

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA THỦY TRIỀU ĐẾN CHẤT LƯỢNG NƯỚC MẶT VÙNG BỜ THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Nguyễn Văn Hồng, Phạm Ánh Bình, Nguyễn Thảo Hiền, Châu Thanh Hải
Phân viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài: 27/4/2022; ngày chuyển phản biện: 28/4/2022; ngày chấp nhận đăng: 23/5/2022

Tóm tắt: Nghiên cứu này sử dụng phần mềm UTide nhằm mục đích đánh giá xu thế biến đổi mực nước, dự báo thủy triều tại các trạm đo mực nước ven biển khu vực Nam Bộ. Sử dụng kết quả dự báo triều từ phần mềm Utide làm đầu vào cho bộ mô hình toán thủy động lực học (MIKE 11, MIKE21) với hai mô-đun thủy động lực học và sinh thái để thực hiện đánh giá chế độ dòng chảy và chất lượng nước khu vực vùng bờ thành phố Hồ Chí Minh. Mô hình được hiệu chỉnh và kiểm định với bộ dữ liệu đầu vào gồm địa hình, số liệu thủy lực, thủy văn và chất lượng nước thực đo. Kết quả mô phỏng cho thấy chất lượng nước diễn ra khá phức tạp do biến động của dòng chảy, tại một số vị trí nghiên cứu chất lượng nước nằm trong giới hạn cho phép của QCVN 08-MT:2015/BTNMT cột B1, chỉ số chất lượng nước (WQI) dao động từ 52 - 87, điều này cho thấy quá trình pha loãng các chất do thủy triều đóng vai trò chủ đạo. Kết quả nghiên cứu này cũng là nền tảng phục vụ cho việc dự báo ngắn hạn các thông số chất lượng nước trong tương lai.

Từ khóa: Chất lượng nước, MIKE, WQI.

1. Đặt vấn đề

Việt Nam là một trong những quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề của biến đổi khí hậu [2]. Tại vùng biển Nam Bộ nơi có chế độ bán nhật triều không đều ở Biển Đông và nhật triều không đều ở biển Tây, tại đây hàng năm thường xuất hiện các đợt triều cường lớn [11], cùng với xu thế biến đổi khí hậu và nước biển dâng đang diễn ra phức tạp như hiện nay đã gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến đời sống của người dân sinh sống tại vùng bờ thành phố Hồ Chí Minh (TP.HCM).

Vùng bờ thành phố Hồ Chí Minh (Hình 1) bao gồm diện tích đất liền của huyện Cần Giờ và diện tích vùng biển ven bờ ra xa 6 hải lý từ vịnh Gành Rái đến cửa Soài Rạp, có vị trí quan trọng đặc biệt đối với thành phố. Cùng với sự phát triển mạnh mẽ của các lĩnh vực công nghiệp, sản xuất, dịch vụ và dân sinh dẫn đến chất lượng nước mặt có dấu hiệu ô nhiễm, bởi vùng bờ TP.HCM là nơi gần như tiếp nhận toàn bộ nước thải dọc theo lưu vực sông Sài Gòn. Vì vậy, trước tình hình chất lượng nước diễn ra khá

phức tạp, việc hiểu rõ quy luật thủy triều trong các vùng biển và ven biển là cần thiết.

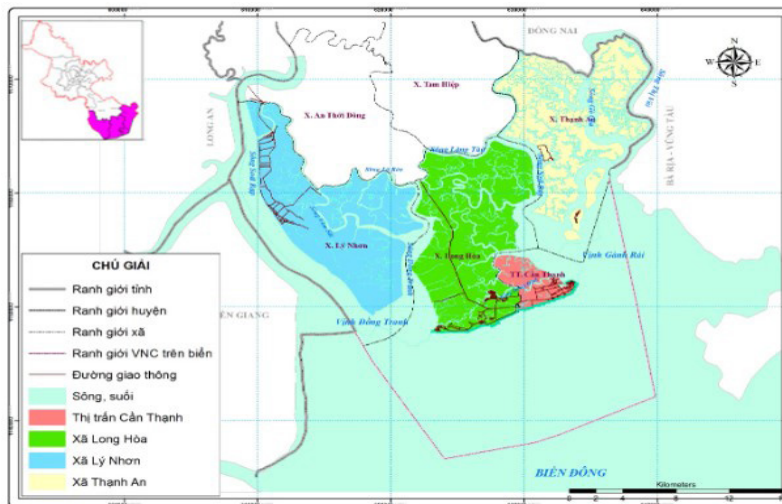
Có nhiều phương pháp được áp dụng với độ tin cậy cao sử dụng trong hầu hết các nghiên cứu cho vùng sông, cửa sông, ven biển, một trong số đó là phương pháp mô hình hóa. Hiện nay, phương pháp này được ứng dụng hiệu quả trong việc phân tích và dự báo thủy triều, mô phỏng chế độ thủy lực cũng như quá trình lan truyền nồng độ các chất. Trên thế giới, có rất nhiều nghiên cứu đã ứng dụng chỉ số WQI để xác định hiện trạng chất lượng nước: Lưu vực sông Kelani (Sri Lanka) [15]; lưu vực sông Meenachil và Pamba (Nam Ấn Độ) [16]; đánh giá chất lượng nước tại một nhà máy xử lý nước ở thành phố Delhi (Ấn Độ) và mẫu nước được thu thập hàng tháng từ giếng khoan [17], sông Nadas (Romania) [18]... Tại Việt Nam đã có nhiều nghiên cứu cũng đã ứng dụng các mô hình toán trong việc đánh giá, dự báo và quản lý chất lượng nước mặt vùng bờ, trong đó phải kể đến nghiên cứu khả năng chịu tải tại ven bờ Cần Giờ bao gồm vịnh Đồng Tranh và Gành Rái [6]; nghiên cứu kết hợp hệ số phát thải để tính tải lượng ô nhiễm do hoạt động du lịch, tàu thuyền, chăn nuôi cho vùng nước ven đảo Cát

Liên hệ tác giả: Nguyễn Văn Hồng
Email: nguyenvanhong79@gmail.com

Bà [7]; đánh giá tải lượng ô nhiễm đưa vào hệ đầm phá Tam Giang - Cầu Hai [8]. Trên thực tế, đã có nhiều nghiên cứu sử dụng mô hình MIKE 11, MIKE 21 với môđun ECOLAB để mô phỏng, đánh giá chất lượng nước tại khu vực cửa sông Sài Gòn - Đồng Nai và vịnh Gành Rái [3, 5, 9, 11]. Bên cạnh việc đánh giá chất lượng nước, các nghiên cứu thường đánh giá chế độ thủy động lực, xu thế mực nước do đây cũng là một trong những yếu tố quan trọng gây ảnh hưởng đến chất lượng nước, phục vụ mục tiêu khai thác, sử dụng hợp lý và bền vững tài nguyên nước để phát triển kinh tế - xã hội, phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai trên lưu vực sông [1, 9, 12]. Điều này chứng minh việc lựa chọn mô hình hóa để mô phỏng dòng chảy, quá trình lan truyền chất ô

nhiễm tại vùng bờ TP.HCM có tính khả thi và kết quả nghiên cứu có độ tin cậy cao.

Trong bài báo này, nhóm nghiên cứu sử dụng phần mềm UTide để phân tích dao động và dự báo mực nước một số trạm khu vực Nam Bộ bằng phương pháp phân tích điều hòa. Kết quả dự báo sớm mực nước triều là dữ liệu đầu vào cho bộ mô hình MIKE bao gồm mô đun MIKE HD và ECOLAB để mô phỏng chế độ thủy động lực hai chiều (trong sông và vùng cửa sông) và tính toán mô phỏng lan truyền các chất ô nhiễm tương ứng cho mùa khô năm 2022. Từ đó đánh giá ảnh hưởng của thủy triều đến chất lượng nước vùng bờ TP.HCM, góp phần giảm thiểu tác động của thủy triều đến đời sống người dân khu vực ven biển.



Hình 1. Các đơn vị hành chính vùng bờ

2. Phương pháp nghiên cứu và thu thập tài liệu

2.1. Phần mềm phân tích và dự báo mực nước UTide

Bước đầu phân tích triều thực sử dụng phương pháp bình phương tối thiểu cho các

sóng thành phần nhằm tìm ra các hằng số điều hòa (pha và biên độ) phù hợp của chúng. Phần mềm UTide được chạy trên nền Matlab.

Công thức độ cao thủy triều (y_i) bằng phương pháp phân tích triều điều hòa được viết lại như sau [13]:

$$y_i = C_0 + \sum_{j=1}^M A_j \cos[2\pi(\sigma_j t_i - \phi_j)] = C_0 + \sum_{j=1}^M [C_j \cos(2\pi\sigma_j t_i) + S_j \sin(2\pi\sigma_j t_i)] \quad (1)$$

Trong đó:

t_i : Thời gian chuỗi quan trắc;

M : Số sóng cần phân tích;

σ_j : Tần số góc của sóng;

C_0 : Mực nước trung bình;

$A_j = (C_j^2 + S_j^2)^{1/2}$: Biên độ triều;

$\phi_j = (1/2\pi) \cdot (\arctan S_j/C_j)$: Pha sóng.

Trong N số mực nước từng giờ, tổng sai số bình phương của mực nước quan trắc và mực nước phân tích được tính như công thức (2) dưới đây:

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^N [y_i - C_0 - \sum_{j=1}^M (C_j \cos 2\pi \sigma_j t_i + S_j \sin 2\pi \sigma_j t_i)]^2 \quad (2)$$

Công thức (1) – (2) là đạo hàm phương trình trên theo C_0, C_j, S_j ($j=1, M$). Sau đó thiết lập được một ma trận để giải hệ phương trình. Giải phương trình ma trận trên ta sẽ xác định được các hằng số điều hòa (bao gồm biên độ triều và pha dao động) cần phân tích. Khi đã có được biên độ và pha dao động của từng sóng triều thành phần, ta thế vào công thức (1) để tính toán và dự báo dao động mực nước theo thời gian bất kỳ.

Sử dụng phần mềm: Phần mềm UTide bao gồm 3 hàm:

- ut_solv.m (để phân tích điều hòa cho dòng chảy triều và mực nước);
- ut_reconstr.m (sử dụng phân tích để dự báo dòng chảy triều và mực nước);

- ut_constants.mat chứa các hằng số tính bao gồm 146 sóng triều thành phần.

2.2. Phương pháp tính toán chỉ số chất lượng nước

Cơ sở khoa học để đánh giá chất lượng nước căn cứ theo hướng dẫn kỹ thuật tính toán chỉ số chất lượng nước Việt Nam theo Quyết định số 1460/QĐ-TCMT ngày 12 tháng 11 năm 2019 của Tổng cục trưởng Tổng cục Môi trường [10]. Kết quả đánh giá chất lượng nước được trình bày dưới dạng biểu đồ và đồ thị. Thang điểm đánh giá chỉ số WQI được trình bày tại Bảng 1. Các kết quả tính toán chỉ số chất lượng nước WQI nhằm phục vụ cho việc đánh giá và xếp loại chất lượng nước tại khu vực nghiên cứu.

Bảng 1. Thang điểm đánh giá chỉ số WQI [10]

WQI	Chất lượng	Khuyến nghị
91 - 100	Rất tốt	Sử dụng tốt cho mục đích cấp nước sinh hoạt
76 - 90	Tốt	Sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng cần các biện pháp xử lý phù hợp
51 - 75	Trung bình	Sử dụng cho mục đích tưới tiêu và các mục đích tương đương
26 - 50	Kém	Sử dụng cho giao thông thủy và các mục đích tương đương khác
10 - 25	Ô nhiễm nặng	Nước ô nhiễm nặng, cần các biện pháp xử lý trong tương lai
< 10	Ô nhiễm rất nặng	Nước nhiễm độc, cần có biện pháp khắc phục, xử lý

2.3. Phương pháp mô hình hóa

Phương pháp mô hình hóa chính được sử dụng ở đây là mô hình toán số MIKE của Đan Mạch. Các nội dung tính toán cụ thể bao gồm:

(a) Sử dụng phần mềm Utide dự báo thủy triều cho năm 2022 trong mùa khô tại một số trạm làm biên dữ liệu đầu vào cho mô hình thủy lực.

(b) Tính toán và mô phỏng thủy lực một chiều MIKE 11 tương ứng với các kịch bản tính toán. Sử dụng mô hình MIKE 11 [14] để mô phỏng chế

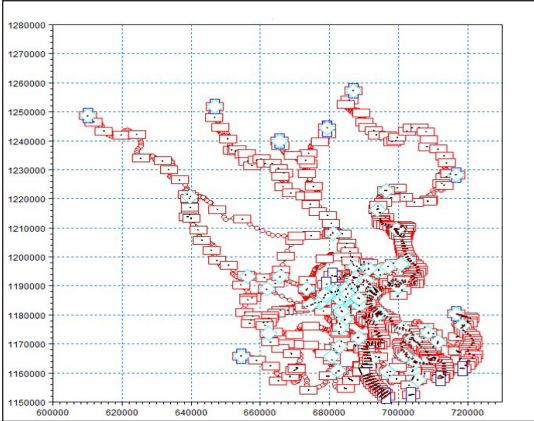
độ thủy lực một chiều trong sông. Sau khi hiệu chỉnh kiểm định, xuất các biên lưu lượng làm đầu vào cho mô hình MIKE 21 ứng với các kịch bản tính toán.

(c) Sử dụng mô hình MIKE 21 bao gồm mô đun HD và ECOLAB để mô phỏng chế độ thủy động lực hai chiều (trong sông và vùng cửa sông) và tính toán mô phỏng lan truyền các chất ô nhiễm tương ứng cho mùa khô năm 2022. Từ đó đánh giá ảnh hưởng của thủy triều tới chất lượng nước vùng bờ thành phố Hồ Chí Minh.

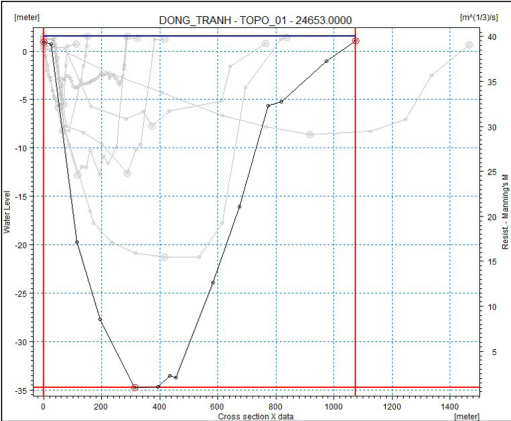
2.3.1. Thiết lập mô hình thủy lực một chiều
MIKE 11

Mạng lưới tính toán thủy lực

Bao gồm mạng lưới sông Sài Gòn - Đồng Nai,



các công trình giao thông thủy lợi như đập, cầu, cống cũng được biên tập trong mạng lưới sông. Mặt cắt sông bao gồm khoảng 3.885 mặt cắt trên toàn hệ thống sông trong khu vực nghiên cứu (Hình 2).



Hình 2. Mạng lưới tính toán thủy lực và mặt cắt sông

Dữ liệu biên và điều kiện ban đầu

Các số liệu thủy văn được sử dụng là các số liệu được quan trắc của năm 2017, bao gồm: Dữ liệu biên thượng nguồn gồm có 3 biên: Q xả (m^3/s) tại hồ Dầu Tiếng, hồ Trị An và hồ Phước Hòa (số liệu trung bình ngày). Dữ liệu biên hạ nguồn gồm có 2 biên mực nước: Trạm Vũng Tàu, Tân An (số liệu mực nước giờ). Các biên còn lại được đóng kín.

Dữ liệu hiệu chỉnh, kiểm định mô hình

Thời gian tính: Từ ngày 29/3/2017 9:00 - 31/3/2017 9:00 để hiệu chỉnh mô hình và từ ngày 03/03/2018 9:00 đến 05/03/2018 9:00 để kiểm định mô hình tại trạm Phú An, Tam Thôn

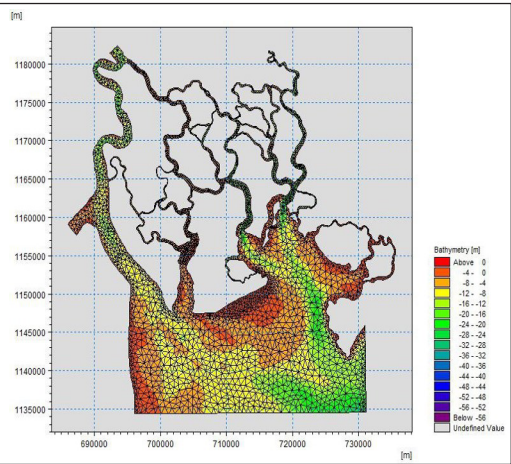
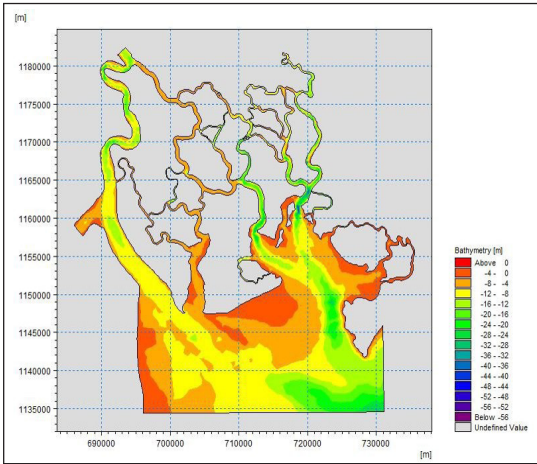
Hiệp, Cửa Đồng Tranh, Cửa Ngã Bảy.

Bước thời gian tính $\Delta t = 1$ giờ. Hệ số nhám n: Thay đổi trong khoảng 20 - 60 tùy từng đoạn sông. Điều kiện ban đầu: $H = 0$ m, lưu lượng $Q = 0$ m^3/s .

2.3.2. Thiết lập mô hình thủy lực hai chiều
MIKE 21

Địa hình và lưới tính

Địa hình: Khai thác từ bản đồ địa hình có tỉ lệ 1/10.000 với hệ quy chiếu là hệ quy chiếu UTM Zone 48N. Trong nghiên cứu này thiết lập lưới tam giác với cấu trúc không đều nhau, khu vực tính toán gồm 7.631 phần tử và 5.342 nút lưới.



Hình 3. Địa hình đáy sông và lưới tam giác vùng nghiên cứu

Dữ liệu địa hình trên các sông được thu thập từ dữ liệu địa hình năm 2011 và có cập nhật mới (đến năm 2014) từ nhiều nguồn dữ liệu của các đề tài, dự án nghiên cứu trước đây, các số liệu với độ tin cậy cao [1, 4, 9]. Dữ liệu địa hình đáy sông sau khi thu thập kết hợp với lưới tính phi cấu trúc được tạo từ đường bờ để nội suy địa hình, đây là dữ liệu đầu vào quan trọng cho mô hình (Hình 3).

Dữ liệu biên và điều kiện ban đầu

Điều kiện đầu vào được sử dụng là giá trị mực nước và vận tốc nằm ngang bằng không tại thời điểm $t = 0$. Tại các biên lỏng phía Nhà Bè, Vàm Cỏ mô hình sử dụng dao động mực nước; phía Vũng Tàu sử dụng mực nước giờ Vàm Kênh - Vũng Tàu làm điều kiện biên (kết quả mô phỏng từ phần mềm Utide-mực nước giờ năm 2022). Biên cứng: Chọn đường bờ biển, bờ sông

làm biên cứng.

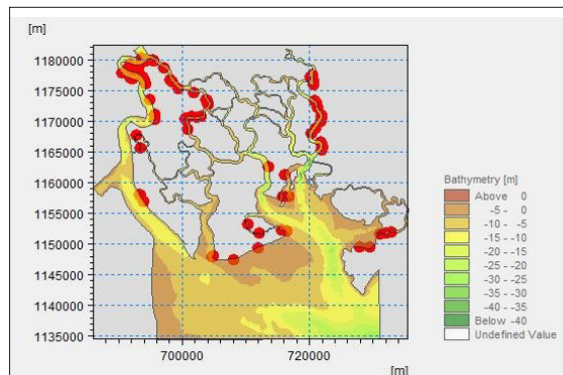
Dữ liệu hiệu chỉnh, kiểm định mô hình

Thời gian tính: Từ ngày 29/3/2017 9:00 - 31/3/2017 9:00 để hiệu chỉnh mô hình và từ ngày 20/04/2019 9:00 đến 22/04/2019 9:00 để kiểm định mô hình tại trạm Nhà Bè, Cửa Đồng Tranh, Cửa Ngã Bảy.

2.3.3. Thiết lập mô đun chất lượng nước (ECOLAB)

Nguồn phát thải

Xác định nguồn thải chính: Gồm 76 vị trí xả thải chủ yếu tập trung trên sông Nhà Bè, sông Lòng Tàu và sông Cái Mép (Hình 4). Nồng độ nước thải của khu vực gồm 4 loại nước thải chính: Nước thải sinh hoạt; nước thải công nghiệp, tiểu thủ công nghiệp; nước thải chăn nuôi; nước thải từ hoạt động nuôi trồng thủy sản (nuôi tôm).



Hình 4. Sơ đồ vị trí các nguồn xả thải

Điều kiện ban đầu và điều kiện biên

Tại thời điểm ban đầu $t_0 = 0$, trên cơ sở số liệu thực đo, điều kiện ban đầu của TSS là 160 mg/l; BOD là 4,6 mg/l; DO là 0,8 mg/l; NO_3^- là 0,65 mg/l; NH_4^+ là 0,05 mg/l; PO_4^{3-} là 0,025 mg/l, Coliform là 1/100 mL

Dữ liệu hiệu chỉnh, kiểm định mô hình

Số liệu chất lượng nước từ ngày 20/04/2019 21:00 đến 22/04/2019 21:00 tại trạm Đồng Tranh và Cái Mép được sử dụng cho hiệu chỉnh và kiểm định mô hình.

2.4. Đánh giá hiệu quả mô phỏng của mô hình

Độ tin cậy của các mô hình thủy lực và khuếch tán được đánh giá thông qua chỉ số hiệu quả Nash-Sutcliffe efficiency (NSE) [21] và hệ số tương quan (R^2) [19], trong đó, khi NSE và R^2 càng tiến đến 1 thì độ tin cậy của các kết quả

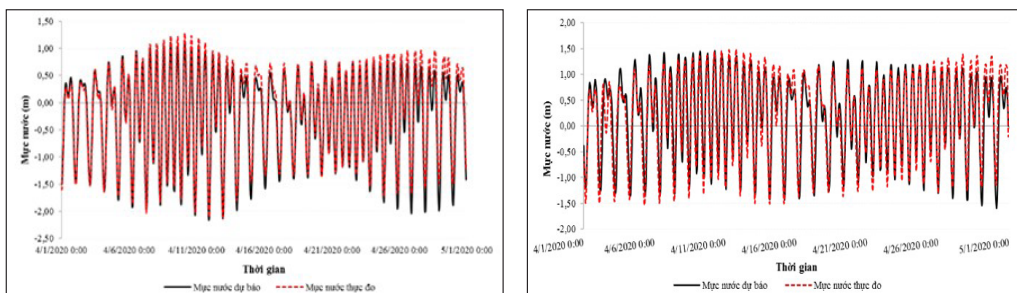
đạt được càng cao. Phần trăm sai số (PBIAS) [20] được áp dụng cho đánh giá chất lượng nước, kết quả sai số càng tiến đến 0 thì độ tin cậy càng cao.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả dự báo mực nước tại các trạm

Kết quả kiểm định giữa số liệu mực nước tại trạm Vũng Tàu, Vàm Kênh, Phú An và Nhà Bè vào tháng 4/2020 (Hình 5) cho thấy sai số lớn nhất trong tháng 3 - 4 năm 2020 khoảng 0,18 - 0,20 m; hệ số tương quan giữa tính toán và thực đo khá tốt, R^2 đều lớn hơn 0,80. Cụ thể: Vũng Tàu [0,98]; Phú An [0,84] và Nhà Bè [0,81].

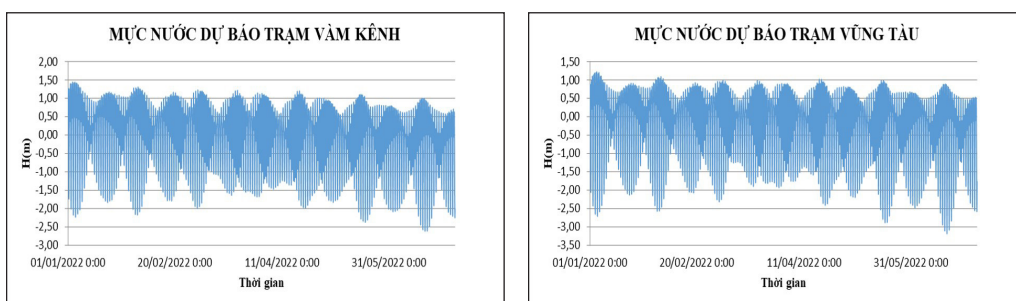
Các kết quả dự báo giá trị mực nước triều tại các trạm cửa sông khu vực TP.HCM (Bảng 2) dựa trên phần mềm U-TIDE như sau: Mực nước đỉnh triều có thể đạt trên 1,4 m bắt đầu vào đầu tháng 1 và kết thúc vào cuối tháng 3 (Hình 6).



Hình 5. Kiểm định mực nước giữa mực nước dự báo và mực nước tính toán tháng 4/2022 tại a) trạm Vũng Tàu và b) trạm Phú An

Bảng 2. Dự báo thủy triều lớn nhất từ tháng 1 đến tháng 6/2022

Trạm	Ngày dự báo đạt triều max	Mực nước đỉnh triều				Mực nước chân triều			
		H (m)	Giờ xh	H(m)	Giờ xh	H (m)	Giờ xh	H (m)	Giờ xh
Vàm Kênh	03/01/2022	1,44	1:00	1,42	16:00	-2,18	9:00	0,48	21:00
Vũng Tàu	04/01/2022	1,22	1:00	1,17	16:00	-2,71	9:00	0,33	21:00



Hình 6. Mực nước triều dự báo từ tháng 1 đến tháng 6/2022 tại các trạm

3.2. Hiệu chỉnh - kiểm định mô hình MIKE 11 và MIKE 21

Kết quả hiệu chỉnh kiểm định (HCKĐ) mô hình thủy lực MIKE 11 và MIKE 21 (Hình 7 - 8) cho thấy kết quả NASH và chỉ số R^2 theo mực nước và vận tốc tại các trạm trong mùa kiệt khá cao (>84% đối với MIKE 11 và >90% đối với MIKE 21) (Bảng 3 - 4). Như vậy, kết quả hiệu chỉnh và kiểm định khá tốt, bộ thông số mô hình được tối ưu và đủ tin cậy để chạy

mô phỏng chế độ thủy lực, lan truyền chất ô nhiễm trong thời gian dài tại khu vực nghiên cứu.

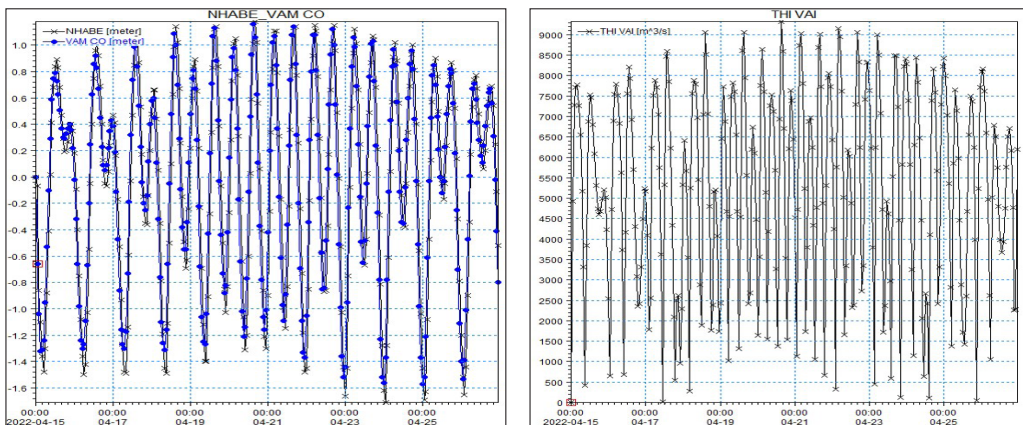
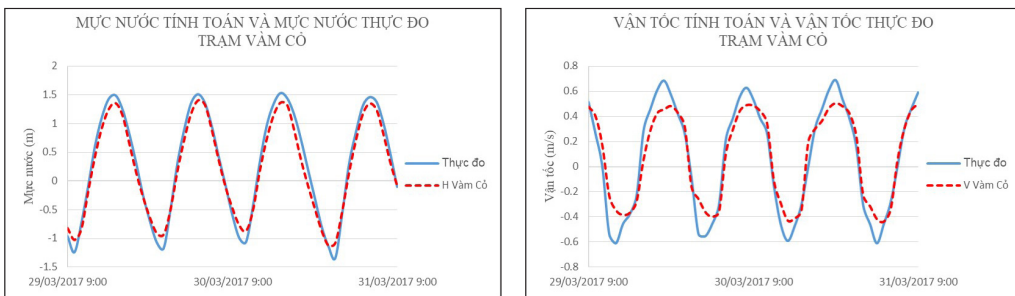
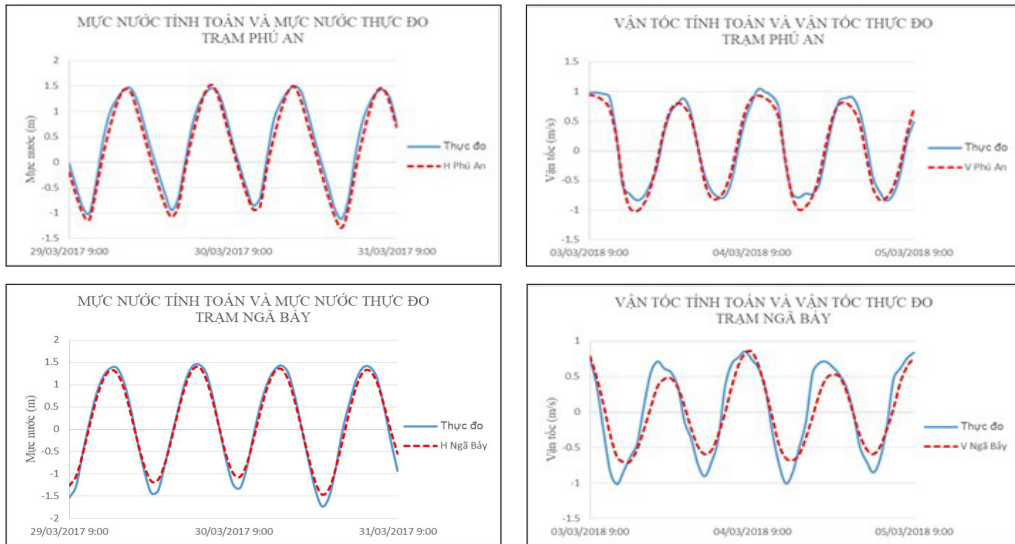
Xuất kết quả mực nước từ mô hình MIKE 11 tại trạm Nhà Bè và Vàm Cỏ; lưu lượng tại trạm Thị Vải và kết quả mực nước tại trạm Vũng Tàu - Vàm Kênh (Hình 6) làm dữ liệu đầu vào cho mô hình MIKE 21 mô phỏng chế độ thủy lực cũng như chất lượng nước vùng bờ TP.HCM vào mùa khô tháng 4/2022 (Hình 9).

Bảng 3. Chỉ số NASH sau khi hiệu chỉnh kiểm định mô hình MIKE 11

STT	Tên Trạm	Hiệu chỉnh mô hình		Kiểm định mô hình	
		NASH_V	NASH_H	NASH_V	NASH_H
1	Phú An	0,956	0,964	0,904	0,962
2	Tam Thôn Hiệp	0,968	0,908	0,970	0,896
3	Đồng Tranh	0,980	0,870	0,956	0,884
4	Ngã Bảy	0,979	0,865	0,952	0,843

Bảng 4. Chỉ số R^2 sau khi hiệu chỉnh kiểm định mô hình MIKE 21

STT	Tên Trạm	Hiệu chỉnh mô hình		Kiểm định mô hình	
		R^2_H	R^2_V	R^2_H	R^2_V
1	Nhà Bè	0,972	0,935	0,975	0,929
2	Vàm Cỏ	0,986	0,932	0,984	0,906
3	Ngã Bảy	0,965	0,933	0,960	0,951



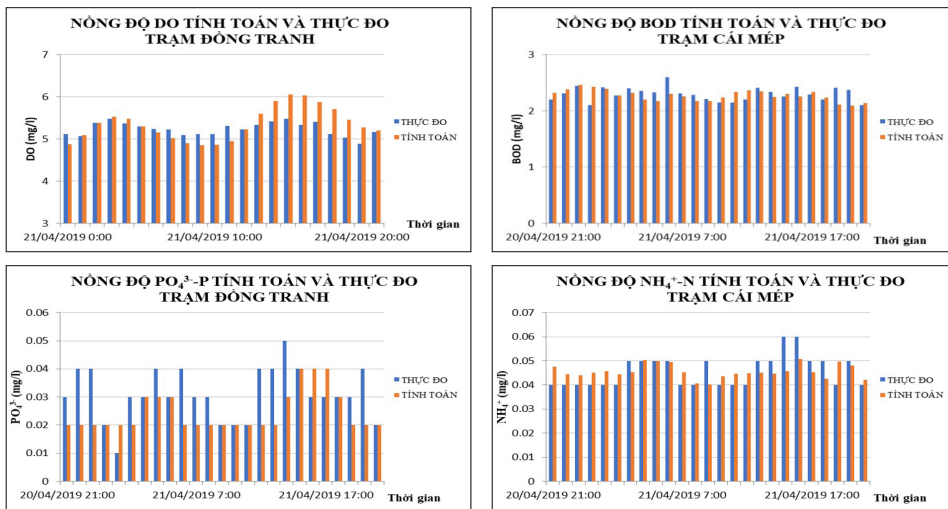
3.3. Hiệu chỉnh - kiểm định mô hình chất lượng nước

Các kết quả kiểm định các thông số chất lượng nước tại khu vực Nhà Bè và Cái Mép được trình bày tại Hình 10. Với kết quả hiệu chỉnh trên,

sai số (%) của mô hình giữa giá trị mô phỏng và thực đo theo các thông số tại trạm Đồng Tranh và Cái Mép được trình bày ở Bảng 5. Như vậy, các kết quả kiểm định cho thấy bộ thông số hiệu chỉnh mô hình nhìn chung là tương đối phù hợp, tin cậy cho khu vực nghiên cứu.

Bảng 5. Sai số (%) của mô hình giữa giá trị mô phỏng và thực đo các thông số CLN

Thông Số	BOD	DO	TSS	NH4	NO3	PO4	Coli
Đồng Tranh	0,18	1,22	16,2	0,01	0,23	0,21	2,65
Cái Mép	0,11	0,67	7,1	0,005	0,16	0,11	3,57



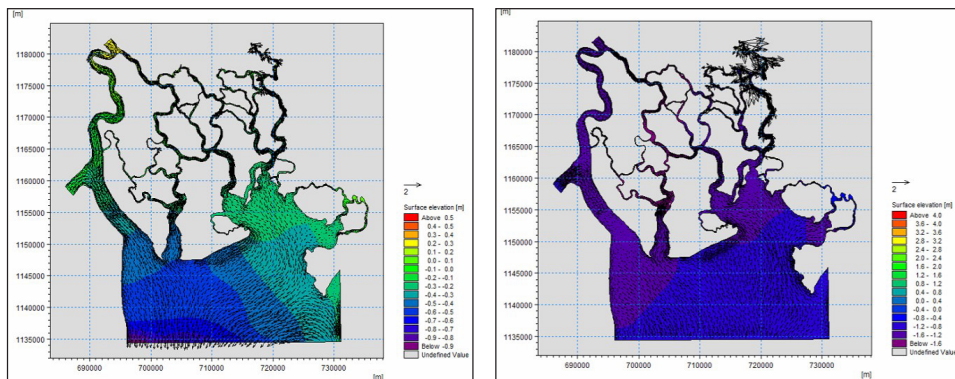
Hình 10. Nồng độ thông số chất lượng nước mô phỏng và thực đo

3.4. Đánh giá ảnh hưởng của thủy triều đến chất lượng nước vùng bờ TP.HCM

Kết quả tính toán vận tốc dòng chảy vào mùa khô tháng 4/2022 (Hình 11) cho thấy vận tốc dòng chảy lúc triều dâng dao động trong khoảng 0,3 - 0,82 m/s, vận tốc lớn khoảng 0,8 m/s tập trung chủ yếu ở cửa vịnh gần mũi Vũng Tàu. Khi vào trong vịnh dòng chảy bị phân tán vào các

con sông nên tốc độ dòng chảy tương đối nhỏ lại tại các cửa sông.

Khi triều rút, tốc độ dòng chảy tại khu vực này lớn hơn khi triều dâng với vận tốc dao động khoảng 0,38 - 1,4 m/s. Lúc này dòng chảy từ trong sông đổ ra khá mạnh và tập trung lại thành một dòng chính trong vịnh và đổ ra biển tập trung khu vực luồng Soài Rạp với vận tốc lên đến 1 m/s.



Hình 11. Kết quả mô phỏng vận tốc và mực nước lúc triều xuống và triều lên

Tốc độ dòng chảy lớn nhất tại Vịnh Gành Rái khoảng 1 - 1,2 m/s với dòng chính chủ yếu là hợp lưu của sông Lòng Tàu và sông Thị Vải. Ngoài ra, dòng chảy tại luồng Soài Rạp lớn nhất trong khu vực đạt vận tốc khoảng 1,4 m/s. Vận tốc dòng chảy là yếu tố ảnh hưởng tới việc lan truyền ô nhiễm và đồng hóa chất ô nhiễm. Mực nước biển có tác động nhất định đến sự thay đổi địa hình đáy ở khu vực nghiên cứu (Hình 10).

Để đánh giá rõ hơn ảnh hưởng của thủy triều đến chất lượng nước tại vùng bờ TP.HCM, nghiên cứu sẽ tiến hành trích xuất kết quả chất

lượng nước tại một số vị trí có nhiều sự thay đổi về diễn biến địa hình đáy.

Xếp loại nguồn nước theo chỉ số WQI: Các trạm cửa biển có giá trị WQI cao nhất (WQI trên 75), nhưng không thích hợp cho nguồn cấp nước và tưới tiêu vì bị ảnh hưởng mặn, vì thế chỉ thích hợp cho bảo vệ đời sống thủy sinh (ven biển) và các mục đích khác. Vị trí Đồng Tranh và khu vực Soài Rạp có WQI thấp hơn so với các vị trí cửa biển khác (Ngã Bảy và Cái Mép), giá trị WQI trung bình năm tại vịnh Đồng Tranh là 78 - 88 (Bảng 6).

Bảng 6. Kết quả tính toán chỉ số WQI tại một số điểm

STT	Khu vực	Kí hiệu	Chỉ số CLN
1	Sông Soài Rạp	SR1	52
2	Sông Đồng Tranh	DT1	56
3	Sông Lòng Tàu	LT1	68
4	Sông Thị Vải	TV1	66
5	Cửa sông Soài Rạp	SR2	85
6	Vịnh Đồng Tranh	DT2	78
7	Vịnh Gành Rái	GR1	87



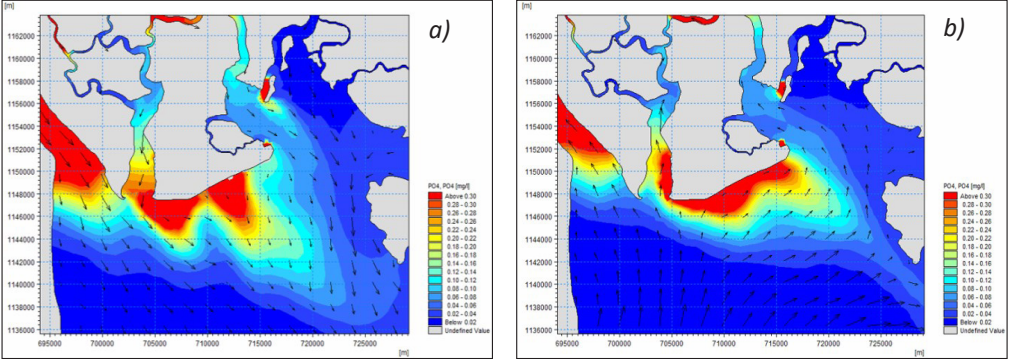
Bảng 7. Nồng độ các chất theo pha triều tại một số khu vực

TT	Vị trí	Triều	Lần	Nồng độ				
				PO ₄ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	TSS (mg/l)	NH ₄ (mg/l)	COLI (1/100 mL)
1	Soài Rạp	Triều lên	1	0,0465	0,2639	136,1	0,0332	38,56
			2	0,0705	0,2597	130,9	0,0347	77,37
		Triều xuống	1	0,2225	0,2928	131,5	0,0376	279,73
			2	0,4615	0,3931	164,9	0,0399	717,23
2	Vịnh Gành Rái	Triều lên	1	0,0665	0,4089	134,2	0,0419	228,78
			2	0,0637	0,4031	130,8	0,0424	244,14
		Triều xuống	1	0,0604	0,4084	133,5	0,0421	144,41
			2	0,0736	0,3966	137,1	0,0417	85,31
3	Vịnh Đồng Tranh	Triều lên	1	0,1988	0,2941	129,3	0,0356	81,85
			2	0,2123	0,2826	132,5	0,0347	127,54
		Triều xuống	1	0,3607	0,2910	131,3	0,0352	246,58
			2	0,7629	0,2982	134	0,0356	685,96

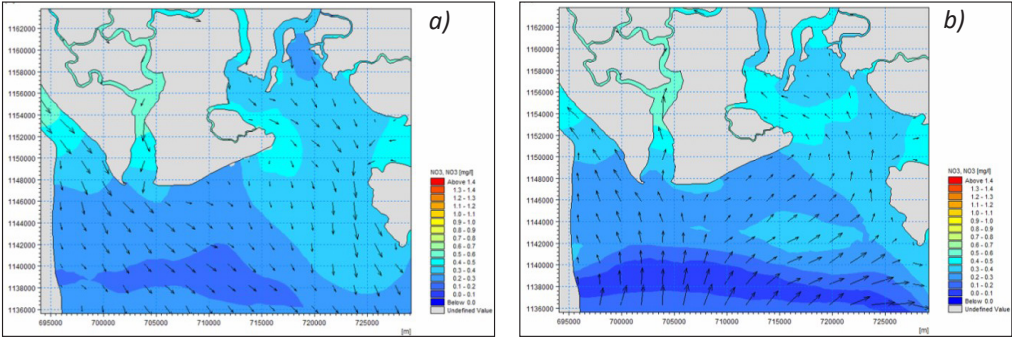
Kết quả nghiên cứu chất lượng nước trong vùng nghiên cứu cho thấy hàm lượng các chất ô nhiễm thay đổi theo thủy triều và theo con nước. Chất lượng nước ở các sông/kênh bao quanh vùng nghiên cứu bị tác động mạnh mẽ bởi thủy triều hơn so với các kênh rạch nội đồng. Càng hướng ra vùng cửa sông, ven biển, sự trao đổi nước ngày càng được tăng cường, thúc đẩy quá trình khuếch tán chất ô nhiễm do đó chất lượng nước dần được cải thiện hơn. Chất lượng nước tại vịnh Đồng Tranh, vịnh Gành Rái và khu

vực ven biển hiện ở mức tốt.

Ảnh hưởng của thủy triều: Kết quả phân tích chất lượng nước cho thấy nồng độ các chất trong thời điểm triều rút cao hơn so với lúc triều lên (Bảng 7), do vận tốc và chế độ dòng chảy thay đổi khi triều lên và xuống đã làm cho nước khuếch tán các chất ô nhiễm khá tốt, nước biển tương đối sạch được đẩy vào các sông rạch pha loãng các chất ô nhiễm và kéo ra xa biển khi triều rút (Hình 12 - 13).



Hình 12. Hàm lượng PO_4 tại khu vực nghiên cứu: a) Triều rút; b) Triều lên



Hình 13. Hàm lượng NO_3 tại khu vực nghiên cứu a) Triều rút; b) Triều lên

4. Kết luận

Trong bài báo này, chúng tôi đã nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của thủy triều đến chất lượng nước vùng bờ TP.HCM bằng việc sử dụng mô hình tích hợp. Từ các kết quả kiểm định mực nước các trạm từ mô hình U-tide cho thấy, bộ thông số mô hình phù hợp để mô phỏng dự báo thủy triều cho khu vực nghiên cứu. Bộ mô hình MIKE 11 và MIKE 21 cho thấy kết quả mô phỏng thủy lực vào mùa khô khá tốt (NSE và R^2 đều đạt trên 0,8).

Mô hình mô phỏng chất lượng nước MIKE 21 ECOLAB ở mức khá tốt khi khác biệt mô phỏng

so với thực tế dưới 20% sai số cho thấy khả năng mô phỏng chất lượng nước của mô hình cho dự án khá bám sát so với thực tế và đủ tiêu chuẩn để mô phỏng các kịch bản phát thải tương lai. Từ đó đưa ra được cái nhìn tổng quan về chế độ dòng chảy trong sông và vùng bờ, ven biển cũng như diễn biến chất lượng nước sông khi bị ảnh hưởng bởi thủy triều

Kết quả cho thấy chất lượng nước ở các sông kênh bao quanh vùng nghiên cứu bị tác động mạnh mẽ của thủy triều. Vận tốc dòng chảy cũng là yếu tố ảnh hưởng tới việc lan truyền ô nhiễm và đồng hóa chất ô nhiễm. Hướng

đến mục tiêu bảo vệ môi trường, kiểm soát ô nhiễm tại các vịnh, khu vực cửa sông, ven biển TP.HCM, các giải pháp kiểm soát nguồn thải, giám sát nguồn tiếp nhận được đề xuất với tiếp cận quản lý tổng hợp lưu vực sông Sài Gòn - Đồng Nai và vùng bờ TP.HCM nhất là trong thời kì biến đổi khí hậu.

Trong nghiên cứu này, số liệu thu thập còn hạn chế như mật độ vị trí và tần suất quan trắc

còn ít, dữ liệu nguồn thải tại các sông lớn nhiều khi chưa thu thập được đầy đủ. Để đánh giá một cách toàn diện chất lượng nước khu vực vùng bờ TP.HCM cần thu thập bổ sung thêm vị trí và thời gian quan trắc, đặc biệt là số liệu quan trắc theo ốp hoặc giờ. Tổ chức thực hiện định kỳ hoạt động điều tra khảo sát các nguồn thải gây ô nhiễm nước mặt, nhằm đề xuất các giải pháp khai thác, sử dụng hiệu quả nguồn nước.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được hoàn thành trong khuôn khổ nhiệm vụ thường xuyên theo chức năng năm 2022. Nhiệm vụ 9: “Dự báo thủy triều, xâm nhập mặn trên các sông chính khu vực Nam Bộ”. Các tác giả xin chân thành cảm ơn.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Bầy, N.T. (2012), *Nghiên cứu đánh giá quá trình diễn biến đáy và thay đổi chế độ thủy văn do nạo vét sông Soài Rạp phục vụ công tác phát triển giao thông đường thủy*, Sở Khoa học và Công nghệ TP.HCM, Hồ Chí Minh.
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2021), *Báo cáo Đánh giá khí hậu quốc gia*. Nhà xuất bản Tài nguyên môi trường và Bản đồ Việt Nam.
3. Gia, P.T.H. (2010), *Nghiên cứu xác định các hệ số đánh giá khả năng tự làm sạch của sông - Áp dụng thử nghiệm trên lưu vực sông Sài Gòn*. Đề tài nghiên cứu khoa học, Viện Tài nguyên và Môi trường, Đại học Quốc gia TP.HCM.
4. Hùng, L.M. (2014), *Nghiên cứu khoa học liên quan đến dự án về chỉnh trị luồng, đánh giá về sa bồi sau nạo vét giai đoạn 2*, Đề tài nghiên cứu khoa học, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, Hồ Chí Minh.
5. Khôi, N.K. (2009), *Ứng dụng Mike 11 đánh giá chất lượng nước lưu vực sông Đồng Nai*, *Tập san Khoa học và Công nghệ Quy hoạch thủy lợi Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam - Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*. Nhà xuất bản Nông nghiệp năm 2009.
6. Phong, B.T; Phùng, N.K. (2013), *"Nghiên cứu khả năng chịu tải vùng biển ven bờ Cần Giò"*, *Khóa luận tốt nghiệp*.
7. Trang, C.T.T; Hoa, N.T.P. (2009), *"Đánh giá sức tải môi trường vùng nước ven đảo Cát Bà phục vụ cho phát triển bền vững"*, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển*, Phụ trương 1, tr. 154-168.
8. Trang, C.T.T; Thanh, T.D; Sinh, L.X. (2013), *"Đánh giá tải lượng ô nhiễm đưa vào hệ đầm phá Tam Giang - Cầu Hai và dự đoán đến năm 2020"*. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển*, 13, 276 - 283.
9. Thanh, B. (2011), *"Nghiên cứu chế độ thủy động lực và chất lượng nước vùng cửa sông Sài Gòn - Đồng Nai"*, *Luận án tiến sĩ địa lý*, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu.
10. Tổng cục Môi trường (2019), *Hướng dẫn kỹ thuật tính toán chỉ số chất lượng nước Việt Nam ban hành theo Quyết định số 1460/QĐ-TCMT*.
11. Tư, P.T. (2012), *"Sử dụng mô hình Mike Eco Lab đánh giá ô nhiễm chất hữu cơ tại Vịnh Gành Rái"*, *Đề án tốt nghiệp*, ngành Cơ học Kỹ thuật, Trường Đại học Công Nghệ - Đại học Quốc gia Hà Nội.
12. Thủy, N.B.; Tiến, T.Q. (2017), *"Nghiên cứu nước dâng trong các đợt triều cường tại ven Biển Đông Nam Bộ"*, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 683, tr.29-36.

Tài liệu tiếng Anh

13. Codiga, D.L. (2011), *"Unified Tidal Analysis and Prediction Using the U_tide Matlab Function"*, *Technical Report*, Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island, Narragansett,

RI.59 pp.

14. DHI. (2017), *MIKE Zero - User Guide*.
15. Mahagamagea, M.G.Y.L.; Managea, P.M. (2014), "Water Quality Index (CCME-WQI) Based Assessment Study of Water Quality in Kelani River Basin, Sri Lanka". *Environ. Nat. Resour. J.* 2014, 12, pp. 199–204.
16. Manju, E.K.; George, A.V.; Rekha, V.B. (2014), "A Comparative Study of Water Quality Index (WQI) of Vagamon and Peermade Sub-Watersheds of Meenachil and Pamba River Basins of Western Ghats, Kerala, South India". *J. Environ. Sci. Toxicology Food Technol.* 8(1), pp. 53–58.
17. M.K Chaturvedi, J.K Bassin (2010), "Assessing the water quality index of water treatment plant and bore well, in Delhi, India", *Environ Monit Assess* 2010 Apr; 163 (1-4): 449-53.
18. Mihăiescu Tania, Mihăiescu Radu, Vârban Dan, Vârban Rodica, Mihăiescu Mihnea (2013), *Water quality assessment of the Nadas River in terms of NFS Water quality*.
19. Moriasi, D.N.; Arnold, J.G.; Van Liew, M.W.; Bingner, R. L.; Harmel, R.D.; Veith, T.L. (2007), *Model Evaluation Guidelines for Systematic Quantification of Accuracy in Watershed Simulations*. *Trans. ASABE* 2007, 50(3), 885–900. <https://doi.org/10.13031/2013.23153>
20. Moriasi, D.N.; Gitau, M.W.; Pai, N.; Daggupati, P. (2015), "Hydrologic and Water Quality Models: Performance Measures and Evaluation Criteria", *Trans. ASABE* 2015, 58(6), 1763–1785. <https://doi.org/10.13031/trans.58.10715>
21. Nash, J.E.; Sutcliffe, J.V. (1970), "River flow forecasting through conceptual models part I - A discussion of principles". *J. Hydrol.* 1970, 10(3), pp. 282-290. [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(70\)90255-6](https://doi.org/10.1016/0022-1694(70)90255-6).

EVALUATING THE INFLUENCE OF TIDES ON SURFACE WATER QUALITY IN THE COASTAL AREAS OF HO CHI MINH CITY

Nguyen Van Hong, Pham Anh Binh, Nguyen Thao Hien, Chau Thanh Hai
Sub-Institute of Hydrometeorology and Climate Change

Received: 27/4/2022; Accepted: 23/5/2022

Abstract: This study uses Utide software for the purpose of assessing the trend of water level change and forecast tides at coastal water level measurement stations in the Southern region. Using tidal forecasting results from Utide software as input to the hydrodynamic mathematical model set (MIKE 11, MIKE21) with two hydrodynamic and ecological modules to evaluate the flow regime and water quality in the coastal area of Ho Chi Minh City. The model is calibrated and verified with the input data set including topography, hydraulic data, hydrology and real measured water quality. The simulation results show that the water quality is quite complicated due to fluctuations in the flow, at some locations where the water quality is within the allowable limit of QCVN 08-MT:2015/BTNMT column B1, the water quality index (WQI) fluctuates from 52 - 87, only Water quality numbers (WQI) ranged from 52 to 87, suggesting that tidal dilution plays a dominant role. The results of this study are also the basis for short-term forecasting of water quality parameters in the future.

Keywords: Water quality, MIKE, WQI.