

GIẢI PHÁP CẤP NƯỚC SINH HOẠT HIỆU QUẢ, BỀN VỮNG TẠI ĐẢO HÒN NGANG THUỘC QUẦN ĐẢO NAM DU, TỈNH KIÊN GIANG

Vũ Ngọc Bình^{1,*}

TÓM TẮT

Giải pháp thu gom, bổ cập và khai thác nước dưới đất nhằm đáp ứng nhu cầu dùng nước hiệu quả, bền vững đã được nghiên cứu và áp dụng tại đảo Hòn Ngang, quần đảo Nam Du, tỉnh Kiên Giang. Kết quả nghiên cứu cho thấy, sự chênh lệch mực nước dưới đất tại thời điểm thấp nhất vào mùa khô và cao nhất vào mùa mưa năm 2022 dao động từ 7,7 - 20,5 m. Nước dưới đất đã lan tỏa về phía biển khoảng 70 m và xuống sâu khoảng 7 - 10 m. Đồng thời, chất lượng nước cũng thay đổi tốt hơn về các chỉ số Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cl, SO_4^{2-} , HCO_3^- , NO_3^- , cặn sáy khô, độ kiềm, độ cứng và độ dẫn điện tại các thời điểm cuối mùa mưa (tháng 11/2022) so với cuối mùa khô (tháng 5/2022). Mực nước dưới đất trên đảo sau khi có công trình bổ cập chênh lệch khá lớn so với khi chưa có công trình bổ cập, dao động từ 2,9 m (tháng 10/2022 so với tháng 10/2020) đến 5,9 m (tháng 1/2023 so với tháng 1/2021). Tại các tháng mùa khô năm 2023, cao hơn các tháng cùng kỳ năm 2022 từ 3,3 (tháng 4) đến 4,1 m (tháng 2), chất lượng nước như các chỉ số EC và TDS cũng tốt hơn. Điều này chứng tỏ giải pháp bổ cập nước ngầm trên đảo đã mang lại hiệu quả rõ rệt.

Từ khóa: Bền vững, chất lượng nước, giải pháp, hiệu quả, nước dưới đất.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hòn Ngang là một trong ba đảo lớn thuộc quần đảo Nam Du, có diện tích 59 ha, dân số khoảng 2.600 người, là nơi tập trung các cơ quan hành chính của xã Nam Du như: UBND xã, trạm y tế, công an, xã đội, trường tiểu học và trung học cơ sở. Ngoài ra, trên đảo cũng là nơi tập trung neo đậu vào trao đổi nhu yếu phẩm của các tàu thuyền đánh bắt xa bờ tại khu vực biển phía Tây và các lồng bè nuôi thủy sản. Chính vì vậy, nhu cầu nước sạch của người dân trên đảo là rất lớn. Do tình trạng thiếu nước sinh hoạt trầm trọng, đặc biệt vào mùa khô, từ năm 2017 - 2019, trên đảo đã tiến hành khoan 27 giếng, trong đó có 2 giếng do Nhà nước đầu tư, số còn lại là của tư nhân để cấp nước bán cho dân với giá khoảng 80.000 đồng/m³. Trước tình hình khai thác quá mức, nguồn nước giếng khoan đã có dấu hiệu bị suy kiệt, chất lượng nước năm sau kém hơn năm trước, đặc biệt vào các tháng mùa khô. Tại ấp An Bình đã có 2 giếng bị nhiễm phèn, 01 giếng bị nhiễm mặn không sử dụng được [1]. Mô hình thu gom, bổ cập và khai thác nước dưới đất nhằm cấp nước sinh hoạt một

cách ổn định, hiệu quả và bền vững cho nhân dân trên đảo Hòn Ngang đã được nghiên cứu và ứng dụng từ tháng 12/2021. Kết quả của giải pháp này đã mang lại hiệu quả đáng kể về dâng cao mực nước dưới đất và chất lượng nước, đồng thời phục vụ cấp nước cho nhân dân trên đảo vào các tháng mùa khô từ năm 2022 đến nay.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thiết bị sử dụng

- Thiết bị đo mực nước: Yamayo - RWL50 dài 50 m của Nhật Bản.

- Máy đo TDS và EC của Hanna HI 99301.

- Máy đo điện thế DEPA và máy phát dòng Transmitter 100, nguồn phát là ác qui 12V/15Ah và hệ điện cực đo liên tục đều Wenner-Schlumberger với các khoảng cách đều $a = 20$ mét, khoảng mở $n_{max} = 8$.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Tại hiện trường: Quan trắc nước ngầm, đo địa vật lý, lấy mẫu thí nghiệm.

- Trong phòng: Thí nghiệm đánh giá chất lượng nước, phân tích số liệu.

¹ Viện Thủy công

* Email: binhdkkt@gmail.com

3. HIỆN TRẠNG KHAI THÁC VÀ SỬ DỤNG TÀI NGUYÊN NƯỚC TẠI ĐẢO HÒN NGANG**3.1. Tài nguyên nước mưa**

Tài nguyên nước mưa trên đảo khá phong phú, mùa mưa tập trung từ tháng 5 - 11 hàng năm. Theo báo cáo tổng hợp quy hoạch sử dụng đất xã Nam Du đến 2015, định hướng 2020 [2], tổng số ngày mưa trên đảo là 130 ngày, tổng lượng mưa là 2.128 mm. Kết quả đo mưa tự động tại đảo Hòn Ngang trong các năm 2020, 2021 và 2022 cho thấy, lượng mưa bình quân đạt 1,893,4 mm/năm [1].

Diện tích đảo Hòn Ngang là 59 ha, lượng nước mưa trên đảo tính theo công thức: $Q_m = X \cdot S$ [3].

Trong đó: Q_m là trữ lượng nước mưa trên đảo; X là lượng mưa trên đảo; S là diện tích.

$$Q_m = 1,893,4 \cdot 59 \cdot 10^6 / 10^3 \\ = 1.117.106 \text{ m}^3/\text{năm}.$$

Kết quả thí nghiệm mẫu nước mưa trên đảo cho thấy, các chỉ tiêu toàn phần và vi lượng đều đáp ứng QCVN 01-1: 2018/BYT [4]. Nhìn chung, vào mùa mưa nhân dân trên đảo đã tận dụng tối đa các vật dụng để tích chứa nguồn nước mưa phục vụ cho ăn uống sinh hoạt.

3.2. Tài nguyên nước mặt

Tài nguyên nước mặt trên đảo Hòn Ngang là không có, lượng nước mặt chỉ tồn tại trong và sau các trận mưa với một thời gian nhất định, trên đảo không có bất cứ hồ nước hay công trình nào để lưu trữ nước mặt. Lượng dòng chảy mặt có thể tính theo công thức: $Y_0 = \alpha X_0$ [5].

Trong đó: Y_0 là chuẩn dòng chảy năm; α là Hệ số dòng chảy, phụ thuộc vào lượng mưa, diện tích và vùng phân bố, độ dốc của sườn đồi, loại đất đá,...

Khi lượng mưa hàng năm là 1.100 mm, $\alpha = 0,4$; tại vùng đồi, ít canh tác $\alpha = 0,45$. Với lượng mưa nhỏ (< 25 mm/ngày, $\alpha = 0,15$), mưa vừa (25 - 40 mm/ngày, $\alpha = 0,33$); mưa to (> 75 mm/ngày, $\alpha = 0,7$). Với rừng trồng, độ dốc từ 5 - 10%, đối với đất sét bụi $\alpha = 0,33$; sét cứng $\alpha = 0,5$ [6]. Phân tích từ những yếu tố kể trên, có thể lấy hệ số dòng chảy mặt trung bình tại quần đảo Nam Du, $\alpha = 0,45$.

$$Y_0 = 0,45 \cdot 1893,4 \cdot 59 \cdot 10^6 / 10^3 = 502.598 \text{ m}^3.$$

3.3. Hiện trạng tài nguyên nước dưới đất**3.3.1. Nước trong giếng đào**

Trên đảo hiện có 7 giếng đào đang sử dụng, lượng nước trong các giếng này cung cấp khoảng 2.318 m³/năm phục vụ cho sinh hoạt, chất lượng nước cơ bản đáp ứng QCVN 01-1: 2018/BYT [4], riêng chỉ tiêu về Cr của mẫu nước vượt so với tiêu chuẩn vì đây là giếng trong đới tàn tích phong hóa chịu ảnh hưởng của đất đá có nguồn gốc từ đá phun trào, núi lửa [7].

3.3.2. Nước trong giếng khoan

Trên đảo hiện nay có 27 giếng khoan, lượng khai thác đang phục vụ cho cấp nước sinh hoạt trên đảo khoảng 13.770 m³/năm. Các chỉ tiêu thí nghiệm mẫu nước toàn phần và vi lượng cơ bản đáp ứng các yêu cầu theo QCVN 01-1: 2018/BYT [4]. Riêng chỉ tiêu về Cr là vượt so với tiêu chuẩn, điều này chứng tỏ nước trong giếng khoan bị hòa tan các khoáng chất có nguồn gốc từ đá phun trào trên đảo [7]. Mẫu nước giếng khoan tại ấp An Bình có giá trị về Cl vượt gần 4 lần so với tiêu chuẩn (935,88/250 mg/l). Điều này chứng tỏ mẫu nước ở đây bị nhiễm mặn so với nước giếng tại các nơi khác. Kết quả điều tra, khảo sát tại giếng khoan này cho thấy, năm đầu tiên khai thác, nước ít bị mặn, ít phèn, tuy nhiên từ năm thứ 2 trở lại đây giếng có hiện tượng bị xâm nhập mặn, vì đây là giếng nước ở gần biển và được khai thác để bán cho các hộ dân trong ấp nên lượng khai thác là khá lớn.

So sánh chất lượng nước của các giếng khoan tại thời điểm cuối mùa mưa (năm 2019) và cuối mùa khô (năm 2020) trên đảo cho thấy, nguồn nước cuối mùa khô năm 2020 đã bị suy giảm mạnh, đặc biệt các chỉ tiêu như pH, Cl-, SO₄²⁻, HCO₃⁻, cặn sảy khô ở 105°C, độ kiềm, độ dẫn điện. Như vậy, một số giếng trên đảo đã có dấu hiệu bị nhiễm mặn, nhiễm phèn.

4. GIẢI PHÁP THU GOM, BỔ CẤP VÀ KHAI THÁC NƯỚC DƯỚI ĐẤT TẠI ĐẢO HÒN NGANG**4.1. Cơ sở xây dựng mô hình**

Ở vùng ven biển hoặc ở đảo, độ dốc đường thường hướng ra biển. Tại sát mép biển, mực nước

thay đổi lên xuống theo thủy triều. Nước biển có tỷ trọng ($\rho = 1,025 \text{ kg/m}^3$) lớn hơn nên nằm dưới nước ngọt ($\rho = 1,0 \text{ kg/m}^3$), hình thành một mặt tiếp giáp mặn - ngọt. Trong thực tế, đây là một vùng tiếp giáp, khi mặt ngăn cách nằm dưới đáy giếng, chúng ta lấy được nước ngọt, nhưng nếu việc bơm nước vượt quá sẽ làm nâng mặt ngăn cách này lên. Lợi dụng ranh giới này, có thể bổ sung nhân tạo nước dưới đất cho đảo nhằm khai thác nguồn nước ngọt một cách ổn định và bền vững.

Tại đảo Hòn Ngang, có thể áp dụng giải pháp thu gom nước mái dãi kết hợp với các lỗ khoan bổ cập để bổ sung nhân tạo dưới đất nhằm cấp nước sinh hoạt ổn định, bền vững vì những lý do:

+ Điều kiện địa hình và thảm phủ thực vật: Có điều kiện địa hình và thảm phủ thực vật thuận lợi để thu nước sườn dãi vào mùa mưa; nguồn nước

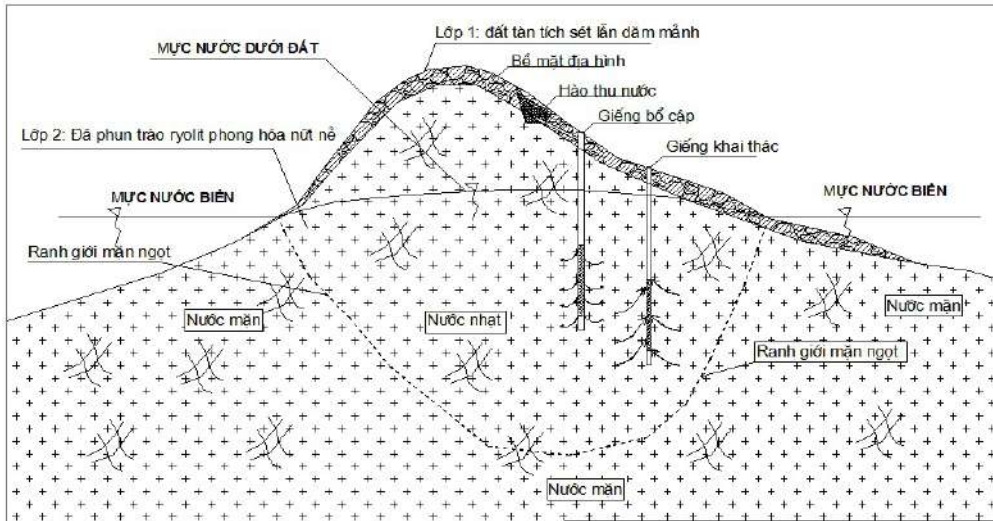
đảm bảo vệ sinh, không bị nhiễm bẩn do nước trên sườn dãi được trồng cây, không nuôi gia súc, gia cầm.

+ Điều kiện địa chất: Có cấu trúc địa chất là các đá nứt nẻ mạnh, có khả năng chứa nước; có mực nước ngầm sâu (> 20 m) và đất đá nứt nẻ, có khả năng hấp thụ nước.

+ Điều kiện dân sinh: Có dân số đông đúc, phát triển nuôi các lồng bè, đồng thời là nơi neo đậu của tàu thuyền đánh bắt hải sản, hậu cần nghề cá phát triển.

+ Là nơi thiếu nước ngọt trầm trọng vào mùa khô, tầng chứa nước có dấu hiệu suy giảm.

+ Lượng mưa lớn (khoảng 2.000 mm/năm), tập trung từ tháng 5 - 11 hàng năm.



Hình 1. Cơ sở thu gom nước mặt để bổ sung nhân tạo nước dưới đất

4.2. Mô hình thu gom bổ cập và khai thác nước dưới đất tại đảo Hòn Ngang

Công nghệ thu gom nước mưa mái dãi được thực hiện theo sơ đồ gồm: Hệ thống mương thu

chạy theo đường đồng mức tại sườn dãi trên đảo, bể lắng - lọc, giếng bổ cập, giếng khai thác, hệ thống xử lý và bể cấp nước tập trung (Hình 2).



Hình 2. Sơ đồ công nghệ thu gom, bổ cập và khai thác nước tại đảo Hòn Ngang

Mô hình thu gom bổ cập và khai thác nước dưới đất được xây dựng tại mỏm dãi phía Nam đảo Hòn Ngang, nhằm đáp ứng nhu cầu sử dụng nước

ăn, uống, sinh hoạt từ 100 - 150 hộ vào mùa khô (khoảng 5 m³/giờ), gồm các hạng mục:

1. Tuyến hào thu nước mái dãi (1): Được xây

đựng theo đường đồng mức, tại vị trí có mái hững và có khả năng thu được lượng nước nhiều nhất khi mưa. Hào có cấu tạo dạng hình thang ngược, kích thước trên mặt 2,5 m, sâu từ 1,5 m, đáy rộng từ 1,5 m. Bên trong hào xây dựng tầng lọc bằng cát sỏi lọc kết hợp với hệ thống ống lọc. Kết cấu thu nước gồm: Cát thô, ống lọc đặt dạng xương cá nhằm thu nước vào ống đặt ở giữa, phía trên là cát lọc, đá base và trên cùng là lớp đá xếp khan. Mô hình có 2 tuyến hào với tổng chiều dài là 324 m.

2. Bể lắng - lọc (2): Được bố trí tại dưới các tuyến hào, vị trí mô hình 2 có bể 25 m³ và vị trí 1 có bể 50 m³. Tầng lọc của bể có cấu tạo tương tự với hào thu nước. Lấp bể là tấm đan bê tông cốt thép nhằm thuận lợi cho công tác bảo dưỡng.

3. Giếng bổ cập (3): Được bố trí tại vị trí mô hình 1, có 1 giếng bổ cập (BC1) và vị trí mô hình 2 có 2 giếng là BC2 và BC3. Giếng có chiều sâu 60 m, được cấu tạo gồm ba phần là ống lắng (5 m), ống lọc (40 m) và ống vách (15 m). Trên mặt giếng có xây hộp bảo vệ.

4. Giếng khai thác (KT) (4): Có chiều sâu 60 m, cấu tạo tương tự giếng bổ cập bao gồm ống chống (khoảng 15 m), ống lọc (40 m), ống lắng 5 m. Trong giếng lắp đặt bơm hút nước ở độ sâu từ 50 đến 55 m, công suất bơm khai thác từ 3 - 5 m³/giờ. Trên mặt giếng có xây hộp bảo vệ. Giếng KT1 được bố trí tại vị trí mô hình 1 và giếng KT2 được bố trí tại vị trí mô hình 2.

5. Giếng quan trắc (QT) (5): Có chiều sâu 40 m, đường kính $\phi 110$, gồm ống chống (khoảng 15 m), ống lọc (20 m), ống lắng 5 m. Bố trí tại vị trí mô hình 2 là QT1 và QT2.

6. Hệ thống xử lý nước (6): Bao gồm các bộ phận như tháp chứa nước nguồn, hệ thống bơm hóa chất xử lý, thiết bị khử sắt, lọc tạp chất, bể cấp nước. Nguồn nước sau khi lọc đảm bảo Quy chuẩn QCVN 01 - 1: 2018/BYT [4]

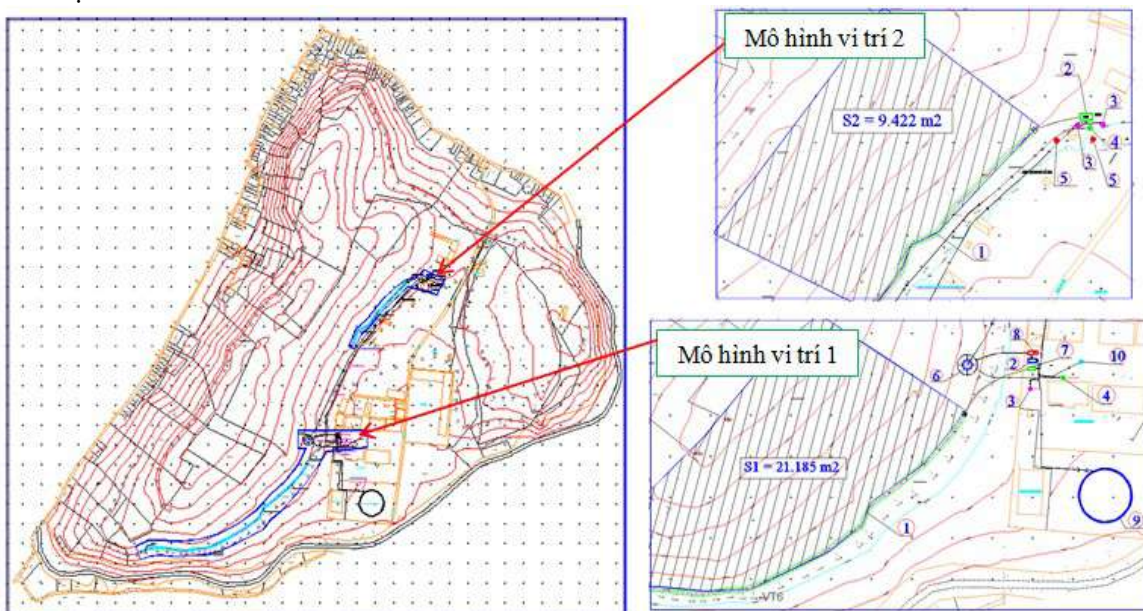
7. Bể chứa nước tập trung (7): Thể tích 50 m³ dùng để chứa nước sạch sau khi đã xử lý để cấp nước cho dân.

8. Nhà quản lý vận hành (8): Diện tích 30 m² được dùng để chứa thiết bị lọc, bồn hóa chất, tủ điện và thiết bị điều khiển.

9. Bồn chứa nước 2.600 m³(9), bồn sẵn có được tận dụng để chứa nước.

10. Giếng công an xã (10): Sử dụng để bổ cập nước bổ sung.

Ngoài ra, mô hình còn một số tuyến đường ống từ hào xuống bể lọc, bể lọc xuống bồn, giếng bổ cập, tuyến ống dẫn nước từ giếng khai thác lên bồn chứa nước nguồn, từ bồn xuống hệ thống xử lý, từ mô hình vị trí 1 sang mô hình vị trí 2 và hệ thống các van phao, khóa điều tiết, hộp bảo vệ,.... Mô hình đã đưa vào khai thác, sử dụng, cấp nước sinh hoạt cho dân trên đảo từ tháng 1/2022.



Hình 3. Sơ đồ các vị trí mô hình trên đảo Hòn Ngang

5. HIỆU QUẢ CỦA GIẢI PHÁP

Để đánh giá hiệu quả của giải pháp thu gom, bổ cập nước dưới đất tại đảo Hòn Ngang, đã tiến hành (1) quan trắc các số liệu như đo mực nước dưới đất, EC và TDS theo chu kỳ 10 ngày/lần kéo dài từ mùa khô (tháng 2/2022) đến cuối mùa mưa (tháng 12/2022) và tiếp tục theo dõi để so sánh với các năm tiếp theo; (2) đo địa vật lý và lấy mẫu nước thí nghiệm các chỉ tiêu toàn phần và vi lượng tại các thời điểm cuối mùa khô (tháng 5/2022) và cuối mùa mưa (tháng 11/2022).

5.1. Kết quả quan trắc mực nước dưới đất

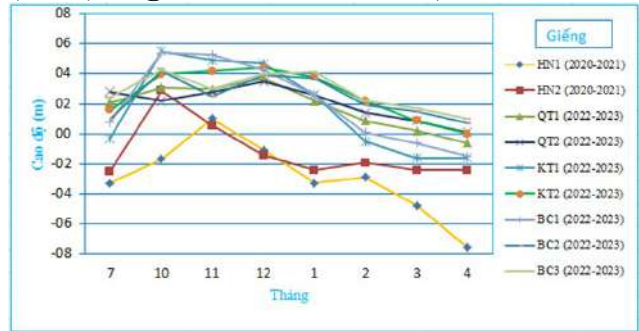


Hình 4. Kết quả quan trắc mực nước dưới đất tại các lỗ khoan trên đảo (tháng 2/2022 - 5/2023)

Hình 4 cho thấy, mực nước dưới đất tại các giếng được quan trắc vào mùa khô có độ sâu thấp hơn nhiều so với thời điểm mùa mưa. Mực nước thấp nhất vào khoảng cuối tháng 4, đầu tháng 5. Đây cũng là thời điểm cuối mùa khô (trên đảo chưa có mưa, đồng thời lượng nước khai thác tại thời điểm này để cấp cho nhân dân trên đảo cũng lớn nhất). Từ cuối tháng 5 trở đi, khi lượng mưa trên đảo dần tăng, mực nước dưới đất cũng có xu hướng dâng cao so với mặt đất tự nhiên. Đến cuối tháng 9, đầu tháng 10, lượng mưa trên đảo lớn nhất, mực nước dưới đất tại các giếng khoan cũng cao nhất. Chênh cao mực nước dưới đất giữa thời điểm cao nhất và thấp nhất trong các lỗ khoan quan trắc được trên đảo năm 2022 từ 7,7 m (giếng khoan QT1 và QT2) đến 20,5 m (giếng khoan KT1).

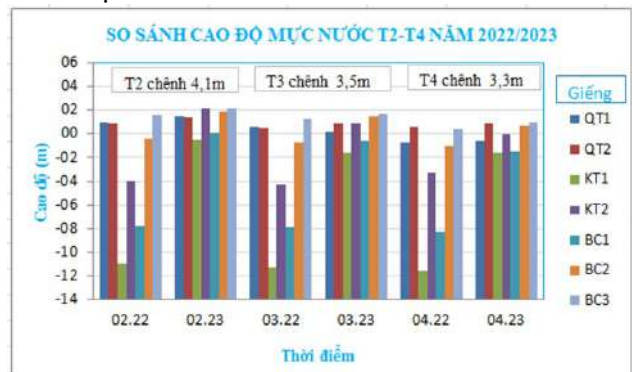
So sánh mực nước tại hai giếng khoan HN1 và HN2 thực hiện trong quá trình khảo sát đánh giá địa chất, thủy văn tại thời điểm từ tháng 7/2020 đến 1/2021 (khi chưa có công trình bổ cập) và các giếng khoan thuộc mô hình: QT1, QT2, KT1, KT2, BC1, BC2 và BC3 tại các thời điểm tháng 7/2022 đến 1/2023 (sau khi có công trình bổ cập), cho

thấy: Mực nước dưới đất trên đảo năm 2022 và 2023 chênh khá lớn so với năm 2020 và 2021, dao động từ 2,9 m (tháng 10/2022 so với 10/2020) đến 5,9 m (tháng 1/2023 so với 1/2021).



Hình 5. Biểu đồ quan trắc mực nước dưới đất tại đảo Hòn Ngang năm 2020-2021 và 2022-2023

So sánh mực nước dưới đất từ tháng 2 - 4/2022 và tháng 2 - 4/2023 tại các hố khoan của mô hình cho thấy, tại các giếng khoan KT1, KT2 và BC1 chênh khá lớn (từ 6,2 m KT2 - 10,1 m KT1), còn các hố khoan khác dao động từ 0,5 - 2,3 m. Chênh lệch trung bình tháng 2/2023 với tháng 2/2022 = 4,1 m; tháng 3/2023 với tháng 3/2022 = 3,5 m và tháng 4/2023 với tháng 4/2022 là 3,3 m (Hình 6). Điều này cũng khẳng định hiệu quả của giải pháp bổ cập nước dưới đất cho đảo mang lại là khá rõ rệt.

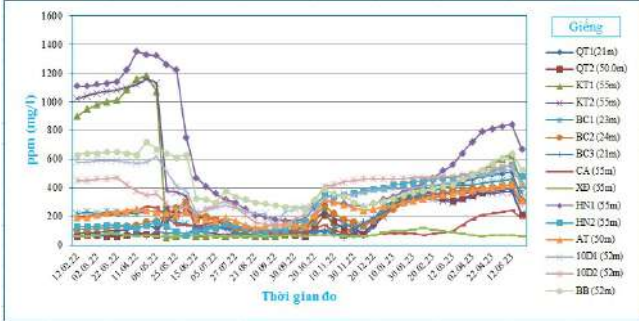


Hình 6. So sánh mực nước ngầm tại các giếng được quan trắc của mô hình tại các tháng 2, 3, 4/2022 và 2023

5.2. Kết quả quan trắc tổng chất rắn hòa tan TDS

Cùng với các thời điểm quan trắc mực nước ngầm, đã tiến hành quan trắc TDS (Total Dissolved Solids) hay tổng số các ion mang điện tích bao gồm khoáng chất, muối hoặc kim loại tồn tại trong một khối lượng nước nhất định để đánh giá độ mặn của nước dưới đất. Các mẫu nước được lấy tại các giếng khoan (hiện đang

khai thác) trên đảo theo diện rộng và theo chiều sâu của tầng chứa nước. Chỉ số TDS được biểu thị bằng hàm số ml/l hoặc ppm (Parts Per Million). Kết quả quan trắc TDS tại các giếng khoan trên đảo Hòn Ngang được trình bày ở hình 7.



Hình 7. Kết quả quan trắc TDS tại các lỗ khoan trên đảo (tháng 2/2022 - 5/2023)

Từ kết quả quan trắc TDS tại các giếng khoan cho thấy:

- Đối với các giếng đang khai thác ở tầng sâu (> 50 m), với khối lượng nước tương đối nhiều như KT1, KT2, HN1, BB, 10D1, 10D2 có lượng TDS vào mùa khô đều lớn hơn 400 mg/l, đặc biệt là các giếng KT1, KT2 và HN1 từ tháng 2 - 5/2022 có TDS cao (trên 1.000 mg/l). Điều này cho thấy, tại các giếng này đã khai thác ở mức khá lớn trong mùa khô năm 2022, đồng thời đây cũng là thời điểm khô hạn nhất trong năm.

- Đến thời điểm cuối tháng 5, đầu tháng 6, khi trên đảo bắt đầu có mưa, lượng nước bổ cập tự nhiên và bổ sung nhân tạo qua hệ thống hào thu và giếng bổ cập được đưa xuống lòng đất làm cho TDS giảm xuống, hầu như các giếng khai thác nước ở tầng sâu đều có chỉ số thấp (TDS < 400). Đến các tháng cuối mùa mưa (tháng 8 - 11), chỉ số TDS có xu hướng nhỏ dần và tiếp cận với các chỉ số đo được tại các giếng quan trắc được lấy mẫu nước ở tầng nông (khoảng 20 m). Điều này cho thấy, nước dưới đất khai thác ở tầng sâu dễ bị ảnh hưởng của nước biển xâm nhập mặn làm cho chỉ số TDS tăng cao vào cuối mùa khô. Do vậy, cần có biện pháp khai thác hợp lý, tránh xâm nhập mặn gây phá hỏng tầng chứa nước.

Hình 7 cũng cho thấy, tại các giếng đang khai thác như HN1, KT1, KT2, BB và 10D1 có chỉ số TDS tại thời điểm tháng 2 - 5/2022 (khi công trình bổ cập chưa hoạt động) lớn hơn nhiều so với thời

điểm tháng 2 - 5/2023 (khi công trình bổ cập đã hoạt động). Điều này chứng tỏ lượng nước bổ cập có tác dụng rất lớn đến chất lượng nước ở các giếng khoan đang khai thác nước ở tầng sâu.

5.3. Kết quả đo khả năng dẫn điện (EC)

Chỉ số EC (Electrical-Conductivity) là chỉ số diễn tả tổng nồng độ ion hòa tan trong dung dịch. Độ dẫn điện của nước (EC) là khả năng thực hiện hoặc truyền điện, nhiệt, âm thanh của nước. Độ dẫn điện EC có liên quan đến nồng độ muối hòa tan và sự có mặt của các ion trong nước. Muối khi hòa tan sẽ tạo thành các ion tích điện âm và ion tích điện dương có ảnh hưởng đến độ dẫn điện của nước. Do đó, độ dẫn điện EC có mối liên hệ với TDS ở trong nước [8].



Hình 8. Kết quả quan trắc EC tại các lỗ khoan trên đảo (tháng 2/2022 - 5/2023)

Kết quả quan trắc EC cho thấy, tại các giếng khai thác ở độ sâu trên 50 m (KT1, KT2, HN1, BB, 10D1 và 10 D2) vào thời điểm mùa khô (từ tháng 2/2022 đến cuối tháng 5/2022), độ dẫn điện EC > 1 ms/cm, trong khi đó, với các mẫu nước được lấy ở tầng nông (khoảng 20 m), độ dẫn điện đều nhỏ hơn EC < 0,5 ms/cm. Từ thời điểm tháng 6/2022 trở đi, độ dẫn điện EC của mẫu nước của các giếng khoan đang khai thác có xu hướng giảm, đến đầu tháng 10, hầu hết các mẫu nước được lấy trong tầng này đều có EC < 0,5 ms/cm. Điều này chứng tỏ rằng, lượng nước mưa bổ cập tự nhiên, bổ cập qua hào và giếng có ảnh hưởng lớn đến khả năng dẫn điện EC của nước, đã làm giảm EC có nghĩa, làm giảm hàm lượng các muối tan có trong nước, giảm độ mặn. Từ tháng 10/2022 trở đi, các mẫu nước lấy tại các giếng khai thác tầng sâu (> 50 m) có 0,5 < EC < 1 ms/cm, còn các mẫu nước ở tầng nông có EC < 0,5 ms/cm. Điều này cho thấy, trong các tháng này khi lượng mưa trên đảo có xu hướng giảm, lượng nước bổ cập cũng giảm, đồng

thời lượng khai thác bắt đầu tăng lên, do vậy EC của các giếng khoan nước ở tầng sâu cũng tăng lên. Kết quả đo EC tại các giếng đang khai thác như HN1, KT1, KT2, BB và 10D1 ở thời điểm mùa khô năm 2022 (tháng 2 - 5/2022, khi công trình bổ cập chưa hoạt động) và mùa khô năm 2023 (tháng 2 - tháng 5/2023, khi công trình bổ cập đã hoạt động) cho thấy, EC của các mẫu nước tháng 2 - 5/2022 lớn hơn nhiều so với tháng 2 - 5/2023. Điều này chứng tỏ giải pháp bổ cập đã phát huy tác dụng rất tốt đến chất lượng nước dưới đất trên đảo.

5.4. Đánh giá hiệu quả bằng phương pháp địa vật lý



Hình 9. Vị trí các tuyến đo địa vật lý nhằm đánh giá hiệu quả bổ cập nước dưới đất tại đảo Hòn Ngang

Phương pháp địa vật lý được tiến hành tại khu vực vị trí xây dựng mô hình 2 trên đảo. Kết quả phân tích tuyến mặt cắt địa điện T3 chạy song song với tuyến hào thu nước số 2 về phía biển tại các thời điểm cuối mùa khô (tháng 5/2022) và cuối mùa mưa (tháng 11/2022). Sơ đồ vị trí các tuyến đo được trình bày ở hình 9.

5.4.1. Thời điểm cuối mùa khô

Kết quả đo sâu địa điện tuyến T3 vào cuối mùa khô (tháng 5/2022) được thể hiện trên hình 10. Lát cắt điện trở suất biểu kiến đo ngoài thực địa có giá trị thay đổi trong khoảng từ 720 - 2.000 Ωm; lát cắt điện trở suất biểu kiến tính lý thuyết có giá trị lệch với giá trị đo thực địa là 5,2%; lát cắt địa điện theo kết quả phân tích ngược có chiều sâu đến 65 m và cấu trúc phân lớp tương đối rõ, bao gồm:

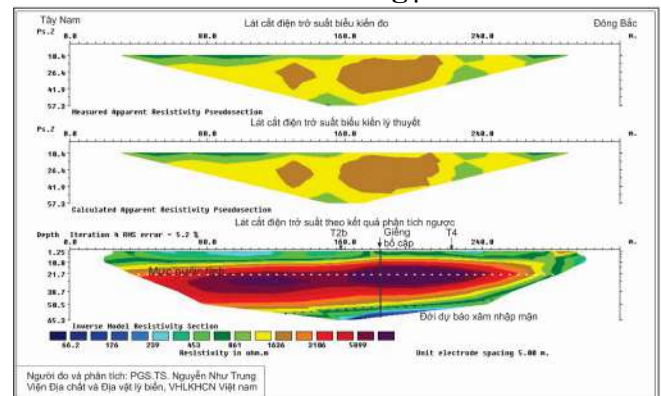
- Lớp thứ 1 (trên cùng): Lớp này chiều dày từ 5 - 10 m và điện trở suất thay đổi trong khoảng từ 240 Ωm - 1.600 Ωm.
- Lớp thứ 2: Lớp này có điện trở suất cao nhất trong lát cắt, giá trị thay đổi trong khoảng từ 1.600 Ωm - 5.900 Ωm. Chiều dày lớp này thay đổi từ 20 -

45 m.

- Lớp thứ 3: Lớp này mỏng, chưa xác định được ranh giới dưới của lớp này. Điện trở suất của lớp này có giá trị từ 240 - 860 Ωm.

Kết hợp với kết quả khoan địa chất thủy văn của giếng BC2 trên tuyến này, có thể luận giải và liên kết địa tầng của các lớp điện trở suất trên lát cắt tương ứng như sau:

- + Lớp thứ nhất tương ứng với lớp đá phong hóa trên mặt, thành phần chủ yếu là đất sét và á sét phong hóa;
- + Lớp thứ 2 có điện trở suất cao tương ứng với lớp đá rắn chắc nứt nẻ. Tại thời điểm đo, mực nước tĩnh tại giếng khoan BC2 là 21 m. Như vậy, lớp thứ 2 là đới đá nứt nẻ chứa nước ngọt.



Hình 10. Kết quả đo sâu địa điện tuyến T3 (tháng 5/2022)

+ Lớp thứ 3 theo kết quả khoan tại giếng BC2, ở độ sâu này vẫn là lớp đá rắn chắc nứt nẻ. Tuy nhiên, giá trị điện trở suất ở đây rất thấp so với phần trên, điều này chỉ có thể giải thích được là có xâm nhập của nước biển vào tầng này. Do vậy, lớp này có thể là lớp đá rắn chắc nứt nẻ chứa nước mặn.

5.4.2. Thời điểm cuối mùa mưa

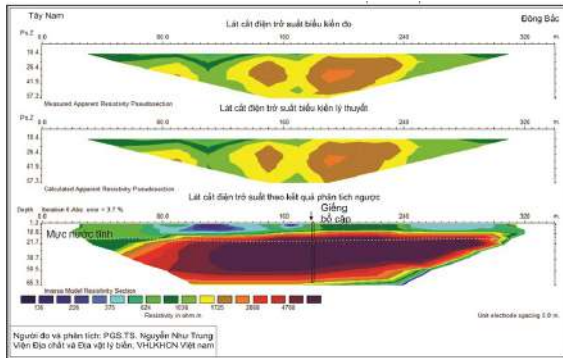
Kết quả đo lặp lại trên tuyến T3 vào cuối mùa mưa được thể hiện ở hình 11. Lát cắt điện trở suất biểu kiến có giá trị thay đổi từ 500 - 2.400 Ωm và có hình dạng tương tự như lát cắt điện trở suất biểu kiến đo vào mùa khô; lát cắt điện trở suất biểu kiến tính lý thuyết có giá trị sai lệch với lát cắt điện trở suất biểu kiến đo thực tế là 3,7%; lát cắt địa điện nhận được theo kết quả phân tích ngược có chiều sâu là 65 m và có cấu trúc phân lớp ngang như sau:

- Lớp trên cùng có điện trở suất thay đổi trong khoảng từ 140 - 1.000 Ωm, chiều dày của lớp này

thay đổi từ 5 - 10 m.

- Lớp thứ 2 có điện trở suất từ 1.000 - 4.700 Ωm, lớp này có chiều dày từ 40 - 55 m. Lớp này gần như phân bố hết lát cát từ đầu tuyến đến đoạn 190 m.

- Lớp thứ 3 chỉ thể hiện là một lớp rất mỏng bắt đầu từ khoảng cọc 190 m đến cuối tuyến. Giá trị điện trở suất thay đổi trong khoảng từ 600 - 1.000 Ωm. Diện tích ranh giới lớp điện trở suất thấp (trong lớp thứ 3) đã bị thu hẹp lại theo chiều thẳng đứng, chỗ lớn nhất khoảng 7 m và theo chiều ngang khoảng 70 m. Kết quả này cũng phù hợp với kết quả phân tích mẫu nước ở độ sâu 50 m trong giếng khoan cho giá trị tổng chất rắn hòa tan (TDS) vào mùa mưa (tháng 11/2022) là 0,16 g/l và cuối mùa khô (tháng 5/2022) là 0,38 g/l.



Hình 11. Kết quả đo sâu địa điện tuyến T3 (tháng 11/2022)

Từ kết quả đo địa vật lý điện ở hai giai đoạn mùa khô và mùa mưa nêu trên, có một số nhận định sau:

- Việc biến mất gần hết lớp thứ 3 trên lát cát địa điện đo vào cuối mùa mưa đã chứng tỏ lượng nước mặn tại những độ sâu này đã bị đẩy lùi ra phía biển do áp lực cột nước của tầng chứa nước khe nứt tầng cao (kết quả đo mực nước tĩnh ở giếng BC2 tại thời điểm này là 16,4 m, tăng hơn so

với thời điểm mùa khô 5,5 m).

- Lớp thứ 2 có điện trở suất thấp hơn vào mùa mưa so với mùa khô, chứng tỏ ảnh hưởng của lượng nước được bổ cập vào tầng chứa nước nứt nẻ.

5.5. Đánh giá hiệu quả bằng thí nghiệm mẫu nước

Để đánh giá chất lượng nước dưới đất tại khu vực xây dựng mô hình, đã tiến hành lấy và thí nghiệm các chỉ tiêu toàn phần và vi lượng của các mẫu nước ở cùng độ sâu trong các giếng khoan tại hai thời điểm cuối mùa khô (tháng 5/2022) và cuối mùa mưa (tháng 11/2022). Các vị trí lấy mẫu và so sánh là QT1 (17, 5 m), QT2 (50 m), KT2: KT2.1 (55 m), KT2.2 (35 m), BC1 (14,5 m) và KT1 (60,0 m). Kết quả thí nghiệm cho thấy:

- Vào thời điểm cuối mùa khô, mặc dù nguồn nước vẫn đảm bảo dùng cho ăn uống sinh hoạt theo QCVN 01-1: 2018/BYT [4]. Tuy nhiên, chất lượng nước ở tầng dưới (sâu trên 50 m) tại khu vực nghiên cứu có các chỉ số Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻, độ cứng và độ dẫn điện đều lớn hơn so với nước ở tầng nông (khoảng 20 m). Điều này chứng tỏ tầng nước dưới sâu dễ bị xâm nhập mặn nhiều hơn do khai thác nước dưới đất thể hiện ở các chỉ số Cl⁻ = 175,1/141 mg/l, lượng cặn sấy khô 625,18/280 mg/l, độ dẫn điện 960/360 của các mẫu QT1 (17,5 m)/QT2 (50 m). Với các mẫu nước lấy ở độ sâu 35 m (KT2.2) và 55 m (KT2.1) tại giếng KT 2 có các chỉ tiêu thí nghiệm là tương tự nhau điều này cho thấy chất lượng nước ở độ sâu từ 30 m trở xuống là khá đồng nhất.

Kết quả thí nghiệm một số chỉ tiêu của mẫu nước tại thời điểm cuối mùa khô (tháng 5/2022) và cuối mùa mưa (11/2022) được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm các mẫu nước tại các thời điểm cuối mùa khô và cuối mùa mưa năm 2022 [1]

Chỉ tiêu	QT1 (17,5 m)		BC1 (14,5 m)		QT2 (50 m)		KT2.1(50 m)		KT2.2 (35 m)		KT1(60 m)	
	T5	T11	T5	T11	T5	T11	T5	T11	T5	T11	T5	T11
Fe ²⁺ (mg/l)	0,71	0,01	2,16	0,01	0,12	<0,01	0,01	<0,01	0,04	0,04	0,25	<0,01
Fe ³⁺ (mg/l)	2,1	0,01	6,48	0,01	0,42	<0,01	0,01	<0,01	0,17	0,06	0,4	<0,01
Cl ⁻ (mg/l)	14,14	35,15	67,89	12	175,1	76,3	75,44	84,88	86,89	60,87	39,87	39,44
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	0,24	2,45	10,18	30,71	44,41	1,55	34,74	3,12	40,18	2,67	2,36	2,74

HCO ₃ ⁻ (mg/l)	97,62	10,02	134,22	34,93	109,82	60,12	87,85	KPH	117,14	29,43	104,94	90,83
NO ₃ ⁻ (mg/l)	4,5	KPH	1,14	<0,01	2,46	<0,01	0,96	<0,01	2,5	<0,01	1,76	<0,01
CSK (mg/l)	280,6	96,31	288,72	186,10	625,18	162,13	260,04	174,15	251,5	156,39	100	102,13
ĐK	80	KPH	110	KPH	980	KPH	72	KPH	96	KPH	86	KPH
ĐC (mg/l)	65,03	74,54	145,07	34,78	115,05	64,70	75,04	99,42	90,4	99,46	35,02	94,45
ĐDD (μs/cm)	360	160	410	310	960	270	410	290	415	260	160	170

Ghi chú: CSK: Cận sấy khô 10⁵C; ĐK: Độ kiềm; ĐC: Độ cứng; ĐDD: Độ dẫn điện; KPH: Không phát hiện.

Từ bảng 1 có thể kết luận:

- Chất lượng mẫu nước tại hố khoan BC1 (ở độ sâu 14,5 m) và QT1 (17,5 m) vào cuối mùa mưa có các chỉ số như: Fe²⁺, Fe³⁺, HCO₃⁻, cận sấy khô, độ kiềm, độ dẫn điện giảm nhiều so với cuối mùa khô. Điều này thể hiện chất lượng nước tốt hơn.

- Tại các vị trí lấy mẫu ở các hố khoan KT 2 (KT2.1 - 50 m, KT2.2 - 35 m) và QT2 - 50 m cho thấy, chất lượng nước cũng được cải thiện rõ rệt về các chỉ số nêu trên. Nguyên nhân tại khu vực này tập trung nhiều giếng khai thác nước và đang khai thác với lưu lượng khoảng 30 - 40 m³/ngày nên chất lượng nước vào mùa khô bị suy kiệt đáng kể.

- Tại giếng KT1, do lượng nước khai thác ít hơn so với khu vực mô hình vị trí 2 nên chất lượng nước thời điểm cuối mùa mưa ít biến đổi hơn so với cuối mùa khô, chất lượng nước cũng có xu hướng tốt lên.

5.6. Hiệu quả thu gom nước mặt tại mô hình vị trí 1

Tại mô hình vị trí 1, do có tuyến hào dài (201 m), là nơi tụ thủy và thu được nhiều nước khi mưa vào bồn chứa khoảng 2.600 m³, bồn hiện tại không có nguồn cấp. Chính vì vậy, để tận dụng nguồn nước thu gom được nhiều và sử dụng được bồn cấp, đã tiến hành dẫn đường ống nước φ60 lấy nguồn nước từ tuyến hào thu số 1 qua bể lọc 1 để cấp nước vào cho bồn. Kết quả cho thấy, lượng nước thu vào bồn chứa và đã dùng năm 2022 đạt khoảng trên 6.000 m³. Chất lượng nước đáp ứng QCVN 01-1: 2018/BYT [4].

Như vậy, nhu cầu dùng nước trên đảo tại các thời điểm trước và sau khi xây dựng mô hình thay

đổi là không lớn, tuy nhiên mô hình đã thu gom được nguồn nước mặt năm 2022 trên 6.000 m³, đồng nghĩa với việc sẽ giảm lượng khai thác nước dưới đất trên 6.000 m³/năm, nó không chỉ mang lại lợi ích rất lớn về kinh tế mà còn giảm lượng khai thác nhằm tái tạo nguồn nước.

6. KẾT LUẬN

Mô hình thu gom bổ cập và khai thác nước dưới đất tại đảo Hòn Ngang, xã Nam Du, huyện Kiên Hải, tỉnh Kiên Giang đã mang lại hiệu quả đáng kể về chất lượng nước cũng như đẩy mặn ra phía biển và dưới sâu.

- Mực nước ngầm trên đảo đã thay đổi rõ rệt giữa mùa khô và mùa mưa năm 2022, mực nước chênh cao nhất ở các giếng khoan vị trí mô hình 1 (KT1: 20,5 m; BC1: 18,1 m) và nhỏ nhất tại giếng khoan vị trí mô hình 2, dao động từ 7,7 m (giếng khoan QT1, QT2) đến 11,5 m (giếng khoan KT2). Tương tự, các chỉ số về TDS và EC đều nhỏ đi tại thời điểm cuối mùa mưa so với cuối mùa khô, đặc biệt đối với các giếng khoan đang khai thác nước ở tầng sâu > 50 m.

- Chênh cao mực nước trung bình giữa các tháng mùa khô năm 2023 và 2022 là: Tháng 2/2023 với tháng 2/2022 = 4,1 m; tháng 3/2023 với tháng 3/2022 = 3,5 m và tháng 4/2023 với tháng 4/2022 là 3,3 m. Các chỉ số về EC và TDS của các mẫu nước trong các tháng này năm 2023 cũng nhỏ hơn nhiều so với các tháng cùng kỳ năm 2022.

- Các chỉ số về chất lượng nước tại thời điểm cuối mùa mưa đều tốt hơn so với thời điểm cuối mùa khô, các hàm lượng như: Fe²⁺, Fe³⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻, NO₃⁻, cận sấy khô, độ kiềm, độ cứng và độ

dẫn điện của các mẫu thí nghiệm đa phần đều nhỏ hơn và đạt QCVN 01-1: 2018/BYT [4].

- Kết quả đo địa vật lý tại thời điểm cuối mùa mưa (tháng 11/2022) và cuối mùa khô (tháng 5/2022) cho thấy, biên mặn nhạt đã bị đẩy về phía biển khoảng 70 m và đẩy xuống sâu khoảng 7 - 10m

LỜI CẢM ƠN

Bài báo này sử dụng kết quả nghiên cứu của đề tài "Nghiên cứu đề xuất công nghệ cấp nước sinh hoạt hiệu quả, bền vững ở một số đảo lớn thuộc quần đảo Nam Du, tỉnh Kiên Giang" Mã số ĐTĐL.CN-38/19. Tác giả xin chân thành cảm ơn Bộ Khoa học và Công nghệ, Viện Thủy công đã tạo điều kiện để nhóm nghiên cứu thực hiện đề tài này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Viện Thủy công (2023). *Báo cáo Tổng hợp Kết quả Khoa học và Công nghệ đề tài Độc lập cấp Quốc gia "Nghiên cứu đề xuất công nghệ cấp nước sinh hoạt hiệu quả, bền vững ở một số đảo lớn thuộc quần đảo Nam Du, tỉnh Kiên Giang" Mã số ĐTĐL.CN-38/19.*

2. Ủy ban nhân dân huyện Kiên Hải (2006).

Quyết định số 338/QĐ-UBND ngày 24/10/2006 về việc xét duyệt quy hoạch sử dụng đất chi tiết đến năm 2015, kế hoạch sử dụng đất chi tiết đầu kỳ đến 2010 và định hướng sử dụng đất đến năm 2020 của xã Nam Du, huyện Kiên Hải.

3. Nguyễn Thanh Sơn (2003). *Tính toán thủy văn*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia, Hà nội.

4. : Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 01-1: 2018/BYT về chất lượng nước sạch sử dụng cho mục đích sinh hoạt.

5. Quy phạm tính toán các đặc trưng thủy thiết kế QP.TL C6-77.

6. Manual on artificial recharge of ground water, Government of India, Ministry of water resources, Centre ground water board, september 2007.

7. <https://swd.vn/blogs/news/> mối nguy hiểm khi nguồn nước ngầm nhiễm ion kim loại nặng, truy cập ngày 30/6/2023.

8. <https://asin.com.vn/do-dan-dien-cua-nuoc.html>, truy cập ngày 5/7/2023.

SUSTAINABLE AND EFFICIENT STUDIES FOR DOMESTIC WATER SUPPLY AT HON NGANG ISLAND BELONG NAM DU ARCHIPELAGO, KIEN GIANG PROVINCE

Vu Ngoc Binh¹

¹Hydraulic construction institute

Summary

The efficient and sustainable solution of collecting, recharging, and exploiting underground water has been studied and applied in Hon Ngang Island Nam Du archipelago, Kien Giang province in order to supply the running water for people here. Research result showed that the difference in groundwater level at the lowest value in the dried season and the highest value in the rainy season in 2022 was from 7.7 to 20.5 meters. The groundwater has spreaded to the sea about 70 meters and the depth of about from 7 to 10 meters. At the same time, the water quality has also changed better in terms of Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cl, SO_4^{2-} , HCO_3^- , NO_3^- , dried residues, alkalinity, hardness, and electric conductivity at the time of the late rainy season (in November 2022) when compared to those at the time of the late dry season (in May 2022). The underground water level of the island in the year after being recharged is higher than that of the previous year, it ranges from 2.9m (October 2022 compared to October 2020) to 5.9m (January 2023 compared to January 2021). In the dry season months of 2023, it was from 3.3 (April) to 4.1 m (February) higher than that of the same period in 2022, the water quality in terms of EC and TDS indicators is also better. These proves that the solution to recharge groundwater for the island has brought remarkable results.

Keywords: *Sustainable, water quality, solution, efficient, underground water.*

Người phản biện: PGS.TS. Lương Văn Thanh

Ngày nhận bài: 12/7/2023

Ngày thông qua phản biện: 14/8/2023

Ngày duyệt đăng: 21/8/2023