến tháng 10/2030, bước tính toán là 18 bước (mỗi bước thời gian tương ứng một năm).

## 4. Kết quả và thảo luận

### 4.1. Hiện trạng tài nguyên nước hạ lưu sông Lũy

Kết quả mô hình dòng chảy sau khi hiệu chỉnh không ổn định cho ra các giá trị cân bằng nước của hạ lưu sông Lũy tại thời điểm mùa mưa (Bảng 1) và thời điểm mùa khô (Bảng 2).

Bảng 1. Kết quả tính toán cho từng TCN thời điểm mùa mưa

TT	TCN	Holocen			Pleistocen		
		Vào	Ra	Tổng	Vào	Ra	Tổng
I	Nguồn hình thành	5.689	7.778	-2.088	8.707	3.173	5.534
I.1	Sự thay đổi trữ lượng tĩnh	2	4.350	-4.348	0	2.998	-2.998
I.2	Sông	1.550	3.428	-1.878	6	175	-169
I.3	Bổ cập	4.138	0	4.138	8.701	0	8.701



II	Dòng chảy	8.453	4.964	3.489	19.292	20.325	-1.033
II.1	Từ Nam chảy vào	2.688	871	1.817	0	18.046	-18.046
II.2	Xung quanh chảy vào	5.765	4.093	1.672	19.292	2.279	17.012
III	Khai thác	0	4.509	-4.509	0	1.392	-1.392
IV	Thấm xuyên	5.909	2.800	3.109	2.800	5.909	-3.109
Tổng cộng		20.051	20.051	0	30.800	30.800	0

Bảng 2. Kết quả tính toán cho từng TCN thời điểm mùa khô

TT	TCN	Holocen			Pleistocen		
		Vào	Ra	Tổng	Vào	Ra	Tổng
I	Nguồn hình thành	6.887	4.978	1.910	3.624	163	3.461
I.1	Sự thay đổi trữ lượng tĩnh	6.297	14	6.283	3.439	0	3.439
I.2	Sông	505	4.964	-4.459	5	163	-159
I.3	Bổ cấp	85	0	85	181	0	181
II	Dòng chảy	7.598	5.150	2.447	19.295	21.304	-2.009
II.1	Từ Nam chảy vào	2.037	976	1.061	0	19.021	-19.021
II.2	Xung quanh chảy vào	5.561	4.175	1.386	19.295	2.283	17.012
III	Khai thác	0	4.444	-4.444	0	1.366	-1.366
IV	Thấm xuyên	4.237	4.150	86	4.150	4.237	-86
Tổng cộng		18.722	18.722	0	27.069	27.069	0

#### 4.2. Dự báo hạ thấp mực nước và XNM theo quy hoạch phát triển kinh tế xã hội

Dự báo nhu cầu sử dụng nước theo nhu cầu phát triển kinh tế-xã hội của vùng thì lưu lượng các giếng biến đổi từ 50 - 100 m<sup>3</sup>/ngày lên 100 – 180 m<sup>3</sup>/ngày tại vị trí các giếng khoan tập trung khu dân cư. Tổng lưu lượng khai thác NĐĐ trên vùng nghiên cứu tại các thời điểm năm 2020, 2025 và 2030 tăng lần lượt 7577, 8593 và 9650 m<sup>3</sup>/ngày.

- Tầng chứa nước Holocen:

TCN Holocen, khu vực hạ thấp mực nước có xu hướng di chuyển từ phía Bắc xã Phan Rí Thành lên phía Tây Bắc tại trung tâm xã Phan Hiệp với mực nước hạ thấp lớn nhất lần lượt 5,34m, 5,04m và 4,79m ở các thời điểm năm 2020, năm 2025 và năm 2030.

Trữ lượng NĐĐ TCN Holocen có xu hướng giảm dần. Năm 2020, trữ lượng đạt 20.051 m<sup>3</sup>/ngày, giảm 4,62% so với hiện trạng khai thác năm 2012. Đến năm 2030 trữ lượng đạt 18.848 m<sup>3</sup>/ngày giảm 1,45% so với năm 2020.

Các nguồn hình thành liên quan đến trữ lượng chủ yếu là dòng chảy, thấm xuyên, bổ cấp và sông. Trong đó yếu tố dòng chảy ở biên phía Tây cung cấp trữ lượng lớn nhất cho TCN. Dòng chảy trong tầng này có xu hướng tăng, ngược lại hầu hết với các nguồn hình thành khác (Hình 5a).

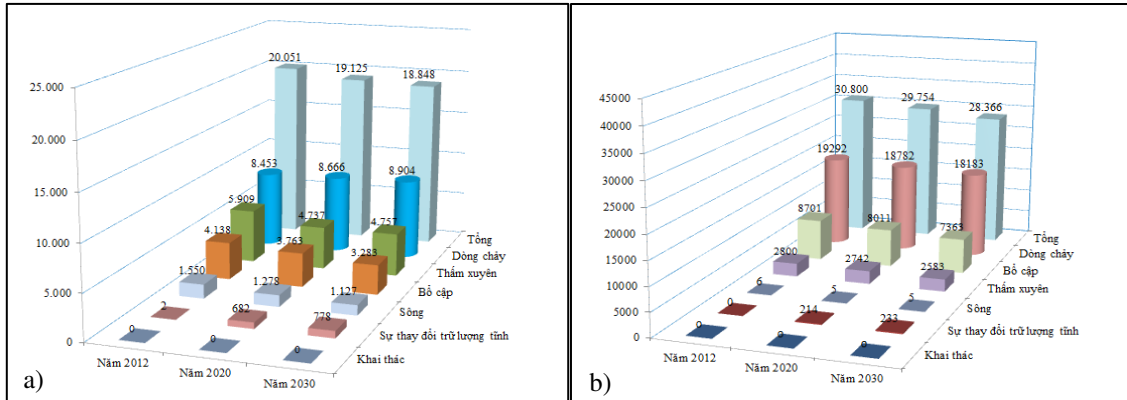
XNM tiếp tục gia tăng dọc theo ranh mặn của TCN, quá trình XNM lớn nhất tại khu vực phía Bắc xã Phan Rí Thành. Khu vực ven biển, quá trình XNM không đáng kể. Vị trí XNM lớn nhất có sự thay đổi khi ranh mặn tiến sâu vào khu vực đồng bằng. Khoảng cách dịch chuyển ranh mặn tại đây 0m - 620m từ năm 2012 đến năm 2030, tốc độ dịch chuyển trung bình 34,4 m/năm. Diện tích nước mặn TCN Holocen lần lượt năm 2020 là 27,47 km<sup>2</sup>, năm 2025 là 27,86 km<sup>2</sup> và đến năm 2030 là 28,19 km<sup>2</sup>.

- Tầng chứa nước Pleistocen:

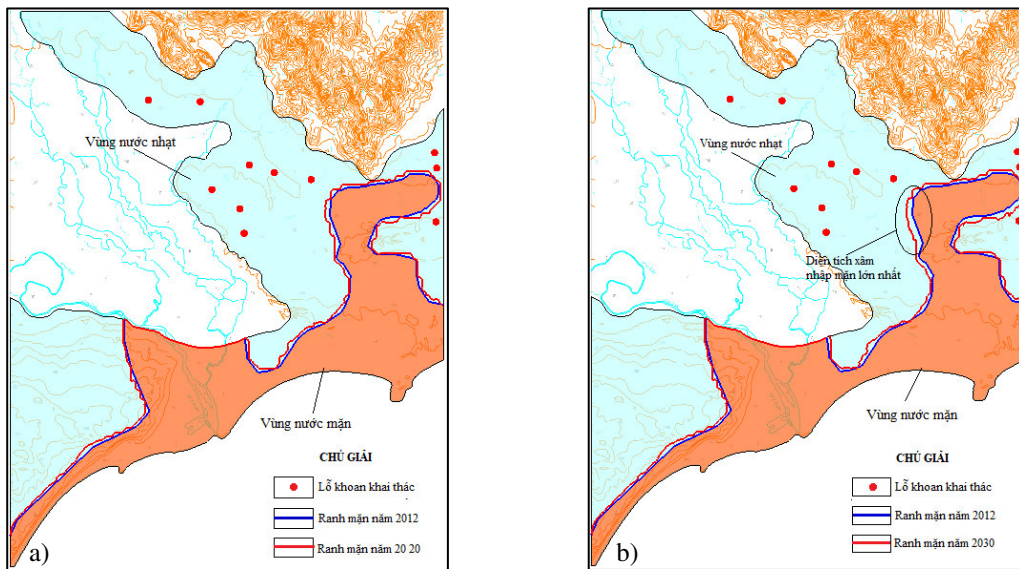
Mực nước hạ thấp giảm không đáng kể so với phương án khai thác ban đầu, lần lượt là 27,93 m, 27,85 m và 27,68 m ở các thời điểm như trên. Trữ lượng cũng giảm dần theo thời gian. Năm 2020, trữ lượng đạt 30.800 m<sup>3</sup>/ngày, giảm 3,40% so với hiện trạng khai thác ban đầu. Đến năm 2030 trữ lượng đạt 28.366 m<sup>3</sup>/ngày giảm 4,65% so với năm 2020.

Các nguồn hình thành liên quan đến trữ lượng chủ yếu là dòng chảy, thấm xuyên, bổ cấp. Mặc dù lưu lượng khai thác TCN chỉ chiếm khoảng một phần ba so với TCN Holocen nhưng mức độ suy giảm trữ lượng NĐĐ lại lớn hơn nhiều do các nguồn hình thành trữ lượng TCN đều đồng loạt giảm (Hình 5b).

XNM dọc theo ranh mặn của TCN, quá trình XNM lớn nhất là khu vực phía Bắc xã Chí Công. Nguyên nhân XNM tương đồng với tầng chứa Holocen. Quá trình XNM theo phương ngang thể hiện rõ tại vị trí XNM lớn nhất như Hình 6b. Khoảng cách dịch chuyển ranh mặn tại đây 0m – 250 m từ năm 2012 đến năm 2030, tốc độ dịch chuyển trung bình 13,9 m/năm. Diện tích nước mặn TCN Pleistocen tăng, năm 2020 là 39,36 km<sup>2</sup> năm 2025 là 39,58 km<sup>2</sup> và đến năm 2030 là 39,77 km<sup>2</sup>.



Hình 5. Biểu đồ so sánh nguồn hình thành trữ lượng a) TCN Holocen và b) TCN Pleistocen



Hình 6. Bản đồ XNM TCN Pleistocen năm 2020 (a) và năm 2030 (b) với lưu lượng khai thác đáp ứng nhu cầu phát triển kinh tế xã hội

Thống kê diện tích XNM dự báo qua các giai đoạn cho kịch bản khai thác nước tăng theo nhu cầu phát triển kinh tế-xã hội được thể hiện trong bảng 3.

Bảng 3. Diện tích XNM theo kịch bản khai thác đáp ứng nhu cầu sử dụng nước

TCN	Diện tích ban đầu (km <sup>2</sup> )	Diện tích XNM theo nhu cầu sử dụng nước (km <sup>2</sup> )		
	Năm 2012	Năm 2020	Năm 2025	Năm 2030
Holocen	26,33	27,47	27,86	28,19
Pleistocen	36,94	39,36	39,58	39,77

## 5. Kết luận

Từ kết quả xây dựng mô hình dòng chảy NĐĐ và tính toán lan truyền MT3DMS nhằm đánh giá và dự báo quá trình XNM đối với các TCN trong khu vực nghiên cứu. Quá trình dịch chuyển ranh mặn hai TCN Holocen và Pleistocen diễn ra theo phương ngang, dọc các ranh mặn và tiến sâu vào trong đất liền. Nguyên nhân ảnh hưởng chính là các công trình khai thác nước ở phía Tây vùng nghiên cứu và XNM từ biển. Kết quả dự báo khai thác theo nhu cầu phát triển kinh tế xã hội đến năm 2030, TCN Holocen có vị trí xâm nhập vào trong đất liền sâu nhất 620m và diện tích XNM 28,19 km<sup>2</sup> (tăng 1,86 km<sup>2</sup> so với năm 2012). TCN Pleistocen có vị trí xâm nhập vào trong đất liền sâu nhất 250m và diện tích XNM 39,77 km<sup>2</sup> (tăng 2,83 km<sup>2</sup> so với năm 2012).

Đề xuất các giải pháp khai thác kỹ thuật, nhằm hạn chế XNM, bảo vệ tài nguyên nước khu vực nghiên cứu. Từ kết quả dự báo bằng mô hình số (điều chỉnh sơ đồ và lưu lượng khai thác tại các giếng gần ranh giới mặn về phía Tây của khu vực nghiên cứu), cho thấy với lưu lượng khai thác tăng theo tính toán dự báo nhu cầu sử dụng nước nhưng đã có sự giảm về diện tích XNM so với sơ đồ giếng tại thời điểm hiện

tại. Đối với TCN Holocen, ở vị trí XNM lớn nhất, tốc độ dịch chuyển trung bình 8,9 m/năm nhỏ hơn 3,86 lần so với sơ đồ giếng hiện tại. Diện tích nước mặn TCN Holocen năm 2030 là 26,97 km<sup>2</sup> ít hơn 1,22 km<sup>2</sup>. Đối với TCN Pleistocen, ở vị trí XNM lớn nhất, tốc độ dịch chuyển trung bình 6,1 m/năm nhỏ hơn 2,28 lần, diện tích nước mặn TCN Pleistocen năm 2030 là 38,42 km<sup>2</sup> so với sơ đồ giếng hiện tại là 1,35 km<sup>2</sup>.

#### **Tài liệu tham khảo**

- Bear, J. & Verruijt, A. 1987. Modeling Groundwater Flow and Pollution, Springer Netherlands.
- Diersch, H. J. 1988. Finite element modeling of recirculating density-driven saltwater intrusion processes in groundwater. *Advances in Water Resources*, 11, 25-43.
- Bach Thao. Nguyen 2015. Coupling geophysical and isotopic approaches to better simulate saltwater intrusion into coastal aquifers: A case study in the Crau aquifer. University of Avignon, France, 251.
- Nguyễn Bách Thảo, Cao Việt Anh, Nguyễn Diệu Trinh, Hoàng Thanh Sơn, Nguyễn Văn Duyên - Hiện trạng xâm nhập mặn nước dưới đất vùng thành phố Đà Nẵng, giải pháp khai thác hợp lý. Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất. Hà Nội, 2018
- Voss, C. I. & Souza, W. R. 1987. Variable density flow and solute transport simulation of regional aquifers containing a narrow freshwater-saltwater transition zone. *Water Resources Research*, 23, 1851-1866.
- Zhang, Y., Swift, D. J. P., Yu, Z. Y. & Jin, L. 1998. Modeling of coastal profile evolution on the abandoned delta of the Huanghe River. *Marine Geology*, 145, 133-148.

### **ABSTRACT**

## **Research on saltwater intrusion in groundwater in the lower Luy river, Binh Thuan province and propose sustainable exploitation solutions**

Nguyễn Bach Thao<sup>1</sup>, Nguyen Xuan Thanh<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Hanoi University of Mining and Geology*

<sup>2</sup> *Central Division of Water Resources Planning and Investigation*

Saltwater intrusion in aquifers is quite common in the coastal delta provinces of Vietnam. The downstream area of the Luy River, Binh Thuan province is currently also affected by climate change issues and the process of socio-economic construction and development. The demand for exploitation and use of water sources, especially groundwater, is increasing, in order to serve domestic consumption, industrial production, irrigation of agricultural and industrial crops, and for economic activities.

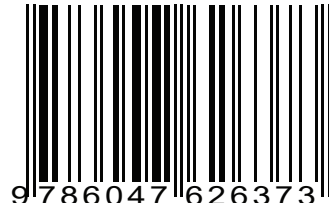
The study results on hydrogeological characteristics of aquifers have clarified the sources of groundwater reserves, including storage reserves, recharge from rainfall, inflow from the surrounding area, replenishment of groundwater from surface water. However, groundwater recharge in the study area are gradually decreasing due to the water extraction process. Simulation results using numerical model shows that predicted recharge to groundwater in 2030 is only 39,874m<sup>3</sup>/day compared to 42,141m<sup>3</sup>/day in 2012. Also according to the results calculated by the model, the area of Holocene aquifers affected by salt intrusion in 2030 is 28.19km<sup>2</sup>, increase 1.86km<sup>2</sup> compared to 2012. Using numerical model for difference scenarios, the authors have proposed solution for groundwater exploitation in order to limit saltwater intrusion and protect water resources for the study area.

*Keywords:* salt intrusion, numerical model, downstream of Luy river, rational exploitation

# KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG



ISBN: 978-604-76-2637-3



9786047 626373