

Xác định trữ lượng có thể khai thác nước dưới đất vùng đảo Côn Sơn trong điều kiện có tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng

Đồng Uyên Thanh, Lê Văn Chung, Nguyễn Văn Năng

Tóm tắt—Bài báo sẽ tiếp cận vấn đề khai thác nước dưới đất bền vững theo mực nước hạ thấp cho phép được quy định tại Thông tư 27/2014/TT-BTNMT của Bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành kết hợp với Chỉ số bền vững của UNESCO đề xuất. Phương pháp kỹ thuật thực hiện là sử dụng mô hình số với bộ dữ liệu đầu vào từ một nghiên cứu đáng tin cậy. Kết quả đã xây dựng thành công mô hình dòng chảy nước dưới đất nhằm mô phỏng hiện trạng hệ thống nước dưới đất ở đảo Côn Sơn. Mô hình này được kiểm định theo tài liệu quan trắc mực nước thực tế tại 12 vị trí với sai số nhỏ hơn $\pm 0,5m$. Trên cơ sở mô hình hiện trạng, đã tiến hành bài toán dự báo trong điều kiện có tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH) và nước biển dâng theo kịch bản RCP 4.5. Dựa trên mô hình dự báo này bài báo đã tính toán và xác định xác định được giá trị trữ lượng có thể khai thác ở đảo Côn Sơn là $14.430m^3/ngày$.

Từ khóa—Đảo Côn Sơn, trữ lượng có thể khai thác.

1 MỞ ĐẦU

Trữ lượng khai thác tiềm năng của nước dưới đất là bài toán thường gặp trong nghiên cứu địa chất thủy văn. Trữ lượng khai thác tiềm năng nước dưới đất (NDD) đã có phương pháp xác định

nhưng khi khai thác hết toàn bộ trữ lượng này sẽ dẫn đến cạn kiệt nguồn nước. Như vậy cần khai thác bao nhiêu để đảm bảo mục tiêu phát triển bền vững? Vấn đề này liên quan đến *Trữ lượng có thể khai thác*. Cho đến nay chưa có hướng dẫn pháp quy về cách xác định bởi vì đây là công việc rất phức tạp, đòi hỏi phải điều tra nhiều lĩnh vực để định lượng các yếu tố liên quan. Xác định trữ lượng có thể khai thác tùy thuộc vào điều kiện tự nhiên và tình hình cụ thể của từng nơi do đó không có công thức tính chung cho tất cả các vùng.

Như vậy, cần phải xác định lượng khai thác tối đa mà vẫn đảm bảo mục tiêu phát triển bền vững. Vấn đề này liên quan đến *trữ lượng có thể khai thác hoặc ngưỡng giới hạn khai thác nước dưới đất*. Đây là khái niệm mới, cho đến nay chưa có hướng dẫn kỹ thuật thực hiện về cách xác định giá trị này. Đây là công việc rất khó, vì phải xem xét đồng thời nhiều bài toán địa chất thủy văn phức tạp như: xác định định lượng nguồn bổ cấp cho nước dưới đất từ mưa, lượng chảy vào/ra các sông suối ao hồ, lượng nước dưới đất chảy ra khỏi lưu vực sông...

Để xác định trữ lượng nước dưới đất có thể khai thác bài báo này sẽ sử dụng phương pháp mô hình nước dưới đất kết hợp chỉ số bền vững nước dưới đất: *Chỉ số sử dụng nước dưới đất so với lượng bổ cấp* trên cơ sở quy định mực nước hạ thấp cho phép của Thông tư 27/2014/TT-BTNMT ngày 30/05/2014 của Bộ Tài nguyên và Môi trường.

2 TỔNG QUAN VỀ BÀI TOÁN XÁC ĐỊNH TRỮ LƯỢNG CÓ THỂ KHAI THÁC

Bài báo sẽ xác định lượng khai thác tối đa mà đảm bảo mục tiêu phát triển bền vững bằng cách tiếp cận bài toán theo hướng xác định *ngưỡng giới hạn khai thác nước dưới đất*.

Theo UNESCO, để đánh giá tính bền vững của nước dưới đất người ta thường dùng bộ chỉ số bền vững trong đó có *Chỉ số lượng khai thác nước*

Bản thảo nhận được vào ngày 7 tháng 8 năm 2017. Bản sửa đổi bản thảo ngày 25 tháng 12 năm 2017.

Nghiên cứu được tài trợ bởi Trường Đại học Bách Khoa – Đại học Quốc gia Tp. HCM trong khuôn khổ Đề tài mã số T-BCDK-2017-52.

Đồng Uyên Thanh - Khoa Kỹ thuật Địa chất và Dầu khí - Trường Đại học Bách Khoa – Đại học Quốc gia Tp. HCM, (e-mail: duthanh@hcmut.edu.vn).

Lê Văn Chung - Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước miền Nam, (e-mail: chungleedkt@gmail.com).

Nguyễn Văn Năng - Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước miền Nam.

(e-mail: nguyenvannang.gc@gmail.com)

* Tác giả chính: Email: duthanh@hcmut.edu.vn

dưới đất so với lượng bổ cập. Chỉ số này được UNESCO đề nghị sử dụng nhằm biểu thị được tính bền vững đối với khai thác nước dưới đất. Chỉ số này có nghĩa là nếu khai thác trong phạm vi giới hạn của lượng bổ cập tự nhiên sẽ duy trì dòng chảy về phía hạ lưu. Việc khai thác trong giới hạn này đảm bảo không ảnh hưởng đến sự suy giảm tài nguyên nước dưới đất và duy trì hệ sinh thái trong vùng. Chỉ số này được tính theo công thức:

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

Nếu: $I < 90\%$: Bền vững

$I = 90 - 100\%$ Kém bền vững

$I > 100$ Không bền vững

Trong đó:

- Tổng lượng khai thác nước dưới đất: xác định theo tài liệu hiện trạng khai thác nước dưới đất trong lưu vực sông hoặc một vùng lãnh thổ.

- Tổng lượng bổ cập tự nhiên cho nước dưới đất: trong điều kiện tự nhiên, tùy theo các nhân tố tác động mà hệ thống nước dưới đất sẽ hình thành một cân bằng mới với giá trị lượng bổ cập khác nhau. Nói cách khác, giá trị của lượng bổ cập sẽ thay đổi theo các nhân tố tác động trong đó quan trọng hơn cả là sơ đồ khai thác nước dưới đất.

Mặt khác, theo khoản 2, Điều 4 của Thông tư 27/2014/TT-BTNMT về quy định mực nước hạ thấp cho phép: "... Ủy ban nhân dân cấp tỉnh quy định cụ thể mực nước hạ thấp cho phép, nhưng không vượt quá một nửa bề dày của tầng chứa nước đối với tầng chứa nước không áp, không vượt quá mái của tầng chứa nước và không được sâu hơn 50 m tính từ mặt đất đối với các tầng chứa nước có áp".

Tóm lại, ngưỡng khai thác giới hạn của nước dưới đất được xem là 90% lượng bổ cập khi mực nước hạ thấp đến giới hạn cho phép theo quy định hiện hành.

Nói cách khác, nếu tính toán bằng phương pháp mô hình số thì trữ lượng có thể khai thác (hoặc ngưỡng khai thác giới hạn nước dưới đất) là tổng lượng bổ cập hàng năm cho nước dưới đất. Tổng lượng bổ cập sẽ được tính sẽ được tính bằng tổng dòng chảy vào (Flow in) hoặc ra (Flow out) trong bài toán cân bằng nước dưới đất (cân bằng nước dưới đất).

Như vậy, để xác định trữ lượng khai thác an toàn cho vùng đảo Côn Sơn bài báo sẽ dựa vào tổng lượng chảy ra trên cơ sở bài toán cân bằng nước dưới đất của mô hình số trong điều kiện có tác động biến đổi khí hậu (BĐKH) và nước biển dâng khi hạ thấp mực nước 1/2 bề dày tầng chứa nước qp (Lớp 1).

3 XÂY DỰNG MÔ HÌNH DÒNG CHẢY NƯỚC DƯỚI ĐẤT VÙNG ĐẢO CÔN SƠN

3.1 Tóm tắt lý thuyết mô hình dòng chảy nước dưới đất

Nước dưới đất 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 nước dưới đất. 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 nước dưới đất 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 nước dưới đất.

3.2 Quy trình thực hiện

Kết hợp với các lý thuyết chuyên môn về địa chất thủy văn và lý thuyết đã trình bày trên, người ta đã đưa ra được quy trình thực hiện một mô hình nước dòng chảy nước dưới đất như sau:

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

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).

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 Địa chất thủy văn theo yêu cầu.

Đánh giá chất lượng mô phỏng

Kết quả giải bài toán ngược cần phải được đánh giá cả về chất lượng lẫn định lượng. Cho đến nay

vẫn chưa có một tiêu chuẩn cụ thể nào được đưa ra. Theo National Research Council (1990), việc đánh giá sai số mực nước giữa mô hình và quan trắc là một chỉ tiêu rất tốt, tuy nhiên không phải lúc nào cũng thực hiện dễ dàng. Mục đích cuối cùng của bài toán chính 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:

- Sai số trung bình (ME) là sai số trung bình giữa mực nước quan trắc (h_m) và mực nước mô hình (h_s):

$$ME = \frac{\sum(h_m - h_s)}{n} \quad (2)$$

Trong đó: n là số điểm chỉnh lý

Kết quả này ít có giá trị tham khảo và không được sử dụng rộng rãi để đánh giá sai số bởi vì đôi khi giá trị sai khác mang dấu âm và dương sẽ loại trừ nhau và cuối cùng vẫn có thể đạt trị số ME cực tiểu.

- Sai số tuyệt đối trung bình (MAE):

$$MAE = \frac{\sum|(h_m - h_s)|}{n} \quad (3)$$

- Sai số trung bình quân phương (RMS) hay là độ lệch chuẩn:

$$MAE = \sqrt{\frac{\sum(h_m - h_s)^2}{n}} \quad (4)$$

Sai số MAE và RMS là chỉ tiêu tốt để đánh giá chất lượng của mô hình.

Xuất kết quả (Output).

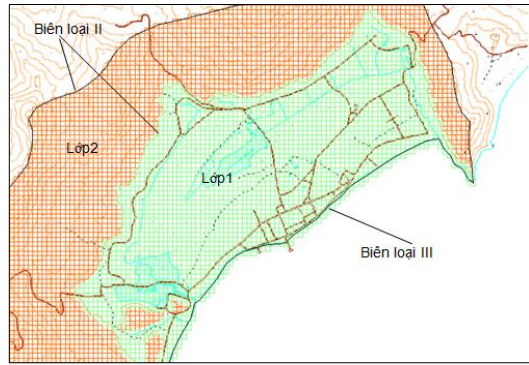
3.3 Mô hình dòng chảy nước dưới đất vùng đảo Côn Sơn

Mô hình dòng chảy đảo Côn Sơn được xây dựng bằng phần mềm GIS dựa trên tài liệu của dự án [2] và tài liệu quan trắc động thái nước dưới đất ở Côn Đảo của tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu.

Sơ đồ hóa (Conceptual Model)

Căn cứ điều kiện tự nhiên và đặc điểm cấu trúc Địa chất thủy văn của đảo Côn Sơn, bài toán Địa chất thủy văn sẽ được tính toán theo sơ đồ sau:

Vùng lập mô hình dòng chảy nước dưới đất sẽ được chọn như trong Hình 1, được giới hạn bởi bờ biển phía nam và đường phân thủy của các núi đá ở các phía còn lại.



Hình 1. Sơ đồ vùng lập mô hình dòng chảy nước dưới đất

Các lớp tính toán: mô hình dòng chảy nước dưới đất sẽ được xây dựng thành 2 lớp để mô phỏng các tầng chứa nước như sau:

- Lớp trên (các trầm tích bờ rời Kainozoi): Do hai tầng chứa nước Holocen và Pleistocen không tồn tại lớp cách nước và thành phần thạch học không khác nhau nên về mặt tính thấm có thể xem như là một lớp. Các thông số Địa chất thủy văn chủ yếu: Hệ số thấm $K = 6,1 \text{ m/ngày}$ và Hệ số nhả nước trọng lực $\mu = 0,20$.

- Lớp dưới (các đá Mezozoi): Bao gồm phần trên nút nê của các đá Mezozoi đến chiều sâu dự kiến -50m (so với mực nước biển). Các thông số mô hình dòng chảy nước dưới đất chủ yếu: Hệ số thấm $K = 0,05 \div 0,5 \text{ m/ngày}$ và Hệ số nhả nước trọng lực $\mu = 0,10 \div 0,12$.

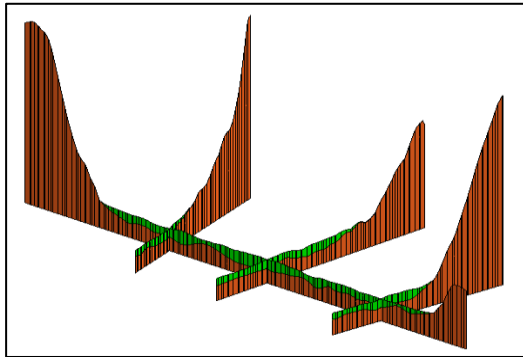
Đặc điểm thủy lực và điều kiện biên:

- Lớp 1: Chiếm diện tích khoảng 6km^2 ở trung tâm vùng tính toán. Đây được xem như là lớp không áp (Unconfined) hoặc có áp yếu cục bộ không đồng nhất về tính thấm. Phần rìa phân bố tiếp xúc với các đá Mezozoi bề dày vát mỏng và được xem là biên không dòng chảy (biên loại II - $Q = 0$). Phần phía nam tiếp xúc với biển, chủ yếu là thoát nước và lượng nước thoát ra phụ thuộc chênh lệch áp lực của tầng chứa nước và mực nước biển do đó sẽ được xem là biên tổng hợp (biên loại III - Lưu lượng phụ thuộc mực nước).

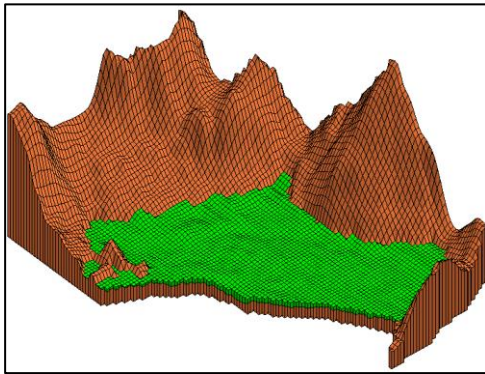
- Lớp 2: Chiếm toàn bộ diện tích vùng tính toán. Đây được xem như là lớp không hoặc bán áp (Aquiclude) không đồng nhất về tính thấm. Phần rìa của mô hình dòng chảy nước dưới đất dọc theo đường phân thủy được xem như là biên không dòng chảy (biên loại II - $Q = 0$). Phần phía nam tiếp xúc với biển, chủ yếu là thoát nước và lượng nước thoát ra phụ thuộc chênh lệch áp lực của tầng chứa nước và mực nước biển do đó sẽ được xem là biên tổng hợp (biên loại III).

Lưới tính toán (3D-Grid)

Vùng lập mô hình có diện tích 12,5km², được phân thành 80 hàng và 102 cột, với các ô lưới có kích thước tương ứng là 50 x 50m và số lớp là 2 (Hình 2 và Hình 3).



Hình 2. Mặt cắt hàng rào thể hiện cấu trúc hệ thống NĐĐ



Hình 3. Lưới tính toán 3D-Grid

Xử lý dữ liệu và nhập dữ liệu (Input Data)

Nhập các dữ liệu theo yêu cầu của mô hình gồm:

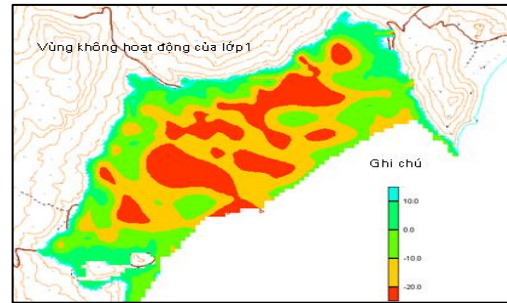
a- Các dữ liệu thuộc tính

- Dữ liệu về cao độ bề mặt địa hình: trích xuất dữ liệu điểm độ cao từ đường bình độ thành file điểm rời rạc (Scatter Point) bằng công cụ Vertical Mapper trong phần mềm MapInfo. Nhập dữ liệu vào mô hình như Hình 4;



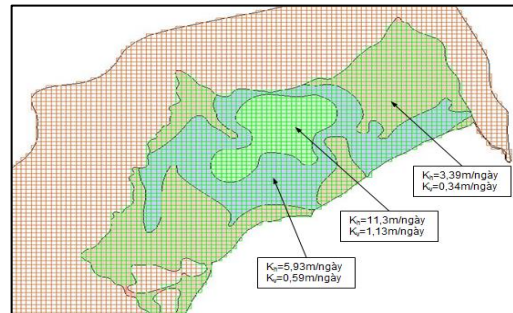
Hình 4. Sơ đồ vị trí điểm độ cao

- Dữ liệu về chiều sâu phân bố các lớp: phân tích xác định độ sâu mái đáy các lớp từ tài liệu địa tầng của 22 lỗ khoan. Nhập dữ liệu vào mô hình dạng vùng như Hình 5;



Hình 5. Sơ đồ đẳng chiều sâu đáy lớp 1

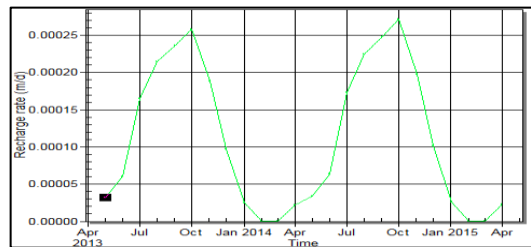
- Dữ liệu về các thông số địa chất thủy văn (hệ số thấm, hệ số nhà nước trọng lực,...): sử dụng phần mềm Aquifer Test tính toán các thông số Địa chất thủy văn từ 12 vị trí có thí nghiệm bơm đơn trong vùng. Nhập số liệu vào mô hình dạng vùng như Hình 6;



Hình 6. Sơ đồ hệ số thấm lớp 1

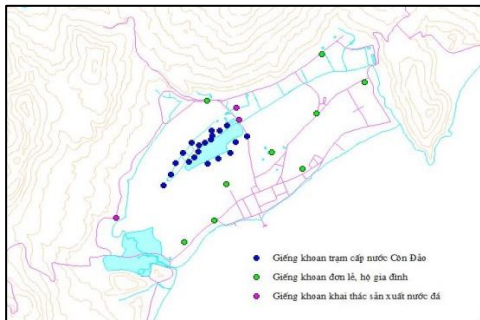
b- Các dữ liệu thời gian (Time series)

- Dữ liệu về lượng bổ cập: sử dụng dữ liệu lượng mưa của trạm thủy văn Côn Đảo, tiến hành tính toán xử lý thành file nhập vào mô hình như Hình 7;



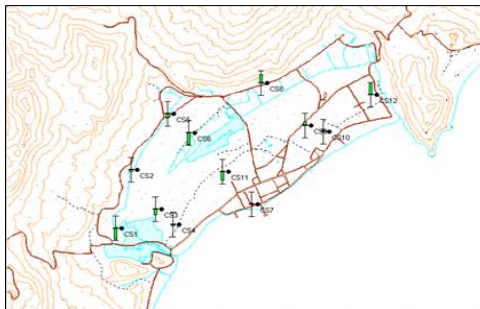
Hình 7. Dữ liệu lượng bổ cập tại 1 vị trí

- Dữ liệu về lượng khai thác nước dưới đất: thống kê lượng khai thác theo số liệu điều tra thực tế tại đảo Côn Sơn và nhập vào mô hình theo từng điểm như Hình 8;



Hình 8. Sơ đồ vị trí lỗ khoan khai thác

- Dữ liệu về mực nước dưới đất quan trắc: sử dụng tài liệu quan trắc mực nước của Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bà Rịa - vũng Tàu thực hiện, tạo thành file số và nhập vào mô hình tại từng điểm như Hình 9;

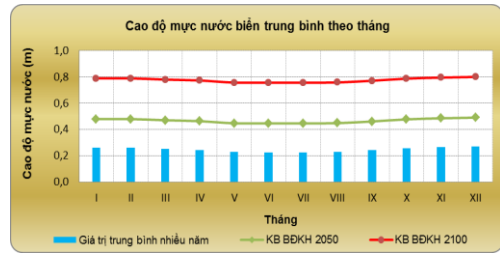


Hình 9. Sơ đồ vị trí lỗ khoan quan trắc mực nước

- Dữ liệu về biến đổi khí hậu (lượng mưa) và mực nước biển dâng: tính toán dự báo giá trị lượng mưa và mực nước biển theo kịch bản RCP4.5 và nhập vào mô hình để thực hiện bài toán dự báo theo kịch bản năm 2050 và 2100;



Hình 10. Dữ liệu lượng mưa theo kịch bản RCP 4.5 năm 2050 và 2100



Hình 11. Dữ liệu mực nước biển dâng theo kịch bản RCP 4.5 2050 và 2100

Bước tính toán

- Thời gian thực hiện việc mô phỏng là 24 tháng (từ tháng 5/2013 đến tháng 4/2015). Số lượng bước tính toán là 24 bước.

- Thời gian dự báo đến tháng 4/2045 (xấp xỉ 10.000ngày).

Kết quả hiệu chỉnh mô hình được kiểm tra tại 12 lỗ khoan quan trắc cho kết quả như sau:

- Sai số trung bình: -0,50 đến 0,2m
- Sai số trung bình tuyệt đối: 0,14 đến 0,5m
- Sai số trung bình quân phương: 0,16 đến 0,38m

Sai số tại từng điểm xem chi tiết trong Bảng 1.

Các loại sai số có giá nhỏ hơn $\pm 0,5m$ chứng tỏ kết quả mô phỏng gần giống thực tế trên địa bàn đảo Côn Sơn. Như vậy, kết quả mô phỏng có thể tin cậy được và có thể vận dụng để thực hiện các tính toán liên quan.

BẢNG 1

CÁC SAI SỐ CỦA MÔ HÌNH

TT	Lỗ khoan quan trắc	Các loại sai số		
		Trung bình	Trung bình tuyệt đối	Trung bình quân phương
1	CS1	-0,50	0,50	0,38
2	CS2	-0,15	0,36	0,25
3	CS3	-0,52	0,52	0,17
4	CS4	-0,41	0,41	0,18
5	CS5	0,12	0,14	0,23
6	CS6	-0,40	0,40	0,16
7	CS7	-0,25	0,31	0,19
8	CS8	0,05	0,53	0,26
9	CS9	-0,03	0,50	0,28
10	CS10	0,05	0,40	0,26
11	CS11	-0,09	0,25	0,18
12	CS12	-0,10	0,19	0,16
Toàn vùng		-0,19	0,37	0,23

Thực hiện tính toán cân bằng nước dưới đất hiện tại và dự báo đến năm 2050 và 2100 trong điều kiện BĐKH và nước biển dâng vào 2 mùa cho kết quả như sau:

- Mùa khô: tổng lượng bổ cập có xu hướng giảm (Bảng 2). Nguồn hình thành trữ lượng nước dưới đất chủ yếu do các hồ chứa và sông suối trong vùng. Lượng mưa và nước biển dâng tham gia không đáng kể.

- Mùa mưa: tổng lượng bổ cập có xu hướng tăng và giá trị tổng lượng bổ cập gần gấp 2 lần mùa khô (Bảng 3). Trong đó, đáng chú là sự gia tăng đáng kể của lượng mưa và ngược lại yếu tố nước biển dâng không thể hiện rõ nét.

Điều này cho thấy ảnh hưởng lượng mưa đến quá trình hình thành trữ lượng trong vùng. Ngược lại yếu tố nước biển dâng gần như không ảnh hưởng trong cả 2 mùa.

BẢNG 2
DIỄN BIẾN LƯỢNG BỔ CẬP MÙA KHÔ

Các nguồn hình thành trữ lượng	Mùa khô - m ³ /ngày		
	2014	2050	2100
Thay đổi trữ lượng tình	11	7	3
Hồ Quang Trung	2.185	2.436	2.405
Hồ An Hải	128	130	117
Biển	1	2	16
Sông, suối	1.945	1.638	1.634
Khai thác	0	0	0
Bổ cập từ mưa	9	7	2
Thấm xuyên	557	562	559
TỔNG	4.829	4.781	4.743

BẢNG 3
DIỄN BIẾN LƯỢNG BỔ CẬP MÙA MƯA

Các nguồn hình thành trữ lượng	Mùa mưa - m ³ /ngày		
	2014	2050	2100
Thay đổi trữ lượng tình	0	7	3
Hồ Quang Trung	169	229	166
Hồ An Hải	0	0	0
Biển	0	0	0
Sông, suối	1.638	505	425
Khai thác	0	0	0
Bổ cập từ mưa	6.693	9.328	10.28
Thấm xuyên	745	895	957
TỔNG	9.245	10.964	11.831

4 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

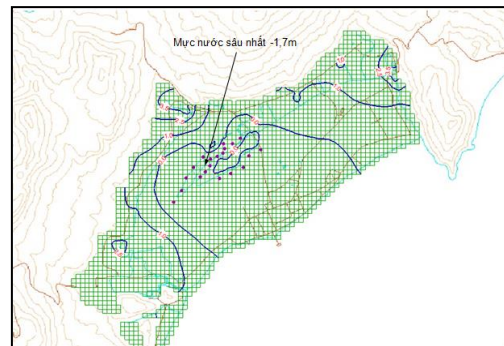
4.1 Xác định trữ lượng có thể khai thác trong điều kiện có tác động của BĐKH và nước biển dâng

Hiện trạng khai thác nước dưới đất hiện nay ở Côn Sơn là 4.333m³/ngày, trong đó lượng khai thác chủ yếu tập trung tại bãi giếng của Nhà máy nước Côn Đảo với 3.698m³/ngày.

Trên cơ sở vị trí hiện tại các lỗ khoan khai thác của Nhà máy nước Côn Đảo, sẽ vận hành mô hình dòng chảy để mực nước tại các vị trí này hạ thấp đến độ sâu -2,0m so mực nước biển (khoảng 1/2 bề dày tầng chứa nước).

Vận hành mô hình dòng chảy nước dưới đất trong trường hợp này theo dữ liệu mùa khô cho kết quả như sau:

- Mực nước: kết quả đã xác định bản đồ mực nước đến cuối thời gian tính toán với sự hình thành phễu hạ thấp tại bãi giếng khai thác của Nhà máy nước Côn Đảo với mực nước hạ thấp lớn nhất tại trung tâm là -1,7m (xem Hình 12).



Hình 12. Bản đồ mực nước bài toán xác định trữ lượng có thể khai thác

- Tổng lượng bổ cập

Kết quả tính cân bằng nước dưới đất đã được xác định tổng lượng bổ cập là 16.033m³/ngày.

BẢNG 4
CÂN BẰNG NƯỚC DƯỚI ĐẤT BÀI TOÁN XÁC ĐỊNH TRỮ LƯỢNG CÓ THỂ KHAI THÁC

Các nguồn hình thành trữ lượng	Dòng chảy - m ³ /ngày		
	Vào	Ra	Tổng
Thay đổi trữ lượng tình	9	0	9
Hồ Quang Trung	10.224	0	10.224
Hồ An Hải	187	155	32
Biển	39	129	-89
Sông, suối	4.035	35	4
Khai thác	0	15.618	-15.618
Bổ cập từ mưa	74	0	74
Thấm xuyên	1.465	97	1.368
TỔNG	16.033	16.033	0

- Xác định trữ lượng có thể khai thác

Từ kết quả tính tổng lượng bổ cập thông qua cân bằng nước dưới đất trong Bảng 3, trữ lượng có thể khai thác sẽ được xác định là 14.430m³/ngày (tương đương 90% tổng lượng bổ cập hoặc tổng lượng chảy vào).

4.2 Đánh giá kết quả

Hiện tại, lượng khai thác toàn đảo Côn Sơn chỉ mới chiếm khoảng 30% trữ lượng có thể khai thác. Như vậy, có thể gia tăng lượng khai thác nước dưới đất mà vẫn không gây cạn kiệt nguồn nước. Điều này phù hợp dữ liệu quan trắc mực nước vẫn chưa phát hiện xu hướng hạ thấp mực nước theo thời gian.

Đây là số liệu tính toán cho mùa khô (không có bổ cập từ mưa), nếu tính toán trong mùa mưa sẽ cho giá trị lớn hơn nhiều.

Đáng chú ý là vai trò của hồ chứa nước Quang Trung và sông suối trong vùng cung cấp một lượng nước khá lớn trong tổng lượng bổ cập cho nước dưới đất trong mùa khô. Điều này là gợi ý cho việc cần thiết bảo vệ các nguồn nước mặt này để duy trì trữ lượng cho nước dưới đất trong mùa khô.

5 KẾT LUẬN

Bài báo đã tiếp cận vấn đề khai thác bền vững nước dưới đất theo quy định mực nước hạ thấp cho phép tại Thông tư 27/2014/TT-BTNMT kết hợp với Chỉ số bền vững của UNESCO bằng phần mềm GMS 6.5. Trên cơ sở mô hình hiện trạng, đã tiến hành bài toán dự báo trong điều kiện có tác động của BĐKH và nước biển dâng theo kịch bản RCP 4.5 tại hai thời điểm năm 2050 và 2100.

Kết quả mô hình cân bằng nước dưới đất cho thấy yếu tố nước biển dâng do BĐKH gần như không ảnh hưởng đến trữ lượng nước dưới đất của vùng nghiên cứu.

Kết quả tính toán cân bằng nước dưới đất đã xác định được tổng lượng bổ cập khi hạ thấp mực nước tại các lỗ khoan đến độ cao - 2,0m là 16.033 m³/ngày. Kết quả đã xác định được giá trị TLCKTK ở đảo Côn Sơn là 14.430m³/ngày, trong khi hiện tại lượng nước dưới đất khai thác trên toàn đảo Côn Sơn chỉ chiếm khoảng 30% TLCKTK đã tính toán. Điều đó đảm bảo hoạt động khai thác NĐĐ ở đây vẫn còn trong giới hạn bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ngô Đức Chân, 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, 2008.
- [2] Nguyễn Hữu Điền, báo cáo tổng kết dự án “*Điều tra bổ sung, xây dựng mạng quan trắc, quy hoạch khai thác sử dụng và bảo vệ tài nguyên nước vùng Côn Đảo*”, Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Nam, 2005.
- [3] Đông Uyên Thanh, đề tài NCKH cấp trường “*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-ĐCDK-2017-52, Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM, 2017.
- [4] Wim Boehmer và Ngô Đức Chân, “*Modeling Report (thuộc dự án MILIEV)*”, Công ty Haskoning - Hà Lan và Liên đoàn ĐCTV-ĐCCT miền Nam cũ, TPHCM, 2000. *GMS 6.5 Tutorial*, The Environmental Modeling Research Laboratory, Brigham Young University, Newyork, 2006. *Book 6 Modeling Techniques: A Modular Three - Dimensional Finite - Difference Groundwater Flow Model*, Michael G. Donald and Arlen W. Harbaugh, US Geological Survey, Virginia, 1998.

Đông Uyên Thanh Sinh ngày 01/02/1978, tại Tỉnh Sóc Trăng - Việt nam. Năm 2002, tốt nghiệp Kỹ sư Địa chất-Dầu khí, chuyên ngành Địa chất môi trường, tại Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM. Năm 2005, tốt nghiệp Thạc sĩ Kỹ thuật Địa chất, chuyên ngành Địa kỹ thuật, tại Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM.

Hiện tại là Giảng viên thuộc Bộ môn Tài nguyên Trái đất và Môi trường – Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM. Các hướng nghiên cứu chính hiện nay là Địa chất thủy văn, Thạch học.

Lê Văn Chung Sinh ngày 04/05/1987, tại Tỉnh Thanh Hóa - Việt nam. Năm 2011, tốt nghiệp Kỹ sư Địa chất công trình-Địa kỹ thuật, tại Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Năm 2017, tốt nghiệp Thạc sĩ ngành Kỹ thuật địa chất, chuyên ngành Địa chất thủy văn, trường Đại học Mỏ - Địa chất.

Hiện tại là Điều tra viên tài nguyên môi trường - Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Nam. Hướng nghiên cứu chính hiện nay là Địa chất thủy văn.

Nguyễn Văn Năng Sinh ngày 09/09/1979 tại tỉnh Thanh Hóa - Việt Nam. Năm 2003, tốt nghiệp kỹ sư Mỏ - Địa chất, chuyên ngành Địa chất, tại trường đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội. Hiện tại đang học cao học tại trường Khoa học tự nhiên TP. Hồ Chí Minh chuyên ngành Kỹ thuật địa chất.

Hiện là cán bộ kỹ thuật - Liên đoàn Quy hoạch & Điều tra tài nguyên nước Miền Nam. Các hướng nghiên cứu chính hiện nay là Địa chất - Địa chất thủy văn, Tài nguyên môi trường.

Determine the exploitable groundwater reserve of Con Son Island in the condition of climate change and sea level rising

Dong Uyen Thanh, Le Van Chung, Nguyen Van Nang

Abstract—The paper deals with problem of groundwater sustainable exploitation in accordance with the allowable drawdown, stipulated in Circular 27/2014/TT-BTNMT of Ministry of Natural Resources and Environment in combination with the sustainability index, advised by UNESCO. The technical method is using a groundwater model containing reliable input data. As a result, a groundwater flow model was successfully constructed for stimulating the actual groundwater system in Con Son Island. The model was calibrated, using groundwater monitoring data of 12 wells and produced an error less than $\pm 0.5\text{m}$. On the basis of the current model, a prediction was made under condition of climate change and sea level rise up to the scenario RCP 4.5. Based on this prediction, the exploitable groundwater reserve of Con Son island was calculated as $14.430\text{m}^3/\text{day}$.

Index Terms—Con Son island, exploitable groundwater reserve.