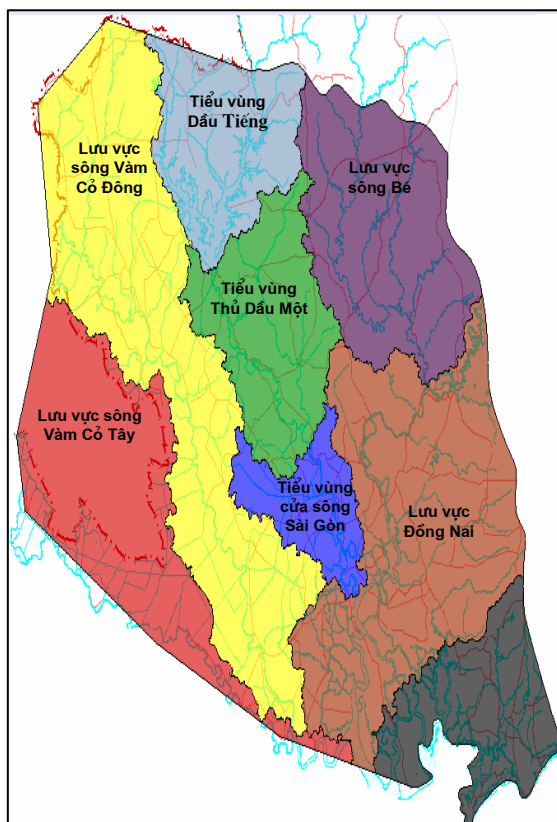


NGUỒN HÌNH THÀNH TRỮ LƯỢNG NƯỚC DƯỚI ĐẤT VÙNG LƯU VỰC SÔNG SÀI GÒN

NGÔ ĐỨC CHÂN, NGUYỄN VIỆT KỲ

I. MỞ ĐẦU

Lưu vực sông Sài Gòn thuộc lãnh thổ nước Cộng hòa Xã hội Chủ nghĩa Việt Nam, bao gồm phía bắc Tp HCM, một phần diện tích các tỉnh chung quanh (Bình Dương, Tây Ninh, Long An và Bình Phước). Như vậy, khu vực đánh giá trữ lượng sẽ bao quanh bởi lưu vực các sông Vàm Cỏ Đông, sông Bé và sông Đồng Nai. Ranh giới các lưu vực được giới hạn bởi các ranh giới như hình 1. Tổng diện tích lưu vực sông Sài Gòn trong phạm vi lãnh thổ nước Cộng hòa Xã hội Chủ nghĩa Việt Nam là 3.869,2 km².



Hình 1. Sơ đồ vùng xác định nguồn hình thành trữ lượng nước dưới đất

Đánh giá trữ lượng nước dưới đất (NDĐ) là bài toán thường gặp trong nghiên cứu địa chất thủy văn (ĐCTV). Vì tính phức tạp của điều kiện tự nhiên, bài toán này thường được giải sau khi đã được sơ đồ hóa các điều kiện tự nhiên bằng việc trung bình hóa dữ liệu và bỏ qua một số yếu tố hoặc thay thế bằng các hệ số sử dụng (hệ số an toàn). Do đó, kết quả thường chưa gần với thực tế nên sức thuyết phục chưa cao. Cần thiết phải có phương pháp tính toán mang tính khoa học mà các nhà chuyên môn có thể chấp nhận được. Nội dung bài báo này sẽ tiếp cận việc đánh giá trữ lượng tự nhiên bằng phương pháp cân bằng nhờ vào mô hình dòng chảy nước dưới đất (MHDCNDĐ) đã có. Thông qua bài toán cân bằng nước dưới đất (CBNDĐ) này, người ta sẽ xác định được từng nguồn tham gia hình thành trữ lượng của hệ thống NDĐ của một vùng cụ thể bằng phương trình tổng quát :

$$\Sigma \text{dòng chảy vào} - \Sigma \text{dòng chảy ra} = \Delta S$$

ΔS : lượng thay đổi trữ lượng tĩnh, trong bài toán ổn định $\Delta S = 0$.

Việc giải quyết bài toán này thường được gọi là đánh giá CBNDĐ.

Đánh giá CBNDĐ rất cần cho sự phát triển nguồn nước khai thác theo hướng bền vững. Đánh giá CBNDĐ là xác định các nguồn chảy vào và các nguồn chảy ra khỏi vùng nghiên cứu hoặc để xác định thành phần nào đó tham gia CBNDĐ nhưng rất khó xác định được bằng thực nghiệm. Đánh giá CBNDĐ là một việc hết sức khó khăn, phức tạp trong sơ đồ tầng chứa nước có thấm xuyên và chất lượng thay đổi nằm chồng chéo lên nhau (tầng nhiều lớp) như ở Đông Nam Bộ. Phần mềm GMS với chức năng *Flow Budget* cho phép tính toán thuận lợi và dễ dàng có được kết quả cho từng tầng chứa nước riêng hoặc những vùng cụ thể theo từng yêu cầu. Trong phần trình bày dưới đây, đối với lượng nước của từng yếu tố hình thành trữ lượng, bài báo sẽ dùng dấu âm để chỉ lượng chảy ra và dấu dương (không dấu) để chỉ lượng chảy vào mô hình.

II. NGUỒN HÌNH THÀNH TRỮ LƯỢNG

Nội dung phần này sẽ tiến hành phân tích các nguồn hình thành trữ lượng trong trường hợp lượng khai thác hiện hữu được giữ nguyên đến cuối thời gian khai thác. Nói cách khác, sẽ tiến hành đánh giá trữ lượng NĐĐ khu vực lưu vực sông Sài Gòn với mục tiêu trữ lượng là 398.437 m³/ngày.

1. Nguồn hình thành trữ lượng vùng lưu vực sông Sài Gòn

Việc phân tích nguồn hình thành trữ lượng sẽ quan tâm đến những tầng chứa nước tiềm năng là Pleistocen trên (qp₃), Pleistocen giữa - trên (qp₂₋₃), Pleistocen dưới (qp₁), Pliocen giữa (n₂²), Pliocen dưới (n₂¹) và Miocen trên (n₁³). Hai tầng chứa nước Holocen (qh) và Paleozoi - Mesozoi (ps - ms) trong phạm vi lưu vực sông Sài Gòn chứa nước không nhiều và không phải là đối tượng khai thác NĐĐ hiện tại và tương lai nên sẽ không được đề cập.

a. Tầng chứa nước (n₁³)

Trong vùng không có khai thác ở tầng chứa nước này và nguồn hình thành trữ lượng cho tầng này chủ yếu từng bên sườn chảy vào và thấm xuyên từ các tầng chứa nước chung quanh. Các nguồn hình thành trữ lượng cụ thể :

- Thấm theo phương ngang qua ranh giới với lưu vực sông Đồng Nai và Sông Bé thoát về phía nam (sông Nhà Bè) ; tổng lượng nước thoát ra là -2.028 m³/ngày. Như vậy, theo hướng này chỉ có quá trình thoát nước ra khỏi tầng chứa nước.

- Thấm theo phương ngang qua ranh giới với lưu vực sông Vàm Cỏ Đông vào tầng chứa nước về phía tây tổng cộng là -233 m³/ngày, trong đó lượng nước chảy vào tổng cộng là 227 m³/ngày và thoát ra ở những nơi khác là -460 m³/ngày. Như vậy, theo ranh giới này quá trình thoát nước ra khỏi tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Thấm theo phương ngang từ ranh giới phía bắc tổng cộng là 202 m³/ngày. Như vậy, theo ranh giới này chỉ có quá trình cấp nước cho tầng chứa nước.

- Thấm xuyên qua lớp cách nước phía trên tổng cộng -5.674 m³/ngày. Như vậy, theo ranh giới này chỉ có quá trình thoát nước ra khỏi tầng chứa nước.

- Thấm xuyên xuống tầng dưới tổng cộng là 7.752 m³/ngày, trong đó lượng nước chảy vào tổng cộng là 9.778 m³/ngày và thoát ra là -2.026 m³/ngày. Như vậy, theo ranh giới này quá trình cấp nước cho tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Lượng thay đổi trữ lượng tính tham gia hình thành trữ lượng khai thác tổng cộng là -19 m³/ngày. Như vậy, có thể xem sự thay đổi trữ lượng tính này đóng vai trò thoát nước ra khỏi tầng chứa nước.

b. Tầng chứa nước n₂¹

Lượng nước khai thác trong tầng chứa nước này tổng cộng là -38.380 m³/ngày. Nguồn hình thành trữ lượng NĐĐ tương ứng với lượng khai thác nói trên, bao gồm : thấm theo phương ngang từ bên sườn và thấm xuyên từ các tầng chứa nước chung quanh. Các nguồn hình thành trữ lượng cụ thể :

- Thấm theo phương ngang qua ranh giới với lưu vực sông Đồng Nai và Sông Bé chảy vào từ phía đông tổng cộng là 3.099 m³/ngày, trong đó lượng chảy vào là 5.064 m³/ngày và lượng thoát ra là -1.965 m³/ngày. Như vậy, dọc theo ranh giới này quá trình bổ sung nước cho tầng chứa nước chiếm ưu thế.

Cũng theo ranh giới này về phía nam sông Nhà Bè, lượng nước chảy qua tổng cộng là -17.658 m³/ngày, trong đó lượng nước chảy vào là 5.264 m³/ngày và lượng thoát ra là -22.922 m³/ngày. Như vậy, dọc theo ranh giới này quá trình thoát nước ra khỏi tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Thấm theo phương ngang qua ranh giới với lưu vực sông Vàm Cỏ Đông chảy vào từ phía tây tổng cộng là 4.054 m³/ngày, trong đó lượng nước chảy vào là 9.153 m³/ngày và lượng thoát ra là -5.099 m³/ngày. Như vậy, dọc theo ranh giới này quá trình bổ sung nước cho tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Thấm theo phương ngang từ ranh giới phía bắc chảy đến tổng cộng là 14.764 m³/ngày, trong đó lượng nước chảy vào là 15.146 m³/ngày và lượng nước thoát ra là -382 m³/ngày. Như vậy, dọc theo ranh giới này quá trình bổ sung nước chiếm ưu thế.

- Thấm xuyên lên tầng trên tổng cộng là 27.367 m³/ngày, trong đó nhận được nước từ tầng trên là 32.435 m³/ngày và thoát lên tầng trên là -5.068 m³/ngày. Như vậy, theo hướng này quá trình bổ sung nước cho tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Thấm xuyên từ tầng dưới vào tổng cộng là 6.766 m³/ngày. Như vậy, theo hướng này chỉ có quá trình bổ sung nước cho tầng chứa nước.

- Lượng thay đổi trữ lượng tính tham gia hình thành trữ lượng khai thác tổng cộng là -12 m³/ngày. Như vậy, lượng thay đổi trữ lượng tính rất nhỏ và đóng vai trò thoát nước.

Nói cách khác, lượng nước khai thác là 38.380 m³/ngày được hình thành từ 56.038 m³/ngày do các nguồn sau :

- Thẩm xuyên từ tầng chứa nước n_1^3 lên là 6.766 m³/ngày và từ tầng chứa nước n_2^2 xuống 27.367 m³/ngày.

- Thẩm bên sườn : từ ranh giới phía bắc chảy đến 14.764 m³/ngày, từ lưu vực sông Đồng Nai và Sông Bé là 3.099 m³/ngày và từ lưu vực sông Vàm Cỏ Đông 4.054 m³/ngày.

- Lượng thay đổi trữ lượng tính không đáng kể, -12 m³/ngày.

Ngoài lượng nước được khai thác, phần dư còn lại là -17.658 m³/ngày được thoát về phía vào lưu vực sông Đồng Nai ở phía nam sông Nhà Bè.

c. Tầng chứa nước n_2^2

Lượng nước khai thác trong tầng chứa nước này tổng cộng là -276.274 m³/ngày. Nguồn hình thành trữ lượng NĐĐ tương ứng với lượng khai thác nói trên bao gồm : thẩm theo phương ngang từ bên sườn và thẩm xuyên từ các tầng chứa nước chung quanh. Các nguồn hình thành trữ lượng cụ thể :

- Thẩm theo phương ngang qua ranh giới với lưu vực sông Đồng Nai và Sông Bé chảy vào từ phía đông tổng cộng là 50.096 m³/ngày, trong đó lượng chảy vào là 52.582 m³/ngày và lượng thoát ra là -2.486 m³/ngày. Như vậy, dọc theo ranh giới này quá trình bổ sung nước cho tầng chứa nước chiếm ưu thế.

Cũng theo ranh giới này về phía nam sông Nhà Bè, lượng nước chảy qua tổng cộng là -22.055 m³/ngày, trong đó lượng nước chảy vào là 10.798 m³/ngày và lượng thoát ra là -32.853 m³/ngày. Như vậy, dọc theo ranh giới này quá trình thoát nước ra khỏi tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Thẩm theo phương ngang qua ranh giới với lưu vực sông Vàm Cỏ Đông chảy vào từ phía tây tổng cộng là -3.862 m³/ngày, trong đó lượng nước chảy vào là 22.995 m³/ngày và lượng thoát ra là -26.856 m³/ngày. Như vậy, dọc theo ranh giới này quá trình thoát nước ra khỏi tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Thẩm theo phương ngang từ ranh giới phía bắc chảy đến tổng cộng là 22.405 m³/ngày, trong đó lượng nước chảy vào là 22.894 m³/ngày và lượng nước thoát ra là -490 m³/ngày. Như vậy, dọc theo ranh giới này quá trình bổ sung nước chiếm ưu thế.

- Thẩm xuyên qua lớp cách nước với tầng chứa nước qp_1 phía trên tổng cộng là 223.349 m³/ngày. Trong đó, lượng nước nhận được là 241.270 m³/ngày và lượng nước thoát lên là -17.921 m³/ngày. Như vậy, theo hướng này quá trình bổ sung nước cho tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Thẩm xuyên qua lớp cách nước với tầng chứa nước (n_2^1) nằm dưới tổng cộng là -27.224 m³/ngày. Trong đó, lượng nước nhận được là 5.137 m³/ngày và lượng nước thoát là -32.362 m³/ngày. Như vậy, theo hướng này quá trình thoát nước ra khỏi tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Lượng thay đổi trữ lượng tính tham gia hình thành trữ lượng khai thác tổng cộng là -564 m³/ngày, trong đó lượng nước chảy vào là 17 m³/ngày và tái tạo trữ lượng tính ở nhiều nơi khác -582 m³/ngày. Như vậy, thay đổi trữ lượng tính đóng vai trò tái tạo trữ lượng tính.

- Thẩm xuyên qua đáy sông suối : Lượng thẩm xuyên qua đáy của hệ thống sông suối tổng cộng là -42.417 m³/ngày, trong đó nhận được nước 17.897 m³/ngày và thoát trở lại sông suối ở những nơi khác là -60.314 m³/ngày. Như vậy, sông suối trong vùng đóng vai trò thoát nước.

- Lượng bổ cập chảy qua biên giới quốc gia tổng cộng 76.546 m³/ngày, trong đó nhận được nước 77.659 m³/ngày và thoát trở lại ở những nơi khác là -1.113 m³/ngày. Như vậy, dọc theo biên giới quốc gia quá trình cấp nước xảy ra chủ yếu.

Nói cách khác, lượng nước khai thác là 276.274 m³/ngày được hình thành từ 372.396 m³/ngày do các nguồn sau :

- Thẩm xuyên từ tầng trên xuống 223.349 m³/ngày.

- Thẩm bên sườn : từ ranh giới phía bắc chảy đến 22.405 m³/ngày, từ lưu vực sông Đồng Nai và Sông Bé là 50.096 m³/ngày và chảy vào từ biên giới quốc gia 76.546 m³/ngày.

Ngoài lượng nước đã được khai thác, phần dư còn lại là -96.122 m³/ngày được thoát về phía nam lưu vực sông Đồng Nai là -22.055 m³/ngày, thoát về phía tây vào lưu vực sông Vàm Cỏ Đông -3.862 m³/ngày, thoát ra sông suối -42.417 m³/ngày, lượng thay đổi trữ lượng tính -564 m³/ngày và thẩm xuyên xuống tầng dưới là -27.224 m³/ngày.

d. Tầng chứa nước qp_1

Lượng nước khai thác trong tầng chứa nước này tổng cộng là -58.634 m³/ngày. Nguồn hình thành

trữ lượng NĐĐ tương ứng với lượng khai thác nói trên ; ngoài lượng thấm theo phương ngang, từ bên sườn và thấm xuyên từ các tầng chứa nước chung quanh còn có bổ cập từ sông. Các nguồn hình thành trữ lượng cụ thể :

- Thấm theo phương ngang qua ranh giới với lưu vực sông Đồng Nai và Sông Bé chảy vào từ phía đông tổng cộng là 20.281 m³/ngày, trong đó chủ yếu là lượng chảy vào là 20.431 m³/ngày và một lượng nhỏ thoát ra là -150 m³/ngày. Như vậy, dọc theo ranh giới này quá trình bổ sung nước cho tầng chứa nước chiếm ưu thế tuyệt đối.

Thấm theo phương ngang qua ranh giới với lưu vực sông Đồng Nai ở phía nam tổng cộng là -25.425 m³/ngày, trong đó lượng nước chảy vào tầng chứa nước là 6.575 m³/ngày và lượng thoát ra là -32.000 m³/ngày. Như vậy, dọc theo ranh giới này quá trình thoát nước ra khỏi tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Thấm theo phương ngang qua ranh giới với lưu vực sông Vàm Cỏ Đông từ phía tây tổng cộng là -7.819 m³/ngày, trong đó gồm có : lượng nước chảy vào là 8.903m³/ngày và lượng nước thoát ra là -16.722m³/ngày. Như vậy, dọc theo ranh giới này quá trình thoát nước ra khỏi tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Thấm theo phương ngang từ ranh giới phía bắc tổng cộng là 14.715m³/ngày, trong đó gồm có: lượng nước khá lớn chảy vào là 14.765m³/ngày và lượng nước nhỏ thấm ngược trở lại ở những nơi khác là -51 m³/ngày. Như vậy, dọc theo ranh giới này quá trình bổ sung nước cho tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Thấm xuyên qua lớp cách nước với tầng chứa nước qp₂₋₃ phía trên tổng cộng là 217.988 m³/ngày. Trong đó, lượng nước nhận được là 237.002 m³/ngày và lượng nước thoát lên là -19.015 m³/ngày. Như vậy, theo hướng này quá trình bổ sung nước cấp cho tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Thấm xuyên qua lớp cách nước với tầng chứa nước n₂ phía dưới tổng cộng là -191.528 m³/ngày. Trong đó, nhận được nước từ tầng dưới thấm lên là 18.322 m³/ngày và thoát ngược xuống tầng dưới là -209.850 m³/ngày. Như vậy, theo hướng này quá trình thoát nước ra khỏi tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Thấm xuyên qua đáy sông : tầng chứa nước không lộ trên mặt nhưng phân bố rất nông, đặc biệt là ven vùng lộ thành tạo rất nghèo nước Pliocen

giữa. Dọc hai bờ sông Sài Gòn từ phía bắc cù lao Thanh Đa đến Bến Súc, đáy xâm thực sông Sài Gòn nhiều nơi đạt độ sâu từ -25 m đến -20 m so với mực nước biển. Điều này tạo điều kiện cho quan hệ thủy lực xảy ra. Tổng lượng nước thấm xuyên qua đáy là 12.640 m³/ngày, trong đó gồm : cung cấp là 31.376 m³/ngày và thoát ngược trở lại sông rạch -18.735 m³/ngày. Như vậy, sông suối trong vùng đóng vai trò cấp nước cho tầng chứa nước.

- Thấm xuyên qua đáy hồ Dầu Tiếng : Tổng lượng nước thấm xuyên qua đáy hồ Dầu Tiếng là -2.211m³/ngày, trong đó gồm : cung cấp cho tầng chứa nước là 9.889 m³/ngày và thoát trở lại ở nhiều nơi khác là -12.100 m³/ngày. Như vậy, hồ Dầu Tiếng đóng vai trò thoát nước cho tầng chứa nước.

- Lượng nước chảy qua ranh giới quốc gia tổng cộng là 20.030 m³/ngày, trong đó lượng nước chảy vào là 25.450 m³/ngày và lượng nước chảy ra -5.421 m³/ngày. Như vậy, qua ranh giới quốc gia lượng cấp nước tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Lượng thay đổi trữ lượng tính tham gia hình thành trữ lượng khai thác tổng cộng là -36 m³/ngày, trong đó lượng nước chảy vào là 2 m³/ngày và tái tạo trữ lượng tính ở nhiều nơi khác -38 m³/ngày. Như vậy, có thể xem sự thay đổi trữ lượng tính này đóng vai trò thoát nước ra khỏi tầng chứa nước.

Nói cách khác, lượng nước khai thác là -58.634 m³/ngày được hình thành từ 285.653 m³/ngày do các nguồn sau :

- Từ Campuchia bổ sung qua ranh giới 20.030 m³/ngày.

- Thấm xuyên từ tầng trên xuống là 217.988 m³/ngày.

- Thấm bên sườn : từ lưu vực sông Đồng Nai và Sông Bé chảy đến là 20.281m³/ngày, từ ranh giới phía bắc là 14.715m³/ngày và thấm xuyên qua đáy sông 12.640 m³/ngày.

Ngoài lượng nước được khai thác, phần còn lại là -227.019 m³/ngày, bao gồm : thoát phía đông vào lưu vực sông Vàm Cỏ Đông là -7.819 m³/ngày, thoát vào lưu vực sông Đồng Nai -25.425 m³/ngày (ở phía nam sông Nhà Bè), thấm xuyên thoát xuống tầng dưới -191.528 m³/ngày và tái tạo trữ lượng tính -36 m³/ngày.

e. Tầng chứa nước qp₂₋₃

Lượng nước khai thác trong tầng chứa nước này tổng cộng là -24.664 m³/ngày. Nguồn hình thành

trữ lượng NĐĐ tương ứng với lượng khai thác nói trên ; ngoài lượng thấm theo phương ngang, từ bên sườn và thấm xuyên từ các tầng chứa nước chung quanh còn có bổ cập từ sông. Các nguồn hình thành trữ lượng cụ thể :

- Thấm theo phương ngang qua ranh giới với lưu vực sông Đồng Nai và Sông Bé chảy vào từ phía đông tổng cộng là $8.978 \text{ m}^3/\text{ngày}$, trong đó chủ yếu là lượng chảy vào là $9.050 \text{ m}^3/\text{ngày}$ và một lượng nhỏ thoát ra là $-72 \text{ m}^3/\text{ngày}$. Như vậy, dọc theo ranh giới này quá trình bổ sung nước cho tầng chứa nước chiếm ưu thế tuyệt đối.

- Cũng dọc theo ranh giới này ở phía nam sông Nhà Bè, tổng lượng thấm đi qua là $-9.322 \text{ m}^3/\text{ngày}$, trong đó lượng nước chảy vào tầng chứa nước là $5.790 \text{ m}^3/\text{ngày}$ và lượng thoát ra là $-15.113 \text{ m}^3/\text{ngày}$. Như vậy, dọc theo ranh giới này quá trình thoát nước ra khỏi tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Thấm theo phương ngang qua ranh giới với lưu vực sông Vàm Cỏ Đông từ phía tây tổng cộng là $-3.063 \text{ m}^3/\text{ngày}$, trong đó : lượng nước chảy vào là $8.322 \text{ m}^3/\text{ngày}$ và lượng nước thoát ra là $-11.385 \text{ m}^3/\text{ngày}$. Như vậy, dọc theo ranh giới này quá trình thoát nước ra khỏi tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Thấm theo phương ngang từ ranh giới phía bắc tổng cộng là $4.933 \text{ m}^3/\text{ngày}$, trong đó : lượng nước chảy vào là $5.012 \text{ m}^3/\text{ngày}$ và lượng nước thấm ngược trở lại ở những nơi khác là $-80 \text{ m}^3/\text{ngày}$. Như vậy, dọc theo ranh giới này quá trình bổ sung nước cho tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Thấm xuyên qua lớp cách nước với tầng chứa nước qp_1 phía trên tổng cộng là $156.899 \text{ m}^3/\text{ngày}$. Trong đó, lượng nước nhận được là $157.179 \text{ m}^3/\text{ngày}$ và lượng nước thoát lên là $-280 \text{ m}^3/\text{ngày}$. Như vậy, theo hướng này quá trình bổ sung nước cho tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Thấm xuyên qua lớp cách nước với tầng chứa nước qp_2 phía dưới tổng cộng là $-201.312 \text{ m}^3/\text{ngày}$. Trong đó, lượng nước nhận là $18.765 \text{ m}^3/\text{ngày}$ và lượng nước thoát xuống là $-220.077 \text{ m}^3/\text{ngày}$. Như vậy, theo hướng này quá trình thoát nước ra khỏi tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Thấm xuyên qua đáy sông : tầng chứa nước không lộ trên mặt nhưng phân bố rất nông, đặc biệt là ven vùng lộ thành tạo rất nghèo nước Pliocen giữa. Lộ thành dải hẹp và vài khoảnh nhỏ dọc hai bờ sông Sài Gòn từ phía bắc cù lao Tây Ninh đến Tp HCM và vài nơi ở Bình Dương. Điều này tạo điều kiện cho quan hệ thủy lực xảy ra. Tổng lượng nước thấm xuyên qua đáy là $88.937 \text{ m}^3/\text{ngày}$, trong đó gồm :

cung cấp là $95.542 \text{ m}^3/\text{ngày}$ và thoát ngược trở lại sông rạch $-6.604 \text{ m}^3/\text{ngày}$. Như vậy, sông suối trong vùng đóng vai trò cấp nước cho tầng chứa nước.

- Thấm xuyên qua đáy hồ Dầu Tiếng : tổng lượng nước thấm xuyên qua đáy hồ Dầu Tiếng là $-6.495 \text{ m}^3/\text{ngày}$, trong đó : cung cấp cho tầng chứa nước là $4.229 \text{ m}^3/\text{ngày}$ và thoát trở lại ở nhiều nơi khác là $-10.723 \text{ m}^3/\text{ngày}$. Như vậy, hồ Dầu Tiếng đóng vai trò thoát nước cho tầng chứa nước.

- Lượng nước chảy qua ranh giới quốc gia tổng cộng là $-14.868 \text{ m}^3/\text{ngày}$, trong đó : lượng nước chảy vào là $560 \text{ m}^3/\text{ngày}$ và lượng nước thấm ngược trở lại ở những nơi khác là $-15.428 \text{ m}^3/\text{ngày}$. Như vậy, dọc theo ranh giới này quá trình bổ sung nước cho tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Lượng thay đổi trữ lượng tính tham gia hình thành trữ lượng khai thác tổng cộng là $-22 \text{ m}^3/\text{ngày}$, trong đó lượng nước chảy vào là $1 \text{ m}^3/\text{ngày}$ và tái tạo trữ lượng tính ở nhiều nơi khác $-23 \text{ m}^3/\text{ngày}$. Như vậy, có thể xem sự thay đổi trữ lượng tính này đóng vai trò thoát nước ra khỏi tầng chứa nước.

Nói cách khác, lượng nước khai thác là $-24.664 \text{ m}^3/\text{ngày}$ được hình thành từ $259.747 \text{ m}^3/\text{ngày}$ do các nguồn sau :

- Thấm xuyên từ tầng trên xuống là $156.899 \text{ m}^3/\text{ngày}$.

- Thấm bên sườn : từ lưu vực sông Đồng Nai và Sông Bé chảy đến là $8.978 \text{ m}^3/\text{ngày}$, từ ranh giới phía bắc là $4.933 \text{ m}^3/\text{ngày}$ và thấm xuyên qua đáy sông $88.937 \text{ m}^3/\text{ngày}$.

Ngoài lượng nước được khai thác, phần còn lại là $-235.083 \text{ m}^3/\text{ngày}$, bao gồm thoát về phía đông vào lưu vực sông Vàm Cỏ Đông là $-3.063 \text{ m}^3/\text{ngày}$, thoát vào lưu vực sông Đồng Nai $-9.322 \text{ m}^3/\text{ngày}$ (ở phía nam sông Nhà Bè), thấm xuyên thoát xuống tầng dưới $-201.312 \text{ m}^3/\text{ngày}$, thoát về phía biên giới quốc gia $-14.868 \text{ m}^3/\text{ngày}$, thoát ra hồ Dầu Tiếng $-6.495 \text{ m}^3/\text{ngày}$ và tái tạo trữ lượng tính $-22 \text{ m}^3/\text{ngày}$.

f. Tầng chứa nước qp_3

Lượng nước khai thác trong tầng chứa nước này tổng cộng là $-485 \text{ m}^3/\text{ngày}$. Nguồn hình thành trữ lượng NĐĐ tương ứng với lượng khai thác nói trên, ngoài lượng thấm theo phương ngang, từ bên sườn và thấm xuyên từ các tầng chứa nước chung quanh còn có bổ cập từ sông. Các nguồn hình thành trữ lượng cụ thể :

- Thấm theo phương ngang qua ranh giới với lưu vực sông Đồng Nai chảy vào từ phía đông tổng cộng

Bảng 1. Các nguồn hình thành trữ lượng hiện hữu ở khu vực lưu vực sông Sài Gòn

| Tầng chứa nước | Ngoài hệ thống nước dưới đất | | | | | | Trong hệ thống nước dưới đất | | | | | | Tổng |
|----------------------------------|------------------------------|----------------|---------------|----------------|-----------------|----------------|------------------------------|------------------------|---------------|---------------|----------------|----------|----------|
| | Biên giới | Trữ lượng tĩnh | Hồ | Sông | Khai thác | Thấm xuyên | | Thấm theo chiều ngang* | | | | | |
| | | | | | | Tầng trên | Tầng dưới | A | B | C | D | | |
| Tầng n ₁ ³ | Vào | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9.778 | 227 | 0 | 202 | 0 | 10.206 | |
| | Ra | 0 | -19 | 0 | 0 | 0 | -5.674 | -2.026 | -460 | 0 | 0 | -2.028 | -10.206 |
| | Σ | 0 | -19 | 0 | 0 | 0 | -5.674 | 7.752 | -233 | 0 | 202 | -2.028 | 0 |
| Tầng n ₂ ¹ | Vào | 0 | 0 | 0 | 0 | 32.435 | 6.766 | 9.153 | 5.064 | 15.146 | 5.264 | 73.829 | |
| | Ra | 0 | -12 | 0 | 0 | -38.380 | -5.068 | 0 | -5.099 | -1.965 | -382 | -22.922 | -73.829 |
| | Σ | 0 | -12 | 0 | 0 | -38.380 | 27.367 | 6.766 | 4.054 | 3.099 | 14.764 | -17.658 | 0 |
| Tầng n ₂ ² | Vào | 77.659 | 17 | 0 | 17.897 | 241.270 | 5.137 | 22.995 | 52.582 | 22.894 | 10.798 | 451.251 | |
| | Ra | -1.113 | -582 | 0 | -60.314 | -276.274 | -17.921 | -32.362 | -26.856 | -2.486 | -490 | -32.853 | -451.251 |
| | Σ | 76.546 | -564 | 0 | -42.417 | -276.274 | 223.349 | -27.224 | -3.862 | 50.096 | 22.405 | -22.055 | 0 |
| Tầng qp ₁ | Vào | 25.450 | 2 | 9.889 | 31.376 | 237.002 | 18.322 | 8.903 | 20.431 | 14.765 | 6.575 | 372.716 | |
| | Ra | -5.421 | -38 | -12.100 | -18.735 | -58.634 | -19.015 | -209.850 | -16.722 | -150 | -51 | -32.000 | -372.716 |
| | Σ | 20.030 | -36 | -2.211 | 12.640 | -58.634 | 217.988 | -191.528 | -7.819 | 20.281 | 14.715 | -25.425 | 0 |
| Tầng qp ₂₋₃ | Vào | 560 | 1 | 4.229 | 95.542 | 157.179 | 18.765 | 8.322 | 9.050 | 5.012 | 5.790 | 303.476 | |
| | Ra | -15.428 | -23 | -10.723 | -6.604 | -24.664 | -280 | -220.077 | -11.385 | -72 | -80 | -15.113 | -303.476 |
| | Σ | -14.868 | -22 | -6.495 | 88.937 | -24.664 | 156.899 | -201.312 | -3.063 | 8.978 | 4.933 | -9.322 | 0 |
| Tầng qp ₃ | Vào | 0 | 0 | 0 | 62.518 | 25.304 | 4.638 | 5.464 | 239 | 592 | 1.699 | 100.454 | |
| | Ra | 0 | -6 | 0 | -296 | -485 | 0 | -83.814 | -3.390 | 0 | 0 | -12.463 | -100.454 |
| | Σ | 0 | -6 | 0 | 62.222 | -485 | 25.304 | -79.177 | 2.075 | 239 | 592 | -10.764 | 0 |
| Tổng cộng | 81.708 | -659 | -8.705 | 121.383 | -398.437 | 645.233 | -484.724 | -8.849 | 82.693 | 57.610 | -87.252 | 0 | |

*Ranh giới các vùng : A - Ranh giới với lưu vực sông Vàm Cỏ Đông phía tây ;
 B - Ranh giới với lưu vực sông Đồng Nai về phía đông ;
 C - Ranh giới phía bắc ;
 D - Ranh giới với lưu vực sông Đồng Nai về phía nam.

là 239 m³/ngày. Như vậy, dọc theo ranh giới này chỉ có quá trình bổ sung nước cho tầng chứa nước.

Cũng dọc theo ranh giới này ở phía nam sông Nhà Bè, tổng lượng thấm đi qua là -10.764 m³/ngày, trong đó lượng nước chảy vào tầng chứa nước là 1.699 m³/ngày và lượng thoát ra là -12.453 m³/ngày. Như vậy, dọc theo ranh giới này quá trình thoát nước ra khỏi tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Thấm theo phương ngang qua ranh giới với lưu vực sông Vàm Cỏ Đông từ phía tây tổng cộng là 2.075 m³/ngày, trong đó : lượng nước chảy vào là 5.464 m³/ngày và lượng nước thoát ra là -3.390

m³/ngày. Như vậy, dọc theo ranh giới này quá trình cấp nước cho tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Thấm theo phương ngang từ ranh giới phía bắc tổng cộng là 592 m³/ngày. Như vậy, dọc theo ranh giới này chỉ có quá trình bổ sung nước cho tầng chứa nước.

- Thấm xuyên qua lớp cách nước với tầng trên tổng cộng là 25.304 m³/ngày. Như vậy, theo hướng này chỉ có quá trình bổ sung nước cho tầng chứa nước.

- Thấm xuyên qua lớp cách nước với tầng chứa nước qp₂₋₃ phía dưới tổng cộng là -79.177 m³/ngày. Trong đó, lượng nước nhận được là 4.638 m³/ngày và lượng nước thoát xuống là -83.818 m³/ngày.

Như vậy, theo hướng này quá trình thoát nước ra khỏi tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Thẩm xuyên qua đáy sông : tầng chứa nước không lộ trên mặt nhưng phân bố rất nông. Điều này tạo điều kiện cho quan hệ thủy lực xảy ra. Tổng lượng nước thẩm xuyên qua đáy là $62.222 \text{ m}^3/\text{ngày}$, trong đó gồm : cung cấp là $62.518 \text{ m}^3/\text{ngày}$ và thoát ngược trở lại sông rạch $-296 \text{ m}^3/\text{ngày}$. Như vậy, sông suối trong vùng đóng vai trò cấp nước cho tầng chứa nước.

- Lượng thay đổi trữ lượng tính tham gia hình thành trữ lượng khai thác tổng cộng là $-6 \text{ m}^3/\text{ngày}$. Như vậy, lượng thay đổi trữ lượng tính đóng vai trò thoát nước.

Nói cách khác, lượng nước khai thác là $-485 \text{ m}^3/\text{ngày}$ được hình thành từ $90.431 \text{ m}^3/\text{ngày}$ do các nguồn sau :

- Thẩm xuyên từ tầng trên xuống là $25.304 \text{ m}^3/\text{ngày}$.

- Thẩm bên sườn : từ lưu vực sông Đồng Nai chảy đến là $239 \text{ m}^3/\text{ngày}$, từ ranh giới phía bắc là $592 \text{ m}^3/\text{ngày}$, từ lưu vực sông Vàm Cỏ Đông $2.075 \text{ m}^3/\text{ngày}$ và thẩm xuyên qua đáy sông $62.222 \text{ m}^3/\text{ngày}$.

Ngoài lượng nước được khai thác, phần còn lại là $-89.946 \text{ m}^3/\text{ngày}$, bao gồm thoát vào lưu vực sông Đồng Nai $-10.764 \text{ m}^3/\text{ngày}$ (ở phía nam sông Nhà Bè), thẩm xuyên thoát xuống tầng dưới $-79.177 \text{ m}^3/\text{ngày}$.

Ngoài ra, trong tiểu lưu vực còn hai tầng chứa nước Holocen và Paleozoi - Mezozoi do tiềm năng chứa nước không cao nên không được đánh giá trữ lượng trong phần này.

Tóm lại, kết quả tính toán của bài toán không ổn định của MHDCNDD cho thấy tổng lưu lượng khai thác của toàn vùng là $398.437 \text{ m}^3/\text{ngày}$. Đến cuối thời gian tính toán (năm 2035), muốn có được lượng nước này để khai thác thì hệ thống NDD trong vùng cần phải tạo ra một lượng nước là $988.626 \text{ m}^3/\text{ngày}$, từ nguồn hình thành trữ lượng sau :

- Bổ sung từ xa qua biên giới quốc gia : $81.708 \text{ m}^3/\text{ngày}$.

- Thẩm xuyên qua đáy sông : $121.383 \text{ m}^3/\text{ngày}$.

- Thẩm xuyên từ trên xuống : $645.233 \text{ m}^3/\text{ngày}$.

- Thẩm theo phương ngang từ lưu vực sông Đồng Nai và Sông Bé chảy đến là $82.893 \text{ m}^3/\text{ngày}$ và từ ranh giới phía bắc $57.610 \text{ m}^3/\text{ngày}$.

Phần còn lại là $-590,189 \text{ m}^3/\text{ngày}$ sẽ thoát ra khỏi vùng nghiên cứu, bao gồm :

- Thoát ra hồ Dầu Tiếng : $-8.705 \text{ m}^3/\text{ngày}$.

- Thẩm xuyên bổ cập cho tầng dưới : $-484.724 \text{ m}^3/\text{ngày}$.

- Thoát về phía tây vào lưu vực sông Vàm Cỏ Đông : $-8.849 \text{ m}^3/\text{ngày}$.

- Thoát phía nam vào lưu vực sông Đồng Nai : $-87.252 \text{ m}^3/\text{ngày}$.

- Lượng thay đổi trữ lượng tính $-659 \text{ m}^3/\text{ngày}$.

2. Tính toán xâm nhập mặn bên sườn

Các tầng chứa nước trong vùng đều có ranh mặn ($M = 1,0 \text{ g/l}$) ở phía nam, các ranh giới này chồng chéo lên nhau rất phức tạp. Trong 6 tầng chứa nước thì các tầng Pleistocen trên, Pleistocen giữa-trên và Miocen ít khai thác hoặc quy mô khai thác từng nơi nhỏ nên bài báo sẽ không tính toán xâm nhập mặn. Các tầng chứa nước còn lại ranh giới mặn được thể hiện trong hình 2 và 3, do đó cần thiết phải tính toán xâm nhập mặn từ bên sườn.

a. Nguyên tắc tính toán

- Sử dụng ranh mặn hiện hữu của các tầng chứa nước.

- Sử dụng lời giải của mô hình tại thời điểm tháng 9 - 2035.

- Thẩm từ bên sườn : tính toán CBNDD cho các ô lưới dọc theo ranh giới mặn nhằm xác định lượng nước mặn thoát ra do ảnh hưởng của khai thác. Kết hợp với chiều dài ranh giới mặn và bề dày tầng chứa nước sẽ tính được bề dày đối nước mặn được hình thành. Có thể xem bề dày này chính là khoảng cách dịch chuyển của nước mặn.

b. Giả thiết tính toán

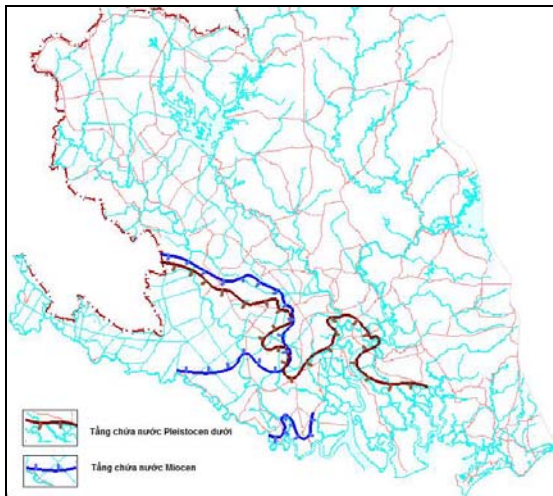
- Sự dịch chuyển biên mặn chỉ do ảnh hưởng của dòng chảy, không xét đến các quá trình khác (hoà tan, rửa lũa, khuếch tán, hoá học...).

- Vận tốc dịch chuyển ranh giới mặn bằng nhau tại các ô lưới.

Trong vùng lập mô hình hiện diện ranh mặn ($M = 1,0 \text{ g/l}$) của các tầng như trong hình 2 và 3. Kết quả tính toán của bài toán dự báo đến cuối thời gian khai thác cho số liệu như thống kê trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả tính toán xâm nhập mặn vùng lưu vực sông Sài Gòn

| Tầng chứa nước | Lượng nước mặn (m ³ /ngày) | Bề dày trung bình (m) | Chiều dài ranh giới mặn (m) | Khoảng cách dịch chuyển (m) | |
|-----------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------|
| | | | | Ngày | Năm 2035 |
| Pleistocen dưới | 15.660 | 25 | 61.259 | 0,010 | 102,3 |
| Pliocen giữa | 12.484 | 55 | 88.587 | 0,003 | 25,6 |
| Pliocen dưới | 4.372 | 40 | 68.078 | 0,0016 | 16,1 |



Hình 2. Sơ đồ vị trí ranh giới mặn tầng Pliocen dưới và Miocen trên

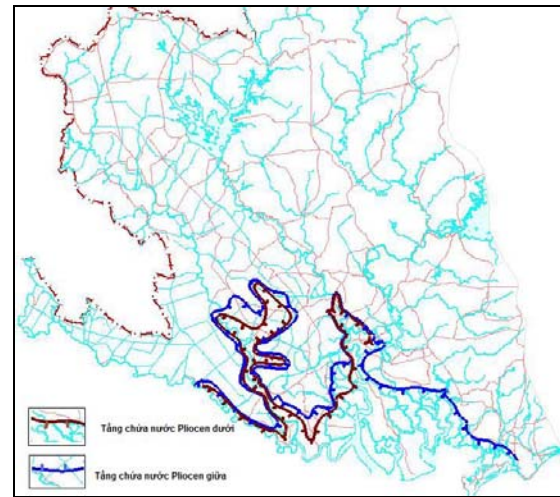
c. Kết quả tính xâm nhập mặn

- *Tầng chứa nước Pleistocen dưới* : tầng chứa nước Pleistocen dưới tồn tại dải nước mặn kéo dài theo hướng đông - tây và đi qua trung tâm vùng nghiên cứu như trong hình 2. Lượng nước mặn di chuyển qua ranh giới mặn này đi vào vùng nước nhạt là 15.6605 m³/ngày, nghĩa là mỗi ngày sẽ hình thành đối nước mặn dày 0,010 m. Đến năm 2035 đối nước mặn này sẽ đạt đến bề dày là 102,3 m.

- *Tầng chứa nước Pliocen giữa* : tầng chứa nước Pliocen dưới giữa tồn tại dải nước mặn kéo dài theo hướng đông - tây và đi qua trung tâm vùng nghiên cứu như trong hình 3. Lượng nước mặn di chuyển qua ranh giới mặn này đi vào vùng nước nhạt là 12.484 m³/ngày, nghĩa là mỗi ngày sẽ hình thành đối nước mặn dày 0,003 m. Đến năm 2035 đối nước mặn này sẽ đạt đến bề dày là 25,8 m.

- *Tầng chứa nước Pliocen dưới* : tầng chứa nước Pliocen dưới tồn tại dải nước mặn kéo dài theo hướng đông - tây và đi qua trung tâm vùng nghiên

cứu như trong hình 3. Lượng nước mặn di chuyển qua ranh giới mặn này đi vào vùng nước nhạt là 4.372 m³/ngày, nghĩa là mỗi ngày sẽ hình thành đối nước mặn dày 0,00164 m. Đến năm 2035 đối nước mặn này sẽ đạt đến bề dày là 16,1 m.



Hình 3. Sơ đồ vị trí ranh giới mặn tầng Pliocen giữa và Pliocen dưới

Tóm lại, khoảng cách dịch chuyển ranh giới mặn như tính toán trên không lớn, chủ yếu ven ranh giới mặn. Tầng chứa nước Pleistocen dưới tuy có lượng khai thác nhỏ hơn nhiều so với tầng chứa nước Pliocen giữa nhưng khoảng cách dịch chuyển ranh giới mặn lại lớn hơn. Điều này cũng phù hợp với thực tế vì diện phân bố của tầng chứa nước hẹp (gần ranh giới phân bố) hơn rất nhiều nên lượng nước thấm xuyên bên sườn bổ sung cho các tầng chứa nước không nhiều bằng.

KẾT LUẬN

Kết quả tính toán dự báo đến năm 2035 đối với lượng khai thác hiện tại của vùng nghiên cứu là

398.437 m³/ngày, cho phép đi đến một số nhận xét sau :

- Mức nước cuối thời gian tính toán không biến động lớn so với mức nước hiện tại.

- Mức nước sâu nhất tại trung tâm Tp HCM thay đổi không lớn và vẫn còn nhỏ hơn mức nước hạ thấp cho phép rất nhiều.

- Lượng khai thác chỉ bằng 40,38% tổng nguồn hình thành trữ lượng (tổng lượng chảy đến) và chỉ bằng 67,51 % lượng thoát đi. Đặc biệt, lượng nước thoát đi chiếm tỷ lệ 59,69 % so với lượng nước chảy đến ; điều này cho thấy nếu bố trí khai thác hợp lý tận dụng lượng nước dư thoát đi để có thể tăng lượng khai thác NĐĐ.

- Quá trình xâm nhập mặn đến năm 2035 đã xảy ra nhưng quy mô hẹp trong phạm vi ven ranh giới mặn.

Như vậy, nếu duy trì được lượng khai thác này hoặc tăng không nhiều thì mức nước hạ thấp còn nhỏ hơn mức nước hạ thấp cho phép tính toán. Tuy nhiên, hệ quả khác của việc hạ thấp mức nước cũng có nguy cơ xảy ra như sụt lún mặt đất, xâm nhập mặn do thấm xuyên... đến nay chưa được nghiên cứu.

TÀI LIỆU DẪN

[1] NGÔ ĐỨC CHÂN, 2007 : Chuyên đề tiến sĩ “Đánh giá điều kiện ĐCTV vùng lưu vực sông Sài Gòn”. Lưu trữ tại Viện Môi trường và Tài nguyên Tp HCM.

[2] NGÔ ĐỨC CHÂN, 2008 : Báo cáo kết quả thực hiện đề tài khoa học công nghệ cấp Bộ : “Ứng dụng phương pháp mô hình đánh giá trữ lượng vùng thành phố Hồ Chí Minh và lân cận”. Bộ Tài nguyên và Môi trường. Lưu trữ tại Trung tâm Thông tin Khoa học và Công nghệ Quốc gia (số

6949/KQ-TKHCN) và Thư viện Liên đoàn ĐCTV-ĐCCT Miền Nam cũ.

[3] NGÔ ĐỨC CHÂN, ĐỖ TIẾN LANH, 2008 : Chuyên đề ”Đánh giá tiềm năng nguồn nước dưới đất vùng hệ thống sông Đồng Nai” (thuộc đề tài cấp Nhà nước “Quản lý tổng hợp lưu vực và sử dụng hợp lý tài nguyên nước hệ thống sông Đồng Nai”, mã số : KC.08.18/06-10.

[4] NGÔ ĐỨC CHÂN, 2009 : Chuyên đề tiến sĩ “Xác định các nguồn hình thành trữ lượng NĐĐ vùng lưu vực sông Sài Gòn”. Lưu trữ tại Viện Môi trường và Tài nguyên Tp HCM.

SUMMARY

Originating source of groundwater reserve in Saigon river basin

Originating source of groundwater reserve is not only one of research speciality in hydrogeology, but also an important information for groundwater resources exploitation management and protection. Commonly, its calculation is complicated, especially in areas of complex hydrogeological conditions such as Saigon river basin. Therefore, this problem has not been studied yet so far. For the first time, groundwater system was studied in details for Saigon river basin by quantitative calculation of originating sources of groundwater reserve based on solutions of the existing groundwater flow model ([4]). Besides, via solutions of groundwater balance issue, horizontal salinity intrusion under influence of groundwater exploitation was also calculated for 4 potential aquifers.

Ngày nhận bài : 02 - 10 - 2009

Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra
Tài nguyên nước miền Nam

Khoa Kỹ thuật Địa chất và Dầu khí
(Trường Đại học Bách khoa Tp HCM)