

DIỄN BIẾN HÌNH THÁI VÀ CHẾ ĐỘ THỦY ĐỘNG LỰC VÙNG CỬA SÔNG VEN BIỂN SÔNG LAM

Trần Duy Kiều¹, Trần Xuân Hùng², Đinh Xuân Trường²

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

²Công ty Cổ phần giải pháp thời tiết WeatherPlus (W+)

Tóm tắt

Cho đến nay, mối quan hệ giữa các quá trình thủy động lực tại vùng cửa sông ven biển nói chung và sông Lam nói riêng với các hoạt động khai thác bề mặt lưu vực sông vẫn là mối quan tâm đặc biệt của nhiều nhà khoa học, nhà quy hoạch, quản lý, ... Để làm sáng tỏ thêm vấn đề này, bài báo ứng dụng mô hình toán kết hợp với công nghệ viễn thám phân tích diễn biến đường bờ biển từ năm 1990 - 2015; nghiên cứu đặc điểm, chế độ thủy động lực cho vùng cửa sông ven biển của sông Lam. Kết quả cho thấy trường dòng chảy trong khu vực cửa biển sông Lam là dù ở cả hướng gió Đông Bắc hay Tây Bắc, mùa lũ hay mùa kiệt, triều cường hay triều kém thì hướng dòng chảy luôn có xu hướng ngược lên phía Bắc theo hướng nhìn từ sông ra biển.

Từ khóa: Thủy động lực; Cửa sông ven biển; Sông Lam

Abstract

Morphological changes and hydrodynamic regime in the estuarine area of Lam river

The relationship between hydrodynamic processes in coastal estuaries, in general, and Lam river estuary, in particular, and river basin exploitation activities is still a special concern of many scientists, planners and managers. To further clarify this issue, this study applied mathematical models combined with remote sensing technology to analyze the evolution of the coastline in the period of 1990 - 2015 and study the characteristics and hydrodynamic regime of Lam river estuary. The results show that with wind directions of Northeast or Northwest during either flood season or dry season at high tide or low tide, the current tends to reverse to the North direction from the river to the sea.

Keywords: Hydrodynamics; Coastal river mouth; Lam river

1. Mở đầu

Đặc điểm thủy động lực, diễn biến hình thái, quá trình bồi xói,... vùng cửa sông ven biển là những vấn đề lớn của hầu hết các quốc gia có đường bờ biển, đặc biệt là các quốc gia có đường bờ biển dài như nước ta.

Để làm sáng tỏ diễn biến các quá trình động lực vùng cửa sông ven biển có thể dựa vào việc xử lý hệ thống số liệu đo đạc và mô hình hoá. Tuy nhiên, hệ thống số liệu đo đạc ở vùng cửa sông ven biển thường thiếu chi tiết và không đầy đủ; việc mô hình hoá vùng cửa sông còn nhiều hạn chế do chính sự phức tạp của vùng này.

Song việc khai thác vùng ven bờ và cửa sông phục vụ cho các nhu cầu phát triển kinh tế xã hội hiện nay đang phát triển rất mạnh mẽ. Do đó, những nghiên cứu chi tiết về các quá trình động lực vùng cửa sông vẫn là đòi hỏi cấp bách.

Mô hình toán là một công cụ có tính tiện ích rất lớn, chính vì vậy nó được rất nhiều quốc gia quan tâm phát triển và đã có nhiều mô hình có tính thương mại cao, được sử dụng khá phổ biến ở nhiều nước, cho các dự án quan trọng ở các quốc gia khác nhau. Tuy nhiên, cũng phải nói rằng mô hình toán không phải là một công cụ vạn năng vì tính đúng sai của nó phụ thuộc

rất nhiều vào độ tin cậy của các điều kiện biên, các tập hàm mà cần thiết phải có trước khi áp dụng chúng.

Việc ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS trong nghiên cứu biến động vùng bờ biển và phát triển cửa sông đã được thực hiện vào những thập kỷ gần đây và đã có những đóng góp rất có ý nghĩa như: xác lập vị trí đường bờ biển; xây dựng bộ bản đồ hiện trạng và biến động đường bờ biển; thành lập bản đồ hiện trạng bồi tụ - xói lở cho dải ven biển; phân tích quá trình phát triển và biến động các cửa sông ven biển vùng đồng bằng, quá trình bồi tụ - xói lở và dịch chuyển lòng dẫn cửa sông ở các vùng cửa sông ven biển ở nước ta.

Vì vậy, việc nghiên cứu chế độ thủy động lực vùng cửa sông ven biển sông Lam sẽ cung cấp thêm cơ sở phương pháp luận giúp các nhà quy hoạch, quản lý có những giải pháp phù hợp trong việc khai thác, phát triển tiềm năng của khu vực cửa sông ven biển sông Lam nói riêng và cửa sông ven biển nước ta nói chung.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp viễn thám và GIS: Ứng dụng công nghệ giải đoán ảnh viễn

thám để phân tích xác định đường bờ cho khu vực cửa sông ven biển sông Lam giai đoạn 1990 - 2015, sau đó đánh giá sự thay đổi hình thái cho khu vực này. Dữ liệu ảnh Landsat được thu thập từ Website: <http://glovis.usgs.gov>, bao gồm Landsat 4 - 5 (LT5), Landsat 7 (LE7), Landsat 8 (LC8) với Path = 126, Row = 47.

- Phương pháp mô hình toán: Ứng dụng mô hình MIKE 21 thiết lập mô hình thủy động lực hai chiều để phân tích, đánh giá trường vận tốc, dòng chảy vùng cửa sông ven biển sông Lam. Dựa trên số liệu mặt cắt thực đo khu vực hạ lưu sông Lam, số liệu địa hình vùng ven bờ khu vực cửa biển sông Lam, kết hợp với số liệu địa hình từ bản đồ DEM để xây dựng lưới địa hình tính toán cho khu vực nghiên cứu. Sau đó lựa chọn một số kịch bản về trường gió và dòng chảy để nghiên cứu đánh giá đặc điểm thủy động lực vùng cửa sông ven biển sông Lam.

- Đánh giá sự thay đổi hình thái cửa sông ven biển được giải quyết bằng việc phân tích diễn biến đường bờ, khi đó dữ liệu ảnh viễn thám là nguồn dữ liệu phong phú, tin cậy và liên tục. Dữ liệu ảnh viễn thám sử dụng trong bài báo như Bảng 1:

Bảng 1. Dữ liệu ảnh Landsat cho vùng cửa sông ven biển sông Lam

TT	Số hiệu cảnh ảnh	Loại ảnh	Ngày thu nhận	Giờ thu nhận
1	LT51270471990234BKT01	Landsat 5	1990-08-22	02:37:57
2	LT51270471995287BKT00	Landsat 5	1995-10-14	02:24:39
3	LT51270472000109BKT01	Landsat 5	2000-09-18	02:58:57
4	LT51270472005314BKT01	Landsat 5	2005-10-10	03:12:29
5	LT51270472010296BKT00	Landsat 5	2010-10-23	03:14:05
6	LC81270472015294LGN00	Landsat 8	2015-10-21	03:24:16

- Số liệu địa hình ngoài khơi vùng cửa sông ven biển sông Lam: được lấy trong tập bản đồ địa hình vùng ven biển Việt Nam tỷ lệ 1:50.000 [1, 2];

- Số liệu mặt cắt trong sông: Đoạn từ Nam Đàn và Linh Cảm đến Cửa Hội được lấy theo tài liệu mặt cắt ngang thực đo năm 2012 [1, 2], cụ thể như Bảng 2:

Bảng 2. Số liệu mặt cắt ngang sông vùng cửa sông ven biển sông Lam

TT	Tên sông	Vị trí sông	Số lượng mặt cắt ngang
1	Sông Cả	Từ Nam Đàn đến ngã 3 sông Cả - La - Lam	15
2	Sông La	Từ Linh Cảm đến ngã 3 sông Cả - La - Lam	10
3	Sông Lam	Từ ngã 3 sông Cả - La - Lam đến Cửa Hội	22

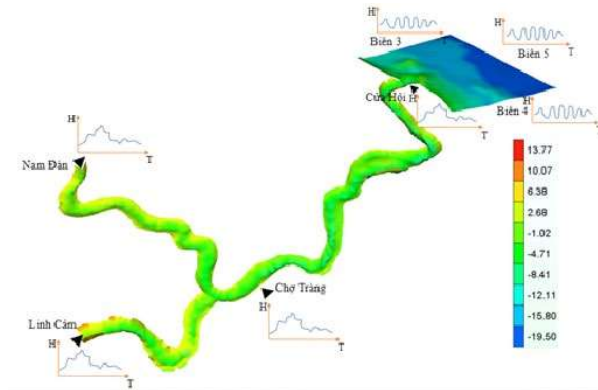
Nghiên cứu

- Số liệu dòng chảy: Lưu lượng dòng chảy năm 2010 tại trạm thủy văn Nam Đàn và Linh Cảm được tính toán từ mô hình MIKE 11 trong [1, 2]. Mức nước thực đo tại trạm thủy văn Chợ Trảng, Cửa Hội năm 2010 để xây dựng mô hình thủy động lực 2 chiều MIKE 21 (Hình 1).

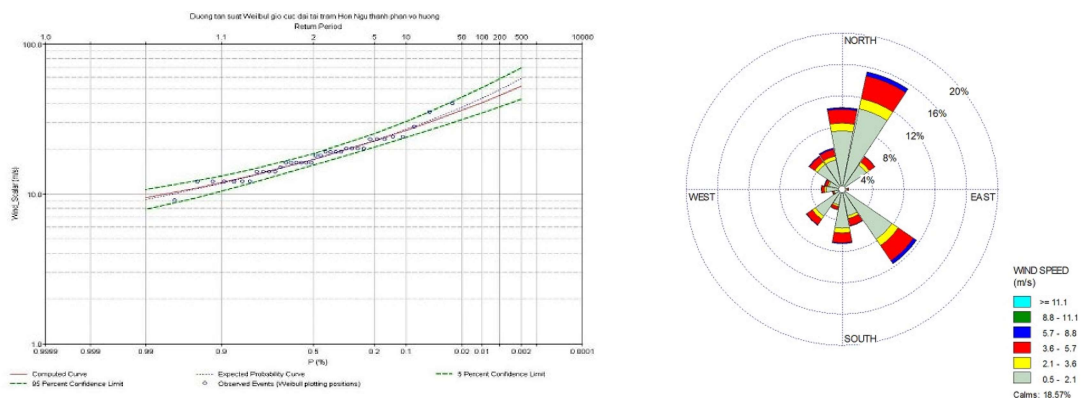
- Số liệu gió: Số liệu quan trắc tại trạm hải văn Hòn Ngư từ năm 1969 đến

2018 bao gồm vận tốc gió và hướng gió tại trạm Hòn Ngư (Hình 2) để xác định hướng gió và vận tốc gió chủ đạo của khu vực nghiên cứu, từ đó tính toán trường sóng bằng mô hình MIKE 21 - SW.

- Số liệu thủy triều: Lấy theo hằng số điều hòa toàn cầu có trong mô hình MIKE by DHI bằng công cụ MIKE 21 Toolbox [4, 5] cho các biên ngoài khơi; cụ thể như Hình 1:



Hình 1: Tài liệu địa hình, trạm quan trắc và biên ngoài khơi khu vực nghiên cứu



Hình 2: Đường tần suất gió tổng hợp và hoa gió tại trạm Hòn Ngư

Bảng 3. Kết quả tính toán tốc độ gió theo một số tần suất thiết kế

TT	P_{TK} (%)	N_{max}	NE_{max}	E_{max}	SE_{max}	S_{max}	SW_{max}	W_{max}	NW_{max}	Scalar
1	0,2	42,6	23,3	26,1	34,1	61,8	26,0	41,1	54,8	52,2
2	0,5	37,7	22,1	21,3	28,5	47,7	23,0	32,5	45,4	45,4
3	1	34,2	21,1	15,5	24,8	39,2	20,9	27,1	39,1	40,6

- Dễ dàng nhận thấy rằng, tốc độ gió tại vùng biển Nghệ An đạt giá trị lớn nhất chủ yếu ở 2 hướng chính là S và NW; tốc độ gió nhỏ ở hướng NE và E [3].

- Tại vùng cửa sông ven biển sông Lam, vào tháng 10 và tháng 12 chỉ có một

hướng gió chủ đạo xuyên suốt cả tháng là hướng Bắc Đông Bắc và Đông Nam, tháng 1 và tháng 11 hướng gió chủ đạo là các hướng lệch Bắc. Các tháng còn lại hướng gió được phân bố khá đều theo các hướng khác nhau [3].

3. Kết quả phân tích diễn biến hình thái cửa biển sông Lam



Hình 3: Sự biến đổi hình thái cửa biển sông Lam qua các năm (1990-2015)

Bằng việc giải đoán ảnh Landsat [6, 7] để thu được đường bờ sông - biển qua các năm 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 và 2015 (Hình 3), kết quả cho thấy tại một số vị trí khu vực cửa sông ven biển sông Lam có sự biến đổi rõ rệt, cụ thể như sau:

- Vị trí 1: Nếu như trong các năm 1990, 1995 có xu hướng dịch ra phía biển thì các năm 2000, 2005, 2010 lại có xu hướng đi vào trong đất liền và dần tiến đến vị trí hiện trạng như năm 2015.

- Vị trí 2: Hình thành mũi móng dạng lưỡi cày. Ban đầu mũi móng này lớn và có xu hướng hướng ra biển (năm 2000), sau

đó cong lại và hướng về phía trong sông (năm 2015). Sự dịch chuyển lớn nhất là thời kì 2010 đến 2015, gấp 2 lần sự dịch chuyển từ năm 2000 đến 2005, gấp 4 sự dịch chuyển từ năm 2005 đến 2010.

- Vị trí 3: Hình thái sông cũng thay đổi phức tạp, đó là sự mở rộng và thu hẹp của bãi trầm, nhiều thời điểm làm tắc nghẽn dòng chảy như năm 2005.

- Các vị trí còn lại (vị trí 4, vị trí 5 và vị trí 6): Là các vị trí nằm sâu trong vùng cửa sông, cũng có sự biến đổi nhưng không nhiều, chủ yếu là do sự hình thành và mất đi của một vài cồn bãi.

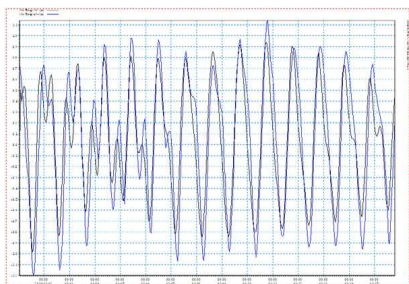
4. Chế độ thủy động lực cửa sông ven biển sông Lam

Với đặc điểm trường gió như đã phân tích ở trên, cùng với đặc điểm thủy triều

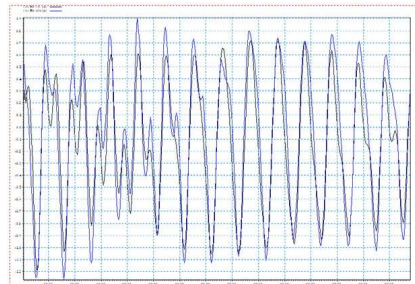
khuvực nghiên cứu, bài báo đã tiến hành xây dựng kịch bản tính toán để đánh giá đặc điểm thủy động lực vùng cửa sông ven biển sông Lam như Bảng 4 dưới đây:

Bảng 4: Kịch bản nghiên cứu chế độ thủy động lực cửa biển sông Lam

TT	Kịch bản	Hướng gió	Tốc độ gió	Thời kì triều
1	KB1	NE (45°)	5.7 (m/s)	Triều cường (10/10/2010 - 25/10/2010)
2	KB2	SE (135°)	5.7 (m/s)	
3	KB3	NE (45°)	5.7 (m/s)	Triều kém (1/3/2010 - 15/3/2010)
4	KB4	SE (135°)	5.7 (m/s)	

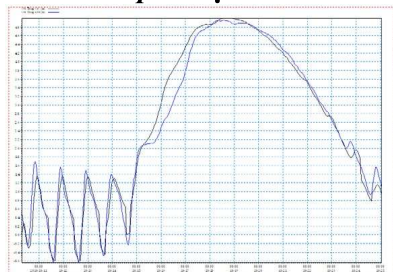


Mức nước thực đo và tính toán tại Chợ Trảng (3/2010)

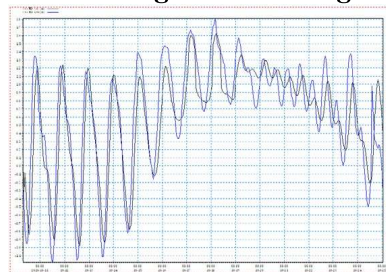


Mức nước thực đo và tính toán tại Cửa Hội (3/2010)

Hình 4: Kết quả hiệu chỉnh mô hình MIKE 21 cho cửa sông ven biển sông Lam



Mức nước thực đo và tính toán tại Chợ Trảng (10/2010)



Mức nước thực đo và tính toán tại Cửa Hội (10/2010)

Hình 5: Kết quả hiệu chỉnh mô hình MIKE 21 cho cửa sông ven biển sông Lam

Sử dụng chuỗi số liệu dòng chảy từ ngày 01/3/2010 đến ngày 15/3/2010, ngày 10/10/2010 và ngày 25/10/2010, cùng với số liệu trường gió, hằng số điều hòa khu vực nghiên cứu, bài báo đã tiến hành hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE 21 [3, 4, 5], kết

quả hiệu chỉnh như Hình 4, 5 và Bảng 5, 6.

Sử dụng các chỉ tiêu đánh giá chất lượng phương án tính toán, bài báo đã đánh giá được chất lượng mô phỏng của mô hình MIKE 21 cho khu vực cửa sông ven biển sông Lam như sau [3]:

Bảng 5: Chỉ tiêu đánh giá chất lượng mô phỏng mô hình MIKE 21

TT	Chỉ tiêu	Kí hiệu	Hiệu chỉnh		Kiểm định	
			Chợ Trảng	Cửa Hội	Chợ Trảng	Cửa Hội
1	Số thời đoạn tính toán	n=	355	355	355	355
2	Khoảng lệch quân phương yếu tố tính toán	$\sigma\Delta$ =	1.732	0.671	0.588	0.573
3	Sai số cho phép	σ_{cp} =	1.167	0.452	0.396	0.386
4	Sai số quân phương tính toán kiểm tra	S=	0.274	0.338	0.269	0.208
5	Khoảng lệch quân phương	σ =	1.732	0.671	0.588	0.573
6	Chỉ tiêu đánh giá phương án tính toán	S/σ =	0.158	0.504	0.458	0.363
7	Mức đảm bảo của phương án	P=	100	84	83	95

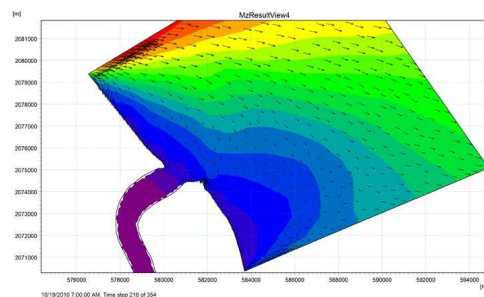
Với kết quả trong Bảng 5 cho thấy, chỉ số S/ σ của các phương án tính toán đều nhỏ hơn 0,5, nghĩa là chất lượng phương án tính toán là tốt; mức đảm bảo của các phương án (P) đều lớn hơn 80%, nghĩa là mức độ tin cậy của các phương án thuộc loại rất tốt [3].

Bảng 6. Bộ thông số của mô hình MIKE 21 cho vùng cửa sông ven biển sông Lam

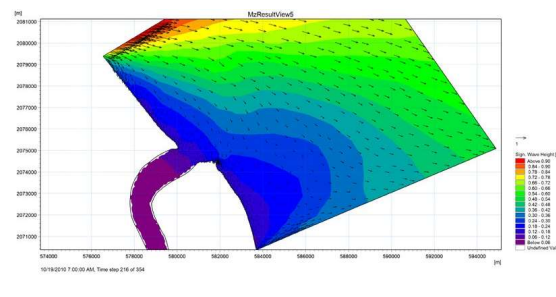
TT	Thông số	Giá trị	TT	Thông số	Giá trị
1	Mức độ khô	0,005 m	6	Hướng gió	45° (135°)
2	Mức độ ẩm	0,01 m	7	Tốc độ gió	5,7 m/s
3	Hệ số xoáy	0,02 m ² /s	8	Mực nước ban đầu (H_0)	0,3 m
4	Hệ số khuếch tán	0,005	9	Nhiệt độ nước	28 °C
5	Hệ số nhám Manning (M)	28 m ^{1/3} /s			

4.1. Trường sóng khu vực cửa sông ven biển sông Lam

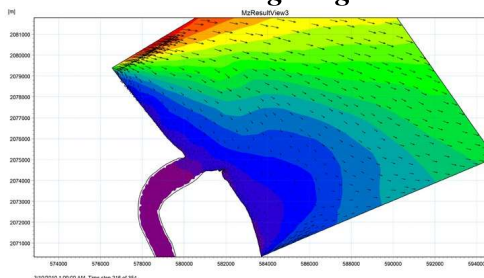
Với các kịch bản tính toán như trong Bảng 4, sử dụng mô hình MIKE 21 SW có trong bộ mô hình MIKE 21, sử dụng bộ thông số trong Bảng 6, bài báo đã xác định được đặc điểm trường sóng khu vực cửa biển sông Lam như ở Hình 6 - 9 [3]:



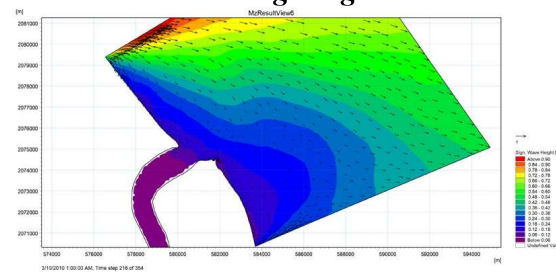
Hình 6: Trường sóng theo KB1



Hình 7: Trường sóng theo KB2



Hình 8: Trường sóng theo KB3



Hình 9: Trường sóng theo KB4

Với hướng gió Đông Bắc, Đông Nam và tốc độ gió trung bình là 5,7 m/s, trường sóng khu vực cửa sông ven biển sông Lam khá ổn định, độ cao sóng dao động từ 0,18 m đến 0,36 m; hướng dòng chảy sóng luôn có xu hướng đi từ Bắc xuống Nam, hội tụ tại vị trí mép cửa biển phía bên phải theo hướng nhìn từ cửa sông ra biển.

Vào thời kì triều cường, sóng biển có thể lan truyền sâu vào trong sông, vị trí ảnh hưởng có thể đến khu vực cầu Bến Thủy; trong khi về thời kì triều kém, khu vực trong sông bị ảnh hưởng cách cửa biển tại Cửa Hội khoảng 3 - 5 km.

4.2. Trường dòng chảy khu vực cửa sông ven biển sông Lam

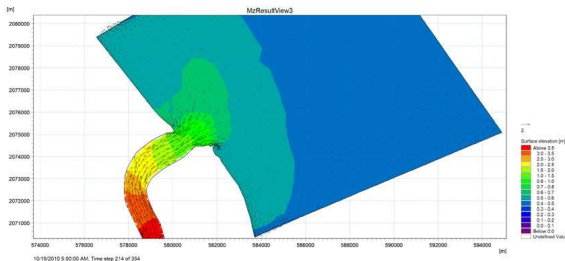
Từ bộ thông số của mô hình MIKE 21 sau khi đã hiệu chỉnh và kiểm định, cùng với trường sóng được tính toán như trên, bài báo tiến hành phân tích, đánh giá đặc điểm trường dòng chảy khu vực cửa sông ven biển sông Lam. Kết quả cho thấy trường dòng chảy khu vực cửa biển sông Lam biến động khá mạnh mẽ theo các hướng gió chủ đạo, cụ thể như sau [3]:

- Vào thời kì triều cường với hướng gió Đông Bắc (NE) dòng chảy trong sông được đẩy ra khá xa so với hướng gió Đông Nam (SE), đồng thời mực nước trong thời

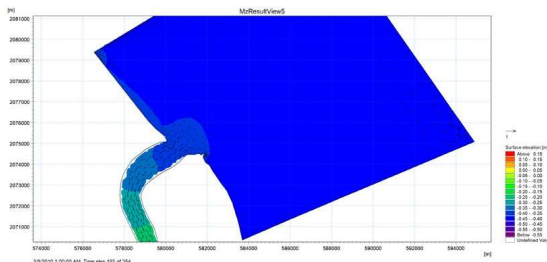
Nghiên cứu

kì gió NE cũng cao hơn rất nhiều so với thời kì gió SE (mức nước tại cửa sông dao động từ 0,7 m - 1,5 m với hướng gió NE, trong khi với hướng gió SE mức nước chỉ dao động từ 0,6 m - 1 m).

- Vào thời kì triều kém (3/2010): Trường dòng chảy vùng cửa biển sông Lam



Hình 10: Trường dòng chảy theo KB1



Hình 12: Trường dòng chảy theo KB3

5. Kết luận

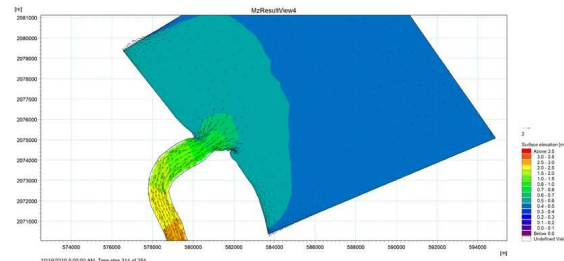
Bài báo đã xác định được hình thái cửa sông ven biển sông Lam ở các thời kì 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 và 2015. Kết quả đã chỉ ra rằng, hình thái cửa biển sông Lam có nhiều sự thay đổi qua các thời kì, đặc biệt là sự hình thành và mất đi của các bãi bồi, các bãi ngầm (xuất hiện vào mùa cạn), các bờ bãi,...

Bài báo đã ứng dụng thành công mô hình MIKE 21 - SW để tính toán trường sóng từ đặc điểm gió khu vực cửa biển Hòn Ngư; mô hình MIKE 21 để đánh giá đặc điểm thủy động lực vùng cửa sông ven biển sông Lam với các điều kiện về: chế độ gió, trường sóng, chế độ thủy triều và tính chất dòng chảy trong sông. Kết quả cho thấy trường dòng chảy trong khu vực cửa biển sông Lam là dù ở cả hướng gió NE hay SE, mùa lũ hay mùa kiệt, triều cường hay triều kém thì hướng dòng chảy luôn có xu hướng ngược lên phía Bắc theo hướng nhìn từ sông ra biển.

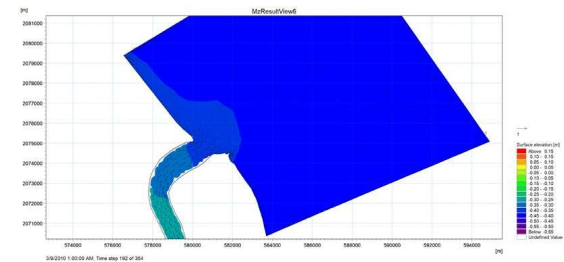
TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Trần Duy Kiều (2015). *Nghiên cứu nhận*

biến động không nhiều theo 2 hướng gió NE và SE; nhìn chung về mức nước là khá đồng nhất, dao động từ - 0,3 m đến - 0,2 m. Nhưng trường tốc độ có chênh lệch giữa 2 hướng gió này, trường tốc độ dòng chảy với hướng gió NE lớn hơn so với hướng gió SE, tuy nhiên chúng cũng có cùng xu thế.



Hình 11: Trường dòng chảy theo KB2



Hình 13: Trường dòng chảy theo KB4

dạng lũ lớn, phân vùng nguy cơ lũ lớn và xây dựng bản đồ ngập lụt phục vụ cảnh báo lũ lớn lưu vực sông Lam. Đề tài NCKH cấp Bộ.

[2]. Trần Duy Kiều (2018). *Nghiên cứu đánh giá sự thay đổi một số đặc trưng lưu vực sông Lam phục vụ theo dõi, giám sát và phát triển bền vững nguồn nước*. Đề tài NCKH cấp Bộ.

[3]. Đinh Xuân Trường (2018). *Nghiên cứu đánh giá sự thay đổi hình thái và đặc điểm thủy động lực vùng cửa sông ven biển sông Lam*. Luận văn Thạc sĩ. Đại học Thủy Lợi Hà Nội.

[4]. Denmark Hydraulic Institute DHI (2014). *Hydrodynamic Module. User Guide*. MIKE 21. Denmark.

[5]. Denmark Hydraulic Institute DHI (2014). *Hydrodynamic Module. Scientific Documentation*. MIKE 21. Denmark.

[6]. Grant J. Firl, Lane Carter (2011). *Calculating Vegetation Indices from Landsat*. Colorado State University.

[7]. Landsat Spectral Indices Product Guide (2017). *Landsat surface reflectance-derived spectral indices*. Department of the Interior U.S. Geological Survey.

BBT nhận bài: 28/8/2019; Phản biện xong: 17/9/2019