

# ỨNG DỤNG MÔ HÌNH DELFT3D MÔ PHỎNG CHẤT LƯỢNG NƯỚC HỒ BÚNG BÌNH THIÊN, TỈNH AN GIANG

TRẦN NGỌC CHÂU<sup>1</sup>, NGUYỄN THỊ MỸ TRUYỀN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa Kỹ thuật - Công nghệ - Môi trường, Trường Đại học An Giang, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh

<sup>2</sup>Khoa Công nghệ thông tin, Trường Đại học An Giang, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh

## Tóm tắt:

Hồ (Búng) Bình Thiên là một trong những hồ nước ngọt tự nhiên thuộc tỉnh An Giang, ngoài việc duy trì hệ sinh thái nước ngọt, kiểm soát lũ lụt, hồ còn mang lại nguồn sinh kế cho người dân bằng các hoạt động du lịch, giải trí và nuôi trồng thủy sản. Tuy nhiên, chất lượng nước (CLN) Búng trong thời gian gần đây có xu hướng bị suy giảm và ảnh hưởng đến hoạt động của người dân trong khu vực. Do đó, để giúp các cơ quan, ban ngành cấp địa phương trong công tác quản lý môi trường có một cái nhìn tổng thể về hiện trạng CLN và có thể xác định khu vực ô nhiễm đặc trưng tại hồ, nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá tổng quan hiện trạng CLN khu vực Búng thông qua hai thông số DO và BOD<sub>5</sub> bằng phương pháp mô hình hóa. Ứng dụng mô hình Delft3D (gồm hai mô hình Delft3D-FLOW và DELWAQ) để mô phỏng dòng chảy, CLN Búng vào mùa lũ năm 2022 và mùa khô năm 2023. Kết quả mô phỏng tốc độ dòng chảy tại Búng rất thấp, càng vào sâu trong Búng thì tốc độ giảm dần về 0, nước ở cuối Búng rất tĩnh lặng. Mô hình DELWAQ thể hiện sự lan truyền ô nhiễm từ sông Bình Di vào và phức thuộc rất nhiều vào lưu lượng, tốc độ dòng chảy. Kết quả cho thấy mô hình phù hợp để sử dụng mô phỏng hàm lượng DO trong nước mặt ở Búng. Ngược lại, mô hình chưa thể hiện kết quả tốt trong mô phỏng nồng độ BOD<sub>5</sub> như mô phỏng DO. Đây là nghiên cứu tiền đề cho các nghiên cứu tiếp theo về mô phỏng CLN và môi trường sinh thái tại Búng.

Từ khóa: Búng Bình Thiên, CLN, Delft3D-FLOW, DELWAQ.

Ngày nhận bài: 14/3/2024; Ngày sửa chữa: 1/4/2024; Ngày duyệt đăng: 19/4/2024.

## Applying Delft3d model to simulate water quality of Bung Binh Thien Lake, An Giang Province

### Abstract:

Bung Binh Thien Lake (Bung) is one of the natural freshwater lakes in An Giang province, besides maintaining the freshwater ecosystem and controlling floods, the lake also provides a livelihood for residents through activities including tourism, entertainment and aquaculture. However, Bung water quality has recently declined and affected people's activities in this area. Therefore, to help local agencies in the environmental management field have an overall view of the current water quality status and be able to identify typical polluted areas in the lake. The study has assessed the current state of water quality in the Bung area through two water quality parameters (DO and BOD<sub>5</sub>) using the modeling method. Application of the Delft3D (including Delft3D-FLOW and DELWAQ models) to simulate water quality in the flood season in 2022 and the dry season in 2023. Simulation results of the flow velocity at the Bung were low, the velocity gradually decreased to zero towards the end of the Bung, the water at this location is very calm. The DELWAQ model simulated the spread of pollution from the Binh Di River, which depends greatly on the discharge and flow velocity. The results showed the model is appropriate for simulating the DO concentration in freshwater at Bung. The model has not given good results in simulating the BOD<sub>5</sub> concentration as the DO simulation. This is a prerequisite study for further research on the simulation of water quality and ecological environment in Bung.

Keywords: Bung Binh Thien, water quality, Delft3D, Delft3D-FLOW, DELWAQ.

JEL Classifications: Q56; Q57; Y10.



## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Búng Bình Thiên là một trong những hồ nước ngọt lớn nhất miền Tây Nam bộ và được xem là hệ sinh thái nước ngọt tự nhiên thuộc Khu Bảo tồn đất ngập nước huyện An Phú, tỉnh An Giang. Tuy nhiên, trong thời gian gần đây, Búng đã có dấu hiệu bị ô nhiễm hữu cơ và nguy cơ xuất hiện tình trạng phú dưỡng hóa. Theo kết quả điều tra và khảo sát, từ năm 2018 - 2022, CLN của Búng bị suy giảm, không đạt chỉ tiêu cho mục đích phục vụ sinh hoạt. Nguồn gây ô nhiễm được xác định là từ nước thải sinh hoạt và các hoạt động sản xuất của người dân sinh sống ở khu vực xung quanh Búng [1].

Các nghiên cứu trước đây tại Búng cho thấy, nồng độ COD cao vượt mức cho phép vào các tháng mùa khô nhưng không có sự khác biệt về không gian trong Búng [2] và CLN vào mùa khô năm 2019 cũng được đánh giá ở mức ô nhiễm nhẹ, nước tại Búng cần xử lý để loại bỏ chất hữu cơ, vì sinh nếu sử dụng cho mục đích sinh hoạt, đặc biệt là các chỉ tiêu BOD, COD, TSS, Coliforms.

Ngoài ra, theo Báo cáo kết quả quan trắc của tỉnh An Giang năm 2021, tại 3 vị trí quan trắc khu vực Búng, hàm lượng TSS ít biến động qua các đợt quan trắc và đều vượt ngưỡng giới hạn cho phép từ 1,7 - 2,8 lần theo QCVN 08-MT:2015/BTNMT, trong đó, vị trí ô nhiễm cao nhất là tại cuối Búng, thường diễn ra vào tháng 6.

Bên cạnh đó, hoạt động sinh hoạt và sản xuất của người dân xung quanh Búng cũng góp phần làm tăng hàm lượng TSS, cụ thể là việc xả chất thải vào khu vực Búng từ hoạt động sản xuất nông nghiệp, chăn nuôi, nuôi trồng thủy sản của những hộ dân sống quanh Búng và khu vực lân cận thuộc địa bàn xã Quốc Thái, xã Khánh Bình. Mặt khác, sông Bình Di cũng là nguyên nhân gây ô nhiễm Búng bởi sông giữ vai trò chính là dẫn nước vào Búng thông qua một con rạch nhỏ, nhưng đồng thời kéo theo một lượng rác thải từ bên ngoài vào, trong khi đó, Búng không có lối lưu thông với các sông rạch dẫn, thoát nước khác [3].

Khi nghiên cứu tiến hành điều tra, phỏng vấn người dân sống ở khu vực Búng cho thấy, nhận định và đánh giá của người dân khá tương thích với kết quả CLN ở Búng được phân tích tại phòng thí nghiệm cũng như CLN được quan trắc từ Sở TN&MT tỉnh An Giang vào những năm trước [4].

Tuy nhiên, hiện tại vẫn chưa nhận biết được mức độ ô nhiễm của từng vùng trong Búng là khác biệt hay tương tự nhau tại các vị trí, chưa xác định được khu vực nào ô nhiễm nhiều, khu vực nào còn trong ngưỡng an toàn cho người dân sử dụng. Hơn nữa, tình trạng ô nhiễm Búng hiện nay cần có một cơ sở khoa học để phân tích, đánh giá, từ đó tìm ra giải pháp khắc phục kịp thời, vì vậy, nghiên cứu mô phỏng diễn biến CLN tại Búng, nhằm giúp các nhà quản lý có một cái nhìn toàn diện về hiện trạng CLN và có thể xác định khu vực ô nhiễm đặc trưng tại hồ là cần thiết. Trên cơ sở đó, các nhà quản lý đưa ra cảnh báo sớm về CLN và giải pháp phù hợp, kịp thời, góp phần cải thiện CLN; hạn chế

tối đa tác động của ô nhiễm nguồn nước đến đời sống sinh hoạt và sản xuất của người dân, đồng thời bảo vệ được hệ sinh thái trong khu vực Búng.

## 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đối tượng

Khu vực Búng thuộc địa phận 3 xã Khánh Bình, Nhơn Hội, Quốc Thái, là hồ nước ngọt lớn nhất tỉnh An Giang, thông với sông Bình Di bằng một con rạch nhỏ, nhưng không thông với sông Hậu.



▲ Hình 1. Vị trí thu mẫu tại hồ Búng Bình Thiên, huyện An Phú, tỉnh An Giang

### 2.2. Phương pháp lấy mẫu và phân tích

Để thấy rõ diễn biến của CLN xung quanh khu vực hồ với diện tích 200 ha vào mùa khô và 800 ha vào mùa lũ, nhóm nghiên cứu đã xác định 9 vị trí lấy mẫu trên khu vực hồ (Hình 1) với 2 chỉ tiêu về CLN mặt là oxy hòa tan (DO) và oxy sinh học (BOD). Các vị trí thu mẫu được mô tả chi tiết tại Bảng 1.

**Bảng 1. Đặc điểm vị trí thu mẫu**

STT	Ký hiệu mẫu	Mô tả vị trí thu mẫu	Tọa độ vị trí thu mẫu
1	H0	Đầu vòng Búng	X: 10.916690 Y: 105.05789
2	HP1	Thánh đường lớn	X: 10.915840 Y: 105.062365
3	HP2	Cuối dây lục bình	X: 10.917179 Y: 105.071814
4	HP3	Khu vực làng bè (20 - 25 cái bè)	X: 10.919709 Y: 105.077117
5	HP4	Nhà nghỉ Kiều Oanh	X: 10.921366 Y: 105.085235
6	HT4	Cuối Búng	X: 10.925875 Y: 105.083661
7	HT3	Trống ngò, xoài khu vực nông nghiệp	X: 10.925875 Y: 105.083661
8	HT2	Hồ sen, hàng chuối	X: 10.921038 Y: 105.069624
9	HT1	Hồ nuôi rau nhút	X: 10.918296 Y: 105.061421

Thời gian thu mẫu được tiến hành trong hai đợt: Đợt 1 vào mùa lũ năm 2022 (tháng 10) và đợt 2 vào mùa kiệt năm 2023 (tháng 5). Phương pháp phân tích nồng độ oxy hòa tan dựa theo TCVN 7324:2004 và nồng độ BOD<sub>5</sub> theo phương pháp SMEWW 5210B:2017.

### 2.3. Phương pháp ứng dụng mô hình

2.3.1. Phương pháp mô hình hóa: Nghiên cứu sử dụng phương pháp mô hình hóa để đánh giá tổng quan hiện trạng CLN Búng thông qua hai thông số CLN DO và BOD<sub>5</sub>.

2.3.2. Ứng dụng 2 mô hình Delft3D-FLOW và DELWAQ: Nghiên cứu ứng dụng mô hình Delft3D-FLOW [5] và Delft3D-WAQ (viết tắt DELWAQ) [6] để mô phỏng CLN Búng vào mùa lũ năm 2022 và mùa khô năm 2023.

Mô hình Delft3D là một bộ phần mềm tích hợp mô hình linh hoạt, thể hiện được CLN mặt hai chiều theo bề mặt hồ, hiện đã có nhiều nghiên cứu áp dụng mô hình này để mô phỏng CLN mặt trên thế giới nói chung, Việt Nam nói riêng. Delft3D có thể mô phỏng CLN tại Búng cho kết quả đa chiều và chính xác, giúp hỗ trợ ra quyết định trong lĩnh vực quản lý CLN mặt tại khu vực hiệu quả và dễ dàng hơn. Quá trình mô phỏng CLN tại Búng là sự kết hợp giữa mô hình Delft3D-FLOW và mô hình CLN DELWAQ, là hai mô hình thuộc mô hình Delft3D. Các điều kiện về dữ liệu đầu vào của mô hình dòng chảy thủy động lực bao gồm phạm vi miền tính, các vị trí biên, bản đồ độ cao (DEM), vận tốc dòng chảy, độ cao của mực nước và nồng độ các thông số CLN.

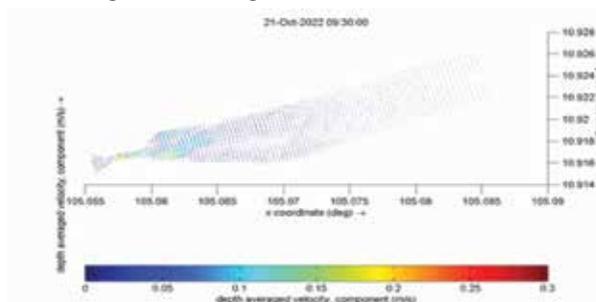
Thời gian mô phỏng được thiết lập ở giai đoạn của dữ liệu thực đo đối với mô hình CLN trong vòng 1 tháng (tháng 10/2022). Bước tính của mô hình CLN là 30 phút và không yêu cầu quá nhỏ, có thể lên đến 60 phút (Rony, 2020).

Mô hình Delft3D cung cấp các giá trị mặc định của tham số đã được chứng minh cho mô phỏng CLN. Khi áp dụng mô hình vào khu vực Búng, các tham số được điều chỉnh để phù hợp với các yếu tố của khu vực nghiên cứu. Trong đó, một số tham số được kế thừa từ các nghiên cứu trước đây, đồng thời, mô hình thủy động lực và CLN lần lượt được tiếp tục điều chỉnh sao cho kết quả của mô hình Delft3D-FLOW và CLN ở thời điểm lấy mẫu gần nhất với dữ liệu thực đo theo không gian, thời gian.

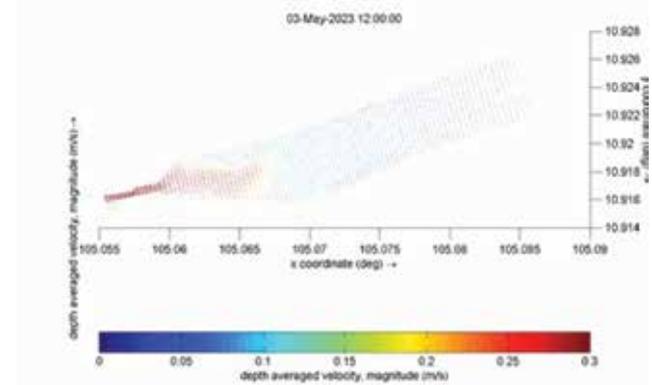
### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Mô phỏng dòng chảy

Nghiên cứu đã tiến hành mô phỏng dòng chảy vào mùa lũ (Hình 2) và mùa cạn (Hình 3) tại Búng. Kết quả mô phỏng cho thấy, tốc độ dòng chảy tại khu vực đầu Búng có giá trị lớn hơn các vị trí còn lại và giảm dần về phía cuối Búng. Vào mùa lũ, vận tốc nước dao động từ 0 - 0,2 m/s, điểm có vận tốc cao nhất là cửa vào Búng. Vào mùa cạn, tốc độ dòng chảy dao động từ 0 - 0,3 m/s tại khu vực đầu vào Búng, tốc độ dòng chảy cao nhất dao động từ 0,2 - 0,3 m/s (lớn hơn so với mùa lũ). Nguyên nhân dẫn đến sự khác biệt giữa hai mùa là do sự chênh lệch cao trình mực nước giữa Búng và sông Bình Di nên tốc độ dòng chảy vào mùa cạn lớn hơn. Nhìn chung, tốc độ dòng chảy tại Búng rất thấp, càng vào sâu trong Búng thì tốc độ giảm dần về 0, nước ở cuối Búng rất tĩnh lặng.



▲ Hình 2. Kết quả mô phỏng dòng chảy mùa lũ tại Búng năm 2022

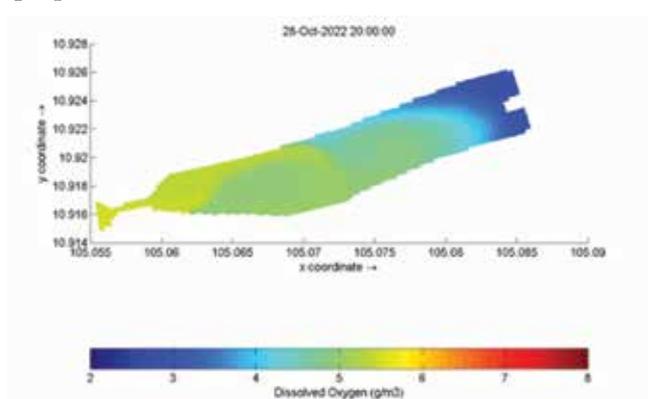


▲ Hình 3. Kết quả mô phỏng dòng chảy mùa cạn tại Búng năm 2023

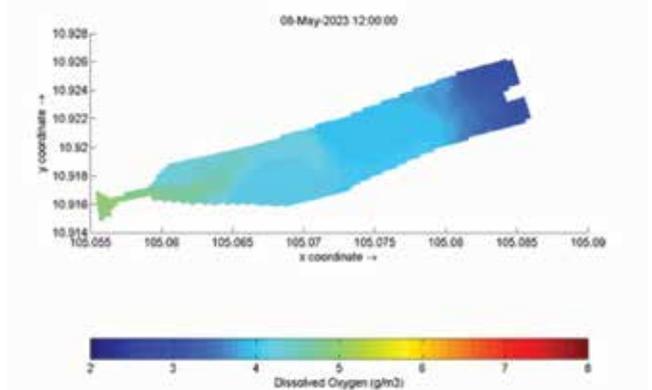
#### 3.2. Thảo luận

##### 3.2.1. Kết quả mô phỏng thông số DO

Theo kết quả mô phỏng, hàm lượng DO tại khu vực đầu Búng có giá trị cao nhất, tốc độ dòng chảy lớn nhất so với tổng thể Búng, mặt nước bị xáo động dẫn đến lượng oxy hòa tan cao, vì vậy, giá trị DO tại khu vực này được mô phỏng cao tương ứng là hợp lý. Vào mùa lũ năm 2022, hàm lượng DO tại Búng dao động từ 2,0 - 5,7 mg/l; hàm lượng DO trong nước giảm dần từ đầu Búng đến cuối Búng (Hình 4). Vào mùa kiệt năm 2023, hàm lượng DO dao động từ 2,0 - 4,9 mg/l, thấp hơn so với mùa lũ, điều này phù hợp với kết quả phân tích mẫu ở 2 mùa cạn và lũ (Hình 5).



▲ Hình 4. Kết quả mô phỏng thông số DO năm 2022



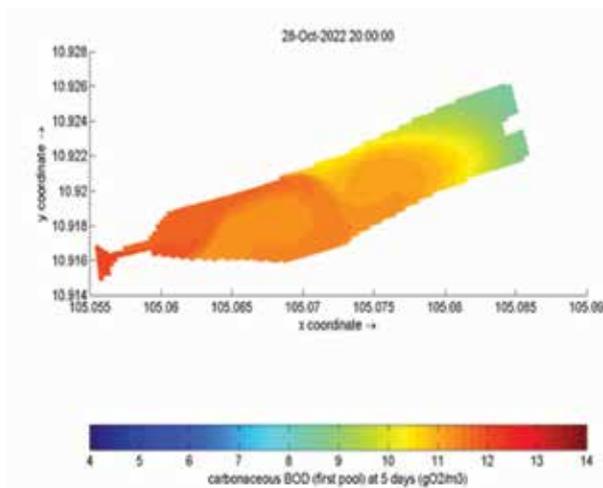
▲ Hình 5. Kết quả mô phỏng thông số DO năm 2023



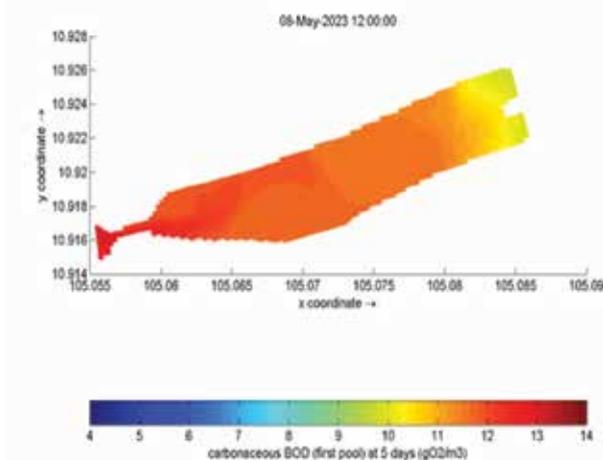
3.2.2. Kết quả mô phỏng thông số BOD<sub>5</sub>

Nồng độ BOD<sub>5</sub> được mô phỏng tại khu vực đầu Búng có giá trị cao nhất và giảm dần về phía cuối Búng, phía bờ phải có hàm lượng BOD<sub>5</sub> cao hơn so với bờ trái do vận tốc dòng chảy mạnh và hướng về phía bờ trái, dẫn đến dòng chảy bờ phải yếu hơn, khả năng hòa tan oxy thấp hơn. Vào mùa lũ năm 2022, hàm lượng BOD<sub>5</sub> dao động từ 8,5 - 12,5 mg/l (Hình 6), tuy nhiên, tại vị trí HP4 và HT4, kết quả mô phỏng cho giá trị khoảng 9 mg/l so với kết quả thực đo 12,5 mg/l và có hệ số R<sup>2</sup> là 0,92. Vào mùa cạn năm 2023, hàm lượng BOD<sub>5</sub> dao động từ 9,5 - 13 mg/l, cũng tương tự như mùa lũ, hàm lượng BOD<sub>5</sub> cao ở khu vực đầu Búng và giảm dần về phía cuối Búng (Hình 7), trong khi kết quả phân tích mẫu BOD<sub>5</sub> có điểm đầu vào H<sub>0</sub> cao và các điểm thu mẫu gần bờ trái, gần bờ phải hàm lượng BOD<sub>5</sub> tăng dần về phía cuối Búng.

Nhìn chung, mô hình mô phỏng CLN DELWAQ chỉ thể hiện sự lan truyền ô nhiễm từ sông Bình Di, phụ thuộc rất nhiều vào lưu lượng, tốc độ dòng chảy, nồng độ chất ô nhiễm và đặc thù cấu trúc hồ không có đường thoát nước, chỉ có một đầu vào duy nhất H<sub>0</sub> từ sông Bình Di. Do đó, mô hình chưa thể hiện kết quả mô phỏng tốt đối với nồng độ BOD<sub>5</sub> trong nước Búng.



▲ Hình 6. Kết quả mô phỏng thông số BOD<sub>5</sub> năm 2022



▲ Hình 7. Kết quả mô phỏng thông số BOD<sub>5</sub> năm 2023

4. KẾT LUẬN

Diễn biến CLN tại Búng vào mùa lũ, hàm lượng DO trong nước mặt (5,4 mg/l), đạt giá trị cột A2 QCVN 08-MT:2015/BTNMT, nước Búng có thể dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng phải áp dụng công nghệ xử lý phù hợp và đảm bảo nồng độ BOD<sub>5</sub> dao động từ 8,5 - 12,5 mg/l chỉ đạt giá trị cột B1 QCVN 08-MT:2015/BTNMT.

Vào mùa cạn, giá trị DO trung bình 4,89 mg/l, thấp hơn mùa lũ, chỉ đạt giá trị cột B1 QCVN 08-MT:2015/BTNMT, nước Búng có thể dùng cho mục đích tưới tiêu, thủy lợi hoặc các mục đích sử dụng khác có yêu cầu CLN tương tự. Vào mùa này, nước Búng thường có màu trong xanh, giá trị BOD<sub>5</sub> tại 9 điểm quan trắc trên Búng dao động từ 9,5 - 13 mg/l, tất cả các điểm quan trắc đều vượt cột A2 QCVN 08-MT:2015/BTNMT, CLN Búng vào mùa cạn thường có dấu hiệu ô nhiễm hữu cơ.

Kết quả mô phỏng tốc độ dòng chảy bằng mô hình Delft3D-Flow tại Búng rất thấp và phù hợp với giá trị thực đo, càng vào sâu trong Búng thì tốc độ giảm dần về 0, nước ở cuối Búng rất tĩnh lặng. Mô hình DELWAQ cho kết quả mô phỏng với nồng độ oxy trong nước tại Búng tốt hơn kết quả mô phỏng đối với nồng độ BOD<sub>5</sub> và vào mùa khô tốt hơn so với mùa lũ. Như vậy, kết quả bước đầu ứng dụng mô hình Delft3D cho thấy, có thể sử dụng mô phỏng CLN tại Búng. Tuy nhiên, nghiên cứu chỉ mới mô phỏng nồng độ DO và BOD<sub>5</sub> trong nước tại Búng vào 2 mùa lũ và cạn, vì vậy cần có những nghiên cứu tiếp theo với việc gia tăng tần suất thu mẫu và nhiều vị trí quan trắc hơn nữa, giúp việc hiệu chỉnh mô hình được tốt hơn, có thể ứng dụng để mô phỏng nhiều thông số CLN hơn so với hai giá trị DO và BOD<sub>5</sub> như hiện tại

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh trong khuôn khổ Đề tài mã số C2022-16-04.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trường Đại học Cần Thơ (2020). Báo cáo kỹ thuật đất ngập nước Búng Bình Thiên để thống kê đa dạng sinh học và giải quyết ô nhiễm môi trường nước.
2. Đặng Văn Tý, V. N. Út, T. V. Việt, N. H. Huy, and C. T. Đa, “Đánh giá sự biến động CLN ở Búng Bình Thiên, tỉnh An Giang”, *Can -o Univ. J. Sci.*, vol. 54 (3), p. 125, 2018, doi: 10.22144/ctu.jvn.2018.048.
3. Nguyễn Thị Thùy Vân, Trần Ngọc Châu, Nguyễn Thị Bé Phúc, Nguyễn Thanh Hùng, Nguyễn Trần Nhân Tánh. (2023). Nhận định của cộng đồng trong công tác bảo vệ CLN hồ Búng Bình Thiên, tỉnh An Giang. *Tạp chí Môi Trường*. ISSN: 2615 - 9597, Chuyên đề khoa học công nghệ kỳ III, trang 9 - 14.
4. Trần Ngọc Châu, Nguyễn Thị Thùy Vân, Nguyễn Thanh Hùng, Nguyễn Thị Bé Phúc, Đào Thị Việt Hương (2023). Hiện trạng và nguyên nhân ảnh hưởng đến CLN hồ Búng Bình Thiên, tỉnh An Giang. *Tạp chí Môi Trường*. ISSN: 2615 - 9597, Chuyên đề khoa học công nghệ kỳ I, trang 88 - 92.
5. Deltares. *Delft3D-FLOW User Manual*. (Deltares, 2023).
6. Deltares. *D-Water Quality, user manual*. (Deltares, 2023).