

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG HẤP THỤ NƯỚC MƯA CỦA CÁC TẦNG CHỨA NƯỚC TẠI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH KHI BỔ SUNG NHÂN TẠO

Nguyễn Việt Kỳ⁽¹⁾, Ngô Đức Chân⁽²⁾, Tống Việt Thành⁽³⁾

(1) Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM

(2) Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra TNN miền Nam

(3) Sở Tài Nguyên và Môi trường Tp. HCM

(Bài nhận ngày 05 tháng 11 năm 2010, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 25 tháng 04 năm 2011)

TÓM TẮT: Với 03 trong 5 tầng chứa nước chính đang được khai thác mạnh tại thành phố Hồ Chí Minh, mực nước dưới đất đang bị hạ thấp mạnh, ranh giới mặn tiến sâu hơn vào đất liền. Để bảo vệ và phục hồi nguồn tài nguyên nước, cần phải bổ sung nhân tạo bằng nhiều nguồn, đặc biệt là nguồn nước mưa. Các tác giả dựa vào trữ lượng hiện đang khai thác và sử dụng mô hình dòng chảy, tính toán lượng nước mưa có thể được các tầng chứa nước hấp thụ khi thực hiện bổ sung nhân tạo.

Dựa vào đặc điểm các tầng chứa nước và hiện trạng khai thác nước dưới đất hiện nay, các tác giả tập trung đánh giá khả năng hấp thụ nước mưa của các tầng chứa nước theo hai phương pháp:

- Đánh giá khả năng hấp thụ nước dựa vào số liệu khai thác.

- Đánh giá khả năng hấp thụ nước mưa dựa vào mô hình dòng chảy NĐĐ.

1. CÁC TẦNG CHỨA NƯỚC VÀ HIỆN TRẠNG KHAI THÁC CỦA CHÚNG

Theo báo cáo quy hoạch và sử dụng nước ngầm TPHCM do Liên đoàn Địa chất thủy văn – Địa chất công trình miền Nam thực hiện năm 2001 tại đây có các tầng chứa nước chính như sau:

Nước lỗ hổng trong các trầm tích bờ rời Holocen (qh)

Nước lỗ hổng trong phức hệ chứa nước Pleistocen (qp)

Nước lỗ hổng trong các trầm tích Pliocen trên (n_2^2)

Nước lỗ hổng trong các trầm tích Pliocen dưới (n_2^1)

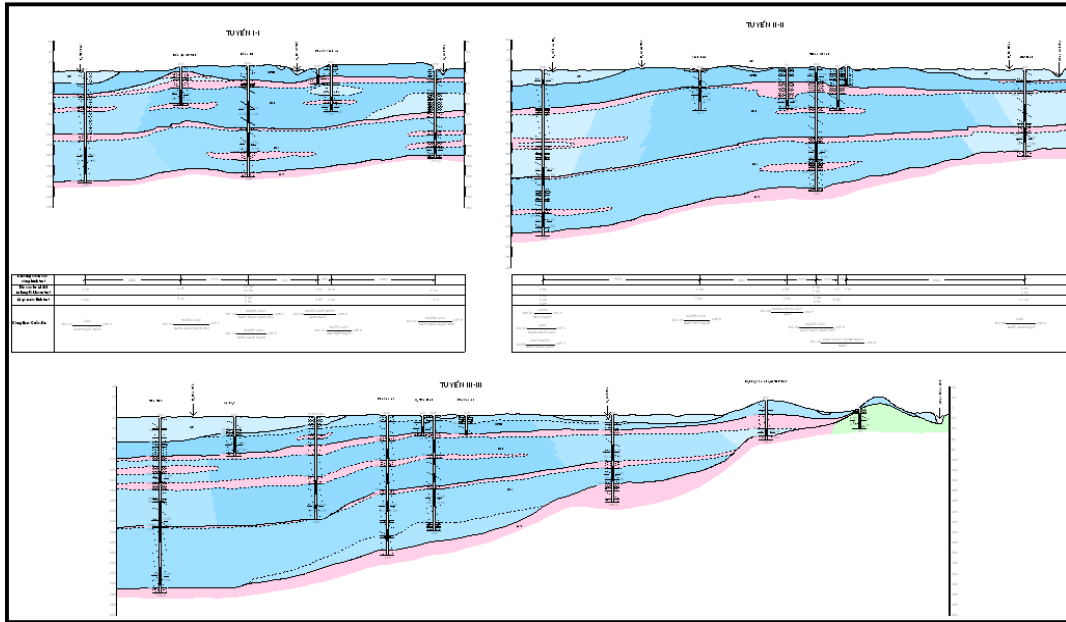
Trong đó có ý nghĩa khai thác để phục vụ cung cấp nước tập trung với qui mô lớn là tầng

chứa nước Pleistocen, Pliocen trên và dưới (trong vùng phân bố nước nhạt). Ba tầng chứa nước này là đối tượng có triển vọng nhất cần đầu tư thăm dò khai thác phục vụ cung cấp nước cho ăn uống, sinh hoạt và sản xuất.

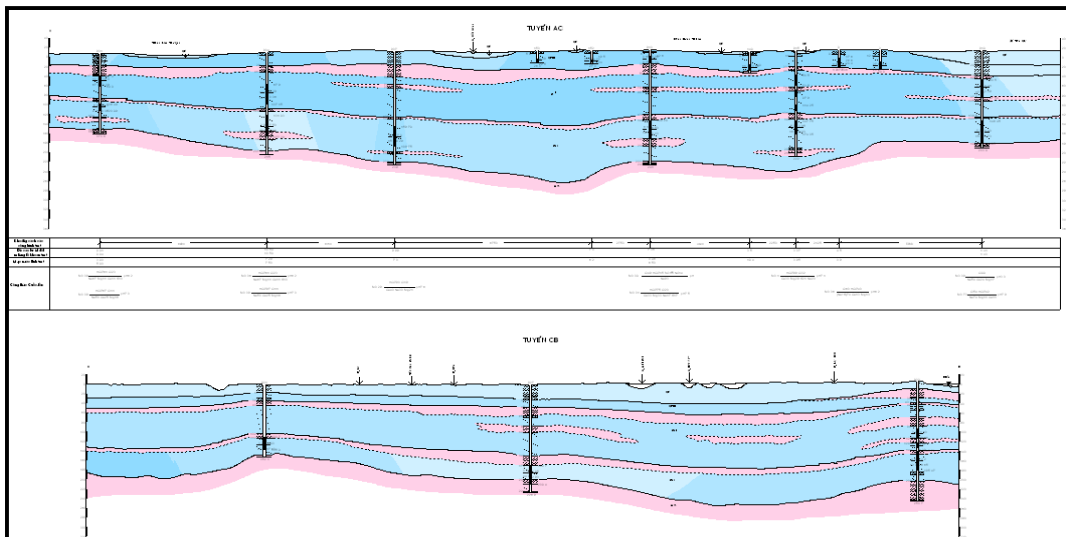
2. HIỆN TRẠNG KHAI THÁC NƯỚC DƯỚI ĐẤT KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Theo kết quả thống kê chưa đầy đủ, hiện nay trên toàn thành phố có trên 200.000 giếng khoan đang khai thác nước dưới đất, tập trung chủ yếu vào hai tầng Pleistocen và tầng Pliocen trên, các giếng khoan trong tầng Pleistocen chủ yếu phục vụ cho nhu cầu sinh hoạt (trên 150.000 giếng khoan), ăn uống hằng ngày của người dân do điều kiện khai thác đơn giản, tầng chứa nước phân bố nông, chất lượng, trữ lượng có thể đáp ứng được cho nhu cầu sinh hoạt hằng ngày của người dân; trừ một vài khu vực Bình Chánh, Quận 8, Quận 8, Nhà Bè và Cần giờ nước trong tầng này bị mặn và phèn nên không được khai thác sử dụng.

Theo tài liệu điều tra năm 2000 do Sở Công Nghiệp thực hiện cho thấy (Bảng III.1), lưu lượng khai thác vào khoảng 530.101 m³/ngày. Trong đó số giếng khoan tầng Pleistocen là 78.752 giếng; tầng Pliocen trên là 17.010 giếng; tầng Pliocen dưới là 21 giếng với mục đích sử dụng cho sinh hoạt 229.191 m³/ngày và cho sản xuất 300.910 m³/ngày.



Hình 1. Mặt cắt Địa chất thủy văn theo phương Đông Bắc – Tây Nam



Hình 2. Mặt cắt Địa chất thủy văn theo phương Tây Bắc – Đông Nam

Nước trong khe nứt các trầm tích Mezozoi (Mz)

Bảng 1. Hiện trạng khai thác nước dưới đất tại TPHCM.

Tầng chứa nước	Số giếng khoan khai thác. (Giếng)	Lưu lượng khai thác (m ³ /ngày)	Mục đích sử dụng (m ³ /ngày)	
			Sản xuất	Sinh hoạt
Tầng Pleistocen	78.752	227.585		
Tầng Pliocen trên	17.010	245.316		
Tầng Pliocen dưới	21	7.200		
Tổng	95.783	530.101	300.910	229.191

(Nguồn: Sở TNMT Tp. HCM)

Trên bản đồ hiện trạng khai thác nước dưới đất trong tầng Pliocen trên khu vực TPHCM cho thấy phần lớn các công trình đang khai thác tập trung chủ yếu trong khu vực nội thành và nằm trong khu vực hình thành phễu hạ thấp mực nước. Điều này lý giải vì sao mực nước dưới đất khu vực nội thành TPHCM không ngừng hạ thấp và phễu hạ thấp mực nước ngày càng mở rộng ra các khu vực ngoại thành như huyện Hóc Môn và huyện Bình Chánh.

3. ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG HẤP THU NƯỚC DỰA VÀO SỐ LIỆU KHAI THÁC

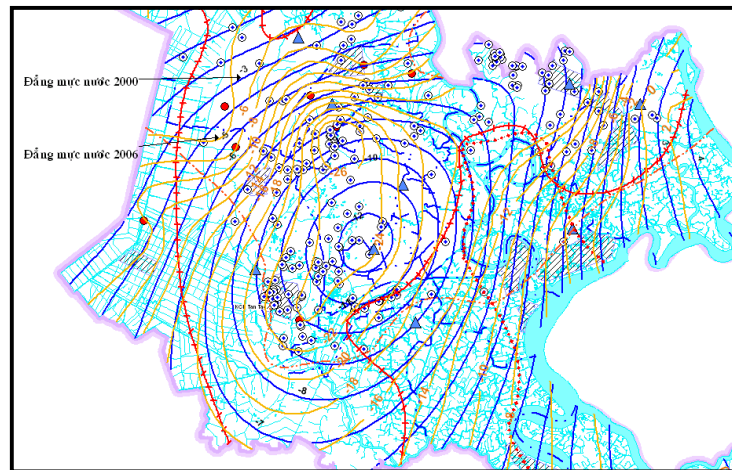
Theo báo cáo "Quy hoạch và sử dụng nước ngầm TPHCM" do Liên đoàn bản đồ địa chất thủy văn – địa chất công trình miền nam thực hiện. Kết quả tính toán trữ lượng khai thác được thể hiện ở bảng 2.

Như vậy ta thấy tổng trữ lượng có thể khai thác tính theo phương pháp cân bằng trong tầng Pliocen trên là khá lớn (khoảng 950.000 m³/ngày). Trong đó, để đảm bảo an toàn cho tầng chứa nước Pliocen trên thì trữ lượng khai thác phải nhỏ hơn hoặc bằng trữ lượng động (bao gồm lượng cung cấp từ ranh giới và trữ lượng khai thác từ trữ lượng đàn hồi) là 236.935 m³/ngày (chiếm khoảng 25% trữ lượng khai thác).

Bảng 2. Kết quả tính toán trữ lượng khai thác NĐĐ bằng phương pháp cân bằng
(Theo Liên đoàn bản đồ địa chất thủy văn – địa chất công trình miền nam – 2000)

Số TT	Các thành phần trong trữ lượng cân bằng	Tầng chứa nước q _p (m ³ /ngày)	Tầng chứa nước n ₂ ² (m ³ /ngày)	Tầng chứa nước n ₂ ¹ (m ³ /ngày)
1	Q ₁ : Lượng nước cung cấp từ nước mưa	309.532		
2	Q ₂ : Lượng nước cung cấp từ Kênh Đông	156.750		
3	Q ₃ : Lượng nước cung cấp từ sông Sài Gòn	67.500		
4	Q ₄ : Lượng cung cấp từ ranh giới	22.540	181.166	94.027
5	Q ₅ : Trữ lượng khai thác từ trữ lượng tĩnh trọng lực	233.483	715.317	630.424

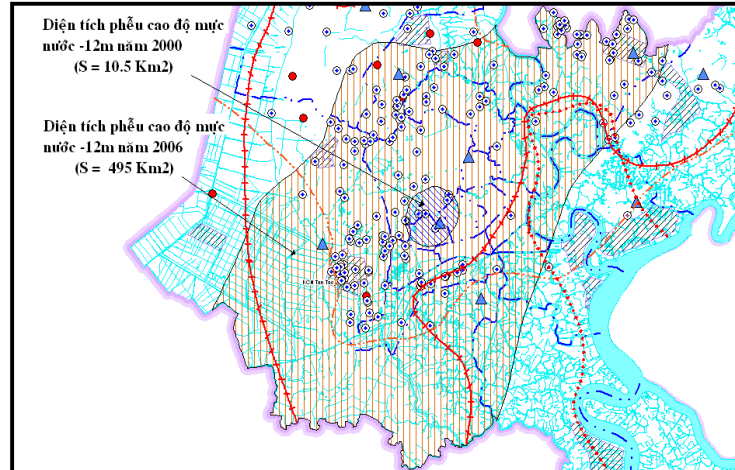
6	Q ₆ : Trữ lượng khai thác từ trữ lượng đàn hồi	6.000	55.769	28.551
Tổng cộng		795.805	952.252	753.002
Số TT	Các thành phần trong trữ lượng cân bằng	Tầng chứa nước q _p (m ³ /ngày)	Tầng chứa nước n ₂ ² (m ³ /ngày)	Tầng chứa nước n ₂ ¹ (m ³ /ngày)
1	Q ₁ : Lượng nước cung cấp từ nước mưa	309.532		
2	Q ₂ : Lượng nước cung cấp từ Kênh Đông	156.750		
3	Q ₃ : Lượng nước cung cấp từ sông Sài Gòn	67.500		
4	Q ₄ : Lượng cung cấp từ ranh giới	22.540	181.166	94.027
5	Q ₅ : Trữ lượng khai thác từ trữ lượng tĩnh trọng lực	233.483	715.317	630.424
6	Q ₆ : Trữ lượng khai thác từ trữ lượng đàn hồi	6.000	55.769	28.551
Tổng cộng		795.805	952.252	753.002



Hình 3. Bản đồ đẳng mức nước tầng Pliocen trên năm 2000 và 2006

Kết quả tính toán trữ lượng khai thác nước dưới đất trong tầng Pliocen trên khu vực TPHCM dựa trên kết quả quan trắc động thái nước dưới đất trong khoảng thời gian từ năm 2000 đến 2006

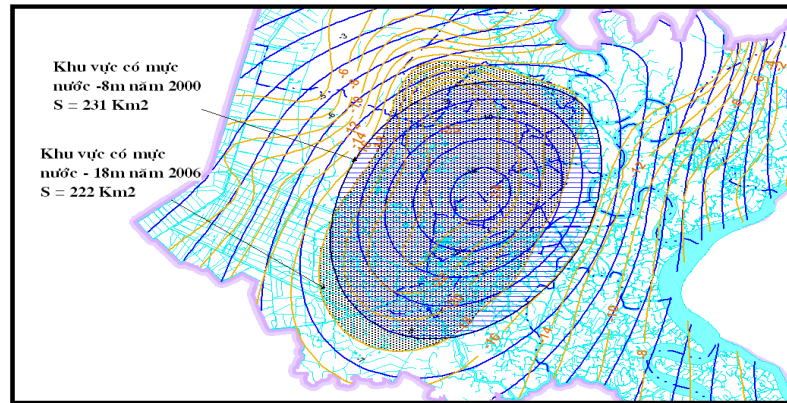
Tại khu vực TPHCM, dựa vào kết quả quan trắc mực nước ta lập bản đồ đường đẳng mực nước trong tầng Pliocen trên vào năm 2000 và năm 2006 (Hình 3).



Hình 4. Phễu hạ thấp mực nước năm 2006 ở TPHCM mở rộng rất nhiều so với năm 2000(Mực nước - 12m)

Trên sơ đồ đẳng mực nước ta thấy, dưới tác động của các công trình khai thác, phễu hạ thấp mực nước ($H = -12m$) trong tầng Pliocen trên đã mở rộng lên rất nhiều. Từ một phễu nhỏ có diện tích 10.5 Km^2 vào năm 2000 thì đến năm 2006 phễu mực nước ($H = -12 \text{ m}$) đã mở rộng trên một diện tích 495 Km^2 (Hình 3).

Phân tích phễu hạ thấp mực nước theo thời gian ta thấy đường đẳng cao mực ($H = -8m$) nước năm 2000 thì đến năm 2006 gần trùng với đường đẳng cao ($H = -18 \text{ m}$) vào năm 2006, diện tích vùng này rộng 222 km^2 . Như vậy, trong khoảng thời gian 06 năm từ 2000 đến năm 2006 các lỗ khoan khai thác đã lấy từ trữ lượng tầng Pliocen trên, và đã làm mực nước trong diện tích 222 km^2 hạ thấp xuống $10m$ (Hình 4).



Hình 5. Sơ đồ tính toán trữ lượng tính được khai thác trong khoảng thời gian 2000 – 2006

Dựa trên sơ đồ tính toán (Hình 5) ta có thể tính toán trữ lượng tính khai thác trong thời gian từ năm 2000 đến năm 2006 là:

$$Q_{(KT\ 2000 - 2006)} = S \cdot \Delta H$$

Trong đó:

S: Diện tích phần hạ thấp lấy bằng 222 km² = 2000*10³ (m²)

ΔH: Độ cao mực nước bị hạ thấp trong diện tích S, ở đây lấy bằng 10m.

Kết quả tính toán như sau:

$$Q_{(KT\ 2000 - 2006)} = 222 \cdot 10^6 \cdot 10 = 222 \cdot 10^7 \text{ (m}^3\text{)}$$

Như vậy, trữ lượng tính khai thác trung bình hàng năm là:

$$Q_{(TB)} = \frac{Q_{(KT\ 2000-2006)}}{6} = \frac{222 \cdot 10^7}{6} = 37 \cdot 10^7 \text{ (m}^3\text{)}$$

Trữ lượng tính khai thác trung bình hàng ngày:

$$Q_{(TB)} = \frac{Q_{(KT\ 2000-2006)}}{6 \cdot 365} = \frac{222 \cdot 10^7}{6 \cdot 365} = 1.013.698 \text{ (m}^3\text{/ngày)}$$

Đánh giá khả năng hấp thụ nước dựa vào số liệu khai thác

So sánh với kết quả tính toán năm 2000 (hệ số sử dụng = 0.35, tính cho 10⁴ ngày) ta thấy hiện nay tầng này đang bị khai thác quá mức cho

phép. Hệ số sử dụng theo trữ lượng khai thác trung bình hàng năm từ tầng Pliocen trên là:

$$\alpha = \frac{Q_{(TB)}}{V_i} = \frac{1.013.698}{2.043.763} = 0.496$$

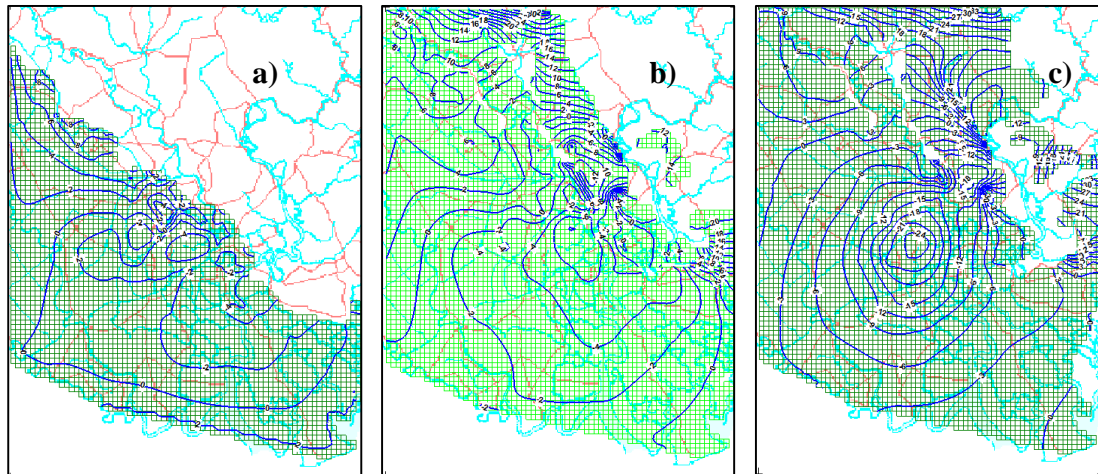
Đây là hệ số sử dụng rất lớn và tiềm ẩn nhiều nguy cơ cạn kiệt và suy thoái tầng chứa nước này.

Qua những tính toán trên, ít nhất lượng nước mưa có thể được tầng chứa nước Pliocen trên hấp thụ bằng lượng nước hiện nay đang khai thác vào trữ lượng tính thể tích, tức là bằng khoảng 1.013.698m³/ngđ.

Đánh giá khả năng hấp thụ nước dựa vào mô hình dòng chảy NDD

Để đánh giá khả năng hấp thụ nước mưa thông qua mô hình dòng chảy NDD, chúng ta xây dựng bài toán ngược. Tức là với mô hình dòng chảy nước dưới đất đã có cùng những khu vực có phần hạ thấp mực nước lớn, ta cho dâng mực nước lên cao hơn hiện tại những giá trị nhất định và qua đó tính lượng nước cần cung cấp với thành phần dòng vào bổ sung thêm lượng nước mưa, còn các thành phần dòng vào khác không đổi

Tính toán trong phần trình bày này sẽ quan tâm đến 3 tầng chứa nước nằm trên cùng là qp₃, qp₂₋₃ và qp₁. Đây là 3 tầng chứa nước phân bố nông đang được khai thác có mức độ chứa nước từ trung bình đến giàu. Mực nước tại các tầng chứa nước này vào thời điểm tháng 8/2007 như các hình 6a, 6b, 6c.



Hình 6. Tầng chứa nước qp_3 (a); qp_{2-3} (b); qp_1 (c)

4. TỔNG QUAN VỀ BÀI TOÁN

Yêu cầu bài toán: Tính toán lượng nước cần thiết để dâng mực nước một khu vực đến một độ cao xác định trước.

Phương pháp tính toán: Sử dụng mô hình dòng chảy NDD đã có thuộc đề tài nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ cấp Nhà nước “Quản lý tổng hợp lưu vực và sử dụng hợp lý tài nguyên nước hệ thống sông Đồng Nai (KC08.18/06-10)”.

Giả thiết bài toán:

- Lượng khai thác sử dụng là lượng khai thác được xác định vào tháng 9/2007.

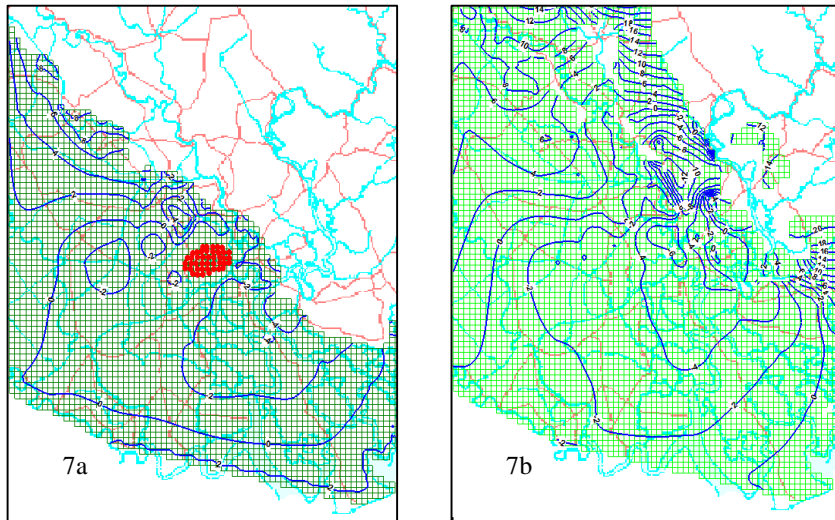
- Lượng khai thác giữ nguyên không thay đổi đến cuối thời gian tính toán (tháng 2/2035).

5. KẾT QUẢ

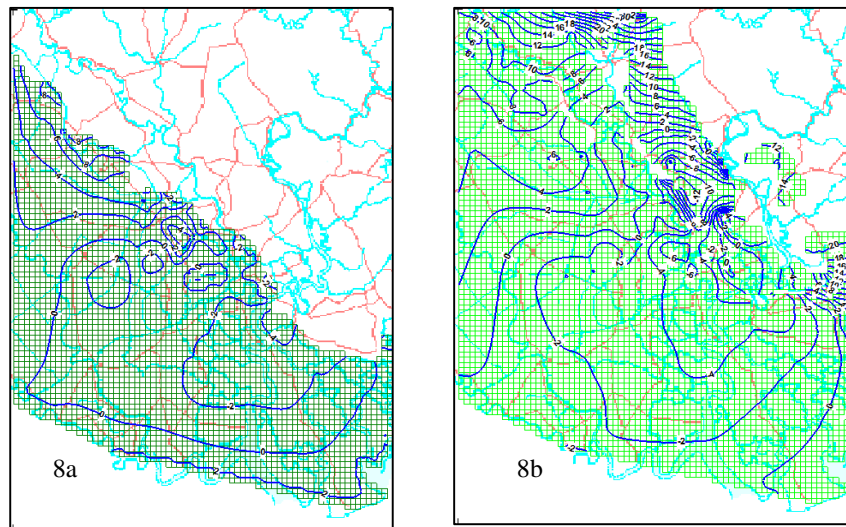
Tính toán cho tầng chứa nước qp_3 :

Mục tiêu của bài toán này là tính toán lượng nước bổ sung cần thiết để dâng mực nước lên các độ cao -1m, 0m và 1m cho khu vực giới hạn bởi đường mực nước hạ thấp -4m ở khu vực nội thành TPHCM (xem hình 6a). Vị trí vùng BSNT như trong hình 7a.

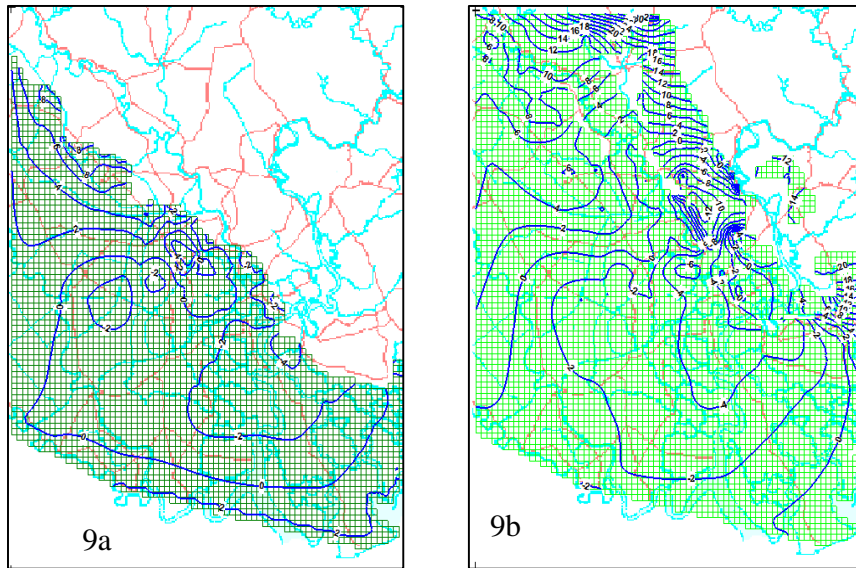
a- Trường hợp 1 (dâng mực nước đến độ cao -1m)



Hình 7. Mức nước của tầng chứa nước qp_3 (7a) và qp_{2-3} (7b) sau khi được BSNT (trường hợp 1)



Hình 8. Mức nước của tầng chứa nước qp_3 (8a) và qp_{2-3} (8b) sau khi được BSNT (trường hợp 2)



Hình 9. Mức nước của tầng chứa nước qp_3 và $qp_{2.3}$ sau khi được BSNT (trường hợp 3)

Mức nước cuối thời gian tính toán của tầng chứa nước qp_3 được thể hiện trong hình 7a. Hiệu quả của việc bổ sung nhân tạo này cũng làm cho mức nước trong tầng chứa nước $qp_{2.3}$ nằm dưới cũng dâng cao như hình 7b. Tổng lượng nước cần thiết trong trường này là $24.529m^3/ngày$.

b- Trường hợp 2 (dâng mức nước đến độ cao 0m)

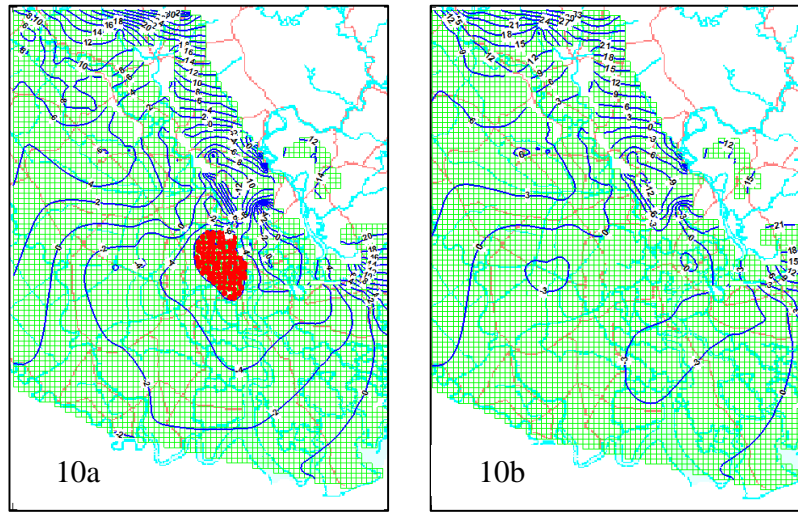
Mức nước cuối thời gian tính toán của tầng chứa nước qp_3 được thể hiện trong hình 8a. Hiệu quả của việc bổ sung nhân tạo này cũng làm cho mức nước trong tầng chứa nước $qp_{2.3}$ nằm dưới cũng dâng cao như hình 8b. Tổng lượng nước cần thiết trong trường này là $32.130m^3/ngày$.

c- Trường hợp 3 (dâng mức nước đến độ cao 1m)

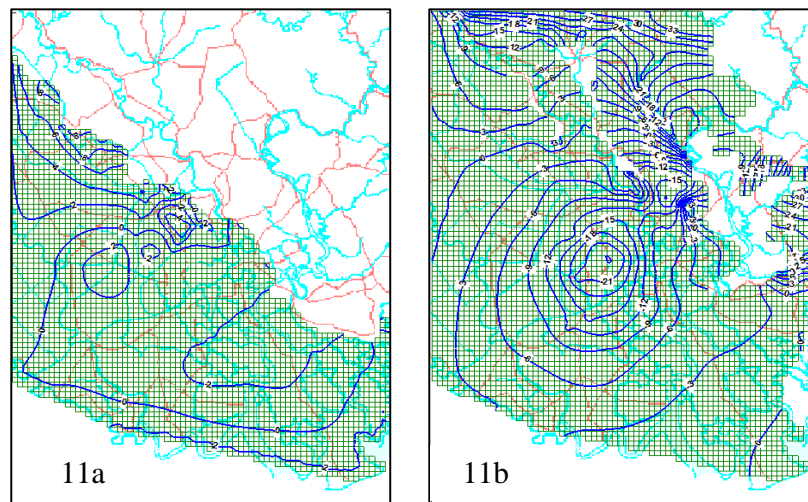
Mức nước cuối thời gian tính toán của tầng chứa nước qp_3 được thể hiện trong hình 9a. Hiệu quả của việc bổ sung nhân tạo này cũng làm cho mức nước trong tầng chứa nước $qp_{2.3}$ nằm dưới cũng dâng cao như hình 9b. Tổng lượng nước cần thiết trong trường này là $39.732m^3/ngày$.

Tính toán cho tầng chứa nước $qp_{2.3}$:

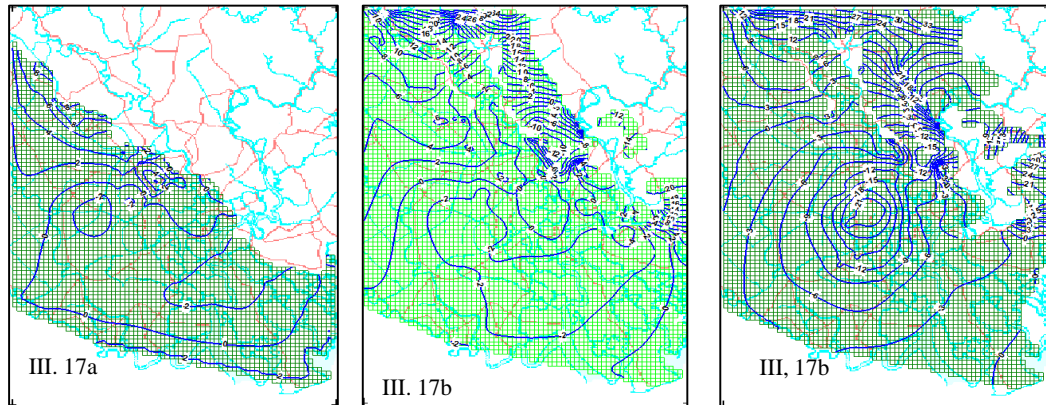
Mục tiêu của bài toán này là tính toán lượng nước bổ sung cần thiết để dâng mức nước lên các độ cao -1m, 0m và 1m cho khu vực giới hạn bởi đường mực nước -6m ở khu vực nội thành TPHCM (xem hình 10a). Vị trí vùng bổ sung nhân tạo như trong hình 7a.



Hình 10. Mức nước của tầng chứa nước qp_{2-3} trước và sau khi được BSNT (trường hợp 1)



Hình 11. Mức nước của tầng chứa nước qp_3 và qp_1 sau khi được BSNT (trường hợp 1)



Hình 12. Mức nước tầng chứa nước qP₃ (12a); qP₂₋₃ (12b) và tầng chứa nước qP₁ (12c) sau khi được BSNT (trườngng hợp 3)

Mức nước cuối thời gian tính toán của tầng chứa nước qP₂₋₃ được thể hiện trong hình 12b. Hiệu quả của việc bổ sung nhân tạo này cũng làm cho mức nước trong tầng chứa nước qP₃ phía trên và qP₁ nằm dưới cũng dâng cao như hình

12a và 12c. Tổng lượng nước trong trường này là **117.717m³/ngày**.

Như vậy, theo các kết quả chạy mô hình ta có bảng sau:

Bảng 3. Tổng hợp lượng nước các tầng chứa nước Pleistocene có thể hấp thụ trong các trường hợp khác nhau theo kết quả chạy mô hình

Các tầng chứa nước	Giới hạn bởi đường mực nước -4m (m ³ /ngđ)			Giới hạn bởi đường mực nước -6m (m ³ /ngđ)		
	Tới -1m	Tới 0m	Tới +1m	Tới -1m	Tới 0m	Tới +1m
qP ₃ ; qP ₂₋₃	24.524	32.130	39.732			
qP ₃ ; qP ₂₋₃ ; qP ₁				83.170	99.482	117.717

6. KẾT LUẬN

Chỉ tính cho riêng tầng Pliocen trên, trên toàn diện tích thành phố, nếu để bù đắp cho phần trữ lượng tinh trong lục đã bị khai thác (phần đã xâm phạm vào thể tích tầng chứa), lượng nước có thể bổ sung là khoảng 1 triệu m³/ngđ.

Đối với các tầng chứa nước nằm nông, nơi điều kiện khai thác thuận lợi và khoan các giếng bổ sung nhân tạo với kinh phí nhỏ, để dâng mực nước tới +1m (tức là nâng mực nước cao thêm 7m (diện tích được giới hạn bởi đường mực nước -6m) đã cần 117.717m³/ngđ).

Như vậy, có thể thấy, khả năng hấp thụ nước hiện nay của các tầng chứa nước chính rất lớn. Hoàn toàn

có thể tận dụng khả năng này để đưa nước mưa xuống bổ sung cho chúng, đồng thời giảm tải một lượng nước mưa chảy tràn trên bề mặt, góp phần hạn chế hiện tượng ngập ở thành phố và bảo vệ được nguồn nước dưới đất vô cùng quý giá cho mai sau.

Tuy nhiên, để xét tới khả năng đưa nước mưa xuống các tầng chứa nước, chúng ta còn phải xét tới điều kiện kỹ thuật, tức là kết cấu giếng, kích thước giếng, bề dày tầng chứa, hệ số thấm, chênh lệch mực nước dưới đất với cao độ mặt đất ... đây là những yếu tố sẽ được giải quyết trong giai đoạn nghiên cứu tiếp sau - với mục tiêu xây dựng các bảng tra tương quan giữa các số liệu vừa nêu.

THE EVALUATING ABILITY OF RAINWATER ABSORPTION OF AQUIFERS IN HO CHI MINH CITY WHEN ARTIFICIAL SUPPLY

Nguyen Viet Ky⁽¹⁾, Ngo Duc Chan⁽²⁾, Tong Viet Thanh⁽³⁾

(1) University of Technology, VNU-HCM

(2) Division for Water Resources Planning and Investigation for the South of Viet Nam

(3) Department of Natural Resources and Environment

ABSTRACT: *With the three out of main five aquifers were exploiting with large quantity in Ho Chi Minh City, the groundwater table was being lower rapidly, where the salty boundary was moving into mainland. To protect and restore the water resource, it is necessary to artificial supply by difference sources, especially being rainwater. The authors based on the exploiting storage and modflow simulation to calculate rainwater quantity could be contained into the absorbed aquifers by artificial supply.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Đoàn Văn Cảnh, Nguyễn thị Thanh Thủy. Thu gom nước mưa đưa vào lòng đất bổ sung nhân tạo NĐĐ và chống ngập thành phố. Nhà xuất bản KH&KT, 2008
- [2]. Báo cáo thành lập bản đồ ĐCTV tỷ lệ 1/50.000 khu vực thành phố Hồ Chí Minh, 1998. Lưu trữ Liên đoàn ĐCTV-ĐCCT miền Nam;
- [3]. Ngô Đức Chân, 7/2004. Luận văn thạc sỹ “Xây dựng mô hình dòng chảy NĐĐ để đánh giá trữ lượng tiềm năng và tính toán bổ sung nhân tạo tầng chứa nước Plioxen thượng khu vực thành phố Hồ Chí Minh”. Thư viện ĐHBK Tp. HCM
- [4]. Đỗ Tiến Hùng, Bùi Trần Vượng, 2005. Đặc điểm ĐCTV và sự cần thiết bổ sung nhân tạo NĐĐ ở đồng bằng Nam Bộ. Tuyển tập báo cáo tại HTKH UNESCO - Việt Nam: “Tăng cường nguồn nước ngầm
- bằng giải pháp bổ sung nhân tạo NĐĐ ở Đông Nam Á”, Tp. HCM, 15-17/12/2004, NXB KH & KT, Hà Nội, trang 165-186.
- [5]. Nguyễn Việt Kỳ và nnk. Khai thác và bảo vệ tài nguyên nước dưới đất. Nhà xuất bản ĐHQG Tp. HCM – 2006
- [6]. Tống Việt Thành, 11/2008. Luận văn thạc sỹ: “Nghiên cứu sự biến đổi chất lượng và mực nước dưới đất tầng Plioxen trên khu vực nội thành thành phố Hồ Chí Minh và các vùng phụ cận, đề xuất các giải pháp bảo vệ tài nguyên nước tại Tp. HCM”. Thư viện ĐHBK Tp. HCM.
- [7]. Bùi Trần Vượng và nnk, 2002. Hướng dẫn sử dụng phần mềm Aquifer Test (Sách dịch từ Aquifer Test Manual)
- [8]. Bùi Trần Vượng, 3/2009. Luận án tiến sỹ “Xây dựng quy trình bổ sung nhân tạo nước dưới đất bằng phương pháp bổ thấm tại đồng bằng ven biển Nam Trung bộ”. Lưu trữ tại Thư viện ĐHQG Tp. HCM.