

KHAI THÁC BỀN VỮNG TẦNG CHỨA NƯỚC PLIOCEN GIỮA VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Nguyễn Đình Tứ

Đại học Quốc gia TP.Hồ Chí Minh

Tóm tắt: Bài báo đã nêu đặc điểm tầng chứa nước Pliocen giữa, đồng bằng Sông Cửu Long với các số liệu được cập nhật từ diện phân bố nước mặn, nhạt, bề dày, chiều sâu mái, chiều sâu đáy, mực áp lực, hiện trạng khai thác. Mô hình số nước ngầm cũng được xây dựng với các dữ liệu cập nhật để tính tổng trữ lượng khai thác tiềm năng nước nhạt, trữ lượng khai thác an toàn và trữ lượng còn có thể khai thác an toàn của tầng chứa nước. Các tính toán này được thực hiện chi tiết cho từng địa phương ở đồng bằng Sông Cửu Long. Kết quả tính toán cho thấy tổng trữ lượng khai thác tiềm năng nước dưới đất (nhạt) TCN Pliocen giữa là 4.398.655 m³/ngày, trữ lượng khai thác an toàn (bền vững) là 879.731 m³/ngày, trữ lượng còn lại có thể khai thác an toàn chỉ còn 402.372 m³/ngày. Kết quả này giúp ích cho công tác quản lý, khai thác bền vững tài nguyên nước dưới đất của khu vực nghiên cứu, nơi mà thường được dự báo sẽ bị ảnh hưởng nặng của biến đổi khí hậu.

1. Mở đầu

1.1. Giới thiệu về Đồng bằng Sông Cửu Long

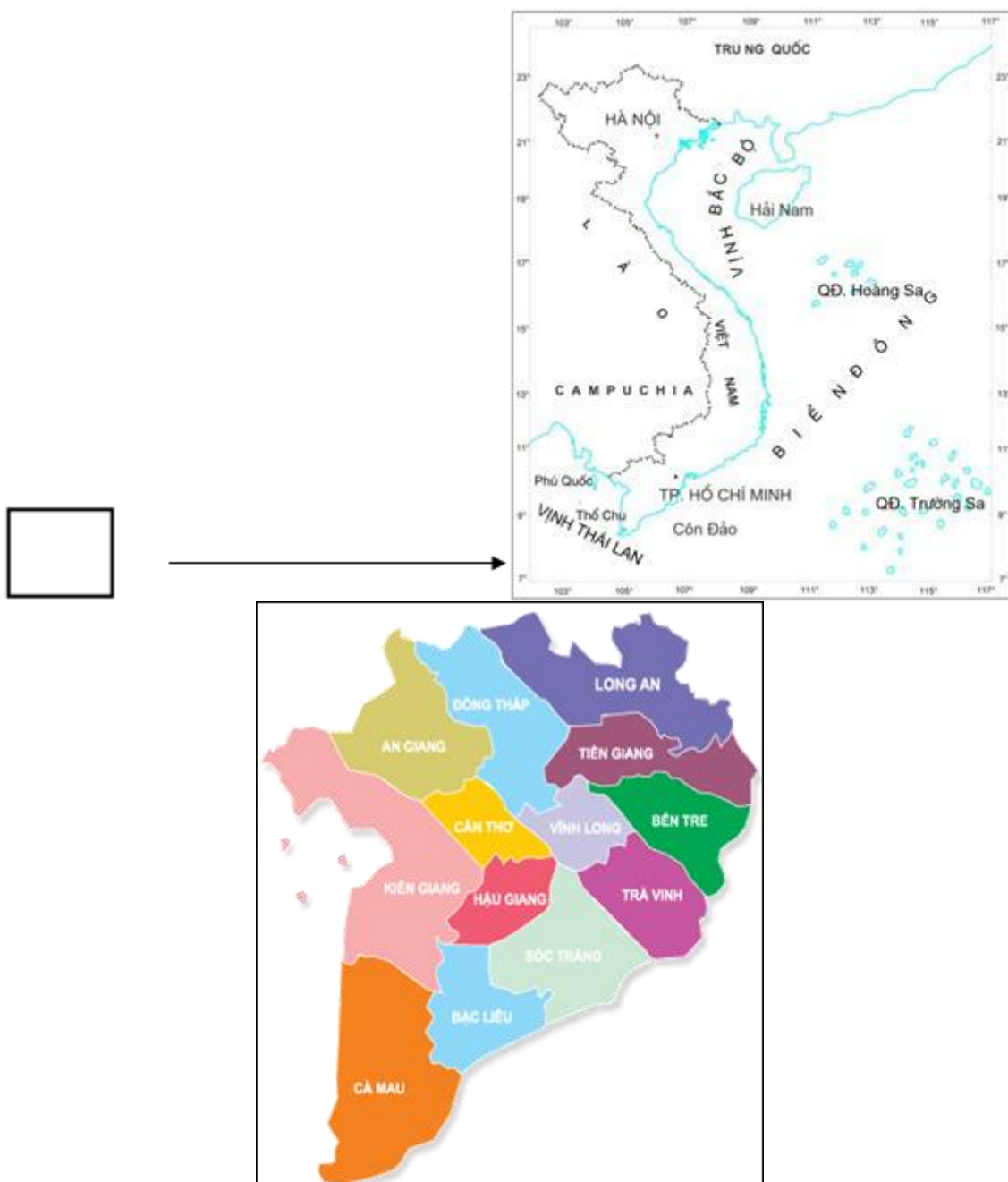
Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là vùng cực nam của nước ta, còn được gọi là Vùng đồng bằng Nam Bộ hoặc miền Tây Nam Bộ, có diện tích 39.700 km². Bao gồm 01 thành phố trực thuộc trung ương là Cần Thơ và 12 tỉnh: Long An, Tiền Giang, Bến Tre, Vĩnh Long, Trà Vinh, Hậu Giang, Sóc Trăng, Đồng Tháp, An Giang, Kiên Giang, Bạc Liêu và Cà Mau (Vượng và nnk, 2014) (Hình 1). ĐBSCL chiếm vị trí quan trọng trong phát triển kinh tế - xã hội của đất nước, chính vì vậy việc khai thác và bảo vệ bền vững nguồn tài nguyên nước dưới đất tại khu vực này có ý nghĩa vô cùng quan trọng.

1.2. Hệ thống các tầng chứa nước

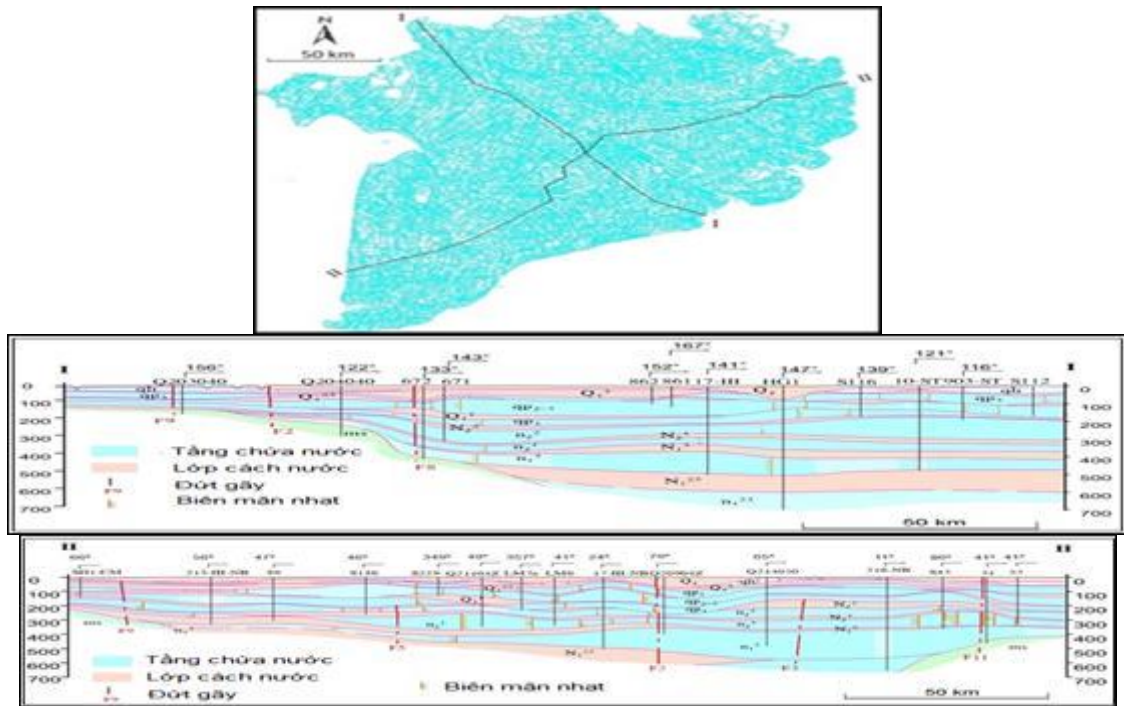
Ở ĐBSCL có 09 tầng chứa nước (TCN), gồm 08 TCN trong các trầm tích lỗ hổng và 01 TCN trong đá gốc nứt nẻ. Trong đó có 7 TCN chính là: Holocen (qh), Pleistocen trên (qp₃), Pleistocen giữa-trên (qp₂₋₃), Pleistocen dưới (qp₁), Pliocen giữa (n₂²), Pliocen dưới (n₂¹) và Miocen trên (n₁³). TCN Miocen giữa-trên và TCN trong đá gốc nứt nẻ chưa được nghiên cứu đánh giá. Xen kẽ giữa các TCN lỗ hổng nói trên là các thành tạo chứa nước kém, có tuổi địa chất tương ứng: Holocen (Q₂), Pleistocen trên (Q₁³), Pleistocen giữa-trên (Q₁²⁻³), Pleistocen dưới (Q₁¹), Pliocen giữa (N₂²), Pliocen dưới (N₂¹), Miocen trên (N₁³) và Miocen giữa-trên (N₁²⁻³) (Vượng và nnk, 2014) (Hình 2).

2. Đặc điểm địa chất vùng đồng bằng Sông Cửu Long

Địa tầng khu vực ĐBSCL bao gồm các thành hệ đá xâm nhập, phun trào và trầm tích có tuổi từ Devon tới Đệ tứ. Các đá xâm nhập và phun trào đóng vai trò đá gốc dưới đáy, các trầm tích là các lớp phủ phía trên. Các đá xâm nhập gồm các đá magma tuổi Trias muộn (T₃) và Jura - Creta (J₃-K). Các đá phun trào tuổi Devon - Carbon sớm (D-C₁), Permi - Trias sớm (P-T₁), Trias trung-muộn (T₂₋₃), và Paleogen (Eocen-Oligocen). Các thành hệ trầm tích bao gồm Miocen giữa trên (N₁²⁻³), Miocen trên (N₁³), Pliocen dưới (N₂¹), Pliocen giữa (N₂²), Pleistocen dưới (Q₁¹), Pleistocen giữa-trên (Q₁²⁻³), Pleistocen trên (Q₁³), Holocen dưới-giữa (Q₂¹⁻²), Holocen giữa-trên (Q₂²⁻³), và Holocen trên (Q₂³). Mỗi thành hệ được chia thành các đơn vị nhỏ hơn phụ thuộc vào loại nguồn gốc thành tạo (sông, biển, đầm lầy, gió). Nhìn chung mỗi thành hệ được chia thành hai phần, phần trên bao gồm bột, sét hoặc sét bột có tính thấm yếu, phần có tính thấm bao gồm cát hạt mịn đến thô, sỏi và cuội (Vượng và nnk, 2014).



Hình 1. Khu vực đồng bằng Sông Cửu Long



Hình 2. Hệ thống các tầng chứa nước ở ĐBSCL (Vượng và nnk, 2014)

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Phương pháp luận

Sau khi nghiên cứu các tài liệu hiện hữu liên quan, cùng với các số liệu mới thu thập được, tác giả đã tính toán, miêu tả và cập nhật chi tiết đặc điểm TCN Pliocen giữa, xác định chiều sâu, diện phân bố bao gồm cả phần mặn và phần nhạt cũng như các thuộc tính khác của TCN. Đồng thời cập nhật hiện trạng khai thác của TCN này. Kế tiếp, tác giả sử dụng quan điểm mới theo Dự án “Đánh giá ngành nước Việt Nam”: trữ lượng khai thác an toàn (bền vững) bằng 20% tổng trữ lượng khai thác tiềm năng nước dưới đất và tác giả tính toán trữ lượng khai thác tiềm năng của TCN Pliocen giữa, sau đó sử dụng mức 20% để xác định trữ lượng khai thác an toàn, và hiệu số giữa trữ lượng này với lưu lượng đang khai thác chính là trữ lượng còn có thể khai thác an toàn của khu vực nghiên cứu. Các số liệu này được tính toán chi tiết cho từng địa phương kèm theo những kiến nghị cụ thể.

Kết quả nghiên cứu giúp cho địa phương có cái nhìn xác thực về tính chất tầng chứa nước, hiện trạng khai thác và trữ lượng còn có thể khai thác an toàn của TCN Pliocen giữa, điều này sẽ giúp ích cho địa phương trong công tác quản lý và khai thác bền vững tài nguyên nước dưới đất.

3.2. Phương pháp tính toán

Với điều kiện thực tế tại khu vực nghiên cứu, trữ lượng khai thác tiềm năng nước dưới đất được tính theo công thức rút gọn như sau (Bùi Trần Vượng và nnk, 2014):

$$Q_{kt} = \alpha_1 Q_m + \alpha_2 \frac{V_m}{t} \quad (1)$$

trong đó: Q_{kt} : Trữ lượng khai thác tiềm năng nước dưới đất; Q_m : Trữ lượng động tự nhiên; V_m : Trữ lượng tĩnh tự nhiên; α_1 , α_2 : Hệ số sử dụng các loại trữ lượng tương ứng; t_{kt} : Thời gian khai thác (bằng 10^4 ngày).

Trữ lượng động tự nhiên (Q_m): của nước dưới đất là lượng nước cung cấp cho TCN trong điều kiện chưa bị phá hủy bởi khai thác. Trữ lượng động tự nhiên được tính bằng tổng các lượng nước chảy vào các tầng chứa nước (thấm của nước mưa, thấm từ sông và các khối nước mặt, thấm dọc ranh giới từ các vùng bên ngoài vào vùng nghiên cứu và thấm xuyên từ các TCN lân cận...).

Trữ lượng động tự nhiên cũng có thể được xác định bằng *tổng lượng thoát ra khỏi tầng chứa nước* (lượng bốc hơi, lượng thoát của mạch nước, lượng thoát ra các tầng chứa nước lân cận, lượng thoát ra sông suối...).

Tổng các lượng nước chảy vào các tầng chứa nước ở đồng bằng Sông Cửu Long bao gồm các thành phần sau: 1) Bồi đắp từ nước mưa; 2) Thẩm từ sông; 3) Thẩm xuyên giữa các tầng chứa nước; 4) Thẩm theo chiều ngang từ các vùng bên ngoài vào vùng nghiên cứu. Bốn thành phần này được đánh giá bằng phương pháp mô hình dòng chảy nước dưới đất không được mô tả chi tiết trong bài báo này.

Trữ lượng tĩnh tự nhiên V_m : Đối với các tầng chứa nước không áp, trữ lượng tĩnh tự nhiên chỉ có một thành phần là *trữ lượng tĩnh trọng lực*. Đối với các tầng chứa nước có áp trữ lượng tĩnh có hai thành phần là: *trữ lượng tĩnh trọng lực* và *trữ lượng tĩnh đàn hồi*.

Trong đó trữ lượng tĩnh trọng lực (Q_{dt}): Là lượng nước trọng lực chứa trong lỗ hổng và khe nứt của TCN, được tính theo công thức:

$$Q_{dt} = \alpha \mu \frac{mF}{t_{kt}} \quad (2)$$

trong đó: Q_{dt} : Trữ lượng trọng lực, $m^3/ngày$; α : Hệ số sử dụng trữ lượng trọng lực (bằng 0,35); μ : Hệ số nhả nước trọng lực; m : Chiều dày chứa nước, m; F : Diện tích phân bố tầng chứa nước, m^2 ; t_{kt} : Thời gian khai thác (bằng 10^4 ngày).

Trữ lượng tĩnh đàn hồi (Q_{dh}): Là lượng nước chứa trong khe nứt hoặc lỗ hổng của tầng chứa nước áp lực được thoát ra khi giảm áp tầng chứa nước, được tính theo công thức:

$$Q_{dh} = \mu^* \frac{FH}{t_{kt}} \quad (3)$$

trong đó: μ^* : Hệ số nhả nước đàn hồi; F : Diện tích phân bố tầng chứa nước, m^2 ; H : Trị số áp lực trung bình trên mái tầng chứa nước, m; t_{kt} : Thời gian khai thác (bằng 10^4 ngày).

4. Kết quả tính toán

4.1. Đặc điểm TCN Pliocen giữa

TCN Pliocen giữa phân bố rộng trong vùng nghiên cứu với diện tích 36.276km², không tồn tại ở các huyện Tri Tôn, Tịnh Biên, Thoại Sơn, Châu Đốc (An Giang), Hà Tiên, Kiên Lương và Hòn Đất (Kiên Giang).

TCN được thành tạo bởi các trầm tích Pliocen giữa nguồn gốc sông (aN_2^2) gồm cát lẫn sạn sỏi, cát pha sét bột và sông-biển (amN_2^2) với thành phần chủ yếu là cát, cát pha sét bột. TCN bị thể địa chất rất nghèo nước tuổi Pliocen giữa nguồn gốc biển (mN_2^2) phủ lên và nằm trên thể địa chất rất nghèo nước tuổi Pliocen dưới nguồn gốc biển (mN_2^1) (Vượng và nnk, 2014).

Tài liệu của 359 lỗ khoan thu thập cho thấy chiều sâu tới mái từ 42,6 m đến 318,9 m, trung bình 206,47 m; chiều sâu tới đáy từ 125 m đến 415,4 m, trung bình 258,92 m; chiều dày từ 4 m đến 147 m, trung bình 51,33 m. Mái và đáy TCN chìm sâu ở trung tâm vùng nghiên cứu, tầng chứa nước bị vát nhọn ở phía tây bắc và mở rộng dần về phía đông nam (vùng ven Biển Đông) vùng nghiên cứu (Vượng và nnk, 2014) (Bảng 1, Hình 2).

Bảng 1. Diện tích và chiều sâu mái, chiều dày phân bố TCN n_2^2 tính theo đơn vị hành chính (Vượng và nnk, 2014)

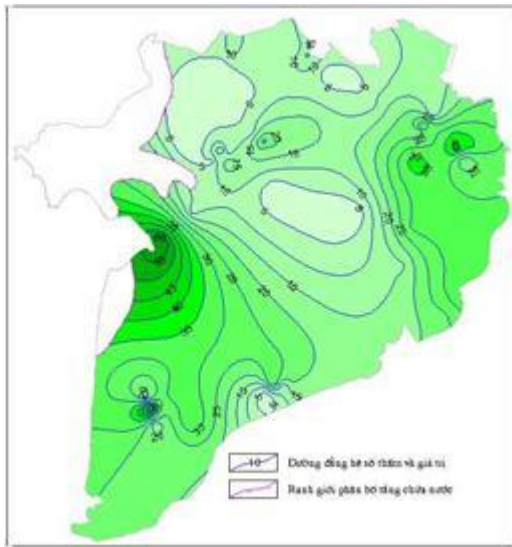
Tỉnh/TP	Loại nước dưới đất	Diện tích phân bố, km ²	Chiều sâu mái trung bình, m	Chiều dày trung bình, m	Chiều cao áp lực trên mái TCN, m
An Giang	mặn	2.497	149,3	30,6	178,07
	nhạt	406	149,3	30,6	178,07
Bạc Liêu	mặn	51	138,8	32,9	113,01
	nhạt	2.313	138,8	32,9	113,01
Bến Tre	mặn	2.472	161,2	36,5	166,00

	nhật	12	161,2	36,5	166,00
Cà Mau	mặn	2.737	148	28,1	119,10
	nhật	2.458	148	28,1	119,10
Cần Thơ	mặn	549	157,1	39,6	182,97
	nhật	897	157,1	39,6	182,97
Đồng Tháp	mặn	2.759	141,7	43,1	110,89
	nhật	642	141,7	43,1	110,89
Hậu Giang	mặn	918	165,4	46,7	147,52
	nhật	710	165,4	46,7	147,52
Kiên Giang	mặn	3.625	123,5	34,3	106,37
	nhật	1.973	123,5	34,3	106,37
Long An	mặn	3.803	115	35,0	117,93
	nhật	698	115	35,0	117,93
Sóc Trăng	mặn	1.278	137,2	40,0	136,35
	nhật	2.012	137,2	40,0	136,35
Tiền Giang	mặn	2.105	143,6	38,2	160,31
	nhật	298	143,6	38,2	160,31
Trà Vinh	mặn	1.421	168	49,5	171,68
	nhật	944	168	49,5	171,68
Vĩnh Long	mặn	1.454	156,1	41,7	151,62
	nhật	79	156,1	41,7	151,62

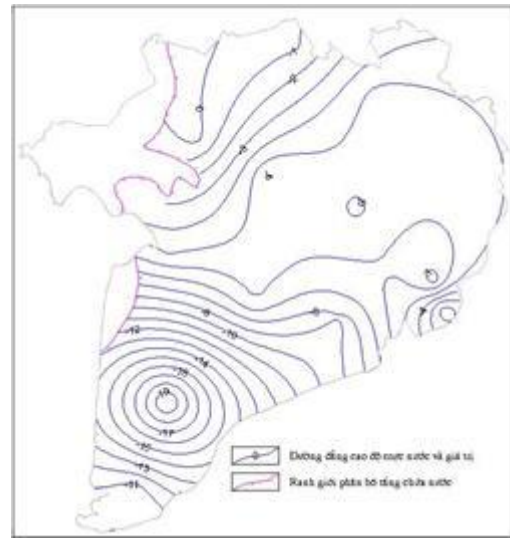
Kết quả tính toán thông số từ tài liệu bơm hút thí nghiệm của 60 lỗ khoan cho thấy hệ số thấm thay đổi từ 0,17 m/ngày đến 67,20 m/ngày (Vượng và nnk, 2014). Bản đồ hệ số thấm được minh họa trong Hình 3a.

Chiều cao áp lực trên mái tầng chứa nước thay đổi từ 117,52 m đến 279,31 m, trung bình 195,09 m (theo số liệu thống kê từ 75 lỗ khoan thu thập trong vùng). Chiều cao áp lực trung bình trên mái tầng chứa nước cao nhất ở Bến Tre (234,06 m) và thấp nhất ở Trà Vinh (155,45 m). Mức nước trong tầng n_2^2 có xu hướng chung thấp dần từ bắc xuống nam, ở khu vực phía nam tạo thành hình phễu với tâm phễu là thành phố Cà Mau với khoảng dao động khá lớn (từ -20,14 m đến -7 m) (Hình 3b).

Kết quả hút nước thí nghiệm từ 105 lỗ khoan cho thấy mức độ chứa nước của tầng thay đổi từ nghèo đến giàu: khu vực giàu nước phân bố gần như toàn bộ diện tích tầng chứa nước với diện tích 28.831 km²; khu vực có mức độ chứa nước trung bình có diện tích là 5.661 km²; khu vực nghèo nước có diện tích là 1.783 km² (Hình 3c).



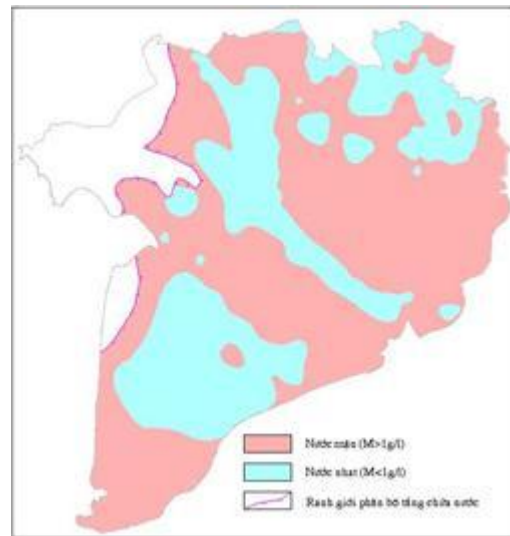
a. Bản đồ đẳng hệ số thấm



b. Bản đồ đẳng cao độ mực nước ngày 15/10/2010



c. Bản đồ mức độ chứa nước



d. Bản đồ phân bố mặn nhạt

Hình 3. Đặc trưng chủ yếu của tầng chứa nước n_2 .

Theo tài liệu đo địa vật lý và kết quả phân tích độ tổng khoáng hóa của 102 lỗ khoan cho thấy: Vùng nước nhạt có diện tích 14.014 km² phân bố thành 3 khoảng lớn: khoảng phía nam gồm phần lớn tỉnh Bạc Liêu và Cà Mau; khoảng trung tâm kéo dài từ trung tâm tỉnh Đồng Tháp qua Long Xuyên - An Giang dọc theo bờ nam sông Hậu xuống Sóc Trăng và một phần Trà Cú - Trà Vinh; khoảng phía bắc gồm phần lớn tỉnh Long An và một phần tỉnh Tiền Giang; độ khoáng hóa thay đổi từ 0,13 g/l đến 0,98 g/l. Vùng nước mặn có diện tích 22.253 km², phân bố xen kẽ giữa 3 khoảng nước nhạt (Hình 3d), độ khoáng hóa thay đổi từ 1,16 g/l đến 27,30 g/l (trung bình 8,5 g/l).

Nguồn cung cấp cho tầng chứa nước n_2^2 chủ yếu ở miền Đông Nam Bộ và ở phần đất của Campuchia chảy đến và một phần thấm xuyên từ các tầng chứa nước nằm kề (Vượng và nnk, 2014).

4.2. Hiện trạng khai thác

Kết quả điều tra khảo sát 13 tỉnh, thành phố thuộc vùng đồng bằng Sông Cửu Long năm 2010 (Vượng và nnk, 2014) đã chỉ ra rằng hiện có 46.672 giếng khoan khai thác trong tầng n_2^2 , chiếm khoảng 8,43% tổng số giếng khoan khai thác toàn vùng. Lưu lượng khai thác 477.359 m³/ngày, chiếm khoảng 24,8% tổng lưu lượng khai thác toàn vùng (Bảng 2). Như vậy nếu chỉ xét trên mức bình quân thì phần trăm (%) lưu lượng khai thác gần gấp 3 lần % số lượng giếng khoan. Điều này khẳng định đây là TCN cung cấp nước ngầm quan trọng trong khu vực. Tuy nhiên, lượng giếng khai thác lại tập trung chủ yếu ở tỉnh Cà Mau, chiếm 90,7% lượng giếng toàn vùng. Các tỉnh còn

lại khai thác ít gồm Long An, Đồng Tháp, An Giang, Tiền Giang và Cần Thơ. Các tỉnh chỉ khai thác một lượng nhỏ như Bạc Liêu và Sóc Trăng. Các tỉnh gần như không khai thác trong TCN này gồm Bến Tre, Hậu Giang, Trà Vinh và Vĩnh Long do bị nhiễm mặn hoặc chi phí đầu tư quá lớn so với lưu lượng nước nhạt thu được.

Bảng 2. Thống kê số giếng và lưu lượng khai thác theo đơn vị hành chính TCN n_2^2 (Bùi Trần Vượng và nnk, 2014)

TT	Tỉnh/thành phố	Toàn bộ các TCN		Tầng n_2^2	
		Tổng số lỗ khoan	Tổng lưu lượng khai thác $m^3/ngày$	Số lượng lỗ khoan	Lưu lượng khai thác $m^3/ngày$
1	An Giang	6.374	94.537	662	34.185
2	Bạc Liêu	93.369	248.728	24	12.465
3	Bến Tre	2.653	17.986	0	0
4	Cà Mau	67.328	159.118	42.353	105.198
5	Cần Thơ	48.797	188.844	105	41.972
6	Đồng Tháp	4.838	116.169	1.181	114.743
7	Hậu Giang	40.572	62.544	0	0
8	Kiên Giang	93.13	197.441	35	6.835
9	Long An	3.435	195.554	1.998	144.585
10	Sóc Trăng	80.069	244.85	4	0
11	Tiền Giang	153	140.664	310	17.376
12	Trà Vinh	88.833	224.773	0	0
13	Vĩnh Long	22.207	32.473	0	0
Tổng		553.135	1.923.681	46.672	477.359

4.3. Về các thông số địa chất thủy văn

Các thông số để tính trữ lượng nước dưới đất gồm: Diện tích phân bố của các tầng chứa nước, F ; Diện tích phân bố nước dưới đất mặn, $F_{mặn}$; Diện tích phân bố nước dưới đất nhạt, $F_{nhạt}$; Diện tích phân bố nước dưới đất nhạt có mức độ chứa nước từ giàu đến trung bình, F_{g-tb} ; Chiều dày chứa nước, m ; Chiều cao áp lực trên mái tầng chứa nước, H ; Hệ số nhả nước trọng lực, μ ; Hệ số nhả nước đàn hồi μ^* .

Giá trị của các thông số ĐCTV được chọn và sử dụng để tính trữ lượng khai thác tiềm năng nước dưới đất TCN n_2^2 được nêu trong Bảng 3.

4.4. Trữ lượng khai thác tiềm năng nước dưới đất

Trữ lượng khai thác tiềm năng nước dưới đất là tổng của hai thành phần: 1) Trữ lượng động tự nhiên và 2) Trữ lượng tĩnh tự nhiên.

Bảng 3. Các thông số địa chất thủy văn theo cấu trúc chứa nước TCN n_2^2 (Vượng và nnk, 2014)

Các thông số	Giá trị
Diện tích phân bố của các tầng chứa nước F, km ²	36.267
Diện tích phân bố nước dưới đất mặn F _{mặn} , km ²	22.253
Diện tích phân bố nước dưới đất mặn có mức độ chứa nước từ giàu đến trung bình F _{mặn g-tb} , km ²	21.455
Diện tích phân bố nước dưới đất nhạt F _{nhạt} , km ²	14.014
Diện tích phân bố nước dưới đất nhạt có mức độ chứa nước từ giàu đến trung bình F _{nhạtg-tb} , km ²	12.948
Chiều dày chứa nước trung bình, m	51,33
Chiều cao áp lực trung bình trên mái tầng chứa nước H, m	198,13
Hệ số nhả nước trọng lực trung bình, μ	0,18
Hệ số nhả nước đàn hồi trung bình, μ^*	0,00030

4.4.1. Trữ lượng động tự nhiên

Trữ lượng động tự nhiên được đánh giá bằng mô hình dòng chảy nước dưới đất tính cho toàn bộ các TCN của khu vực nghiên cứu trong mối tương tác lẫn nhau. Mô hình gồm 14 lớp đại diện cho 7 lớp chứa nước yếu và 7 TCN, thời gian mô phỏng là 11 năm từ 2000 đến 2010, với 22 bước thời gian (ứng với mùa khô và mùa mưa mỗi năm). Sau khi xây dựng và hiệu chỉnh mô hình dòng chảy nước dưới đất cung cấp các bảng cân bằng nước (Water Budget). Từ các bảng cân bằng nước này tính toán định lượng được các thành phần trữ lượng động ở đồng bằng sông Cửu Long bao gồm 4 thành phần: 1) Bỏ cập từ nước mưa; 2) Thẩm từ bên ngoài vào ĐBSCL; 3) Thẩm từ sông; 4) Thẩm xuyên giữa các tầng chứa nước (Vượng và nnk, 2014).

Trữ lượng động tự nhiên thay đổi theo từng bước thời gian mô phỏng. Bảng 4 trình bày trữ lượng động tự nhiên của tầng chứa nước n₂² tại hai bước thời gian là mùa khô và mùa mưa năm 2010. Trữ lượng động tự nhiên trong bảng bao gồm cả nước dưới đất mặn và nước dưới đất nhạt.

Bảng 4. Trữ lượng động tự nhiên (cả nước dưới đất mặn và nhạt) TCN n₂² (Vượng và nnk, 2014)

Các thành phần chảy vào	Mùa khô	Mùa mưa	Chênh lệch
Thẩm từ bên ngoài	44.390	81.707	37.317
Thẩm từ sông, kênh rạch, biển	00	00	0
Bỏ cập từ nước mưa	00	00	0
Thẩm từ tầng nằm dưới	4462	4466	4
Thẩm từ tầng nằm trên	2268	2273	5
Tổng các thành phần chảy vào	445.120	882.446	37.326

4.4.2. Trữ lượng tĩnh tự nhiên

Với các thông số trong các Bảng 3, áp dụng công thức (2) để tính trữ lượng tĩnh trọng lực và áp dụng công thức (3) để tính trữ lượng tĩnh đàn hồi nước dưới đất của nước dưới đất TCN n₂², kết quả được trình bày trong Bảng 5.

Trữ lượng khai thác tiềm năng nước dưới đất nhạt, mặn TCN n_2^2 phân chia theo từng tỉnh được nêu chi tiết trong Bảng 6.

Trong báo cáo dự án “Đánh giá ngành nước Việt Nam”, một dự án được Chính phủ Việt Nam chỉ đạo với sự hỗ trợ của cộng đồng các nhà tài trợ quốc tế, do ADB đứng đầu với sự đồng tài trợ của Chính phủ Hà Lan, Đan Mạch và Chính phủ Úc có khẳng định: “Theo tiêu chuẩn Quốc tế khi mức khai thác sử dụng nước vượt quá 20% lượng dòng chảy thì bắt đầu có sự căng thẳng về nguồn nước. Và mức căng thẳng cao khi tỷ lệ khai thác lên trên 40%” (Vượng và nnk, 2014).

Bảng 5. Trữ lượng tính trọng lực và trữ lượng tính đàn hồi nước dưới đất theo cấu trúc chứa nước của TCN n_2^2

Trữ lượng tính trọng lực, Q_{tl} , $m^3/ngày$	Nước nhạt	4.324.231
	Nước mặn	7.449.900
Trữ lượng tính đàn hồi, Q_{dh} , $m^3/ngày$	Nước nhạt	74.424
	Nước mặn	125.920

Bảng 6. Trữ lượng khai thác tiềm năng nước dưới đất nhạt, mặn TCN n_2^2

Địa phương	Nước nhạt	Nước mặn
An Giang	156.649	373.981
Bạc Liêu	872.125	132.85
Bến Tre	6.960	953.194
Cà Mau	749.140	736.133
Cần Thơ	137.362	65.178
Đồng Tháp	550.676	470.503
Hậu Giang	72.426	257.746
Kiên Giang	76.377	355.831
Long An	899.218	667.991
Sóc Trăng	558.293	1.655.497
Tiền Giang	232.915	642.978
Trà Vinh	82.321	945.284
Vĩnh Long	4.191	318.656
Tổng	4.398.655	7.575.821

Theo quan điểm trên, trong bài báo này giả sử rằng trữ lượng khai thác an toàn (bền vững) bằng 20% của $4.398.655 = 879.731 m^3/ngày$. Sau khi trừ đi lượng khai thác nước dưới đất hiện hữu là $477.359 m^3/ngày$, trữ lượng còn có thể khai thác an toàn TCN n_2^2 chỉ còn $402.372 m^3/ngày$ (Bảng 7).

Trên cơ sở đó, dựa vào hiện trạng khai thác và đặc điểm TCN n_2^2 từng tỉnh, tác giả lập ra Bảng 8 nêu chi tiết trữ lượng khai thác tiềm năng, trữ lượng khai thác an toàn, lượng khai thác nước dưới đất và trữ lượng còn có thể khai thác an toàn của nguồn nước dưới đất nhạt TCN n_2^2 theo từng tỉnh vùng ĐBSCL.

Bảng 7. Khả năng khai thác an toàn TCN n₂²

Trữ lượng khai thác tiềm năng, m ³ /ngày	Trữ lượng khai thác an toàn, m ³ /ngày	Lượng khai thác nước dưới đất, m ³ /ngày	Trữ lượng còn có thể khai thác an toàn, m ³ /ngày
4.398.655	879.731	477.359	402.372

Bảng 8. Khả năng khai thác của nguồn nước dưới đất theo đơn vị hành chính TCN n₂²

Địa phương	Trữ lượng khai thác tiềm năng, m ³ /ngày	Trữ lượng còn có thể khai thác an toàn, m ³ /ngày
An Giang	156.649	-2.855
Bạc Liêu	872.125	161.960
Bến Tre	6.960	1.392
Cà Mau	749.140	44.630
Cần Thơ	137.362	-14.500
Đồng Tháp	550.676	-4.608
Hậu Giang	72.426	14.485
Kiên Giang	76.377	8.440
Long An	899.218	35.259
Sóc Trăng	558.293	111.659
Tiền Giang	232.915	29.207
Trà Vinh	82.321	16.464
Vĩnh Long	4.191	838
Tổng	4.398.655	402.372

5. Thảo luận

Theo kết quả tính toán, TCN Pliocen giữa có diện phân bố rộng, chiều dày lớn; mức độ chứa nước từ nghèo đến giàu, diện tích giàu nước lớn; diện tích nước nhạt lớn phân bố thành những khoảng lớn rất thuận tiện cho việc khai thác sử dụng, và là TCN cung cấp nước quan trọng cho khu vực ĐBSCL.

Số liệu tại Bảng 4 cho ta thấy, lượng thấm bên ngoài vào TCN n₂² là chủ yếu, mùa khô khoảng 44.390m³/ngày, mùa mưa khoảng 81.707m³/ngày, lượng thấm từ tầng trên xuống và từ tầng dưới lên không đáng kể. Điều đặc biệt là sự khác biệt giữa mùa khô và mùa mưa, tổng các thành phần chảy vào TCN n₂² tăng khoảng 84%, chứng tỏ trữ lượng động tự nhiên bị ảnh hưởng sâu sắc bởi mùa.

Trữ lượng động tự nhiên từng mùa trong năm đã được mô hình tính toán như nêu trên khá tin cậy. Tuy nhiên việc tách bạch trữ lượng động tự nhiên là nước dưới đất nhạt là vấn đề rất khó khăn. Lý do là:

Thành phần bổ cập từ nước mưa: chỉ xuất hiện trong lớp chứa nước yếu Q_2 nằm trên cùng. Tuy nhiên trong thực tế phần lớn diện phân bố của lớp chứa nước yếu Q_2 đều chứa nước dưới đất mặn.

Thành phần thấm từ bên ngoài vùng ĐBSCL, thành phần thấm từ sông kênh rạch biển: chưa có thông tin phân bố nước nhạt, nước mặn dọc theo các biên này để phân biệt đâu là nước dưới đất mặn và nước dưới đất nhạt.

Thành phần thấm xuyên từ tầng trên xuống và từ tầng dưới lên: diện tích mặn nhạt của các tầng chứa nước phân bố phức tạp, thường là không giống nhau, do vậy cũng chưa thể xác định các thành phần này là nước dưới đất mặn hay nhạt.

Với các lý do trên, trong bài báo này chưa tính toán chi tiết được trữ lượng động tự nhiên nước dưới đất nhạt và mặn và “trữ lượng khai thác tiềm năng nước dưới đất” chỉ có 1 thành phần là “trữ lượng tĩnh tự nhiên”.

Kết quả tính toán Bảng 5 chỉ ra rằng: trữ lượng khai thác tiềm năng nước dưới đất nhạt của tầng chứa nước n_2^2 vùng ĐBSCL là 4.398.655 $m^3/ngày$. Trong đó trữ lượng tĩnh trọng lực là 4.324.231 $m^3/ngày$ và trữ lượng tĩnh đàn hồi là 74.424 $m^3/ngày$. Tổng trữ lượng khai thác tiềm năng nước dưới đất mặn TCN n_2^2 vùng ĐBSCL là 7.462.492 $m^3/ngày$. Trong đó trữ lượng tĩnh trọng lực là 7.449.900 $m^3/ngày$ và trữ lượng tĩnh đàn hồi là 125.920 $m^3/ngày$.

Qua tính toán được nêu tại Bảng 8, chúng ta thấy về mặt lý thuyết một số tỉnh thành có thể khai thác với lưu lượng rất ít như Bến Tre, Hậu Giang, Trà Vinh và Vĩnh Long nhưng trên thực tế việc khai thác nước dưới đất tại các tỉnh này được thực hiện tại các TCN khác do sự phân bố nước mặn là chủ yếu, diện tích nước nhạt phân bố nhỏ lẻ, không đủ cho việc đầu tư giếng khai thác, hoặc chi phí cho việc khai thác tầng này không hiệu quả như ở tầng khác (Bảng 8 là tính cho toàn tỉnh).

Các tỉnh có thể khai thác thêm với lưu lượng lớn: khoảng 100.000 $m^3/ngày$ (Bạc Liêu) và 160.000 $m^3/ngày$ (Sóc Trăng). Các tỉnh Cà Mau, Long An và Tiền Giang chỉ có thể khai thác thêm với lưu lượng nhỏ khoảng 29.000-35.000 $m^3/ngày/tỉnh$. Các tỉnh/thành: Cần Thơ, Đồng Tháp, An Giang đã khai thác vượt mức an toàn, cần giảm bớt sự khai thác nước dưới đất tại tầng này.

6. Kết luận

Trong khuôn khổ của bài báo này, tác giả đã nêu đặc điểm TCN n_2^2 với các số liệu được cập nhật mới nhất có thể từ diện phân bố mặn nhạt, bề dày, chiều sâu mái, chiều sâu đáy, mực áp lực, hiện trạng khai thác chi tiết cho từng địa phương.

Bằng quan niệm mới về trữ lượng khai thác an toàn và sử dụng mô hình số để tính tổng trữ lượng khai thác tiềm năng nước dưới đất (nhạt) TCN n_2^2 là 4.398.655 $m^3/ngày$, trữ lượng khai thác an toàn (bền vững) là 879.731 $m^3/ngày$, trữ lượng có thể khai thác an toàn chỉ còn 402.372 $m^3/ngày$, trữ lượng này đã được tính cụ thể cho từng địa phương và có những đề xuất hợp lý về lưu lượng khai thác nhằm đảm bảo sự khai thác bền vững nguồn tài nguyên nước dưới đất của TCN n_2^2 vốn là TCN quan trọng của khu vực ĐBSCL.

Kết quả nghiên cứu giúp ích cho các địa phương trong công tác quản lý, khai thác hợp lý tài nguyên nước dưới đất, đồng thời nên được áp dụng cho việc nghiên cứu các tầng chứa nước còn lại của khu vực nghiên cứu cũng như các khu vực khác.

Lời cảm ơn: Tác giả chân thành cảm ơn TS. Bùi Trần Vượng cùng các nhà khoa học thuộc Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước miền Nam đã hỗ trợ tài liệu, phần mềm, cũng như trao đổi học thuật trong quá trình thực hiện nghiên cứu này.

Văn liệu

Bùi T. Vượng và nnk, 2014. Báo cáo xây dựng mô hình dòng chảy nước dưới đất và mô hình lan truyền chất vùng ĐBSCL. *Lưu trữ Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước miền Nam.*

Bùi T. Vượng và nnk, 2014. Báo cáo Đánh giá trữ lượng tài nguyên nước dưới đất vùng ĐBSCL. *Lưu trữ Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước miền Nam.*

Bùi T. Vượng và nnk, 2014. Báo cáo Hiện trạng khai thác sử dụng nước dưới đất vùng ĐBSCL. *Lưu trữ Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước miền Nam.*

Bùi T. Vượng và nnk, 2014. Báo cáo Kết quả tính thông số địa chất thủy văn vùng ĐBSCL. *Lưu trữ Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước miền Nam.*

Nguyễn Đ. Tứ và nnk, 2016. Đánh giá tính bền vững nguồn tài nguyên nước dưới đất khu vực bán đảo Cà Mau, Đề tài NCKH ĐHQG-HCM. *Lưu trữ Đại học Quốc gia Hồ Chí Minh.*