

MÔ PHỎNG QUÁ TRÌNH LAN TRUYỀN DẦU BẰNG MÔ HÌNH DELFT3D KHU VỰC BIỂN CẦN GIỜ, THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Đậu Thị Nhân¹, Đào Nguyên Khôi¹, Phạm Thị Lợi¹, Nguyễn Thị Diễm Thúy¹

Tóm tắt: Thành phố Hồ Chí Minh (Tp.HCM) là vùng kinh tế trọng điểm của cả nước với mật độ giao thông đường thủy cao và tập trung nhiều cảng biển lớn với tiềm ẩn nguy cơ tràn dầu gây ô nhiễm môi trường. Mục tiêu của nghiên cứu là mô phỏng quá trình lan truyền dầu cho khu vực biển Cần Giờ bằng mô hình Delft3D. Đầu tiên, mô hình Delft3D được hiệu chỉnh và kiểm định với mực nước và mô hình đã thể hiện được khả năng mô phỏng tốt dòng chảy trong khu vực nghiên cứu với R^2 và $NSE > 0.9$ ở cả giai đoạn hiệu chỉnh và kiểm định. Sau đó mô hình Delft-3D được sử dụng để mô phỏng lan truyền dầu tại 2 vị trí giả định xảy ra sự cố là cửa Soài Rạp và vịnh Gành Rái với lượng dầu tràn là 1000 tấn. Kết quả cho thấy vào mùa khô vệt dầu loang sâu vào trong các con sông và vào mùa mưa thì vệt dầu loang rộng ra khu vực biển Cần Giờ. Kết quả nghiên cứu có thể phục vụ làm tài liệu tham khảo cho công tác ứng phó sự cố tràn dầu trên địa bàn Tp.HCM.

Từ khóa: Dòng chảy, tràn dầu, Delft3D, Tp.HCM.

Ban Biên tập nhận bài: 25/4/2018 Ngày phản biện xong: 12/6/2018 Ngày đăng bài: 25/07/2018

1. Đặt vấn đề

Thành phố Hồ Chí Minh (Tp.HCM) nằm trong vùng kinh tế trọng điểm phía Nam, là trung tâm kinh tế của cả nước và có tốc độ tăng trưởng kinh tế cao. Cùng với lợi thế địa hình tiếp giáp biển và nhiều sông ngòi bao quanh, Tp.HCM là nơi tập trung nhiều cảng biển lớn với hệ thống cảng sông, cảng biển được xem là lớn nhất nước với 38 cảng đã và đang hoạt động nhằm thúc đẩy hoạt động trao đổi hàng hóa xuất nhập khẩu góp phần lớn vào việc phát triển kinh tế khu vực. Bên cạnh những lợi thế về phát triển kinh tế, việc gia tăng mật độ tàu thuyền ra vào và neo đậu tại các cảng tiềm ẩn nguy cơ tràn dầu rất lớn. Trên thực tế đã có nhiều sự cố tràn dầu xảy ra trong khu vực, cụ thể theo kết quả thống kê trong kế hoạch ứng phó sự cố tràn dầu 2014 cho thấy từ năm 2005 đến năm 2011 trên địa bàn Tp.HCM đã xảy ra 16 sự cố gây tràn dầu, tần suất xảy ra trung bình là 2 vụ/năm, trong đó 62% số vụ tràn dầu ở Tp.HCM được xác định do nguyên nhân đâm va tàu thuyền trên sông, 44% số vụ xảy ra ở huyện

¹Khoa môi trường, trường Đại học Khoa học tự nhiên, ĐHQG-HCM

Email: dnkhai@hcmus.edu.vn

Cần Giờ (Sở TN&MT TP.HCM, 2014). Sự cố tràn dầu gây ô nhiễm môi trường vùng cửa sông, ven biển, ảnh hưởng nghiêm trọng đến các hệ sinh thái, đặc biệt là hệ sinh thái rừng ngập mặn, vùng triều bãi triều ở Cần Giờ. Ngoài ra, tràn dầu còn gây ảnh hưởng nặng nề đến hoạt động nuôi trồng thủy sản của người dân trong khu vực. Do đó, mô phỏng quá trình lan truyền dầu tại khu vực nghiên cứu là cần thiết, các kết quả đạt được giúp đưa ra bức tranh lan truyền dầu phục vụ cho công tác ứng phó và giảm thiểu tác hại khi xảy ra sự cố tràn dầu.

Hiện nay, phương pháp mô hình hóa được ứng dụng phổ biến và đã có nhiều nghiên cứu trong, ngoài nước ứng dụng thành công phương pháp này để mô phỏng quá trình lan truyền dầu. Ví dụ, Nguyễn Hữu Nhân (2007) sử dụng mô hình OilSAS nhằm xác định nguồn gây ô nhiễm dầu trên biển Đông, Parikshit Verma và cộng sự (2008) đã mô phỏng sự cố tràn dầu trong vùng Vịnh Ả Rập bằng mô hình MIKE21, nghiên cứu của Vũ Duy Vĩnh (2012) đã sử dụng mô hình Delft3D để thể hiện diễn biến lan truyền dầu tại cửa sông Bạch Đằng và cửa Lạch Huyện, nghiên

cứ của Trần Duy Kiều (2016) đã sử dụng mô hình MIKE21 để đưa ra bức tranh lan truyền dầu tại vùng biển Phú Quốc, và nghiên cứu của Yuxin Zhu và cộng sự (2018) sử dụng kết hợp mô hình dự báo thủy động lực MIKE21 với mô hình tràn dầu OILMAP để dự đoán và đánh giá nguy cơ tràn dầu trong khu vực quy hoạch cảng DongYing, Trung Quốc. Nhìn chung, mô hình MIKE21 được ứng dụng phổ biến để mô phỏng lan truyền dầu, tuy nhiên đây là phần mềm có bản quyền nên gây khó khăn cho việc nghiên cứu. Bên cạnh mô hình MIKE, Delft3D cũng là mô hình mang lại hiệu quả trong mô phỏng dòng chảy và lan truyền dầu. Bên cạnh tính hiệu quả thì đây là mô hình miễn phí, dễ sử dụng, có nhiều module hỗ trợ xử lý số liệu đầu vào và kết quả đầu ra của mô hình. Chính vì thế, mô hình Delft3D được lựa chọn cho nghiên cứu này.

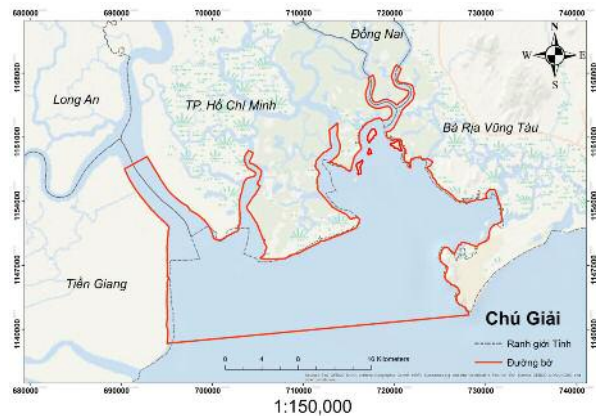
Mục tiêu của nghiên cứu là mô phỏng quá trình lan truyền dầu cho khu vực biển Cần Giờ bằng mô hình Delft3D. Kết quả của nghiên cứu cho thấy bức tranh diễn biến lan truyền dầu khu vực ven biển Cần Giờ và kết quả này có thể là tài liệu tham khảo cho các cơ quan quản lý của địa phương trong công tác ứng phó với sự cố tràn dầu.

2. Khu vực nghiên cứu

Thành phố Hồ Chí Minh là thành phố trực thuộc Trung ương được xếp loại đô thị loại đặc biệt của Việt Nam với tổng diện tích khoảng 2.095 km² bao gồm 17 quận huyện nội thành và 5 huyện ngoại thành (Hình 1). Phía Bắc giáp tỉnh Bình Dương, Tây Bắc giáp tỉnh Tây Ninh, Đông và Đông Bắc giáp tỉnh Đồng Nai, phía Nam và Đông Nam của thành phố giáp với biển Đông và là khu vực quan trọng trong giao thông hàng hải và vận chuyển hàng hóa của miền Nam (bao gồm cả Đông Nam Bộ và Đồng bằng sông Cửu Long).

Tp.HCM nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa cận xích đạo với 2 mùa rõ rệt mùa khô và mùa mưa. Hầu hết các sông rạch Tp.HCM đều chịu ảnh hưởng dao động bán nhật triều của biển Đông. Mỗi ngày, nước lên xuống hai lần, theo đó thủy triều thâm nhập sâu vào các kênh rạch trong thành phố, gây nên tác động không nhỏ đối với sản xuất nông nghiệp và hạn chế việc tiêu thoát

nước ở khu vực nội thành. Khu vực Tp.HCM tồn tại 3 hệ thống gió chính: hướng Tây Nam (SW) xuất hiện từ tháng 7 - 10; Hướng Đông Nam (SE) xuất hiện từ tháng 2 - 6; Hướng Đông Bắc (NE) xuất hiện từ tháng 11 năm trước đến tháng 1 năm sau (Sở TN&MT TP.HCM, 2014).



Hình 1. Bản đồ khu vực nghiên cứu

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Cơ sở lý thuyết mô hình Delft3d

Mô hình Delft3D là một phần mềm được xây dựng và phát triển bởi Viện Thủy lực Delft (Hà Lan), có khả năng tính toán - mô phỏng 2 hoặc 3 chiều các quá trình thủy động lực và chất lượng nước ở các vùng cửa sông - ven bờ biển. Mô hình này gồm các module chính như Delft3D Flow (thủy động lực), Delft3D Waq (chất lượng nước), Delft3D Eco (quá trình sinh thái), Delft3D Sed (trầm tích) và Delft3D Morph (hình thái), Delft3D Part (lan truyền vật chất). Ngoài ra còn một số module hỗ trợ khác như GRID (tạo lưới tính), QUICKIN (tạo định hình đáy), GPP (xử lý kết quả tính). Trong nội dung nghiên cứu này, hai module chính được sử dụng là Delft3D Flow để mô phỏng dòng chảy và lan truyền dầu cho khu vực nghiên cứu.

Module DELFT3D-PART là một mô hình chất lượng nước mô tả sự di chuyển, phân bố và biến đổi của vật chất (dầu, độ muối, nhiệt độ, nước thải) đưa vào thủy vực từ một nguồn liên tục (hoặc tại một thời điểm bất kỳ). Đối với việc tính toán tràn dầu, với giả thiết rằng dầu được đưa vào thủy vực từ một nguồn liên tục hoặc tức thời, phạm vi lan truyền của dầu được xác định bằng phương trình (Fay và Hoult, 1971):

$$R = \frac{k_2^2}{k_1} \left[\frac{V^5 g \left(\frac{P_w - P}{P_w} \right)}{\vartheta_w^2} \right]^{1/12} \quad (1)$$

Trong đó V_0 là thể tích ban đầu của dầu tràn (m^3); ρ_w là tỷ trọng của dầu (kg/m^3); ρ_0 là tỷ trọng của nước (kg/m^3); g là hằng số hấp dẫn (m/s^2); ϑ_w là độ nhớt của nước; k_1, k_2 là hằng số Fay.

Tốc độ lan truyền của dầu tràn phụ thuộc vào năng lượng sóng bị tiêu tán từng phần và kiểu dầu. Theo Delvigne và Sweeny; NOAA, Delvigne và Hulsen, tốc độ lan truyền của dầu $Q(kg/m^2/s)$ được xác định như sau:

$$Q = \int_{d_{min}}^{d_{max}} Q(d) dd \quad (2)$$

$$Q(d) = C'' D_e^{-7} F_{wc} N(d) d^3; N(d) = N_0 d^{-2.3}$$

$$D_e = 0.003 \rho_w g H_0 / \sqrt{2}; H = \frac{.234 U_w^2}{g}; F_{wc} = \frac{f_w}{t_p}$$

$$t_p = \frac{8.13 U_w}{g}; f_w = \max(0.0; 0.032(U_w - 5.0))$$

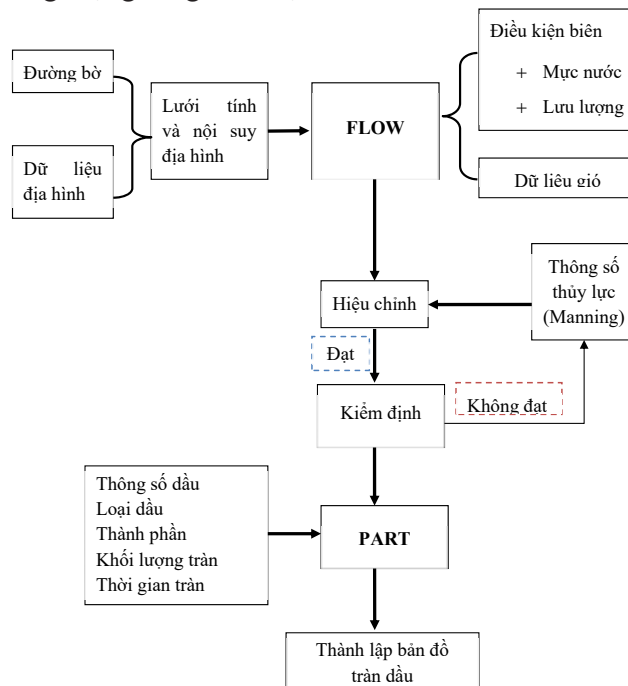
Trong đó $Q(d)$ là tốc độ lan truyền trên một đơn vị đường kính giọt dầu của giọt dầu đường kính d ($kg/m^2/s$); d là đường kính giọt dầu; d_{min} là đường kính giọt dầu nhỏ nhất (m); d_{max} là đường kính giọt dầu lớn nhất (m); $N(d)$ là hàm phân bố kích thước phân tử dầu; N_0 là hằng số tiêu chuẩn của hàm phân bố kích thước phân tử dầu; D_e là tiêu hao của năng lượng sóng trên một

đơn vị diện tích bề mặt (J/m^2); F_{wc} là số sóng đổ trên một chu kỳ sóng; t_p là chu kỳ sóng cực đại (s); U_w là vận tốc gió (m/s); f_w là phần biến được bao phủ bởi sóng bạc đầu.

3.2. Thiết lập mô hình

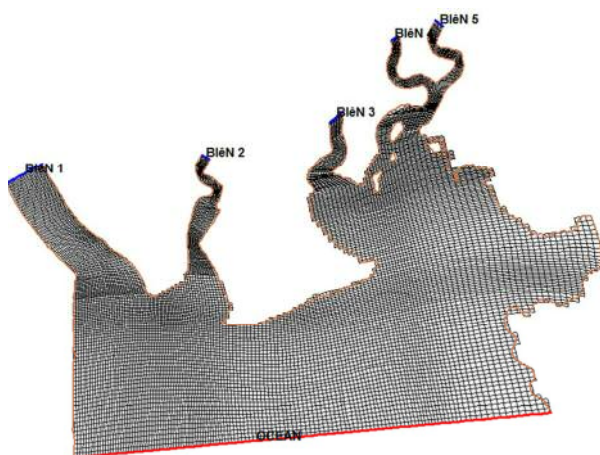
Dữ liệu yêu cầu để thiết lập mô hình Delft3D cho khu vực nghiên cứu (KVNC) như sau: dữ liệu hình thái đường bờ, và địa hình đáy sông và biển, số liệu mực nước tại các trạm thủy văn, số liệu khí tượng (vận tốc gió và hướng gió) phục vụ module Delft3D Flow, và dữ liệu dầu (loại dầu; thành phần; khối lượng tràn; thời gian tràn) được yêu cầu cho module Delft3D Part, dữ liệu này được thu thập từ đề tài “Xây dựng bản đồ nhạy cảm môi trường đường bờ, ứng phó sự cố tràn dầu trên địa bàn thành phố” của Sở KH&CN Tp.HCM năm 2017 - 2018.

Các bước thiết lập mô hình Delft3D cho khu vực nghiên cứu được trình bày trên Hình 2. Đầu tiên module Delft3D Flow được thiết lập và được hiệu chỉnh và kiểm định với số liệu quan trắc để chứng minh độ tin cậy của kết quả mô phỏng dòng chảy. Dựa vào module dòng chảy Delft3D Flow đã được hiệu chỉnh tốt, module Delft3D Part được thiết lập tiếp theo để mô phỏng diễn biến lan truyền dầu dựa vào các kịch bản (KB) dầu tràn.



Hình 2. Quy trình thiết lập mô hình

Miền tính của mô hình là vùng cửa sông Soài Rạp và mở rộng sang vịnh Gành Rái. Đường bờ được số hóa từ Google Earth vào năm 2013 và độ sâu địa hình được thu thập từ Viện khoa học thủy lợi miền Nam. Kích thước và phạm vi của miền tính được thể hiện trên hình 3. Hệ thống lưới cong trục giao được chọn để làm lưới tính cho mô hình thủy động lực. Lưới tính không đều có kích thước biến đổi từ 51.45 - 392.28 m, toàn bộ miền tính được chia làm 151×228 điểm tính.



Hình 3. Lưới tính và vị trí các biên

Miền tính của khu vực có 6 biên lỏng, trong đó 5 biên thượng nguồn là dữ liệu lưu lượng và một biên ngoài biển được lấy dựa vào chuỗi số liệu mực nước từ hai trạm Vàm Kênh và Vũng Tàu (hình 3). Bên cạnh đó, dữ liệu gió được lấy với vận tốc trung bình 4 m/s cho tháng 4 theo hướng Đông Nam và 5 m/s cho tháng 10 theo hướng Tây Nam. Dữ liệu khí tượng - thủy văn phục vụ nghiên cứu được thu thập từ Đài KT-TV Nam Bộ.

Thông số tính toán: Giả thiết loại dầu là DO (Diesel Oil) có tỷ trọng 850 kg/m^3 , độ nhớt động học là $8 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (ở 20°C) khối lượng đổ xuống là 1000 tấn với thể tích tương ứng $1180,64 \text{ m}^3$.

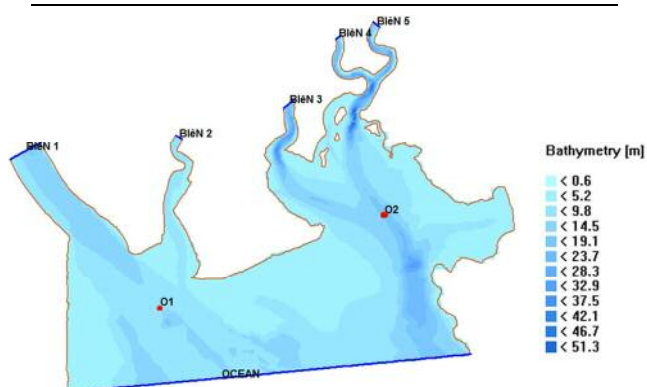
3.3. Xây dựng kịch bản tràn dầu

Theo thống kê các sự cố tràn dầu trên địa bàn Tp.HCM (Sở TN&MT TP.HCM, 2014), nguyên nhân các vụ tràn dầu là do các phương tiện đâm va với nhau (chiếm 62% các vụ tràn dầu) và loại dầu bị tràn chủ yếu là dầu DO (chiếm 50% các vụ tràn dầu). Các vị trí xảy ra các vụ tràn dầu

thường là khu vực ngã ba sông và cửa sông. Dựa trên nhận định này, kết hợp với luồng lưu thông tàu thuyền tại khu vực biển Cần Giờ, 2 vị trí tràn dầu O1 (cửa Soài Rạp) và O2 (vịnh Gành Rái) (Hình 4) được đề xuất để xem xét diễn biến vết dầu loang tại 2 vị trí có ảnh hưởng như thế nào đến vùng biển Cần Giờ. Hai kịch bản tràn dầu cụ thể được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Các kịch bản lan truyền dầu cho KVNC

Kịch bản	KB1	KB2	KB3	KB4
Vị trí	Cửa sông Soài Rạp (O1)		Vịnh Gành Rái (O2)	
Tọa độ	x = 703021		x = 720929	
	y = 1144371		y = 1151764	
Thời gian tràn	12h		12h	
Thời gian mô phỏng	04/	10/	04/	10/
	2013	2013	2013	2013
Loại dầu	1000 tấn dầu DO			



Hình 4. Bản đồ địa hình và vị trí xảy ra sự cố tràn dầu

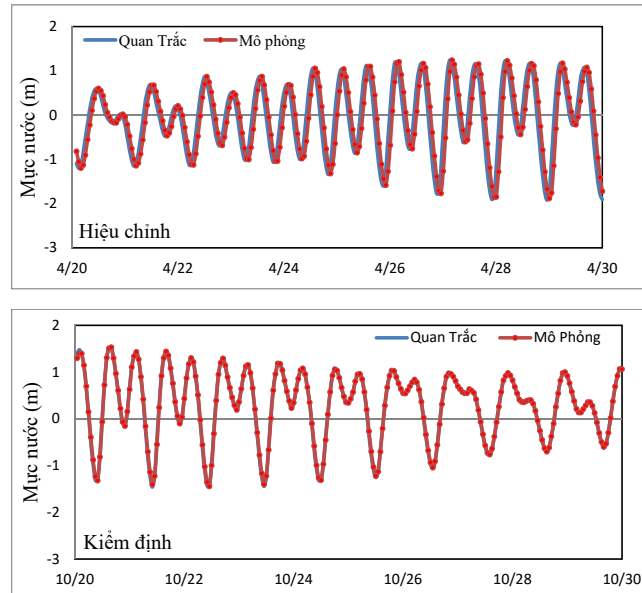
4. Kết quả và thảo luận

4.1. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định dòng chảy

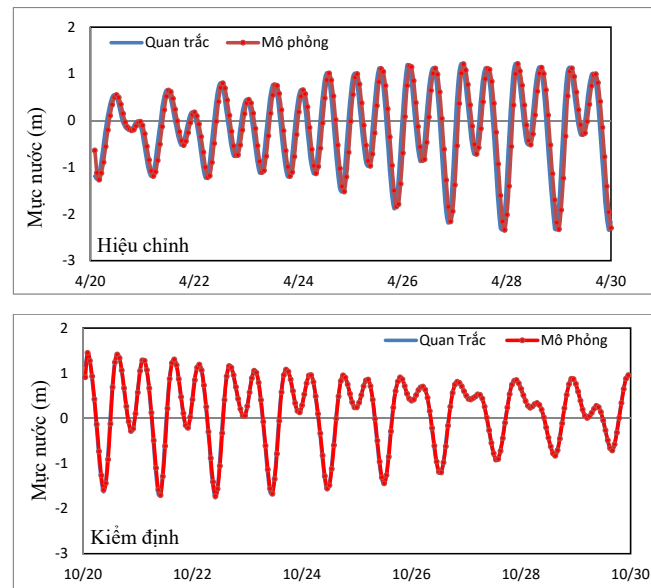
Nghiên cứu đã tiến hành hiệu chỉnh kiểm định mực nước tại 2 trạm O1 và O2 (Hình 4) với hệ số Manning $n = 0.07$. Kết quả so sánh giá trị mực nước mô phỏng và thực đo theo giờ giai đoạn hiệu chỉnh (20 - 30/04/2013) và giai đoạn kiểm định (20 - 30/10/2013) tại các trạm O1 và

O2 được thể hiện lần lượt qua Hình 5 và Hình 6. Kết quả mô phỏng có độ tin cậy cao với hệ số NSE và R2 lớn hơn 0.9 (Bảng 2) trong cả hai giai đoạn hiệu chỉnh - kiểm định, có nghĩa là kết quả mô phỏng phù hợp cả về pha và biên độ dao

động. Điều này cho thấy mô hình Delft3D có khả năng mô phỏng tốt dòng chảy cho khu vực nghiên cứu và đây là nền tảng cho bước mô phỏng lan truyền dầu tiếp theo.



Hình 5. Đường so sánh mực nước thực đo và mô phỏng tại vị trí O1



Hình 6. Đường so sánh mực nước thực đo và mô phỏng tại vị trí O2

Bảng 2. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định thủy lực

Trạm	Hiệu chỉnh		Kiểm định	
	NSE	R ²	NSE	R ²
O1	0.98	0.99	0.97	0.98
O2	0.99	0.99	0.97	0.98

4.2. Mô phỏng dòng chảy

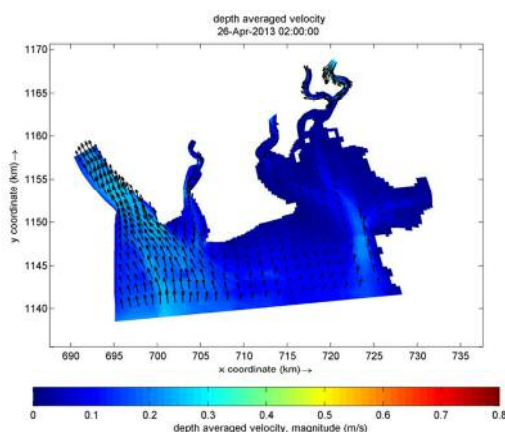
Nghiên cứu tiến hành mô phỏng dòng chảy khu vực Tp.HCM với thời gian ứng với các mùa đặc trưng như sau:

- Mùa khô: từ ngày 20 đến ngày 30 tháng 4 năm 2013
- Mùa mưa: từ ngày 20 đến ngày 30 tháng 10 năm 2013

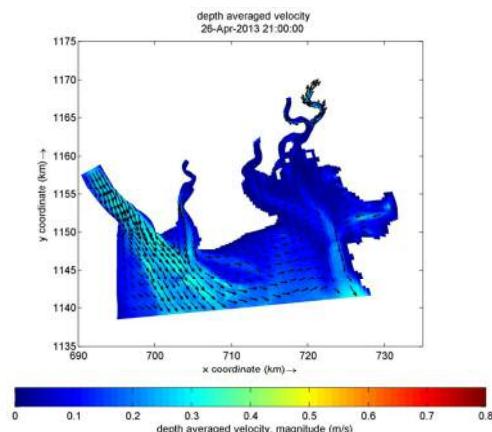
4.2.1. Mùa khô

Kết quả mô phỏng dòng chảy trong pha triều lên vào mùa khô cho thấy sự ảnh hưởng sâu hơn vào lục địa của nước biển, đặc biệt là khu vực

của sông Soài Rạp với vận tốc 0,2 đến 0,3 m/s (Hình 7a). Hướng dòng chảy ở vùng ngoài khá đồng nhất và hướng về các sông với vận tốc 0.15 - 0.25 m/s.



(a) Lúc triều lên



(b) Lúc triều xuống

Hình 7. Trường dòng chảy ở khu vực nghiên cứu vào mùa khô

Kết quả mô phỏng dòng chảy trong pha triều xuống vào mùa khô cho thấy dòng chảy từ các sông không đáng kể với vận tốc giao động từ 0.1 - 0.3 m/s (Hình 7b). Vận tốc dòng chảy ngoài biển giao động từ 0.18 - 0.35 m/s.

4.2.2. Mùa mưa

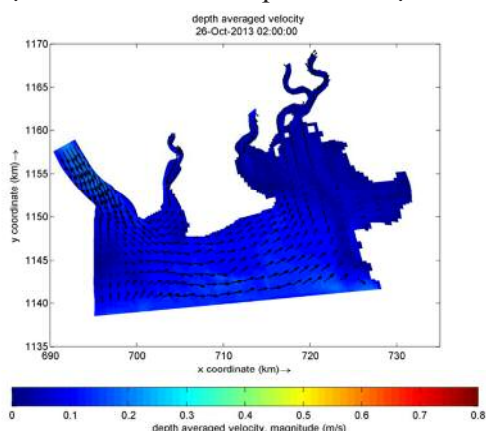
Vào mùa mưa do lưu lượng nước sông lớn nên trong pha triều lên, vận tốc dòng chảy từ biển vào phía các sông nhỏ. Hướng chảy ngoài biển chủ yếu trong pha triều này chủ yếu là Tây - Tây Nam với giá trị vận tốc từ 0,1 đến 0.18m/s (Hình 8a). Ở khu vực cửa sông Soài Rạp, có lưu lượng nước sông đổ ra lớn nhất trong các sông đưa ra biển thì hầu như không có dòng chảy ngược từ biển vào.

Ở thời điểm nước lớn, hướng dòng chảy ở khu vực ven biển Cần Giờ phân tán mạnh mẽ với

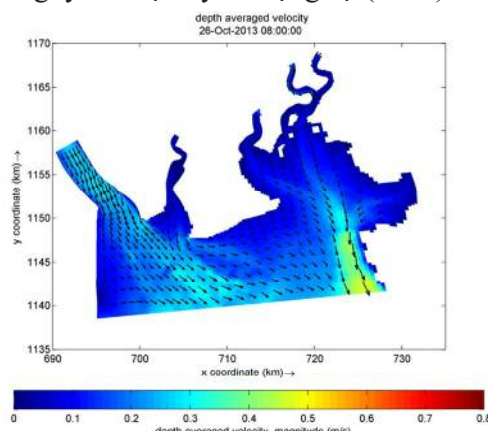
giá trị vận tốc khá nhỏ giao động từ 0,01 đến 0,08 m/s. Tại khu vực của sông Soài Rạp do dòng chảy sông khá mạnh khi mực nước dâng lớn nhất nên dòng chảy vào thời điểm này vẫn khá mạnh từ 0,18 đến 0,23 m/s và có hướng chảy ra phía ngoài.

Sự kết hợp giữa dòng chảy sông và dòng triều được thể hiện rõ vào pha triều xuống, tạo ra dòng chảy tổng hợp với vận tốc khá lớn so với các pha triều khác. Hướng dòng chảy trong trường hợp này hướng theo hướng của các dòng sông ra phía biển, và chủ yếu là hướng Tây - Tây Nam. Giá trị vận tốc dòng chảy biển đổi khoảng từ 0,15 đến 0,45 m/s (Hình 8b).

Nhìn chung, kết quả trường dòng chảy từ mô hình tính toán là phù hợp với kết quả mô phỏng của Nguyễn Thị Bảy và cộng sự (2006).



(a) Lúc triều lên



(b) Lúc triều xuống

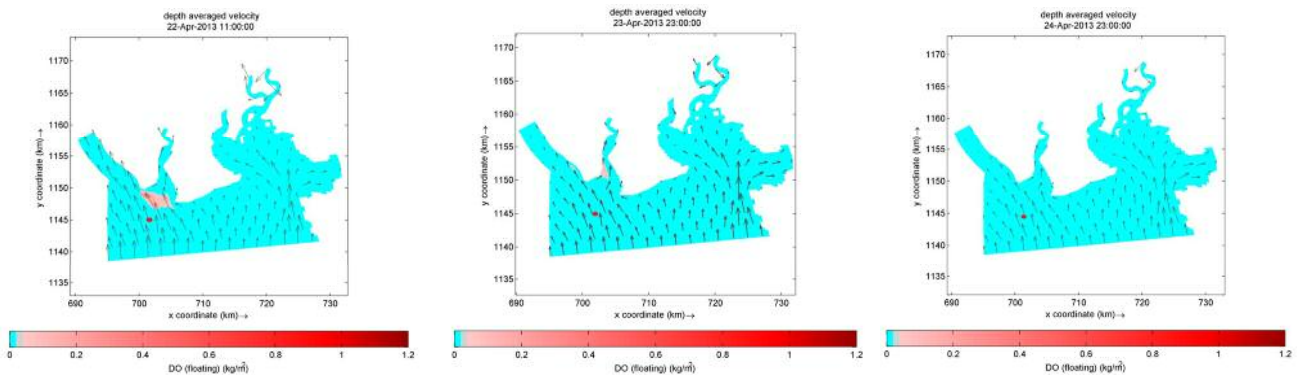
Hình 8. Trường dòng chảy khu vực nghiên cứu vào mùa mưa

4.3. Mô phỏng tràn dầu

4.3.1. Kịch bản 1

Kết quả mô phỏng tràn dầu tại cửa Soài Rạp vào mùa khô là sau 3h đầu là lúc triều xuống, lớp dầu trên mặt nước có khối lượng tràn khoảng từ 0.4 - 0.85 kg/m², vệt dầu kéo dài 3km. Sau 12h vệt dầu bắt đầu di chuyển vào sông Đồng Tranh với khối lượng trong khoảng từ 0.3 - 0.65 kg/m² (Hình 9a). Sau 24h, với khối lượng từ 0,08 - 0.4 kg/m², vệt dầu bắt đầu tiến sâu hơn vào sông

Đồng Tranh và lúc này thủy triều lên lượng nước đổ vào sông Soài Rạp nhiều nên lượng dầu bắt đầu lan vào sông Soài Rạp và lúc này dầu bám cũng bắt đầu xuất hiện, vệt dầu nổi lan rộng hơn và kéo dài khoảng 5.5km. Sau 48h lượng dầu nổi còn trong khoảng 0.1 - 0.2 kg/m², vệt dầu chỉ còn lớp mỏng tại cửa sông Đồng Tranh (Hình 9b). Sau 72h thì lượng dầu nổi không còn và chuyển thành dầu bám (Hình 9c).



(a) Sau 12 giờ

(b) Sau 48 giờ

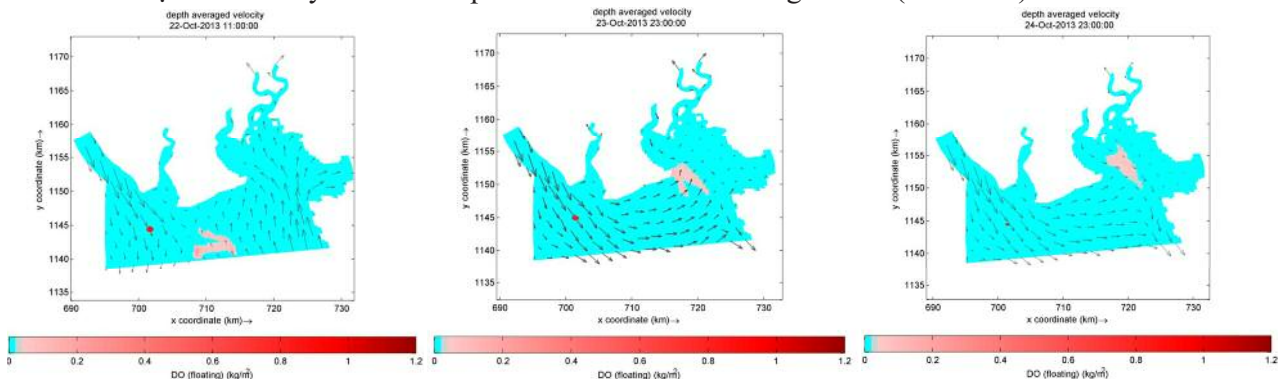
(c) Sau 72 giờ

Hình 9. Vệt dầu loang sau 12h, 48h và 72h xảy ra sự cố trong mùa khô (KB1)

4.3.2. Kịch bản 2

Kết quả mô phỏng kịch bản 2 cho thấy vào mùa mưa vệt dầu chủ yếu lan truyền hướng ra biển, do vận tốc dòng chảy khi thủy triều xuống vào mùa mưa, đồng thời vào mùa mưa lượng nước đổ từ sông ra biển lớn, riêng với sông Soài Rạp, lưu lượng dòng chảy mạnh nên dù tại thời điểm thủy triều lên thì dòng chảy vẫn hướng ra phía biển. Vì thế điểm tràn dầu tại cửa sông Soài Rạp vệt dầu di chuyển ra phía biển về phía Đông - Đông Nam và di chuyển vào vịnh Gành Rái. Cụ thể, sau 3h do lượng nước từ sông Soài Rạp lớn nên vệt dầu di chuyển nhanh ra phía biển với

khối lượng từ 0.3 - 0.7 kg/m², vệt dầu kéo dài khoảng 5km. Sau 12h, vệt dầu lan rộng hơn là lúc thủy triều lên nên vệt dầu di chuyển về phía bờ với khối lượng 0.2 - 0.45 kg/m², vệt dầu kéo dài khoảng 5km (Hình 10a). Sau 24h vệt dầu lan rộng hơn kéo dài 10km và có khối lượng khoảng 0.2 - 0.4 kg/m². Sau 48h, dầu bắt đầu tiến vào vịnh Gành Rái với lớp dầu lan rộng và khối lượng 0.2 - 0.35 kg/m², vệt dầu kéo dài khoảng 6.1 km (Hình 10b). Sau 72h, vệt dầu di chuyển vào trung tâm vịnh Gành Rái, vệt dầu lan rộng hơn và khối lượng 0.2 - 0.4 kg/m², vệt dầu kéo dài khoảng 6.1km (Hình 10c).



(a) Sau 12 giờ

(b) Sau 48 giờ

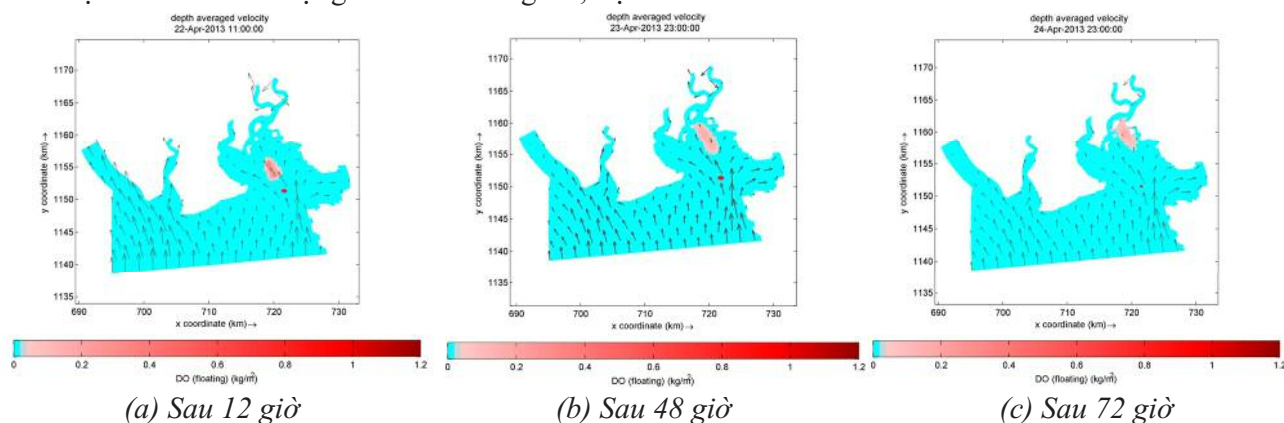
(c) Sau 72 giờ

Hình 10. Vệt dầu loang sau 12h, 48h và 72h xảy ra sự cố trong mùa mưa (KB2)

4.3.3. Kịch bản 3

Kết quả lan truyền theo kịch bản 3 cho thấy sau 3h lượng dầu tràn có khối lượng trong khoảng 0,4 - 1 kg/m² di chuyển theo hướng dòng chảy về phía Nam, vệt dầu kéo dài khoảng 300m. Sau 12h vệt dầu di chuyển khá nhanh và hướng vào sông Thị Vải với khối lượng 0.4 - 0.65 kg/m², vệt dầu kéo dài khoảng 400m (hình 11a). Sau 24h dầu tiếp tục di chuyển theo hướng sông Thị Vải với khối lượng 0.25 - 0.48 kg/m², vệt

dầu kéo dài khoảng 500m. Sau 48h, vệt dầu bắt đầu di chuyển tới cửa sông Thị Vải với lớp dầu loang rộng hơn trên bề mặt với khối lượng 0.2 - 0.45 kg/m², vệt dầu kéo dài khoảng 750m (Hình 11b). Sau 72h, vệt dầu di chuyển sâu hơn vào sông Thị Vải, lúc này đảo Thạnh An và những đảo lân cận cũng bị ảnh hưởng của dầu với khối lượng 0.2- 0.4 kg/m², vệt dầu kéo dài khoảng 700m (Hình 11c).

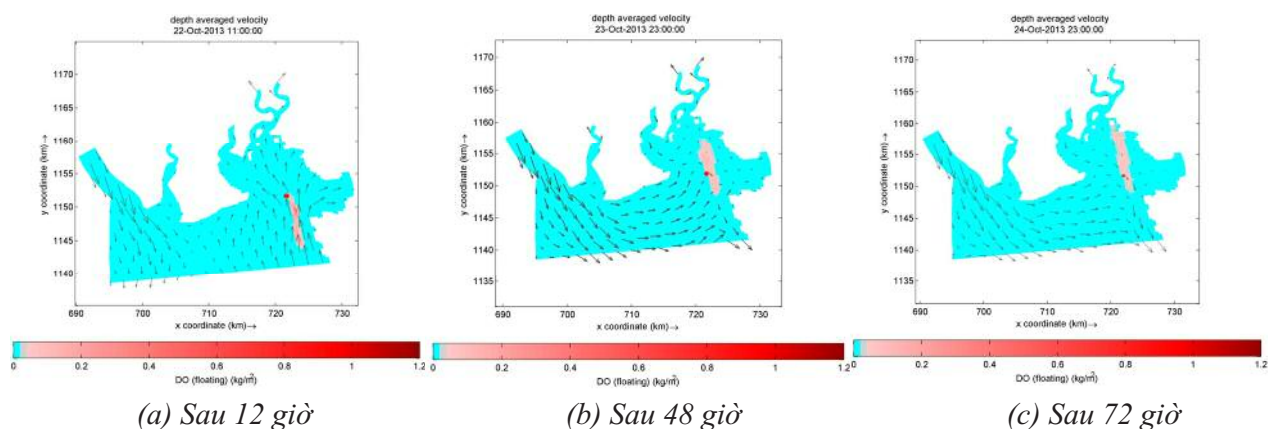


Hình 11. Vệt dầu loang sau 12h, 48h và 72h xảy ra sự cố trong mùa khô (KB3)

4.3.4. Kịch bản 4

Kết quả mô phỏng kịch bản 4 cho thấy sau 3h lượng dầu tràn trong khoảng 0.4 - 0.6 kg/m², lớp dầu nổi kéo dài khoảng 3km và di chuyển về phía sông. Sau 12h, thủy triều lên vệt dầu cũng di chuyển theo hướng dòng chảy với khối lượng 0,3 - 0,6 kg/m², kéo dài khoảng 9 km (Hình 12a). Sau 24h, vệt dầu di chuyển ra phía biển với khối

lượng 0,3 - 0,45 kg/m², vệt dầu kéo dài 7km. Sau 48h, vệt dầu tiến gần tới bờ hơn và diện tích lan rộng gấp nhiều lần với khối lượng 0,18 - 0,4 kg/m², vệt dầu kéo dài khoảng 11km (Hình 12b). Sau 72h, vệt dầu bắt đầu ảnh hưởng tới bờ trái dài từ bờ ra phía biển nhiều km với khối lượng 0,18 - 0,4 kg/m², vệt dầu kéo dài 13km (Hình 12c).



Hình 12. Vệt dầu loang sau 12h, 48h và 72h xảy ra sự cố trong mùa mưa (KB4)

Từ các kết quả đạt được từ hình 9 đến hình 12 có thể thấy, vào mùa khô (KB1, KB3), tốc độ dòng chảy sông nhỏ vệt dầu di chuyển chậm sự phân tán cũng ở khu vực nhỏ, nước biển xâm nhập sâu hơn vào các sông, theo đó sông Đồng

Tranh, Thị Vải và Gò Gia chịu ảnh hưởng lớn nhất bởi vệt dầu loang, sông Soài Rạp chịu ảnh hưởng ít hơn. Vào mùa mưa (KB2, KB4), tốc độ dòng chảy sông lớn, kết hợp dòng chảy mạnh từ biển vào, vệt dầu di chuyển qua lại ngoài biển là

chủ yếu nhưng về khu vực chịu ảnh hưởng thì rộng hơn nhiều so với mùa khô, lượng dầu bám hình thành ít hơn mùa khô. Hàm lượng và khoảng cách lan truyền dầu cụ thể trong từng kịch bản được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3. Các đặc trưng của vệt dầu ứng với các kịch bản

Kịch bản	Thời gian	Hàm lượng (kg/m ²)	Vùng ảnh hưởng
KB1	12 giờ	0.65	Từ vị trí tràn dầu mở rộng ra so với ban đầu 5km vệt dầu kéo dài 5.1 km
	48 giờ	0.2	Vệt dầu di chuyển sâu hơn vào sông Đồng Tranh và Soài Rạp, dầu chuyển dần sang trạng thái dầu bám. Cách vị trí ban đầu 10 km.
	72 giờ	0	Vì vệt dầu di chuyển sâu hơn vào bên trong sông Soài Rạp và Đồng Tranh đồng thời xuất hiện dầu bám nên lúc này tại khu vực nghiên cứu không còn thấy sự xuất hiện của dầu nổi.
KB2	12 giờ	0.45	Vệt dầu hướng xa về phía biển hơn và xu hướng di chuyển ngang về phía Đông, với chiều dài vệt dầu 7km rộng 2km, cách vị trí ban đầu 12km
	48 giờ	0.35	Cách vị trí ban đầu 20km, bắt đầu ảnh hưởng vào vịnh Gành Rái, ảnh hưởng tới vùng bờ Cần Thạnh, dầu bám bắt đầu hình thành tại khu vực này, vệt dầu kéo dài 6km rộng 4.5 km.
	72 giờ	0.3	Vệt dầu ảnh hưởng trực tiếp vào vịnh Gành Rái, mở rộng phạm vi ảnh hưởng ra khu vực rộng lớn với chiều dài 8km và rộng 5km, cách vị trí ban đầu 30km.
KB3	12 giờ	0.65	Mở rộng ra khu vực rộng hơn với diện tích 4×3.5 km và cách vị trí ban đầu 4km.
	48 giờ	0.45	Bắt đầu ảnh hưởng đến cửa sông Thị Vải, lúc này vệt dầu có di chuyển qua các đảo nhỏ khu vực này nên dầu bám bắt đầu hình thành, vệt dầu lan rộng 3km, kéo dài 7km và cách vị trí ban đầu 8km.
	72 giờ	0.4	Dầu bắt đầu di chuyển sâu hơn và ảnh hưởng trực tiếp đến sông Thị Vải, lượng dầu bám hình thành nhiều hơn, vệt dầu kéo dài 5km rộng 4km và cách vị trí ban đầu 9km.
KB4	12 giờ	0.6	Vệt dầu lan rộng với chiều dài vệt dầu lúc này là 8km, rộng 1km và cách vị trí ban đầu 12km.
	48 giờ	0.4	Vệt dầu lúc này lan rộng ra hơn kéo dài 8km rộng 3km, cách vị trí ban đầu về phía Đông 4km.
	72 giờ	0.4	Theo dòng thủy triều hạ vệt dầu ảnh hưởng rộng hơn kéo dài từ bờ phía sông Thị Vải ra biển với chiều dài 12km, rộng 3km.

5. Kết luận

Nghiên cứu đã tính toán mô phỏng dòng chảy và mô phỏng lan truyền dầu tại khu vực nghiên cứu vào mùa khô (tháng 4) và mùa mưa (tháng 10). Kết quả nghiên cứu cho thấy vào mùa khô, nước biển xâm nhập sâu hơn vào các sông, theo đó sông Đồng Tranh, Thị Vải và Gò Gia chịu ảnh hưởng lớn nhất bởi vệt dầu loang, sông Soài Rạp chịu ảnh hưởng ít hơn. Vào mùa mưa, lượng nước từ các con sông đổ ra lớn, thủy triều khó xâm nhập vào sông nên vệt dầu di chuyển qua

lại ngoài biển và diện tích khu vực ảnh hưởng bởi dầu loang lớn. Kết quả tính toán vệt dầu loang phù hợp với quy luật chuyển động của dòng chảy trong mùa mưa và mùa khô. Vệt dầu tràn phụ thuộc vào chế độ dòng chảy và thời gian dầu tồn tại trong môi trường, thời gian càng dài thì vệt dầu sẽ lan truyền ra xa và phạm vi ảnh hưởng càng lớn. Kết quả nghiên cứu sẽ là cơ sở tham khảo cho các đơn vị quản lý môi trường biển và các ngành liên quan.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Sở Khoa Học và Công Nghệ Tp.HCM thông qua Hợp đồng thực hiện đề tài khoa học và công nghệ số 143/2017/HĐ-SKHCN ngày 08/09/2017.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyen Thi Bay, Nguyen Ky Phung (2007), *Study on the tendency of accretion and erosion in the Can Gio coastal zone*, Journal of Marine Science and Technology, 7(4), 54-63.
2. Sở tài nguyên môi trường TP.HCM (2014), *Quyết định phê duyệt kế hoạch ứng phó sự cố tràn dầu*, Quyết định số 343/QĐ-UB của Ủy ban Quốc gia Tìm kiếm cứu nạn, ngày 01 tháng 10 năm 2014.
3. Trần Duy Kiều (2016), *Nghiên cứu mô phỏng nguy cơ lan truyền vệt dầu trong sự cố tràn dầu trên vùng biển Phú Quốc*. Khoa học kỹ thuật thủy lợi và môi trường - số 52, tháng 3/2016, 50,51.
4. Yuxin Zhu, Ying Wang, Xin Xu, and Mingchang Li (2018), *The application of ship oil risk prediction in Dongying emergency capacity planning*, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 153, 032044.

SIMULATION OF THE OIL SPILL IN THE CAN GIO COASTAL AREA, HO CHI MINH CITY USING THE DELFT3D MODEL

Dau Thi Nhan¹, Dao Nguyen Khoi¹, Pham Thi Loi¹, Nguyen Thi Diem Thuy¹

¹Faculty of Environment, VNUHCM University of Science

Abstract: Ho Chi Minh City is the key economic region of the country with a high density of waterway traffic and many sea ports, which cause this area more vulnerability to oil spill. The aim of the study was to simulate the transport of oil spill in Can Gio area by using the Delft3D model. Firstly, the Delft3D model was calibrated and validated against the water level and the model showed a good performance in the flow simulation with the values of R^2 and $NSE > 0.9$ for both calibration and validation periods. Secondly, the well-calibrated Delft3D model was used to simulate oil spill of 1000 tons under two scenarios of oil spill locations, including Soai Rap estuary and Ganh Rai bay. The results showed that the spilled oil move inside the rivers in the dry season and to seaward area in the wet season. The results obtained from this study could be use for the references of oil spill responses in Ho Chi Minh City.

Keywords: Flow, Oil spill, Delft3D, Ho Chi Minh City.