

ĐÁNH GIÁ TRỮ LƯỢNG CÓ THỂ KHAI THÁC NGUỒN NƯỚC DƯỚI ĐẤT LÀM CƠ SỞ CHO VIỆC KHAI THÁC PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN KINH TẾ XÃ HỘI VÙNG BÁN ĐẢO CÀ MAU

Đồng Uyên Thanh

Trường Đại học Bách khoa Tp. Hồ Chí Minh

Nguyễn Ngọc Quỳnh, Ngô Đức Chân

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

Nguyễn Đăng Tính

Cơ sở 2 Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: *Tại bán đảo Cà Mau (BĐCM), nước dưới đất là nguồn nước đang được khai thác sử dụng phổ biến và đóng vai trò hết sức quan trọng trong tiến trình phát triển kinh tế xã hội các địa phương. Tuy nhiên, do đặc điểm tự nhiên có quy luật phân bố nước nhạt chất lượng tốt rất phức tạp do sự hiện diện các khu vực nước mặn tại các tầng chứa nước nên việc khai thác sử dụng gặp nhiều khó khăn. Bài báo sử dụng số liệu từ các nghiên cứu các cơ quan chuyên môn và địa phương đã thực hiện từ trước đến nay nhằm xác định được trữ lượng khai thác tiềm năng nước dưới đất (NDĐ) toàn BĐCM là $11.340.100\text{m}^3/\text{ngày}$ và trữ lượng có thể khai thác là $741.500\text{m}^3/\text{ngày}$.*

Từ khóa: *BĐCM, Trữ lượng khai thác tiềm năng.*

Summary: *In the Ca Mau Peninsula, groundwater is an important freshwater source, which has been exploiting and using widely, playing a very important role in the progress of socio-economic development in the localities in the Peninsula. However, due to the local natural characteristics, the law of distribution of good quality water is complicated by the presence of saltwater layers in the aquifers, causing many difficulties in the exploitation and usage of the fresh groundwater. The paper uses data collected from the studies of specialized agencies and localities that have been implemented so far to order to calculate a potential groundwater exploitation reserve being $11,340,100\text{m}^3/\text{day}$ and an exploitable groundwater one being $741.500\text{m}^3/\text{day}$ for the entire Ca Mau Peninsula.*

Key words: *Ca Mau Peninsula, Exploitable groundwater reserve.*

1. MỞ ĐẦU

Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam (2007) đã phân chia BĐCM thành 8 tiểu sinh thái sản xuất dựa trên cơ sở tài nguyên nước và mô hình sản xuất:

Vùng A: *gồm diện tích tiểu vùng Tây sông Hậu (TSH) của các tỉnh Kiên giang, Cần Thơ, Hậu giang. Đặc điểm chính của vùng này là có nước nguồn nước ngọt từ sông Hậu cho nên phần lớn*

diện tích được canh tác theo mô hình sinh thái nước ngọt: trồng lúa 2-3 vụ, rau màu, cây ăn trái.

Vùng B1: *là vùng cửa sông Hậu thuộc phạm vi tỉnh Sóc Trăng, chịu ảnh hưởng của xâm nhập mặn nhưng vùng này vẫn có thể khai thác nước ngọt từ sông Hậu cho sản xuất nông nghiệp.*

Vùng B2 và B3: *nằm trong tiểu dự án Quản Lộ - Phụng Hiệp (QL-PH) với trục kênh dẫn nước quan trọng là kênh QL-PH. Vùng B2 được xác*

Ngày nhận bài: 05/6/2019

Ngày thông qua phản biện: 15/7/2019

Ngày duyệt đăng: 05/8/2019

định cho khu vực chủ yếu còn canh tác lúa (Sóc Trăng) và tiểu vùng B3 là khu vực đã chuyển đổi sản xuất nước lợ (Bạc Liêu).

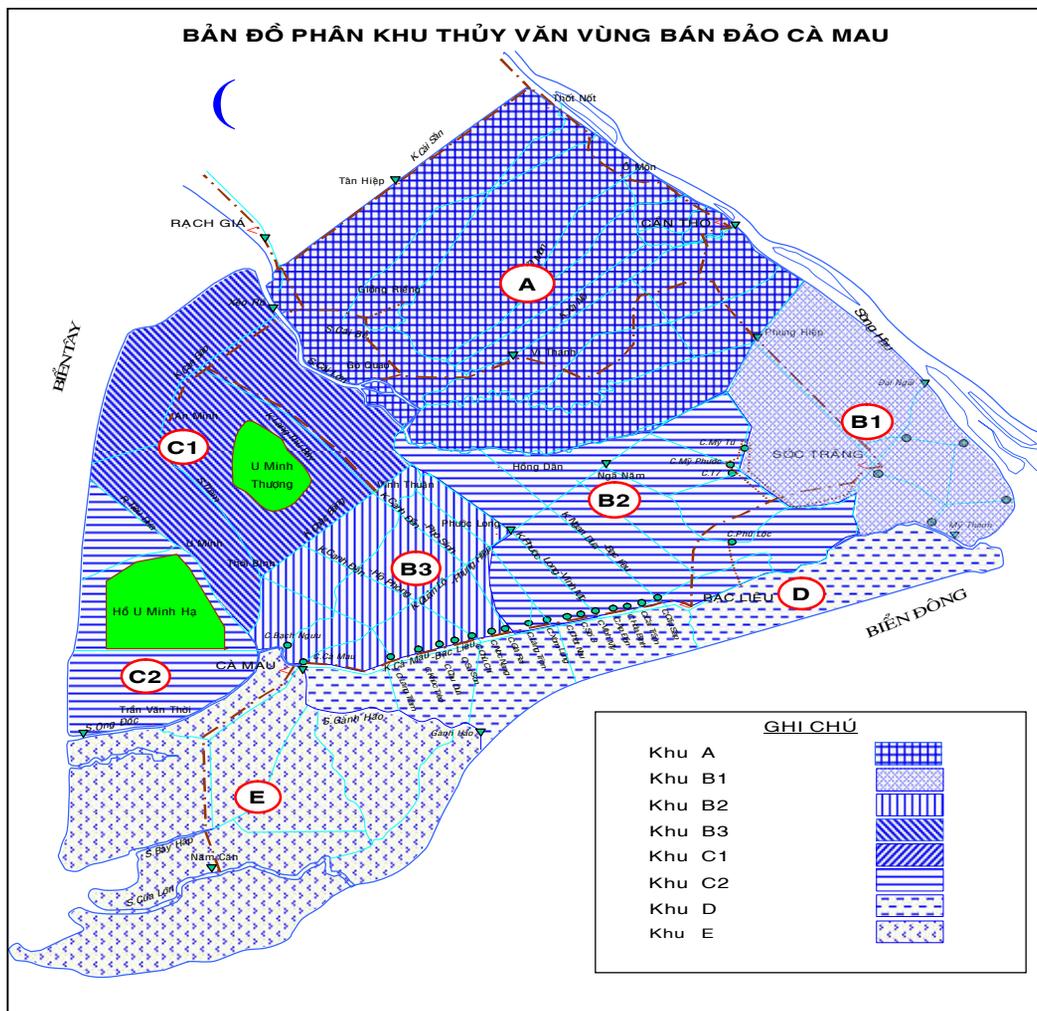
Vùng C1: Chính là tiểu vùng thủy lợi U Minh Thượng đã được xác định bởi quy hoạch TNN qua nhiều thời kỳ. Trước đây nhà nước có chủ trương xây dựng hệ thống thủy lợi để ngọt hóa vùng này với mục tiêu trồng lúa. Trong thực tế nhiều năm, người dân đã chuyển đổi mô hình trồng lúa sang mô hình luân canh: trồng lúa mùa mưa và nuôi tôm mùa khô.

Vùng C2: là Tiểu vùng thủy lợi U Minh Hạ, với đặc điểm quan trọng là nguồn nước mưa từ rừng

U Minh tạo ra nguồn nước ngọt cho trồng lúa nhiều năm nay. Hiện nay một số diện tích ven biển có khuynh hướng dịch chuyển sang nuôi tôm.

Vùng D: là vùng ven biển của Bạc Liêu nằm phía nam quốc lộ 1, với đặc điểm quan trọng là nước mặn quanh năm.

Vùng E: là các huyện nam Cà Mau như Năm Căn, Ngọc Hiển. đặc điểm chính vùng này là nước mặn quanh năm. Nước ngọt chỉ từ nguồn duy nhất là do mưa, người dân trữ lại để sử dụng cho ăn uống, sinh hoạt nhưng rất hạn chế.



Hình 1: Bản đồ phân vùng thủy lợi BDCM (Nguồn: Viện QHTLMN, 2007)

Nghiên cứu địa chất thủy văn (ĐCTV) cho một vùng lãnh thổ thường yêu cầu là phải xác định

được trữ lượng khai thác nước dưới đất (NDD). Tùy giai đoạn điều tra hoặc yêu cầu cụ thể của

một dự án sẽ có cấp trữ lượng được xác định. Đối với các dự án điều tra chi tiết (thăm dò, xin giấy phép khai thác) bắt buộc phải xác định được trữ lượng khai thác cụ thể cho các bãi giếng. Đối với các dự án điều tra từ tổng quan đến sơ độ thường chỉ dùng mức độ xác định trữ lượng khai thác tiềm năng NĐĐ bằng phương pháp cân bằng. Theo xu hướng phát triển bền vững, người ta thường hướng đến khái niệm *trữ lượng có thể khai thác* (TLCTKT). Đây là thông tin thiết thực cho các nhà quy hoạch tài nguyên nước và quản lý tài nguyên nước. Trữ lượng khai thác tiềm năng của NĐĐ là bài toán thường gặp trong nghiên cứu ĐCTV. Trữ lượng khai thác tiềm năng NĐĐ đã có phương pháp xác định nhưng khi khai thác hết toàn bộ trữ lượng này sẽ dẫn đến suy thoái nguồn nước. Trong điều kiện tự nhiên như ở Bán đảo Mã Lai (BĐCM) việc khai thác thường dẫn đến quá trình xâm nhập mặn (thấm xuyên và thấm ngang). Như vậy cần khai thác bao nhiêu để đảm bảo mục tiêu phát triển bền vững? Vấn đề này liên quan đến TLCTKT. Như vậy, cần phải xác định lượng khai thác tối đa mà vẫn đảm bảo mục tiêu phát triển bền vững. Bài báo tiếp cận vấn đề khai thác bền vững NĐĐ theo hướng xác định TLCTKT bằng phương pháp mô hình NĐĐ kết hợp chỉ số bền vững NĐĐ [6].

Chỉ số này được tính theo công thức:

$$I = \frac{\text{Tổng lượng khai thác NĐĐ}}{\text{Tổng lượng bổ cập cho NĐĐ}} \times 100\%$$

$I < 90\%$: Bền vững; $I = 90 - 100\%$: Kém bền vững; $I > 100\%$: Không bền vững.

Tổng lượng khai thác NĐĐ: xác định theo tài liệu hiện trạng khai thác NĐĐ;

Tổng lượng bổ cập tự nhiên cho NĐĐ: xác định bằng mô hình số.

Ở BĐCM, lượng bổ cập NĐĐ chủ yếu là trữ lượng động được hình thành từ dòng thấm ngang và thấm xuyên trong đó bao gồm cả nước mặn và nước ngọt. Phương pháp mô hình số là công cụ toán học phù hợp nhất trong việc tính toán tổng lượng bổ cập nước ngọt hàng năm cho NĐĐ trong một khu vực. Tổng lượng bổ cập tính sẽ được tính bằng tổng dòng chảy vào (Flow in) hoặc ra (Flow out) trong bài toán cân bằng NĐĐ.

Như, vậy, để xác định trữ lượng có thể khai thác tại BĐCM bài báo sẽ dựa vào tổng lượng chảy vào trên cơ sở bài toán cân bằng NĐĐ của mô hình số cho vùng phân bố nước ngọt không bao gồm dòng thấm từ các khu vực phân bố nước mặn chảy vào.

2. ĐẶC ĐIỂM CÁC TẦNG CHỨA NƯỚC

Trên phạm vi BĐCM tồn tại 7 tầng chứa nước lỗ hổng: tầng Holocen (qh), tầng Pleistocen trên (qp₃), tầng Pleistocen giữa - trên (qp₂₋₃), tầng Pleistocen dưới (qp₁), tầng Pliocen giữa (n₂²), tầng Pliocen dưới (n₂¹) và tầng Miocen trên (n₁³). Theo kết quả nghiên cứu [2], đặc điểm phân bố các tầng chứa nước như thống kê trong Bảng 1 và Bảng 2.

Bảng 1: Đặc điểm phân bố theo diện của các tầng chứa nước

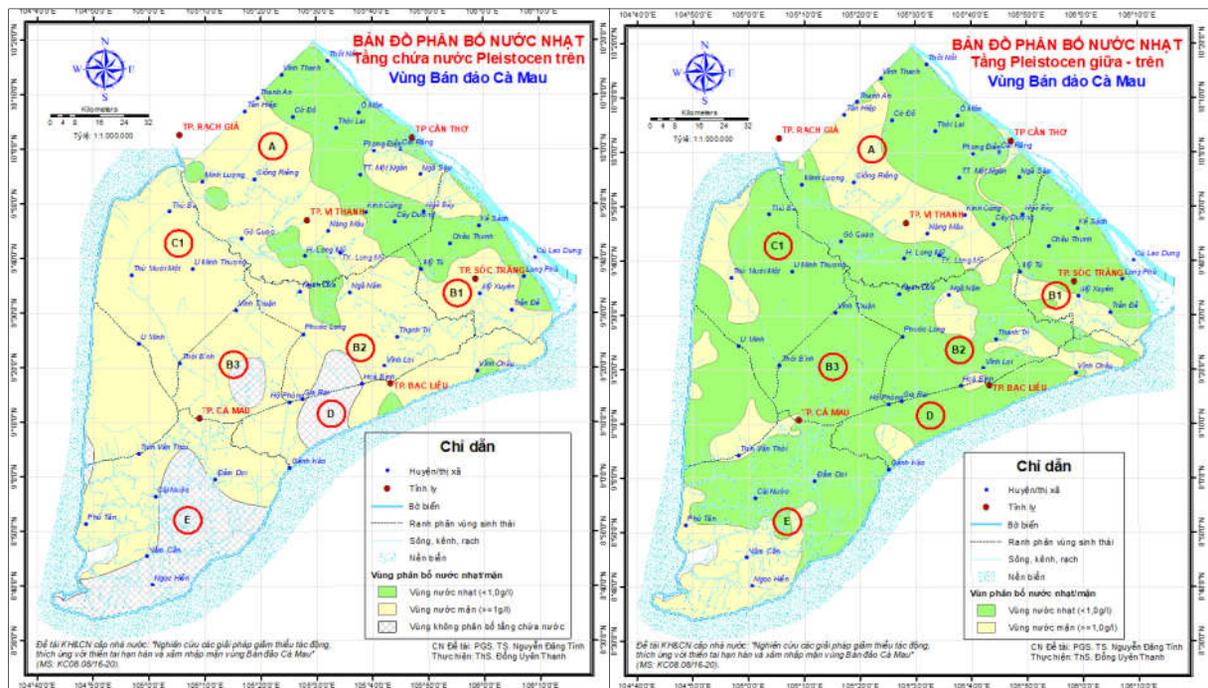
TT	Tầng chứa nước	Diện tích phân bố (km ²)	Diện tích phân bố theo vùng (km ²)							
			A	B1	B2	B3	C1	C2	D	E
1	qh	8,052	3,826	1,482	1,558	181	183	18	602	201
2	qp ₃	14,545	4,332	1,482	1,923	968	2,177	1,025	1,086	1,553
3	qp ₂₋₃	16,564	4,332	1,482	2,083	1,132	2,177	1,053	1,254	3,051
4	qp ₁	16,667	4,332	1,482	2,082	1,132	2,177	1,052	1,359	3,052

TT	Tầng chứa nước	Diện tích phân bố (km ²)	Diện tích phân bố theo vùng (km ²)							
			A	B1	B2	B3	C1	C2	D	E
5	n ₂ ²	16,092	4,332	1,482	2,082	1,132	1,639	1,015	1,358	3,051
6	n ₂ ¹	15,580	4,332	1,482	2,082	1,132	1,448	688	1,365	3,051
7	n ₁ ³	14,111	4,149	1,482	2,082	1,132	572	286	1,357	3,051

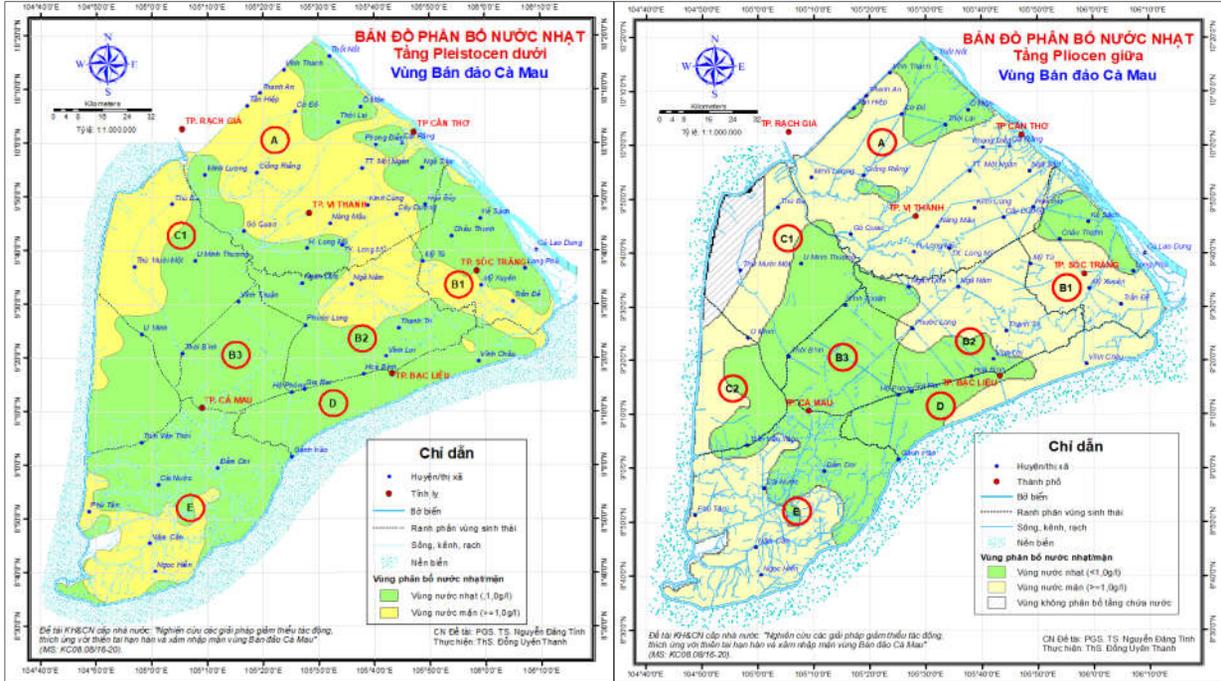
Bảng 2: Đặc điểm phân bố theo chiều sâu của các tầng chứa nước

TT	Tầng chứa nước	Chiều sâu mái (m)			Chiều sâu đáy (m)			Bề dày (m)		
		Từ	Đến	TB	Từ	Đến	TB	Từ	Đến	TB
1	qh	0.0	61.0	19.6	8.0	75.0	30.8	0.6	65.0	11.3
2	qp ₃	20.0	94.5	46.3	29.0	162.0	71.7	1.9	122.4	25.6
3	qp ₂₋₃	44.0	162.0	85.1	62.2	207.0	127.2	2.0	109.5	42.1
4	qp ₁	85.5	226.0	147.0	108.0	287.2	186.9	3.0	110.2	39.9
5	n ₂ ²	130.0	310.6	210.6	144.0	334.0	256.9	3.0	133.0	46.3
6	n ₂ ¹	149.0	363.3	283.4	180.0	408.7	328.6	10.0	139.0	45.3
7	n ₁ ³	285.4	508.0	378.0	313.5	602.0	442.3	6.5	129.0	64.2

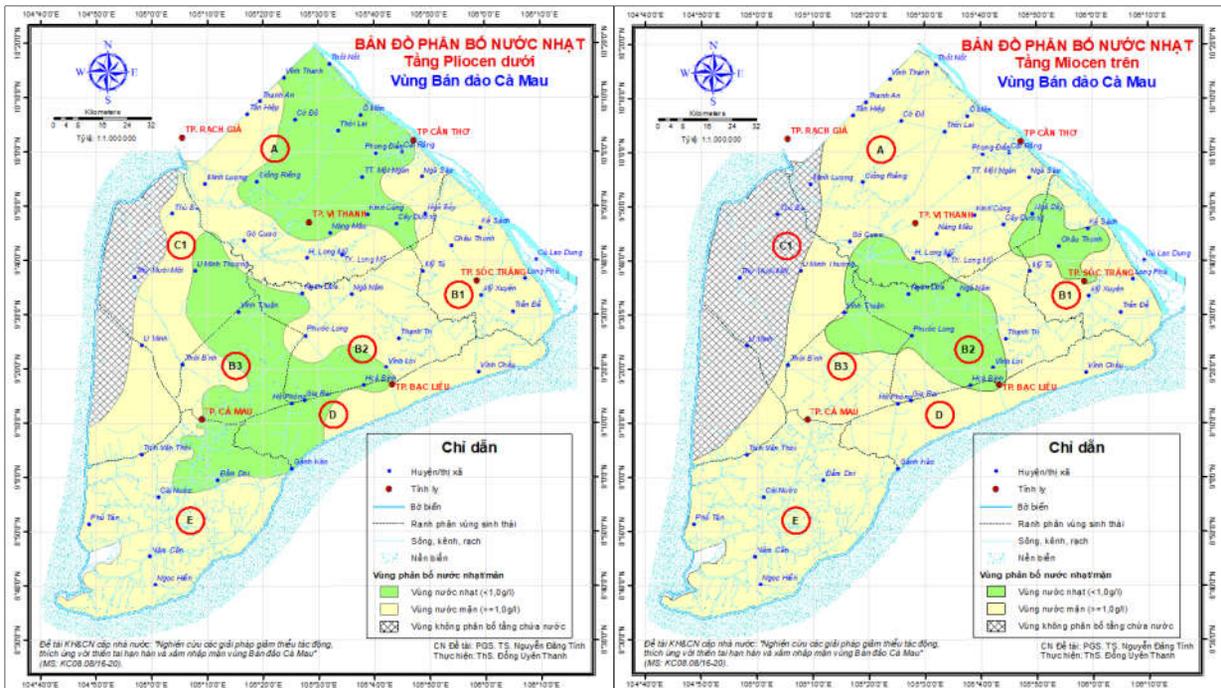
Vị trí ranh mặn các tầng chứa nước trong báo cáo này được biên tập lại dựa theo kết quả của báo cáo [2] và cập nhật thêm các số liệu mới được nghiên cứu (từ Hình 2 đến Hình 4).



Hình 2: Phân bố nước nhạt - mặn tầng chứa nước Pleistocen trên và Pleistocen giữa - trên



Hình 3: Phân bố nước nhạt - mặn tầng chứa nước tầng Pleistocen dưới và Pliocen giữa



Hình 4: Phân bố nước nhạt - mặn tầng chứa nước tầng Pliocen dưới và Miocen trên

3. XÂY DỰNG MÔ HÌNH DÒNG CHẢY NDD VÙNG BDCM

3.1. Tóm tắt lý thuyết mô hình dòng chảy NDD

a) Phương trình cơ bản

NDD là một loại khoáng sản lỏng, vì vậy trữ lượng cũng như động thái của nó luôn luôn thay đổi. Sự thay đổi này cần được định lượng hoá và mô tả chính xác để làm cơ sở cho các bài toán tính toán trữ lượng, dòng chảy, lan truyền chất ô nhiễm, quan trọng hơn cả là nó trợ giúp

cho công tác quản lý và qui hoạch nguồn tài nguyên NĐĐ. Toàn bộ sự biến thiên độ cao mực nước dưới đất được mô tả bằng một phương trình đạo hàm riêng duy nhất sau:

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(K_{xx} \frac{\partial h}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(K_{yy} \frac{\partial h}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(K_{zz} \frac{\partial h}{\partial z}\right) - W = S_s \frac{\partial h}{\partial t} \quad (1)$$

- K_{xx} , K_{yy} , K_{zz} là các hệ số thấm theo phương x, y và z. Chiều z là chiều thẳng đứng.

- h là cốt cao mực nước tại vị trí (x,y,z) ở thời điểm t.

- W là mô đun dòng ngầm, hay là các giá trị bổ cập, giá trị thoát đi của NĐĐ tính tại vị trí (x,y,z) ở thời điểm t. $W = W(x,y,z,t)$ là hàm số phụ thuộc thời gian và không gian (x,y,z).

- S_s là hệ số nhả nước.

- $S_s = S_s(x,y,z)$, $K_{xx} = K_{xx}(x,y,z)$, $K_{yy} = K_{yy}(x,y,z)$, $K_{zz} = K_{zz}(x,y,z)$ là các hàm phụ thuộc vào vị trí không gian x,y,z.

Phương trình (1) mô tả động thái mực nước trong điều kiện môi trường không đồng nhất và dị hướng. Kết hợp với các điều kiện biên, điều kiện ban đầu của tầng chứa nước sẽ tạo thành một mô hình toán học về dòng chảy NĐĐ.

b) Quy trình thực hiện

Kết hợp với các lý thuyết chuyên môn về địa chất thủy văn (ĐCTV) và lý thuyết mô hình đã trình bày trên, người ta đã đưa ra được quy trình thực hiện một MHDCNĐĐ như sau:

1- Chuẩn bị dữ liệu: Sơ đồ hoá điều kiện tự nhiên của hệ thống NĐĐ và thu thập, tính toán xử lý số liệu phù hợp với sơ đồ tính toán.

2- Nhập dữ liệu (Input): Nhập các loại dữ liệu không gian (thuộc tính các lớp), điều kiện ban đầu, các loại dữ liệu thời gian (các loại biên).

3- Vận hành để hiệu chỉnh mô hình (Run and Calibration): Lựa chọn bước tính toán (Time Step) và vận hành để hiệu chỉnh mô hình. Sau khi hiệu chỉnh thành công, sẽ tiếp tục vận hành mô hình để giải bài toán ĐCTV theo yêu cầu.

4- Đánh giá chất lượng mô phỏng: Kết quả giải bài toán ngược cần phải được đánh giá cả về chất lượng lẫn định lượng. Theo National Research Council (1990), mục đích cuối cùng của bài toán chỉnh lý là cực tiểu hóa giá trị sai số. Có 3 loại sai số để đánh giá sự sai khác mực nước giữa quan trắc và mô hình là: i) Sai số trung bình (ME), ii) Sai số tuyệt đối trung bình (MAE), iii) Sai số trung bình quân phương (RMS) hay là độ lệch chuẩn. Sai số MAE và RMS là chỉ tiêu tốt để đánh giá chất lượng của mô hình.

5- Xuất kết quả (Output).

3.2. Mô hình dòng chảy NĐĐ vùng BĐCM

Mô hình dòng chảy vùng BĐCM được xây dựng bằng phần mềm GMS 10.2 dựa theo tài liệu của dự án [2] và tài liệu quan trắc động thái NĐĐ ở phạm vi BĐCM.

a) *Sơ đồ hóa miền thấm*: Căn cứ điều kiện tự nhiên và đặc điểm cấu trúc ĐCTV của BĐCM, bài toán ĐCTV sẽ được tính toán theo sơ đồ 15 lớp mô phỏng 7 tầng tạo địa chất rất nghèo nước, 7 tầng chứa nước và 1 lớp đá gốc (Bedrock). Vùng lập MHDCNĐĐ sẽ được chọn như trong Hình 4.

b) *Các dữ liệu nhập (Input Data)*: Dữ liệu khai thác NĐĐ (Abstraction); Dữ liệu lượng bổ cập - bốc hơi (Recharge - ET rate); Dữ liệu thuộc tính: hệ số thấm ngang (k_h), hệ số thấm đứng (k_v), hệ số nhả nước đàn hồi (μ^*), hệ số nhả nước trọng lực (μ); Dữ liệu biên sông (River Head) và Dữ liệu lỗ khoan quan trắc mực nước.

c) *Thời gian mô phỏng*: 36 tháng (từ tháng 1/2015 đến tháng 12/2017)

d) *Kết quả hiệu chỉnh mô hình (Calibration)*: Mô hình BĐCM sử dụng dữ liệu quan trắc thực tế tại 18 vị trí để hiệu chỉnh. Kết quả cho sai số toàn mô hình trung bình trong khoảng $\pm 0,5m$.

4.2. Xác định trữ lượng có thể khai thác

Trữ lượng động xác định trong Bảng 5 bao gồm cả nước nhạt và nước mặn chảy đến từng vùng sinh thái. Điều này cho thấy nếu lượng nước khai thác đạt đến giá trị này sẽ dễ dàng xảy ra vấn đề xâm nhập mặn đến các công trình khai thác. Do đó, cần phải xác định giá trị giới hạn để giảm thiểu quá trình xâm nhập mặn xảy ra. Bài báo thực hiện các bài toán cân bằng NĐĐ trong các vùng mặn nhạt, kết quả

đã xác định thành phần nước nhạt chảy đến là $823.927\text{m}^3/\text{ngày}$ (làm tròn số $823.900\text{m}^3/\text{ngày}$).

Từ kết quả tính tổng lượng bổ cập tự nhiên (trữ lượng động nước nhạt) thông qua CBNĐĐ. Trữ lượng có thể khai thác đã được xác định là $741.500\text{m}^3/\text{ngày}$, tương đương 90% tổng lượng nước nhạt bổ cập tự nhiên hoặc tổng lượng chảy vào. Giá trị cụ thể cho từng vùng sinh thái thể hiện trong Bảng 5.

Bảng 5: Trữ lượng có thể khai thác NĐĐ các vùng sinh thái

Tầng chứa nước	Trữ lượng có thể khai thác ($\text{m}^3/\text{ngày}$)								Tổng ($\text{m}^3/\text{ngày}$)
	A	B1	B2	B3	C1	C2	D	E	
qp ₃	35.607	33.713	6.202	0	0	0	503	0	76.025
qp ₂₋₃	74.367	56.380	58.519	18.029	17.898	8.458	35.669	21.287	290.607
qp ₁	7.558	14.732	26.905	16.114	9.237	11.550	31.594	51.172	168.863
n ₂ ²	5.432	759	10.893	29.783	9.346	10.086	11.488	52.897	130.684
n ₂ ¹	18.117	0	7.890	13.015	4.193	0	1.630	6.815	51.661
n ₁ ³	10.059	6.679	4.799	1.577	581	0	0	0	23.695
Tổng	151.141	112.263	115.208	78.518	41.254	30.095	80.884	132.172	741.534

4.3. Đánh giá kết quả

Xét tổng quát trong toàn BĐCM, lượng khai thác là $633.522\text{m}^3/\text{ngày}$, chiếm khoảng 85,4% trữ lượng có thể khai thác. Như vậy, có thể gia tăng lượng khai thác NĐĐ thêm $108.013\text{m}^3/\text{ngày}$ nếu bố trí các công trình khai thác hợp lý (xa ranh mặn). Tuy nhiên, nếu xét riêng trong từng vùng sinh thái thì các vùng ven biển có lượng khai thác đã vượt trữ lượng có thể khai thác tại một số tầng chứa nước: C1 (tầng qp₂₋₃ và qp₁), D (tầng qp₃ và qp₂₋₃), E (tầng qp₂₋₃ và n₂²). Riêng vùng C2 không chỉ vượt TLCTKT các tầng qp₂₋₃, qp₁ và n₂² mà còn vượt tổng TLCTKT toàn vùng. Giá trị vượt ngưỡng TLCTKT không lớn: 47 - $2.491\text{m}^3/\text{ngày}$, điều này cho thấy đã xuất hiện quá trình xâm nhập mặn cục bộ. Điều này khá phù hợp thực tế, nhiều nơi ở Năm Căn, Ngọc Hiển, An Minh, An Biên, Đông Hải, Vĩnh Châu có khá nhiều lỗ khoan khai thác nhỏ có tổng độ khoáng hóa $M = 1,0 - 1,5\text{g/l}$ (Theo số

liệu điều tra các dự án Quy hoạch tài nguyên nước tỉnh Cà Mau, Sóc Trăng và Hậu Giang).

KẾT LUẬN

TLCTKT là khái niệm mới được đề cập ở Việt Nam trong những năm gần đây nhằm phục vụ cho việc quản lý khai thác NĐĐ theo hướng bền vững. Tuy nhiên, cho đến nay vẫn chưa có hướng dẫn pháp quy để xác định giá trị này. Bài báo tiếp cận vấn đề bằng phương pháp mô hình số kết hợp với Chỉ số bền vững của UNESCO. Phương pháp kỹ thuật thực hiện là sử dụng mô hình số bằng phần mềm GMS 10.2 với bộ dữ liệu đầu vào từ các công nghiên cứu đáng tin cậy thu thập được tại các cơ quan chuyên môn. Việc mô phỏng khá phù hợp với thực tế với sai số nhỏ hơn $\pm 0,5\text{m}$. Kết quả đã xác định được giá trị TLCTKT ở BĐCM là $741.534\text{m}^3/\text{ngày}$, tuy nhiên xét theo từng vùng sinh thái thì thấy có một số vùng đã khai thác vượt qua ngưỡng bền vững dẫn đến việc mực nước ngầm đang có dấu hiệu bị suy giảm, và

bị nhiễm mặn cục bộ. Giá trị này có thể sử dụng trong quản lý khai thác NĐĐ, quy hoạch tài nguyên nước tại các địa phương trong vùng.

Bài báo sử dụng kết quả của đề tài Nghiên cứu khoa học cấp nhà nước MS: KC08.08/16-20: Nghiên cứu các giải pháp giảm thiểu tác động, thích ứng với thiên tai hạn hán và xâm nhập mặn vùng Bán đảo Cà Mau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ngô Đức Chân (2008); đề tài KH&CN 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 tại Trung tâm Thông tin Khoa học và Công nghệ Quốc gia, mã số 6949/KQ-TTKHCN), Hà Nội.
- [2] Nguyễn Huy Dũng và nnk (2004); đề tài *Phân chia địa tầng Neogen - Đệ Tứ và nghiên cứu cấu trúc địa chất vùng Đồng bằng Nam bộ*; Bộ Tài nguyên và Môi trường (Lưu tại Trung tâm Thông tin Khoa học và Công nghệ Quốc gia, mã số 6949/KQ-TTKHCN), Hà Nội.
- [3] Đồng Uyên Thanh (2017); *Xác định nguồn hình thành trữ lượng NĐĐ và dự báo diễn biến trong bối cảnh biến đổi khí hậu và nước biển dâng bằng phương pháp mô hình NĐĐ vùng đảo Côn Sơn (T-DCDK-2017-52)*; Đề tài KH&CN, Trường Đại học Bách khoa TP HCM.
- [4] The Environmental Modeling Research Laboratory (2006); GMS 10.2 Tutorial. Brigham Young University, New York.
- [5] Michael G. Donald and Arlen W. Harbaugh, (1988); Book 6 Modeling Techniques: A Modular Three - Dimensional Finite - Difference Groundwater Flow Model, US Geological Survey, Virginia.
- [6] Jaroslav Vrba and Annukka Lipponen (2007); Groundwater Resources Sustainability Indicators (IHP - VI Series on Groundwater No. 14); UNESCO.
- [7] Viện QHTLMN (2007): Quy hoạch tài nguyên nước Bán đảo Cà Mau, Bộ NN&PTNT.