

MÔ PHỎNG TRƯỜNG DÒNG CHẢY TRONG GIÓ MÙA KHU VỰC CỬA ĐẠI

Nguyễn Ngọc Thanh; Nguyễn Hồng Lâm; Vũ Văn Lâm
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Cửa Đại là cửa sông tương đối quan trọng, có vị trí chiến lược trong phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh Quảng Nam. Trong những năm gần đây, hiện tượng xói lở, bồi tụ tại cửa sông này đang xảy ra rất mạnh nhất là trong điều kiện thời tiết gió mùa hoạt động. Nghiên cứu đã sử dụng mô hình MIKE21 tính toán các trường mực nước và dòng chảy trong các điều kiện gió mùa đông bắc và tây nam cho khu vực Cửa Đại. Kết quả đã chỉ rõ dòng chảy tại hai thời kỳ gió mùa có xu hướng ngược nhau và do đặc điểm về địa hình, hướng đường bờ nên dòng chảy trong mùa gió đông bắc có giá trị là 0,16 m/s nhỏ hơn so với mùa gió tây nam là 0,3 m/s.

Từ khóa: Mike 21 Flow; dòng chảy trong gió mùa, Cửa Đại.

Abstract

Simulation of current system during monsoon season of Cua Dai river mouth area

Cua Dai is an important river mouth located in the strategic socio-economic development area of Quang Nam province. In recent years, the erosion and deposition at the estuarie have been occurring most strongly during the monsoon season. The study used the MIKE21 model to calculate water level and simulate current system under northeast and southwest monsoon condition in Cua Dai area. Studye results indicate that the current during two monsoon periods tends to be reversed. Due to the topography and shoreline position, the speed of current in the northeast wind season is 0.16 m/s which is smaller than that of the southwest monsoon (0.3 m/s).

Keywords: Mike21 Flow; Current in monsoon, Cua Dai.

1. Đặt vấn đề

Cửa Đại là cửa sông tương đối quan trọng, có vị trí chiến lược trong phát triển kinh tế - xã hội của hai tỉnh Quảng Nam và Quảng Ngãi. Trong những năm gần đây, hiện tượng xói lở, bồi tụ tại cửa sông này đang xảy ra rất mạnh, nhất là trong điều kiện thời tiết diễn biến không bình thường. Cứ vào mỗi mùa mưa lũ, tuyến kè ven biển Cửa Đại dài 4,5 km đã bị sóng đánh xói lở, nhiều điểm xói lở còn ăn sâu vào mặt đường, ví như tuyến đèo đạo Âu Cơ, nơi có nhiều dự án du lịch hấp dẫn đang bị đe dọa “xóa sổ”. Cuối tháng 3/2015, do thời tiết thay đổi,

đợt gió mùa Đông Bắc bất thường với cường độ mạnh, liên tục xuất hiện trong nhiều ngày đã gây sóng to, vượt tràn qua hệ thống bao tải và hàng cọc kè trước đây, đánh sâu vào bờ, gây sạt lở nặng khoảng 300 m bờ biển Cửa Đại [3].

Để phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai khu vực cửa sông ven biển nước ta, công tác nghiên cứu xói lở bồi tụ cửa sông do dòng chảy trong các thời kỳ gió mùa là vấn đề có ý nghĩa khoa học và thực tiễn lớn [1]. Những thông tin về dòng chảy và đặc biệt là dòng chảy trong thời kỳ gió mùa là những cơ sở khoa học quan trọng và cần thiết trong

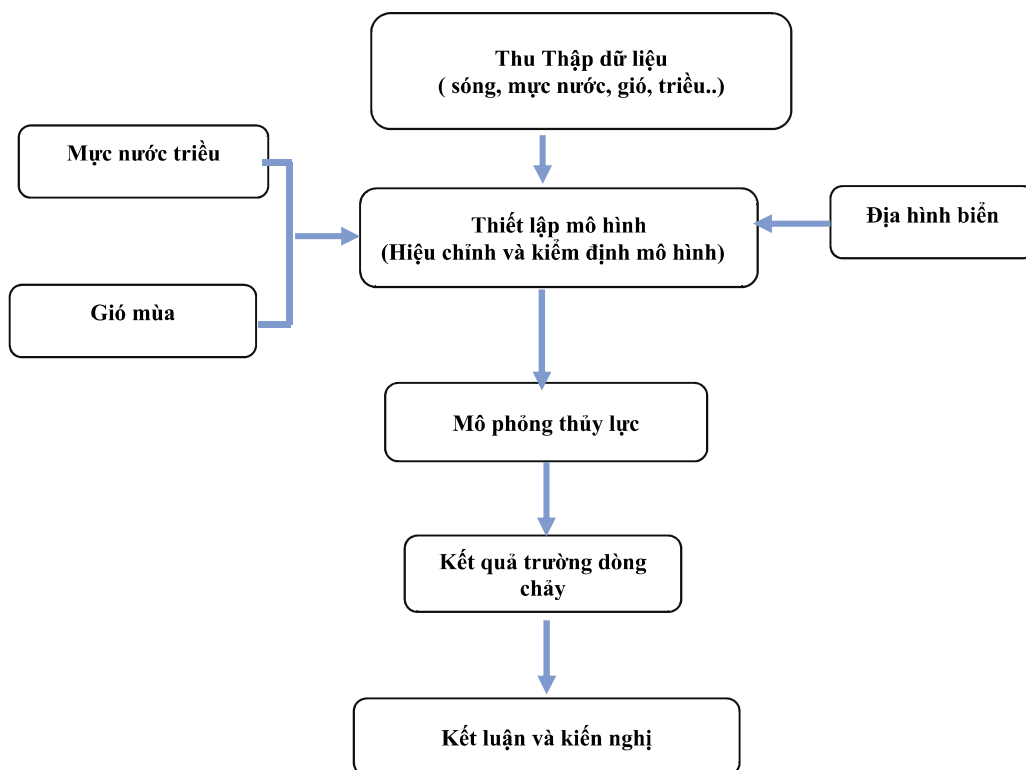
Nghiên cứu

việc đề xuất, áp dụng các biện pháp bảo vệ bờ biển, nhất là các biện pháp quy hoạch sử dụng đất đai một cách hợp lý nhằm giảm thiểu những tác động bất lợi của xói lở, bồi tụ đối với kinh tế - xã hội.

2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng mô hình Mike 21 Flow mô phỏng và xác định dòng

chảy trong thời kỳ gió mùa tại khu vực cửa Đại. Khu vực nghiên cứu được mở rộng đến các vùng nước sâu trên biển Đông bao gồm đảo Cù Lao Chàm theo kịch bản và xác định được trường dòng chảy ở khu vực nghiên cứu. Cách tiếp cận của nghiên cứu được thể hiện trong sơ đồ khối hình 1:



Hình 1: Khung logic cách tiếp cận nghiên cứu

3. Xây dựng mô hình

3.1. Cơ sở lý thuyết mô hình Mike 21 Flow

Mô hình Mike 21 Flow, do DHI Water & Environment phát triển, là hệ thống mô hình mới cơ bản trong cách tiếp cận mắt lưới linh hoạt. Hệ thống mô hình được phát triển cho việc ứng dụng nghiên cứu hải dương học, môi trường vùng cửa sông ven biển. Mô hình gồm có phương trình liên tục, phương trình mômen, phương trình mật độ, phương trình độ mặn [2].

Mô hình Mike 21 Flow bao gồm các mô đun sau: Mô đun thủy động lực

học; mô đun vận chuyển tính toán vận chuyển bùn cát; mô đun sinh thái; mô đun giám sát chất điếm.

Mô đun thủy động lực học là thành phần tính toán cơ bản của hệ thống mô hình Mike 21 Flow, cung cấp chế độ thủy lực cơ bản cho khu vực tính toán.

Cơ sở lý thuyết mô đun thủy động lực: Mô đun thủy lực cơ bản trong phương pháp số của các phương trình nước nông 2 chiều - độ sâu - phương trình kết hợp Navier - Stoke lấy trung bình hệ số Renold không nén. Nó bao gồm các phương trình liên tục, phương

trình động lượng, nhiệt độ, độ mặn và phương trình mật độ. Theo chiều nằm ngang cả hệ tọa độ đề các và hệ tọa độ cầu đều được sử dụng.

• Phương trình liên tục (bảo toàn khối lượng):

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

• Phương trình bảo toàn động lượng theo phương X:

$$\begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gp\sqrt{(p^2 + q^2)}}{C^2 h^2} \\ - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega q - fVV_x + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial x} (P_a) = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

• Phương trình bảo toàn động lượng theo phương Y:

$$\begin{aligned} \frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{gp\sqrt{(p^2 + q^2)}}{C^2 h^2} \\ - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{yy}) + \frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega p - fVV_y + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial y} (P_a) = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Trong đó:

$h(x,y,t)$: Chiều sâu nước (m);

$\zeta(x,y,t)$: Cao độ mặt nước (m);

$p, q(x,y,t)$: Lưu lượng đơn vị dòng theo các hướng X, Y ($m^3/s/m$) = uh, vh ;

u, v : u, v = lưu tốc trung bình chiều sâu theo các hướng X, Y;

$C(x,y)$: Hệ số Chezy ($m^{1/2}/s$);

g : Gia tốc trọng trường (m/s^2);

$f(V)$: Hệ số nhám do gió;

$V; V_x; V_y(x,y,t)$: Tốc độ gió và các tốc độ gió thành phần theo các hướng X, Y;

$\Omega(p,q)$: Thông số Coriolis phụ thuộc vào vĩ độ (s^{-1});

P_a : Áp suất khí quyển ($kg/m^2/s$);

ρ_w : Khối lượng riêng của nước (kg/m^3);

x, y : Tọa độ không gian (m);

t : Thời gian (s);

$\tau_{xx}, \tau_{xy}, \tau_{yy}$: Các thành phần của ứng suất tiếp hiệu dụng.

3.2. Nguồn tài liệu phục vụ nghiên cứu

- **Số liệu địa hình:** Vùng nước nông ven bờ biển là bản đồ tỷ lệ 1/10000 do đề tài “*Lượng giá kinh tế do xói lở - bồi tụ tại khu vực cửa sông cửa biển nhằm phục vụ công tác quản lý: nghiên cứu thí điểm tại cửa Đại (Quảng Nam) và cửa Ninh Cơ (Nam Định)*” mã số TNMT.2015.04.10/10-15 cung cấp.

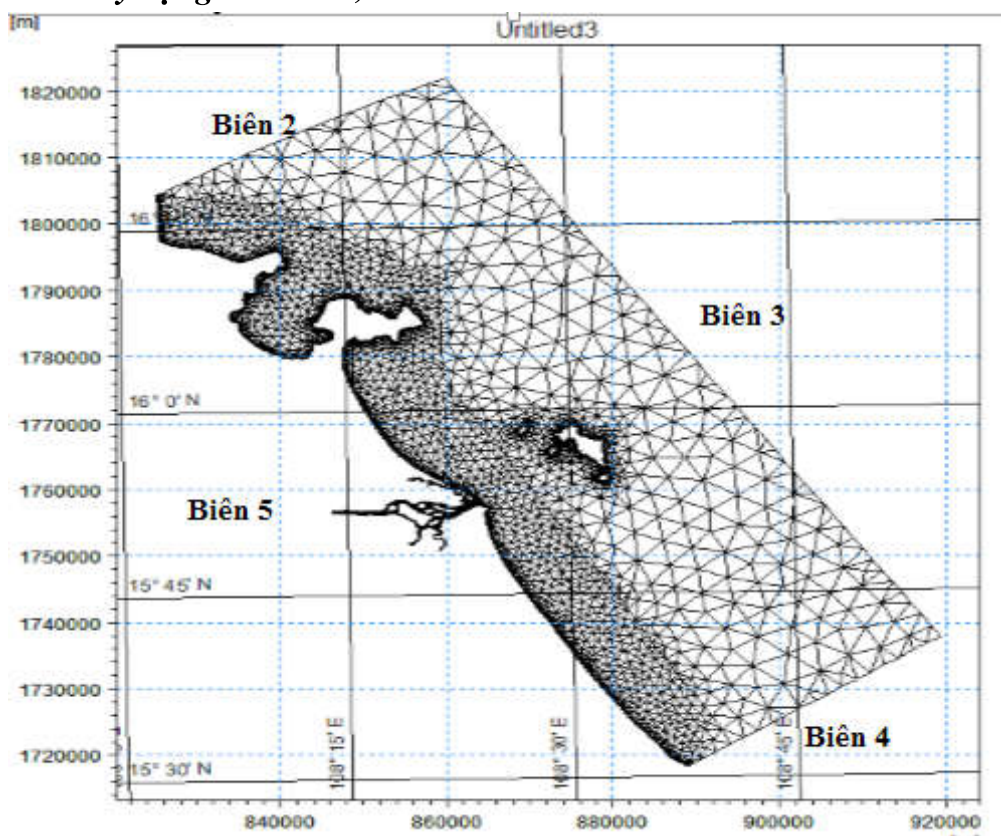
- **Số liệu mực nước:** Để phục vụ hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy động lực, số liệu mực nước thực đo tại trạm Sơn Trà được sử dụng. Với các biên mực nước ngoài biển, sử dụng mô đun Tool Box trong Mike để tạo triều sử dụng số liệu mực nước triều toàn cầu để xác định biên mực nước.

- **Số liệu gió khu vực nghiên cứu:** Biên gió được xác định lấy từ trạm quan trắc khí tượng thủy văn đảo Cồn Cỏ với số liệu thống kê gió trong năm 2015 và được thể hiện qua bảng tần suất và hoa gió sau.

Bảng 1: Tần suất gió tại trạm Côn Cỏ 2015

Khoảng tốc độ (m/s)	Hướng gió								Lặng	Tần suất (%)	Tổng số dữ liệu đo đạc
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW			
1,0 - 2,0	0,41	8,95	1,79	12,40	1,38	7,16	0,69	6,89		39,67	284
2,0 - 3,0	0,69	4,27	0,96	5,79	0,96	3,44	0,55	3,44		20,11	146
3,0 - 4,0	0,83	2,89	0,69	4,13	0,14	3,72	0,00	2,20		14,60	106
4,0 - 5,0	0,28	2,89	0,55	2,62	0,00	1,79	0,00	2,34		10,47	76
5,0 - 6,0	0,69	3,17	0,28	0,83	0,00	1,38	0,00	1,38		7,71	56
6,0 - 7,0	0,14	0,55	0,28	0,00	0,00	0,96	0,00	1,52		3,44	25
>=7,0	0,28	2,48	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	1,65		4,00	33
Tổng %	3,31	25,21	4,55	25,76	2,48	18,60	1,24	19,42		100	141

3.3. Xây dựng miền tính, lưới tính



Hình 2: Lưới tính và các biên của mô hình

Miền tính của mô hình được thiết lập như hình 2 bao gồm đảo Cù Lao Chàm và vùng biển xung quanh được mở rộng ra phía biển với khoảng cách bờ 40 km. Lưới tính phi cấu trúc với tổng số nút lưới là 50000 nút. Mô hình gồm 4 biên với biên cứng là đường bờ biển tỉnh Quảng Nam; 3 biên hở thể hiện trong hình 2. Sau khi có miền tính, lưới

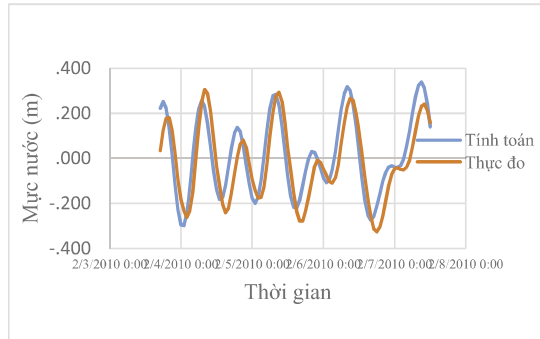
tính, ta gán cao độ địa hình như trình bày trong phần dữ liệu ở phía trên.

3.4. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Việc hiệu chỉnh và kiểm định mô hình nhằm tìm bộ thông số ổn định nhất để mô phỏng các kịch bản. Trong mô hình Mike, chỉ số Nash được sử dụng để đánh giá độ chính xác, dựa vào công thức:

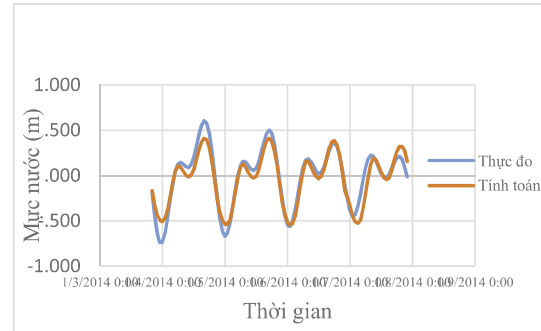
$$Nash = 1 - \frac{\sum (X_{o,i} - X_{s,i})^2}{\sum (X_{o,i} - \bar{X}_o)^2}$$

Trong đó: $X_{o,i}$ là mực nước triều thực đo tại trạm quan trắc được sử dụng để hiệu chỉnh/kiểm định; $X_{s,i}$ - giá trị thực đo; \bar{X}_o - giá trị mô phỏng; \bar{X}_o - giá trị thực đo trung bình chuỗi thực đo.



Hình 3: Kết quả hiệu chỉnh mô hình

Chuỗi số liệu tại trạm Sơn Trà từ ngày 1/2/2010 đến 7/2/2010 được sử dụng để hiệu chỉnh mô hình và kết quả xác định NASH = 0,87. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định cho thấy bộ thông số mô hình là ổn định và cho phép sử dụng để mô phỏng theo các kịch bản. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định được thể hiện trong hình 3 và 4.



Hình 4: Kết quả kiểm định mô hình

4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

4.1. Kịch bản mô phỏng

Để đánh giá chế độ thủy động lực dòng chảy trong thời kỳ gió mùa tại khu vực cửa Đại, trong nghiên cứu đề xuất 02 kịch bản chính sau:

- Kịch bản 1: Mô phỏng trường dòng chảy trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc;
- Kịch bản 2: Mô phỏng trường dòng chảy trong thời kỳ gió mùa Tây Nam.

4.2. Kết quả mô phỏng

a. Kết quả mô phỏng dòng chảy trong gió mùa Đông Bắc

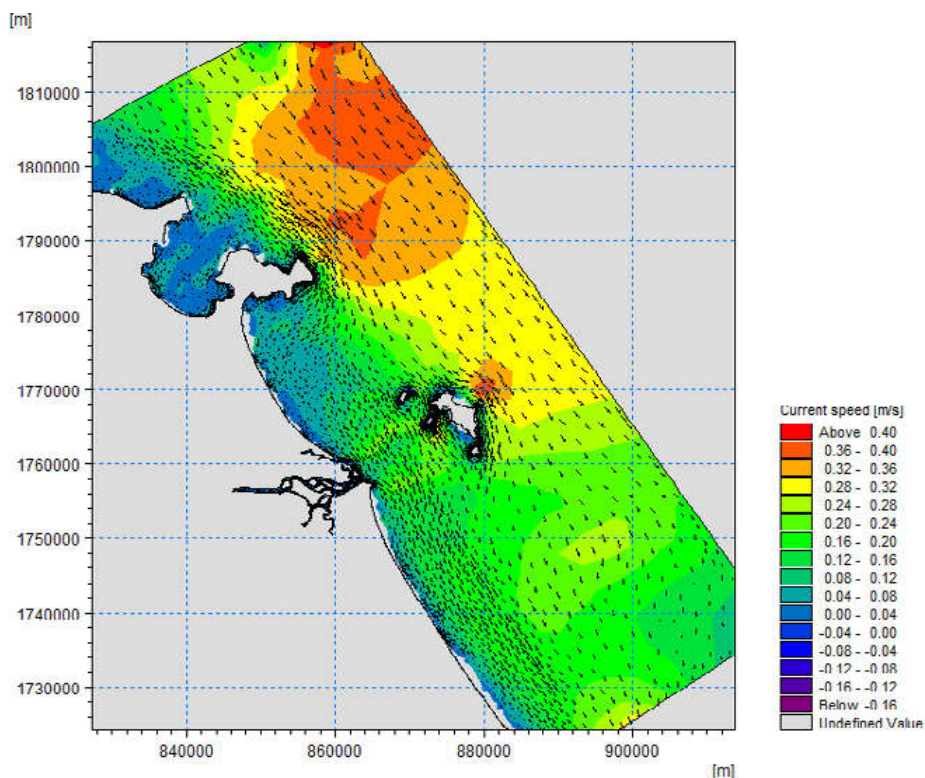
Kết quả mô phỏng cho ta trường mực nước tổng cộng trong vùng nghiên cứu và trường dòng chảy tại khu vực Cửa Đại được thể hiện qua hình trang sau.

Thời kỳ gió mùa Đông Bắc thì dòng chảy ở khu vực nghiên cứu có xu hướng dòng chảy từ phía Vịnh Đà Nẵng xuống phía Nam Quảng Nam. Do

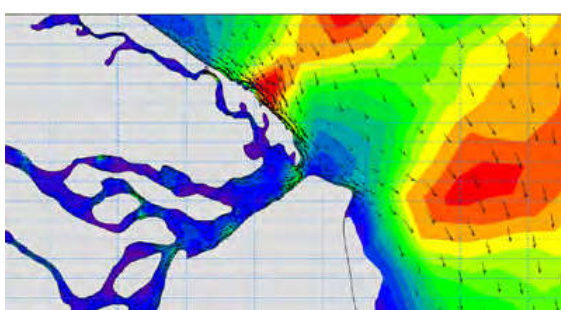
phía Bắc Cửa Đại có địa hình đường bờ là đảo đá nhô ra kết hợp với hướng gió chính Đông Bắc với vận tốc trung bình đạt 5,24 m/s, do đó làm giảm tốc độ dòng chảy hướng từ bắc xuống nam vùng ven bờ biển. Vùng ngoài khơi tốc độ dòng chảy trung bình đạt 0,25 m/s, vùng ven bờ biển tốc độ dòng chảy trung bình đạt từ 0,08 m/s đến 0,16 m/s.

Vào thời kỳ triều lên tại vùng trong sông có dòng chảy hướng từ biển vào sông với tốc độ trung bình 0,08 m/s, xuất hiện dòng rối tại khu vực cửa sông. Phía ngoài cửa sông dòng chảy có hướng từ bắc xuống nam với tốc độ trung bình 0,2 m/s (hình 5). Vào thời kỳ triều xuống trong sông có dòng chảy từ sông ra biển kết hợp với dòng chảy biển hướng bắc nam tạo dòng chảy vùng cửa sông có xu hướng lệch về phía bờ nam. Vùng bờ nam cửa sông có tốc độ dòng chảy lớn hơn với tốc độ dòng chảy trung bình 0,12 m/s (hình 6).

Nghiên cứu



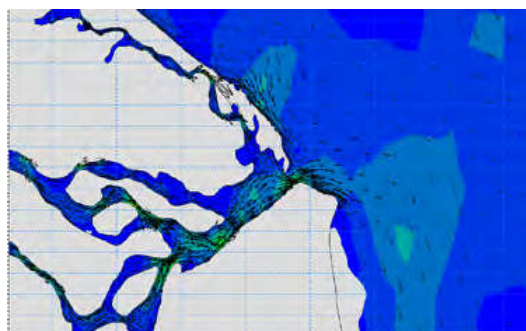
Hình 5: Mực nước và dòng chảy trong gió mùa Đông Bắc



Hình 6: Trường dòng chảy trong thời kỳ triều lên

b. Kết quả mô phỏng dòng chảy trong gió mùa Tây Nam

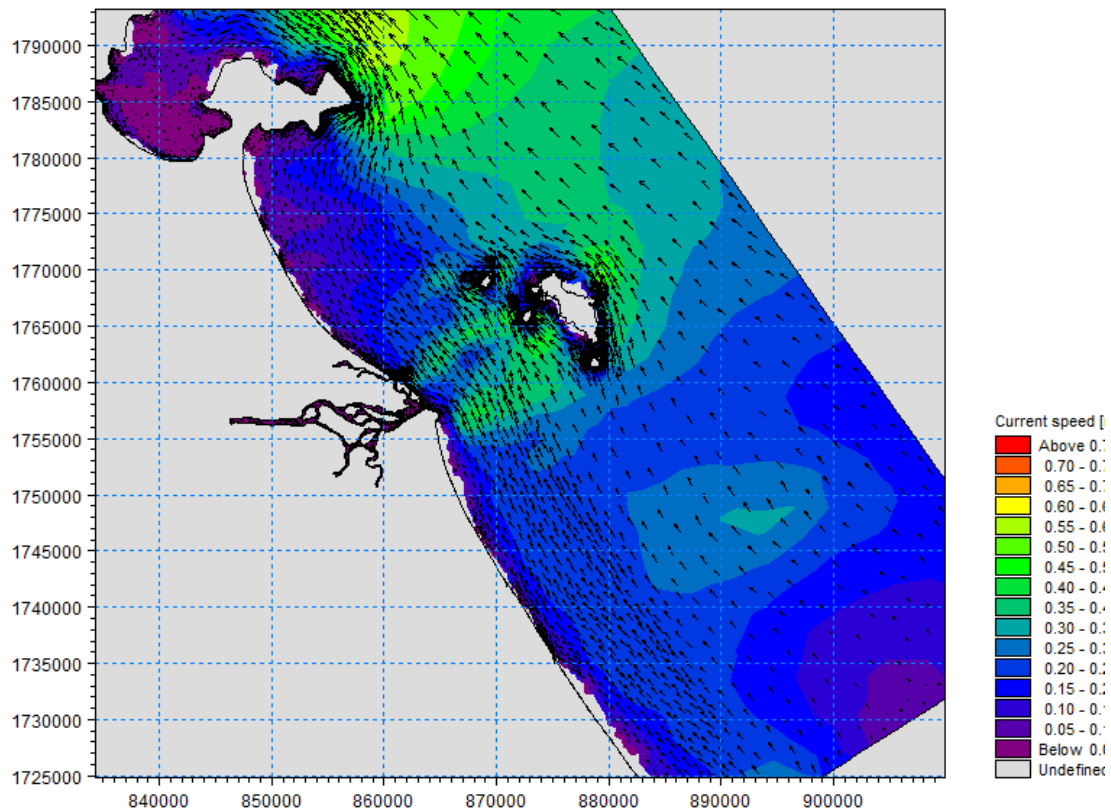
Kết quả mô phỏng dòng chảy vào thời kỳ gió mùa Tây Nam thể hiện trường dòng chảy với hướng chính từ nam lên phía Bắc, khu vực cửa sông Đại và đảo Cù Lao Chàm có sự nhiễu động lớn về tốc độ dòng chảy và hướng với tốc độ trung bình đạt 0,3 m/s. Với tốc độ gió trung bình 4,35 m/s trong thời kỳ triều lên dòng chảy có xu hướng di chuyển vào trong sông với tốc độ trung



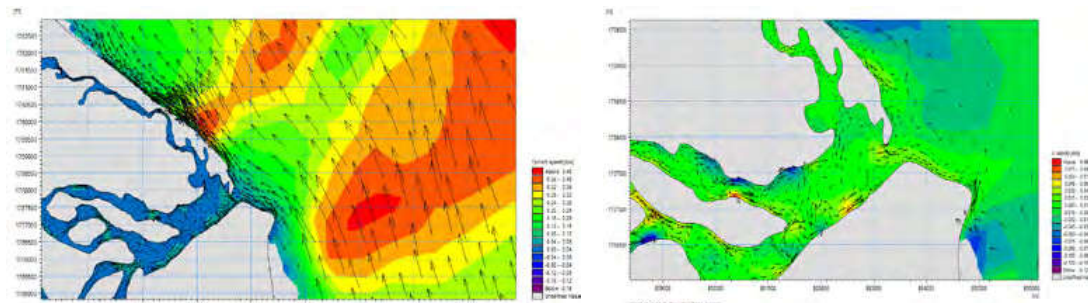
Hình 7: Trường dòng chảy trong thời kỳ triều rút

bình 0,09 m/s, tại khu vực trong sông xuất hiện các dòng xoáy tại trước các nhánh sông nhỏ. Phía ngoài biển tốc độ dòng chảy lớn hơn đạt 0,3 m/s (hình 8).

Tốc độ gió và tần suất xuất hiện gió mùa Đông Bắc lớn hơn so với gió mùa Tây Nam nhưng chế độ dòng chảy vùng ven bờ vào thời kỳ gió Tây Nam lớn hơn là do phía bờ bắc cửa Đại có bán đảo Sơn Trà làm giảm đà gió thổi và tốc độ dòng chảy ven biển theo hướng đông bắc.



Hình 8: Mục nước và dòng chảy trong gió mùa Tây Nam



Hình 9: Trường dòng chảy khi triều lên và triều rút tại cửa Đại

5. Kết luận

Nghiên cứu đã đánh giá được xu thế dòng chảy vùng cửa sông Đại vào các thời kỳ gió mùa Đông Bắc và gió mùa Tây Nam. Vào mỗi thời kỳ chế độ dòng chảy biển có xu thế ngược nhau. Vào thời kỳ gió mùa Đông Bắc dòng chảy có hướng từ bắc xuống nam và gió mùa Tây Nam thì ngược lại.

Khu vực cửa Đại có dòng chảy khi triều lên nhỏ hơn dòng chảy khi triều xuống. Vào thời kỳ gió mùa Đông Bắc

dòng chảy khi triều lên đạt 0,08m/s, dòng chảy khi triều xuống 0,12m/s.

Dòng chảy khi kỳ triều lên trong thời kỳ gió mùa Tây Nam đạt tốc độ trung bình 0,09 m/s.

Vào thời kỳ triều xuống tại vùng cửa sông xuất hiện dòng chảy lệch phía bờ nam cửa sông với tốc độ lớn vào cả thời kỳ gió mùa Đông Bắc và Tây Nam và nó là một trong những nguyên nhân gây xói bờ nam tại khu vực cửa sông.

(Xem tiếp trang 31)