

# NGHIÊN CỨU CHẾ ĐỘ THỦY ĐỘNG LỰC VÙNG CỬA SÔNG GIANH, TỈNH QUẢNG BÌNH

Trần Duy Kiều<sup>1,\*</sup>, Lê Quốc Huy<sup>2</sup>, Trần Thị Tú<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

<sup>2</sup>Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Biến đổi khí hậu

## Tóm tắt

Bài báo trình bày kết quả ứng dụng mô hình MIKE 21 Couple để mô phỏng chế độ thủy động lực vùng cửa Sông Gianh. Nghiên cứu đã sử dụng chuỗi số liệu mùa cạn và mùa lũ năm 2016 để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Sau khi lựa chọn được bộ thông số mô hình, tiến hành mô phỏng chế độ thủy động lực với 2 nhóm kịch bản khác nhau. Kết quả mô phỏng cho thấy chế độ thủy động lực vùng cửa Sông Gianh biến động mạnh vào thời kỳ gió mùa Đông Bắc, ít biến động trong mùa gió Tây Nam. Độ cao sóng thời kỳ gió mùa Đông Bắc lớn trong gió mùa Tây Nam, vận tốc dòng chảy tại vùng cửa Sông Gianh phụ thuộc chủ yếu vào ảnh hưởng của thủy triều.

**Từ khóa:** Cửa Sông Gianh; Thủy động lực; MIKE 21 Couple.

## Abstract

### *Research on the hydrodynamic regime of the Gianh River estuary, Quang Binh province*

*This paper presents the results of applying the MIKE 21 Couple model to simulate the hydrodynamic regime of the Gianh River estuary. The study used data series of the dry and flood seasons in 2016 to calibrate and verify the model. After selecting a set of model parameters, the hydrodynamic regime was simulated with 2 different groups of scenarios. The simulation results show that the hydrodynamic regime of the Gianh River estuary fluctuates strongly during the Northeast monsoon period, and fluctuates less during the Southwest monsoon season. The wave height during the Northeast monsoon period is large during the Southwest monsoon period, and the flow velocity at the Gianh River estuary depends mainly on the influence of the tide.*

**Keywords:** Gianh River estuary; Hydrodynamic; MIKE 21 Couple.

Nhận bài: 22/10/2024; Phản biện xong: 06/11/2024; Chấp nhận đăng: 20/12/2024

\*Tác giả liên hệ, Email: [tdkieu@hunre.edu.vn](mailto:tdkieu@hunre.edu.vn)

DOI: <https://doi.org/10.63064/khtnmt.2024.628>

## 1. Đặt vấn đề

Sông Gianh là một con sông lớn của tỉnh Quảng Bình, cửa Sông Gianh là nơi tập trung phần lớn tàu thuyền của ngư dân ra vào. Hiện nay, quá trình xói lở bờ biển, bồi lấp cửa Sông Gianh đang diễn ra phức tạp [1], đã gây ra những hậu quả nghiêm trọng về kinh tế - xã hội như

mất đất, phá hủy các công trình đê biển, cản trở giao thông đường thủy, làm hư hỏng tàu thuyền, tiêu thoát lũ,... Nguyên nhân bởi vì khu vực này chịu tác động trực tiếp của các quá trình thủy động lực biển và dòng chảy từ Sông Gianh chảy ra. Vì thế, việc nghiên cứu chế độ thủy động lực vùng cửa sông, ven biển của Sông Gianh là cần thiết. Nghiên cứu sẽ

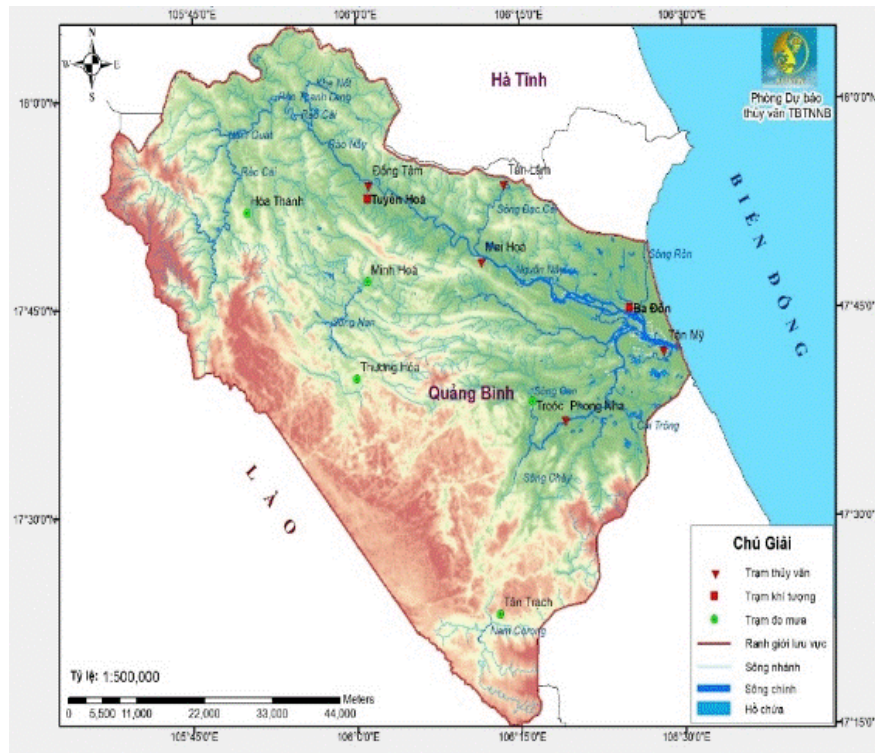
là cơ sở khoa học để giải thích, đánh giá nguyên nhân và cơ chế xói lở và bồi lắng của cửa Sông Gianh.

## 2. Phương pháp và dữ liệu

### 2.1. Khu vực nghiên cứu

Sông Gianh là con sông lớn nhất tỉnh Quảng Bình, lưu vực Sông Gianh có gần

26 km bờ biển. Lưu vực Sông Gianh nằm trên dải đất hẹp và dốc, núi và gò đồi chiếm trên 80 % diện tích tự nhiên. Vùng cửa sông thuộc dạng nhật triều không đều với biên độ nhỏ và ảnh hưởng của bán nhật triều là quan trọng. Phần lớn số ngày trong tháng xuất hiện hai lần nước lên (nước lớn) và hai lần nước xuống (nước ròng) trong ngày [2].



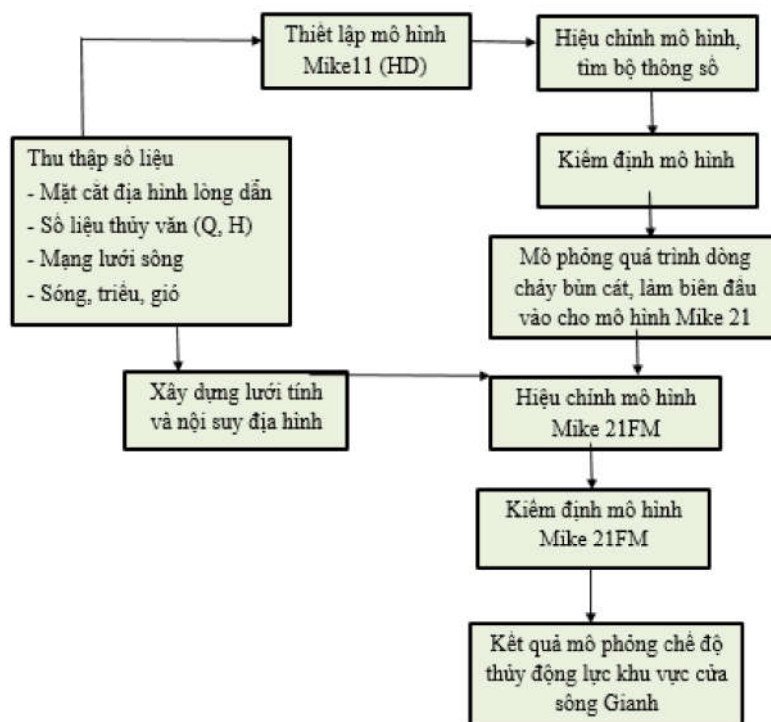
**Hình 1: Bản đồ vị trí lưu vực Sông Gianh**

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng mô hình MIKE 21/3 FM Couple để mô phỏng tính toán chế độ thủy động lực cho khu vực nghiên cứu theo sơ đồ Hình 2. Mô hình MIKE 21/3 FM Couple là hệ thống mô hình động lực có thể áp dụng cho vùng cửa sông ven biển [3 - 5]. Mô hình này kết hợp các mô đun dòng chảy và mô đun sóng, cho phép mô hình mô phỏng sự tương tác qua lại đầy đủ của những thay đổi về độ sâu đến tính toán dòng chảy cũng như các đặc trưng của sóng biển nên độ chính xác của mô hình được đảm bảo.

Mô đun thủy động lực MIKE 21 FM [6 - 8] là mô đun cơ bản tính toán trường động lực dòng chảy với cách tiếp cận mắt lưới linh hoạt phi cấu trúc dạng tam giác. Mô đun này được ứng dụng nghiên cứu cho hải dương học, môi trường vùng cửa sông ven biển. Mô đun gồm có hai phương trình là phương trình liên tục và phương trình động lượng.

Mô đun sóng MIKE 21 SW [3, 8, 9] là mô đun tính toán các đặc trưng sóng dựa trên lưới phi cấu trúc. Mô đun này tính toán sự phát triển, suy giảm và truyền sóng gió, sóng lừng ở ngoài khơi và khu vực ven bờ.



**Hình 2: Sơ đồ các bước thực hiện**

**2.3. Cơ sở dữ liệu**

Căn cứ yêu cầu số liệu đầu vào của mô hình và điều kiện số liệu quan trắc tại khu vực, nghiên cứu sử dụng các số liệu:

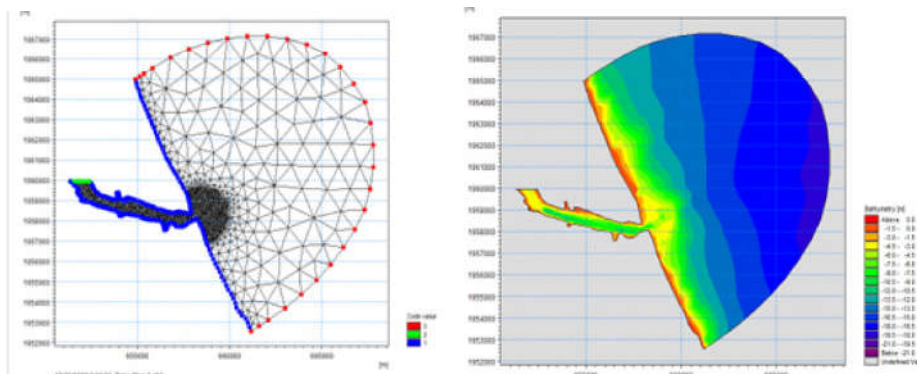
*Số liệu thủy văn:* Mực nước tại trạm thủy văn Tân Mỹ từ 01/01/2016 - 31/12/2016.

*Số liệu hải văn:* Sử dụng dữ liệu sóng tái phân tích và mực nước triều từ bộ hằng số điều hòa toàn cầu.

*Số liệu trường gió:* Là số liệu tái phân tích được trích từ nguồn apps.ecmwf.in.

*Số liệu địa hình:* Dữ liệu địa hình đáy biển ở khu vực cửa sông có tỉ lệ 1/5.000 và dữ liệu địa hình ngoài biển có tỉ lệ 1/10.000.

Để thuận lợi cho việc mô phỏng, tính toán các quá trình thủy động lực tại vùng nghiên cứu, miền tính toán được mở rộng sang 2 bên cửa sông, mỗi bên khoảng 7 km và mở rộng ra phía ngoài biển khoảng 20 km. Lưới tính có độ chi tiết tăng dần từ ngoài biển vào trong vùng cửa sông, miền tính có 1.798 nút lưới.



**Hình 3: Chia lưới miền tính vùng biển cửa Sông Gianh**

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định

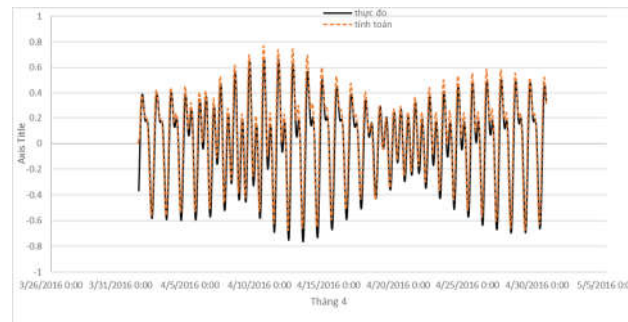
##### 3.1.1. Hiệu chỉnh mô hình

Hiệu chỉnh mô hình bằng cách so sánh số liệu mực nước chỉ có yếu tố triều bằng mô hình với số liệu mực nước tính toán từ bộ hằng số điều hòa tại 4 điểm trên sông và biển (Hình 4). Điểm 1 (658127.62; 1961857.47); Điểm 2 (660935.77; 1960195.84); Điểm 3 (660905.35; 1955690.15); Điểm 4 (656180.34; 1958203.07). Thời gian hiệu chỉnh là 1 tháng mùa kiệt (01/4/2016 - 30/4/2016).

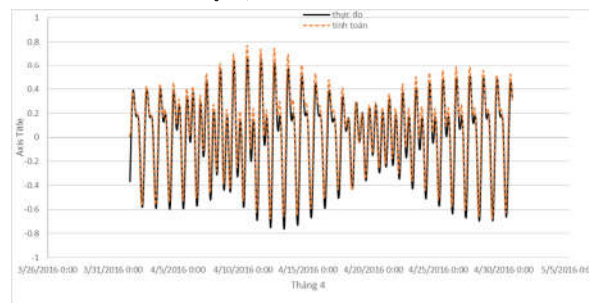
Kết quả tính toán có sự tương đồng cao về pha và biên độ mực nước giữa kết quả mô phỏng của mô hình với số liệu thực đo và tính toán bằng hằng số điều hòa trong cả quá trình hiệu chỉnh mô hình (từ Hình 5 đến Hình 8), hệ số tương quan là 0,95 - 0,98.



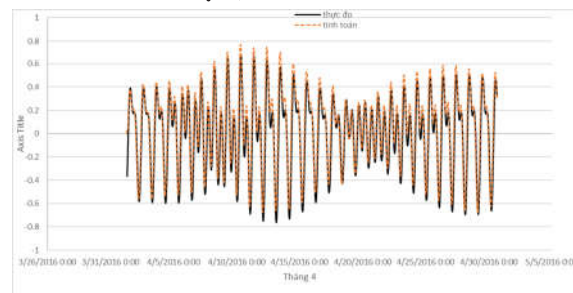
**Hình 4: Các vị trí so sánh kết quả mô phỏng của mô hình**



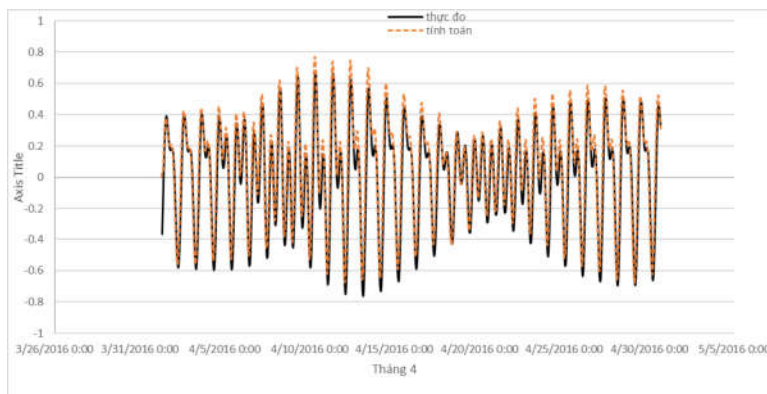
**Hình 5: Mực nước tính toán bằng mô hình và tính toán từ bộ thông số điều hòa trích tại điểm 1 vào mùa kiệt (7h 01/4/2016 - 16h 30/4/2016)**



**Hình 6: Mực nước tính toán bằng mô hình và tính toán từ bộ thông số điều hòa trích tại điểm 2 vào mùa kiệt (7h 01/4/2016 - 16h 30/4/2016)**



**Hình 7: Mực nước tính toán bằng mô hình và tính toán từ bộ thông số điều hòa trích tại điểm 3 vào mùa kiệt (7h 01/4/2016 - 16h 30/4/2016)**

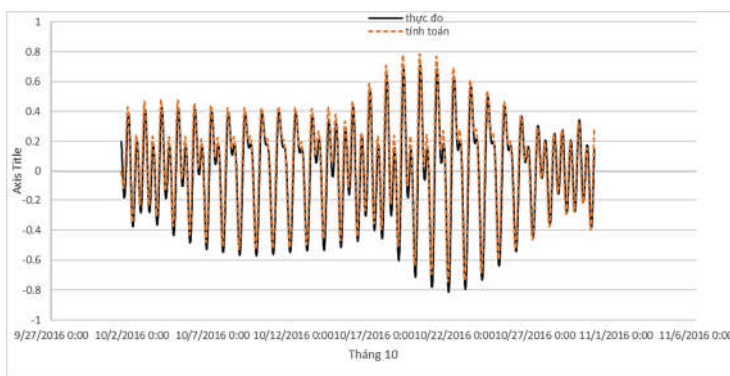


**Hình 8: Mực nước tính toán bằng mô hình và tính toán từ bộ thông số điều hòa trích tại điểm 4 vào mùa kiệt (7h 01/4/2016 - 16h 30/4/2016)**

**Bảng 1. Kết quả hệ số Nash trong quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình**

TT	Vị trí	Hiệu chỉnh	Kiểm định
1	Điểm 1	0,95	0,85
2	Điểm 2	0,98	0,90
3	Điểm 3	0,96	0,91
4	Điểm 4	0,95	0,89

### 3.1.2. Kiểm định mô hình



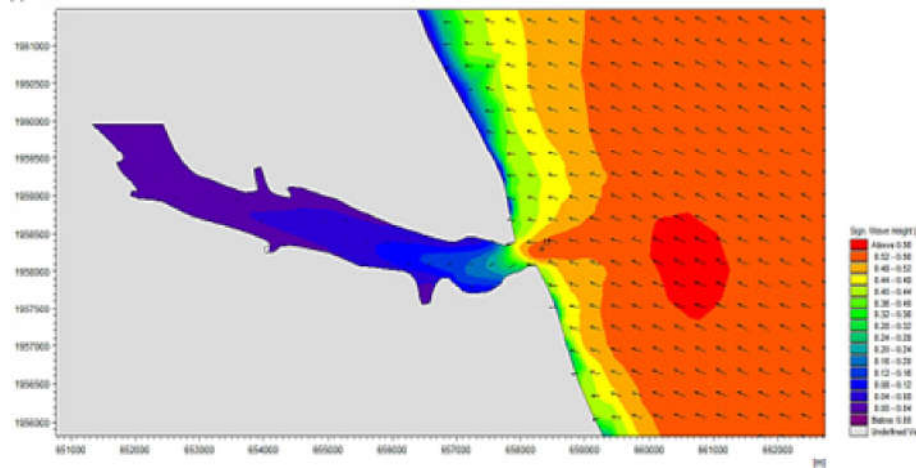
**Hình 9: Mực nước tính toán mô hình và tính toán từ bộ thông số điều hòa trích tại điểm 1 vào mùa lũ (7h 01/10/2016 - 16h 31/10/2016)**

Mô hình được kiểm định với chuỗi số liệu mùa lũ từ 01/10/2016 - 31/10/2016. Kết quả kiểm định cũng cho thấy biểu đồ quá trình mực nước thực đo và mô phỏng tại các điểm kiểm tra tương đối bám sát nhau, hệ số Nash đều lớn hơn 0,85. Như vậy có thể sử dụng bộ thông số của mô hình để tính toán chế độ thủy động lực cho khu vực nghiên cứu.

## 3.2. Kết quả tính toán trường sóng

### 3.2.1. Trong thời kì gió mùa Tây Nam

Sử dụng trường gió trung bình nhiều năm tháng 4 làm đại diện cho gió mùa Tây Nam. Kết quả mô phỏng cho thấy, vào mùa gió Tây Nam, hướng sóng trên toàn Biển Đông chủ yếu theo hướng này, độ cao sóng trên toàn biển đạt từ 0,04 - 0,56m, đường bờ biển Sông Gianh lồi lõm do đó có hiện tượng khúc xạ sóng. Khu vực ngoài cửa Sông Gianh độ cao sóng chỉ đạt 0,56 m. Sóng được truyền vào vùng cửa sông chỉ đạt trung bình 0,5 m như Hình 10.

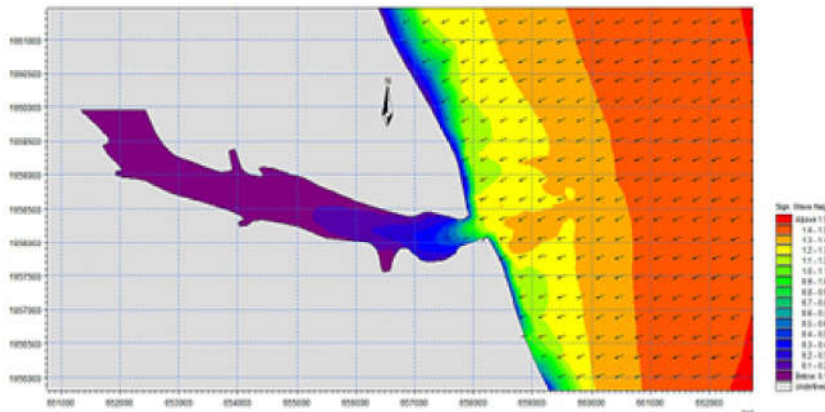


**Hình 10: Đặc trưng sóng hướng Đông Nam**

**3.2.2. Trong thời kì gió mùa Đông Bắc**

Vào mùa gió Đông Bắc lúc sóng trên toàn Biển Đông tác dụng chủ yếu theo hướng Đông Bắc độ cao sóng dao động từ 0,3 - 1,9 m do hướng đường bờ nằm theo hướng Đông Nam nên sóng

ngoài Biển Đông lan truyền vuông góc với đường bờ và hướng trực tiếp đến cửa sông, vào thời điểm này khu vực ngoài cửa sông chịu tác động mạnh nhất của sóng, độ cao sóng cực đại có thể đạt lên tới 1,9 m.



**Hình 11: Đặc trưng hướng Đông Bắc**

**3.3. Kết quả mô phỏng dòng chảy**

**3.3.1. Vào mùa kiệt**

Thời kì này, gió chủ yếu thổi theo hướng Đông Nam, song song với đường biển Quảng Bình, kết quả trường dòng chảy tổng hợp khu vực nghiên cứu được mô phỏng có xét đến sự tương tác giữa dòng chảy trong sông và dòng triều. Từ kết quả mô phỏng trường dòng chảy ở cửa Sông Gianh vào mùa khô tiêu biểu là tháng 6/2019 cho thấy vận tốc lớn chủ yếu

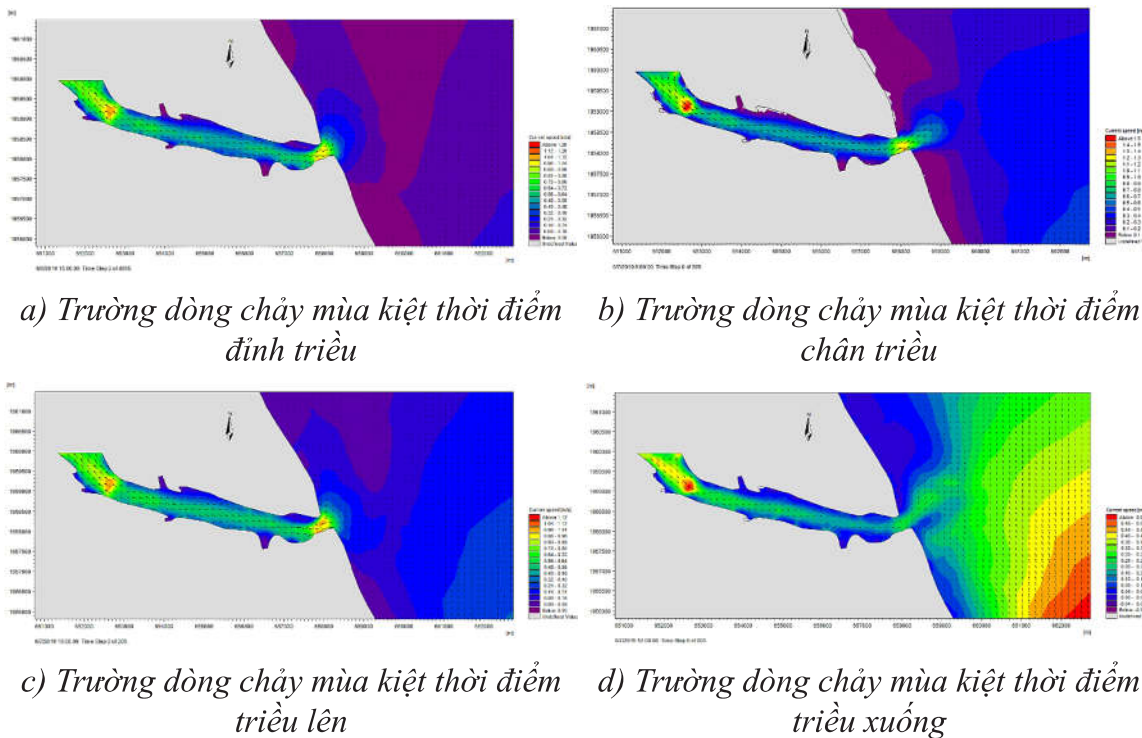
tập trung ở giữa dòng và nhỏ dần khi vào hai bên bờ. Trong pha triều lên, dòng chảy có hướng từ biển vào phía trong cửa sông.

Đối với đỉnh triều (15 giờ ngày 06/6/2019) vận tốc dòng chảy vùng cửa và khu vực trong sông rất là lớn lên đến 1,1 m/s ngưỡng vận tốc dao động từ 0,68 - 1,12 m/s, đối với chân triều dao động từ 0,9 m/s - 1,55 m/s và lớn nhất là 1,5 m/s vào lúc 8 giờ ngày 07/6/2019. Trong ngày 07/6/2019 xuất hiện triều lên lúc 12

## Nghiên cứu

giờ lớn nhất là khu vực trong Sông Gianh lên đến 0,93 m/s ngoài cửa sông triều lên đạt mức ổn định trong khoảng 0,48 - 0,60

m/s và triều xuống dao động khá lớn ở cả trong sông và cửa sông vào lúc 15 giờ đến 0,8 m/s

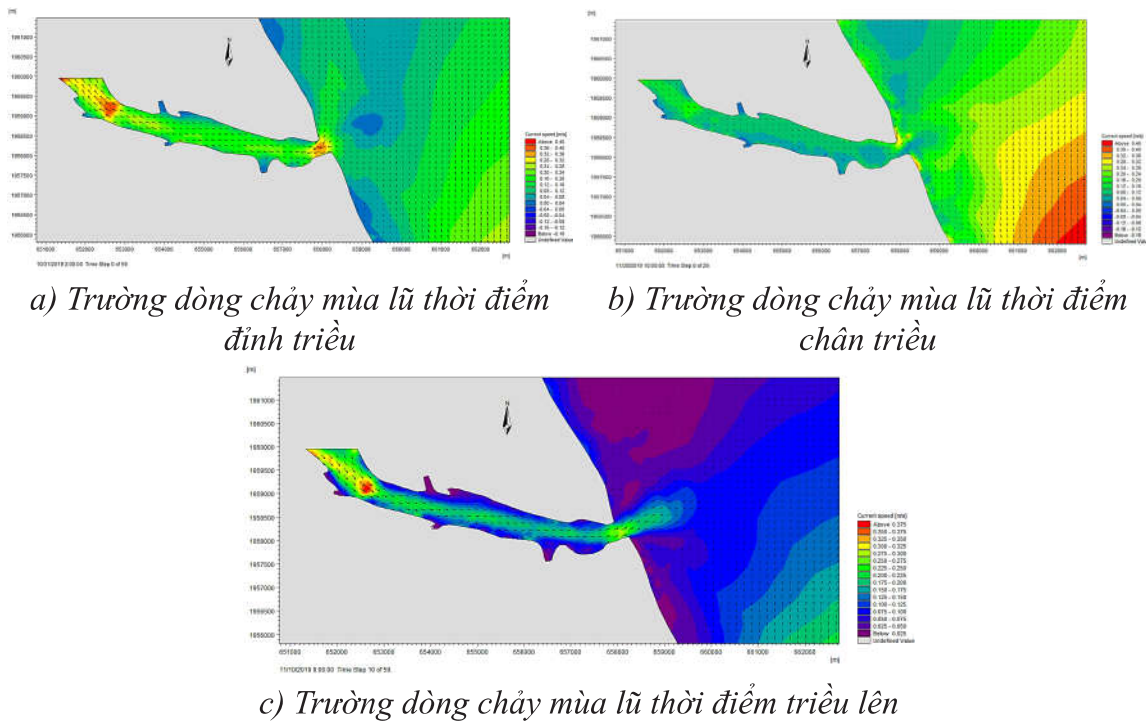


**Hình 12: Thay đổi theo mùa kiệt trong khu vực nghiên cứu**

### 3.3.2. Vào mùa lũ

Vào mùa lũ vận tốc dòng chảy của đỉnh triều rất lớn ở khu vực cửa sông và trong sông dao động từ 0,3 - 0,4 m/s, vận tốc dòng chảy tăng dần từ cửa sông lên biển thượng lưu đạt tới 0,4 m/s vào khoảng 2 giờ sáng ngày 31/10/2019. Thời điểm chân triều, vận tốc dòng chảy trong sông đạt lớn nhất là 0,38 m/s lúc 9 giờ ngày 09/11/2019. Trong ngày 30/11/2019 lúc 10 giờ sáng tại khu vực cửa sông vận

tốc dòng chảy khá lớn dao động từ 0,29 - 0,36 m/s đặc biệt là gần cửa sông lớn nhất lên đến 0,35 m/s còn từ cửa sông trở vào trong sông vận tốc dòng chảy rất thấp. Trong pha triều xuống tốc độ dòng chảy lớn hơn, đặc biệt là các lớp nước trên mặt vận tốc dòng chảy ở pha triều này phổ biến dao động trong khoảng 0,50 - 0,66 m/s hướng dòng chảy theo hướng từ trong chảy ra phía ngoài lớn nhất khu vực trong sông là 0,66 m/s.



**Hình 13: Thay đổi theo mùa lũ trong khu vực nghiên cứu**

**4. Kết luận**

Mô hình MIKE 21 Couple là một công cụ mạnh trong việc mô phỏng dòng chảy 2 chiều trong đó có sự tương tác giữa yếu tố sóng và dòng chảy bằng phương pháp phần tử hữu hạn.

Kết quả mô phỏng chế độ thủy động lực bằng mô hình MIKE 21 Couple cho thấy vùng cửa sông ven biển yếu tố sóng và dòng chảy thể hiện được tính chất của gió mùa Đông Bắc và Đông Nam theo sự thay đổi của thủy triều khá rõ. Vào thời kỳ mùa kiệt, vận tốc dòng chảy vùng cửa và khu vực trong sông rất lớn, dao động từ 0,68 - 1,55 m/s. Vào thời kỳ mùa lũ, vận tốc dòng chảy phổ biến khu vực cửa sông dao động trong khoảng 0,50 - 0,66 m/s hướng dòng chảy theo hướng từ trong chảy ra. Đối với khu vực phía trong cửa sông thì trường dòng chảy phụ thuộc vào dòng chảy từ thượng nguồn Sông Gianh đổ về và thủy triều.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1]. 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 nghiên cứu*. Đề tài cấp tỉnh. UBND Tỉnh Quảng Bình.

[2]. Đinh Việt Hùng (2011). *Phân vùng chức năng môi trường lưu vực Sông Gianh tỉnh Quảng Bình*. Luận văn thạc sĩ, Đại học Quốc Gia Hà Nội.

[3]. Vũ Hải Đăng, Nguyễn Hồng Lân, Nguyễn Ngọc Tiên, Đỗ Ngọc Thực (2013). *Nghiên cứu các đặc trưng thủy - thạch động lực trong mùa gió Đông Bắc tại vùng biển Cô Tô bằng mô hình MIKE 21/3 FM Couple*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, số 634, 28 - 33.

[4]. Nguyễn Ngọc Tiên (2014). *Ứng dụng mô hình MIKE 21/3 FM Couple nghiên cứu quá trình vận chuyển trầm tích tại vịnh Cam Ranh*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển, 143, 129 - 137.

[5]. Phùng Đức Chính (2020). *Ứng dụng mô hình MIKE 21/3 FM Couple mô phỏng chế độ thủy động lực vùng cửa sông Đà*



## **Nghiên cứu**

*Nông*. Tạp chí khoa học Biến đổi khí hậu, 13, 20 - 30.

[6]. Nguyễn Văn Hồng, Trần Tuấn Hoàng, Võ Thị Thảo Vi, Huỳnh Thị Mỹ Linh (2016). *Nghiên cứu tính toán dòng chảy khu vực cửa sông Cổ Chiên bằng mô hình MIKE 21 FM*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, số 666, 21 - 35.

[7]. Trần Hồng Thái (2017). *Ứng dụng mô hình MIKE 21 FM mô phỏng chất lượng*

*nước khu vực ven biển Đình Vũ*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, số 20, 282 - 292.

[8]. DHI (2014). *DHI-MIKE 21/3 Couple Model FM. User Guide*.

[9]. Bùi Văn Chanh, Nguyễn Đăng Hùng (2022). *Đánh giá tác động của địa hình ven bờ tỉnh Khánh Hòa đến phân bố sóng trong bão Damrey bằng mô hình 21 SW*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, số 733, 75 - 83.