

# TÍNH TOÁN BỔ SUNG NHÂN TẠO CHO TẦNG CHỨA NƯỚC PLIOCEN THƯỢNG Ở THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Ngô Đức Chân

Liên đoàn địa chất công trình miền Nam

(Bài nhận ngày 26 tháng 01 năm 2006, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 11 tháng 02 năm 2007)

**TÓM TẮT:** *Bổ sung nhân tạo (BSNT) là một trong những giải pháp hữu hiệu nhất hiện nay để cải thiện sự cạn kiệt tài nguyên nước dưới đất. Để thiết kế và vận hành hệ thống BSNT cần có những những phương pháp tính toán có độ tin cậy cao, một trong những phương pháp được áp dụng phổ biến trên thế giới đó là phương pháp mô hình.*

## 1. VẤN ĐỀ BỔ SUNG NHÂN TẠO

BSNT phục vụ cho nhiều mục đích khác nhau, trên thế giới BSNT nước dưới đất đã được áp dụng rộng rãi nhiều nơi. Chỉ riêng ở Hoa Kỳ, việc sử dụng nước ngầm cho tưới tăng lên đã đưa đến việc tham gia của Cục Địa chất Hoa Kỳ (USGS) vào các nghiên cứu BSNT ở các bang Kansas, Nebraska, Colorado, nam Dakota, bắc Dakota... USGS đã nghiên cứu BSNT cho các tầng chứa nước alluvi trong các bang vùng bao gồm việc nghiên cứu các dự án khả thi và lập mô hình cho BSNT đối với các tầng chứa nước alluvi ở lưu vực South Platte River, Colorado (Burns, 1980; 1984) và cho các tầng chứa nước alluvi trong vùng South Dakota (Koch, 1984; Emmons, 1987). Hiện nay sự quan tâm về BSNT trong vùng vẫn được tiếp tục.

Nhìn chung, BSNT là giải pháp hữu hiệu để cải thiện việc suy thoái trữ lượng của các tầng chứa nước đang bị khai thác mãnh liệt. Việc phục hồi trữ lượng triệt để cho tầng chứa nước thì vô cùng khó khăn và người ta thường chỉ phục hồi một phần hoặc giảm thiểu tốc độ suy thoái đang xảy ra nhằm bảo vệ nguồn tài nguyên này và môi trường nước dưới đất.

Để thực hiện BSNT tạo cần thiết phải có những công cụ tính toán tin cậy phục vụ cho việc thiết kế. Các phương pháp tính toán giải tích theo truyền thống thường gặp nhiều khó khăn, đặc biệt trong vùng có nhiều giếng khoan đang hoạt động. Phương pháp mô hình hiện đang được sử dụng nhiều nơi vì tính ưu việt nhiều mặt của nó. Một mô hình dòng chảy NĐĐ tốt được xây dựng từ những dữ liệu tin cậy cho phép thực hiện việc tính toán này rất thuận lợi.

Tầng chứa nước Pliocen thượng hiện đang được khai thác rất nhiều ở TPHCM và các vùng chung quanh. Mực nước hiện nay tại nhiều nơi hạ xuống khá sâu, đặc biệt là ở nội thành TPHCM (xem hình 2).

Để cải thiện tốc độ hạ thấp mực nước như hiện nay trong vùng cần thiết phải có biện pháp hiệu quả. Trong phạm vi bài báo này sẽ giới thiệu một công cụ tính toán rất hữu hiệu để hỗ trợ cho công việc tính toán thiết kế BSNT.

## 2. BÀI TOÁN BSNT

### 2.1. Mục tiêu

Từ một mô hình dòng chảy nước dưới đất (MHDCNĐĐ) đã có [2], tính toán BSNT cho tầng chứa nước Pliocen thượng bằng ép nước trong lỗ khoan.

### 2.2. Nhiệm vụ

*Chọn vị trí bãi giếng BSNT*

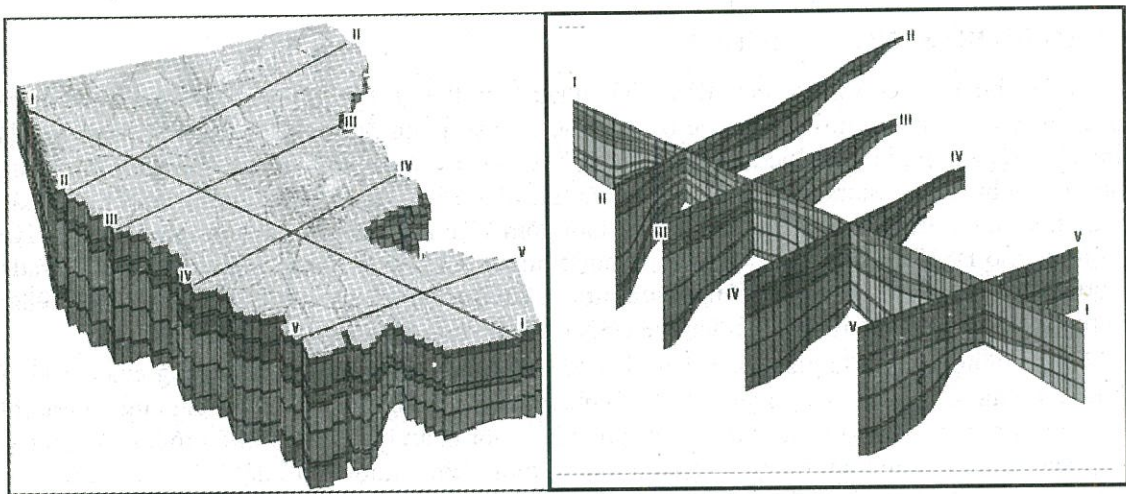
Bãi giếng được bố trí theo đường thẳng kéo dài theo hướng Đông Đông - Bắc - Tây Tây Nam qua trung tâm hai bãi giếng khai thác của Nhà máy nước ngầm Gò Vấp và Nhà máy nước ngầm Hóc Môn (đỉnh phân thủy mực nước của hai bãi giếng). Bắt đầu từ cầu Bình Phước đến khu công nghiệp Tân Bình, bao gồm 40 giếng với khoảng cách trung bình 300m và lưu lượng mỗi giếng là  $5.000\text{m}^3/\text{ngày}$ .

Mục đích và nhiệm vụ của hành lang BSBT dự kiến:

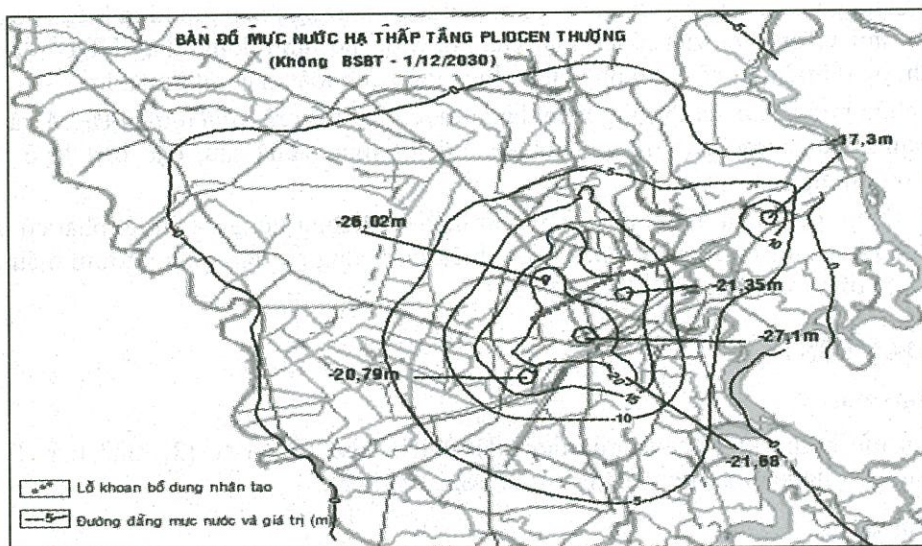
- Bổ sung cho tầng chứa nước Pliocen thượng lượng nước  $200.000\text{m}^3/\text{ngày}$ .
- Bổ cập cho khu vực khai thác tập trung Hóc Môn và Gò Vấp.

Sử dụng MHDCNDĐ đã có nhằm kiểm nghiệm kết quả.

Thời gian tính toán: từ tháng 12/2003 đến tháng 12/2030.



Hình 1. Cấu trúc hệ thống NĐĐ được mô phỏng



Hình 2. Bản đồ mực nước tầng Pliocen thượng trường hợp chưa BSNT

### 3. GIỚI THIỆU MÔ HÌNH DÒNG CHẢY NƯỚC DƯỚI ĐẤT

Mô hình dòng nước chảy dưới đất đã được xây dựng [2], dựa trên kết quả nghiên cứu về ĐCTV của Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, gồm:

#### 3.1. Các dữ liệu không gian

Cấu trúc hệ thống NĐĐ được mô phỏng đúng theo nghiên cứu mới nhất về ĐCTV ở Việt Nam đó là báo cáo “*Kết quả phân chia địa tầng N - Q và nghiên cứu cấu trúc địa chất đồng bằng Nam bộ*” - 2003. Hệ thống được mô phỏng bao gồm 6 lớp:

*Lớp 1:* Tương ứng với tầng chứa nước Holocen và phần hạt mịn nằm phía trên của tầng chứa nước Pleistocen trung - thượng, được xem như là lớp bán thấm.

*Lớp 2:* Phần hạt thô chứa nước (Aquifer) của tầng Pleistocen trung - thượng.

*Lớp 3:* Phần hạt mịn (Aquiclude) nằm trên cùng của tầng Pleistocen hạ.

*Lớp 4:* Phần hạt thô chứa nước (Aquifer) của tầng Pleistocen hạ.

*Lớp 5:* Phần hạt mịn (Aquiclude) nằm trên cùng của tầng Pliocen thượng.

*Lớp 6:* Phần hạt thô chứa nước (Aquifer) của tầng Pliocen thượng.

*Lớp 7:* Phần hạt mịn (Aquiclude) nằm trên cùng của tầng Pliocen hạ.

*Lớp 8:* Phần hạt thô chứa nước (Aquifer) của tầng Pliocen hạ.

*Lớp 9:* Phần hạt mịn (Aquiclude) nằm trên cùng của tầng Miocen thượng.

*Lớp 10:* Phần hạt thô chứa nước (Aquifer) của tầng Miocen thượng.

#### 3.2. Dữ liệu thời gian

Nguồn dữ liệu theo thời gian được sử dụng là các dữ liệu đo đạc từ các trạm quan trắc hoặc tính toán ngoại suy trong quá trình hiệu chỉnh.

#### 3.3. Thời gian tính toán

Mô hình dòng nước chảy dưới đất được vận hành trong khoảng thời gian từ 7/2001 đến 12/2004 (bao gồm 30 bước tính toán).

Kết quả tại bước chỉnh lý sau cùng cho thấy mực nước tính toán trên mô hình xấp xỉ với giá trị đo thực tế tại 54 trạm quan trắc. Nói cách khác, tại từng thời điểm tính toán trường dòng chảy của cả hệ thống NĐĐ đã được thiết lập gần giống thực tế, điều này cho thấy độ tin cậy của mô hình.

### 4. KẾT QUẢ

#### 4.1. Mực nước

##### *Trường hợp không có BSNT*

Theo kết quả tính toán của MHDCNĐĐ đã có với lượng khai thác như hiện nay thì đến 12/2030, mực nước tầng chứa nước Pliocen thượng được thể hiện trong hình 2. Ngoài phễu hạ thấp chung bao trùm toàn nội thành có mực nước là -27,1m còn có các phễu hạ thấp cục bộ như:

-Khu vực nhà máy nước Hóc Môn: -26,02m.

-Khu vực Gò Vấp: -21,35m.

-Khu vực An Lạc: -20,79m.

-Khu vực Bình Hưng: -21,68m.

-Khu vực Linh Xuân: -17,5m.

### Trường hợp có BSNT

Đến 12/2030, mực nước tầng chứa nước Pliocen thượng trong trường hợp có BSNT được thể hiện trong hình 3. Lúc này, ngoài phễu hạ thấp chung bao trùm toàn nội thành đã thu hẹp lại, còn có các phễu hạ thấp cục bộ có mực nước sâu nhất như sau:

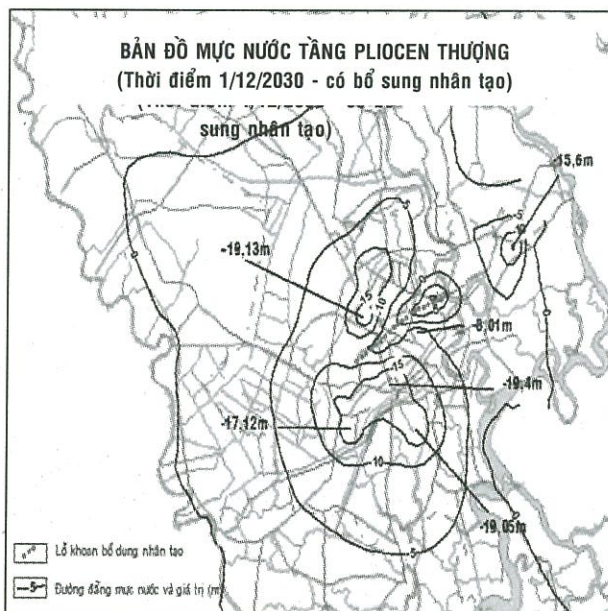
- Khu vực Nhà máy nước Hóc Môn: -19,13m.
- Khu vực Gò Vấp: -8,01m.
- Khu vực An Lạc: -17,12m.
- Khu vực Bình Hưng: -19,05m.
- Khu vực Linh Xuân: -15,16m.

Riêng ở trung tâm hành lang BSNT mực nước đã dâng lên cao nhất là 22,1m so với trước và đạt độ cao tương ứng 11,5m. Với độ cao mặt đất tại đây là 10 - 15m, thì vấn đề úng ngập xảy ra không đáng kể.

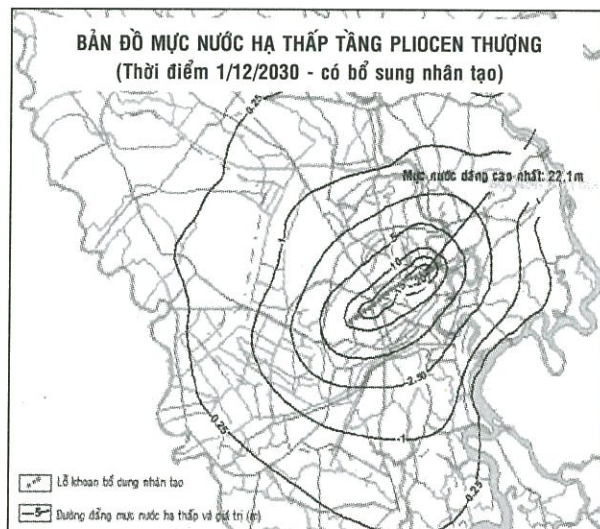
### 4.2. Mực nước hạ thấp (so với trường hợp không có BSNT)

Trên hình 4 cho thấy mực nước đã dâng cao (so với thời điểm (12/2003) ở nhiều nơi và tạo thành trung tâm áp lực mới phía Bắc bãi giồng Gò Vấp hình elip kéo dài theo trục hành lang BSNT, ở đây mực nước đã dâng cao lên đến 22,1m so với hiện tại. Đường mực nước dâng 1,0m mở rộng về phía Bắc đến cầu Phú Cường, thị trấn Củ Chi, về phía Tây đến dọc kênh An Hạ và phía Nam đến An Lạc, Phong Phú, Nam Nhà Bè.

Như vậy, với lượng bổ cập 200.000m<sup>3</sup>/ngày đã làm cho thay đổi đáng kể cảnh quan mực nước của tầng Pliocen thượng theo hướng tích cực. Mực nước đã dâng cao đáng kể nhiều nơi, đặc biệt là dọc theo hành lang BSNT đã được thiết kế.



Hình 3. Bản đồ mực nước Pliocen thượng trường hợp cóBSNT



**Hình 4.** Bản đồ mực nước hạ thấp tầng Pliocen thượng có bổ sung nhân tạo (so với trường hợp không BSNT)

#### 4.3. Các thành phần trữ lượng

Các thành phần tham gia hình thành trữ lượng khai thác được đánh giá tương ứng với tổng lưu lượng là  $-508.443\text{m}^3/\text{ngày}$  và lượng nước BSNT  $200.000\text{m}^3/\text{ngày}$  gồm:

□ *Trữ lượng tĩnh:* Lúc này trữ lượng tĩnh được tái tạo một lượng tổng cộng là  $-54\text{m}^3/\text{ngày}$ . Hiện tại, trữ lượng tĩnh bị khai thác là  $1.542\text{m}^3/\text{ngày}$ . Như vậy nhờ có BSNT mà trữ lượng tĩnh sẽ không còn bị khai thác nữa trái lại còn được phục hồi phần nào.

□ *Biên mực nước xác định:* Dòng chảy từ các vùng phía Bắc ngoài phạm vi lập mô hình chảy qua biên giới đã tham gia hình thành trữ lượng tổng cộng là  $16.459\text{m}^3/\text{ngày}$ , trong đó lượng đi vào mô hình là  $17.509\text{m}^3/\text{ngày}$  và lượng thoát trở ra khỏi ở những nơi khác là  $-1.050\text{m}^3/\text{ngày}$ . So với hiện nay lượng nước này thay đổi không đáng kể.

□ *Biên tổng hợp:* Dòng chảy từ các vùng phía Đông và phía Tây ngoài phạm vi lập mô hình chảy qua biên giới đã tham gia hình thành trữ lượng tổng cộng là  $293.652\text{m}^3/\text{ngày}$ , trong đó tổng lượng chảy vào mô hình là  $314.114\text{m}^3/\text{ngày}$  và lượng thoát ra là  $-20.462\text{m}^3/\text{ngày}$ . Như vậy so với hiện nay, nhờ có BSNT nên lượng nước chảy vào đã giảm  $3.671\text{m}^3/\text{ngày}$  và lượng thoát ra khỏi mô hình tăng  $1.379\text{m}^3/\text{ngày}$ .

□ *Biên sông:* Thẩm xuyên qua đáy các sông suối toàn vùng tham gia hình thành trữ lượng tổng cộng là  $26.088\text{m}^3/\text{ngày}$ , trong đó lượng thẩm xuyên đi vào mô hình là  $27.010\text{m}^3/\text{ngày}$  và lượng thẩm xuyên thoát ra các sông suối là:  $-922\text{m}^3/\text{ngày}$ . So với hiện nay lượng này thay đổi không đáng kể.

□ *Bổ cập từ mưa và bốc hơi:* Riêng phần diện tích lộ của tầng chứa nước ở phía Đông và Đông Bắc được bổ cập một lượng mưa là  $2.552\text{m}^3/\text{ngày}$  và lượng bốc hơi thoát ra là  $-852\text{m}^3/\text{ngày}$ . So với hiện nay, thì nguồn hình thành này cũng không thay đổi.

□ *Thẩm theo chiều thẳng đứng:*

- Thẩm xuyên qua lớp cách nước với tầng chứa nước Pleistocen hạ tham gia hình thành trữ lượng tổng cộng là  $258.664\text{m}^3/\text{ngày}$ , trong đó lượng nước thẩm từ tầng chứa nước Pleistocen hạ xuống là  $367.074\text{m}^3/\text{ngày}$  (trung tâm TPHCM, Linh Xuân,...) và lượng thẩm ngược lên tầng

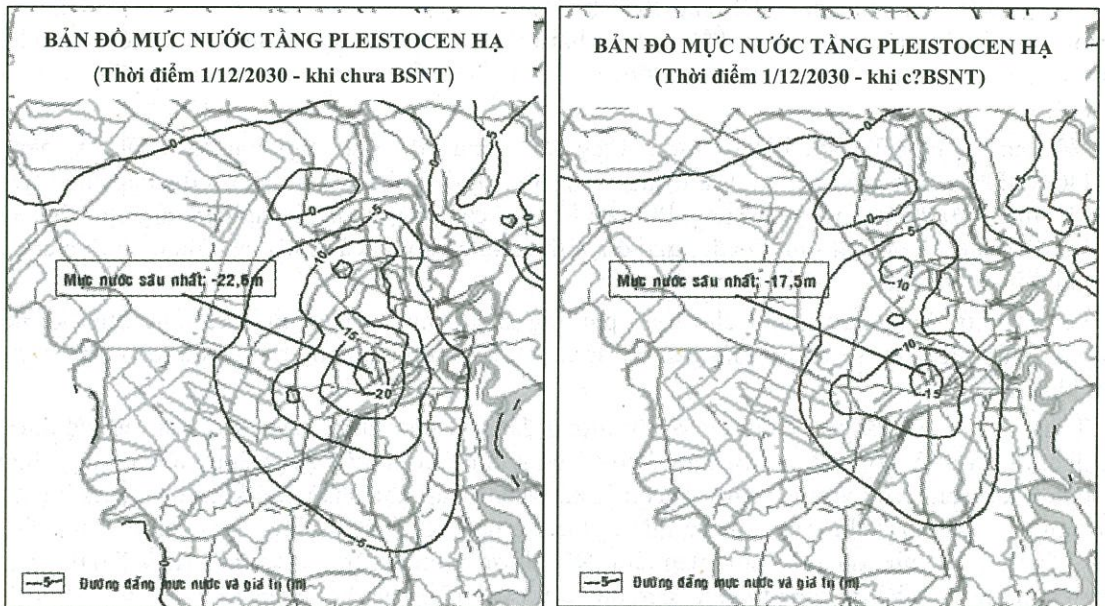
Pleistocen hạ là -110.110m<sup>3</sup>/ngày. Như vậy so với hiện nay nhờ có BSNT nên lượng thấm xuyên xuống đã giảm 141.548m<sup>3</sup>/ngày và lượng thấm xuyên ngược lên tăng thêm là 33.091m<sup>3</sup>/ngày.

- Thấm xuyên qua lớp cách nước với tầng chứa nước Pliocen hạ tham gia hình thành trữ lượng tổng cộng là -288.066m<sup>3</sup>/ngày, trong đó lượng nước thấm từ tầng chứa nước Pliocen hạ lên là 21.378m<sup>3</sup>/ngày và lượng thấm ngược xuống tầng chứa nước Pliocen hạ là -307.744m<sup>3</sup>/ngày. Như vậy, so với hiện nay nhờ có BSNT lượng thấm xuyên từ dưới lên đã giảm 18.607m<sup>3</sup>/ngày và lượng thấm xuyên thoát xuống tầng dưới giảm bớt là 1.691m<sup>3</sup>/ngày.

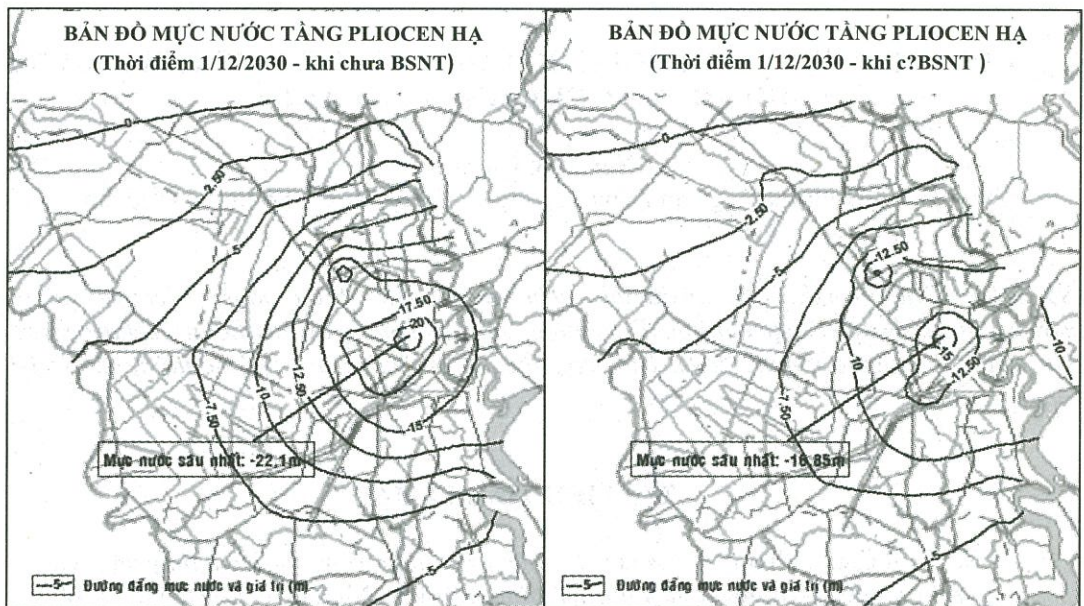
Tóm lại, sau khi được BSNT thêm 200.000m<sup>3</sup>/ngày thì CBNĐĐ mới được thành lập. Để khai thác được 508.443m<sup>3</sup>/ngày như trước đây thì đến cuối thời gian tính toán sẽ có lượng nước từ các vùng chung quanh chảy vào phạm vi lập mô hình là 337.845m<sup>3</sup>/ngày (giảm 2.254 m<sup>3</sup>/ngày). Đặc biệt, không còn nhận nước bổ sung do thấm xuyên từ hai tầng nằm kề nữa mà ngược lại còn bổ cập cho hai tầng này một lượng nước là -29.402 m<sup>3</sup>/ngày (giảm 197.745m<sup>3</sup>/ngày).

**Bảng 1.** Bảng thống kê các nguồn hình thành trữ lượng tầng chứa nước Pliocen thượng sau BSNT vào thời điểm 12/2030

CÁC NGUỒN	Tổng cộng - m <sup>3</sup> /ngày		
	Chảy vào	Chảy ra	Tổng
<b>Từ các biên</b>			
<i>Trữ lượng tĩnh</i>	0	-54	-54
<i>Biên mực nước xác định</i>	17.509	-1.050	16.459
<i>Biên tổng hợp</i>	314.114	-20.462	293.652
<i>Biên sông</i>	27.010	-922	26.088
<i>Giếng khai thác</i>	200.000	-508.443	-308.443
<i>Bổ cập từ mưa</i>	2.552		2.552
<i>Bốc hơi</i>		-852	-852
<b>Tổng</b>	<b>561.185</b>	<b>-531.783</b>	<b>29.402</b>
<b>Dòng Chảy</b>			
<b>Chiều thẳng đứng</b>			
<i>Phía trên</i>	367.074	-110.110	258.664
<i>Phía dưới</i>	21.378	-307.744	-288.066
<b>Chiều ngang</b>			
<i>Theo phương Đông - Tây</i>	1238.535	-1238.54	0
<i>Theo phương Nam - bắc</i>	1327.017	-1327.02	0
<b>Tổng</b>	<b>2.954.004</b>	<b>-2.983.406</b>	<b>-29.402</b>
<b>TỔNG CỘNG</b>	<b>3.515.189</b>	<b>-3.515.189</b>	<b>0</b>



Hình 5. Mức nước tầng Pleistocen hạ trước và sau BSNT



Hình 6. Mức nước tầng Pliocen hạ trước và sau BSNT

## 5. KẾT LUẬN

Sau khi được BSNT  $200.000\text{m}^3/\text{ngày}$  thì các nguồn hình thành trữ lượng đã có sự biến đổi theo hướng có lợi. Ngoại trừ các thành phần: lượng bổ cập từ mưa, bốc hơi, thấm xuyên từ sông và biên mực nước xác định có biến đổi không đáng kể thì lượng thấm xuyên lại có sự biến động lớn, đặc biệt từ tầng Pleistocen hạ. Điều này sẽ làm mực nước và các yếu tố khác tại hai tầng trên và dưới cũng có sự thay đổi theo.

Từ các kết quả tính toán trên cho thấy khả năng thực hiện BSNT ở TPHCM là khả thi. Lượng BSNT chỉ chiếm khoảng 20% lượng khai thác đã cho phép cải thiện đáng kể tốc độ hạ thấp mức nước trong tầng chứa nước Pliocen thượng và cả các tầng chung quanh (hình 5 và hình 6).

Về vấn đề BSNT này, bài báo chỉ dừng lại ở mức độ giải một bài toán ĐCTV bằng MHDCNDD để đưa ra được một kết quả mang tính gợi ý cho các nghiên cứu tiếp theo. Để BSNT được 200.000m<sup>3</sup>/ngày vào tầng Pliocen thượng cần phải có nhiều nghiên cứu chuyên sâu hơn và đầu tư kinh phí rất lớn. Do đó, giai đoạn thiết kế cần phải cân nhắc cẩn thận khi lựa chọn các phương án tối ưu.

Để có được kết quả tin cậy cho từng phương án thì hoặc thẩm định kết quả thiết kế thì phương pháp mô hình sẽ có lời giải gần với thực tế và nhanh nhất so với các phương pháp tính toán khác hiện nay.

Tầng chứa nước Pliocen thượng là đối tượng đang bị khai thác, dấu hiệu cạn kiệt đã được ghi nhận. Cần thiết có được chiến lược bảo vệ tầng chứa nước này nói riêng và các tầng chứa nước còn lại trong khu vực nói chung. Ngoài các biện pháp như: hạn chế khai thác (tiết kiệm), tìm nguồn nước khác thay thế (nước mặt), chuyển sang khai thác tầng chứa nước... thì việc BSNT là điều các nhà quản lý cần quan tâm. Nếu được chọn để thực hiện thì MHDCNDD sẽ là công cụ không thể thiếu từ lúc thiết kế đến quá trình vận hành hệ thống BSNT.

## CALCULATION FOR ARTIFICIAL RECHARGE FOR UPPER PLIOCENE AQUIFER IN HOCHIMINH CITY AREA

**Ngo Duc Chan**

Division of Hydrogeology and Engineering Geology for the South of Vietnam

**ABSTRACT:** *The groundwater artificial recharge is one of the most effective solutions improving groundwater degradation. Designing and operating an artificial recharge system require reliable calculation methods. The groundwater modeling method would be the satisfied solution.*

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Đoàn Văn Cảnh, Phạm Quý Nhân. *Tin học ứng dụng trong địa chất thủy văn (Giáo trình Cao học và Nghiên cứu sinh)*.; Trường Đại Học Mỏ Địa chất, Hà Nội, (2001).
- [2]. Ngô Đức Chân. Luận văn cao học: *Xây dựng mô hình dòng chảy nước dưới đất để đánh giá trữ lượng tiềm năng và tính toán bổ sung nhân tạo tầng chứa nước Pliocen thượng khu vực TPHCM*.; Trường Đại học bách khoa TP. Hồ Chí Minh; TPHCM, (2004).
- [3]. Ngô Đức Chân, Đỗ Tiến Hùng, Báo cáo chuyên đề: “*Mô hình dòng ngầm vùng thành phố Hồ Chí Minh*”, thuộc “*Báo cáo quy hoạch và sử dụng nước ngầm thành phố Hồ Chí Minh*”, Sở Công nghiệp thành phố Hồ Chí Minh, (2001)