

NGHIÊN CỨU BIẾN ĐỘNG THEO MÙA CỦA CHẾ ĐỘ THỦY ĐỘNG LỰC KHU VỰC CỬA SÔNG NHẬT LỆ TỈNH QUẢNG BÌNH

Nguyễn Thanh Hùng, Vũ Đình Cường, Nguyễn Văn Hùng
Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển
Nguyễn Quang Minh
Viện địa lý

Tóm tắt: Cửa sông Nhật Lệ nằm ở phía Đông Nam thành phố Đồng Hới tỉnh Quảng Bình, trong những năm gần đây đang có những biến động lớn: bồi lấp, biến đổi luồng lạch vào cửa sông, xói lở bờ biển phía Bắc và Nam cửa. Bài báo trình bày một số kết quả nghiên cứu về đặc điểm thủy hải văn và chế độ thủy động lực khu vực ven bờ cửa sông Nhật Lệ trên cơ sở phân tích số liệu thực đo và tính toán mô phỏng bằng mô hình thủy động lực hai chiều. Kết quả cho thấy chế độ thủy động lực khu vực ven bờ cửa sông Nhật Lệ có sự biến động theo mùa rất rõ rệt với gió mùa Đông Bắc và gió mùa Tây Nam. Hai yếu tố sóng, thủy triều gây ra dòng chảy ven bờ và biến đổi hình thái vùng cửa sông Nhật Lệ, trong đó sóng có vai trò chi phối lớn nhất. Yếu tố dòng chảy sông chi phối trong những thời điểm khi có lưu lượng dòng chảy lũ lớn.

Từ khóa: Mô hình thủy động lực, cửa sông Nhật Lệ, bờ biển Quảng Bình

Summary: Nhat Le estuary is located in the Southeast of Dong Hoi city, Quang Binh province. In recent years, there are big changes in this estuary: deposition in river channel, erosion in the North and South coastline. This paper presents some research results on hydrodynamic characteristics of Nhat Le estuaries based on data analysis and simulation results of 2D hydrodynamic model. The results show that the hydrodynamic regime of the Nhat Le estuary varied seasonally by Northeast monsoon and Southwest monsoon. Two factors, including wave and tide cause littoral currents and morphological change in the Nhat Le estuary in which wave are the main factor. River flow factor only dominate during times when discharge of floods are significant.

Key words: Hydrodynamics model, Nhat Le estuary, Quang Binh coastline.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự tương tác giữa sông và biển đã tạo ra hệ cân bằng động tự nhiên ở vùng cửa sông ven biển, mà sự tồn tại của các đồng bằng, bãi triều, các cồn cát, bar, gò nổi cao và các quá trình bồi lấp, xói lở là bức tranh chung phản ánh quá trình cân bằng động nói trên. Những tác nhân chính gây diễn biến xói lở, bồi tụ vùng cửa sông bờ biển là do tác động của các yếu tố ngoại sinh như sóng, dòng chảy, thủy triều... [3,5]. Trong những năm gần đây, cửa sông Nhật Lệ bị bồi

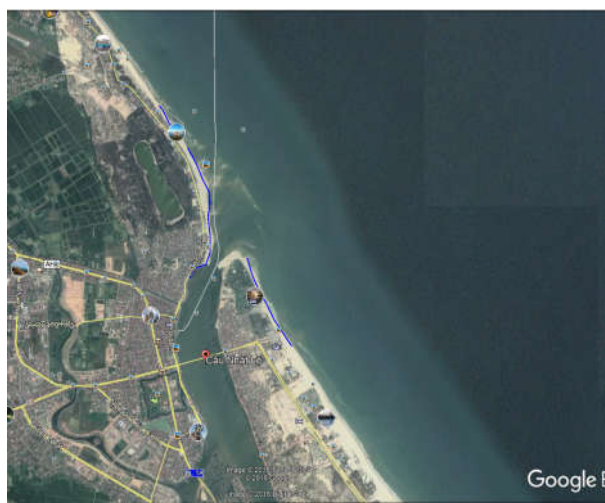
lấp do doi cát phía Nam cửa sông phát triển gây cản trở giao thông thủy, thoát lũ và gây xói lở phía bờ trái, uy hiếp các công trình dân sinh kinh tế của thành phố Đồng Hới [5].

Mục tiêu của nghiên cứu là xác định các đặc trưng về thủy động lực vùng cửa sông bao gồm đặc trưng của sóng, dòng chảy theo mùa và quy luật biến đổi của các yếu tố này cho vùng cửa sông Nhật Lệ từ khu vực nước sâu đến khu vực cửa sông và ven bờ làm cơ sở để đưa ra các giải pháp bảo vệ bờ, phòng chống sạt lở, bồi tụ phục

Ngày nhận bài: 15/8/2018
Ngày thông qua phản biện: 20/9/2018

Ngày duyệt đăng: 03/10/2018

vụ phát triển bền vững kinh tế xã hội vùng cửa sông nghiên cứu.



Hình 1. Vị trí khu vực cửa Nhật Lệ tỉnh Quảng Bình

2. TÀI LIỆU VÀ CÔNG CỤ TÍNH TOÁN

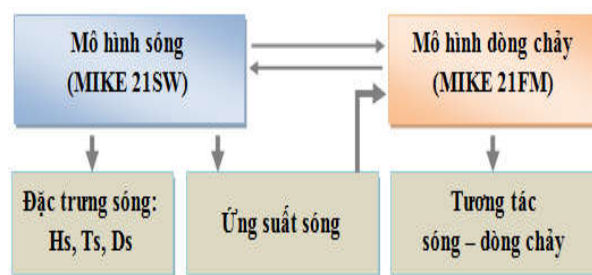
2.1. Giới thiệu vùng nghiên cứu

Lưu vực sông Nhật Lệ có dạng hình tròn, gồm 2 nhánh sông Kiến Giang và Long Đại rồi đổ ra Biển Đông qua cửa Nhật Lệ, diện tích lưu vực 2.650 km², nằm trong vùng trũng của duyên hải Trung Bộ. Bề mặt lưu vực bị chia cắt mạnh, phần hạ lưu sông thuận lợi cho việc tập trung nước nên dễ bị úng ngập trong mùa mưa. Cửa Nhật Lệ thuộc địa phận thành phố Đồng Hới, tỉnh Quảng Bình, có tọa độ địa lý 17⁰29' vĩ độ Bắc và 106⁰38' kinh độ Đông. Trước khi đổ ra Biển Đông, đoạn cửa sông Nhật Lệ từ Quán Hàu cho tới thành phố Đồng Hới có hướng gần như Á kinh tuyến và khi đổ ra biển, cửa sông có hướng Đông Bắc, còn đường bờ biển khu vực cửa sông có hướng Tây Bắc - Đông Nam (Hình 1).

2.2. Công cụ tính toán

Nghiên cứu sử dụng mô hình thủy lực 1 chiều MIKE11 để mô phỏng dòng chảy từ thượng nguồn lưu vực ra cửa sông Nhật Lệ. Mô hình 1 chiều sẽ cung cấp dữ liệu biên cho mô hình 2 chiều mô phỏng vùng cửa sông. Mô phỏng

vùng cửa sông Nhật Lệ, nghiên cứu sử dụng mô hình số MIKE21/3 Coupled Model FM của DHI để mô phỏng thủy động lực vùng cửa sông ven biển Nhật Lệ. Module liên hợp MIKE 21/3 Coupled là hệ thống liên kết động có thể kết nối các module tính toán dòng chảy (MIKE 21FM) và sóng (MIKE 21SW). Việc liên kết động các module cho phép tính toán sự tác động qua lại lẫn nhau giữa các quá trình như tương tác sóng và dòng chảy (hình 2).



Hình 2. Sơ đồ kết nối module sóng và dòng chảy trong mô hình MIKE 21/3 Coupled

Tài liệu sử dụng

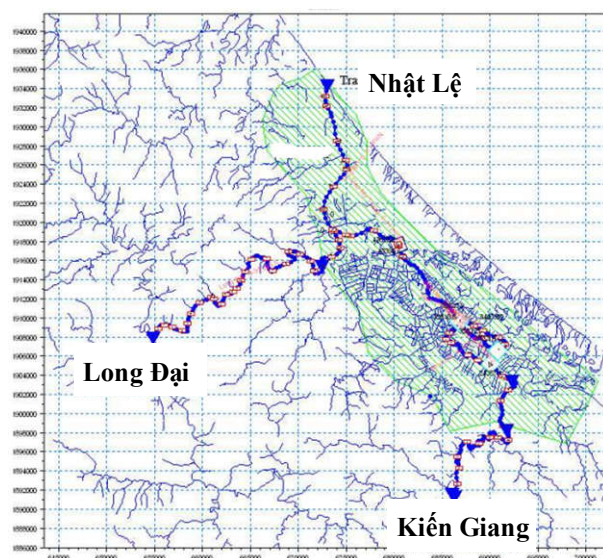
Xây dựng mô hình 1 chiều mạng sông

Bài báo tập trung trình bày về kết quả nghiên cứu mô hình vùng cửa sông nên chỉ tóm tắt những nét chính về mô hình 1 chiều mô phỏng dòng chảy trên lưu vực sông ra cửa Nhật Lệ. Mạng sông đưa vào tính toán thủy lực bao gồm toàn bộ dòng chính và các phụ lưu chính của vùng trung, hạ du trong lưu vực sông Nhật Lệ. Trên hệ thống sông Nhật Lệ có hai trạm thủy văn đo mực nước, lưu lượng là trạm Tám Lu trên sông Đại Giang trạm Kiến Giang trên sông Kiến Giang. Hai trạm này đều bắt đầu hoạt động từ năm 1960, 1961 và đến năm 1976 ÷ 1977 thì hạ cấp và chỉ còn đo mực nước. Do vậy, những số liệu lưu lượng phục vụ cho việc xây dựng mô hình thủy lực 1 chiều trên lưu vực sông Nhật Lệ bị hạn chế. Nghiên cứu này sử dụng mô hình MIKE NAM để tính toán mô phỏng dòng chảy lũ từ mưa cho lưu vực sông Nhật Lệ. Phía hạ lưu trạm thủy văn Kiến Giang trên sông Kiến Giang còn có trạm thủy văn Lệ Thủy đo mực nước có thể sử dụng để hiệu chỉnh kiểm định

mô hình. Biên phía cửa sông trong mô hình thủy lực được dùng là quá trình mực nước triều tại trạm không chế ở hạ lưu (cửa Nhật Lệ) theo thời gian. Biên dọc sông là quá trình lưu lượng theo thời gian của các nhánh suối gia nhập vào hệ thống, bao gồm 07 lưu vực nhập lưu.

- *Biên lưu lượng tại thượng lưu:* tại 2 trạm thủy văn Kiến Giang và Tám Lu;
- *Các biên nhập lưu khu giữa:* 3 biên nhập lưu dọc sông Long Đại và 4 biên nhập lưu dọc sông Kiến Giang;
- *Các công trình công lấy nước, công ngăn sông (đập Mỹ Trung) trên hệ thống sông;*
- *Biên dưới - Biên mực nước:* Trạm đo mực nước ở cửa sông Nhật Lệ.

Mô hình MIKE11 hệ thống sông Nhật Lệ được hiệu chỉnh với trận lũ từ 10/10/2000 đến 16/10/2000. Chỉ tiêu đánh giá sai số tại trạm Lê Thủy NASH = 0.87; Kiểm định với trận lũ từ 1/11/1999 đến 11/11/1999; Chỉ tiêu đánh giá sai số NASH = 0.85. Như vậy, mô hình có độ chính xác chấp nhận được để tính toán dòng chảy trên lưu vực ra cửa sông Nhật Lệ.



Hình 3. Sơ đồ mô hình thủy lực Mike11 hệ thống sông Nhật Lệ

Tài liệu phục vụ xây dựng mô hình 2 chiều vùng cửa sông

Tài liệu phục vụ quá trình nghiên cứu gồm địa hình, thủy hải văn và bùn cát tại khu vực:

- Địa hình khu vực tính toán được xây dựng dựa trên các hải đồ tỷ lệ 1/50.000, các số liệu ven bờ được thu thập từ các bình đồ đo đạc tỷ lệ 1/5000 các năm 2009 và 2011, 2018 do Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam thực hiện (Viện KHTLVN, 2009; Vũ Đình Cường, 2018). Các số liệu địa hình này được đưa về cùng hệ tọa độ VN 2000 và cao độ chuẩn Quốc gia;

- Sử dụng số liệu KTTV của một số trạm quan trắc khu vực cửa sông Nhật Lệ: phía cửa sông Nhật Lệ có trạm Nhật Lệ quan trắc mực nước, thượng nguồn trạm Nhật Lệ có trạm Long Đại (trên nhánh sông Long Đại) và trạm Kiến Giang, Tám Lu (nhánh sông Kiến Giang) quan trắc mực nước. Hai trạm thượng nguồn này trong quá khứ có quan trắc lưu lượng nhưng đã ngừng đo từ năm 1981. Do vùng cửa sông không có các trạm quan trắc hải văn nên các đặc trưng thủy động lực vùng cửa sông bờ biển được tính toán thông qua số liệu mực nước trạm Nhật Lệ, những đặc trưng còn lại được tính thông qua mô phỏng mô hình toán.

Thiết lập mô hình 2 chiều vùng cửa sông

Trong nghiên cứu đã sử dụng 2 lưới để tính toán thủy động lực và sóng truyền từ ngoài khơi vào bờ. Lưới thưa (lưới II trên hình 4) bao phủ miền lớn dùng để tính toán biên cho lưới mịn (lưới I trên hình 4). Phạm vi không gian mô hình lưới I (lưới mịn) được giới hạn từ bờ ra ngoài vùng nước sâu cách bờ khoảng 30km, chiều dài theo dọc bờ biển khoảng 110km từ vị trí đảo Hòn La của Quảng Bình xuống phía Nam đến mũi Lay của tỉnh Quảng Trị. Lưới II mô hình được chọn bao phủ toàn vùng bờ biển khu vực 3 tỉnh miền Trung Việt Nam, trong đó có bờ biển tỉnh Quảng Bình và mở rộng ra phía ngoài khơi khoảng 70 km. Biên phía ngoài biển của mô hình được chọn trùng với các điểm có dữ liệu

tính toán sóng của mô hình sóng toàn cầu WAVEWATCH III của NOAA (Mỹ). Mặt khác, ra phía ngoài khơi biển Quảng Bình 30 km, độ sâu vùng biển này đạt khoảng 45 m, độ sâu này hoàn toàn thỏa mãn điều kiện về độ sâu trong lý thuyết mô hình tính sóng. Mô hình sử dụng lưới tam giác linh hoạt (lưới phi cấu trúc) có độ phân giải thay đổi tăng dần từ ngoài biển sâu vào sát bờ và các cửa sông. Lưới II của mô hình tổng thể có 28 nghìn phần tử và lưới I của mô hình chi tiết có 12 nghìn phần tử, lưới tính được chia nhỏ tại khu vực các cửa sông và ven bờ với chiều dài cạnh ô lưới trung bình khoảng 50 m, nhỏ nhất là 20 m.

▪ *Điều kiện biên mô hình:*

- Các biên phía cửa sông của mô hình lưới II được lấy từ trạm thủy văn cửa sông trên các hệ thống sông khu vực nghiên cứu. Biên cửa sông của mô hình lưới I đã sử dụng số liệu lưu lượng tính toán được trích xuất từ kết quả của mô hình MIKE11 tính thủy lực một chiều cho hệ thống sông Nhật Lệ đã được hiệu chỉnh và kiểm định ở phần trên;

- Biên mực nước: Mô hình tính toán các đặc trưng hải văn lưới II là số liệu mực nước giờ tính toán từ mô hình triều toàn cầu TOPEX độ phân giải 0.125 độ x 0.125 độ tương ứng với các khoảng thời gian mô phỏng;

- Biên tính toán sóng: Sử dụng kết quả tính toán sóng của lưới II làm đầu vào cho lưới I, do đó ở đây xác định biên của lưới II gồm các điểm T1, T2, T3 và T4 trên hình 2 được chọn trùng với các điểm trong miền tính của mô hình sóng toàn cầu Wave Watch III (NOAA).

+ Chọn điểm T5, T6, T7 trên hình 4 làm điểm

kiểm tra kết quả tính sóng. Vị trí điểm này trùng với những điểm lưới của mô hình tính sóng Wave Watch III. Lấy kết quả tính sóng của mô hình Wave Watch III tại vị trí T5 để so sánh với kết quả tính sóng từ mô hình được xây dựng MIKE 21-SW;



Hình 4. Phạm vi, địa hình lưới tính mô hình khu vực nghiên cứu

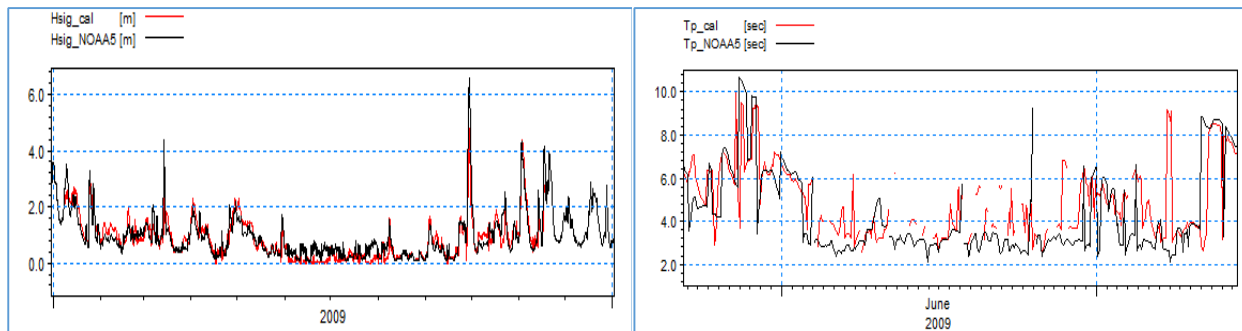
+ Sau khi hiệu chỉnh được mô hình tính sóng MIKE 21-SW thì trích kết quả tại các điểm trong miền tính để làm biên đầu vào tính sóng cho mô hình lưới I (Hình 4).

Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình 2 chiều

Mô hình lưới thô (lưới II):

Sử dụng số liệu sóng NOAA năm 2009 cho các điểm T1, T2, T3, T4 biên mô hình và số liệu sóng tại các điểm T5, T6, T7 nằm phía trong mô hình để kiểm tra hiệu chỉnh mô hình.

Kết quả hiệu chỉnh mô hình sóng ven bờ khu vực từ Quảng Bình đến Thừa Thiên Huế với số liệu sóng NOAA thể hiện như các hình dưới đây.



Hình 5. Kết quả hiệu chỉnh sóng tại trạm T5 về độ cao và chu kỳ sóng

Kết quả mô hình tính toán sóng cho kết quả khá phù hợp về chiều cao sóng tại điểm kiểm tra sóng NOAA T5 nằm trong miền tính của mô hình MIKE21SW.

Kết quả mô phỏng cho thấy: Nhìn chung sai số của mô hình về mực nước, sóng nằm trong phạm vi cho phép. Mô hình đã được hiệu chỉnh đảm bảo độ tin cậy, có thể sử dụng để tính toán mô phỏng theo các kịch bản nghiên cứu.

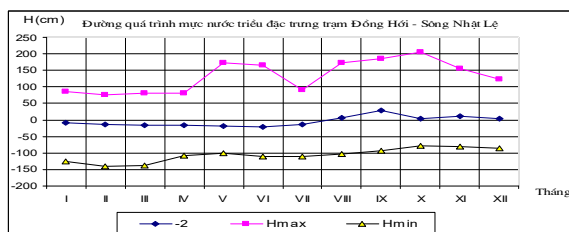
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Một số đặc trưng thủy hải văn khu vực nghiên cứu qua tài liệu đo đạc

Đặc điểm dòng chảy cửa sông: Dòng chảy cửa

Nhật Lệ biến đổi theo quy luật của dòng chảy sông từ lưu vực và dòng triều. Từ tháng 1 đến tháng 8 dòng chảy sông nhỏ nên cửa sông Nhật Lệ chủ yếu là dòng triều; từ tháng 9 đến tháng 11 là mùa lũ, trên lưu vực thường xảy ra một số trận lũ lớn nên dòng chảy ra cửa sông Nhật Lệ tăng lớn, lượng nước mùa lũ chiếm 60 - 75% lượng dòng chảy năm [4].

Đặc điểm thủy triều: Vùng cửa sông ven biển Nhật Lệ có chế độ bán nhật triều không đều. Phân tích số liệu mực nước tại trạm Đồng Hới thời kỳ mùa kiệt trong 5 năm (2007 - 2012) cho thấy trị số của các hằng số điều hòa thủy triều tại trạm khá ổn định, điều này chứng tỏ ảnh hưởng rõ rệt của thủy triều trong mùa kiệt đối với khu vực cửa sông.



Đường quá trình mực nước đặc trưng trạm Nhật Lệ

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Năm
Đặc trung Htb	-2	-8	-13	-16	-17	-19	-21	-13	6	29	4	12	-3
Htb(max)	59	49	50	49	48	42	39	55	96	126	105	83	67
Htb(min)	-77	-79	-79	-79	-82	-89	-82	-85	-71	-49	-54	-68	-75
Hmax	86	76	80	80	173	166	92	173	185	205	155	122	205
Hmin	-126	-141	-137	-107	-100	-111	-110	-102	-92	-77	-80	-86	-141

Đặc trưng mực nước nhiều năm tại trạm thủy văn Nhật Lệ

Hình 6. Đặc trưng mực nước tại khu vực cửa sông Nhật Lệ

Đặc điểm gió: Phân tích số liệu gió tại trạm đo Cồn Cỏ với chuỗi dữ liệu từ năm 1975 - 2008 cho thấy hướng gió thịnh hành phân hoá theo mùa: Gió Đông Bắc từ tháng 10 đến tháng 3 năm sau và gió mùa Tây Nam từ tháng 5 đến tháng 8. Hai tháng có chế độ gió chuyển tiếp là tháng 4 và

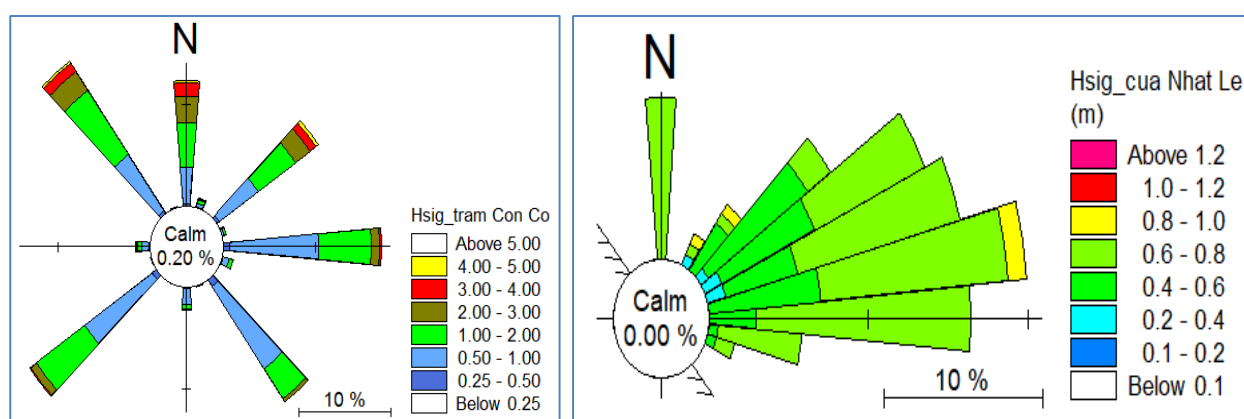
tháng 9. Mùa Đông gió thịnh hành là hướng Tây Bắc đến hướng Bắc, mùa hè là Tây Nam. Vận tốc gió trung bình từ 2,2m/s - 7.5m/s, lớn nhất xuất hiện khi có bão khoảng 40m/s (bão Darmey ngày 27/9/2005 có tốc độ 50 m/s), các đợt gió mùa mạnh có thể đạt 15m/s - 20 m/s.

Bảng 1. Các hằng số điều hòa thủy triều tại trạm Đồng Hới cửa sông Nhật Lệ

Tên hằng số điều hòa	Độ lớn của hằng số điều hòa (cm)					Pha của hằng số điều hòa (độ)					
	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	
Z0	1,33	0,16	3,46	7,26	11,14						
Toàn nhật	O1	28,30	29,33	25,31	27,92	30,07	40,45	39,52	53,01	48,80	37,42
	K1	16,73	17,48	14,48	16,52	18,35	116,58	113,47	125,23	125,08	114,65
	Q1	6,12	7,11	6,04	6,16	6,29	8,01	3,11	25,23	21,38	356,50
Bán nhật	M2	20,61	22,13	16,17	18,59	23,66	2,36	356,87	17,28	15,33	354,31
	S2	6,68	6,61	4,69	4,77	7,05	74,73	69,08	97,61	94,31	68,41
	N2	3,92	4,74	3,58	2,99	4,22	325,57	322,47	352,96	341,06	309,76

Đặc điểm sóng: Khu vực ven biển Quảng Bình không có trạm quan trắc sóng nhiều năm, trạm đo sóng gần nhất là trạm Cồn Cỏ cách cửa sông khoảng 80km về phía Nam có số liệu đo liên tục đến nay. Ngoài ra còn có các số liệu đo sóng trong các đợt khảo sát ngắn ngày của các đề tài dự án đã thực hiện gần đây, như: số liệu đo sóng từ năm 2012 hoặc từ 16 - 26/4/2018. Hoa sóng tại trạm Cồn Cỏ (hình 7) với chuỗi số liệu cho 33 năm từ năm 1975 - 2008 cho thấy sóng có hướng thịnh hành là Đông Bắc với độ cao sóng trung bình 0,7 - 0,8m, lớn nhất 3 - 4 m. Trong

gió mùa Tây Nam, độ cao sóng trung bình 0.55 - 0.75m, lớn nhất 2.5 - 3.5m. Khi có bão, sóng cao nhất có thể đạt 6 - 7 m. Khu vực cửa sông Nhật Lệ có hướng đường bờ NĐN - BTB nên sóng ĐB tác động trực tiếp và có hướng gần vuông góc với đường bờ nên có tác động rất lớn đối với bờ biển, cửa sông Nhật Lệ. Mùa hè hướng sóng thịnh hành là Tây Nam (TN), Đông Nam (ĐN). Số liệu khảo sát tại khu vực cửa Nhật Lệ vào tháng 4/2018 cho thấy sóng có chiều cao trung bình khoảng 0.5m.



Hình 7. Hoa sóng trạm Cồn Cỏ (a); cửa Nhật Lệ (b) tháng 4/2018

Nguồn số liệu tham khảo đáng tin cậy khác là số liệu sóng NOAA. Bảng 2 dưới đây trình bày

số liệu thống kê đặc trưng chiều cao sóng theo các hướng chính từ kết quả phân tích thống kê

số liệu tại điểm sóng NOAA (điểm T5) vùng biển Nhật Lệ, với chuỗi thống kê gồm 26305 số liệu sóng từ năm 2008-2016. Kết quả thống kê cho thấy: Sóng khu vực biển Nhật Lệ có chiều

cao không lớn, phổ biến dưới 2 m (chiếm 85,46%), lớn nhất trong bão có thể đạt 7 m;

Bảng 2. Bảng thống kê sóng theo các hướng tại điểm sóng NOAA biển Nhật Lệ

Hs/ Hướng	0-0.2 (m)	0.2-0.6 (m)	0.6-1 (m)	1-2 (m)	2-3 (m)	3-4 (m)	4-5.5 (m)	5.5-7 (m)	Tổng (%)
B	0,09	0,57	0,28	0,21	0,03	0,00	0,00	0,00	1,18
BDB	0,07	1,33	1,67	4,91	4,98	1,77	0,22	0,02	14,96
ĐB	0,02	0,41	0,94	2,73	1,33	0,16	0,02	0,02	5,62
ĐDB	0,64	3,64	2,61	1,54	0,34	0,05	0,01	0,00	8,82
Đ	1,56	7,06	11,82	15,24	1,71	0,08	0,05	0,00	37,53
ĐĐN	0,62	9,14	7,22	1,47	0,01	0,00	0,01	0,00	18,46
ĐN	0,42	0,79	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,27
NĐN	0,02	0,17	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22
N	0,02	0,43	0,15	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62
NTN	0,07	1,66	0,43	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	2,33
TN	0,09	2,84	1,74	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	4,99
TTN	0,06	1,13	1,53	0,32	0,01	0,00	0,00	0,00	3,04
T	0,01	0,05	0,16	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27
TTB	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
TB	0,00	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
BTB	0,01	0,26	0,19	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,55
Tổng (%)	3,69	29,54	28,87	27,06	8,44	2,06	0,30	0,04	100

3.2. Phân tích sự biến đổi theo mùa của chế độ thủy động lực khu vực nghiên cứu

Phần lớn các nghiên cứu trước đây thường chỉ tập trung tính toán đánh giá chế độ thủy động lực trong khoảng thời gian ngắn theo một số kịch bản điển hình (một trận bão, một trận lũ, hướng sóng cố định). Cách tiếp cận này mới phản ánh được các đặc trưng thủy động lực trong những trạng thái cực đoan nhất định mà chưa phản ánh được sự biến đổi liên tục của chế độ thủy động lực theo không gian và thời gian. Trong nghiên cứu này tiếp cận theo hướng mô phỏng một năm liên tục sóng, dòng chảy cho một năm điển hình để đánh giá sự biến động chế độ thủy lực theo mùa trong một năm, cách tiếp cận này phù hợp với đặc điểm

biến động tự nhiên khu vực cửa sông Nhật Lệ hơn.

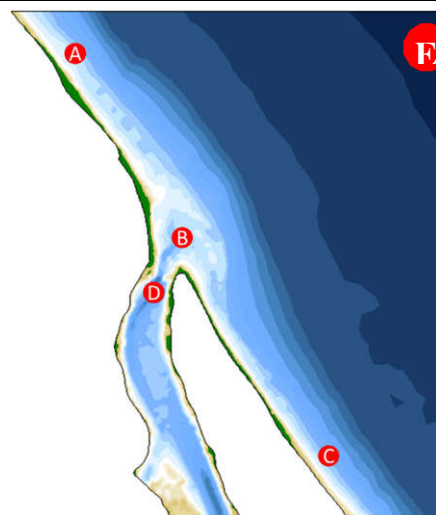
Qua phân tích chuỗi số liệu thủy văn lực địa và hải văn biển, lựa chọn năm điển hình là năm 2016, vì đây là năm có dòng chảy trong sông đặc trưng cho lưu vực (mùa lũ có các trận lũ tương đối lớn trong tháng 10 và tháng 11) và điều kiện sóng ngoài biển cũng có sự phân mùa rõ rệt (như Hình 9). Để có thể đánh giá được sự biến đổi chế độ động lực, nghiên cứu đã phân tích kết quả tính toán tại một số điểm đại diện cho từng khu vực cửa sông ven biển Nhật Lệ gồm: điểm A phía Bắc cửa sông, điểm B trước cửa sông, điểm C phía Nam cửa sông, điểm D trong cửa sông, điểm E vùng nước sâu. Vị trí cụ thể của các điểm ở bảng 3

và hình 8. Tuy nhiên năm 2016 không có trận bão nào đổ bộ vào Quảng Bình do đó đã chọn mô phỏng thêm cơn bão Duksuri năm 2017 (15/9/2017) đổ bộ vào Quảng Bình có cường độ mạnh gây sóng lớn, chiều cao sóng (H_s)

trong bão khu vực biển Nhật Lệ có thể tới hơn 4m (Hình 17). Dưới đây là kết quả tính toán mô phỏng tại một số vị trí khu vực cửa sông Nhật Lệ.

Bảng 3. Vị trí các điểm trích kết quả tính toán

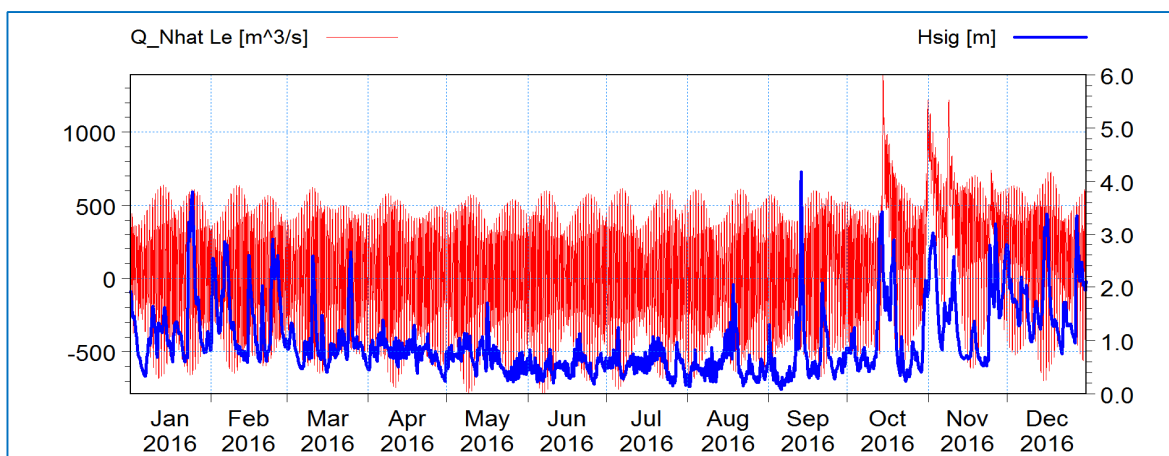
Điểm trích	Tọa độ X	Tọa độ Y	Vị trí điểm trích	Cao độ đáy (m)
A	671741	1936890	Bờ biển phía Bắc cửa	-3
B	673264	1934325	Cửa Nhật Lệ	-3
C	675009	1931454	Bờ biển phía Nam cửa	-3
D	672863	1933589	Phía trong cửa sông	-5
E	696618	1952235	Vùng biển nước sâu	-40



Hình 8. Vị trí các điểm trích sóng, dòng chảy

Hình 9 trình bày kết quả tính toán lưu lượng nước đổ ra cửa sông Nhật Lệ của năm 2016 và chiều cao sóng vùng biển Nhật Lệ (điểm E). Lưu lượng lớn nhất khoảng 1.500 m³/s (tháng

10/2016) khi lũ trên sông lớn. Tuy nhiên thời điểm đỉnh lũ không trùng với thời điểm sóng lớn ngoài cửa sông. Thời điểm đỉnh lũ thì chiều cao sóng chưa đến 4m.

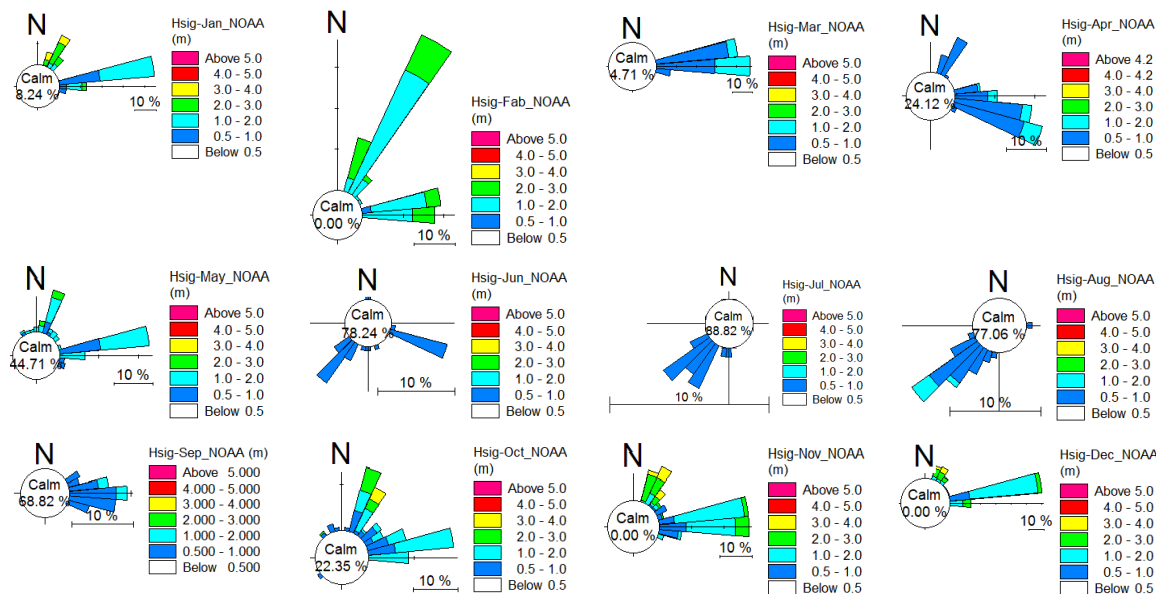


Hình 9. Lưu lượng, độ cao sóng tại khu vực cửa Nhật Lệ năm 2016

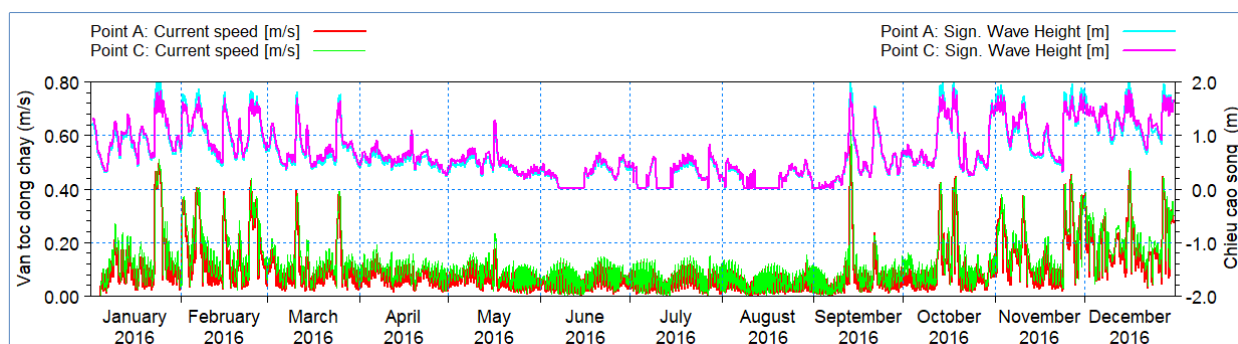
Đặc trưng sóng, dòng chảy khu vực cửa sông Nhật Lệ

Hình 10 mô tả hoa sóng của 12 tháng của năm 2016 ở vùng cửa Nhật Lệ (điểm T5 trên hình 4). Hướng sóng ĐB ở các tháng 1, 2, 3 chuyển dần sang hướng ĐN (tháng 4, 5, 6) và sang hướng TN ở các tháng 7, 8, sau đó chuyển về hướng

ĐB ở các tháng còn lại của năm (tháng 9, 10, 11, 12). Chiều cao sóng dao động trong khoảng từ 1m đến 4m. Sóng do gió mùa đông bắc chiếm ưu thế và kéo dài nhiều tháng trong năm (từ tháng 9 đến tháng 3 năm sau).



Hình 10. Biến đổi sóng ngoài khơi các tháng trong năm 2016 vùng biển cửa Nhật Lệ



Hình 11. Quá trình vận tốc dòng chảy và sóng ven bờ cửa Nhật Lệ trong năm 2016

Trên hình 12 là kết quả tính toán sóng và dòng chảy các điểm ven bờ Bắc và Nam cửa Nhật Lệ (điểm A, C). Kết quả tính toán cho thấy dòng chảy ven bờ khu vực cửa Nhật Lệ khá nhỏ và phụ thuộc vào yếu tố sóng nhiều hơn so với yếu tố thủy triều: Khi sóng ven bờ nhỏ hơn 1 m thì dòng chảy ven bờ nhỏ hơn 0,2 m/s, khi chiều cao sóng lớn hơn 1 m thì dòng chảy ven bờ lớn hơn đạt 0,2 m/s – 0,5 m/s. Biến động các yếu tố sóng và dòng chảy khu vực cửa sông Nhật Lệ theo mùa trong năm như sau:

Đặc trưng sóng, dòng chảy trong mùa gió Đông Bắc

+ Đặc trưng sóng trong mùa gió Đông Bắc:

Trong mùa gió Đông Bắc, sóng ngoài khơi vùng biển Nhật Lệ có hướng Bắc Đông Bắc (BĐB) đến Đông Đông Bắc (ĐĐB) với chiều cao sóng (Hs) khoảng 0,5m - 5.0m; trong đó thành phần sóng hướng BĐB có chiều cao sóng lớn nhất khoảng 1,0 m - 4 m. Khu vực ven bờ phía Bắc cửa Nhật Lệ (điểm A - Hình 12) sóng có hướng chủ đạo là ĐĐB chiếm 53%, sóng hướng ĐB chiếm tỷ lệ

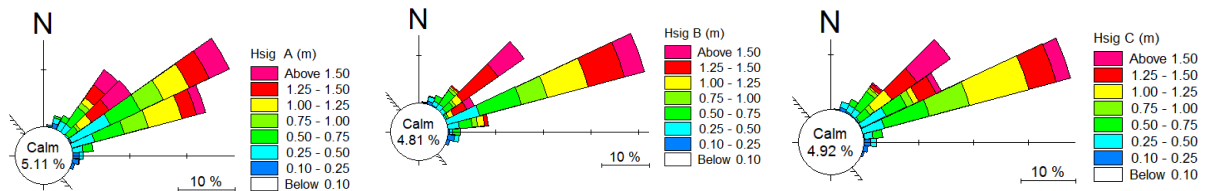
38% với chiều cao sóng lớn nhất có thể đạt 2m; thành phần sóng hướng BDB chỉ chiếm tỷ lệ 4.5% và có chiều cao sóng nhỏ dưới 1m. Khu vực ven bờ phía Nam cửa Nhật Lệ (điểm C - Hình 12) sóng có hướng chính là ĐDB chiếm 56%, sóng hướng ĐB chiếm tỷ lệ 35%, chiều cao sóng trong khoảng 0,1m - 2m; thành phần sóng hướng ĐB chiếm tỷ lệ 3.6% với chiều cao sóng nhỏ 0,1m - 0,7m. Sóng cửa sông Nhật Lệ (điểm B - Hình 12)

có chiều cao khá lớn, chiều cao sóng Hs có thể đạt 2m với hướng sóng ĐDB và ĐB tương ứng tỷ lệ 57% và 33%, thành phần sóng hướng BDB chỉ chiếm tỷ lệ nhỏ 4,1% và chiều cao sóng nhỏ dưới 1m.

Thống kê chi tiết về tỷ lệ phần trăm, chiều cao sóng ứng với các hướng chính và hoa sóng tại các điểm như Bảng 4 và Hình 12.

Bảng 4. Phân bố chiều cao sóng theo các hướng chính trong gió mùa Đông Bắc

Vị trí	Hs (m)	Hướng (độ)	Tỷ lệ %	Hs (m)	Hướng (độ)	Tỷ lệ %	Hs (m)	Hướng (độ)	Tỷ lệ %
Điểm A	0,1-0,7	BDB	4,5	0,1-2,0	ĐB	38	0,1-2,0	ĐDB	53
Điểm B	0,1-0,7	BDB	4,1	0,1-2,0	ĐB	33	0,1-1,9	ĐDB	57
Điểm C	0,1-0,7	BDB	3,6	0,1-2,0	ĐB	35	0,1-2,0	ĐDB	56

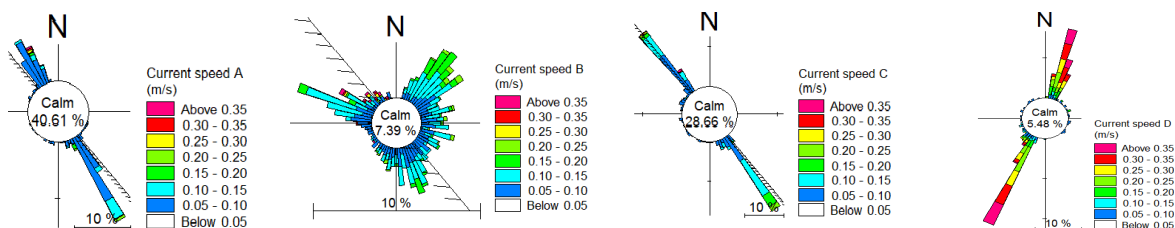


Hình 12. Hoa sóng ven bờ cửa Nhật Lệ trong mùa gió Đông Bắc

+ *Đặc trưng dòng chảy ven bờ trong gió mùa Đông Bắc:*

Dòng chảy tổng hợp ven bờ khu vực biển Nhật Lệ không lớn. Như đã phân tích trong phần nội dung trên, dòng triều khu vực này nhỏ và dòng chảy ven bờ chịu ảnh hưởng lớn của gió và sóng. Do đó, với điều kiện trong mùa gió Đông Bắc có sóng lớn nên dòng chảy ven bờ đạt lớn nhất khoảng 0.5m/s, trung bình khoảng 0.15 - 0.2m/s. Dòng chảy ven bờ có hướng từ Tây Bắc xuống Đông Nam và ngược lại, trong đó thành phần dòng chảy hướng Tây Bắc xuống Đông Nam chiếm tỷ lệ lớn hơn (như điểm A, điểm C - Hình 13). Tại khu vực cửa sông, do có sự tương tác giữa dòng chảy từ sông ra kết hợp với

sóng và thủy triều ngoài biển nên dòng chảy không ổn định về hướng và độ lớn, dòng chảy lớn khi có lũ từ sông ra. Đây cũng là thời điểm có lũ xảy ra trên lưu vực sông Nhật Lệ, do đó dòng chảy lớn hơn khu vực ven bờ phía Bắc và phía Nam, độ lớn đạt trung bình 0,2 m/s - 0,4 m/s (như điểm B - Hình 13). Tại điểm D nằm lui về phía trong cửa sông Nhật Lệ, kết quả tính toán cho thấy xu thế khác so với điểm C (Hình 13). Dòng chảy phía trong sông chỉ có hai hướng chính là hướng Đông Bắc và Tây Nam tương ứng với hướng dòng chảy từ sông ra biển và dòng triều từ biển vào. Dòng chảy khu vực này có trị số khá lớn, trung bình khoảng 0,5 m/s - 1.0 m/s, trong thời điểm có lũ sông lưu tốc lớn nhất có thể đạt 1,8 m/s - 3,2 m/s.



Hình 13. Hoa dòng chảy ven bờ cửa Nhật Lệ trong mùa gió Đông Bắc

Đặc trưng sóng, dòng chảy trong mùa gió Tây Nam

+ Đặc trưng sóng trong mùa gió Tây Nam:

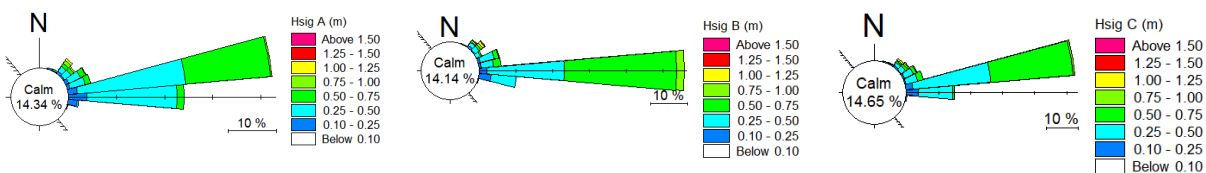
Trong mùa gió Tây Nam, sóng ngoài khơi vùng biển Nhật Lệ có hướng Tây Nam (TN) đến Đông Nam (ĐN) với chiều cao sóng Hs chỉ khoảng 0,5m - 2,0m nhỏ hơn khá nhiều so với chiều cao sóng trong gió mùa Đông Bắc. Thành phần sóng hướng ĐN và hướng TN chiếm ưu thế hơn nhiều so với thành phần sóng hướng Nam. Khu vực ven bờ phía Bắc cửa Nhật Lệ (điểm A - Hình 14) sóng có hướng chủ đạo là ĐDB đến Đông (Đ), tương ứng chiếm tỷ lệ lần lượt là 43% và 36%, sóng hướng ĐB chỉ chiếm tỷ lệ 6%. Sóng trong gió mùa Tây Nam có chiều cao sóng nhỏ từ 0,2m - 1,2m, trong

đó sóng hướng ĐDB và Đ chủ đạo chiều cao sóng chỉ 0,1m – 0,8m. Khu vực ven bờ phía Nam cửa Nhật Lệ (điểm C - Hình 14), sóng hướng ĐDB chiếm 46%, sóng hướng Đ chiếm tỷ lệ 33%, chiều cao sóng nhỏ khoảng 0,1m - 0,8m; thành phần sóng hướng ĐB chiếm tỷ lệ nhỏ 6% nhưng chiều cao sóng lớn hơn đạt 0,3m - 1,2m. Cửa sông Nhật Lệ (điểm B - Hình 14), sóng có hướng chủ đạo là chính Đông chiếm tỷ lệ 58%, chiều cao sóng 0,1m - 0,8m; thành phần sóng hướng ĐDB và ĐB chiếm tỷ lệ nhỏ 32%, chiều cao sóng 0,2m - 1,3m.

Chi tiết về tỷ lệ phần trăm, chiều cao sóng ứng với các hướng chính và hoa sóng tại các điểm như Bảng 5 và Hình 14:

Bảng 5. Phân bố chiều cao sóng theo các hướng chính trong gió mùa Tây Nam

Vị trí	Hs (m)	Hướng (độ)	Tỷ lệ %	Hs (m)	Hướng (độ)	Tỷ lệ %	Hs (m)	Hướng (độ)	Tỷ lệ %
Điểm A	0.3-1.2	ĐB	6	0.2-0.8	ĐDB	43	0.1-0.4	Đ	36
Điểm B	0.3-1.3	ĐB	8	0.2-1.0	ĐDB	24	0.1-0.8	Đ	58
Điểm C	0.3-1.2	ĐB	6	0.2-0.8	ĐDB	46	0.1-0.4	Đ	33



Hình 14. Hoa sóng ven bờ cửa Nhật Lệ trong mùa gió Tây Nam

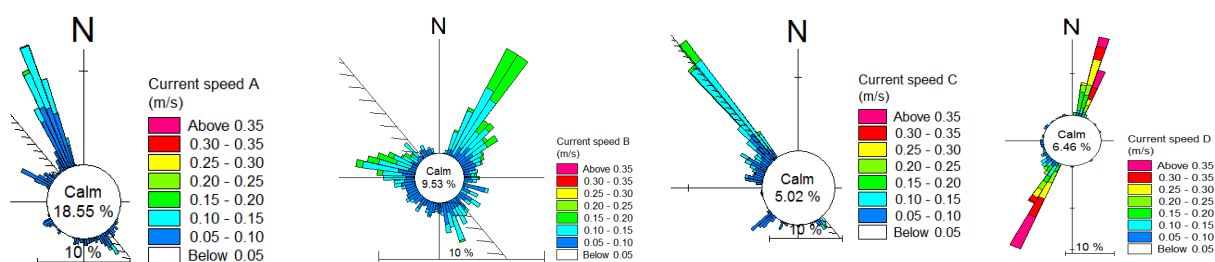
+ Đặc trưng dòng chảy trong mùa gió Tây Nam:

Với điều kiện trong mùa gió Tây Nam có sóng

không lớn bằng sóng trong gió mùa Đông Bắc nên dòng chảy ven bờ cũng nhỏ hơn, lớn nhất chỉ đạt 0,25 m/s, trung bình khoảng 0.1m/s.

Dòng chảy ven bờ có hướng từ Tây Bắc xuống Đông Nam và ngược lại, nhưng thành phần dòng chảy hướng Đông Nam lên Tây Bắc chiếm ưu thế lớn hơn hẳn, xu thế này ngược lại so với hướng dòng chảy trong gió mùa Đông Bắc (như điểm A, điểm C - Hình 15). Khu vực cửa sông có sự tương tác qua lại giữa dòng chảy từ sông và sóng, thủy triều từ biển nên dòng chảy không ổn định về hướng và độ lớn. Dòng chảy hướng Tây Nam - Đông Bắc từ sông ra phía biển chiếm ưu thế với độ lớn trung bình

khoảng 0,15m/s - 0.2m/s (điểm B - Hình 15). Tại điểm D ở trong cửa sông Nhật Lệ, hướng dòng chảy trong gió mùa Tây Nam không có sự khác biệt lớn so với hướng dòng chảy trong gió mùa Đông Bắc. Dòng chảy có hai hướng chính là hướng Đông Bắc và Tây Nam tương ứng với hướng dòng chảy từ sông ra biển và dòng triều từ biển vào. Dòng chảy có độ lớn trung bình khoảng 0,5 m/s - 0.8m/s, lớn nhất có thể đạt 1,2 m/s (Hình 15). Khi có lũ vận tốc dòng chảy từ sông ra lớn hơn so với bình thường.

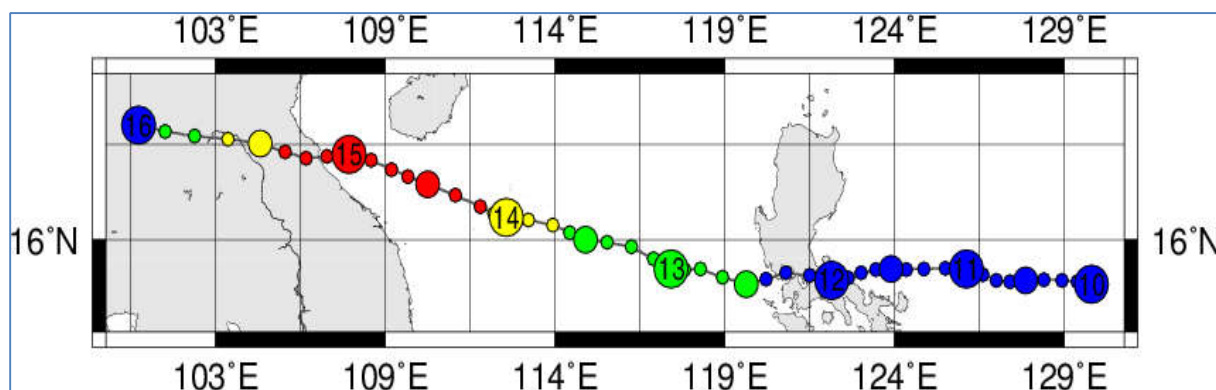


Hình 15. Hoa dòng chảy ven bờ cửa Nhật Lệ trong mùa gió Tây Nam

Đặc trưng sóng trong bão:

Mùa bão tại khu vực ven bờ biển Quảng Bình và lân cận thường bắt đầu từ tháng VII kết thúc vào tháng XI và xảy ra tập trung nhất vào 3 tháng VIII đến X chiếm 72,8%. Bão đổ bộ vào khu vực thường gây ra mưa lũ lớn và nước dâng. Theo số liệu thống kê từ năm 1952 đến năm 2017 đã có 77 cơn bão đổ vào vùng biển Quảng Bình. Một số cơn bão gây ảnh hưởng lớn: bão số 10 vào ngày 23/IX/1979 gây lũ lịch sử trên sông Kiến Giang, mực nước lũ tại Lệ Thủy đạt 3,71 m, trên báo động III là 1,21

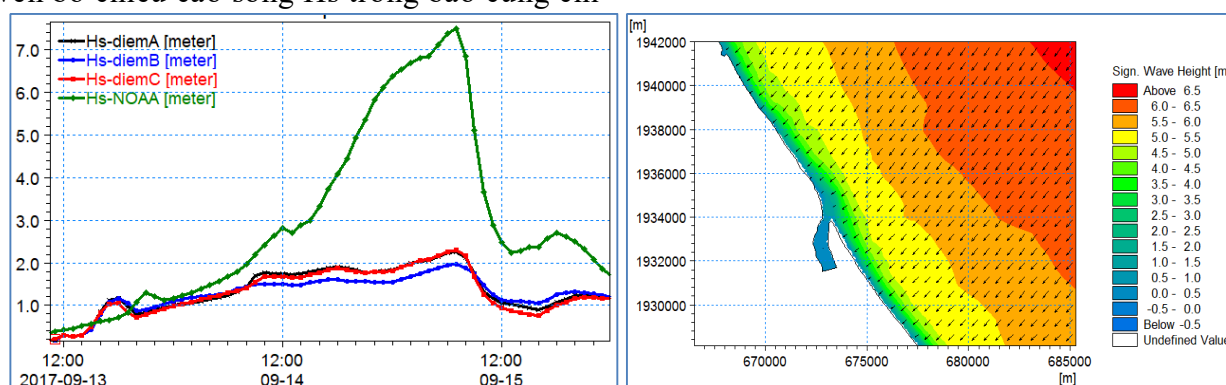
m và vượt lũ lịch sử trước đó (năm 1979) là 0,53 m; bão Cecil ngày 16/X/1985 gây gió mạnh cấp 12 đã gây ra nước dâng, mực nước đo được tại Nhật Lệ gần 4,0 m. Gần đây bão Duksuri đổ bộ vào phía Bắc tỉnh Quảng Bình vào ngày 15/9/2017, có gió mạnh cấp 11-12 giật cấp 15 gây xói lở nghiêm trọng bờ biển khu vực Phú Quang - TP. Đồng Hới (phía Bắc cửa Nhật Lệ) với đoạn bờ biển dài 500m - 600m bị lún sâu vào đất liền khoảng 20m - 30 m làm sạt lở nhiều nhà dân và tháp canh bãi tắm.



Hình 16. Đường đi của cơn bão Duksuri (bão số 10 năm 2017)

Kết quả tính toán cho thấy chiều cao sóng H_s trong bão khu vực ngoài nước sâu (điểm sóng NOAA) có thể đạt 7,5m. Sóng trong bão khi vào vùng ven bờ bị suy giảm rất nhanh, vùng ven bờ chiều cao sóng H_s trong bão cũng chỉ

đạt 2,3m, ven bờ phía Nam sóng có chiều cao lớn hơn ven bờ phía Bắc cửa Nhật Lệ. Khu vực ngay trước cửa sông (điểm B) chiều cao sóng H_s trong bão chỉ dưới 2,0m.



Hình 17. Chiều cao sóng trong bão Duksuri thời điểm bão tiến gần bờ

4. KẾT LUẬN

Các kết quả tính toán phân tích trong nghiên cứu cho thấy chế độ thủy động lực khu vực cửa sông ven biển Nhật Lệ khá phức tạp do tương tác giữa dòng chảy sông với biển, khu vực có chế độ thủy động lực biến đổi theo mùa rõ rệt. Xét về chế độ thủy động lực thì khu vực cửa sông ven biển Nhật Lệ có thể chia làm bốn khu vực chính có các đặc điểm về sóng và dòng chảy khác nhau:

- Khu vực nước sâu (cao độ đáy dưới -10m): Trong mùa gió Đông Bắc, sóng ngoài khơi vùng biển Nhật Lệ có hướng Bắc Đông Bắc (BĐB)

đến Đông Đông Bắc (ĐĐB) với chiều cao sóng (H_s) khoảng 0,5m – 5m0m; trong đó thành phần sóng hướng BĐB có chiều cao sóng lớn nhất khoảng 1m - 4m. Trong mùa gió Tây Nam, sóng ngoài khơi vùng biển Nhật Lệ có hướng Tây Nam (TN) đến Đông Nam (ĐN) với chiều cao sóng H_s chỉ khoảng 0,5m – 2,0m nhỏ hơn khá nhiều so với chiều cao sóng trong gió mùa Đông Bắc. Thành phần sóng hướng ĐN và hướng TN chiếm ưu thế hơn nhiều so với thành phần sóng hướng Nam. Sóng trong bão có chiều cao sóng lớn, H_s đạt hơn 7.0 m, tuy nhiên khu vực ven bờ có địa hình đáy nông nên chiều cao sóng giảm mạnh khi tiến vào bờ. Khu vực này dòng

ven cũng đạt dưới 1m/s.

- Khu vực trước cửa sông Nhật Lệ: do có dòng chảy từ sông ra và có bãi cát bồi lấp thu hẹp và chắn cửa nên sóng khu vực này giảm nhỏ, tuy nhiên chiều cao sóng H_s có thể đạt 2m với hướng sóng ĐĐB và ĐB trong mùa gió Đông Bắc. Ngược lại, trong gió mùa Tây Nam sóng truyền vào cửa sông nhưng bị đổi hướng dẫn đến sóng có hướng chủ đạo là chính Đông với chiều cao sóng 0,1m - 0,8m; thành phần sóng hướng ĐĐB và ĐB chiếm tỷ lệ nhỏ hơn và có chiều cao sóng từ 0,2m - 1,3m.

- Khu vực ven bờ phía Bắc cửa Nhật Lệ: trong gió mùa Đông Bắc sóng có hướng chủ đạo là ĐĐB sau đó sóng hướng ĐB với chiều cao sóng lớn nhất có thể đạt 2m; thành phần sóng hướng ĐĐB có chiều cao sóng nhỏ dưới 1m.; Trong gió mùa Tây Nam sóng có hướng chủ đạo là ĐĐB đến Đông (Đ) và có chiều cao sóng nhỏ từ 0,2m - 1,2m, trong đó sóng hướng ĐĐB và Đ chủ đạo chiều cao sóng chỉ 0,1m – 0,8m. Dòng chảy ven bờ tương đối nhỏ hơn, lớn nhất chỉ đạt 0,25m/s, trung bình khoảng 0,1m/s.

- Khu vực ven bờ phía Nam cửa Nhật Lệ sóng trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc có hướng chính là ĐĐB sau đó đến ĐB. Chiều cao sóng trong khoảng 0,1m - 2m; sau đó đến sóng hướng ĐB với chiều cao sóng nhỏ 0,1m – 0,7m. Dòng ven

thời kỳ này do có sóng lớn nên dòng chảy ven bờ có vận tốc lớn đến 0.5m/s, trung bình khoảng 0,15m – 0,2m/s và có hướng từ Tây Bắc xuống Đông Nam. Trong thời kỳ gió mùa Tây Nam sóng hướng ĐĐB là chủ đạo với chiều cao sóng

- Dưới tác dụng của sóng và dòng ven đã gây nên vận chuyển cát ven bờ mạnh dẫn đến tình trạng xói lở ở một số đoạn bờ biển và bồi lấp cửa sông Nhật Lệ. Do đặc điểm cửa sông miền Trung yếu tố động lực biển đóng vai trò chính với thời gian dài đã quyết định đặc tính hình thái của cửa sông - xói về mùa lũ và bồi lấp và thu hẹp cửa vào mùa kiệt. Nghiên cứu đặc trưng thủy động lực vùng cửa sông Nhật Lệ là cơ sở giúp các nghiên cứu tiếp về diễn biến cửa sông để tìm các giải pháp chỉnh trị cửa sông giúp an toàn dân cư và phát triển kinh tế xã hội.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này sử dụng số liệu và kinh phí từ nguồn ngân sách Nhà nước trong việc triển khai đề tài “Nghiên cứu quá trình xói lở, bồi tụ dải bờ biển, cửa sông từ Quảng Bình đến Thừa Thiên-Huế, có xét tới ảnh hưởng của các tác động từ thượng nguồn và đề xuất giải pháp ổn định” thuộc chương trình nghiên cứu khoa học cấp Nhà nước mã số KC08.16/16-20.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đỗ Đình Chiến, Nguyễn Thọ Sáo, Trần Hồng Thái, Nguyễn Bá Thủy, 2015. Ảnh hưởng của thủy triều và sóng biển tới nước dâng do bão khu vực ven biển Quảng Bình - Quảng Nam, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Tập 31, Số 3S (2015) 28-36;
- [2] Đỗ Quang Thiên, 2012. Nghiên cứu, dự báo, đề xuất giải pháp phòng chống hiện tượng xói lở, bồi lấp vùng trung - hạ lưu sông Gianh và Nhật Lệ phục vụ phát triển bền vững lãnh thổ. Báo cáo đề tài cấp Tỉnh Quảng Bình. Trường Đại học Khoa học Huế;
- [3] Nguyễn Lập Dân, 2008. Nghiên cứu hiện trạng, xác định nguyên nhân và đề xuất các giải pháp phòng chống bồi lấp cửa sông nhằm khai thông luồng Nhật Lệ, Quảng Bình. Báo cáo đề tài cấp Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam;
- [4] Nguyễn Đại, 2005. Thu thập chỉnh lý số liệu khí tượng thủy văn tỉnh Quảng Bình từ 1956

- đến 2005, Báo cáo đề tài cấp tỉnh Quảng Bình. Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Quảng Bình;
- [5] Nguyễn Thanh Hùng, Nguyễn Quang Minh, Vũ Đình Cường, 2016. Nghiên cứu sự biến động theo mùa của chế độ thủy động lực khu vực cửa sông ven biển lưu vực sông Mã, Tạp chí Khoa học & Công nghệ Việt Nam, Tập 4, số 2, tháng 2/2016. Tr. 32-39;
- [6] Nguyễn Thanh Hùng, Vũ Đình Cường, Yoshimitsu Tajima, Tô Vĩnh Cường, 2014. Numerical modeling of Hydrodynamics and sediment transport processes in Ma rivier estuary, Vietnam, Proceedings of the 19th IAHR-APD Congress 2014, Hanoi, Vietnam;
- [7] Vũ Đình Cường, 2018. Báo cáo khảo sát địa hình và thủy hải văn, Đề tài Nghiên cứu quá trình xói lở, bồi tụ dải bờ biển cửa sông từ Quảng Bình đến Thừa Thiên Huế, có xét tới ảnh hưởng của các tác động từ thượng nguồn và đề xuất giải pháp ổn định, mã số KC.08.16/16-20;
- [8] Viện KHTLVN, 2009, Dự án ĐTCB “Điều tra hiện trạng cửa sông Nhật Lệ tỉnh Quảng Bình và kiến nghị các giải pháp bảo vệ khai thác hoàn thiện”.